



第3章 組み込み用マイコン・ボードのデバッグ術11手

ロジック・アナライザによるハードウェアのデバッグ

桑野 雅彦
Masahiko Kuwano

パソコン上のアプリケーションと異なり、組み込み用システムの場合、ハードウェアが完全に動くという保証がない段階からソフトウェア技術者とハードウェア技術者が入り乱れてデバッグすることが普通でしょう。

お互いに相手の問題だと思って押し付け合うのもよくあるのですが、やはりそこは同じ製品を作る仲間として相手の領分のことまで含めて理解していくようにすると良いのではないのでしょうか？

ここでは、このようなハードウェアとソフトウェア

が渾然一体となった状態からのデバッグ術を、

- うんともすんともいわない
- しばらく走っていると動かなくなる
- そのほか…経験者は語る

の三つに分けて紹介します。

なお、本稿は評価するボードの種類や測定器に依存することなく、幅広い分野の方に役立つようまとめました。また、測定に使ったロジック・アナライザやボードは第2章と同じものです。

うんともすんともいわない

基板はできてきた。テスタによる導通/短絡確認や、アナログ部分のチェック、火入れ(電源をONすること)も終わった。ROMにプログラムを書き込み、電源をONして「さあ実行！」と思ったのにうんともすんともいわない。せめて確認用のLEDくらいは点滅して欲しいのにピクリとも動かない。

そうあっては欲しくないし、こんなことが頻繁に起きては困るのですが、現実にはよくあることの一つでしょう。

このようなときには、まず電源電圧を確認し、問題がなければCPUが動きだそうとしているのか、そしてROMアクセスがまともにいっているのか、ということから確認します。

① まずはクロックが安定しているか？

● 発振器ならマイクロプロセッサへの入力、発振器なら出力を見よ！

まず、クロック信号を確認します。マイクロプロセ

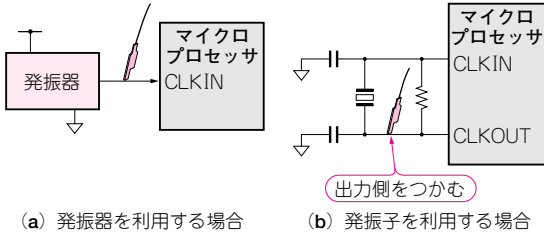
火入れの手順

- ① 基板の目視
- ② 有極性部品の取り付け方向
- ③ 電源ショートがないか
- ④ ICコネクタ類の電源は確実に供給されるか
- ⑤ 回路ブロックごとに必要最小限の電圧/電流を回路に供給してみる
- ⑥ 本番の電源に接続して、異常発熱している部品、異臭や異音などがいないか確認

Keywords

火入れ、リセット解除、ROMアクセス、バス・コントローラ、RAMアクセス、アクセス・タイム、セットアップ・タイム、ホールド・タイム、キュームレイティブ・モード、リカバリ・タイム、冷却スプレー、ドライヤ、NMI、割り込み処理ルーチン、クロストーク、ポート・アクセス、I/Oポート、ROMの未使用領域。

〈図1〉 始めにクロックを確認しよう



(a) 発振器を利用する場合

(b) 発振器を利用する場合

ッサはクロック信号に合わせて動きますから、クロック・ジェネレータが発振していないことには話が始まりません。クロック波形はオシロスコープで見るほうが簡単で確実です。しかし、うんともすんともいわないような場合の調査の第1段階では、予定どおりの周波数で発振しているかを見る程度でよいので、ロジック・アナライザを使います。

このとき観測するポイントは、次の三つです。

- 発振器とマイクロプロセッサがつながっているならばマイクロプロセッサのクロック入力端子
- マイクロプロセッサに発振器を接続しているならば出力端子側(CLKOUTなどと名前が付いていることが多い)
- リセット後、何もしなくてもクロックを出力するような端子があるなら、その端子

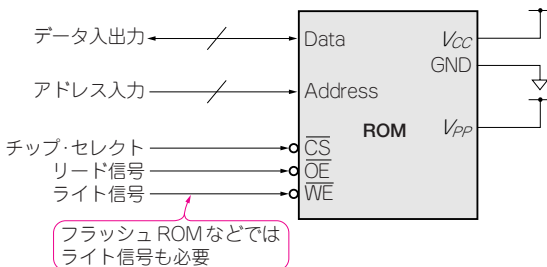
これを図1に示します。図1(b)のように、発振器を接続しているときにはプローブを入力端子側へ接続しないようにします。発振周波数が変わったり、発振が停止するからです。

● “H” と “L” のバランスが悪いならオシロスコープで確認する

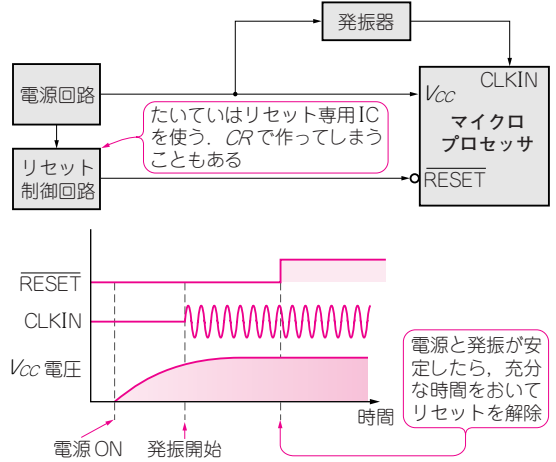
予定どおりの周波数で発振していることが確認できましたか？もし、クロックの“H”や“L”の期間が異様に短いときは、クロック信号が十分にドライブされていない可能性があるため、オシロスコープを使って波形を確認しておきます。

クロック波形を観測するときは、プローブのグラウンドをクロック端子の近くのグラウンドに接続するようにしてください。グラウンドが遠いと一体何を見て

〈図3〉 一般的なROMへの入出力信号



〈図2〉 リセット解除は電源とクロックの安定後



いるのかわからないような波形が出てきます。

② 十分な時間がたってからリセットを解除しているか？

図2に示すように、リセットは電源とクロックが安定したあとで解除します。電源電圧とリセット解除の関係はデジタル・オシロスコープで見ると良いでしょう。ロジック・アナライザは電源電圧の立ち上がるようすまではわからないので、クロックが安定して発振し、十分な時間が経過したあとにリセットが解除されているかを見ておきます。

また、サンプリング時間を変えながら、しっかり解除されているか確認しておきます。もし、解除された後に再度リセット/解除を繰り返しているようならば誤動作を起こしている可能性があります。

③ プログラムが格納されているROMへアクセスできているか？

● 観測するポイントはCS, OE, データ・バス, WE
クロックが与えられて、リセットも解除されたとなると、マイクロプロセッサはプログラムが格納されているROMへのアクセスを始めるはずですが、一般的なROMの入出力信号を図3へ示します。

ROMへのアクセスは、チップ・セレクト(CS), アウトプット・イネーブル(OE), そしてデータ・バスです。フラッシュROMは書き込みもできるので、ライト・イネーブル(WE)も確認します。

● 簡単なアクセス・プログラムを準備する
とりあえず無条件ジャンプ命令で、ぐるぐると同じところを無限ループする簡単なものにしておきます。リセット解除をトリガにして、マイクロプロセッサがROMへアクセスするか見てみます。

ROMのCSやOEなどの時間幅が正しいかを、