

データロガーの制作

金野茂男

2002.3.4

目次

1. はじめに
2. 設計と製作
3. 仕様及び使用方法
4. プログラム
5. 終わりに
6. 参考文献
7. 添付資料
 - カラーLCDモジュールのマニュアル
 - インバータ電源のマニュアル
 - アセンブラプログラムリスト
 - Visual Basicプログラムリスト
 - プリントパターン図
 - その他

1. はじめに

マイクロチップ社のワンチップマイコンPICシリーズの最上位機種PIC17C756と5.5インチカラーLCDモジュールを使用し、測定したアナログデータの表示機能付き2入力のデータロガーを制作した。被測定アナログ信号の許容入力電圧範囲は-2.5V~+2.5V、利得は1倍~100倍までの可変、AD変換は10ビット、メモリにはSRAMを使用し、1チャンネル当たり8kデータを記録することができる。

表示装置であるLCD画面にはサンプリング時間が数値で表示され、選択することができる。測定したデータは、2チャンネル分同時にLCD画面に表示され、拡大・縮小・左右移動等のグラフ処理もすることができる。また、RS-232Cシリアル出力端子もあり、パソコンで、測定したデータを読み出させることもできる。

PIC17C756には10ビットのAD変換器が内蔵されているが、専用AD変換器でない故か、その変換速度はあまり高速ではない。制作した本装置の最高サンプリング時

間は50 μ秒、すなわち周波数特性は20 kHzである。専用AD変換器を用いた汎用なAD変換装置と比較すると、この点ではだいぶ見劣りがする。が、高速現象に対応させる予定がなければ、それなりの有効性はある。PIC17C756には、多数(50本以上)の入出力ポートがある。17C756の内蔵メモリ(一般レジスタ)の容量は小さいので、外部メモリを使用する。が、そのメモリの全アドレスビットを直接にPICでアクセスすることができるので、アナログデータロガーとしてこのPIC17C756を応用すれば、回路はきわめて簡単になる。簡単であるということは制作が容易でもあり、かつ制作費を低価格に抑えることもできることにもなる。

本装置で測定して得られたデータを、外部のパソコンで読み出し、パソコンの画面上でデータ処理をすることができるプログラムもVisual Basic V.6で書き上げた。データグラフのプリンタでの印刷も可能である。

2. 設計及び制作

本装置の設計思考を簡潔に述べるならば、先にPIC17C756を用いて制作したアナログデータメモリ^{(1),(2),(3),(4)}と、PIC17C756とLCDモジュールを用いて制作したロジックアナライザ^{(5),(6)}の合体を試みた装置といえる。

図1にブロック回路を示す。PICの内蔵AD変換器は負電圧信号は取り扱えない。正電圧のみである。これではアナログ信号処理上において多様な不便を来す。オフセット回路を前段にもうけることで負電圧信号にも対応させるようにする。また、利得回路を付加し、微弱信号にも対応させる。装置の使用に当たって、操作は簡単な程良い。余計な処理はPICに任せればよい。操作・制御はたった4つのプッシュスイッチのみで行うようにする。これにはロジックアナライザの仕様をほぼそのまま転用できる。

メモリ容量をどの程度にするかは使用目的により変わるであろう。先のアナログデータメモリでは1MビットのSRAMを2個親亀子亀方式(親SRAMには高位8ビット分を、子SRAMには低位2ビット分を記憶させる)で用いた。記憶容量が大きすぎた感があった。今回の装置は256kビット(8ビット×32kバイト)SRAMを1個用いることにする。2個は用いない。回路的にだいぶ簡単になるからである。その一方で、メモリへのデータの入り方がより複雑になるので、書き込み及び読み出しの手順がより面倒になる。が、この点はアセンブラプログラムの方で十分に対応できる。AD変換は10ビットなので、1データに2バイトが必要であり、測定チャンネル数は2チャンネルである。従って、1チャンネル分の記憶件数は8kデータとなる。

メモリへのデータの書き込み並びは以下の通りとする。1データのAD変換値は10ビットなので、メモリの2バイトが必要である。10ビットの内の上位8ビットを1バイトに、下位2ビットを引き続くアドレスの1バイトに書き込む。データは2チャンネル分あるので、これを交互に繰り返して、メモリに書き込む。

メモリ関係の入出力線類は、データ線が8本、アドレス線が15本、メモリ制御線が2本の合計で25本が必要となる。PIC17C756ならば、I/Oポートをこれに充足させてもなを十分な余りがある。17C756ならではである。

LCDにはロジックアナライザに用いたと同じ5.5インチパッシブカラー液晶モジュ

ールLM32C041を用いる。後半に、資料1としてこのモジュールのマニュアルを添付しておいた。必要な制御線類は12本である。このモジュールの駆動にはロジックアナライザで用いたアセンブラ・プログラムがほぼそのまま転用できることになる。本装置で測定したデータを他のパソコンで処理できるようにしておいた方が機能的である。17C756にはRS-232Cに準拠した出力端子がある。これを使用し、シリアル出力可能な装置とする。これにはアナログデータメモリでの手順を大凡そのまま転用できる。

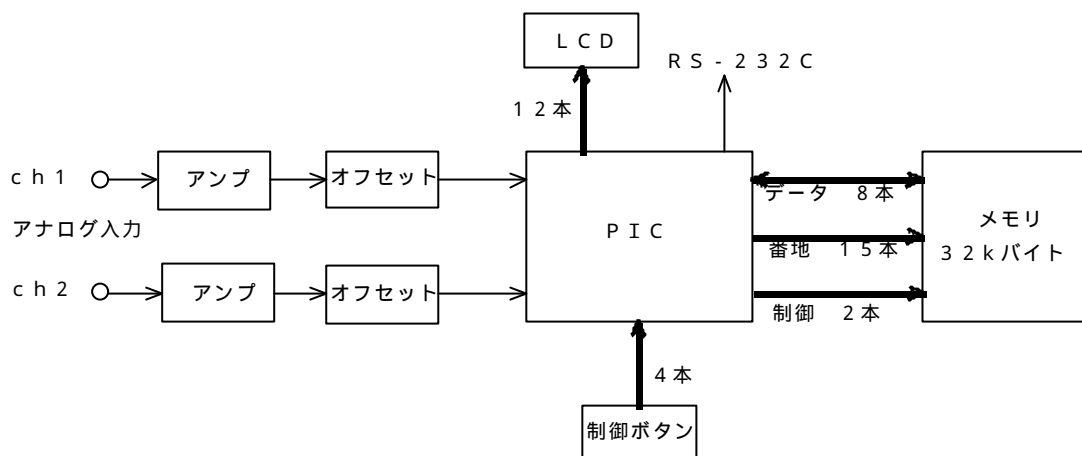


図1 ブロック回路

図2が回路図である。メイン電源は+12VDC(1A)アダプタである。LCDのバックライトを点灯させるために、インバータ電源回路(入力+12V)を別枠で用意しなければならない。資料2として、入手し、今回使用したインバータ電源回路のマニュアルを添付しておいた。今回使用したインバータ電源は前回ロジックアナライザに用いたインバータ回路より小型であったので、LCDの背面にうまい具合に納めることができた(写真3参照)。

ロジック電圧の+5Vは3端子レギュレータ7805で供給している。LCDモジュールでの消費電流が結構大きい。ヒートシンクを取り付けている。アンプ及びオフセット回路はOPアンプを使用するので、プラス電源は3端子レギュレータICであるLM317で、マイナス電源はDC-DCコンバータ専用ICであるMAX635を用いる。ともに、接続してる可変抵抗を調節することで、出力電圧を簡単に変更することができる便利なICである。LCD駆動用+30Vの電圧は、ロジックアナライザで用いた回路をそのまま適用している。発振専用IC555を自励させて疑似交流を作り、多段の整流昇圧回路で+30Vを供給している。

17C756にはRS-232Cに準拠した出力端子がある。が、その出力電圧はTTLやCMOS規格電圧の0Vと5Vである。これをRS-232C規格の正負の電圧に変換するため、論理電圧変換専用のICであるAMD232を用いている。データの送受信は簡易化のためノーハンドシェイクとし、単純なデータ送受信回路としている。

RS-232C端子からの出力データの並びは以下の通りである。サンプリング時間(50 μ s~2s)を整数値(0~14)の対応させ、最初にこの整数値を1バイト分出力する。次に、少しの時間間隔を開けて、メモリの内容をアドレス順に出力する。つまり、1チャンネルの上位1バイト、下位1バイト、2チャンネルの上位1バイト、下位1バイト、以下繰り返し。Visual Basicで作り上げたプログラムでのRS-232C通信でのデータ受信容量に制限があるので、全32768バイトのデータを4つのブロックに分け、それらの間に少しの時間間隔を入れることで対応している。

17C756には12個のアナログ入力端子がある(が、AD変換器は1個だけである)。その内の2個、AN0/RG3とAN1/RG2のみをアナログ入力端子として使用したいのであるが、この2つだけをアナログ入力端子に設定できるようなっていない。同時にAN8/RF4とAN9/RF5もアナログ入力端子に設定されてしまうのである。RF4とRF5はLCDへのカラーデータコードの出力として使用している。従って、これでは都合が悪い。以下の方法で対応することにした。AD変換が行われている時間、すなわち測定中にはLCDは休眠状態にある。一方、測定開始前、及び測定終了後には、AD変換をする必要がないので、AD変換器は休眠状態にある。アセンブラプログラム上で、実行時間の進行中に、適宜にこれらの端子の設定を切り替える(すなわち、アナログ入力端子、あるいはデジタル端子への設定変更)ことで、競合を回避している。

ファイル名 データロガー回路図 2002年1月30日

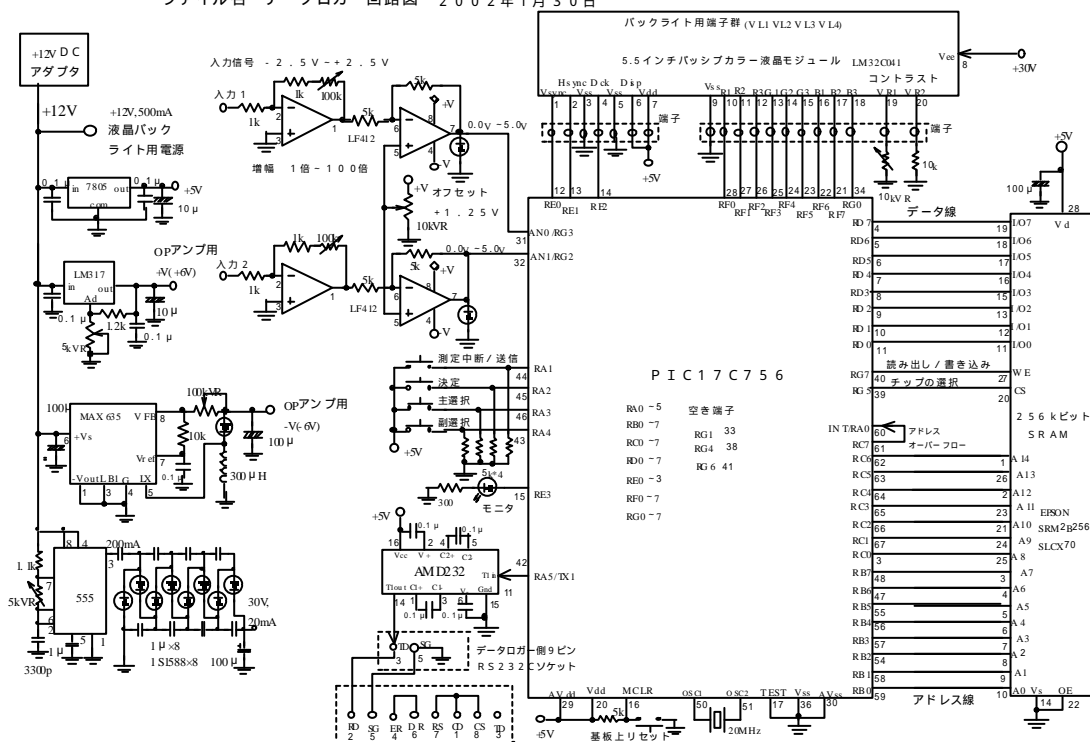


図2 回路図

256k (= 8ビット×32kバイト)のSRAMの必要なアドレスビット数は15である。RC7端子をアドレスのオーバーフローチェック端子として使用し、メモリの書き込み動作終了の信号として利用し、このフラグが上がったら測定を終了させる。

装置の利用の至便さを考えると、実測定前の試験測定等において、測定を中断させても、それまで測定したデータが保存されたままで、測定を中断し、かつ正常に終了ができることが望ましい。プッシュスイッチの状態をモニターしているRA1端子でのレベルの変化で、プログラムへの割り込み(中断)を可能とし、それに対応させている。なを、このRA1端子は測定終了状態では、RS-232Cの送信開始スイッチとしても使用できるようにしている。PICの端子の多数は複数以上の機能を持っており、プログラム実行過程で端子機能の設定変更が自在にできる。

MCLR端子の所に、基板上リセットスイッチがもうけてある。これは製作途中において使用したスイッチである。完成後にはケースの中に収まってしまうので使用する必要がないスイッチである。同様な回路として、RE3端子に接続しているLEDがある。これもプログラム開発中に使用したモニターである。完成後には特に使用しない。回路製作においては開発中のアセンブラプログラムの動作確認の手段としてこのようなモニター回路をもうけておくことは、至極に便利である。いたずらにデバッカーに頼るよりも、時間的損失も少ない。

基板には片面感光基板を使用した。回路パターンはフリーソフトのPcb eを用いて描いた。後半に資料として、パターン図を添付しておいた。

先行している2つの装置と同じように、本装置には電源スイッチはなく、DCアダプタをコンセントに差し込めば電源がオンとなる。本装置の動作制御に必要なスイッチ類は4つだけである。回路図中では、測定中断/送信、決定、主選択、副選択。ケース上のラベルではINT/RS、DEC、SET、SELで示している。

ファイル名 データロガー回路図 2002年1月30日

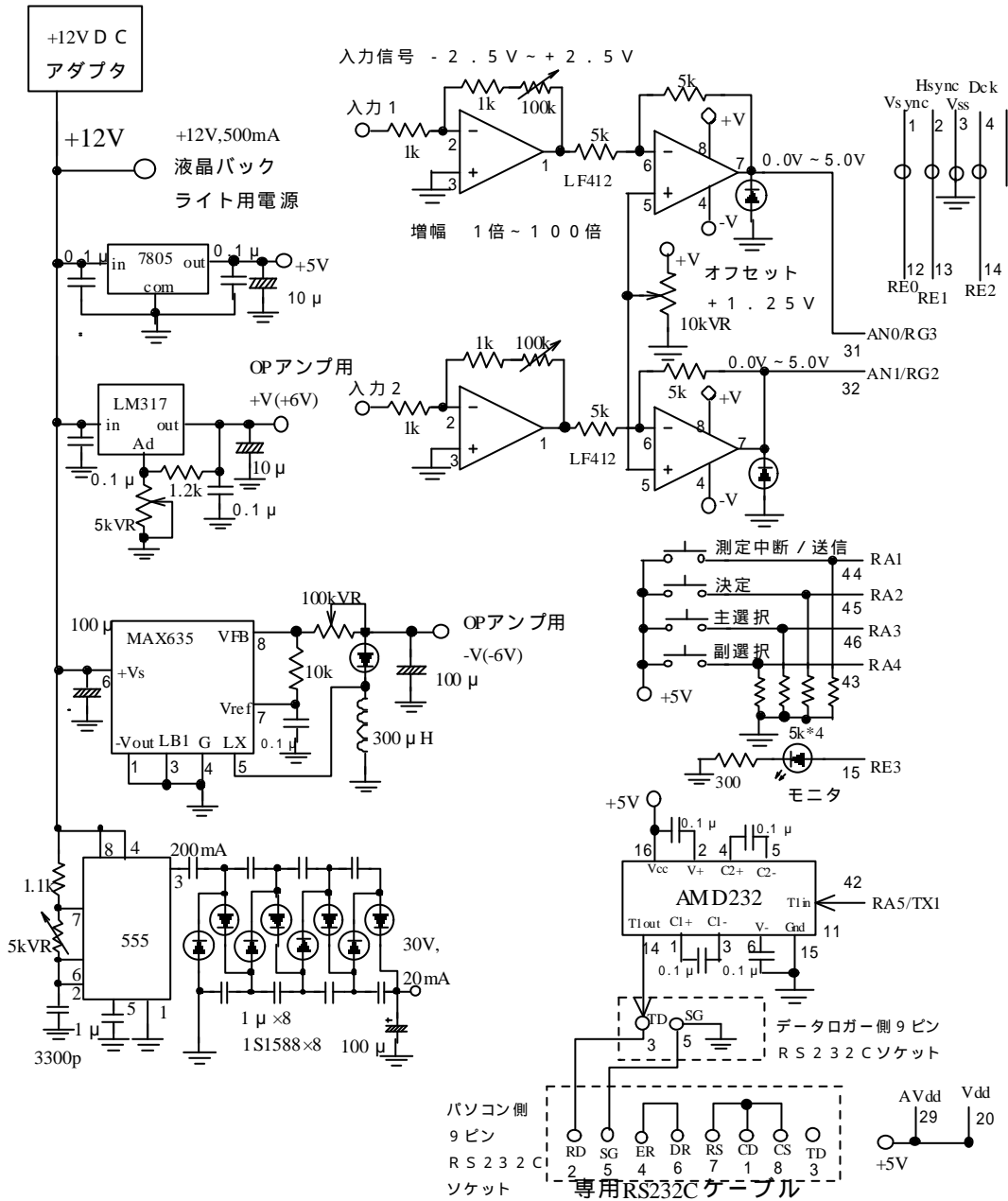


図2 - 1 回路図の左半分

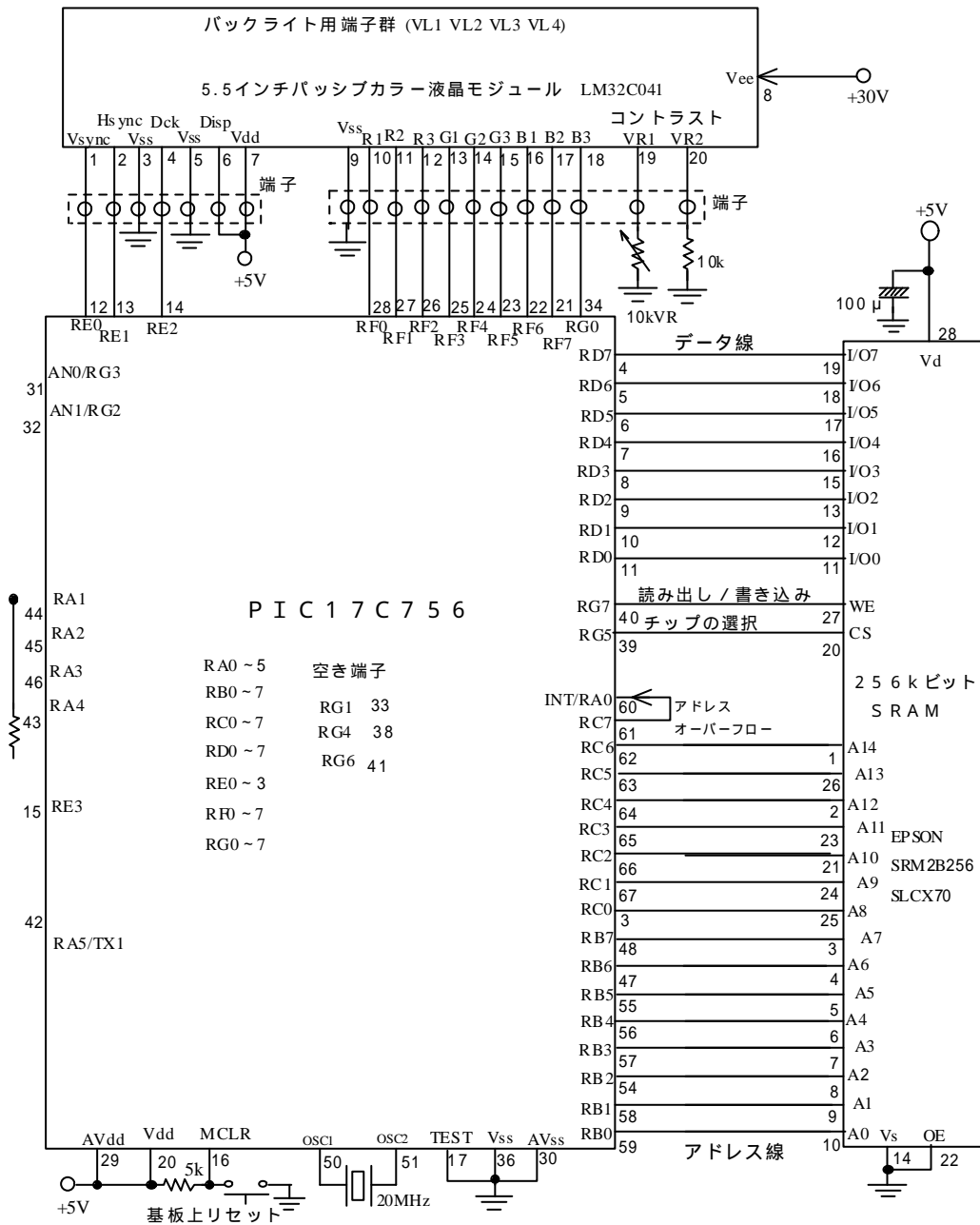


図 2 - 2 回路図の右半分

写真 1 ができあがった本装置の外観である。大きさは手の平大で、横 13cm × 縦 19cm × 高さ 6cm である。ロジックアナライザと同じように、LCD はシャーシケースの上に鎮座している。左下の 2 つは利得調整用ボリュームツマミである。

写真 2 が側面の様子である。入力端子は BNC 規格としている。RS - 232C 端子に

は9ピンD型ソケットを使用している。これらの真ん中にあるプッシュスイッチが割り込み/送信スイッチである。

写真3が装置の内部の様子である。ロジックアナライザの場合より、素子数が少なかったため、必要な電源回路も主回路と一緒に1枚のプリント基板上に収まっている。今回使用したインバータ電源は小型なので、LCDの背面に密着して取り付けることができた。右上部の同型の基板2つがそれである。バックライトは2本あるのでインバータ電源回路を2つを用いている。



写真1 装置の外観



写真2 装置の側面

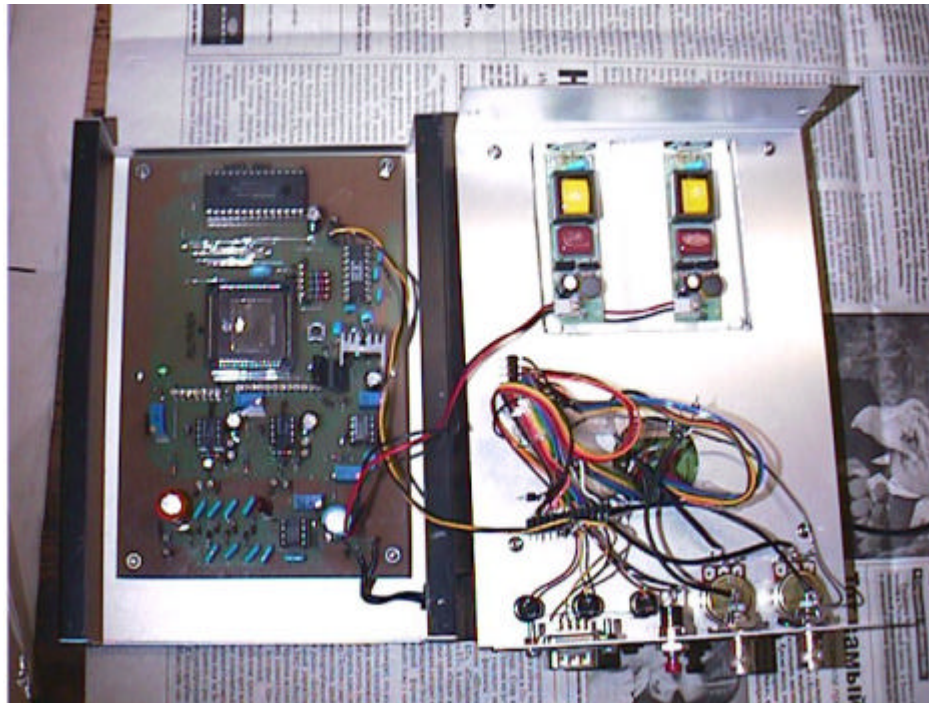


写真3 装置の内部の様子

写真4で、動作時におけるLCDの初期画面を示そうとしているが、写真写りが悪い点は深謝。画面の最下段にサンプリング時間数値が描写されている。初期サンプリング時間は50 μ であり、その数値だけが赤色で表示される。Selキーを押す毎に、赤色で表示されるサンプリング時間数値がスクロールしていく。希望する時間数値が赤色で表示されたら、Decキーを押す。測定が開始される。測定終了とともに、写真5の画面となる。画面の下半分に1チャンネルで測定したデータグラフが、画面の上半分には2チャンネルで測定したデータグラフが描かれる。画面の下部にはグラフの縮小、拡大、右移動、左移動、初期化のアイコンが表示されているのは、ロジックアナライザと同じである。また理解しやすいようにグラフの基部には「時間長」棒を描写し、グラフの時間長幅が簡単に視認できるようにもしている。

グラフ処理のアイコンをクリックすることで自在にグラフを加工し、再処理することができる



写真4 LCDの初期画面



写真5 測定終了時のLCD画面

3.仕様と使用方法

完成した本装置の仕様を列記すると以下の通りとなる。

アナログ入力チャンネル数	2本
アナログ入力許容電圧	-2.5V ~ +2.5V
利得	1倍~約100倍

A D変換ビット数	10ビット
分解能	利得 1倍時 約5 mV、 利得100倍時 約0.05 mV
メモリ容量	1つのチャンネル分 8192データ
サンプリング時間	50 μ 、100 μ 、200 μ 、500 μ 、1 m、 2 m、5 m、10 m、20 m、50 m、0.1 s、 0.2 s、0.5 s、1 s、2 s
測定時間長	50 μ サンプリング時 0.4 s 2 sサンプリング時 約4時間33分
L C D画面	データグラフの拡大、縮小、左右移動の処理が可能

使用方法は以下の通りである。

- (1) 被測定信号をチャンネルに接続する。1つのチャンネルだけでもよい。
- (2) D Cアダプタをコンセントに差し込む。
- (3) S e lスイッチを押し、希望するサンプリング時間とする。
- (4) 必要に応じて、利得調整ツマミを回し、利得の調整を行う。
- (5) D e cスイッチを押し、測定開始。
- (6) 測定終了とともに、L C D画面に測定したデータが描写される。
測定を中断したければ、I N Tスイッチを押し、それまで測定したデータが
L C D画面に描写される。
- (7) データグラフの縮小、拡大、移動を行い、測定信号の確認を行う。
- (8) 再測定が必要ならば、M a i nスイッチを押し、(3)から繰り返す。

本装置はD Cアダプタをコンセントから取り外すと、電源がオフとなり、同時にメモリ内容も消えてしまう。測定したデータを残したければ、本装置をパソコンと接続し、データをパソコンで読み出し、処理する必要がある。それは以下のように行う。

- (1) 本装置とパソコンのリシアルポートの間を専用のR S - 2 3 2 Cケーブルで接続する。
- (2) パソコンでV i s u a l B a s i cで書き上げられたプログラム(プロジェクトファイル名 D L _ V 1)を実行する。
- (3) パソコンの画面上に表示される指示あるいは選択肢に従って実行していく。

4. プログラム

17C756に書き込んだアセンブラプログラムはマイクロチップ社の純正のアセンブラM A S Mで書き上げた。ライターも同じくマイクロチップ社のP I C S t a r t P l u sを使用した。なを、17C756に書き込むためには、別売りの専用アダプターが必要である。書き上げたアセンブラプログラムを、後半に資料として添付しておいた。プログラム内容の詳細については、プログラムに注釈を多用して解説しているのでそれを参照してほしい。ここでの説明は省略する。

本稿をまとめている内に、早くもアセンブラプログラムにバグを見つけた。サンプリング周波数を $20 \mu s$ として測定をし、測定終了後の LCD 画面上では、本来、黄色で描写されるべき時間長を指示する文字 " 4 s " が赤色で描写されるのである。バグの原因は分かった。LCD の初期画面、とデータ測定後の LCD 画面の描写で、LCD 画面の下部分の描写を共通のサブルーチンにまとめてしまったところに原因があると判断した。各々の描写処理を独自のルーチンにすることで解決できると考えた。が、少し億劫となっている。色がそのように描写されるだけであり、装置の性能には影響がないと判断し、訂正は行っていない。

本装置で測定したデータをパソコンで処理するプログラムが必要である。このプログラムは前述のアナログデータメモリのために、Visual Basic V5 で書き上げたプログラムがほぼそのまま利用できそうである。データ件数の相違、送信されてくるデータの並び、測定データが 2 組 (1 チャンネルと 2 チャンネル) であることなどに留意して、書き改めていった。

V5 で書き上げたアナログデータメモリのためのプログラムを、V6 で読み出し、プログラムの改訂を行った。先の V5 板で不具合であったところの修正も加えて、V6 の Visual Basic で正常に動作するプログラムを書き上げた。このプログラムを資料として後半に添付しておいた。このプログラムにも注釈を多用しているので、プログラムについての詳細はそれに譲る。

ところで、V6 で書き上げたこのプログラムは、Visual Basic V5 がインストールされているパソコンでは、初っぱなから、よく理解できないエラーメッセージが表示され、受け付けてもらえなかったことを忠言しておく。

5 . 終わりに

LCD を駆動するためのバックライト用電気量、5 V ロジック電気量は以外に大きい。測定中は LCD は休眠状態にあるので、測定中は LCD の電源が切れるように、スイッチをもうけておくことはことは、一案である。

本装置は小型なので、電源を乾電池などで供給できれば、スタンドアローン型の携帯測定器とすることができる。そのときには LCD ドライブ電源を切ることで、電池の消耗を押しえることができ、長時間での使用も可能となろう。

限界路で、PIC の基準オシレータの発信周波数は 20 MHz である。これを変更して、例えば 2 MHz とする。このようにするだけで、サンプリング周波数は全て 10 分の 1 となり、測定可能時間も全て 10 倍長と伸びることになる。より長時間の測定に簡単に対応させることができる。が、これだけでは画面に描写される時間数値には変更はない。それまで変更したければ、アセンブラプログラムの対応する箇所を変更することになる。

6 . 参考文献

- (1) 「アナログデータメモリの改良」電子制御工学科 1999 年度卒業研究生、望月裕。

- (2)「解析ソフト付きADMシステム」金野茂男、2000年5月10日。
- (3)「解析ソフト付きADMシステムの改良」2000年度卒業研究生、小幡純一、2000年6月21日。
- (4)「アナログデータメモリスistemVer.3」金野茂男、2000年12月1日。
同Ver.4、2000年12月8日、
同Ver.5、2001年1月19日。
- (5)「8チャンネルロジックアナライザの制作」金野茂男、2001年5月10日。
- (6)「8チャンネルロジックアナライザの制作 その2 40MHz化」金野茂男、2001年6月1日

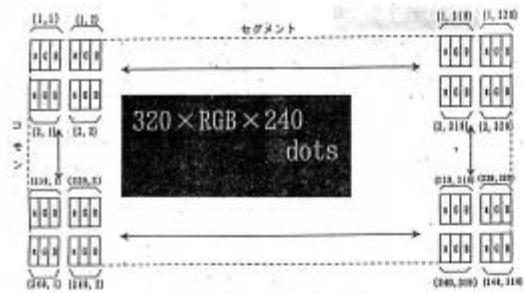


図5-1図 表示画面のドット数

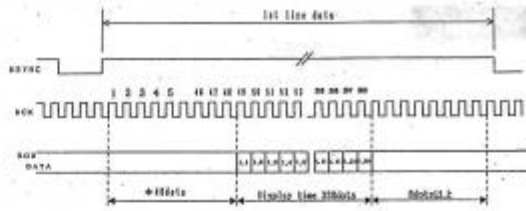
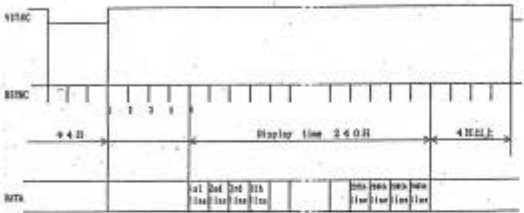


図5-2図 ガーテ入力タイミング図

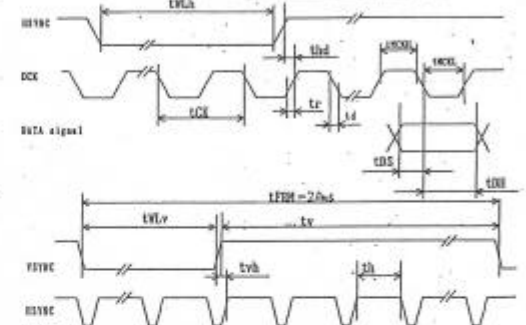
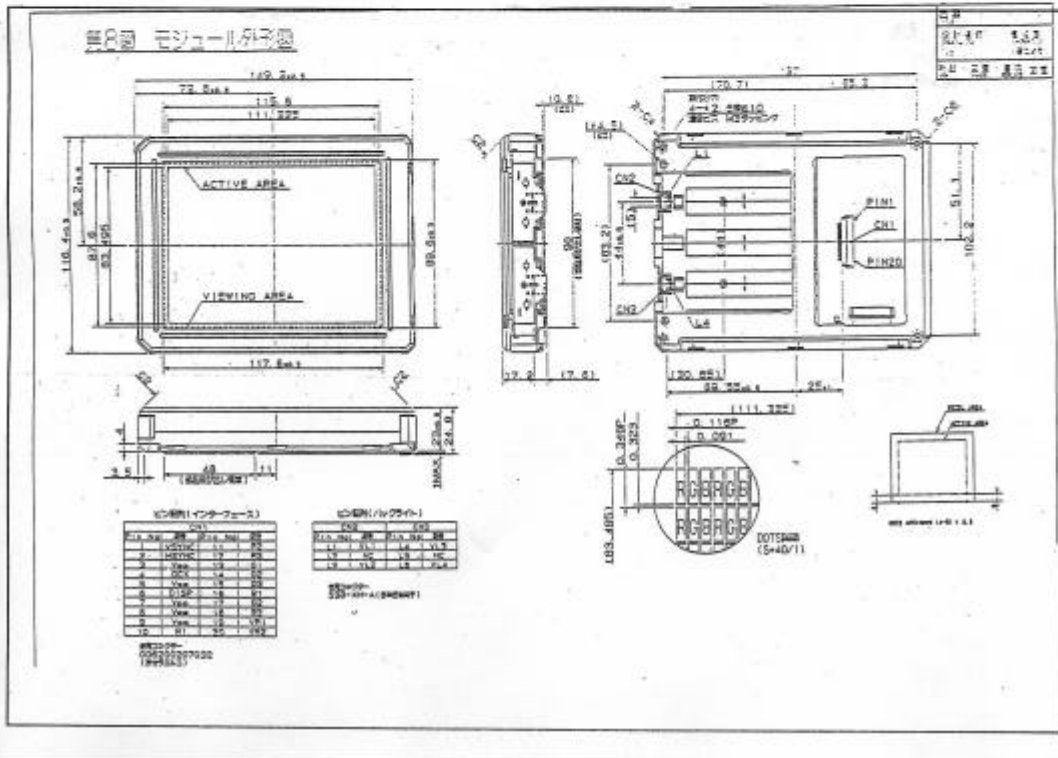


図5-3図 インターフェースタイミングチャート



ピン割り当て (インターフェース)

ピン番号	信号名	レベル	接続
1	VSYNC	0V	NC
2	HSYNC	0V	NC
3	DATA	0V	NC
4	DCX	0V	NC
5	VSYNC	0V	NC
6	DATA	0V	NC
7	HSYNC	0V	NC
8	VSYNC	0V	NC
9	DATA	0V	NC
10	HSYNC	0V	NC
11	VSYNC	0V	NC

ピン割り当て (バックライト)

ピン番号	信号名	レベル	接続
12	VCC	5V	NC
13	GND	0V	NC
14	VCC	5V	NC
15	GND	0V	NC
16	VCC	5V	NC
17	GND	0V	NC

(2) インバータ電源

蛍光灯 (23cmクラスU型冷陰極管使用) 駆動インバータセット

★23cmクラスU型冷陰極管と専用高効率インバータのセットです。
★動作電圧範囲が8~14Vと広く、消費電流250mA (12V) と高効率です。
★専用インバータは6.3mm x 1.8mmの小型デバイスです。

■仕様

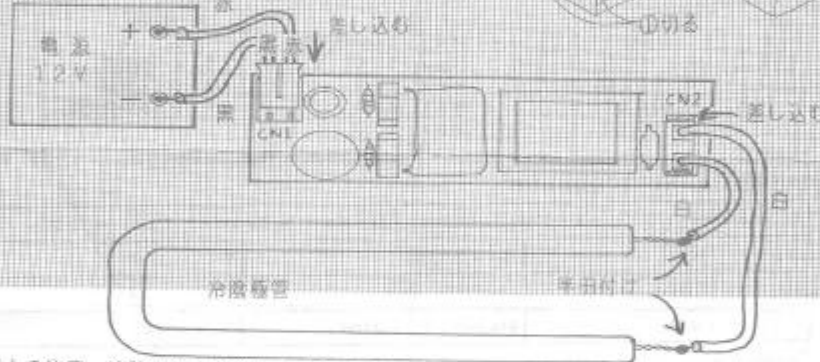
- 動作電圧 12V (10~14V) 動作
- 消費電流 250mA (12V) U型冷陰極管使用時

※インバータICは、あらかじめ下記の様に差し込み、冷陰極管接続ケーブルを差し込んでください。

■セット内容

- ① U型冷陰極管 FLE-R1E33-06(AO)E1
- ② 専用インバータ 実装 NV12002152ZZ
- ③ 電源接続ケーブル 赤黒線 コネクタ付
- ④ 冷陰極管接続ケーブル 白線 コネクタ付

■接続図



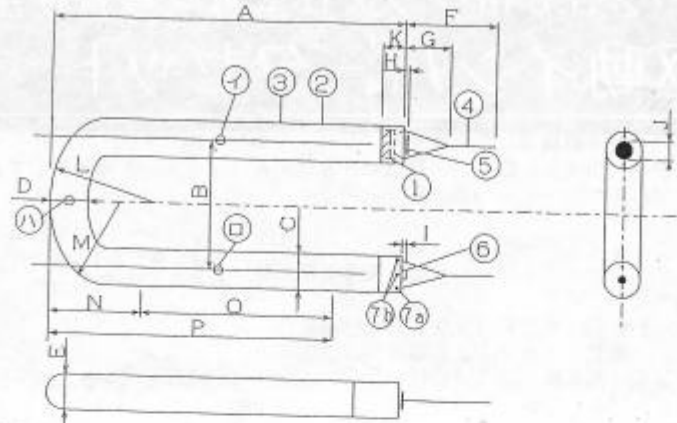
★使用上の注意 冷陰極管を接続してから電源をお入れ下さい。【無接続 (無負荷) だと高い電圧が発生します。】 通電中は感電しないよう、十分ご注意ください。

■インバータ回路図



Model: FLE-81E33106 (AC) E11

A. 外形寸法 (Dimension and Structure)



NO	寸法 mm	NO	寸法 mm	NO	寸法 mm
A	106.0 ± 1.5	G	Max 10 未半田部	M	(R 14)
B	33.0 ± 0.9	H	Max 1.0	N	20.0 (曲管部)
C	8.15 ± 0.2	I	Max 1.0	O	66.0 (直管部)
D	7.00 ± 1.0	J	Max 4.0	P	86.0 (有効発光部)
E	8.15 ± 0.4	K	Max 5.0	Q	
F	20.0 ± 3.0	L	(R 30)	R	

B. 電気的特性 (Electrical Characteristics)

Ex: 68.0 Vrms (Ta=25°C), 87.0 Vrms (Ta=0°C)	Ex: 59.0 Vrms (Ta=25°C), 77.0 Vrms (Ta=0°C)	
IL: 1.0, 0 mA rms	VL: 4.50 Vrms	VL: - V
Vin: - Vrms	Iin: - mA dc	WIn: - W
FL: 20 ~ 80 kHz	Min. Vout: 105.0 Vrms	RL: kΩ

C. 光学的特性 (Optical Characteristics)

B: 11000 cd/m ²	P: - lx	LX: - lx
x, y: x=0.309, y=0.341		Tc: 6100K
BL: - mm	DS: 20mm	

D. 温度特性 (Temperature Characteristics)

Tsc: 70 deg	Tso: 30 deg
動作温度、湿度 (Operation Temperature & Humidity)	: 0 ~ 50°C
保存温度、湿度 (Preservation Temperature & Humidity)	: -10 ~ 60°C

E. 寿命特性 (Life Test)

Continuous	10000 hrs.
Iain.On/Iain.Off	50000 Times