

第1章

最重要ポイントを初めにチェックすることで
開発効率が向上する

クロック、リセット、 電源の関係を理解しよう！

井倉将実

本稿では、デジタル回路で必須のクロック、リセット、そして電源の関係について解説する。これらはどれが欠けてもシステムは正常に動作しない。お互い複雑に絡み合っており、不具合が大変発生しやすい部分である。開発の初期段階にチェックしておくことで作業の後戻りを減らすことができる。不具合を起こさないためのチェック項目などを紹介する。(編集部)

1. クロックとリセット、電源の関係

皆さんがお使いの電化製品で、何かしらうまく動作しなくても電源を数回入れ直すことでうまく動作するようになることはありませんか。筆者も決して古くはない自宅の家電で同じようなことがあります。たまにしか使わないので、別にいいや…(いざとなったら自分で直せるだろう)という

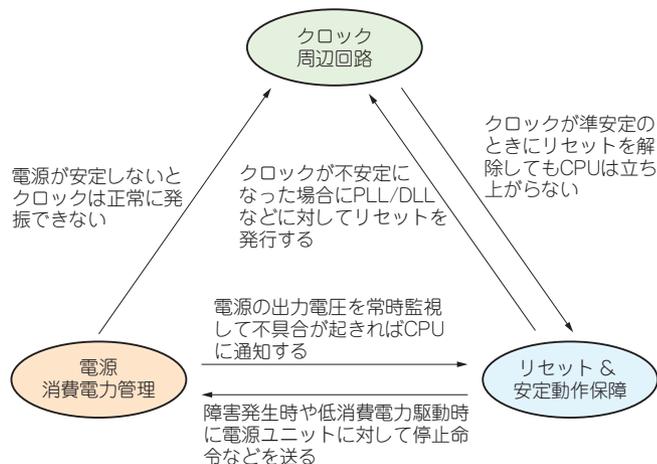


図1 安定動作を支えるクロック、リセット、電源の3要素の関係

ので、そのまま使っています。

この現象は、昨今の大規模なシステム設計から、1チップ・マイコンを使ったりリモコンなどの設計まで、さまざまな開発でも遭遇します。ではこれらはいったいどのようにして発生するのでしょうか。

キーワードは「クロック」と「リセット」、そして「電源」です。この三つは、システムを安定的に動作させるためには切っても切れない関係であり、システム起動のための3要素です(図1)。

● 起動手順の違いが原因でCPU基板が動作不良を起こす

似たような現象は、量産前の試作製品開発フェーズで多く経験します。一概に回路設計が悪いというものだけではなく、使用しているICに起因するもの、実験用の電源ユニットに起因するものも実際に存在します。

えっ、実験用の定電圧電源が信用できないのか、と思われるかもしれませんが、ある低消費電力アプリケーションでは電源の投入手順によって、CPUが意図しない動作を行う場合があります。

また、複数台製造したボードのうち数枚だけがどうも正常に起動しない、また起動したあとに再起動テストを行うとうまく動作しない…ということもあり得るでしょう。

筆者らは、富士通の32ビットRISC型マイクロプロセッサ「FR60」搭載基板を設計しました⁽¹⁾。数十台の量産前試作ボードで、10%強の起動不良現象を確認しました。調べていくと、電源投入後のクロックとリセットの投入シーケンスの違いから起動不良が発生することが分かりました。

Keyword

クロック、リセット、電源、チェック・シート、電源投入シーケンス、FR60

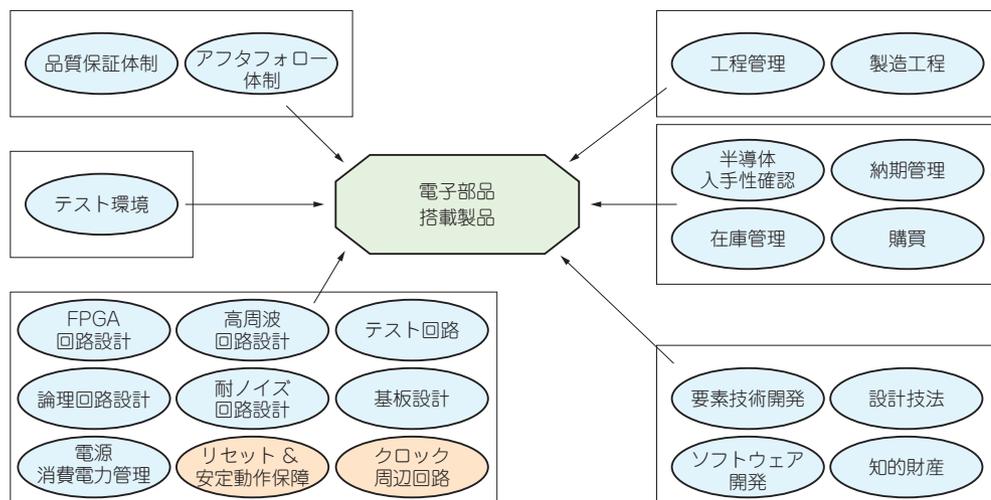


図2
ハードウェア設計者から見た製品
開発の要素技術

筆者が設計した基板であること、半導体メーカーが積極的に解析に協力してくれたこと、製造工程も皆で把握していたこと、などがあり、すぐに対策を導き出せました。しかし、このような例は極めてまれです。

● 不具合を「無視」すると大変なことに…

一般に数社が絡むような製品開発では、さまざまな要素が絡み合うため、システム全体の見通しが悪くなる傾向にあります(図2)。デバッグ期間が限られているため、前述したような電源、リセット、クロック系統に不具合があったとしても後回しにされ、まずは主な機能検証を進めがちです。

そうです、リセット、クロック、それに電源は「動いて当たり前」という意識が、特に古くから設計を経験している比較的年配の技術者には多く見受けられます。現場で働く“ワカモノ”は現象から原因を想像する技法を学んでいないために「とりあえず動いているからそれでヨシ」として、ほってしまいます。

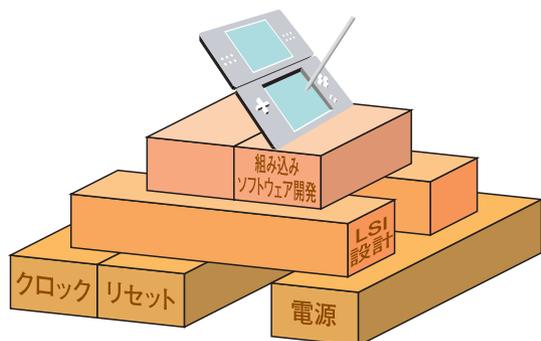


図3 クロックなどの要素が複雑に絡み合って製品が完成する

本当は想定した以上の突入電流(インラッシュ・カレント)が発生していたり、ごくまれにPLL(Phase-locked Loop)が不安定になるような場合があったりしているかもしれません。しかし、「リセットをかければ動いてしまった」ということで、見落とし…ではなく「無視」してしまうのです。

そして量産が始まり、数ロットを越えたあたりで不良率が途端に多くなる。原因は類似品の乗せ代えで特性が変わり、不具合が顕著化し、担当者は連日顧客のところカンヅメ…などということは、筆者もよく見聞き、経験しています。

2. 効率良く開発を進めるための近道

● チェック・シートで着実に検証を行っていく

先を急いで飛ばすやり方で仕事を進めると、時として終わりが見えたあたりで問題が発生する場合があります。結果的に後戻りする必要が生じ、大変苦痛を感じるようになります。それならば始めから順番に作業を進めていき、その都度問題点を改善していけば、結果的に早く終わります(図3)。

昨今の高度に集積化されたシステム開発においては、電源周りやクロック周りの仕様が前に設計したものと同じであっても、前に採用した回路をそのまま再利用できるとはかぎりません。立ち上げ手順や半導体素子の要求する仕様が異なる場合があるためです。前例があるから安心であるという前例踏襲主義を否定するつもりはありませんが、逆に前例にとらわれすぎて肝心な点を見落とすこともあります。

原始的ではありますが、チェック・シートを用意してお