

# MSP430 MCUをベースにしたソフトウェア・ガラス LCDドライバ

Jasmeet Singh

## 概要

このアプリケーション・レポートでは、外付けのLCDドライバ・ハードウェアを使用せずにMSP430 マイクロコントローラでガラス液晶ディスプレイ(LCD)を駆動する技法を提供します。またこのドキュメントは、表示機能が必要なアプリケーション向けに効率的に低コストを実現するソリューションの開発の手引きにもなっています。

付随するプロジェクト資料およびこのアプリケーション・レポートで説明されているソース・コードは、次のURLからダウンロードできます。 <http://www.ti.com/lit/zip/slaa516>

## 目次

1 はじめに.....	1
2 ガラスLCDの動作 .....	2
3 選択対象となるバックプレーン回路の種類.....	2
4 ソフトウェア・ガラス基板ドライバをMSP430G2333に実装する.....	5

## 図目次

図 1 n個のセグメントを使用するガラスLCDディスプレイを、MCUのn+1 GPIOラインで駆動した場合 .....	3
図 2 n個のセグメントを使用するガラスLCDディスプレイを、MCUのn/2+2GPIOラインで駆動した場合 .....	4
図 3 n個のセグメントを使用するガラスLCDディスプレイを、MCUのn/4+4GPIOラインで駆動した場合 .....	5
図 4 ガラスLCDとMSP430G2333デバイスの接続図 .....	6
図 5 ガラス表示部とマッピング・テーブル.....	7
図 6 デジタル・クロック実装の回路図 .....	8
図 7 セグメント・ラインのソフトウェア的な処理 .....	8

## 1 はじめに

このドキュメントで紹介されている技法は、LCDコントローラ・ペリフェラル・モジュールをハードウェアで備えていないMSP430ファミリのどのマイクロコントローラにも実装できます。この技法では、MSP430マイクロコントローラのI/Oポート・ラインと標準的なタイマ・モジュールのみを利用します。任意のLCDをこの技法で駆動するのに必要なマイクロコントローラI/Oラインの数は、内蔵LCDコントローラ・ペリフェラルを備えたマイクロコントローラで必要になるI/Oラインの数と同じです。外付け部品の点数は、可能な最小限(COMライン1本につき抵抗2つ)に抑えられています。

セクション2では、ガラスLCDの基本的な動作を説明します。

セクション3では、選択対象となる様々なバックプレーン回路と、各バックプレーン回路の波形の実装(これによりガラスLCDが駆動できます)を説明します。

□ すべての商標は、各所有者の知的財産です。

この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI) が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ (日本TI) が英文から和文へ翻訳して作成したものです。資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。日本TIによる和文資料は、あくまでもTI正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用下さい。製品のご検討およびご採用にあたりましては必ず正規英語版の最新資料をご確認下さい。TIおよび日本TIは、正規英語版にて更新の情報を提供しているにもかかわらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。

翻訳版

最新の英語版資料  
<http://www.ti.com/lit/slaa516>

セクション4では、ガラスLCDをMSP430G2xx (パリュウ・ライン・シリーズ)と接続することで実装できる低コストのディスプレイ・ソリューションについて説明します。

セクション4.1とセクション4.2では、MSP430G2333デバイス(パリュウ・ラインMSP430マイクロコントローラ)を使ったデモの、ハードウェア/ソフトウェアの概要を説明します。これにより、MSP430マイクロコントローラとLCD デバイスを使用したアプリケーションの開発とテストが可能になります。

## 2 ガラス LCD の動作

ガラスLCDの基本構造は、2枚のガラスを組み合わせたものです。板と板の間には非常に狭い隙間があり、ここに流動性のある液晶が含まれています。ガラスの間に電位がかけられていない状態では液晶分子がらせん状にねじれた構造に保たれており、ディスプレイを光が透過して見えます。電界が印加されると分子の配列が電界の方向に揃い、画面上に光を通さない部分ができて、黒いセグメントとして表示されるようになります。ディスプレイを機能させるには、LCDガラスのCOM(共通電極)ラインとSEG(セグメント電極)ラインの間に電位をかける必要があります。

印加される電圧がLCDの閾値電圧(セグメント分子を分極させるために必要な最小限の電圧)よりも小さい場合はLCDセグメントがOFFになり、光が画面を透過します。LCDセグメントをONにする(色がグレーになる)には、LCDの閾値電圧よりも大きい電圧をかける必要があります。閾値電圧のレベルは、LCDで使用される液晶の性質と温度条件によって変わります。

光学コントラストは、ON状態のLCDセグメント(光を通さないため暗く見える)の透明度と、OFF状態のLCDセグメント(光を通すため透明)の透明度の差により定義されます。光学コントラストは、ONセグメントのRMS電圧(VON)とOFFセグメントのRMS電圧(VOFF)間の差によって変わります。VON(rms)とVOFF (rms)の差が大きいほど、光学コントラストが強くなります。

SEGライン~COMライン間に印加するLCD電圧を交流電圧にして、正負の電圧を交互にかける必要があることに注意してください。これによりDCオフセット電圧がゼロになり、LCDの寿命を長く保つことが可能になります。通常、DCオフセット電圧は100mVという値を超えてはならないことになっています。(DCオフセット電圧の最大許容値は、たいていはLCDメーカーの仕様書に記載されています。)

交流信号の周波数範囲も、ガラスLCDの駆動にきわめて重要となります(30Hz~200 Hz範囲)。交流信号の周波数が低すぎるとLCD画面にフリッカ(ちらつき)が発生し、周波数が高めの場合は消費電力が大きくなります。

## 3 選択対象となるバックプレーン回路の種類

ガラスLCDに利用できる一般的なバックプレーン回路の選択肢を次に挙げます。

- ・ 1バックプレーン回路(Single backplane)
- ・ 2バックプレーン回路(Duplex backplane)
- ・ 4バックプレーン回路(Quadruplex backplane)

1バックプレーン回路の駆動では、各LCDセグメントが1本のセグメント・ライン(SEGx)と単一のバックプレーン回路(COMライン)に接続されています。このバックプレーン回路はすべてのLCDセグメントに共通しています。バックプレーン回路 (COMライン)は、ゼロ~ $V_{cc}$ 範囲の電圧レベル、デューティ比50%で駆動されます。

セグメント・ライン(SEGx)信号とCOMピンの極性が反対の場合は、対応するディスプレイ・セグメントがONになります。同様に、セグメント・ライン(SEGx)とCOMライン上の信号の極性が同じ場合は、対応するディスプレイ・セグメントがOFFになります。このように、接続されたMCU I/Oラインのロジック0とロジック1を交互に切り替えることでLCDディスプレイを制御できます。

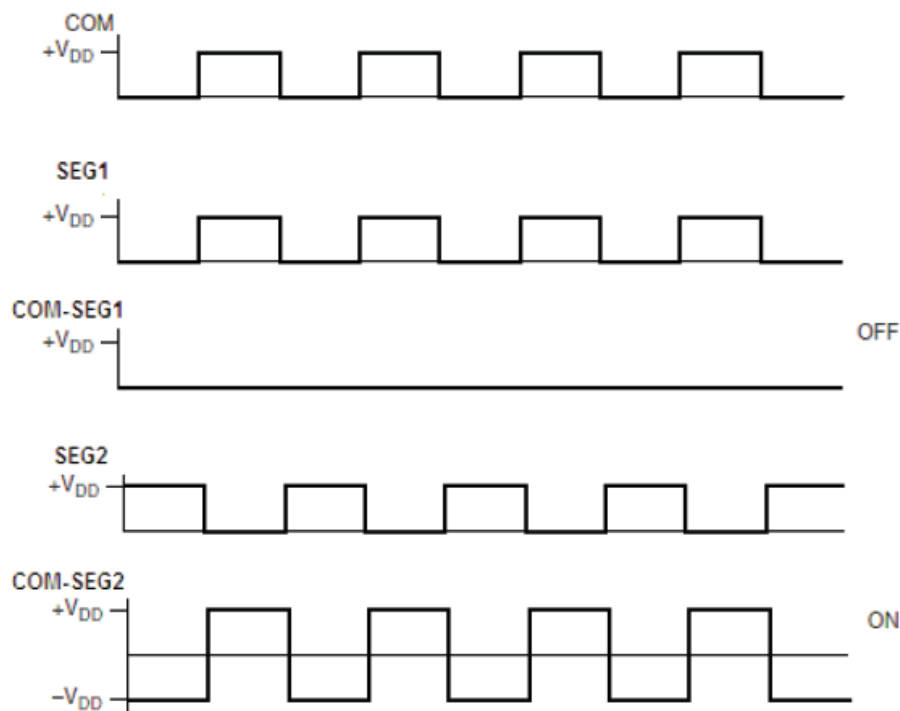


図 1 n個のセグメントを使用するガラスLCDディスプレイを、MCUのn+1 GPIOラインで駆動した場合

2バックプレーン回路の駆動では、2つのバックプレーン回路を使用します。一方の側では2つのディスプレイ・セグメントが各SEGxラインに接続され、もう一方の側ではディスプレイ・セグメントに別々のバックプレーン回路(COMxライン)が接続されます。したがって、2つのディスプレイ・セグメントが同じSEGxラインを共有して、その反対側は、2つの異なるバックプレーン回路(COMx)に接続されます。

この構成では、SEGxラインがゼロと $V_{DD}$ という2つの電圧レベルで動作します。COMラインは、ゼロ、 $V_{DD}$ 、 $V_{DD}/2$ という3つの異なる電圧レベルで駆動される必要があります。したがって、出力モードでMCU I/Oラインを駆動することにより、0ボルト(Lowロジック・レベル)と $V_{DD}$ ボルト(Highロジック・レベル)での動作が可能になります。 $V_{DD}/2$ レベルは、COMラインに接続した等価の抵抗2つを使用して、MCU I/Oラインをハイ・インピーダンス入力モードにすることで実現されます。このバックプレーン回路構成では、一方のCOMラインがアクティベートされた任意の時点で、もう一方のCOMラインが $V_{DD}/2$ ロジック・レベルに保持されます。

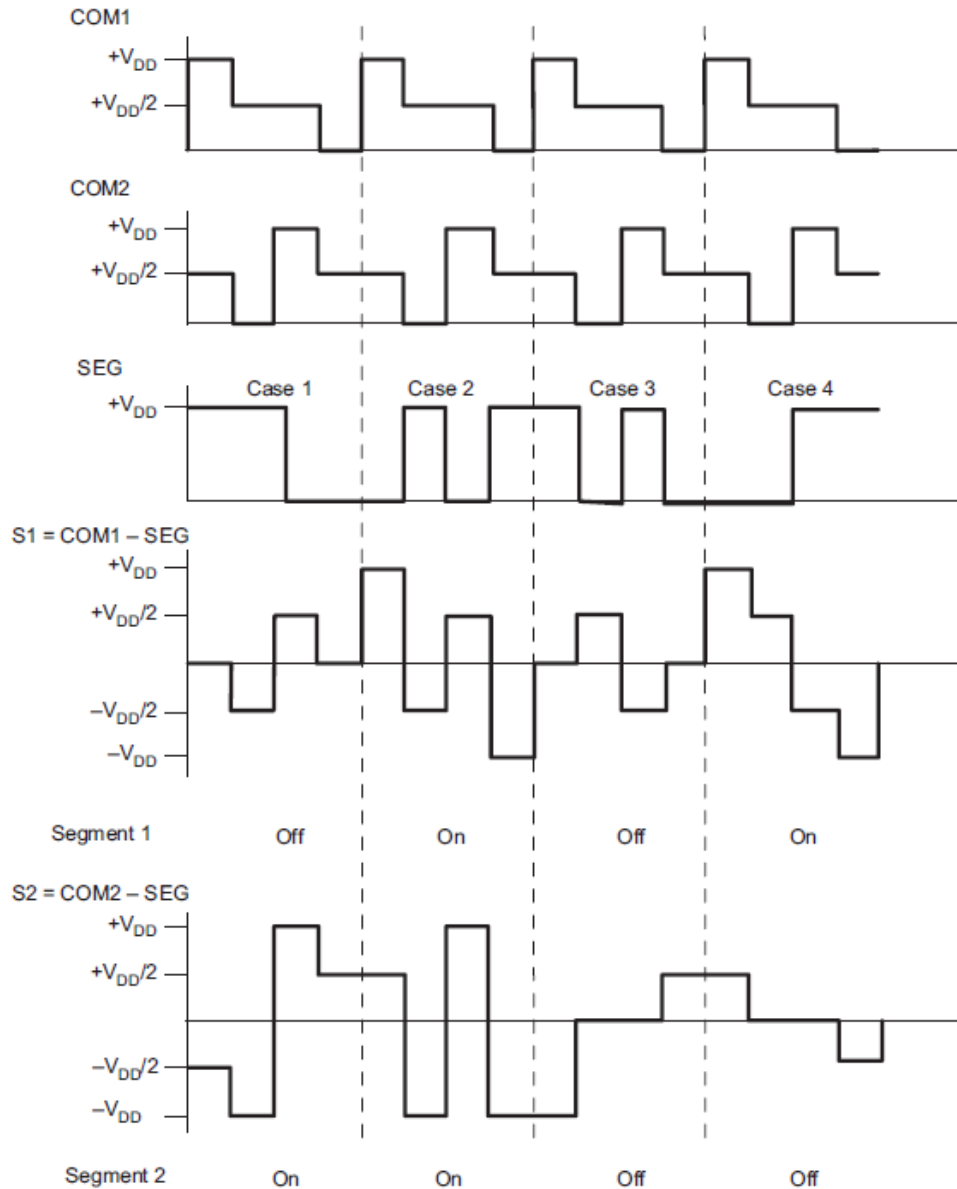


図 2 n個のセグメントを使用するガラスLCDディスプレイを、MCUの $n/2+2$ GPIOラインで駆動した場合

4バックプレーン回路の駆動では、4つのバックプレーン回路を使用します。一方の側では4つのディスプレイ・セグメントが各SEG<sub>x</sub>ラインに接続され、もう一方の側ではディスプレイ・セグメントに別々のバックプレーン回路(COM<sub>x</sub>ライン)が接続されます。したがって、4つのディスプレイ・セグメントが同じSEG<sub>x</sub>ラインを共有して、その反対側は、4つの異なるバックプレーン回路(COM<sub>x</sub>)に接続されます。

SEG<sub>x</sub>ラインは、ゼロと $V_{DD}$ という2つの電圧レベルで動作します。COMラインは、ゼロ、 $V_{DD}$ 、 $V_{DD}/2$ という3つの異なる電圧レベルで駆動される必要があります。したがって、出力モードでMCU I/Oラインを駆動することにより、0ボルト(Lowロジック・レベル)と $V_{DD}$ ボルト(Highロジック・レベル)の動作が可能になります。 $V_{DD}/2$ レベルは、COMラインに接続した等価の抵抗2つを使用して、MCU I/Oラインをハイ・インピーダンス入力モードにすることで実現されます。一方のCOMラインがアクティベートされた時点で、もう一方のCOMラインが $V_{DD}/2$ ロジック・レベルに保持されます。

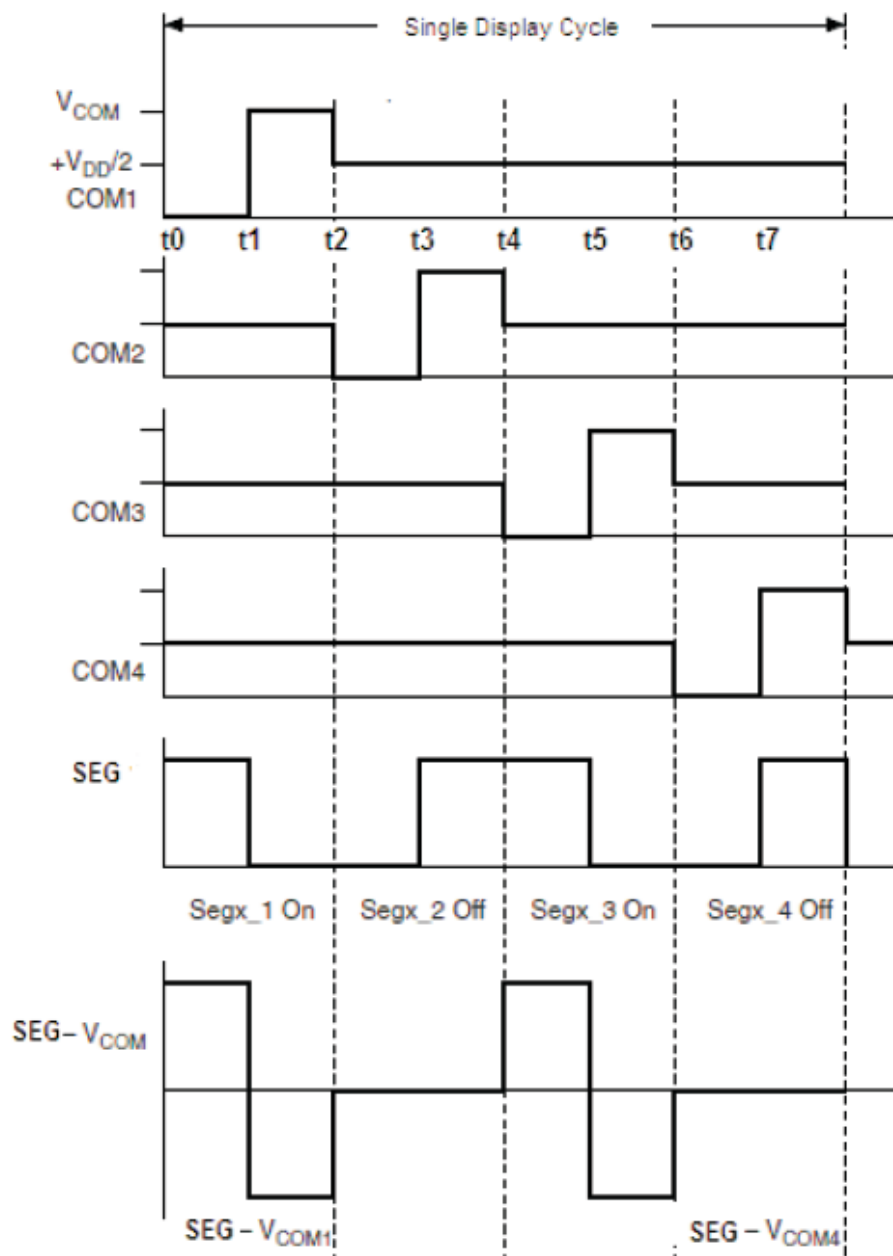


図 3 n個のセグメントを使用するガラスLCDディスプレイを、MCUのn/4+4GPIOラインで駆動した場合

#### 4 ソフトウェア・ガラス基板ドライバを MSP430G2333 に実装する

以降のセクションでは、マイクロコントローラ製品MSP430G2333(MSP430バリュー・ライン・ファミリ・デバイス)上のソフトウェア・ガラス基板ドライバをベースにしたディスプレイ・ソリューションの、ハードウェアおよびソフトウェアの詳細を説明します。このプロジェクトの場合は、4バックプレーン回路を持つガラスLCDがMCUと接続されています。ガラスLCDの仕様は図5に記載されています。

MSP430G2333は、MSP430コアをベースにした超低消費電力MCUであり、低コストのアプリケーションを対象としています。このマイクロコントローラの詳細については、次のリンク先を参照してください。

- <http://www.ti.com/product/msp430g2333>

### 4.1 ハードウェアの接続

この実装で接続されているガラスLCDは、先頭の64セグメントのみに使用されています。8つのSEGライン(ピン5～ピン12)がMSP430のポート1に直接接続され、図4のようにCOMラインが抵抗ネットワークを使用してポート・ピン2.0～2.3に接続されます。

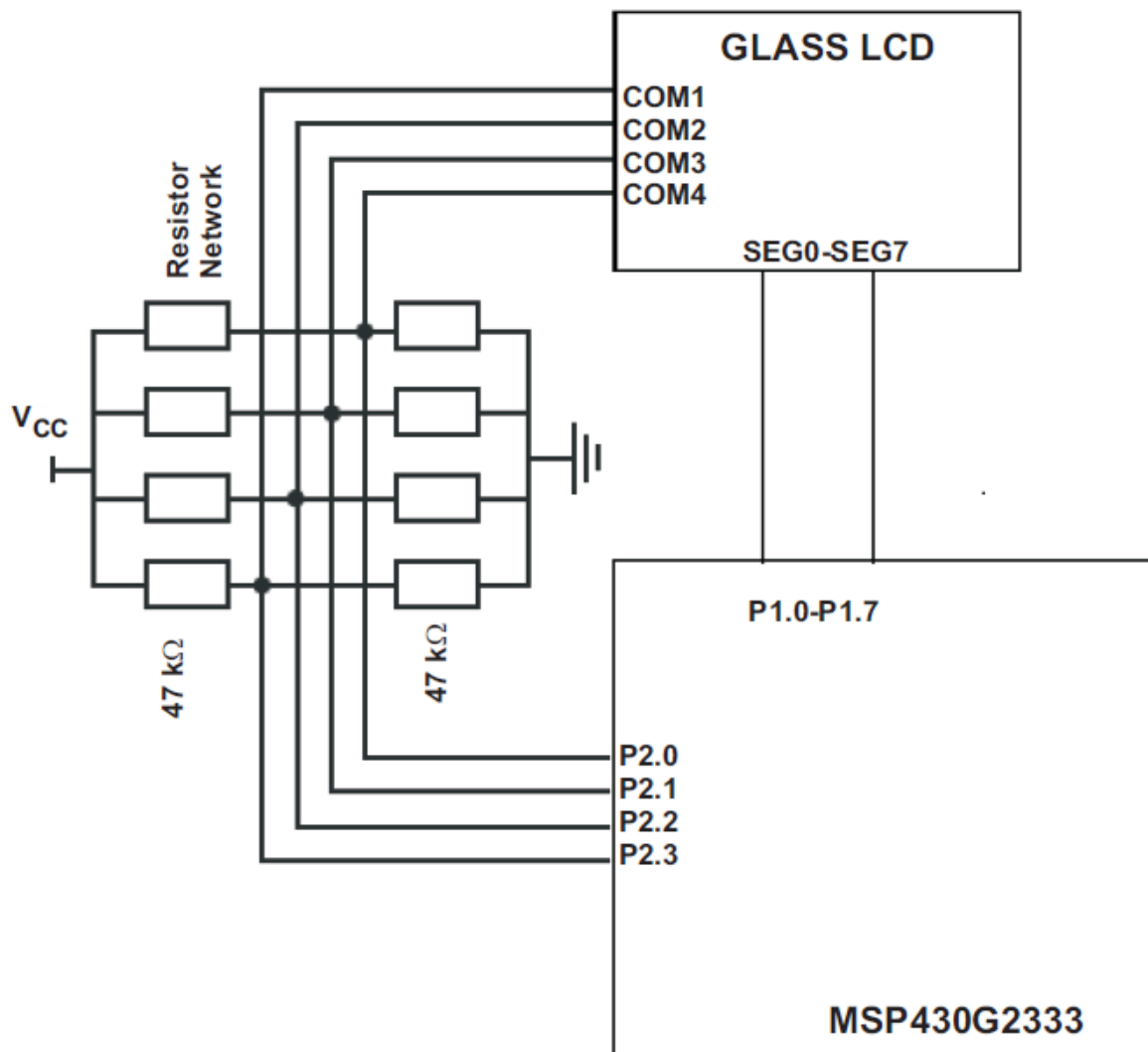


図 4 ガラスLCDとMSP430G2333デバイスの接続図

どのガラスLCDのメーカー製データ・シートにも、SEGラインとCOMラインを使用した各文字表示用セグメントの変換表(マッピング・テーブル)が記載されています。このデモで使用されるLCDの仕様を図5に記載します。

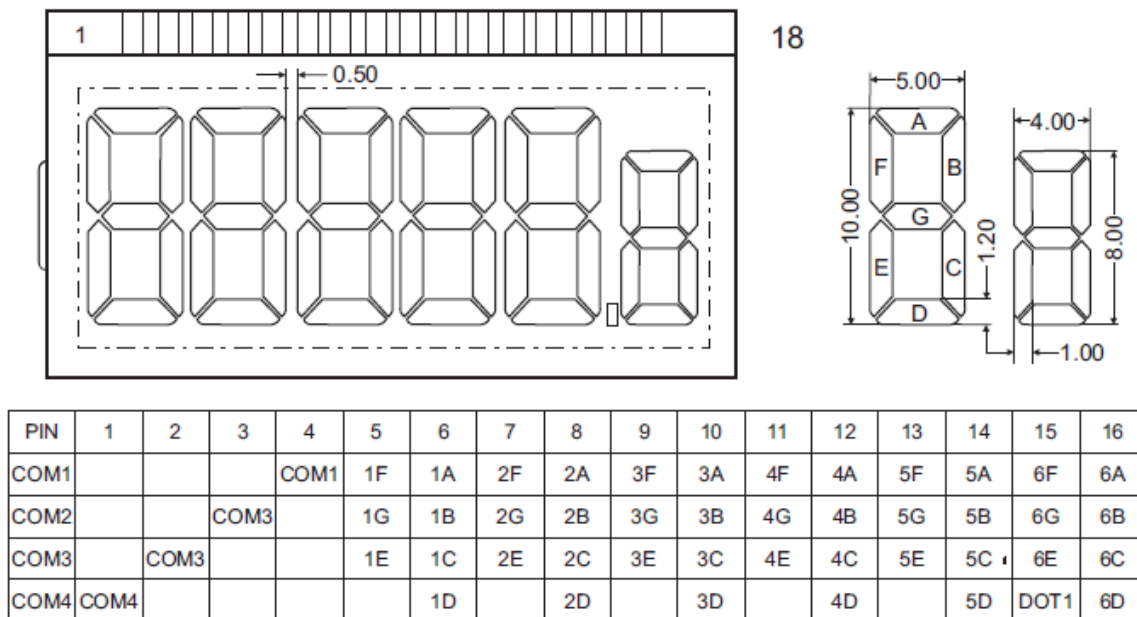


図5 ガラス表示部とマッピング・テーブル

デジタル・クロックの実装を図6に示します。

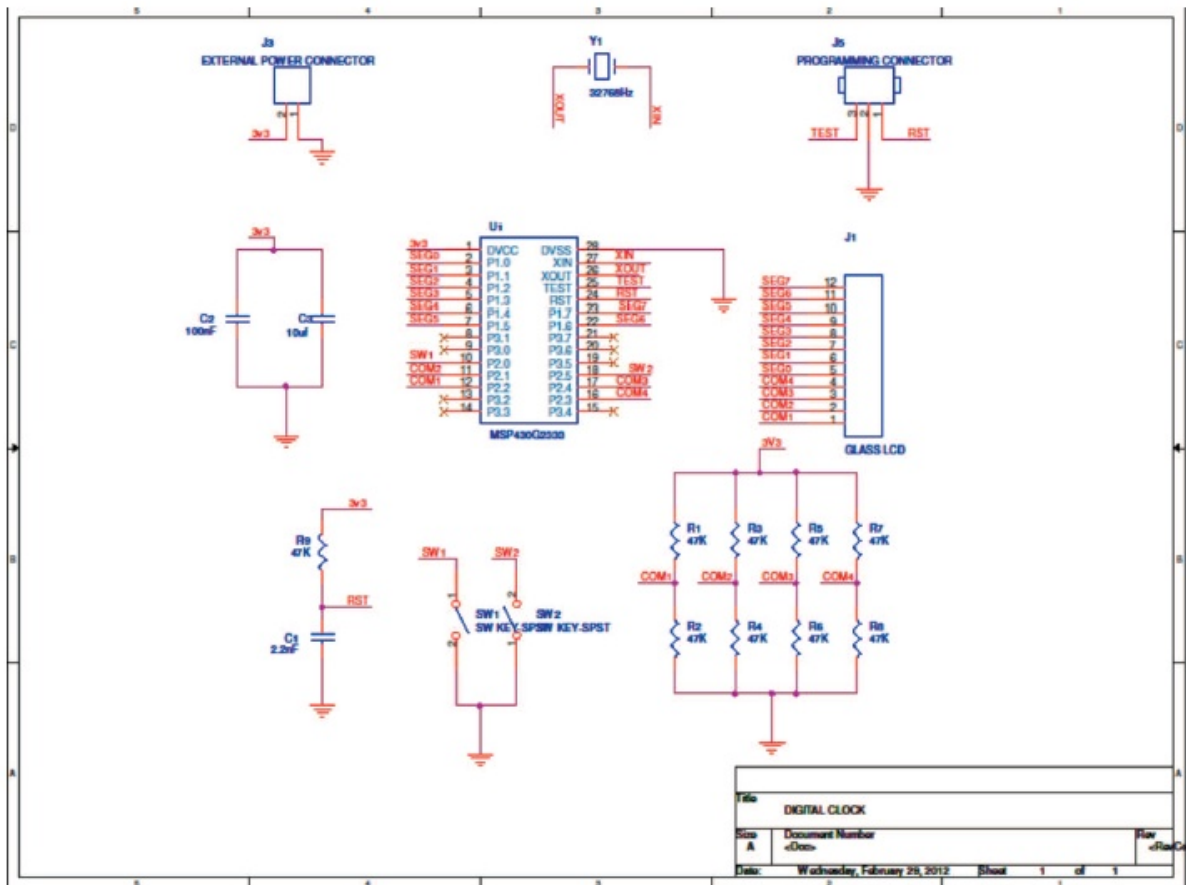


図 6 デジタル・クロック実装の回路図

### 4.2 ソフトウェア

ガラスLCDは4バックプレーン・モードで動作しています。COMライン上の波形の実装は図3のような必要があります。図3のように、タイマ・インターバル・モードではMSP430G2333のウォッチドッグ・タイマを使用して、T/8という時間周期で割り込みが実現されます。ソフトウェア・コードでは図7のように変数MEM[]を使用して、対応するセグメント・ラインのセット/リセットを行います。

この実装用のソフトウェア・コードは、次の場所から入手できます。 <http://www.ti.com/lit/zip/slaa516>.

このコードは、ガラスLCD上で1秒ごとに時間を更新するシンプルなデジタル・クロック機能の実装にも使用できます。

	MEM (n)								MEM (n+1)								
n = 0	COM1	1F	1A	2F	2A	3F	3A	4F	4A	5F	5A	6F	6A	7F	7A	8F	8A
n = 1	COM2	1G	1B	2G	2B	3G	3B	4G	4B	5G	5B	6G	6B	7G	7B	8G	8B
n = 2	COM3	1E	1C	2E	2C	3E	3C	4E	4C	5E	5C	6E	6C	7E	7C	8E	8C
n = 3	COM4		1D		2D		3D		4D		5D		6D		7D		8D

図 7 セグメント・ラインのソフトウェア処理



# ご注意

Texas Instruments Incorporated 及びその関連会社 (以下総称して TI といいます) は、最新の JESD46 に従いその半導体製品及びサービスを修正し、改善、改良、その他の変更をし、又は最新の JESD48 に従い製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかご確認下さい。全ての半導体製品は、ご注文の受諾の際に提示される TI の標準販売契約約款に従って販売されます。

TI は、その製品が、半導体製品に関する TI の標準販売契約約款に記載された保証条件に従い、販売時の仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査及びその他の品質管理技法は、TI が当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、適用される法令によってそれ等の実行が義務づけられている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TI は、製品のアプリケーションに関する支援又はお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI 製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI 製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションに関連する危険を最小のものとするため、適切な設計上及び操作上の安全対策は、お客様にてお取り下さい。

TI は、TI の製品又はサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、又は方法に関連している TI の特許権、著作権、回路配置利用権、その他の TI の知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしておりません。TI が第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TI が当該製品又はサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証又は是認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない、又は TI の特許その他の知的財産権に基づき TI からライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TI のデータ・ブック又はデータ・シートの中にある情報の重要な部分の複製は、その情報に一切の変更を加えること無く、且つその情報と関連する全ての保証、条件、制限及び通知と共になされる限りにおいてのみ許されるものとします。TI は、変更が加えられて文書化されたものについては一切責任を負いません。第三者の情報については、追加的な制約に服する可能性があります。

TI の製品又はサービスについて TI が提示したパラメーターと異なる、又は、それを超えてなされた説明で当該 TI 製品又はサービスを再販売することは、関連する TI 製品又はサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、且つ不公正で誤認を生じさせる行為です。TI は、そのような説明については何の義務も責任も負いません。

TI からのアプリケーションに関する情報提供又は支援の一切に拘わらず、お客様は、ご自身の製品及びご自身のアプリケーションにおける TI 製品の使用に関する法的責任、規制、及び安全に関する要求事項の全てにつき、これをご自身で遵守する責任があることを認め、且つそのことに同意します。お客様は、想定される不具合がもたらす危険な結果に対する安全対策を立案し実行し、不具合及びその帰結を監視し、害を及ぼす可能性のある不具合の可能性を低減し、及び、適切な治癒措置を講じるために必要な専門的知識の一切を自ら有することを表明し、保証します。お客様は、TI 製品を安全でないことが致命的となるアプリケーションに使用したことから生じる損害の一切につき、TI 及びその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI 製品につき、安全に関連するアプリケーションを促進するために特に宣伝される場合があります。そのような製品については、TI が目的とするところは、適用される機能上の安全標準及び要求事項を満たしたお客様の最終製品につき、お客様が設計及び製造ができるようお手伝いすることにあります。それにも拘わらず、当該 TI 製品については、前のパラグラフ記載の条件の適用を受けるものとします。

FDA クラス III (又は同様に安全でないことが致命的となるような医療機器) への TI 製品の使用は、TI とお客様双方の権限ある役員の間で、そのような使用を行う際について規定した特殊な契約書を締結した場合を除き、一切認められていません。

TI が軍需対応グレード品又は「強化プラスチック」製品として特に指定した製品のみが軍事用又は宇宙航空用アプリケーション、若しくは、軍事的環境又は航空宇宙環境にて使用されるように設計され、かつ使用されることを意図しています。お客様は、TI がそのように指定していない製品を軍事用又は航空宇宙用を使う場合は全てご自身の危険負担において行うこと、及び、そのような使用に関して必要とされるすべての法的要求事項及び規制上の要求事項につきご自身のみの責任により満足させることを認め、且つ同意します。

TI には、主に自動車用に使われることを目的として、ISO/TS 16949 の要求事項を満たしているとして特別に指定した製品があります。当該指定を受けていない製品については、自動車用に使われるようには設計されてもいませんし、使用されることを意図しておりません。従いまして、前記指定品以外の TI 製品が当該要求事項を満たしていなかったことについては、TI はいかなる責任も負いません。

Copyright © 2013, Texas Instruments Incorporated  
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

## 弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

### 1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位 (外装から取り出された内装及び個装) 又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で (導電性マットにアースをとったもの等)、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関する全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

### 2. 温・湿度環境

- 温度: 0~40℃、相対湿度: 40~85%で保管・輸送及び取り扱を行うこと。(但し、結露しないこと。)

- 直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
    - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
  4. 機械的衝撃
    - 梱包品 (外装、内装、個装) 及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
  5. 熱衝撃
    - はんだ付け時は、最低限 260℃以上の高温状態に、10 秒以上さらさないこと。(個別推奨条件がある時はそれに従うこと。)
  6. 汚染
    - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質 (硫黄、塩素等ハロゲン) のある環境で保管・輸送しないこと。
    - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。(不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。)

以上