

見本

HW ハードウェア・セレクション

カラー/モノクロから有機EL/不揮発タイプまで

グラフィック 表示モジュール 応用製作集

15の事例
を詳解!

トランジスタ技術編集部 編



CQ出版社

第1部 製作編

◆ 第2章

注文装置、フォトフレーム、ロジック・スコープを作る

カラー液晶ディスプレイ・ モジュールの応用製作5題

京谷 豊/操田 浩之/栢山 一郎/よし ひろし

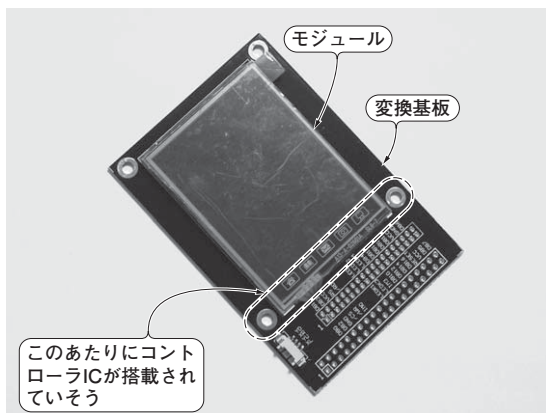
静止画の表示が得意、動画の表示が得意、線や文字の表示が得意という特徴のあるモジュールを、注文装置、フォトフレーム、ロジック・スコープとして利用しました。CPU/RGB/シリアル・インターフェースをもつモジュールの使い方がわかります。

製作1

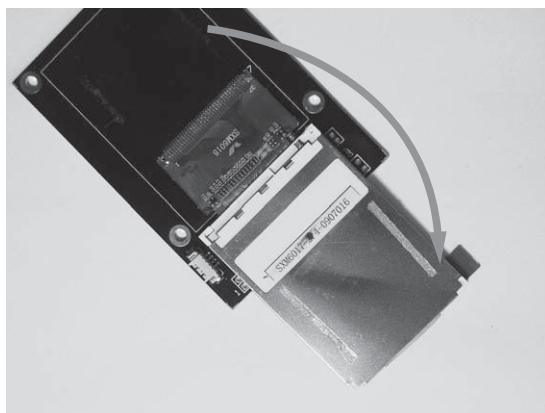
フレーム・メモリ内蔵で静止画に向く YHY024006A SDカード対応のメニュー注文装置を製作

タッチ・パネル付き320×240画素、2.4インチLCDモジュール YHY024006AをCPUインターフェースで制御する例を紹介します。このLCDモジュールのコントローラICは、フレーム・メモリを搭載しており、マイコンがSDカード内の画像をフレーム・メモリに転送することで、表示画像を書き換えます。

入手したLCDモジュールの外観を写真1に示します。写真では、既に変換基板が装着された状態で写っていますが、本来のLCDモジュールとしては、この表示部分だけで販売されています。たまたま筆者が購入した際は、変換基板に実装済みのものしか在庫がなかったためこちらを選択しましたが、単



(a) 表面



(b) 両面テープをはがして裏面を見た

写真1 2.4インチLCDモジュールYHY024006A

体のモジュールだけの方が、設定などでの選択肢は広くなります。

写真1(b)は、貼り付けられている両面テープをはがして、プリント基板との接合部分を見たところ です。LCDモジュール表示面の下側からフレキシブル基板が伸びており、その導入部にいくつかのチップ部品が実装されています。コントローラICはこの状態では確認できませんが、表示面最下部にあるメールや電話マークのアイコンが印刷されているあたりは表示エリア外なので、おそらくこの下側に実装されているのでしょう。

モジュールの使い方

● フレキシブル基板の端子は0.8 mmピッチ、37ピン、はんだ付けも可能

LCDモジュールから外部に信号を出力するためのフレキシブル基板は、表示面最前部に張り付けられたタッチ・パネル、それにLEDバックライトからの配線も加わり、最終的に0.8 mmピッチ、37ピンの端子となります。

筆者はプリント基板にはんだ付けが施してあるモジュールで購入しました。実際には、ピッチ変換基板を購入し、自分ではんだ付けもできるでしょう。購入したモジュールも手はんだされているようです。

● 接続は8/16ビット・パラレルのみ

このLCDモジュールのコントローラICには、ILI9325(ILI Technology)が使われています。ILI9325本来の機能としては、8/9/16/18ビット・パラレルと4線SPIが選択できるようになっており、パラレル接続は8080インターフェースを使用します。ただし、実際にはディスプレイ・コントローラがLCDモジュールに搭載された際に、モード設定用端子が固定されており、8080モード、16ビット・パラレルがデフォルト設定になっています。

フレキシブル基板上に設けられたチップ抵抗を移動させると、8080モード、8ビット・パラレルに設定を変更できます。変換基板に実装済みの状態では、事実上、設定の変更はできないので、8ビット・パラレルで接続する場合は、LCDモジュール単体で入手する方が良いでしょう。

そのほかの留意点として、ディスプレイ・コントローラで使われている3種類の電源が1系統にまとめられていたり、一部の信号線の配線が固定または省略されているものがあります。表1に、各端子の概要を示します。

▶今回は16ビット・パラレルで使用した

データ転送のパフォーマンスが最も高いのは16ビット・パラレル接続ですが、I/Oを多く使用するため、規模の大きいマイコンが必要です。本操作例では、端子を多く使えるマイコンを採用することにし、16ビット・パラレルで制御しました。8080インターフェースのタイミングを図1に示します。

● 必要な電源の種類と投入順序

電源に関する要件を表2に示します。本来、ディスプレイ・コントローラからは、I/Oインターフェース用の V_{CCIO} 、アナログ回路用の V_{CI} 、内部回路用の V_{CC} が別々に外部へ引き出されています。そのほかにも内部のレギュレータやDC-DCコンバータで、多くの種類の電圧が生成されています。

LCDモジュール上では、これらの3種類の電源がすべてまとめられているようなので、電源電圧を設定するには制限が付きます。具体的には、 $2.5\text{ V} \leq V_{CI} \leq 3.3\text{ V}$ 、 $1.65\text{ V} \leq V_{CCIO} \leq 3.3\text{ V}$ 、 $2.4\text{ V} \leq V_{CC} \leq$

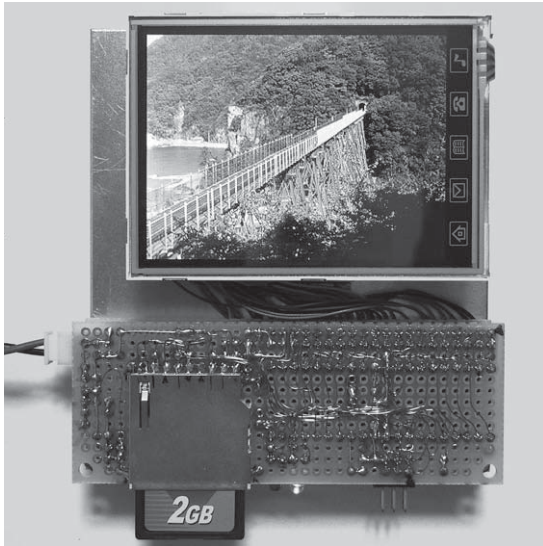


写真3 SDメモリーカードから読み出した自然画
バックライトの輝度も高いため鮮明な表示となっている



写真4 タッチパネル付きならではの応用例…数字を並べるパズル・ゲーム

製作3

動画表示に向く 1B3GC01

STM32 ARMマイコンを使ってフォトフレームを製作

240×320画素の2.4インチLCDモジュール1B3GC01(リプロ電子)を使って、簡単なカラー写真の表示を行いました。このLCDモジュールはフレーム・メモリを内蔵していない製品なので、常に表示データを送り続ける必要があります。デジタルRGBデータとビデオ同期信号、コントロール信号などを接続します。従来は、描画専用コントローラを外付けするか、FPGAを使って同期信号を生成していましたが、ここでは個人でも入手できる汎用マイコンを利用しました。

モジュールの使い方

● 汎用マイコンのDMAと割り込みを利用してビデオ同期信号を生成

内部バスとマイコン外部のバスを分離してアクセスできる高機能なDMA(ダイレクト・メモリ・アクセス)コントローラを内蔵するマイコンが増えています。

ルネサス エレクトロニクス社のH8SXシリーズや今回使用したSTマイクロエレクトロニクス社のSTM32シリーズなどです。使用したマイコン基板は、STM32F103VET6を搭載したSTBeeです。共立電子産業やストロベリーリナックスから購入できます。LCDモジュールと周辺回路基板の外観を写真1に示します。

● 接続は2.54 mmピッチ、46ピンのコネクタ

LCDモジュールのフレキシブル基板には、0.4 mmピッチ40ピンの面実装コネクタが搭載されていま

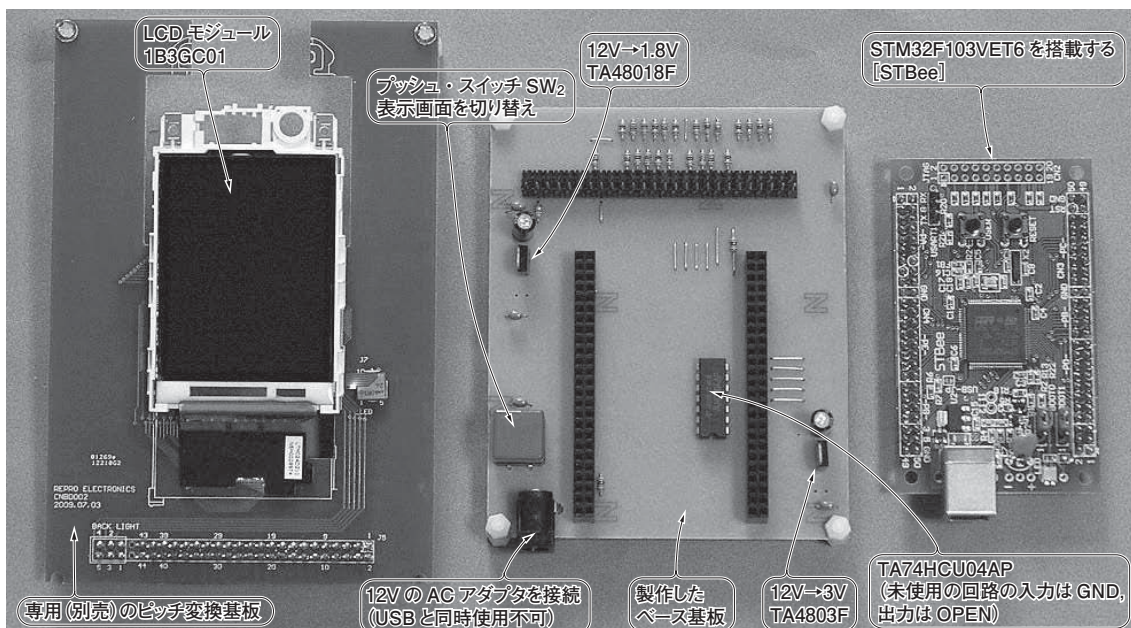


写真1 RGB インターフェースの2.4インチLCDモジュール 1B3GC01(リプロ電子)と周辺回路
LCDモジュールとマイコン基板を接続するためにベース基板を準備した

す。このコネクタのピッチ間隔に個人で対応するのは難しいので、モジュール専用のピッチ変換基板(2.54 mm ピッチ, 46ピン)を介して接続しました。

● 付属していたのはパネル・メーカー純正の仕様書ではない

LCDパネルは240×320ドットの縦型で、裏にはサブディスプレイが付いていますがサポートされていないようです。残念ながら入手できる仕様書は簡易型で、電気的な仕様(例えば絶対最大定格)や細かな動作タイミングなどで不明な点があります。従って、今回紹介する方法がベストな接続方法ではなく、簡単に動作を確認できる程度の接続方法だと思ってください。

● 電源は12Vと3V, 1.8V

回路を図1に示します。LCDモジュールには3Vと1.8Vを供給します。ロジック電圧は1.8Vとなっているので、マイコンとの接続信号は1.8Vに合わせました。今回使用したSTM32は、出力端子をプッシュプル(通常の電圧出力)とオープン・ドレインに切り替えが可能なので、オープン・ドレインに設定し、外部で1.8Vにプルアップしています。詳細は後述しますが、VCLK信号はDMAを利用するときのために論理を反転させているので、抵抗分割により電圧を落としています。LCDを駆動する信号は高速なので、本来はレベル変換ICを使用すべきです。

バックライト用のLEDは実測で約11.6Vの順方向電圧が必要なので、12VのACアダプタを利用しました。こちらもPWMなどを使った調光は行わず、とにかく簡単な回路で実験しました。

リスト1 OLDモジュールへのデータ送信, シリアルとパ
ラレルのプログラムの違い

```
void OLEDDataOne(uint8_t data)
{
  UCSR0A = 1<<TXC0; // 事前に送信完了フラグをクリア
  PORTC &= ~(1<<_CS); // CS ↓
  UDR0 = data; // DATA設定
  while (!(UCSR0A & (1<<TXC0)));
  // 送信完了まで待つ
  PORTC |= (1<<_CS); // CS ↑
}
```

(a) SPIインターフェース

```
void OLEDDataOne(uint8_t data)
{
  PORTC &= ~(1<<_CS); // CS ↓
  PORTD = data; // Data設定
  PORTC &= ~(1<<_WR); // WR ↓
  PORTC |= (1<<_WR); // WR ↑
  PORTC |= (1<<_CS); // CS ↑
}
```

(b) パラレル・インターフェース

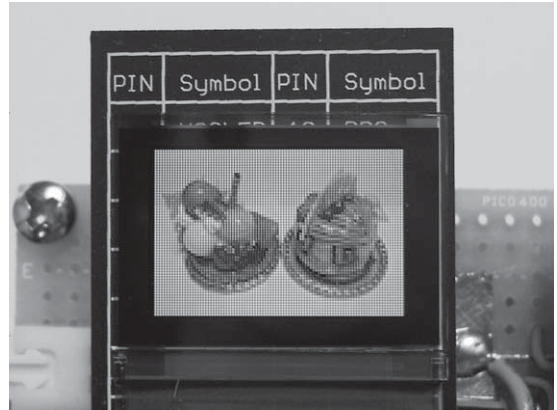


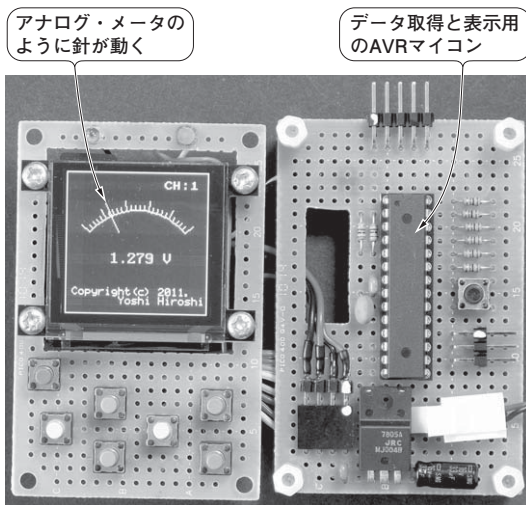
写真4 SDメモリーカードに格納された画像ファイルを表示できた

製作8

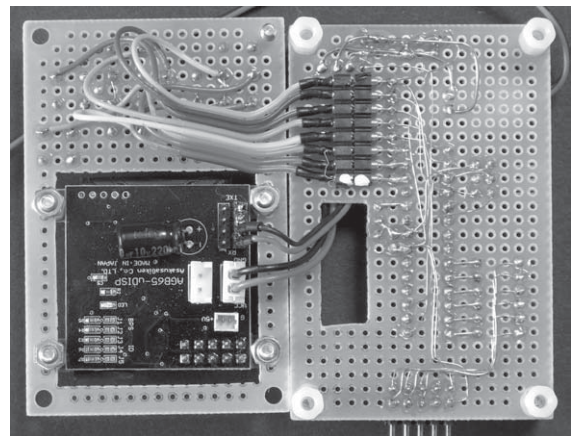
文字表示やライン描画に向くお手軽品 AGB65-uDISP アナログ・テスタの表示画面を製作

写真1に128×128画素, 表示領域27×27 mmのOLEDモジュール AGB65-uDISP(浅草技研)を示します。

特徴はシリアル通信で制御可能なことと, 簡単な描画コマンドでテキスト表示, ライン, 四角形表示



(a) 表面



(b) 裏面

写真1 1.5インチOLEDモジュール AGB65-uDISPでアナログ・テスタを製作

などが行えることです。英字フォントが搭載されているので、低価格グラフィクス表示器と比較すると、テキスト表示がとても簡単に行えるので、システム構築が短時間にできます。

このほかにも、内蔵のマイクロSDメモリーカードを利用してイメージ画像の保存、表示、動画再生（画像の連続再生、ただしパラパラ漫画）が可能です。

面白いのは複数台の同時使用で、一つのシリアル・ラインに複数のuDISPを接続して、各uDISP固有のIDごとに異なる描画を行えることです。

モジュールの使い方

● 接続はシリアルで

コマンドは、無手順（調歩同期）によるシリアルで通信します。パネル側からの応答はデータシートに記載されていないので、マイコンからは送信だけの一方通行です。つまり、信号線1本とグラウンドの2本だけで接続します（写真2）。

通信速度は9600, 115200, 460800 bpsからジャンパ設定で選択できます。パラレル接続に比べると、配線数が少ないので手軽です。また、高速シリアル通信が利用できるので、マイコン利用時にはUSARTを初期化した後、通信ポートにデータを書き込むだけで接続できます。コマンド・フォーマットを図1に、コマンド一覧を表1に示します。表示器の機能を大体想像できると思います。

● 色はRGB各色を5/6/5ビットで表現

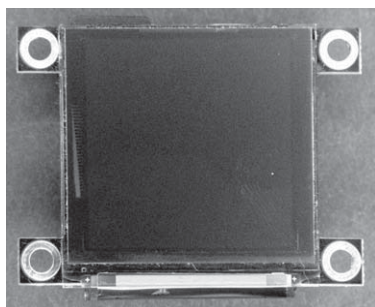
パソコンなどでは、色を表すために各色8ビット×3色=24ビットを用いています。しかし、この表示器では16ビットで一つの色を、RGB各色を5/6/5ビットで表現しています（図2）。これをRGB565形式と呼んでいます。

プログラム内部では各色8ビットのほうが扱いやすいので、コーディング上で24ビット・カラーを扱えるようにしておくとう便利です。

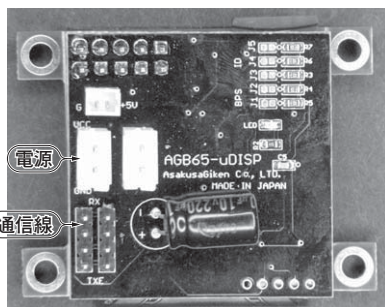
● 四つの座標系

▶ グラフィクス座標

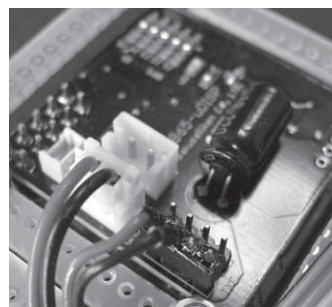
グラフィクスの座標は、画面左上角をゼロとして、X軸が最大で127、Y軸は画面下部に向かって最



(a) 表面



(b) 裏面



(c) 接続は電源2本と受信ライン、GND、合計4本だけ

写真2 お手軽有機ELモジュール AGB65-uDISP

◆ 第4章

名札や温湿度表示装置を製作 コレステリック液晶ディスプレイ・ モジュールの応用製作 2題

よし ひろし/唐澤 伸之

人を検知したときだけ表示内容を書き換える低消費電力の温湿度計や、書き換えたあと電子回路から取り外して使える名札を製作しました。CPU/シリアル・インターフェースをもつモジュールの使い方が分かります。

製作 11

静止画の表示が可能なモジュール NCHM2017 何度も書き換えられる名札を製作

ナノックスのコレステリック液晶モジュール NCHM2017は、パラレル・インターフェースとシリアル・インターフェースを選べる、128×64画素のモノクロ表示器です。

画素ピッチは0.455 mmの正方形で、表示領域は約58.2 mm×29.1 mmです。外観を写真1に示します。表示部ガラスの下端にフレキシブル・ケーブルが出ていますが、このケーブルのガラス側に四角い物体

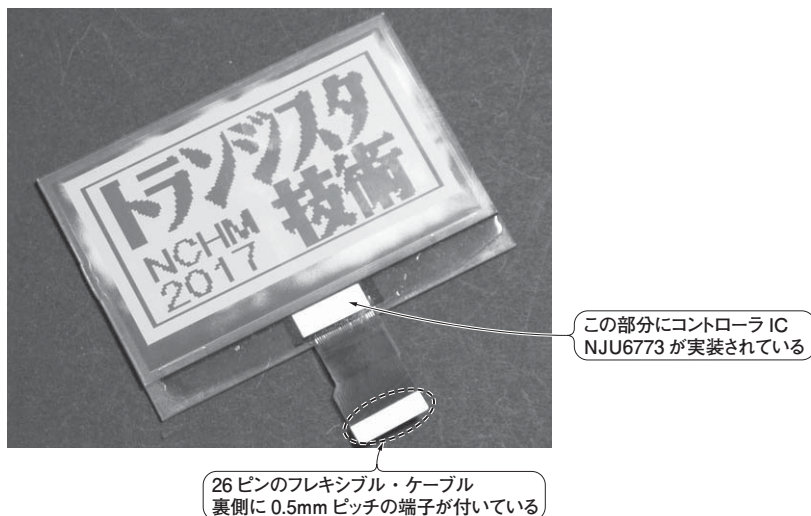


写真1 コレステリック液晶モジュール NCHM2017(ナノックス)を使って書き換え可能な名札を製作
一度書き込んでしまえば周辺回路を外しても表示を保持できる

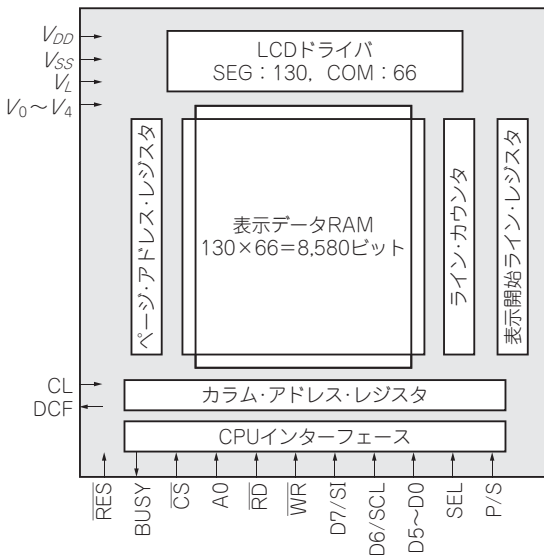
が張り付けられているように見えます。この部分に、LCDのコントローラIC(ドライバ兼コントローラ) NJU6773が実装されています。

モジュールの使い方

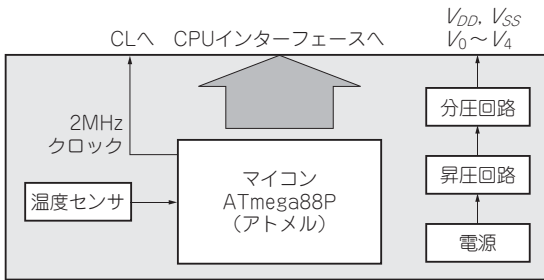
● 128×64ドットの表示器なのに130×66ドット分のRAMを搭載

図1(a)にコントローラICの概要を示します。注目する点は、表示データRAMです。128×64ドットの表示器なのに、^{あっこん} どういうわけか130×66ドット分のRAMを搭載しています。これは写真2(a)に示す、^{あっこん} 圧痕(くぼみ)とダミー・ラインに対応するために準備されています。

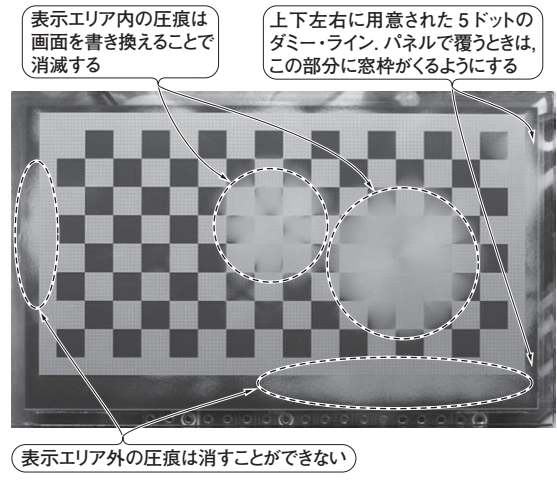
図1(a)のページ・アドレス・レジスタとカラム・アドレス・レジスタは、表示データRAMのどこにデータを書き込むかを指定します。



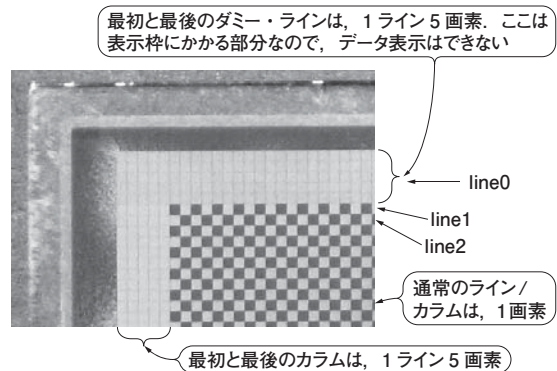
(a) コントローラIC NJU6773のブロック図



(b) ユーザ側基板のブロック図



(a) 圧痕例



(b) ダミー・ライン領域

図1 コントローラICと操作作用基板のブロック図

写真2 表示エリア外の圧痕は消せないためダミー・ラインを挿入する

◆ 第5章

文字表示の定番品，入手性と価格に優れる グラフィックVFDとキャラクタLCDの 応用製作 3題

よし ひろし

製作13

視認性が高いグラフィックVFD 屋外で使えるメッセージ・ボードとして

視認性が高いため，屋外でも見やすいVFDモジュールを，メッセージ・ボードとして利用しました。コマンドによるライン描画や四角形の描画，漢字を含む文字表示が可能です。内蔵メモリに記録された画像を高速で表示し，アニメーション効果を得ることもできます。

グラフィックスVFDモジュール(Vacuum Fluorescent Display；蛍光表示管)GU256X64C-3900B(ノリタケ伊勢電子)は，256×64画素のグラフィックス表示が可能です。モノクロで，画素ピッチは0.33 mm×0.33 mmの正方形です。

同じ256×64画素のシリーズには0.65 mm×0.65 mmまで，大きさの異なるモジュールが何種類かありますが，本モジュールは其中最も小型です。

特徴は漢字フォントを搭載していることや，グラフィックス・コマンドによるライン描画や四角形の描画が可能なことです。

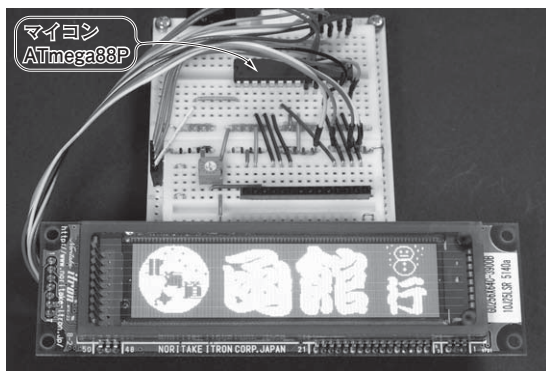
さらに，12ビットぶんの汎用ポートを持つことも特徴で，表示器の近くで補助的にLEDを点灯させたり，スイッチ入力を検出したりできます。

大容量のメモリ(SRAMおよびフラッシュ・メモリ)を搭載し，画像データを保存しておくこともできます。フラッシュ・メモリに記録された画像は高速で表示し，アニメーション効果を得ることができます。また，マクロ機能によって表示を繰り返したり，汎用ポートの値で表示内容を変えたりすることも可能になっており，単なる表示器の枠を超えた使い方も可能です。外観を写真1に示します。

モジュールの使い方

● 接続とスイッチ設定

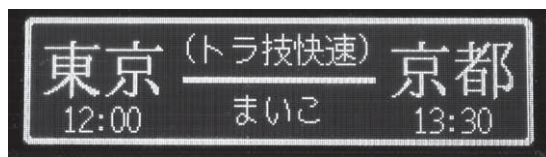
マイコンとVFDモジュールの接続には，8ビット80系パラレル・インターフェースに加え，RS-232-C非同期シリアルを利用できます。表1に，接続と設定についてまとめました。RS-232-Cで38400ボー固定のときは，SW₅をOFFのまま使用できますが，それ以外を指定するときは，SW₅をONにするだけでなく，さらにコマンドで設定する必要があります。



(a) 実験風景



(b) グラフィクス機能を利用し本誌ロゴを表示



(c) 文字表示機能を利用し列車の行き先を表示

写真1 グラフィクスVFDモジュール GU256X64C-3900B(ノリタケ伊勢電子)の外観と表示例

表1 DIPスイッチによってアドレスや動作モードを変えられる

スイッチ番号	機能	出荷状態
1		OFF
2	ディスプレイ・アドレス設定 (複数接続用ディスプレイ・アドレス設定)	OFF
3		OFF
4		OFF
5	RS-232-C 通信設定 OFF: 38400ボー, ON: メモリSWで設定	OFF
6	コマンド・モード選択 OFF: ノーマル, ON: グラフィクスDMA	OFF
7	動作モード選択 OFF: ノーマル, ON: ファームの書き換え	OFF
8	プロトコル選択 OFF: ダイレクト, ON: 電文	OFF

注▶細かい設定は、メモリSWで

プロトコルには、ダイレクト・モードと電文モードの2種類があります。電文モードを使うと、同じバスに複数の表示器を接続したときに、個々の表示器を制御できます。本稿では、ダイレクト・モードだけを説明します。

● パラレル・インターフェース概要

8ビット・パラレルは、本モジュール独自の仕様です。マイコンから表示器への書き込みだけがサポートされています。そのため、80系で用意される信号線はWRとRDがありますが、本モジュールではWR信号線しかありません。WR信号線は、マイコンから表示器にデータまたはコマンドを転送するときにパルスを出力します。RDY信号線は、モジュールのコマンド受け付け可能な状態を示します。

内部に256バイトの受信バッファを持ち、書き込まれたデータはすべて受信バッファに格納されます。そのうち、内部の動作状態に合わせてバッファから指示を取り出し、処理を行っていきます。バッファがフルになると、空きができるまでRDY信号が“L”のままになります。

パラレル・インターフェースには、DMAモードと呼ばれるモードがあります。このモードではWR

見本

ISBN978-4-7898-4130-6

C3055 ¥2800E

CQ出版社

定価：本体2,800円（税別）



9784789841306



1923055028005

このPDFは、CQ出版社発売の「グラフィック表示モジュール応用製作集」の一部見本です。

内容・購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。

内容 <http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/41/41301.htm>

購入方法 <http://www.cqpub.co.jp/order.htm>



グラフィック表示モジュール 応用製作集