

## スクリーン印刷型異方導電性ペースト (ACP) (Screen Printable Anisotropic Conductive Paste)

### はじめに

スリーボンドの異方導電性ペースト (Anisotropic Conductive Paste:ACP) は、絶縁性の高い接着剤成分中に導電性粒子を均一分散させた液状材料です。スクリーン印刷塗布・乾燥により異方導電膜を形成し、(1)電子部品の電氣的接続、(2)隣接電極の絶縁性保持、及び(3)接着・固着という物理的接合の3つの働きを数十秒の熱圧着だけで同時に実現できる機能性材料です。

弊社では約30年前からACPの研究開発に取り組み、現在までにヒートシールコネクタ市場、表示デバイス市場、携帯電話バックライト市場、メンブレンスイッチ市場、タッチパネル市場などの多くのお客様に御採用いただけてきました。その間、電子部品の高機能化にともないACPに対する期待も大きく変化し、「高信頼性・高機能化」に加え、「使い易さ」や「保存性向上」、さらには「ハロゲンフリー<sup>\*1</sup>」及び「トルエンフリー」を始めとする環境問題へ対応が求められるようになりました。

本稿では、ACPと他の接続材料の違いや優位性を示し、市場要求・環境要求に対応した開発商品 (ThreeBond3373シリーズ) を御紹介いたします。

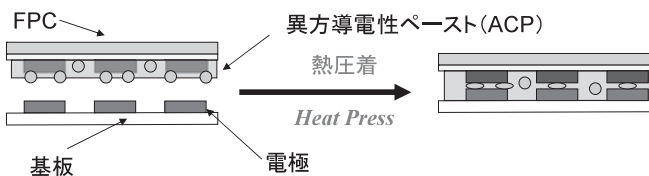
※1 塩素900ppm未満 臭素900ppm未満、塩素+臭素1500ppm未満  
以下、ThreeBondをTBと略す

### 目 次

はじめに .....	1	2-5-2 90°はく離接着強さ .....	4
1.ACPの概念と市場動向 .....	2	2-5-3 クリープ試験 .....	5
2.TB3373シリーズのラインナップ .....	3	2-5-4 TB 3373Fの乾燥膜保存性 .....	6
2-1 TB3373シリーズの特徴 .....	3	3.工程設計のポイント .....	6
2-2 TB3373シリーズの性状 .....	3	4.TB3373Fの使用法 .....	7
2-3 TB3373シリーズの特性 .....	3	4-1 印刷条件 .....	7
2-4 その他の特記事項 .....	3	4-2 標準乾燥条件 .....	7
2-5 信頼性データ .....	4	4-3 圧着条件 .....	7
2-5-1 電氣的接続信頼性 .....	4	おわりに .....	8

# 1.ACPの概念と市場動向

異方導電性ペーストは先に述べたように絶縁性接着剤成分中に導電性粒子を均一分散させた液状材料です。120℃以上×10秒の熱圧着だけでZ軸方向に接続、隣接電極の絶縁、基板と基板の接着を行うことが可能です。



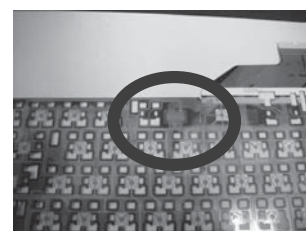
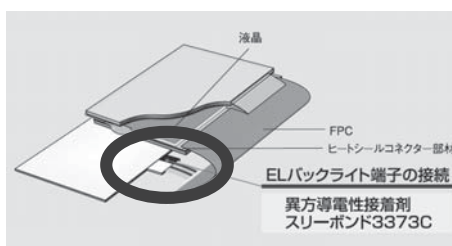
図一 異方導電性接着剤の接続原理

弊社ACPはその使い勝手の良さから多くの電子部品に使用されてきました。その代表的な用途がタッチパネル基板の接続です。1990年代初めにペン入力タイプの電子手帳に採用され、ポータブルゲーム機、携帯電話、ポータブルオーディオ、デジタルカメラなどのモバイル機器への採用が次々に進みました。さらには券売機を始めとする機器の操作スイッチがタッチパネル化され、日常生活を支える電子機器にとってなくてはならない材料となりました。

市場別に見ると韓国、中国、台湾などの世界の電子機器生産を先導する東アジア地域での需要が急速に高まっています。また近年では環境に配慮した材料提供の要望も高まり、塩素、臭素含有量を低減させた「ハロゲンフリー」に対応した商品を開発、上市しております。

### ■代表的な使用用途

- ・モバイル機器のタッチパネル基板の接続
- ・無機分散型ELバックライト端子の接続
- ・パソコンのメンブレン基板の接続 など



図二 ACPの代表的な使用用途

異方導電性接続材料には、ペーストタイプとフィルムタイプ (Anisotropic Conductive Film:ACF) があります。ACPとACFの比較を表一に示します。

表一 ACPとACFの比較

ACP	項目	ACF
スクリーン印刷機	設備	仮圧着機
乾燥機		セパレータ巻取機
熱圧着機		熱圧着機
3工程 ①スクリーン印刷 ②乾燥 (成膜) ③本圧着	接続までの工程数	5工程 ①カッティング ②貼り付け ③仮圧着 ④セパレータはく離 ⑤本圧着
圧着温度幅が広く管理しやすい	熱圧着工程の管理	温度と時間の管理が必要 (完全熱硬化)
熱可塑性エラストマー	主成分	エポキシ樹脂 (熱硬化)
ACFの約1/10	材料コスト	—
冷蔵	保存形態	冷蔵または冷凍
3~6ヶ月	膜の保存性	貼付後、常温3日
120~160℃	圧着温度	150℃以上
◎	PETへの密着性	△
○ (対応可能)	ハロゲンフリー	× (エポキシ樹脂由来)
狭ピッチ対応	課題	材料、製品ライフ延長
0.2mmピッチ (現行)		PET密着性の向上
高信頼性		

表一の通り、ACPは低コスト化、工数の削減、生産時間短縮、低ハロゲンなどの環境要求にも対応できる商品です。

## 2.TB3373シリーズのラインナップ

主にタッチパネルを中心とする電子機器市場において、FPC/タッチパネル基板の接続及び接着用途にTB3373Cを広く御採用いただいております。

右の(1)～(5)に加え、低温短時間で加工できること、膜の保存性に優れていること、低コスト(部材・工程短縮)であること、高信頼性が市場で認められたことがその主な理由です。

近年、市場では「ハロゲンフリー」製品の需要が急速に高まってきました。弊社では市場ニーズをいち早く捉え、2009年に「トルエンフリー」も同時に達成したTB3373Eを上市。さらにその信頼性や印刷性・乾燥膜の保存性を向上させた新商品「TB3373F」をこの度上市いたしました。

### 2-1 TB3373シリーズの特徴

- (1) スクリーン印刷により成膜しますので接続部形状にあった接着剤の膜を形成します。
- (2) 任意の多接点を一度に接続できます。
- (3) 透明導電性ガラス、など半田付けが不可能な面へ接続できます。
- (4) 導電ゴム、金属ワイヤ入りゴムなどと異なり接着後は加圧固定を必要としません。
- (5) 従来品に比べフィルム材質への密着性を向上させ被着材質選定の幅を広げました。
- (6) TB3373E及びTB3373Fはハロゲンフリー・トルエンフリー対応品です。

### 2-2 TB3373シリーズの性状

表-2 TB3373シリーズの性状

項目	単位	TB3373C	TB3373E	TB3373F	備考
主成分	—	合成ゴム系樹脂	合成ゴム系樹脂	合成ゴム系樹脂	
溶剤	—	トルエン,イソホロン	イソホロン	芳香族系溶剤	
導電粒子	—	金めっき粒子			
外観	—	淡黄緑色	灰白色	灰白色	3TS-201-02
粘度	Pa・s	75	95	60	3TS-210-10 <sup>*1</sup>
比重	—	1.01	1.04	1.08	3TS-213-02

※1 セン断速度:10.0(1/s)

### 2-3 TB3373シリーズの特性

表-3 TB3373シリーズの特性

項目	単位	TB3373C	TB3373E	TB3373F	備考
接続抵抗	Ω	1未満			四端子法
絶縁抵抗	Ω	10 <sup>9</sup> 以上			3TS-403-01
90°はく離接着強さ	N/m	800以上 <sup>*2</sup>			3TS-304-42

※2 ITOガラス/PETフィルム

### 2-4 その他の特記事項

表-4 その他の特記事項

項目	単位	TB3373C	TB3373E	TB3373F	備考
液保存性	—	冷蔵 6ヶ月	冷蔵 6ヶ月	冷蔵 6ヶ月	
成膜後の保存条件	—	常温 6ヶ月	冷蔵 3ヶ月	常温 6ヶ月	
ハロゲンフリー対応	—	×	○		
トルエンフリー対応	—	×	○		

## 2-5 信頼性データ

ACPは一般的にヒートサイクル性に劣ると言われていますが、下図の通り各種促進試験において

でも初期値に対して大きな変化は見られず、信頼性が確保されていることを確認しております。

### 2-5-1 電気的接続信頼性

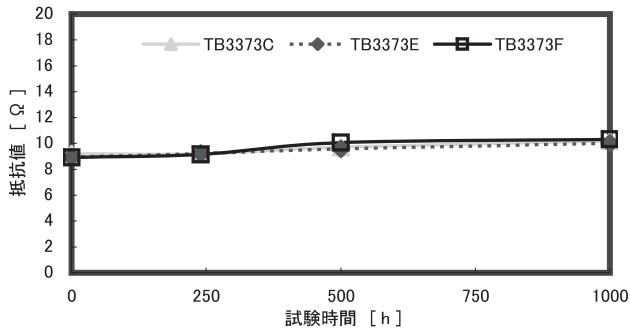


図-3 85°C環境放置時の抵抗値変化

### 2-5-2 90°はく離接着強さ

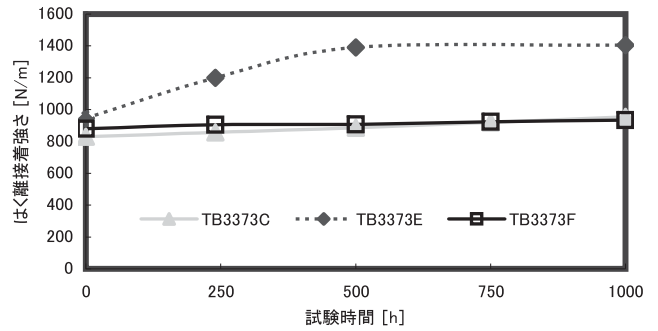


図-6 85°C環境放置時の90°はく離接着強さ変化

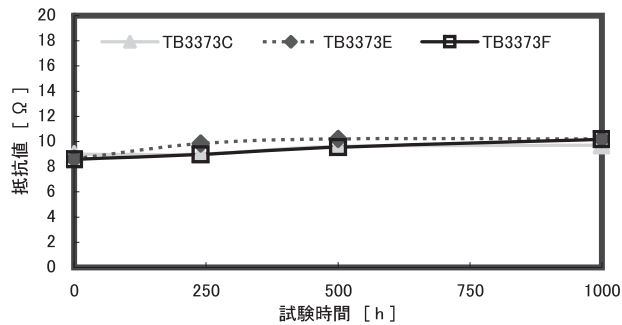


図-4 60°C×95%RH環境放置時の抵抗値変化

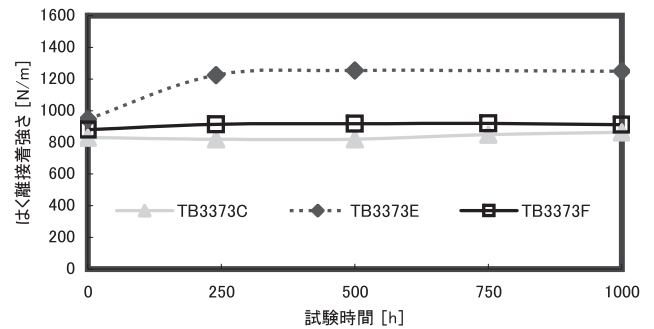


図-7 60°C×95%RH環境放置時の90°はく離接着強さ変化

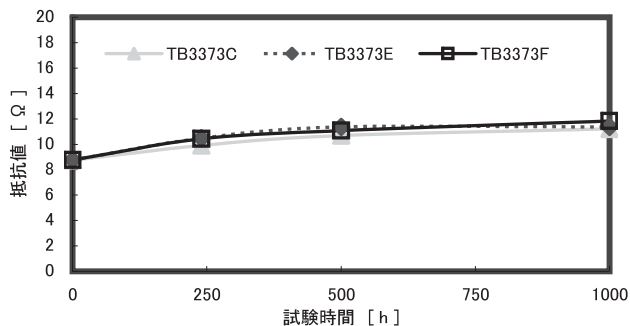


図-5 ヒートサイクル(-40°C↔85°C,各30min)環境放置時の抵抗値変化

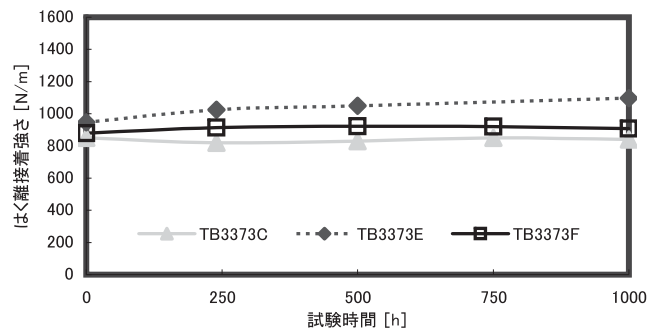


図-8 ヒートサイクル(-40°C↔85°C,各30min)環境放置時の90°はく離接着強さ変化

表一5 接続信頼性試験条件

試験片構成	FPC	25 $\mu$ m厚ポリイミドフィルム/35 $\mu$ m厚銅箔金めっき,0.4mmピッチ (L/S = 0.2mm/0.2mm)
	ガラス	ソーダライムガラスへITOスパッタ蒸着,60mm $\times$ 25mm $\times$ 0.7mm 面積抵抗20~50 $\Omega$ /cm <sup>2</sup>
環境条件	①85 $^{\circ}$ C ②60 $^{\circ}$ C $\times$ 95%RH ③ヒートサイクル (-40 $^{\circ}$ C $\leftrightarrow$ 85 $^{\circ}$ C,各30min)	

アジレント・テクノロジー・インターナショナル(株)製マルチファンクションスイッチ/メジャーユニット 34980A

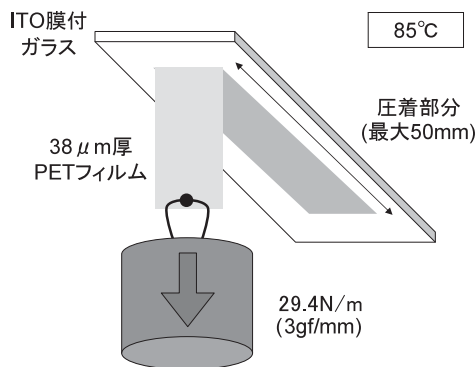
表一6 90 $^{\circ}$ はく離接着強さ試験条件

試験片構成	38 $\mu$ mPETフィルム/ITO膜付きソーダライムガラス
環境条件	①85 $^{\circ}$ C ②60 $^{\circ}$ C $\times$ 95%RH ③ヒートサイクル (-40 $^{\circ}$ C $\leftrightarrow$ 85 $^{\circ}$ C,各30min)
引張速度	50mm/min

(株)ORIENTEC製 万能引張・圧縮試験機 RTC-1210A

### 2-5-3 クリープ試験

弊社では実使用状態に近い試験としてクリープ試験を採用しています。クリープ試験とは図一9のように85 $^{\circ}$ Cではく離方向に一定荷重をかけてそのはく離距離を測定する試験です。



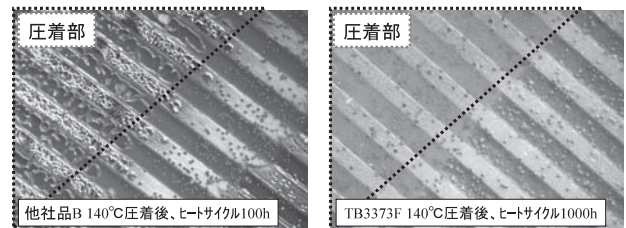
図一9 熱時クリープ試験模式図

表一7 85 $^{\circ}$ Cクリープ試験でのはく離距離

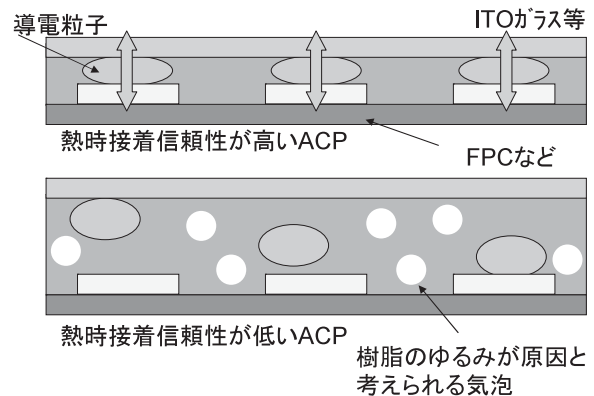
[ mm ]	2h後	12h後	24h後
TB3373F	0	0	2
他社品A	50(落下)	50(落下)	50(落下)
他社品B	0	2	8

表一7に示す通り、85 $^{\circ}$ C $\times$ 24hで他社品Aは完全にはく離して重りが落下しているのに対し、TB3373Fはほとんどはく離が見られません。また、他社品Bを圧着後ヒートサイクルに100h放置し、圧着部を確認したところ、図一10に示すような変化が確認されました。これは熱と湿度による樹脂のゆるみと、図一11のようにそれを起因とする気泡の発生が原因と考えられます。

一方、TB3373Fは同条件で1000h経過後においても気泡の発生は確認されません。



図一10 TB3373Fと他社品Bのヒートサイクル試験後の圧着部比較



図一11 信頼性低下のメカニズム

図一11で示すように樹脂のゆるみが生じたと思われる気泡は外部からの熱で膨張収縮を繰り返して、接続部分を押し広げ、信頼性に多大な影響を及ぼすと考えられます。



## 2-5-4 TB3373Fの乾燥膜保存性

表-1に示した通り、ACPはACFと比較し、異方導電膜形成後に常温で長期間保存できることが大きな特徴です。図-12にTB3373Fをスクリーン印刷・乾燥後、常温（25℃）に保存した時のはく離接着強さの経時変化を示します。TB3373Fは反応性成分を含まないため、常温6ヶ月保存後もはく離接着強さに変化がありません。

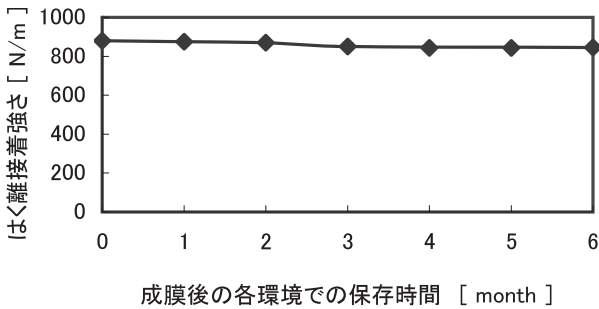


図-12 TB3373F乾燥膜の常温保存性

## 3. 工程設計のポイント

ACP使用時の管理ポイントは以下の二点です。

### ① 異方導電膜の適正厚みと乾燥状態

図-13のように、異方導電膜には適正な膜厚が存在します。適正な膜厚に対して、薄すぎると電極間のスペースを埋めるための樹脂量が不足し、十分な接着力を得ることができず、接続信頼性に悪影響を与えます。逆に厚すぎると接着力は得られますが、熱で樹脂がゆるんだ時に導電粒子の接触面積が少なくなるため抵抗値が高くなります。

また、乾燥が不十分で溶剤が残っていると、圧着時に図-14の様な気泡が発生し、接続信頼性に悪影響を与えます。

上記の理由から、実際の使用に合わせた適正な条件設定が必要となります。

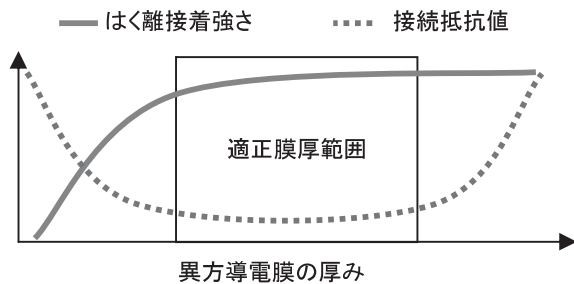


図-13 ACPの適正膜厚と信頼性の概念

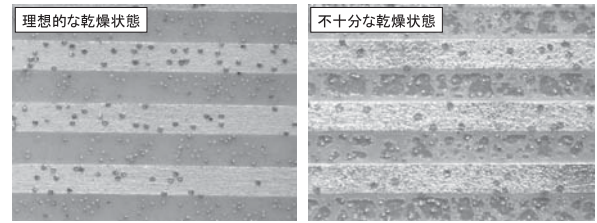


図-14 乾燥状態の圧着部への影響

### ② 圧着時の圧力・温度・時間

図-15に示すように、ACPはACFほど厳格な管理は不要です。膜厚と乾燥を確認した上で予測値を大きく逸脱した場合、下記項目を御確認ください。

#### ■ 接着力が低い

- 圧力が低すぎる可能性があります。
- 温度設定が低すぎる可能性があります。
- 時間が短すぎる可能性があります。
- 被着体表面が汚れている可能性があります。

#### ■ 抵抗値が高い

- 圧力が低すぎて、導電粒子が適度に潰れていない可能性があります。
- 温度が低すぎる可能性があります。
- 時間が短すぎる可能性があります。

#### ■ ボイドが発生している

- 圧力が高すぎる可能性があります。
- 温度が高すぎる可能性があります。

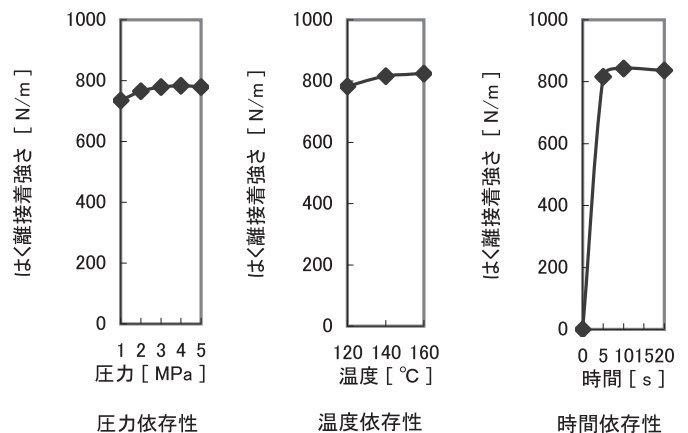


図-15 TB3373Fのはく離強度の圧着条件依存性

## 4. TB3373Fの使用法

以下にTB3373Fの使用法を示します。使用機器により印刷・乾燥・圧着の条件は異なりますので、実際に使用する機器で十分な検証を行ってください。また、本資料内の性状値及び特性値は、当社規定の試験方法による実測値の一例であり、保証値ではありませんのでご注意ください。

### 4-1 印刷条件

表-8 弊社標準印刷条件

メッシュ	材質	ステンレス	テロン
	メッシュ目	80 ~ 100	80 ~ 100
	線径	80 ~ 100	50 ~ 75
	紗厚/乳剤厚	225 $\mu$ m/15 $\mu$ m	86 $\mu$ m/50 $\mu$ m
スキージ	版寸法	内寸:280mm $\times$ 280mm 枠寸:320mm $\times$ 320mm	
	材質	ウレタンゴム	
	形状	平型	
	硬さ	A80	
設定条件	押込量	1.0 mm	
	クリアランス	0.38 mm	
	印刷速度	20 ~ 60 mm/s	
	スキージ角度	60°	

(株)ネオテクノジャパン製 半自動スクリーン印刷機 SC-150-3



図-16 弊社標準印刷機

### 4-2 標準乾燥条件

表-9 弊社標準乾燥条件

TB3373C	TB3373E	TB3373F
100°C $\times$ 10 ~ 20 min	60°C $\times$ 20 ~ 30 min	100°C $\times$ 15 ~ 20 min
120°C $\times$ 5 ~ 10 min	80°C $\times$ 15 ~ 20 min	120°C $\times$ 10 ~ 15 min

熱風乾燥炉:楠本化成(株)製 環境試験機 ETAC HISPEC HIGH TEMPRATURE CHAMBER HT220S

### 4-3 圧着条件

表-10 弊社標準圧着条件

温度	120~160 °C
圧力	3.0 MPa
時間	10 s 保持
プレスチップ	フラットチップ L:65mm, W:3mm

(有)エムテック製 精密空圧調整付自動熱圧着機 H800-V1S



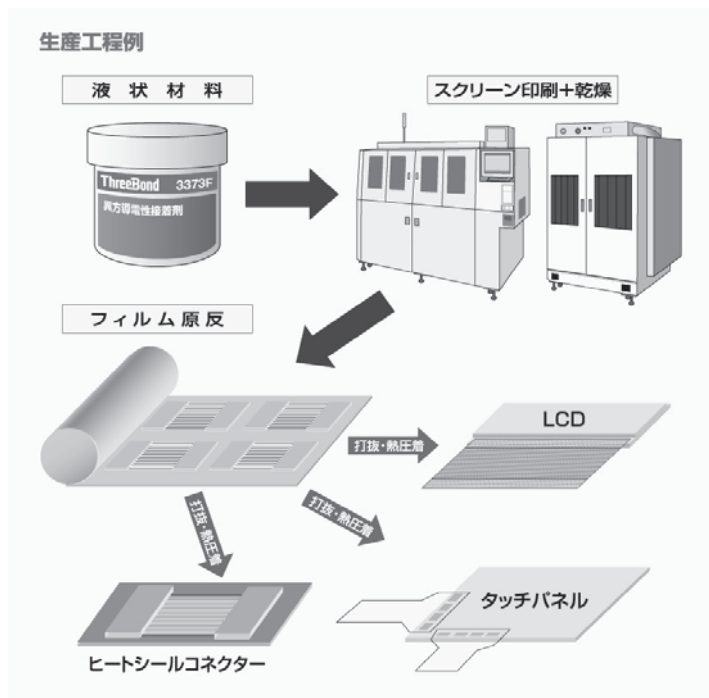
図-17 弊社標準圧着機

## おわりに

弊社のACPは印刷技術・装置をお持ちのお客様が更なる付加価値商品を検討するための一助として開発した異方導電性接着剤です。スクリーン印刷機と乾燥機のみで異方導電膜を様々な部品上に形成することができ、生産性の向上とコストダウンに大きく貢献いたします。

今回ご紹介いたしましたTB3373Fは「高信頼性」「使い易さ・管理し易さ」「環境対応」のコンセプトのもとに開発いたしました。特に「乾燥条件の緩和」「成膜後の保存性」はお客様の使い易さを追求し、「ハロゲン規制対応」「トルエンフリー」などは環境保全の側面を考慮し時代のニーズに合わせた商品開発となっております。

今後も「信頼性の更なる向上」「ファインピッチ化」をキーワードに、市場要求を的確に捉えた高付加価値製品を開発し続けます。



株式会社スリーボンド 研究開発本部

開発部 岡山開発課 井上 学  
久保山 俊史  
加藤 誠  
技術部 長田 誠之

**ThreeBond**  
**TECHNICAL NEWS**

企画 株式会社 URC 編集室  
編集 東京都渋谷区恵比寿1-18-15  
スリーボンドビル2F  
電話 03(5447)5333

発行 株式会社 スリーボンド  
東京都八王子市狭間町1456  
電話 042(661)1333(代)