

●ノンハロゲン難燃型ソルダーレジストフィルム「SRF SS-9000シリーズ」

機能化学品研究所 平川 真

1 はじめに

プリント配線板では各種部品がはんだ(solder)付けにより実装されるが、その際ははんだ付けをする場所以外を絶縁膜で覆い回路を保護する必要がある。この絶縁膜がソルダーレジスト(solder resist)である。このソルダーレジストをフィルム状に加工したものがソルダーレジストフィルム(SRF)である。

近年、環境問題に対する意識の向上から、電子機器等に用いられる材料のノンハロゲン化が進められており、ソルダーレジストについてもノンハロゲン化が求められている。従来、ソルダーレジストでは電子機器材料に要求される難燃性を付与する為に、主に臭素系難燃成分が使用されてきた。

そこでノンハロゲン化の要請に応えるために、ハロゲン成分を使用せず、難燃性能を備えたソルダーレジストフィルムの開発を行い、特に難燃性に対する要求が厳しいフレキシブルプリント配線板(FPC)分野向けのソルダーレジストフィルム「SS-9000シリーズ」を開発したので紹介する。

2 開発の課題

電子機器では火災防止の観点から、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。レジストの難燃性は基板と組み合わせた状態で評価される為、レジスト自体の難燃性に加え、基板の放熱効果、燃焼抑制効果が影響する。FPCはリジッド基板(ガラスエポキシ基板)と比較して基板自体の燃焼抑制効果が小さい。更にFPCは薄膜化が年々進行している。FPCが薄くなる程、ソルダーレジスト自体が高い難燃性を有することが必要となる。

ノンハロ難燃化に際して課題となるのは、難燃効果の面で優れた臭素を他の難燃成分で代替した場合の、その成分による他性能への悪影響である。例えば、モデル試験で臭素成分10%含有のソルダーレジストフィルムと同等の難燃性を得ようとした場合、代表的なノンハロ難燃剤の一つである水酸化マグネシウムでは50%以上の添加が必要となった。

このように難燃成分が多くなると、樹脂成分により発現していた解像性やFPC用途で特に重要になる低反り性、耐折性といった性能が大きく損なわれる。

また、難燃成分は着火時の熱により何らかの反応(脱水反応等)をする事で消火作用を発現するものが一般的である為に、ソルダーレジストの必須の要求特性である耐熱性や長期

信頼性に悪影響を及ぼす場合も多い。

そこで、FPC分野向けノンハロ難燃型ソルダーレジストの設計においては、1) 難燃成分を効率的に機能させることによる難燃成分量の低減、2) 難燃成分の他性能への悪影響の抑制、3) 従来以上の柔軟性や解像性を有する樹脂設計、の3点に特に着目して開発を行った。

3 「SRF SS-9000シリーズ」

3.1 構成

製品の構成を図1、外観を写真1に示す。

製品はレジスト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。

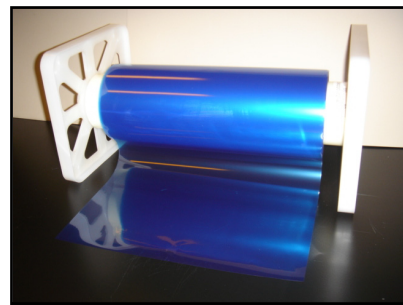


写真1 製品外観

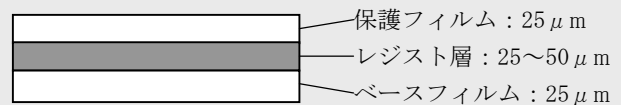


図1 構成

3.2 特長

(1) ノンハロ難燃

FPCとの組み合わせによる難燃性試験では、FPCに銅配線部分が多いほど、燃えにくく有利となる。このため、ポリイミドフィルム単体(銅配線がない状態)との組み合わせは最も厳しい条件の試験となる。

「SS-9000」は高い難燃性を有しており、FPCで一般的に用いられる厚みより薄いハーフミル(12.5 μm厚)のポリイミドフィルム単体との組合せで、この分野での一般的な難燃規格であるUL94 VTM-0相当の難燃性を示す。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。

また、電子機器等におけるノンハロゲン(ハロゲンフリー)の規格としては、JPCA規格がある。これによると、塩素、臭素がそれぞれ0.09%以下である(JPCA-ES01-2003)。「SS-9000」は難燃成分等に塩素、臭素等を使用しておらず、またこの規格をクリアしている。

(2) 低反り性、耐折性

難燃成分を多く含むと、樹脂が固くなったり、脆くなったりするケースが多いが、「SS-9000」では柔軟性の高い樹脂設計と難燃成分のバランスによりFPCに要求される低反り性、可撓性を維持している。

ポリイミドフィルム(カプトン、25 μ m)に「SS-9000」をラミネート、加工したサンプルを観察した**写真2**を示す。基板が薄いFPCではキュア時の熱収縮により基板が大きく反ってしまう事が懸念されるが、基板反りは殆んど発生していない(**写真2**、レジスト面が上側)。

また、FPCの配線パターン(L/S=100 μ m/100 μ m)に「SS-9000」をラミネート、加工したサンプルを用いたハゼ折り試験(180°折り曲げ試験)において、レジスト表面にクラックは発生せず、高い可撓性を有していることが示された(**写真3**、試験後のレジスト表面)。

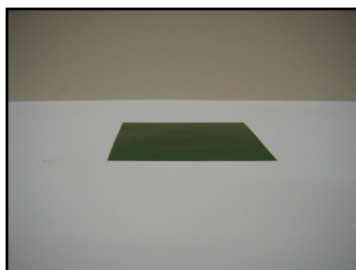


写真2 基板反りの評価

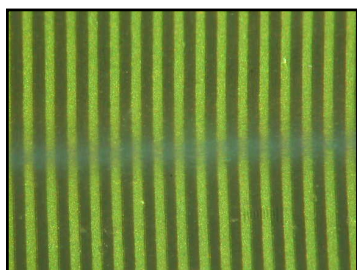


写真3 ハゼ折り試験

(3) 長期絶縁信頼性

配線の狭ピッチ化が進み、また安定的な製品品質が強く求められる近年において、長期絶縁信頼性はソルダーレジストにおける最も重要な要求特性の一つである。本製品においては、耐加水分解性の高い樹脂設計とイオン性不純物の抑制により高い絶縁信頼性を確保した。

くし型パターン(L/S=50 μ m/50 μ m)を用いた耐湿負荷試験(85°C/85%RH/1000hr 50V負荷)を行なった際の線間絶縁抵抗値変化(槽内測定)を**図2**に示す。顕著な抵抗値の低下や短絡は発生せず、1000時間経過後も $1.0 \times 10^7 \Omega$ 以上の抵抗値を維持している。

また、耐湿負荷試験後の電極観察においても、電極先端の膨れやマイグレーションは発生していない(**写真4**)。

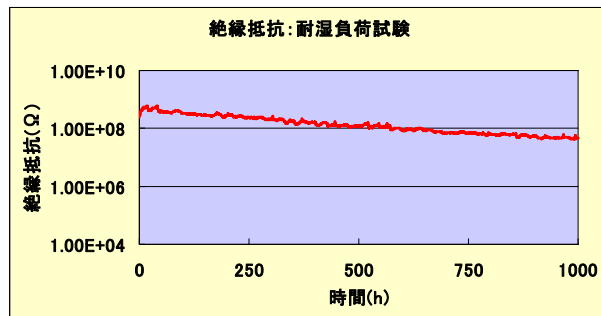


図2 耐湿負荷試験：線間抵抗値

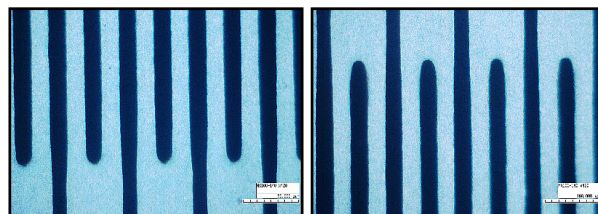


写真4 耐湿負荷試験：試験後電極観察(透過法)
(左：陽極先端部、右：陰極先端部)

(4) その他の特性

「SS-9000」はこれまで挙げた特性以外の主要な必要特性(半田耐熱、解像性等)についても、FPCにおける一般的なスペックを満たしている(**表1**)。また、「SS-9000」は10°Cで3

表1 SS-9000(レジスト厚み35 μ m)の特性表

特性項目	試験条件	SS-9000
線間絶縁抵抗	初期	$>1.0 \times 10^{10} \Omega$
	耐湿負荷 50V負荷 85°C/85%RH/1000h	$>1.0 \times 10^7 \Omega$
耐電圧	500V	絶縁破壊なし
はんだ耐熱	280°C/10sec	3回以上
解像度	150mJ/cm ²	L/S=50 μ m/100 μ m
反り	PI25 μ m 5cm角	<1.0mm
耐ハゼ折り	常態	3回良好
	はんだ浸漬後 (260°C/30se)	3回良好
難燃性	UL94 PI 12.5 μ m	VTM-0相当
耐薬品性 (常温)	10%NaOH 10min	異常なし
	10%HCl 10min	異常なし
	10%H ₂ SO ₄ 10min	異常なし
	IPA 10min	異常なし

ヵ月経過後でも初期性能をほぼ維持しており、保存安定性が良好で冷凍保存が不要であるという特長をもつ。

2) 宇都宮久修, “プリント配線板技術ロードマップと最新技術動向” JPCA News, November, pp.4 (2009).

3.3 黒色タイプのソルダーレジストフィルム (開発品)

近年使用が急拡大しているLED搭載のFPCでは、LEDの発光をより鮮やかにする為に、その表面のソルダーレジストが黒色である事が求められるようになってきている。また、配線パターンの隠蔽性確保や意匠性の目的から、黒色のソルダーレジストが求められる場合も増えている。

そこで、「SS-9000」の基本的特性を維持した黒色タイプのソルダーレジストフィルムを開発した。この製品の特徴としては、表面をマット化することにより光の反射を抑制し、かつ高い隠蔽性を示す。写真5はFPC(PI厚25 μ m厚)に35 μ m厚のSRFをラミネートし、ライトテーブル上(FPC背面より光照射)で配線の隠蔽性を比較したものである。また、黒色タイプでは一般的に困難である露光現像によりパターン形成が可能である(400mJ/cm² L/S=80 μ m/160 μ m)。

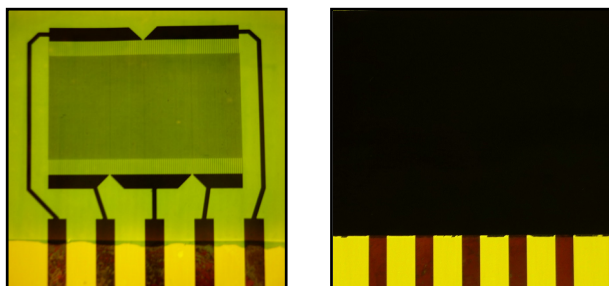


写真5 配線隠蔽性(左：一般品 右：黒色品)

4 まとめ

今回紹介した「SS-9000シリーズ」はハロゲン成分を使用せず、難燃特性及びFPCにおける代表的要求特性を達成することができた。これにより現在進められている電子製品等のノンハロ化に寄与でき得るものと考えている。

一方、製品の薄型化、小型化、高集積化、又製造工程における歩留まり向上といった従来から求められている高機能化をさらに高めていくことが環境負荷低減のために求められている。また、LED等の省エネに寄与できる新規用途や技術に対応していくことも重要となっている。

したがって、ハロゲン成分等の環境負荷物質を使用しないことを前提として、更にこれらの高いレベルの要求特性に応えられる製品開発を行っていきたい。

5 引用文献

1) 西沢仁, 武田邦彦, 難燃材料活用便覧 (2002).