

[第9章]

LCDディスプレイに表示して情報をわかりやすく

LCDディスプレイに表示するための
プログラミング

見本

ここまで、ハードウェアとソフトウェアを動かしてきましたが、動作を確認するためにLEDの8ビットを点滅するだけでも多くのことはわかりました。しかし、複数のデータを表示したいときなど、これでは少し困ります。今ではどこに行っても表示装置として最も目にするのはLCDです。

本章では、入手性の良い2行16桁表示のLCDモジュールを利用して、さまざまなデータを表示してみます。

この印は頁右上に略語の語源の説明があります

このアイコンは、章末に用語解説があります

9-1 LCDとの接続

アルファベットやカタカナのキャラクタを表示する用途としてLCDがよく使われていますが、中でも互換品も多く入手性の良い16桁2行のLCD①を接続してみます。秋月電子通商の通販などで入手できます(1000円で購入できた)。図9-1に示すように、SC1602B本体、基板と接続するための14P(2×7)のピン・ヘッダとソケット、バック・ライト^②供給のための抵抗2本がセットになっています。右側の支えがないので、シングル20ピンのピン・ヘッダと2Pのピン・ソケットで支えを作成しています。その

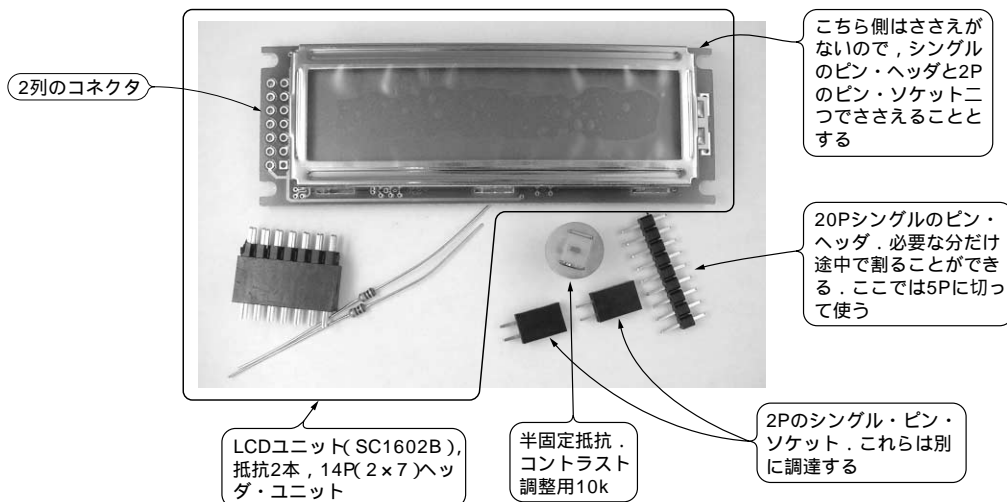


図9-1 LCDディスプレイのユニット(SC1602B)

PICからのコマンドと表示データの文字コードをLCDモジュール内のLCDドライバに書き込むだけで、LCDディスプレイにデータが表示できる。

ような部品がなければ、長めの2.5mm のビスで支えます。コントラスト調整用の半固定抵抗 10k も必要ですので購入します。

このLCDの制御を行っているのはKS0066Uというサムソンの製品で、日立のLCDドライバHD44780と**コンパチブル**です。日立の日本語のデータ・シートを探しましたが、探し方が悪かったせいか日立のホームページにはなく、見つけるのに少し苦勞しました。半導体部事業の業界再編が思いがけないところで影響を与えています。ルネサステクノロジでサポートしてもよいと思うのですが、HD44780 コンパチブルということで、沖電気のホームページからの日本語のデータ・シートをダウンロードできました。KS0066Uの英文データ・シートもインターネットの検索で見つかります。

9-2 LCDモジュールの構成

図9-2に今回使用するLCDモジュールの概要を示します。内蔵されているLCDのドライバは、独自の命令をもちPICからの命令を受けてLCDパネルの表示を制御します。そのために新たにここでは、LCDドライバの命令および読み書きのタイミング、PICとLCDモジュールの接続方法についての説明から始めます。

PICとLCDモジュールの間では8または4ビットのデータ・バスで接続し、LCDの表示の制御を行うコマンドを書き込んだり、表示データの書き込みなどを行います。表示データはDD-RAM(Display Data RAM)に書き込まれ、このうち初期設定で指定された16文字2行、または16文字1行分が**CG-ROM** (Character Generator ROM)で具体的なLCD上の文字パターンのドットに展開され、表示されます。

コマンドは、表示のクリア、カーソルの移動、表示領域のシフト、データの書き込み、DD-RAM上の読み書きするデータ・アドレスのセットなど図9-2に示す8種類が用意されており、データの読み書きな

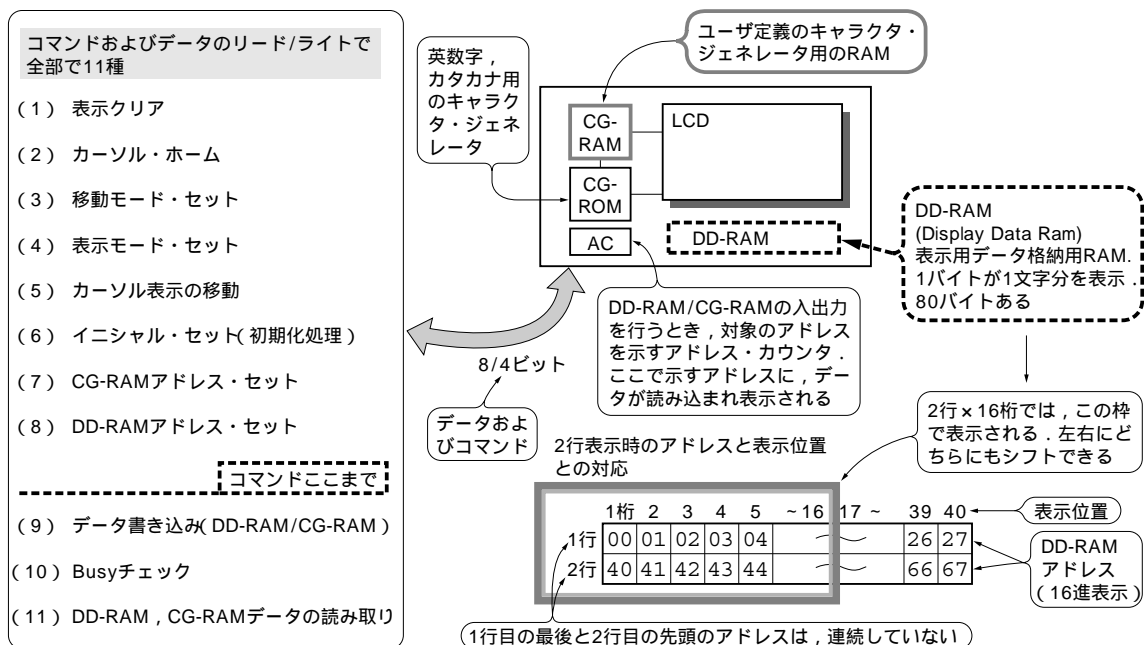


図9-2 今回使用するLCDモジュールSC1602Bの概要

ど全部で11種の操作により、LCD表示の制御を行っています。

LCDモジュールとの接続

実際にLCD表示を制御するのは、モジュール内にあるLCDドライバが行います。LCDのモジュールとPICとの接続方法を図9-3に示します。PICとLCDモジュール間には、データ交換およびコマンドの入出力のための8ビットの信号線と、データおよびコマンドの受け渡しを行うリード/ライト制御に伴う信号線として3本を接続する必要があります。このデータと制御の信号線を、PIC入出力ポートと接続します。

LCDモジュールの3番ピンには、コントラストの調整入力があります。半固定抵抗で電源電圧を分割した電圧を加えコントラストの調整を行います。

バック・ライトの電源を供給するため、JP₃の接続および電流制限抵抗R₉の接続が必要です。添付の説明書に従い基板裏側のJP₃をショートし、R₉には添付された抵抗を接続します。

データおよびコマンドの信号線は8本か4本を選択できる

LCDモジュールへのコマンドおよびデータは8ビットのデータです。そのための信号線がDB₀(Data Bus)~DB₇の8本用意されています。ここでPICからは、PORTDの8ビットの入出力ピンと接続します。8本の信号線を接続するとデータのコマンドや表示データが一度の書き込みで行えるので、プログラムの手間が省けます。

しかし、18ピンのPICなどピン数の少ないデバイスを利用する場合は、上位4ビットの4本の信号線で接続して、8ビットの1データを2回に分け4ビットずつ受け渡しできるモードを利用することが多いでしょう。そのため、コマンド、データの分割、統合が必要になりソフトウェアの負担が少し大きくなります。

データの受け渡しの制御は3本の信号線で

LCDドライバとの間のデータの受け渡しは、RS、R/W、Eの3本の信号線で制御されます。

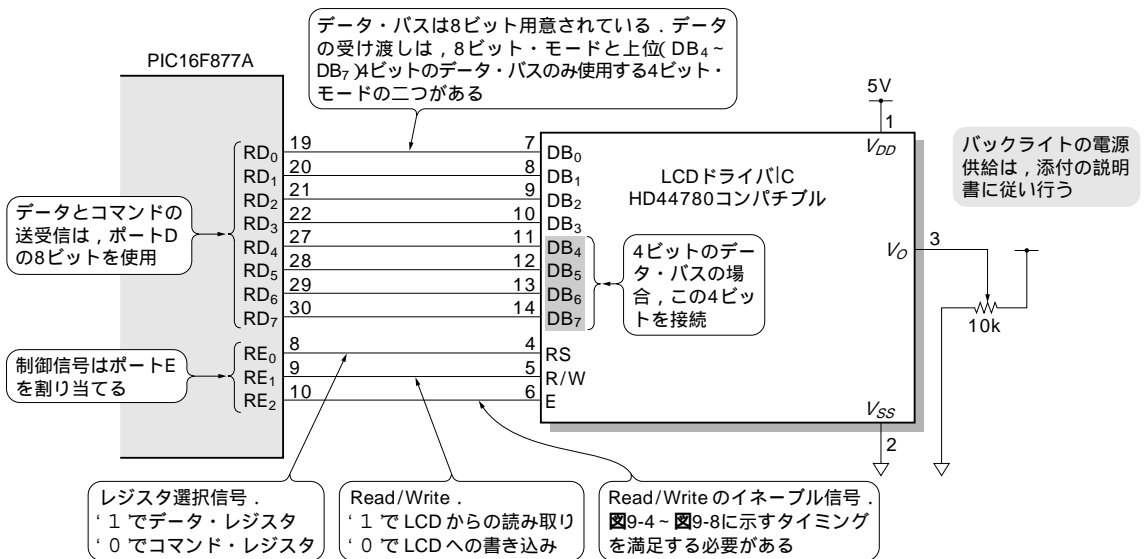


図9-3 LCDと16F877Aの接続

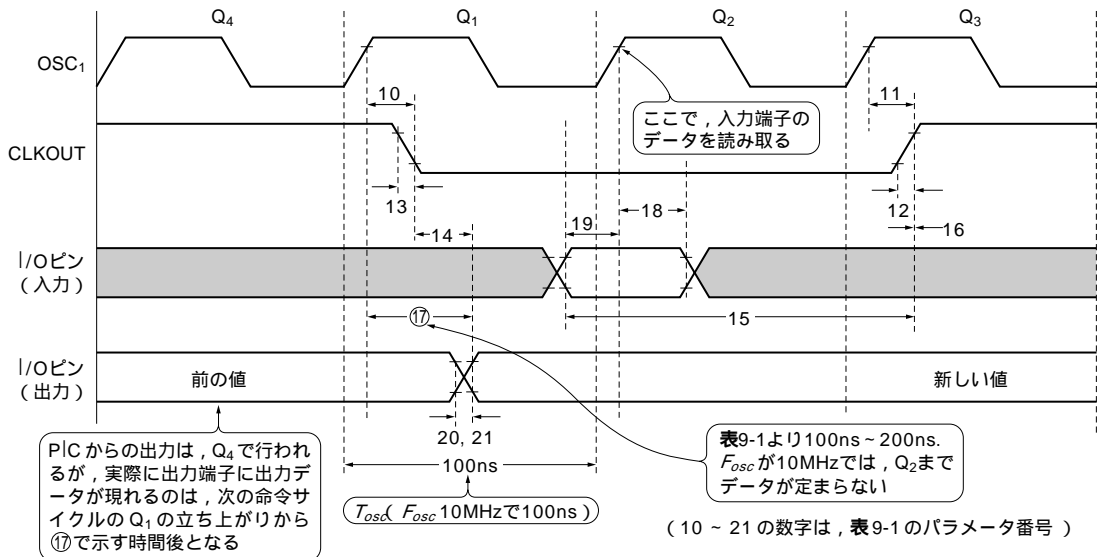


図9-4(2) PICの入出力タイミング

▶ RS(Register Select)信号

RS 信号は、データの受け渡しの制御を行います。この信号線はデジタル入出力ポートPORTEのRE₀(ビット0)に接続します。bsf PORTE, 0で“H”(1)にすると、LCDに表示する「データ」の受け渡しとなります。この信号をbcf PORTE, 0で“L”(0)にすると、LCDドライバの動作を制御する「コマンド」の書き込みになります。

▶ R/W(Read/Write)信号線

R/W 信号線による読み書きの制御はPORTEのRE₁(ビット1)の信号線で行います。bcf PORTE, 1で“L”(0)のWriteモードとなり、PIC側からLCDドライバへ、コマンドを書き込みコマンドで指示された、カーソルの移動、表示のクリアなど制御を行ったり、またはLCDへの表示データが書き込めます。bsf PORTE, 1で“H”(1)のReadモードとなり、コマンドではPICがLCDドライバのコマンド処理を完了したかチェックする、BF(Busyフラグ)のチェックを行うときなどに利用します。

▶ E(Enable)信号

コマンド、データの読み書きを行う230 ns以上の幅をもったパルス信号です。このパルスの立ち上がりを読み書きのタイミングとなります。この信号のON/OFFはPORTEのRE₂(ビット2)で行います。

各制御信号の役割は決まりました。次に、それぞれの信号のタイミングが仕様を満足するかも含めて、PICからLCDドライバとの間での読み書きについて検討していきます。

データ/コマンドの書き込み

まず、PICのデジタルI/Oポートの入出力タイミングを確認します。図9-4に示すようにPICへの入力はQ₂のサイクルの先頭の立ち上がりで行います。PICからの出力はQ₄サイクルで出力操作を行い、出力操作に伴うデータの値が出力ピンに現れるのは、次の命令サイクルのQ₁の立ち上がりから $T_{osH2ioV}$ で示す時間(17番パラメータ、表9-1参照)が必要です。この時間は標準で100 ns、最大で255 nsとなります。この遅れにより、発振周波数が10 MHzの動作時ではQ₁の期間が100 nsですので、PICからのデータの確

表9-1(2) PICのクロックおよび入出力タイミング

パラメータ番号	記号	特性	Min	Typ [†]	Max	単位	条件	
10*	$T_{osH2ckL}$	OSC ₁ の立ち上がりから CLKOUT の立ち下がり時間	-	75	200	ns	注1	
11*	$T_{osH2ckH}$	OSC ₁ の立ち上がりから CLKOUT の立ち上がり時間	-	75	200	ns	注1	
12*	T_{ckR}	CLKOUT の立ち上がり時間	-	35	100	ns	注1	
13*	T_{ckF}	CLKOUT の立ち下がり時間	-	35	100	ns	注1	
14*	$T_{ckL2ioV}$	CLKOUT の立ち下がりからポート出力が有効になる時間	-	-	$0.5T_{CY} + 20$	ns	注1	
15*	$T_{ioV2ckH}$	CLKOUT の立ち上がりの前にポート入力がある有効な時間	$T_{OSC} + 200$	-	-	ns	注1	
16*	$T_{ckH2iol}$	CLKOUT の立ち上がりの後ポート入力を保持する時間	0	-	-	ns	注1	
17*	$T_{osH2ioV}$	OSC ₁ の立ち上がり(Q ₁ サイクル)からポート出力が有効になる時間	-	100	255	ns		
18*	$T_{osH2iol}$	OSC ₁ の立ち上がり(Q ₂ サイクル)ポート入力がある有効(I/O入力保持時間)な時間	標準(F)	100	-	-	ns	
			拡張(LF)	200	-	-	ns	
19*	$T_{ioV2osH}$	OSC ₁ の立ち上がりまでポート入力がある有効(I/O入力セットアップ時間)な時間	0	-	-	ns		
20*	T_{ioR}	ポート出力立ち上がり時間	標準(F)	-	10	40	ns	
			拡張(LF)	-	-	145	ns	
21*	T_{ioF}	ポート出力立ち下がり時間	標準(F)	-	10	40	ns	
			拡張(LF)	-	-	145	ns	
22††*	T_{inp}	INT ピン“H”または“L”時間	T_{CY}	-	-	ns		
23††*	T_{rbp}	RB ₇ :RB ₄ 変化割り込み“H”または“L”時間	T_{CY}	-	-	ns		

* このパラメータの値はテストはしていない。

† “Typ”の列のデータは、とくに指定のない限り、5.0V、25℃でテストしている。このパラメータは設計ガイダンスのためのもので、テストはしていない。

†† この図には出ていないパラメータ。このパラメータは非同期イベントであり、どの内部クロック・エッジとも関連がない。

注1: CLKOUT 出力が $4 \times T_{OSC}$ 、RCモードでの計算値。

T_{CY} (パラメータ番号2): 命令実行サイクル・タイム

定は次の命令サイクルのQ₂の立ち上がりには間に合わない場合が生じます。

PICの場合は、出力と入力が続いたとき、PICからのデータの出力タイミングと次にPICがデータ・バス上のデータを読み取るタイミングが近接していて、場合によっては重なるときがあること前提にして、LCDドライバのリード/ライトを考えます。

9-3 LCDへの書き込み

LCDドライバへの書き込みタイミングは、図9-5に示すようになります。タイミング値は表9-2に示します。LCDドライバにデータを書き込む場合は、E(Enable signal)信号のパルス幅(PW_{EH})は230ns以上で、E信号の立ち下がりの80ns以前(t_{DSW})に書き込むデータが確定して、E信号の立ち下がりによってLCDドライバがDB₀ ~ DB₇のデータを読み込みます。この条件を満足するかを確認します。

書き込み処理では、まず、RS信号をビット操作命令でコマンドの場合は“L”(0)に、データの場合は“H”(1)に指定し、次にR/W信号をbcf命令で“L”に指定します。この二つの条件は、データの出力以前に所定の値になっているとして話を進めます。

これ以後、PICからのLCDドライバへ書き込みするタイミングを図9-6に示します。movwf PORTD命令で、書き込むデータをポートDに出力し(), LCDドライバのデータ・バス上に書き込むデータを

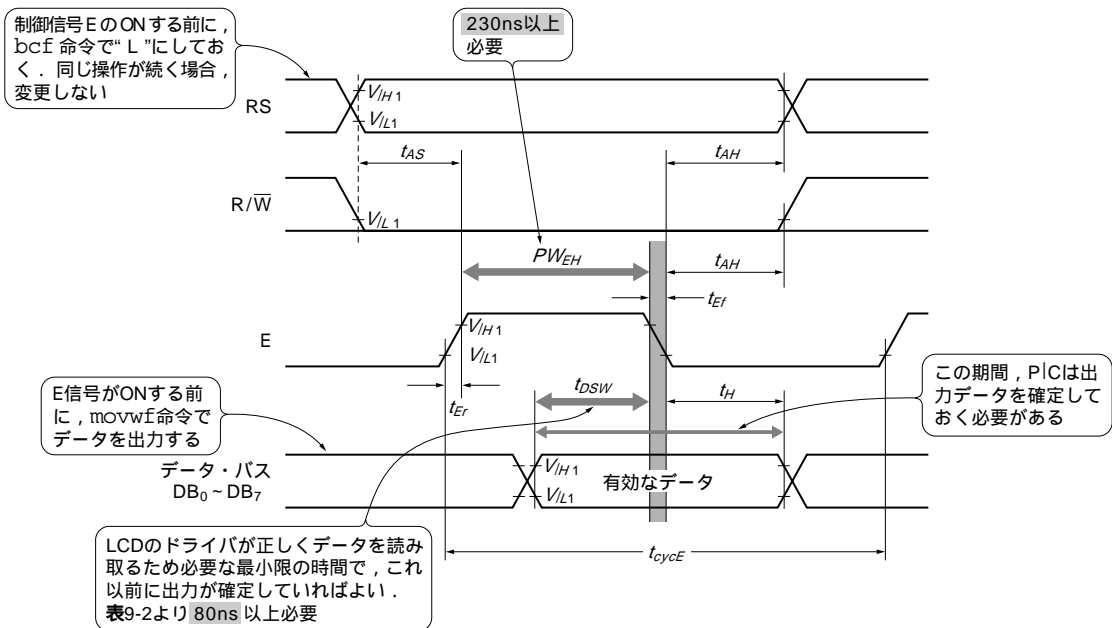


図9-5⁽⁸⁾ LCD ドライバへの書き込みタイミング
 ライト操作 . PIC のシステムから LCD へデータ/コマンドを書き込む .

表9-2⁽⁸⁾ LCD ドライバへの書き込みタイミング

項目	記号	Min	Typ	Max	単位
Enable サイクル時間	t_{cycE}	500	-	-	ns
Enable パルス幅(“ H ”レベル)	PW_{EH}	230	-	-	
Enable 立ち上がり / 立ち下がり時間	t_{Er}, t_{Ef}	-	-	20	
RS, R/W アドレス・セットアップ時間	t_{AS}	40	-	-	
RS, R/W アドレス・ホールド時間	t_{AH}	10	-	-	
データ・セットアップ時間	t_{DSW}	80	-	-	
データ・ホールド時間	t_H	10	-	-	

用意します . 次に、bsf 命令で E 信号を“ H ”にして()、次に bcf で E 信号を“ L ”にします() . この期間が F_{osc} が 10 MHz のとき 400 ns で、E 信号の最小値は 230 ns ですから、仕様を満足します . F_{osc} が 20 MHz の場合は 200 ns となり E 信号の最小値 230 ns 以下となるので、図に示すように NOP 命令を挿入し() 実行時間 200 ns を追加すると、計 400 ns となり仕様を満足します .

したがって、通常の場合、RS 信号でデータ/コマンドを選択し、R/W 信号を“ L ”にして、

```
movwf PORTD
bsf   PORTE, 2
bcf   PORTE, 2
```

の命令を実行することで、LCD ドライバへの書き込みが確実に行えます .