

# 低温接続と高寸法安定性を両立した 等方導電フィルム IC-01A

Isotropic Conductive Film IC-01A for Low Temperature Connection

and High Dimensional Stability

白川 哲之 *Tetsuyuki Shirakawa*

情報通信事業本部 情報通信開発センター 導電材料開発部

## 1 概要

近年スマートフォン等は小型・薄型・多機能化が進んでおり、さまざまな電子部品が搭載されている。これらの電極の接続には主にはんだが用いられてきたが、耐熱性の低い部材には適していない。はんだ代替材料として、当社の異方導電フィルムは低温化接続が可能であり、電極表面に酸化被膜を有する場合でも有効である。しかしながら、接続前後の寸法安定性は低い。そこで、異方導電フィルムに特異的な形状の導電粒子と接続前後の染み出しを抑制した接着剤組成を組み合わせることで、酸化被膜を有する電極に接続可能かつ高寸法安定性を有する等方導電フィルムIC-01Aを開発した。

In recent years, smartphones and the like have become smaller, thinner, and multifunctional, and are mounted with various electronic components. Solder has been mainly used to connect these electrodes, but it is not suitable for members having low heat resistance. As an alternative to solder, our anisotropic conductive film can be connected at low temperatures and is effective even when there is an oxide film on the electrode surface. However, the dimensional stability after connection is low. Therefore, IC-01A, an isotropic conductive film that can be connected to an electrode having an oxide film and having high dimensional stability, was developed by combining conductive particles having a specific shape with an anisotropic conductive film and an adhesive composition that suppresses bleeding before and after connection.

## 2 製品の特長

- ・幅広い金属電極に適用可能(金, アルミニウム, 銅, ステンレス鋼等)。
- ・100℃で接続可能。
- ・接続前後の寸法安定性が高い。

## 3 開発の経緯

スマートフォン等は多数の電子回路が組み込まれており、回路から放射される電磁波に起因したノイズが品質低下を引き起こす。対策としては、発生源の電磁波を遮蔽すること、および回路のグランド強化が有効である。

ある電子部品メーカーより、電磁波遮蔽部の金属箔と非耐熱性部材との接続が可能で新規導電接続フィルムの開発依頼を受けた。要求特性は、アルミニウムや銅のような酸化被膜を有する電極に対して低温低圧接続可能、接続前後の寸法安定性が高い、の2点である。当社は世界に先駆けて開発した回路接続用材料、異方導電フィルム(アニソルム®)を主にフラットパネルディスプレイ分野に展開し<sup>1)</sup>、はんだと比較して耐熱性の低い部材にも有効であることを見出した<sup>2)</sup>。一方、酸化被膜を有する電極に対して、導電粒子を扁平させるための加圧が必要であり、接着剤の染み出しが発生するため、寸法安定性が低くなる課題があった。そこで、酸化被膜を有する電極に対する接続と高寸法安定性を両立するために、導電粒子を扁平させずに安定した導通を確保することが有効と考え開発に着手した。

## 4 技術内容

本開発では、表層に酸化被膜を有する電極に対して導電粒子を扁平させずに接続が可能であること、すなわち低圧接続可能であることを開発目標とした。

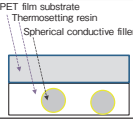
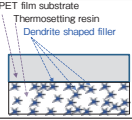
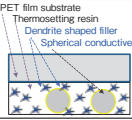
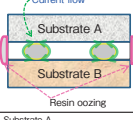
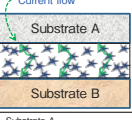
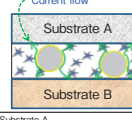
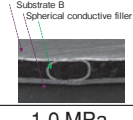
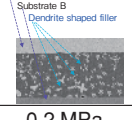
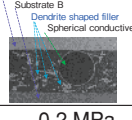
まず、導電粒子によって、局所的に加圧されて金属電極の酸化被膜を突き破ることが有効と考え、種々の導電粒子を検討し、粒子の形状について着目し、鋭利な形状をもった dendrite 状金属粒子(以下、 dendrite 状粒子)を選定した。続いて、接着剤の流動を抑制するために高分子量成分と反応性成分の比率を最適化した検討品(1)を評価した。その結果、接続直後の

接続抵抗の規格値(0.1Ω以下)と、接着剤の染み出し量の規格値(5%以下)を満たした。一方、熱衝撃試験後は規格値を大きく上回った。これは、接続時に接着剤の流動が少ない状態であってもデンドライト状粒子が積み重なり電極へ接することで導通が確保できたが、熱衝撃試験の接着剤の収縮により、デンドライト状粒子の電極への接触が確保できなくなったためと推測した。

この問題を解決するために、電極間に積み重なるデンドライト状粒子の間に金属めっき処理をした球形プラスチック導電粒子(以下、球形導電粒子)が入るよう球形導電粒子を併用した。球状導電粒子の核体はプラスチックであり接着剤と線熱膨張係数が近いことから、熱衝撃試験時の接着剤の伸縮に対する追従性がよく、デンドライト粒子の電極への接触を維持しやすくなると考えられるためである。上記2種類の導電粒子を併用した検討品(2)(製品名:IC-01A)を評価した結果、熱衝撃試験処理後の接続抵抗の上昇が抑制され規格値を満たした。検討品(2)はアルミニウムと銅との接続において、球形導電粒子が扁平しない低圧接続であっても高い接続信頼性を実現した。表1に異方導電フィルムと検討品の比較を記した。また、表2にIC-01Aの一般特性を記した。

表1 異方導電フィルムと検討品の比較

Table 1 Comparison of Various Anisotropic Conductive Film

Item	Anisotropic conductive film (ACF)	Investigation item(1)	Investigation item(2) Isotropic conductive film IC-01A
Product structure (cross-sectional schematic)			
Diagram of connection state and current flow			
Cross-section example of connection part			
Typical required bonding pressure	1.0 MPa	0.2 MPa	0.2 MPa
Connection resistance <sup>*1</sup> (Initial)	0.2 Ω	≦0.1 Ω	≦0.1 Ω
Connection resistance <sup>*1</sup> (500cycles)	≦0.5 Ω	≦10 Ω	≦0.1 Ω
Adhesive flow ratio <sup>*2</sup>	36%	≦5%	≦5%

\*1 Connection film size : 3 mm × 3 mm  
Substrate : 3 mm × 40 mm Al foil (25 μm<sup>2</sup>), 3 mm × 40 mm Cu foil (25 μm<sup>2</sup>)  
Bonding conditions : 120 °C / 10 s / 0.2 MPa  
RA test condition : Thermal cycle test 500 cycles (1 cycle : -40 °C / 30 min to 100 °C / 30 min)

\*2 Connection film size : 2 mm × 2 mm  
Substrate : 18 mm × 18 mm slide glass (1.0 mm<sup>2</sup>) (Set connection film between two glass slides)  
Bonding conditions : 120 °C / 10 s / 0.2 MPa  
Adhesive flow ratio = (Connection film size (after bonding) / Connection film size (before bonding)) × 100

表2 IC-01Aの一般特性

Table 2 General Characteristics of IC-01A

Item	Unit	Character	
Resin type	-	Thermosetting	
Thickness	μm	25	
Base film	-	PET	
Bonding condition	Temperature	°C	≧100
	Time	s	≧30
	Pressure	MPa	≧0.2
Connection resistance <sup>*1</sup>	Ω	≦0.1	
Adhesive flow ratio <sup>*2</sup>	%	≦5	
Peeling strength <sup>*3</sup>	N/cm	≧10	
Elastic modulus(25 °C)	GPa	2.3	

\*1 Connection film size : 3 mm × 3 mm  
Substrate : 3 mm × 40 mm Al foil (25 μm<sup>2</sup>), 3 mm × 40 mm Cu foil (25 μm<sup>2</sup>)  
Bonding conditions : 120 °C / 10 s / 0.2 MPa  
RA test condition : Thermal cycle test 500 cycles (1 cycle : -40 °C / 30 min to 100 °C / 30 min)

\*2 Connection film size : 2 mm × 2 mm  
Substrate : 18 mm × 18 mm slide glass (1.0 mm<sup>2</sup>) (Set connection film between two glass slides)  
Bonding conditions : 120 °C / 10 s / 0.2 MPa  
Adhesive flow ratio = (Connection film size (after bonding) / Connection film size (before bonding)) × 100

\*3 Connection film size : 1.5 mm × 40 mm  
Substrate : 15 mm × 40 mm Al foil (25 μm<sup>2</sup>), 15 mm × 40 mm Cu foil (25 μm<sup>2</sup>)  
Bonding conditions : 120 °C / 10 s / 0.2 MPa  
Peeling angle : 90°

## 5 今後の展開

- ・ 新規適用分野の探索
- ・ 曲面部材に対する接続

### 【参考文献】

- 1) 塚越功：異方導電フィルムの開発小史，日立化成テクニカルレポート，No.41，pp7-18，(2003)
- 2) 福嶋直樹，渡邊治，松田和也，竹村賢三：はんだ代替接続フィルムの展開，日立化成テクニカルレポート，No.49，pp17-22，(2007)