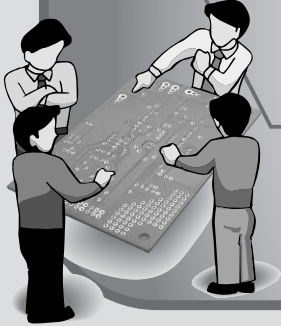


BGA周りの配線を制する者が
多層基板を制する

BGAパッケージ周りの 配線設計の勘どころ

城野幸男



開発する製品に対して、小型化や低コスト化を要求されることは多々ある。小型化のためにできるだけ小さいパッケージを選択したくなるのは人情だが、ちょっと待ってほしい。配線幅が狭くなりクリアランスが取りづらくなると、基板の価格や品質に影響が出るからだ。ここでは、ボード開発者やLSI設計者にも知っておいてほしいBGA周りの配線における常識を紹介する。
(編集部)

最近のLSIでは、BGAパッケージ(以降、BGA)が多用されています。このBGAは端子の密度が高いため、I/O端子の多いLSIでもパッケージを小型化できます。しかし、密集した端子の周辺にはわずかなスペースしか残っていません。このためすべての端子から配線を引き出すためには特別な配慮が必要になります。そこで本章では、BGA周りの配線をサポートする技術と、配線設計の要点を紹介します。

1. BGAパッケージとは

まず、BGAがどのようなパッケージなのかということ

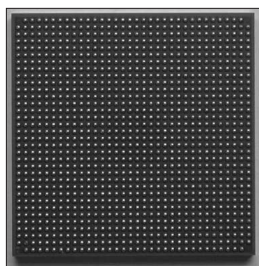


写真1
BGAパッケージの外観

おさらいします。BGAはball grid arrayの略であり、その名の通り格子状に配置されたボール状の端子を持つ表面実装部品です(写真1)。

端子数は20以下のものから2000を超えるものまであります。端子の間隔は1.5mm, 1.27mm, 1.0mm, 0.8mm, 0.65mm, 0.5mmのものがあります。また端子の配列は、パッケージの中心部付近に端子がないものと、端子面の格子上のすべてが端子で埋め尽くされたフルグリッドのものがあります。

BGAはこれまで、高密度実装のためのパッケージとして使用されてきたPGA(pin grid array)やQFP(quad flat package)に対して、さらに実装密度を上げるための手段として実用化されたものです(図1, 図2)。構造的に見てもPGA端子の格子配列とQFPの表面実装の双方を組み合わせたものと言えます。BGAは現在、FPGAなどのI/O端子の多いLSIのパッケージとして、一般化しています。

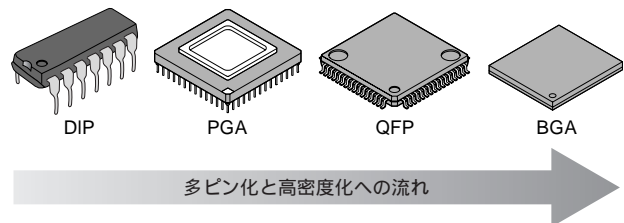


図1 多ピン化と高密度実装への対応

I/O端子の増加に伴い、当初使用されていたDIP(dual in-line package)に替わってPGAが使用されるようになった。その後、実装密度を上げるために、表面実装パッケージであるQFPが使用されるようになり、現在ではBGAが主流になっている。

KeyWord

BGAパッケージ、層数、埋め込みビア、ビルドアップ、IVH、パッド・オン・ビア、配線幅、クリアランス、ビア・サイズ、孔径、エスケープ配線、ピン・スワップ、デザイン・ルール

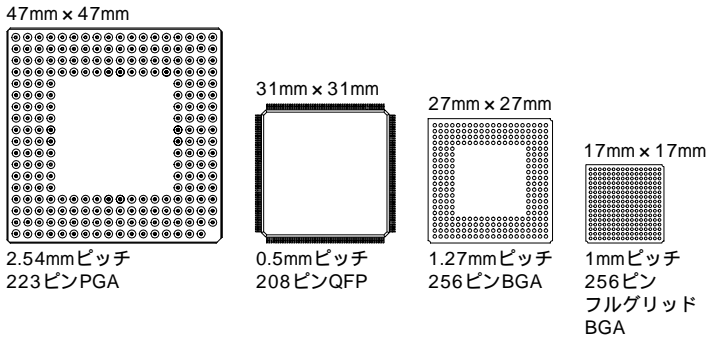


図2 各パッケージのサイズ比較

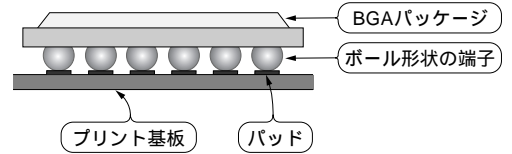


図3 BGAの実装形態

BGAはバンブと呼ばれるボール形状の端子を備えており、リフロによって基板上的のパッドにはんだ付けされる。

2. BGAの配線は困難な作業

BGAを使うと実装密度を飛躍的に高められますが、その反面、プリント基板のパターン設計が難しくなります。BGAの周りは配線の経路を見つけ出すのが難しいだけでなく、実際に線を引くのもなかなか大変です。そこでBGA周りの配線がどのように大変なのかということについて考えてみます。

● BGAは表面実装

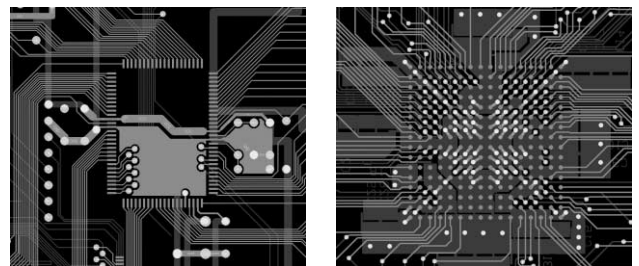
BGAは基板を貫通する端子を持たないので、実装面以外の層では直接端子と接続することができません(図3)。このため実装面以外の層の配線と端子とを接続する場合には、必ずビアを使って層間の接続を行わなくてはなりません。そしてこのビアは基板スペースを浪費して配線を妨げるのです。

● BGAは狭い間隔で端子が何列も並んでいる

QFPも表面実装であり、端子の間隔も狭いのですが、端子が四角形の4辺に1列に並んでいるだけです。このため端子から配線をパッケージの外側に引き出すことは容易です。しかし、BGAの場合は端子が格子状に何列にも並んでいます。このため内側にある端子から外側に配線を引き出す時には、この外側の端子や端子から引き出されている配線を巧みによけなくてはなりません(図4)。

● BGAは端子が多い

BGA端子からの配線の引き出しにおいては、考える仕事が終わった後、力仕事がつっぷり待ち構えています。BGAでは500ピンは当たり前であり、1000ピンを超えるものも



(a) 100ピンQFP

(b) 256ピンBGA

図4 パッケージ周りの配線の様子

(a)のQFPは端子パッドの配列が1列なので、内側と外側の両方に引き出せる。パッケージの内側には大きな配線スペースがある。このスペースに自由にビアを配置することができる。また、BGA実装面の裏側にバイパス・コンデンサを配置したり、他の配線を通過させることができる。

(b)のBGAはパッドが格子状に配置されているのでパッケージの内側には、引き出し用のビア以外のスペースはほとんどない。BGA実装面の裏側もビアでスペースが埋まっているので、少数のバイパス・コンデンサを配置する以外には利用できない。

珍しくありません。これだけ端子が多いと配線経路が見つかって実際の配線に大変な時間がかかります。例えば600の端子から配線を引き出す場合、一つの端子の配線が10秒で終わったとしても、合計100分の時間がかかってしまいます。このことは配線作業の段階で試行錯誤を繰り返す時間の余裕がないことを意味しています。また途中で行き詰まってもやり直しは容易ではありません。

● BGAは高速で動作するものが多い

BGAは高速で動作するデジタル回路で使用される場合が多く、配線パターンの伝送特性のコントロールが必要な場合がしばしばあります。

*

*

BGAの配線が困難な理由は、上記のような特徴を合わせ持っているところにあります。しかし、これらに対して各分野から多くのサポートが行われることにより、既に大き