

高多層化、微細化、低損失化。シグナル・インテグリティの限界に挑戦する

高性能機器用プリント基板の最新技術動向

小型電子機器に使用されているビルドアップ基板は、プリント基板の構造に革命をもたらしたと言われていました。その一方で、ハイエンド・サーバ、半導体テスト装置などに用いられるプリント基板は、いわゆる多層化とめっきスルーホールによって内層接続する方式です。本稿では、これらの高性能機器に使用されている超高多層プリント基板の最新技術について解説します。〈編集部〉

飯田 正/白澤 久人
Tadashi Iida/Hisato Shirasawa

プリント基板技術の変遷

● プリント基板の歴史

▶ プリント基板の誕生

世界初のプリント基板は、1943年に英国でPaul Eisler博士が特許を取得したものとされています⁽¹⁾。両面に銅箔を貼った非導電性の板にエッチングでパターンを形成する、いわゆる両面板だったようですが、実用として製造されたのはトランジスタが登場した1950年代になってからのようです。

いわゆる多層化とめっきスルーホールによって内層接続する現在の方式は、1961年に米国のHazeltyn社が特許を取得したものがその原型です⁽¹⁾。この方式による多層プリント基板は高密度配線が可能で接続信頼性に優れていたため、1970年代に登場したICを実装する方式として幅広く使われるようになりました。

IC、LSIの進化、電子機器の高密度化に伴って、多層化は飛躍的に進みました。1988年には、大型コンピュータ向けに46層のプリント基板が開発されています(写真1、写真2)。

この基板は、高多層というだけでなく、IVH、シー

ケンシャル積層、微細小径穴加工、両面穴明加工、高アスペクト比銅めっき、セミアディティブ・パターン形成、斜め配線、厚銅コアと、現在我々が使っている技術のあらゆる原型が盛り込まれていました⁽²⁾。

▶ 小型機器に使われるビルドアップ基板

一方で、こうした高多層化のトレンドとは別に、ポータブル・オーディオ、携帯電話などの普及によって電子機器の小型化が進み、高密度の実装を実現するために、ビルドアップ基板が登場しました。

これは、配線の邪魔になる貫通穴を嫌い、フォト法やレーザにより形成した非貫通のマイクロビアを使って層間接続することで高密度実装を実現するものです。また、必要な部分にしかビアが存在しないため余分なスタブがなく、電気的特性にも有利とされています。

当初のビルドアップ基板は、1層ずつ積層し、ビア

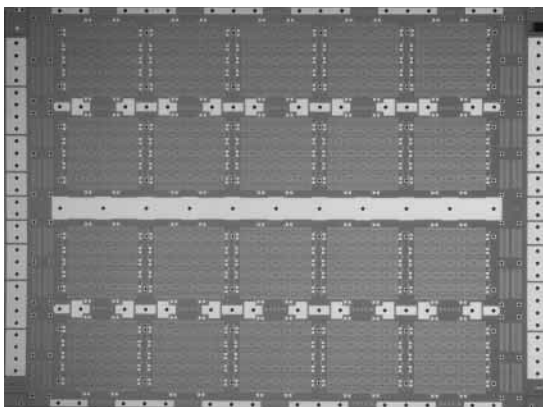


写真1 大型コンピュータ向け46層基板(730×534 mm)

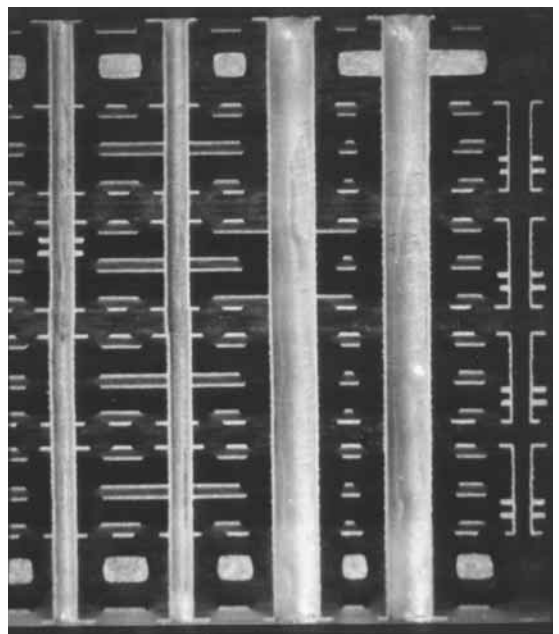


写真2 46層基板の断面図(板厚: 7.1 mm, 小径穴ドリル径: φ0.3 mm)

形成、回路形成を行う方式でしたが、これでは同じ工程を何度も繰り返すので、層数が増えるほど納期がかり、コスト高になる欠点がありました。現在では、一括で多層化が実現できるさまざまなビア接続方式が開発されています。

ビアの接続方式は、当初はめっき銅によるものが主流でしたが、最近では手軽な導電ペーストを用いたものなどが使われるようになりました。

ビルドアップ基板の出現は、プリント基板の構造に革命をもたらしました。それ以来、さまざまな構造や製造方式が出現し、現在でも進化を続けています。現在では、小型機器においてはビルドアップの技術を使っていないものはないと言っても過言ではありません。

一方で、ハイエンドのサーバなどに用いられる高多層プリント基板では、より微細化、より多層化するだけで、その基本構造はほとんど変わっていません。ハイエンドのわりには意外に保守的です。銀行や証券、企業の基幹業務で使用されるという用途を考えると、保守的にならざるを得ないのでしょう。それだけ貫通

スルーホール基板の完成度が高かったと言えるかもしれません。

● プリント基板の分類

プリント基板を分類すると、表1のようにになります。このほか、どれにも分類できない折り曲げ可能なプリント基板も出現しています。

● 半導体パッケージのトレンドに伴うプリント基板への要求

プリント基板は、半導体パッケージや部品を搭載する板ですから、その技術は搭載する半導体や部品のリードの形状、寸法や数とともに進化してきました。

最近の半導体パッケージは、狭ピッチのBGAが主流です。図1は、各種BGAのI/Oピン数と、ピッチの変化を示しています⁽³⁾。電流量の増加、各種インターフェース、データ・ビット数の増加により、I/O数の増加傾向は今後も続くと考えられます。それと同時に、I/Oのピッチも狭くなっています。

このように、年々I/O数の増加と狭ピッチ化が進み、これを基板上に高密度実装するため、信号配線を収容しきれなくなり、プリント基板の層は今後も増加するものと考えられます。

● 信号の高速化に伴うプリント基板への要求

一方で、信号の高速化が急速に進んでいます。図2に、ITRS(International Technology Roadmap for Semiconductors)による、ハイパフォーマンス分野におけるペリフェラル・バス・スピードのロードマップを示します。ここでは、集積回路における集積密度の経験則で有名なムーアの法則が成り立っています。2010年には信号の速度は10 GHzに、2013年には20 GHzに近づくと考えられています。

このような高速信号を取り扱うようになり、従来の仕様のプリント基板では信号のロスが大きくなって、電気的な性能を満足できなくなってきました。そこで、樹脂、ガラス・クロス、銅箔、スルーホールの構造な

表1 プリント基板の分類

分類	用途	
リジッド・プリント基板	片面プリント基板	ラジオ、リモコン
	両面プリント基板	民生デジタル機器
	メタル・コア・プリント基板	電源、車載
	多層プリント基板	パソコン、小型サーバ、サーバ周辺機器
	ビルドアップ多層配線板	半導体パッケージ、携帯電話、小型デジタル機器
	高多層プリント基板(10層以上)	ハイエンド・サーバ、半導体テスト設備
フレキシブル・プリント基板	フレキシブル・プリント基板	プリンタ、携帯、ビデオ・カメラ
	両面・多層フレキシブル配線板	携帯、ビデオ・カメラ、3次元配線
リジッド・フレキシブル・プリント基板	ビデオ・カメラ、ノートPC	

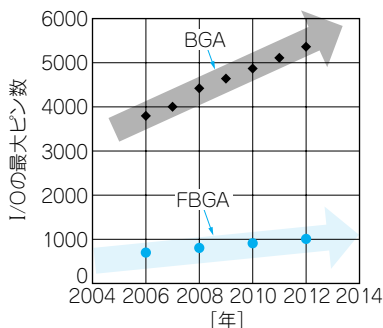


図1 I/Oピン数とI/Oピッチの変化

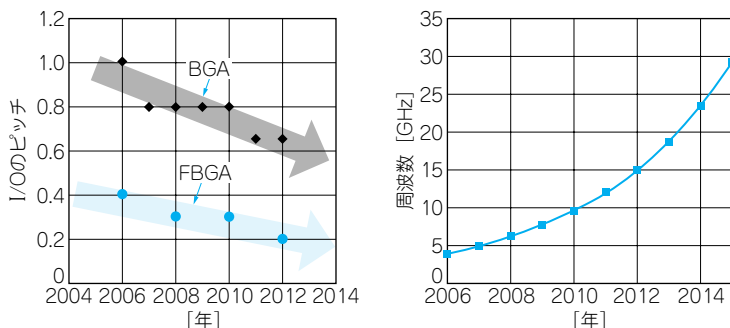


図2 バス・スピードのロード・マップ