

低価格なPICマイコンデバッガ/書き込み機の製作

工業科 加島 倫

要約 本校の実習、工学情報実習では、Microchip社のマイコン(PIC)を使用した内容の実習を行っている。マイコンにプログラムを登録するためには、書き込み機と呼ばれる開発装置を使用するが、純正書き込み機は高価であり、パソコン端末台数分揃えることは難しい場合がある。本機は、純正品の1/10のコストで製作できる、低予算で導入が可能、純正互換の書き込み機である。

キーワード PIC デバッガ 書き込み機 マイクロコントローラ ICD2

1. はじめに

Microchip社のPICシリーズマイクロコントローラには、プログラマ・デバッガとしてICD2と呼ばれる接続機器が純正品で用意されている。このICD2は、開発用ソフトウェアMPLAB IDEと連携使用において、ターゲットPICのシリーズ設定を変更する毎にICD2上のPIC16F877のファームウェアがターゲット専用のファームウェアに書き換わるようになっている。この開発システムと非互換な機器の多くは、開発用ソフト上でプログラムを作成した後に、完成したものを手で非互換機器のコントロールソフトに読み込み、それぞれ操作しなければ書き込みができない。これは初心者に指導する場合において、混乱を招く不要な作業である。純正品を使用していれば、付属の説明書もそのまま使用できるほか、汎用知識にもなり、さらに、作業も簡素化され、時間の節約となる。

2. 回路について

純正 ICD2 は、同社のPICマイクロコントローラを基に、周辺回路を少々加えた非常に簡単な構造をしており、同等の回路を作成することは難しくはない。今回の製作においては、コストを抑えるために、USBインターフェース部、プログラム電圧無段階調整回路を削ることとした。海外のサイトの文献¹⁾や、試作実験では、RS232C接続で使う場合USB部は無くても動作可能で、電子ボリューム IC(MCP41010)を使った電圧制御機構も、半固定抵抗によるダミー回路で問題なく動作することが判明した。

純正回路にあるMCP41010はV_{PP}電圧をPICからダ

イナミックに調整するための電子ボリュームである。PICのプログラム電圧は個々のデータシートを見ると判るが、

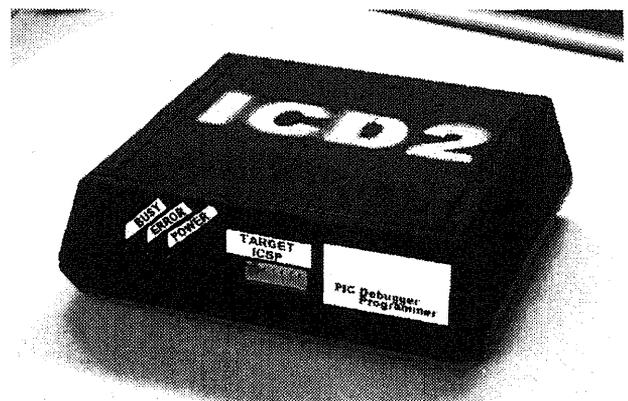


図1. 完成品外観

最大値が12.5Vのもの、最低電圧12.7V(PIC16F7x)のものが存在する。ほとんどのPICは12.5Vで規格値であるので、本回路では、V_{PP} 12.7V系PICを使用する場合は、ショートピン(J2)を抜くとオフセットがかかりV_{PP}電圧を13.0Vに変更することができるようになっている。ただし、16F7xは今後の開発において使用することは希である。

試作では、電源回路に15Vの入力から三端子レギュレータを使用し5Vと12.5Vを得る回路だったが、作動させたところ、ターゲット電圧供給モードにして100mAも流すとレギュレータが触れなくなるほど高温となり、安全使用に耐え難いものであることが判明した。15Vから5Vの10V/1Wが熱になっているという訳である。これについては、スイッチングタイプのACアダプ

タを利用、5Vの定電圧入力とし、ターゲット電源は降圧なしで直接供給、V_{PP}はTL497を使った昇圧回路を使う回路に変更し対処した。この回路であれば、ターゲットから多少負荷がかかった時でも問題なく使用可能である。参考までに、純正ICD2では9VのACアダプタから三端子(シャント)レギュレータを使って5Vを得ている。

電圧レギュレータを省略した場合、安定化した5V電源を入力しなければならないので、負荷によって電圧が変動するトランスタイプのアダプタは使用することはできない。テスターで計ってみれば判るが、5Vのトランスタイプの無負荷時電圧は7V以上ある。もし、これを使用する場合は、入力に5Vの三端子レギュレータを増設して、7~8VのACアダプタを使用すれば良い。

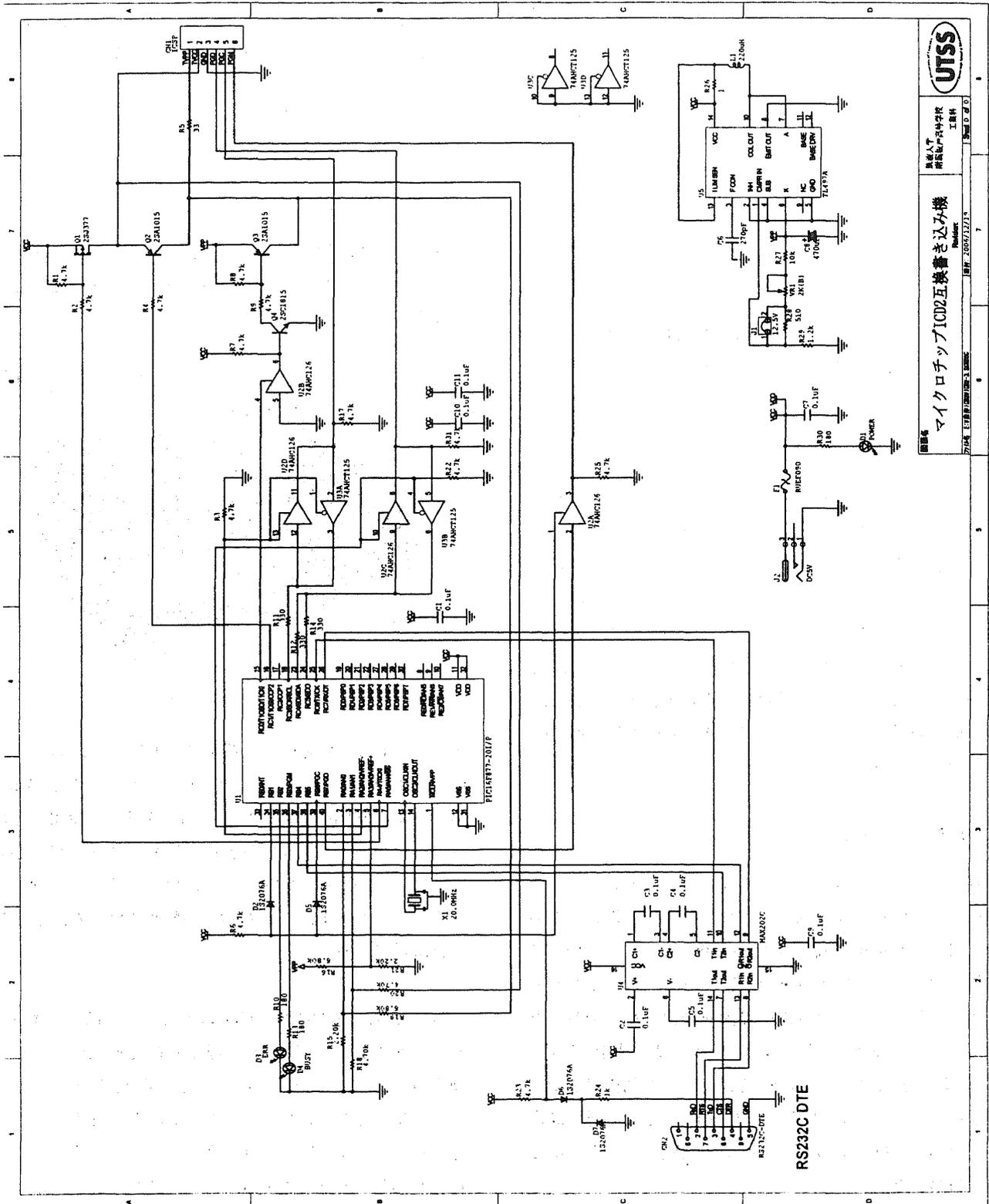


図2.本体回路図

さて、最初の三端子レギュレータ版では、HC125/HC126のバッファ回路を搭載していたが、これらを省略し、さらにコストを抑えようと、二回目に試作した回路ではごっそり取り除いてみた。ところが、ターゲット18F452にて、テストしてみると、バッファ有りのICD2では動作したのに、バッファ無しではベリファイエラーとなって動かなくなってしまった。不思議なことに、他のターゲット16F877はバッファ無しでも動作する。信号のループバックかHi-Z時の信号状態により通信に問題がでるなどの原因が考えられるが、結局、最後の回路ではバッファ部分を元に戻した。

構成部品の入手性において、純正ICD2の構成ブロッ

ク、CY7C64603によるUSB→パラレル変換部、PIC16F877のCPU部、RS232 I/F部、電圧制御部の内、部品代替も難しい特殊な部品としCY7C64603(USBコントローラ)、MCP41010SN(電子ボリューム)がある。これらは国内では入手が難しいため、代替品を使うこととし、動作するのに必要最低限の部分だけの構成に改造、かつ、製作費を極力抑えるようにしなければならない。

参考までに、PIC16F877の代わりに876などの28ピン版PICを使用することも可能である。今回の設計では基板はケースの大きさがベースとなっており、28ピンPICを使って小さく作る必要もなく、実売価格では16F877の方が安価であるためこちらの方を使用した。

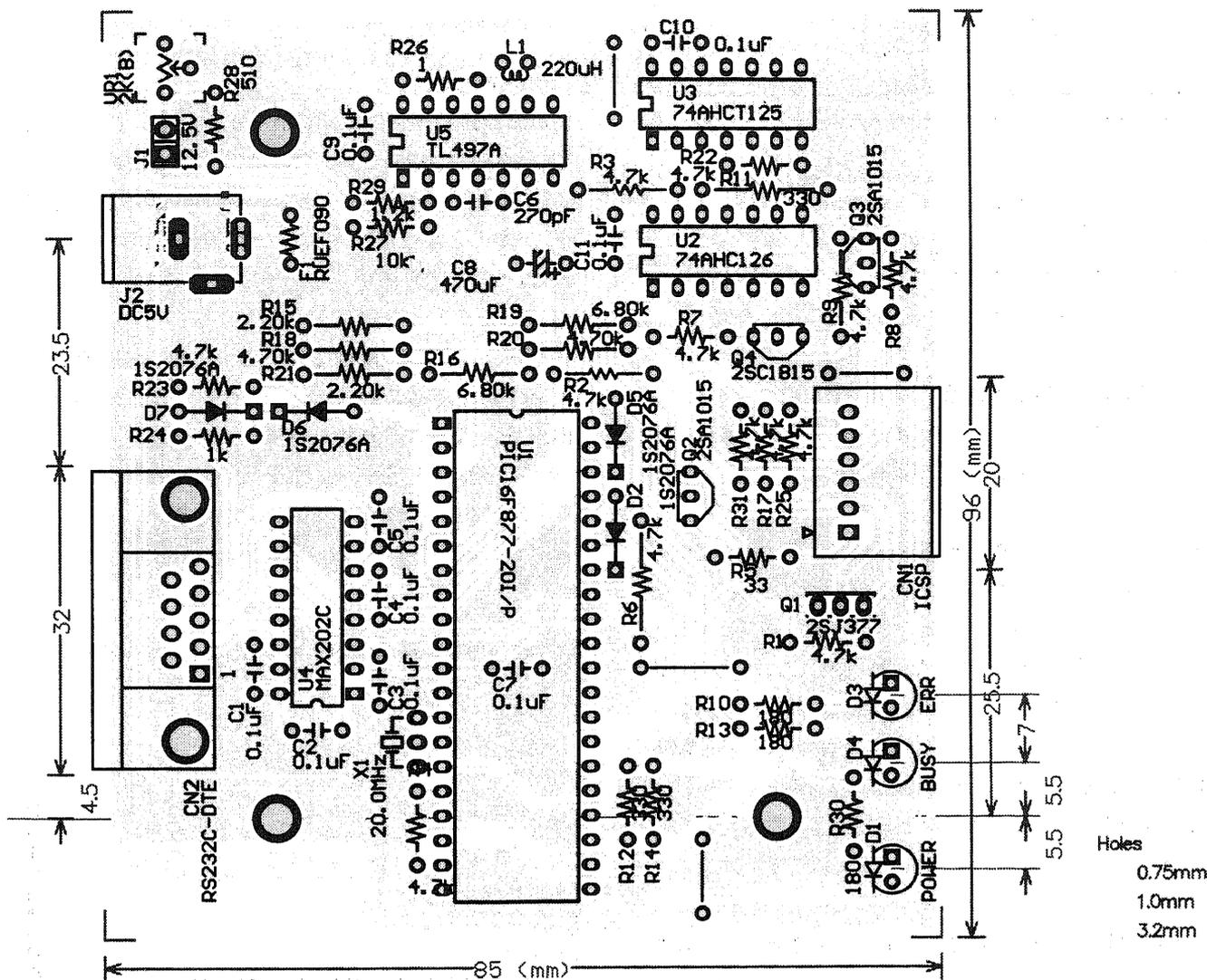


図3. 配線パターン

3. 製作

3.1 プリント基板・ケース加工

今回の製作では、TAKACHI社製の汎用ブラケースに収納できるように、感光基板を利用し、専用基板を設計した。設計はピン間2本の細度であり、露光・エッチング時間、温度管理に多少気を遣わねばならない必要があった。配線は多くないので、各自で製作する場合、ユニバーサル基板で手配線しても良い。

ケースには、TAKACHI 製ブラケース PC-120 型を使用し、卓上小型フライス盤を用いてパネルを加工した。

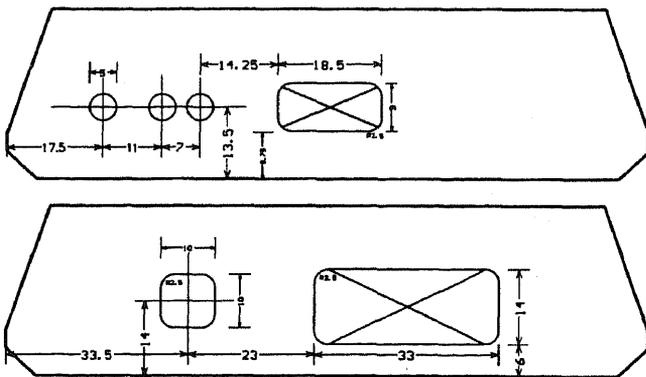


図4. アルミパネル寸法図

3.2 プログラム電圧の調整

J2を短絡し、テスターでV_{PP}電圧(U3の6番ピン)が12.50VになるようにVR1を調整する。

3.3 ブートローダーの書き込み

ブートローダーと呼ばれる基本ファームを最初の一度だけ書き込んでお必要がある。ブートローダーはホストPCから動作プログラムを受け取り、自らのFlashメモリーに転送し実行する機能のあるプログラムである。書き込み機を作らんとしているにもかかわらず、最初PICの書き込み機が一度だけ必要になるので、何も持っていない場合は、購入するなどして用意しなければならない。

MPLAB IDEをPCにインストールすると、フォルダ C:\Program Files\Microchip\MPLAB IDE\ICD2\ が作成される。その中のBL010101.HEXを PIC16F877に書き込む。参考までに、MPLABとPICSTART(純正書き込み機)で既存HEXを書き込むには、File→ImportでHEXファイルを取り込み、書き込めば良い。

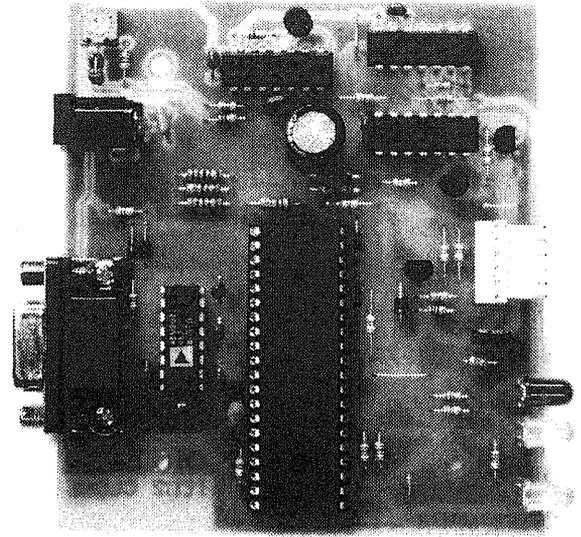


図5. 完成基板

3.4 動作チェック

接続においてはPCのCOMポート設定内の FIFOを無効にしなければならない。これはデバイスマネージャで設定するが、ダイナミックには変更されない。設定を変更しても OS から警告は出ないが、再起動しないと反映されない。

PCのCOM1に接続して、MPLABを起動し、Programmer→Select Programmerで ICD2を選択すると、接続が試みられる。初回、USBで接続しようとして失敗するので、SettingメニューからCommunicationタブで接続をCOM1 57,600bpsに設定する。この操作は、ICD2の通信ポート設定がデフォルトで USBとなっているので、使用する度に毎回する必要がある。

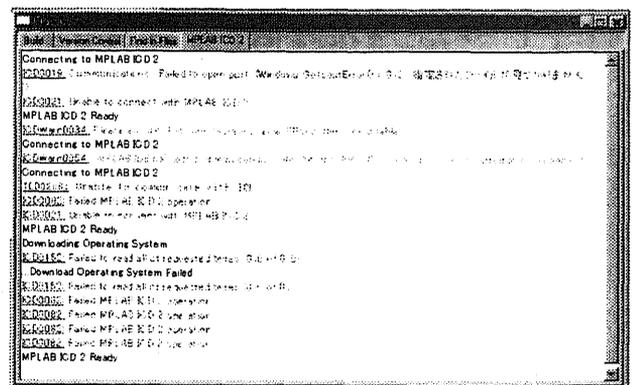


図5. FIFOが有効になっている時のエラー

次に書き込みOS(ファームウェア)のダウンロードをする。Download ICD2 Operating systemを選ぶと、

ファームのファイル名を聞いてくるので、選択可能なファイルでOKし、実行する。ファイルの選択画面にはHEXファイルが一つだけ表示される。もし、接続に失敗する場合は、FIFOを無効にした後ちゃんと再起動したかどうかを確認する。

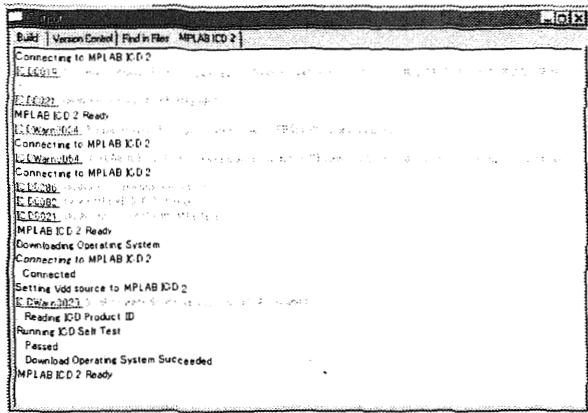


図6. ダウンロード時の画面

3.5 内部電圧の確認

Programmer→Setting→Powerタブを開くと、ICD2のA/D入力でのV_{DD}電圧のチェックができる。おおよそ12.5Vを示していれば問題ない。ターゲットへの電圧供給チェックを入/切してターゲットV_{DD}の数値が5V、0Vになるかも確認する。この電圧表示は電源アダプタの電圧、1%抵抗群の誤差によって数値が変わってくる。正確な電圧表示を得たい場合は電源アダプタも電圧誤差が少なくなるよう調整する必要がある。

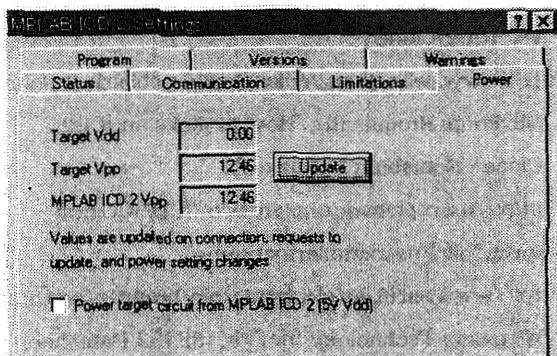


図7. 電圧確認タブ

3.6 書き込み

ターゲットPICを一つ用意して、書き込みアダプタから書き込み・ベリファイが成功すればおおよそ動作は問題ないであろう。

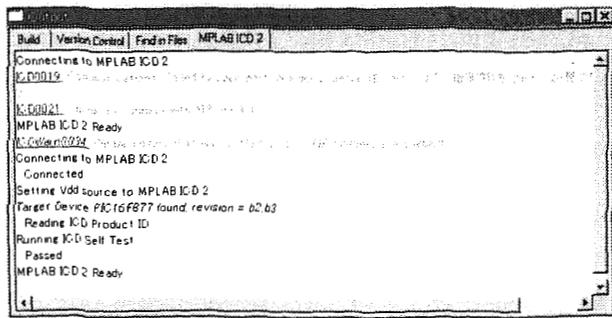


図8. 正常接続時画面

4. 課題

今回の製作では、コストを抑えるためUSBインターフェース部の作成を割愛したが、実使用でのステップ実行を使うデバッグ作業での平均的な待ち時間は、シリアルインターフェース接続時で2~3秒程、純正ICD2のUSB接続時では1秒以内程度となり、よりスムーズなデバッグ作業を進めるには、USB接続が必須となる。

海外における同様機製作文献¹³の中には、FT232などのUSB用シリアルコントローラーを取り付け、USB化を謳っている所もある。この場合、結局のところシリアルで通信することとなる訳で、スピードも57,600bps最大となり、市販USBシリアルケーブルを途中に取付けるのと大きな変わりはなく、MPLABシステム上のUSB対応機能本来の性能は発揮されないのである。

さて、USB接続を行うには、純正ICD2同様Cypress CY7C64603を使用する方法の他、USB I/F付きのマイクロコントローラーPIC18F4550を使う方法がある。ただし、Cypressのコントローラは現在では生産中止となっており、入手は困難である。

MPLAB 7.3xから、ICD2のフォルダにUSB対応コンポーネントである、18F4550用のファームが置いてある。未確認ではあるが、最新型のICD2には、Cypressのチップの代わりに18F4550が載っているものと思われる。回路の適用は、18F452チップのRD0~RD7パラレルポートと制御線にUSBインターフェースを接続する。18F452同様、ブートローダーを書き込まなくてはならないが、先のフォルダにあるICD2_4550_BOOT_xxxx.BINファイルに0x80のオフセットを付けて、

先頭番地に初期化ルーチンを加えて書き込み、USBに接続すると、同じフォルダにある ICD2_4550_OS_xxxxx の本プログラムを自動的に読み込んで起動するようになる。

っているようである。下記に参考回路を示す。16F877 のパラレルポートに接続することにより USB でのネイティブ通信が可能となる。

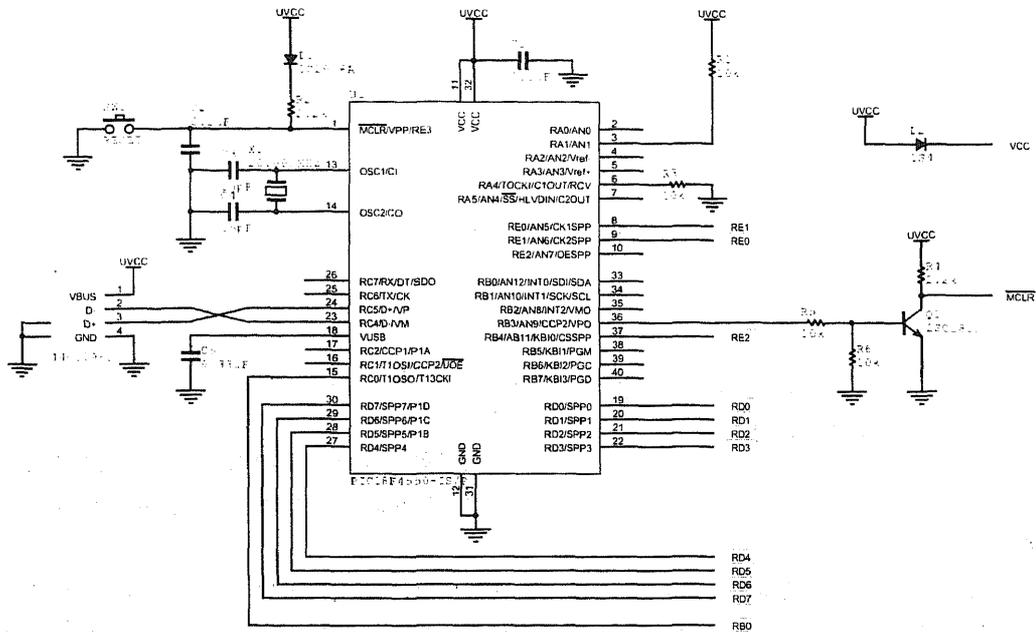


図9. USBインターフェース部回路例

5. まとめ

最終的には製作費を 4,000 円程に抑えることができ、本校の実習端末室に 10 台程書き込み機を準備することができた。

受講者へも、同程度の電子回路なら、身近にある道具で作ることが可能、自分の手でも作れるに違いない、という意識を持たせる事ができるだろう。さらに、手作りの機器を使用することで、モノ作りへの興味・楽しさが深まってもらえれば幸いである。

↑ 文献

- [1] Lothar Stolz: "Homepage of Lothar Stolz",
<http://www.stolz.de.be/>
- [2] Sébastien JEFFROY: "ICD2",

http://sjeffroy.free.fr/Prog_PIC/ICD2/icd2.html

- [3] jns, "ICD2 Clone",

<http://www.nebadje.org/doku.php?id=neblab:icd2clone>

- [4] Olivier de Broqueville, "How to make an ICD2 Clone - Homebuilt Debugger",

<http://users.picbasic.org/projects/ICD/ICD.htm>

- [5] sprut, "pic Programmierspannung",

<http://www.sprut.de/electronic/pic/brenner/vpp.htm>

- [6] Microchip Technology Inc., "PIC18F452 DataSheets"