

CMOS 32-bit Application Specific Controller

- SoC に最適化された 32 ビット RISC CPU コア (EPSON S1C33 PE)
- 8KB RAM を内蔵
- バースト制御付き SDRAM コントローラ
- 汎用 DMA コントローラ (HSDMA/IDMA)
- 6ch. PWM コントロールタイマ/カウンタ
- 各種インタフェースをサポート
FIFO 付き SIO (IrDA1.0), SPI, I2S, DCSIO
- アナログ入力用 5ch. ADC
- 12KB IVRAM 付き LCD コントローラを内蔵

■ 概要

S1C33E07は、中・小規模な電子辞書やラベルライター/プリンタなど、多くの汎用入出力ポート、強力なPWMタイマ/カウンタ、USB-FSデバイスコントローラを含む多彩なシリアルインタフェース、ADC、LCD表示を必要とする特定用途向けのコストパフォーマンスの高い32ビットRISCコントローラです。

S1C33E07には32ビットRISC CPUコア、汎用DMAコントローラ、USB-FSデバイスコントローラ、PWMコントロールタイマ/カウンタ、各種インタフェース (IrDA1.0、SPI、I2S、DCSIOを含むSIO)、ADC、RAM、汎用RAM兼用IVRAM、RTCなどが、0.18μm微細CMOSプロセスを使用したEPSON SoCテクノロジーにより実装されています。

■ 特長

● テクノロジー

- ・ 0.18 μm AL-4 層アナログ混在低電力 CMOS プロセステクノロジー

● CPU

- ・ SoC に最適化された、AMBA バス付き EPSON オリジナル 32 ビット RISC CPU コア C33 PE
- ・ 最大動作周波数: 60MHz
- ・ 内部 2 段パイプラインと 4 個の命令キュー
- ・ 命令セット: 128 命令 (16 ビット固定長)
- ・ 32 ビット S1C33 RISC コアと互換性を持つ基本命令
- ・ CPU と LCDC 用のデュアル AMBA バスシステム

● 内蔵メモリ

- ・ 8KB RAM
- ・ 12KB IVRAM (VRAM または汎用 RAM として使用可能)
- ・ 2KB DST RAM (IDMA コントロールテーブル用 RAM または汎用 RAM として使用可能)

● 発振回路/PLL

OSC1 発振回路

- ・ 水晶発振: 5MHz Min. ~48MHz Max.
- ・ セラミック発振: 5MHz Min. ~48MHz Max.
- ・ 外部クロック入力: 5MHz Min. ~48MHz Max.

PLL

- ・ PLL 入力周波数: 5MHz Min. ~50MHz Max.
- ・ PLL 出力周波数: 25MHz Min. ~90MHz Max.
- ・ 逡倍率: ×1 ~ ×16

OSC1 発振回路

- ・ 水晶発振/外部クロック入力: 32.768kHz Typ.

● 高速バス (HB) モジュール

SRAMC (SRAM コントローラ)

- ・ 25 ビットアドレスと 8/16 ビットの選択が可能なデータバス
- ・ 各チップイネーブル信号が最大 512M バイト (A[24:0]) のアドレス空間を提供
- ・ 外部デバイスの接続に最大 8 つのチップイネーブル信号を使用可能
- ・ バスウェイトサイクル数をプログラマブルに設定可能 (0~7 サイクル)
- ・ 外部ウェイト信号に対応
- ・ 4G バイトの物理アドレス空間を使用可能
 - 物理アドレス空間を 23 に分割したエリアを選択して使用可能: エリア 0~エリア 22

S1C33E07

- エリア 0~4 とエリア 6 はシステム予約
- ・ 各エリアはリトルエンディアンに対応
- ・ メモリマップド I/O
- ・ A0 と BS(バーストロープ)のいずれかの方式による外部デバイスのアクセスに対応
- ・ SRAM、ROM、Flash ROM を直接接続可能なインタフェースを内蔵

SDRAMC (SDRAM APP、AHB ローカルバスアービタ付き SDRAM コントローラ)

- ・ SDRAM を直接接続可能なインタフェースを内蔵
- ・ 16 ビットデータバスを持つ SDRAM に対応
 - 最小構成: 16M ビット(2MB)、16 ビット SDRAM × 1
 - 最大構成: 512M ビット(64MB) 、16 ビット SDRAM × 1
- ・ CAS レイテンシ: 1、2 または 3 に設定可能
- ・ バーストおよびシングルリード/ライトに対応
- ・ DQM(バイト書き込み)機能に対応
- ・ 最大 4 つの SDRAM バンクとバンクアクティブモードに対応
- ・ 12 ビットオートリフレッシュカウンタを内蔵
- ・ 省電力動作のためのインテリジェントなセルフリフレッシュ機能
- ・ 2 段の 32 ビットデータバッファと 8 段 × 2 スロットの 32 ビット命令バッファを内蔵
- ・ 最大 90MHz の SDRAM クロックに対応
 - CPU クロック = 48MHz の場合: SDRAM クロックを最大 48MHz に設定可能
 - CPU クロック = 45MHz の場合: SDRAM クロックを PLL により最大 90MHz に設定可能
- ・ CPU、DMAC、LCDC、SRAMC 間の外部バスの占有を調停

DMAC (ダイレクトメモリアクセスコントローラ)

- ・ 4ch.高速ハードウェア DMA
- ・ 128ch.インテリジェント DMA(プログラム可能なコントロールテーブルを持つ可変データ転送コントローラ)

IVRAMARB (内部ビデオ RAM アービタ)

- ・ 12KB SRAM(3,072 ワード × 16 ビット × 2)を IVRAM として内蔵
- ・ LCDC と CPU 双方からのアクセスを調停
- ・ IVRAM は CPU および LCDC から最小 2 サイクルでアクセス可能(32 ビットアクセス時)
- ・ 表示用の UMA(Unified Memory Access)をサポート
- ・ ビデオ RAM として使用しない場合、レジスタの設定により IVRAM をエリア 0 内の 12KB 汎用 RAM として使用可能

●周辺回路バス(SAPB)モジュール

TCU (PWM 出力付きタイマ/カウンタユニット)

- ・ 6ch. 16 ビットタイマ/カウンタ
- ・ DA16(デジタル D/A)モードにも対応した PWM 出力が可能
- ・ チャンネル別に動作クロックを生成するプリスケアラを内蔵(周辺回路用クロックを 1/1~1/4,096 に分周)
- ・ DMA 転送を起動可能

WDT (ウォッチドッグタイマ)

- ・ NMI(ノンマスクابل割り込み)を発生可能な 30 ビットウォッチドッグタイマ
- ・ ウォッチドッグタイマのオーバーフロー周期(NMI 発生周期)をプログラマブルに設定可能
- ・ ウォッチドッグタイマのオーバーフロー信号を外にも出力可能

ADC (A/D 変換器)

- ・ 5ch. 10 ビット A/D 変換器
- ・ 結果が上下限設定範囲外の場合に割り込みを発生可能
- ・ ADC の各チャンネルにデータバッファを内蔵
- ・ ADC の動作クロックを生成するプリスケアラを内蔵(周辺回路用クロックを 1/2~1/256 に分周)

ITC (割り込みコントローラ)

- ・ 割り込みにより DMA 転送を開始可能
- ・ DMAC 割り込み: 5 種類
- ・ 入力割り込み: 18 種類
- ・ TCU 割り込み: 12 種類
- ・ EFSIO 割り込み: 9 種類
- ・ ADC 割り込み: 2 種類
- ・ RTC 割り込み: 1 種類
- ・ SPI 割り込み: 3 種類
- ・ DCSIO 割り込み: 1 種類
- ・ USB 割り込み: 2 種類
- ・ I²S 割り込み: 1 種類
- ・ LCDC 割り込み: 1 種類

GPIO (汎用入出力ポート)

- ・ 最大 82 ポート(QFP24-144pin)
 - * S1C33E07 の GPIO ポートは他の周辺機能(EFSIO、PWM など)と端子を兼用しています。
- したがって、使用可能な GPIO ポート数は周辺機能の使用状況により変わります。

USB (USB2.0 準拠 FS デバイスコントローラ)

- ・ USB2.0 フルスピードモード(12M bps)に対応
- ・ オートネゴシエーション機能に対応
- ・ コントロール、バルク、アイソクロナス、インタラプト転送に対応
- ・ 4 つのバルクエンドポイントとエンドポイント 0(コントロール)をサポート
- ・ プログラマブルな 1K バイト FIFO を内蔵
- ・ 8 ビットローカルバス DMA ポートをサポート
- ・ DMA 転送を起動可能
- ・ 非同期 DMA 転送に対応
- ・ DMA スレーブモードに対応
- ・ USB-FS 用クロック: 48MHz(固定)
- ・ スヌーズモードに対応

RTC (リアルタイムクロック)

- ・ 時刻(秒、分、時)カウンタとカレンダー(日、曜日、月、年)カウンタを内蔵
- ・ どちらのカウンタも BCD データでのリード/ライトが可能
- ・ 時計のスタート/ストップ制御が可能
- ・ ソフトウェアによる 30 秒補正が可能
- ・ 周期的な割り込みを発生可能

CARD (ダイレクトコントロール付きシリアル入出力)

- ・ SmartMedia インタフェース信号(#SMRE、#SMWE)を生成
- ・ 8 または 16 ビット NAND Flash インタフェース信号を生成
- ・ NAND Flash のリード/ライトに使用可能な ECC 機能を搭載
- ・ NAND Flash ブートに対応

EFSIO (FIFO バッファ付き拡張シリアルインタフェース)

- ・ 3ch.クロック同期式/調歩同期式シリアルインタフェース
- ・ FIFO データバッファ内蔵(各チャンネルに 4 バイトの受信データバッファと 2 バイトの送信データバッファを搭載)
- ・ ボーレートジェネレータ(12 ビットプログラマブルタイマ)を内蔵
- ・ ISO7816 モードに対応(Ch.1 のみ)
 - データの並び(MSB 先頭、LSB 先頭)を変更可能
 - ISO7816-3 T=0 & T=1 プロトコル互換のメモリカードインタフェースに対応
 - ボーレートとガードタイムをプログラマブルに設定可能
 - ISO7816 アクノリッジとオートリピート転送に対応
- ・ DMA 転送を起動可能

SPI (シリアルペリフェラルインタフェース)

- ・ 1ch. SPI(マスタモードまたはスレーブモードで動作)
- ・ 1~32 ビットのデータ転送に対応
- ・ データ転送タイミング(クロックの位相と極性)を 4 種類から選択可能
- ・ 転送の間に 1~65,536 クロックの遅延時間を挿入可能
- ・ 送信データレジスタエンプティおよび受信データレジスタフル割り込みを発生可能
- ・ DMA 転送を起動可能

DCSIO (方向制御シリアル入出力ポート)

- ・ 2ch.シリアルシフト付き入出力ポート
- ・ ステートマシンを駆動するための入出力レベル検出
- ・ 単線式または 2 線式通信プロトコルをソフトウェアによりシミュレート

EGPIO (拡張 GPIO)

- ・ 標準 GPIO に加え、最大 17 ポートのマルチプレックス GPIO が使用可能。チップの場合は最大 91 ポートが使用可能
 - * EGPIO ポートは他の周辺機能と端子を兼用しています。
- したがって、使用可能な EGPIO ポート数は周辺機能の使用状況により変わります。
- ・ ほとんどのポートがレジスタで有効/無効に制御可能なプルアップ抵抗を内蔵
- ・ 強制的なポートの Low 駆動が可能

CMU (拡張クロックマネージメントユニット)

- ・ 各周辺ブロックへのクロック供給を制御(動的な切り換えには未対応)
- ・ リセットおよび NMI 入力の管理
- ・ システムクロックソースの切り換え(MCLK、SDRAMCLK、RTCCLK)

S1C33E07

- ・ MCLK と RTCCLK の発振回路を制御
- ・ PLL の On/Off および周波数通倍率を制御
- ・ スタンバイモード(SLEEP、HALT)に応じたクロックの制御
- ・ LCDC クロックを生成するための分周を制御
- ・ 外部バスクロックの管理

MISC (Misc.設定レジスタ)

- ・ USB と RTC ブロックアクセス用ウェイト設定レジスタ
- ・ デバッグポート機能選択レジスタ
- ・ ブートモード設定用レジスタ

I²S (IC 間サウンドバスインタフェース)

- ・ ユニバーサルオーディオ I2S バスインタフェースに対応
- ・ ビットクロック、ワードセレクト信号、データ、マスタクロックを生成するマスタとして動作
- ・ I²S 割り込み信号を生成
- ・ DMA 転送を起動可能

LCDC (AMBA バス付き STN/TFT LCD コントローラ)

VRAM:

- ・ レジスタ設定により表示データバッファまたは汎用 RAM として使用可能な 12KB RAM を内蔵
- ・ LCDC から SDRAM(外部 VRAM)または IVRAM(内蔵 VRAM)をアクセス可能な UMA 方式をサポート
- ・ 外部 VRAM(SDRAM)はメモリマップの任意の位置に配置可能
- ・ サブウィンドウ領域は IVRAM と外部 VRAM のどちらにも、またメインウィンドウと同じか異なる VRAM のどちらにも配置可能

ディスプレイ対応:

- ・ シングルパネル、シングルドライブパッシブディスプレイに対応
- ・ 4/8 ビットモノクロ LCD インタフェースを内蔵
- ・ 4/8 ビットカラーLCD インタフェースを内蔵
- ・ 12 ビット汎用 HR-TFT インタフェースを直接サポート
- ・ Picture-in-Picture Plus
- ・ パネルの水平解像度は(16÷bpp)の倍数である必要があります。

表示モード:

- ・ フレームレートモジュレーションによりモノクロパッシブ LCD パネルで最大 16 階調のグレースケール表示が可能
1bpp モードでの 2 階調表示、2bpp モードでの 4 階調表示、4bpp モードでの 16 階調表示
- ・ カラーパッシブ LCD パネルで最大 64K 色の同時表示が可能
8bpp モードでの 256 色表示、12bpp モードでの 4K 色表示、16bpp モードでの 64K 色表示
- ・ TFT パネルで最大 4096 色の同時表示が可能
1bpp モードでの 2 色表示、2bpp モードでの 4 色表示、4bpp モードでの 16 色表示、8bpp モードでの 256 色表示、
12bpp モードでの 4K 色表示
- ・ ルックアップテーブルはバイパスも可能
- ・ 最大解像度: 320 × 240 ピクセル(IVRAM を使用し、1bpp の白黒表示を行う場合)

表示機能:

- ・ Picture in Picture (PIP)
Picture-in-Picture は、メイン表示ウィンドウ内に第 2 のウィンドウ(サブウィンドウ)を表示する機能です。サブウィンドウはメインウィンドウと同じ表示色数を維持するとともに、レジスタ制御により仮想画面上の任意の位置に表示可能です。PIP のハードウェアによるサブウィンドウの表示はソフトウェアで実現するよりも遙かに高速で、GUI の表示性能を向上させるとともに、CPU の余ったパワーを音声など他の処理に振り向けられます。
- ・ 12 ビット汎用 HR-TFT インタフェース
12 ビット汎用 HR-TFT インタフェースは、320 × 240 ドットのシャープ製 HR-TFT パネル、セイコーインスツルメンツ製 TFT パネル、あるいは他の TFT パネルに対応します。FPFRAM、FPLINE、TFT_CTL0~3 信号のタイミングはレジスタ制御により TFT パネルの仕様に合わせて設定可能です。
- ・ クロックソース
LCDC のクロックは、CMU にあるクロック分周制御レジスタの設定により、IC 内部で 48MHz クロックを 1~16 分周して生成できます。

●動作電圧

- ・ VDD(コア): 1.70~1.90V(Typ. 1.8V) USB クロックの生成にセラミック振動子を使用する場合
- ・ VDD(コア): 1.65~1.95V(Typ. 1.8V) 水晶発振子を使用もしくは外部クロックを入力する場合
- ・ PLVDD: 1.65~1.95V(Typ. 1.8V)
- ・ VDDH(I/O): 2.70~3.60V USB を使用しない場合(耐 5V I/O には未対応)
- ・ VDDH(I/O): 3.00~3.60V(Typ. 3.3V) USB を使用する場合(耐 5V I/O には未対応)

●動作周波数

- CPU: 60MHz Max.
- USB: 48MHz Max.
- SDRAMC: 90MHz Max.
- LCDC: 60MHz Max.
- その他の周辺回路: 60MHz Max.

●動作温度

- -40~85°C
(USB クロックの生成にセラミック振動子を使用する場合は 0~75°C)

●消費電力

- SLEEP 時: 1.0 μ A Typ. (動作クロック = 48MHz)
- HALT 時: 3.0mA Typ. (動作クロック = 48MHz)
- 実行時:
 - コア 19.0mA Typ. (動作クロック = 48MHz)
 - SRAMC 3.4mA Typ. (動作クロック = 48MHz, クロックのみ供給時)
 - SDRAMC 5.4mA Typ. (動作クロック = 48MHz, クロックのみ供給時)
 - DMA 3.9mA Typ. (動作クロック = 48MHz, クロックのみ供給時)
 - LCDC 5.3mA Typ. (動作クロック = 48MHz, クロックのみ供給時)
 - USB 10.0mA Typ. (動作クロック = 48MHz, クロックのみ供給時)
 - ADC 260.0 μ A Typ. (A/D 変換器イネーブル時)

* CMU で CPU クロックを制御することにより、消費電流を低減できます。

●出荷形態

- パッケージ: QFP24-144pin(16mm × 16mm × 1.0mm、端子ピッチ 0.4mm)
PFBGA-180pin(12mm × 12mm × 1.2mm、ボールピッチ 0.8mm)
- チップ: 168 パッド(パッドピッチ 90 μ m)

