

S1C17W14/W16
EL ランプ
アプリケーションノート

評価ボード・キット、開発ツールご使用上の注意事項

1. 本評価ボード・キット、開発ツールは、お客様での技術的評価、動作の確認および開発のみに用いられることを想定し設計されています。それらの技術評価・開発等の目的以外には使用しないで下さい。本品は、完成品に対する設計品質に適合していません。
2. 本評価ボード・キット、開発ツールは、電子エンジニア向けであり、消費者向け製品ではありません。お客様において、適切な使用と安全に配慮願います。弊社は、本品を用いることで発生する損害や火災に対し、いかなる責も負いかねます。通常の使用においても、異常がある場合は使用を中止して下さい。
3. 本評価ボード・キット、開発ツールに用いられる部品は、予告無く変更されることがあります。

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。

本資料の内容については、予告無く変更することがあります。

1. 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いたします。
2. 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知的財産権およびその他の権利侵害あるいは損害の発生に対し、弊社はいか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知的財産権およびその他の権利の実施権の許諾を行うものではありません。
3. 特性値の数値の大小は、数直線上の大小関係で表しています。
4. 製品および弊社が提供する技術を輸出等するにあたっては「外国為替および外国貿易法」を遵守し、当該法令の定める手続きが必要です。大量破壊兵器の開発等およびその他の軍事用途に使用する目的をもって製品および弊社が提供する技術を費消、再販売または輸出等しないでください。
5. 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いかなる責任についても負いかねます。
6. 本資料に掲載されている会社名、商品名は、各社の商標または登録商標です。

要旨

本資料は、S1C17W14/W16 にて、IR リモートコントローラ (REMC2) を用いて EL ランプドライバ用の信号を発生させ、EL ランプを点灯させるための参考資料です。

動作環境

- S1C17W14/W16 が実装されたターゲットボード
ICDmini との接続には専用ケーブルが必要です PC
GNU17 (S5U1C17001C) 開発ツールインストール済み ※
ICDmini USB ドライバインストール済み
- ICDmini (S5U1C17001H)
PC との接続には USB ケーブルが必要です。
- S1C17W14/W16 EL ランプドライバ用プログラミングパッケージ (本パッケージ)
・動作試験用プログラミングパッケージ

※ 本パッケージは、GNU17 v2.4.0/v3.0.5 で動作確認しています。

目次

要旨.....	i
1. 仕様.....	2
2. 使用機能説明.....	3
3. 動作原理.....	4
4. ソフトウェア説明.....	7
4.1 ファイル構成.....	7
4.2 モジュール説明.....	7
4.3 グローバル変数.....	8
4.4 コンパイルスイッチ.....	8
4.5 操作手順.....	9
4.6 サンプルプログラム動作概要.....	11
4.7 パラメータと出力波形.....	13
APPENDIX A. EL ランプ点灯実験の一例.....	14
改訂履歴表.....	16

1. 仕様

1. 仕様

本アプリケーションノートでは、S1C17W14/W16 に内蔵されている IR リモートコントローラ (REMC2)を用いて EL ランプドライバ用の信号を発生させます。発生した EL ランプドライバ用の信号は、別ボードに搭載された高電圧 DC-DC コンバーター回路に入力され、EL ランプを点灯させるための高電圧を発生させます。

サンプルプログラムは、EL ドライブ信号の波形条件を振って実験したり、消灯／連続点灯／点滅の何れかの動作モードの EL ランプドライバ用の信号を発生したりするように作られています。

2. 使用機能説明

出力端子	REMC2 の REMO : CHG 信号(充電パルス) 生成用 REMC2 の CLPLS : DIS 信号(放電パルス) 生成用
動作モード	REMC2 : ソフトウェアの介在なしで EL ランプドライバ用の信号を出力します。
システムクロック	システムクロックは OSC1 (32.768kHz) を使用します。
割り込み	REMC2 のベクタ番号とベクタアドレスは以下の通りです。

- ・ REMC2 ベクタ番号 : 18 (0x12)
ベクタアドレス : 0x8048

本サンプルでは、次の割り込みを使用します。

- ・ コンペア DB 割り込み

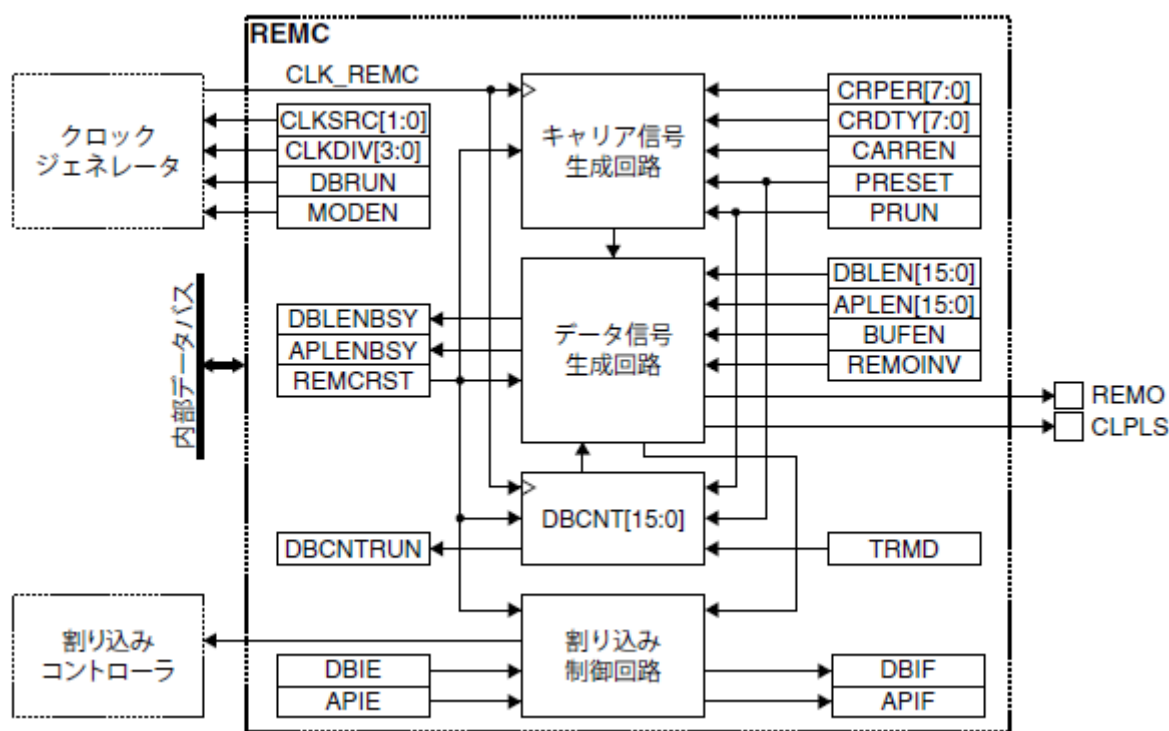


図 1 REMC2 の構成

3. 動作原理

3. 動作原理

(1) EL とは

EL とは、Electro-Luminescence (エレクトロルミネッセンス) の略で、物質がエネルギーにより励起されて起こる発光現象の一つです。蛍光体物質が励起源から受け取ったエネルギーを光として放出することをルミネッセンスといいます。励起源の種類から、電界により励起するエレクトロルミネッセンス (EL)、光により励起するフォトルミネッセンス (PL)、電子線により励起するカソードルミネッセンス (CL) に分類されます。

EL は、発光原理から注入型 EL と真性 EL に分類されますが、狭義には真性 EL のことを EL と呼ぶ場合もあります。注入型 EL (分散型 EL) は、電界を印加することにより、半導体内に注入された電子と正孔が接合面近傍で再結合して発光する現象で、発光ダイオードが注入型 EL の代表例です。真性 EL (薄膜型 EL) は、電界により加速した電子が半導体内で発光中心に衝突、発光中心が励起されて発光する現象で、薄膜 EL 素子などがこれに分類されます。

薄膜 EL 素子は、厚さ 0.5mm 程度の発光板の面全体で、均一・広範囲にわたる発光が可能な点の特徴で、照明用途や EL ディスプレイの研究が進んでいます。発光体にジアミン類などの有機物を使うものを有機 EL、硫化亜鉛などの無機物を使うものを無機 EL といいます。

有機 EL が 5～10V の直流電圧で発光するのに対し、無機 EL は 50～200V の交流電圧が必要で、本アプリケーションノートでは無機 EL を発光させるために必要な高圧交流を発生するための方法について説明します。

(2) 高電圧 DC-DC コンバーターの原理

図 2 の高電圧 DC-DC コンバーター回路に、図 3 の駆動波形を印加することで、EL を駆動するための高電圧を発生します。具体的には、CHG 信号（充電パルス生成用信号）を入力することにより EL ランプ EL1 に対してコイル L1 で発生した高電圧をチャージするフェーズと、DIS 信号（放電パルス生成用信号）を入力することで EL ランプ EL1 をディスチャージするフェーズの、2つの動作フェーズを繰り返します。

コイル L1 のインダクタンスと CHG に入力されるチャージ波形の周波数は、EL ランプ EL1 の発光強度を最大化するため、慎重に選択する必要があります。

コイル L1 に流れる電流を 0 から I [A]に増加したときに、コイル L1 に蓄えられるエネルギー U [J] は、自己誘導の原理から以下の式で導出されます。

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \dots\dots (1) \quad I = \frac{V_{CC} - IR - V_{Q1}}{R} \dots\dots (2)$$

ここで、L はコイル L1 のインダクタンス、R はコイル L1 の抵抗値、 V_{Q1} はトランジスタ Q1 がオン状態のときのコレクタ、エミッタ間にかかる電圧です。

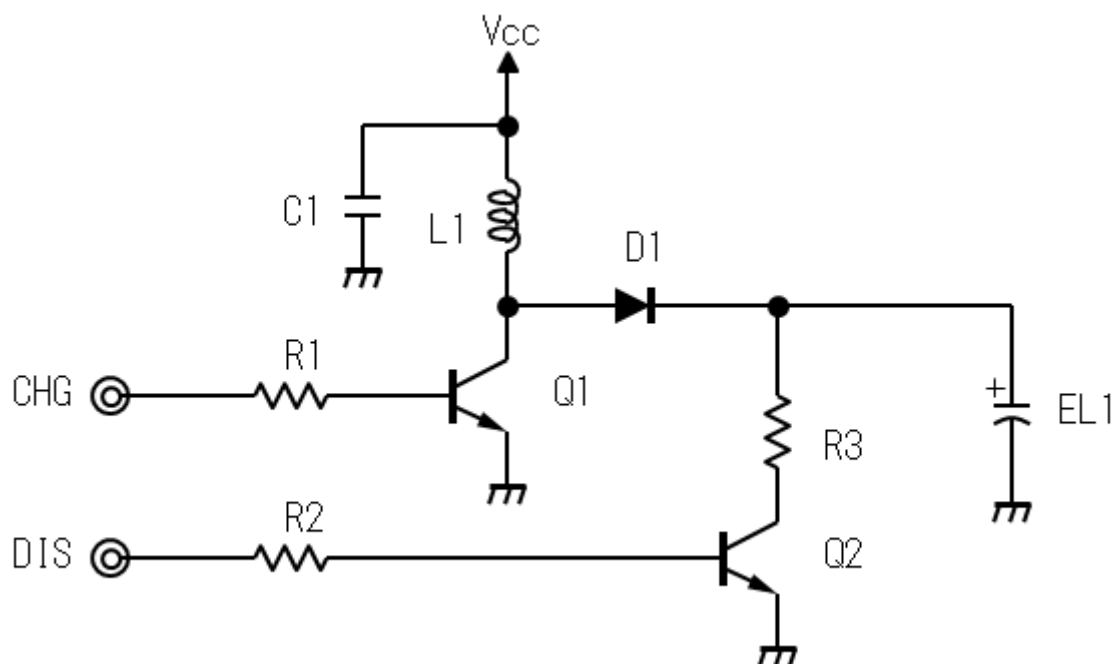


図 2 高電圧 DC-DC コンバーター回路

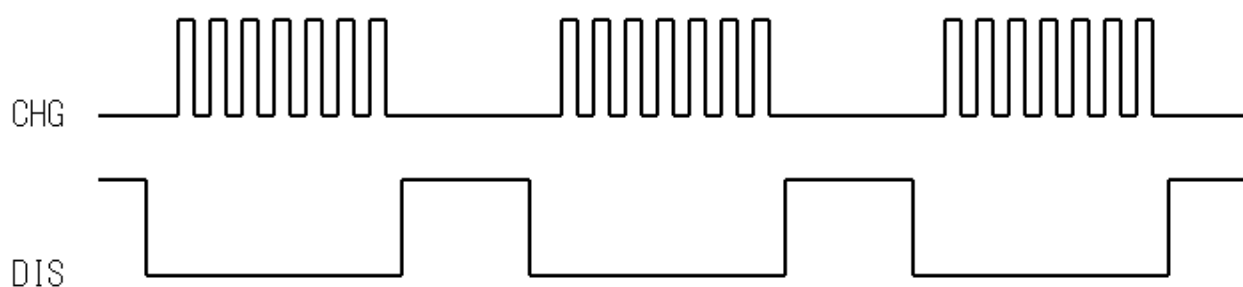


図 3 高電圧 DC-DC コンバーター駆動波形

3. 動作原理

この式からわかるように、コイル L1 から発生するエネルギーを最大化するため、電源電圧 V_{CC} はできるだけ高くし、コイル L1 の抵抗値 R はできるだけ小さくする必要があります。

コイルに流れる電流は時間によって変わり、コイルと電源との間にあるスイッチのオン時間 t_{ON} で決まり、以下の式(3)のようになります。

$$I = \frac{V_L}{L} \cdot t_{ON} \dots\dots (3)$$

ここで、 V_L はコイル L1 に印加される電圧です。

スイッチが閉じた瞬間は、コイルに流れる電流 I はゼロですが、 $V_{CC}-V_{Q1}$ そのものがコイルに印加されます。コイルに流れる電流はスイッチオンからの時間に対してリニアに増大します。コイルに流れる電流が大きくなると、コイルの抵抗とスイッチのオン抵抗のため、インダクターに印加される電圧は低下し、以下の式(4)のようになります。

$$V_L = V_{CC}-IR-V_{Q1} \dots\dots (4)$$

このようにして EL ランプ駆動用の高電圧をロスなく発生させるためには、回路に用いるトランジスタやダイオードは、ドライブ電圧に対して余裕のある、高耐圧の部品を選定して用いる必要があります。

4. ソフトウェア説明

4.1 ファイル構成

ファイル名	機能
inc/reg	周辺回路毎のビットアサインなどを定義したヘッダファイル
inc/c17w14_reg.h inc/c17w16_reg.h	周辺機器ヘッダ定義ファイル
src/crt0.h	ブート処理定義ファイル (GNU17 Version3 用)
src/init.h	初期化関数ヘッダ定義ファイル
src/remc2.h	REMC2 関数ヘッダ定義ファイル
src/t16_ch0.h	T16 Ch.0 関数ヘッダ定義ファイル
src/boot.c	スタートアップモジュールファイル
src/init.c	初期化関数ファイル
src/main.c	メイン関数ファイル
src/remc2.c	REMC2 関数ファイル
src/t16_ch0.c	T16 Ch.0 関数ファイル

4.2 モジュール説明

ファイル中のモジュールのうち、一般的でない設定を中心に、関数名とその機能について説明します。

ファイル名 : remc.c

関数名	機能
initRemc	REMC2 の設定を初期化します。
startRemc	REMC2 の動作を開始します。
stopRemc	コンペア DB 割り込み発生時に REMC2 の動作を停止させるため、REMC2 の動作を停止するためのフラグをセットします。
intRemc	REMC2 の割り込みハンドラです。コンペア DB 割り込みを受け取り時、REMC2 の動作を停止するためのフラグがセットされているかチェックし、チェックされている場合、そのフラグを処理済み状態にして、REMC2 の動作を停止します。

4. ソフトウェア説明

ファイル名 : t16_ch0.c

関数名	機能
initT16Ch0	T16 Ch.0 を初期化します。
startT16Ch0	T16 Ch.0 の動作を開始します。
stopT16Ch0	T16 Ch.0 の動作を停止します。
presetT16Ch0Count	T16 Ch.0 のカウンタ値をプリセットします。
getT16Ch0Count	T16 Ch.0 のカウンタ値を得て返します。
intT16Ch0	T16 Ch.0 の割り込みハンドラです。具体的には点滅モードの時の点滅動作を処理します。

4.3 グローバル変数

サンプルプログラム内で使用しているグローバル変数について記します。

変数名	型	機能
mode	unsigned short	動作モードの選択。初期値は EL_LAMP_MODE=2。 0: 常時消灯、1: 連続点灯、2: 点滅。
remcRunning	unsigned short	REMC2 の停止要求用に、現在の動作状態を記憶。 0: 停止要求中、1: 動作中、2: 停止操作完了。
blink	unsigned short	点滅動作切り替えのため、現在点灯状態か消灯状態かを記憶。 0: 消灯状態、1: 点灯状態。

4.4 コンパイルスイッチ

サンプルプログラムで使用しているコンパイルスイッチについて記します。

main.c 内の定義を切り替えることにより、常時消灯／連続点灯／点滅のいずれかの動作モードに切り替えることができます。

変数名	機能
EL_LAMP_MODE	0: 常時消灯、1: 連続点灯、2: 点滅。

点滅周期は、t16_ch0.c のパラメータ、BLINK_INTERVAL_COEF の値で変えることが可能で、以下の式で計算可能です。(単位は「秒」。)

$$\text{消灯時間} = \text{点灯時間} = \text{BLINK_INTERVAL_COEF} \div 32768$$

すなわち、デフォルトの BLINK_INTERVAL_COEF=16384 を用いた場合、0.5 秒点灯、0.5 秒消灯で点滅動作を繰り返すことになります。

4.5 操作手順

このサンプルソフトウェアは、GNU17 Ver.2(以下、GNU17v2)および GNU17 Ver.3(以下、GNU17v3)の2種類のプロジェクト、および S1C17W14 と S1C17W16 の2種類のヘッダファイルを含みます。

サンプルソフトウェア使用前に以下の手順に従って、GNU17v2 または GNU17v3 のサンプルソフトウェアをターゲット機種に対応させてください。

- 1) 使用するターゲット機種のヘッダファイルを、サンプルソフトウェアの[inc]フォルダへコピーする。

例：ターゲット機種が S1C17W14 の場合、[inc_w14]フォルダの下の

"c17w14_reg.h"ファイルと[reg]フォルダを、サンプルソフトウェアの

[s1c17w14_w16_remc2_EL_gnu17vx]フォルダの下の[inc]フォルダへコピーしてください。

- 2) インポートウィザードから、「既存プロジェクトをワークスペースに」を開く。

[ファイル]>[インポート]>[一般]>[既存プロジェクトをワークスペースへ]

または

[File]>[Import]>[General]>[Existing Projects into Workspace]

- 3) サンプルプログラムが含まれるプロジェクトフォルダを選択。

GNU17v2 の場合 "s1c17w14_w16_remc2_EL_gnu17v2"プロジェクトを選択。

GNU17v3 の場合 "s1c17w14_w16_remc2_EL_gnu17v3"プロジェクトを選択。

- 4) "プロジェクトをワークスペースにコピー" または、"Copy projects into workspace"にチェックをつけ、[完了/Finish]ボタンを押す。

- 5) インポートしたプロジェクトを選択して機種設定を変更します。GNU17 のメニューから **GNU17v2 の場合**

[プロジェクト]>[プロパティ]を選択。

表示されたプロパティリストの中から[GNU17 一般設定]ダイアログボックスを選択し、[ターゲット CPU 機種]プルダウンメニューで対象機種を選択。[適用]ボタンを押す。

GNU17v3 の場合

[project]>[propaties]を選択。

表示されたプロパティリストの中から[GNU17 Setting]ダイアログボックスを選択し、[Target CPU]プルダウンメニューで対象機種を選択。[Apply]ボタンを押す。

4. ソフトウェア説明

6) (GNU17v2 のみ)

さらに、プロパティリストの中から[GNU17 GDB コマンド]ダイアログボックスを選択し、[雛形からコマンドを生成する]ボタンを押し、[デバッガ]プルダウンメニューから ICD Mini を選択、Flash ROM 書き込み実行チェック BOX にチェックを入れ、[上書き]ボタンを押し。

7) プロジェクトの"src"フォルダにあるヘッダファイル"init.h"の機種設定を変更します。

例：ターゲットが S1C17W14 の場合

```
#define MCUSEL_C17W14          /// S1C17W14
// #define MCUSEL_C17W16      /// S1C17W16
```

8) プロジェクトのビルド

IDE を使用して、「s1c17w14_w16_remc2_EL_gnu17vx」プロジェクトをビルドしてください。

9) ターゲット・ICDmini の接続、電源投入

高電圧 DC-DC コンバーター、S1C17W14 または W16 が実装されたターゲットボード、ICDminiUSB ケーブル、PC を接続してください。

ターゲットボード、ICDmini をリセットしてください。

10) 実行

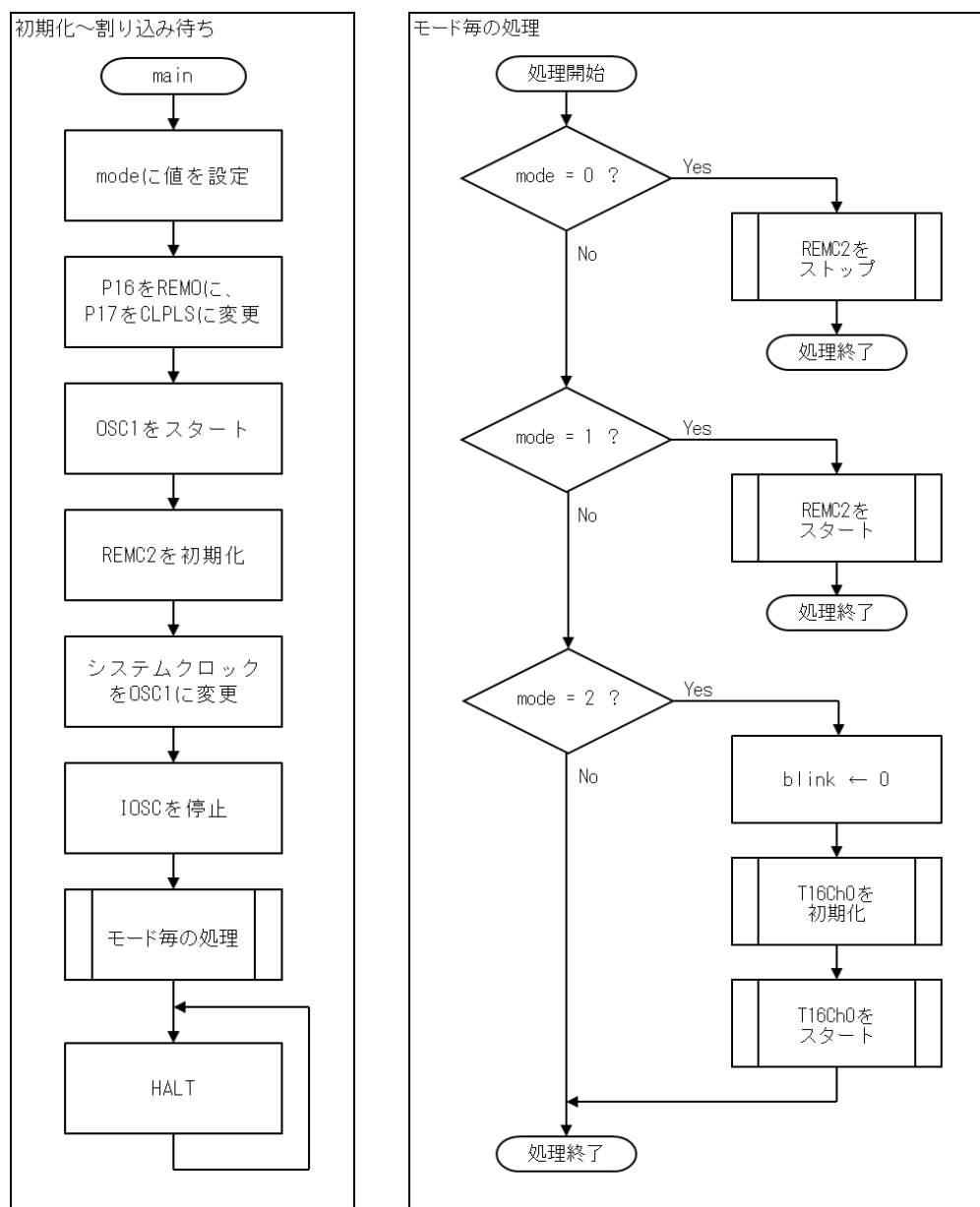
IDE を使用して、「s1c17w14_w16_remc2_EL_gnu17vx」プロジェクトを実行してください。

「s1c17w14_w16_remc2_EL_gnu17vx」の実行後、EL ランプが点滅します。

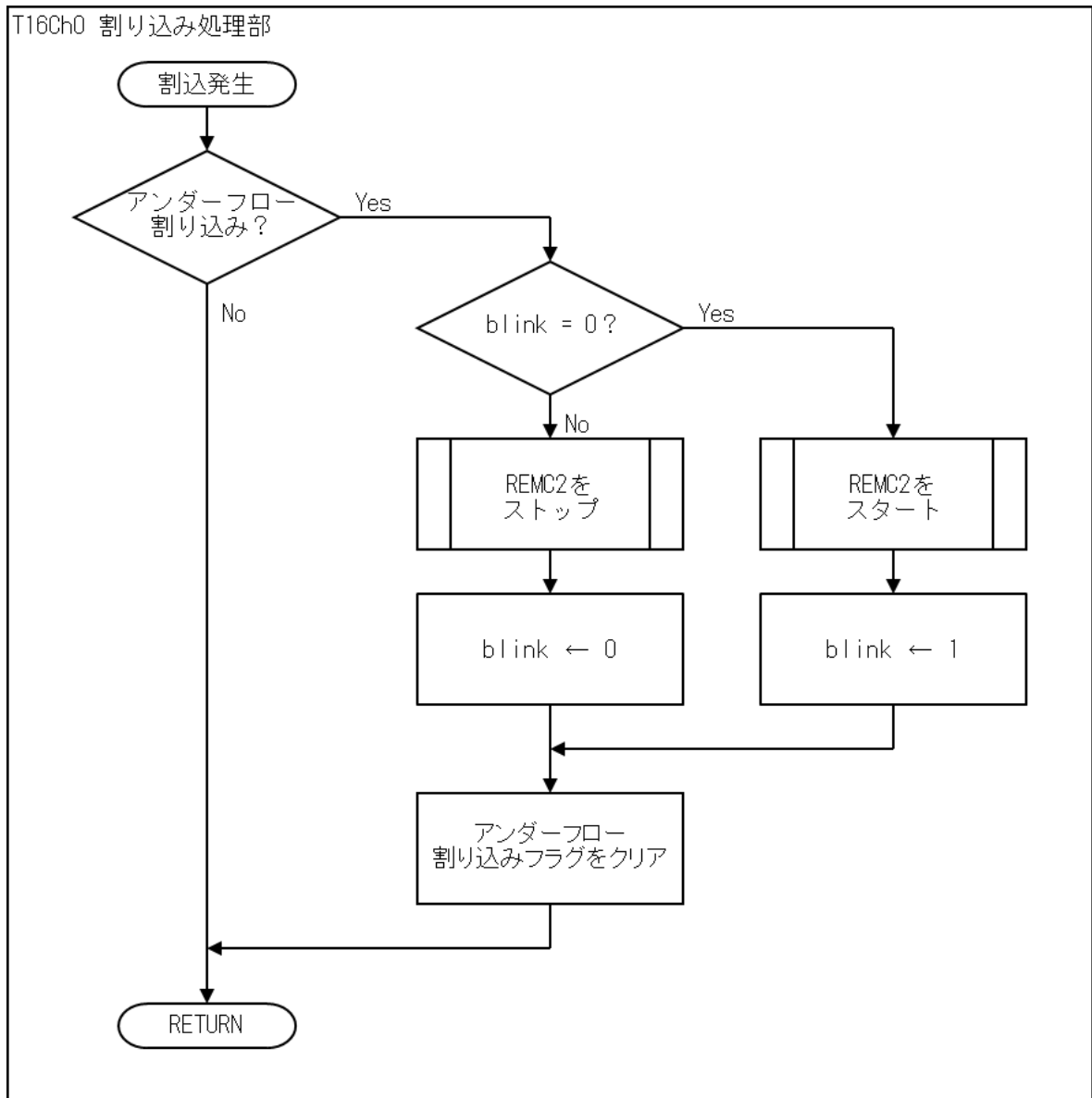
4.6 サンプルプログラム動作概要

- ① 初期化を行います。
- ② システムクロックを OSC1 に変更し、IOSC を停止します。
- ③ 以降の動作は変数 `mode` の値で変わります。
`mode=0` の時、REMC2 の動作を停止し、HALT のループで止まります。EL ランプは消灯したままになります
`mode=1` の時、REMC2 は動作を開始し、HALT のループで止まりますが、EL ランプは点灯したままになります。
`mode=2` の時、REMC2 は点滅動作を繰り返します。これは T16 Ch0 が一定時間ごとに割り込み動作を繰り返し、その際に REMC2 の動作の開始/停止を切り替えるからです。
`mode` の値は、`main.c` の `mode` に値を設定する行の直後の行、95 行目に Break Point を設定してリセット後にその行で一時的に停止させ、Watch Expressions ウィンドウで `mode` の値を所望の値に変更し、Continue で実行継続することで対話的に変更することが可能です。

フローチャートを以下に記します。



4. ソフトウェア説明



4.7 パラメータと出力波形

ファイル main.c に、出力波形を決めるための定数定義があります。それらにより REMC2 のタイマーのカウント値の設定を変えており、その対応は以下の表のようになっています。

定義値名	設定カウンタ
CLPLS_CYCLE	REMC2 の (DBLEN + 1) = CLPLS 出力の 1 周期の長さ
CHG_PERIOD	REMC2 の (APLEN + 1) = CLPLS 出力が”L”レベルになる期間 = REMO パルスが出力される期間
REMO_CYCLE	REMC2 の (CRPER + 1) = REMO 出力の周期
REMO_HI	REMC2 の (CRDTY + 1) = REMO 出力が”H”レベルになる期間

REMC2 の REMO 出力は CHG 信号用に、CLPLS 出力は DIS 信号用に用います。

MCU のクロック周波数 $\phi = 32.768\text{kHz}$ を用いて、REMO 出力、CLPLS 出力の波形の形状を示すと、以下のようになります。

- ① = CLPLS_CYCLE \div ϕ
- ② = CHG_PERIOD \div ϕ
- ③ = REMO_CYCLE \div ϕ
- ④ = REMO_HI \div ϕ

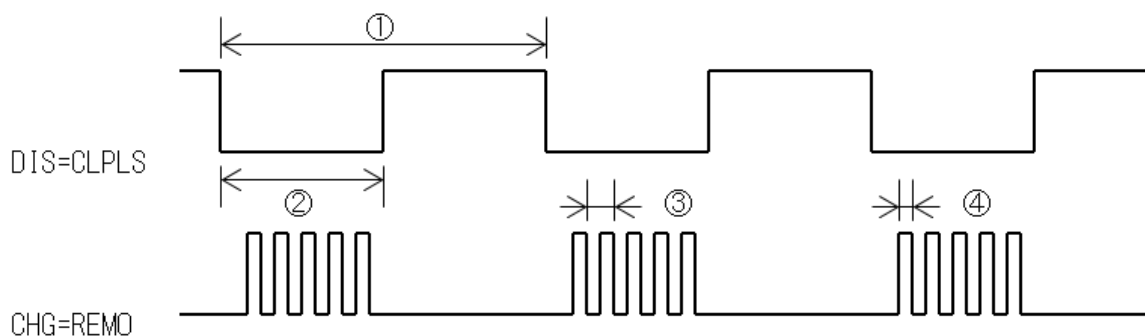


図4 出力信号波形とパラメータの関係

定義値は、ヒゲ状など不都合な波形形状にならないよう、オシロスコープで波形を確認しながら注意深く値を決めることを推奨します。

なお、プログラムを一時停止させ、Memory ウィンドウでレジスタ値を所望の値にし、Continue で実行継続することで対話的に REMC2 の設定内容を変更することができ、これを繰り返すことで最適条件の探索を容易に行うことが可能です。ただし一時停止させると、CLPLS 信号出力と REMO 信号出力が同時に”H”になる場合もあり、その場合は大電流が高電圧 DC-DC コンバータ駆動回路に流れることとなりますので、電源に 100mA 程度の電流リミットを設定してください。

APPENDIX A. EL ランプ点灯実験の一例

この章では、実際に EL ランプを点灯させ、その明るさや諸特性が波形によりどのように変わるか調査した実験結果の一例を示します。

図 2 の高電圧 DC-DC コンバーター回路で、表 1 の BOM の部品を用いて、波形を変えたときの EL ランプの発光強度の変化を調査し、評価対象とする代表的な 2 つの条件を決めました。

表 1 図 2 の高電圧 DC-DC コンバーター回路の BOM

品名	記号	メーカー	メーカー品番	スペック
EL ランプ	EL1	—	—	特注品
トランジスター	Q1	Micro Commercial Co.	MMBT5551-TPCT-ND	Ic=600mA, Vceo=160V
	Q2			
ダイオード	D1	ON Semicon.	BAS21LT3GOSCT-ND	250V,200mA
インダクター	L1	Abracon Corporation	ASPI-0403S-332M-T	3.3mH,80mA,R _{DC} ≤ 11 Ω
コンデンサー	C1	muRata	GRM32EF10J107ZE20	100uF/6.3V,T=2.7mm,Tol=F
抵抗	R1	ROHM	MCR01 Series	560 Ω ,Size=1005(0402),Tol=F
	R2			220k Ω ,Size=1005(0402),Tol=F
	R3			22k Ω ,Size=1005(0402),Tol=F

以降に用いる略語の意味を表 2 に示します。

表 2 略語の説明

略語	呼称	意味
Vpeak	ピーク電圧	EL ランプに印加される電圧のピーク値。
I _{meas}	消費電流	ドライバ回路 (図 2 の V _{cc}) と S1C17W14/W16 に流れる電流の合計。
Irradiate	輝度	EL 発光面のエリア径 2° の範囲の輝度の測定値。
Efficacy	発光効率	輝度 ÷ (V _{cc} × I _{meas}) で計算した値。

代表的な 2 つの条件の設定値を用いた場合の諸特性の印加電圧依存性は、図 5 の通りです。

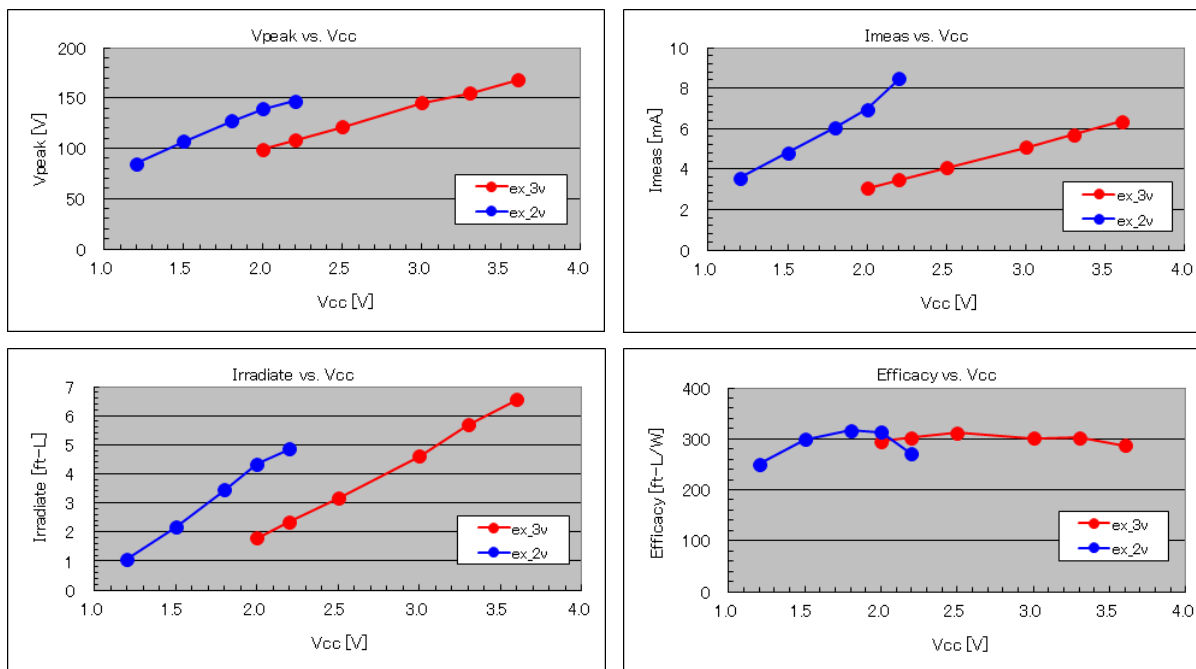


図 5 代表的な 2 つの条件の諸特性の電源電圧依存性

なお、実験に用いた測定器は、以下の通りです。

- 輝度計： Topcon Luminance Colorimeter BM-7
- 電流計： Agilent 34401A 6 1/2 Digit Multimeter
- オシロスコープ： Tektronix TDS3014
- 安定化電源： HP E3631A DC Power Supply

最後に図 6 に、代表的な 2 つの条件の設定値で各々電源電圧 3.0V、2.0V を印加したときの発光の様子を示します。

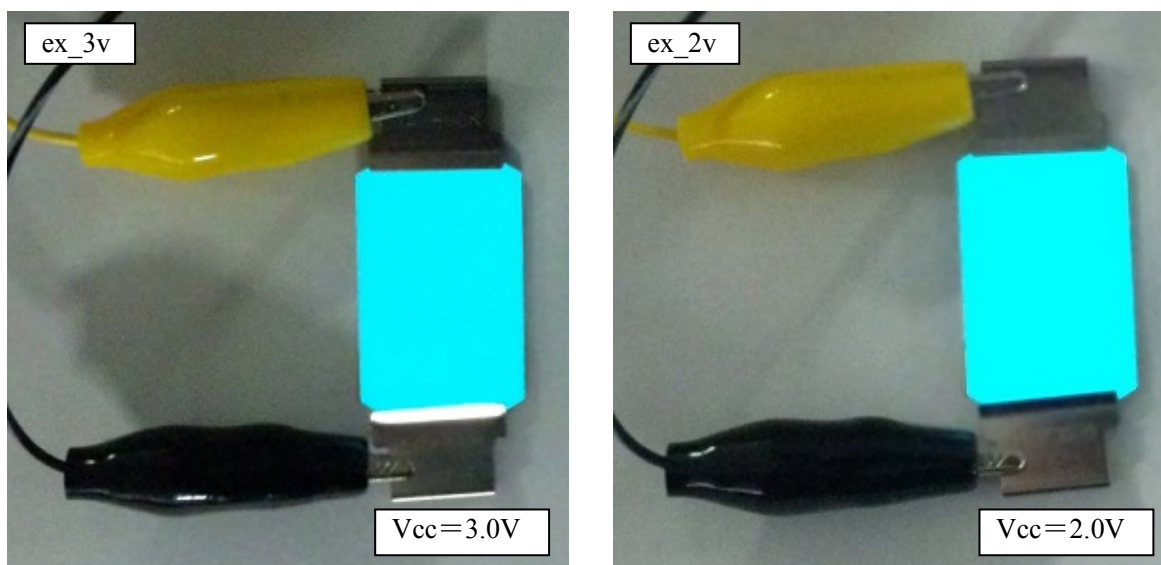


図 6 代表的な 2 つの条件での発光の様子

改訂履歴表

改訂履歴表

付-1

Rev. No.	日付	ページ	種別	改訂内容（旧内容を含む） および改訂理由
Rev 1.0	2014/1/10	全ページ	新規	新規作成
Rev 1.1	2016/3/29	i P7,9,10	追記	動作環境の追加に伴い、動作環境（GNU17 Ver.3）に関する記載を追記

セイコーエプソン株式会社

マイクロデバイス事業部 デバイス営業部

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 御堂筋グランタワー15F
TEL (06) 6120-6000 (代表) FAX (06) 6120-6100

ドキュメントコード : 412687702

2014年1月 作成

2016年3月 改定