

# ドライフィルム型ソルダーレジスト「SRF SSシリーズ」

新製品開発研究所 平川 真

## 1 はじめに

近年、エレクトロニクス製品、特に携帯電話やデジタルカメラ等の軽薄短小化、高機能化が急速に進んでいる。これに伴い需要が大きく伸びているのがFPC(フレキシブルプリント配線板)である。

FPCとは、銅箔と樹脂フィルム(主にポリイミドフィルム)で構成される、薄く、折り曲げることが可能なプリント配線板である。

プリント配線板の表面には半導体やコンデンサの部品がはんだ(solder)付けされる。この場合、はんだ付けをする場所以外を絶縁膜で覆い、隣同士の電極が導通しないように保護する必要がある。この絶縁膜をソルダーレジスト(solder resist)という。

FPCに用いられるソルダーレジストには、従来の硬質なプリント配線板(リジッド基板)用に求められていた機能に加えて耐屈曲性、低反り性が求められる<sup>1)</sup>。

一方、HDD(ハードディスクドライブ)の分野においても、小型化、高機能化が進んできている。また、従来はHDD用途のほとんどはPC用であったが、ここ数年はDVDレコーダー、携帯音楽機器、ゲーム機器等のPC以外の製品にも搭載されるようになり、この事が需要を大きく拡大させると共に、HDDの小型化、高機能化に拍車をかけている。

HDDの小型化に伴い、ソルダーレジストが使われる部品が薄型化している。この為、従来の柔軟性の低いソルダーレジストを使用すると、基板の反りが生じる事が問題となってきた<sup>2)</sup>。

以上のようなFPC、HDD分野に共通する課題を解決するものとして、高い柔軟性を特長としたドライフィルム型ソルダーレジスト(SRF)の製品化を目指し検討を開始した。そして更に、各用途に応じた特性を付与する事でFPC、TAB(ベアチップをテープ上に搭載する実装方式)分野向け製品として「SRF SS-7200」、HDD分野向けとして「SRF SS-8000」を開発したので紹介する。

## 2 ドライフィルム型ソルダーレジストとは

ソルダーレジストの大きな特徴は、回路形成に使われるエッチングレジスト等と異なり、永久材料として最終製品まで残るとい点である。この為、ソルダーレジストには耐熱性、現像性といったレジストとしての特性に加えて、長時間の絶縁信頼性や用途により難燃性、低コンタミ性といった製品構成材料としての特性も求められる(図1)。

ソルダーレジストは従来レジスト樹脂を溶剤に溶かした液状ソルダーレジスト(液状SR)が使用されており、これをプリント配線板等

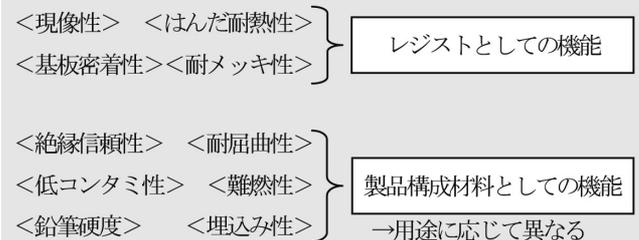


図1 ソルダーレジストに求められる機能

の基板表面に塗布、乾燥後に露光、現像等のパターン形成を行っていた。これに対してレジストをフィルム状に加工したものがドライフィルム型ソルダーレジストであり、このフィルムを基板にラミネートして使用する。液状SRと比較して、連続工程に適しており生産性が良い事や溶剤乾燥が不要な事による工程簡略化、レジスト面の平坦性等の点で優れており、使用が拡大している(表1)。

表1 一般的なドライフィルム型SRと液状SRの特性比較

	ドライフィルム型SR	液状SR
平坦性	○	×
作業性	○	×
保存安定性	△	○(2液状態) ×(硬化剤混合後)
工程コスト	○	×
価格	高価	安価

## 3 「SRF SSシリーズ」

### 3.1 構成

我々が開発したドライフィルム型ソルダーレジスト「SRF SSシリーズ」には「SS-7200」と「SS-8000」の2グレードがある。

製品の構成を図2、外観を写真1に示す。

製品は樹脂の表面を使用時まで保護する保護フィルムと、ソルダーレジストとなるレジスト層、そして露光後に剥すベースフィルムにより構成される。レジスト層は用途により数種類の厚みグレードがある。

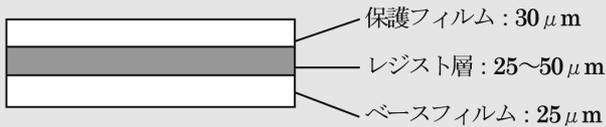


図2 製品の構成



写真1 製品外観(SS-7200)

### 3.2 使用方法

SRFの使用方法及び使用条件を図3に示す。

液状SRの2液混合、脱泡、塗布(印刷)及び乾燥工程が不要であり、代わりに真空ラミネートを行なう。また、アルカリ現像型なので微細パターンを容易に形成することができる。

「SS-7200」と「SS-8000」はグレードの違いやレジスト厚みより最適条件は異なるが、同一の工程で使用できる。

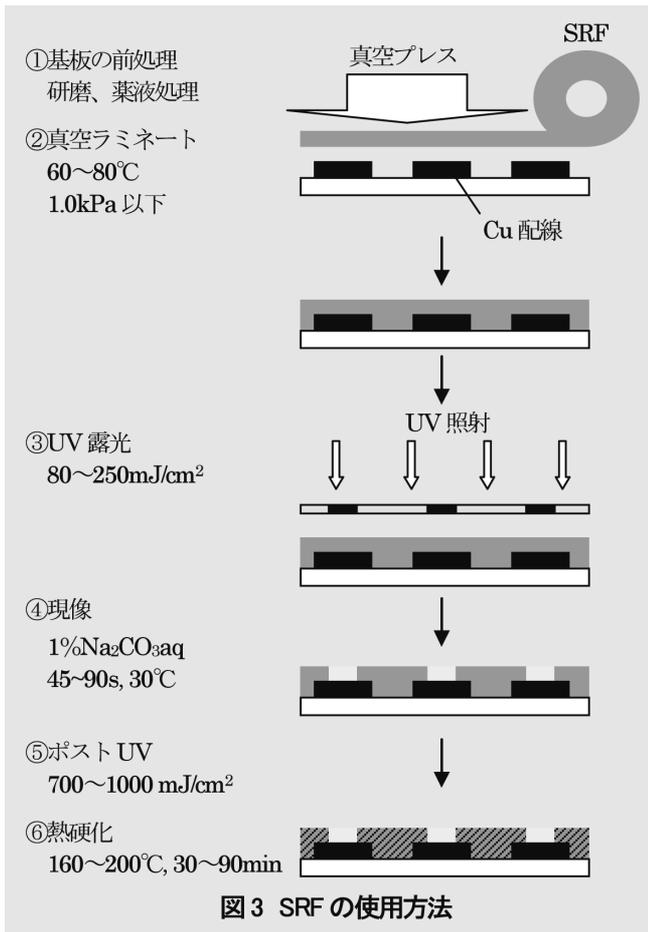


図3 SRFの使用方法

### 3.3 特徴

SRFの特性を表2に示す。本製品の特徴である柔軟性をはじめとする主な特性に関しては「SS-7200」及び「SS-8000」はほぼ同等な性能を示す。そこで、両グレードに共通する特性に関して「SS-7200」を例にして説明する。

表2 SS-7200,SS-8000 の特性表

特性項目	試験条件	SS-7200	SS-8000
線間絶縁抵抗	初期	>1.0x10 <sup>11</sup> Ω	>1.0x10 <sup>11</sup> Ω
	HAST <sup>a)</sup> 5V 負荷 130°C/85%RH/100h	>1.0x10 <sup>11</sup> Ω	>1.0x10 <sup>11</sup> Ω
	耐湿負荷 50V 負荷 85°C/85%RH/1000h	>1.0x10 <sup>11</sup> Ω	>1.0x10 <sup>11</sup> Ω
はんだ耐熱	260°C/10sec	5回以上	5回以上
解像度	200mJ/cm <sup>2</sup>	50μm	50μm
反り	PI25μm 5cm 角	<1.0mm	<1.0mm
耐屈曲性	PI25μm 180°	異常なし	異常なし
鉛筆硬度	凝集破壊	5H以上	5H以上
難燃性	UL94	94VTM-0 <sup>b)</sup>	非難燃
耐薬品性	10%NaOH 10min	異常なし	異常なし
	10%HCl 10min	異常なし	異常なし
	10%H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10min	異常なし	異常なし
	IPA 10min	異常なし	異常なし

a)HAST: 電子材料等で用いられる代表的な加速度試験 (Highly Accelerated Stress Test)

b)UL File No.E253867

(1)高い柔軟性(低反り性、耐屈曲性)

ポリイミドフィルム(25μm厚、KAPTON100H Dupont製)にSS-7200をラミネート、加工したサンプルを観察した。従来のソルダーレジストではキュア時の硬化収縮及び熱収縮によりフィルムが大きく反ってしまう事が多かった。これに対して、SS-7200を用いた場合はキュア後の樹脂の柔軟性が高い為、基板反りは殆んど発生していない(写真2、樹脂面が上側)。

また、柔軟性を高めることで耐屈曲性も向上しており、180°折り曲げ試験においてクラックは発生していない。

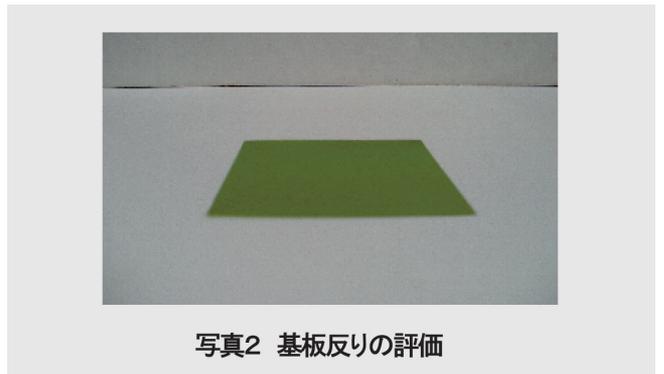


写真2 基板反りの評価

(2)高解像度

アルカリ現像により直線性の良好なパターンを形成することができ、微細パターン有するFPCにも適用できる(写真3)。

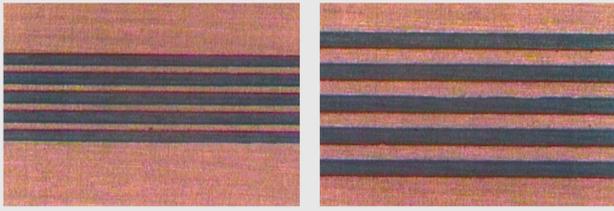


写真3 現像後のレジストパターン(左:60 $\mu$ m、右:100 $\mu$ m)

(3) 絶縁信頼性

くし型パターン(L/S=100 $\mu$ m/100 $\mu$ m)を用いた耐湿負荷試験(85/85%RH/1000hr)を行なった結果を図4に示す。

1000時間経過後でも顕著な抵抗値の低下が起きていない。また、電極の外観観察結果も良好であり、ソルダーレジスト樹脂の分解や成分の流出が原因で起こる電極先端部の膨れやマイグレーションも発生していない(写真4)。

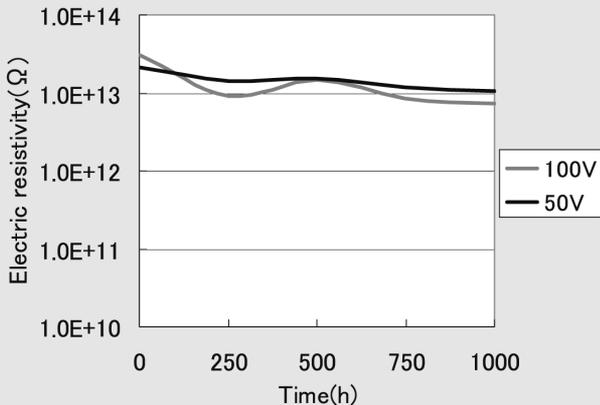


図4 耐湿負荷試験

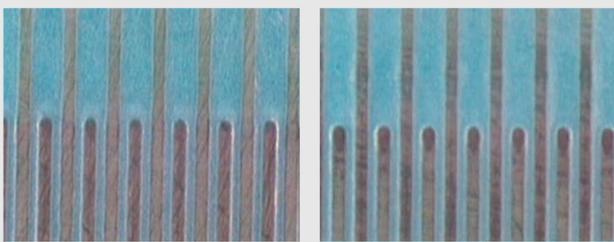


写真4 耐湿負荷試験後(左:陽極先端部、右:陰極先端部)

(4) 保存安定性

一般に2液型の液状ソルダーレジストと比較して、ドライフィルム型ソルダーレジストは保存安定性が悪く、保存条件が制約されることが多かった(例:20 $^{\circ}$ Cで保管して2週間以内に使用する等)。これに対してSS-7200は、15 $^{\circ}$ Cで6ヵ月経過後も初期性能をほぼ維持しており、保存安定性が良好であるという特長をもつ。

(5) 耐無電解メッキ性

FPCやTAB用途では耐メッキ性が求められる。ソルダーレジスト

のメッキ液耐性や密着性が不足していると、メッキ処理時にレジストと基板の間にメッキ液が侵入し、本来レジストに覆われている部分にメッキがかかってしまう場合がある(メッキ潜り)。

写真5は無電解Niメッキ処理(80 $^{\circ}$ C, 20min)をした後に、ソルダーレジストのパターンの一部を剥して観察した写真である。他社品の例では、レジストに覆われていた部分にもメッキがかかっており、メッキ潜りが認められる。

これに対してSS-7200ではソルダーレジストに覆われていた部分ではメッキがかかっておらず、メッキ潜りは見られない。



写真5 耐メッキ試験(左:SS-7200、右:他社品)

(6) 埋め込み性

写真6は回路基板に対するSS-7200の埋め込み性を評価した写真である。ポイド(気泡かみこみ)等は発生しておらず、良好な埋め込み性が得られている。

また、液状SRではソルダーレジスト表面形状が回路に追従してしまい、レジスト面の平坦性が得られないことが問題となる。これに対してドライフィルム型であるSS-7200では真空状態でプレス(真空マニネット)を行なうので、平坦なレジスト面が得られる。

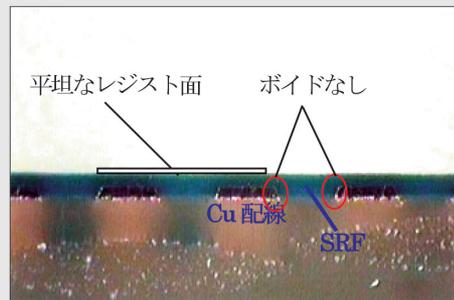


写真6 埋め込み性(L/S=100 $\mu$ m/100 $\mu$ m)

3.4 FPC、TAB用グレード「SS-7200」の特長

「SS-7200」はこれまでに述べた特性に加えて、高い難燃性を有する事を特長とする。

プリント配線板においては一定の難燃性の規格を満たすことが製品への搭載の必須条件とされる場合が多い。FPC基板は従来のリジッド基板(ガラスエポキシ基板)と比較して燃焼抑制効果が小さい。また、FPC基板は薄い為に熱容量が小さく、特に基板の両面にレジストをマニネットする両面基板の場合には燃焼し易い。このため、従来のリジッド基板に用いられてきたソルダーレジストと同等レベルの難燃性では、FPC基板との組合せにおいて十分な難燃

性を得られない場合が多い。また、特定のFPC基材との組合せで難燃性規格を満たしている場合でも、銅箔部分の厚みや面積が減少すると難燃規格を満たせなくなり、形態等を制限されることが問題となっていた。

これに対して「SS-7200」は高い難燃性を有しており、この分野の一般的な難燃規格であるUL94 VTM-0認定をポリイミドフィルムのみとの組合せで取得している(表3)。これは銅箔部分の厚みや配線パターンの影響を受けずに難燃性を確保できる事を示している。

表3 SS-7200の難燃性規格(UL File No.E253867)

Flame Class	レジスト		基材	
	塗工面	厚み(μm)	材質	厚み(μm)
UL94				
VTM-0	両面	20~50	PIフィルム*	25

\* KAPTON 100H(Dupont 製)

### 3.5 HDD用グレード「SS-8000」の特長

HDD分野においては通常のソルダーレジストとしての特性に加えて、高信頼性(コンタミネーションの制御)が重要視される。HDDの汚染物質とされる粒子(塵埃)・イオン性不純物・有機系アウトガス等がHDDの性能に悪影響を与えるからである。そこでHDD分野で用いられる部品には、これらの不純物質の発生量が一定レベル以下であることが求められる。

しかし、一般にソルダーレジストは耐熱性や現像性といった多くの機能を確保する為に、これらの汚染物質に該当する物質を多く含む。この為、使用されているソルダーレジストが原因となって、信頼性がスペックアウトとなる事があった。そこでソルダーレジストから発生するこれらの成分を一定レベル以下にする事がHDD分野で用いる為には必要となる。

「SS-8000」では高信頼性を実現する為にソルダーレジストとしての性能を維持しながら、これらの汚染物質を極力抑える設計がされている(表4)。これにより「SS-8000」はHDD分野で要求される信頼性のスペックを満たしている。

表4 「SS-8000」の特長

低発塵性 : 無機フィラーを含まない  
製造環境のクリーン化

低アウトガス性 : 有機系アウトガス量 1000ng/cm<sup>2</sup>以下

低イオンコンタミ :

F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

(μg/cm<sup>2</sup>)

今回紹介したSRFシリーズ「SS-7200」、「SS-8000」はFPC、TAB、HDD等の各分野で最先端の製品に適用し得るものとして高い評価を受けている。

今後、コピキタネットワーク社会を迎え、あらゆる場面でFPCやHDD等が活用されて需要の拡大が期待されると共に、高い柔軟性と性能の両立という本製品の特徴が生かされると考えられる。一方で、技術の進歩に伴い、より高い機能やこれまでにない特性を必要とする用途が生まれることも予想され、それに対応する為に常に先端分野を見据えた商品開発を継続していきたい。

### 引用文献

- 1) 前田昌彦, エレクトロニクス実装学会誌, 7, 367(2004)
- 2) 堀内義章, IDEMA Japan News, 56, 1(2003)