技術解説

多層プリント配線板におけるめっき技術

高 木 清*

Plating Technology Trend for Multilayers Printed Wiring Boards

Kiyoshi TAKAGI*

1. は し が き

最近の電子、情報、通信機器の発展は目覚ましいものがあり、半導体素子の高度化とともに拡大してきた。この高度の電子機器を実現するためには、半導体素子を中心とした電子部品等を配置、接続する実装技術に負うところが大きく、このなかでプリント配線板は中心的な役割を果たしている。電子部品の小型化、高集積化と、電子機器の小型、軽量化、あるいは高性能、多機能搭載の指向が強くなると、高性能、高密度のプリント配線板を必要とし、多層化が必然の方向となってきた。

一方めっきの手法は所定の厚さに金属導体を生成させ

る方法としては、析出速度が大きく、かつ常圧下で成膜できる等加工が容易なものの一つである。多層プリント配線板は三次元接続を行うが、現在の多層板はほとんどがめっきスルホール法によるもので、めっき技術は重要なものとなっている。析出しためっきは配線板として次の組み立て工程に渡り、その特性は作業性、信頼性に影響を与える。また配線板の製造プロセスは、めっきの方法により各種のものが実用化されている。ここではプリント配線板の必要特性、および、配線板の製造上で、めっきに求められる特性について考える。

2. プリント配線板に求められる特性

電子機器はその性能を最大限に発揮させるためには回路素子の選択とその接続方法に依存する。電子部品をプリント配線板上に搭載し、はんだ等により接続すること

* 富士通㈱ (〒211 神奈川県川崎市中原区上小田中1015)
Fujitsu Ltd. (1015, Kami-kodanaka, Nakahara-ku,
Kawasaki-shi, Kanagawa 211)

表1 プリント配線板の必要特性と配線板への影響

項 目	設 計	材料・製造プロセス
電気特性	導体抵抗の低下	パターン幅精度
	絶縁抵抗の確保	
	特性インピーダンスの整合	
配線の収容	高特性インピーダンス	層間隔精度
	クロストークの減少	
	電磁シールド性	
実装性	収容性の拡大	ランドレスホール 小径VIA HOLE IVH
	高密度配線	
	はんだ付け性	
信頼性	耐熱性	板厚の増加
	耐熱膨張率	
	耐熱衝撃性	
信頼性	スルーホールの接続	薄葉積層材料 寸法安定化積層材料 高耐熱性積層材料 低誘電率積層材料 耐燃性積層材料 積層接着性 低熱膨張率基板材料 金属ベース (コア) 基板材料
	部品端子との接続	
	パターン・スルーホール間の絶縁	
		めっき析出性・物性 表面処理 穴加工性

で機能回路が構成される。これらのいくつかを接続しサブシステムとし、更にそれらを接続することで全体システムとしていく。最近では微小化した部品を高密度にパッケージし、小形軽量化、あるいは高性能、多機能化を図っている。このため、プリント配線板のパターンは急速に高密度化し、また高速伝送のためにトランスミッションライン構成をとってきている。部品の搭載方法も表面実装、両面実装方式が急速に取り入れられてきている。これらのことはプリント配線板の設計、材料、製造の上に大きな影響を及ぼす。これらの関係を表1に示し、以下に概略の説明をする。

2.1 電気特性

配線板としての基本的な特性は、導体パターンの電気抵抗とパターン間の絶縁抵抗である。配線密度を高くするためにパターン幅を小さく、間げきを狭くすることが求められてくる。また信号の質を高め、高速処理を行うために、トランスミッションライン構成をとり、特性インピーダンスの整合を行い、クロストークについて配慮を行っている。これらのことはプリント配線板の材料の特性に影響を与え、またプリント配線板の製造プロセスとその技術の改善を必要とする。

2.2 配線密度と収容性

電子部品の実装の動向として、部品形状を小さくし、高集積度の部品とすることにより、1枚のプリント配線板上に多くの機能を搭載し、高性能化しようとした、いわゆるワンボード化の要求が高まっている。一方高集積度のLSIではゲート数の増大とともに端子数は急速に増加する(図1)。従って、半導体素子を収容するパッケージの形状も多様化してきた。表面実装技術の進歩から表2のような小形、多ピンのパッケージとなり、またピン挿入形でも表3のようにPGAのように多ピン型の

図1 Rentの法則を基にした端子数とゲート数の関係

表2 表面実装型パッケージ

名 称		外 形	特 徴	
略号			材 質	リードピッチ他
SOP	SMALL OUTLINE PACKAGE		P	1.27mm (50mil) 2方向リード(16~36本)
FPP (QFP)	FLAT PLASTIC PACKAGE		P	1.0mm 0.8mm 0.65mm 4方向リード(20~128本)
LCC	LEADLESS CHIP CARRIER		C	1.27mm (50mil) 1.00mm (40mil) 0.75mm (30mil) 接点数(16~36本)
PLCC	PLASTIC LEADED CHIP CARRIER		P	1.27mm (50mil) J形状リード(16~124本)
SOJ	J BEND SOIC		P	1.27mm (50mil) 2方向リード(16~124本)

表3 ピン挿入型パッケージ

名 称		外 形	特 徴	
略号			材 質	リードピッチ他
DIP	DUAL INLINE PACKAGE		P C	2.54mm (100mil) リードピン数 4~64
S-DIP	SHRINK DIP		P	1.778mm (70mil) リードピン数 4~64
SKINNY	SKINNY DIP		P	2.54mm 幅方向ピッチ1/2サイズ リードピン数 8~28
PGA	PIN GRID ARRAY		C	2.54mm (100mil) リードピン数 64~240

(注) P: プラスチック C: セラミック

図2 多層プリント配線板の構造（8層の例）〔IVH：Interstitial Via Hole〕

使用がふえてきた。ピンのピッチは1.27 mm と小さなものが出現し、一部ではバットソルダーリングが用いられている²⁾。

このように小形になり、密度の高い実装となると、これを搭載する配線板の配線量は狭い面積のなかで数多くのものとなる。これを収容するために配線の高密度化が進み、パターン幅が狭くなってきており、また、板の大形化、多層化が図られている。この場合、導体パターンは電気抵抗の確保のために厚いものが必要となる。

導体層数の増加に従い、立体接続のめっきスルーホールが増加し、層間を部分的に接続する微小径によるインタースティシャルバイアホール（Interstitial Via Hole：IVH、埋込型、盲穴型）の適用されるものが増加してきている。これは薄板へのめっき方法、めっき表面の接着適合性、盲穴内へのめっき方法といった技術が関係する。また板厚の増加により、0.3 mmφ以下の微小径穴内のめっき技術が重要なものとなる。

2.3 実装特性

部品を取り付けるためにプリント配線板の物理的、化学的な性能が関係する。そりねじれ、はんだ耐熱性、耐燃性は基板材料によるところが大きいが、部品等を接続するはんだ付に関する諸特性はめっきの良否に大きく左右される。即ちめっき表面を清浄な仕上げとし、微細パターンあるいは、SMD等のランドパターンの解像を十分なものにする等である。

2.4 信頼性

電子機器は稼働中、あるいは保管、運搬等の間に様々な環境条件にさらされる。プリント配線板はこのような環境下で長期にわたって性能を保持する必要があるが、特に接続と絶縁特性に関して重要である。性能の故障については初期のものと劣化によるものがあるが、配線板の多くの故障は板にすでに内在する原因によるものが多く、いわゆる初期故障に属するものと考えられる。めっきスルーホールの接続性、はんだの接合性、めっき液による絶縁劣化等、めっき技術に深く関係するものである。

3. 多層プリント配線板の製造プロセスとめっきの種類

3.1 多層プリント配線板の種類

現在の多層プリント配線板はガラス布を基材としたエポキシ樹脂、またはポリイミドなどの高耐熱性樹脂の銅張積層板を用いている。めっきスルーホール法を用いて作られるものは、通常内層パターンはエッチングにより、また、外層パターンおよびスルーホールはめっきにより形成される。表面実装方式の普及により、層間の接続のみであるバイア穴はその直径をできる限り小さくした小径穴が使用されるようになってきた。また内層導体の任意の層間を部分的に接続するインタースティシャルバイアホールをもったものが増えてきている。このIVHは両面スルーホールを形成したものを内層として一度に積層するもの、あるいは4～6層程度に積層し、盲穴型のスルーホールを作り再度積層するシーケンシャル積層法で作られるもの等がある。これらの接続をもつ配線板を図2に示す。これらのスルーホールの方式は電子機器の内容により選択されている。

多層の他の形式のものとして、一層ずつ積み上げるビルドアップ方式があり、これについては概要を後記する。

3.2 製造プロセス

めっきを中心とした製造プロセスは図3～4に示すように分類される。

(1) サブトラクティブ法（図3）

多層板の立体接続のためのスルーホールは絶縁体面を導通化するために無電解銅めっきを行う。最近カーボン主体とするブラックホール法³⁾についての提案もあるが、実用化までには至っていない。

導通化後電解めっきでスルーホール、およびパターン部を形成するが、その方法により次の3つに分類される。

① パネルめっき法……スルーホール内と製造パネル全面に必要なめっき厚まで一度にめっきし、次いでエッチングレジストで不要な銅を除去する方法で、ドライフィルムによるテンテング法、穴内にレジストをつめた後にパターンニングする穴埋め法その他の方法で作られる。

② パターンめっき法……無電解銅めっき後すぐにめっきレジストによりパターンを形成する。次いでパターン部に銅めっき、スズ・鉛めっきを行い、レジストをはく離後エッチングする方法で、厚付けの無電解銅めっきを用いている。スズ・鉛めっきに代わりスズや金めっきも一

部で使われている。最近金属レジストに代わり、イミダゾール系の膜を作ってエッチングする方法も開発されている。この方法はパネル法にも用いられている。

全めっき厚の1/3程度をパネルめっきを行い、次いでパターンめっきをする方法で、薄付の無電解銅めっきを用いて製造が可能となる。

③パネル・パターン法……前記①、②の中間的なもので、(2)アディティブ法(図4)

図3 サブトラクティブプロセスの各種の方法

図4 アディティブプロセスの各種の方法

①セミアディティブ法……銅はくが無い積層板にあらかじめスルーホールとなる穴あけをし、全面に $2\sim3\mu\text{m}$ の無電解銅をめっき、次いで電解でパターンめっきを行う方法で、サブトラクティブ法のパターンめっき法に類似している。

②フルアディティブ法……銅はく無しの積層板で、全面にパターンを形成した後、無電解銅めっきのみでスルーホール、パターン部の導体を形成する方法で、触媒入り積層板を使う方法や、表面のみ触媒化する方法がある。

③パースシャルアディティブ法……銅張積層板を用い、表面パターンはプリントエッチング法で作製、スルーホールを無電解めっきで形成する方法である。

(3) プロセスの特徴

図5に各プロセスで作った時の表面および穴内のめっき厚の様子を示した。パネルめっき法は全面めっきで、比較的均一な厚さとなるが、エッチング量が多く、微細パターンの作成には困難となる。銅スルーホール板の製造にはこの方法が多い。パターンめっき法ではエッチング量はベースの銅はくと無電解銅めっきの厚さで、また均一な厚さのため、エッチング精度は向上する。またパターン幅はレジストの解像度に依存し、精度のよいものが可能となり、微細パターン作成に適していると考えられる。しかし、パターン形状は千差万別で、めっき厚を全面にわたって均一にするには相当の検討が必要である。

アディティブ法は導体の必要な部分にのみめっきを析出させようとするものである。セミアディティブ法は従来の銅はくに代わって $2\sim3\mu\text{m}$ のめっきを析出させるもので、クイックエッチングは可能であるが、サブトラクティブのパターンめっきの変形であり、めっき層と絶縁基板との密着性等、解決すべき技術問題が多くある。フルアディティブ法はパターン部、スルーホール部ともに必要とする導体部のみを無電解めっきで形成しようと

するもので、製法としては理想的である。無電解めっきのため、アスペクト比の大きい微細穴内まで均一な析出が可能である。しかし、パターン導体の密着性、析出物の物性等多くの研究で進歩しているが、もう一步というところがある。パースシャルアディティブ法は銅はくの厚さの均一性を利用し、表面パターンをプリントエッチング法で作成し、スルーホールを無電解めっきで作るため、パターンの密着性を解決し、微細穴内のめっきを容易にしている。また触媒も導体の下に存在するのみで、その影響を小さくしている。

3.3 多層プリント配線板に用いられるめっきの種類

プリント配線板の導体パターンはできる限り抵抗の低いことが必要なため、導電率の大きい、コストの低い銅が用いられ、めっきも銅が中心である。導電率の最も大きい銀は高価であり、マイグレーションの危険が考えられ使われない。

めっきスルーホール、およびパターン作成用のめっきとしては、無電解銅めっき、電解銅めっき（ピロリン酸銅浴、硫酸銅浴等）が用いられる。

このパターン製造過程でのエッチングレジストとして、スズ・鉛合金（はんだ）めっきが用いられる。このめっきは同時にはんだ付性の確保、保存性の向上のためにも重要な役割を果たす。この他にスズ、金等のめっきも一部で使用されている。

プリント配線板の外部との接続にはコネクタを使用するが、コネクタ添加型と、プリントコンタクト型があり、後者は接触機能をもたせるため、多くの場合ニッケルめっきを下地とした金めっきが使用される。

4. めっきの必要特性と製造技術

多層プリント配線板の製造において、短納期、低コストは重要であるが、完成品の信頼性を含めた品質の保証が第一で、そのなかで合理化を図ることが必要となる。製造工程のなかでめっき技術は主要な位置にある。要求される特性は厳しいものがあり、その特性と製造技術上の問題を考える。また前後工程と強い関連をもっており、この点についても触れる。

4.1 めっきの前工程と前処理

めっき工程の直前のプロセスは穴あけで、めっきの下地として、穴内壁の品質は重要である。穴内壁は凹凸の少ない面がよく、切粉の付着、ガラス繊維のはつれるウイッキングがなく、樹脂スミアのない状態がよいものである。微小径穴が多くなり、基板材料の多様化するなかで、ドリルの選択、穴あけ条件の設定が重要なこととなってくる。ウイッキングは穴あけ条件の他に、基板材料の良否まで逆上る必要も出てくる。

また、樹脂スミアは完全に防止することは困難で、あ

図5 めっきスルーホール法の比較（数字は厚さ（ μm ））

*1 () 内は UTC の厚さ

*2 太線部分はエッチング厚さ

表4 デスマリア法の種類と表面のパラジウム吸着量(単位: $\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

処 理 法	Run #1	Run #2	Run #3	平均
クロム酸	0.70	0.58	0.47	0.58
硫 酸	7.30	7.09	7.04	7.14
プラズマ	1.23	1.21	1.21	1.22
硫酸→[アルカリ/過マンガン酸カリ]	9.98	9.19	9.19	9.45
アルカリ/過マンガン酸カリ	7.30	7.20	6.51	7.00

る程度の存在を認める方向とともに、穴あけ後化学的に除去するデスマリアリングを実施する方向となってきた。湿式としては濃硫酸、クロム酸、およびアルカリ過マンガン酸液がある。濃硫酸は吸湿による管理の困難さ、安全性に問題があり、また溶解する樹脂の中間状態が生成する不都合がある。クロム酸は残留するとPdに対し触媒毒となり、また安全性、排液処理に問題が多い。表4は触媒化時のパラジウムのエポキシ上の吸着量で⁵⁾、クロム酸処理品の吸着は非常に少なく、硫酸での吸着量が多い。最近アルカリ過マンガン酸カリ溶液の安定なもの

図6 多層板のスルーホール断面(42層)

図7 めっきの均一電着性(電解銅めっきと無電解銅めっき)

が開発され、反応がマイルドで、安全性、排液処理についても優れていて実用されつつある。Pdの吸着も硫酸に近く、無電解めっきの析出に適している。乾式ではプラズマを用いる方法がある。操作、管理が容易であるが、表面が平滑すぎ、バッチ処理のため効率が悪い欠点がある⁵⁾。

めっきを正常に析出させるためには直前の工程ばかりでなく、他工程、基板材料の影響を考慮することも必要である。

4.2 均一電着性

スルーホールめっきは細い管の内面に電着させることに相当し、このめっき厚が入口と中央部で差の小さいことが望ましい。高密度配線で多層化が進み、穴径が小さくなり、またインピーダンスコントロール、高インピーダンス化で、板厚は大きくなる。従ってアスペクト比の大きな穴内へ均一な電着を行うことが必要となる。図6はアスペクト比約20のスルーホールの断面である⁶⁾。このような穴へのめっきにはめっき液の選択、組成、条件の検討が必要である。高アスペクト比の穴への均一なめっきとしてはアディティブ法が図7のように有利である⁷⁾。しかし無電解銅めっきは物性の点で多層板のすべてには適用されていない。電解めっきで均一性を向上させようとし、めっき液の組成条件が検討されている。表5はプリント配線板用のめっき浴組成の例でピロリン酸銅、および硫酸銅のハイスロー形を示した⁸⁾。表5には高速形の例も示してある⁹⁾。

表5 銅めっき浴(プリント配線板用)の組成と条件

項 目	硫酸銅	硫酸銅(高速)	ピロリン酸銅
硫酸銅	41.5~52.5g/L	82~135g/L	—
硫酸	180~225g/L	187~262g/L	—
塩素イオン	45~60ppm	40~80ppm	—
金属銅	16.5~21g/L	—	27~53g/L
ピロリン酸塩	—	—	160~247g/L
硝酸塩	—	—	4.5~9.7g/L
アンモニア	—	—	0.7~3.0g/L
シュウ酸塩	—	—	15~30g/L
添加剤	適 量	適 量	適 量
P 比 度	—	—	7~8
温 度	22~30℃ (25℃)	24~43℃	52~57℃
電 流 密 度	2.2~3.2A/dm ²	5.4~22A/dm ²	3~5A/dm ²
か く は ん	空 気	急速液流	空 気
p H	—	—	8.2~8.8

(a) 積層板と銅はくの熱膨張率

(b) 銅めっき析出物の伸びと抗張力

図8 積層板、銅めっきの物性

配線の高密度化で、幅の狭い、高さの高い導体を作る必要が多くなってきており、めっきの厚さの均一性は接続性上でも重要なことである。また配線の収容性を大きくするため、ファインパターン化とともに板の外形が大形となる傾向が強い。この場合、平面上のパターンの全面にわたって均一なめっき厚とし、導体パターンの高さ、穴径の精度を確保することが、以降の工程の作業を容易にする。このために、めっき浴の組成、条件の他に、電極配置、補助極、遮へい板等の最適化が必要となる。

4.3 析出速度

めっきの析出速度の大きいことは、スループットを増大させ、工程の合理化に寄与する。しかし、速度の増大と均一電着性は相反するものであり、めっき液組成、条件について各種の検討が必要であるが、製品の内容によりめっき条件を選択することも重要である(表5)⁹⁾。

無電解めっきにおいても高速形が望ましいが、信頼性に関係する物性に影響し、条件の管理等がより厳しいものとなってくる。

4.4 密着性

表面の導体パターンの密着、スルーホールめっきの穴内壁および内層導体端面との密着はいずれも重要である。表面で密着不良はパターンのはく離等の現象となって使用できなくなる。また内層との密着不良は部品実装時、稼働時の熱ショックでその程度が進行し、接続障害となる¹⁰⁾。現在のめっき技術に相当の進歩をみているが、めっきの前処理の方法、めっきの管理等については細心の配慮をすべきものである。

4.5 スルーホールの接続性

スルーホールめっきの接続性は前記の内層の接続の他に、めっきと絶縁基板との関わり合いによる強さが問題となる。析出層の物性が不適であるとクラック(コーナ、バレル)が発生、接続障害となる。進行性があり、配線板の信頼性として最も注目されるものである。

めっきスルーホールに熱ショックが加わると、銅と絶縁基板との熱膨張の差で生ずる応力が生じ、コーナー部が変形する。めっき浴の種類でその物性が異なる。図8には積層板、銅めっきの物性を示したものである。繰り返しのストレスにより銅めっきが破断に至るが、破断までに蓄積した歪みエネルギーが物性で異なり、このことを利用して熱衝撃のサイクル試験での接続不良に至る回数の算出式を出し実際の場合と比較した。これが図9(a)で、この式を用いて多層板の各部の寸法と信頼度を推定したのが図9(b)である¹¹⁾。板厚が大きく、小径パイアをもつ板の熱膨張率は稼働範囲で小さなものが望ましく、また、銅の物性のより良いものが必要となってくる。

上記の推定はめっき厚を均一と仮定している。微小径穴で、中心部が薄くなった時の信頼度は低下することが考えられ、また液の流動性の変化による物性の変化も考えられるので、慎重な調査が必要である。

アディティブ法では均一性はよいが、物性の点で電解法に劣る点が指摘されている。これに対し、高純度薬品を用い、また硫酸イオン等陰イオン等を排除することで改善されることが報告されており¹²⁾、また、酸化第一銅の析出を抑制し、結晶粒を微細化して高強度の無電解銅めっきとすることで改善するといわれている¹³⁾。このような改善努力により、電解めっきを上回る物性となれば高度の多層板への適用が考えられ、高密度化が進むと考える。

4.6 絶縁性

多層プリント配線板の高度化で、導体パターンのファイン化が進行し、パターン間の絶縁性の重要性が大きくなる。配線板の製造過程で数多くの化学処理液に接触し汚染、残留の機会は非常に多い。このようなイオン性物質が存在すると、電子機器の保管、移動、または稼働停止時等加湿の機会があると、電食、マイグレーションを

(a) 信頼度の計算値と実測値の比較

(b) プリント配線板のディメンションと信頼度の推定

図9 多層プリント配線板の信頼性

(a) ビロリン酸銅浴

(b) 硫酸銅浴

図10 プリント配線板の絶縁劣化

生じ絶縁性低下となる。めっき液がスルーホールめっきの内部に残留するので、条件が揃うと絶縁性に影響する。

図10はポリイミドガラス材を用いた多層板で、スルーホールめっきを2種類の浴で行った時の絶縁劣化を測定したもので、ピロリン酸銅浴の劣化が著しい。この場合トラップされためっき液が時間とともに配線板表面の0.2mmの間げきの間にクリープし、パターン間の絶縁を劣化したもので、パターン間に大量の K^+ を検出し、パターンの変色が発生している¹⁰。 K を含まない硫酸銅浴では発生しない。ガラス繊維に沿ってマイグレーションが生じ、短絡する現象も以前から報告されている¹⁵。多層板の構成材、即ち樹脂、ガラス、銅はくともそれらの表面処理およびめっきをはじめとする各種の処理液の関

わり合いには十分注意を要するものである。

4.7 はんだ付性

各種の電子部品はめっきスルーホールに挿入するか、表面実装用のフットプリントにおかれ、はんだで固定される。このはんだ付性を確保し、保存性をもたせるためにスズ-鉛の共晶組成のはんだめっきを行っている。この場合、析出合金の組成、結晶粒の管理が重要であり、下地となる銅面の清浄度もはんだ付性に大きく影響する。

はんだめっきの上にソルダーレジストをコートすると溶融後の密着力が低下する。このため銅スルーホールとしソルダーコート、あるいはフラックス処理を行っている。はんだ付時に溶融せず、はんだ付性、保存性のよいめっきの開発が必要と考える。

図11 ビルドアップ法による多層板

4.8 接触性能

プリント配線板と外部の接続はコネクタを通して行う。コネクタには添加形とプリントコンタクト形がある。多層プリント配線板では層構成で板厚が変化するので多くの場合添加形コネクタが使用される。しかし4～6層で板厚を一定とすることのできるものにはプリントコンタクト形のカードエッジタイプを適用するものも多い。

プリントコンタクト用のめっきとしては安価なものとしてスズ、ニッケルがあるが、産業用機器では低応力ニッケルめっき上に金めっきをするものがほとんどである。金は高価であるが、接触の安定性、信頼性は高い。しかし使用量を減らすため、金めっきの厚さをできる限り薄くし(0.8～1 μm程度)、また一部では部分めっきも行われている。

5. ビルドアッププリント配線板

めっきスルーホール法以外の多層プリント配線板としてビルドアップ法がある。

セラミックを用いた印刷法では既に実用化されており、基板上に導体および絶縁体ペーストを順次積み上げ焼成している。これと類似のものとして樹脂積層板上にポリマーシックフィルム(PTF)技術で導体、絶縁体ペーストを積み上げ、導体は更に無電解めっきで抵抗を低くしているものが、最近になって使用されてきた。また積層板に代え、アルミ等の金属板を用い、放熱性を高めたものが開発されている。

一方めっき技術を用いて導体を順次積み上げる方法も古くから考えられていたが、材料の不備、工程の複雑さ等で実用化に至っていない。しかし図11(a)、(b)のように、同軸線等配線の構成を自由に作ることもでき¹⁶⁾、高密度配線を可能とし、また、セラミック板との組合せも可能となる¹⁷⁾。感光性ポリイミド前駆体の開発も各社で行われ¹⁸⁾、無電解銅めっき、その他の加工法の組み合わせにより、製造プロセスを組み立てることが可能と考

えられ、今後開発されてゆく分野であろう。

以上プリント配線板に関係するめっきについて考えたが、高密度配線、高機能化を図るため、各部寸法は厳しくなり、高い信頼性を要求されてくる。めっきスルーホール法は今後当分減少するとは考えられないが、絶縁基板の材料の変化、実装形式の変化で検討する課題は益々多くなり、めっき技術の重要性は強くなってゆくものと考えている。

(1986-11-6 受理)

文 献

- 1) 高木 清; 電子材料, **25**, (10), 15 (1986)
- 2) 三井, 藤井; プリント回路学会第1回講演大会論文集, p.29 (1987)
- 3) K.L. Minten, G. Pismennaya; Proc. IPC Fall Meeting (1985)
- 4) 橋; 電子材料, **24**, (10), 105 (1986)
- 5) A. Poskanzer; P.C. FAB., [JUNE], 60 (1985)
- 6) 西原, 黒沢, 坂村; FUJITSU, **37**, (2), 116 (1986)
- 7) L. Smookler; Electronic Pack. Prod., [JUNE], 104 (1984)
- 8) M. Carano; Proc. PC FAB EXPO. (1985)
- 9) M. Carano; Products Finishing Magazine, [1] (1985)
- 10) 高木 清; 金属表面技術, **23**, (9), 477 (1972)
- 11) K. Kurosawa, K. Takagi, Y. Takeda, H. Kawamata; IPC Technical Rev., [Feb-March], 16, and [April], 11 (1982)
- 12) 金 栄宰, 相木文男, 本間英夫; 金属表面技術協会第71回講演大会講演要旨集, p.118 (1985)
- 13) 和泉, 藤田, 谷口, 菊池; 電子材料, **25**, (10), 27 (1986)
- 14) M. Matsumoto, K. Takagi, H. Yamaguchi, K. Yamamoto, Y. Udoh; Proc. Printed Circuit World Conv. VI, WCIII-33 (1984)
- 15) J.P. Mitchell, T.L. Welsher; Proc. Printed Circuit World Conv. II, 1, 80 (1981)
- 16) L. Nelson; Electronic Pack. Prod., [June], 48 (1985)
- 17) R.J. Jensen, J.P. Cummings, H. Vora; IEEE Trans. CHMT, CHMT-7, (4), 384 (1984)
- 18) 旭化成株式会社資料; 感光性ポリイミド前駆体データシート (1985.5)等