

# 高密度多層基板

電子電装開発センター 村川 暁<sup>1</sup>・鶴崎 幸司<sup>2</sup>・中尾 知<sup>3</sup>・定方 伸行<sup>4</sup>  
(株) 東北フジクラ 谷野 浩敏

## High Density Multilayer Printed Wiring Board

A . Murakawa , K . Tsurusaki , O . Nakao , N . Sadakata & H . Tanino

近年電子機器の小型化・高機能化にともない、搭載されるプリント配線板についても高密度化・薄型化の要求が高まっている。当社では、極薄で柔軟なフレキシブル部を有し、高密度な回路が可能な2段ビルドアップFPC6層基板を開発した。このFPC6層基板の開発には、薄く柔軟性に優れた層間接着材を導入し、層間接続でレーザ加工による貫通穴（レーザバイアホール、LVH）の形成方法をはじめとして多くのプロセス技術を確立した。開発した基板は、優れた耐熱衝撃性や耐マイグレーション性を有しており、高い信頼性が確保されている。

Recently, downsizing and high-performance of electronic devices highly require dense and thin printed circuit boards. We developed two-layer build-up six-layer flexible printed circuit boards (FPCs) that are very thin, have soft flexible parts, and are capable of high-density circuit. We got good results in all reliability tests such as thermal cycling test and migration test. Compatibility of developed boards' thinness and high-density circuit enables us to meet market demand.

### 1. ま え が き

携帯電話・デジタルカメラに代表される電子機器の小型化・高機能化にともない、搭載されるプリント配線板についても高密度化・薄型化の要求が高まっている。

リジッド-フレックス多層基板（R-F多層基板）やフレキシブル多層基板（FPC多層基板）は、多層部での部品実装性と、フレキシブル部での筐体組み込み性に優れるという特長がある<sup>1)2)3)</sup>。また、多層部とフレキシブル部がコネクタレスで接続されているので、高い接続信頼性を有しており、今後いっそうの市場拡大が見込まれている製品分野である。

当社では、従来より、基板の薄型化に有利なFPC多層基板の開発に注力しているが、本報では、柔軟なフレキシブル部を有し、高密度な回路形成が可能なビルドアップ構造を適用した2段ビルドアップFPC6層基板の開発について報告する。

### 2. 基 板 構 造

今回開発した基板は全層をポリイミドCCLで構成し、両面基板をコアとして2段ビルドアップ層を形成した6層基板である。両面基板はフレキシブルケーブル部としても用いている。また、基板総厚は0.4mm以下としており、6層基板としては極めて薄い設計としている。構造概略を図1に示す。

フレキシブル部となる両面FPCは、インタースティシャルバイアホール（IVH）として貫通穴に銅めっきを施すタイプを適用している。フレキシブル部の柔軟性には、回路厚さが大きく寄与するため、薄い銅箔を持つ両面銅張積層

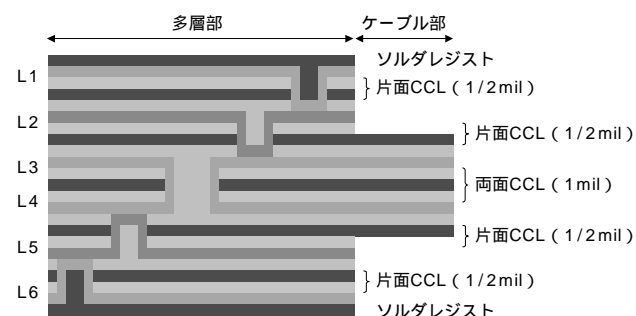


図1 FPC6層基板構造

Fig. 1. Structure of flexible six-layer board.

1 プロセス技術開発部  
2 主管部員  
3 回路技術開発部主席部員  
4 回路技術開発部長

板（CCL）を採用した。また、上述のように薄型化を狙った基板であるため、両面FPCに隣接した層のCCLベース材および層間接着材をカバーレイと兼用させる構成とした。

1段目のビルドアップ層は内層FPCの柔軟性にも影響することから、薄肉で柔軟な構成材料を選定した。ビルドアップ層の層間接続には0.1mm径のレーザバイアホール（LVH）を採用しており、高密度な配線を可能にすると同時に、めっき厚と基板総厚の低減をはかった。

本検討では、各種信頼性の評価パターンで構成された評価用基板を用いて、耐熱衝撃性や耐マイグレーション性等の評価を行った。

### 3. 基板作製工程

本基板の工程概略図を図2に示す。

まず、ポリイミド両面CCLに数値制御（NC）加工により貫通孔を形成し、無電解めっきおよび電解銅めっきにより導通をとる。次に両面の回路形成を行う。

続いて1段目のビルドアップ層として片面CCLに層間接着材をラミネートし、上述の両面基板に積層する。レーザを用いてバイアホール加工を行った後、前記工程と同様のめっきにより層間導通を取って回路を形成する。この時、ビルドアップ層のフレキシブル部に該当する銅箔をエッチングにより除去する。

フレキシブル部となる部位をあらかじめ除去した2段目のビルドアップ層を積層する。レーザ加工・めっき工程・回路形成の順に実施し、多層部にソルダレジストを形成後、表面処理を行って2段ビルドアップFPC6層基板の完成となる（図3）。

### 4. 評価試験

完成した基板について各種評価試験を行った。表1に示した結果一覧のとおり、今回行った評価項目においてはすべて良好な結果を得た。以下、各試験項目の詳細を述べる。

#### 4.1 基板総厚

マイクロメータを用いて、すべての層の銅箔がエッチングされていない部分の厚さを測定した。その結果、平均0.388mmであり、構成材料の厚さの合計値とほぼ一致していた。

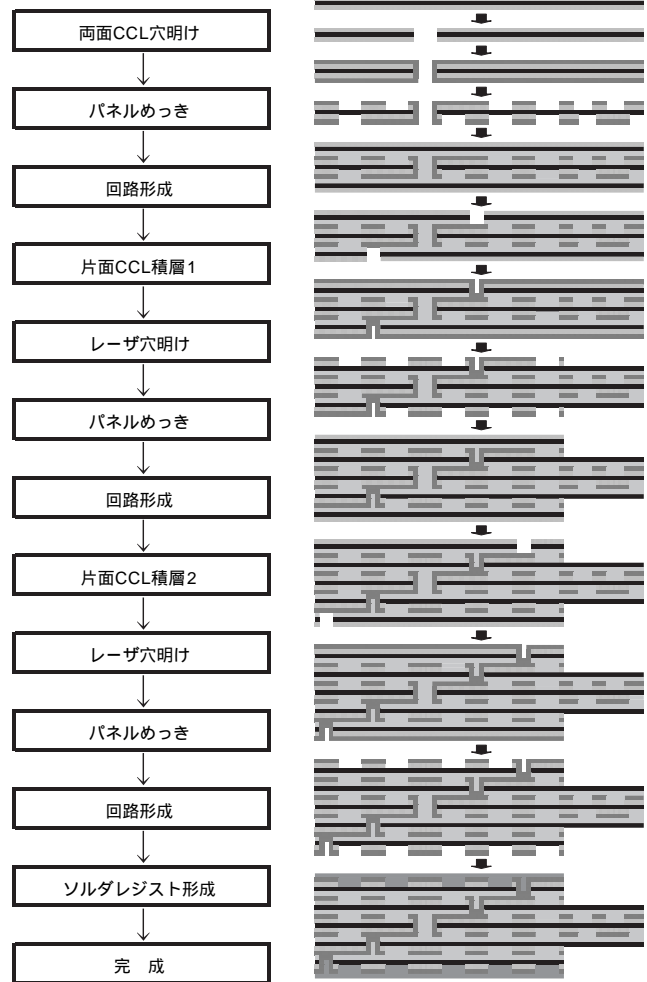


図2 製造工程  
Fig. 2. Manufacturing process.

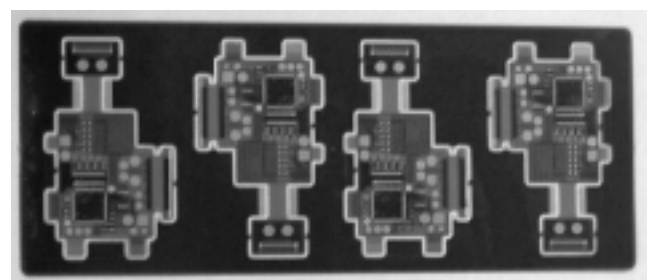


図3 FPC6層基板外観  
Fig. 3. Surface of flexible six-layer board.

表1 信頼性評価試験結果  
Table 1. Reliability test results.

試験項目	試験条件	判定基準	結果
外観・断面	目視・顕微鏡観察	回路不良がないこと、極端なバリ・えぐれがないこと	OK
耐熱性	30 , 85%RH, 96時間吸湿後, 鉛フリーフロー (250 ピーク)	2サイクル後, 膨れ等の外観異常がないこと	OK
耐熱衝撃性	125 - 25 , 20min/cycle	1,000サイクル断線がないこと, 抵抗変化率100%以内	OK
耐マイグレーション性	85 , 85%RH, DC50V	240時間10M 以上であること	OK
ピール強度	90°引き剥がし	表層銅箔6N/cm以上であること	OK

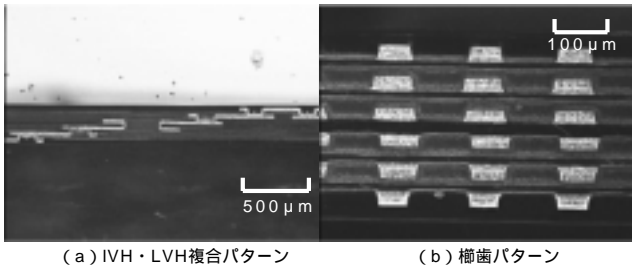


図4 断面写真  
Fig. 4. Cross section pictures.

表2 リフロー条件  
Table 2. Reflow condition.

項目	規格	実測値
予熱 (155 - 165 ) 時間	80 ~ 120秒	85秒
リフロー (230 以上) 時間	30 ~ 40秒	31.5秒
ピーク温度	248 ~ 252	251.5

4.2 外観・断面

外観・断面とも異常は見られなかった．IVHとLVHの複合パターンおよび櫛歯回路の代表的な断面を図4に示す．

4.3 耐熱性

鉛フリーはんだ実装を想定した吸湿リフロー処理を2回行った．リフロー条件の詳細を表2に示す．その結果膨れ等は見られず，十分な耐熱性を有していることがわかった．

4.4 耐熱衝撃性

IVHとLVHの接続信頼性を確認するため，IVHとLVH複合パターン（図4の(a)）の気相熱衝撃試験（125 - 25 /20min）を行った．試験サンプル数3として試験を行ったところ，図5に示すとおり，1,000サイクル後も断線や抵抗値上昇は見られず，十分な層間接続信頼性を有していることが判明した．

4.5 耐マイグレーション性

ライン/スペース=75 μm/75 μmの櫛歯パターン（図4の(b)）を用いて，85 %，85%RHの雰囲気中で直流50Vを印加し，絶縁抵抗値の変動を調査した．こちらも試験サンプル数3として試験を行った．結果として，図6に示すとおり，240時間後も抵抗値は10M Ωを上回っており，マイグレーション発生時に特有の一時的な抵抗値の落ち込みやデンドライトも見られていないことから，良好な耐マイグレーション性を有していることがわかった．

4.6 ピール強度

表層銅箔を垂直に引き剥がすことで，ベース面とのピール強度を測定した．その結果，目標性能6N/cmに対して平均14N/cmであり，ばらつきを考慮しても目標性能に対して十分なマージンを有していることが明らかになった．

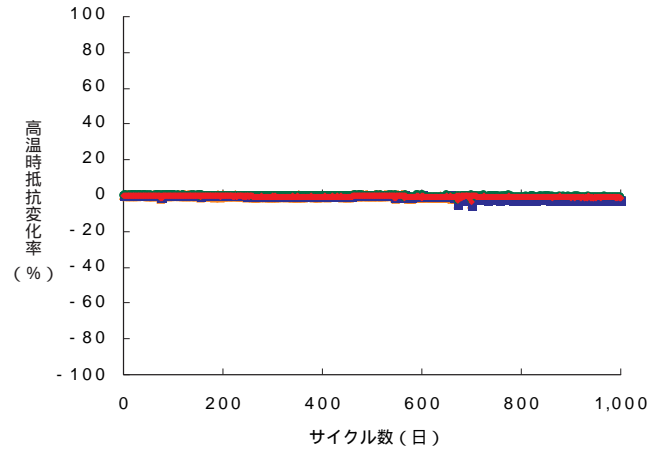


図5 気相熱衝撃試験結果（サンプル数3）  
Fig. 5. Thermal cycling test result.

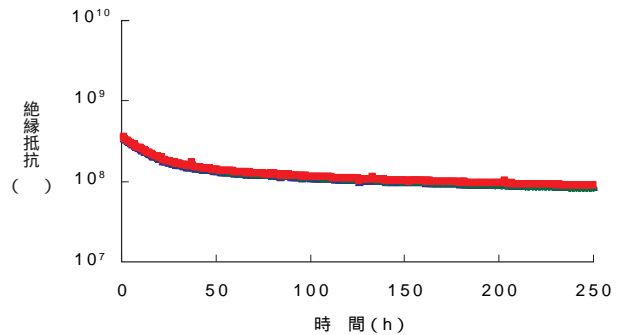


図6 マイグレーション試験結果（サンプル数3）  
Fig. 6. Migration test result.

5.むすび

柔軟なフレキシブル部を持ち，総厚0.4mm以下の2段ビルドアップFPC6層基板を開発した．試作した評価用基板に対して行った耐熱衝撃性や耐マイグレーション性等の信頼性試験では，すべて良好な結果を得た．本基板の技術を携帯電子機器やモジュールに適用することにより，ますます高機能化するこれらの製品の差別化に貢献できるものと期待される．

参考文献

- 1) 守屋ほか：ハロゲンフリー多層基板，フジクラ技報，第105号，pp.26-28，2003
- 2) 道場ほか：8層ビルドアップリジッド-フレックス基板，フジクラ技報，第107号，pp.33-36，2004
- 3) 山上ほか：高密度実装リジッド-フレックス多層基板の開発，第10回「エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術」シンポジウム論文集，pp.353-356，2004