

# Dry Systemで使用できる シート状熱硬化型樹脂

## ～とろける封止／接着シート～

京セラケミカル（株）／風間 真一、藤浦 浩

### 1 はじめに

『とろける封止／接着シート』は加熱によって熔融し、そのまま熱硬化する樹脂シートである。特徴である熔融した際のとろける挙動はスライスチーズに似ている。図1に、スライスチーズととろける封止シート(TMS-701)の加熱前後の写真を示す。加熱することで軟化し、凹凸に追従して密着するが、最初の輪郭や、均一な厚さはそのまま残る。シート状接着剤の特徴として、液状と比べ形状や厚さを一定にできることが挙げられるが、このチーズ同様のとろける挙動により、シート状であることの特徴を最大限に生かすことができ、様々な用途に活用することができる。

たとえば、部品が実装された基板やコイルなど凹凸のある面、スリットの上やエッジ部分などの、液状樹脂では流れてしまうような場所でも、シートを必要な部分に配置するだけで、目隠ししたい場所や、補強したい場所をピンポイントでコーティングすることができる。液状の樹脂を均一に塗るのは非常に難しく、時間もかかる工程だが、シート状の樹脂は、最初から必要な厚さや形状に加工されているので、極めて簡単な作業ですむ。使用できる用途が広く、使いこなしが簡単であることから、多くのアッセンブリメーカーから様々な用途への応用が提案されている。

### 2 開発の背景

近年、各種電子・電気部品の小型化及びモジュール化に伴い、搭載される部品の搭載密度は高集積化し、また制限された部品実装空間に合わせ、部品レイアウトもより難易度が高まっている。特にモバイル機器については、小型化と耐衝撃性の両立が要求されるため、実装後に部品の補強を行うなどの対策を施している。

また、実装部品には、メーカーのコア技術が集積された基幹部品や、入手が容易な汎用ICもある。これらのノウハウがコンペチタに対して漏洩したり解析されたりすることを防ぐため、熱硬化樹脂でカバーし、ブラックボックス化する傾向も高まっている。

上記課題に対処する場合、ディスペンサを用いて少量の材料供給に好適な、熱硬化性の液状樹脂材料を使用する手法(Wet System)が一般的であるが、流動性にすぐれる液状特有の性状により、使いこなしに際し、

- ・形状が安定しない  
(形状を規定するダム枠を要する)
- ・樹脂供給、塗布処理に時間を要する

などの、課題が挙げられる。

当社は従来、エポキシ樹脂をベースとした電子・電気部品周辺材料として、その性状によって、固形材料の半導体封止材(EMC)、液状材料の注形レジン、ワニス、各種ペースト材、加工技術を利用したシート材料の製造、販売、研究開発を行っている。これまでの材料開発で培った材料技術と加工技術を活かし、樹脂供給作業時はシート状でハンドリングできる『Dry

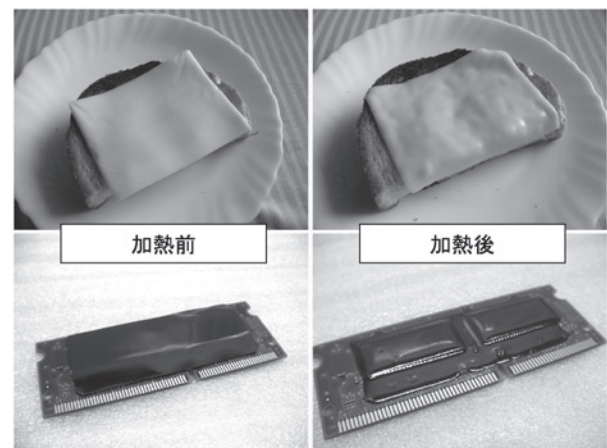


図1 とろける挙動(上:スライスチーズ 下:TMS-701)

System』とし、かつ、加熱することで液状に近い挙動を示す『とろける封止シート』を開発した。

### 3 シートの構成と使用方法

材料は樹脂の表裏にフィルムをラミネートした3層で構成される。作業性向上のため、図2に示すようにシール加工されたものを供給するケースも多い。後述するが、寸法精度や被着体に対する樹脂定着性を向上させるため基材を有するタイプもシリーズ化している。

一般的な使用方法を図3に示す。すなわち、

- (1) ベースフィルムから剥がす
- (2) 被着体に仮貼りする
- (3) カバーフィルムを剥がす
- (4) 加熱硬化させる

と、その方法はいたって容易である。

樹脂部は、室温で『割れ』や『欠け』が発生しない程度の屈曲性を有する。そのため、ユーザー側で、ナイフなどを使用して容易に任意の形状に切り出して使用することも可能である。

樹脂部表面は、軽いタック性を有しているため、硬化前であれば仮貼りや貼り直しが可能である。

供給に際し、当社にて任意の形状に成形し、リール加工やテーピングなど、自動供給、連続供給に最適な形態への後加工も対応している。

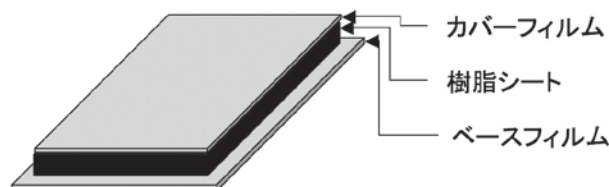


図2 製品の構成

### 4 樹脂設計の特徴

とろける封止シートは、以下の特徴をもった樹脂設計がなされている。

#### 1. 低温硬化および良好な保存安定性

100℃での硬化が可能な良好な低温反応性を有していることに加えて、室温では1ヶ月以上粘性や反応性が変化しない良好な保存安定性も有している。適用部品の耐熱性や処理設備の事情が許せば、高温で短時間硬化させることにより、生産性を向上させることができる。

#### 2. Dry System による環境負荷低減

揮発成分がないことから、溶剤などのアウトガスによる作業環境の悪化がない。また、2液混合タイプの液状樹脂のように混ぜた分を使い切れずに材料ロスになったり、冷凍保存方式の1液タイプの樹脂のようにライフ切れで使えなくなったりしてしまいがたい。空調されていれば、冷蔵庫から取り出しても1ヶ月程度は使用でき、繰り返し冷蔵保管もできる。このため、ユーザーでの材料効率率はほぼ100%となり、廃棄物の削減にも効果がある。

#### 3. 実装基板同等の熱膨張率

多くの封止がプリント基板上で行われることから、熱膨張率差による反りが発生しないよう、熱膨張率はFR-4 (X-Y方向)に近い20~25ppmに設定し

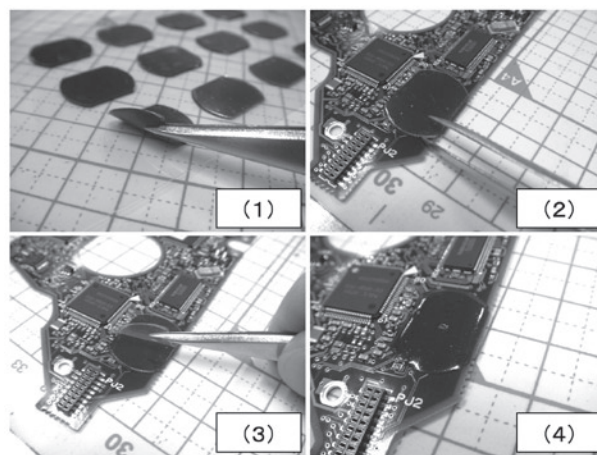


図3 一般的な使用方法(例)

FEATURE

ている。このため、比較的高弾性率でありながら、大きな面積を封止しても反りはほとんど発生しない。

4. 形状維持性

熔融から硬化までのレオロジーを考慮した樹脂設計としているため、前述したとおり形状や厚さがほとんど変化しない。このため、極端な濡れ広がりや抑制され、ダム枠などを使用せずに局所的な封止が可能である。

これらは樹脂設計の特徴であり、製品としての最大の特徴はやはりシート状に成型されていることである。従来液状樹脂が使用できなかった用途や、使用しているが作業性などで問題が多かった用途にも、Dry Systemであることを生かして容易に適用することができる。

5 既存材料との比較

とろける封止シートと、既存の液状ポッティング剤との特徴比較を、表1に示す。

液状樹脂は様々なグレードがあり、1液タイプや低温硬化タイプもラインナップされている。また、レオロジーがコントロールされた形状維持性の高いタイプもある。しかし、吐出量や吐出位置が高精度に制御できるディスペンサを準備しないと、樹脂量が安定せず、場所による厚さばらつきが発生しやすい。

液状ポッティング樹脂と比較	
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 吐出装置や、混合や攪拌などの予備工程が不要</li> <li>● 装置への樹脂付着がないため、メンテナンスが不要</li> <li>● 粘度が調整されているため、不要な部分に流れ出しにくい</li> <li>● ダムやケースなどが不要</li> <li>● 樹脂の廃棄が無く、環境に優しい</li> </ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>× 流動しないよう粘度調整しているため、狭いスリットや背の高い部品は埋め込みにくい</li> </ul>

表1 既存材料との比較

ワックスや練り歯磨き状の高粘度の樹脂を、一定厚さに塗ることが困難なことは想像いただけるであろう。また、液状樹脂全般に、周囲に付着する、設備が汚れる、部品が露出するなど、作業性に課題がある。とろける封止シートは、これらの作業性の改善に大きく貢献できる。

一方、半導体封止に用いられるトランスファ成型タイプの封止樹脂(EMC)は、一般にペレット状で供給される。樹脂を高温で熔融させ、部品を設置した金型の中に注入する。その際、高圧を加えることで確実に充填し、ベアチップの封止が可能な高い信頼性を得ることができる。ただし、高温や高圧に耐えられない部品の封止には使用できない。

とろける封止シートは、高温や高圧を加えずに封止するため完全な充填は難しく、ベアチップの封止には推奨されないが、耐熱性の低い部品や、もろい部品に適している。低温硬化型ではあるが、ガラス転移温度は115℃以上でFR-4基板同等、はんだリフローにも十分耐え得る耐熱性や、イミドフィルムにも固着できる優れた接着性を示す。このため、部品の補強、目隠しなどの他に接着にも使用できる。特に薄型化が必要な用途に、20μmまで薄くできる『とろける接着シート』TBS-702を開発し、ラインナップしている。

6 とろける接着シート

とろける封止シートは、高背部品の封止を目的として、従来難しいとされていた150um以上の厚さにも対応できるよう設計している。しかし、前述した接着用途に使用する場合、できるだけ薄くしたいとの要望が多くあった。また、貼り合わせに使う接着用途では、形状維持性はあまり必要なく、むしろ流動性や、浸透性が要求される。このため、TMS-701よりも薄くでき、樹脂が流動しやすいTBS-702を開発した。

従来の熱硬化型接着シート(ボンディングシートやプリプレグ)との違いは、接着に圧力が不要なことである。流動性に優れることから、圧力を加えなくても接着面の凹凸に追従するため、鏡面仕上げをしていない部品でも十分な接着面積が得られる。また、毛細管現象により狭い隙間に浸透させることがで

き、実装後の部品を補強することも可能である(図4、図5)。

シート状であることで、接着についての信頼性も期待できる。液状樹脂を吐出量を変えて一点滴下させたものと、とろける接着シートの厚さを変えたもので、ガラス板同士を接着させて接着形状を比較した。

図6に示すように、液状接着剤は、供給箇所を中心に同心円状にぬれ広がるため、供給量が少なくと未接着部の面積が多くなり、供給量が多いと周辺から樹脂のはみ出しが生じる上に、中心から最も距離のあるコーナーは未接着部として残ってしまう。

一方、とろける接着シートは、あらかじめ所望の接着形状に成型して供給するため、被着体形状の影響を受けず全面に均一な接着層を形成する。樹脂供給量の変更は、同一形状で厚みを制御することで対応が可能であり、供給量が多い少ないに関わらず、未接着部が発生しない良好な接着状態を得ることができる。

また、前述したように、実装空間は小さくなる傾向にあり、接着部品を一定の高さに納めないといけないケースがある。液状接着剤で薄く、均一な接着層を形成することは非常に困難であり、部品の高さをコントロールするには加圧するなどの工程が必要である。とろける接着シートは20 μmまでの均一な

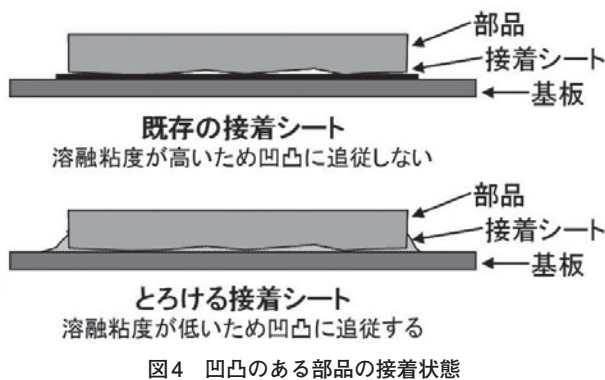
接着層が形成されており、加熱硬化させても厚さはほとんど変化しない。接着面積や厚さだけでなく、毛細管現象によるフィレットの安定した形成により、接着の信頼性は高くなる。

## 7 基材付きタイプ

とろける封止シートは、熔融しても形状が維持されるよう設計されているが、厚さが0.5mm以上の場合や、平坦ではない場所に設置した場合は変形しやすい。たとえば、コイルのような円筒状の部品に巻き付けて封止する場合、熔融した樹脂が重力によって下部に集まり、垂れてしまう。これを防ぐためには、加熱している間ゆっくり回し続けるしか方法はなく、実際にコイルを回転させながら液状樹脂を滴下し、コーティングさせる工法もある。ただし、量産には極めて効率が悪い。

この問題は、シートであることの特性を生かし、基材を入れることで解決できる。シート化する際に織布や不織布に樹脂を含浸させることで、図7に示すような基材と樹脂のハイブリッド構造を作ることができる。特に不織布は樹脂の担持力が高く、樹脂が流れて変形するのを防ぐことができる。

基材は熔融しないため変形せず、熔融した樹脂を保持して形状を保つ効果がある。



	少ない← (薄い)	樹脂量	→多い (厚い)
液状接着剤			
とろける接着シート			

図6 接着形状の比較

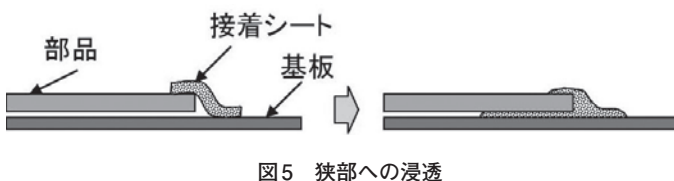


図8に、ガラス管に10mm幅のシートを巻き付け、ガラス管を水平に固定したまま乾燥機で加熱した結果を示す。基材を入れることで、曲面や天地方向に対しても非常に定着性が良く、形状、厚み共に安定した樹脂層を形成することが可能である。

他にも、フィルムを基材とすることで密閉性を向上させたり、レベリング性を向上させたりすることが可能であり、樹脂設計と基材の組み合わせにより、用途に応じた商品を提案することができる。

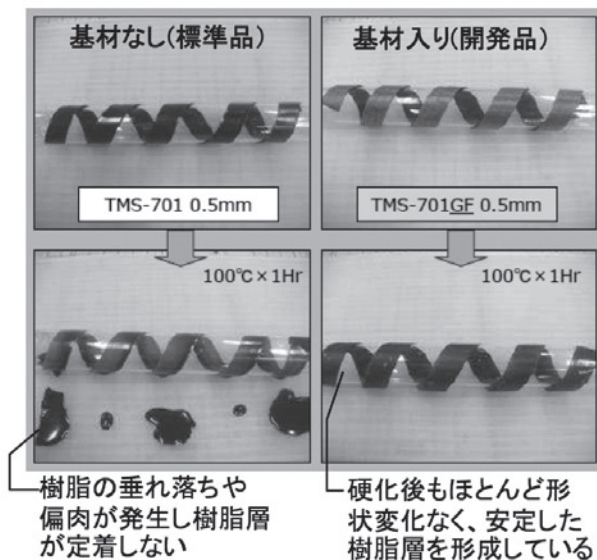


図8 基材の有無による樹脂定着性の違い

## 8 今後の展開

従来、部品の保護、封止、接着用途に用いられてきた液状の樹脂材料に変わり、Dry Systemであるところける封止シートは、

- ・ 簡便かつ正確な材料の供給
- ・ 複雑な形状に対して、短時間で安定した材料の供給
- ・ ロスの少ない高歩留まりな材料の供給

といった、部品生産プロセスにおいて様々なメリットを提供できる新たな手法である。

今後は、より低温速硬化性付与による生産性向上に寄与できる性能向上に加え、保護封止／接着以外の用途に対応可能となる、耐熱性、柔軟性、熱放散性、透明性など特徴ある性能を付与することで、高機能性シート材料の製品ラインアップ拡充に取り組む所存である。

項目		単位	測定環境	測定値	測定方法・条件	
硬化前の物性	成分比率	エポキシ樹脂成分	-	25~35	TG-DTA(600°C)での減量	
		無機フィラー成分		65~75	TG-DTA(600°C)での残量	
	比重	g/cc	23°C	1.8	液中秤量法	
	アウトガス	厚さ 0.5mm	%	100°C x 2Hr	<0.1	9cm <sup>2</sup> のシートを硬化、前後の重量変化を測定
厚さ 1.0mm		<0.1				
溶融粘度		Pa.s	100°C	6.0	レオメーター	
硬化後の物性	ガラス転移温度(Tg)*		°C	116	TMA	
	線膨張係数	$\alpha_1$	ppm/K	23		
		$\alpha_2$		71		
	弾性率			25°C	13.9	DMS
				100°C	8.6	
				150°C	0.38	
	体積抵抗率		M $\Omega$ ·m	25°C	1 x 10 <sup>7</sup>	超絶縁計
熱伝導率		W/mK	-	0.7	プローブ法	
硬度		ショアD	23°C	90	ショアD硬度計	

表2 とろける封止シート TMS-701 一般特性