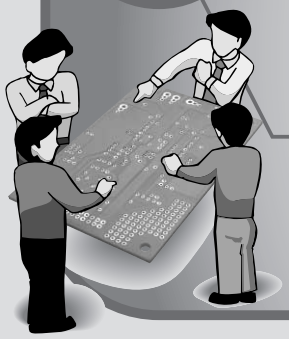


第5章

高速化，小型化が進む設計においてはツールやデザイン・ガイドの有効活用が肝

高速信号を扱う際，知っておきたい多層基板の基礎

剣持裕治

バスの高速化が進む設計においては，回路設計者が多層基板の特徴をよく理解し，多層基板の特性を十分引き出すことが求められる．ここでは，配線パターン設計入門者はもちろん，回路設計者にも常識として知っておいてほしい多層基板設計における基礎知識を紹介する．（編集部）

プリント基板の歴史は古く，既に1950年代には片面基板を使ったポータブル・ラジオが販売されていました．1960年代に入ると，スルー・ホールめっき技術が開発され，1970年代前半にはさらなる小型化と生産性，信頼性向上の要求により，多層基板が実用化されています．しかし，一般の産業機器においてはDIP（dual in-line package）が主流だったため，よほど高密度な実装をしない限り両面基板でも十分，配線できていました．

1980年代に入ると，市場の小型化への要求から面実装のSOP（small outline package）などが登場し，そろそろ4層基板を使用しないと配線が厳しくなってきました．

1990年代には端子が4方向にあるQFP（quad flat package）やフルグリッドのPGA（pin grid array）の登場により，配線密度を上げるための技術革新は，パターンの微細化とビアの小径（しょうけい）化だけでは限界が見えてきました．それを打開するために多層基板とIVH（interstitial via hole）が開発されましたが，開発に拍車をかけたのが2000年代からの携帯電話の普及とASIC，FPGA，システムLSIの登場でしょう．

軽薄短小かつ高機能に対応するため，使用電源を低電圧化し，限界までパッケージ・サイズを小さくしたCSP（chip size package）やBGA（ball grid array）も登場しました．このBGAの登場はある意味で，基板設計の転換期とも言えます．4層基板までは2枚の2次元空間内で基板設計を行っていましたが，それがさらに面を積み重ねて，同時に考慮する必要のある2.5次元になった訳です．さらに複雑なIVHを使う場合には，3次元的な思考も必要になってきました．このように，1000ピンを越えるI/O端子を持つBGAパッケージに集中する配線と幅広いバスを，高速信号を取り扱いながら今まで以上に配線密度を上げるには，IVHを使った6層以上の多層基板の知識が不可欠となっています．

1．覚えておきたい多層基板とビアの種類

基板の層数には片面基板から両面，多層基板など多くの種類があります．今回の特集は多層基板ですが，ひと口に多層基板と言ってもフレキやリジッド，そしてビルドアップ構造など，工法や素材に多くの種類が存在します．今回は広く一般的に使われている8層以下の多層基板と，多層基板設計の際に必要なビアの知識，そして各層をどのように使い分けたら効果的かを，基板設計をこれから始める技術者向けに紹介します．

● 層間接続するビアの種類

ビアは大きく分けてスルー・ビアとIVHに分類できます（**図1**）．スルー・ビアは2層基板でも一般的に使っている全層を貫通した接続用のビアで，ドリル穴加工し，スルー・ホールめっきすることで作成されます．それに対し

KeyWord スルー・ビア，IVH，ブラインド・ビア，ベリード・ビア，スタッカード・ビア，パッド・オン・ビア，マイクロストリップ・ライン，Altium Designer 6，Pentium M用チップ・セット，855PM

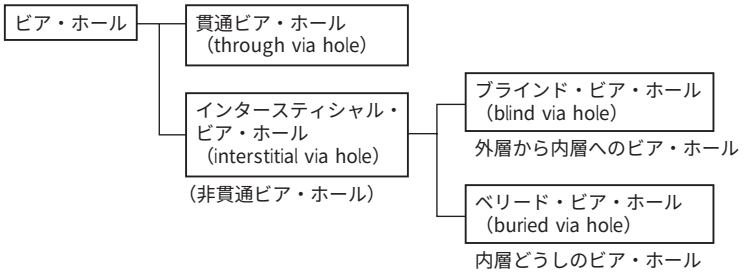


図1(1)
ビア・ホールの形状の種類

IVHは非貫通のビアで，4層板以上で使われます．

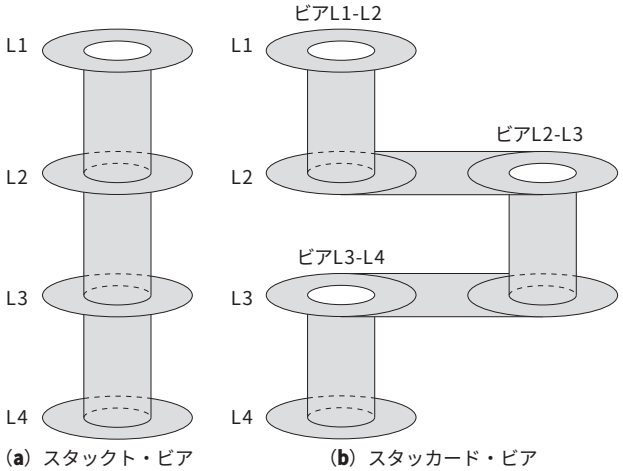
IVHはさらに，表面層から内層を接続するブラインド・ビアと，表層以外の内層間を接続するベリード・ビアに分類されます(**図2**)．穴あけはドリルではなくレーザで行われるため，200 μm以下の穴径が一般的です．

● ビアの工法による種類

各層間のIVHビアの積層構造には，層間の穴位置が同じでもよいスタックト・ビアと，穴位置をずらす必要のあるスタッカード・ビアがあります(**図3**)．その2種類は基板工場の設備や工法により異なるので，IVHを使う場合にはスタックト・ビアが使えるかスタッカード・ビアに制限されるかを，基板製造業者と確認した方がよいでしょう．基板設計ではスタックト・ビアの方が，設計自由度が高くなります．しかし，めっき後の平たん度管理など製造の難易度が上がるので，この点に気をつけてください．

● パッド・オン・ビア

通常なら表層にあるビアの穴は，開口したままです．そのため部品のパッド上にビアを配置すると，この開口部にはんだが流れ込み接続不良を起こす危険性があります．樹脂やめっきでこの穴を埋めてあれば，部品パッドとビアのランドを共通化できます．これをパッド・オン・ビアと呼んでいます(**図4**)．この手法を使うと，BGAパッケージのパッドをファンアウトする必要がなく，そのままビアを介して内層へ接続できるので，配線のスペース効率が上昇します．また，スタブを最小にして接続できるので，基板設計にとって有利です．BGAを多用した基板で動作周波数も高い場合には，ぜひとも検討したい工法です．しかし，製造工程が増えるため基板コストは上昇します．



(**a**) スタックト・ビア
上下のビアは同一位置にある．

(**b**) スタッカード・ビア
上下のビアは同一位置にはない．穴相互の間隔に注意．

図3　ビアの工法による種類

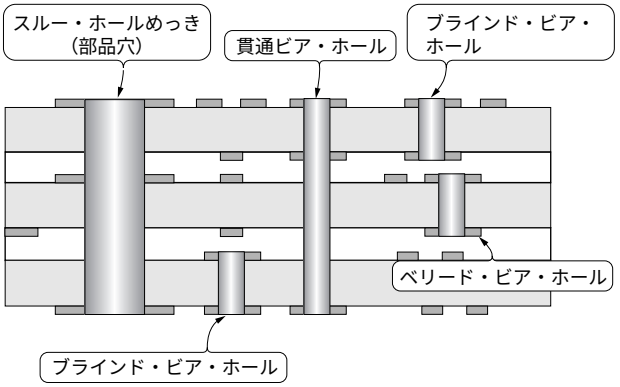


図2(1) ビア・ホールの構造
プリント配線板は6層．

● 4層基板の例

4層基板の代表的な例を**図5**に示します．中央部のプレーン層は電源とグラウンドだけではなく，一部信号線に使うこともできます．その分電源に使用できる領域が減ることに注意してください．

図4　部品パッドとビアのランドを共通化したパッド・オン・ビア
配線のスペース効率が良い．