

第4章 多ピンBGAの省スペース実装技術

— PC Cardの中に大規模FPGAを入れる

佐藤 保

BGAパッケージのFPGAをPC Cardに納めた製品開発事例を紹介する。Type IIのPC Cardは外形が5.0mmと薄く、比較的高さのあるFPGAを収める際の制約になった。ここでは、配線に必要な基板層数を得るために必要な基板厚を確保した過程、および最低限の基板層数による配線を達成した技術について解説する。プリント基板設計者は、回路設計者とのコミュニケーションを密に取る必要があったという。 (編集部)

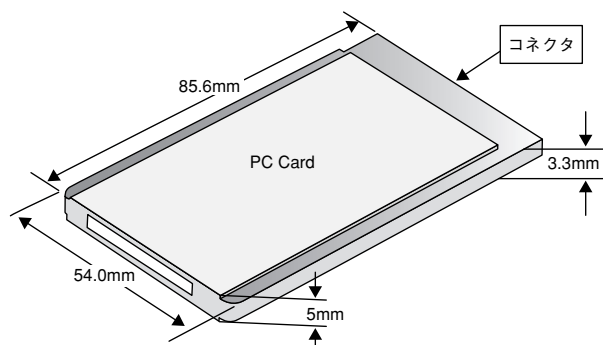
ある日、「100万ゲート規模のFPGAを使用してCardBus規格対応の製品を作りたいが、Type II PC Cardに収めることは可能だろうか」という相談を受けました。具体的には、256ピンBGAパッケージのFPGA (米国Altera社のCyclone)をPC Cardの内部に実装し、そこから100本程度のI/Oを外部に引き出すというものです。

256ピンBGAパッケージは、17mm角と小さいので、これを1個収めるだけなら難しくなさそうに感じます。しかし、Cycloneは5VのI/Oインターフェース規格に対応していないため、レベル変換用のLSIが必要になります。もち

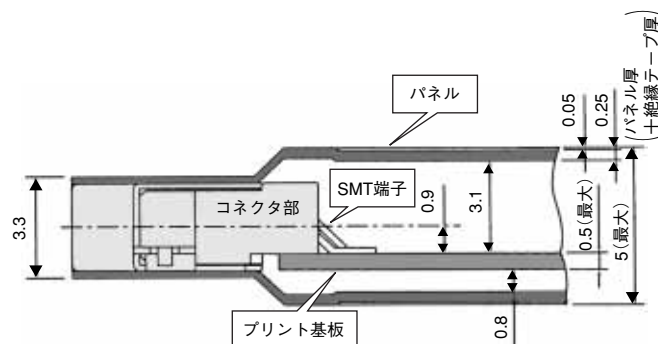
ろん、クロック発振器やコンフィグレーションROMなど必要です。これらすべての部品をPC Cardの中に収めなければなりません。プリント基板上の配線がかなり高密度になりそうです。

●PC Card 製品の設計は寸法との戦い

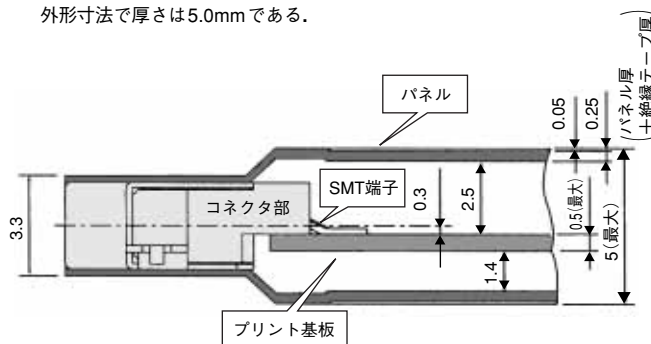
まず初めに、Type II PC Card (図1) の中にFPGAを実装できるかどうかについて検討してみました。Type II PC Cardの外側の厚さは最大5.0mmです。



〔図1〕 Type II PC Card
外形寸法で厚さは5.0mmである。



(a) 偏心度0.9mmタイプ



(b) 偏心度0.3mmタイプ

〔図2〕 PC Card用フレームの例

使用する予定のフレームは、2種類の偏心度があったが、図面どおりでは設計できなかった。

図2に、使用を想定したフレーム (PC Cardの筐体) の断面図の例を示します。当然、内側のスペースにFPGAが実装された基板を取めることになります。特に、その基板がどの位置にあるのかということが重要になりそうです。

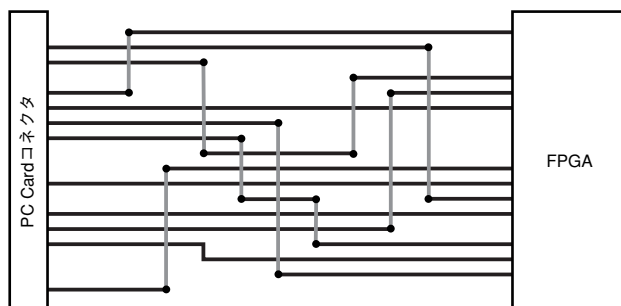
プリント基板がPC Cardの中心線から(下方向に)どの程度ずれた位置にあるかを「偏心度」と言います。図2では、偏心度0.3mmと0.9mmの2種類を示しています。当然ですが、偏心度0.9mmのほうが偏心度0.3mmのタイプに比べて部品面の高さを多く取れます。基板の厚みは、いずれの場合も0.5mmです。偏心度0.3mmのタイプは、両面に部品を実装するための方式のようです。

今回の設計仕様を満たすためには、ピン間3本 (BGAパッド間1本) の設計ルール (線幅/スペース = 0.15mm/0.15mm) では6層基板が必要になります。しかし0.5mmの基板厚では、従来工法のリジッド基板では2層しか作ることができません。特別な製造ラインであっても、4層基板が限界です。

ビルドアップ工法やフレキシブル基板を活用すれば解決するのかもしれませんが、しかし当然ながら、従来工法のリジッド基板と比較すると、大幅なコスト増になってしまいます。フレキシブル基板の場合は最低発注数量も問題になります。今回の設計は少量生産品で、コストにも制約があるものでした。このため、従来工法、しかも貫通ビアのリジッド基板で設計を進めざるをえませんでした。6層基板では、最低でも0.8mmの厚さになってしまいます。

●6層は必須、0.8mmの基板厚を確保せよ！

図2に示したように、PC Cardのコネクタとフレームのデータシート図面には、偏心度にかかわらず基板厚は



〔図3〕配線が交差すると基板層数が増える

配線が交差しなければ、1層で配線できる。配線が交差すると、2層必要になる。貫通ビアではほかの層への影響も大きく、全体の配線効率が下がり、さらに層数が必要になる可能性もある。

0.5mmと書かれていました。偏心度0.3mmタイプを使用すれば、基板厚を確保できそうです。少なくとも、偏心度0.9mmタイプとの差、すなわち0.6mmは増やしても影響ないはずです。基板厚を1.1mmにできれば、6層基板を製造することができます。

偏心度0.3mmタイプでは、部品面のスペースは、2.5mmの高さを確保できます。この空間は、表面実装部品しか使用しない今回の設計では十分なもののように思えました。しかし念のために部品の高さを確認してみると、この高さでは不十分であることがわかったのです。

今回使用するFPGAは、データシートには高さの最大値が3.5mmと記載されていました。これでは偏心度0.3mmタイプどころか偏心度0.9mmタイプでさえも入らないことになります。しかし経験的に、256ピンのBGAパッケージの高さが3.5mmであるというのは信じられません。そこで、回路設計者に現物の高さを確認してもらったところ、3.0mm程度であることがわかりました。これなら偏心度0.9mmタイプを使用できます。今回は少量生産品ですから、すべて実測して選別すれば対応できます。

また、FPGA以外にも高さのある部品があることがわかりました。クロック発振器とFPGAのコンフィグレーションROMです。これらは薄型ではないSOP (small outline package) であり、高さは3.0mm近くあります。

さて、部品の高さが3.0mm必要であれば、偏心度0.9mmのタイプを使うしかありません。基板厚を確保するために、基板の下スペースに着目しました。データシートによれば、0.5mmの基板を使用する場合、基板の下には0.8mmのスペースがあります。今回は、片面実装なので、絶縁テープ付きのフレームを使用すれば、このスペースはもう少し小さくてもよさそうです。

こうして、6層基板の製造に必要な0.8mm厚を、図面のうへでは確保することができました。次に実際に試作して問題がないかどうかを確認することにしました。

●回路図の変更を何度も行う

6層基板を使えるとは言っても、パターン設計は容易ではありません。アートワークでは、回路設計者と繰り返しコミュニケーションをとりました。

PC Cardコネクタからレベル変換LSIを経由してFPGAにつながる配線と、FPGAとバックエンドのI/O出力につながる配線は、いずれも直線的に配線したいものです。配