

FPC用電磁波 シールドフィルム 「SF-PC1000」

FPC本来の屈曲性を損なうことなく、シールド性能を付与することのできる
3層構造ながら超薄型のFPC専用電磁波シールドフィルムSF-PC1000を開発し、
2000年に商品化した。薄さと柔らかさを特徴とするSF-PC1000は、現在携帯電話、
デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、ノートパソコンを始めとして、小型化、
高機能化が追求されるモバイル機器を中心に採用が拡大している。

電子機器の小型化、軽量化に伴い、設計の自由度が高く、屈曲性に優れた配線材料であるフレキシブルプリント配線板（Flexible printed circuit board：以下FPC）の需要が拡大している。

また、これらの電子機器では小型化、軽量化と共に高機能化、高速化が進み、今や電磁波ノイズ対策は必須となっている。このような状況下において、電子機器に搭載されるFPCにおいても電磁波ノイズ対策の要求が高まっている。

従来、FPCの電磁波ノイズ対策は銅箔や導電性ペーストを積層するシールド対策を中心に、矩形フェライトコアやEMIフィルタなどを実装する部品対策が実施されてきた。

しかし、積層構造によるシールド対策は屈曲性を低下させるため駆動部分や折り曲げ部分への実施が困難であり、さらに部品対策においては実装スペースの観点から急速に小型化が進むモバイル機器での実施に問題があった。

当社では、FPC本来の屈曲性を損なうことなく、FPCにシールド性能を付与することが可能な超薄型の電磁波シールドフィルムSF-PC1000（写真1）を開発、商品化した。本稿では、SF-PC1000の構造と特性を中心に、最近の採用事例を紹介する。

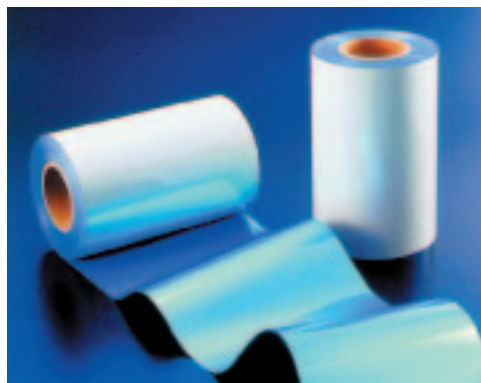


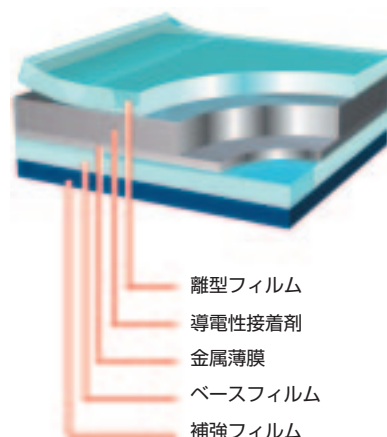
写真1 FPC用シールドフィルムSF-PC1000

構造と特徴

SF-PC1000の断面構造を図1に示す。

SF-PC1000の本体は、耐熱性に優れた $9\mu\text{m}$ のPPS（Polyphenylene Sulfide）フィルムをベースフィルムとして、1000～1500Åの金属薄膜層を形成し、さらにクリーンルームでの精密コーティング機により熱硬化型導電性接着剤層をコーティングした3層構造を有する。

また、FPCへの接着工程における作業性や加工性などを考慮して、ベースフィルム側には補強フィルム、導電性接着剤側には保護用の離型フィルムがラミネートされている。これらのフィルムは、FPCの加工段階で除去され、最終的には図2に示すように3層構造（ベースフィルム/金属薄膜/導電性接着剤）だけがFPC上に付加された構造となる。



離型フィルム
導電性接着剤
金属薄膜
ベースフィルム
補強フィルム

図1 SF-PC1000の断面構造

金属薄膜層は、導電性接着剤によってFPCのグランド回路と接続され、シールド層として機能する。また、金属薄膜層と外部との電気的絶縁はベースフィルムによって確保される。各層の仕様と機能を表1に示す。さらに、FPCの両面にSF-PC1000を付加することも可能で、この場合は図3に示すように表裏の金属薄膜層が導電性接着剤によって電気的に接続され、両面シールドが実現される。

SF-PC1000の特徴は以下の通りである。

- 3層構造ながら薄型、軽量を達成。トータル厚さ32μm
- 柔軟性、屈曲性、折り曲げ性に優れる。
- 広帯域において優れたシールド特性を有する。
- ハンダリフローに対応（鉛フリーにも対応可能）。
- カーバレイフィルムと同時プレスが可能。
- ハロゲンフリーの達成。

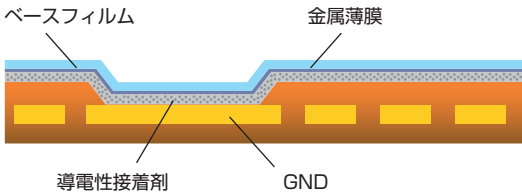


図2. シールドFPC (片面シールド)

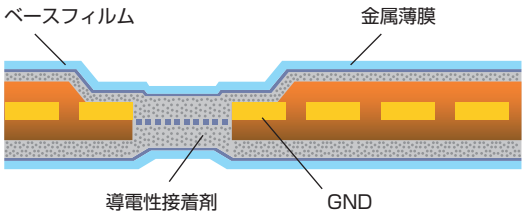


図3. シールドFPC (両面シールド)

表1 各層の仕様と機能

項 目		仕 様 ※1	機 能
離型フィルム（粘着剤付き） ※製造工程で除去		粘着剤付きPET(#100) 厚さ：122μm	輸送、製造工程における導電性接着剤層の保護およびコンタミ防止。 ハーフカットにも対応。
シールド フィルム	ベースフィルム	耐熱性エンジニアリングプラスチック： PPS 厚さ：9μm	金属薄膜層と外部との電気絶縁性を確保。 耐熱性に優れるためハンダリフローにも対応可能。
	金属薄膜	表面抵抗100mΩ/□以下 厚さ：1000～1500Å（参考値）	シールド性能を付与するための導電層。 広帯域に渡って60dB以上のシールド特性を保持。
	導電性接着剤	熱硬化型導電性接着剤 厚さ：23μm 接着強度：3.0N以上 ※2	金属薄膜（シールド層）とFPCのグランド回路を電気的に接続するための 導電層およびFPC本体と接着するための接着剤層。
補強フィルム（粘着剤付き） ※製造工程で除去		粘着材付きPET(#50) 厚さ：62μm	製造工程におけるハンドリング性、打ち抜き性を向上。

※1. 仕様に掲載した数値は代表値
※2. 接着剤層対ポリイミドの強度（カプトン100H／試験雰囲気25℃×40～60%RH）

代表特性

耐折（屈曲）性

4に示すようなMIT耐折寿命試験を行った結果を図5に示す。FPC単体との比較においては劣るものの、曲率半径0.8mmでの耐折寿命は1万回を超えており、曲率半径が3mmの場合20万回の寿命達成が予想され、駆動部分のシールド材として実用可能なレベルを実現している。試験条件は表2の通りである。

表2 MIT耐折寿命試験条件

項 目	条 件
速 度	175回/分
張 力	5N
試験雰囲気	室温（25℃）
試験パターン	12mm幅 L/S=0.12/0.1

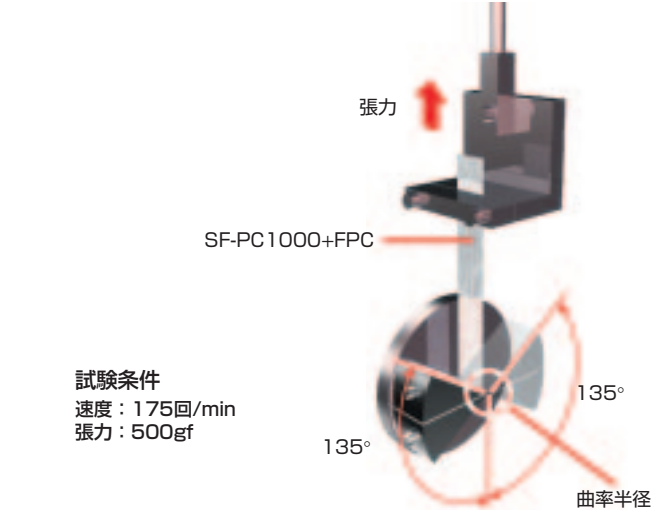


図4. MIT耐折寿命試験

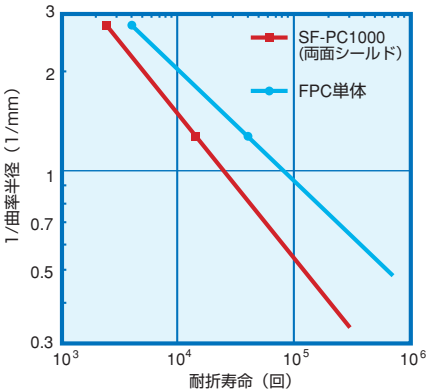


図5. MIT耐折特性

シールド特性

KEC法（（財）関西電子工業センターによって定められた方法）によって測定したシールド特性を図6に示す。

シールド特性は電気特性の差によって、銅箔/FPC用シールド銅ペースト（弊社DDペーストNF2000）/SF-PC1000の順となっているが、数百MHz以上の高周波帯域においてはその差は小さくなっており、FPC用シールド銅ペーストと比較すると大きな差は認められない。

要求されるシールド特性のレベルはセット機器によって様々ではあるが、SF-PC1000のシールド特性は1GHzまでの領域において60dB以上のシールド特性を保持していることから、広範囲のセット機器においてその効果を発揮するものと考えられる。

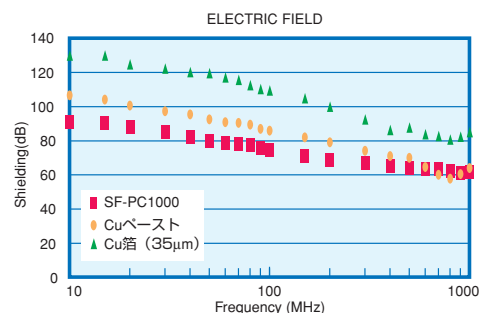


図6 シールド特性（KEC法）

グランド接続抵抗

SF-PC1000のシールド特性を十分に発揮させるためには、シールド層である金属薄膜層とFPCのグランド回路を安定的に接続する必要がある。金属薄膜層とFPCのグランド回路との接続抵抗は、FPCのグランド回路に設けた接続用のホール径や数によって変化する。接続用のホール径と接続抵抗の関係を図7、図8に示す。

金属薄膜層とFPCのグランド回路との接続は、できる限り広域な面積である方が安定的に接続することができる。設計上の都合などにより、広域な面積を確保できない場合は多点で接続することにより安定度を向上させることができる。また、接続されるFPC側の銅箔は電氣的に安定した金メッキであることが望ましい。

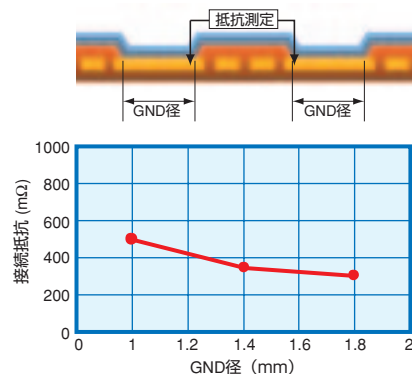


図7 グランド接続抵抗（片面シールド）

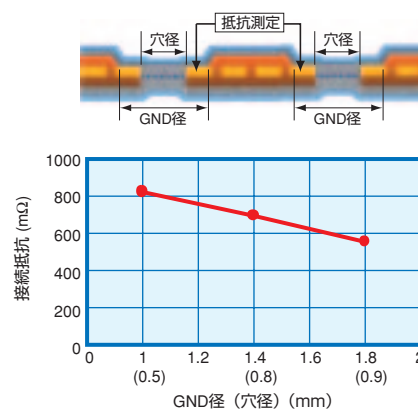


図8 グランド接続抵抗（両面シールド）

加工工程

標準的なSF-PC1000の加工工程の概略を図9に示す

1. 型抜き

FPCの形状に合せた型にハーフカットを行い、離型フィルムからSF-PC1000を剥がす。

2. 仮止めプレス

120～160℃×数十秒の条件でFPCに仮止めを行う。

3. 貼り合せ熱プレス

熱プレスによりFPCと接着する。プレスの標準条件を表3に示す。SF-PC1000のプレス条件は、FPCのカバーレイフィルム貼り合せ工程で使用する標準的なプレス条件であるため、特殊な装置や条件を用いることなく加工することが可能である。さらに、カバーレイフィルムとの同時プレスも可能で、生産性を向上することができる。

4. 補強フィルム除去

5. FPC外形加工

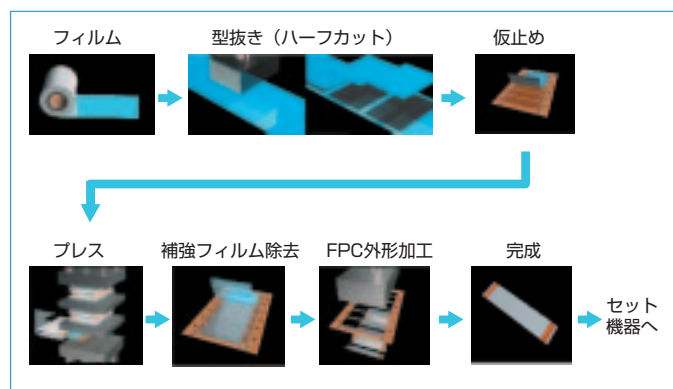


図9 SF-PC1000の加工工程例

表3 プレス標準条件

項目	条件 ※1
温度	160～170℃
圧力	2～3MPa
時間	30min

※1. クッション材の構成やプレス機の仕様により異なる。

携 帯電話、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、ノートパソコンを始めとしたモバイル機器を中心に採用が拡大している。電磁波ノイズ対策の目的も様々で、VCCIやFCCなど各国のノイズ規格を満足するための採用はもとより、機器内ノイズ対策やイミュニティ対策といった採用も増加している。

特に最近の携帯電話ではより小型化が進む中で、FPCや基板間を従来のコネクタでつなぐタイプから設計の自由度が飛躍的に向上するコネクタレスタイプの多層フレキシブル基板（Flexible Multi-Layer Circuit Board）やリジッドフレックスプリント板（Rigid-flex printed board）が増えている。

SF-PC1000はそれらの基板への採用が2002年度より急激に増えている。以下に採用事例を紹介する。

携帯電話（写真2）

高 機能化と小型化を追求する携帯電話は、SF-PC1000の特徴が發揮される代表的セット機器の一つである。

特に、現在主流となった二つ折りタイプの携帯電話では、液晶側とキーボード側の配線材としてヒンジ部分にFPCが多く利用されているが、これらの携帯電話では液晶の大画面化やカラー化など表示機能の向上が図られる一方で、伝送される信号の高速化による電磁波ノイズの増大が問題となっている。電磁波ノイズは携帯電話のアンテナから混入し、受信感度（S/N比）を低下させるだけでなく、自身のアンテナから発信されるノイズの回り込みでドライバー周辺回路に影響を与える。

携帯電話においては、このような機器内ノイズ対策としてSF-PC1000の採用が拡大している。

特に最近のトレンドは多層フレキシブル基板、リジッドフレックスプリント板（写真3）、液晶モジュールやカメラモジュール用のチップオンフレックス（Chip-on-flex：COF）での採用である。

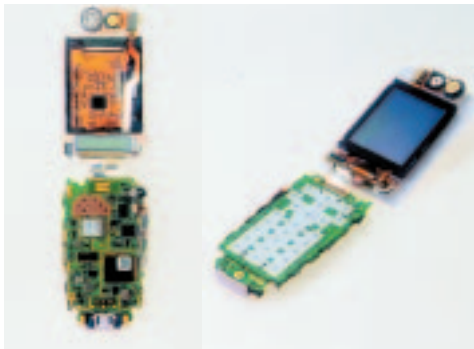


写真2 携帯電話機（ご提供：三洋電機株式会社殿）



写真3 リジッドフレックスプリント版採用事例
（ご提供：日本シイエムケイ（株）殿）

デジタルビデオカメラ（写真4）

デ ジタルビデオカメラのシリンダヘッド（磁気テープに画像を記録する部分）は、微弱な信号を扱うため、外部から侵入する電磁波ノイズに影響を受け易く、画質の低下などデジタルビデオカメラ自身の性能に結びつく。このため、シリンダヘッド部に使用するFPCのシールド対策は必須となっている。従来、導電性銅ペーストを用いたシールドFPCが多く採用されていたが、シールドFPCの堅さに起因する実装時の作業性が課題となっていた。

デジタルビデオカメラでは、SF-PC1000のシールド特性と柔軟性が認められ、イミュニティ対策として採用されている。



写真4 デジタルハンディカム（ご提供：ソニー株式会社殿）

今後の展望

今 後、高機能化、高速化が進む中で電磁波ノイズ対策の必要性はますます高くなり、さらにネットワークの発展に伴う電子機器のモバイル化も急速に加速することは明らかである。このような状況の中であって、シールド材に求められる特性は、優れたシールド特性はもとより、モバイル化が進む電子機器に対応できる「薄さ」と「軽さ」であり、SF-PC1000の需要は着実に拡大するものと期待される。

また、一般的に機能性材料をフィルム化する場合、製造ロットの関係から小ロット・短納期対応が難しいという問題がある。グローバ

ル化が進展する電子機器産業では、在庫圧縮とこれに伴うリードタイム短縮の要求がますます強くなっている。

当社は2003年6月よりクリーン対応の精密コーティング機を増設し、現有の約4倍にあたる月産12万m²の生産体制を確立した。それに伴い、多頻度・小口生産・短納期対応へ向けた安定品質・安定供給体制の確立に取り組んでいる。

また、SF-PC1000の開発コンセプトをさらに広げた新製品の開発のスピードアップを進めている。

この記事は、雑誌「コンバーテック」2003年8月号に掲載された内容です。

タツタ システム・エレクトロニクス株式会社

〒578-8585 東大阪市岩田町2丁目3番1号

TEL. 06-6721-3321 FAX. 06-6721-3097

http://www.tatsuta.com Email: support@tatsuta.com