

# B-H プリント配線板 《第二報》

## B-H Printed Wiring Board

滝野 秀雄<sup>※</sup>  
Hideo Takino  
木村 信正<sup>※</sup>  
Nobumasa Kimura

Printed wiring boards have been imposed with requirements for higher multi-layer, higher density, higher heat resistance and three dimensional shape.

Although conventional printed wiring boards have been manufactured mainly of thermosetting resins, use of thermoplastic resins has been recently studied by many researchers to enable three dimensional shape.

The B-H PWB introduced in this article is a PWB which adopts a thermoplastic resin, and the new B-H PWB base material has a heat resistance in soldering which is comparable to that of glass epoxy resins. The newly developed flush PWB has improved slide reliability achieved by flushing the slideways of the switch and the encoder.

These results indicate the applicability to broad areas of applications with higher performance at lower costs.

## 1 まえがき

急速な電子機器の軽薄短小化ニーズは、プリント配線板（以下 PWB）設計への CAD システムの利用、製造設備の高精度化等の技術を促進している。その結果、高密度化・軽量化・薄板化が可能となり、カメラ一体型 VTR、ノートパソコン、携帯電話等が誕生している。

このような市場からの要求技術は多分野にわたっている。PWB においても、新しい機能追及が始まっており、従来のような単一技術展開ではなく、複数技術を組合せ、

一つの新商品を形成する、トータルシステムソリューション（Total System Solution）が注目されつつある。基本的な考え方を図 1 に示す。

前回の報告では、B-H プリント配線板（以下 B-H PWB）である 4 種類（曲面・折曲げ・埋込（平滑）・B-H フレックス PWB）の概要について紹介した。本稿では新 B-H PWB のベース基材及び埋込（平滑）PWB の詳細について紹介する。

## 2 新 B-H PWB 基材「ND」

これまでの B-H PWB 基材（PMC，NC）はガラスエポキシ（GE）基材と比較して、耐熱性が少し低く、部品実装の際のハンダ付け工程において、温度、時間の制約があった。今回開発した新基材は、耐熱性が改良され、従来のガラスエポキシ基材と同一ハンダ付け条件での加工が可能である。

新基材のグレードは「ND」と称し、これまでのグレード「PMC」，「NC」と比較して、熱変形温度、ハンダ耐熱性、寸法安定性、線膨張係数とも向上し、ハンダ付け工程での特別な配慮も不要となった。プレス打ち抜き後の良好な破断面（図 2）を利用しての、パンチングスルーホールや高精度な打ち抜き加工が可能となり、打ち抜き加工後に紙フェノール基材、ガラスエポキシ基材のような、破断面からのダストの発生が非常に少ない等の特性を生かし、多分野への応用が可能となった。表 1 に各種基材の耐熱特性、線膨張係数、曲げ強度を示す。

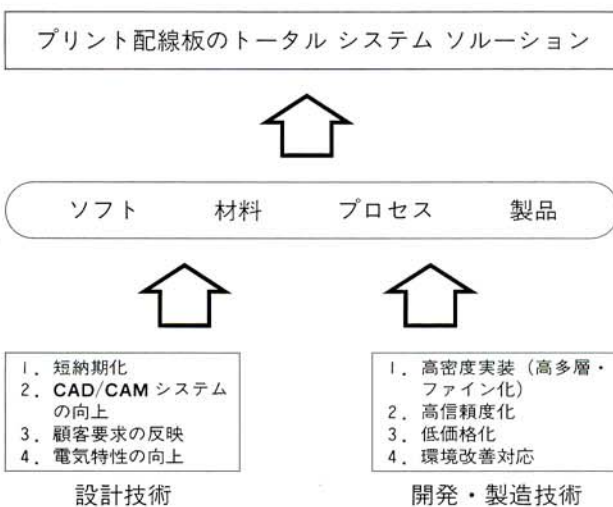


図 1 / プリント配線板のトータルシステムソリューション  
Fig. 1 / Total system solution of PWB

※ 電子機器事業部 B-H グループ

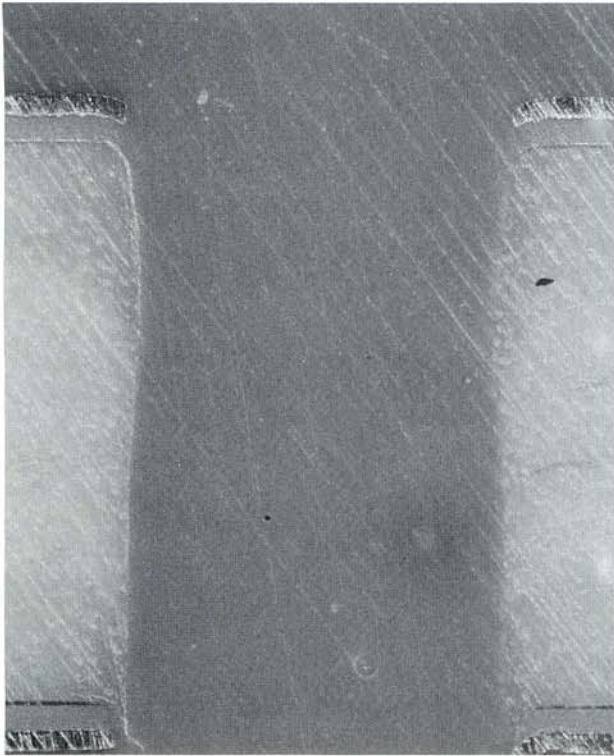


図2/プレス打ち抜きによるPWBの破断面

Fig. 2/Cross-section of PWB after punching

表1/各種基材の特性値

Tab. 1/Characteristics of base material

項目	単位	B-H ND	B-H PMC・NC	紙フェノール PP7F(XPC-FR)	ガラスエポキシ GE4F(FR-4)
ガラス転移 (Tg) 点	℃	100	80	80	130
熱変形温度	℃	250	225	—	—
融点	℃	280	255	—	—
ハンダ耐熱性	℃/s	260/20<	245/10<	260/5<	260/20<
長期耐熱性	℃	120	75	105	120
線膨張係数					
MD(長さ方向)30-100℃	×10 <sup>-3</sup> cm/℃	3.7	4.2	—	—
100-180℃		4.7	5.3	—	—
TD(幅方向)30-100℃		6.2	7.2	—	—
100-180℃		11.3	14.1	—	—
曲げ強度					
MD(長さ方向)	kgf/cm <sup>2</sup>	1,700	1,650	1,550	3,500
TD(幅方向)		850	1,100	1,250	4,500

### 3 埋込(平滑) PWB

導体部と絶縁部の表面を平滑(フラッシュ)化した PWB であり、スイッチ、エンコーダに使用すると、円滑な摺動特性が得られ、長期間にわたって連続使用した場合の摩耗は、これまでのエッチング段差のある PWB と比較して非常に少ない。図3はロータリースイッチの高信頼性化のために、平滑化加工した PWB の断面である。

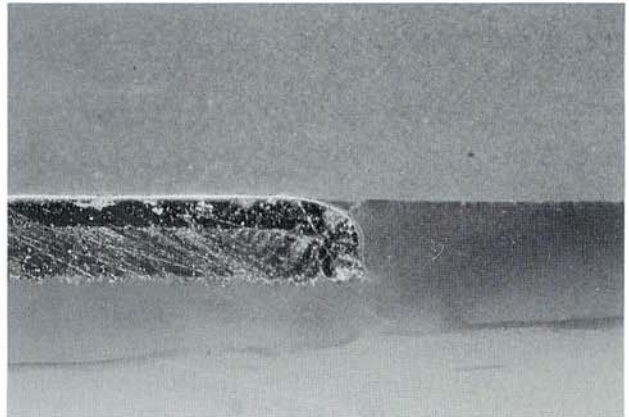


図3/導体部と絶縁部の表面を平滑化したPWBの断面

Fig. 3/Cross-section of PWB with flushed surface of conductor and insulation

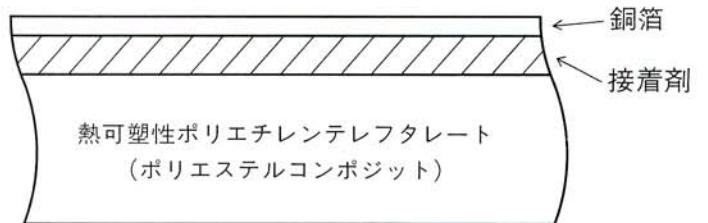


図4/B-H PWB用積層板の構造

Fig. 4/Structure of B-H PWB

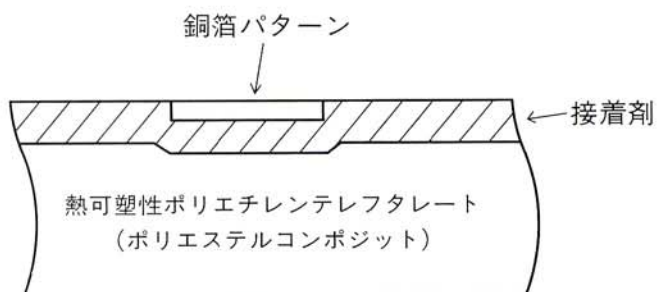


図5/埋込(平滑)PWBの構造

Fig. 5/Structure of flush PWB

### 3.1 構成材料

埋込(平滑) PWB は、曲面・折曲げ等他の B-H PWB と構成している材料は同じであるが、最終工程である形状化加工の方法が異なっている。図4に B-H PWB 積層板の構造、また図5に埋込(平滑)化加工後の PWB の断面構造を示す。

導体部と絶縁部を平滑化するには、基材となる熱可塑性ポリエチレンテレフタレート(ポリエステルコンポジット)の加熱加圧時の軟化→変形と、接着剤の加熱加圧時の液化→流動→変形とを正確に行う必要があり、平滑化加工直前の接着剤の硬化状態の管理が重要である。平滑

表2/B-H PWB用接着剤の表面硬度

Tab. 2/Surface hardness of B-H PWB adhesive

接着剤	構成材料	高硬度化対策	表面硬度(Hv)	
			対策前	対策後
A Y L	エポキシ/NBR	N B R の削減	8.3	21.3
A S L	エポキシ /ポリエステル	ガラスフィラーの充填	17.0	20.7

表3/各種基材の表面硬度

Tab. 3/Surface hardness of base material

基 材	表面硬度 (Hv)
B-H基材	30
紙フェノール基材	26
ガラスエポキシ基材	30

化加工前にはエッチング→貴金属メッキ等の加工工程があり、これらの加工条件に耐え、かつ、平滑化加工が可能な特性を有した接着剤が必要である。

これまで、この埋込（平滑）PWBと曲げPWBには同一接着剤を使用してきたが、摩耗のより少ない高硬度の埋込（平滑）PWBの要求があり、一年半にわたって研究開発を進めてきた。表2にその結果を示す。また表3には各種基材の表面硬度を示す。

### 3.2 製造方法

図6は埋込（平滑）PWB製造プロセスを示す。熱圧延の完了した熱可塑性ポリエチレンテレフタレート（ポリエステルコンポジット）のアンクラッド基材に接着剤付銅箔をラミネートし、具体的には、銅箔にエポキシ系接着剤をコーティングし、接着剤の硬化度がBステージになるように、熱エージング量を調節した後、熱圧延済みのポリエチレンテレフタレートと接着剤付銅箔をホットロールラミネータにて接着する。続いて、エッチング→メッキ工程に耐えるように、熱エージングを行い、所定の接着強度を付与する。パターンイメージングはドライフィルム法、印刷法のどちらかに行う。次にエッチングして導体パターンを形成する。埋込（平滑）PWBでは導体パターン表面に貴金属メッキを行うものが多く、ニッケルメッキ、ニッケル下地上に金メッキを施し、摺動信頼性を向上させる。この貴金属メッキには無電解メッキ法と電気メッキ法がある。導体パターンにメッキのためのリードが配置できない場合には無電解メッキ法を用いる。しかし、ニッケル上の金メッキ厚さには制限があり、最大で0.05μmである。

次に、本PWBの主工程である埋込（平滑）加工を行う。この工程では製造設備として、ホットプレスを用いる。このプレスは熱板6枚で構成されており、熱板加熱の媒体にはオイルを使用している。貴金属メッキ済みのPWBをステンレスプレート間にセットし、図7のホットプレスの運転プログラムにて運転し、埋込（平滑）加工

と同時に結晶化加工を行う。結晶化は、基材の分子間の結合を密とし、PWBの特性を向上させるのが目的である。次に、金型を用い外形を打ち抜き加工し、埋込（平滑）PWBが完成する。また、抵抗体付PWBの場合には打ち抜き加工前に抵抗体印刷→焼成を行う。昨今、ロータリスイッチ、ロータリエンコーダ等において導体パターンと軸穴の同軸位置の高精度化の要求が増えている。これらの製品では外形加工前に画像処理付高精度プレスにて、軸穴加工（同軸精度0.1mm以下）を行い、その後外形をプレス打ち抜きする。

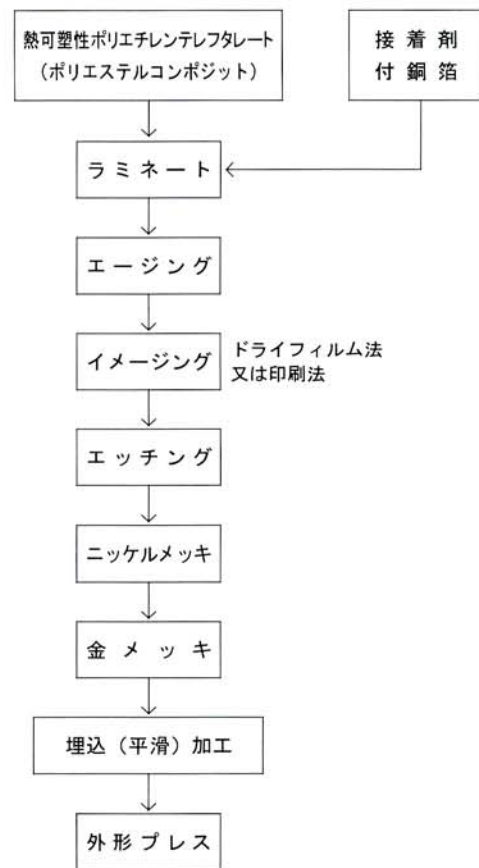


図6/埋込(平滑)PWBの製造プロセス

Fig.6 Manufacturing process of flush PWB

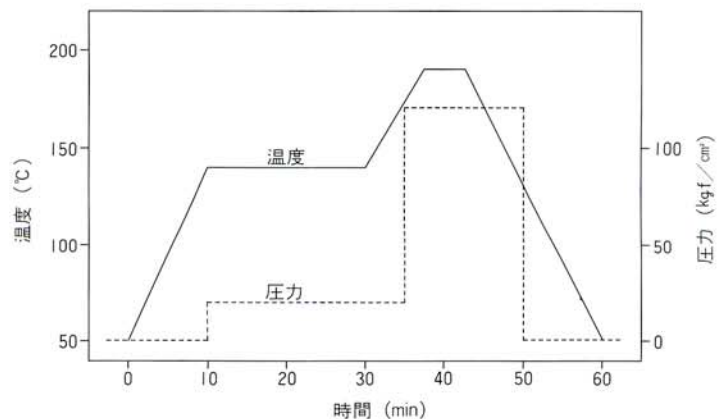


図7/ホットプレスの運転プログラム

Fig. 7/Program of hot-press

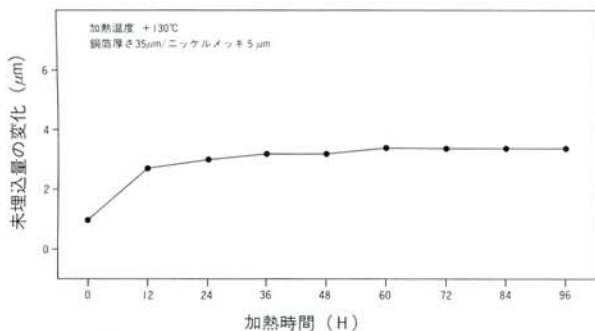


図8/加熱処理による未埋込量の変化  
Fig. 8/Change of burr by aging

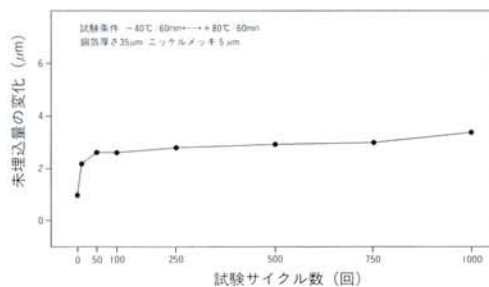


図10/熱衝撃サイクルによる未埋込量の変化  
Fig. 10/Change of burr by thermal shock

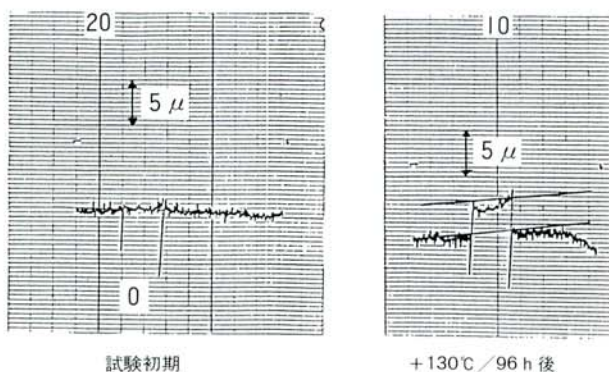


図9/加熱処理による未埋込量の変化(表面粗さ計使用)  
Fig. 9/Change of burr by aging (using surface roughness meter)

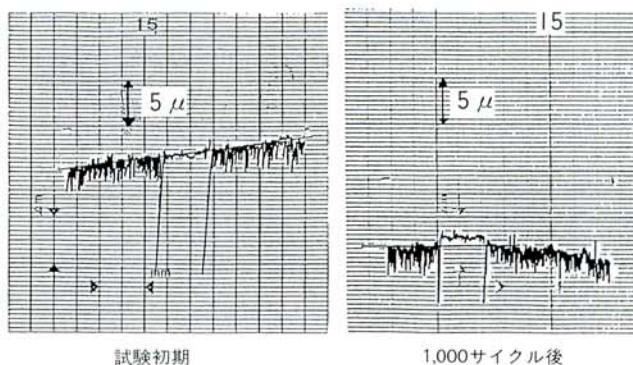


図11/熱衝撃サイクルによる未埋込量の変化  
Fig. 11/Change of burr by thermal shock

### 3.3 特性

#### ①埋込(平滑)性

埋込(平滑)PWBにおいて、平滑加工後の導体部と絶縁部の段差がどれ程あるか、これを未埋込量(平滑度)という。図8に加熱処理+130°Cによる未埋込量の変化、図10に熱衝撃(-40°C/60min ↔ +80°C/60min)による未埋込量の変化を示す。これらの図から分かるように平滑加工直後(試験初期)の未埋込量は、銅箔厚35μm(1oz)/ニッケルメッキ厚5μmの場合、1μm前後である。図には無いが、銅箔厚18μm(1/2oz)を用いた場合には1μm以下となる。

#### ②信頼性

図8及び図10から分かるように、試験終了時においては、ほぼ安定し、その後、試験を追加しても変化は僅かであった。

なお、この熱衝撃試験は家電、カメラ、自動車(室内)に準じた試験であり、自動車(エンジンルーム)においては-40°C ↔ +120°Cの試験に合格することが必要であり、継続して試験を進める所存である。また、平滑加工後に加熱処理を行って、未埋込量を安定させてから納入するケースも増えている。図9及び図11は各々の試験において、試験初期と試験終了時の未埋込量を表面粗さ計にて測定したデータである。

## 4 あとがき

本稿では新B-H PWB基材「ND」と埋込(平滑)PWBについて紹介した。この埋込(平滑)PWBはB-Hの中でもユーザーの検討が早く、昨春より量産ベースでの納入を行っている。この埋込(平滑)PWBに類似の製品は、以前にも数社で製造されたが、コスト面、生産面で行きづまり、現在、市場への供給は行われていない。このような背景からも、今後の市場拡大に期待ができそうである。

また、新B-H PWB基材「ND」と高硬度接着剤の組み合わせにより、埋込(平滑)PWBの性能をより向上させる研究開発を続けてゆくつもりである。

### 参考文献

- (1)滝野, 木村: B-H プリント配線板, 愛知電機技報 No.11, P15-20, (1991)
- (2)大貫, 馬庭: 21世紀に向けたプリント配線板の技術動向, NEC 技報, VOL.44, No.10, P36-43, (1991)
- (3)木村: 立体プリント配線板「B&H PWB」, 表面実装技術, Vol.1, No.2, P53-59, (1991)