

ファインピッチ回路接続用異方導電膜の開発

年 岡 英 昭*・中 次 恭一郎・山 本 正 道
佐 藤 克 裕・新 原 直 樹・奥 田 泰 弘

Development of Anisotropic Conductive Film for Narrow Pitch Circuits — by Hideaki Toshioka, Kyoichiro Nakatsugi, Masamichi Yamamoto, Katsuhiko Sato, Naoki Shimbara and Yasuhiro Okuda — Anisotropic conductive film (ACF) is a film adhesive with conductive particles dispersed in thermosetting resin, and is mainly used for circuit board connection in the field of liquid crystal displays (LCDs), mobile phones, TVs, etc. High performance LCDs strongly requires ACF that is applicable to the connection of circuit boards with narrow pitch electrodes. We have developed a new concept ACF for the connection of circuit boards using our nickel nano straight-chain-like particles. The performance of the newly developed ACF is reported in this paper.

Keywords: ACF, LCD, nickel, nano particle, circuit board

1. 緒 言

異方導電膜 (Anisotropic Conductive Film : 以下、ACF) は、熱硬化型樹脂中に導電性の粒子を均一分散させたフィルム状の接着剤であり、電極の一括接続が可能のため、FPD パネルを構成する回路基板や電子部品の実装分野において幅広く用いられている。従来は導電粒子として、球状の金属 Ni 或いは Au メッキした樹脂粒子を用いるのが一般的であるが、当社では独自の直鎖状ニッケル微粒子をフィルムの膜厚方向に配向させた、球状粒子に無い特長を有する新しいコンセプトの ACF を開発⁽¹⁾した。現在 FPD パネルの分野では、地デジ移行に伴う高精細 (ハイビジョン) 化や、映像の立体化 (3D) に代表される高機能化が加速しており、信号線増加の影響を受けて、ガラス基板と FPC^{*1}との接続部 (Film On Glass : 以下 FOG) や PCB^{*2}基板と FPC との接続部 (Film On Board : 以下 FOB) のファインピッチ化が急速に進行している。そのため、直鎖状ニッケル微粒子の特長を活かし、小面積の接続が可能で、圧力マージンを広げ生産性を高めた FOG/FOB 接続用 ACF を開発したので報告する。

2. 開発コンセプト

独自の直鎖状ニッケル微粒子は、既報⁽²⁾に従って、当社めっき技術を応用した独自の液相プロセスにより作製した。樹脂に関しては直鎖状ニッケルに適する独自設計とし、特に FOG では表面の凹凸が小さく接着しにくいガラス基板への密着性を高め、FOB では高価な PCB 基板を再生できるようにリペア性が求められるため、接続後に引き剥がし、汎用溶媒を使って簡単に残渣が除去できるような配合設計とした。ACF の設計に関しては、平均長さが 3 μ m の粒子

を膜厚方向に配向させることで、導電粒子の添加量を従来品比 1/10 以下まで低減する構成とし、これにより接続性能は同等以上を達成しながら、隣接電極の絶縁性を高いレベルで実現している。このため、球状の導電粒子では実現できなかったファインピッチ回路の接続が可能となった。また、球状粒子を押し潰さずに安定接続が可能となるため、従来品のように高い圧力を必要とせず、低圧でも安定接続が可能であることを確認した。

3. FOG 接続用 ACF (SFG130)

3-1 接続信頼性と圧力マージン 接続信頼性の評価は表 1 に示す 100 μ m ピッチ (L/S = 50/50 μ m) 回路が形成された FPC とガラス基板を用い、接続性能とその耐環境性、および圧力依存性を測定した。これを表 2 に示す条件で ACF 接続し、FPC 側の Cu 回路とガラス基板側の ITO 回路を介して形成されるダイジーチェーンにおいて、全回路の導体抵抗を含めた抵抗値を測定し、得られた値を回路の総数で除したものを 1 回路当たりの接続抵抗として求め

表 1 評価部材 (FOG)

FPC	構 成	Cu/PI = 9/25 μ m (二層材)
	回路ピッチ	L/S = 50/50 μ m
	電極数	124本
ガラス基板	材 質	無アルカリガラス
	ITO 厚み	2000 Å
	基板厚み	0.7mmt

表2 実装条件

実装条件	温度	185～200℃×8s
	圧力	約3MPa (実装面積換算)
	ツールサイズ	2.0mm×22mm
	ACF幅	1.5mm
	クッション材	シリコン (200μm)

た。また、この試料を85℃、85%に設定した高温高湿槽と、低温側-40℃、高温側100℃に設定した冷熱衝撃試験器に投入し、接続抵抗の経時変化を評価した。結果をそれぞれ図1および図2に示すが、初期から0.5Ω以下と低い値が得られており、高温高湿試験1000hおよび冷熱衝撃試験1000サイクル後も大きな抵抗上昇は見られず、180～200℃の温度範囲において安定接続が可能なることを確認した。また、ACF接続条件を190℃、8sに固定し圧力を変えて評価した結果を図3に示す。樹脂粒子を押し潰す必要がないため、1MPaの低い圧力でも実装できることが分かり、ACFの適用が難しかった、例えば低強度の薄いガラス基板であっても、安定接続が可能となる。また低圧から高圧までの広い圧力範囲で接続できるため、従来よりも品質管理が容易になることが期待できる。

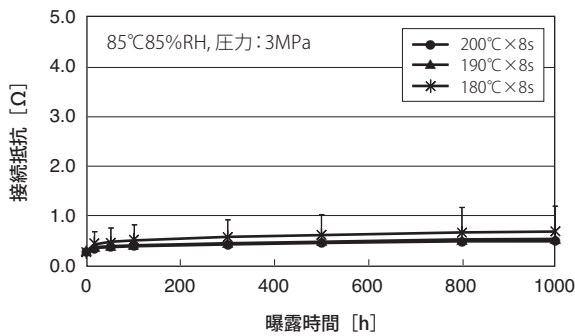


図1 高温高湿試験結果

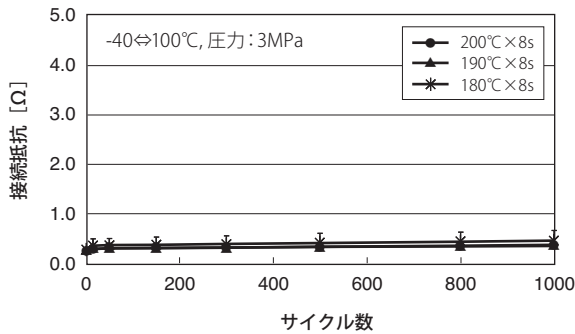


図2 冷熱衝撃試験結果

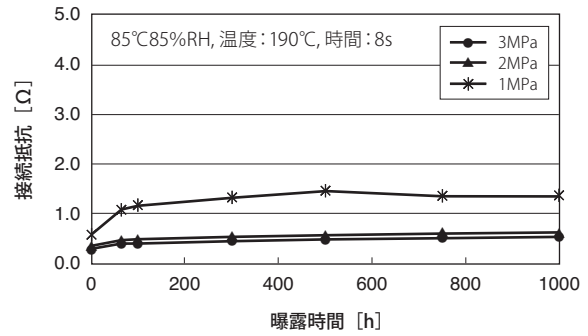


図3 圧力依存評価

3-2 ファインピッチ回路の接続性 次に最小接続面積に関する評価を行った。既述のとおり、液晶パネル接続部におけるファインピッチ化が急速に進行しており、ユーザーから接続面積5000μm²以下の電極で安定接続できることが強く求められており、この領域の接続性能を精度良く測定するため、図4に示す評価部材を作製した。これをSFG130の標準条件である190℃、8s、3MPaの条件下で実装し、接続性能を評価した結果を図5に示す。

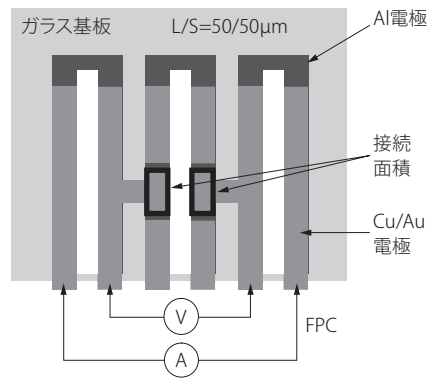


図4 狭小面積評価部材

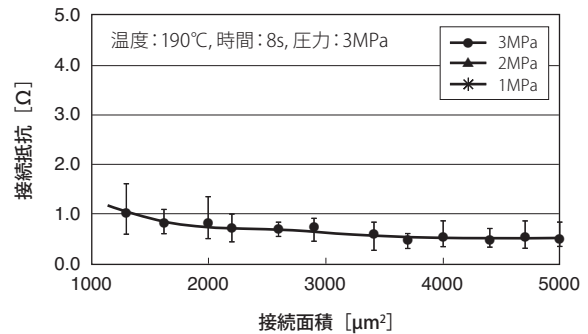


図5 最小接続面積評価結果 (FOG)

2000 μm^2 付近まで安定して1 Ω 以下の低抵抗を示しており、ICチップの電極レベルの小面積であっても安定接続が可能であることを実証した。このようにSFG130ではファインピッチ回路の接続が可能になるため、これまで以上に微細な配線が形成でき、電子機器の更なる小型・軽量・薄型化、接続されるFPC点数の削減や接続面積の狭小化など、従来ACFの制約から解放され、パネル回路の設計マージンが大きく広がることが期待できる。

3-3 大型パネル評価 大型パネルのFOG接続は、生産効率を考慮してロングバーと呼ばれる大型のプレス装置を用い、複数枚のFPCを一括接続する方法がよく用いられるが、ガラス基板表面とロングバー実装面との平行度管理が難しく、僅かな傾きや異物のかみ込みの影響を受けて圧力が不均一となるため、接続不良が発生し易い。このような状況下においても、広い圧力マージンを有する当社ACFを用いれば安定接続が可能と考えて、大型パネルへの対応性に関する検証を行った。既述のFPCが合計5枚接続可能な長さ288mmのガラス基板を作製し（図6）、これを表3に示す条件によって位置合わせのための仮接着とロングバーによる一括の本接着を行い、3-1と同様の方法によって、それぞれ実装エリアA～Eの接続抵抗を求めた。また、この試料を85 $^{\circ}\text{C}$ 、85%に設定した高温高湿槽に投入し、接続抵抗の経時変化を評価した。結果は図7に示すとおり、実装位置による抵抗値バラツキが小さく、高温高湿試験後の接続抵抗も安定しており、ロングバーによる大型パネル実装においても優れた接続性能を有することを確認した。

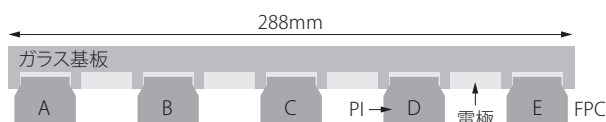


図6 大型パネル評価基板

表3 実装条件

仮接着条件	温度	75 $^{\circ}\text{C}$ × 1s
	圧力	約1MPa (実装面積換算)
	ツールサイズ	2.0mm × 30mm
	ACF幅	1.2mm
	クッション材	シリコーン (200 μm)
本接着条件	温度	190 $^{\circ}\text{C}$ × 8s
	圧力	約3.5MPa (実装面積換算)
	クッション材	シリコーン (200 μm)

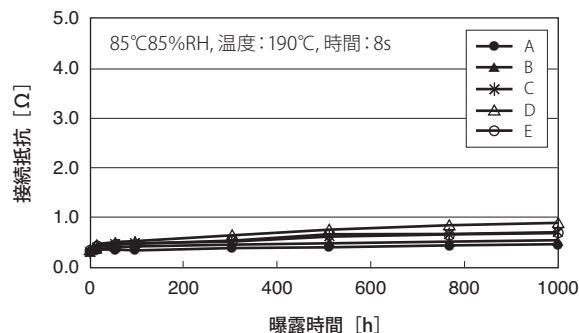


図7 ロングバー評価結果

4. FOB 接続用 ACF (SFB130R)

4-1 接続信頼性と圧力マージン FOB 接続用 ACF についても、FOG 同様に接続信頼性の評価を行った。評価は、表4に示す200 μm ピッチ (L/S = 100/100 μm) 回路が形成されたPCB基板とFPCとを準備した。これを表5に示す条件でACF接続し、FOGの場合と同様に初期の接

表4 評価部材 (FOB)

FPC	構成	Cu/PI = 18/25 μm (二層材)
	回路ピッチ	L/S = 100/100 μm
	電極数	80本
PCB基板	材質	ガラス補強エポキシ
	構成	Cu/FR-4 = 25/600 μm

表5 実装条件

実装条件	温度	180 $^{\circ}\text{C}$ × 10s
	圧力	1~5MPa (実装面積換算)
	ツールサイズ	2.0mm × 22mm
	ACF幅	1.5mm
	クッション材	シリコーン (200 μm)

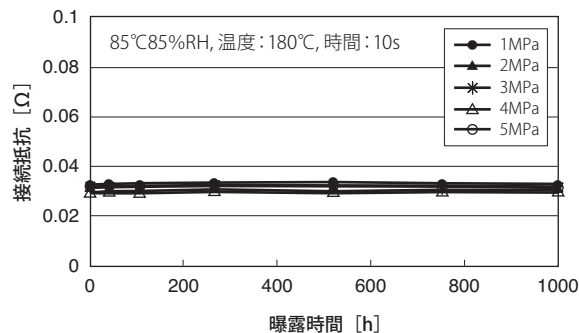


図8 高温高湿試験結果

続抵抗と、85℃、85%環境試験時における経時変化を評価した。結果は図8に示すとおり、1～5MPaの広い圧力範囲において初期から安定して低抵抗を維持しており、FOGと同様に幅広い圧力マージンを有することが分かった。広いマージンは生産性の向上に、低圧接続性は低強度基板や裏面に実装部品があり、高い圧力を負荷できない基板の接続等に有用であると考えている。

4-2 ファインピッチ回路の接続性 次に、最小接続面積に関する評価を行った。FOBの場合はFOGレベルの小面積接続性を要求されないため、4-1で使用した評価部材を用い、SFB130Rの標準条件である180℃、10s、3MPaの条件下で、FPCの接続位置を意図的にずらし、接続面積を小さくして抵抗値を測定した。評価部材と装置の制約から下限が27000μm²となったが、これ以上の範囲において十分低い抵抗値を維持することが分かり、FOGと同程度の小面積接続が可能で潜在的な能力を有するものと考えている。

4-3 絶縁性能評価 FOB接続部をファインピッチ化することにより、ACF由来の不純物イオンが原因でPCB回路中の金属イオンが遊離し、通電使用中に短絡する恐れが生じるため、隣接電極間の絶縁性能を測定した。評価部材としては、楕円電極が形成されたFPCとPCB基板とを用意した。FPCを通常位置から50μmずらして電極間の距離を50μmとし、180℃、10s、3MPaの条件で互いに接続した後、85℃、85%に設定した高温高湿槽中に投入し、隣接電極間に15Vの直流電圧を印加しながら絶縁抵抗の経時変化を評価した。結果を図9に示すが、球状粒子ではクリアが難しい過酷な条件であるにもかかわらず、マイグレーションは全く発生せず、500h経過後も1GΩ以上の抵抗を維持しており、優れた絶縁性能を有することが分かった。

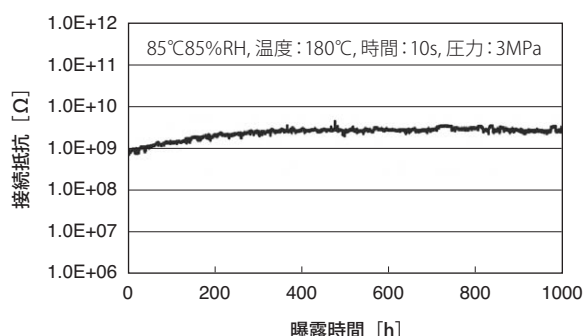


図9 絶縁性能評価結果

4-4 リペア性評価 PCB基板には高価な電子部品が搭載されており、接続不良が発生した場合も再利用したいという要求が強いため、ACFのリペア性と再生基板の接

続信頼性について評価を行った。4-1で使用した評価部材を180℃、10s、3MPaの条件で互いに接続した後、熱風ヒーターを用いて200℃に加熱しながらFPCを引き剥がし、両基板に残った樹脂残渣を溶媒と不織布ワイパーを使ってこすり取ったところ、約3分で完全に除去できると判明した(表6)。これらの基板を上記と同じ条件で再接続し、初期の接続抵抗と、85℃、85%環境試験時における経時変化を評価した。結果を図10に示すとおり、抵抗値はリペア前のACFと全く変わらず、万が一接続不良が生じた場合でも部材を破棄する必要が無く、簡便な方法で再生が可能と判明し、環境面においても非常に優れることを確認した。

表6 リペア方法

剥離	装置	熱風ヒーター
残渣除去	溶媒	アセトン
	部材	不織布ワイパー
	温度	室温
	時間	約3分

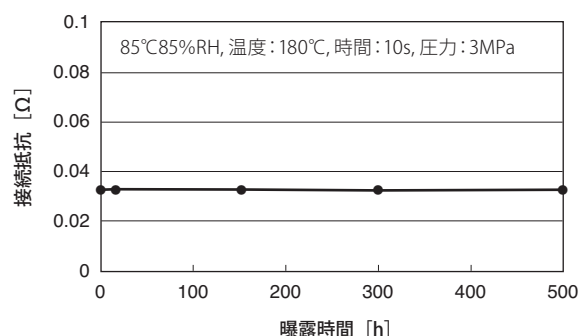


図10 再生基板の接続信頼性

5. 結 言

当社独自の直鎖状ニッケル微粒子製造技術、配向技術、樹脂設計技術を活かし、回路基板接続用のACFを開発した。FOG用ACFであるSFG130では、2000μm²レベルの小面積接続性、低圧実装性と小型から大型まで対応できる安定接続性を確認し、FOB用ACFであるSFB130Rでは、幅広い圧力に対応できるマージンの広さと、簡便な方法でリペアが可能で、部材の再生が可能であることを確認した。なおSFG130については、30μmピッチ以下のファインピッチ基板を実際に作製しており、直鎖状ニッケル微粒子を用いた当社ACFの性能限界を見極める予定である。

用語集

※1 FPC

Flexible Printed Circuit：フィルム基材上に金属配線が形成された、柔軟性があり折り曲げ可能な回路基板。

※2 PCB

Printed Circuit Board：FPCとは対照的に、柔軟性のない硬質基材上に金属配線が形成された回路基板。リジッド基板とも呼ぶ。

参考文献

- (1) 年岡英昭、小林源生、小山恵司、中次恭一郎、桑原鉄也、山本正道、柏原秀樹、「針状ニッケルナノ粒子を用いた異方導電膜の開発」、SEIテクニカルレビュー第168号、p.93-95 (2006)
 - (2) 真嶋正利、小山恵司、谷佳枝、年岡英昭、小副川みさ子、柏原秀樹、稲澤信二、「金属ナノ粉末を用いた導電材料の開発」、SEIテクニカルレビュー第166号、p.6-7 (2005)
-

執筆者

年岡 英昭*：エレクトロニクス・材料研究所 主査
ACFの開発に従事



中次恭一郎：エレクトロニクス・材料研究所 主査
山本 正道：エレクトロニクス・材料研究所 主査
佐藤 克裕：電子部品部 主席
新原 直樹：エレクトロニクス・材料研究所 プロジェクトリーダー
奥田 泰弘：エレクトロニクス・材料研究所 部長 博士（工学）

*主執筆者