

微細両面FPC

電子電装開発センター 佐々木 康 紘*1・稲谷 裕 史*1・宇波 義 春*2
材料技術研究所 小林 一 治*3

Double Sided Fine Flexible Printed Circuits

Y. Sasaki, Y. Inatani, Y. Unami & K. Kobayashi

近年、電子機器の薄型・軽量・小型化が進み、フレキシブルプリント配線板（FPC）の需要が拡大している。とりわけ、FPCに実装されるICの多ピン・狭ピッチ化に伴い、FPC配線の微細化が求められている。本稿ではFPCの微細配線技術と、この技術を用いた試作について述べる。

The demand of flexible printed circuit (FPC) is expanded with the advance of electronic devices. Especially, the demand to fine pattern is increasing with progress of the more pins and the fine pitch of IC mounted on the FPC.

There are three technologies to get fine FPC; the first is finer process, and the second is interlayer connection with microvia, the third is resist coating.

We try to fine processing technology by the method of subtractive and semi-additive.

We have obtained interlayer connection by the LVH (Laser Via Hole) method in order to achieve microvia and high location accuracy.

In resist coating technology, we have achieved high location accuracy using coverlay. Furthermore, we have also established high location accuracy and small area opening.

1. ま え が き

フレキシブルプリント配線板（FPC；Flexible Printed Circuit）は、折り曲げが可能な薄い配線板として多くの電子機器に用いられている。近年、電子機器の薄型・軽量・小型化が進みFPCの需要が拡大している。なかでも、ベアチップをFPCの上に実装するCOF（Chip On Film）技術では、実装されるICの多ピン・狭ピッチ化に伴って、FPC配線の微細化の要求が特に強い。

2. 両面FPC作製方法

図1に両面FPCの一般的な作製方法を示す。ポリイミドなどの絶縁フィルム上に銅箔を張りあわせた銅張積層板（CCL：Copper Clad Laminated）を原材料として使用する。まず、層間の導通を行うための穴を開ける。穴の側面にめっきをほどこすことで両面を導通させる。めっき後、基板にエッチングレジストを形成し、現像工程でDFが除去され露出した銅箔を塩化銅や塩化鉄などの薬液で溶解する。これにより、必要な導体パターンを得ることができる（図2）。この方法は銅箔を除去してパターン形成を行うため、サブトラクティブ法と呼ばれている。その後、部品実装部など開口が必要な箇所を除いて絶縁

材で保護する。微細両面基板の場合、特に重要となるのが微細ピッチ形成技術、小径層間導通技術、小開口のソルダーレジスト絶縁層形成技術の3点である。

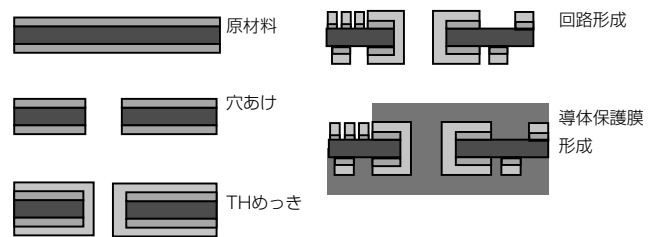


図1 両面FPC作製工程
Double sided FPC production method

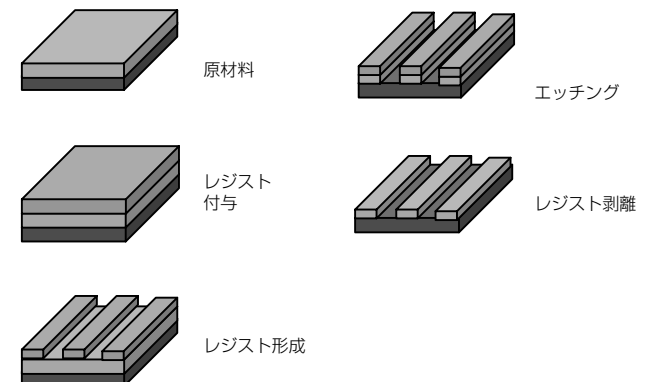


図2 サブトラクティブ法工程
Subtractive process

*1 回路技術開発部

*2 回路技術開発部グループ長

*3 機能部品材料開発部グループ長

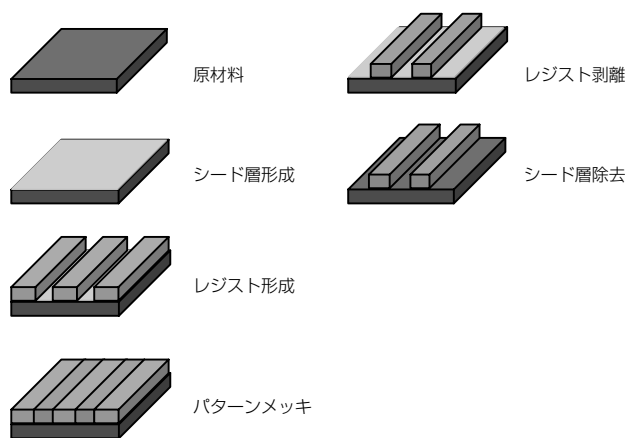


図3 セミアディティブ工程
Semi-additive process

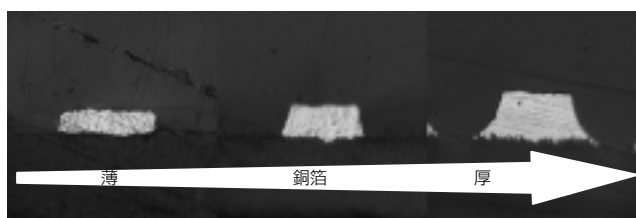


図4 銅箔厚と回路形状の関係
Relation of circuit form and thickness of copper

3. 微細ピッチ形成技術

3.1 パターン形成方法

FPCのパターンを形成する方法として、前述したサブトラクティブ法と、セミアディティブ法がある。サブトラクティブ法は大面積を一括処理可能であり、薬液の管理も比較的容易であるため、広く一般的に使用されているプロセスである。

セミアディティブ法は絶縁基板上に薄い導電層（シード層）をあらかじめ形成しておき、めっきレジストを形成した後に電解銅めっきでパターンを形成する（図3）。任意の導体厚で矩形のパターン形状が得られ、サブトラクティブ法に比べて微細化が容易である。

3.2 サブトラクティブ法

サブトラクティブ法で使用するエッチングレジストは薄くするほど高解像度となる。そのためレジストはパターンの最小ピッチに適したレジスト厚を使用するが、微細ピッチの場合は厚さ15 μ m以下のレジストを用いることが多い。露光時に使用するマスクには主にPETフィルムマスクとガラスマスクがあり、ガラスマスクはPETマスクと比べて寸法変化が小さい。よって高精度を要求される微細FPCではガラスマスクの使用が望ましい。

サブトラクティブ法で形成されるFPC回路はエッチングファクタにより、断面が下に広い台形状となる。一般的には、銅箔厚を薄くすることで矩形に近い回路断面となる（図4）。任意の薄い銅箔を得る方法として、ハーフエッチング処理がある。ハーフエッチング処理とは薬液を使用してエッチングにより銅箔をエッチングする処理である。この方法を行うことで任意の厚さを面内均一に



図5 めっき回路パターン形状
Patterning by semi-additive

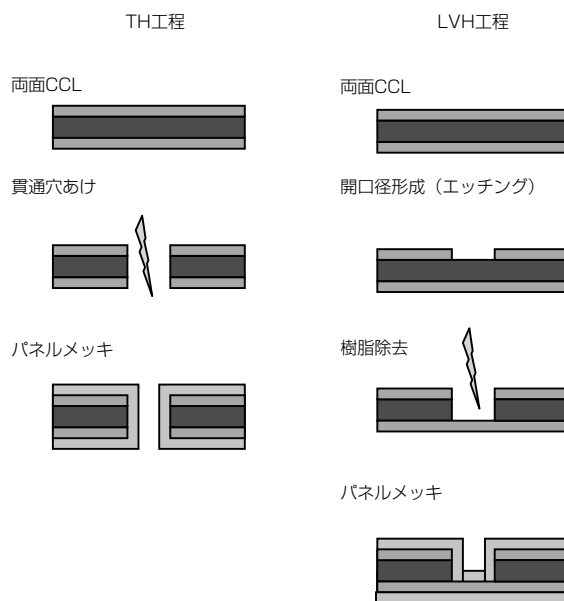


図6 THめっき法による層間導通技術
Technology of interlayer connection by the through hole plating

処理することが可能となる。

3.3 セミアディティブ法

セミアディティブ法ではポリイミドフィルムにスパッタリングで厚さ約数千Åのシード層を形成し、これを基に電解銅めっきでパターンを形成する。シード層はIC実装工程などでパターン剥がれが生じないようにポリイミドフィルムとの十分な密着性を有する必要がある。シード層形成後のレジストは、めっき後のパターン形状を考え、高解像度でアスペクト比の高いレジストを使用する。

先に述べたように、セミアディティブ法では電解銅めっきによって任意の導体厚を形成することができる。この電解銅めっきの厚さは、めっき電流密度に依存し、被めっき部の周辺部で厚くなりやすく、パターンの粗密やめっき浴槽の電極位置などの影響を受ける。（図5）

めっきパターン形成後はパターン間を絶縁するため、パターン間のシード層をエッチングする必要がある。シード層のエッチング除去が不十分な場合には、線間絶縁特性不良となる。シード層は複数層の金属で構成されている場合が多く、使用されている金属に適したエッチング液を選定し、各層を選択的にエッチングする方法が有効である。

4. 層間導通技術

両面FPCの場合、穴を開けめっきをすることで層間の導通を取る方法が一般的である。ランド部には配線ができないため、パターンの微細化には穴とランドの小径化、および小径穴と小径ランドの高精度な位置合わせが必須となる。

THめっきによる層間導通方法としては図6に示すように、基板に直接ドリルやレーザーで穴をあける貫通TH (TH: Through Hole) 法と、開口部の銅箔をエッチングで除去した後に絶縁層のみレーザーで開口するLVH (LVH: Laser Via Hole) 法がある。微細FPCでは、穴とランドの高精度な位置合わせが必要であるため、LVH法が使用される。

ランドは穴の位置ずれを許容する大きさが必要となるが、各プロセスにおける基板の寸法変化量を測長し、パターンネガに基板の寸法変化分の補正を加えることで、小径の穴を小径のランド内に合わせる事が可能となる(図7)。

5. 導体保護技術

5.1 導体保護技術

FPCではパターン形成後に導体保護を目的として導体上にソルダーレジストで絶縁層を形成する。その際、ICやSMT (SMT; Surface Mount Technology) 部品を実装するモジュールの場合、実装部のソルダーレジストを開口する必要がある。近年は実装部品の小型化が進んでおり、小面積で高精度な位置合わせが求められる。

5.2 カバーレイ開口部の高精度位置合わせ技術

一般的なFPCでは、絶縁フィルムと接着剤からなるカバーレイをパターン表面に熱圧着させることで導体の保護を行っている。開口が必要な場合は、熱圧着する前にカバーレイにドリルや金型を使用して開口を形成し、貼り合わせる。高い位置精度が要求されるものについては、画像認識により位置合わせを行う。

5.3 感光性ソルダーレジストによる導体保護技術

ソルダーレジストの小面積開口と高精度位置合わせを実現する方法として、感光性のソルダーレジストを使用

する方法がある。感光性ソルダーレジストの種類としては液状型とフィルム型がある。液状型は印刷、フィルム型は貼り合わせによりソルダーレジストの絶縁層を形成する。その後、パターンを画像認識して位置合わせ露光するので、ソルダーレジストの開口とパターンを高精度で合わせることが可能である。また液状型はフィルム型と比べ任意の厚さでソルダーレジスト厚を決定することができる。小開口を形成する際にはレジスト厚を薄くすることが必要となる(図8)。

6. 微細FPC詳細

6.1 サブトラクティブ法片面微細基板(図9A)

5 μ mの薄い銅箔を使用し、ピッチ35 μ mとピッチ50 μ mの微細配線をサブトラクティブ法により形成した。パターンピッチの寸法変化量を測長し、パターンのネガに補正を加えることで、ICのバンプとパターン部のずれを軽減し、実装時の接合ずれを小さくした。また実装時には金めっきと金バンプを使用して超音波で金属結合し、信頼性の高い結合を可能としている。導体保護ソルダーレジストは薄膜化が必要であったため、感光性液状ソルダーレジストを使用している。

6.2 サブトラクティブ法による微細両面FPC試作品(Philips殿御提供品)(図9B)

両面の導通方法はLVH法で行っている。LVHめっきの際に底面をマスクすることで銅箔を薄いまま保持することが可能となる。この薄い銅箔面に最小ピッチ55 μ mの微細パターンを形成した。導体保護ソルダーレジストは小径開口をする必要があることから、両面に感光性液状ソルダーレジストを使用している。

6.3 セミアディティブ法による微細両面FPC試作品(Philips殿御提供品)(図9B)

図9Bの試作についてサブトラクティブ法と比較を行うためセミアディティブ法でもサンプルを作成した。アスペクト比の高いレジストを使用することで矩形に近い微細配線を形成している。また十分な電流容量を確保するため、導体厚は8 μ mとした。パターンめっきと層間導通のめっきを同時に施し、工程数を削減している。導体保

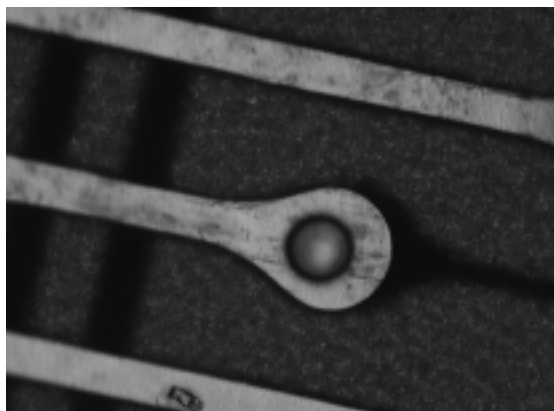


図7 小径穴と小径ランドの位置合わせ
High location accuracy between Via and land

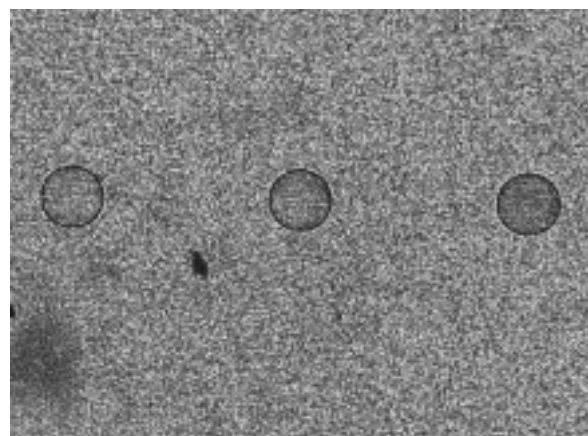


図8 感光性レジストによる小面積開口 (ϕ 50 μ m)
Small area opened using photosensitive resist

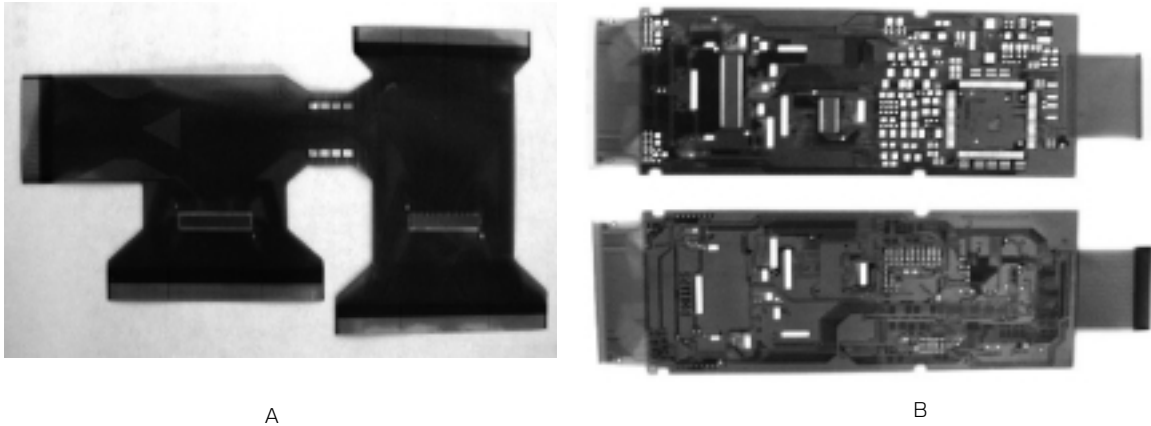


図9 開発FPC品
Introduction of FPC developed in Fujikura

護ソルダーレジストについてはサブトラクティブ品と同様に小径を開口する必要があることから、両面に液状ソルダーレジストを使用している。

7. む す び

微細両面FPC作成法として、微細ピッチ形成技術、小径層間導通技術、導体保護技術の3点について重点的に検討を行った。微細ピッチ形成技術ではサブトラクティブ

法、セミアディティブ法の両方の観点から微細化を進めている。また小径層間導通技術ではLVH法でパターンネガに補正を加えることで、小径の穴を小径ランド内に高精度で合わせる技術確立した。導体保護技術では感光性液状ソルダーレジストを両面に形成する技術確立した。実装では超音波接合により、金バンプと金メッキの金属接合により信頼性の高い接合が可能となった。