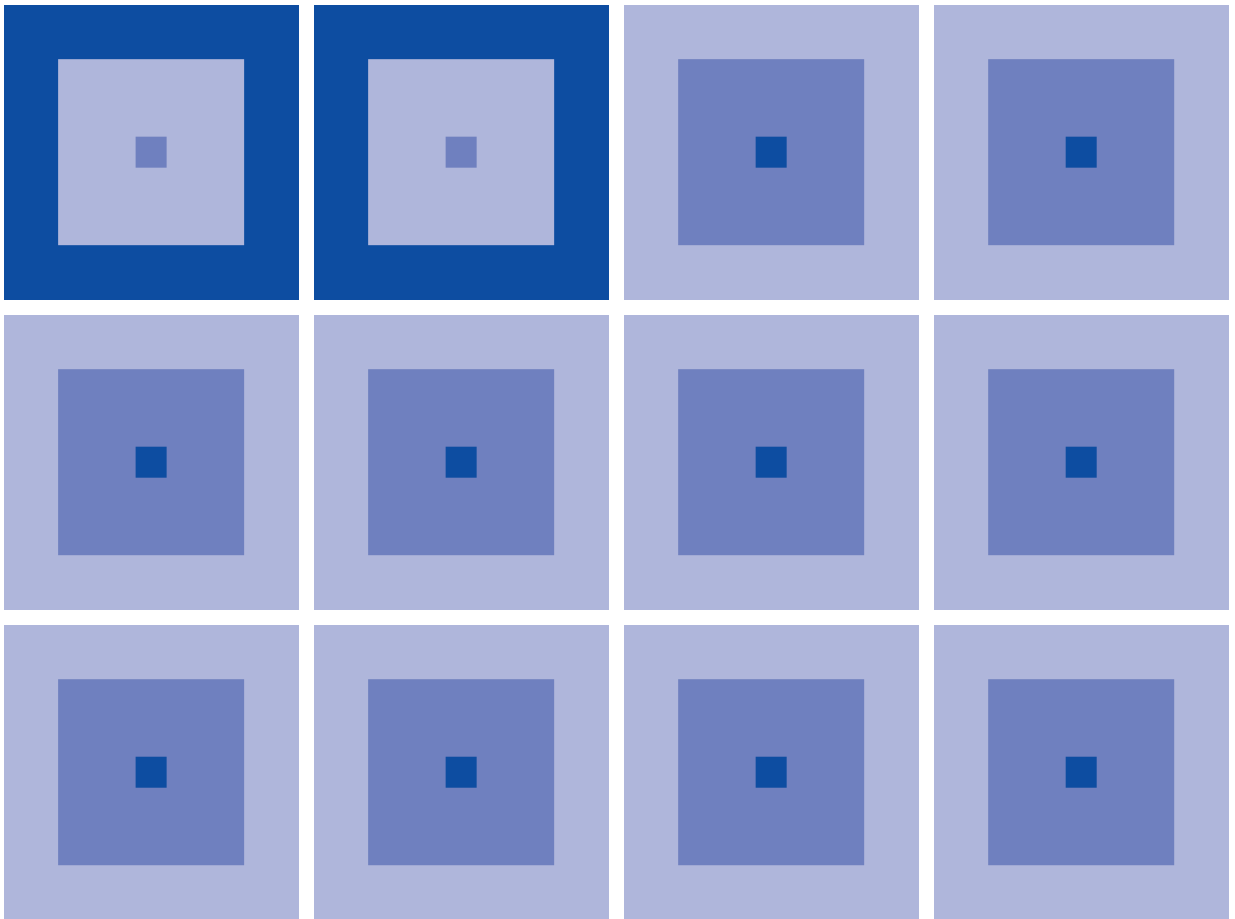


CMOS 4-BIT SINGLE CHIP MICROCOMPUTER

S1C63653

テクニカルマニュアル

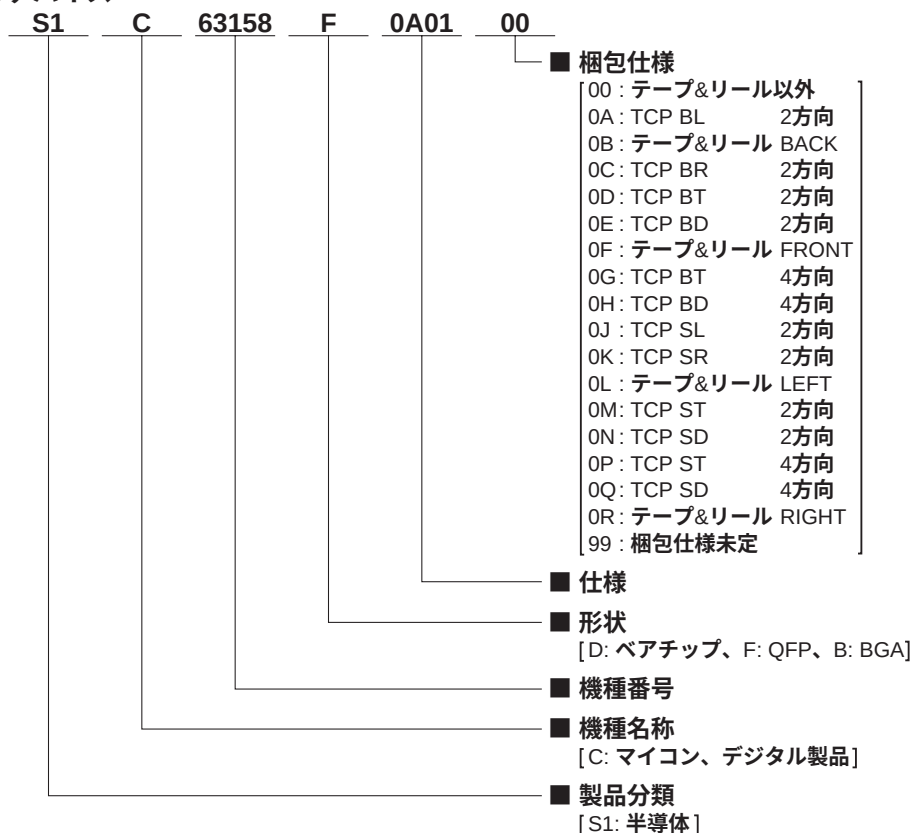


本資料のご使用につきましては、次の点にご留意願います。

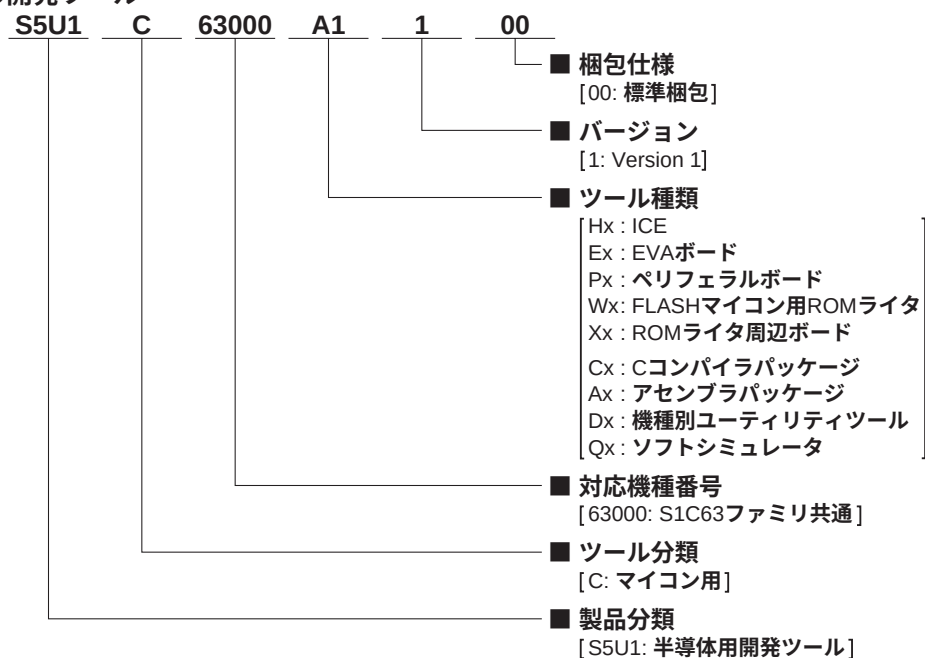
1. 本資料の内容については、予告なく変更することがあります。
2. 本資料の一部、または全部を弊社に無断で転載、または、複製など他の目的に使用することは堅くお断りします。
3. 本資料に掲載される応用回路、プログラム、使用方法等はあくまでも参考情報であり、これらに起因する第三者の権利(工業所有権を含む)侵害あるいは損害の発生に対し、弊社は如何なる保証を行うものではありません。また、本資料によって第三者または弊社の工業所有権の実施権の許諾を行うものではありません。
4. 特性表の数値の大小は、数直線上の大小関係で表しています。
5. 本資料に掲載されている製品のうち、「外国為替及び外国貿易法」に定める戦略物資に該当するものについては、輸出する場合、同法に基づく輸出許可が必要です。
6. 本資料に掲載されている製品は、生命維持装置その他、きわめて高い信頼性が要求される用途を前提としていません。よって、弊社は本(当該)製品をこれらの用途に用いた場合の如何なる責任についても負いかねます。

製品型番体系

●デバイス



●開発ツール



目 次

1	概要	1
1.1	特長	1
1.2	ブロック図	2
1.3	パッド	3
1.3.1	パッド配置図	3
1.3.2	パッド座標	4
1.4	端子説明	5
1.5	マスクオプション	6
2	電源系 および イニシャルリセット	9
2.1	電源系	9
2.1.1	OSC1発振回路用定電圧回路	10
2.1.2	低速動作用定電圧回路	10
2.1.3	高速動作用定電圧回路	10
2.1.4	内部動作電圧V _{DI}	10
2.1.5	LCD系電圧回路	10
2.1.6	降圧モードとパワーセーブ	11
2.1.7	アナログ回路用電源	11
2.2	イニシャルリセット	12
2.2.1	リセット端子(RESET)	12
2.2.2	入力ポート(K00~K03)の同時HIGH入力	13
2.2.3	イニシャルリセット時の内部レジスタ	13
2.2.4	イニシャルリセット時の端子設定	14
2.3	テスト端子 (TEST)	14
3	CPU, ROM, RAM	15
3.1	CPU	15
3.2	コードROM	15
3.3	RAM	15
3.4	データROM	16
4	周辺回路と動作	17
4.1	メモリマップ	17
4.2	電源制御	23
4.2.1	電源回路の構成	23
4.2.2	電源制御手順	24
4.2.3	電源制御用I/Oメモリ	25
4.2.4	プログラミング上の注意事項	27

4.3	ウォッチドッグタイマ	28
4.3.1	ウォッチドッグタイマの構成	28
4.3.2	割り込み機能	28
4.3.3	ウォッチドッグタイマのI/Oメモリ	29
4.3.4	プログラミング上の注意事項	29
4.4	発振回路	30
4.4.1	発振回路の構成	30
4.4.2	OSC1発振回路	30
4.4.3	OSC3発振回路	31
4.4.4	動作電圧切り換え	32
4.4.5	クロック周波数とインストラクション実行時間	32
4.4.6	発振回路のI/Oメモリ	33
4.4.7	プログラミング上の注意事項	34
4.5	入力ポート (K00～K03, K10～K13)	35
4.5.1	入力ポートの構成	35
4.5.2	割り込み機能	35
4.5.3	マスクオプション	36
4.5.4	入力ポートのI/Oメモリ	37
4.5.5	プログラミング上の注意事項	39
4.6	出力ポート (R00～R03)	40
4.6.1	出力ポートの構成	40
4.6.2	マスクオプション	40
4.6.3	ハイインピーダンス制御	41
4.6.4	特殊出力	41
4.6.5	出力ポートのI/Oメモリ	43
4.6.6	プログラミング上の注意事項	44
4.7	入出力兼用ポート (P00～P03, P10～P13)	45
4.7.1	入出力兼用ポートの構成	45
4.7.2	マスクオプション	45
4.7.3	I/O制御レジスタと入力/出力モード	45
4.7.4	入力モード時のプルダウン	46
4.7.5	入出力兼用ポートのI/Oメモリ	46
4.7.6	プログラミング上の注意事項	47
4.8	LCDドライバ (COM0～COM5, SEG0～SEG31)	48
4.8.1	LCDドライバの構成	48
4.8.2	LCD駆動電源	48
4.8.3	LCD表示のON/OFFとLCD駆動波形	48
4.8.4	表示メモリ	54
4.8.5	セグメントオプション	54
4.8.6	LCDコントラスト調整	56
4.8.7	LCDドライバのI/Oメモリ	57
4.8.8	プログラミング上の注意事項	58

4.9	計時タイマ	59
4.9.1	計時タイマの構成	59
4.9.2	データの読み出しとホールド機能	59
4.9.3	割り込み機能	60
4.9.4	計時タイマのI/Oメモリ	61
4.9.5	プログラミング上の注意事項	62
4.10	プログラマブルタイマ	63
4.10.1	プログラマブルタイマの構成	63
4.10.2	カウンタの基本動作	64
4.10.3	入力クロックの設定	65
4.10.4	イベントカウンタモード(タイマ0)	65
4.10.5	PWMモード(タイマ0, タイマ1)	66
4.10.6	16ビットタイマ(タイマ0+タイマ1)	67
4.10.7	割り込み機能	67
4.10.8	TOUT出力の設定	68
4.10.9	プログラマブルタイマのI/Oメモリ	69
4.10.10	プログラミング上の注意事項	75
4.11	サウンドジェネレータ	77
4.11.1	サウンドジェネレータの構成	77
4.11.2	ブザー出力の制御	77
4.11.3	ブザー周波数と音量の設定	78
4.11.4	デジタルエンベロープ	79
4.11.5	1ショット出力	80
4.11.6	サウンドジェネレータのI/Oメモリ	81
4.11.7	プログラミング上の注意事項	83
4.12	R/Fコンバータ	84
4.12.1	R/Fコンバータの構成	84
4.12.2	接続端子とCR発振回路	85
4.12.3	R/F変換	88
4.12.4	割り込み機能	91
4.12.5	R/FコンバータのI/Oメモリ	93
4.12.6	プログラミング上の注意事項	96
4.13	割り込みとHALT	97
4.13.1	割り込みの要因	99
4.13.2	割り込みの個別マスク	100
4.13.3	割り込みベクタ	100
4.13.4	割り込みのI/Oメモリ	101
4.13.5	プログラミング上の注意事項	102

5	注意事項のまとめ	103
5.1	低消費電流化のための注意事項	103
5.2	個別機能についての注意事項のまとめ	104
5.3	実装上の注意事項	108
6	基本外部結線図	110
7	電気的特性	111
7.1	絶対最大定格	111
7.2	推奨動作条件	111
7.3	DC特性	111
7.4	アナログ回路特性・消費電流	112
7.5	発振特性	113
7.6	タイミングチャート	115
7.7	R/Fコンバータ特性	116
8	テストサンプル用セラミックパッケージ	117
APPENDIX Peripheral Circuit Board for S1C63653		118
A.1	各部の名称と機能	118
A.1.1	S5U1C63000P1/S5U1C63000P6	118
A.1.2	S5U1C63658P2	121
A.2	ターゲットシステムとの接続	122
A.3	S5U1C63000P1/S5U1C63000P6へのダウンロード	125
A.3.1	ICE(S5U1C63000H2/S5U1C63000H6)を使用する回路データのダウンロード	125
A.4	使用上の注意	126
A.4.1	操作上の注意事項	126
A.4.2	実ICとの相違点	126
A.5	製品の仕様	129
A.5.1	S5U1C63000P1の仕様	129
A.5.2	S5U1C63000P6の仕様	129
A.5.3	S5U1C63658P2の仕様	130

1 概要

S1C63653は高性能4ビットCPU S1C63000を中心に、ワンチップ上にROM(4,096ワード×13ビット)、RAM(512ワード×4ビット)、ウォッチドッグタイマ、プログラマブルタイマ、タイムベースカウンタ、最大32セグメント×6コモンのLCDドライバ、サウンドジェネレータ、R/Fコンバータ等を内蔵したマイクロコンピュータです。低消費電流を特長とし、電池駆動を必要とするR/F変換機能付き携帯機器への応用に適しています。

1.1 特長

OSC1発振回路	32.768kHz(Typ.)水晶発振回路	
OSC3発振回路	4MHz(Max.)セラミック発振回路(OSC3をR/Fコンバータの動作クロックとして使用する場合は2MHz Max.) または1.1MHz(Typ.)CR発振回路(*1)	
インストラクションセット	基本命令 46種類(全命令数 411種類)、アドレッシングモード 8種類	
インストラクション実行時間	32.768kHz動作時: 61μsec 122μsec 183μsec 4MHz動作時: 0.5μsec 1μsec 1.5μsec	
ROM容量	命令ROM: 4,096ワード×13ビット データROM: 1,024ワード×4ビット	
RAM容量	データメモリ: 512ワード×4ビット 表示メモリ: 48ワード×4ビット	
入力ポート	8ビット (プルダウン抵抗の付加が可能*1)	
出力ポート	4ビット (2ビットを特殊出力に切り換え可能*2)	
入出力兼用ポート	8ビット	
LCDドライバ	32セグメント×6、5、4、または3コモン(*2)	
タイムベースカウンタ	計時タイマ	
プログラマブルタイマ	16ビットPWM×1ch、8ビットPWM×2ch(*2)	
ウォッチドッグタイマ	内蔵	
サウンドジェネレータ	エンベロープ、1ショット出力機能付き	
R/Fコンバータ	2ch、CR発振方式、20ビットカウンタ、湿度センサに対応	
外部割り込み	入力ポート割り込み	2系統
内部割り込み	計時タイマ割り込み	4系統
	プログラマブルタイマ割り込み	4系統
	R/Fコンバータ割り込み	2系統
電源電圧	2.4V～3.6V 動作周波数4MHz(Max.) 通常モード 2.4V～3.6V 動作周波数32kHz 降圧モード 1.8V～3.6V 動作周波数32kHz 通常モード	
動作温度範囲	-20℃～70℃	
消費電流(Typ.)	低速(32kHz OSC1水晶発振)動作時: HALT時 3.0V(液晶電源ON、降圧モード) 0.65μA 動作時 3.0V(液晶電源ON、降圧モード) 2.5μA 高速(4MHz OSC3セラミック発振)動作時: 動作時 3.0V(液晶電源ON) 800μA	
出荷形態	チップ(ポリイミドなし)	

*1: マスクオプションにより選択 *2: ソフトウェアにより選択

1.2 ブロック図

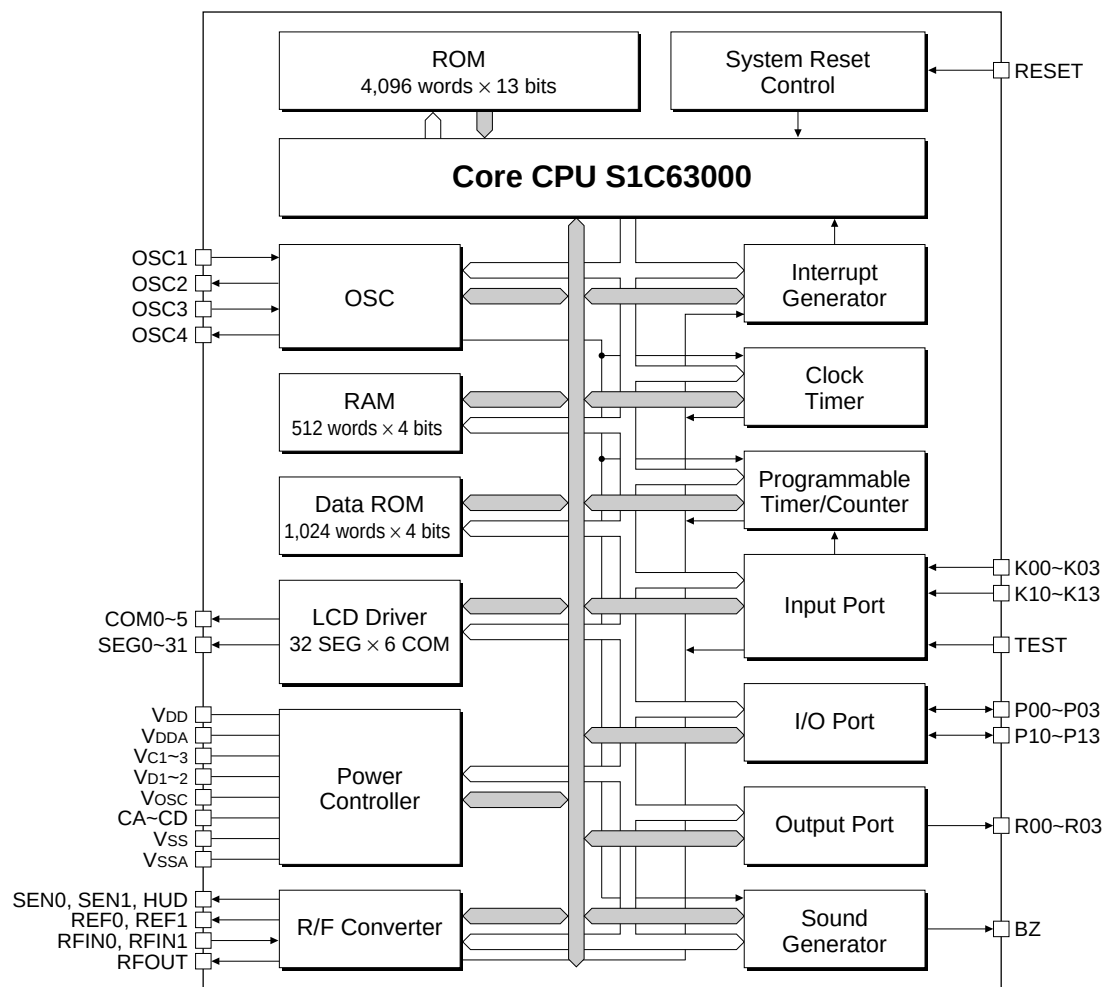


図1.2.1 ブロック図

1.3 パッド

1.3.1 パッド配置図

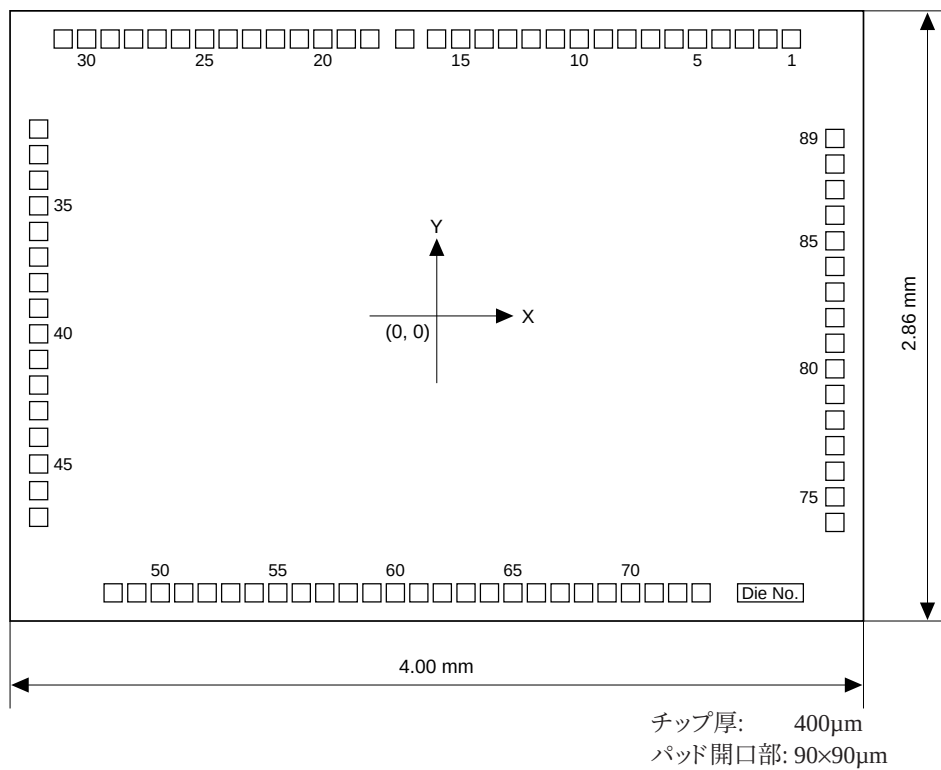


図1.3.1.1 パッド配置図

1.3.2 パッド座標

表1.3.2.1 パッド座標

単位: mm

No.	パッド名	X	Y	No.	パッド名	X	Y
1	COM0	1.662	1.298	46	SEG30	-1.866	-0.819
2	COM1	1.552	1.298	47	SEG31	-1.866	-0.944
3	COM2	1.442	1.298	48	COM3	-1.517	-1.298
4	CA	1.332	1.298	49	COM4	-1.406	-1.298
5	CB	1.222	1.298	50	COM5	-1.296	-1.298
6	VC1	1.112	1.298	51	VDD	-1.186	-1.298
7	VC2	1.002	1.298	52	K00	-1.076	-1.298
8	VC3	0.891	1.298	53	K01	-0.966	-1.298
9	VSSA	0.781	1.298	54	K02	-0.856	-1.298
10	RFOUT	0.668	1.298	55	K03	-0.745	-1.298
11	RFIN0	0.556	1.298	56	K10	-0.635	-1.298
12	RFIN1	0.442	1.298	57	K11	-0.525	-1.298
13	REF0	0.332	1.298	58	K12	-0.415	-1.298
14	SEN0	0.222	1.298	59	K13	-0.304	-1.298
15	REF1	0.112	1.298	60	P00	-0.194	-1.298
16	SEN1	-0.001	1.298	61	P01	-0.084	-1.298
17	HUD	-0.150	1.298	62	P02	0.026	-1.298
18	VDDA	-0.314	1.298	63	P03	0.137	-1.298
19	CC	-0.424	1.298	64	P10	0.247	-1.298
20	CD	-0.534	1.298	65	P11	0.357	-1.298
21	VD2	-0.644	1.298	66	P12	0.467	-1.298
22	VDD	-0.756	1.298	67	P13	0.578	-1.298
23	VOsc	-0.868	1.298	68	R00	0.688	-1.298
24	OSC1	-0.978	1.298	69	R01	0.798	-1.298
25	OSC2	-1.088	1.298	70	R02	0.908	-1.298
26	VD1	-1.201	1.298	71	R03	1.019	-1.298
27	OSC3	-1.311	1.298	72	BZ	1.129	-1.298
28	OSC4	-1.421	1.298	73	Vss	1.239	-1.298
29	Vss	-1.531	1.298	74	SEG0	1.866	-0.968
30	TEST	-1.641	1.298	75	SEG1	1.866	-0.848
31	RESET	-1.751	1.298	76	SEG2	1.866	-0.728
32	SEG16	-1.866	0.876	77	SEG3	1.866	-0.608
33	SEG17	-1.866	0.756	78	SEG4	1.866	-0.488
34	SEG18	-1.866	0.636	79	SEG5	1.866	-0.368
35	SEG19	-1.866	0.516	80	SEG6	1.866	-0.248
36	SEG20	-1.866	0.396	81	SEG7	1.866	-0.128
37	SEG21	-1.866	0.276	82	SEG8	1.866	-0.008
38	SEG22	-1.866	0.156	83	SEG9	1.866	0.112
39	SEG23	-1.866	0.036	84	SEG10	1.866	0.232
40	SEG24	-1.866	-0.084	85	SEG11	1.866	0.352
41	SEG25	-1.866	-0.204	86	SEG12	1.866	0.472
42	SEG26	-1.866	-0.324	87	SEG13	1.866	0.592
43	SEG27	-1.866	-0.444	88	SEG14	1.866	0.712
44	SEG28	-1.866	-0.569	89	SEG15	1.866	0.832
45	SEG29	-1.866	-0.694	—	—	—	—

1.4 端子説明

表1.4.1 端子説明

端子名	パッドNo.	入出力	機 能
VDD	22, 51	–	電源(+)端子
VSS	29, 73	–	電源(–)端子
VDDA	18	–	アナログ系電源(+)端子(=VDD)
VSSA	9	–	アナログ系電源(–)端子(=VSS)
Vd1	26	–	内部ロジック動作用定電圧出力端子
Vd2	21	–	1/2VDD降圧用出力端子
VoSC	23	–	OSC1発振用定電圧出力端子
VC1~VC3	6~8	–	LCD系電源端子
CA, CB	4, 5	–	LCD系昇圧コンデンサ接続端子
CC, CD	19, 20	–	電源電圧降圧コンデンサ接続端子
OSC1	24	I	水晶発振入力端子
OSC2	25	O	水晶発振出力端子
OSC3	27	I	セラミックまたはCR発振入力端子(マスクオプション選択)
OSC4	28	O	セラミックまたはCR発振出力端子(マスクオプション選択)
K00~K03	52~55	I	入力端子
K10~K13	56~59	I	入力端子
P00~P03	60~63	I/O	入出力端子
P10~P13	64~67	I/O	入出力端子
R00	68	O	出力端子
R01	69	O	出力端子
R02	70	O	出力端子(TOUT信号出力にソフト切り換え)
R03	71	O	出力端子(FOUT信号出力にソフト切り換え)
COM0~COM5	1~3, 48~50	O	LCDコモン出力端子(1/3, 1/4, 1/5, 1/6デューティをソフト切り換え)
SEG0~SEG31	74~89, 32~47	O	LCDセグメント出力端子
SEN0	14	O	R/FコンバータCh0 CR発振出力端子
SEN1	16	O	R/FコンバータCh1 CR発振出力端子
REF0	13	O	R/FコンバータCh0基準発振出力端子
REF1	15	O	R/FコンバータCh1基準発振出力端子
HUD	17	O	湿度センサ用CR交流発振出力端子
RFIN0	11	I	R/FコンバータCh0 CR発振入力端子
RFIN1	12	I	R/FコンバータCh1 CR発振入力端子
RFOUT	10	O	R/Fコンバータ発振周波数出力端子
BZ	72	O	サウンド出力端子
RESET	31	I	イニシャルリセット入力端子
TEST	30	I	テスト用入力端子

1.5 マスクオプション

S1C63653には以下に示すマスクオプションが設定されています。

各マスクオプションには複数のハードウェア仕様が用意されており、アプリケーションに合わせて選択することができます。この選択にはS1C63653の開発ソフトウェアツールとして用意されているファンクションオプションジェネレータwinfogおよびセグメントオプションジェネレータwinsogを使用します。これらのオプションジェネレータによって作成したデータをもとに最終的なICのマスクパターン生成が行われます。winfog、winsogについては"S5U1C63000A Manual"を参照してください。

〈マスクオプションの概要〉

(1) OSC1発振回路

OSC1発振回路は、水晶発振回路に固定されています。詳細については"4.4.2 OSC1発振回路"を参照してください。

(2) OSC3発振回路

OSC3発振回路としてセラミック発振回路、CR発振回路(R外付け)またはCR発振回路(R内蔵)が選択できます。詳細については"4.4.3 OSC3発振回路"を参照してください。

(3) 入力ポートプルダウン抵抗

入力ポートにプルダウン抵抗を付加するかしないか選択できます。この選択は入力ポートの各ビットごとに行えます。詳細については"4.5.3 マスクオプション"を参照してください。

(4) RESET端子プルダウン抵抗

RESET端子にプルダウン抵抗を付加するかしないか選択できます。詳細については"2.2.1 リセット端子(RESET)"を参照してください。

(5) 入出力兼用ポートプルダウン抵抗

入出力兼用ポートP00～P03、P10～P13が入力モード時に働くプルダウン抵抗を付加するかしないか選択できます。選択は1ビット単位で行います。詳細については"4.7.2 マスクオプション"を参照してください。

(6) 出力ポートの出力仕様

出力ポートR00～R03の出力仕様として、コンプリメンタリ出力またはPチャンネルオープンドレイン出力が選択できます。選択は1ビット単位で行います。詳細については"4.6.2 マスクオプション"を参照してください。

(7) 入出力兼用ポートの出力仕様

入出力兼用ポートP00～P03、P10～P13が出力モードの際の出力仕様として、コンプリメンタリ出力またはPチャンネルオープンドレイン出力が選択できます。選択は1ビット単位で行います。詳細については"4.7.2 マスクオプション"を参照してください。

(8) 入力ポート(K00～K03)同時HIGH入力による外部リセット

この機能は、複数キーの同時押しによってICをリセットするもので、この機能を使用するかしないかをマスクオプションで選択できます。また、使用する場合は、同時に押すキーを接続する入力ポート(K00～K03)の組み合わせを選択します。詳細については"2.2.2 入力ポート(K00～K03)の同時HIGH入力"を参照してください。

(9) 入力ポート同時HIGH入力リセットの時間検定回路

(8)の外部リセット機能を使用する場合は、"時間検定回路を使用する"が選択されます。時間検定回路を使用すると、規定時間以上の同時HIGH入力があった場合のみ、リセット機能が働きます。外部リセット機能を使用しない場合、時間検定回路は使用できません。詳細については"2.2.2 入力ポート(K00～K03)の同時HIGH入力"を参照してください。

(10) LCD駆動電源

LCD駆動用電源として、内蔵電源回路を使用するか外部電源を使用するか選択できます。
詳細については"4.8.2 LCD駆動電源"を参照してください。

(11) LCDセグメント仕様

SEG端子に対する表示メモリの割り付け、DC出力として使用するSEG端子の設定が行えます。
詳細については"4.8.5 セグメントオプション"を参照してください。

〈オプションリスト〉

S1C63653のオプションリストを以下に示します。各オプション項目には、複数の選択肢が用意されていますので、システムに合った内容を選択し、☐に印を付けてください。なお、使用しない機能についても必ず選択してください。

1. OSC1発振回路(OSC1 System Clock)

☐ 1. 水晶

2. OSC3発振回路(OSC3 System Clock)

☐ 1. CR(R内蔵)
☐ 2. CR(R外付け)
☐ 3. セラミック

3. 入力ポートプルダウン抵抗(Input Port Pull Down Resistor)

K00	☐ 1. あり	☐ 2. なし
K01	☐ 1. あり	☐ 2. なし
K02	☐ 1. あり	☐ 2. なし
K03	☐ 1. あり	☐ 2. なし
K10	☐ 1. あり	☐ 2. なし
K11	☐ 1. あり	☐ 2. なし
K12	☐ 1. あり	☐ 2. なし
K13	☐ 1. あり	☐ 2. なし

4. RESET端子プルダウン抵抗(Reset Port Pull Down Resistor)

RESET ☐ 1. あり ☐ 2. なし

5. I/Oポートプルダウン抵抗(I/O Port Pull Down Resistor)

P00	☐ 1. あり	☐ 2. なし
P01	☐ 1. あり	☐ 2. なし
P02	☐ 1. あり	☐ 2. なし
P03	☐ 1. あり	☐ 2. なし
P10	☐ 1. あり	☐ 2. なし
P11	☐ 1. あり	☐ 2. なし
P12	☐ 1. あり	☐ 2. なし
P13	☐ 1. あり	☐ 2. なし

6. 出力ポート出力仕様(Output Port Output Specification)

R00	☐ 1. コンプリメンタリ	☐ 2. Pchオープンドレイン
R01	☐ 1. コンプリメンタリ	☐ 2. Pchオープンドレイン
R02	☐ 1. コンプリメンタリ	☐ 2. Pchオープンドレイン
R03	☐ 1. コンプリメンタリ	☐ 2. Pchオープンドレイン

7. I/Oポート出力仕様(I/O Port Output Specification)

P00	☐ 1. コンプリメンタリ	☐ 2. Pchオープンドレイン
P01	☐ 1. コンプリメンタリ	☐ 2. Pchオープンドレイン
P02	☐ 1. コンプリメンタリ	☐ 2. Pchオープンドレイン
P03	☐ 1. コンプリメンタリ	☐ 2. Pchオープンドレイン
P10	☐ 1. コンプリメンタリ	☐ 2. Pchオープンドレイン
P11	☐ 1. コンプリメンタリ	☐ 2. Pchオープンドレイン
P12	☐ 1. コンプリメンタリ	☐ 2. Pchオープンドレイン
P13	☐ 1. コンプリメンタリ	☐ 2. Pchオープンドレイン

8. キー同時押しリセット組み合わせ (Multiple Key Entry Reset Combination)

- ☐ 1. 使用しない
☐ 2. 使用する <K00, K01>
☐ 3. 使用する <K00, K01, K02>
☐ 4. 使用する <K00, K01, K02, K03>

9. キー同時押しリセット時間検定 (Multiple Key Entry Reset Time Authorize)

- ☐ 1. 使用しない
☐ 2. 使用する

10. LCD駆動電源 (LCD Driving Power)

- ☐ 1. 内部電源 (3.0V パネル)
☐ 2. 外部電源 1/3 バイアス, $V_{DD}=V_{C2}$ (4.5V パネル)
☐ 3. 外部電源 1/3 バイアス, $V_{DD}=V_{C3}$ (3.0V パネル)
☐ 4. 外部電源 1/2 バイアス, $V_{DD}=V_{C3}$, $V_{C1}=V_{C2}$ (3.0V パネル)

11. セグメントオプション

端子名	アドレス (F0xx)																		出力仕様
	COM0			COM1			COM2			COM3			COM4			COM5			
	H	L	D	H	L	D	H	L	D	H	L	D	H	L	D	H	L	D	
SEG0																			SEG出力 ☐ S
SEG1																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG2																			SEG出力 ☐ S
SEG3																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG4																			SEG出力 ☐ S
SEG5																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG6																			SEG出力 ☐ S
SEG7																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG8																			SEG出力 ☐ S
SEG9																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG10																			SEG出力 ☐ S
SEG11																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG12																			SEG出力 ☐ S
SEG13																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG14																			SEG出力 ☐ S
SEG15																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG16																			SEG出力 ☐ S
SEG17																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG18																			SEG出力 ☐ S
SEG19																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG20																			SEG出力 ☐ S
SEG21																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG22																			SEG出力 ☐ S
SEG23																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG24																			SEG出力 ☐ S
SEG25																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG26																			SEG出力 ☐ S
SEG27																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG28																			SEG出力 ☐ S
SEG29																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG30																			SEG出力 ☐ S
SEG31																			DC出力 ☐ C ☐ N
〈アドレス〉 H: RAMデータ上位アドレス (0～9) L: RAMデータ下位アドレス (0～F) D: データビット (0～3)										〈出力仕様〉 S: セグメント出力 C: コンプリメンタリ出力 N: Nchオープンドレイン出力									

2 電源系 および イニシャルリセット

2.1 電源系

S1C63653の動作電源電圧は次のとおりです。

動作モード	最大動作周波数	動作電源電圧
通常モード	4MHz(OSC3)	2.4V～3.6V
降圧モード	32kHz(OSC1のみ)	2.4V～3.6V
通常モード	32kHz(OSC1のみ)	1.8V～3.6V

S1C63653は上記範囲の単一電源をVDD-VSS間を与えることにより動作し、内部動作に必要な電圧を内蔵の電源回路によりIC自身で発生します。

回路系	電源回路	出力電圧
OSC1発振回路	OSC1発振回路用定電圧回路	V _{OSC}
内部回路(低速動作時)	低速用定電圧回路	V _{D1L}
OSC3発振、内部回路(高速動作時)	高速用定電圧回路	V _{D3}
LCDドライバ	LCD系電圧回路	V _{C1} ～V _{C3}

- 注: ・ 内部電源回路の出力電圧による外付け負荷の駆動は禁止します。
 ・ 電圧値、駆動能力については"7 電氣的特性"を参照してください。

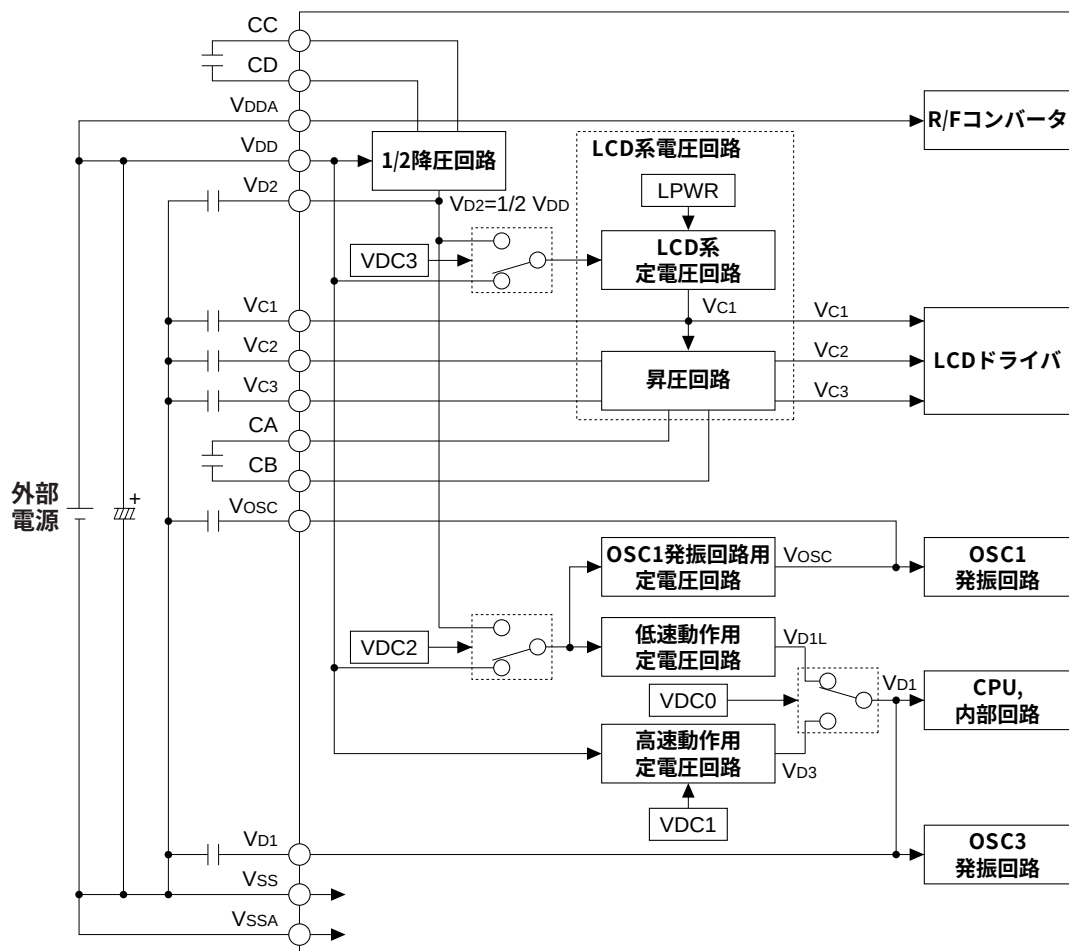


図2.1.1 電源系の構成

2.1.1 OSC1発振回路用定電圧回路

OSC1発振回路用定電圧回路は、OSC1発振回路の動作電圧 V_{osc} (0.98V Typ.)を発生します。
この定電圧回路は常時動作します。

2.1.2 低速動作用定電圧回路

低速動作用定電圧回路は、内部ロジック回路の低速動作用の電圧 V_{D1L} (1.25V Typ.)を発生します。
この定電圧回路は常時動作し、OSC1クロック (32kHz)で動作させる場合に、CPUおよび内部ロジック回路の動作電圧を供給します。

2.1.3 高速動作用定電圧回路

高速動作用定電圧回路は、OSC3発振回路および内部ロジック回路の高速動作用の電圧 V_{D3} (2.0V Typ.)を発生します。
この定電圧回路は通常停止しており、高速動作を開始する前にソフトウェアでONにします。
制御方法については"4.4 発振回路"を参照してください。

2.1.4 内部動作電圧 V_{D1}

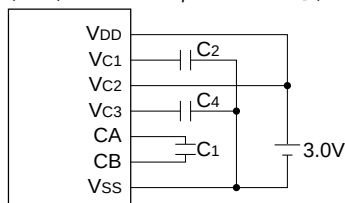
CPUとその他の内部ロジック回路は内部動作電圧 V_{D1} で動作します。
S1C63653はツインクロック仕様となっており、2種類の発振回路OSC1(低速動作)およびOSC3(高速動作)を内蔵しています。通常動作時はOSC1クロックを使用し、高速動作が必要ときにソフトウェアによってOSC3クロックに切り換えます。その際には、発振回路およびそれぞれのクロックによる内部回路の動作を安定させるため、動作電圧の値もソフトウェアによって切り換える必要があります。
低速動作時は低速動作用定電圧回路が出力する V_{D1L} を V_{D1} として使用し、高速動作時は高速動作用定電圧回路が出力する V_{D3} を V_{D1} として使用します。
制御方法については"4.4 発振回路"を参照してください。

2.1.5 LCD系電圧回路

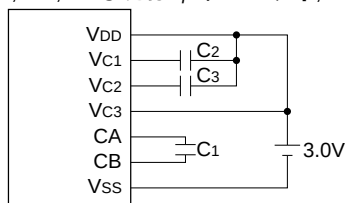
LCD系電圧回路はLCD駆動電圧を発生します。この電圧回路はソフトウェア制御が可能で、LCDの表示を開始する前にONにします。
LCD系電圧回路は、その中の定電圧回路によって V_{C1} を発生し、その電圧を昇圧して他の2電位 ($V_{C2}=2V_{C1}$ 、 $V_{C3}=3V_{C1}$)を発生します。 V_{C1} 電圧値はソフトウェアによって16段階 (0.95V~1.40V)に調整可能です。
マスクオプションによりLCD系定電圧回路を使用しない構成にすることもできます。この場合、LCD系定電圧回路用のコンデンサが不要となりますので、外付け素子を削減できます。ただし、LCD系定電圧回路を使用しない場合には、使用する場合に比べて電源電圧変動(低下)時のLCDの表示品質が劣化します。
図2.1.5.1にLCD系定電圧回路を使用しない場合の外付け部品の構成を示します。

4.5V LCDパネル

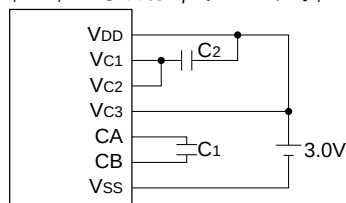
1/6, 1/5, 1/4または1/3デューティ, 1/3バイアス

**3V LCDパネル**

1/6, 1/5, 1/4または1/3デューティ, 1/3バイアス

**3V LCDパネル**

1/6, 1/5, 1/4または1/3デューティ, 1/2バイアス

**図2.1.5.1 LCD系定電圧回路を使用しない場合の外付け部品の構成**

LCD駆動電圧の制御方法については"4.8 LCDドライバ"を参照してください。

2.1.6 降圧モードとパワーセーブ

電源電圧 V_{DD} が2.4V以上の場合、 V_{DD} を1/2に降圧して低速動作用低電圧回路とLCD系電圧回路を駆動させることができます。この状態が降圧モードで、HALT時や低速動作時の消費電流を低減できます。イニシャルリセット直後は V_{DD} を使用する通常モードに設定されますので、ソフトウェアで必要に応じて降圧モードに切り換えます。降圧モードはOSC1クロックによる低速動作に対応しており、OSC3クロックによる高速動作時に設定することはできません。

低速動作用低電圧回路とLCD系電圧回路は、それぞれ個別に降圧モードに設定可能です。

降圧モードの制御方法については"4.2 電源制御"を参照してください。

2.1.7 アナログ回路用電源

R/Fコンバータの V_{DDA} 、 V_{SSA} は、ノイズによる変換精度への影響を低減するための専用電源端子です。ただし、入力する電圧値は、 V_{DD} 、 V_{SS} と同じにしてください。

$V_{DDA} = V_{DD}$ 、 $V_{SSA} = V_{SS}$

2.2 イニシャルリセット

S1C63653は回路を初期化するためにイニシャルリセットを必要とします。イニシャルリセット要因としては次の2種類があります。

(1) RESET端子による外部イニシャルリセット

(2) K00～K03端子の同時HIGHレベル入力による外部イニシャルリセット(マスクオプションで設定)

(1)または(2)のいずれかにより回路が初期化されます。電源投入時は必ずこのリセット機能を使用し、確実に初期化する必要があります。電源投入のみでは回路が正しく初期化される保証はありません。

図2.2.1にイニシャルリセット回路の構成を示します。

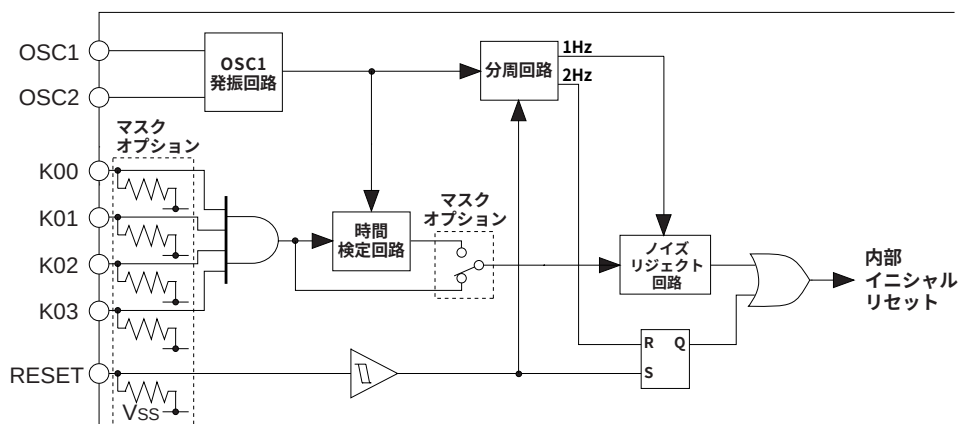


図2.2.1 イニシャルリセット回路の構成

2.2.1 リセット端子(RESET)

外部よりリセット端子をHIGHレベル(V_{DD})にすることによりイニシャルリセットが行えます。

その後、リセット端子をLOWレベル(V_{SS})にすることによりイニシャルリセットは解除され、CPUが動作を開始します。

リセット入力信号はRSラッチにより保持され、内部イニシャルリセット信号となります。RSラッチはOSC1クロックを分周した2Hz信号(HIGH)で解除されるようになっています。したがって、通常動作時はリセット端子がLOWレベルになった後、内部イニシャルリセットが解除されるまで、最大250msec($f_{osc1}=32.768\text{kHz}$ 時)の時間を要します。

確実にイニシャルリセットを行うために、リセット入力は最低0.1msec以上、HIGHレベルを保ってください。ただし、電源投入時については図2.2.1.1に示すタイミングでリセット端子をHIGHレベルにしてください。100nsec以下のリセット入力は、ノイズとして除去されます。

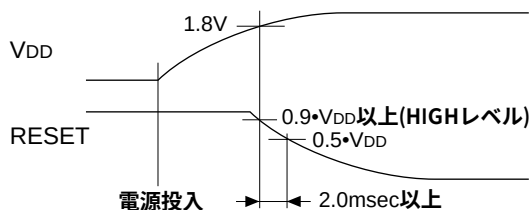


図2.2.1.1 電源投入時のイニシャルリセット

電源電圧が1.8V以上になるまで、リセット端子を0.9・ V_{DD} 以上(HIGHレベル)とします。

その後2.0msec以上、0.5・ V_{DD} 以上のレベルを保持します。

RESET端子のプルダウン抵抗は、付加するかしないかをマスクオプションにより選択できます。

2.2.2 入力ポート(K00～K03)の同時HIGH入力

マスクオプションで選択された入力ポート(K00～K03)に、外部から同時にHIGH入力を与えることによりイニシャルリセットが行えます。このイニシャルリセットはノイズリジェク回路を通るため、動作中は1.5msec(発振周波数fosc1=32.768kHzの場合)以上、指定入力ポート端子をHIGHレベルに保ってください。また、電源投入時には発振が停止しているため、ノイズリジェク回路は動作しません。このため、発振開始後、さらに1.5msec(発振周波数fosc1=32.768kHzの場合)以上、指定入力ポート端子をHIGHレベルに保ってください。表2.2.2.1にマスクオプションで選択できる入力ポート(K00～K03)の組合せを示します。

表2.2.2.1 入力ポートの組合せ

1	使用しない
2	K00*K01
3	K00*K01*K02
4	K00*K01*K02*K03

たとえば、マスクオプションで4の"K00*K01*K02*K03"を選択した場合、K00～K03の4ポートの入力が同時にHIGHレベルになったときにイニシャルリセットを行います。2または3の場合は、選択した入力ポートの組合せが含まれるキー入力が行われたときにイニシャルリセットがかかります。

また、このリセット機能を選択すると、同時HIGH入力の入力時間を検定し、規定時間(1～2秒)以上の入力があったときにイニシャルリセットを行う時間検定回路のマスクオプションも同時に選択されます。

なお、このリセット機能を使用する場合、通常動作時に指定ポートが同時にHIGHレベルにならないように注意してください。

2.2.3 イニシャルリセット時の内部レジスタ

イニシャルリセットによりCPUは表2.2.3.1のように初期化されます。

イニシャルリセットによって初期化されないレジスタ、フラグは必要に応じてプログラムで初期化する必要があります。

特にスタックポインタSP1およびSP2は必ずペアで設定してください。イニシャルリセット後は、SP1、SP2両方のスタックポインタがソフトウェアにより設定されるまでNMIを含むすべての割り込みがマスクされます。

EXTレジスタにデータを書き込むとEフラグがセットされ、次の命令が拡張アドレッシングモードで実行されます。そこに拡張アドレッシングが禁止されている命令を使用した場合、動作が保証されません。したがって、EXTレジスタの初期化のみを目的としたデータ書き込みは行わないでください。

拡張アドレッシングと使用可能な命令については"S1C63000コアCPUマニュアル"を参照してください。

表2.2.3.1 初期設定値

CPUコア			
名 称	記号	ビット長	設定値
データレジスタA	A	4	不定
データレジスタB	B	4	不定
拡張レジスタEXT	EXT	8	不定
インデックスレジスタX	X	16	不定
インデックスレジスタY	Y	16	不定
プログラムカウンタ	PC	16	0110H
スタックポインタSP1	SP1	8	不定
スタックポインタSP2	SP2	8	不定
ゼロフラグ	Z	1	不定
キャリーフラグ	C	1	不定
インタラプトフラグ	I	1	0
拡張フラグ	E	1	0
キューレジスタ	Q	16	不定

周辺回路		
名 称	ビット長	設定値
RAM	4	不定
表示メモリ	4	不定
その他の周辺回路	—	*

* "4.1 メモリマップ"参照

2.2.4 イニシャルリセット時の端子設定

S1C63653の出力ポート(R)端子は特殊出力端子と兼用されており、それらの機能をソフトウェアで選択できるようになっています。イニシャルリセット時、各端子はすべてが汎用出力ポート端子として設定されますので、アプリケーションの初期化ルーチンでシステムに合った設定を行ってください。また、システム設計の際には、出力端子の初期状態にも注意してください。

表2.2.4.1に兼用端子設定の一覧を示します。

表2.2.4.1 兼用端子設定一覧

端子名	イニシャルリセット時の 端子状態	特殊出力使用時	
		TOUT	FOUT
R00	R00 (LOW出力)		
R01	R01 (LOW出力)		
R02	R02 (LOW出力)	TOUT	
R03	R03 (LOW出力)		FOUT

機能の設定方法については各周辺回路の説明を参照してください。

2.3 テスト端子 (TEST)

ICの出荷検査時に使用する端子です。通常動作時はTESTをV_{SS}に接続してください。

3 CPU, ROM, RAM

3.1 CPU

S1C63653はCPU部分に4ビットコアCPU S1C63000を使用しています。
S1C63000については"S1C63000コアCPUマニュアル"を参照してください。

注: S1C63653においては、SLEEP動作を想定していないため、SLP命令は使用できません。

3.2 コードROM

内蔵コードROMはプログラム格納用のマスクROMで、4,096ステップ×13ビットの容量があります。コアCPUのプログラム領域は0000H～FFFFHステップまでリニアにアクセス可能ですが、S1C63653では、このうち0000H～0FFFHステップがプログラム領域となります。イニシャルリセット後のプログラム開始番地が0110Hステップ、ノンマスカブル割り込み(NMI)ベクタが0100H、ハードウェア割り込みベクタが0102H～010EHステップに割り当てられています。

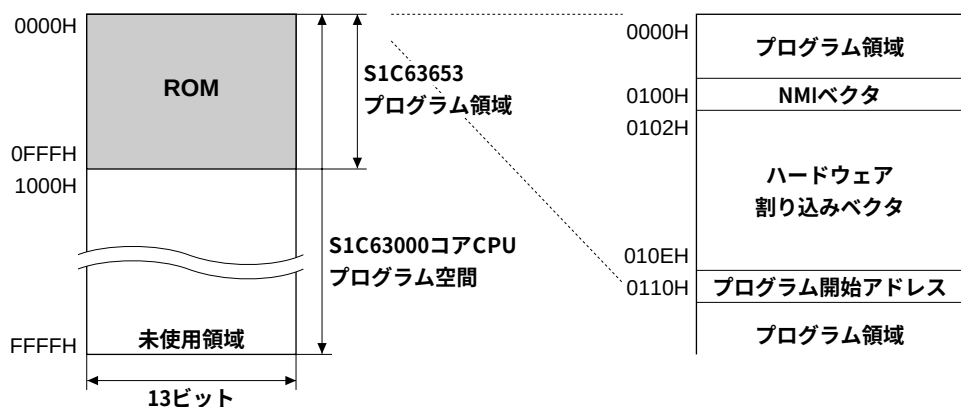


図3.2.1 コードROMの構成

3.3 RAM

RAMは種々のデータを格納するデータメモリで、512ワード×4ビットの容量があります。RAM領域は、データメモリマップ上のアドレス0000H～01FFHに割り当てられています。この中でアドレス0100H～01FFHが4ビット/16ビットデータアクセスが可能な領域、その他の領域は4ビットデータアクセスのみ可能な領域となっています。プログラミングの際には以下の点に注意してください。

- (1) データメモリの一部をサブルーチンコールやレジスタ退避時のスタック領域としても使用しますので、データ領域とスタック領域が重ならないように注意してください。
- (2) S1C63000コアCPUは、4ビットデータ用スタックポインタ(SP2)および16ビットデータ用スタックポインタ(SP1)によりスタック処理を行います。SP1によるスタック処理では16ビットデータアクセスが行われますので、このスタック領域の設定は4ビット/16ビットアクセスが可能な領域内(0100H～01FFH)で行ってください。スタックポインタは、SP1が0000H～03FFH、SP2が0000H～00FFHの範囲でサイクリックに動作します。このため、SP1はS1C63653の4ビット/16ビットアクセス領域を外れた0200H以上、あるいは00FFH以下の領域にも設定される可能性がありますので注意してください。SP1によるスタック操作以外のメモリアccessは4ビットデータアクセスとなります。
また、イニシャルリセット時は、スタックポインタSP1、SP2の両方がソフトウェアで設定されるまでNMIを含むすべての割り込みがマスクされます。また、SP1、SP2を設定後どちらか一方を再設定すると、もう一方が再設定されるまでNMIを含む割り込みは再びマスクされます。したがって、SP1およびSP2の設定は必ずペアで行ってください。

- (3) サブルーチンコールでは16ビットデータ用スタック(SP1)を4ワード(PCの退避)消費します。
割り込みでは16ビットデータ用スタックエリアを4ワード(PCの退避)、4ビットデータ用スタックエリアを1ワード(Fレジスタの退避)消費します。

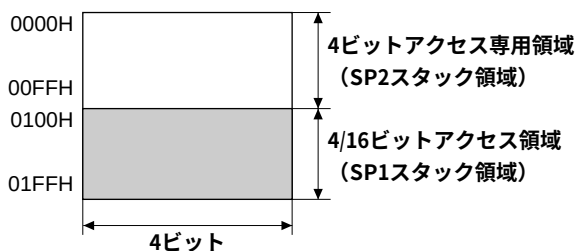


図3.3.1 データRAMの構成

3.4 データROM

データROMはキャラクタジェネレータなどの各種固定データ格納用のマスクROMで、1,024ワード×4ビットの容量があります。データメモリマップ上のアドレス8000H～83FFHに割り当てられており、RAMと同様にデータメモリアクセス命令でデータを読み出すことができます。

4 周辺回路と動作

S1C63653の周辺回路(タイマ、I/O等)はメモリマップドI/O方式で、CPUとインタフェースされています。このため、メモリマップ上のI/Oメモリをメモリ操作命令でアクセスすることにより、すべての周辺回路を制御することができます。

以下に、各周辺回路の動作について詳細に説明します。

4.1 メモリマップ

S1C63653のデータメモリは512ワードのRAM、1,024ワードのデータROM、48ワードの表示メモリ、70ワードの周辺I/Oメモリで構成されます。

図4.1.1にS1C63653の全体のメモリマップ、表4.1.1に周辺回路(I/O空間)のメモリマップを示します。

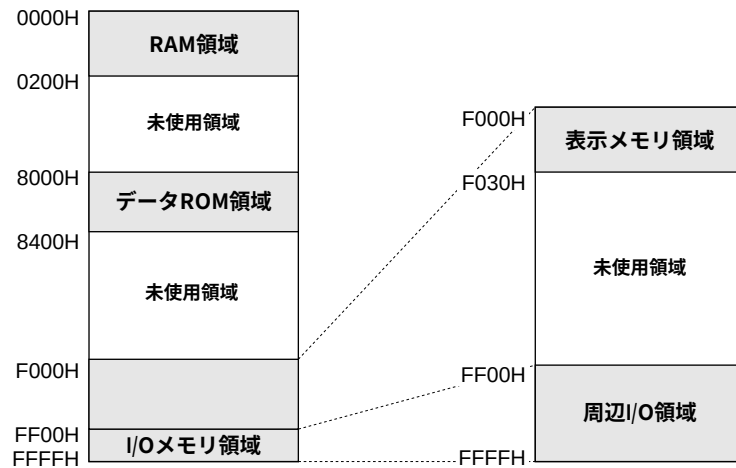


図4.1.1 メモリマップ

注: メモリマップの未使用領域にはメモリが実装されていません。また、周辺I/O領域にも非実装領域、未使用(アクセス禁止)領域が存在します。これらの領域をアクセスするようなプログラムを作成した場合は、正常な動作を保証することはできません。

周辺I/O領域については表4.1.1に示すI/Oメモリマップを参照してください。

表4.1.1(a) I/Oメモリマップ (FF00H~FF40H)

アドレス	レジスタ								注 釈
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0	
FF00H	VDC3	VDC2	VDC1	VDC0	VDC3	0	1/2V _{DD}	V _{DD}	LCD系定電圧回路電源切り換え
					VDC2	0	1/2V _{DD}	V _{DD}	低速動作用定電圧回路電源切り換え
	R/W				VDC1	0	On	Off	高速動作用定電圧回路On/Off
					VDC0	0	V _{D3}	V _{D1L}	ロジック系電源切り換え
FF01H	CLKCHG	OSCC	0	0	CLKCHG	0	OSC3	OSC1	CPUクロック切り換え
					OSCC	0	On	Off	OSC3発振On/Off
	R/W		R		0 *3	− *2			未使用
					0 *3	− *2			未使用
FF06H	FOUTE	SWDIR	FOFQ1	FOFQ0	FOUTE	0	Enable	Disable	FOUT出力イネーブル
					SWDIR	0	1	0	汎用レジスタ
	R/W				FOFQ1	0			FOUT [FOFQ1, 0] 0 1 2 3 周波数選択 周波数 fosc1/64 fosc1/8 fosc1 fosc3
					FOFQ0	0			
FF07H	0	0	WDEN	WDRST	0 *3	− *2			未使用
					0 *3	− *2			未使用
	R		R/W	W	WDEN	1	Enable	Disable	ウォッチドッグタイマイネーブル
					WDRST *3	Reset	Reset	Invalid	ウォッチドッグタイマリセット(書き込み時)
FF20H	SIK03	SIK02	SIK01	SIK00	SIK03	0	Enable	Disable	K00〜K03割り込み選択レジスタ
					SIK02	0	Enable	Disable	
	R/W				SIK01	0	Enable	Disable	
					SIK00	0	Enable	Disable	
FF21H	K03	K02	K01	K00	K03	− *2	High	Low	K00〜K03入力ポートデータ
					K02	− *2	High	Low	
	R				K01	− *2	High	Low	
					K00	− *2	High	Low	
FF22H	KCP03	KCP02	KCP01	KCP00	KCP03	1			K00〜K03入力比較レジスタ
					KCP02	1			
	R/W				KCP01	1			
					KCP00	1			
FF24H	SIK13	SIK12	SIK11	SIK10	SIK13	0	Enable	Disable	K10〜K13割り込み選択レジスタ
					SIK12	0	Enable	Disable	
	R/W				SIK11	0	Enable	Disable	
					SIK10	0	Enable	Disable	
FF25H	K13	K12	K11	K10	K13	− *2	High	Low	K10〜K13入力ポートデータ
					K12	− *2	High	Low	
	R				K11	− *2	High	Low	
					K10	− *2	High	Low	
FF26H	KCP13	KCP12	KCP11	KCP10	KCP13	1			K10〜K13入力比較レジスタ
					KCP12	1			
	R/W				KCP11	1			
					KCP10	1			
FF30H	R03HIZ	R02HIZ	R01HIZ	R00HIZ	R03HIZ	0	High-Z	Output	R03出力ハイインピーダンス制御(FOUTE=0)
					R02HIZ	0	High-Z	Output	FOUT出力ハイインピーダンス制御(FOUTE=1)
	R/W								R02出力ハイインピーダンス制御(PTOUT=0)
					R01HIZ	0	High-Z	Output	TOUT出力ハイインピーダンス制御(PTOUT=1)
FF31H					R01HIZ	0	High-Z	Output	R01出力ハイインピーダンス制御
					R00HIZ	0	High-Z	Output	R00出力ハイインピーダンス制御
	R03	R02	R01	R00	R03	0	High	Low	R03出力ポートデータ(FOUTE=0) FOUT出力時は1に固定
	R/W				R02	0	High	Low	R02出力ポートデータ(PTOUT=0) TOUT出力時は1に固定
FF40H					R01	0	High	Low	R01出力ポートデータ
					R00	0	High	Low	R00出力ポートデータ
	IOC03	IOC02	IOC01	IOC00	IOC03	0	Output	Input	P00〜P03 I/O制御レジスタ
	R/W				IOC02	0	Output	Input	
				IOC01	0	Output	Input		
				IOC00	0	Output	Input		

[注 釈]

*1 イニシャルリセット時の初期値 *2 回路上設定されない *3 読み出し時は常時"0"

表4.1.1(b) I/Oメモリマップ(FF41H～FF75H)

アドレス	レジスタ								注 釈
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0	
FF41H	PUL03	PUL02	PUL01	PUL00	PUL03	1	On	Off	P00～P03プルダウン制御レジスタ
	R/W	PUL02	1	On	Off				
		PUL01	1	On	Off				
		PUL00	1	On	Off				
FF42H	P03	P02	P01	P00	P03	－*2	High	Low	P00～P03入出力兼用ポートデータ
	R/W	P02	－*2	High	Low				
		P01	－*2	High	Low				
		P00	－*2	High	Low				
FF44H	IOC13	IOC12	IOC11	IOC10	IOC13	0	Output	Input	P10～P13 I/O制御レジスタ
	R/W	IOC12	0	Output	Input				
		IOC11	0	Output	Input				
		IOC10	0	Output	Input				
FF45H	PUL13	PUL12	PUL11	PUL10	PUL13	1	On	Off	P10～P13プルダウン制御レジスタ
	R/W	PUL12	1	On	Off				
		PUL11	1	On	Off				
		PUL10	1	On	Off				
FF46H	P13	P12	P11	P10	P13	－*2	High	Low	P10～P13入出力兼用ポートデータ
	R/W	P12	－*2	High	Low				
		P11	－*2	High	Low				
		P10	－*2	High	Low				
FF60H	LDUTY1	LDUTY0	STCD	LPWR	LDUTY1	0	Static On	Dynamic Off	LCD駆動デューティ [LDUTY1, 0] 0 1 2 3 切り換え デューティ 1/4 1/5 1/6 1/3 LCD駆動方式切り換え LCD電源On/Off
	R/W	LDUTY0	0						
		STCD	0						
		LPWR	0						
FF61H	0	ALOFF	ALON	0	0*3	－*2	All Off All On	Normal Normal	未使用 LCD全消灯制御 LCD全点灯制御 未使用
	R	ALOFF	1						
		ALON	0						
		0*3	－*2						
FF62H	LC3	LC2	LC1	LC0	LC3	0			LCDコントラスト調整 [LC3~0] 0 ～ 15 コントラスト 淡 ～ 濃
	R/W	LC2	0						
		LC1	0						
		LC0	0						
FF6CH	ENRTM	ENRST	ENON	BZE	ENRTM	0	1sec	0.5sec	エンベロープ減衰時間選択 エンベローププリセット(書き込み時) エンベロープOn/Off BZ出力カインープル
	R/W	ENRST*3	Reset	Reset	Invalid				
		ENON	0	On	Off				
		BZE	0	Enable	Disable				
FF6DH	0	BZSTP	BZSHT	SHTPW	0*3	－*2	Stop Trigger Busy	Invalid Invalid Ready	未使用 1ショットブザーStop(書き込み時) 1ショットブザートリガ(書き込み時) 1ショットブザーステータス(読み出し時) 1ショットブザーパルス幅選択
	R	BZSTP*3	0						
		BZSHT	0						
		SHTPW	0	125msec	31.25msec				
FF6EH	0	BZFQ2	BZFQ1	BZFQ0	0*3	－*2			未使用 [BZFQ2, 1, 0] 0 1 2 3 ブザー 周波数(Hz) 4096.0 3276.8 2730.7 2340.6 周波数選択 [BZFQ2, 1, 0] 4 5 6 7 周波数(Hz) 2048.0 1638.4 1365.3 1170.3
	R	BZFQ2	0						
		BZFQ1	0						
		BZFQ0	0						
FF6FH	0	BDTY2	BDTY1	BDTY0	0*3	－*2			未使用 ブザー信号デューティ比選択 (本編参照)
	R	BDTY2	0						
		BDTY1	0						
		BDTY0	0						
FF74H	0	0	TMRST	TMRUN	0*3	－*2		Invalid Stop	未使用 未使用 計時タイマリセット(書き込み時) 計時タイマRun/Stop
	R	0*3	－*2						
		TMRST*3	Reset	Reset					
		TMRUN	0	Run					
FF75H	TM3	TM2	TM1	TM0	TM3	0			計時タイマデータ(16Hz) 計時タイマデータ(32Hz) 計時タイマデータ(64Hz) 計時タイマデータ(128Hz)
	R	TM2	0						
		TM1	0						
		TM0	0						

表4.1.1(c) I/Oメモリマップ(FF76H~FFC1H)

アドレス	レジスタ				注 釈				
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0	
FF76H	TM7	TM6	TM5	TM4	TM7	0			計時タイマデータ(1Hz) 計時タイマデータ(2Hz) 計時タイマデータ(4Hz) 計時タイマデータ(8Hz)
					TM6	0			
	R				TM5	0			
					TM4	0			
FF90H	0	RFCLK	RFSEL	SENSEL	0 *3	− *2			未使用 R/F変換用クロック選択 Ch1センサタイプ選択 変換チャンネル選択
					RFCLK	0	OSC3	OSC1	
	R	R/W			RFSEL	0	AC	DC	
					SENSEL	0	Ch1	Ch0	
FF91H	OVTBC	OVMC	RFRUNR	RFRUNS	OVTBC	0	Overflow	Non-ov	タイムベースカウンタオーバーフローフラグ 計測カウンタオーバーフローフラグ 基準発振Run制御/ステータス("0"書き込み無効) センサ発振Run制御/ステータス("0"書き込み無効)
					OVMC	0	Overflow	Non-ov	
	R/W				RFRUNR	0	Run	Stop	
					RFRUNS	0	Run	Stop	
FF92H	MC3	MC2	MC1	MC0	MC3	− *2			計測カウンタ(MC0〜MC3) LSB
					MC2	− *2			
	R/W				MC1	− *2			
					MC0	− *2			
FF93H	MC7	MC6	MC5	MC4	MC7	− *2			計測カウンタ(MC4〜MC7)
					MC6	− *2			
	R/W				MC5	− *2			
					MC4	− *2			
FF94H	MC11	MC10	MC9	MC8	MC11	− *2			計測カウンタ(MC8〜MC11)
					MC10	− *2			
	R/W				MC9	− *2			
					MC8	− *2			
FF95H	MC15	MC14	MC13	MC12	MC15	− *2			計測カウンタ(MC12〜MC15)
					MC14	− *2			
	R/W				MC13	− *2			
					MC12	− *2			
FF96H	MC19	MC18	MC17	MC16	MC19	− *2			MSB 計測カウンタ(MC16〜MC19)
					MC18	− *2			
	R/W				MC17	− *2			
					MC16	− *2			
FF97H	TC3	TC2	TC1	TC0	TC3	− *2			タイムベースカウンタデータ(TC0〜TC3) LSB
					TC2	− *2			
	R/W				TC1	− *2			
					TC0	− *2			
FF98H	TC7	TC6	TC5	TC4	TC7	− *2			タイムベースカウンタデータ(TC4〜TC7)
					TC6	− *2			
	R/W				TC5	− *2			
					TC4	− *2			
FF99H	TC11	TC10	TC9	TC8	TC11	− *2			タイムベースカウンタデータ(TC8〜TC11)
					TC10	− *2			
	R/W				TC9	− *2			
					TC8	− *2			
FF9AH	TC15	TC14	TC13	TC12	TC15	− *2			タイムベースカウンタデータ(TC12〜TC15)
					TC14	− *2			
	R/W				TC13	− *2			
					TC12	− *2			
FF9BH	TC19	TC18	TC17	TC16	TC19	− *2			MSB タイムベースカウンタデータ(TC16〜TC19)
					TC18	− *2			
	R/W				TC17	− *2			
					TC16	− *2			
FFC0H	MOD16	EVCNT	FCSEL	PLPOL	MOD16	0	16bits	8bits	16ビットモード選択 タイマ0カウンタモード選択 タイマ0機能選択(イベントカウンタモード時) タイマ0パルス極性選択(イベントカウンタモード時)
					EVCNT	0	Event ct.	Timer	
	R/W				FCSEL	0	With NR	No NR	
					PLPOL	0			
FFC1H	0	0	CHSEL0	PTOUT	0 *3	− *2			未使用 未使用 TOUT出力選択 TOUT出力制御
					0 *3	− *2			
	R		R/W		CHSEL0	0	Timer 1	Timer 0	
					PTOUT	0	On	Off	

表4.1.1(d) I/Oメモリマップ(FFC2H~FFD5H)

アドレス	レジスタ				注 釈				
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0	
FFC2H	0	0	CKSEL1	CKSEL0	0 *3 0 *3	− *2 − *2			未使用 未使用
	R		R/W		CKSEL1 CKSEL0	0 0	OSC3 OSC3	OSC1 OSC1	プリスケーラ1原振クロック選択 プリスケーラ0原振クロック選択
	PTPS01	PTPS00	PTRST0	PTRUN0	PTPS01 PTPS00	0 0			プリスケーラ0 [PTPS01, 00] 0 1 2 3 分周比選択 分周比 1/1 1/4 1/32 1/256
FFC3H	R/W		W	R/W	PTRST0*3 PTRUN0	− *2 0	Reset Run	Invalid Stop	タイマ0リセット(リロード) タイマ0 Run/Stop
	PTPS11	PTPS10	PTRST1	PTRUN1	PTPS11 PTPS10	0 0			プリスケーラ1 [PTPS11, 10] 0 1 2 3 分周比選択 分周比 1/1 1/4 1/32 1/256
	R/W		W	R/W	PTRST1*3 PTRUN1	− *2 0	Reset Run	Invalid Stop	タイマ1リセット(リロード) タイマ1 Run/Stop
FFC6H	RLD03	RLD02	RLD01	RLD00	RLD03 RLD02 RLD01 RLD00	0 0 0 0			MSB プログラマブルタイマ0リロードデータ(下位4ビット) LSB
	R/W								
	RLD07	RLD06	RLD05	RLD04	RLD07 RLD06 RLD05 RLD04	0 0 0 0			MSB プログラマブルタイマ0リロードデータ(上位4ビット) LSB
FFC8H	RLD13	RLD12	RLD11	RLD10	RLD13 RLD12 RLD11 RLD10	0 0 0 0			MSB プログラマブルタイマ1リロードデータ(下位4ビット) LSB
	R/W								
	RLD17	RLD16	RLD15	RLD14	RLD17 RLD16 RLD15 RLD14	0 0 0 0			MSB プログラマブルタイマ1リロードデータ(上位4ビット) LSB
FFC9H	R/W								
	PTD03	PTD02	PTD01	PTD00	PTD03 PTD02 PTD01 PTD00	0 0 0 0			MSB プログラマブルタイマ0データ(下位4ビット) LSB
	R								
FFCDH	PTD07	PTD06	PTD05	PTD04	PTD07 PTD06 PTD05 PTD04	0 0 0 0			MSB プログラマブルタイマ0データ(上位4ビット) LSB
	R								
	PTD13	PTD12	PTD11	PTD10	PTD13 PTD12 PTD11 PTD10	0 0 0 0			MSB プログラマブルタイマ1データ(下位4ビット) LSB
FFCEH	R								
	PTD17	PTD16	PTD15	PTD14	PTD17 PTD16 PTD15 PTD14	0 0 0 0			MSB プログラマブルタイマ1データ(上位4ビット) LSB
	R								
FFD2H	CD03	CD02	CD01	CD00	CD03 CD02 CD01 CD00	0 0 0 0			MSB プログラマブルタイマ0コンペアデータ(下位4ビット) LSB
	R/W								
	CD07	CD06	CD05	CD04	CD07 CD06 CD05 CD04	0 0 0 0			MSB プログラマブルタイマ0コンペアデータ(上位4ビット) LSB
FFD3H	R/W								
	CD13	CD12	CD11	CD10	CD13 CD12 CD11 CD10	0 0 0 0			MSB プログラマブルタイマ1コンペアデータ(下位4ビット) LSB
	R/W								
FFD4H	CD17	CD16	CD15	CD14	CD17 CD16 CD15 CD14	0 0 0 0			MSB プログラマブルタイマ1コンペアデータ(上位4ビット) LSB
	R/W								
	R/W								

表4.1.1(e) I/Oメモリマップ(FFD8H~FFF7H)

アドレス	レジスタ								注 釈
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0	
FFD8H	0	0	PTSEL1	PTSEL0	0 *3 0 *3	— *2 — *2			未使用 未使用
	R		R/W		PTSEL1 PTSEL0	0 0	PWM PWM	Normal Normal	プログラマブルタイマ1 PWM出力選択 プログラマブルタイマ0 PWM出力選択
	0	0	ECTC1	ECTC0	0 *3 0 *3	— *2 — *2			未使用 未使用
FFE0H	R		R/W		ECTC1 ECTC0	0 0	Enable Enable	Mask Mask	割り込みマスクレジスタ(タイマ1コンペアマッチ) 割り込みマスクレジスタ(タイマ0コンペアマッチ)
	0	0	EIPT1	EIPT0	0 *3 0 *3	— *2 — *2			未使用 未使用
	R		R/W		EIPT1 EIPT0	0 0	Enable Enable	Mask Mask	割り込みマスクレジスタ(タイマ1アンダーフロー) 割り込みマスクレジスタ(タイマ0アンダーフロー)
FFE3H	0	0	0	EIK0	0 *3 0 *3 0 *3	— *2 — *2 — *2			未使用 未使用 未使用
	R			R/W	EIK0	0	Enable	Mask	割り込みマスクレジスタ(K00～K03)
	0	0	0	EIK1	0 *3 0 *3 0 *3	— *2 — *2 — *2			未使用 未使用 未使用
FFE4H	R			R/W	EIK1	0	Enable	Mask	割り込みマスクレジスタ(K10～K13)
	EIT3	EIT2	EIT1	EIT0	EIT3 EIT2 EIT1 EIT0	0 0 0 0	Enable Enable Enable Enable	Mask Mask Mask Mask	割り込みマスクレジスタ(計時タイマ1Hz) 割り込みマスクレジスタ(計時タイマ2Hz) 割り込みマスクレジスタ(計時タイマ8Hz) 割り込みマスクレジスタ(計時タイマ32Hz)
	R/W								
FFE7H	0	0	EIRFB	EIRFM	0 *3 0 *3	— *2 — *2			未使用 未使用
	R		R/W		EIRFB EIRFM	0 0	Enable Enable	Mask Mask	割り込みマスクレジスタ(R/Fコンバータ基準発振完了) 割り込みマスクレジスタ(R/Fコンバータセンサ発振完了)
	0	0	ICTC1	ICTC0	0 *3 0 *3	— *2 — *2	(R) Yes	(R) No	未使用 未使用
FFF0H	R		R/W		ICTC1 ICTC0	0 0	(W) Reset	(W) Invalid	割り込み要因フラグ(タイマ1コンペアマッチ) 割り込み要因フラグ(タイマ0コンペアマッチ)
	0	0	IPT1	IPT0	0 *3 0 *3	— *2 — *2	(R) Yes	(R) No	未使用 未使用
	R		R/W		IPT1 IPT0	0 0	(W) Reset	(W) Invalid	割り込み要因フラグ(タイマ1アンダーフロー) 割り込み要因フラグ(タイマ0アンダーフロー)
FFF3H	0	0	0	IK0	0 *3 0 *3 0 *3	— *2 — *2 — *2	(R) Yes (W)	(R) No (W)	未使用 未使用 未使用
	R			R/W	IK0	0	Reset	Invalid	割り込み要因フラグ(K00～K03)
	0	0	0	IK1	0 *3 0 *3 0 *3	— *2 — *2 — *2	(R) Yes (W)	(R) No (W)	未使用 未使用 未使用
FFF4H	R			R/W	IK1	0	Reset	Invalid	割り込み要因フラグ(K10～K13)
	IT3	IT2	IT1	IT0	IT3 IT2 IT1 IT0	0 0 0 0	(R) Yes (W) Reset	(R) No (W) Invalid	割り込み要因フラグ(計時タイマ1Hz) 割り込み要因フラグ(計時タイマ2Hz) 割り込み要因フラグ(計時タイマ8Hz) 割り込み要因フラグ(計時タイマ32Hz)
	R/W								
FFF7H	0	0	IRFB	IRFM	0 *3 0 *3	— *2 — *2	(R) Yes	(R) No	未使用 未使用
	R		R/W		IRFB IRFM	0 0	(W) Reset	(W) Invalid	割り込み要因フラグ(R/Fコンバータ基準発振完了) 割り込み要因フラグ(R/Fコンバータセンサ発振完了)

4.2 電源制御

4.2.1 電源回路の構成

S1C63653は図4.2.1.1に示す電源回路を内蔵しており、CPUと内部ロジック回路、発振回路、LCDドライバを駆動する電圧をチップ内部で生成します。

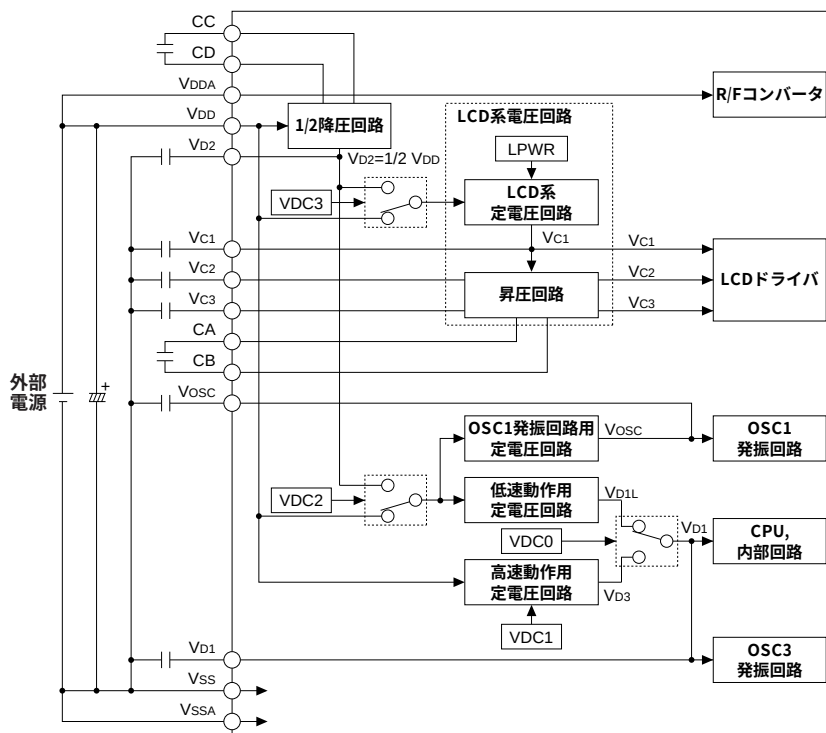


図4.2.1.1 内蔵電源回路

● OSC1発振回路用定電圧回路

OSC1発振回路用定電圧回路は、OSC1発振回路の動作電圧Vosc(0.98V Typ.)を発生します。この定電圧回路は常時動作します。

● 低速動作用定電圧回路

この定電圧回路は常時動作し、内部ロジック回路を駆動するVd1L(1.25V Typ.)を発生します。Vd1Lは、OSC1クロック(32kHz)でCPUおよび内部ロジック回路を動作させる場合に、その動作電圧Vd1として使用します。動作電圧の切り換えは動作クロックにあわせソフトウェアで制御します。

● 高速動作用定電圧回路

高速動作用定電圧回路は、CPUおよび内部ロジック回路の高速動作用の電圧Vd3(2.0V Typ.)を発生します。この定電圧回路は通常停止しており、OSC3発振を開始する前にVDC1レジスタでON(VDC1 = "1")にし、VDC0レジスタで内部ロジック回路の動作電圧をVd3に設定します。

● LCD系電圧回路

LCD系電圧回路はLCD駆動電圧を発生します。この電圧回路はLPWRレジスタで制御が可能で、LCDの表示を開始する前にON(LPWR = "1")にします。

LCD系電圧回路は、その中の定電圧回路によってVc1を発生し、その電圧を昇圧して他の2電位(Vc2 = 2Vc1, Vc3 = 3Vc1)を発生します。Vc1電圧値はソフトウェアによって16段階(0.95V~1.40V)に調整可能です。Vc1電圧値(コントラスト)の制御方法については"4.8 LCDドライバ"を参照してください。

なお、マスクオプションでLCD駆動に外部電源を選択した場合、この電圧回路は動作しません。

● 1/2降圧回路

1/2降圧回路は電源電圧 V_{DD} を1/2に降圧して V_{D2} を生成します。この出力電圧により低速動作用定電圧回路とLCD系電圧回路を駆動することで、HALT時や低速動作時の消費電流を低減できます。この状態が降圧モードで、低速動作用定電圧回路はVDC2レジスタで、LCD系電圧回路はVDC3レジスタで設定できます。ただし、降圧モードに設定するには、電源電圧 V_{DD} が2.4V以上である必要があります。また、OSC3クロックを使用した高速動作時は、降圧モードに設定することはできません。

通常モードは、低速動作用定電圧回路とLCD系電圧回路を電源電圧 V_{DD} で駆動します。

イニシャルリセット時はハードウェアにより通常モードに設定されます。

なお、1/2降圧回路は常時動作します。

4.2.2 電源制御手順

イニシャルリセット時、電源と動作電圧、発振回路は次のように設定されます。

- ・ 低速動作用定電圧回路: ON
通常モード ($VDC2 = "0"$)
- ・ LCD系電圧回路: OFF ($LPWR = "0"$)
通常モード ($VDC3 = "0"$)
- ・ 高速動作用定電圧回路: OFF ($VDC1 = "0"$)
- ・ CPU/内部回路動作電圧: V_{D1L} ($VDC0 = "0"$)
- ・ CPUシステムクロック: OSC1 ($CLKCHG = "0"$)
- ・ OSC3発振回路: OFF ($OSCC = "0"$)

● 降圧モードの設定

降圧モードの制御は低速動作用定電圧回路とLCD系電圧回路で別個に行えます。

低速動作用定電圧回路の設定

低速動作用定電圧回路を降圧モードに設定するための条件は以下のとおりです。

- ・ 電源電圧 V_{DD} が2.4V以上あること
- ・ CPU/内部回路が動作電圧 = V_{D1L} 、動作クロック = OSC1で動作していること

したがって、通常モードから降圧モードへの切り換えは以下の手順で行います。

1. CPUクロックをOSC3からOSC1に切り換え($CLKCHG = "0"$ 、CPUクロックにOSC3を使用している場合)
2. OSC3発振を停止($OSCC = "0"$)
3. 内部動作電圧を V_{D3} から V_{D1L} に切り換え($VDC0 = "0"$)
4. 高速動作用定電圧回路をOFF($VDC1 = "0"$)
5. 降圧モードを設定($VDC2 = "1"$)

1～4は高速動作時に必要な処理です。

LCD系電圧回路の設定

LCD系電圧回路を降圧モードに設定するための条件は以下のとおりです。

- ・ 電源電圧 V_{DD} が2.4V以上あること
- ・ LCD駆動電圧 V_{C1} が1.13V以下の設定であること

切り換えは以下の手順で行います。

1. LCD駆動電圧 V_{C1} を1.13V以下に設定($LC3 \sim LC0 \leq 6$)
2. 降圧モードを設定($VDC3 = "1"$)

● 高速動作への切り換え

S1C63653はツインクロック仕様となっており、2種類の発振回路OSC1(低速動作)およびOSC3(高速動作)を内蔵しています。通常動作時はOSC1クロックを使用し、高速動作が必要ときにソフトウェアによってOSC3クロックに切り換えます。その際には、高速クロックによる内部回路の動作を安定させるため、動作電圧もソフトウェアによって切り換える必要があります。高速動作と低速動作の切り換え手順は以下のとおりです。発振回路の制御については"4.4 発振回路"を参照してください。

低速動作→高速動作

1. VDC2に"0"を設定(低速動作用定電圧回路: 降圧モード→通常モード)
2. VDC1に"1"を設定(高速動作用定電圧回路をON)
3. VDC0に"1"を設定(内部ロジック動作電圧: $V_{D1L} \rightarrow V_{D3}$)
4. 2.5msec以上保持
5. OSCCに"1"を設定(OSC3発振ON)
6. 5msec以上保持
7. CLKCHGに"1"を設定(OSC1→OSC3)

高速動作から低速動作への切り換えは、前記の降圧モードの設定手順と同様です。

4.2.3 電源制御用I/Oメモリ

表4.2.3.1に電源の制御ビットとそのアドレスを示します。

表4.2.3.1 電源の制御ビット

アドレス	レジスタ								注 釈
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0	
FF00H	VDC3	VDC2	VDC1	VDC0	VDC3	0	1/2V _{DD}	V _{DD}	LCD系定電圧回路電源切り換え
					VDC2	0	1/2V _{DD}	V _{DD}	低速動作用定電圧回路電源切り換え
					VDC1	0	On	Off	高速動作用定電圧回路On/Off
					VDC0	0	V _{DD}	V _{D1L}	ロジック系電源切り換え
FF60H	LDUTY1	LDUTY0	STCD	LPWR	LDUTY1	0			LCD駆動デューティ [LDUTY1, 0] 切り換え デューティ 0 1 2 3 1/4 1/5 1/6 1/3
					LDUTY0	0			
					STCD	0	Static	Dynamic	LCD駆動方式切り換え
					LPWR	0	On	Off	LCD電源On/Off

*1 イニシャルリセット時の初期値

*2 回路上設定されない

*3 読み出し時は常時"0"

● VDC0: 内部動作電圧切り換えレジスタ (FF00H・D0)

CPUおよび内部回路用動作電圧の切り換えを行います。

"1"書き込み: V_{D3} (OSC3動作)

"0"書き込み: V_{D1L} (OSC1動作)

読み出し: 可能

VDC0に"1"を書き込むと内部動作電圧が V_{D3} に切り換わります。この後、OSC3発振を開始させることができます。

降圧モード時は通常モードに戻してから切り換えを行ってください。

VDC0に"0"を書き込むと、内部動作電圧が V_{D1L} に切り換わります。 V_{D1L} への切り換えは、OSC3発振を停止した後に行ってください。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● VDC1: 高速動作用定電圧回路ON/OFFレジスタ (FF00H・D1)

高速動作用定電圧回路をON/OFFします。

"1"書き込み: ON
"0"書き込み: OFF
読み出し: 可能

VDC1に"1"を書き込むと高速動作用定電圧回路がONし、内部ロジック回路の高速動作電圧 V_{D3} を発生します。

VDC1に"0"を書き込むと高速動作用定電圧回路はOFFします。OSC3クロックで動作中は絶対に"0"を書き込まないでください。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● VDC2: 低速動作用定電圧回路電源切り換えレジスタ (FF00H・D2)

低速動作用定電圧回路を降圧モードに設定します。

"1"書き込み: 降圧モード ($1/2 V_{DD}$ で動作)
"0"書き込み: 通常モード (V_{DD} で動作)
読み出し: 可能

VDC2に"1"を書き込むと低速動作用定電圧回路は降圧モードになります。低速動作用定電圧回路が V_{DD} を $1/2$ に降圧した電圧で動作し、消費電流を低減できます。ただし、電源電圧が2.4V以上であることが必要です。また、降圧モードではOSC3クロックによる高速動作はできません。

VDC2に"0"を書き込んだ場合は通常モードになり、低速動作用定電圧回路が V_{DD} で動作します。

イニシャルリセット時は、ハードウェアによって通常モードに設定され、このレジスタは"0"になります。

● VDC3: LCD系定電圧回路電源切り換えレジスタ (FF00H・D3)

LCD系定電圧回路を降圧モードに設定します。

"1"書き込み: 降圧モード ($1/2 V_{DD}$ で動作)
"0"書き込み: 通常モード (V_{DD} で動作)
読み出し: 可能

VDC3に"1"を書き込むとLCD系定電圧回路は降圧モードになります。LCD系定電圧回路が V_{DD} を $1/2$ に降圧した電圧で動作し、消費電流を低減できます。ただし、電源電圧が2.4V以上あり、 V_{C1} の設定電圧が1.13V以下であることが必要です。

VDC3に"0"を書き込んだ場合は通常モードになり、LCD系定電圧回路が V_{DD} で動作します。

イニシャルリセット時は、ハードウェアによって通常モードに設定され、このレジスタは"0"になります。

● LPWR: LCD電源ON/OFF制御レジスタ (FF60H・D0)

LCD系電圧回路をON/OFFします。

"1"書き込み: ON
"0"書き込み: OFF
読み出し: 可能

LPWRに"1"を書き込むことにより、LCD系電圧回路がONとなりLCD駆動電圧を発生します。"0"を書き込んだ場合、LCD駆動電圧はすべて V_{SS} となります。

LPWRに"1"を書き込んだ後、LCD系電圧回路が動作しLCD駆動電圧出力が安定するまで約100msecかかります。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

4.2.4 プログラミング上の注意事項

- (1) 低速動作用定電圧回路を降圧モードに設定する場合は、VDC2に"1"を書き込む前にCPU動作クロックをOSC1に切り換えてください。
- (2) LCD系定電圧回路を降圧モードに設定する場合は、VDC3に"1"を書き込む前にV_{C1}電圧(コントラストの設定)を1.13V以下(LCレジスタ=6以下)に設定してください。

4.3 ウォッチドッグタイマ

4.3.1 ウォッチドッグタイマの構成

S1C63653はOSC1分周クロック256Hzを原振とするウォッチドッグタイマを内蔵しています。ウォッチドッグタイマはイニシャルリセット時に動作状態に設定されますが、ソフトウェアにより動作を停止させることができます。ウォッチドッグタイマが動作中はソフトウェアにより周期的にリセットする必要があり、3～4秒以上リセットが行われない場合、CPUに対してノンマスカブル割り込み(NMI)を発生します。

図4.3.1.1にウォッチドッグタイマのブロック図を示します。

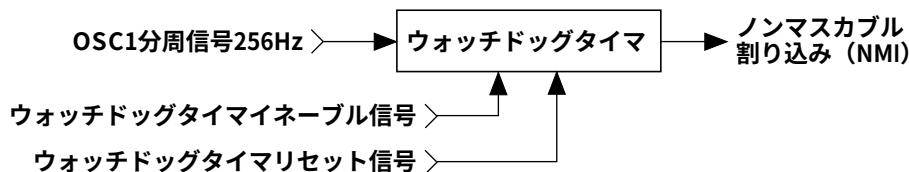


図4.3.1.1 ウォッチドッグタイマのブロック図

ウォッチドッグタイマは10ビットのバイナリカウンタで構成され、最終段0.25Hzのオーバーフローによってノンマスカブル割り込みを発生します。

プログラムのメインルーチン上でウォッチドッグタイマのリセット処理をすることにより、メインルーチンのウォッチドッグタイマ処理を通らないようなプログラムの暴走を検出することができます。通常はこのルーチンをタイマ割り込みルーチンのように、定期的に処理される箇所に組み込みます。

なお、ウォッチドッグタイマはHALT時も動作しており、HALT状態を3～4秒間続けるとノンマスカブル割り込みによりHALT状態が解除されます。

4.3.2 割り込み機能

ウォッチドッグタイマがソフトウェアによって周期的にリセットされない場合、コアCPUに対してノンマスカブル(NMI)割り込みが発生します。この割り込みはマスク不可能で、割り込み禁止状態(Iフラグ="0")でも受け付けられます(イニシャルリセット直後やスタックポインタ再設定時など、SP1およびSP2がペアで設定されるまでの割り込みマスク状態は除きます)。

NMIの割り込みベクタはプログラムメモリの0100Hに設定されています。

4.3.3 ウォッチドッグタイマのI/Oメモリ

表4.3.3.1にウォッチドッグタイマの制御ビットとそのアドレスを示します。

表4.3.3.1 ウォッチドッグタイマの制御ビット

アドレス	レジスタ									注 釈
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0		
FF07H	0	0	WDEN	WDRST	0 *3	– *2			未使用	
					0 *3	– *2			未使用	
	R		R/W	W	WDEN	1	Enable	Disable	ウォッチドッグタイマイネーブル	
					WDRST*3	Reset	Reset	Invalid	ウォッチドッグタイマリセット(書き込み時)	

*1 イニシャルリセット時の初期値

*2 回路上設定されない

*3 読み出し時は常時"0"

● WDEN: ウォッチドッグタイマイネーブルレジスタ (FF07H・D1)

ウォッチドッグタイマを使用する(イネーブル)かしない(ディセーブル)か選択します。

"1"書き込み: イネーブル

"0"書き込み: ディセーブル

読み出し: 可能

WDENレジスタに"1"を書き込むことによりウォッチドッグタイマはイネーブルとなり、カウント動作を行います。

"0"を書き込んだ場合はディセーブルとなり、カウント動作および割り込み(NMI)の発生も行いません。

イニシャルリセット時、このレジスタは"1"にセットされます。

● WDRST: ウォッチドッグタイマリセット (FF07H・D0)

ウォッチドッグタイマをリセットするビットです。

"1"書き込み: ウォッチドッグタイマリセット

"0"書き込み: ノーオペレーション

読み出し: 常時"0"

WDRSTに"1"を書き込むことによりウォッチドッグタイマはリセットされ、その直後リスタートします。"0"の書き込みはノーオペレーションとなります。

このビットは書き込み専用のため、読み出し時は常時"0"となります。

4.3.4 プログラミング上の注意事項

- (1) ウォッチドッグタイマを使用する場合、3秒周期以内にソフトウェアでウォッチドッグタイマをリセットする必要があります。
- (2) イニシャルリセットにより、ウォッチドッグタイマは動作状態に設定されますので、使用しない場合は割り込み(NMI)発生前にウォッチドッグタイマをディセーブル(使用しない)に設定してください。

4.4 発振回路

4.4.1 発振回路の構成

S1C63653は2系統の発振回路(OSC1とOSC3)を内蔵しています。このうちOSC1は水晶発振回路で、CPUおよび周辺回路に動作クロックを供給します。また、OSC3はCRまたはセラミック発振回路で、高速動作が要求される処理が必要な場合に、CPUの動作クロックをソフトウェアによりOSC1からOSC3に切り換えて使用します。内部回路の動作を安定させるために、使用する発振回路によって動作電圧もソフトウェアによって切り換える必要があります。

図4.4.1.1に発振系のブロック図を示します。

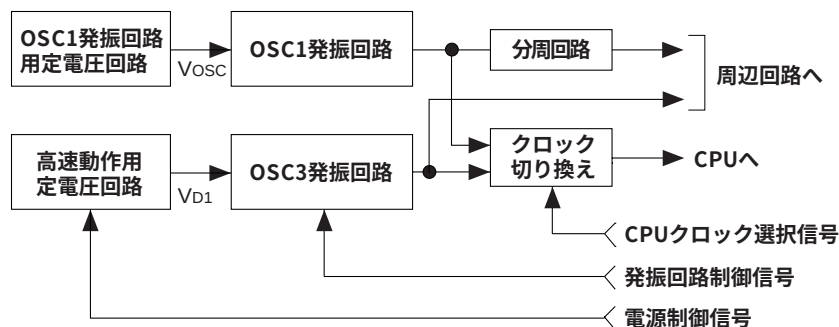


図4.4.1.1 発振系のブロック図

4.4.2 OSC1発振回路

OSC1水晶発振回路はCPUおよび周辺回路用のメインクロックを発生します。発振周波数は32.768kHz(Typ.)です。

図4.4.2.1にOSC1発振回路のブロック図を示します。

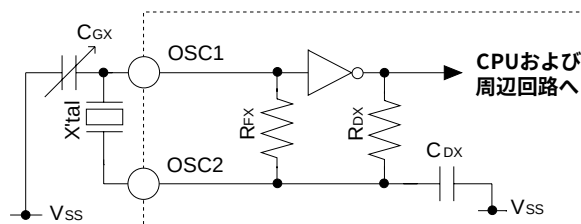


図4.4.2.1 OSC1発振回路

図4.4.2.1に示すとおり、OSC1端子とOSC2端子間に32.768kHz(Typ.)の水晶振動子(X'tal)を、OSC1端子とV_{SS}間に5~25pFのトリマコンデンサ(C_{Gx})をそれぞれ接続することにより、容易に水晶発振回路を構成することができます。

4.4.3 OSC3発振回路

S1C63653はCPUを高速動作(Max. 4MHz)させるためのサブクロック、および高速クロックを必要とする周辺回路(プログラブルタイマ、FOUT出力)のソースクロックを発生するOSC3発振回路を内蔵しています。この発振回路にはCR(R外付け)、CR(R内蔵)またはセラミック発振回路をマスクオプションで選択できます。CR発振(R外付け)選択時は外付素子として抵抗が、セラミック発振選択時はセラミック振動子とコンデンサ2個(ゲート容量とドレイン容量)が必要となります。CR発振(R内蔵)選択時は外付素子は必要ありません。

図4.4.3.1にOSC3発振回路のブロック図を示します。

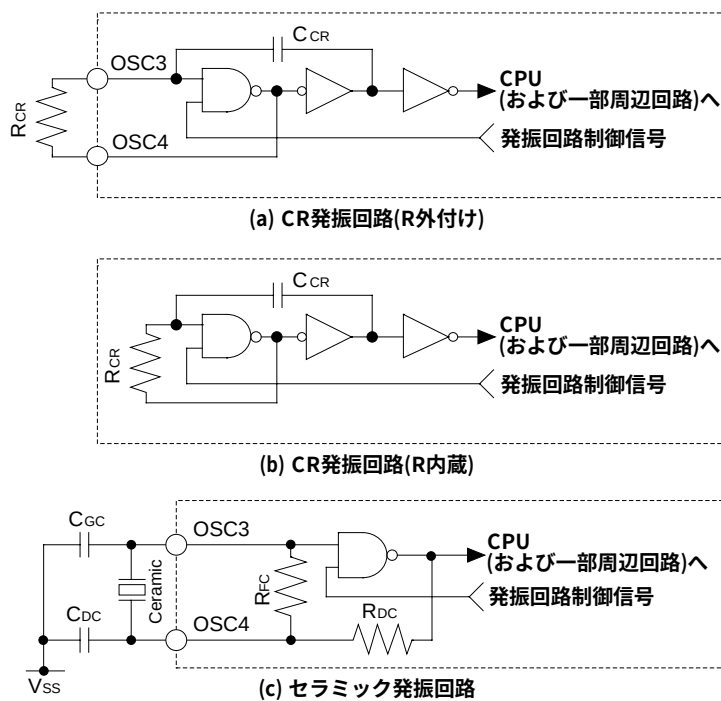


図4.4.3.1 OSC3発振回路

図4.4.3.1に示すとおり、CR発振(R外付け)を選択した場合はOSC3端子とOSC4端子間に抵抗(R_{CR})を接続するだけでCR発振回路を構成できます。 R_{CR} の抵抗値については"7 電気的特性"を参照してください。セラミック発振を選択した場合はOSC3端子とOSC4端子間にセラミック振動子(Max. 4MHz)を、同OSC3、OSC4端子とV_{SS}間にコンデンサを2個(C_{GC} 、 C_{DC})それぞれ接続することでセラミック発振回路を構成できます。 C_{GC} 、 C_{DC} は共に30pF程度のものを接続してください。

このOSC3発振回路は消費電流を低減するために、使用しないときはソフトウェア(OSCCレジスタ)によって発振を停止させることができます。

表4.4.3.1 OSC3発振周波数

発振回路	発振周波数
セラミック発振	Max. 4MHz (2MHz ^注)
CR発振(R内蔵)	Typ. 1.1MHz $\pm$ 30%
CR発振(R外付け)	200kHz~2MHz

注: R/Fコンバータのタイムベースカウンタ用クロックとしてOSC3を選択する場合、OSC3クロックの最大周波数は2MHzとなります。

4.4.4 動作電圧切り換え

OSC1とOSC3のどちらをCPUのシステムクロックとして使用するかソフトウェア(CLKCHGレジスタ)によって切り換えます。この場合、動作を安定させるために内部回路の動作電圧もソフトウェア(VDC0レジスタ)によって切り換える必要があります。

OSC1動作時: 動作電圧 = V_{D1L} ($VDC0 = "0"$, $VDC1 = "0"$)

OSC3動作時: 動作電圧 = V_{D3} ($VDC0 = "1"$, $VDC1 = "1"$)

クロックの切り換えは以下の手順で行ってください。特に、動作電圧と発振の安定待ち時間に注意が必要です。

また、降圧モードでは、OSC3をシステムクロックとして使用することはできません。降圧モードの場合は、動作電圧を切り換える前に通常モードに設定してください。

OSC1→OSC3

1. VDC2に"0"を設定(低速動作用定電圧回路: 降圧モード→通常モード)
2. VDC1に"1"を設定(高速動作用定電圧回路をON)
3. VDC0に"1"を設定(内部ロジック動作電圧: V_{D1L} → V_{D3})
4. 2.5msec以上保持
5. OSCCに"1"を設定(OSC3発振ON)
6. 5msec以上保持
7. CLKCHGに"1"を設定(OSC1→OSC3)

OSC3→OSC1

1. CLKCHGに"0"を設定(OSC3→OSC1)
2. OSCCに"0"を設定(OSC3発振OFF)
3. VDC0に"0"を設定(内部ロジック動作電圧: V_{D3} → V_{D1L})
4. 必要に応じて降圧モードに設定

降圧モードについては、"4.2 電源制御"を参照してください。

注: OSC3発振回路のクロックによるCPU高速動作時にHALT命令を実行、あるいはHALTモードを解除すると内部ロジック系電源 V_{D1} が短時間に変動し、暴走等の予期せぬ症状が起きる可能性があります。OSC3発振回路のクロックによるCPU高速動作時に、HALT命令は使用しないでください。

4.4.5 クロック周波数とインストラクション実行時間

表4.4.5.1に各クロックの周波数によるインストラクションの実行時間を示します。

表4.4.5.1 クロック周波数とインストラクション実行時間

クロック周波数	インストラクション実行時間(μsec)		
	1サイクル命令	2サイクル命令	3サイクル命令
OSC1: 32.768kHz	61	122	183
OSC3: 1.1MHz	1.8	3.6	5.5
OSC3: 2MHz	1	2	3
OSC3: 4MHz	0.5	1	1.5

4.4.6 発振回路のI/Oメモリ

表4.4.6.1に発振回路の制御ビットとそのアドレスを示します。

表4.4.6.1 発振回路の制御ビット

アドレス	レジスタ								注 釈
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0	
FF00H	VDC3	VDC2	VDC1	VDC0	VDC3	0	1/2V _{DD}	V _{DD}	LCD系定電圧回路用電源切り換え
					VDC2	0	1/2V _{DD}	V _{DD}	低速動作用定電圧回路用電源切り換え
	R/W				VDC1	0	On	Off	高速動作用定電圧回路On/Off
					VDC0	0	V _{D3}	V _{D1L}	ロジック系電源切り換え
FF01H	CLKCHG	OSCC	0	0	CLKCHG	0	OSC3	OSC1	CPUクロック切り換え
					OSCC	0	On	Off	OSC3発振On/Off
	R/W		R		0 *3	– *2			未使用
					0 *3	– *2			未使用

*1 イニシャルリセット時の初期値

*2 回路上設定されない

*3 読み出し時は常時"0"

● VDC0: 内部動作電圧切り換えレジスタ (FF00H・D0)

CPUおよび内部回路用動作電圧の切り換えを行います。

"1"書き込み: V_{D3} (OSC3動作)

"0"書き込み: V_{D1L} (OSC1動作)

読み出し: 可能

VDC0に"1"を書き込むと内部動作電圧がV_{D3}に切り換わります。この後、OSC3発振を開始させることができます。降圧モード時は通常モードに戻してから切り換えを行ってください。

VDC0に"0"を書き込むと、内部動作電圧がV_{D1L}に切り換わります。V_{D1L}への切り換えは、OSC3発振を停止した後に行ってください。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● OSCC: OSC3発振制御レジスタ (FF01H・D2)

OSC3発振回路の発振ON、OFFを制御します。

"1"書き込み: OSC3発振ON

"0"書き込み: OSC3発振OFF

読み出し: 可能

CPUを高速に動作させる必要のある場合にOSCCを"1"とし、それ以外の場合は、消費電流低減のため"0"としてください。また、OSC3発振回路のON/OFF時に動作電圧の切り換えを行う必要があります。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● CLKCHG: CPUクロック切り換えレジスタ (FF01H・D3)

CPUの動作クロックを選択します。

"1"書き込み: OSC3クロックを選択

"0"書き込み: OSC1クロックを選択

読み出し: 可能

CPUの動作クロックをOSC3にする場合にCLKCHGを"1"に設定してください。OSC3発振をON(OSCC = "1")にした直後は5msec以上の時間をおいてからクロックの切り換えを行ってください。

CLKCHGを"0"に設定した場合はOSC1クロックが選択されます。

なお、VDC0 = "0"の場合、およびOSC3発振がOFF(OSCC = "0")の場合はCLKCHG = "1"の設定は無効となり、OSC3への切り換えは行われません。また、降圧モード時はCPUクロックをOSC3には切り換ええないでください。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

4.4.7 プログラミング上の注意事項

- (1) CPUシステムクロックをOSC1からOSC3に切り換える場合は、OSC3発振をONにする前に動作電圧を高速用(V_{D3})に切り換えてください。その後、2.5msec以上の時間をおいてからOSC3発振をONにします。OSC3からOSC1に切り換える場合は、OSC1に切り換えてOSC3発振をOFFにした後で動作電圧を低速用(V_{D1L})に切り換えてください。
- (2) OSC3発振回路がONしてから発振が安定するまでに、5msec以上を必要とします。したがって、CPUの動作クロックをOSC1からOSC3に切り換える際は、OSC3発振ONの後、5msec以上経過してから行ってください。また、発振安定時間は外付け発振子の特性および使用条件等により異なりますので、十分マージンを取って待ち時間を設定してください。
- (3) OSC3からOSC1へのクロック切り換えと、OSC3発振OFFは別々のインストラクションで行ってください。1インストラクションで、同時に処理するとCPUの誤動作につながります。
- (4) 低速動作用定電圧回路が降圧モード時(VDC2 = "1")はOSC1クロックによる低速動作のみ可能です。システムクロックをOSC3には切り換ええないでください。
- (5) OSC3クロックによる動作中は、絶対に動作電圧をV_{D1L}に切り換ええないでください。また、高速動作用定電圧回路を停止しないでください。
- (6) R/Fコンバータのタイムベースカウンタ用クロックとしてOSC3を選択する場合、OSC3クロックの最大周波数は2MHzとなります。
- (7) OSC3発振回路のクロックによるCPU高速動作時にHALT命令を実行、あるいはHALTモードを解除すると内部ロジック系電源V_{D1}が短時間に変動し、暴走等の予期せぬ症状が起きる可能性があります。OSC3発振回路のクロックによるCPU高速動作時に、HALT命令は使用しないでください。

4.5 入力ポート (K00~K03, K10~K13)

4.5.1 入力ポートの構成

S1C63653は8ビットの汎用入力ポートを内蔵しています。各入力ポート端子(K00~K03, K10~K13)には内蔵プルダウン抵抗が用意されており、マスクオプションで1ビットごとにプルダウン抵抗の有無を選択できます。図4.5.1.1に入力ポートの構造を示します。

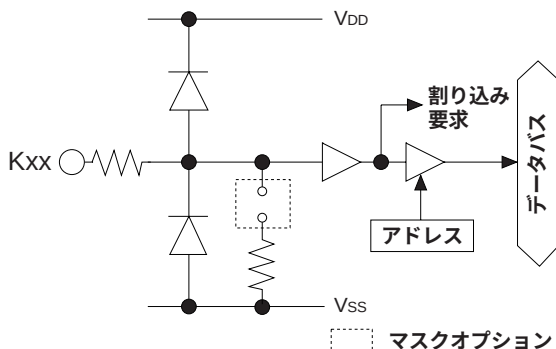


図4.5.1.1 入力ポートの構造

マスクオプションで"プルダウン抵抗 あり"を選択した場合、プッシュスイッチ、キーマトリクス等の入力に適当です。また、"プルダウン抵抗 なし"を選択した場合、スライドスイッチ入力、他LSIとのインタフェースなどに使用できます。

入力ポートK13はプログラマブルタイマのイベントカウンタ入力としても使用します。

4.5.2 割り込み機能

入力ポート8ビット(K00~K03, K10~K13)は、すべて割り込み機能を持っており、割り込み発生条件はソフトウェアで設定することができます。また、割り込みをマスクするかしないかを、同様にソフトウェアで設定することができます。図4.5.2.1にK00~K03(K10~K13)割り込み回路の構成図を示します。

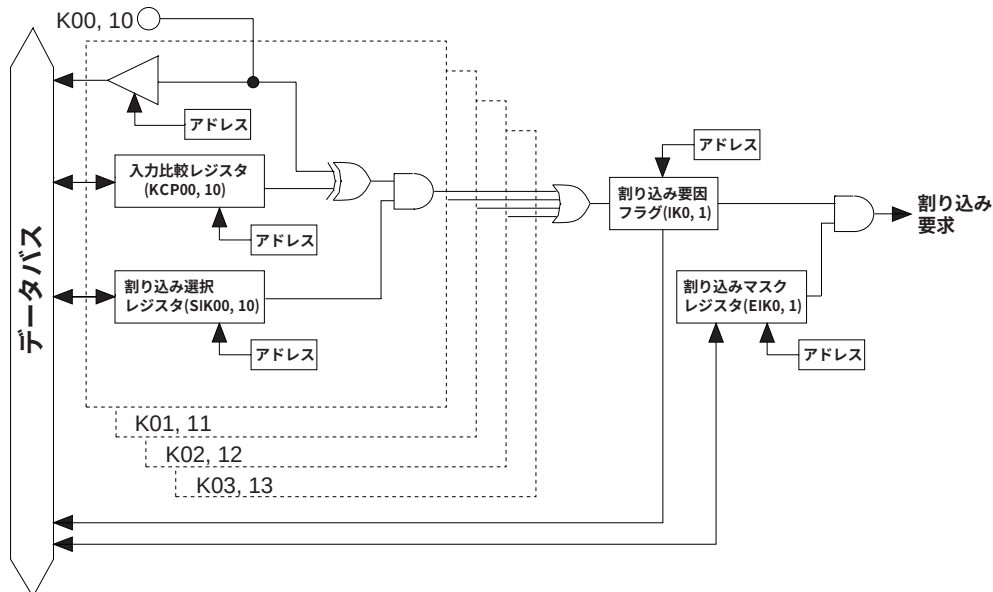


図4.5.2.1 入力割り込み回路構成

入力ポートK00～K03、K10～K13には個々に割り込み選択レジスタ(SIK)および入力比較レジスタ(KCP)が設定されており、割り込みを発生させる端子と割り込みタイミングを指定することができます。

割り込み選択レジスタ(SIK00～SIK03、SIK10～SIK13)は、K00～K03およびK10～K13のどの入力を割り込みに使用するか選択します。割り込み選択レジスタに"1"を書き込むことにより、その入力ポートを割り込み発生条件に組み込みます。割り込み選択レジスタが"0"に設定されている入力ポートの変化は割り込みの発生に影響を与えません。

入力割り込みタイミングは、入力比較レジスタ(KCP00～KCP03、KCP10～KCP13)の設定値により、割り込みを入力の上立ち上がりエッジで発生させるか、立ち下がりエッジで発生させるかを選択することができます。この2つの条件設定により、K00～K03、K10～K13(4ビット単位)の割り込みは入力選択レジスタで割り込みが許可されている入力ポートと入力比較レジスタの内容が一致状態から不一致状態に変化したときに割り込みが発生します。

また、割り込みマスクレジスタ(EIK0、EIK1)により、それぞれの割り込みのマスクを選択することができます。割り込みが発生した際には、割り込み要因フラグ(IK0、IK1)が"1"にセットされます。

図4.5.2.2にK00～K03割り込み発生例を示します。

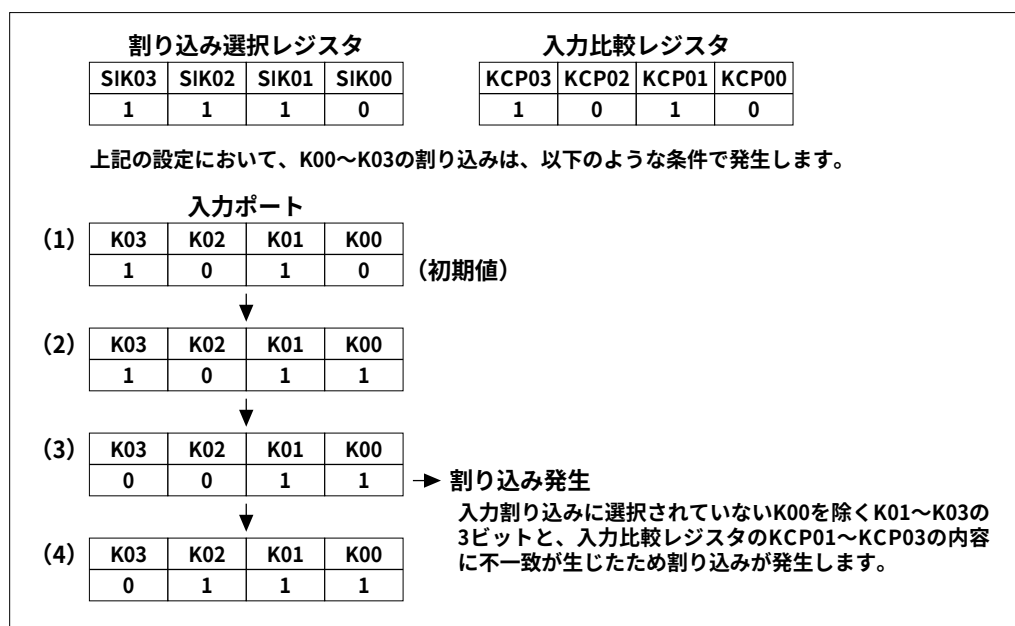


図4.5.2.2 K00～K03割り込み発生例

K00は割り込み選択レジスタ(SIK00)によって割り込みが禁止されているため、(2)の時点では割り込みは発生しません。次に(3)でK03が"0"になるため、割り込みが許可されている端子のデータと入力比較レジスタのデータとの不一致により割り込みが発生します。ただし、割り込みマスクレジスタ(EIK0)によってK00～K03入力割り込みがイネーブルに設定されている必要があります。

前述のとおり、ポートデータと入力比較レジスタの内容が一致状態から不一致状態に変化することが割り込み発生条件となるため、(4)のように不一致状態から、別の不一致状態に変化しても割り込みは発生しません。また、割り込みが禁止されている端子は割り込み発生条件に影響を与えません。

4.5.3 マスクオプション

入力ポートのマスクオプションでは8ビットの入力ポート(K00～K03、K10～K13)に対して、1ビットごとに内蔵プルダウン抵抗の有無を選択できます。

"プルダウン抵抗 なし"を選択した場合は、入力にフローティング状態が発生しないよう注意してください。使用しない入力ポートは"プルダウン抵抗 あり"を選択してください。

4.5.4 入力ポートのI/Oメモリ

表4.5.4.1に入力ポートの制御ビットとそのアドレスを示します。

表4.5.4.1 入力ポートの制御ビット

アドレス	レジスタ								注 釈
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0	
FF20H	SIK03	SIK02	SIK01	SIK00	SIK03	0	Enable	Disable	K00～K03割り込み選択レジスタ
					SIK02	0	Enable	Disable	
					SIK01	0	Enable	Disable	
					SIK00	0	Enable	Disable	
FF21H	K03	K02	K01	K00	K03	–*2	High	Low	K00～K03入力ポートデータ
					K02	–*2	High	Low	
					K01	–*2	High	Low	
					K00	–*2	High	Low	
FF22H	KCP03	KCP02	KCP01	KCP00	KCP03	1	↓	↑	K00～K03入力比較レジスタ
					KCP02	1	↓	↑	
					KCP01	1	↓	↑	
					KCP00	1	↓	↑	
FF24H	SIK13	SIK12	SIK11	SIK10	SIK13	0	Enable	Disable	K10～K13割り込み選択レジスタ
					SIK12	0	Enable	Disable	
					SIK11	0	Enable	Disable	
					SIK10	0	Enable	Disable	
FF25H	K13	K12	K11	K10	K13	–*2	High	Low	K10～K13入力ポートデータ
					K12	–*2	High	Low	
					K11	–*2	High	Low	
					K10	–*2	High	Low	
FF26H	KCP13	KCP12	KCP11	KCP10	KCP13	1	↓	↑	K10～K13入力比較レジスタ
					KCP12	1	↓	↑	
					KCP11	1	↓	↑	
					KCP10	1	↓	↑	
FFE3H	0	0	0	EIK0	0 *3	–*2			未使用 未使用 未使用 割り込みマスクレジスタ(K00～K03)
					0 *3	–*2			
					0 *3	–*2			
					EIK0	0	Enable	Mask	
FFE4H	0	0	0	EIK1	0 *3	–*2			未使用 未使用 未使用 割り込みマスクレジスタ(K10～K13)
					0 *3	–*2			
					0 *3	–*2			
					EIK1	0	Enable	Mask	
FFF3H	0	0	0	IK0	0 *3	–*2	(R)	(R)	未使用 未使用 未使用 割り込み要因フラグ(K00～K03)
					0 *3	–*2	Yes	No	
					0 *3	–*2	(W)	(W)	
					IK0	0	Reset	Invalid	
FFF4H	0	0	0	IK1	0 *3	–*2	(R)	(R)	未使用 未使用 未使用 割り込み要因フラグ(K10～K13)
					0 *3	–*2	Yes	No	
					0 *3	–*2	(W)	(W)	
					IK1	0	Reset	Invalid	

*1 イニシャルリセット時の初期値

*2 回路上設定されない

*3 読み出し時は常時"0"

● K00～K03: K0入力ポートデータ (FF21H)

K10～K13: K1入力ポートデータ (FF25H)

入力ポート端子の入力データが読み出せます。

"1"読み出し: HIGHレベル

"0"読み出し: LOWレベル

書き込み: 無効

入力ポート8ビット(K00～K03、K10～K13)の端子電圧がそれぞれHIGH(V_{DD})レベルのとき"1"、LOW(V_{SS})レベルのとき"0"として読み出せます。

これらのビットは読み出し専用のため、書き込み動作は無効となります。

● **SIK00～SIK03: K0ポート割り込み選択レジスタ (FF20H)****SIK10～SIK13: K1ポート割り込み選択レジスタ (FF24H)**

K00～K03、K10～K13入力割り込みに使用するポートを選択します。

"1"書き込み: 割り込み許可

"0"書き込み: 割り込み禁止

読み出し: 可能

割り込み選択レジスタ(SIK00～SIK03、SIK10～SIK13)に"1"を書き込んだ入力ポート(K00～K03、K10～K13)の割り込みを許可します。"0"に設定した入力ポートは割り込みの発生条件には影響を与えません。イニシャルリセット時、これらのレジスタはすべて"0"に設定されます。

● **KCP00～KCP03: K0ポート入力比較レジスタ (FF22H)****KCP10～KCP13: K1ポート入力比較レジスタ (FF26H)**

割り込み発生タイミングを設定します。

"1"書き込み: 立ち下がりエッジ

"0"書き込み: 立ち上がりエッジ

読み出し: 可能

入力ポートは入力比較レジスタ(KCP00～KCP03、KCP10～KCP13)によって、割り込みの発生タイミングを入力の立ち上がりエッジとするか立ち下がりエッジとするか、1ビットごとに選択できます。

KCP00～KCP03については、SIK00～SIK03レジスタによってK00～K03の中の割り込みが許可されているポートとのみ比較が行われます。同様にKCP10～KCP13は、SIK10～SIK13レジスタによってK10～K13の中の割り込みが許可されているポートとのみ比較が行われます。

イニシャルリセット時、これらのレジスタはすべて"1"に設定されます。

● **EIK0: K0入力割り込みマスクレジスタ (FFE3H・D0)****EIK1: K1入力割り込みマスクレジスタ (FFE4H・D0)**

入力ポートの割り込みについて、マスクするかしないかを選択します。

"1"書き込み: イネーブル

"0"書き込み: マスク

読み出し: 可能

入力ポートの2つの系列(K00～K03、K10～K13)に対して、割り込みをマスクするかしないかを、これらのレジスタにより選択できます。

イニシャルリセット時、これらのレジスタはすべて"0"に設定されます。

● **IK0: K0入力割り込み要因フラグ (FFF3H・D0)****IK1: K1入力割り込み要因フラグ (FFF4H・D0)**

入力割り込みの発生状態を示すフラグです。

"1"読み出し: 割り込み有

"0"読み出し: 割り込み無

"1"書き込み: 要因フラグをリセット

"0"書き込み: 無効

割り込み要因フラグIK0、IK1はそれぞれK00～K03、K10～K13の入力割り込みに対応します。これらのフラグによって入力割り込みの有無を、ソフトウェアで判断することができます。

割り込み要因フラグは割り込みマスクレジスタの設定にかかわらず割り込み条件の成立により"1"にセットされます。ただし、割り込みがマスクされている場合はCPUに対して割り込みは発生しません。

これらのフラグは、"1"を書き込むことによって"0"にリセットされます。

割り込み発生後、割り込み要因フラグをリセットせずに割り込み許可(Iフラグ="1")に設定あるいはRETI命令を実行すると再度同一の割り込みが発生してしまいます。したがって、割り込み処理ルーチン内では、割り込み許可状態に移行する前に割り込み要因フラグのリセット("1"書き込み)を行ってください。

イニシャルリセット時、これらのフラグは"0"に設定されます。

4.5.5 プログラミング上の注意事項

- (1) 入力ポートをHIGHレベルからプルダウン抵抗でLOWレベルに変化させる場合、プルダウン抵抗と入力ゲート容量の時定数によって波形立ち下がりに遅延が生じます。このため、入力ポートの取り込みを行う際は、適切な待ち時間を設定してください。
特に、キーマトリクス構成時のキースキャン等に注意が必要です。
この待ち時間は次の式で算出される時間以上としてください。
$$10 \times C(\text{端子容量}5\text{pF} + \text{寄生容量?pF}) \times R(\text{プルダウン抵抗}375\text{k}\Omega \text{ Max.})$$
- (2) 割り込み発生後、割り込み要因フラグをリセットせずに割り込み許可(Iフラグ="1")に設定あるいはRETI命令を実行すると再度同一の割り込みが発生してしまいます。したがって、割り込み処理ルーチン内では、割り込み許可状態に移行する前に割り込み要因フラグのリセット("1"書き込み)を行ってください。

4.6 出力ポート (R00～R03)

4.6.1 出力ポートの構成

S1C63653は4ビットの汎用出力ポートを内蔵しています。

各出力ポートの出力仕様はマスクオプションで個別に選択できます。選択できる出力仕様はコンプリメンタリ出力とPチャンネルオープンドレイン出力の2種類です。

図4.6.1.1に出力ポートの構成を示します。

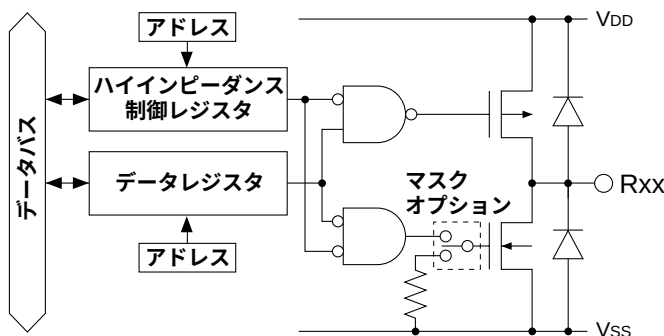


図4.6.1.1 出力ポートの構成

R02、R03出力ポート端子は特殊出力(TOUT、FOUT)端子と兼用されており、この機能をソフトウェアによって選択できるようになっています。

イニシャルリセット時はすべて汎用出力ポートに設定されます。

表4.6.1.1に機能選択による出力端子の設定を示します。

表4.6.1.1 出力端子の機能設定

端子名	イニシャルリセット時の 端子状態	特殊出力使用時	
		TOUT	FOUT
R00	R00 (LOW出力)	R00	R00
R01	R01 (LOW出力)	R01	R01
R02	R02 (LOW出力)	TOUT	
R03	R03 (LOW出力)		FOUT

特殊出力として使用する場合、データレジスタは"1"、ハイインピーダンス制御レジスタは"0"に固定する必要があります。

注: 本ICの出力端子(特殊出力を含む)でバイポーラトランジスタなど大電流を消費する外付け部品を駆動する際は、外付け部品の動作がICの電源に影響しないように基板パターンを設計してください。詳しくは、"5.3 実装上の注意事項"の<出力端子>を参照してください。

4.6.2 マスクオプション

出力ポートはマスクオプションにより出力仕様の選択が行えます。

出力ポートの各ビットごとに、コンプリメンタリ出力またはPチャンネルオープンドレイン出力のいずれかが選択できます。

ただし、Pチャンネルオープンドレイン出力を選択した場合でも、出力ポートに電源電圧を越える電圧の印加は禁止します。

4.6.3 ハイインピーダンス制御

出力ポートは、ソフトウェアにより端子の出力状態をハイインピーダンスとすることができます。制御はハイインピーダンス制御レジスタによって行います。

出力ポートのハイインピーダンス制御レジスタは以下のように制御できる出力ポートが割り当てられています。

ハイインピーダンス制御レジスタ	対応する出力ポート
R00HIZ	R00(1ビット)
R01HIZ	R01(1ビット)
R02HIZ	R02(1ビット)
R03HIZ	R03(1ビット)

ハイインピーダンス制御レジスタに"1"を書き込むと対応する出力ポート端子がハイインピーダンスとなり、"0"でデータレジスタにしたがった出力が行われます。

4.6.4 特殊出力

出力ポートR02およびR03は通常のDC出力のほかに表4.6.4.1に示す特殊出力をソフトウェアによって設定できます。図4.6.4.1にR02およびR03出力ポートの構成を示します。

表4.6.4.1 特殊出力

端子名	特殊出力選択時	特殊出力制御レジスタ
R03	FOUT	FOUTE
R02	TOUT	PTOUT

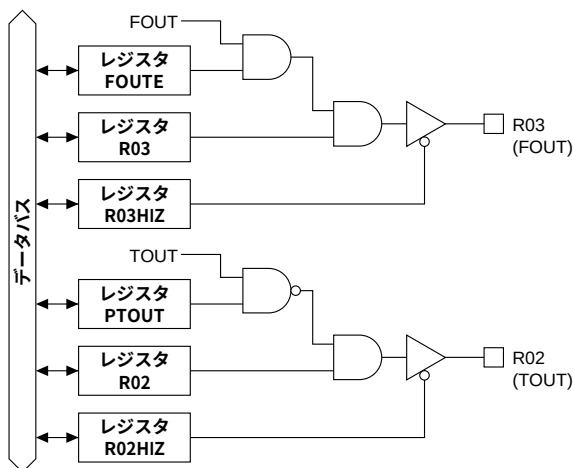


図4.6.4.1 R02、R03出力ポートの構成

イニシャルリセット時、出力ポートのデータレジスタは"0"、ハイインピーダンス制御レジスタは"0"に設定され、出力端子はLOW (Vss)レベルとなります。

R02、R03を特殊出力ポートとして使用する場合はデータレジスタR02、R03を"1"、ハイインピーダンス制御レジスタR02HIZ、R03HIZを"0"に固定し、特殊出力制御レジスタによってそれぞれの信号をON/OFFしてください。

- 注:**
- 特殊出力選択時にR02、R03レジスタに"0"を書き込むと、DC出力の場合と同様に出力端子がLOW (Vss)レベルに固定されますので注意してください。
 - ハイインピーダンス制御レジスタR02HIZ、R03HIZに"1"を書き込むと、出力端子がハイインピーダンスになりますので注意してください。

● TOUT(R02)

R02端子からはTOUT信号を出力させることができます。

TOUT信号はプログラマブルタイマの出力クロックで、外部デバイスに対するクロック供給などの目的に使用することができます。

TOUT出力を行う場合はR02レジスタを"1"、R02HIZレジスタを"0"に固定し、PTOUTレジスタによって信号をON/OFFします。ただし、プログラマブルタイマの制御が必要です。

プログラマブルタイマの詳細については"4.11 プログラマブルタイマ"を参照してください。

注: TOUT出力信号はON/OFF時にハザードを生じる可能性があります。

図4.6.4.2にTOUT信号の出力波形を示します。

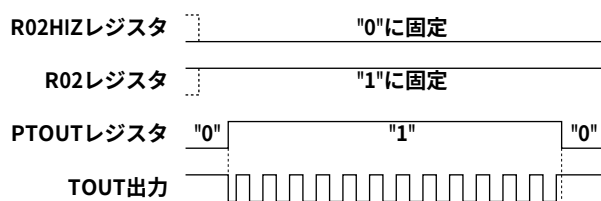


図4.6.4.2 TOUT信号の出力波形

● FOUT(R03)

R03端子からはFOUT信号を出力させることができます。

FOUT信号は発振回路の出力クロック(fosc1、fosc3)またはfosc1を内部回路で分周したクロックで、外部デバイスに対するクロック供給などの目的に使用することができます。

FOUT出力を行う場合はR03レジスタを"1"、R03HIZレジスタを"0"に固定し、FOUTEレジスタによって信号をON/OFFします。

出力するクロックの周波数は、表4.6.4.2に示す4種類から1つをFOFQ0およびFOFQ1レジスタによって選択できます。

表4.6.4.2 FOUTクロック周波数

FOFQ1	FOFQ0	クロック周波数
1	1	fosc3
1	0	fosc1
0	1	fosc1 × 1/8
0	0	fosc1 × 1/64

fosc1: OSC1発振回路の出力クロック

fosc3: OSC3発振回路の出力クロック

FOUT信号の周波数としてfosc3を選択した場合は、信号出力前にOSC3発振回路の制御が必要です。制御方法と注意事項については"4.4 発振回路"を参照してください。

注: FOUT出力信号はON/OFF時にハザードを生じる可能性があります。

図4.6.4.3にFOUT信号の出力波形を示します。

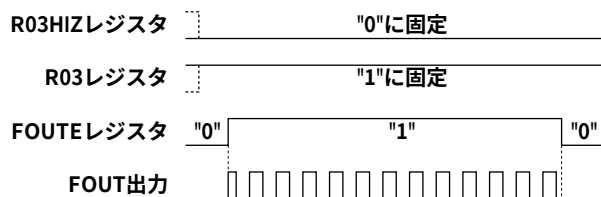


図4.6.4.3 FOUT信号の出力波形

4.6.5 出力ポートのI/Oメモリ

表4.6.5.1に出力ポートの制御ビットとそのアドレスを示します。

表4.6.5.1 出力ポートの制御ビット

アドレス	レジスタ								注 釈
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0	
FF06H	FOUTE	SWDIR	FOFQ1	FOFQ0	FOUTE	0	Enable	Disable	FOUT出力イネーブル 汎用レジスタ FOUT [FOFQ1, 0] 0 1 2 3 周波数選択 周波数 fosc1/64 fosc1/8 fosc1 fosc3
					SWDIR	0	1	0	
	R/W				FOFQ1	0			
					FOFQ0	0			
FF30H	R03HIZ	R02HIZ	R01HIZ	R00HIZ	R03HIZ	0	High-Z	Output	R03出力ハイインピーダンス制御(FOUTE=0) FOUT出力ハイインピーダンス制御(FOUTE=1) R02出力ハイインピーダンス制御(PTOUT=0) TOUT出力ハイインピーダンス制御(PTOUT=1) R01出力ハイインピーダンス制御 R00出力ハイインピーダンス制御
					R02HIZ	0	High-Z	Output	
	R/W				R01HIZ	0	High-Z	Output	
					R00HIZ	0	High-Z	Output	
FF31H	R03	R02	R01	R00	R03	0	High	Low	R03出力ポートデータ(FOUTE=0) FOUT出力時は1に固定 R02出力ポートデータ(PTOUT=0) TOUT出力時は1に固定 R01出力ポートデータ R00出力ポートデータ
					R02	0	High	Low	
	R/W				R01	0	High	Low	
					R00	0	High	Low	
FFC1H	0	0	CHSEL0	PTOUT	0 *3	- *2			未使用 未使用 TOUT出力選択 TOUT出力制御
					0 *3	- *2			
	R		R/W		CHSEL0	0	Timer 1	Timer 0	
					PTOUT	0	On	Off	

*1 イニシャルリセット時の初期値

*2 回路上設定されない

*3 読み出し時は常時"0"

● R00HIZ～R03HIZ: R0ポートハイインピーダンス制御レジスタ (FF30H)

出力ポートのハイインピーダンス制御を行います。

"1"書き込み: ハイインピーダンス

"0"書き込み: データ出力

読み出し: 可能

ハイインピーダンス制御レジスタに"0"を書き込むことにより、対応する出力端子からデータレジスタにしたがった出力が行われ、"1"を書き込むとハイインピーダンスになります。

R02、R03を特殊出力(TOUT、FOUT)として使用する場合、R02HIZレジスタ、R03HIZレジスタは"0"(データ出力)に固定してください。

イニシャルリセット時、これらのレジスタは"0"に設定されます。

● R00～R03: R0出力ポートデータレジスタ (FF31H)

各出力ポートの出力データを設定します。

"1"書き込み: HIGHレベル出力

"0"書き込み: LOWレベル出力

読み出し: 可能

出力ポート端子は対応するデータレジスタに書き込まれたデータをそのまま出力します。レジスタに"1"を書き込んだ場合、出力ポート端子はHIGH(V_{DD})レベルになり、"0"を書き込んだ場合はLOW(V_{SS})レベルになります。

R02、R03を特殊出力(TOUT、FOUT)として使用する場合、R02レジスタ、R03レジスタは"1"に固定してください。

イニシャルリセット時、これらのレジスタは"0"に設定されます。

● FOUTE: FOUT出力制御レジスタ (FF06H・D3)

FOUT出力を制御します。

"1"書き込み: FOUT出力ON
 "0"書き込み: FOUT出力OFF
 読み出し: 可能

R03レジスタが"1"、R03HIZレジスタが"0"に設定されている状態でFOUTEに"1"を書き込むことによってR03端子からFOUT信号が出力され、"0"の書き込みでR03端子がLOW(V_{SS})レベルになります。
 R03ポートをDC出力として使用する場合は、このレジスタを"0"に固定してください。
 イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● FOFQ0, FOFQ1: FOUT周波数選択レジスタ (FF06H・D0, D1)

FOUT信号の周波数を選択します。

表4.6.5.2 FOUTクロック周波数

FOFQ1	FOFQ0	クロック周波数
1	1	fosc3
1	0	fosc1
0	1	fosc1 × 1/8
0	0	fosc1 × 1/64

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● PTOUT: TOUT出力制御レジスタ (FFC1H・D0)

TOUT出力を制御します。

"1"書き込み: TOUT出力ON
 "0"書き込み: TOUT出力OFF
 読み出し: 可能

R02レジスタが"1"、R02HIZレジスタが"0"に設定されている状態でPTOUTに"1"を書き込むことによってR02端子からTOUT信号が出力され、"0"の書き込みでR02端子がHIGH(V_{DD})レベルになります。
 R02ポートをDC出力として使用する場合は、このレジスタを"0"に固定してください。
 イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

4.6.6 プログラミング上の注意事項

- (1) R02、R03を特殊出力(TOUT、FOUT)として使用する場合、R02レジスタ、R03レジスタは"1"に、R02HIZレジスタ、R03HIZレジスタは"0"に固定してください。
 R02、R03レジスタに"0"を書き込むと、出力端子がLOW(V_{SS})に固定されますので注意してください。
 R02HIZ、R03HIZに"1"を書き込むと、出力端子がハイインピーダンスになりますので注意してください。
- (2) TOUT信号、FOUT信号のON/OFF時は、出力波形にハザードが出ることがあります。
- (3) FOUT信号の周波数としてfosc3を選択した場合は、信号出力前にOSC3発振回路の制御が必要です。制御方法と注意事項については"4.4 発振回路"を参照してください。

4.7 入出力兼用ポート (P00~P03, P10~P13)

4.7.1 入出力兼用ポートの構成

S1C63653は8ビットの汎用入出力兼用ポートを内蔵しています。図4.7.1.1に入出力兼用ポートの構成を示します。

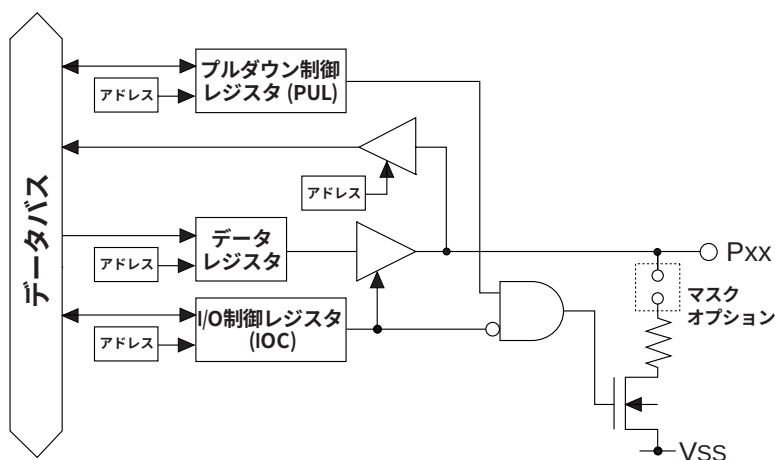


図4.7.1.1 入出力兼用ポートの構成

入出力兼用ポートは、各ポートを個々(1ビット単位)に入力モードまたは出力モードに設定できます。この設定はI/O制御レジスタにデータを書き込むことによって行います。

注: 本ICの出力でバイポーラトランジスタなど大電流を消費する外付け部品を駆動する際は、外付け部品の動作がICの電源に影響しないように基板パターンを設計してください。詳しくは、「5.3 実装上の注意事項」の<出力端子>を参照してください。

4.7.2 マスクオプション

入出力兼用ポートは出力モード時の出力仕様として、コンプリメンタリ出力、またはPチャンネルオープンドレイン出力のいずれかをマスクオプションにより1ビットごとに選択できるようになっています。

なお、Pチャンネルオープンドレイン出力を選択した場合でも、ポートに電源電圧を越える電圧を印加することは禁止します。

入力モード時のプルダウン抵抗の有無もマスクオプションにより1ビットごとに選択できます。

入力モード時の"プルダウン抵抗なし"を選択した場合には、フローティング状態が発生しないように注意してください。

4.7.3 I/O制御レジスタと入力/出力モード

入出力兼用ポートは、各ポートに対応したI/O制御レジスタIOCxxにデータを書き込むことにより入力モードあるいは出力モードに設定されます。

入力モードに設定する場合はI/O制御レジスタに"0"を書き込みます。入力モードに設定された入出力兼用ポートは、ハイインピーダンス状態となり入力ポートとして働きます。ただし、次項で説明するプルダウン制御を行っている場合は、この入力モード時に限り入力ラインがプルダウンされます。

出力モードに設定する場合はI/O制御レジスタに"1"を書き込みます。出力モードに設定された入出力兼用ポートは出力ポートとして働き、ポート出力データが"1"の場合にHIGH(V_{DD})レベル、"0"の場合にLOW(V_{SS})レベルの出力を行います。出力モード時にもデータの読み出しは可能で、その場合はデータレジスタの内容が読み出されます。

イニシャルリセット時、I/O制御レジスタは"0"に設定され、入出力兼用ポートは入力モードになります。

4.7.4 入力モード時のプルダウン

S1C63653の入出力兼用ポートには入力モード時に働くプルダウン抵抗が内蔵されています。このプルダウンを使用するかしないかについてはマスクオプションにより選択可能です。

各ポートに対応したプルダウン制御レジスタPULxxに"1"を書き込むことによりプルダウン抵抗が有効になり、入力モード時に入力ラインがプルダウンされます。"0"を書き込んだ場合、プルダウンは行われません。イニシャルリセット時、プルダウン制御レジスタは"1"に設定されます。

マスクオプションにより"プルダウンなし"を選択したポートのプルダウン制御レジスタは、汎用レジスタとして使用可能です。

4.7.5 入出力兼用ポートのI/Oメモリ

表4.7.5.1に入出力兼用ポートの制御ビットとそのアドレスを示します。

表4.7.5.1 入出力兼用ポートの制御ビット

アドレス	レジスタ				Name	Init *1	1	0	注 釈
	D3	D2	D1	D0					
FF40H	IOC03	IOC02	IOC01	IOC00	IOC03	0	Output	Input	P00～P03 I/O制御レジスタ
					IOC02	0	Output	Input	
					IOC01	0	Output	Input	
					IOC00	0	Output	Input	
FF41H	PUL03	PUL02	PUL01	PUL00	PUL03	1	On	Off	P00～P03プルダウン制御レジスタ
					PUL02	1	On	Off	
					PUL01	1	On	Off	
					PUL00	1	On	Off	
FF42H	P03	P02	P01	P00	P03	–*2	High	Low	P00～P03入出力兼用ポートデータ
					P02	–*2	High	Low	
					P01	–*2	High	Low	
					P00	–*2	High	Low	
FF44H	IOC13	IOC12	IOC11	IOC10	IOC13	0	Output	Input	P10～P13 I/O制御レジスタ
					IOC12	0	Output	Input	
					IOC11	0	Output	Input	
					IOC10	0	Output	Input	
FF45H	PUL13	PUL12	PUL11	PUL10	PUL13	1	On	Off	P10～P13プルダウン制御レジスタ
					PUL12	1	On	Off	
					PUL11	1	On	Off	
					PUL10	1	On	Off	
FF46H	P13	P12	P11	P10	P13	–*2	High	Low	P10～P13入出力兼用ポートデータ
					P12	–*2	High	Low	
					P11	–*2	High	Low	
					P10	–*2	High	Low	

*1 イニシャルリセット時の初期値

*2 回路上設定されない

*3 読み出し時は常時"0"

● P00～P03: P0入出力兼用ポートデータレジスタ (FF42H)

P10～P13: P1入出力兼用ポートデータレジスタ (FF46H)

入出力兼用ポートデータの読み出し、および出力データの設定を行います。

・データ書き込み時

"1"書き込み: HIGHレベル

"0"書き込み: LOWレベル

入出力兼用ポートが出力モードに設定されている場合、書き込んだデータがそのまま入出力兼用ポート端子に出力されます。ポートデータとして"1"を書き込んだ場合はポート端子はHIGH(V_{DD})レベルになり、"0"を書き込んだ場合はLOW(V_{SS})レベルになります。

なお、入力モードの場合もポートデータの書き込みは行えます。

・データ読み出し時

"1"読み出し: HIGHレベル

"0"読み出し: LOWレベル

入出力兼用ポートの端子電圧レベルを読み出します。入出力兼用ポートが入力モードの場合はポート端子に入力されている電圧レベルが読み出され、出力モードに設定されている場合はレジスタの内容が読み出されます。端子電圧がHIGH(V_{DD})レベルの場合は読み出されるポートデータが"1"、LOW(V_{SS})レベルの場合は"0"となります。

また、マスクオプションで"プルダウンあり"を選択し、PULレジスタに"1"を設定している場合、入力モード時には内蔵プルダウン抵抗がONとなり、入出力兼用ポート端子がプルダウンされます。

注: 入力モード時にポートの入力をHIGHレベルからプルダウン抵抗でLOWレベルに変化させる場合、プルダウン抵抗と入力ゲート容量の時定数によって波形立ち下がりに遅延が生じます。このため、入力データの取り込みを行う際は、適切な待ち時間を設定してください。

特に、キーマトリクス構成時のキースキャン等に注意が必要です。

この待ち時間は次の式で算出される時間以上としてください。

$10 \times C(\text{端子容量}5\text{pF} + \text{寄生容量?pF}) \times R(\text{プルダウン抵抗}375\text{k}\Omega \text{ Max.})$

● IOC00～IOC03: P0ポートI/O制御レジスタ (FF40H)

IOC10～IOC13: P1ポートI/O制御レジスタ (FF44H)

入出力兼用ポートの入力/出力モードを設定します。

"1"書き込み: 出力モード

"0"書き込み: 入力モード

読み出し: 可能

入出力兼用ポートの入力/出力モードを1ビット単位に設定します。

I/O制御レジスタに"1"を書き込むことにより対応する入出力兼用ポートが出力モードに、"0"を書き込むことにより入力モードになります。

イニシャルリセット時、これらのレジスタは"0"に設定され、入出力兼用ポートはすべて入力モードになります。

● PUL00～PUL03: P0ポートプルダウン制御レジスタ (FF41H)

PUL10～PUL13: P1ポートプルダウン制御レジスタ (FF45H)

入力モード時のプルダウンを設定します。

"1"書き込み: プルダウンON

"0"書き込み: プルダウンOFF

読み出し: 可能

入出力兼用ポートに内蔵されたプルダウン抵抗を入力モード時にONまたはOFFすることを1ビット単位に設定します。(プルダウン抵抗はマスクオプションで選択したポートのみに付加されます。)

プルダウン制御レジスタに"1"を書き込むことにより、対応する入出力兼用ポートが入力モード時にプルダウンがONとなります。"0"を書き込んだ場合、プルダウンは行われません。

イニシャルリセット時、これらのレジスタは"1"に設定され、プルダウン抵抗がすべてONになります。

マスクオプションによりプルダウン抵抗が付加されていないポートのプルダウン制御レジスタはプルダウンには影響を与えない汎用レジスタとなります。

4.7.6 プログラミング上の注意事項

入力モード時にポートの入力をHIGHレベルからプルダウン抵抗でLOWレベルに変化させる場合、プルダウン抵抗と入力ゲート容量の時定数によって波形立ち下がりに遅延が生じます。このため、入力データの取り込みを行う際は、適切な待ち時間を設定してください。

特に、キーマトリクス構成時のキースキャン等に注意が必要です。

この待ち時間は次の式で算出される時間以上としてください。

$10 \times C(\text{端子容量}5\text{pF} + \text{寄生容量?pF}) \times R(\text{プルダウン抵抗}375\text{k}\Omega \text{ Max.})$

4.8 LCDドライバ (COM0～COM5, SEG0～SEG31)

4.8.1 LCDドライバの構成

S1C63653は6本のコモン端子(COM0～COM5)と32本のセグメント端子(SEG0～SEG31)を持ち、最大192ドット(32×6)のLCDを駆動できます。

駆動方法は V_{C1} 、 V_{C2} 、 V_{C3} の3電位(1/3バイアス)による1/6、1/5、1/4または1/3デューティダイナミック駆動です。LCD表示のON/OFFもソフトウェアにより制御できます。

4.8.2 LCD駆動電源

LCD駆動用電源はマスクオプションによって内蔵電源または外部電源から選択できます。

内蔵電源を選択すると、LCD駆動用の電圧 V_{C1} ～ V_{C3} は、LCD系電圧回路により内部発生します。LCD系電圧回路はLPWRレジスタによってON/OFFします。LPWRを"1"に設定することにより、LCD系電圧回路はLCD駆動電圧 V_{C1} ～ V_{C3} をLCDドライバに対して出力します。

LCD系電圧回路はその中の定電圧回路によって V_{C1} を発生し、その電圧を昇圧して他の2電位($V_{C2} = 2V_{C1}$ 、 $V_{C3} = 3V_{C1}$)を発生します。

外部電源を使用する場合は、電圧をマスクオプションで以下の3種類から選択し、 V_{C1} ～ V_{C3} 端子に供給します。

1. 外部電源 1/3バイアス(4.5Vパネル対応) $V_{DD} = V_{C2}$
2. 外部電源 1/3バイアス(3.0Vパネル対応) $V_{DD} = V_{C3}$
3. 外部電源 1/2バイアス(3.0Vパネル対応) $V_{DD} = V_{C3}$, $V_{C1} = V_{C2}$ (スタティック駆動可能)

外部電源を使用する場合も、LPWRレジスタによるON/OFF制御は必要です。マスクオプションによりDC出力に設定したSEG出力ポートは、この電源のON/OFFにかかわらず出力可能です。

4.8.3 LCD表示のON/OFFとLCD駆動波形

(1) 表示のON/OFF

S1C63653には電源のON/OFFの制御とは別に、表示を点滅させるためのALON、ALOFFレジスタが用意されています。ALONは"1"の書き込みですべてのセグメントをONにするものです。ALOFFは逆に"1"の書き込みですべてのセグメントをOFFにします。この場合、SEG端子からはON波形またはOFF波形が出力されます。"0"設定時は共に通常の表示が行われます。また、ALON、ALOFF共に"1"に設定した場合、ALON(全点灯)がALOFF(全消灯)に優先します。

(2) 駆動デューティの切り換え

S1C63653はソフトウェアにより駆動デューティを1/6、1/5、1/4、1/3の4種類に切り換えることができます。この設定は表4.8.3.1に示すとおり、レジスタLDUTY1およびLDUTY0によって行います。

表4.8.3.1 駆動デューティの設定

LDUTY1	LDUTY0	駆動デューティ	使用コモン端子	最大セグメント数
1	1	1/3	COM0～COM2	96 (32×3)
1	0	1/6	COM0～COM5	192 (32×6)
0	1	1/5	COM0～COM4	160 (32×5)
0	0	1/4	COM0～COM3	128 (32×4)

フレーム周波数は駆動デューティにしたがい表4.8.3.2に示す値となります。

表4.8.3.2 フレーム周波数

OSC1発振周波数	1/6、1/3デューティ選択時	1/5デューティ選択時	1/4デューティ選択時
32.768kHz	42.7Hz	25.6Hz	32Hz

図4.8.3.1～図4.8.3.4に各デューティのダイナミック駆動波形を示します。

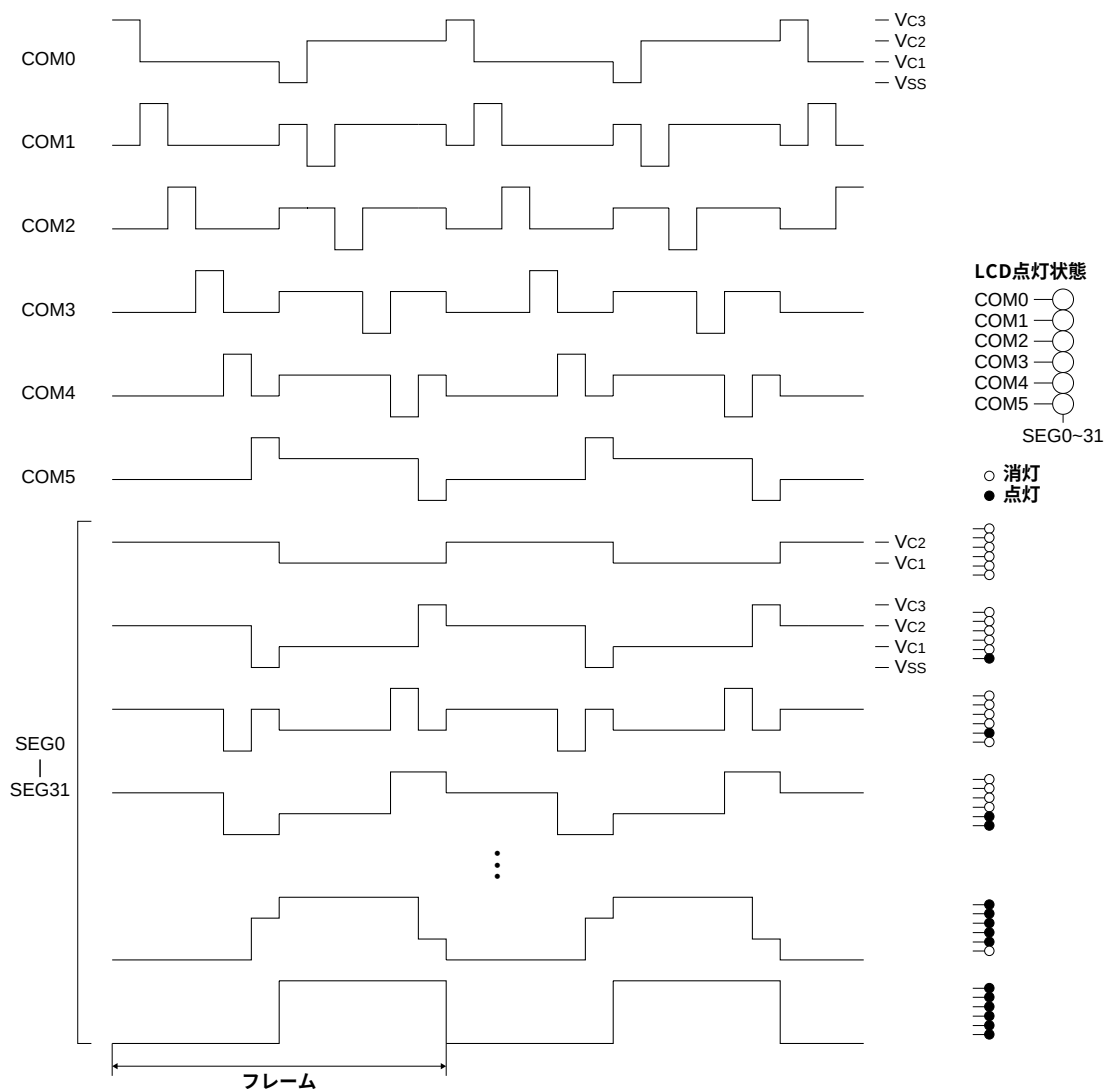


図4.8.3.1 1/6デューティLCD駆動波形

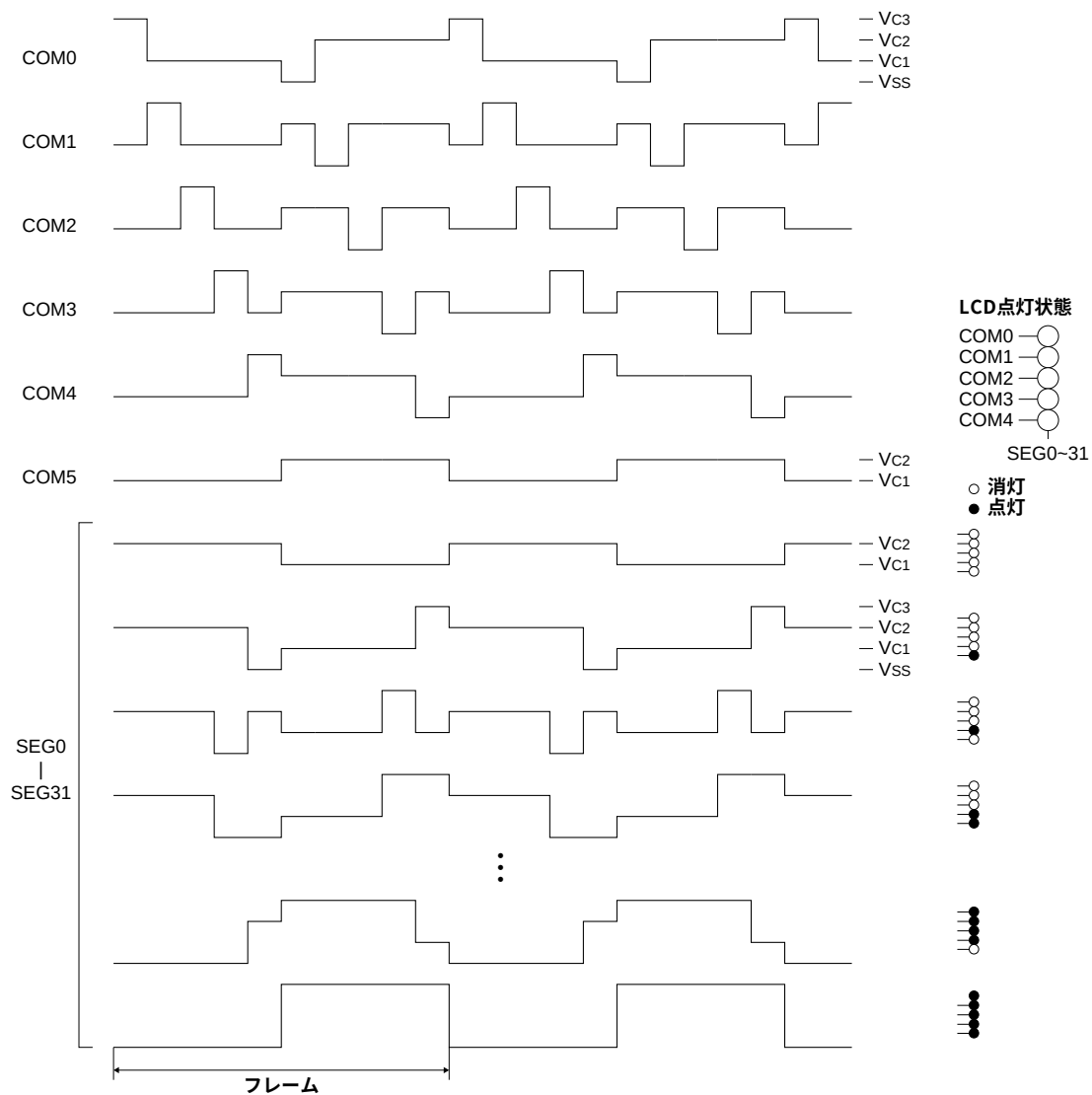


図4.8.3.2 1/5デューティLCD駆動波形

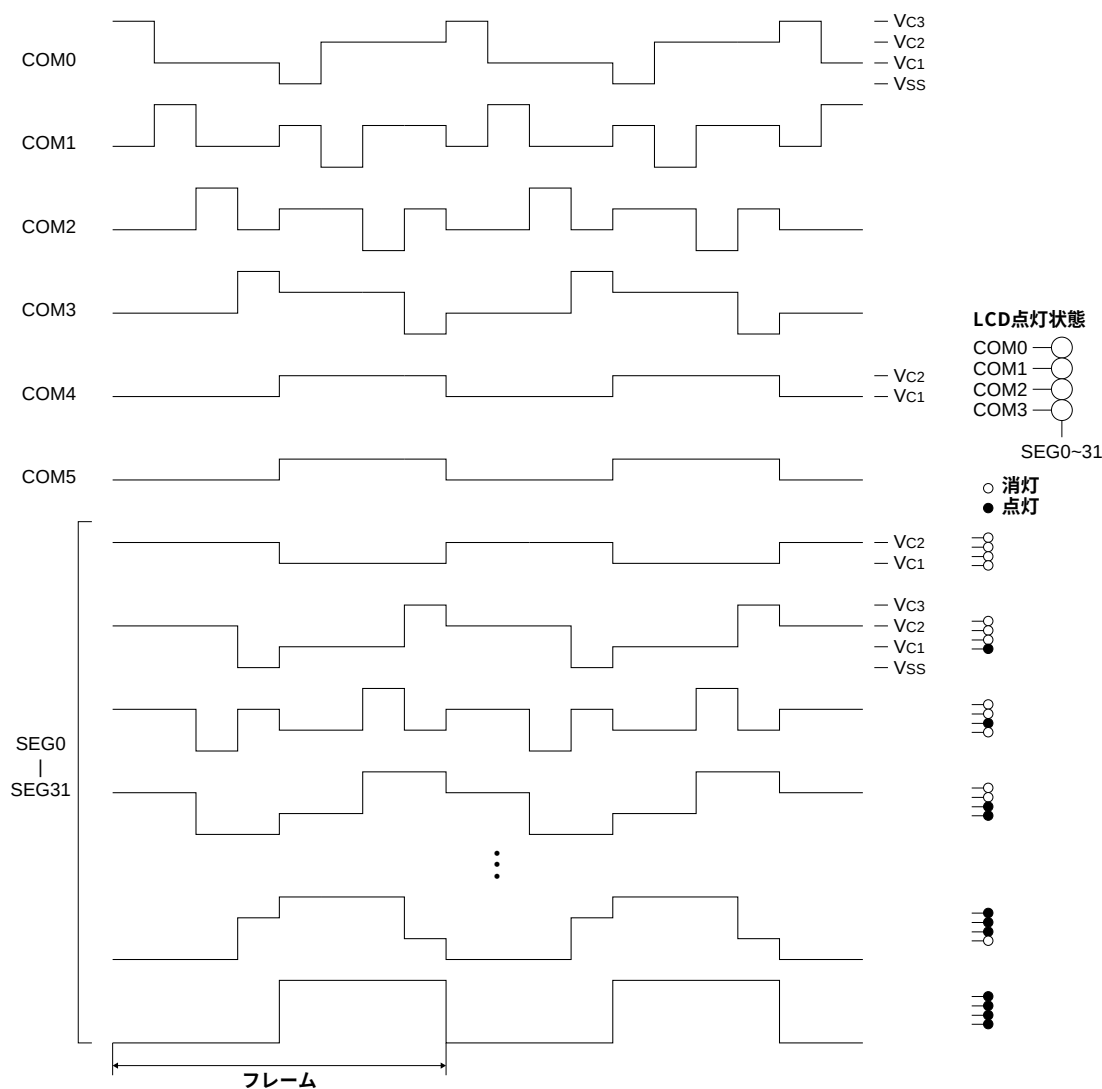


図4.8.3.3 1/4デューティLCD駆動波形

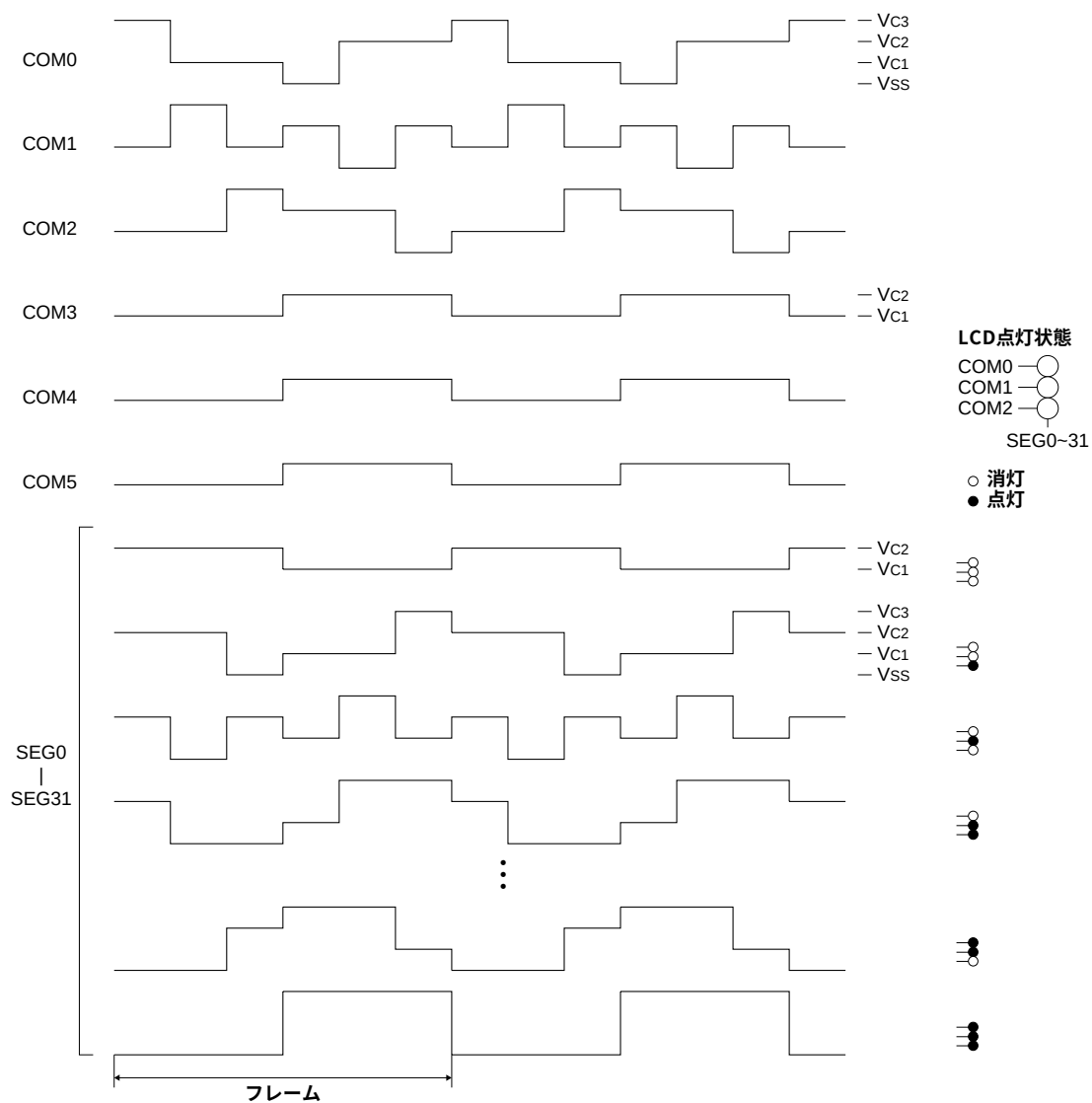


図4.8.3.4 1/3デューティLCD駆動波形

(3) スタティック駆動

S1C63653はLCDスタティック駆動をソフトウェアにより設定できます。ただし、この機能は、"外部電源 1/2 バイアス(3.0Vパネル対応)"のマスクオプション選択時にのみ有効です。

スタティック駆動に設定するには、LCD駆動方式選択レジスタSTCDに"1"を書き込みます。この状態で、SEG端子に対応するCOM0～COM5のいずれかのビット(表示メモリ)に"1"を書き込むと、そのSEG端子はスタティックのON波形を出力します。COM0～COM5すべてが"0"に設定されているときは、そのSEG端子はダイナミックのままOFF波形を出力します。

図4.8.3.5にスタティック駆動波形を示します。

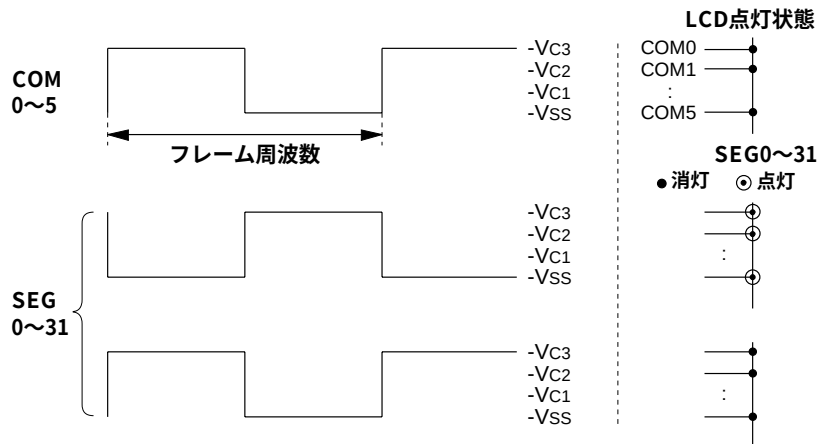


図4.8.3.5 スタティック駆動波形

注: スタティック駆動を行うには、マスクオプションで"外部電源 1/2 バイアス(3.0Vパネル対応)"を選択してください。内部電源、または外部電源 1/3 バイアスのマスクオプション選択時は、STCDレジスタでスタティック駆動に設定することはできません。

4.8.4 表示メモリ

表示メモリはデータメモリ領域のF000H～F02FHに割り付けられており、マスクオプションにより任意のセグメント端子(SEG0～SEG31)に対応させることができます。

表示メモリのビットを"1"にすると対応するLCDセグメントが点灯し、"0"にすると消灯します。

イニシャルリセット時、表示メモリの内容は不定となりますので、ソフトウェアにより初期化する必要があります。

LCD表示に使用しないアドレスは汎用のメモリとして使用することができます。

4.8.5 セグメントオプション

● セグメント割り付け

表示メモリのアドレス(F000H～F02FH)およびビット(D0～D3)は、マスクオプションにより任意のセグメント端子(SEG0～SEG31)に対応させることができます。このため、液晶パネルの自由度が増し設計が容易になります。

図4.8.5.1にLCDセグメント(パネル上)と表示メモリの関係を1/4デューティの場合を例として示します。

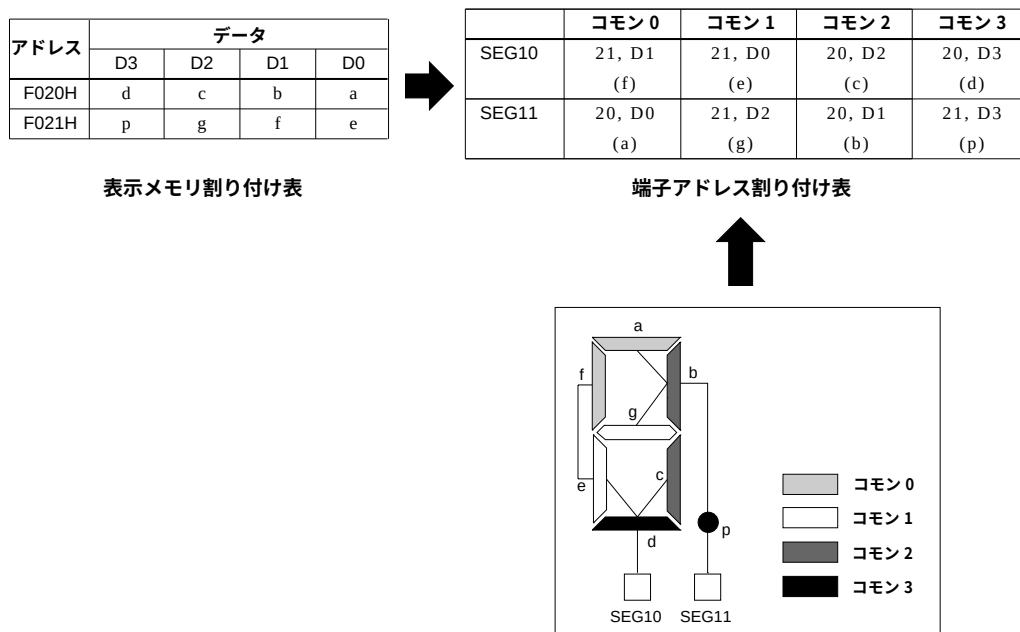


図4.8.5.1 セグメント割り付け

● 出力仕様

- 各セグメント端子(SEG0～SEG31)は2端子単位でセグメント信号出力かDC出力(V_{DD} 、 V_{SS} の2値出力)をマスクオプションで選択します。
DC出力を選択した場合は各セグメント端子のCOM0に対応するデータが出力されます。
- DC出力を選択した場合、コンプリメンタリ出力かNチャンネルオープンドレイン出力を2端子ごとにマスクオプションで選択できます。

注: 2端子単位とはSEG(2・n)とSEG(2・n+1) (nは0～15の整数)の組合せです。

セグメントオプションリスト

端子名	アドレス (F0xx)																		出力仕様
	COM0			COM1			COM2			COM3			COM4			COM5			
	H	L	D	H	L	D	H	L	D	H	L	D	H	L	D	H	L	D	
SEG0																			SEG出力 ☐ S
SEG1																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG2																			SEG出力 ☐ S
SEG3																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG4																			SEG出力 ☐ S
SEG5																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG6																			SEG出力 ☐ S
SEG7																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG8																			SEG出力 ☐ S
SEG9																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG10																			SEG出力 ☐ S
SEG11																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG12																			SEG出力 ☐ S
SEG13																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG14																			SEG出力 ☐ S
SEG15																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG16																			SEG出力 ☐ S
SEG17																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG18																			SEG出力 ☐ S
SEG19																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG20																			SEG出力 ☐ S
SEG21																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG22																			SEG出力 ☐ S
SEG23																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG24																			SEG出力 ☐ S
SEG25																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG26																			SEG出力 ☐ S
SEG27																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG28																			SEG出力 ☐ S
SEG29																			DC出力 ☐ C ☐ N
SEG30																			SEG出力 ☐ S
SEG31																			DC出力 ☐ C ☐ N
〈アドレス〉 H: RAMデータ上位アドレス (0~9) L: RAMデータ下位アドレス (0~F) D: データビット (0~3)										〈出力仕様〉 S: セグメント出力 C: コンプリメンタリ出力 N: Nchオープンドレイン出力									

4.8.6 LCDコントラスト調整

S1C63653では、LCDのコントラストもソフトウェアによって調整できるようになっています。これは内蔵のLCD系電圧回路が出力するV_{C1}、V_{C2}、V_{C3}の電圧を制御することによって実現しています。コントラストはLC3～LC0レジスタによって表4.8.6.1に示す16段階に調整可能です。レジスタの設定値によりV_{C1}は0.95V～1.40V(0.03Vステップ)の範囲で、他の電圧はV_{C1}にしたがって変化します。

表4.8.6.1 LCDコントラスト

No.	LC3	LC2	LC1	LC0	V _{C1} (V)	コントラスト
0	0	0	0	0	0.95 *	淡
1	0	0	0	1	0.98 *	↑
2	0	0	1	0	1.01 *	
3	0	0	1	1	1.04 *	
4	0	1	0	0	1.07 *	
5	0	1	0	1	1.10 *	
6	0	1	1	0	1.13 *	
7	0	1	1	1	1.16	
8	1	0	0	0	1.19	
9	1	0	0	1	1.22	
10	1	0	1	0	1.25	
11	1	0	1	1	1.28	
12	1	1	0	0	1.31	
13	1	1	0	1	1.34	
14	1	1	1	0	1.37	↓
15	1	1	1	1	1.40	濃

* LCD系定電圧回路を降圧モードで動作させている場合、V_{C1}を1.16V以上(LC = 7以上)には設定しないでください。

イニシャルリセット時、LC3～LC0は0000Bになります。希望のコントラストを得るにはソフトウェアによる初期化が必要です。

LCD駆動電圧をマスクオプションによって外部印加する場合、この調整は無効となります。

4.8.7 LCDドライバのI/Oメモリ

表4.8.7.1にLCDドライバの制御ビットとそのアドレスを、図4.8.7.1に表示メモリマップを示します。

表4.8.7.1 LCDドライバの制御ビット

アドレス	レジスタ								注 釈
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0	
FF60H	LDUTY1	LDUTY0	STCD	LPWR	LDUTY1	0			LCD駆動デューティ切り換え [LDUTY1,0] 0 1 2 3 デューティ 1/4 1/5 1/6 1/3
					LDUTY0	0			
	R/W				STCD	0	Static	Dynamic	LCD駆動方式切り換え LCD電源On/Off
					LPWR	0	On	Off	
FF61H	0	ALOFF	ALON	0	0 *3	- *2			未使用 LCD全消灯制御 LCD全点灯制御
					ALOFF	1	All Off	Normal	
	R	R/W		R	ALON	0	All On	Normal	未使用
					0 *3	- *2			
FF62H	LC3	LC2	LC1	LC0	LC3	0			LCDコントラスト調整 [LC3~0] 0 ~ 15 コントラスト 淡 ~ 濃
					LC2	0			
					LC1	0			
					LC0	0			

*1 イニシャルリセット時の初期値

*2 回路上設定されない

*3 読み出し時は常時"0"

Address Low Base	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
F00H	表示メモリ(48ワード x 4ビット) R/W															
F01H																
F02H																

図4.8.7.1 表示メモリマップ

● LPWR: LCD電源ON/OFF制御レジスタ (FF60H・D0)

LCD系電圧回路をON/OFFします。

"1"書き込み: ON
"0"書き込み: OFF
読み出し: 可能

LPWRに"1"を書き込むことにより、LCD系電圧回路がONとなりLCD駆動電圧を発生します。"0"を書き込んだ場合、LCD駆動電圧はすべてVssとなります。

LPWRに"1"を書き込んだ後、LCD系電圧回路が動作しLCD駆動電圧出力が安定するまで約100msecかかります。

この制御はDC出力に設定されたSEG端子には影響を与えません。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● LDUTY0, LDUTY1: LCD駆動デューティ切り換えレジスタ (FF60H・D2, D3)

LCD駆動デューティを選択します。

表4.8.7.2 駆動デューティの設定

LDUTY1	LDUTY0	駆動デューティ	使用コモン端子	最大セグメント数
1	1	1/3	COM0~COM2	96 (32×3)
1	0	1/6	COM0~COM5	192 (32×6)
0	1	1/5	COM0~COM4	160 (32×5)
0	0	1/4	COM0~COM3	128 (32×4)

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● STCD: LCD駆動方式選択レジスタ (FF60H・D1)

LCDの駆動方式を選択します。

"1"書き込み: スタティック駆動
"0"書き込み: ダイナミック駆動
読み出し: 可能

STCDに"1"を書き込むとスタティック駆動、"0"の書き込みでダイナミック駆動となります。
イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● ALON: LCD全点灯制御レジスタ (FF61H・D1)

LCDセグメントを全点灯させます。

"1"書き込み: 全点灯
"0"書き込み: 通常表示
読み出し: 可能

ALONに"1"を書き込むとLCDセグメントがすべて点灯し、"0"の書き込みで通常表示に戻ります。これによる全点灯はSEGにON波形を出力するもので、表示メモリの内容には影響を与えません。

ALONはALOFFに優先します。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● ALOFF: LCD全消灯制御レジスタ (FF61H・D2)

LCDセグメントを全消灯させます。

"1"書き込み: 全消灯
"0"書き込み: 通常表示
読み出し: 可能

ALOFFに"1"を書き込むとLCDセグメントがすべて消灯し、"0"の書き込みで通常表示に戻ります。これによる全消灯はSEGにOFF波形を出力するもので、表示メモリの内容には影響を与えません。

ALON(FF61H・D1)に"1"が同時に書き込まれた場合は、全点灯が優先されます。

イニシャルリセット時、このレジスタは"1"に設定されます。

● LC3～LC0: LCDコントラスト調整レジスタ (FF62H)

LCDのコントラストを調整します。

LC3～LC0 = 0000B 淡
 : :
LC3～LC0 = 1111B 濃

LCD駆動電圧をマスクオプションによって外部印加する場合、この調整は無効となります。

イニシャルリセット時、LC3～LC0は0000Bに設定されます。

4.8.8 プログラミング上の注意事項

イニシャルリセット時、表示メモリの内容は不定となり、LC3～LC0(LCDコントラスト)も0000Bとなりますので、ソフトウェアにより初期化する必要があります。また、表示もすべてOFFとなるように各レジスタ(LPWR、ALOFF)が設定されますので注意してください。

4.9 計時タイマ

4.9.1 計時タイマの構成

S1C63653はOSC1(水晶発振)を原振とする計時タイマを内蔵しています。計時タイマはfOSC1の分周クロック(256Hz)を入力クロックとする8ビットのバイナリカウンタで構成され、その8ビットデータ(128Hz～16Hzと8Hz～1Hz)をソフトウェアによって読み出すことができます。

図4.9.1.1に計時タイマのブロック図を示します。

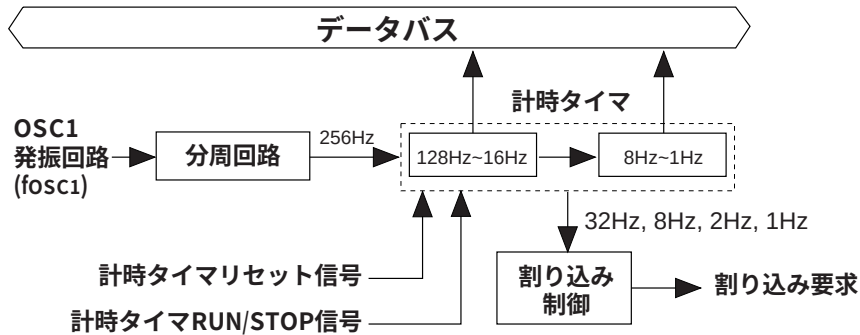


図4.9.1.1 計時タイマのブロック図

通常はこの計時タイマを、時計などのような各種の計時機能に用います。

4.9.2 データの読み出しとホールド機能

8ビットのタイマデータはアドレスFF75HとFF76Hに次のように割り付けられています。

<FF75H>	D0:TM0=128Hz	D1:TM1=64Hz	D2:TM2=32Hz	D3:TM3=16Hz
<FF76H>	D0:TM4=8Hz	D1:TM5=4Hz	D2:TM6=2Hz	D3:TM7=1Hz

計時タイマのデータは2つのアドレスに割り付けられているため、カウント中に下位データ(TM0～TM3: 128Hz～16Hz)から上位データ(TM4～TM7: 8Hz～1Hz)への桁上げが発生します。下位データと上位データの読み出しの間にこの桁上げが発生すると、2つを合わせた内容が正しい値とはなりません(下位データがFFHと読み出されていて、上位データはその時点から1つカウントアップされた値になってしまいます)。これを避けるために、S1C63653では上位データのホールド機能が働くようになっています。この機能は下位データの読み出しを行った時点で上位データのカウンタアップ(下位データからの桁上げ)を一時停止するもので、上位データがホールドされる時間は次に示す2つの内の短い方になります。

1. 上位データを読み出すまでの間
2. 0.48msec～1.5msec(読み出しのタイミングにより異なる)

注: 上位データを先に読み出した場合は下位データのホールドは行われませんので、必ず下位バイトから先に読み出しを行ってください。

4.9.3 割り込み機能

計時タイマは32Hz、8Hz、2Hz、1Hzの各信号の立ち下がりエッジにおいて割り込みを発生させることができます。また、前記の各周波数に対して個別に割り込みをマスクするかしないかを、ソフトウェアで設定することができます。

図4.9.3.1に計時タイマのタイミングチャートを示します。

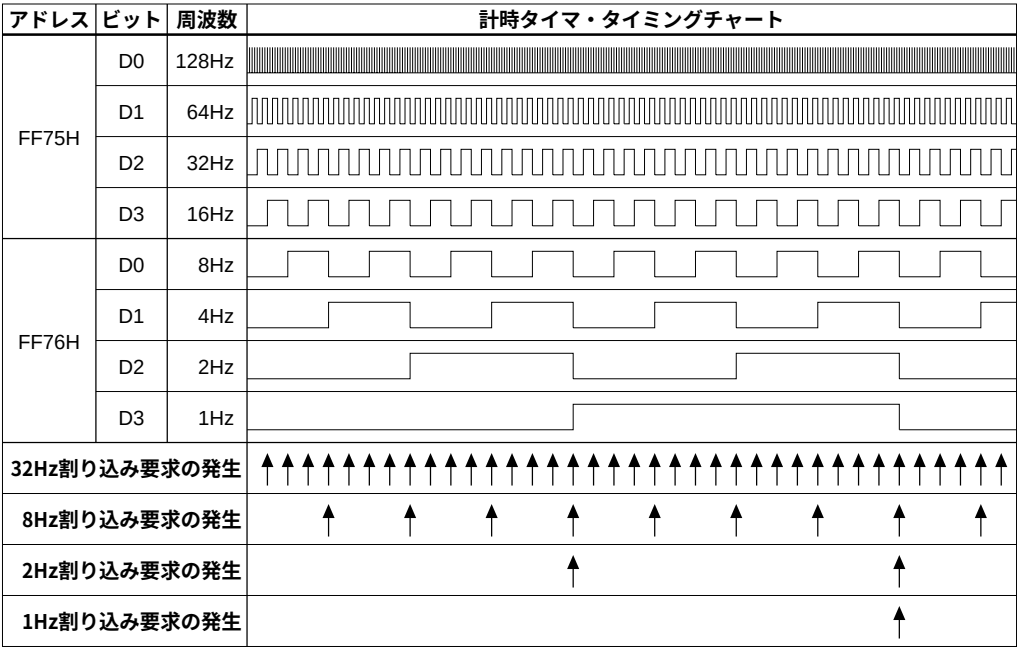


図4.9.3.1 計時タイマのタイミングチャート

図4.9.3.1に示すとおり、割り込みは各周波数(32Hz、8Hz、2Hz、1Hz)の信号の立ち下がりエッジによって発生します。また、この時点に対応する割り込み要因フラグ(IT0、IT1、IT2、IT3)が"1"にセットされます。各割り込みは、割り込みマスクレジスタ(EIT0、EIT1、EIT2、EIT3)によって、個別にマスクを選択することができます。ただし、割り込み要因フラグは割り込みマスクレジスタの設定にかかわらず、対応する信号の立ち下がりエッジで"1"にセットされます。

4.9.4 計時タイマのI/Oメモリ

表4.9.4.1に計時タイマの制御ビットとそのアドレスを示します。

表4.9.4.1 計時タイマの制御ビット

アドレス	レジスタ				注 釈			
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0
FF74H	0	0	TMRST	TMRUN	0 *3	– *2		未使用
					0 *3	– *2		未使用
	R		W	R/W	TMRST*3	Reset	Reset	Invalid
FF75H	TM3	TM2	TM1	TM0	TMRUN	0	Run	Stop
	R							
					TM3	0		計時タイマデータ(16Hz)
					TM2	0		計時タイマデータ(32Hz)
FF76H	TM7	TM6	TM5	TM4	TM1	0		計時タイマデータ(64Hz)
	R				TM0	0		計時タイマデータ(128Hz)
					TM7	0		計時タイマデータ(1Hz)
					TM6	0		計時タイマデータ(2Hz)
FFE5H	EIT3	EIT2	EIT1	EIT0	TM5	0		計時タイマデータ(4Hz)
	R/W				TM4	0		計時タイマデータ(8Hz)
					EIT3	0	Enable	Mask
					EIT2	0	Enable	Mask
FFF5H	IT3	IT2	IT1	IT0	EIT1	0	Enable	Mask
	R/W				EIT0	0	Enable	Mask
					IT3	0	(R)	(R)
					IT2	0	Yes	No
					IT1	0	(W)	(W)
					IT0	0	Reset	Invalid

*1 イニシャルリセット時の初期値

*2 回路上設定されない

*3 読み出し時は常時"0"

● TM0～TM7: タイマデータ (FF75H, FF76H)

計時タイマの128Hz～1Hzのタイマデータが読み出せます。この8ビットは読み出し専用のため、書き込み動作は無効となります。

下位データ(FF75H)を読み出すことにより、上位データ(FF76H)がその読み出しまで、または0.48msec～1.5msecの間、どちらか短い方にホールドされます。

イニシャルリセット時、タイマデータは"00H"に初期化されます。

● TMRST: 計時タイマリセット (FF74H・D1)

計時タイマをリセットするビットです。

"1"書き込み: 計時タイマリセット

"0"書き込み: ノーオペレーション

読み出し: 常時"0"

計時タイマは、TMRSTに"1"を書き込むことによりリセットされます。計時タイマがRUN状態でリセットを行うとリセット直後にリスタートします。また、STOP状態の場合はリセットデータが保持されます。

また、"0"の書き込みはノーオペレーションとなります。

このビットは書き込み専用のため、読み出し時は常時"0"となります。

● TMRUN: 計時タイマRUN/STOP制御レジスタ (FF74H・D0)

計時タイマのRUN/STOPを制御します。

"1"書き込み: RUN
 "0"書き込み: STOP
 読み出し: 可能

計時タイマはTMRUNに"1"を書き込むことによりRUNし、"0"の書き込みによりSTOPします。
 STOP状態ではリセットか次にRUN状態にするまで、タイマのデータは保持されます。また、STOP状態からRUN状態にすることにより保持していたデータから継続して、カウントを進めることができます。
 イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● EIT0: 32Hz割り込みマスクレジスタ (FFE5H・D0)

EIT1: 8Hz割り込みマスクレジスタ (FFE5H・D1)

EIT2: 2Hz割り込みマスクレジスタ (FFE5H・D2)

EIT3: 1Hz割り込みマスクレジスタ (FFE5H・D3)

計時タイマの割り込みについて、マスクするかしないかを選択します。

"1"書き込み: イネーブル
 "0"書き込み: マスク
 読み出し: 可能

各周波数(32Hz、8Hz、2Hz、1Hz)に対して、割り込みをマスクするかしないかを、割り込みマスクレジスタEIT0(32Hz)、EIT1(8Hz)、EIT2(2Hz)、EIT3(1Hz)により個別に選択できます。
 イニシャルリセット時、これらのレジスタはすべて"0"に設定されます。

● IT0: 32Hz割り込み要因フラグ (FFF5H・D0)

IT1: 8Hz割り込み要因フラグ (FFF5H・D1)

IT2: 2Hz割り込み要因フラグ (FFF5H・D2)

IT3: 1Hz割り込み要因フラグ (FFF5H・D3)

計時タイマ割り込みの発生状態を示すフラグです。

"1"読み出し: 割り込み有
 "0"読み出し: 割り込み無
 "1"書き込み: 要因フラグをリセット
 "0"書き込み: 無効

割り込み要因フラグIT0、IT1、IT2、IT3は、それぞれ32Hz、8Hz、2Hz、1Hzの計時タイマ割り込みに対応します。これらのフラグによって計時タイマ割り込みの有無を、ソフトウェアで判断することができます。ただし、これらのフラグは割り込みをマスクしていても、対応する信号の立ち上がりエッジで"1"にセットされます。これらのフラグは、"1"を書き込むことによって"0"にリセットされます。

割り込み発生後、割り込み要因フラグをリセットせずに割り込み許可(Iフラグ="1")に設定あるいはRETI命令を実行すると再度同一の割り込みが発生してしまいます。したがって、割り込み処理ルーチン内では、割り込み許可状態に移行する前に割り込み要因フラグのリセット("1"書き込み)を行ってください。

イニシャルリセット時、これらのフラグは"0"に設定されます。

4.9.5 プログラミング上の注意事項

- (1) データの読み出しは必ず下位データ(TM0～TM3)から先に行ってください。
- (2) 割り込み発生後、割り込み要因フラグをリセットせずに割り込み許可(Iフラグ="1")に設定あるいはRETI命令を実行すると再度同一の割り込みが発生してしまいます。したがって、割り込み処理ルーチン内では、割り込み許可状態に移行する前に割り込み要因フラグのリセット("1"書き込み)を行ってください。

4.10 プログラマブルタイム

4.10.1 プログラマブルタイムの構成

S1C63653は8ビットのプログラマブルタイムを2系統(タイマ0とタイマ1)内蔵しています。各タイマは8ビットプリセッタブルダウンカウンタで構成され、8ビット×2チャンネルあるいは16ビット×1チャンネルのプログラマブルタイムとして使用することができます。タイマ0はK13入力ポート端子を使用したイベントカウンタ機能も合わせ持っています。

図4.10.1.1にプログラマブルタイムの構成を示します。

各タイマには、8ビットのダウンカウンタと、リロードデータレジスタが設けられています。ダウンカウンタはクロックのカウントによりアンダーフローが発生すると、アンダーフロー信号および割り込み信号を出力し、カウンタ初期値のプリセットを行います。リロードデータレジスタはダウンカウンタの初期値を設定するレジスタです。

各タイマには8ビットのコンペアデータレジスタも設けられています。このレジスタはダウンカウンタの内容と比較するためのデータを格納するレジスタです。タイマをPWMモードに設定すると、ダウンカウンタとコンペアデータレジスタの内容が一致した時点でコンペアマッチ信号が出力され、割り込みも発生します。アンダーフロー信号とコンペアマッチ信号からPWM波形を生成することができます。

プログラマブルタイムで生成した信号は、R02出力ポート端子から外部に出力させることができます。

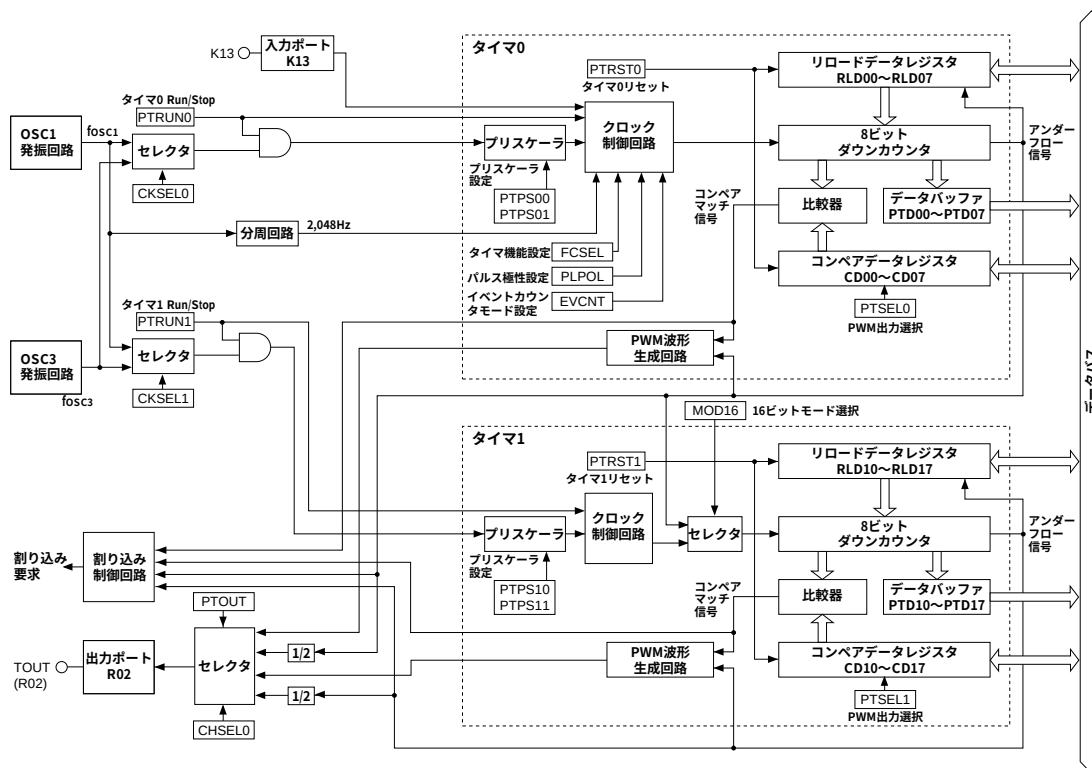


図4.10.1.1 プログラマブルタイムの構成

注: TOUT端子でバイポーラトランジスタなど大電流を消費する外付け部品を駆動する際は、外付け部品の動作がICの電源に影響しないように基板パターンを設計してください。詳しくは、「5.3 実装上の注意事項」の<出力端子>を参照してください。

4.10.2 カウンタの基本動作

ここでは、各タイマを個々に8ビットタイマとして使用する場合の基本動作を説明します。

各タイマにはそれぞれ、8ビットのダウンカウンタとリロードデータレジスタが設けられています。

リロードデータレジスタRLDx0～RLDx7(xはタイマ番号)はカウンタの初期値を設定するレジスタです。ダウンカウンタは、リロードデータレジスタに設定された初期値を、タイマリセットビットPTRSTxへの"1"書き込みによってロードします。したがって、このロードされた初期値から入力クロックによるダウンカウントが行われます。

各タイマにはそれぞれ、RUN/STOPを制御するレジスタPTRUNxが設けられています。リロードデータをカウンタにプリセットした後、本レジスタに"1"を書き込むことによってダウンカウントを開始します。"0"を書き込むとクロックの入力が禁止され、カウントを停止します。

このRUN/STOPの制御はカウンタのデータには影響を与えません。カウントの停止中もカウンタのデータは保持されており、そのデータから継続してカウントを開始させることができます。

カウンタのデータ読み出しはデータバッファPTDx0～PTDx7を介して行い、下位、上位4ビットずつソフトウェアにより任意のタイミングで読み出しが可能です。

ただし、このカウンタも計時タイマと同様に下位データ(PTDx0～PTDx3)、上位データ(PTDx4～PTDx7)読み出し間の桁下げを防止するため、下位データの読み出しにより上位データがホールドされるようになっています。したがって、データの読み出しは必ず下位データから先に行ってください。

カウンタはダウンカウントが進んでアンダーフローが発生すると、リロードデータレジスタに設定された初期値をリロードします。初期値をリロード後は、その初期値からダウンカウントを継続します。

このアンダーフロー信号はカウンタのリロードのほか、割り込みの発生、外部へのパルス(TOUT信号)出力を制御します。

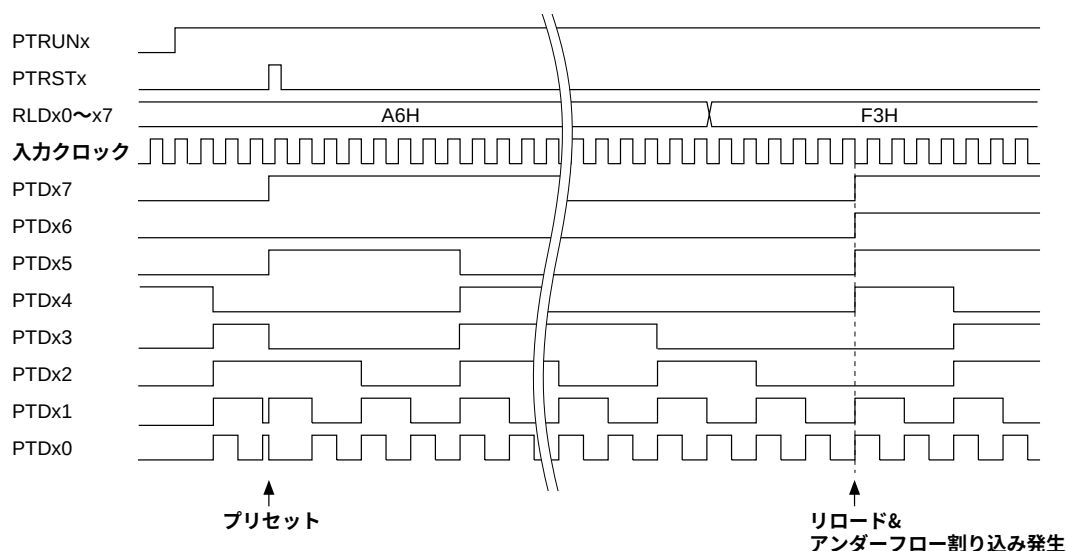


図4.10.2.1 カウンタの基本動作タイミング

4.10.3 入力クロックの設定

各タイマにはそれぞれ、プリスケアラが設けられています。プリスケアラはOSC1またはOSC3発振回路から供給される原振クロックを分周して、それぞれのタイマへの入力クロックを発生します。原振クロックとプリスケアラの分周比は各タイマごとにソフトウェアで選択することができます。入力クロックは以下の手順で設定します。

(1) 原振クロックの選択

それぞれのプリスケアラに入力する原振クロックを、OSC1とするかOSC3とするかを選択します。この選択は、原振クロック選択レジスタCKSELxによって行い、"0"を書き込むとOSC1、"1"を書き込むとOSC3が選択されます。

OSC3発振回路を原振とする場合は、プログラマブルタイムを使用する以前にOSC3発振回路をONさせる必要があります。

ただし、OSC3発振回路をONにしてから発振が安定するまでに5msec以上の時間を必要とします。したがって、プログラマブルタイムのカウント開始はOSC3発振ON後、十分な待ち時間をおいてから行ってください。

OSC3の制御方法と注意事項については"4.4 発振回路"を参照してください。イニシャルリセット時、OSC3発振回路はOFF状態に設定されます。

(2) プリスケアラ分周比の選択

それぞれのプリスケアラの分周比を4種類の中から選択します。この選択は、プリスケアラ分周比選択レジスタPTPSx0/PTPSx1によって行います。設定値と分周比は表4.10.3.1に示すとおり対応しています。

表4.10.3.1 プリスケアラ分周比の選択

PTPSx1	PTPSx0	プリスケアラ分周比
1	1	原振クロック / 256
1	0	原振クロック / 32
0	1	原振クロック / 4
0	0	原振クロック / 1

レジスタPTRUNxに"1"を書き込むことによって、原振クロックがプリスケアラに入力されます。これによって、選択した分周比のクロックがタイマに入力され、タイマがダウンカウントを開始します。

4.10.4 イベントカウンタモード (タイマ0)

タイマ0には、K13入力ポート端子に外部クロックを入力してカウントを行うイベントカウンタ機能があります。この機能は、タイマ0カウンタモード選択レジスタEVCNTに"1"を書き込むことによって選択されます。イニシャルリセット時はEVCNTが"0"に設定され、タイマ0は内部クロックをカウントする通常のタイマとなります。

イベントカウンタモードでは、外部からタイマ0にクロックが供給されるため、タイマ0プリスケアラ分周比選択レジスタPTPS00、PTPS01およびプリスケアラ0原振クロック選択レジスタCKSEL0の設定は無効となります。ダウンカウントのタイミングは、タイマ0パルス極性選択レジスタPLPOLによって、立ち下がりエッジまたは立ち上がりエッジのどちらかが選択できます。レジスタPLPOLに"0"を書き込んだ場合が立ち下がりエッジ、"1"を書き込んだ場合が立ち上がりエッジとなり、図4.10.4.1に示すタイミングでダウンカウントが行われます。

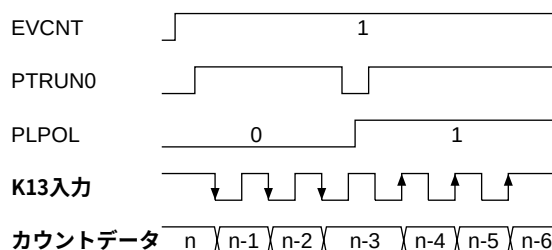


図4.10.4.1 イベントカウンタモードのタイミングチャート

イベントカウンタモードにはこのほかに、外部クロック(K13)入力に対してチャタリング等のノイズを除去するノイズリジェクタ付加機能があります。この機能はタイマ0機能選択レジスタFCSELに"1"を書き込むことによって選択されます。

ノイズリジェクタ付きを選択した場合は確実なカウントを行うために、LOWレベル/HIGHレベル共に0.98msec*以上のパルス幅を確保する必要があります。ノイズリジェクタは、K13入力ポート端子の入力レベルが変化してから二度目の内部2,048Hz*信号の立ち下がりがエッジにて、カウンタへのクロック供給を許可します。したがって、確実に除去できるノイズのパルス幅は0.48msec*以下となります。(*はfOSC1 = 32.768kHzの場合の値です。)

図4.10.4.2にノイズリジェクタ付加時のダウンカウントタイミングを示します。

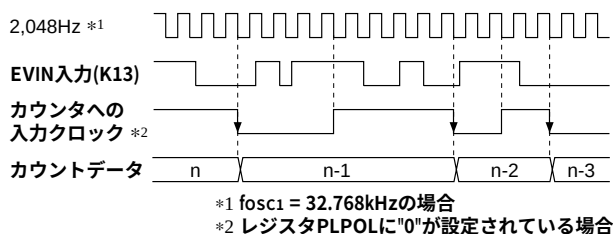


図4.10.4.2 ノイズリジェクタ付加時のダウンカウントタイミング

イベントカウンタモードの動作は、入力クロックが外部クロック(K13)となること以外は通常のタイマ動作と同等です。カウントの基本的な動作と制御については"4.10.2 カウンタの基本動作"を参照してください。

4.10.5 PWMモード(タイマ0, タイマ1)

タイマ0およびタイマ1にはPWM波形を生成する機能があります。この機能を使用する場合は、PTSEL0レジスタ(タイマ0)またはPTSEL1レジスタ(タイマ1)に"1"を書き込んで、タイマをPWMモードに設定します。PWM波形を制御するために、タイマ0およびタイマ1にはコンペアデータレジスタCDx0~CDx7(xはタイマ番号)が設けられています。PWMモードに設定すると、タイマはコンペアデータレジスタに設定したデータとカウントデータを比較し、一致した時点でコンペアマッチ信号を出力します。同時にコンペアマッチ割り込みも発生します。また、タイマの出力信号がアンダーフロー信号で立ち上がり、コンペアマッチ信号で立ち下がります。図4.10.5.1に示すように、リロードデータレジスタで出力信号の周期を、コンペアデータレジスタでデューティ比を制御してPWM波形を生成できます。ただし、RLD(リロードデータ)>CD(コンペアデータ)、CD≠0としておく必要があります。RLD≤CDの場合、出力信号はアンダーフロー以降立ち下がることなく"1"に固定されます。

これによって生成したPWM信号はR02出力ポート端子から出力させることができます(4.10.8項参照)。

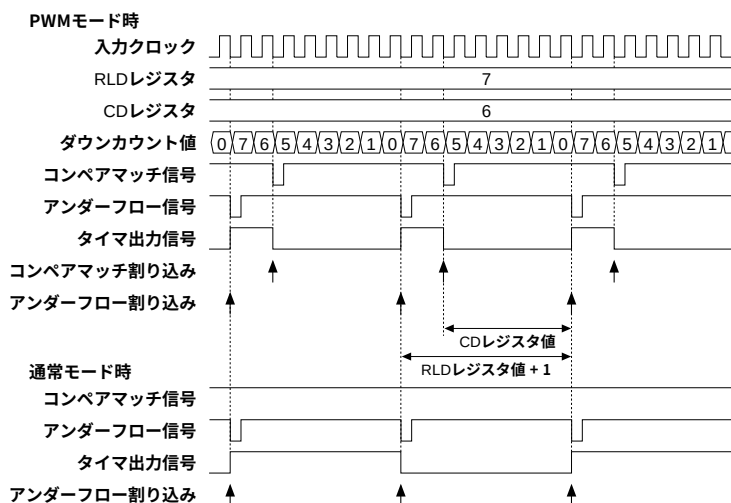


図4.10.5.1 PWM波形の生成

4.10.8 TOUT出力の設定

プログラマブルタイマは、アンダーフロー信号とコンペアマッチ信号によってTOUT信号を発生させることができます。通常モードのTOUT信号はアンダーフローを1/2分周した信号で、PWMモードの場合はタイマ0/1で生成するPWM信号になります。TOUT出力選択レジスタCHSEL0によって、どのタイマの出力を使用するか選択することができます。

表4.10.8.1 TOUT出力タイマの選択

CHSEL0	TOUT出力タイマ
1	タイマ1
0	タイマ0

16ビットタイマの出力からTOUT信号を生成する場合は、タイマ1を選択してください。

TOUT信号はR02出力ポート端子から出力させることができます。

R02出力ポートの構成を図4.10.8.1に示します。

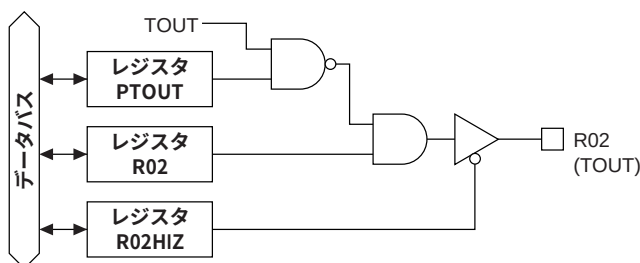


図4.10.8.1 R02の構成

TOUT信号はレジスタPTOUTによって出力制御が行われます。PTOUTに"1"を設定するとTOUT信号がR02出力ポート端子から出力され、"0"を設定するとHIGH(V_{DD})レベルが出力されます。このとき、データレジスタR02には常時"1"が、ハイインピーダンス制御レジスタR02HIZには常時"0"（データ出力）が設定されている必要があります。

なお、TOUT信号はレジスタPTOUTとは非同期に発生していますので、レジスタの設定による信号のON/OFF時には1/2サイクル以内のハザードが生じます。

図4.10.8.2にTOUT信号の出力波形を示します。

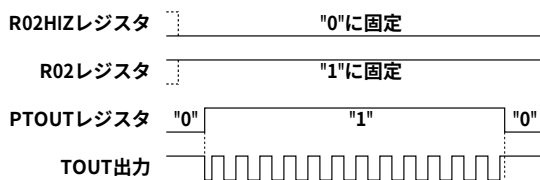


図4.10.8.2 TOUT信号の出力波形

4.10.9 プログラマブルタイムのI/Oメモリ

表4.10.9.1にプログラマブルタイムの制御ビットとそのアドレスを示します。

表4.10.9.1(a) プログラマブルタイムの制御ビット

アドレス	レジスタ								注 釈
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0	
FFC0H	MOD16	EVCNT	FCSEL	PLPOL	MOD16	0	16bit	8bit	16ビットモード選択
					EVCNT	0	Event ct.	Timer	タイマ0カウンタモード選択
					FCSEL	0	With NR	No NR	タイマ0機能選択(イベントカウンタモード時)
					PLPOL	0	┐	┘	タイマ0パルス極性選択(イベントカウンタモード時)
	R/W								
FFC1H	0	0	CHSEL0	PTOUT	0 *3	—*2			未使用
					0 *3	—*2			未使用
					CHSEL0	0	Timer 1	Timer 0	TOUT出力選択
					PTOUT	0	On	Off	TOUT出力制御
	R/W								
FFC2H	0	0	CKSEL1	CKSEL0	0 *3	—*2			未使用
					0 *3	—*2			未使用
					CKSEL1	0	OSC3	OSC1	プリスケアラ1原振クロック選択
					CKSEL0	0	OSC3	OSC1	プリスケアラ0原振クロック選択
	R/W								
FFC3H	PTPS01	PTPS00	PTRST0	PTRUN0	PTPS01	0			プリスケアラ0 [PTPS01, 00] 0 1 2 3 分周比選択 分周比 1/1 1/4 1/32 1/256
					PTPS00	0			
					PTRST0*3	—*2	Reset	Invalid	タイマ0リセット(リロード)
					PTRUN0	0	Run	Stop	タイマ0 Run/Stop
	R/W								
FFC4H	PTPS11	PTPS10	PTRST1	PTRUN1	PTPS11	0			プリスケアラ1 [PTPS11, 10] 0 1 2 3 分周比選択 分周比 1/1 1/4 1/32 1/256
					PTPS10	0			
					PTRST1*3	—*2	Reset	Invalid	タイマ1リセット(リロード)
					PTRUN1	0	Run	Stop	タイマ1 Run/Stop
	R/W								
FFC6H	RLD03	RLD02	RLD01	RLD00	RLD03	0			MSB
					RLD02	0			
					RLD01	0			プログラマブルタイム0リロードデータ(下位4ビット)
					RLD00	0			
	R/W								LSB
FFC7H	RLD07	RLD06	RLD05	RLD04	RLD07	0			MSB
					RLD06	0			
					RLD05	0			プログラマブルタイム0リロードデータ(上位4ビット)
					RLD04	0			
	R/W								LSB
FFC8H	RLD13	RLD12	RLD11	RLD10	RLD13	0			MSB
					RLD12	0			
					RLD11	0			プログラマブルタイム1リロードデータ(下位4ビット)
					RLD10	0			
	R/W								LSB
FFC9H	RLD17	RLD16	RLD15	RLD14	RLD17	0			MSB
					RLD16	0			
					RLD15	0			プログラマブルタイム1リロードデータ(上位4ビット)
					RLD14	0			
	R/W								LSB
FFCCH	PTD03	PTD02	PTD01	PTD00	PTD03	0			MSB
					PTD02	0			
					PTD01	0			プログラマブルタイム0データ(下位4ビット)
					PTD00	0			
	R								LSB
FFCDH	PTD07	PTD06	PTD05	PTD04	PTD07	0			MSB
					PTD06	0			
					PTD05	0			プログラマブルタイム0データ(上位4ビット)
					PTD04	0			
	R								LSB
FFCEH	PTD13	PTD12	PTD11	PTD10	PTD13	0			MSB
					PTD12	0			
					PTD11	0			プログラマブルタイム1データ(下位4ビット)
					PTD10	0			
	R								LSB
FFCFH	PTD17	PTD16	PTD15	PTD14	PTD17	0			MSB
					PTD16	0			
					PTD15	0			プログラマブルタイム1データ(上位4ビット)
					PTD14	0			
	R								LSB
FFD2H	CD03	CD02	CD01	CD00	CD03	0			MSB
					CD02	0			
					CD01	0			プログラマブルタイム0コンペアデータ(下位4ビット)
					CD00	0			
	R/W								LSB

*1 イニシャルリセット時の初期値

*3 読み出し時は常時"0"

*2 回路上設定されない

表4.10.9.1(b) プログラマブルタイマの制御ビット

アドレス	レジスタ								注 釈
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0	
FFD3H	CD07	CD06	CD05	CD04	CD07	0			MSB プログラマブルタイマ0コンペアデータ(上位4ビット) LSB
					CD06	0			
	R/W				CD05	0			
					CD04	0			
FFD4H	CD13	CD12	CD11	CD10	CD13	0			MSB プログラマブルタイマ1コンペアデータ(下位4ビット) LSB
					CD12	0			
	R/W				CD11	0			
					CD10	0			
FFD5H	CD17	CD16	CD15	CD14	CD17	0			MSB プログラマブルタイマ1コンペアデータ(上位4ビット) LSB
					CD16	0			
	R/W				CD15	0			
					CD14	0			
FFD8H	0	0	PTSEL1	PTSEL0	0 *3	—*2			未使用 未使用 プログラマブルタイマ1 PWM出力選択 プログラマブルタイマ0 PWM出力選択
					0 *3	—*2			
	R		R/W		PTSEL1	0	PWM	Normal	
					PTSEL0	0	PWM	Normal	
FFE0H	0	0	ECTC1	ECTC0	0 *3	—*2			未使用 未使用 割り込みマスクレジスタ(タイマ1コンペアマッチ) 割り込みマスクレジスタ(タイマ0コンペアマッチ)
					0 *3	—*2			
	R		R/W		ECTC1	0	Enable	Mask	
					ECTC0	0	Enable	Mask	
FFE1H	0	0	EIPT1	EIPT0	0 *3	—*2			未使用 未使用 割り込みマスクレジスタ(タイマ1アンダーフロー) 割り込みマスクレジスタ(タイマ0アンダーフロー)
					0 *3	—*2			
	R		R/W		EIPT1	0	Enable	Mask	
					EIPT0	0	Enable	Mask	
FFF0H	0	0	ICTC1	ICTC0	0 *3	—*2	(R)	(R)	未使用 未使用 割り込み要因フラグ(タイマ1コンペアマッチ) 割り込み要因フラグ(タイマ0コンペアマッチ)
					0 *3	—*2	Yes	No	
	R		R/W		ICTC1	0	(W)	(W)	
					ICTC0	0	Reset	Invalid	
FFF1H	0	0	IPT1	IPT0	0 *3	—*2	(R)	(R)	未使用 未使用 割り込み要因フラグ(タイマ1アンダーフロー) 割り込み要因フラグ(タイマ0アンダーフロー)
					0 *3	—*2	Yes	No	
	R		R/W		IPT1	0	(W)	(W)	
					IPT0	0	Reset	Invalid	

*1 イニシャルリセット時の初期値

*3 読み出し時は常時"0"

*2 回路上設定されない

● CKSEL0: プリスケアラ0原振クロック選択レジスタ (FFC2H・D0)

CKSEL1: プリスケアラ1原振クロック選択レジスタ (FFC2H・D1)

プリスケアラの原振クロックを選択します。

"1"書き込み: OSC3クロック

"0"書き込み: OSC1クロック

読み出し: 可能

プリスケアラの原振クロックをOSC1とするかOSC3とするかを選択します。CKSELxに"0"を書き込んだ場合はタイマxの入力クロックとしてOSC1、"1"を書き込んだ場合はOSC3が選択されます。

なお、タイマ0のイベントカウンタモードを選択している場合はCKSEL0の設定は無効となります。

タイマ0とタイマ1を16ビットタイマとして使用する場合、CKSEL1の設定は無効となります。

イニシャルリセット時、これらのレジスタは"0"に設定されます。

- **PTPS00, PTPS01: タイマ0プリスケアラ分周比選択レジスタ (FFC3H・D2, D3)**
PTPS10, PTPS11: タイマ1プリスケアラ分周比選択レジスタ (FFC4H・D2, D3)
 各タイマのプリスケアラ分周比を表4.10.9.2のとおり設定します。

表4.10.9.2 プリスケアラ分周比の選択

PTPSx1	PTPSx0	プリスケアラ分周比
1	1	原振クロック / 256
1	0	原振クロック / 32
0	1	原振クロック / 4
0	0	原振クロック / 1

なお、タイマ0のイベントカウンタモードを選択している場合、PTPS00、PTPS01の設定は無効となります。
 タイマ0とタイマ1を16ビットタイマとして使用する場合、PTPS10、PTPS11の設定は無効となります。
 イニシャルリセット時、これらのレジスタは"0"に設定されます。

- **MOD16: 16ビットモード選択レジスタ (FFC0H・D3)**

タイマ0と1を16ビットタイマとして使用するか、8ビットタイマ×2として使用するか選択します。

"1"書き込み: 16ビットタイマ
 "0"書き込み: 8ビットタイマ
 読み出し: 可能

MOD16に"1"を書き込んだ場合はタイマ0を下位バイト、タイマ1を上位バイトとして16ビットタイマが構成されます。制御はタイマ0のレジスタで行います。"0"を書き込んだ場合、タイマ0とタイマ1はそれぞれ独立した8ビットタイマとして動作します。
 イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

- **EVCNT: タイマ0カウンタモード選択レジスタ (FFC0H・D2)**

タイマ0のカウンタモードを選択します。

"1"書き込み: イベントカウンタモード
 "0"書き込み: タイマモード
 読み出し: 可能

タイマ0をイベントカウンタとして使用するか、タイマとして使用するかを選択します。EVCNTに"1"を書き込んだ場合はイベントカウンタモード、"0"を書き込んだ場合はタイマモードがそれぞれ選択されます。
 イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

- **FCSEL: タイマ0機能選択レジスタ (FFC0H・D1)**

イベントカウンタモードのクロック入力回路にノイズリジェクタを付加するかしないか選択します。

"1"書き込み: ノイズリジェクタ付き
 "0"書き込み: ノイズリジェクタなし
 読み出し: 可能

FCSELに"1"を書き込んだ場合はノイズリジェクタが付加され、0.98msec*以上のパルス幅の外部クロック(K13)によってカウントが行われます。ノイズリジェクタは、K13入力ポート端子の入力レベルが変化してから二度目の内部2,048Hz*信号の立ち下がりエッジにて、カウンタへのクロック供給を許可します。したがって、確実に除去できるノイズのパルス幅は0.48msec*以下となります。(*はfOSC1 = 32.768kHzの場合の値です。)

また、FCSELに"0"を書き込んだ場合はノイズリジェクタは付加されず、K13入力ポート端子に入力される外部クロックによって直接カウントが行われます。

このレジスタの設定は、タイマ0をイベントカウンタモードで使用する場合にのみ有効です。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● PLPOL: タイマ0パルス極性選択レジスタ (FFC0H・D0)

イベントカウンタのカウンタパルス極性を選択します。

"1"書き込み: 立ち上がりエッジ
"0"書き込み: 立ち下がりエッジ
読み出し: 可能

イベントカウンタモード(タイマ0)のカウンタのタイミングをK13入力ポート端子に入力される外部クロックの立ち下がりエッジとするか、立ち上がりエッジとするかを選択します。

PLPOLに"0"を書き込んだ場合は立ち下がりエッジ、"1"を書き込んだ場合は立ち上がりエッジがそれぞれ選択されます。

このレジスタの設定は、タイマ0をイベントカウンタモードで使用する場合にのみ有効です。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● PTSEL0: タイマ0 PWMモード選択レジスタ (FFD8H・D0)**PTSEL1: タイマ1 PWMモード選択レジスタ (FFD8H・D1)**

タイマ0と1をPWM出力用に設定します。

"1"書き込み: PWM出力
"0"書き込み: 通常出力
読み出し: 可能

PTSELxに"1"を書き込むとコンペアデータレジスタが有効となり、アンダーフロー信号とコンペアマッチ信号を使用してPWM波形が生成されます。"0"を書き込んだ場合、アンダーフロー信号のみを使用した通常の出力が行われます。タイマ0とタイマ1を16ビットタイマとして使用する場合、PTSEL1の設定は無効となります。

イニシャルリセット時、これらのレジスタは"0"に設定されます。

● RLD00～RLD07: タイマ0リロードデータレジスタ (FFC6H, FFC7H)**RLD10～RLD17: タイマ1リロードデータレジスタ (FFC8H, FFC9H)**

カウンタの初期値を設定します。

本レジスタに設定したリロードデータがそれぞれのカウンタにロードされ、それを初期値としてダウンカウンタが行われます。

リロードデータがカウンタにロードされる条件はPTRSTxに"1"を書き込んでプリセットを行う場合と、カウンタのアンダーフローによって自動的にリロードが行われる場合です。

イニシャルリセット時、これらのレジスタは"00H"に設定されます。

● PTD00～PTD07: タイマ0カウンタデータ (FFCCH, FFCDH)**PTD10～PTD17: タイマ1カウンタデータ (FFCEH, FFCFH)**

プログラマブルタイマのデータが読み出せます。

タイマxのカウンタデータの下位4ビットがPTDx0～PTDx3、上位4ビットがPTDx4～PTDx7から読み出せます。

下位4ビットの読み出しにより上位4ビットのホールド機能が働きますので、読み出しは必ず下位4ビットから先に行ってください。本ビットは読み出し専用のため、書き込み動作は無効となります。

イニシャルリセット時、各カウンタデータは"00H"に設定されます。

● CD00～CD07: タイマ0コンペアデータレジスタ (FFD2H, FFD3H)**CD10～CD17: タイマ1コンペアデータレジスタ (FFD4H, FFD5H)**

PWM出力用のコンペアデータを設定します。

タイマをPWMモードに設定すると、本レジスタに設定したコンペアデータがカウンタのデータと比較され、一致した場合にコンペアマッチ信号が出力されます。その信号により割り込みが発生するとともにPWM波形のデューティ比が制御されます。

イニシャルリセット時、これらのレジスタは"00H"に設定されます。

● **PTRST0: タイマ0リセット (リロード) (FFC3H・D1)**

PTRST1: タイマ1リセット (リロード) (FFC4H・D1)

タイマをリセットし、リロードデータをカウンタにプリセットします。

"1"書き込み: リセット
 "0"書き込み: ノーオペレーション
 読み出し: 常時"0"

PTRSTxに"1"を書き込むことによって、RLDx0～RLDx7のリロードデータがタイマxのカウンタにプリセットされます。カウンタがRUN状態のときにプリセットを行うとリロードデータのプリセット直後にリスタートします。また、STOP状態の場合はプリセットされたリロードデータがそのまま保持されます。

"0"の書き込みはノーオペレーションとなります。

本ビットは書き込み専用のため、読み出しは常時"0"となります。

● **PTRUN0: タイマ0 RUN/STOP制御レジスタ (FFC3H・D0)**

PTRUN1: タイマ1 RUN/STOP制御レジスタ (FFC4H・D0)

カウンタのRUN/STOPを制御します。

"1"書き込み: RUN
 "0"書き込み: STOP
 読み出し: 可能

タイマxのカウンタはPTRUNxに"1"を書き込むことによってダウンカウントを開始し、"0"の書き込みにより停止します。

STOP状態ではリセットか次にRUN状態にするまで、カウンタのデータは保持されます。また、STOP状態からRUN状態にすることによって、保持していたデータから継続してカウントを進めることができます。

イニシャルリセット時、これらのレジスタは"0"に設定されます。

● **CHSEL0: TOUT出力選択レジスタ (FFC1H・D1)**

TOUT信号を出力させるタイマを選択します。

"1"書き込み: タイマ1
 "0"書き込み: タイマ0
 読み出し: 可能

TOUT信号にタイマ0の出力を使用するか、タイマ1の出力を使用するかを選択します。CHSEL0に"0"を書き込んだ場合はタイマ0、"1"を書き込んだ場合はタイマ1がそれぞれ選択されます。

16ビットモード時(MOD16="1")は、このレジスタの設定にかかわらず常にタイマ1が選択されます。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● **PTOUT: TOUT出力制御レジスタ (FFC1H・D0)**

TOUT信号の出力制御を行います。

"1"書き込み: ON
 "0"書き込み: OFF
 読み出し: 可能

PTOUTはTOUT信号の出力制御レジスタで、"1"を設定するとTOUT信号がR02出力ポート端子から出力され、"0"を設定するとHIGHレベル(V_{DD})が出力されます。このとき、データレジスタR02には常時"1"が、ハイインピーダンス制御レジスタR02HIZには常時"0"(データ出力)が設定されている必要があります。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● EIPT0, ECTC0: タイマ0割り込みマスクレジスタ (FFE1H・D0, FFE0H・D0)**EIPT1, ECTC1: タイマ1割り込みマスクレジスタ (FFE1H・D1, FFE0H・D1)**

プログラマブルタイマの割り込みについて、マスクするかしないかを選択します。

"1"書き込み: イネーブル

"0"書き込み: マスク

読み出し: 可能

EIPTx, ECTCxはそれぞれタイマxのアンダーフロー、コンペアマッチの割り込み要因に対応する割り込みマスクレジスタで、"1"に設定した割り込みが許可され、"0"に設定した割り込みが禁止されます。イニシャルリセット時、これらのレジスタは"0"に設定されます。

● IPT0, ICTC0: タイマ0割り込み要因フラグ (FFF1H・D0, FFF0H・D0)**IPT1, ICTC1: タイマ1割り込み要因フラグ (FFF1H・D1, FFF0H・D1)**

プログラマブルタイマ割り込みの発生状態を示すフラグです。

"1"読み出し: 割り込み有

"0"読み出し: 割り込み無

"1"書き込み: 要因フラグをリセット

"0"書き込み: 無効

IPTx, ICTCxはそれぞれタイマxのアンダーフロー、コンペアマッチの割り込みに対応する割り込み要因フラグで、それぞれの要因の発生により"1"にセットされます。

アンダーフロー割り込み要因は、カウンタがアンダーフローしたところで発生します。

コンペアマッチ割り込み要因は、タイマをPWMモードに設定している場合にカウンタのデータとコンペアデータが一致すると発生します。

これらのフラグによってプログラマブルタイマ割り込みの有無を、ソフトウェアで判断することができます。ただし、これらのフラグは割り込みをマスクしていても、対応するタイマのアンダーフロー/コンペアマッチで"1"にセットされます。

これらのフラグは、"1"を書き込むことによって"0"にリセットされます。

割り込み発生後、割り込み要因フラグをリセットせずに割り込み許可 (Iフラグ="1")に設定あるいはRETI命令を実行すると再度同一の割り込みが発生してしまいます。したがって、割り込み処理ルーチン内では、割り込み許可状態に移行する前に割り込み要因フラグのリセット("1"書き込み)を行ってください。

イニシャルリセット時、これらのフラグは"0"に設定されます。

4.10.10 プログラミング上の注意事項

- (1) カウンタデータの読み出しは必ず下位4ビット(PTDx0～PTDx3)から先に行ってください。また、下位4ビットの読み出し時に上位4ビット(PTDx4～PTDx7)はラッチされません。したがって、下位4ビットと上位4ビットの読み出しの時間差は0.73msec ($f_{OSC1} = 32.768\text{kHz}$ の場合)以下としてください。なお、CPUをOSC1クロック、プログラマブルタイマをOSC3クロックで動作させている場合は、タイマを停止させてからカウンタデータを読み出してください。OSC1クロックで動作しているCPUが下位4ビットと上位4ビットを2命令で読み出す間に、OSC3クロックによるカウントは表4.10.10.1に示す値だけ変化します。

表4.10.10.1 OSC1クロックによる下位-上位データ読み出し間のOSC3クロックによるカウント変化

カウントクロック	読み出し間のカウント変化
OSC3/1	0200H
OSC3/4	001AH
OSC3/32	0002H

16ビットタイマのカウンタデータは、必ず次の順序で読み出してください。

PTD00～PTD03 → PTD04～PTD07 → PTD10～PTD13 → PTD14～PTD17

- (2) プログラマブルタイマはレジスタPTRUNxへの書き込みに対して、入力クロックの立ち下がりエッジに同期して実際にRUN/STOP状態となります。
したがって、PTRUNxに"0"を書き込んだ場合は、"-1"余分にカウントしたところでタイマが停止状態となります。また、このときPTRUNxは実際にタイマがSTOP状態となるまで、読み出しに対して"1"を保持します。
図4.10.10.1にRUN/STOP制御のタイミングチャートを示します。

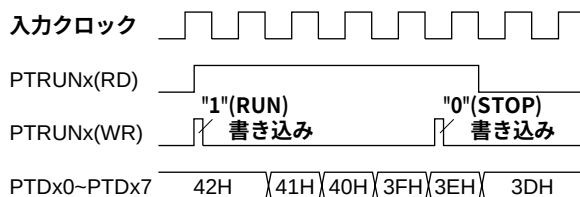


図4.10.10.1 RUN/STOP制御のタイミングチャート

なお、これについてはイベントカウンタも対象となるため、RUN/STOPレジスタ(PTRUN0)を設定後にクロック入力がない場合、カウンタ回路は実際にはRUN/STOP状態になりませんので注意してください。

- (3) TOUT信号は出力制御レジスタPTOUTとは非同期に発生していますので、PTOUTの設定による信号のON/OFF時には1/2サイクル以内のハザードが生じます。
- (4) OSC3発振回路を原振とする場合は、プログラマブルタイマを使用する以前にOSC3発振回路をONさせる必要があります。
ただし、OSC3発振回路をONにしてから発振が安定するまでに5msec以上の時間を必要とします。したがって、プログラマブルタイマのカウント開始はOSC3発振ON後、充分な待ち時間をおいてから行ってください。OSC3の制御方法と注意事項については"4.4 発振回路"を参照してください。イニシャルリセット時、OSC3発振回路はOFF状態に設定されます。
- (5) 割り込み発生後、割り込み要因フラグをリセットせずに割り込み許可(Iフラグ="1")に設定あるいはRETI命令を実行すると再度同一の割り込みが発生してしまいます。したがって、割り込み処理ルーチン内では、割り込み許可状態に移行する前に割り込み要因フラグのリセット("1"書き込み)を行ってください。

- (6) プログラマブルタイマ動作中にプログラマブルタイマ割り込み発生間隔を変更する場合、以下の理由によりリロードデータを書き込むタイミングに注意が必要です。

プログラマブルタイマは入力クロックの立ち下がりエッジでダウンカウントを行い、そこでアンダーフローが発生した場合は同時に割り込みを発生します。その後、リロードデータをカウンタにセットする動作を開始し、入力クロックの次の立ち上がりエッジでカウンタデータが確定します(①の区間)。

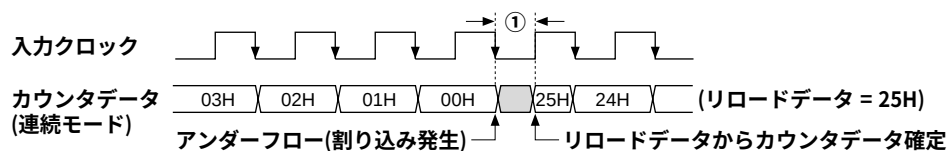


図4.10.10.2 プログラマブルタイマリロードタイミング

リロードデータを正しくカウンタにセットするために、割り込み発生後は①の区間を含め、カウンタデータが確定するまではリロードデータの書き換えを行わないでください。入力クロックの源振にOSC1(低速クロック)を使用し、CPUがOSC3(高速クロック)で動作している場合は、特に注意が必要です。

4.11.3 ブザー周波数と音量の設定

ブザー信号にはOSC1発振クロック(32.768kHz)の分周信号が用いられており、この分周比を変化させることによって8種類の周波数が選択できるようになっています。周波数の選択はブザー周波数選択レジスタBZFQ0～BZFQ2を表4.11.3.1のように設定することにより行います。

表4.11.3.1 ブザー信号の周波数設定

BZFQ2	BZFQ1	BZFQ0	ブザー周波数 (Hz)
0	0	0	4096.0
0	0	1	3276.8
0	1	0	2730.7
0	1	1	2340.6
1	0	0	2048.0
1	0	1	1638.4
1	1	0	1365.3
1	1	1	1170.3

ブザーの音量はブザー信号のデューティ比を制御することによって変化させています。デューティ比はブザーデューティ選択レジスタBDTY0～BDTY2の設定により、表4.11.3.2に示す8種類の中から選択できます。

表4.11.3.2 デューティ比の設定

レベル	BDTY2	BDTY1	BDTY0	ブザー周波数 (Hz)によるデューティ比			
				4096.0 2048.0	3276.8 1638.4	2730.7 1365.3	2340.6 1170.3
レベル1(最大)	0	0	0	8/16	8/20	12/24	12/28
レベル2	0	0	1	7/16	7/20	11/24	11/28
レベル3	0	1	0	6/16	6/20	10/24	10/28
レベル4	0	1	1	5/16	5/20	9/24	9/28
レベル5	1	0	0	4/16	4/20	8/24	8/28
レベル6	1	0	1	3/16	3/20	7/24	7/28
レベル7	1	1	0	2/16	2/20	6/24	6/28
レベル8(最小)	1	1	1	1/16	1/20	5/24	5/28

デューティ比はパルス周期に対するパルス幅の比率のことで、HIGHレベル出力時間をTH、LOWレベル出力時間をTLとした場合は、 $TH/(TH+TL)$ となります。

BDTY0～BDTY2をすべて"0"に設定した場合にデューティ比が最大となり、音量も最大になります。逆にBDTY0～BDTY2をすべて"1"に設定した場合にデューティ比が最小となり、音量も最小になります。

なお、設定できるデューティ比は各周波数によって異なりますので表4.11.3.2を参照してください。

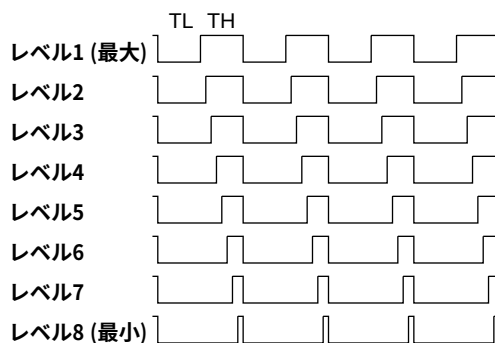


図4.11.3.1 ブザー信号波形のデューティ比

注: ブザー信号にデジタルエンベロープを付加した場合、デューティ比の制御が行われるため、BDTY0～BDTY2の設定は無効となります。

4.11.4 デジタルエンベロープ

ブザー信号にはデューティ比制御のデジタルエンベロープを付加することができます。

エンベロープは前項の表4.11.3.2の内容と同様のデューティ比をレベル1(最大)からレベル8(最小)に段階的に変化させることにより制御されます。

ブザー信号へのエンベロープの付加はレジスタENONに"1"を書き込むことで行われ、"0"が書き込まれた場合は付加されません。

ENONを"1"に設定後、ブザー信号の出力を開始する(BZEレジスタに"1"を書き込む)と、デューティ比がレベル1(最大)となり、レベル8まで段階的に変化します。レベル8(最小)まで減衰するとそのレベルに保持されます。また、エンベロープ付きのブザー信号出力中はレジスタENRSTに"1"を書き込むことによりデューティ比を最大に復帰させることができます。

エンベロープの減衰時間(デューティ比の変化する時間)はレジスタENRTMで選択できます。レベルが1段階変化する時間はENRTMに"0"を書き込んだ場合が62.5msec(16Hz)、"1"を書き込んだ場合が125msec(8Hz)になります。ただし、エンベロープONから最初の変化までは共に最大4msecの誤差があります。

図4.11.4.1にデジタルエンベロープのタイミングチャートを示します。

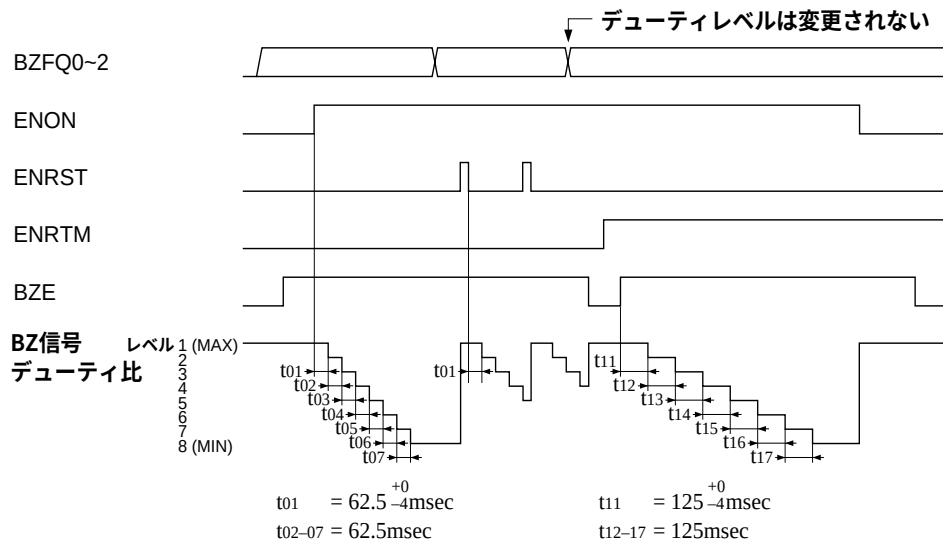


図4.11.4.1 デジタルエンベロープのタイミングチャート

4.11.5 1ショット出力

キー操作音などのように短時間のブザー信号を出力させるために、サウンドジェネレータは1ショット出力機能を持っています。

1ショットブザー信号の出力時間はSHTPWレジスタによって125msec、または31.25msecが選択できます。1ショットブザーの出力制御は1ショットブザートリガBZSHTに"1"を書き込むことにより行います。このトリガが与えられると、内部の256Hz信号に同期してブザー信号がブザー出力端子から出力されます。その後、設定時間が経過すると出力開始と同様に256Hz信号に同期してブザー信号がOFFとなります。BZSHTは読み出しも可能で、BZSHTが"1"の場合は1ショット出力回路が動作中(1ショット出力中)、“0”の場合は回路がREADY(出力が行える)状態であることを示します。

なお、1ショット出力を設定時間経過前に終了させることもできます。これは1ショットブザーストップBZSTPに"1"を書き込むことにより行います。この場合も256Hz信号に同期してブザー信号がOFFとなります。

1ショット出力中に再度BZSHTに"1"を書き込んだ場合は、その時点から(256Hz信号に同期して)新たに125msecまたは31.25msecの1ショット出力が行われます。

1ショット出力は短時間のため、エンベロープを付加することはできません。ただし、デューティ比の選択による音量と周波数は設定することができます。

通常のブザー出力中(BZE = "1"の間)は1ショット出力の制御は無効となります。

図4.11.5.1に1ショット出力のタイミングチャートを示します。

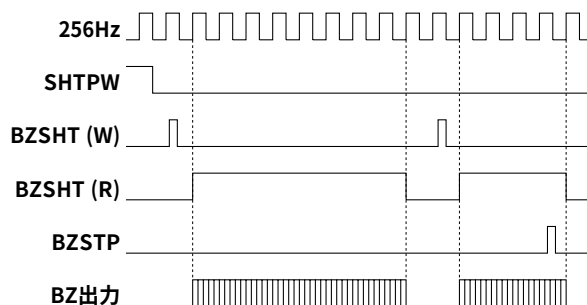


図4.11.5.1 1ショット出力のタイミングチャート

4.11.6 サウンドジェネレータのI/Oメモリ

表4.11.6.1にサウンドジェネレータの制御ビットとそのアドレスを示します。

表4.11.6.1 サウンドジェネレータの制御ビット

アドレス	レジスタ				Name	Init *1	1	0	注 釈
	D3	D2	D1	D0					
FF6CH	ENRTM	ENRST	ENON	BZE	ENRTM	0	1sec	0.5sec	エンベロープ減衰時間選択
					ENRST*3	Reset	Reset	Invalid	エンベロープリセット(書き込み時)
					ENON	0	On	Off	エンベロープOn/Off
					BZE	0	Enable	Disable	BZ出力イネーブル
FF6DH	0	BZSTP	BZSHT	SHTPW	BZSTP*3	0	Stop	Invalid	未使用
					BZSHT	0	Trigger	Invalid	1ショットブザーStop(書き込み時)
									1ショットブザートリガ(書き込み時)
									1ショットブザーステータス(読み出し時)
FF6EH	0	BZFQ2	BZFQ1	BZFQ0	SHTPW	0	125msec	31.25msec	1ショットブザーパルス幅選択
					BZFQ2	0			未使用
					BZFQ1	0			ブザー
					BZFQ0	0			周波数選択
FF6FH	0	BDTY2	BDTY1	BDTY0					未使用
					BDTY2	0			ブザー信号デューティ比選択 (本編参照)
					BDTY1	0			
					BDTY0	0			

*1 イニシャルリセット時の初期値

*2 回路上設定されない

*3 読み出し時は常時"0"

● **BZE: BZ出力イネーブルレジスタ (FF6CH・D0)**

ブザー出力を制御します。

"1"書き込み: ブザー出力ON

"0"書き込み: ブザー出力OFF

読み出し: 可能

BZEに"1"を書き込むことによってBZ端子からBZ信号が出力され、"0"の書き込みでBZ端子がLOW(Vss)レベルになります。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● **BZFQ0～BZFQ2: ブザー周波数選択レジスタ (FF6EH・D0～D2)**

ブザー信号の周波数を選択します。

表4.11.6.2 ブザー信号の周波数設定

BZFQ2	BZFQ1	BZFQ0	ブザー周波数 (Hz)
0	0	0	4096.0
0	0	1	3276.8
0	1	0	2730.7
0	1	1	2340.6
1	0	0	2048.0
1	0	1	1638.4
1	1	0	1365.3
1	1	1	1170.3

ブザー周波数は発振クロックを分周した上記8種類の中から選択します。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● BDTY0～BDTY2: デューティ比選択レジスタ (FF6FH・D0～D2)

ブザー信号のデューティ比を表4.11.6.3のとおり選択します。

表4.11.6.3 デューティ比の設定

レベル	BDTY2	BDTY1	BDTY0	ブザー周波数 (Hz)によるデューティ比			
				4096.0 2048.0	3276.8 1638.4	2730.7 1365.3	2340.6 1170.3
レベル1(最大)	0	0	0	8/16	8/20	12/24	12/28
レベル2	0	0	1	7/16	7/20	11/24	11/28
レベル3	0	1	0	6/16	6/20	10/24	10/28
レベル4	0	1	1	5/16	5/20	9/24	9/28
レベル5	1	0	0	4/16	4/20	8/24	8/28
レベル6	1	0	1	3/16	3/20	7/24	7/28
レベル7	1	1	0	2/16	2/20	6/24	6/28
レベル8(最小)	1	1	1	1/16	1/20	5/24	5/28

このデューティ比を選択することによりブザーの音量を設定することができます。
ただし、エンベロープをON(ENON="1")に設定している場合は、この設定は無効となります。
イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● ENRST: エンベロープリセット (FF6CH・D2)

エンベロープをリセットします。

"1"書き込み: リセット
"0"書き込み: ノーオペレーション
読み出し: 常時"0"

ENRSTに"1"を書き込むことによりエンベロープがリセットされ、デューティ比が最大となります。エンベロープが付加されていない場合(ENON="0")、およびブザー信号の出力が行われていない場合のリセットは無効となります。また"0"の書き込みも無効です。
ENRSTは書き込み専用のため、読み出し時は常時"0"となります。

● ENON: エンベロープON/OFF制御レジスタ (FF6CH・D1)

ブザー信号へのエンベロープ付加を制御します。

"1"書き込み: ON
"0"書き込み: OFF
読み出し: 可能

ENONレジスタに"1"を書き込むことにより、ブザー信号出力時にエンベロープが付加されます。"0"を書き込んだ場合、エンベロープは付加されません。
イニシャルリセット時、このレジスタは"0"が選択されます。

● ENRTM: エンベロープ減衰時間選択レジスタ (FF6CH・D3)

ブザー信号に付加されたエンベロープの減衰時間を選択します。

"1"書き込み: 1.0sec (125msec×7 = 875msec)
"0"書き込み: 0.5sec (62.5msec×7 = 437.5msec)
読み出し: 可能

デジタルエンベロープの減衰時間はデューティ比の変化する時間で決められます。ENRTMに"1"を書き込んだ場合は125msec(8Hz)単位、"0"を書き込んだ場合は62.5msec(16Hz)単位となります。
イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● SHTPW: 1ショットブザーパルス幅選択レジスタ (FF6DH・D0)

1ショットブザーの出力時間を選択します。

"1"書き込み: 125msec
 "0"書き込み: 31.25msec
 読み出し: 可能

SHTPWレジスタに"1"を書き込むことにより1ショット出力時間が125msecに、"0"書き込みで31.25msecに設定されます。通常のブザー出力には影響を与えません。
 イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● BZSHT: 1ショットブザートリガ/ステータス (FF6DH・D1)

1ショットブザー出力の制御を行います。

・データ書き込み時

"1"書き込み: トリガ
 "0"書き込み: ノーオペレーション

BZSHTに"1"を書き込むことにより1ショット出力回路が動作し、ブザー信号が出力されます。この出力はSHTPWによって設定した時間の経過後に自動的にOFFとなります。

1ショット出力は通常のブザー出力がOFF(BZE = "0")の状態でのみ有効で、ON(BZE = "1")状態でのトリガは無効となります。1ショット出力中に再トリガを行った場合は、その時点からSHTPWによって設定した時間を計測し直します(時間延長)。

・データ読み出し時

"1"読み出し: BUSY
 "0"読み出し: READY

読み出し時は1ショット出力回路の動作状態を示します。1ショット出力中にBZSHTは"1"となり、出力がOFFすると"0"になります。

イニシャルリセット時、このビットは"0"に設定されます。

● BZSTP: 1ショットブザーSTOP (FF6DH・D2)

1ショットブザー出力を停止させます。

"1"書き込み: STOP
 "0"書き込み: ノーオペレーション
 読み出し: 常時"0"

BZSTPに"1"を書き込むことにより、SHTPWによる設定時間が経過する前に1ショットブザー出力をOFFすることができます。"0"書き込みおよび1ショット出力中以外の"1"書き込みは無効です。

BZSTPは書き込み専用のため、読み出し時は常時"0"となります。

4.11.7 プログラミング上の注意事項

- (1) ブザー信号はBZEレジスタとは非同期に発生していますので、BZEレジスタの設定による信号のON/OFF時にハザードを生じる場合があります。
- (2) 1ショット出力は通常のブザー出力がOFF(BZE = "0")の状態でのみ有効で、ON(BZE = "1")状態でのトリガは無効となります。

4.12 R/Fコンバータ

4.12.1 R/Fコンバータの構成

S1C63653はCR発振方式のR/Fコンバータを内蔵しています。

このR/Fコンバータには2系統(チャンネル0およびチャンネル1)のCR発振回路が設けられおり、それぞれに異なるセンサ等を接続することによって2種類のR/F変換回路を構成することができます。

チャンネル0はサーミスタ等の抵抗性センサを用いたR/F(抵抗/周波数)変換回路、チャンネル1はチャンネル0と同様のR/F変換回路、または抵抗性湿度センサを用いた湿度変換用のR/F変換回路として使用することができます。このどちらのチャンネルを使用するか、およびチャンネル1におけるセンサの種類はソフトウェアによって選択します。

センサ入力端子に接続された抵抗性センサの抵抗値(外付け基準抵抗に対する相対値)はCR発振回路によって周波数に変換され、そのクロック数は内蔵の計測カウンタによってカウントされます。計測カウンタの値を読み出すことによって、センサが検出した値をデジタル変換したデータが得られます。

このR/Fコンバータを使用することにより、温度/湿度測定回路等の各種のセンサ回路が容易に実現できます。

図4.12.1.1にR/Fコンバータの構成を示します。

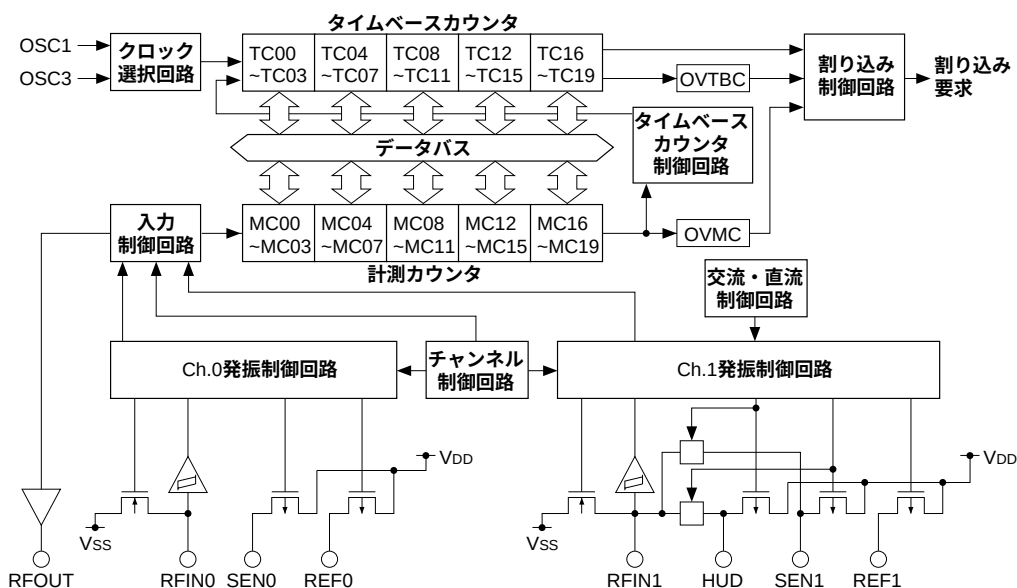


図4.12.1.1 R/Fコンバータの構成

4.12.2 接続端子とCR発振回路

R/Fコンバータにはチャンネル0、チャンネル1の2系統のCR発振回路が内蔵されており、外付けの抵抗と容量によってCR発振を行います。

R/F変換値を得るカウンタはチャンネル0およびチャンネル1に共通となっているため、R/F変換を行うCR発振回路を切り換えることによって2系統の動作を実現しています。チャンネルの選択はレジスタSENSELで行います。SENSELに"0"を設定した場合はチャンネル0、"1"を設定した場合はチャンネル1が選択されます。また、チャンネル1でR/F変換を行うセンサの種類もソフトウェアによって設定でき、レジスタRFSELであらかじめ設定しておきます。

チャンネル選択 SENSEL = "0": チャンネル0
 SENSEL = "1": チャンネル1

**チャンネル1
センサ選択** RFSEL = "0": サーマスタ等の抵抗性センサを用いたR/F変換
 RFSEL = "1": 抵抗性湿度センサを用いたR/F変換*

* 発振回路の動作が通常の抵抗性センサの場合とは異なります。(後述)

(1) サーマスタ等の抵抗性センサを用いたR/F変換

チャンネル0は常にこの変換方式となっており、チャンネル1はレジスタRFSELを"0"に設定することにより選択されます。この方式はサーミスタによる温度測定など、通常の抵抗性センサ(DC印加)を用いてR/F変換を行う場合に選択します。イニシャルリセット時のチャンネル1は、この変換方式に設定されます。

図4.12.2.1に外付け素子の接続図を示します。

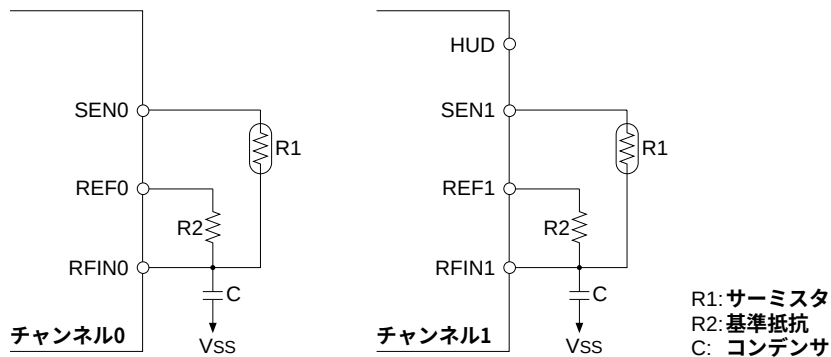


図4.12.2.1 R/F変換時の接続図

抵抗性センサ(サーミスタ等)をSEN0(SEN1)端子～RFIN0(RFIN1)端子間に接続します。

ここで測定する内容の基準となる値(たとえば、温度測定の場合は基準温度)を設定し、その値におけるセンサの抵抗値と同じ値の基準抵抗をREF0(REF1)端子～RFIN0(RFIN1)端子間に接続します。なお、基準抵抗は温度など環境により変化しない素子を使用する必要があります。

RFIN0(RFIN1)端子～VSS端子間には基準抵抗とセンサのCR発振に共通に使用する発振用コンデンサを接続します。

この方式ではHUD端子は使用しませんので、開放しておきます。

R/Fコンバータは基準抵抗とセンサそれぞれによってCR発振を同じ時間だけ行い、そのCR発振クロックのカウンタを行います。それぞれの抵抗値の違いは発振周波数の違いとなってカウンタ値に現われますので、その差をプログラムで補正することにより抵抗値の変化による測定結果を得ることができます。

CR発振回路は発振制御回路によって基準抵抗側とセンサ側が個別にどちらか一方だけが動作するようになっています。それぞれの回路の発振動作はまったく同じで、次のようになります。

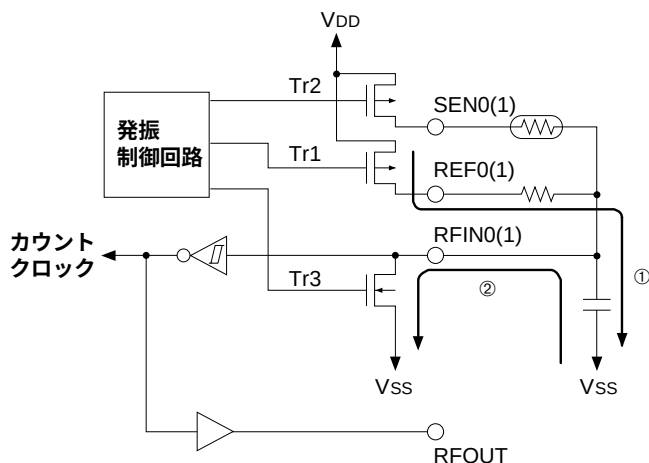


図4.12.2.2 CR発振回路(DCバイアス)

はじめにTr1(Tr2)が^sONになり、基準抵抗(センサ)を通してREF(SEN)端子～Vss端子間に接続したコンデンサが充電されます。RFIN端子の電圧レベルが上がるとTr1(Tr2)が^sOFF、Tr3が^sONとなってコンデンサの電荷が放電され、CRの時定数による発振が行われます。

センサの抵抗値の変化によりこの時定数が変わり、基準抵抗の発振周波数と差が生じます。

発振波形はシュミットトリガにより整形され計測カウンタに送られます。この計測カウンタに送られるクロックは、センサ発振時にRFOUT端子からも出力されますので、発振周波数をオシロスコープ等で確認することができます。このモニタは発振周波数に影響を与えませんので、R/F変換の精度調整に利用できます。図4.12.2.3に発振波形とRFOUTの出力波形を示します。

なお、RFOUT出力の"L"レベルの最低時間は10 μ secとします(V_{DD} = 3.0V、R_{SEN0/1} = 50k Ω 、C_{RF} = 1000pFの場合)。

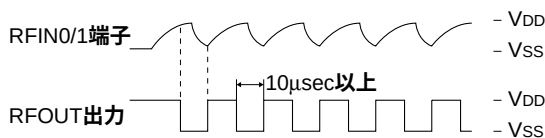


図4.12.2.3 発振波形

(2) 抵抗性湿度センサを用いたR/F変換

この変換方式はチャンネル1でのみ可能で、レジスタRFSELに"1"を設定することにより選択されます。この方式は基本的に(1)のR/F変換と同様ですが、湿度センサ用にAC印加を行う回路が働くようになっています。図4.12.2.4に外付け素子の接続図を示します。

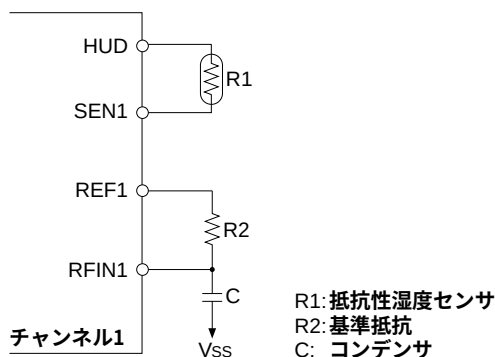


図4.12.2.4 抵抗性湿度センサの接続図

湿度センサをHUD端子～SEN1端子間に、基準抵抗をREF1端子～RFIN1端子間に接続します。RFIN1端子～Vss端子間には基準抵抗とセンサのCR発振に共通に使用する発振用コンデンサを接続します。

基準抵抗による発振動作は(1)のR/F変換と同様です。湿度センサは長時間のDC印加を行うことができないため、HUD端子とSEN1端子から交互に通電されています。

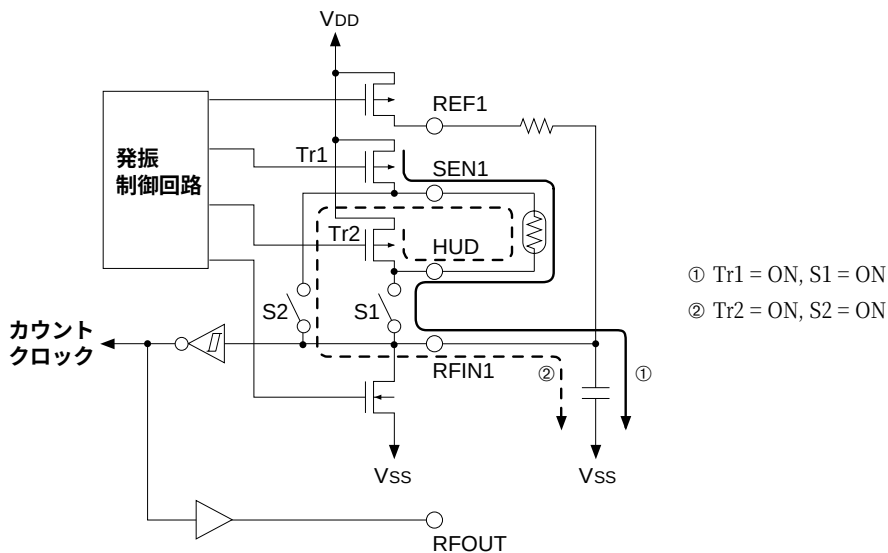


図4.12.2.5 抵抗性湿度センサのCR発振回路

発振波形は図4.12.2.3と同様です。

4.12.3 R/F変換

(1) カウンタ

R/Fコンバータには2種類のカウンタが内蔵されています。1つは前記の発振クロックをカウントする計測カウンタMCxxで、もう1つは内部クロックにより基準カウントを行うタイムベースカウンタTCxxです。

計測カウンタは基準抵抗とセンサによるCR発振クロックをカウントする20ビットアップカウンタで、R/F変換結果はこのカウンタを読み出すことにより得られます。タイムベースカウンタは、基準抵抗とセンサの発振時間を合わせるための20ビットのアップ/ダウンカウンタで、RFCLKレジスタで選択した入力クロック(OSC1またはOSC3)をカウントします。どちらのカウンタも、4ビット単位で読み出しおよび書き込みが可能です。

最初に基準抵抗のR/F変換を行います。発振を開始させると計測カウンタはカウントアップを、タイムベースカウンタはカウントダウンを開始します。2つのカウンタは計測カウンタがオーバーフローした("00000H"となった)時点でカウントを停止します。タイムベースカウンタに"00000H"をセットしてR/F変換を開始させることにより、基準抵抗による発振時間が、カウンタ停止後にタイムベースカウンタを読み出すことで得られます。

次にセンサのR/F変換を行います。計測カウンタは"00000H"からカウントアップを、タイムベースカウンタは基準発振時にカウントした値からカウントアップを開始します。2つのカウンタはタイムベースカウンタがオーバーフローした("00000H"となった)時点でカウントを停止します。センサの発振時間は基準発振時間と同じになります。

したがって、カウントを開始する前に適当な初期値を補数("00000H"から減算した値)に変換して計測カウンタにセットしておくことにより、基準抵抗とセンサの発振周波数の差を容易に求めることができます。たとえば、基準抵抗とセンサの抵抗値がまったく同じだった場合、補数に変換する前の初期値と同じ値が計測カウンタから得られます。

タイムベースカウンタは、カウンタ値の読み出しとプリセットが可能です。基準発振終了時の値を読み出してメモリにセーブしておくことにより、その後の基準発振を省略することができます。その場合は、メモリにセーブした値をタイムベースカウンタにセットし、計測カウンタを00000Hにしてセンサの発振を開始させます。

注: 計測カウンタにデータを書き込む場合は、必ず下位のアドレスから(FF92H→FF93H→FF94H→FF95H→FF96H)、5ワードすべてを書き込んでください。また、計測カウンタへの書き込みにはLD命令を使用してください。リードモディファイライト命令(AND、OR、ADD、SUB等)は使用しないでください。

(2) R/F変換シーケンス

基準抵抗のR/F変換はRFRUNRレジスタに"1"を書き込むことにより開始します。

なお、R/F変換を開始させる前には、計測カウンタに初期値をセットし、タイムベースカウンタを"00000H"にクリアしておく必要があります。

RFRUNRレジスタによってR/F変換を開始させると、基準抵抗による発振がONとなり、その発振クロックにより計測カウンタが設定した初期値からカウントアップを開始します。これと同時にタイムベースカウンタもOSC1クロックによりカウントダウンを開始します。

計測カウンタがオーバーフローして"00000H"になると発振およびカウント動作が停止し、割り込みが発生します。同時にRFRUNRレジスタも"0"にリセットされ、R/Fコンバータ回路はすべて停止します。

後でセンサ発振を単独に行うため、タイムベースカウンタの値を読み出してメモリにセーブしておきます。

図4.12.3.1に基準発振のタイミングチャートを示します。

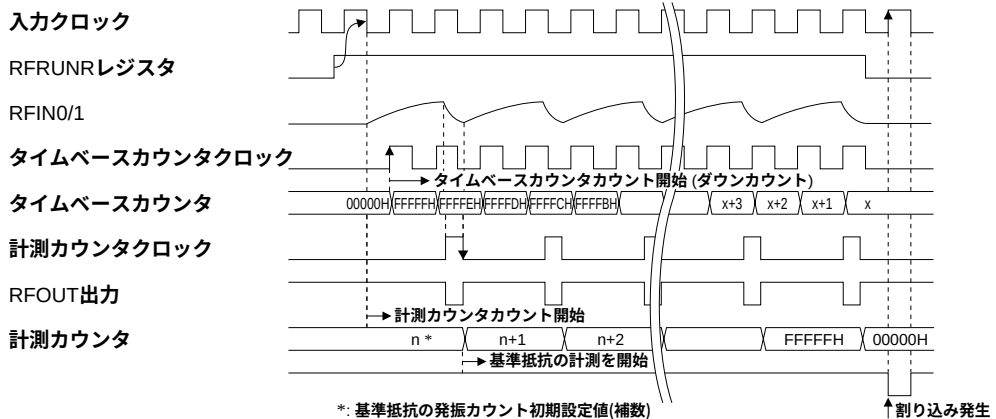


図4.12.3.1 基準発振タイミングチャート

CR発振は、RFRUNRレジスタに"1"を書き込んだ直後の入力クロックの立ち下がりエッジに同期して開始します。計測カウンタはCR発振開始後に入力される最初のCR発振クロックからカウントアップを開始します。カウントアップは各CR発振クロックの立ち下がりエッジで行われます。タイムベースカウンタへのクロック入力は最初の入力クロックの立ち下がりエッジでイネーブルとなり、以降同クロックの立ち上がりエッジごとにカウントダウンを行います。RFRUNRレジスタが"0"に設定されるタイミングは、計測カウンタが停止した直後の入力クロックの立ち下がりエッジです。割り込みは、OSC1のクロックでサンプリングされているため、RFRUNRレジスタが"0"に設定された直後のOSC1の立ち上がりエッジで発生します。

センサのR/F変換はRFRUNSレジスタに"1"を書き込むことにより開始します。センサ発振を基準発振に続いて行う場合は、カウンタへの初期値の設定は不要です。センサ発振のみを単独に行う場合は、計測カウンタに"00000H"をセットし、タイムベースカウンタには基準発振時に計測した値をセットしておく必要があります。RFRUNSレジスタによってR/F変換を開始させると、センサによる発振がONとなり、その発振クロックにより計測カウンタが00000Hからカウントアップを開始します。これと同時にタイムベースカウンタがオーバーフローして"00000H"になると発振およびカウント動作が停止し、割り込みが発生します。同時にRFRUNSレジスタも"0"にリセットされ、R/Fコンバータ回路はすべて停止します。

図4.12.3.2にセンサ発振のタイミングチャートを示します。

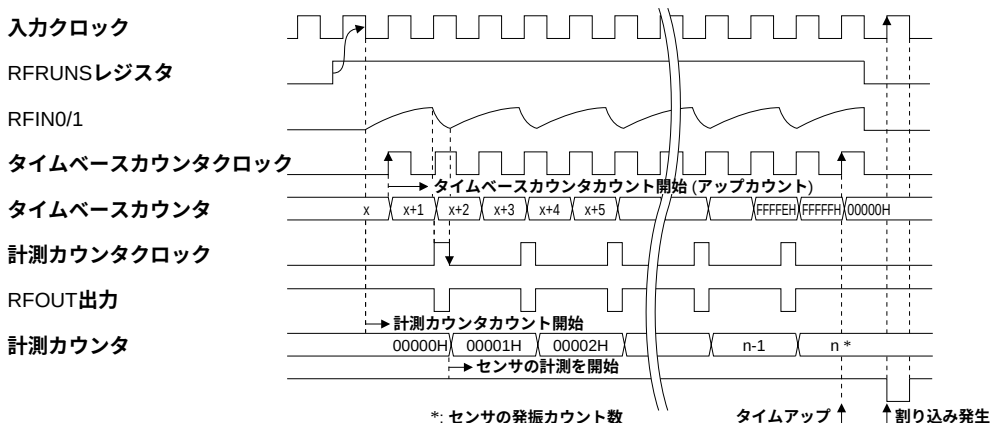


図4.12.3.2 センサ発振タイミングチャート

CR発振は、RFRUNSレジスタに"1"を書き込んだ直後の入力クロックの立ち下がりエッジに同期して開始します。計測カウンタはCR発振開始後に入力される最初のCR発振クロックからカウントアップを開始します。カウントアップは各CR発振クロックの立ち下がりエッジで行われます。タイムベースカウンタへのクロック入力は最初の入力クロックの立ち下がりエッジでイネーブルとなり、以降同クロックの立ち上がりエッジごとにカウントアップを行います。RFRUNSが"0"になった時点で行われているCR発振のクロックは計測カウンタでカウントされるかどうかは不定です。

RFRUNSレジスタが"0"に設定されるタイミングはタイムベースカウンタが"00000H"になった直後の入力クロックの立ち上がりエッジです。割り込みは、OSC1のクロックでサンプリングされているため、RFRUNSレジスタが"0"に設定された直後のOSC1の立ち上がりエッジで発生します。

以上の動作により、基準抵抗の発振時間と同じ時間センサの発振を行いますので、発振周波数の差を計測カウンタのカウンタ値から得ることができます。

基準抵抗の発振時間は計測カウンタがオーバーフローするまでの時間となるため、R/F変換を開始する前に適当な初期値を設定しておく必要があります。この初期値を小さな値にしておくとカウント期間が長くどれ、検出の精度は上がります。ただし、基準抵抗の発振をカウント中にタイムベースカウンタがオーバーフローする可能性があります。このオーバーフローが発生した場合、その時点でCR発振およびR/F変換を終了します。なお、この場合も割り込みが発生します。また、初期値の設定によってはセンサの発振をカウント中に計測カウンタがオーバーフローする場合があります。計測カウンタがオーバーフローした場合もCR発振およびR/F変換を終了し、割り込みが発生します。これらのオーバーフローが発生した場合、正しいデータを読み出すことができません。そこで、読み出したデータが正常か、あるいはオーバーフローが発生したかを判断するためにオーバーフローフラグが設定されています。計測カウンタのオーバーフローを示すフラグがOVMC、タイムベースカウンタのオーバーフローを示すフラグがOVTBCで、それぞれのカウンタにオーバーフローが発生していた場合、"1"にセットされます。このフラグはR/F変換開始時、および"1"を書き込んだ時点で"0"にリセットされます。オーバーフローフラグは割り込み発生時に必ず読み出して確認してください。また、センサによる測定範囲をどの程度に設定するか、およびその範囲のどの辺に基準抵抗の値を設定するかによっても初期値の設定が変わってきます。

以上の点に注意して初期値の設定を行ってください。

初期値は補数("00000H"から減算した値)に変換して計測カウンタに設定します。R/F変換が終了した計測カウンタの内容がセンサが検出したデータとなりますので、その値と補数に変換する前の初期値との差をプログラムで処理して目的の数値を算出してください。

以上の動作を図4.12.3.3に示します。

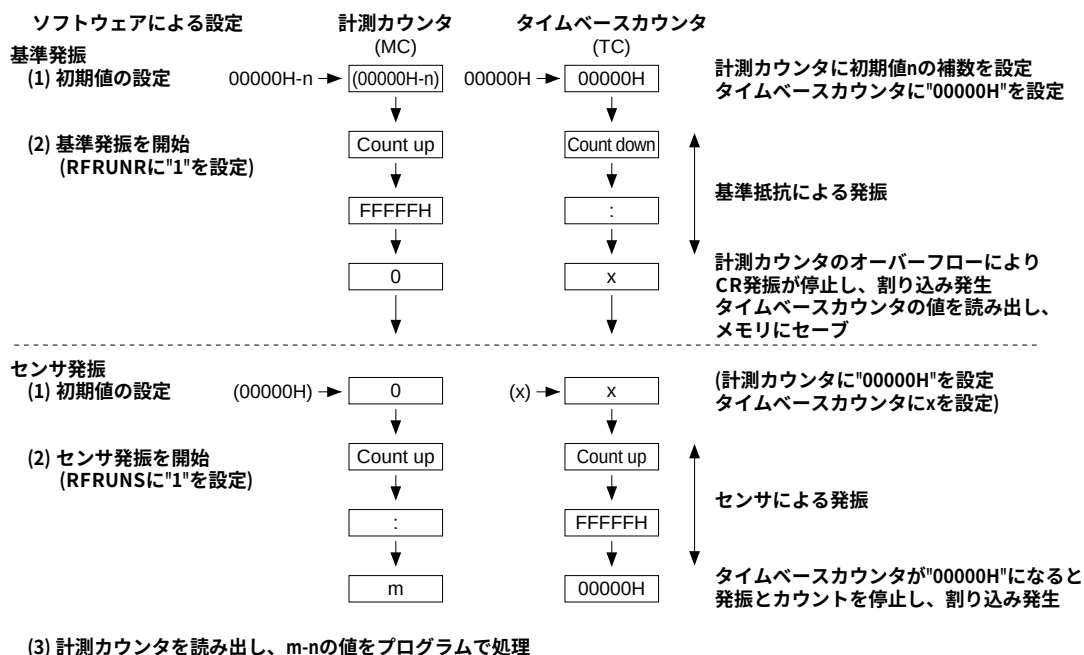


図4.12.3.3 R/F変換のシーケンス

注: 計測カウンタの初期値は、測定範囲およびカウンタのオーバーフローに注意して設定してください。

4.12.4 割り込み機能

R/FコンバータにはR/F変換終了時に割り込みを発生させる機能があります。

計測カウンタが"00000H"になると双方のカウンタのカウンタ動作が停止し、RFRUNRが"0"に設定された直後のOSC1の立ち上がりエッジで割り込み要因フラグIRFBが"1"にセットされます。

タイムベースカウンタが"00000H"になった場合も双方のカウンタのカウンタ動作が停止し、RFRUNSが"0"に設定された直後のOSC1の立ち上がりエッジで割り込み要因フラグIRFMが"1"にセットされます。

また、センサの発振カウント中に計測カウンタがオーバーフローした場合、および基準抵抗の発振カウント中にタイムベースカウンタがオーバーフローした場合も、それぞれ割り込み要因フラグIRFM、IRFBが"1"にセットされます。

これらの割り込み要因は割り込みマスクレジスタEIRFM、EIRFBによるマスクが可能で、"1"に設定している場合にCPUに対して割り込みが発生します。割り込みマスクレジスタを"0"に設定している場合、割り込み要因フラグは"1"にセットされますが、CPUに対する割り込みは発生しません。なお、割り込み要因フラグは"1"を書き込むことにより"0"にリセットされます。

図4.12.4.1～図4.12.4.4にR/Fコンバータの割り込みタイミングを示します。

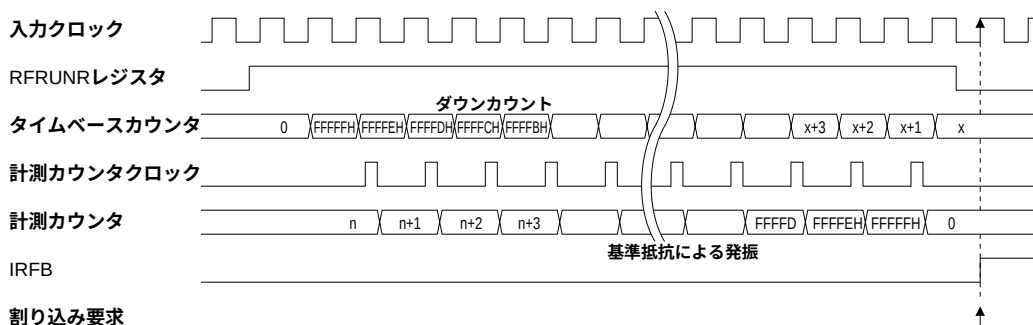


図4.12.4.1 基準発振終了割り込み

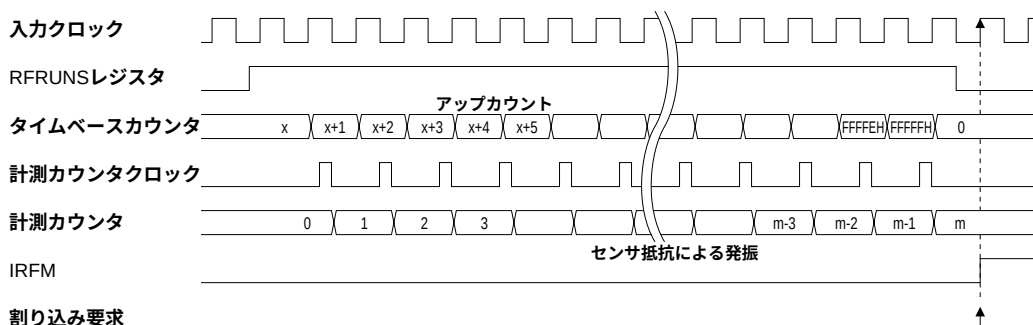


図4.12.4.2 センサ発振終了割り込み

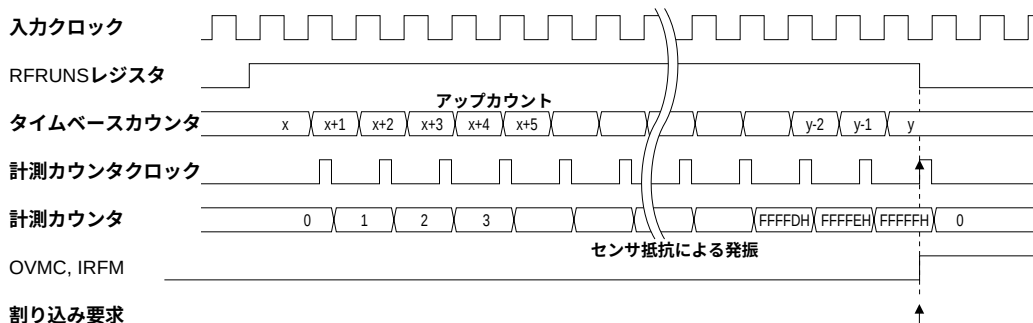


図4.12.4.3 計測カウンタオーバーフローによる割り込み

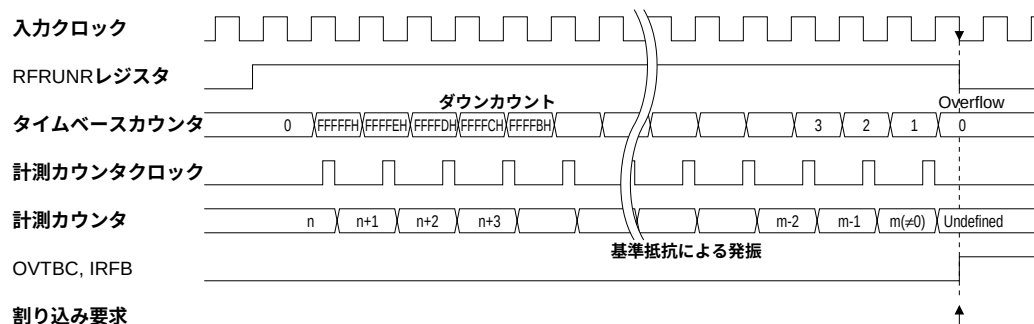


図4.12.4.4 タイムベースカウンタオーバーフローによる割り込み

- 注: ・ R/Fコンバータ割り込みが発生した場合は必ずオーバーフローフラグの読み出しを行って、正常終了かどうかの確認を行ってください。
- ・ カウンタのオーバーフローにより割り込みが発生した場合、オーバーフローフラグ(OVMC、OVTBC)に"1"を書き込んで"0"にリセットしてください。これらのフラグが"リセットされない場合、再度同じ割り込みが発生してしまいます。

4.12.5 R/FコンバータのI/Oメモリ

表4.12.5.1にR/Fコンバータの制御ビットとそのアドレスを示します。

表4.12.5.1 R/Fコンバータの制御ビット

アドレス	レジスタ				注 釈			
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0
FF90H	0	RFCLK	RFSEL	SENSEL	0 *3	– *2		
					RFCLK	0	OSC3	OSC1
					RFSEL	0	AC	DC
	R	R/W			SENSEL	0	Ch.1	Ch.0
FF91H	OVTBC	OVMC	RFRUNR	RFRUNS	OVTBC	0	Overflow	Non-ov
					OVMC	0	Overflow	Non-ov
					RFRUNR	0	Run	Stop
					RFRUNS	0	Run	Stop
FF92H	MC3	MC2	MC1	MC0	MC3	– *2		
					MC2	– *2		
					MC1	– *2		
					MC0	– *2		
FF93H	MC7	MC6	MC5	MC4	MC7	– *2		
					MC6	– *2		
					MC5	– *2		
					MC4	– *2		
FF94H	MC11	MC10	MC9	MC8	MC11	– *2		
					MC10	– *2		
					MC9	– *2		
					MC8	– *2		
FF95H	MC15	MC14	MC13	MC12	MC15	– *2		
					MC14	– *2		
					MC13	– *2		
					MC12	– *2		
FF96H	MC19	MC18	MC17	MC16	MC19	– *2		
					MC18	– *2		
					MC17	– *2		
					MC16	– *2		
FF97H	TC3	TC2	TC1	TC0	TC3	– *2		
					TC2	– *2		
					TC1	– *2		
					TC0	– *2		
FF98H	TC7	TC6	TC5	TC4	TC7	– *2		
					TC6	– *2		
					TC5	– *2		
					TC4	– *2		
FF99H	TC11	TC10	TC9	TC8	TC11	– *2		
					TC10	– *2		
					TC9	– *2		
					TC8	– *2		
FF9AH	TC15	TC14	TC13	TC12	TC15	– *2		
					TC14	– *2		
					TC13	– *2		
					TC12	– *2		
FF9BH	TC19	TC18	TC17	TC16	TC19	– *2		
					TC18	– *2		
					TC17	– *2		
					TC16	– *2		
FFE7H	0	0	EIRFB	EIRFM	0 *3	– *2		
					0 *3	– *2		
					EIRFB	0	Enable	Mask
	R			R/W	EIRFM	0	Enable	Mask
FFF7H	0	0	IRFB	IRFM	0 *3	– *2	(R)	(R)
					0 *3	– *2	Yes	No
					IRFB	0	(W)	(W)
	R			R/W	IRFM	0	Reset	Invalid

*1 イニシャルリセット時の初期値

*3 読み出し時は常時"0"

*2 回路上設定されない

● MC0～MC19: 計測カウンタ (FF92H～FF96H)

CR発振クロックによりカウントアップする計測カウンタで、4ビット単位で書き込み/読み出しが可能です。基準抵抗による発振を行う場合は発振を開始する前に、カウントするクロック数の補数を書き込んでおきます。基準抵抗による発振によってこのカウンタがオーバーフローし、カウント値が"00000H"になると発振およびカウント動作が停止します。

センサによる発振を行う場合は発振を開始する前に、00000Hを書き込んでおきます(基準発振に引き続いて行う場合は不要)。センサ発振とカウント動作はタイムベースカウンタがオーバーフローした時点で停止します。停止したカウンタの値を読み出すことによって基準抵抗との差が得られますので、それをプログラムで処理して目的の数値を算出してください。

なお、基準発振前に書き込む初期値は、測定範囲およびカウンタのオーバーフローに注意して設定してください。

イニシャルリセット時、このカウンタの内容は不定となります。

● TC0～TC19: タイムベースカウンタ (FF97H～FF9BH)

基準抵抗とセンサのCR発振時間を合わせるためのタイムベースカウンタで、4ビット単位で書き込み/読み出しが可能です。

基準抵抗による発振時はカウントダウンを行い、センサによる発振時は"00000H"までのカウントアップを行います。双方のカウント時間を合わせるため、基準発振を開始する前にはこのカウンタに"00000H"を書き込んでおく必要があります。基準発振のカウント値は基準発振終了時に読み出してメモリにセーブしてください。センサ発振を開始する前に、その値をこのカウンタに設定します。

イニシャルリセット時、このカウンタの内容は不定となります。

● RFCLK: 入力クロック選択 (FF90H・D2)

タイムベースカウンタの入力クロックを選択します。

"1"書き込み: OSC3
 "0"書き込み: OSC1
 読み出し: 可能

タイムベースカウンタのカウントを行うクロックを選択します。

RFCLKに"1"を書き込むことによりOSC3クロックが選択され、"0"を書き込んだ場合はOSC1クロック(Typ. 32kHz)が選択されます。OSC3クロックを選択する場合、OSC3発振周波数は最大2MHzに制限されますので注意が必要です。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● RFSEL: チャンネル1センサ選択 (FF90H・D1)

チャンネル1に使用するセンサの種類を選択します。

"1"書き込み: 抵抗性湿度センサ
 "0"書き込み: 抵抗性センサ
 読み出し: 可能

RFSELに"1"を書き込むとチャンネル1のセンサとして抵抗性湿度センサが、"0"の書き込みで抵抗性センサが選択されます。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● SENSEL: 変換チャンネル選択レジスタ (FF90H・D0)

R/F変換するチャンネルを選択します。

"1"書き込み: チャンネル1
 "0"書き込み: チャンネル0
 読み出し: 可能

SENSELに"1"を書き込むとR/F変換を行うチャンネルとしてチャンネル1が選択され、"0"を書き込むとチャンネル0が選択されます。

イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● RFRUNR: 基準発振RUN制御/ステータス (FF91H・D1)

基準抵抗のR/F変換を開始させると共に動作状態を示します。

"1"書き込み: R/F変換開始
 "0"書き込み: 無効
 "1"読み出し: R/F変換中
 "0"読み出し: 停止中

RFRUNRに"1"を書き込むことにより基準抵抗のR/F変換を開始します。R/F変換中はこのレジスタに"1"が保持され、R/F変換が終了した時点で"0"に設定されます。RFRUNRへの"0"書き込みは無効です。イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● RFRUNS: センサ発振RUN制御/ステータス (FF91H・D0)

センサのR/F変換を開始させると共に動作状態を示します。

"1"書き込み: R/F変換開始
 "0"書き込み: 無効
 "1"読み出し: R/F変換中
 "0"読み出し: 停止中

RFRUNSに"1"を書き込むことによりセンサのR/F変換を開始します。R/F変換中はこのレジスタに"1"が保持され、R/F変換が終了した時点で"0"に設定されます。RFRUNSへの"0"書き込みは無効です。イニシャルリセット時、このレジスタは"0"に設定されます。

● OVMC: 計測カウンタオーバーフローフラグ (FF91H・D2)

計測カウンタのオーバーフロー発生状態を示すフラグです。

"1"読み出し: オーバーフロー発生
 "0"読み出し: オーバーフローなし
 "1"書き込み: "0"にリセット
 "0"書き込み: 無効

センサの発振をカウント中に計測カウンタにオーバーフローが発生した場合、OVMCが"1"にセットされます。同時に割り込みも発生します。このフラグはR/F変換開始時および"1"の書き込みによりリセットされます。イニシャルリセット時、このフラグは"0"に設定されます。

● OVTBC: タイムベースカウンタオーバーフローフラグ (FF91H・D3)

タイムベースカウンタのオーバーフロー発生状態を示すフラグです。

"1"読み出し: オーバーフロー発生
 "0"読み出し: オーバーフローなし
 "1"書き込み: "0"にリセット
 "0"書き込み: 無効

基準抵抗の発振中にタイムベースカウンタにオーバーフローが発生した場合、OVTBCが"1"にセットされます。同時に割り込みも発生します。このフラグはR/F変換開始時および"1"の書き込みによりリセットされます。イニシャルリセット時、このフラグは"0"に設定されます。

● EIRFM, EIRFB: 割り込みマスクレジスタ (FFE7H・D0, D1)

R/Fコンバータの割り込みについてマスクするかしないかを選択します。

"1"書き込み: イネーブル
 "0"書き込み: マスク
 読み出し: 可能

EIRFMとEIRFBはそれぞれセンサ発振終了および基準発振終了割り込みに対応する割り込みマスクレジスタで、"1"を書き込むことによりR/Fコンバータ割り込みが許可され、"0"を書き込むことにより割り込みがマスクされます。

イニシャルリセット時、これらのレジスタは"0"に設定されます。

● IRFM, IRFB: 割り込み要因フラグ (FFF7H・D0, D1)

R/Fコンバータ割り込みの発生状態を示すフラグです。

"1"読み出し:	割り込み有
"0"読み出し:	割り込み無
"1"書き込み:	要因フラグをリセット
"0"書き込み:	無効

IRFBは基準抵抗のR/F変換が終了した場合、または基準抵抗の発振カウント中にタイムベースカウンタがオーバーフローした場合に"1"にセットされます。

IRFMはセンサのR/F変換が終了した場合、またはセンサの発振カウント中に計測カウンタがオーバーフローした場合に"1"にセットされます。

これらのフラグによりR/Fコンバータ割り込みの有無をソフトウェアで判断することができます。なお、このフラグは割り込みマスキングレジスタの設定にかかわらず、上記の条件で"1"にセットされます。

これらのフラグは、"1"を書き込むことによって"0"にリセットされます。

割り込み発生後、割り込み要因フラグをリセットせずに割り込み許可(IFラグ="1")に設定あるいはRETI命令を実行すると再度同一の割り込みが発生してしまいます。したがって、割り込み処理ルーチン内では、割り込み許可状態に移行する前に割り込み要因フラグのリセット("1"書き込み)を行ってください。

イニシャルリセット時、これらのフラグは"0"に設定されます。

4.12.6 プログラミング上の注意事項

- (1) 計測カウンタ(MC)の初期値によっては、CR発振クロックのカウント中に計測カウンタあるいはタイムベースカウンタにオーバーフローが発生する場合があります。初期値はCR発振周波数とその変動範囲、およびタイムベースカウンタの入力クロック周波数に注意して設定してください。オーバーフローが発生した場合はその時点でR/F変換を終了しますので、R/F変換結果(計測カウンタ値)を読み出した際は、オーバーフローフラグ(OVMC, OVTBC)の確認も行ってください。CR発振周波数の上限値は500kHzです。特に下限周波数についての制限はありませんが、タイムベースカウンタのオーバーフローには注意してください。
- (2) カウンタのオーバーフローにより割り込みが発生した場合、オーバーフローフラグ(OVMC, OVTBC)に"1"を書き込んで"0"にリセットしてください。これらのフラグがリセットされない場合、再度同じ割り込みが発生してしまいます。
- (3) 割り込み発生後、割り込み要因フラグをリセットせずに割り込み許可(IFラグ="1")に設定あるいはRETI命令を実行すると再度同一の割り込みが発生してしまいます。したがって、割り込み処理ルーチン内では、割り込み許可状態に移行する前に割り込み要因フラグのリセット("1"書き込み)を行ってください。
- (4) OSC3クロックをタイムベースカウンタのクロックとして選択する場合、OSC3発振周波数は最大2MHzに制限されますので注意が必要です。
- (5) 計測カウンタにデータを書き込む場合は、必ず下位のアドレスから(FF92H→FF93H→FF94H→FF95H→FF96H)、5ワードすべてを書き込んでください。また、計測カウンタへの書き込みにはLD命令を使用してください。リードモディファイライト命令(AND、OR、ADD、SUB等)は使用しないでください。

4.13 割り込みとHALT

<割り込みの種類>

S1C63653には以下の5種類の割り込みが設定されています。

外部割り込み	・ 入力割り込み	(2系統)
内部割り込み	・ ウォッチドッグタイマ割り込み	(NMI、1系統)
	・ プログラマブルタイマ割り込み	(4系統)
	・ 計時タイマ割り込み	(4系統)
	・ R/Fコンバータ割り込み	(2系統)

割り込みを許可するためにはインタラプトフラグを"1"にセット(EI)し、あわせて必要な系統の割り込みマスクレジスタも"1"にセット(イネーブル)する必要があります。

割り込みが発生するとインタラプトフラグは自動的に"0"にリセット(DI)され、以後の割り込みは禁止されます。

ウォッチドッグタイマ割り込みはNMI(ノンマスカブル割り込み)のため、インタラプトフラグの設定にかかわらず、割り込みが発生します。このため、割り込みマスクレジスタも用意されていません。ただし、ウォッチドッグタイマはソフトウェアにより動作を停止させることができますので、NMIを発生させないようにすることができます。

図4.13.1に割り込み回路の構成を示します。

注: イニシャルリセット時、NMIを含むすべての割り込みはスタックポインタSP1、SP2の両方がソフトウェアで設定されるまでマスクされます。また、SP1、SP2を設定後どちらか一方を再設定すると、もう一方が再設定されるまで割り込み(NMIを含む)は再びマスクされます。したがって、SP1およびSP2の設定は必ずペアで行ってください。

<HALT>

S1C63653は必要なとき以外の消費電流を大幅に低減させるHALT機能を持っています。

CPUはHALT命令が入力されるとHALT状態に入り、CPUの動作を停止します。ただし、発振回路は動作していますので、タイマのカウント等は継続して行われます。

CPUのHALT状態からの再起動はNMIを含むハードウェア割り込み要求が発生することにより行われます。

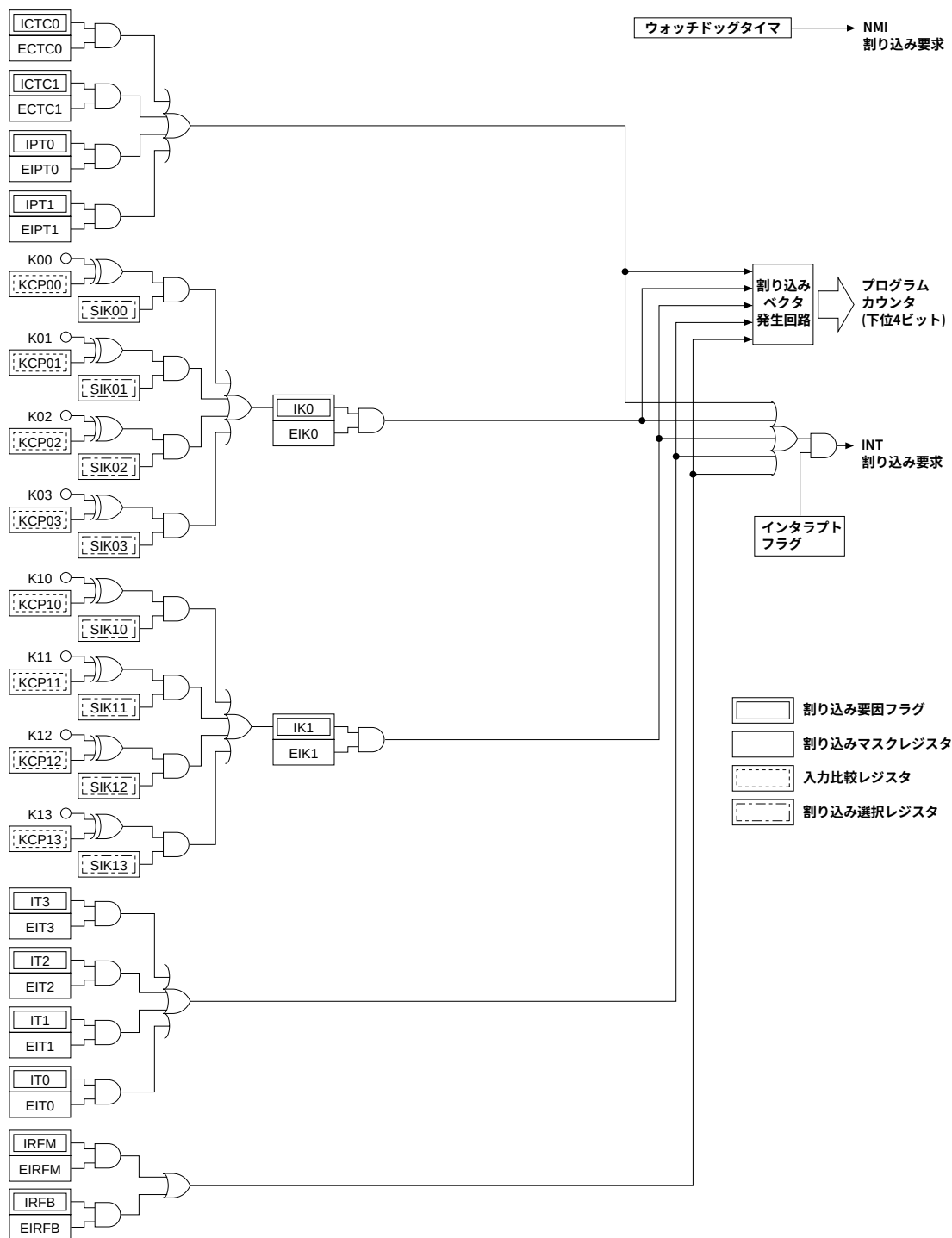


図4.13.1 割り込み回路の構成

4.13.1 割り込みの要因

割り込み要求が発生する要因を表4.13.1.1に示します。

各々の割り込み要因により、対応する割り込み要因フラグが"1"にセットされます。

CPUに対する割り込みは、以下の条件が成立している場合に割り込み要因フラグが"1"にセットされたときに発生します。

- 対応する割り込みマスキレジスタが"1"(イネーブル)
- インタラプトフラグが"1"(EI)

割り込み要因フラグは"1"書き込みにより"0"にリセットされます。

イニシャルリセット時、割り込み要因フラグは"0"にリセットされます。

- * ウォッチドッグタイマはNMIのため、上記の条件とは無関係に割り込みが発生します。割り込み要因フラグも用意されていません。

表4.13.1.1 割り込み要因

割り込み要因	割り込み要因フラグ
プログラマブルタイマ1(コンペアマッチ)	ICTC1 (FFF0H・D1)
プログラマブルタイマ0(コンペアマッチ)	ICTC0 (FFF0H・D0)
プログラマブルタイマ1(アンダーフロー)	IPT1 (FFF1H・D1)
プログラマブルタイマ0(アンダーフロー)	IPT0 (FFF1H・D0)
K00～K03入力(立ち下がりまたは立ち上がりエッジ)	IK0 (FFF3H・D0)
K10～K13入力(立ち下がりまたは立ち上がりエッジ)	IK1 (FFF4H・D0)
計時タイマ1Hz(立ち下がりエッジ)	IT3 (FFF5H・D3)
計時タイマ2Hz(立ち下がりエッジ)	IT2 (FFF5H・D2)
計時タイマ8Hz(立ち下がりエッジ)	IT1 (FFF5H・D1)
計時タイマ32Hz(立ち下がりエッジ)	IT0 (FFF5H・D0)
R/Fコンバータ(基準発振完了)	IRFB (FFF7H・D1)
R/Fコンバータ(センサ発振完了)	IRFM (FFF7H・D0)

注: 割り込み発生後、割り込み要因フラグをリセットせずに割り込み許可(IFラグ="1")に設定あるいはRETI命令を実行すると再度同一の割り込みが発生してしまいます。したがって、割り込み処理ルーチン内では、割り込み許可状態に移行する前に割り込み要因フラグのリセット("1"書き込み)を行ってください。

4.13.2 割り込みの個別マスク

割り込み要因フラグは、対応する割り込みマスクレジスタによりマスクできます。

割り込みマスクレジスタは読み出し/書き込みが可能なレジスタであり、"1"書き込みでイネーブル(割り込み許可)、“0”書き込みでマスク(割り込み禁止)となります。

イニシャルリセット時、割り込みマスクレジスタは"0"にリセットされます。

表4.13.2.1に割り込みマスクレジスタと割り込み要因フラグの対応を示します。

表4.13.2.1 割り込みマスクレジスタと割り込み要因フラグ

割り込みマスクレジスタ		割り込み要因フラグ	
ECTC1	(FFE0H・D1)	ICTC1	(FFF0H・D1)
ECTC0	(FFE0H・D0)	ICTC0	(FFF0H・D0)
EIPT1	(FFE1H・D1)	IPT1	(FFF1H・D1)
EIPT0	(FFE1H・D0)	IPT0	(FFF1H・D0)
EIK0	(FFE3H・D0)	IK0	(FFF3H・D0)
EIK1	(FFE4H・D0)	IK1	(FFF4H・D0)
EIT3	(FFE5H・D3)	IT3	(FFF5H・D3)
EIT2	(FFE5H・D2)	IT2	(FFF5H・D2)
EIT1	(FFE5H・D1)	IT1	(FFF5H・D1)
EIT0	(FFE5H・D0)	IT0	(FFF5H・D0)
EIRFB	(FFE7H・D1)	IRFB	(FFF7H・D1)
EIRFM	(FFE7H・D0)	IRFM	(FFF7H・D0)

4.13.3 割り込みベクタ

CPUに割り込み要求が入力されると、CPUは割り込み処理を開始します。

割り込み処理は実行中のプログラムの終了後、以下の手順で行われます。

1. フラグレジスタを退避後、Iフラグをリセット
2. 次に実行すべきプログラムのアドレスデータ(プログラムカウンタの値)をスタック領域(RAM)に退避
3. 割り込み要求による割り込みベクタの値(0100H～010EH)をプログラムカウンタにセット
4. 指定されたアドレスのプログラムを実行(ソフトウェアによる割り込み処理ルーチンの実行)

表4.13.3.1に割り込み要求と割り込みベクタの対応を示します。

表4.13.3.1 割り込み要求と割り込みベクタ

割り込みベクタ	割り込み要因	優先順位
0100H	ウォッチドッグタイマ	↑ 高い
0102H	R/Fコンバータ	
0104H	プログラマブルタイマ	
0106H	—	
0108H	K00～K03入力	
010AH	K10～K13入力	↓ 低い
010CH	計時タイマ	
010EH	—	

プログラムカウンタ(PC)の下位4ビットが割り込み要求による間接アドレス指定となります。

4.13.4 割り込みのI/Oメモリ

表4.13.4.1に割り込みに関する制御ビットとそのアドレスを示します。

表4.13.4.1(a) 割り込みの制御ビット

アドレス	レジスタ								注 釈
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0	
FF20H	SIK03	SIK02	SIK01	SIK00	SIK03	0	Enable	Disable	K00～K03割り込み選択レジスタ
					SIK02	0	Enable	Disable	
	R/W				SIK01	0	Enable	Disable	
					SIK00	0	Enable	Disable	
FF22H	KCP03	KCP02	KCP01	KCP00	KCP03	1			K00～K03入力比較レジスタ
					KCP02	1			
	R/W				KCP01	1			
					KCP00	1			
FF24H	SIK13	SIK12	SIK11	SIK10	SIK13	0	Enable	Disable	K10～K13割り込み選択レジスタ
					SIK12	0	Enable	Disable	
	R/W				SIK11	0	Enable	Disable	
					SIK10	0	Enable	Disable	
FF26H	KCP13	KCP12	KCP11	KCP10	KCP13	1			K10～K13入力比較レジスタ
					KCP12	1			
	R/W				KCP11	1			
					KCP10	1			
FFE0H	0	0	ECTC1	ECTC0	0 *3	–*2			未使用
					0 *3	–*2			未使用
	R		R/W		ECTC1	0	Enable	Mask	割り込みマスクレジスタ(タイマ1コンペアマッチ)
					ECTC0	0	Enable	Mask	割り込みマスクレジスタ(タイマ0コンペアマッチ)
FFE1H	0	0	EIPT1	EIPT0	0 *3	–*2			未使用
					0 *3	–*2			未使用
	R		R/W		EIPT1	0	Enable	Mask	割り込みマスクレジスタ(タイマ1アンダーフロー)
					EIPT0	0	Enable	Mask	割り込みマスクレジスタ(タイマ0アンダーフロー)
FFE3H	0	0	0	EIK0	0 *3	–*2			未使用
					0 *3	–*2			未使用
	R			R/W	0 *3	–*2			未使用
					EIK0	0	Enable	Mask	割り込みマスクレジスタ(K00～K03)
FFE4H	0	0	0	EIK1	0 *3	–*2			未使用
					0 *3	–*2			未使用
	R			R/W	0 *3	–*2			未使用
					EIK1	0	Enable	Mask	割り込みマスクレジスタ(K10～K13)
FFE5H	EIT3	EIT2	EIT1	EIT0	EIT3	0	Enable	Mask	割り込みマスクレジスタ(計時タイマ1Hz)
					EIT2	0	Enable	Mask	割り込みマスクレジスタ(計時タイマ2Hz)
	R/W				EIT1	0	Enable	Mask	割り込みマスクレジスタ(計時タイマ8Hz)
					EIT0	0	Enable	Mask	割り込みマスクレジスタ(計時タイマ32Hz)
FFE7H	0	0	EIRFB	EIRFM	0 *3	–*2			未使用
					0 *3	–*2			未使用
	R		R/W		EIRFB	0	Enable	Mask	割り込みマスクレジスタ(R/Fコンバータ基準発振完了)
					EIRFM	0	Enable	Mask	割り込みマスクレジスタ(R/Fコンバータセンサ発振完了)
FFF0H	0	0	ICTC1	ICTC0	0 *3	–*2	(R)	(R)	未使用
					0 *3	–*2	Yes	No	未使用
	R		R/W		ICTC1	0	(W)	(W)	割り込み要因フラグ(タイマ1コンペアマッチ)
					ICTC0	0	Reset	Invalid	割り込み要因フラグ(タイマ0コンペアマッチ)
FFF1H	0	0	IPT1	IPT0	0 *3	–*2	(R)	(R)	未使用
					0 *3	–*2	Yes	No	未使用
	R		R/W		IPT1	0	(W)	(W)	割り込み要因フラグ(タイマ1アンダーフロー)
					IPT0	0	Reset	Invalid	割り込み要因フラグ(タイマ0アンダーフロー)
FFF3H	0	0	0	IK0	0 *3	–*2	(R)	(R)	未使用
					0 *3	–*2	Yes	No	未使用
	R			R/W	0 *3	–*2	(W)	(W)	未使用
					IK0	0	Reset	Invalid	割り込み要因フラグ(K00～K03)
FFF4H	0	0	0	IK1	0 *3	–*2	(R)	(R)	未使用
					0 *3	–*2	Yes	No	未使用
	R			R/W	0 *3	–*2	(W)	(W)	未使用
					IK1	0	Reset	Invalid	割り込み要因フラグ(K10～K13)

*1 イニシャルリセット時の初期値

*3 読み出し時は常時"0"

*2 回路上設定されない

表4.13.4.1(b) 割り込みの制御ビット

アドレス	レジスタ				注 釈				
	D3	D2	D1	D0	Name	Init *1	1	0	
FFF5H	IT3	IT2	IT1	IT0	IT3	0	(R)	(R)	割り込み要因フラグ(計時タイマ1Hz)
					IT2	0	Yes	No	割り込み要因フラグ(計時タイマ2Hz)
	R/W				IT1	0	(W)	(W)	割り込み要因フラグ(計時タイマ8Hz)
					IT0	0	Reset	Invalid	割り込み要因フラグ(計時タイマ32Hz)
	FFF7H	0	0	IRFB	IRFM	0 *3	– *2	(R)	(R)
0 *3						– *2	Yes	No	未使用
R		R/W		IRFB	0	(W)	(W)	割り込み要因フラグ(R/Fコンバータ基準発振完了)	
				IRFM	0	Reset	Invalid	割り込み要因フラグ(R/Fコンバータセンサ発振完了)	

*1 イニシャルリセット時の初期値

*3 読み出し時は常時"0"

*2 回路上設定されない

- ECTC1, ECTC0: 割り込みマスクレジスタ (FFE0H・D1, D0)
- EIPT1, EIPT0: 割り込みマスクレジスタ (FFE1H・D1, D0)
- ICTC1, ICTC0: 割り込み要因フラグ (FFF0H・D1, D0)
- IPT1, IPT0: 割り込み要因フラグ (FFF1H・D1, D0)
..."4.10 プログラマブルタイマ"参照
- KCP03～KCP00, KCP13～KCP10: 入力比較レジスタ (FF22H, FF26H)
- SIK03～SIK00, SIK13～SIK10: 割り込み選択レジスタ (FF20H, FF24H)
- EIK0, EIK1: 割り込みマスクレジスタ (FFE3H・D0, FFE4H・D0)
- IK0, IK1: 割り込み要因フラグ (FFF3H・D0, FFF4H・D0)
..."4.5 入力ポート"参照
- EIT3～EIT0: 割り込みマスクレジスタ (FFE5H)
- IT3～IT0: 割り込み要因フラグ (FFF5H)
..."4.9 計時タイマ"参照
- EIRFB, EIRFM: 割り込みマスクレジスタ (FFE7H・D1, D0)
- IRFB, IRFM: 割り込み要因フラグ (FFF7H・D1, D0)
..."4.12 R/Fコンバータ"参照

4.13.5 プログラミング上の注意事項

- (1) 各割り込み要因フラグは、各割り込みマスクレジスタを"0"に設定していても、割り込み条件成立によりセットされます。
- (2) 割り込み発生後、割り込み要因フラグをリセットせずに割り込み許可(Iフラグ="1")に設定あるいはRETI命令を実行すると再度同一の割り込みが発生してしまいます。したがって、割り込み処理ルーチン内では、割り込み許可状態に移行する前に割り込み要因フラグのリセット("1"書き込み)を行ってください。
- (3) イニシャルリセット時、NMIを含むすべての割り込みはスタックポインタSP1、SP2の両方がソフトウェアで設定されるまでマスクされます。また、SP1、SP2を設定後どちらか一方を再設定すると、もう一方が再設定されるまで割り込み(NMIを含む)は再びマスクされます。したがって、SP1およびSP2の設定は必ずペアで行ってください。

5 注意事項のまとめ

5.1 低消費電流化のための注意事項

S1C63653は、低消費電流化のため回路系ごとに制御レジスタを持っています。

この制御レジスタにより必要最小限の回路系を動作させるプログラムとすることで、低消費電流化が実現できます。

以下に動作を制御できる回路系とその制御レジスタ等を説明しますので、プログラムを組む上で参考としてください。

表5.1.1 回路系と制御レジスタ

回路系(および項目)	制御レジスタ等
CPU	HALT命令
CPU動作周波数	CLKCHG, OSCC
高速動作用定電圧回路	VDC0, VDC1
LCD系電圧回路	LPWR
降圧モード	VDC2, VDC3

消費電流については"7 電気的特性"を参照してください。

イニシャルリセット時の各回路系の状態は以下のとおりです。

- CPU:** 動作状態
- CPU動作周波数:** 低速側(CLKCHG = "0")
OSC3発振回路停止状態(OSCC = "0")
- 内部ロジック動作電圧:** VD1L(VDC0 = "0")
- 高速動作用定電圧回路:** OFF状態(VDC1 = "0")
- LCD系電圧回路:** OFF状態(LPWR = "0")
- 降圧モード:** OFF状態(VDC2 = VDC3 = "0")

また、LCDパネルの特性により消費電流が数μAのオーダーで異なりますので、パネルの選択にも注意が必要です。

5.2 個別機能についての注意事項のまとめ

以下に各機能の注意事項を個別にまとめます。内容に十分留意した上でプログラミングを行ってください。

● メモリ、スタック

- (1) メモリマップの未使用領域にはメモリが実装されていません。また、周辺I/O領域にも非実装領域、未使用(アクセス禁止)領域が存在します。これらの領域をアクセスするようなプログラムを作成した場合は、正常な動作を保証することはできません。
周辺I/O領域については表4.1.1に示すI/Oメモリマップを参照してください。
- (2) データメモリの一部をサブルーチンコールやレジスタ退避時のスタック領域としても使用しますので、データ領域とスタック領域が重ならないように注意してください。
- (3) S1C63000コアCPUは、4ビットデータ用スタックポインタ(SP2)および16ビットデータ用スタックポインタ(SP1)によりスタック処理を行います。SP1によるスタック処理では16ビットデータアクセスが行われますので、このスタック領域の設定は4ビット/16ビットアクセスが可能な領域内(0100H~01FFH)で行ってください。スタックポインタは、SP1が0000H~03FFH、SP2が0000H~00FFHの範囲でサイクリックに動作します。このため、SP1はS1C63653の4ビット/16ビットアクセス領域を外れた0200H以上、あるいは00FFH以下の領域にも設定される可能性がありますので注意してください。SP1によるスタック操作以外のメモリアクセスは4ビットデータアクセスとなります。
また、イニシャルリセット時は、スタックポインタSP1、SP2の両方がソフトウェアで設定されるまでNMIを含むすべての割り込みがマスクされます。また、SP1、SP2を設定後どちらか一方を再設定すると、もう一方が再設定されるまでNMIを含む割り込みは再びマスクされます。したがって、SP1およびSP2の設定は必ずペアで行ってください。

● 電源

- (1) 低速動作用定電圧回路を降圧モードに設定する場合は、VDC2に"1"を書き込む前にCPU動作クロックをOSC1に切り換えてください。
- (2) LCD系定電圧回路を降圧モードに設定する場合は、VDC3に"1"を書き込む前にV_{C1}電圧(コントラストの設定)を1.13V以下(LCレジスタ=6以下)に設定してください。

● ウォッチドッグタイマ

ウォッチドッグタイマを使用する場合、3秒周期以内にソフトウェアでウォッチドッグタイマをリセットする必要があります。イニシャルリセットにより、ウォッチドッグタイマは動作状態に設定されますので、使用しない場合は割り込み(NMI)発生前にウォッチドッグタイマをディセーブル(使用しない)に設定してください。

● 発振回路

- (1) CPUシステムクロックをOSC1からOSC3に切り換える場合は、OSC3発振をONにする前に動作電圧を高速用(V_{D3})に切り換えてください。その後、2.5msec以上の時間をおいてからOSC3発振をONにします。OSC3からOSC1に切り換える場合は、OSC1に切り換えてOSC3発振をOFFにした後で動作電圧を低速用(V_{D1L})に切り換えてください。
- (2) OSC3発振回路がONしてから発振が安定するまでに、5msec以上を必要とします。したがって、CPUの動作クロックをOSC1からOSC3に切り換える際は、OSC3発振ONの後、5msec以上経過してから行ってください。また、発振安定時間は外付け発振子の特性および使用条件等により異なりますので、十分マージンを取って待ち時間を設定してください。
- (3) OSC3からOSC1へのクロック切り換えと、OSC3発振OFFは別々のインストラクションで行ってください。1インストラクションで、同時に処理するとCPUの誤動作につながります。
- (4) 低速動作用定電圧回路が降圧モード時(VDC2="1")はOSC1クロックによる低速動作のみ可能です。システムクロックをOSC3には切り換えしないでください。
- (5) OSC3クロックによる動作中は、絶対に動作電圧をV_{D1L}に切り換えしないでください。また、高速動作用定電圧回路を停止しないでください。
- (6) R/Fコンバータのタイムベースカウンタ用クロックとしてOSC3を選択する場合、OSC3クロックの最大周波数は2MHzとなります。
- (7) OSC3発振回路のクロックによるCPU高速動作時にHALT命令を実行、あるいはHALTモードを解除すると内部ロジック系電源V_{D1}が短時間に変動し、暴走等の予期せぬ症状が起きる可能性があります。OSC3発振回路のクロックによるCPU高速動作時に、HALT命令は使用しないでください。

● 入力ポート

入力ポートをHIGHレベルからプルダウン抵抗でLOWレベルに変化させる場合、プルダウン抵抗と入力ゲート容量の時定数によって波形立ち下がりに遅延が生じます。このため、入力ポートの取り込みを行う際は、適切な待ち時間を設定してください。

特に、キーマトリクス構成時のキースキャン等に注意が必要です。

この待ち時間は次の式で算出される時間以上としてください。

$$10 \times C(\text{端子容量}5\text{pF} + \text{寄生容量?pF}) \times R(\text{プルダウン抵抗}375\text{k}\Omega \text{ Max.})$$

● 出力ポート

(1) R02、R03を特殊出力(TOUT、FOUT)として使用する場合、R02レジスタ、R03レジスタは"1"に、R02HIZレジスタ、R03HIZレジスタは"0"に固定してください。

R02、R03レジスタに"0"を書き込むと、出力端子がLOW(Vss)に固定されますので注意してください。

R02HIZ、R03HIZに"1"を書き込むと、出力端子がハイインピーダンスになりますので注意してください。

(2) TOUT信号、FOUT信号のON/OFF時は、出力波形にハザードが出る場合があります。

(3) FOUT信号の周波数としてfosc3を選択した場合は、信号出力前にOSC3発振回路の制御が必要です。制御方法と注意事項については"4.4 発振回路"を参照してください。

● 入出力兼用ポート

入力モード時にポートの入力をHIGHレベルからプルダウン抵抗でLOWレベルに変化させる場合、プルダウン抵抗と入力ゲート容量の時定数によって波形立ち下がりに遅延が生じます。このため、入力データの取り込みを行う際は、適切な待ち時間を設定してください。

特に、キーマトリクス構成時のキースキャン等に注意が必要です。

この待ち時間は次の式で算出される時間以上としてください。

$$10 \times C(\text{端子容量}5\text{pF} + \text{寄生容量?pF}) \times R(\text{プルダウン抵抗}375\text{k}\Omega \text{ Max.})$$

● LCDドライバ

イニシャルリセット時、表示メモリの内容は不定となり、LC3～LC0(LCDコントラスト)も0000Bとなりますので、ソフトウェアにより初期化する必要があります。また、表示もすべてOFFとなるように各レジスタ(LPWR、ALOFF)が設定されますので注意してください。

● 計時タイマ

データの読み出しは必ず下位データ(TM0～TM3)から先に行ってください。

● プログラムブルタイマ

(1) カウンタデータの読み出しは必ず下位4ビット(PTDx0～PTDx3)から先に行ってください。また、下位4ビットの読み出し時に上位4ビット(PTDx4～PTDx7)はラッチされません。したがって、下位4ビットと上位4ビットの読み出しの時間差は0.73msec(fosc1 = 32.768kHzの場合)以下としてください。なお、CPUをOSC1クロック、プログラマブルタイマをOSC3クロックで動作させている場合は、タイマを停止させてからカウンタデータを読み出してください。OSC1クロックで動作しているCPUが下位4ビットと上位4ビットを2命令で読み出す間に、OSC3クロックによるカウントは表5.2.1に示す値だけ変化します。

表5.2.1 OSC1クロックによる下位-上位データ読み出し間のOSC3クロックによるカウント変化

カウントクロック	読み出し間のカウント変化
OSC3/1	0200H
OSC3/4	001AH
OSC3/32	0002H

16ビットタイマのカウンタデータは、必ず次の順序で読み出してください。

PTD00～PTD03 → PTD04～PTD07 → PTD10～PTD13 → PTD14～PTD17

- (2) プログラマブルタイマはレジスタPTRUNxへの書き込みに対して、入力クロックの立ち下がりエッジに同期して実際にRUN/STOP状態となります。したがって、PTRUNxに"0"を書き込んだ場合は、"-1"余分にカウントしたところでタイマが停止状態となります。また、このときPTRUNxは実際にタイマがSTOP状態となるまで、読み出しに対して"1"を保持します。

図5.2.1にRUN/STOP制御のタイミングチャートを示します。

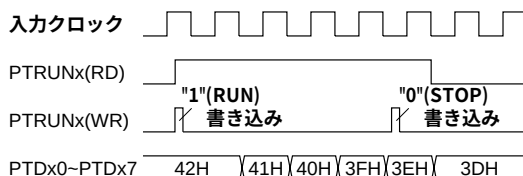


図5.2.1 RUN/STOP制御のタイミングチャート

なお、これについてはイベントカウンタも対象となるため、RUN/STOPレジスタ(PTRUN0)を設定後にクロック入力がない場合、カウンタ回路は実際にはRUN/STOP状態になりませんので注意してください。

- (3) TOUT信号は出力制御レジスタPTOUTとは非同期に発生していますので、PTOUTの設定による信号のON/OFF時には1/2サイクル以内のハザードが生じます。
- (4) OSC3発振回路を原振とする場合は、プログラマブルタイマを使用する以前にOSC3発振回路をONさせる必要があります。ただし、OSC3発振回路をONにしてから発振が安定するまでに5msec以上の時間を必要とします。したがって、プログラマブルタイマのカウント開始はOSC3発振ON後、充分な待ち時間をおいてから行ってください。OSC3の制御方法と注意事項については"4.4 発振回路"を参照してください。イニシャルリセット時、OSC3発振回路はOFF状態に設定されます。
- (5) プログラマブルタイマ動作中にプログラマブルタイマ割り込み発生間隔を変更する場合、以下の理由によりリロードデータを書き込むタイミングに注意が必要です。
プログラマブルタイマは入力クロックの立ち下がりエッジでダウンカウントを行い、そこでアンダーフローが発生した場合は同時に割り込みを発生します。その後、リロードデータをカウンタにセットする動作を開始し、入力クロックの次の立ち上がりエッジでカウンタデータが確定します(①の区間)。

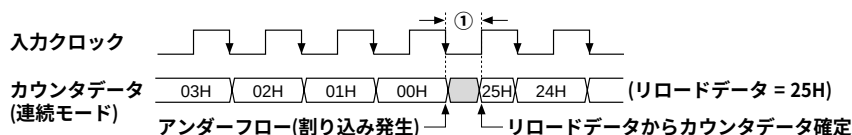


図5.2.2 プログラマブルタイマリロードタイミング

リロードデータを正しくカウンタにセットするために、割り込み発生後は①の区間を含め、カウンタデータが確定するまではリロードデータの書き換えを行わないでください。入力クロックの源振にOSC1(低速クロック)を使用し、CPUがOSC3(高速クロック)で動作している場合は、特に注意が必要です。

● サウンドジェネレータ

- (1) ブザー信号はBZEレジスタとは非同期に発生していますので、BZEレジスタの設定による信号のON/OFF時にハザードを生じる場合があります。
- (2) 1ショット出力は通常のブザー出力がOFF(BZE = "0")の状態でのみ有効で、ON(BZE = "1")状態でのトリガは無効となります。

● R/Fコンバータ

- (1) 計測カウンタ(MC)の初期値によっては、CR発振クロックのカウント中に計測カウンタあるいはタイムベースカウンタにオーバーフローが発生する場合があります。初期値はCR発振周波数とその変動範囲、およびタイムベースカウンタの入力クロック周波数に注意して設定してください。オーバーフローが発生した場合はその時点でR/F変換を終了しますので、R/F変換結果(計測カウンタ値)を読み出した際は、オーバーフローフラグ(OVMC, OVTBC)の確認も行ってください。CR発振周波数の上限値は500kHzです。特に下限周波数についての制限はありませんが、タイムベースカウンタのオーバーフローには注意してください。

-
- (2) カウンタのオーバーフローにより割り込みが発生した場合、オーバーフローフラグ(OVMC、OVTBC)に"1"を書き込んで"0"にリセットしてください。これらのフラグがリセットされない場合、再度同じ割り込みが発生してしまいます。
 - (3) OSC3クロックをタイムベースカウンタのクロックとして選択する場合、OSC3発振周波数は最大2MHzに制限されますので注意が必要です。
 - (4) 計測カウンタにデータを書き込む場合は、必ず下位のアドレスから(FF92H→FF93H→FF94H→FF95H→FF96H)、5ワードすべてを書き込んでください。また、計測カウンタへの書き込みにはLD命令を使用してください。リードモディファイライト命令(AND、OR、ADD、SUB等)は使用しないでください。

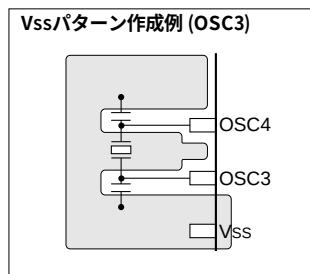
● 割り込み

- (1) 各割り込み要因フラグは、各割り込みマスクレジスタを"0"に設定していても、割り込み条件成立によりセットされます。
- (2) 割り込み発生後、割り込み要因フラグをリセットせずに割り込み許可(Iフラグ = "1")に設定あるいはRETI命令を実行すると再度同一の割り込みが発生してしまいます。したがって、割り込み処理ルーチン内では、割り込み許可状態に移行する前に割り込み要因フラグのリセット("1"書き込み)を行ってください。
- (3) イニシャルリセット時、NMIを含むすべての割り込みはスタックポインタSP1、SP2の両方がソフトウェアで設定されるまでマスクされます。また、SP1、SP2を設定後どちらか一方を再設定すると、もう一方が再設定されるまで割り込み(NMIを含む)は再びマスクされます。したがって、SP1およびSP2の設定は必ずペアで行ってください。

5.3 実装上の注意事項

〈発振回路〉

- 発振特性は諸条件(使用部品、基板パターン等)により変化します。
特にセラミック発振子または水晶振動子を使用する場合は、容量や抵抗などの定数は発振子メーカーの推奨値を使用してください。
- ノイズによる発振クロックの乱れは誤動作の原因となります。これを防止するため次の点に配慮してください。
 - (1) OSC1、OSC3、OSC2、OSC4端子に接続する発振子、抵抗、コンデンサ等の部品は、できるだけ最短で接続してください。
 - (2) OSC1、OSC3、OSC2、OSC4端子およびこれらの端子に接続された部品の周辺部は右図のようにVssパターンをできるだけ広く作成してください。
また、このVssパターンは発振用途以外に使用しないでください。
- OSC1(OSC3)－VDD間のリーク電流による発振回路の不安定動作を防止するため、基板パターンにおいて、OSC1(OSC3)はVDD電源や信号線とは十分な距離を確保してください。

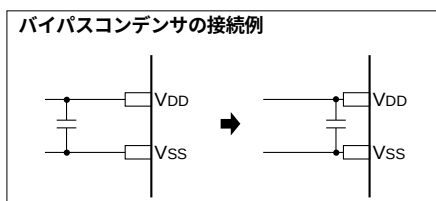


〈リセット回路〉

- パワーオン時、RESET端子に入力されるリセット信号は諸条件(電源の立ち上がり時間、使用部品、基板パターン等)により変化します。容量や抵抗などの定数は応用製品にて十分確認を行い、決定してください。
また、RESET端子のプルダウン抵抗を使用する場合には、抵抗値のばらつきを十分考慮した定数設定が必要です。
- ノイズによる動作中のリセットを防ぐため、RESET端子に接続するコンデンサ、抵抗等の部品は、できるだけ最短で接続してください。

〈電源回路〉

- ノイズによる急激な電源変動は誤動作の原因となります。これを防止するため次の点に配慮してください。
 - (1) 電源からVDD、VSS端子およびVDDA、VSSA端子へはできるだけ短くかつ太いパターンで接続してください。特にVDDA、VSSAの各電源は、R/Fコンバータに用いるため変換精度に影響を与えます。
 - (2) VDD－VSSのバイパスコンデンサを接続する場合、VDD端子とVSS端子をできるだけ最短で接続してください。



- (3) VD1、VD2、VOSC、VC1、VC2、VC3端子に接続するコンデンサ、抵抗等の部品はできるだけ最短で接続してください。
特にVC1、VC2、VC3の各電圧はLCD駆動として用いるため表示品質に影響を与えます。
- LCDドライバを使用しない場合は、VC1、VC2、VC3端子を開放としてください。

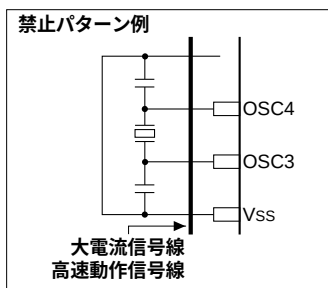
〈R/Fコンバータ〉

- R/Fコンバータを使用しない場合でも、V_{DDA}、V_{SSA}端子は次のように接続してください。

V_{DDA} → V_{DD}
V_{SSA} → V_{SS}

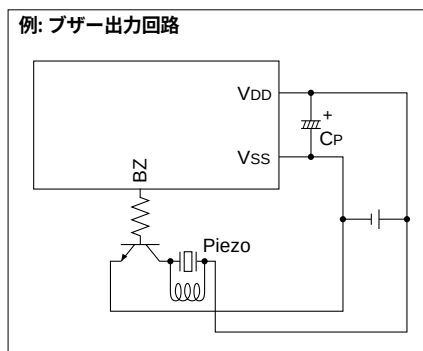
〈信号線の配置〉

- 相互インダクタンスによって生じる電磁誘導ノイズを防止するために、発振部、アナログ入力部等のノイズに弱い回路近くには、大電流信号線を配置しないでください。
- 高速動作する信号線と、長くかつ平行にまたは交差させて別の信号線を配置することは、信号間の相互干渉によって発生するノイズにより誤動作の原因となります。
特に、発振部、アナログ入力部等のノイズに弱い回路近くには、高速に動作する信号線を配置しないでください。



〈出力端子〉

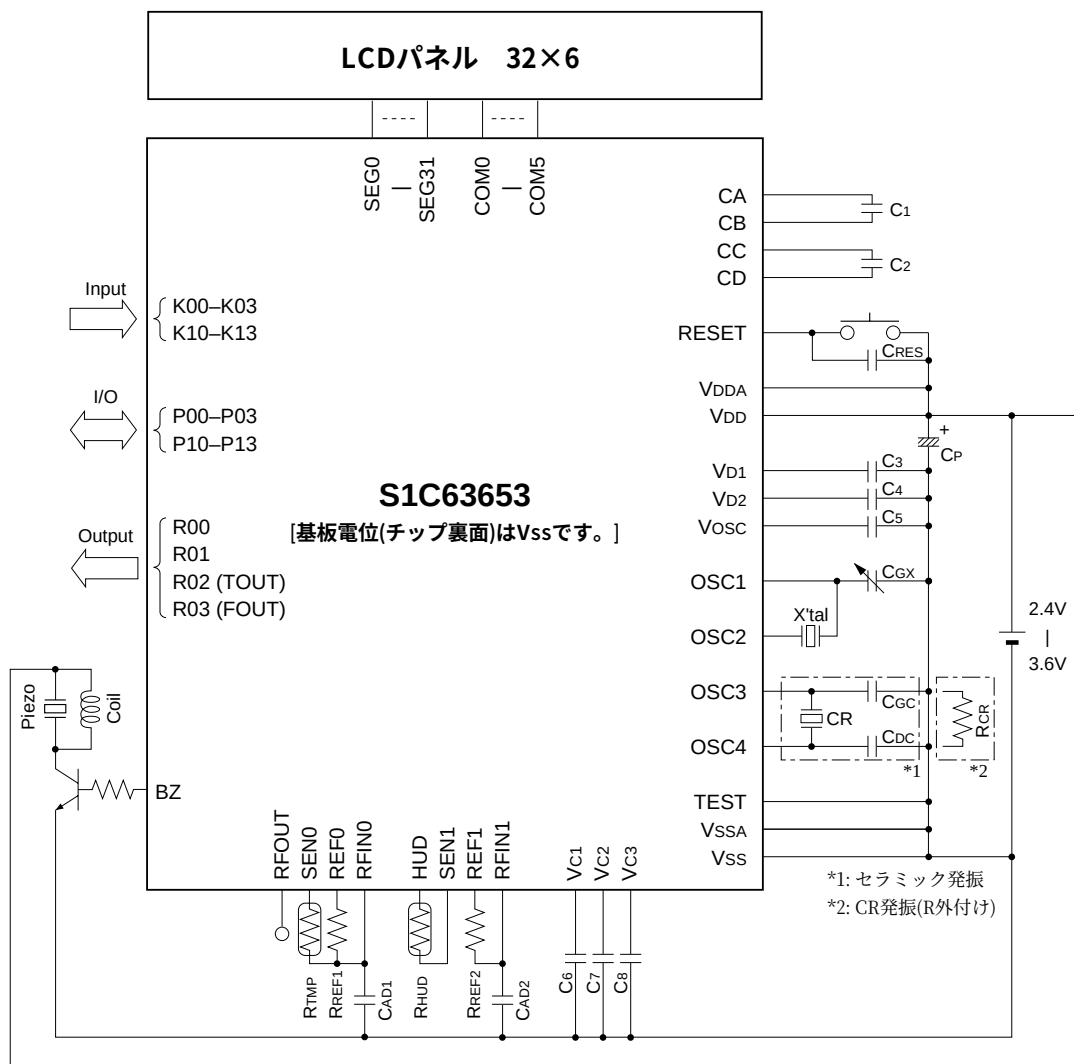
- 大電流を消費する外付け部品を駆動する際、外付け部品の動作がICの電源に影響をおよぼし、IC内蔵の電源回路の電圧が変化することがあります。特にBZ出力、タイマ出力等の周期的な信号でバイポーラトランジスタを駆動する場合、LCD系定電圧回路の電圧が変動し、液晶表示のコントラストが変わることがあります。これを防止するため、電源からICのV_{DD}、V_{SS}端子への配線パターンと大電流を消費する外付け部品への配線パターンを分離してください。また、使用する外付け部品はできるだけ消費電流の少ないものを選択してください。



〈光に対する取り扱い(ベアチップ実装の場合)〉

- 半導体素子は、光が照射されると特性が変化します。このため、本ICに光が当たると誤動作をおこすことがあります。光に対するICの誤動作を防ぐため、本ICが実装される基板および製品について、以下に示す内容を考慮してください。
 - (1) 実使用時にICの遮光性が考慮された構造となるよう、設計および実装を行ってください。
 - (2) 検査工程では、ICの遮光性が考慮された環境設計を行ってください。
 - (3) ICの遮光は、ICチップの表面、裏面および側面について考慮してください。

6 基本外部結線図



X'tal	水晶振動子	32.768kHz, Ci(Max.) = 34k Ω
CGX	トリマコンデンサ	5~25pF
CR	セラミック振動子	4MHz (3.0V)
CGC	ゲート容量	30pF
CDC	ドレイン容量	30pF
RCR	OSC3 CR発振用抵抗	30k Ω (2MHz)
C1~C8	コンデンサ	0.2 μ F
CP	コンデンサ	3.3 μ F
CRES	RESET端子コンデンサ	0.1 μ F

注: ここに記載されている値は一例であり、特に動作を保証するものではありません。

7 電気的特性

7.1 絶対最大定格

(V_{SS}=0V)

項 目	記号	定 格 値	単位
電源電圧	V _{DD}	-0.5 ~ 4.5	V
入力電圧(1)	V _I	-0.5 ~ V _{DD} + 0.3	V
入力電圧(2)	V _{IOSC}	-0.5 ~ V _{D1} + 0.3	V
許容総出力電流 *1	ΣI _{VDD}	10	mA
動作温度	T _{opr}	-20 ~ 70	°C
保存温度	T _{stg}	-65 ~ 150	°C
半田付け温度・時間	T _{sol}	260°C, 10sec (リード部)	—
許容損失	P _D	250	mW

*1 許容総出力電流とは出力端子から同時に流し出せる(または引き込める)電流(平均電流)の総和です。

7.2 推奨動作条件

(T_a=-20 ~ 70°C)

項 目	記号	条 件	Min.	Typ.	Max.	単位
電源電圧	V _{DD}	V _{SS} =0V				
		通常モード, OSC3 OFF	1.8	3.0	3.6	V
		通常モード, OSC3=4MHz(Max.)	2.4	3.0	3.6	V
		降圧モード, OSC3 OFF	2.4	3.0	3.6	V
発振周波数	f _{OSC1}	水晶発振	—	32.768	—	kHz
	f _{OSC3}	CR発振(R内蔵), V _{DD} =2.4V ~ 3.6V	770	1,100	1,430	kHz
		CR発振(R外付け), V _{DD} =2.4V ~ 3.6V	200		2,000	kHz
		セラミック発振, V _{DD} =2.4V ~ 3.6V			2,000	kHz
		R/FコンバータでOSC3クロックを使用する場合				
		セラミック発振, V _{DD} =2.4V ~ 3.6V			4,000	kHz
		R/FコンバータでOSC3クロックを使用しない場合				

7.3 DC特性

特記なき場合

V_{DD}=3.0V, V_{SS}=0V, f_{OSC1}=32.768kHz, T_a=25°C, V_{D1}~V_{D2}/V_{C1}~V_{C3}は内部電圧, C₁~C₈=0.2μF

項 目	記号	条 件	Min.	Typ.	Max.	単位
高レベル入力電圧(1)	V _{IH1}	K00~03, K10~13, P00~03, P10~13	0.8・V _{DD}		V _{DD}	V
高レベル入力電圧(2)	V _{IH2}	RESET, TEST	0.9・V _{DD}		V _{DD}	V
低レベル入力電圧(1)	V _{IL1}	K00~03, K10~13, P00~03, P10~13	0		0.2・V _{DD}	V
低レベル入力電圧(2)	V _{IL2}	RESET, TEST	0		0.1・V _{DD}	V
高レベル入力電流(1)	I _{IH1}	V _{IH1} =3.0V Pull downなし	0		0.5	μA
高レベル入力電流(2)	I _{IH2}	V _{IH2} =3.0V Pull downあり	8	12	20	μA
低レベル入力電流(1)	I _{IL1}	V _{IL1} =V _{SS} Pull downなし	-0.5		0	μA
低レベル入力電流(2)	I _{IL2}	V _{IL2} =V _{SS} Pull downあり	-0.5		0	μA
高レベル出力電流(1)	I _{OH1}	V _{OH1} =0.9・V _{DD}			-0.5	mA
高レベル出力電流(2)	I _{OH2}	V _{OH2} =0.9・V _{DD}			-0.5	mA
低レベル出力電流(1)	I _{OL1}	V _{OL1} =0.1・V _{DD}	0.5			mA
低レベル出力電流(2)	I _{OL2}	V _{OL2} =0.1・V _{DD}	0.5			mA
コモン出力電流	I _{OH3}	V _{OH3} =V _{C3} -0.05V			-10	μA
	I _{OL3}	V _{OL3} =V _{SS} +0.05V	10			μA
セグメント出力電流 (LCD出力時)	I _{OH4}	V _{OH4} =V _{C3} -0.05V			-10	μA
	I _{OL4}	V _{OL4} =V _{SS} +0.05V	10			μA
セグメント出力電流 (DC出力時)	I _{OH5}	V _{OH5} =0.9・V _{DD}			-300	μA
	I _{OL5}	V _{OL5} =0.1・V _{DD}	300			μA
R/Fコンバータ	R _{RFINT}	V _{DS} =0.1V, V _{DD} =1.8V		20	40	Ω
トランジスタON抵抗	R _{REF}	V _{DS} =0.1V, V _{DD} =1.8V		50	100	Ω
	R _{SEN0T}	V _{DS} =0.1V, V _{DD} =1.8V		50	100	Ω
	R _{SEN1T}					

7.4 アナログ回路特性・消費電流

特記なき場合

$V_{DD}=3.0V$, $V_{SS}=0V$, $f_{OSC1}=32.768kHz$, $C_G=25pF$, $T_a=25^{\circ}C$, $V_{D1}\sim V_{D2}/V_{C1}\sim V_{C3}$ は内部電圧, $C_1\sim C_8=0.2\mu F$

項 目	記号	条 件	Min.	Typ.	Max.	単位
LCD駆動電圧	VC1	V _{SS} -V _{C1} 間に1M Ω の負荷抵抗を接続 (パネル負荷なし)	Typ. -100mV	0.95	Typ. +100mV	V
				0.98		
				1.01		
				1.04		
				1.07		
				1.10		
				1.13		
				1.16		
				1.19		
				1.22		
				1.25		
				1.28		
				1.31		
				1.34		
				1.37		
				1.40		
	VC2	V _{SS} -V _{C2} 間に1M Ω の負荷抵抗を接続 (パネル負荷なし)	2·V _{C1} ×0.9		2·V _{C1}	V
	VC3	V _{SS} -V _{C3} 間に1M Ω の負荷抵抗を接続 (パネル負荷なし)	3·V _{C1} ×0.9		3·V _{C1}	V
消費電流	IOP	HALT時 (32kHz水晶)	液晶電源OFF(通常) *1,*2,*3	0.90	1.80	μA
			液晶電源OFF(降圧) *1,*2,*4	0.45	0.90	μA
			液晶電源ON(通常) *1,*2,*3	1.4	2.8	μA
			液晶電源ON(降圧) *1,*2,*4	0.65	1.4	μA
		実行時 (32kHz水晶)	液晶電源ON(通常) *1,*2,*3	4.0	5.0	μA
			液晶電源ON(降圧) *1,*2,*4	2.5	3.5	μA
		実行時 (2MHzセラミック)	液晶電源ON(通常) *1,*5	400	800	μA
		実行時 (4MHzセラミック)	液晶電源ON(通常) *1,*5	800	1000	μA
		実行時 (1.1MHz CR)	液晶電源ON(通常) *1,*5	350	600	μA
		R/Fコンバータ回路電流 動作発振周波数=10kHz, $V_{DD}=1.8\sim 3.6V$		100	150	μA

*1 パネル負荷なし, R/FコンバータはOFF状態

*2 VDC0=VDC1="0", OSCC="0"

*3 VDC2=VDC3="0"

*4 VDC2=VDC3="1"

*5 VDC0=VDC1="1", OSCC="1", VDC2=VDC3="0"

7.5 発振特性

発振特性は諸条件(使用部品、基板パターン等)により変化します。以下の特性は参考値としてご使用ください。

OSC1 水晶発振回路

特記なき場合

V_{DD}=3.0V, V_{SS}=0V, f_{OSC1}=32.768kHz, C_G=25pF, C_D=内蔵, Ta=-20 ~ 70°C

項 目	記号	条 件	Min.	Typ.	Max.	単位
発振開始電圧	V _{sta}	t _{sta} ≤ 3sec (V _{DD})	1.8			V
発振停止電圧	V _{stp}	t _{stp} ≤ 10sec (V _{DD})	1.8			V
内蔵容量(ドレイン)	C _D	IC内部の寄生容量を含む(チップ状態)		14		pF
周波数電圧偏差	∂f/∂V	V _{DD} =1.8 ~ 3.6V			5	ppm
周波数IC偏差	∂f/∂IC		-10		10	ppm
周波数調整範囲	∂f/∂C _G	C _G =5 ~ 25pF	10	20		ppm
高調波発振開始電圧	V _{hho}	C _G =5pF (V _{DD})	3.6			V
許容リーク抵抗	R _{leak}	OSC1とV _{SS} の間	200			MΩ

OSC3 セラミック発振回路

特記なき場合

V_{DD}=3.0V, V_{SS}=0V, セラミック振動子: 4MHz, C_{GC}=C_{DC}=30pF, Ta=-20 ~ 70°C

項 目	記号	条 件	Min.	Typ.	Max.	単位
発振開始電圧	V _{sta}	(V _{DD})	2.4			V
発振開始時間	t _{sta}	V _{DD} =2.4 ~ 3.6V			5	ms
発振停止電圧	V _{stp}	(V _{DD})	2.4			V

OSC3 CR発振回路(R内蔵)

特記なき場合

V_{DD}=3.0V, V_{SS}=0V, R_{CR}=内蔵, Ta=-20 ~ 70°C

項 目	記号	条 件	Min.	Typ.	Max.	単位
発振周波数バラツキ	f _{OSC3}		-30	1,100kHz	30	%
発振開始電圧	V _{sta}	(V _{DD})	2.4			V
発振開始時間	t _{sta}	V _{DD} =2.4 ~ 3.6V			3	ms
発振停止電圧	V _{stp}	(V _{DD})	2.4			V

OSC3 CR発振回路(R外付け)

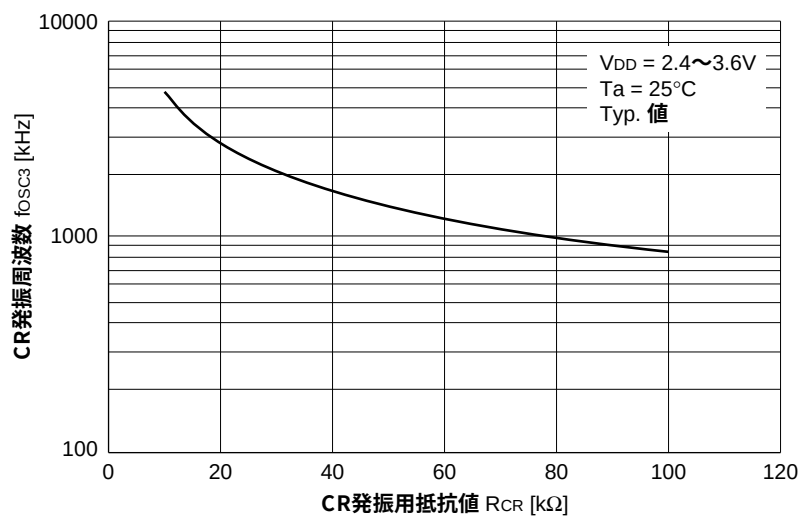
特記なき場合

V_{DD}=3.0V, V_{SS}=0V, R_{CR}=30kΩ (2MHz), Ta=-20 ~ 70°C

項 目	記号	条 件	Min.	Typ.	Max.	単位
発振周波数バラツキ	f _{OSC3}		-30		30	%
発振開始電圧	V _{sta}	(V _{DD})	2.4			V
発振開始時間	t _{sta}	V _{DD} =2.4 ~ 3.6V			3	ms
発振停止電圧	V _{stp}	(V _{DD})	2.4			V

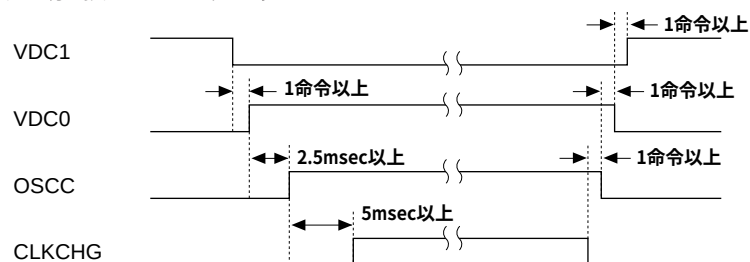
OSC3 CR発振抵抗特性 (R外付け)

発振特性は諸条件(使用部品、基板パターン等)により変化します。以下の特性は参考値とし、実際の製品で評価されることを推奨します。



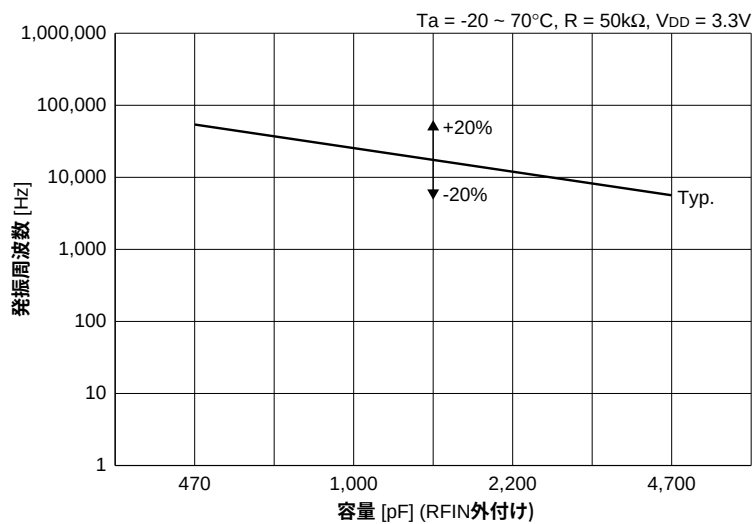
7.6 タイミングチャート

システムクロック切り換えタイミングチャート

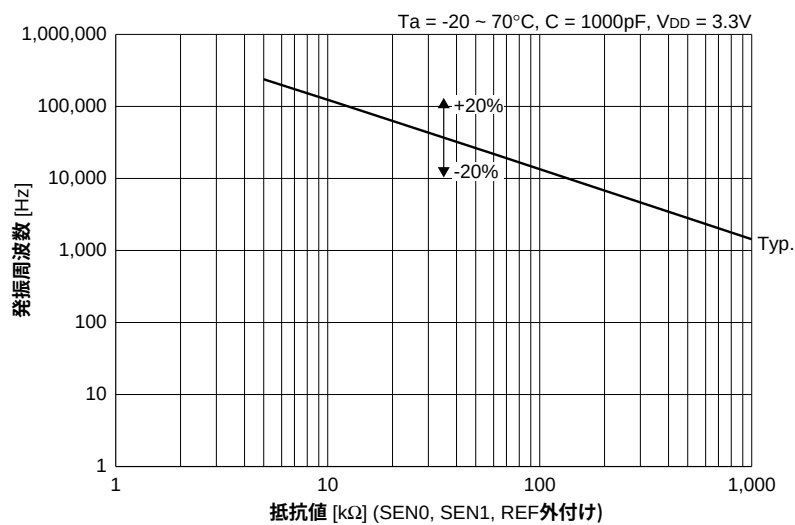


7.7 R/Fコンバータ特性

R/Fコンバータ発振周波数-容量特性(参考値)



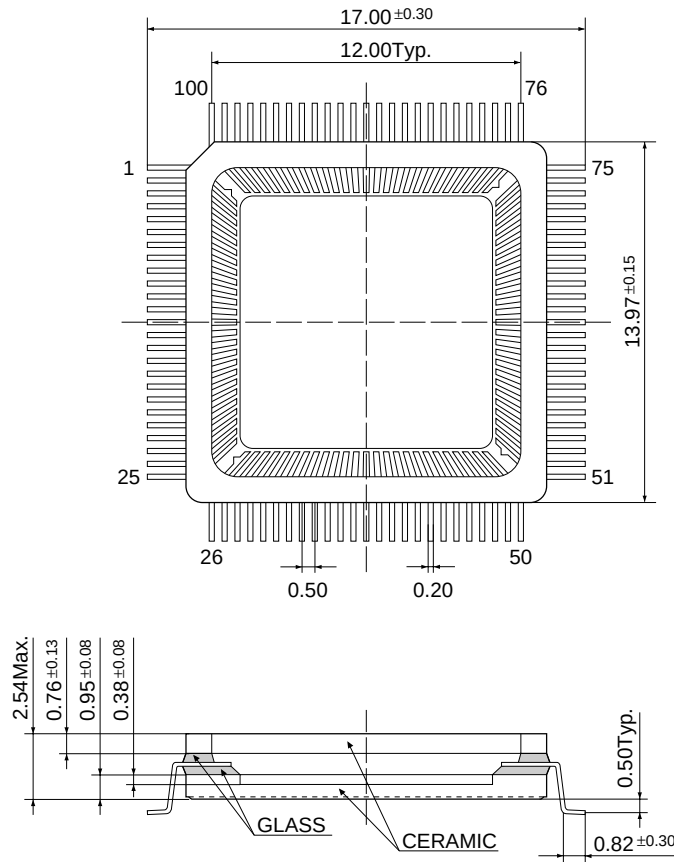
R/Fコンバータ発振周波数-抵抗特性(参考値)



8 テストサンプル用セラミックパッケージ

QFP15-100pin

(単位: mm)



No.	端子名	No.	端子名	No.	端子名	No.	端子名
1	CA	26	Vss	51	COM4	76	N.C.
2	CB	27	TEST	52	COM5	77	N.C.
3	Vc1	28	RESET	53	VDD	78	N.C.
4	Vc2	29	N.C.	54	K00	79	N.C.
5	Vc3	30	N.C.	55	K01	80	SEG0
6	VSSA	31	SEG16	56	K02	81	SEG1
7	RFOUT	32	SEG17	57	K03	82	SEG2
8	RFIN0	33	SEG18	58	K10	83	SEG3
9	RFIN1	34	SEG19	59	K11	84	SEG4
10	REF0	35	SEG20	60	K12	85	SEG5
11	SEN0	36	SEG21	61	K13	86	SEG6
12	REF1	37	SEG22	62	P00	87	SEG7
13	SEN1	38	SEG23	63	P01	88	SEG8
14	HUD	39	SEG24	64	P02	89	SEG9
15	VDDA	40	SEG25	65	P03	90	SEG10
16	CC	41	SEG26	66	P10	91	SEG11
17	CD	42	SEG27	67	P11	92	SEG12
18	VD2	43	SEG28	68	P12	93	SEG13
19	VDD	44	SEG29	69	P13	94	SEG14
20	Vosc	45	SEG30	70	R00	95	SEG15
21	OSC1	46	SEG31	71	R01	96	N.C.
22	OSC2	47	N.C.	72	R02	97	N.C.
23	VD1	48	N.C.	73	R03	98	COM0
24	OSC3	49	N.C.	74	BZ	99	COM1
25	OSC4	50	COM3	75	Vss	100	COM2

N.C. : No Connection

APPENDIX Peripheral Circuit Board for S1C63653

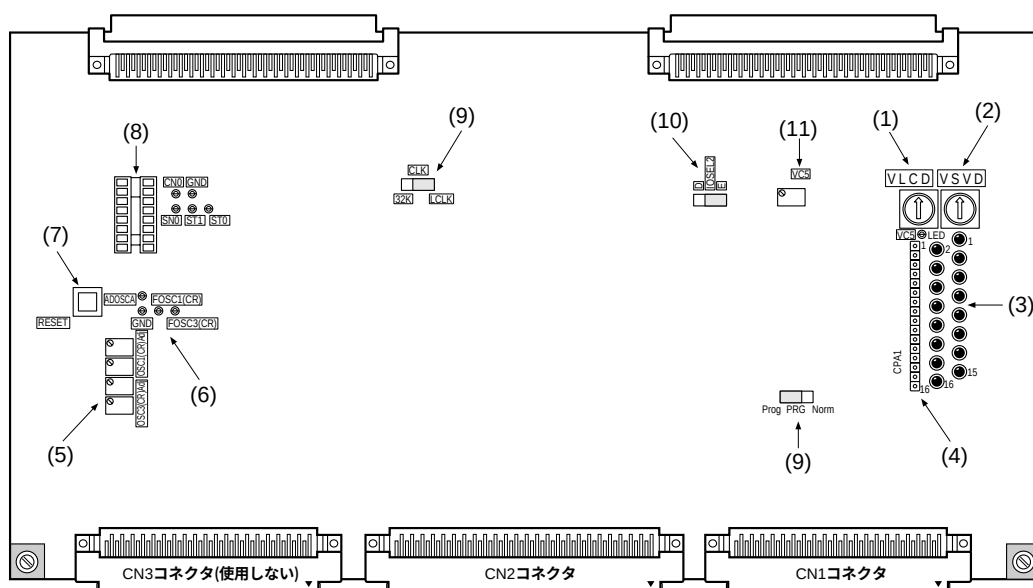
ここでは、4-bit Single Chip Microcomputer S1C63 FamilyのデバッキングツールであるICE (S5U1C63000H1/ S5U1C63000H2/ S5U1C63000H6)に装着してエミュレーション機能を提供するPeripheral Circuit Board for S1C63653(S5U1C63000P1/S5U1C63000P6、S5U1C63658P2)の使用方法を説明します。

なお、本文はS1C63 Family Peripheral Circuit Board(S5U1C63000P1/S5U1C63000P6)にS1C63653用回路データがダウンロードされているものについて適用されます。機種用回路データのダウンロード方法についてはA.3項を、ボードの仕様についてはA.5項を参照してください。ICEの機能、操作などの詳細については、それぞれに用意されたマニュアルを参照してください。

A.1 各部の名称と機能

A.1.1 S5U1C63000P1/S5U1C63000P6

以下、S5U1C63000P1の各部の名称と機能について説明します。S5U1C63000P6も同様です。



(1)VLCD

マスクオプションにてLCD外部電源入力を選択した場合、このボリュームを廻すことにより、LCDの駆動電源電圧を調整することができます。

(2)VSVD

使用しません。

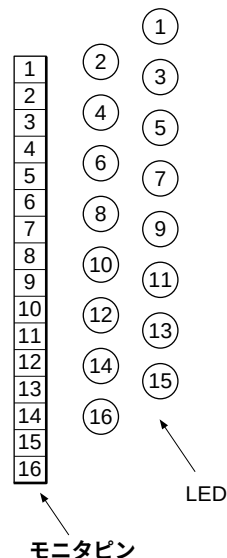
(3)レジスタモニタLED

以下の各レジスタに対応しており、"1"のとき点灯、"0"のとき消灯します。
VDC0～VDC3, OSCC, CLKCHG, LPWR

(4) レジスタモニタピン

以下の各レジスタに対応しており、"1"のときHIGHレベル、"0"のときLOWレベル出力となります。

モニタピン		LED	
Pin No.	名称	LED No.	名称
1	DONE *	1	DONE *
2	VDC0	2	VDC0
3	VDC1	3	VDC1
4	VDC2	4	VDC2
5	VDC3	5	VDC3
6	OSCC	6	OSCC
7	CLKCHG	7	CLKCHG
8	LPWR	8	LPWR
9	—	9	—
10	—	10	—
11	—	11	—
12	—	12	—
13	—	13	—
14	—	14	—
15	—	15	—
16	—	16	—



* DONE: 本ボードの初期化が正常に完了した場合にHIGHレベル出力、点灯

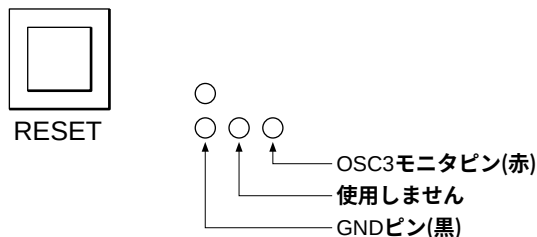
(5) CR発振周波数調整ボリューム

このボリュームによりOSC3発振周波数を調整することができます。マスクオプションによってOSC3をCR発振回路またはセラミック発振回路のどちらに設定した場合でも有効です。調整可能範囲は約100kHz～8MHzになります。なお、実ICの動作周波数範囲はこの調整可能範囲とは異なりますので、"7 電気的特性"を参照の上、適切な動作周波数を選択してください。



(6) CR発振周波数モニタピン

CR発振回路からのクロック波形をオシロスコープなどでモニタすることができます。なお、このピンからは、発振回路の動作制御にかかわらず、常にクロックが出力されています。



(7) RESETスイッチ

本ボードの回路を初期化し、ICEにリセット信号を与えます。

(8) 外付け部品接続ソケット

使用しません。

(9) CLK、PRGスイッチ

回路データのダウンロード中、処理が完了しないままICEの電源が遮断されてしまった場合、再度ICEの電源を投入しても本ボード側の回路構成が不完全なままとなり、デバッグが起動しなくなることがあります。このような場合はICEの電源をいったん落とし、CLKを32K側に、PRGスイッチをProg側にそれぞれ設定してから再度ICEの電源を投入します。これによりデバッグは起動可能になりますので、この状態で回路データをダウンロードしてください。回路データのダウンロード完了後はいったんICEの電源を落とし、CLKをLCLK側に、PRGをNorm側にそれぞれ戻して、再度ICEの電源を投入してください。

(10) IOSEL2

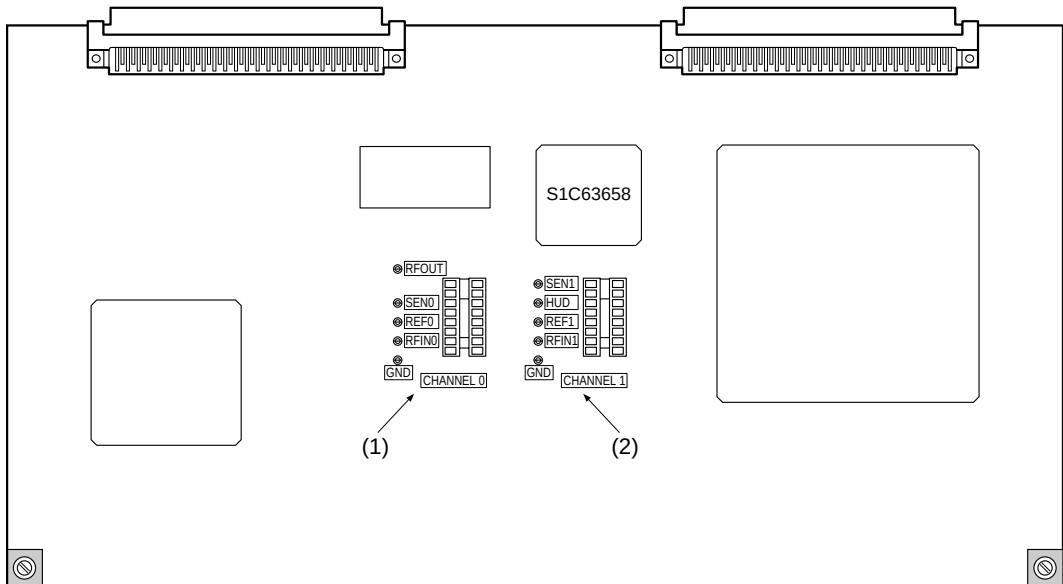
回路データをダウンロードする場合は、"E"側に設定してください。それ以外の場合は、"D"側に設定してください。

(11) VC5

マスクオプションでLCD駆動電源を内部電源にした場合、このボリュームを廻すことによりLCDの駆動電源電圧を微調整することができます。ただし、実ICの駆動電源電圧はLCDコントラスト調整レジスタによって決まりますので、注意してください。

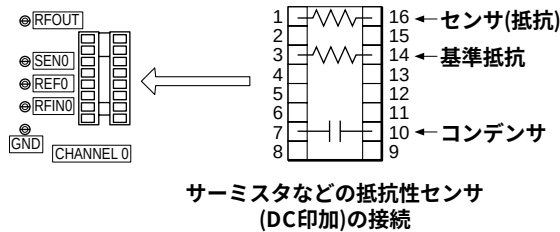
A.1.2 S5U1C63658P2

以下、S5U1C63658P2の各部の名称と機能について説明します。



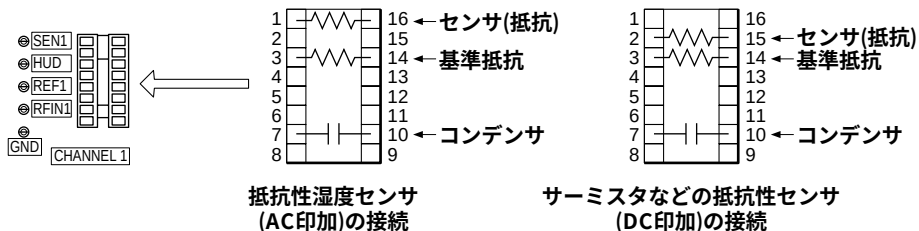
(1) R/Fコンバータモニタピン、外付け部品接続ソケット (チャンネル0)

R/Fコンバータチャンネル0の動作をモニタするためのピンと、外付け抵抗、コンデンサを接続するためのソケットです。S5U1C63658P2に添付されているプラットフォームに抵抗とコンデンサを実装し、基板ソケットに装着します。



(2) R/Fコンバータモニタピン、外付け部品接続ソケット (チャンネル1)

R/Fコンバータチャンネル1の動作をモニタするためのピンと、外付け抵抗、コンデンサを接続するためのソケットです。S5U1C63658P2に添付されているプラットフォームに抵抗とコンデンサを実装し、基板ソケットに装着します。

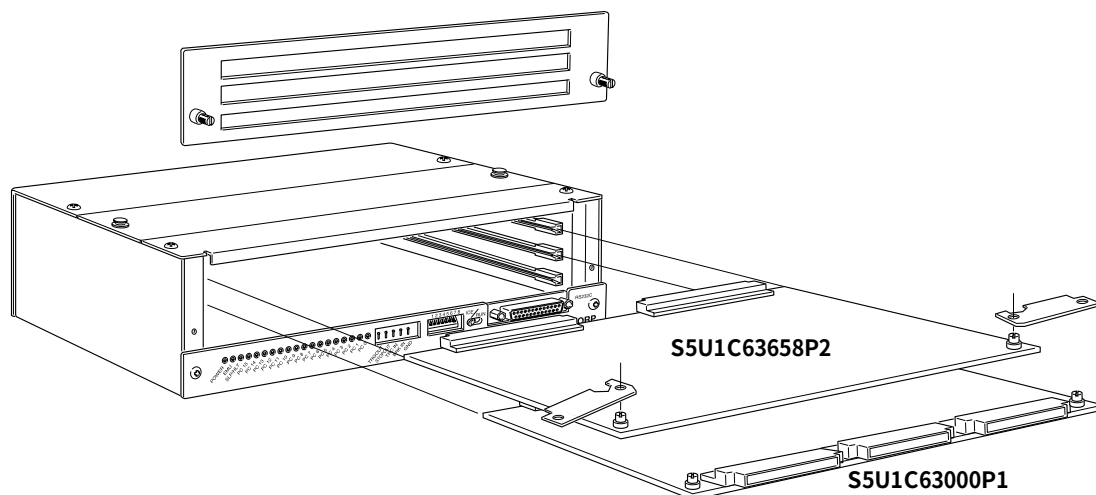


使用するセンサにより、上記のように接続位置が変わります。
AC印加とDC印加の抵抗性センサを同時に接続すると誤動作の原因になります。

A.2 ターゲットシステムとの接続

ここではターゲットシステムとの接続方法を説明します。

まず、S5U1C63658P2ボードをICEの最上部のスロットに、S5U1C63000P1(S5U1C63000P6)ボードを上から2段目のスロットに挿入します。

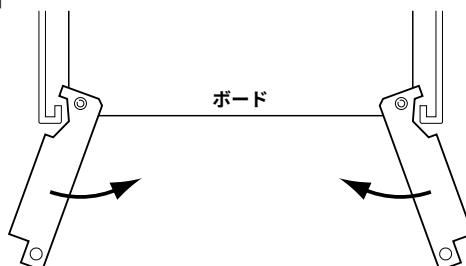


(S5U1C63000H1/S5U1C63000H2とS5U1C63000P1を使用する場合)

図A.2.1 ICEへのボードの装着

S5U1C63000P1(S5U1C63000P6)、63658P2の装着

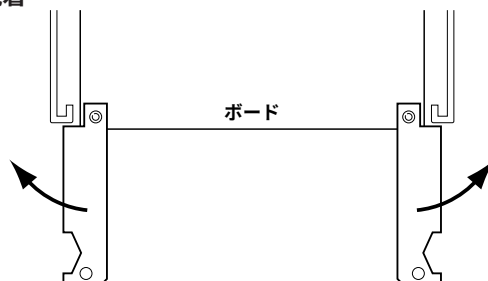
右図のようにICEに付属している治具をセットします。この治具をテコにして、内側に向かって左右均等に倒します。ボードがICEのスロット内に確実に納まったことを確認して、治具を外します。



図A.2.2 ボードの装着

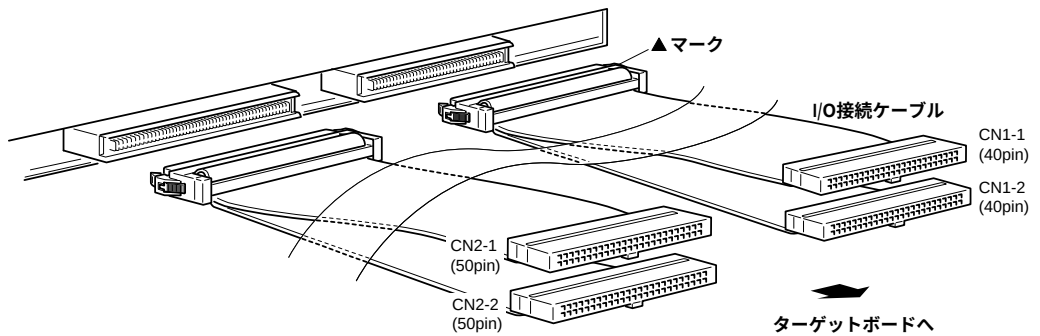
S5U1C63000P1(S5U1C63000P6)、63658P2の脱着

右図のようにICEに付属している治具をセットします。この治具をテコにして、外側に向かって左右均等に倒します。ボードがICEのバックボードコネクタから外れたことを確認して、ボードを引き出します。



図A.2.3 ボードの脱着

S5U1C63000P1(S5U1C63000P6)とターゲットシステムの接続は、添付のI/O接続ケーブル(80pin/40pin×2、100pin/50pin×2、flat type)を用いて行います。なお、本コネクタには電源($V_{DD}=+3.3V$)が供給されていますので、ご注意ください。



図A.2.4 ターゲットシステムとの接続

表A.2.1 I/Oコネクタのピン配列表

40pin CN1-1コネクタ		40pin CN1-2コネクタ		50pin CN2-1コネクタ		50pin CN2-2コネクタ	
No.	端子名称	No.	端子名称	No.	端子名称	No.	端子名称
1	VDD (=3.3V)	1	VDD (=3.3V)	1	VDD (=3.3V)	1	VDD (=3.3V)
2	VDD (=3.3V)	2	VDD (=3.3V)	2	VDD (=3.3V)	2	VDD (=3.3V)
3	K00	3	R00	3	SEG0 (DC)	3	接続不可
4	K01	4	R01	4	SEG1 (DC)	4	接続不可
5	K02	5	R02	5	SEG2 (DC)	5	接続不可
6	K03	6	R03	6	SEG3 (DC)	6	接続不可
7	K10	7	接続不可	7	SEG4 (DC)	7	接続不可
8	K11	8	接続不可	8	SEG5 (DC)	8	接続不可
9	K12	9	接続不可	9	SEG6 (DC)	9	接続不可
10	K13	10	接続不可	10	SEG7 (DC)	10	接続不可
11	Vss	11	Vss	11	Vss	11	Vss
12	Vss	12	Vss	12	Vss	12	Vss
13	P00	13	BZ	13	SEG8 (DC)	13	接続不可
14	P01	14	接続不可	14	SEG9 (DC)	14	接続不可
15	P02	15	接続不可	15	SEG10 (DC)	15	接続不可
16	P03	16	接続不可	16	SEG11 (DC)	16	接続不可
17	P10	17	接続不可	17	SEG12 (DC)	17	接続不可
18	P11	18	接続不可	18	SEG13 (DC)	18	接続不可
19	P12	19	接続不可	19	SEG14 (DC)	19	接続不可
20	P13	20	接続不可	20	SEG15 (DC)	20	接続不可
21	VDD (=3.3V)	21	VDD (=3.3V)	21	VDD (=3.3V)	21	VDD (=3.3V)
22	VDD (=3.3V)	22	VDD (=3.3V)	22	VDD (=3.3V)	22	VDD (=3.3V)
23	接続不可	23	接続不可	23	SEG16 (DC)	23	接続不可
24	接続不可	24	接続不可	24	SEG17 (DC)	24	接続不可
25	接続不可	25	接続不可	25	SEG18 (DC)	25	接続不可
26	接続不可	26	接続不可	26	SEG19 (DC)	26	接続不可
27	接続不可	27	接続不可	27	SEG20 (DC)	27	接続不可
28	接続不可	28	接続不可	28	SEG21 (DC)	28	接続不可
29	接続不可	29	接続不可	29	SEG22 (DC)	29	接続不可
30	接続不可	30	接続不可	30	SEG23 (DC)	30	接続不可
31	Vss	31	Vss	31	Vss	31	Vss
32	Vss	32	Vss	32	Vss	32	Vss
33	接続不可	33	接続不可	33	SEG24 (DC)	33	接続不可
34	接続不可	34	接続不可	34	SEG25 (DC)	34	接続不可
35	接続不可	35	接続不可	35	SEG26 (DC)	35	接続不可
36	接続不可	36	接続不可	36	SEG27 (DC)	36	接続不可
37	接続不可	37	接続不可	37	SEG28 (DC)	37	接続不可
38	接続不可	38	RESET	38	SEG29 (DC)	38	接続不可
39	Vss	39	Vss	39	SEG30 (DC)	39	接続不可
40	Vss	40	Vss	40	SEG31 (DC)	40	接続不可
				41	VDD (=3.3V)	41	VDD (=3.3V)
				42	VDD (=3.3V)	42	VDD (=3.3V)
				43	接続不可	43	接続不可
				44	接続不可	44	接続不可
				45	接続不可	45	接続不可
				46	接続不可	46	接続不可
				47	接続不可	47	接続不可
				48	接続不可	48	接続不可
				49	接続不可	49	接続不可
				50	接続不可	50	接続不可

* CN2-1、CN2-2 コネクタは、各SEG端子をマスクオプションでDC出力仕様とする場合に使用します。

A.3 S5U1C63000P1/S5U1C63000P6へのダウンロード

A.3.1 ICE (S5U1C63000H2/S5U1C63000H6)を使用する回路データのダウンロード

S5U1C63000P1/S5U1C63000P6には、工場出荷時に出荷検査用回路が書き込まれていますので、各機種に合わせた回路データをダウンロードしてください。以下、回路データのダウンロード方法を説明します。

- 1) ICE (S5U1C63000H2/S5U1C63000H6) 上面のカバーを外し、S5U1C63000P1/S5U1C63000P6ボード上のDIPスイッチIOSEL2を"E"側にセットします。
- 2) ICEをホストPCと接続し、ホストPCの起動とICEの電源投入を行います。
- 3) アセンブラパッケージ (Ver. 5以上) に含まれるデバグを起動します。ICEとデバグの操作方法については、ICEに添付のマニュアルと、アセンブラパッケージに付属のマニュアルを参照してください。
- 4) 各機種に対応した回路データファイル(～.mot)をS5U1C63000P1/S5U1C63000P6ボードにダウンロードします。デバグのコマンドウィンドウから以下のように入力してください。

```
>XFER                (オールイレーズ)
>XFWR <file name>    (指定ファイルのダウンロード)*
>XFCP <file name>    (指定ファイルとダウンロードデータの比較)
```

* ダウンロードは15分程度かかります。

- 5) デバグを終了させ、ICEの電源を一旦切ります。
- 6) S5U1C63000P1/S5U1C63000P6ボード上のDIPスイッチIOSEL2を"D"側にセットします。
- 7) ICEの電源を再投入し、デバグを起動し直してご使用ください。

A.4 使用上の注意

Peripheral Circuit Boardを正しく使用していただくために、以下の事項に注意してください。

A.4.1 操作上の注意事項

- (1) ケーブルの接続と切り離しは、接続する機器すべての電源をOFFにした状態で行ってください。
- (2) 入力ポート(K00～K03)をすべてHIGHレベルにした状態で、電源投入およびマスクオプションデータのロードを行わないでください。キー同時押しリセット機能が働く可能性があります。
- (3) デバッグを行う場合は、その前に必ずマスクオプションデータをロードしてください。

A.4.2 実ICとの相違点

(1) I/Oについての相違

〈インタフェース電源〉

S5U1C63000P1/S5U1C63000P6とターゲットシステムのインタフェース電圧は+3.3Vに固定されています。このため、実際のICと同一のインタフェース電圧が必要な場合は、ターゲットシステム側においてレベルシフタ回路などを付加して対応してください。

〈各出力ポートの駆動能力〉

S5U1C63000P1/S5U1C63000P6における各出力ポートの駆動能力は、実際のICに比べて高くなっていますので、"7 電氣的特性"を参照し、各出力端子の駆動能力を確認した上で、システムおよびソフトウェアの設計を行ってください。

〈各ポートの保護ダイオード〉

すべてのI/Oポートには保護用ダイオードがV_{DD}とV_{SS}に対して入っており、ターゲットシステムとのインタフェース信号は+3.3Vに固定されます。このため、出力ポートをオープンドレインに設定し、V_{DD}を超える電圧レベルとのインタフェースをとることはできません。

〈プルダウン抵抗値〉

S5U1C63000P1/S5U1C63000P6のプルダウン抵抗値は220k Ω に固定されていますが、実際のICと抵抗値が異なります。実際のICにおける抵抗値は、"7 電氣的特性"を参照して確認してください。

なお、プルダウン抵抗を使用して入力端子をLOWレベルに引き下げる場合などにおいて、LOWレベル確定までの時間に相違が生じます。たとえば、出力ポートと入力ポートを組み合わせるキーマトリクス回路を構成した場合は、入力ポートの立ち下がりディレイに相違が発生しますので十分な注意が必要です。

(2) 消費電流についての相違

S5U1C63000P1/S5U1C63000P6の消費電流は実際のICと大きく異なります。S5U1C63000P1上のLEDを確認することで、おおよその消費電流を把握することができます。なお、消費電流に大きく影響を及ぼすものとして以下のようなものがあげられます。

〈LED、モニタピンなどで確認が可能なもの〉

- a) RunとHaltの実行比率(ICEのモニタピン、LEDによる)
- b) ロジック系電源切り換え(VDC0)
- c) 高速動作用定電圧回路(VDC1)
- d) 低速動作用定電圧回路電源切り換え(VDC2)
- e) LCD系定電圧回路電源切り換え(VDC3)
- f) OSC3発振ON/OFF(OSCC)
- g) CPUクロック切り換え(CLKCHG)
- h) LCD電源ON/OFF回路(LPWR)
- i) R/Fコンバータ発振ON/OFF(RFOUT)

〈システム、ソフトウェア上注意するしかないもの〉

- j) 内蔵プルダウン抵抗により消費される電流
- k) 入力ポートがフローティング状態

(3)機能上の相違

〈LCD電源回路〉

LCD電源回路(LPWR)をONしてから、LCD駆動波形が出力されるまでにディレイが発生します。S5U1C63000P1/S5U1C63000P6では、このディレイが約100msecに設定されていますが、実際のICとは異なります。

〈LCD駆動波形の相違〉

本ボードはLCD内部電源使用時にもスタティック波形を出力可能ですが、LCDをスタティック駆動する場合はマスクオプションで外部電源の1/2バイアスを選択してください。

〈発振回路〉

- OSC3発振制御回路(OSCC)をONにしてから発振が安定するまでにウェイト時間が必要になりますが、本ボードではウェイトなしにOSC3の発振切り換え(CLKCHG)しても動作してしまいます。このため、実際のICにおいては、"7 電气的特性"を参照の上適切な時間を設定してください。
- OSC3からOSC1へのクロック切り換えと、OSC3回路の発振停止は別の命令で行ってください。ひとつの命令で同時に行った場合は、本ボードで動作しても実際のICで動作しない場合があります。
- 発振回路のロジックレベルが高いため、発振開始時間のタイミングが異なります。
- 本ボードにはOSC1とOSC3用の発振回路が内蔵されています。このため、OSC3の発振子を接続しない場合でも、OSC3回路による動作が可能になりますので、注意してください。
- 高速動作用定電圧回路が停止している状態でOSC3発振回路をONしないでください。
- マスクオプションによってOSC3発振回路にセラミック発振を選択した場合でも、S5U1C63000P1/S5U1C63000P6はCR発振回路でOSC3クロックを生成します。

〈未定義アドレス空間のアクセス〉

S1C63653内蔵のROM/RAM、I/Oの未定義空間に対して、読み出し/書き込みを行った場合、その値は不定となります。また、S5U1C63000P1/S5U1C63000P6と実際のICでは不定となる状態が異なりますので、充分注意してください。なお、ICE(S5U1C63000H1/S5U1C63000H2/S5U1C63000H6)は、未定義アドレス空間に対してアクセスがあった場合、プログラムブレークが発生する機能を内蔵しています。

〈リセット回路〉

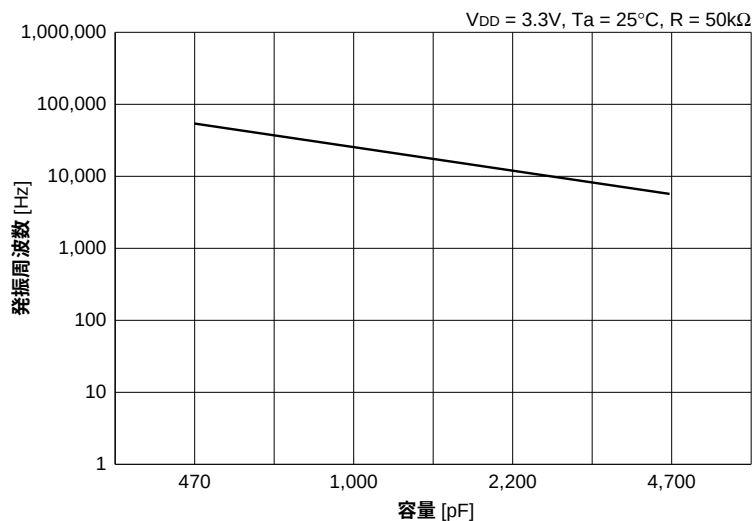
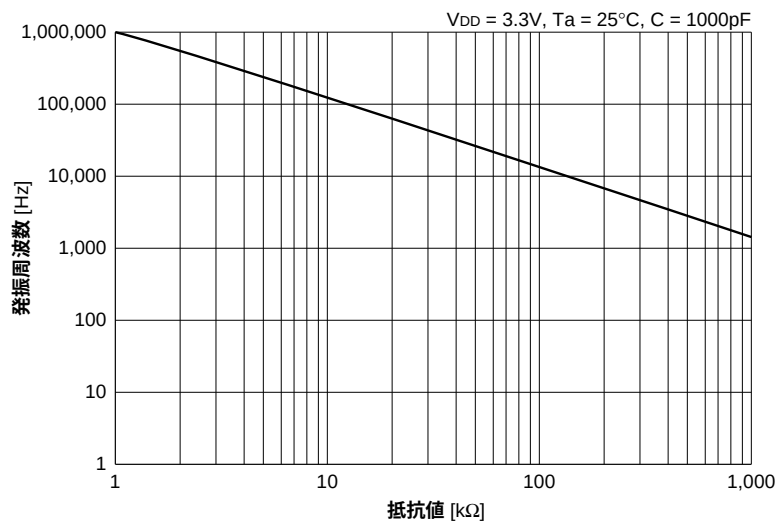
ICEおよびS5U1C63000P1/S5U1C63000P6、S5U1C63658P2に電源を投入してから、プログラムが動作するまでのシーケンスは、実際のICに電源を投入してからプログラムが動作するまでのシーケンスと異なりますので、注意してください。S5U1C63000P1/S5U1C63000P6では、ユーザプログラムのロード、オプションデータのロードを行ってからデバッグシステムとしての動作が可能になります。なお、ICEをフリーランモードに設定して動作させる場合は、必ずシステムリセットをかけてください。システムリセットは、S5U1C63000P1/S5U1C63000P6上のリセットスイッチ、リセット端子入力、入力ポートの同時HIGHレベル保持のいずれかになります。

〈内部電源回路〉

- S5U1C63000P1/S5U1C63000P6はVDC0～VDC3レジスタを内蔵していますが、実際の電源制御はいっさい行っていません。そのため、"4.4 発振回路"を参照して正しい電圧を設定してください。また、制御電圧を切り換える場合も、適切なウェイト時間を設けてください。
- LCDの駆動電圧は、実際のICと異なります。
- 使用可能な動作周波数範囲は、内部動作電圧に依存しますので、"2.1 電源系"を参照の上、不適当な動作周波数と内部電源の組み合わせで動作させないように注意してください。

〈R/Fコンバータ〉

- R/Fコンバータが発振のカウント中に、デバッグによってターゲットプログラムがブレイクすると、カウントは停止します。この状態からカウントを再開しても、正しい変換結果は得られません。
- R/Fコンバータの発振周波数出力 (RFOUT) は、実際のICと波形の極性が逆 (正負反転) になります。
- S5U1C63658P2上のR/Fコンバータの発振特性グラフ (参考値) を以下に示します。

R/Fコンバータ発振周波数-容量特性 (参考値)**R/Fコンバータ発振周波数-抵抗特性 (参考値)**

A.5 製品の仕様

A.5.1 S5U1C63000P1の仕様

■ S5U1C63000P1

寸法: 254mm(横)×144.8mm(奥行き)×13mm(高さ) (ネジ含む)
重量: 約300g
電源: DC5V±5%、1A以下(ICE本体より供給)

■ I/Oケーブル(80pin)

本機側コネクタ: KEL 8830E-080-170L
ケーブル側コネクタ(80pin): KEL 8822E-080-171
ケーブル側コネクタ(40pin): 3M 7940-6500SC(2個/1組)
ケーブル: 40芯フラットケーブル(2本/1組)
インタフェース: CMOSインタフェース(3.3V)
長さ: 約40cm

■ I/Oケーブル(100pin)

本機側コネクタ: KEL 8830E-100-170L
ケーブル側コネクタ(100pin): KEL 8822E-100-171
ケーブル側コネクタ(50pin): 3M 7950-6500SC(2個/1組)
ケーブル: 50芯フラットケーブル(2本/1組)
インタフェース: CMOSインタフェース(3.3V)
長さ: 約40cm

■ 付属品

ターゲットシステム接続コネクタ(40pin): 3M 3432-6002LCSC×2
ターゲットシステム接続コネクタ(50pin): 3M 3433-6002LCSC×2

A.5.2 S5U1C63000P6の仕様

■ S5U1C63000P6

寸法: 254mm(横)×144.8mm(奥行き)×16mm(高さ) (ネジ含む)
重量: 約250g
電源: DC5V±5%、1A以下(初期突入電流を除く)

■ I/Oケーブル(80pin)

本機側コネクタ: KEL 8830E-080-170L-F
ケーブル側コネクタ(80pin): KEL 8822E-080-171-F
ケーブル側コネクタ(40pin): 3M 7940-6500SC(2個/1組)
ケーブル: 40芯フラットケーブル(2本/1組)
インタフェース: CMOSインタフェース(3.3V)
長さ: 約40cm

■ I/Oケーブル(100pin)

本機側コネクタ: KEL 8830E-100-170L-F
ケーブル側コネクタ(100pin): KEL 8822E-100-171-F
ケーブル側コネクタ(50pin): 3M 7950-6500SC(2個/1組)
ケーブル: 50芯フラットケーブル(2本/1組)
インタフェース: CMOSインタフェース(3.3V)
長さ: 約40cm

■ 付属品

ターゲットシステム接続コネクタ(40pin): 3M 3432-6002LCPL×2
ターゲットシステム接続コネクタ(50pin): 3M 3433-6002LCPL×2

A.5.3 S5U1C63658P2の仕様

■ S5U1C63658P2

寸法:	254mm(横)×144.8mm(奥行き)×13mm(高さ) (ネジ含む)
重量:	約130g
電源:	DC5V±5%、10mA以下 (ICE本体より供給、本ボード上レギュレータにて3.3Vに変換)

■ 付属品

R/Fコンバータ外付け抵抗、コンデンサ用プラットフォーム: DIS12-016-403(KEL製)×2

セイコーエプソン 株式会社 **半導体事業部 IC営業部**

〈IC国内営業グループ〉

東京 〒191-8501 東京都日野市日野421-8
TEL (042) 587-5313 (直通) FAX (042) 587-5116

大阪 〒541-0059 大阪市中央区博労町3-5-1 エプソン大阪ビル15F
TEL (06) 6120-6000 (代表) FAX (06) 6120-6100

インターネットによる電子デバイスのご紹介 <http://www.epson.jp/device/semicon/>