

# 薄型・簡易接続可能な フレキシブルフラットケーブル

Flexible Flat Cable with Low-Profile, Easy-Bonding Interconnection

御影 勝成\*  
Katsunari Mikage

奥田 泰弘  
Yasuhiro Okuda

小山 恵司  
Keiji Koyama

松田 龍男  
Tatsuo Matsuda

フレキシブルフラットケーブル (Flexible Flat Cable : 以下、FFC) \*<sup>1</sup>とマザーボードなどの回路基板との接続にはコネクタが用いられているが、近年の電子機器の小型化に伴って、コネクタを使用せずケーブルと基板を直接接続する‘コネクタレス接続’のニーズが高まっている。コネクタレス接続として用いられる異方性導電膜\*<sup>2</sup>は、保管管理や圧着操作が難しく、より簡便な接続部材が求められている。そこで当社では独自の導電性ペースト\*<sup>3</sup>と微細印刷技術をベースとして、薄型で簡易接続可能なコネクタレス接続構造を新規に開発し、FFCと回路基板の高い接続信頼性を実現したので報告する。

Connectors are widely used to connect flexible flat cables (FFCs) with printed circuit boards (PCBs). In recent years, demand for a direct connection of FFCs with PCBs has been increasing due to the downsizing of electronic devices such as wearable components. An anisotropic conductive film (ACF) can be used for such a connection, however, there exist some difficulties in the bonding operation and shelf life. We have developed a low-profile, easy-bonding interconnection that eliminates the need for connectors and is highly reliable. This achievement was made possible with our original conducting paste and high-resolution printing technologies.

キーワード：FFC、コネクタレス接続、回路基板、導電性ペースト、接着剤

## 1. 緒言

FFCは薄く、フレキシブルかつ軽量という特長により、エレクトロニクス製品の内部配線として幅広く使用されている。当社では、1965年に新しい機器配線材料としてテープ電線の研究に着手し、1969年に事業化、1977年にFFC (スミカード®) の販売を開始した。このFFCと回路基板との接続には一般的にコネクタが使用されているが、ウェアラブル端末に代表されるように、電子機器の小型・薄型化の進展に伴い、コネクタを使用せず回路基板へ直接接続する‘コネクタレス接続’のニーズが高まっている。コネクタレス接続のための接続部材として用いられる異方性導電膜<sup>(1)</sup>は、部材の冷蔵保存が必要なことや、圧着操作において回路基板への仮貼り固定操作が必要なことなどの制約から、より簡便なコネクタレス接続部材が求められている。このようなニーズに対応すべく、薄型で簡易接続可能な‘コネクタレス接続FFC’を新規に開発したので詳述する。

## 2. 開発コンセプト

コネクタレス接続FFCは、**図1**に示すように、FFCの末端部分の導体上に導電性ペーストを、導体間のスペース部に接着剤を各々独立に配置した構造で、接続対象の回路基板に熱圧着することで、導電性ペーストにより導通し、接着剤により密着性を保持する (**図2**)。FFCの末端部分に予め接続部材

が形成されているため、異方性導電膜のように熱圧着前に回路基板に仮貼り固定する必要がなく、位置合わせと熱圧着の

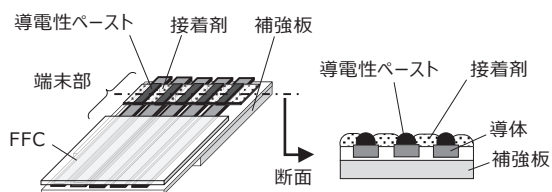


図1 コネクタレス接続FFC

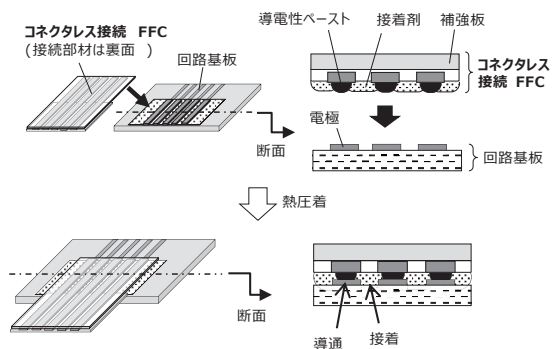


図2 回路基板への接続

みの簡便な圧着操作で接続することができる。当社独自の高導電性ペーストが基板電極に面接触するため接触抵抗が低く、また高密着性で高絶縁性の接着剤により高い接続信頼性と絶縁性を実現している。また導電性ペースト、接着剤とも常温保存が可能で、異方性導電膜のように冷蔵保存の必要がなく、保管管理を容易に行うことができる。

### 3. 接続性能

#### 3-1 接続方法・条件

FFCの回路基板への接続は、市販の熱圧着装置を用い、**図3**に示すように、まず回路基板の電極位置とFFC末端の導体位置を合わせる。FFCの補強板や接着剤には透明性の高い材料を用いており、上部から容易に位置合わせをすることができる。次にFFC末端の上部からヒートツールで熱圧着することにより接続する。標準的な熱圧着条件を**表1**に示す。温度 $140 \pm 10^\circ\text{C}$ 、荷重 $1.8 \pm 0.6\text{MPa}$ 、時間10sと低温、短時間での熱圧着が可能であり、異方性導電膜の標準的な圧力3MPa以上と比較して、低圧力で接続できることも特長である。

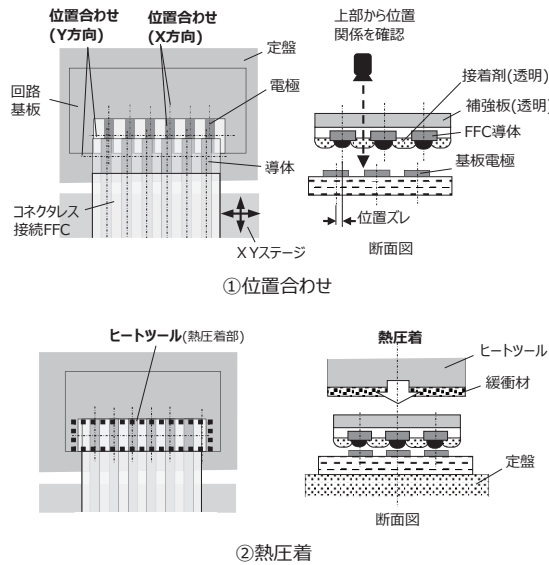


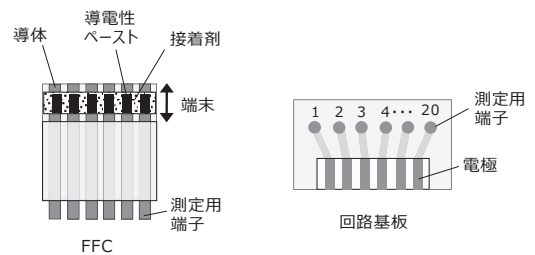
図3 熱圧着操作

表1 標準熱圧着条件

	標準条件
温度	$140 \pm 10^\circ\text{C}$ (実温)
圧力	$1.8 \pm 0.6\text{MPa}$ (熱圧着面積換算)
時間	10s
ヒートツール幅	4mm
緩衝材	0.2mm厚シリコーン

#### 3-2 接続信頼性評価

接続信頼性の評価は**図4**に示す回路幅0.3mm、回路間0.2mm、20芯の末端部金めっきFFCとガラスエポキシ硬質回路基板を用いた。これらを**表1**に示す標準熱圧着条件で接続し、 $60^\circ\text{C}/95\%$ 高温高湿槽に投入し接続抵抗の経時変化を測定(**図5**)した。結果は**図6**に示すように、1000h経過後も初期に対し $0.01 \Omega$ 以上の抵抗変化はなく、コネクタと同等の接続安定性を確認した。また、**表2**に示すように $85^\circ\text{C}$ 高温で1000h、 $-40^\circ\text{C}$ 低温で1000h、低温側 $-40^\circ\text{C}$  30minと高温側 $85^\circ\text{C}$  30min冷熱衝撃で1000サイクル後の接続抵抗についても $0.01 \Omega$ 以上の抵抗変化はなく、安定的に接続していることを確認した。



FFC	回路幅 / 回路間	0.3/0.2mm
	芯数	20 芯
	末端長	4mm
	末端厚	0.2mm 以下
	導体厚	0.035mm
回路基板	材料	ガラスエポキシ
	回路幅 / 回路間	0.3/0.2mm
	電極数	20 本
	電極長	4mm
	電極厚	0.018mm
	電極めっき	金めっき
	基板厚み	1mmt

図4 評価部材

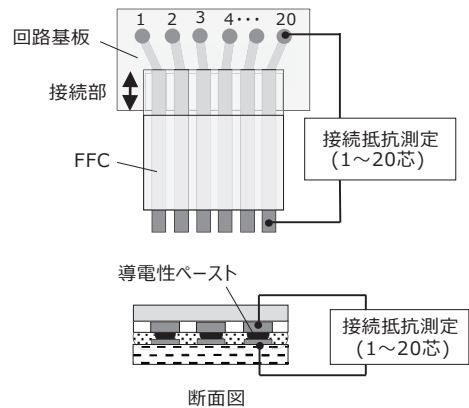


図5 接続抵抗測定

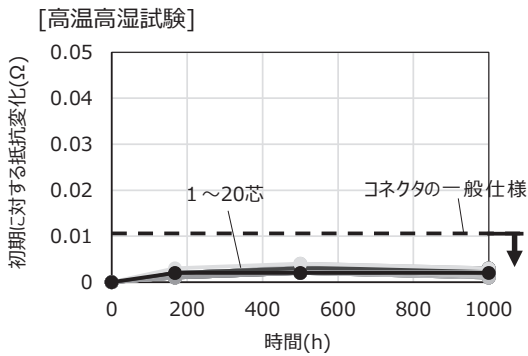


図6 接続信頼性評価 (高温高湿試験) の結果

表2 接続信頼性評価の結果一覧

	試験条件	結果
高温高湿試験	60°C 95% × 1000hr	0.01 Ω以上の抵抗変化なし (図6)
高温試験	85°C × 1000hr	0.01 Ω以上の抵抗変化なし
低温試験	-40°C × 1000hr	0.01 Ω以上の抵抗変化なし
冷熱衝撃試験	85°C 30min ⇄ -40°C 30min × 1000cycles	0.01 Ω以上の抵抗変化なし

熱圧着条件のマーヅンについて接続信頼性との関係について評価した結果、図7に示すように、温度130~150°C、圧力1.2~2.4MPaの幅広い条件範囲で安定接続が可能となることがわかり、広いマーヅンにより容易な品質管理が可能である。

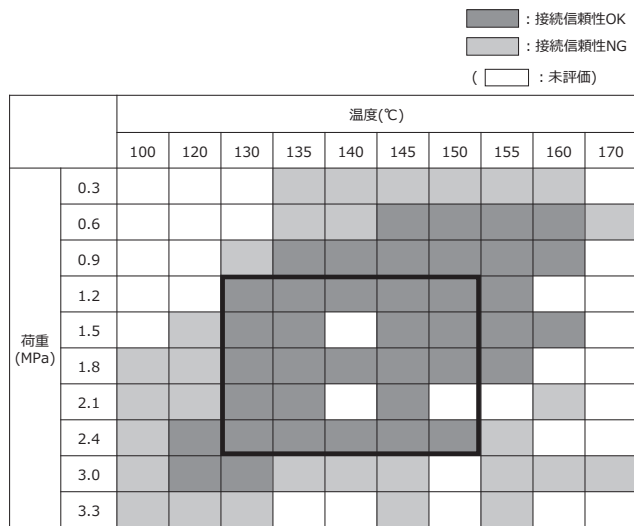


図7 接続信頼性と熱圧着条件の関係

### 3-3 絶縁性能評価

絶縁性能の評価についても、3-2と同様に回路幅0.3mm、回路間0.2mm、20芯の端末部金めっきFFCと回路基板を接続し、図8に示すように偶数芯と奇数芯の間に5Vの電圧を印加し、60°C/95%高温高湿槽に投入し、絶縁抵抗の経時変化を測定した。結果は図9に示すように、1000h経過後もコネクタと同等の100MΩ以上の絶縁抵抗を維持し、マイグレーション\*4の発生はなく高い絶縁性を維持していることを確認した。さらに絶縁性とFFCの位置ズレ幅 (x方向)、印加電圧の関係について評価した結果、図10に示すように、印加電圧5Vの場合は位置ズレ幅100μm以下で絶縁性を維持しており、印加電圧10Vの場合は90μm以下、印加電圧15Vの場合は80μm以下で絶縁性を維持していることがわかる。このように位置ズレ幅のマーヅンが広いため、圧着操作における位置合わせを容易に行うことができる。

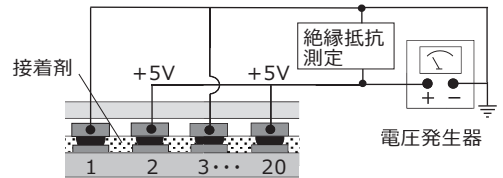
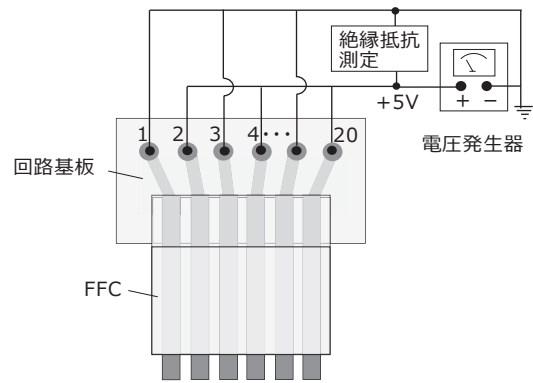


図8 絶縁抵抗測定

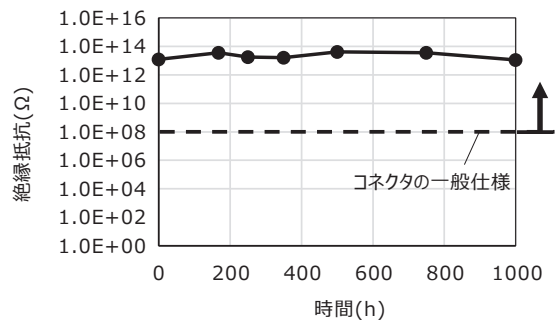


図9 絶縁性能評価の結果

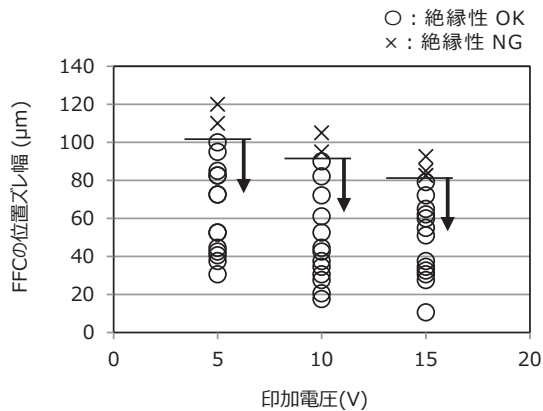


図10 絶縁性と位置ズレ幅、印加電圧の関係

### 3-4 多芯回路基板への接続

回路基板の電極数(芯数)が多いほど、接続時に温度や圧力のバラツキが生じやすく、また位置ズレも発生しやすいため、安定接続が難しくなる。また接続面積が増えるため高圧力での熱圧着が必要となり、基板が変形する等の問題が発生する可能性もある。当社の接続方式は接続条件および位置ズレ幅のマーヅンが広く、また低圧力で熱圧着できることから、芯数が増えても安定接続が可能かどうか検証を行った。回路幅0.3mm、回路間0.2mm、100芯の末端部金めっきFFCと回路基板を3-1と同様の条件で接続し、3-2、3-3と同様の接続信頼性評価、絶縁性能評価を行った。その結果、1000h経過後の接続抵抗、絶縁抵抗は、いずれも初期と同等であることを確認し、多芯の場合でも安定接続が可能であることを確認した。大型基板等、幅広い用途への適用が期待できる。

## 4. 保存安定性

次に保存安定性について評価した。作製から0.5年、1年、1.5年間、常温で保存した試料を、3-1と同様の条件で接続し、3-2、3-3と同様の接続信頼性評価、絶縁性能評価を行った。その結果、1000h経過後の接続抵抗、絶縁抵抗は、いずれも初期と同等であることを確認し、保存安定性に優れていることを確認した。異方性導電膜のように冷蔵保存の必要がなく、保管管理を容易に行うことができる。

## 5. 結 言

当社独自の導電性ペーストと微細印刷技術をベースとして、薄型で簡易接続可能なコネクタレス接続FFCを新規に開発した。FFCの末端部分に予め接続部材が形成されているため、位置合わせと熱圧着のみの簡便な圧着操作で接続できることを確認した。信頼性評価の結果、1000h経過後の接続抵抗、絶縁抵抗は、いずれも初期と同等であることを確認

し、安定接続が可能であることを確認した。接続条件や位置ズレ幅のマーヅンが広いことがわかり、多芯の場合でも高い接続信頼性、絶縁性を保持できることを確認した。保存安定性の評価では、製造後常温で1年以上保管した試料でも安定接続が可能ということがわかり、保存安定性に優れていることを確認した。今後、エレクトロニクス分野における幅広い用途への適用が期待できる。

表3 コネクタレス接続FFCの仕様と接続条件

仕 様	回路幅/回路間	0.3/0.2mm
	芯数	~100芯
	端末長	4mm
	端末厚	0.2mm以下
	導体厚	0.035mm
	端末部導体めっき	金めっき
接続条件	温度	140±10℃ (実温)
	荷重	1.8±0.6MPa (熱圧着面積換算)
	時間	10s
	ヒートツール幅	4mm
	緩衝材	0.2mm厚シリコーン
	位置ズレ許容幅	0.1mm以下 (絶縁試験の印加電圧5V)

## 用語集

### ※1 FFC

Flexible Flat Cable：複数の平角導体を絶縁体でラミネートした薄肉の集合配線。

### ※2 異方性導電膜

熱硬化性樹脂に導電性を持つ微細な金属粒子を混ぜ合わせたものを膜状に成型したフィルム。

### ※3 導電性ペースト

導電性の金属粉末と、これを固着するバインダ樹脂を混合したもので、電気を通す性質と物質同士を固着する性質を併せ持つ。

### ※4 マイグレーション

電圧が印加された電極間の絶縁物質中をイオン化した金属が移動し絶縁低下が生じる現象。

## 参考文献

- (1) 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、「ファインピッチ回路接続用異方導電膜の開発」、SEIテクニカルレビュー 第179号、pp.43-47 (2011)

執 筆 者

---

御影 勝成\* : エネルギー・電子材料研究所 主査



奥田 泰弘 : エネルギー・電子材料研究所 部長  
博士 (工学)



小山 恵司 : 住友電工電子ワイヤー(株) 主席



松田 龍男 : 住友電工電子ワイヤー(株) 部長



---

\*主執筆者