

Appendix A

UCT-203の回路と拡張するハードウェアのインターフェース

USB汎用インターフェース・ボードUCT-203の回路を図A-1に示します。I/Oコネクタ(CN₁)のピン配置は、40番ピンまでをATAPIコネクタのピン配置を参考にして割り当て、さらに41～50ピンまでの10ピンを拡張したのとなっています。拡張部分の49, 50番ピンを電源ピンとしました。41～48番ピンは未使用ですので、必要な信号などがあれば、ここを使って接続するのもよいでしょう。

I/OコネクタのFX2に対応した信号名は、回路図の右下部分に記載してあります。信号名の先頭文字がnのものはLアクティブです。

水晶振動子、電源レギュレータ、リセット回路の基板パターンはそれぞれ2組あり、必要に応じて一方を実装するという設計になっています。回路図で、破線で囲んである部品は実装していません。これらの部分を変更する場合には、両方の回路で衝突が起きないように注意してください。

シリアルEEPROMはFX2のブート・ロード用に利用できます。FX2の場合、起動時にEEPROMの先頭番地の内容を読み出して、その内容に従ってブート・モードが決定し、モードによってはさらにその先に書き込まれたプログラムを自動的に内部RAMに転送し、ブートします。

ジャンパ・ピン(JP₂)をはずしておくでEEPROMがないとして認識され、FX2はデフォルトのモードで起動します。EZ-USBコントロール・パネルからファームウェアをダウンロードして動作させるような場合には、このジャンパをはずしておいてください。

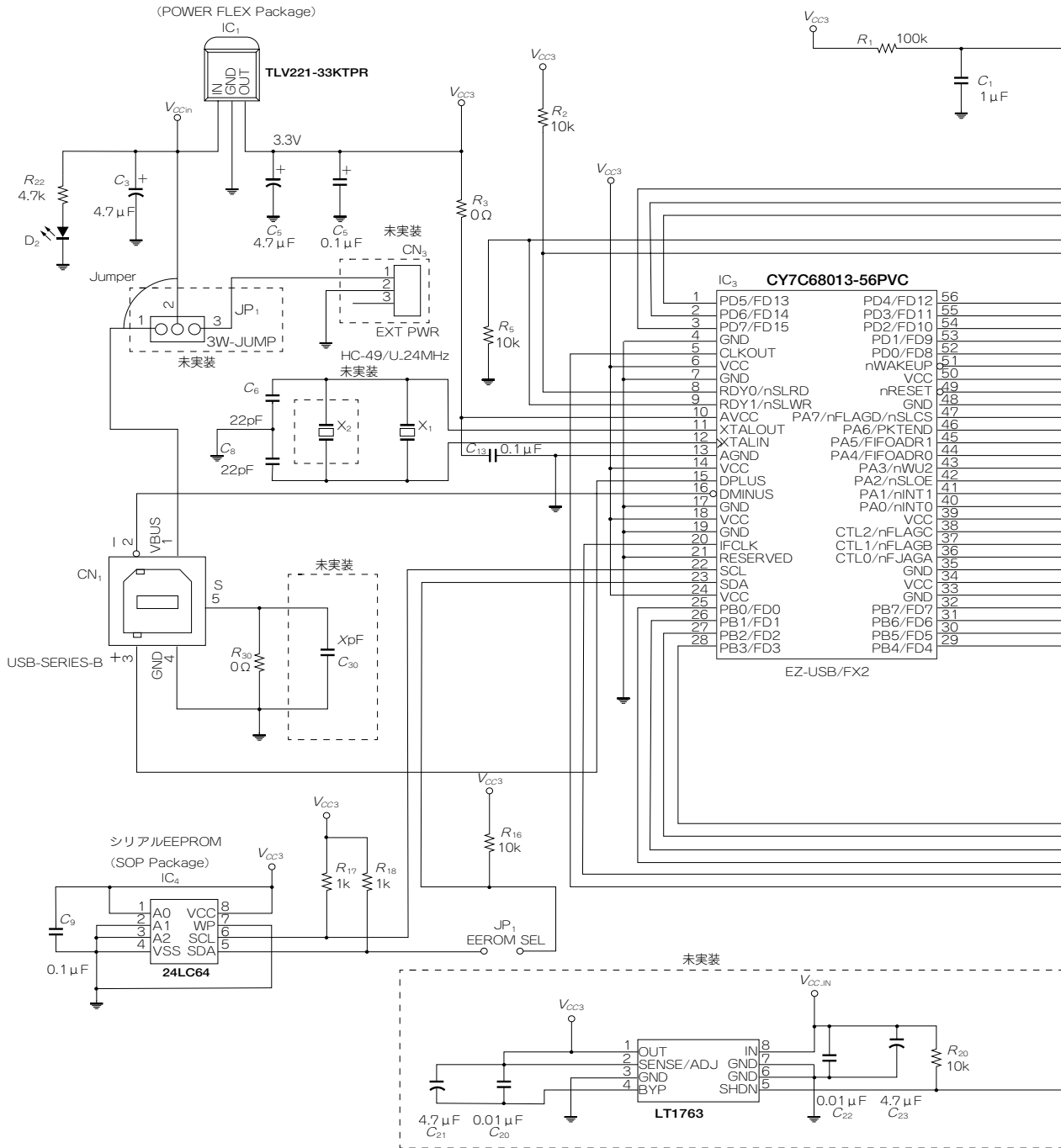
本キットに付属のファームウェアEzFirm/FX2では、EEPROMへの書き込みはサポートしておりません。EEPROMへのファームウェアの書き込みは、「プロローグ」で説明したUCT203ROMWT.HEXを使う方法で行います。

■ I/O仕様

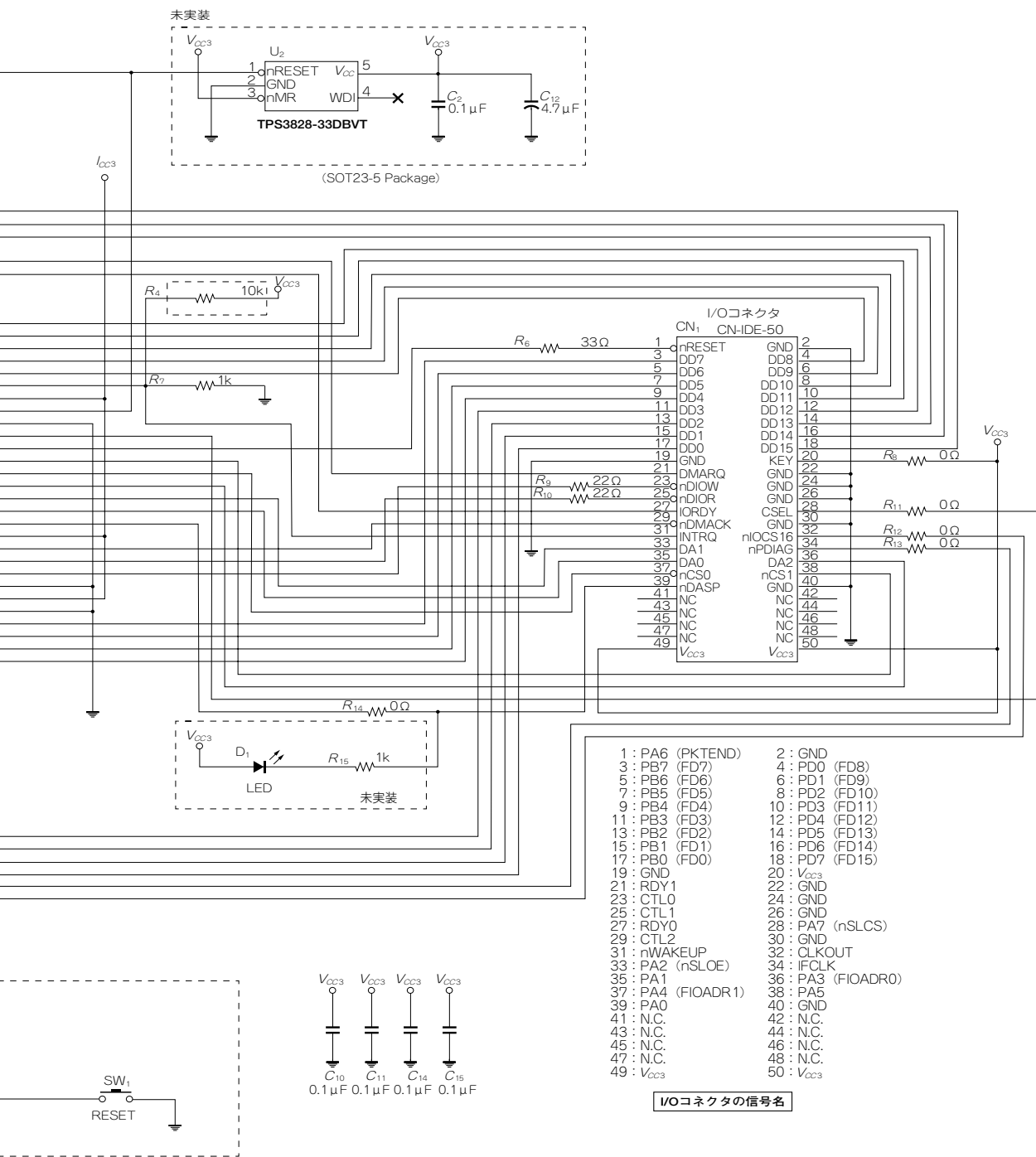
UCT-203のI/Oコネクタ周りの回路を整理したのが図A-2です。RDY0とRDY1の2本の入力専用ピンのうち、RDY0(27ピン)は10kΩの抵抗でプルアップ、RDY1(21ピン)は10kΩの抵抗でプルダウンしてありますので、システムの動作開始時のデフォルト状態がどちらになるかなどによって使い分けるとよいと思います。

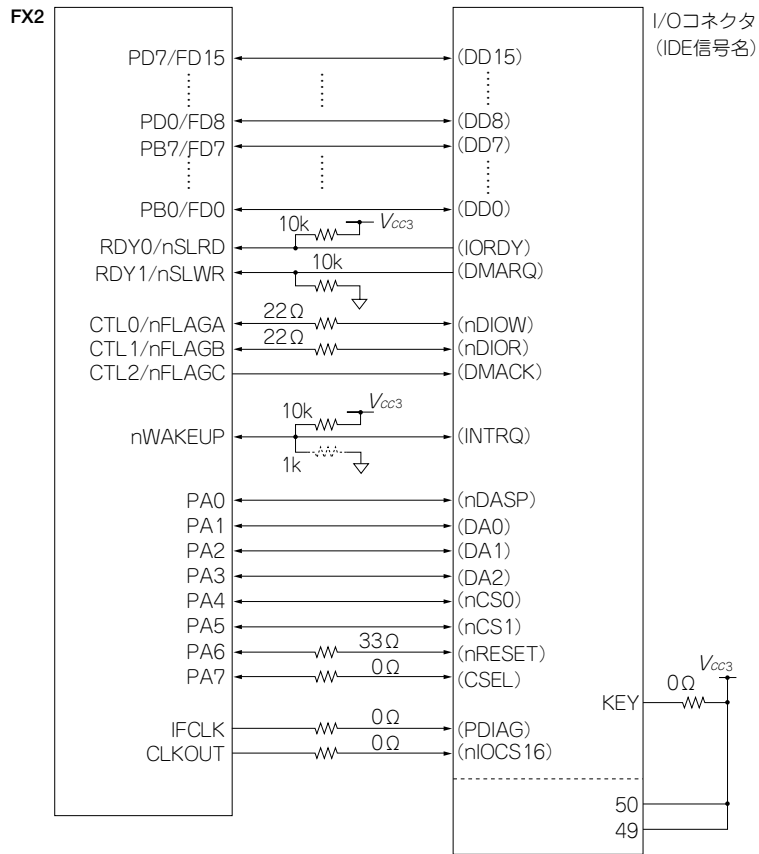
KEY(20ピン)は、IDE/ATAPIでは逆差し防止キーになっているもので、通常は未使用となっていますが、UCT-203ではここに0Ωの抵抗を通して3.3Vの電源を出しています。これによって、コネクタ部分に40ピン・コネクタとIDEケーブルを使っても拡張ボード側への電源供給が可能です。なお、相手によってこの電源供給が問題となる場合には、0Ωの抵抗(R₀)を取り外すことで対応できます。

UCT-203のI/Oインターフェース部の仕様を簡単にまとめたのが表A-1です。FX2をGPIFやスレーブFIFOモ



図A-1 USB汎用インターフェース・ボードUCT-203の回路





図A-2 UCT-203のI/Oインターフェース接続

表A-1 UCT-203のI/O仕様

分類	項目	仕様	備考
I/O点数	汎用I/O	24点	PIOモード時
	入力専用	2点	RDY0/RDY1
	出力専用	3点	CTL0~CTL2
	割り込み入力	1点	nWAKEUP (EzFirm/FX2では未サポート)
	クロック入出力	1点	IFCLK (EzFirm/FX2では48 MHzを出力)
	クロック出力	1点	CLKOUT (EzFirm/FX2では48 MHzを出力)
電氣的仕様	V_{OH}	2.4 V (min)	($I_{out} = 4 \text{ mA}$)
	V_{OL}	0.4 V (max)	($I_{out} = -4 \text{ mA}$)
	I_{OH}	4 mA (max)	
	I_{OL}	4 mA (max)	
	V_{IL}	-0.5~0.8 V	
	V_{IH}	2~5.25 V	

ードに設定しない場合には、24本あるI/OピンがすべてPIOモードの入出力ピンとして利用できます（PA0～PA7, PB0～PB7, PD0～PD7）。

GPIFモード、あるいはスレーブFIFOモードとした場合には、汎用I/Oピンとして利用できるのはPA0～PA7の8本となり、PD0～PD7, PB0～PB7, CTL0/1/2, RDY0/1はそれぞれの動作モード用の制御/ステータス・ピンとして動作します。詳細は第1章、および第2章を参照ください。

表に示すように、UCT-203で使用しているFX2のI/Oポートは I_{OH} 、 I_{OL} とも4mAと、74HCシリーズ並の能力となっています。FX2自体は3.3Vで動作していますので、出力電圧は3.3V以上にはなりません、 V_{OH} が2.4V以上ありますので、相手が+5VのTTLレベルを前提にしているものであれば、直結可能です。入力側は+5Vトレラントとなっていますので、5V系のデバイスから直接ドライブされても問題ありませんので、+5V系の回路とはほぼそのまま接続することができます。

■ I/O回路のヒント

FX2と周辺回路が直結できる場合だけならば簡単です。しかし、実際のシステムではFX2のI/Oピンのドライブ能力では駆動しきれない場合や、外部の動作電圧が5V以上であり、直結が難しい場合や、まったくの別電源で動かすために絶縁が必要となる場合など、さまざまな要因によって間にバッファや絶縁のための回路などを追加しなくてはならなくなる場合が少なくありません。

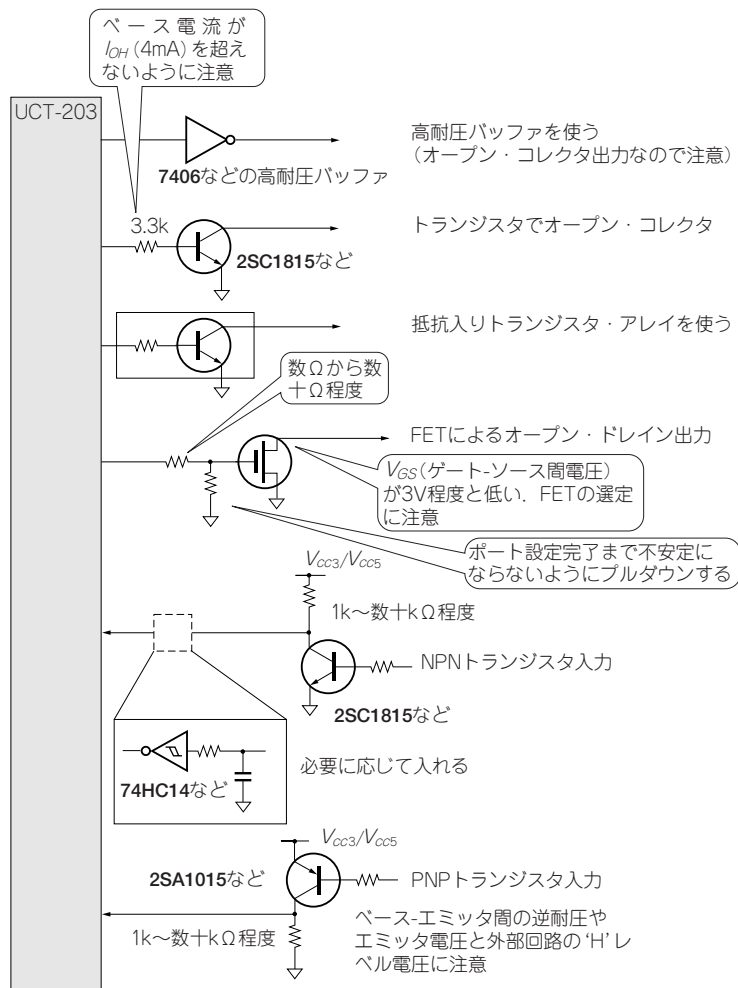
外部との接点にあたるI/O部分の回路は、使われる場面や接続される相手の回路によって細かな設計の配慮が必要になったり、さまざまな保護回路やノイズ対策回路が必要となる場合もありますが、ここではいくつかの代表的な基本回路を示しておくことにします。

●一般的なデジタルICが相手の場合

図A-3は、一般的なデジタルICなどとインターフェースするときの回路例です。74xx244などのバッファICを用いて接続します。注意が必要なのは、UCT-203側の汎用I/O端子は電源投入直後は出力端子にはならないということです。そのため出力バッファICの入力ピンが浮き、不定となってしまいます。

HレベルともLレベルでもない状態でふらふらしてしまうことから、ラッチアップを起こしてしまう危険性がありますので、必ずプルアップ抵抗、またはプルダウン抵抗を付けて始末しておくほうがよいでしょう。このときの抵抗値は、おおむね数十kΩ程度でよいでしょう。

スイッチやオープン・コレクタ・タイプの出力をUCT-203の入力と接続するときには、図の一番下のように、CRによるフィルタとシュミット・トリガ・タイプのゲートを組み合わせます。ゲートの入力に直列に入っている抵抗は、電源がOFFになったとき、電源電圧よりもコンデンサの端子電圧のほうが高くなる結果、ゲートの入力電圧が電源電圧よりも高いという状態になり、ICを破壊するという問題に対処したものです。コンデンサの容量が小さい場合やフィルタの時定数が小さい場合にはほとんど問題はありますが、容量が数 μF 以上と大きく、時定数が数十ms以上もあるような場合には念のために入れておいたほうがよいでしょう。



図A-4 非絶縁，電圧系の違う回路との場合の接続例

があります。なお、FETのゲートには数Ωから数十Ωの抵抗を入れておくようにします。

また、FETの場合はゲートの入力インピーダンスが高いため、UCT-203側を出力ポートに設定するまでの間、動作が不安定となりがちです。ゲートに数十kΩ程度の抵抗を入れてソースとつなぐなどして、ゲート電圧を安定させるほうがよいでしょう。

▶ トランジスタ入力

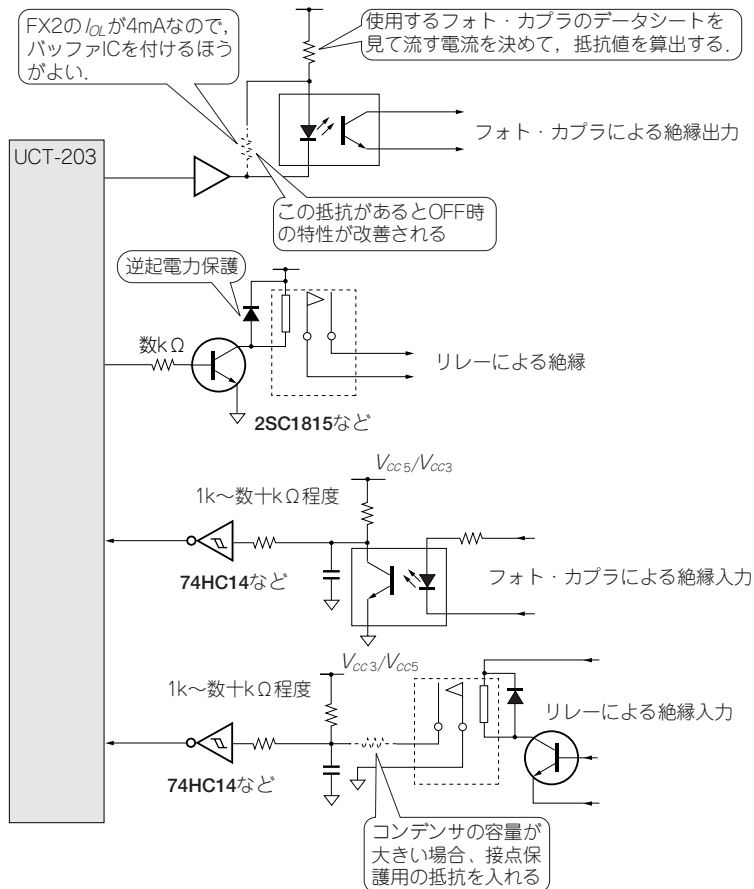
入力側にトランジスタを使う場合には、外部回路でベース電流をコントロールして、UCT-203側はオープン・コレクタ出力の信号を受けるような設計をしておきます。

トランジスタはNPN/PNPとも使うことができますが、PNP型では外部回路のHレベル出力電圧がトランジスタのエミッタ電圧よりも低い場合にベース電流が流れてしまい、トランジスタがOFFにならないということになったり、あまりにも電圧が高い場合にはベース-エミッタ間の逆耐圧を越えて電流が流れ出し、トランジスタを壊す危険性もありますので注意してください。

●絶縁が必要な場合

外部回路とUCT-203がまったく別の独立した電源で動作するような場合や、電圧差が非常に大きい場合などにはフォト・カプラ（フォトMOSリレーなども含む）やリレーを使って絶縁することが一般的でしょう。

図A-5に代表的な回路例を示します。絶縁型のインターフェースは、特に高い電圧が印加される場合や、ノイズの多い環境で使われることが多いため、それらに対処するための付加回路が必要な場合が大半ですが、ここで



図A-5 絶縁入出力の例

は基本回路ということですのでそれらの回路は省略しています。

▶ フォト・カプラ出力

フォト・カプラを使う場合には、1次側にはおおむね10 mAを目安にした電流を流します。FX2の I_{OH}/I_{OL} とも4 mA程度しかありませんので、通常はトランジスタ・バッファを入れたほうがよいでしょう。適正な値は使用するフォト・カプラによって異なりますので、それぞれのデータシートを見て、2次側の負荷電流などから1次側に流す電流値を決定します。これが4 mA未満であれば、フォト・カプラと直結可能です。

なお、フォト・カプラの1次側に抵抗を並列につなぐと、ONからOFFになるときの特性が改善されますので、実験してみると面白いでしょう。

▶ リレー出力

リレーはさすがに4 mAでは駆動できませんので、トランジスタ・バッファなどを通します。リレー・コイルはリアクタンス負荷であるため、トランジスタがOFFになったときに大きな逆起電力が発生し、エミッタとコレクタの間の耐圧を越え、トランジスタを破壊してしまう可能性がありますので、必ず逆起電力を逃がすような方向にダイオードを入れておきます。このダイオードと直列にツェナー・ダイオードを入れることで、逆起電力の発生時間を短くするというテクニックもありますが、一般的にはダイオードだけでもよいでしょう。

▶ 入力回路例

フォト・カプラやリレーで絶縁した信号を入力する場合には、オープン・コレクタ・タイプの信号を受ける場合と同様に、抵抗とコンデンサによるフィルタとシュミット・トリガ・タイプのゲートで受けることが一般的です。

なお、リレー入力でコンデンサの容量が大きい場合、接点保護のため接点と直列に抵抗を入れるほうがよいでしょう。ただし、この場合、ゲートの入力電圧はブルアップ抵抗と接点保護抵抗で分圧された電圧になりますので、ゲート入力の V_{OL} を満足するかどうかチェックすることを忘れないようにします。

本キットに添付のUSB汎用インターフェース・ボード（UCT-203）については、製造時に全品チェックを行ってあります。

UCT-203と接続する拡張ハードウェアの回路設計および製作に際しては、表A-1に示した仕様を満足するように、十分に注意してください。