AN87391

PSoC® 4 セグメント LCD の直接駆動

著者: Nidhin MS および Rahul Raj Sharma

関連プロジェクト: あり

関連製品ファミリ: PSoC 4100 および PSoC 4200

ソフトウェア バージョン: PSoC Creator™ 4.0 以降

関連アプリケーション ノート: AN52927、AN56384

さらにサンプル コードをお求めでしょうか？以下のとおりご対応いたします。

PSoC サンプル コードのリストにアクセスするには、サンプル コードのウェブ ページをご覧ください。
PSoC 4 のビデオ ライブラリについてはここからご覧ください。

AN87391 では PSoC® 4 に内蔵された LCD ドライバーを使用してセグメント LCD を容易に駆動する方法を紹介します。PSoC 4 は複数の LCD 駆動モード、低消費電力性を持ち、ユーザー インターフェースとシステム ソリューションを提供します。本アプリケーション ノートでは、サンプル プロジェクトにより、低消費電力 LCD の設計、および CapSense®を含むユーザー インターフェース ソリューションを説明します。

目次

1 はじめに 2
2 PSoC リソース 2
2.1 PSoC Creator 3
2.2 サンプル コード 4
2.3 PSoC Creator ヘルプ 5
2.4 テクニカル サポート 5
3 PSoC 4 のセグメント LCD 駆動の特長 6
4 セグメント LCD の基本 6
5 PSoC Creator コンポーネント: セグメント LCD 8
6 PSoC 4 セグメント LCD の直接駆動 8
6.1 PWM 駆動モード 8
6.2 デジタル相関駆動モード 9
6.3 低消費電力動作 10
7 PSoC 4 ユーザー インターフェース ソリューション 12
8 PSoC Creator プロジェクト 14
8.1 プロジェクト 1: セグメント LCD の基本 14
8.2 プロジェクト 2: 低消費電力セグメント LCD 21
8.3 プロジェクト 3: セグメント LCD および CapSense ユーザー インターフェース 24
8.4 プロジェクト 4: キャラクタ型セグメント LCD 26
9 まとめ 27
改訂履歴 28
ワールドワイドな販売と設計サポート 29

1 はじめに

血糖値計、マルチメータや血圧計などほとんどの低消費電力ポータブル ハンドヘルド デバイスは、セグメント LCD を使って情報を表示します。セグメント LCD はマイクロコントローラーとインターフェースするために外部ドライバーを必要とします。PSoC 4 はセグメント LCD を直接駆動できる低消費電力 LCD ドライバーを実装しています。

PSoC 4 は単一のチップに、コンフィギュレーション可能なアナログとデジタル ペリフェラル機能、静電容量式タッチ センシング、メモリおよび 32 ビット Arm® Cortex®-M0 マイクロコントローラーを内蔵しているプログラマブル組み込みシステムオンチップです。PSoC 4 は市場投入までの時間を加速し、重要なシステム機能を統合し、システム全体のコストを削減します。PSoC 4 の静電容量タッチ センシング機能 (CapSense) は LCD 駆動と共に、1 個の PSoC 4 だけでユーザー インターフェース ソリューションの実装が可能です。PSoC 4 には消費電力を低減するフレキシブルな低消費電力モードがあります。例えば、PSoC がディープスリープ低消費電力モードである場合、セグメント LCD の消費電流は 3.1µA もの低さになります。PSoC Creator™ IDE は、異なるタイプのセグメント LCD モジュールを PSoC 4 と共に使いやすくするセグメント LCD コンポーネントを提供します。

本アプリケーション ノートはサンプル プロジェクトによって、PSoC 4 のセグメント LCD 駆動によってもたらされる特長について説明し、低消費電力 LCD 設計のベスト プラクティスや、サンプル プロジェクトを使用してユーザー インターフェース ソリューションを示します。

PSoC 4 を初めてご使用になる場合は AN79953 - Getting Started with PSoC® 4 を参照してください。PSoC Creator のガイドは PSoC Creator のホームページを参照してください。PSoC 4 の電力モードのガイドは AN86233 – PSoC 4 Low-Power Modes and Power Reduction Techniques を参照してください。

2 PSoC リソース

サイプレスは、www.cypress.com に大量のデータを掲載しており、ユーザーがデザインに適切な PSoC デバイスを選択し、デバイスをデザインに迅速で効果的に統合する手助けをしています。リソースの包括的なリストについては KBA86521 – How to Design with PSoC 3, PSoC 4, and PSoC 5LP を参照してください。以下は PSoC 4 のリソース要約です。

- **概要:** PSoC ポートフォリオ、PSoC ロードマップ
- **製品セレクタ:** PSoC 1、PSoC 3、PSoC 4 または PSoC 5LP。さらに、PSoC Creator にはデバイス選択ツールが含まれています。
- **データシート**は PSoC 4 デバイス ファミリの電気的仕様を説明します。
- **CapSense デザイン ガイド:** PSoC 4 ファミリのデバイスを使用して静電容量タッチセンシングアプリケーションを設計する方法について説明します。
- **アプリケーション ノートおよびサンプル コード**は基本的なレベルから高度なレベルまでの幅広いトピックに触れています。多くのアプリケーション ノートはサンプル コードを含みます。PSoC Creator はより多くのサンプル コードを提供します。詳細は「サンプル コード」を参照してください。
- **テクニカル リファレンス マニュアル (TRM):** 各 PSoC 4 デバイス ファミリのアーキテクチャとレジスタの詳細な説明を掲載します。
- **開発キット:**
  - CY8CKIT-040 、CY8CKIT-042 、CY8CKIT-044 、CY8CKIT-046およびPSoC 4 Pioneer Kitsは使いやすく、安価な開発プラットフォームです。これらのキットには Arduino™ 準拠シールドおよび Digilent® Pmod™ドーター カード用コネクタを搭載します。
  - CY8CKIT-049およびCY8CKIT-043はPSoC 4デバイスをサンプリングするための低コスト プロトタイプ プラットフォームです。
  - CY8CKIT-001はすべてのPSoCファミリ デバイスの共通開発プラットフォームです。
- MiniProg3 デバイスはフラッシュのプログラムとデバッグ用のインターフェースをご提供します。

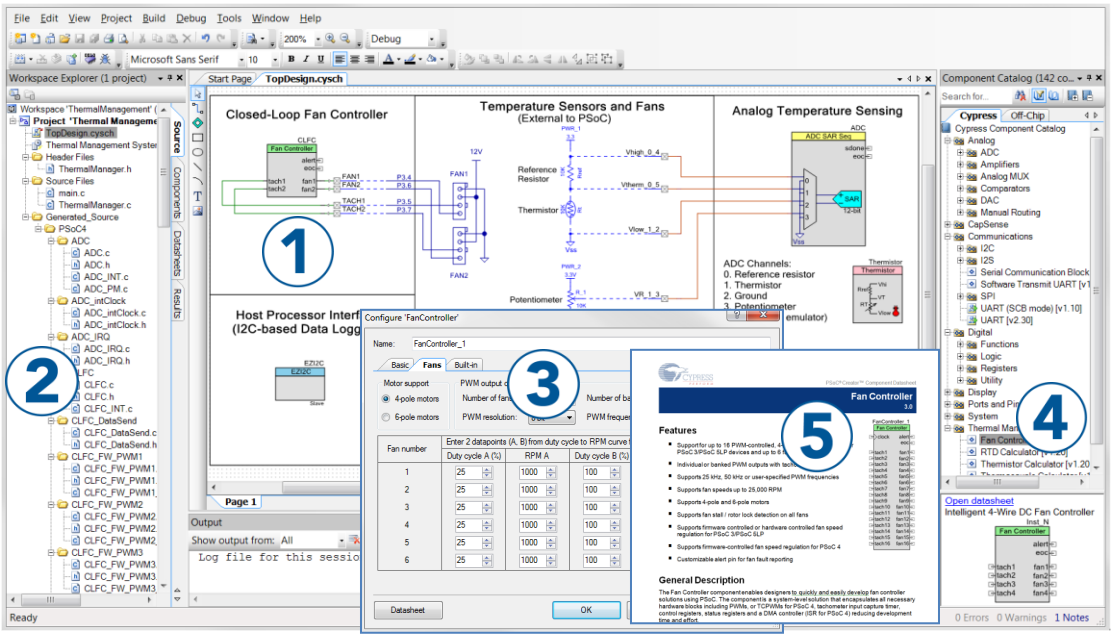
2.1 PSoC Creator

PSoC Creator は無料の Windows ベースの統合開発環境 (IDE) です。このキットにより、PSoC 3、PSoC 4 および PSoC 5LP ベースのシステムについて、ハードウェアとファームウェアの同時並行の設計が可能です。

図 1 に示すように、PSoC Creator により以下のことが可能です。

1. コンポーネントをドラッグ アンド ドロップして、メイン デザイン ワークスペースでハードウェア システム デザインを構築します。
2. PSoC ハードウェアとアプリケーション ファームウェアを同時に設計します。
3. コンフィギュレーション ツールを用いてコンポーネントを構成します。
4. 100 以上のコンポーネントを含むライブラリを利用します。
5. コンポーネント データシートを閲覧します。

図 1. PSoC Creator の特長



2.2 サンプル コード

PSoC Creator は多数のサンプル コードのプロジェクトを含んでいます。これらのプロジェクトは図 2 に示すように、PSoC Creator のスタート ページからアクセスできます。

サンプル プロジェクトにより、空のページではなく出来上がった設計を元に始めるため、設計時間を短縮することができます。サンプル プロジェクトは PSoC Creator コンポーネントを様々なアプリケーションに使用する方法も示します。図 3 が示すように、サンプル コードおよびデータ シートが含まれています。

図 3 に示す「Find Example Project」ダイアログには、いくつかのオプションがあります。

- アーキテクチャまたはデバイス ファミリ (PSoC 3、PSoC 4、PSoC 5LP) またはカテゴリやキーワードに基づいてサンプル プロジェクトをフィルタします。
- Filter Options に基づいて絞り込まれたサンプル プロジェクトのメニューから選択します。
- Documentation タブで、選択したプロジェクトのデータシートを確認します。
- 選択したサンプル コードを確認します。このウィンドウからコードをコピーし、プロジェクトに貼り付けてコード開発時間を短縮できます。または、
- 選択したものをベースに新規プロジェクト (また必要な場合は新規ワークスペース) を作成できます。出来上がった基本的な設計を元に始めることで設計時間を短縮します。サンプル設計を所望のアプリケーションに変えて行きます。

図 2. PSoC Creator サンプル コード

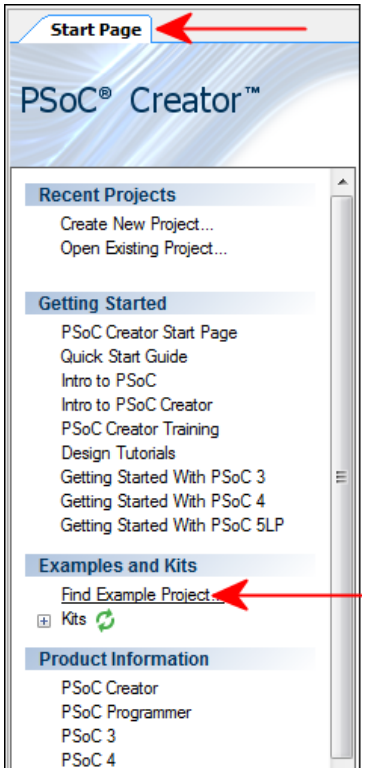
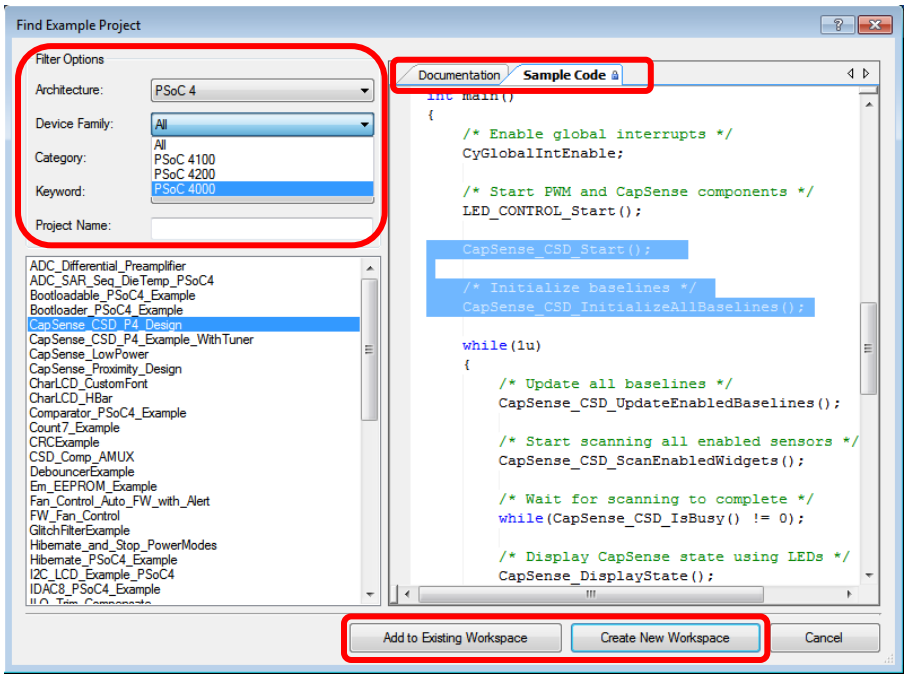


図 3. サンプル コードを含むサンプル プロジェクト



2.3 PSoC Creator ヘルプ

PSoC Creator ホームページへアクセスし、PSoC Creator の最新版をダウンロードしてください。次に、PSoC Creator を起動して以下のアイテムを使用してください。

- **クイック スタート ガイド**: **Help** > **Documentation** > **Quick Start Guide** を選択します。このガイドは PSoC Creator プロジェクトを開発するための基礎を提供します。
- 簡単なコンポーネントサンプル プロジェクト: **File** > **Open** > **Example projects** を選択します。これらのサンプル プロジェクトは、PSoC Creator のコンポーネントの設定と使用方法を説明します。
- **Starter designs (初級者向けの設計)**: **File > New** > **Project** > **PSoC 4 Starter Designs** を選択します。これらの初級者向けの設計は、PSoC 4 のユニークな機能を説明します。
- **システム リファレンス ガイド**: **Help** > **System Reference** > **System Reference Guide** を選択します。このガイドは PSoC Creator により提供されるシステム機能を一覧で説明します。
- **コンポーネント データシート**: コンポーネントを右クリックして「Open Datasheet」を選択します。全ての PSoC 4 コンポーネント データシートの一覧を表示するには、PSoC 4 のコンポーネント データシートページへアクセスしてください。
- **ドキュメント マネージャー**: PSoC Creator が提供するドキュメント マネージャーにより、ドキュメント リソースを容易に検索し、閲覧することができます。ドキュメント マネージャーを開くには、メニューから **Help** > **Document Manager** を選択します。

2.4 テクニカル サポート

ご質問には弊社のテクニカル サポート チームが対応させて頂きますので、お気軽にご連絡ください。Cypress Technical Support ページにアクセスし、サポート リクエストを作成してください。

米国のお客様はテクニカル サポート チームに連絡する際、以下の電話番号 (通話無料) にお問い合わせください: +1-800-541-4736 プロンプトでオプション「8」をご選択ください。

緊急サポートが必要な場合は、以下のサポート リソースをご利用ください。

- セルフヘルプ
- お近くの販売代理店

3 PSoC 4 のセグメント LCD 駆動の特長

PSoC 4 のセグメント LCD 駆動は以下の特長があります。

- 最大 8 コモン (COM) と 56 セグメント (SEG) 電極をサポート
- PSoC 4 のプログラマブル GPIO により、COM と SEG の電極のフレキシブルな選択が可能
- 14 セグメントと 16 セグメント構成のキャラクタ型ディスプレイ、7 セグメント構成のディスプレイ、ドット マトリクスおよび特殊記号をサポート
- 2 つの駆動モード: デジタル相関および PWM
- PSoC 4 のアクティブ、スリープ、ディープスリープの消費電力モードで動作
- 1.8 ボルトの V_{DD} から 3 ボルトのディスプレイを駆動することが可能
- デジタル コントラスト制御

注意: サポートされるコモンとセグメントの数はデバイス ファミリとデバイス パッケージによって異なります。詳細はそれぞれのデバイスのデータシートを参照してください。

4 セグメント LCD の基本

セグメント LCD パネルは 2 セットの電極の間に液晶材料があります。個々の LCD セグメントの上部と下部の電極は、それぞれコモン (COM) とセグメント (SEG) 電極と呼びます。図 4 に示すように、これらの電極はマトリックスを形成します。

図 4. COM と SEG の電極

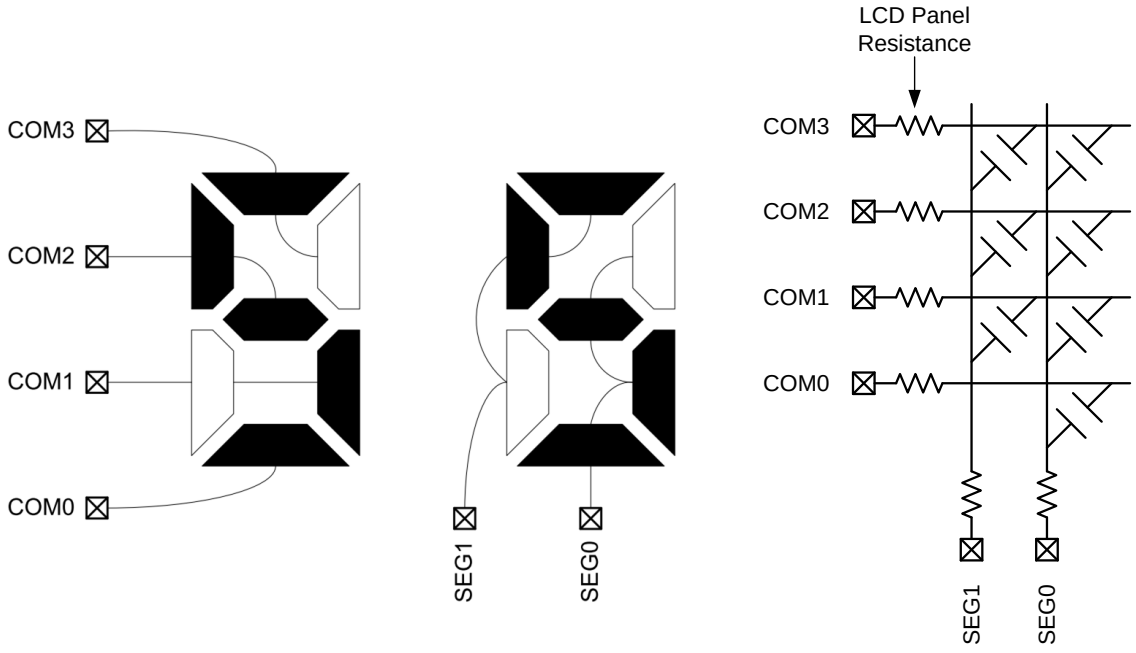


図 4 のコンデンサは、LCD セグメントの等価静電容量を表します。各対の COM と SEG 電極は 1 つの LCD セグメントのみで接続されています。COM-SEG 電極対の両端にかかる二乗平均平方根 (RMS) 電圧は、対応する LCD セグメントの透明度を制御します。

液晶材料は DC 電圧に長時間耐えられません。したがって、COM および SEG 電極間に印加される波形はそれぞれの LCD セグメントで DC コンポーネントを 0V とする必要があります。駆動波形は複数の LCD セグメントを同時に有効にするための時分割多重化を含んでいます。一般の LCD ドライバーは COM と SEG 電極で複数の電圧ステップで AC 波形を生成します。以下の用語はこれらの波形を定義する際に使用されます。

- デューティ: M 個の COM 電極を駆動する場合、ドライバーは 1/M デューティで動作すると言われます。各 COM 電極は実効的に 1/M 時間駆動されます。PSoC 4100 および PSoC 4200 デバイスは 1/2、1/3 および 1/4 のデューティをサポートします。PSoC 4100M、4200M、4100L および 4200L デバイスは 1/2、1/3、1/4 および 1/8 のデューティをサポートします。
- バイアス: ドライバーの波形が ((1/B) × VDRV) の電圧ステップを使用する場合、ドライバーは 1/B バイアスを使用すると言われます。VDRV はシステムで最も高い駆動電圧 (PSoC 4 での V_{DD} と同じ) です。PSoC 4100 および PSoC 4200 デバイスは PWM 駆動モードで 1/2 および 1/3 のバイアスをサポートします。PSoC 4100M、4200M、4100L および 4200L デバイスは PWM 駆動モードで 1/2、1/3、1/4 および 1/5 のデューティをサポートします。詳細については 10 ページの表 1 を参照してください。
- フレーム: フレームはすべてのセグメントを駆動するために必要な時間の長さです。フレームの間に、ドライバーは順序に従って COM 電極を通じて信号を変化させます。フレーム全体を測定するとき、すべてのセグメントで 0V DC (実効値は 0 ではない) です。

セグメント LCD ピクセルの強度またはコントラストはピクセルに適用する RMS 電圧に依存します。図 5 に LCD セグメントのコントラストおよび RMS 電圧の関係を示します。

図 5. RMS 電圧とコントラストの関係

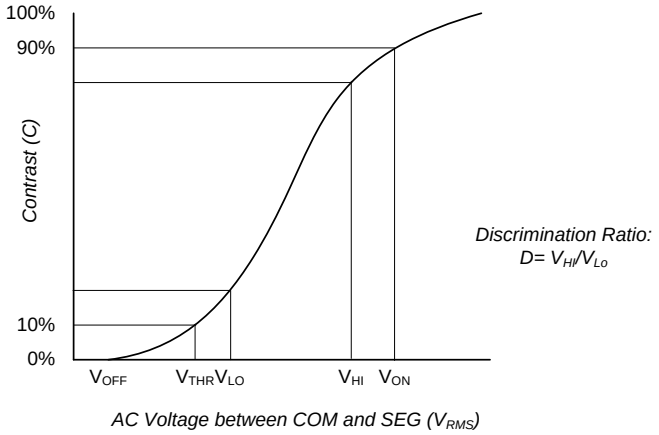


図 5 の用語は以下のように定義されます。

- V_{OFF}: ピクセルにかかる RMS 電圧であり、それ以下でコントラスト変化は LCD に現れません。
- V_{THR}: 10%コントラストが達成されたピクセルにかかる RMS 電圧です。
- V_{ON}: 90%コントラストが達成されたピクセルにかかる RMS 電圧です。
- V_{LO}: LCD ドライバーが生成できる最低の RMS 電圧です。
- V_{HI}: LCD ドライバーが生成できる最高の RMS 電圧です。
- 識別比率 (D): ドライバーが実現できる V_{HI} と V_{LO} との比率です。識別比率が高いとコントラストが良くなります。

ツイスト ネマチック (TN) とスーパー ツイスト ネマチック (STN) ディスプレイは、セグメント LCD の最も一般的に利用可能なタイプです。TN ディスプレイは STN ディスプレイに比べて透明度の顕著な違いを生成するために RMS 電圧の高い変化を必要とします。従って、所定の識別比率に対して STN ディスプレイは TN ディスプレイより優れたコントラストを提供します。STN ディスプレイは優れた視野角もあります。しかし、TN ディスプレイは一般的に STN ディスプレイより安価です。

セグメント LCD の基本の詳細は PSoC 4 テクニカル リファレンス マニュアル (TRM) を参照してください。

5 PSoC Creator コンポーネント: セグメント LCD

PSoC Creator は、異なるタイプのセグメント LCD モジュールと PSoC 4 をインターフェースしやすくするセグメント LCD コンポーネントを提供します。コンポーネントを PSoC Creator のプロジェクト回路図にドラッグ &ドロップして LCD モジュールを設定します。また、コンポーネントは使いやすいアプリケーション プログラミング インターフェース (API) を提供します。詳細は PSoC 4 セグメント LCD コンポーネント データシートを参照してください。

また、プロジェクト「セグメント LCD の基本」も参照してください。このプロジェクトはセグメント LCD コンポーネントおよび API を使用して PSoC 4 と 7 セグメント構成の 4 桁 LCD モジュールをインターフェースする方法を示します。

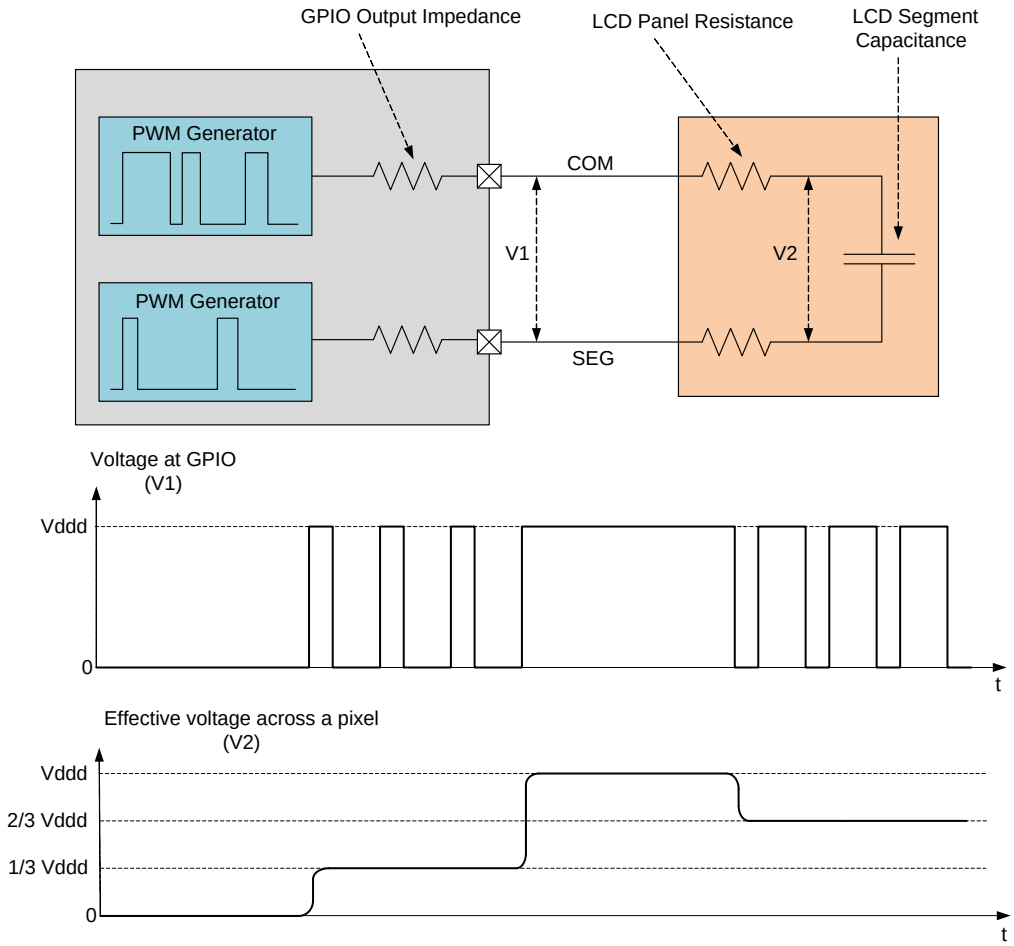
6 PSoC 4 セグメント LCD の直接駆動

PSoC 4 は PWM およびデジタル相関という 2 つのセグメント LCD 駆動モードをサポートします。それらは LCD に必要な AC 波形を生成するために異なる技術を使用し、異なるコントラストおよび消費電力特性を持ちます。次の節は 2 つの駆動モードの違いについて詳細に説明します。

6.1 PWM 駆動モード

PWM 駆動モードは高周波 (32kHz～48MHz) の PWM デジタル信号を使用して、LCD セグメントにかかる低周波 (30～150Hz) のアナログ駆動波形を生成します。図 6 に示すとおり、LCD セグメントの静電容量およびパネル抵抗は、LCD セグメントに与える電圧を生成するために、高周波の PWM 信号をフィルタします。

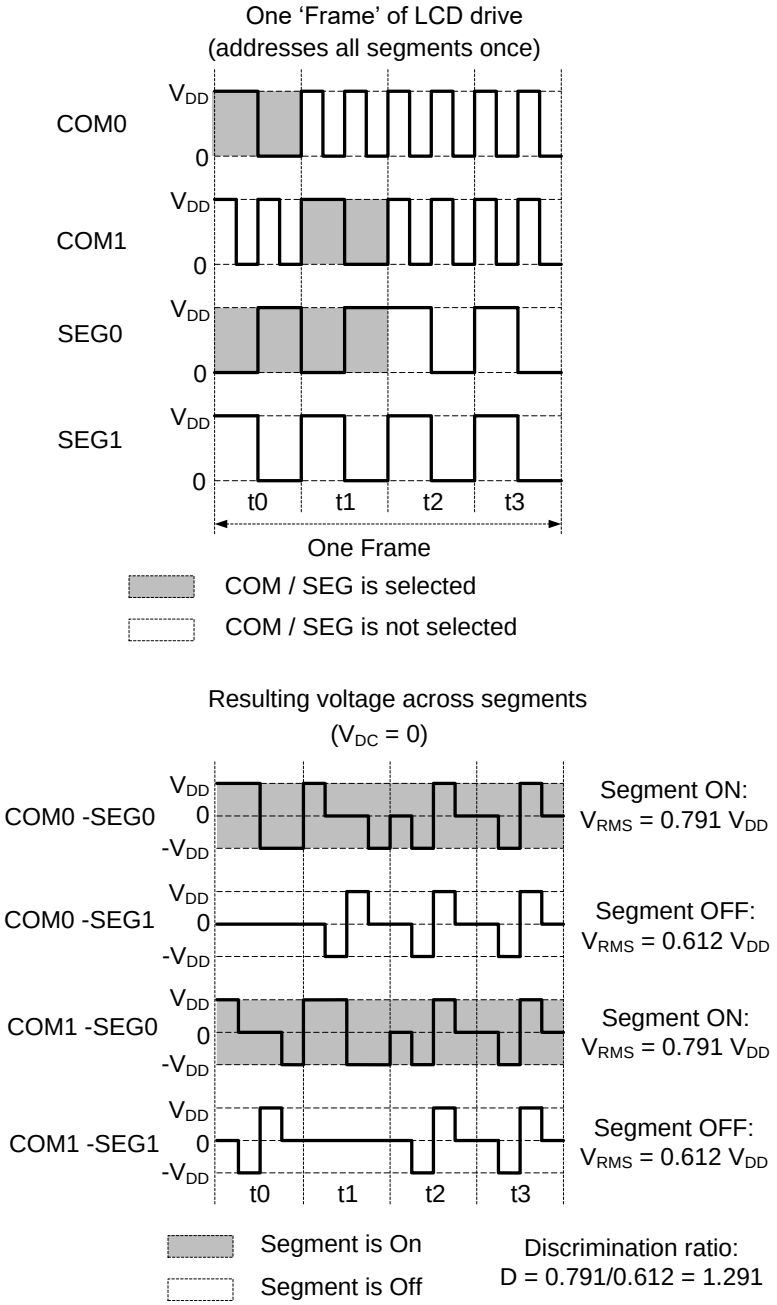
図 6. PWM 駆動モード



6.2 デジタル相関駆動モード

デジタル相関駆動モードは、低消費電力でバッテリ駆動アプリケーションに最適な特許出願中のサイプレスの発明です。非アクティブ フレーム間隔で COM 信号の駆動周波数を 2 倍にすることにより動作します。これはセグメントにかかる V_{RMS} を変更して、その結果、セグメントのコントラストに影響を与えます (図 5 を参照してください)。図 7 にデジタル相関モード波形の例を示します。

図 7. デジタル相関モード波形の例



各駆動モードとそれに対応する波形の詳しい説明は PSoC 4 テクニカル リファレンス マニュアルを参照してください。

セグメント LCD は RC 直列回路の特性を持ちます。したがって、消費電力は動作周波数に依存します。デジタル相関駆動モードは、動作周波数が非常に低いため、PWM 駆動モードよりかなり少ない消費電流です。

しかし、PWM モードのコントラストと視野角は、デジタル相関モードよりも優れています。これは PWM モードが高い識別比率 (図 5) を持つためです。表 1 に識別比率の比較を示します。

表 1. 識別比率の比較

COM	識別比率				
	デジタル相関	PWM 1/2 バイアス	PWM 1/3 バイアス	PWM 1/4 バイアス	PWM 1/5 バイアス
2	1.732	2.236	2.236	1.844	1.612
3	1.414	1.732	1.915	1.732	1.567
4	1.291	1.528	1.732	1.648	1.528
8	1.134	1.254	1.414	1.581	1.494

これらの駆動モード間のコントラストと視野角の実際の差は、LCD モジュールの特性に依存します。

6.3 低消費電力動作

PSoC 4 セグメント LCD ドライバを使用するとき、消費電力を削減するために以下の手順に従ってください。

1. AN86233 - PSoC 4 Low-Power Modes and Power Reduction Techniques を参照してください。この文書で説明した手法を実装してシステム全体の消費電力を削減してください。
2. 可能な限りディープスリープ モードに移行してください。ディープスリープモードは、セグメント LCD の駆動能力を保持した PSoC 4 で最も低い消費電力モードです。
3. デバイスはディープスリープ モードのとき、セグメント LCD のデジタル相関駆動モードを使用してください。

PWM 駆動モードに比べて、デジタル相関モードは TN ディスプレイに対して少しコントラストと視野角が低くなり、STN ディスプレイに対してはコントラストまたは視野角に大差はありません。しかしデジタル相関モードは PWM モードより電流の消費が非常に少なくなります。表 2 は 2 つの駆動モードの電流消費量を比較し、表 3 は駆動モードの推奨使用方法を示します。

注: 表 2 は PSoC 4200 デバイスで 3 COM、12 SEG LCD のおおよその消費電流を示します。実際の消費電力はデバイスファミリ、使用された LCD のタイプおよびファームウェアに依存します。

表 2. セグメント LCD が有効なときのディープスリープ モードでの標準的なデバイス消費電流

フレーム レート (Hz)	消費電流 (µA)	
	デジタル相関モード	PWM モード
30	3.1	65.9
50	3.8	66.2
70	4.5	66.5
90	5.1	66.7
110	5.8	67.1
130	6.5	67.3
150	7.4	67.6

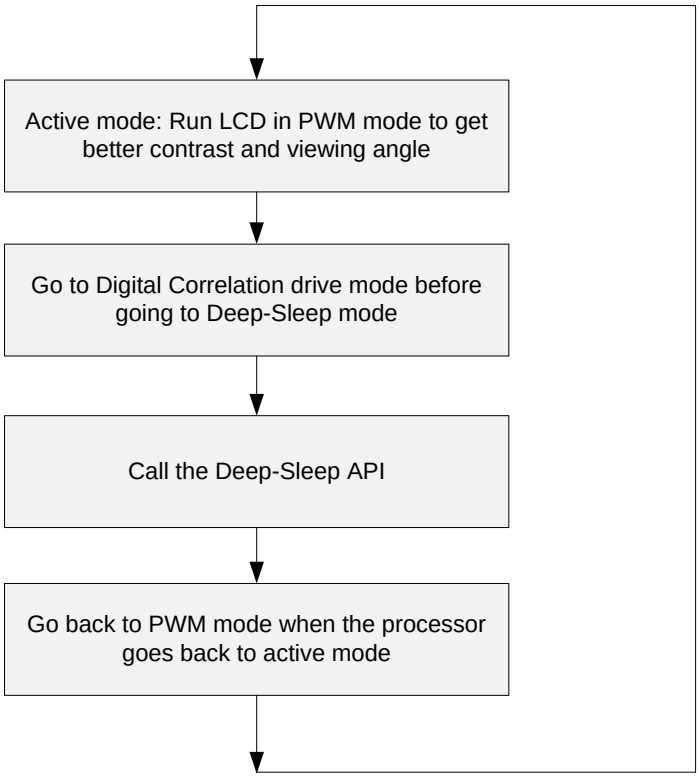
表 3. 低消費電力動作を考慮した駆動モードの推奨使用方法

ディスプレイタイプ	ディープスリープ モード	アクティブおよび スリープ モード	備考
TN LCD	デジタル相関	PWM	ファームウェアは動的に LCD 駆動モードを切り替える必要があります。
STN LCD	デジタル相関		STN LCD を使用するとき、PWM ドライブはコントラストに関して利点がありません。

消費電力とディスプレイのコントラストとの間で最適なバランスを得るために実行中に LCD 駆動モードを変更することができます。図 8 にアクティブ モードでの良好なコントラストと視野角、およびディープスリープ モードでの消費電力の低減のために LCD 駆動モードを動的に切り替えるファームウェアの流れを示します。

詳細は「低消費電力セグメント LCD」プロジェクトを参照してください。

図 8. 低消費電力 LCD 動作のファームウェアの流れ



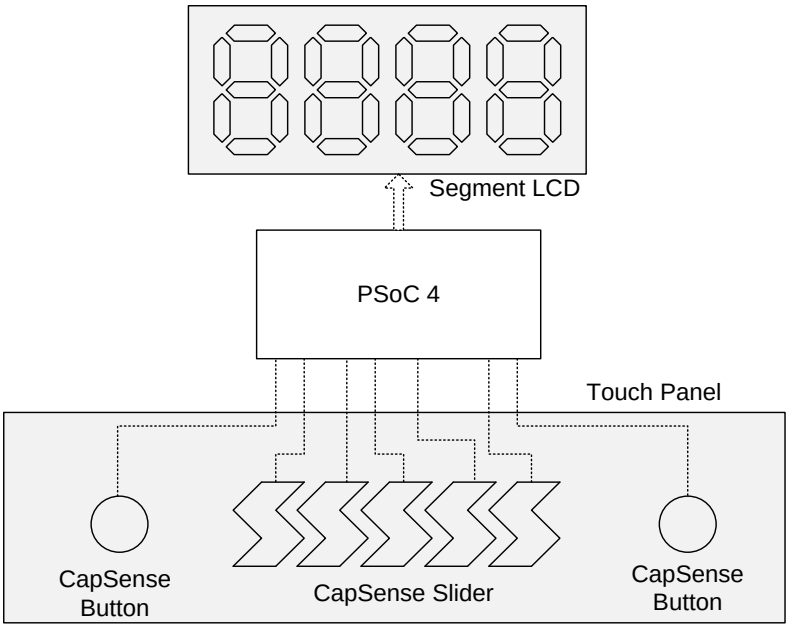
7 PSoC 4 ユーザー インターフェース ソリューション

このセクションでは PSoC 4 のみを使用してユーザー インターフェース (UI) ソリューションを作成する方法について説明します。このセクションの内容を理解するために、PSoC 4 CapSense の基本的な知識を身に付ける必要があります。CapSense の基本を理解するために PSoC 4 CapSense 設計ガイドを参照してください。

PSoC 4 の CapSense 機能はかつてない信号対雑音比 (SNR)、クラス最高の耐水性および多種多様なセンサー (ボタン、スライダー、トラックパッドや近接センサーなど) を提供します。優雅で、信頼性が高く、電力効率が良く、使いやすい UI ソリューションを作成するために、CapSense と低消費電力モードと共にセグメント LCD 駆動を使用することができます。

図 9 に PSoC がセグメント LCD を駆動し、タッチパネルをスキャンする UI サンプルを示します。タッチパネルは 2 つの CapSense ボタンとスライダーで構成されています。

図 9. PSoC 4 ユーザー インターフェースの例



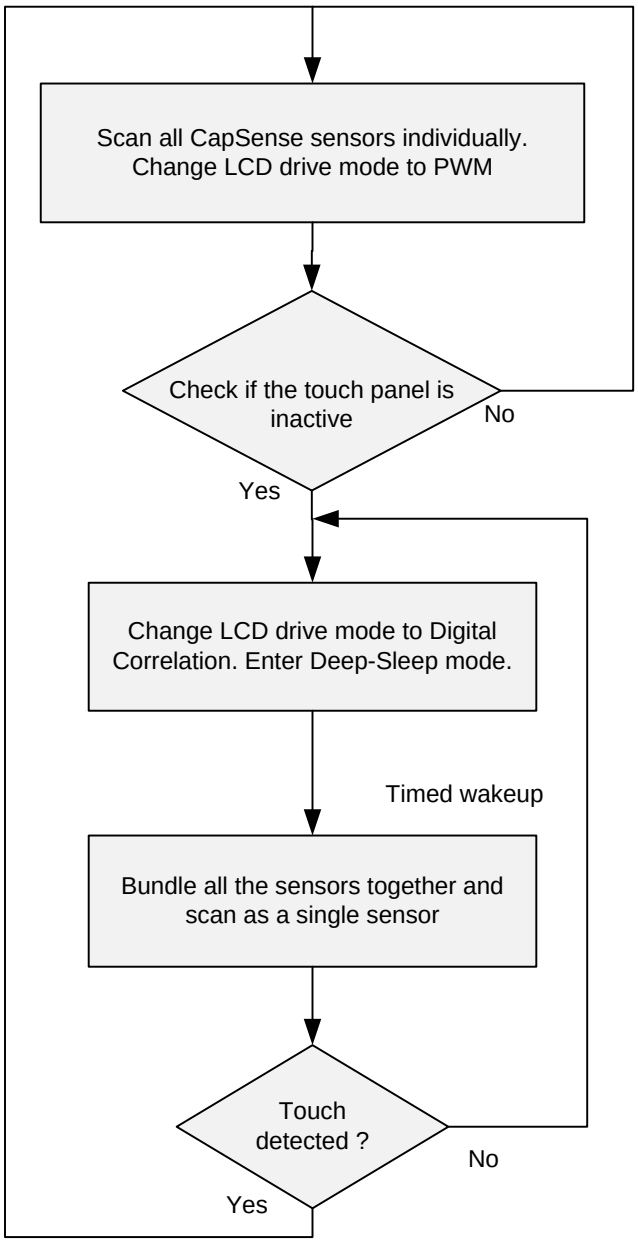
CapSense はディープスリープ モードでセンサーをスキャンすることはできないため、デバイスは周期的に復帰してセンサーをスキャンする必要があります。センサーのスキャン中、PSoC 4 はアクティブ モードでなければなりません。消費電力を節約するために、ディープスリープ モードの時間を長く、アクティブ モードの時間を短く動作させる必要があります。

CapSense がタッチを検出すると PSoC 4 はアクティブ モードのままとなり、タッチ パネル入力を読み出すために各センサーを個別にスキャンします。パネルが再び非アクティブになると、デバイスはディープスリープ モードに戻ります。

PSoC 4 CapSense は複数のセンサーを 1 つにまとめて、単一のセンサーとしてスキャンすることができます。これはアクティブ モードの総時間を削減します。

図 10 に低消費電力のユーザー インターフェース (UI) ソリューションのサンプル ファームウェアの流れを示します。

図 10. 低消費電力 UI ソリューションのファームウェアの流れ



詳細は「セグメント LCD および CapSense ユーザー インターフェース」プロジェクトを参照してください。このプロジェクトは 7 セグメント構成の 4 桁 LCD および 5 素子 CapSense スライダーのユーザー インターフェースを示します。

8 PSoC Creator プロジェクト

このアプリケーション ノートでは 4 つのサンプル プロジェクトを紹介します。

1. セグメント LCD の基本: これは PSoC Creator PSoC 4 セグメント LCD コンポーネントの基本的な使用法を説明するためのシンプルなプロジェクトです。
2. 低消費電力セグメント LCD: このプロジェクトは消費電力を極めて低く抑えてセグメント LCD コンポーネントを使用する方法を示します。
3. セグメント LCD と CapSense ユーザー インターフェース: このプロジェクトはセグメント LCD と CapSense コンポーネントを使用するユーザー インターフェース ソリューションの作成方法を示します。

   プロジェクト 1 と 2 を評価するために、PSoC 4 キットあるいはお持ちのハードウェアを使用できます。プロジェクト 3 はサイプレス CY8CKIT-042 が必要です。

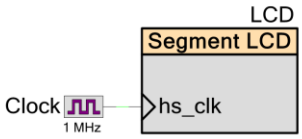
   3 つのプロジェクトは、3 つの COM 電極と 12 の SEG 電極がある 7 セグメント構成 4 桁の VIM 404 セグメント LCD モジュールが必要です。詳しい回路図は、19 ページの図 17 を参照してください。
4. キャラクタ型セグメント LCD: このプロジェクトは PSoC 4100M／4200M デバイスで使用可能な多数の GPIO を利用して、4 つの COM 電極および 32 の SEG 電極がある 14 セグメント構成 8 桁の VIM-828 セグメント LCD モジュールを駆動します。このプロジェクトはサイプレスの CY8CKIT-043 または CY8CKIT-046 と VIM-828 セグメント LCD モジュールが必要です。

8.1 プロジェクト 1: セグメント LCD の基本

このプロジェクトを作成するために、以下のようにしてください。

1. 新しい PSoC 4 プロジェクトを作成します。PSoC Creator を初めてご使用になる場合は PSoC Creator のホームページを参照してください。
2. セグメント LCD コンポーネントとクロック コンポーネントを TopDesign 回路図にドラッグ アンド ドロップします。図 11 に示すように、それらを一緒にワイヤーで接続します。

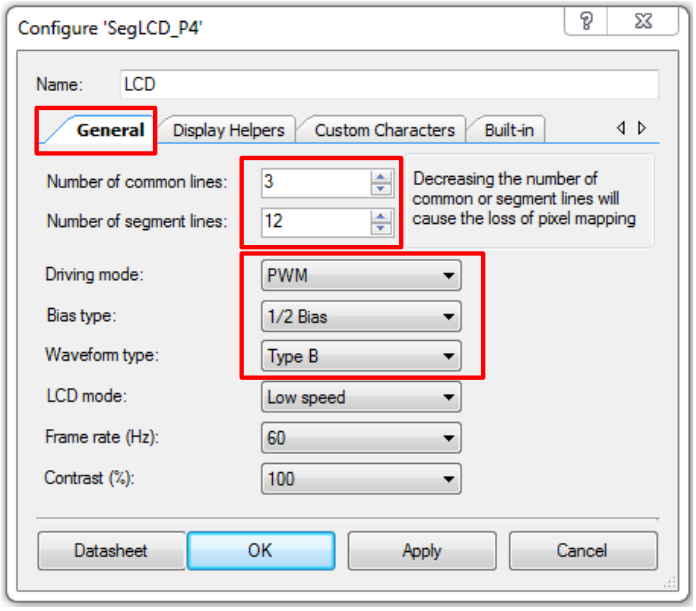
図 11. LCD とクロックの接続



3. セグメント LCD コンポーネントをダブルクリックし、設定ウィンドウを開きます。

4. コンポーネント コンフィギュレーション ダイアログで、**General** タブを設定します。図 12 に示すように、LCD 駆動設定を選択します。

図 12. セグメント LCD コンフィギュレーションの「General」タブ

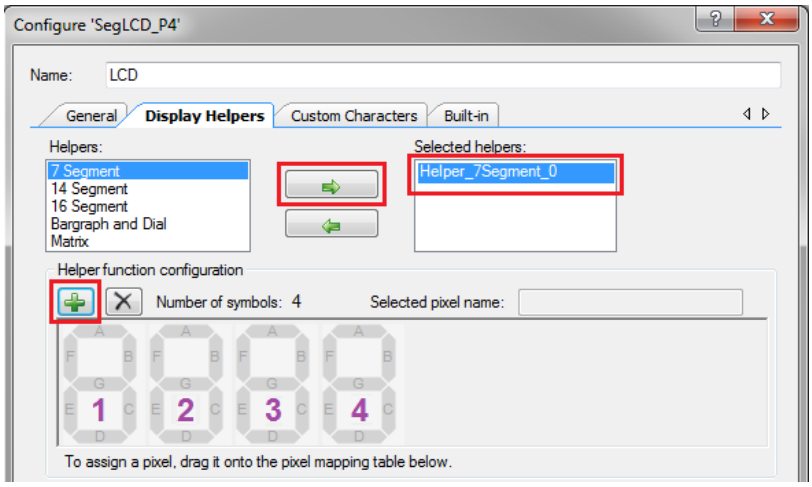


- VIM 404 セグメント LCD モジュールに合わせるために、コモンとセグメントのライン数をそれぞれ 3 と 12 にセットします。
- PWM 駆動モードを使用します。8 ページの REF _Ref367351882 \h * MERGEFORMAT PSoC 4 セグメント LCD の直接駆動を参照してください。
- VIM 404 セグメント LCD モジュールで良いコントラストを得るため、1/2 バイアスを選択します。
- Type B 波形を選択します。Type B 波形は Type A 波形より消費電力がわずかに少なくなります。これらの波形の詳細については、PSoC 4 テクニカル リファレンス マニュアルを参照してください。
- 残りの設定はそれぞれ初期値のままにします。

5. **Display Helpers** タブを設定します。このタブは SEG および COM 電極をディスプレイ モジュールにマッピングします。このタブを設定するために、LCD モジュールのデータシートを使用します (VIM-404 を参照してください)。

   この LCD モジュールは 7 セグメント構成で 4 桁あります。7 セグメント ディスプレイ ヘルパーを追加するために **Helpers** リストボックス内で **7 Segment** を選択し、ボタンをクリックします。図 13 に示すように、選択したディスプレイ機能が **Selected helpers** リスト ボックスに表示されます。

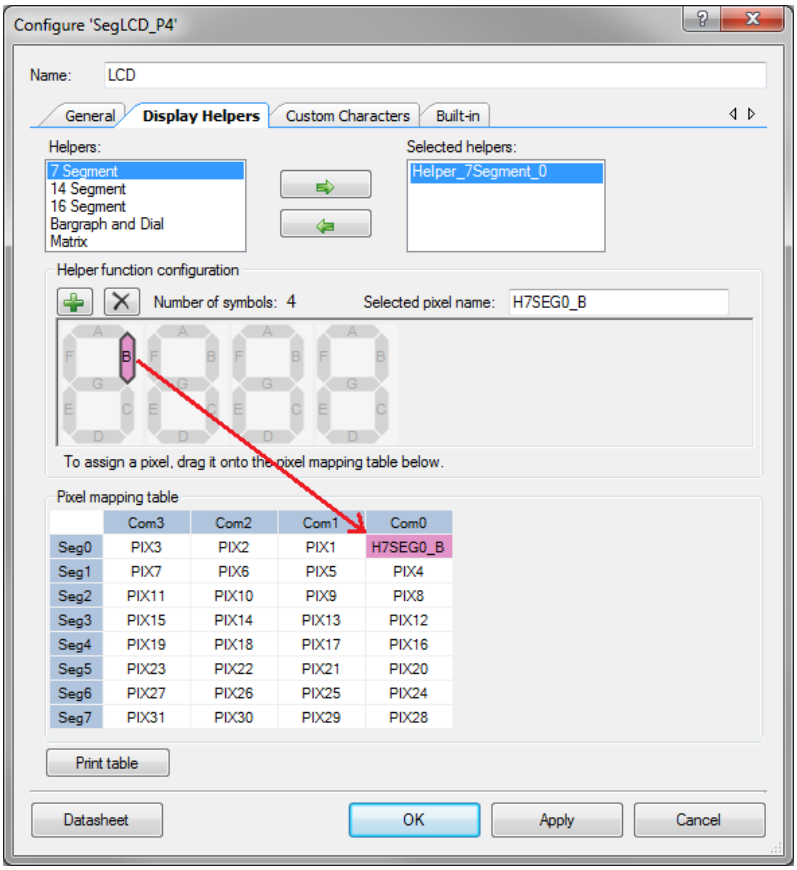
図 13. ディスプレイ ヘルパーの追加



LCD モジュールは 7 セグメント構成の 4 桁です。ボタンをクリックしてあと 3 桁を追加します。

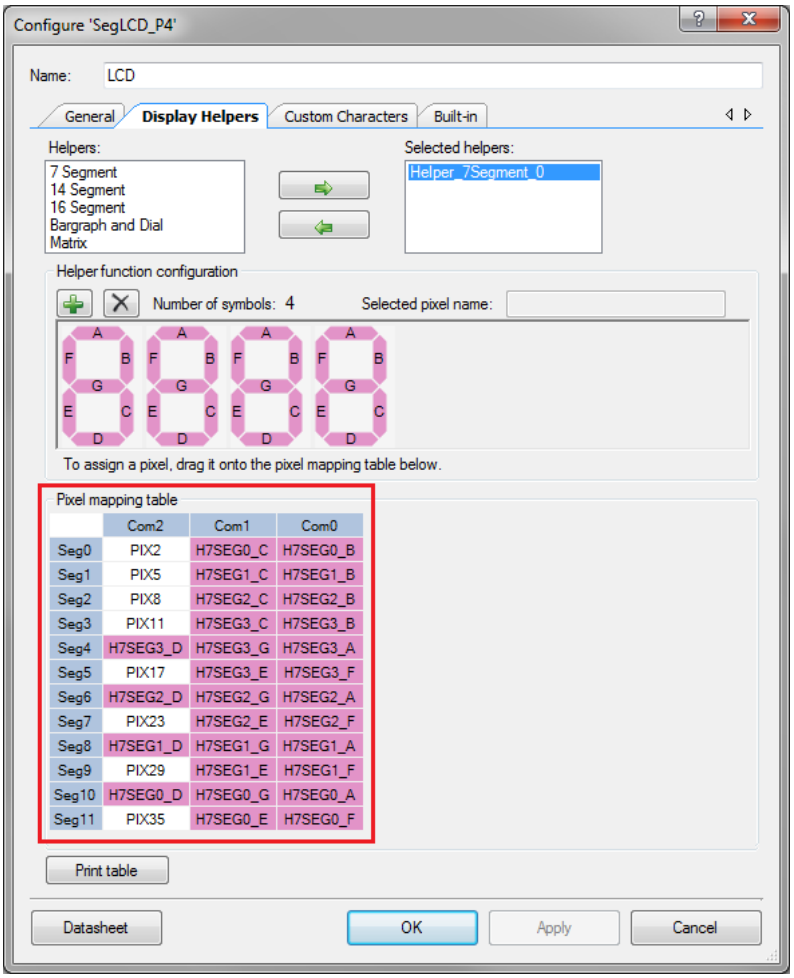
6. 図 14 に示すように、該当する桁からセグメントをドラッグし、ピクセル マッピング テーブルにドロップします。VIM 404 LCD モジュールのピクセル マッピングについては、VIM-404 データシートを参照してください。

図 14. ピクセル マッピングの手順



7. ディスプレイの各セグメントに対し、同じプロセスを繰り返します。全てのピクセルをマッピングすると、テーブルは図 15 のように完成します。

図 15. 完成したピクセル マッピング テーブル



8. **OK** をクリックします。これでセグメント LCD コンポーネントの設定は完了します。図 16 に示すように、コモンとセグメントにピンを割り当てるために、.cydwr (デザインワイド リソース) ファイルを開き、ピンを割り当てます。

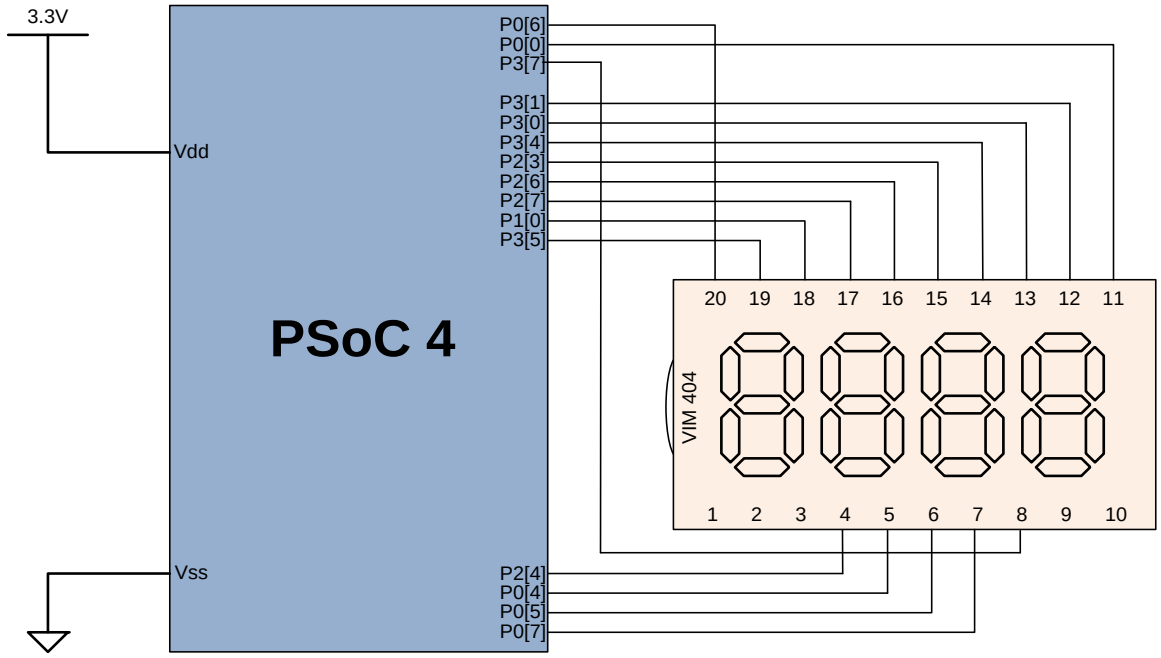
   注: ここに示すピン割り当ては CY8CKIT-042 開発キット用です。異なるキットをご使用になる場合、キット ユーザーガイドを参照して、キットのいずれかの周辺機器に接続されない適切なピンを選択してください。

図 16. ピン割り当て

Name	Port
\LCD:Com[0]\	P0[0] SCB0:SPI:SS1
\LCD:Com[1]\	P0[6] SCB1:SPI:SCLK, EXTCLK
\LCD:Com[2]\	P3[7] TCPWM3:N
\LCD:Seg[0]\	P2[4] TCPWM0:P
\LCD:Seg[1]\	P0[4] SCB1:I2C:SCL, SCB1:SPI:MOSI, SCB1:UART:RX
\LCD:Seg[2]\	P0[5] SCB1:I2C:SDA, SCB1:SPI:MISO, SCB1:UART:TX
\LCD:Seg[3]\	P0[7] SCB1:SPI:SS0, WAKEUP
\LCD:Seg[4]\	P3[1] SCB1:I2C:SDA, SCB1:SPI:MISO, TCPWM0:N, SCB1:UART:TX
\LCD:Seg[5]\	P3[0] SCB1:I2C:SCL, SCB1:SPI:MOSI, TCPWM0:P, SCB1:UART:RX
\LCD:Seg[6]\	P3[4] SCB1:SPI:SS1, TCPWM2:P
\LCD:Seg[7]\	P2[3]
\LCD:Seg[8]\	P2[6] TCPWM1:P
\LCD:Seg[9]\	P2[7] TCPWM1:N
\LCD:Seg[10]\	P1[0] TCPWM2:P
\LCD:Seg[11]\	P3[5] SCB1:SPI:SS2, TCPWM2:N

9. 図 17 に示すように、VIM 404 LCD を PSoC 4 に配線します。これは個別の PCB または CY8CKIT-042 キットおよび Arduino ProtoShield 基板で行えます。

図 17. PSoC 4 から LCD モジュールへの外部接続



10. ファームウェアをプロジェクトに追加します。1、2、3、...9、0 の数字がスクロールする表示をさせるために、コード 1 のコードを *main.c* に追加します。

    セグメント LCD コンポーネントはすぐに使える API を提供します。API 関数の詳細は PSoC 4 セグメント LCD コンポーネント データシートを参照してください。

コード 1. LCD で数字のスクロール

```
#include <device.h>

/* Macro for a black space on the 7-segment LCD */
#define  BLANK  (16u)

/* Macro for scrolling length */
#define  SCROLL_LENGTH  (14u)

/* Macro for initial scrolling value */
#define  INITIAL_VALUE  (0u)

/* Define the numbers used for scrolling the 4-digit display */
#define  SCROLL0  (0u)
#define  SCROLL1  (1u)
#define  SCROLL2  (2u)
#define  SCROLL3  (3u)
#define  DIGIT0   (0u)
#define  DIGIT1   (1u)
#define  DIGIT2   (2u)
#define  DIGIT3   (3u)

/* Define the loop delay */
#define  LOOP_DELAY  (512u)

void main()
{
    /* This variable is used to index the character array */
    uint8 index = 0;

    /* Array of scrolling numbers including blank spaces to improve visibility */
    uint8 numbers[] = {BLANK, BLANK, BLANK, BLANK,
                       1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, BLANK, BLANK, BLANK};

    /* Starts the Segment LCD Component */
    LCD_Start();

    for(;;) /* do forever */
    {
        /* Scroll the blanks and numbers stored in the array, from right to left */
        for(index = INITIAL_VALUE; index < SCROLL_LENGTH; index++)
        {
            /* Print the numbers on the LCD glass */
            LCD_Write7SegDigit_0(numbers[index + SCROLL3], DIGIT0);
            LCD_Write7SegDigit_0(numbers[index + SCROLL2], DIGIT1);
            LCD_Write7SegDigit_0(numbers[index + SCROLL1], DIGIT2);
            LCD_Write7SegDigit_0(numbers[index + SCROLL0], DIGIT3);

            /* Give delay for a visible scrolling */
            CyDelay(LOOP_DELAY);
        }
    }
}
```

11. PSoC 4 が 3.3V V_{DD} 電源で動作していることを確認してください。デバイスをプログラムし、LCD ディスプレイを表示して出力を検証します。図 18 に示すように、右から左へ 1、2、3、...、9、0 の数字がスクロールします。

図 18. LCD ディスプレイ モジュール 数字のスクロール

ディスプレイのコントラストが高すぎる場合、セグメント LCD コンポーネントのコントラストを減らし、デバイスを再度プログラムします。

8.2 プロジェクト 2: 低消費電力セグメント LCD

このプロジェクトは平均消費電力を低減するためにプロジェクト 1 を変更したものです。

消費電力を低減するために、PSoC 4 が表示を更新し、数字を 1 桁スクロールする時間だけアクティブ モードにします。これには約 720µs かかります。その後デバイスは、512ms 間のディープスリープ消費電力モードに遷移します。図 19 にタイミング図を示し、図 20 にファームウェアの流れを示します。

この手法では、PSoC 4 は 11µA 未満の平均電流を消費します。表 4 に 2 つのプロジェクトの消費電流の概算値の比較を示します。

表 4. 消費電流の比較

電力モード	プロジェクト 1	本プロジェクト
アクティブ電流	2.7mA	2.7mA
ディープスリープ電流	なし	7µA
平均電流	2.7mA	10.9µA

図 19. プロジェクト 2 のタイミング図

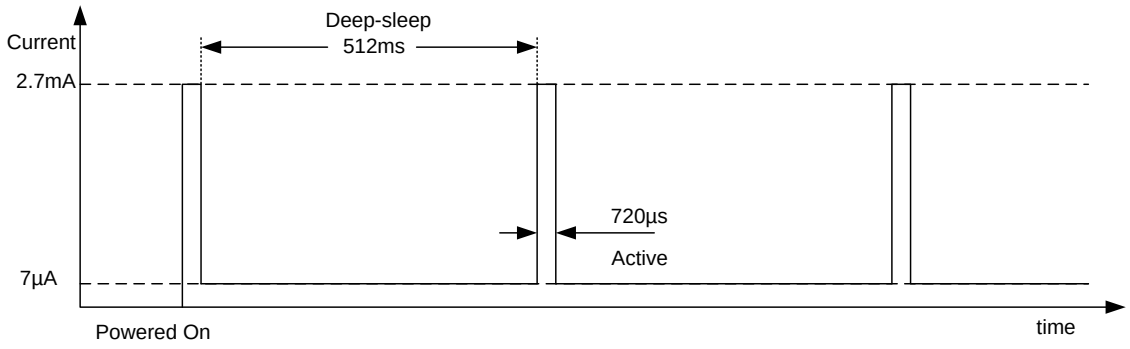
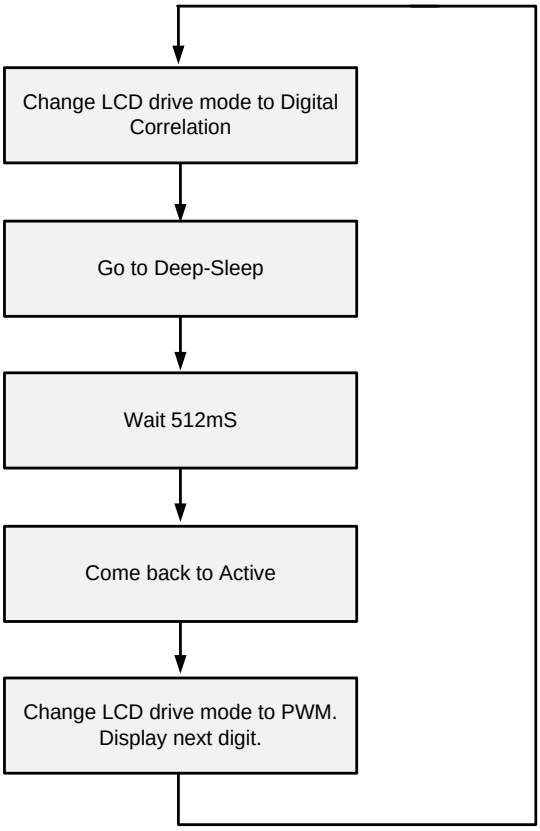


図 20. プロジェクト 2 のファームウェアの流れ



このプロジェクトはウォッチドッグ タイマー (WDT) 割り込みを生成するためにグローバル信号コンポーネントを使用します。図 21 に示すように、コンポーネントを設定します。WDT は 512ms ごとに割り込みを生成するように設定されます。図 22 にこのプロジェクトの TopDesign 回路図を示します。

図 21. グローバル信号コンポーネントの設定

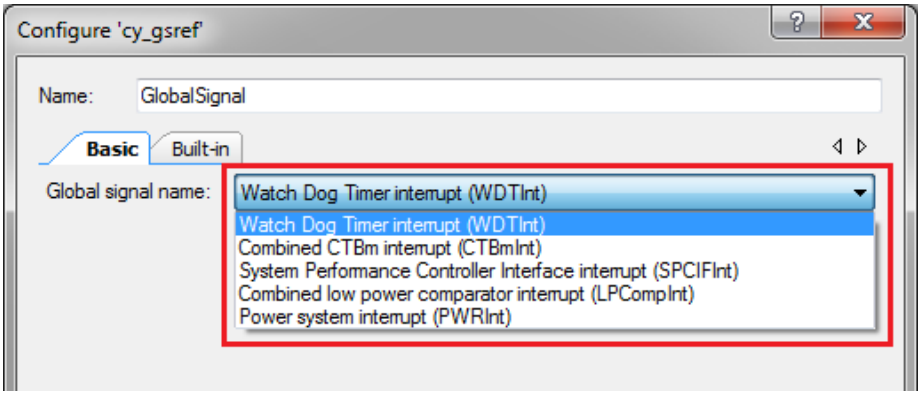
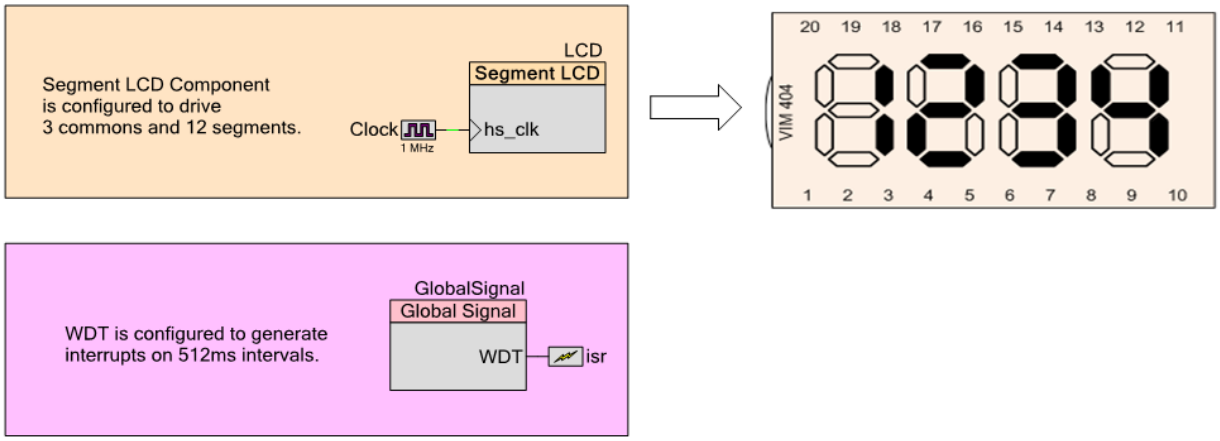


図 22. プロジェクト 2 の LCD TopDesign 回路図



プロジェクトをテストするために、デバイスをプログラムし、プロジェクト 1 (図 17) のようにディスプレイを接続し、出力を確認します。数字のスクロール表示は同じですが、このプロジェクトの消費電力はかなり削減されます。

8.3 プロジェクト 3: セグメント LCD および CapSense ユーザー インターフェース

このプロジェクトでは CapSense タッチ センシングと表示用セグメント LCD からなるユーザー インターフェース (UI) を紹介します。UI コントローラーはユーザー入力の待ち受けにほとんどの時間を費やします。電力効率のよい実装をするため、PSoC 4 は周期的にディープスリープ低消費電力モードに入ります。

注: このプロジェクトは非常に短いスキャン時間と低い消費電力を達成するために CapSense ウィジェットの手動チューニングを使用します。このプロジェクトを理解するために CapSense の手動チューニングの知識が必要です。手動チューニングの詳細は PSoC 4 CapSense 設計ガイドを参照してください。

このプロジェクトは CapSense 能力を追加するようにプロジェクト 2 を変更したものです。図 23 にタイミング図を示し、図 24 にこのプロジェクトの TopDesign 回路図を示し、図 25 にファームウェアの流れを示します。

このプロジェクトでは、CapSense が高速タッチを検出するよう頻繁にセンサーをスキャンするため、PSoC 4 は 128ms の間だけディープスリープ モードに入ります。復帰すると CapSense は全てのスライダー素子を 1 つにまとめ、1 つの近接センサーとしてスキャンします。いずれかのスライダー素子がタッチされると、近接センサーはタッチを検出し、その後で各素子はスライダー タッチ位置を確定するために個別にスキャンされます。スライダー位置はその後、LCD 上に表示されます。

タッチを検出した後で、全ての CapSense ウィジェットが 128ms の間非アクティブである場合、デバイスはディープスリープ モードに戻ります。タッチを検出しない場合、PSoC 4 の平均消費電流は 21µA 以下です。

図 23. プロジェクト 3 のタイミング図

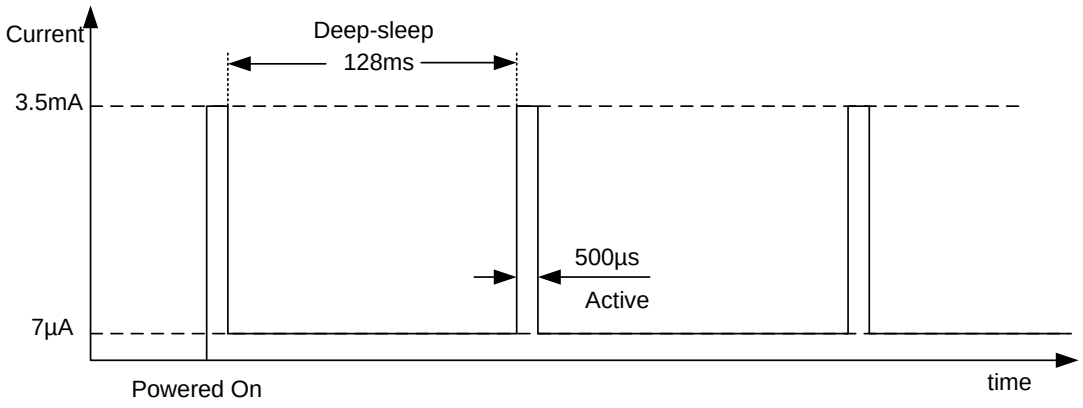


図 24. プロジェクト 3 の TopDesign 回路図

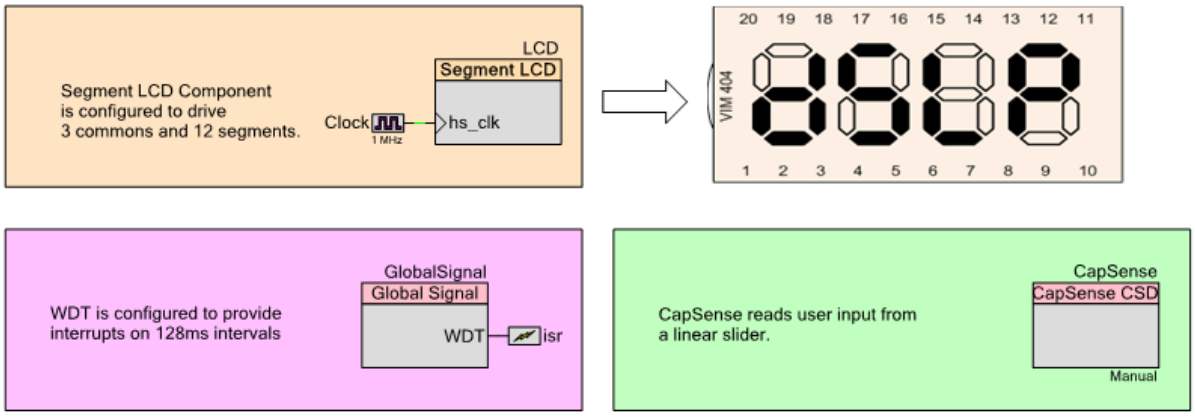
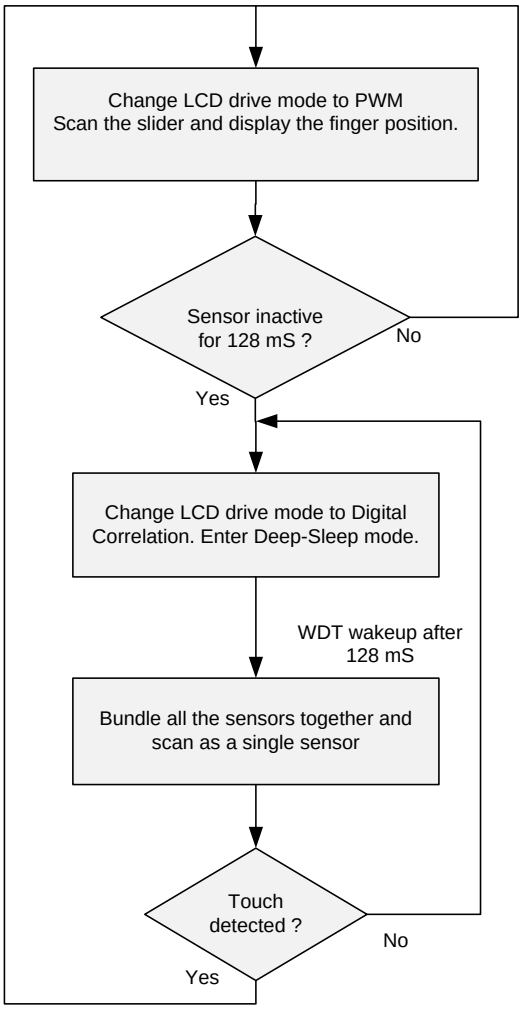


図 25. プロジェクト 3 のファームウェアの流れ



プロジェクトをテストするために図 17 のように LCD を接続し、スライダーをタッチし、LCD が指の位置を表示することを確認します。スライダーが非アクティブのとき、LCD はデバイスがディープスリープ モードにあることを示すように「dSLP」を表示します。初期値の CapSense パラメーターを、所与の条件で CY8CKIT-042 用に手動で調整することに注意してください。タッチ応答性が悪い場合、CapSense を手動で再度調整する必要があります。別の方法として、すべてのパラメータを最適な値に自動的に設定するファームウェア アルゴリズムである SmartSense™の使用があります。詳細は PSoC 4 CapSense 設計ガイドを参照してください。SmartSense を使用すると消費電力が増えることに注意してください。このプロジェクトに SmartSense を使用すれば、平均消費電力は約 40µA です。

8.4 プロジェクト 4: キャラクタ型セグメント LCD

このプロジェクトは PSoC 4100M／4200M／4100L／4200L デバイスで使用可能な多数の GPIO を利用して、4 つの COM 電極、32 の SEG 電極がある 14 セグメント構成 8 桁の VIM-828 セグメント LCD モジュールを駆動します。このプロジェクトはサイプレスの CY8CKIT-043 または CY8CKIT-046 と VIM-828 LCD が必要です。

セグメント LCD コンポーネントは、14 セグメント構成のキャラクタ型ディスプレイに文字列を表示するために、豊富な API を提供します。このプロジェクトは VIM-828 に「PSoC4200」の文字を表示します。詳細は PSoC Creator プロジェクトを参照してください。表 5 に VIM-828 から CY8CKIT-43 または CY8CKIT-46 への配線情報を示します。

表 5. 配線情報

LCD ピン番号	LCD ピン機能	CY8CKIT-43 接続先	CY8CKIT-046 接続先
1	COM3	P0[7]	P2[0]
2	SEG0	P0[6]	P2[1]
3	SEG1	P0[5]	P2[2]
4	SEG2	P0[4]	P2[3]
5	SEG3	P0[3]	P2[4]
6	SEG4	P0[2]	P2[5]
7	SEG5	P0[1]	P3[6]
8	SEG6	P0[0]	P3[7]
9	SEG7	P7[1]	P9[0]
10	SEG8	P4[0]	P9[1]
11	SEG9	P3[7]	P9[2]
12	SEG10	P3[6]	P9[3]
13	SEG11	P3[5]	P6[1]
14	SEG12	P3[4]	P6[0]
15	SEG13	P3[3]	P6[3]
16	SEG14	P3[2]	P4[0]
17	SEG15	P3[1]	P4[1]
18	COM2	P3[0]	P3[4]
19	COM0	P6[5]	P6[5]
20	SEG16	P6[4]	P5[5]
21	SEG17	P6[2]	P5[6]
22	SEG18	P6[1]	P4[4]
23	SEG19	P6[0]	P4[5]
24	SEG20	P2[7]	P4[6]
25	SEG21	P2[6]	P4[7]
26	SEG22	P2[5]	P3[1]
27	SEG23	P2[4]	P3[0]
28	SEG24	P1[3]	P8[7]
29	SEG25	P1[2]	P8[6]
30	SEG26	P1[1]	P8[5]
31	SEG27	P1[0]	P8[4]

LCD ピン番号	LCD ピン機能	CY8CKIT-43 接続先	CY8CKIT-046 接続先
32	SEG28	P5[5]	P8[3]
33	SEG29	P5[3]	P8[2]
34	SEG30	P5[2]	P8[1]
35	SEG31	P5[1]	P8[0]
36	COM1	P5[0]	P5[6]

9 まとめ

本アプリケーション ノートは PSoC 4 のセグメント LCD 駆動を説明しました。堅牢な静電容量タッチ センシングとクラス最高の低消費電力機能を組み合わせたことにより、PSoC 4 は低消費電力、シングルチップ、ユーザー インターフェースのソリューションに理想的な選択肢です。

また本アプリケーション ノートは、PSoC 4 セグメント LCD コンポーネントの手ほどき、低消費電力動作の見本、ユーザーインターフェースの実装について 4 つのサンプル プロジェクトを紹介しました。

PSoC 4 はプログラマブル アナログおよびデジタル、32 ビット Arm Cortex-M0 マイクロコントローラーやシリアル通信ブロックなどの多くの付加機能を備えています。これらの機能により、PSoC 4 を使用してまとまったシステム ソリューションを作成できます。

著者について

氏名: Nidhin MS

役職: シニア アプリケーション エンジニア

経歴: Nidhin は GEC (ガバメント エンジニアリング カレッジ) - トリチュール(インド) を卒業して、電子通信工学の学士号を取得しました。技術的関心分野はアナログ信号処理、低消費電力設計、静電容量タッチ センシングです。

氏名: Rahul Raj Sharma

役職: アプリケーション エンジニア

経歴: Rahu は RNSIT バンガロール (RNS 工科大学) を卒業して、電子通信工学の学士号を取得しました。

改訂履歴

文書名:AN87391 – PSoC® 4 セグメント LCD の直接駆動

文書番号: 002-11594

版	ECN	発行日	変更内容
**	5193409	03/30/2016	これは英語版 001-87391 Rev. *C を翻訳した日本語版 002-11594 Rev. **です。
*A	6655968	01/16/2020	これは英語版 001-87391 Rev. *E を翻訳した日本語版 002-11594 Rev. *A です。

ワールドワイドな販売と設計サポート

サイプレスは、事業所、ソリューションセンター、メーカー代理店、および販売代理店の世界的なネットワークを保持しています。お客様の最寄りのオフィスについては、サイプレスのロケーションページをご覧ください。

製品

Arm® Cortex® Microcontrollers	cypress.com/arm
車載用	cypress.com/automotive
クロック&バッファ	cypress.com/clocks
インターフェース	cypress.com/interface
IoT (モノのインターネット)	cypress.com/iot
メモリ	cypress.com/memory
マイクロコントローラ	cypress.com/mcu
PSoC	cypress.com/psoc
電源用 IC	cypress.com/pmic
タッチセンシング	cypress.com/touch
USB コントローラー	cypress.com/usb
ワイヤレス	cypress.com/wireless

PSoC®ソリューション

PSoC 1 | PSoC 3 | PSoC 4 | PSoC 5LP | PSoC 6 MCU

サイプレス開発者コミュニティ

コミュニティ | サンプルコード | Projects | ビデオ | ブログ | トレーニング | Components

テクニカル サポート

cypress.com/support

本書で言及するその他すべての商標または登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

Cypress Semiconductor
198 Champion Court
San Jose, CA 95134-1709

© Cypress Semiconductor Corporation, 2013-2020. 本書面は, Cypress Semiconductor Corporation 及び Spansion LLC を含むその子会社 (以下「Cypress」という。) に帰属する財産である。本書面 (本書面に含まれ又は言及されているあらゆるソフトウェア若しくはファームウェア (以下「本ソフトウェア」という。) を含む) は, アメリカ合衆国及び世界のその他の国における知的財産法令及び条約に基づき Cypress が所有する。Cypress はこれらの法令及び条約に基づく全ての権利を留保し, 本段落で特に記載されているものを除き, その特許権, 著作権, 商標権又はその他の知的財産権のライセンスを一切許諾しない。本ソフトウェアにライセンス契約書が伴っておらず, かつ Cypress との間で別途本ソフトウェアの使用方法を定める書面による合意がない場合, Cypress は, (1) 本ソフトウェアの著作権に基づき, (a) ソースコード形式で提供されている本ソフトウェアについて, Cypress ハードウェア製品と共に用いるためにのみ, かつ組織内部でのみ, 本ソフトウェアの修正及び複製を行うこと, 並びに (b) Cypress のハードウェア製品ユニットに用いるためにのみ, (直接又は再販売者及び販売代理店を介して間接のいずれかで) 本ソフトウェアをバイナリーコード形式で外部エンドユーザーに配布すること, 並びに (2) 本ソフトウェア (Cypress により提供され, 修正がなされていないもの) が抵触する Cypress の特許権のクレームに基づき, Cypress ハードウェア製品と共に用いるためにのみ, 本ソフトウェアの作成, 利用, 配布及び輸入を行うことについての非独占的で譲渡不能な一身専属的ライセンス (サブライセンスの権利を除く) を付与する。本ソフトウェアのその他の使用, 複製, 修正, 変換又はコンパイルを禁止する。

適用される法律により許される範囲内で, Cypress は, 本書面又はいかなる本ソフトウェア若しくはこれに伴うハードウェアに関しても, 明示又は黙示をとわず, いかなる保証 (商品性及び特定の目的への適合性の黙示の保証を含むがこれらに限られない) も行わない。いかなるコンピューティングデバイスも絶対に安全ということはない。従って, Cypress のハードウェアまたはソフトウェア製品に講じられたセキュリティ対策にもかかわらず, Cypress は, Cypress 製品への権限のないアクセスまたは使用といったセキュリティ違反から生じる一切の責任を負わない。加えて, 本書面に記載された製品には, エラッタと呼ばれる設計上の欠陥またはエラーが含まれている可能性があり, 公表された仕様とは異なる動作をする場合がある。適用される法律により許される範囲内で, Cypress は, 別途通知することなく, 本書面を変更する権利を留保する。Cypress は, 本書面に記載のある, いかなる製品若しくは回路の適用又は使用から生じる一切の責任を負わない。本書面で提供されたあらゆる情報 (あらゆるサンプルデザイン情報又はプログラムコードを含む) は, 参照目的のためのみに提供されたものである。この情報で構成するあらゆるアプリケーション及びその結果としてのあらゆる製品の機能性及び安全性を適切に設計, プログラム, かつテストすることは, 本書面のユーザーの責任において行われるものとする。Cypress 製品は, 兵器, 兵器システム, 原子力施設, 生命維持装置若しくは生命維持システム, 蘇生用の設備及び外科的移植を含むその他の医療機器若しくは医療システム, 汚染管理若しくは有害物質管理の運用のために設計され若しくは意図されたシステムの重要な構成部分としての使用, 又は装置若しくはシステムの不具合が人身傷害, 死亡若しくは物的損害を生じさせるようなその他の使用 (以下「本目的外使用」という。) のためには設計, 意図又は承認されていない。重要な構成部分とは, それの不具合が装置若しくはシステムの不具合を生じさせるか又はその安全性若しくは実効性に影響すると合理的に予想できるような装置若しくはシステムのあらゆる構成部分をいう。Cypress 製品のあらゆる本目的外使用から生じ, 若しくは本目的外使用に関連するいかなる請求, 損害又はその他の責任についても, Cypress はその全部又は一部をとわず一切の責任を負わず, かつ Cypress はそれら一切から本書により免除される。Cypress は Cypress 製品の本目的外使用から生じ又は本目的外使用に関連するあらゆる請求, 費用, 損害及びその他の責任 (人身傷害又は死亡に基づく請求を含む) から免責補償される。

Cypress, Cypress のロゴ, Spansion, Spansion のロゴ及びこれらの組み合わせ, WICED, PSoC, CapSense, EZ-USB, F-RAM, 及び Traveo は, 米国及びその他の国における Cypress の商標又は登録商標である。Cypress のより完全な商標のリストは, cypress.com を参照すること。その他の名称及びブランドは, それぞれの権利者の財産として権利主張がなされている可能性がある。