

異方導電性接着剤

はじめに

異方導電性接着剤は、絶縁性の高い接着剤中に導電粒子を均一分散させた材料であり、電子部品の相対する電極間の電氣的接続と、隣接電極間の絶縁性、及び固定の目的に使用されています。

この機能性材料は、約15年前に液晶ディスプレイ市場に投入されました。その間現在まで、液晶ディスプレイの高機能化に伴い、異方導電性接着剤に対する期待も大きく変化し、改良がなされてきました。そして現在、他のデバイスへの用途展開も検討されてきています。

本稿ではそれらの情報を提供するとともに、スリーボンドで最近開発した対応商品、技術を紹介します。

目次

はじめに	
1. 異方導電性接着剤の概念	2
2. 異方導電性接着剤の用途と種類	3
3. 印刷型異方導電性接着剤ThreeBond3373	4
4. 異方導電性フィルム状接着剤ThreeBond3370K	7
5. 今後の商品開発について	10

1. 異方導電性接着剤の概念

異方導電性接着剤は、一括して相対する電極を電氣的に接続、固定化するものです。また、ハンダ付けでは接合できない材質や、ハンダ付け時の高温に耐えられない材料にも使用できます。

異方導電性接着剤の材料は、電極間を固定するための接着剤（バインダー）とこのバインダー中に、均一に分散された導電粒子から構成されています。バインダー成分としては接着力はもちろん、隣の電極と導通しない絶縁性を保持し、各信頼性を有する材料でなければなりません。これらの基本特性を満足すれば、仕様により合成ゴム、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂などあらゆる樹脂がバインダーとして可能です。

導電性粒子は、図1のように電極間に介在する形になります。従って、相対する電極間に安定した通電性を示し、隣接電極に接しない形状及び、分散数でなければなりません。この導電材料には、これら基本特性を考慮したうえで、金属（ニッケルやニッケルに金コートした複合材）、プラスチックやレジンのコアに金属メッキしたものあるいは、それらの上に熱や圧力などによって破壊¹⁾、溶融²⁾する絶縁

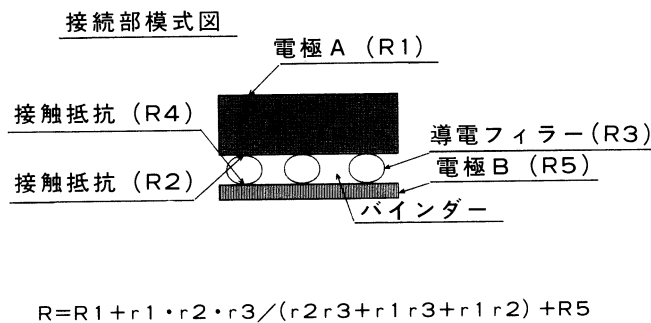
皮膜を有した材料等が考えられています。また形状は、球形に近いものが選択され、その粒子径には各仕様、特に電極間の距離などから数μmから数十μmまでの粒径の材料が選択されています。

また、異方導電性接着剤は組み付けの作業工程の違いによって、フィルムタイプ・電極に印刷可能なペーストタイプ・塗布できる液状タイプとして供給されています。

接合作業は基本的に、熱と圧力によってバインダーを押し広げ、導電粒子を電極に接触させます。熱の代わりに紫外線などによって、固化させるバインダーを使用する場合もあります。

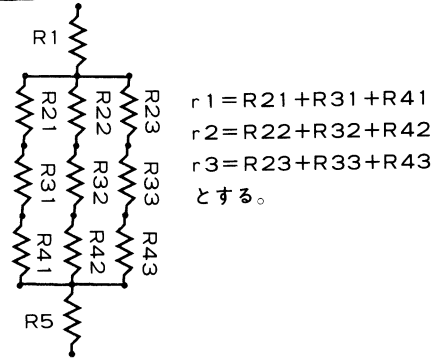
通電性においてこれら接合部では、A電極の抵抗、A電極と導電粒子との界面に起こる接触抵抗、導電粒子自体の通電性、導電粒子とB電極界面での接触抵抗、B電極の抵抗の5つの合計抵抗が考えられます。従って各電極間において、より均一な抵抗を得られるものでなければなりません。

このように、異方導電性を有する材料は、用途によって機能を発揮できるように、十分調整された材料となっています。



$$R = R1 + r1 \cdot r2 \cdot r3 / (r2r3 + r1r3 + r1r2) + R5$$

等価回路



$$r1 = R21 + R31 + R41$$

$$r2 = R22 + R32 + R42$$

$$r3 = R23 + R33 + R43$$

とする。

図1. 異方導電性接着剤による接続の概念

表1. 異方導電性接着剤の分野

分野	用途	異方導電性接着剤の種類
小型液晶デバイス	LCD/印刷回路 印刷回路/PCB	印刷タイプ
大型液晶デバイス プラズマディスプレイ	LCD/TCP, FPC TCP, FPC/PCB LCD/IC (COG)	熱硬化型フィルムタイプ
ベアチップ実装	ベアチップIC/PCB	熱硬化型ペーストタイプ

2. 異方導電性接着剤の用途と種類

表1に示すように、現状の異方導電性接着剤市場は大きくは3種類の用途に分類されます。

まず小型の液晶デバイスとは電卓やシステム手帳などに見られる、液晶表示面積が小さく、表示そのものも数字や簡単なアルファベットが確認できるもので、安価に大量生産されている製品です。こうした製品には、回路基板も安価なポリエステルが使用されている場合が多く、その上に印刷回路を形成しているため、同様な印刷工程で材料形成できる印刷タイプの異方導電性接着剤が使用されています。(図2 下)

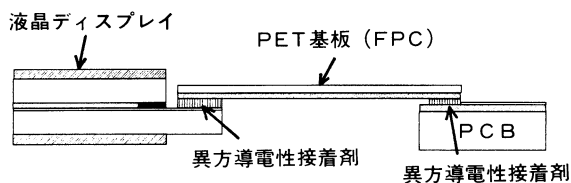
またこれらの用途に似たものでは、EL素子の導通や、液晶デバイスそのものを軽く割れないようにしたプラスチック液晶素子の導通などにも使用されています。

次に、大型液晶デバイスとはノートパソコン、ワープロを始め、液晶テレビ、カーナビゲーションシステムなどが上げられ、表示画面が多彩で情報のやり取りが多いタイプです。これらの液晶素子の電極との接続には、信頼性の高さや作業性の良さからフィルム状の異方導電性接着剤が使用されています。

この用途の電極接続にはいくつかの種類があります。一番多く利用されているのは、液晶ディスプレイとTape Carrier Package(TCP)と呼ばれている素子の接合部位です(図2 上)。また、携帯性と大画面化ということから、液晶画面の周囲に直接ICチップを固定する手法Chip On Glass(COG)も5~6インチサイズのナビゲーションシステム、テレビなどに使用され始めています。これらは液晶表示素子と制御素子との接続(Outer Lead Bondingと呼ぶ)に使用されています。また一方で、制御素子とキーボードなどとの回路の接続においても、ハンダに代わり異方導電性フィルムを使用しているタイプもあります。(図2 下)

またCRT、LCDに続く表示デバイスとして注目されている、PDP(プラズマディスプレイパネル)のような接続電流値の高い用途にも利用が進んでいます。3つ目の用途としては、BGA、PGA、MCMと呼ばれる素子内のフリップチップ実装手法の一つとして、異方性ペーストが検討されています。(図3)

① [印刷タイプ異方導電性接着剤による接続方法]



② [フィルムタイプ異方導電性接着剤による接続方法]

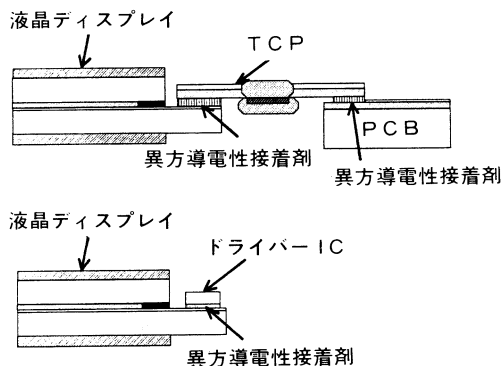


図2. 異方導電性接着剤の用途1

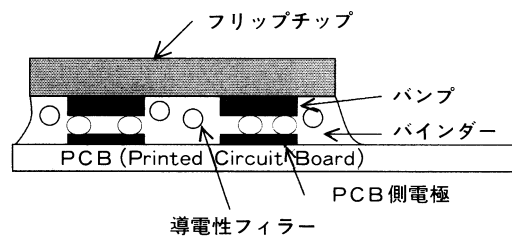


図3. 異方導電性接着剤用途2

それでは次に、これらの用途に対してスリーボンドで新規に開発しました異方導電性接着剤について紹介します。

3. 印刷型異方導電性接着剤ThreeBond3373

この接着剤は、先に用途紹介しました小型液晶パネル表示用電極の接続に使用します。

ここではThreeBond3373の使用方法を紹介しながら、基本特性について報告します。

3-1. 接続用途の詳細

電卓などに使用される液晶表示部関連材料に要求される項目のなかに、素材材料の低コスト化、及び製造時間の短縮化があります。この点は液晶表示の電極接続部材も同様です。従って、液晶表示を駆動させるプリント基板の導通材料も低コスト材料を使用しています。

すなわち、銅箔をエッチングして回路形成した基板でなく、ポリエステルフィルム等に銀やカーボンのペーストを回路印刷してなる、フレキシブルな印刷回路基板です。こうした材料は低コストである反面、耐熱性がないので、

この接続には、低温、短時間で接着できる異方導電性材料でなくてはなりません。ここで、この用途に使用される基板基材のポリエステルフィルム³⁾と、大型液晶表示パネルの接続に使用されるポリイミドフィルムの代表特性⁴⁾を参考として表2に示します。

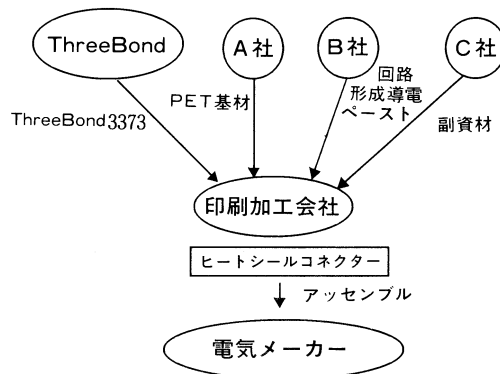


図4. ThreeBond3373供給システム

表2. 代表的なポリエステルフィルムとポリイミドフィルムの特性

項目	単位	ポリエチレンテレフタレート	ポリイミド
機械的性質			
引張強さ (MD)	MPa	20.6	39.2
伸び率 (MD)	%	160	30
電氣的性質			
体積固有抵抗	$\Omega \cdot \text{cm}$	10^{17}	10^{17}
表面抵抗	Ω	10^{16}	$> 10^{17}$
熱的性質			
融点	$^{\circ}\text{C}$	263	500以上(ガラス転移点)
線膨張係数	$/^{\circ}\text{C}$	1.5×10^{-5}	2.0×10^{-5}
難燃性	—	なし	UL94VTM-0
価格対比	—	1	20以上

※フィルム厚み25 μm

表3. ThreeBond3373の特性及び推奨成膜条件

商品名		ThreeBond3373	備考
性状	タイプ	一液性溶剤揮散型	目視による
	外観	淡黄緑色ペースト状	
	主成分	合成ゴム系接着剤	
	導電フィラー	特殊複合粉	
	粘度	100Pa·s {100,000 cP}	
基本特性	比重	0.98	BH型粘度計
	接続抵抗	12 Ω	NO.7 × 10rpm
	線間絶縁抵抗	$10^9 \Omega$	JIS6835比重カップ
	使用可能最小導体幅	0.2mm	
	接着力	490N/m {500gf/cm}	ITO/印刷回路 0.4mmピッチ ITO/PET
推奨成膜条件	印刷条件	ステンレススクリーン80メッシュ	
	乾燥条件	メッシュ種類 10~20 μm 乳剤厚 ウレタンゴム製 30~60 $^{\circ}$ スキージ種類 スキージ角度	熱風乾燥炉による

3-2. ヒートシールコネクタ

図4で示すように、ThreeBond3373はペースト状で、印刷加工会社で加工され成膜される異方導電性接着剤です。

印刷加工会社は、プリント基板のベースとなるフィルム（例えばポリエステルフィルム）をA社から購入し、その上に、B社から購入した印刷回路形成用導電樹脂（銀やカーボンのペースト）を印刷し、その上にThreeBond3373を印刷して複合材料を作成します。この複合材料を一般的にヒートシールコネクタと呼び、その後、ヒートシールコネクタを液晶表示パネルと接続する工程が続きます。

このように、ThreeBond3373はこれらの基材との複合材料となりますので、回路形成技術などとのマッチングが非常に重要なポイントとなります。こうした面で弊社と、印刷加工会社は密な技術協力が必要となります。弊社は、こうした技術協力について十分なフォロー活動を行っていく所存です。

3-3. 加工上のポイント

ThreeBond3373はスクリーン印刷後、溶剤を乾燥させて成膜し完成します。こうした工程中、印刷・成膜時の膜厚が重要なポイントとなりますので、正確な印刷工程管理が

必要となります。また、印刷後の乾燥工程においても、温度・時間・乾燥設備により成膜後の特性が変わります。成膜中に溶剤が残留すれば耐熱性等が、また極端に熱乾燥温度が高く時間が長ければ、接着性が悪化します。表3にThreeBond3373の性状及び推奨成膜条件を示します。

また、成膜後の表面写真を図5に示します。導電粒子が、接着バインダーから突出しているのが観察されます。バインダー厚みは、被着体が液晶表示パネルあるいは駆動用プリント基板等で変わりますが、15~25 μm必要です。

表4. ThreeBond3373推奨接続条件

圧着温度 (°C)	120~160
加圧力 (MPa) {kg f /cm ² }	2.9 {30}
圧着時間 (sec)	5~10

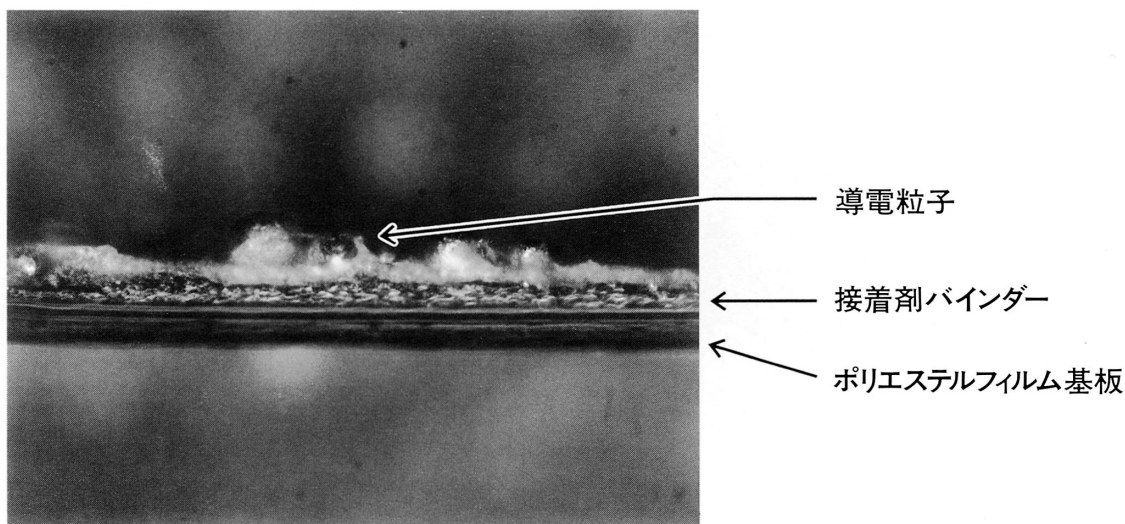


図5. ThreeBond3373印刷断面

3 - 4 . ThreeBond3373の基本特性

ThreeBond3373は、ヒートシールコネクタ部材として使用される為、基材PETフィルム等の劣化温度以下で接続できること、安価な製品への組み込み等の制約から、できるだけ短時間で接着が完了するものでなければならないことは前述しました。その条件の中で信頼性を維持しなければなりません。その高信頼性を発現するようThreeBond3373は、先ほど図5で示しました写真のような形態をとっています。

バインダー樹脂にはできるだけ加熱接着時の流動性のない合成ゴムを使用し、熱により溶融接着するのではなく、熱によって粘着性を発現して被着体のLCDに固定化する手法を採っています。そして導電粒子は表面から突出するような大きいものを使用し、加熱圧着時に押しつぶされて被着体の電極と接触し易い形態としています。こうすることにより、広い接着条件で高信頼性を得ることができます。表4に、その条件を示します。

また、ThreeBond3373信頼性試験の接着力を図6に、導通抵抗を図7に示します。

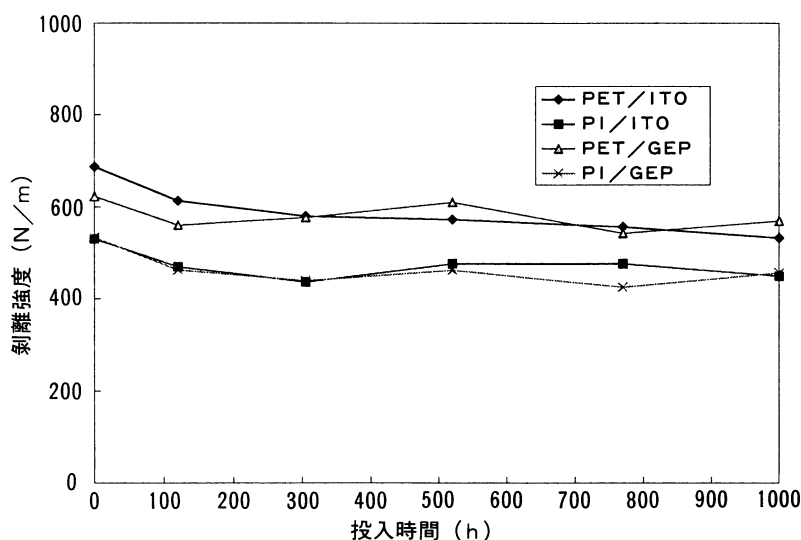


図6 . ThreeBond3373信頼性試験60 x 95% R H (接着強度変化)

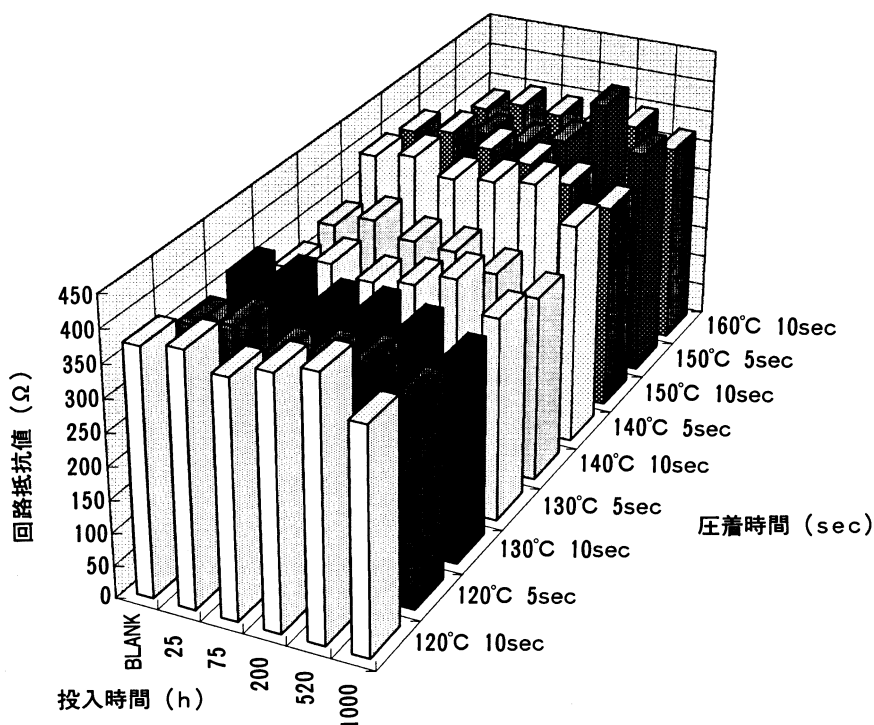


図7 . ThreeBond3373信頼性試験60 x 95% R H (回路抵抗変化)

4. 異方導電性フィルム状接着剤ThreeBond3370K

本項では、大型液晶表示パネルと駆動素子であるTCPとの接続用に開発しました、微細ピッチ対応熱硬化型異方導電性フィルム状接着剤について紹介します。紹介にあたり、周辺技術の動向についても説明します。

4-1. 市場での要求性能

接続周辺材料の変化

大型の液晶ディスプレイにおいて、高精細化が図られていることはもちろん、液晶表示ガラスパネルそのものも、従来1.1mm厚さのものが、軽量化などから、0.7mmに薄くなってきています。また、透明電極として、アンチモンドープした酸化インジウム錫（ITO）だけではなく、アルミニウムやクロムなどをメッキした電極も増えてきています。

またTCPにおいても、アウター側電極ピッチが、70μmと高精細化されたものが市場に導入されています。試作ピッチとしては、20~30μm程度のもので、作成可能のようです。これらパターンの高精細化から、TCPの電極を形成する銅箔厚みも、1オンス、3/4オンス、1/2オンス（18μm）と多彩となってきています。また、同様にTCPのポリイミドと銅箔を貼り合わせる接着剤においても特性が満足されるよう、改良が加えられています。実際の異方導電性フィルム状接着剤でLCDとTCPを接合した断面部分を図示します。（図8）

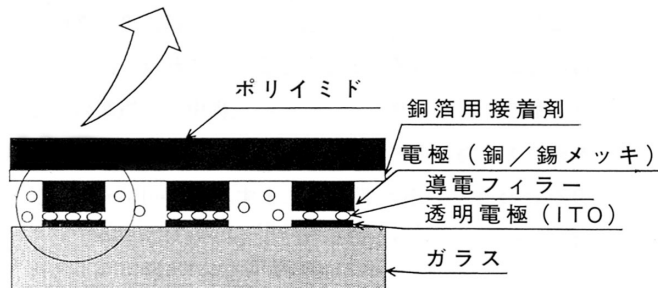
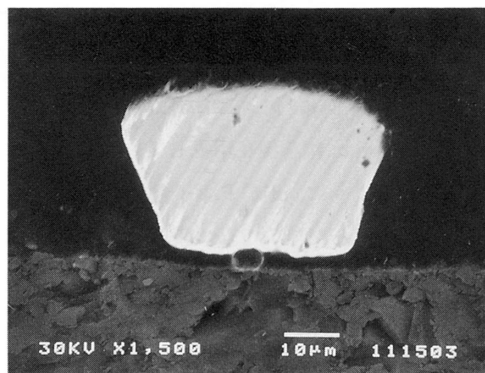


図8. LCD/TCP接続断面図及び顕微鏡写真

それでは表5に、ThreeBond3370Kの基本特性について報告し、以下にその説明をします。

表5. ThreeBond3370K基本特性

1. フィルム性状

項目	性状項目	性状	備考
バインダー	外観 厚み(μm) 幅(mm) 組成	半透明灰色 17、23 1.5、2.0、2.5 熱硬化性樹脂	目視 マイクロメータ測定 30m、50m エポキシ樹脂
導電粒子	粒径平均 導電メッキ 絶縁コート 粒子数	5.0μm Ni/Auメッキ なし 約6400個/mm ²	
セパレータ	基材 剝離セパ	白色PET 半透明OPP	50μm厚 20μm厚

2. 接着条件

	項目	条件
仮接着	温度(°C) 圧力(MPa) 時間(sec)	100以下 1以下 3以下
セパ剝離力	剝離力(N/m)	2~6
タック性	剝離力(N/m)	3~5(25°C)
本硬化	温度(°C) 圧力(MPa) 時間(sec)	160~180 2~3 20~30

ThreeBond3370Kの仕様

1) 幅、厚み、リールサイズについて

液晶表示パネル画面に対しての周辺枠の狭細化に伴い、1.5、2.0、2.5mm幅を現在用意しています。また先ほど説明しましたように、TCP素子電極（銅箔）などの厚みの種類に対応した、17、23 μ m膜厚のものがあります。長さは、50mを基本長にし、内径1インチの鍵付き、外形130 ϕ リールで製品化しております。

2) タック性、透明性

この用途の異方導電性接着剤においては、タック性、透明性が重要なポイントとなります。これは、図9のような製造工程をとりますが、その工程中で電極間の位置を確認する為の透明性と、簡単に仮押さえできるタック力を合わせ持つ事が要求されます。ThreeBond3370Kは、70~80であれば、1秒でセットが可能です。

3) 硬化性

ThreeBond3370Kは、エポキシ樹脂を使用しています。160~170、20秒の圧着条件で信頼性を得る硬化を完了することができます。図10から図12にその一例を報告します。図13に示すようにThreeBond3370Kの弾性率が高温域まで安定していることから、高信頼性であることがわかります。

4) リペア性

また、これらの高信頼性を有する反面、接続後、電極間の位置ずれが発生した場合、引き剥がして補修しなければなりません。こうした場合、ThreeBond3370Kは約180位の熱を加えながらゆっくりと引き剥がすことが可能です。その後液晶表示パネルの表面をケトン系溶剤等でこすり落とすことにより、再び熱圧着可能な状態になります。

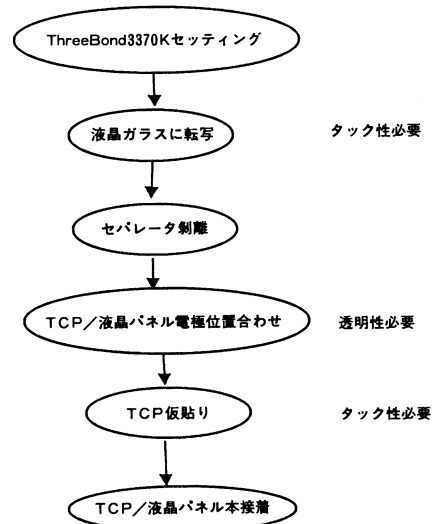


図9 . ThreeBond3370Kによる接続工程図

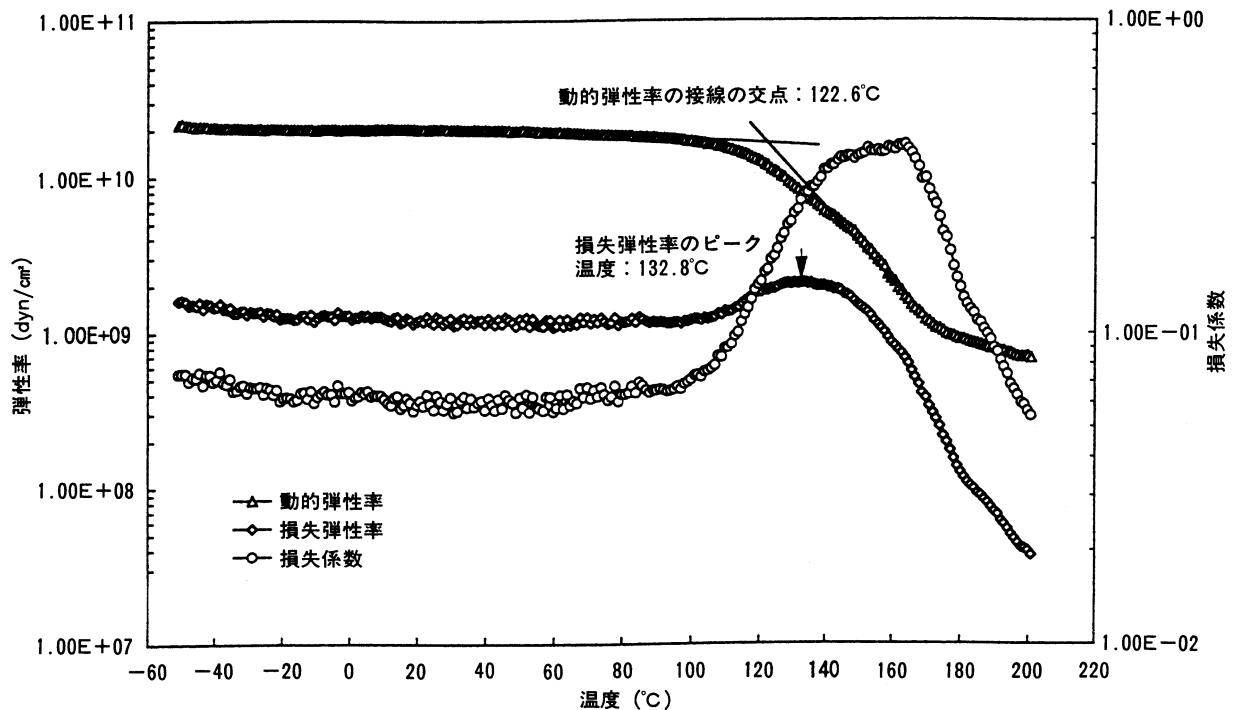


図13 . 動的弾性率、損失弾性率、損失係数の温度依存性

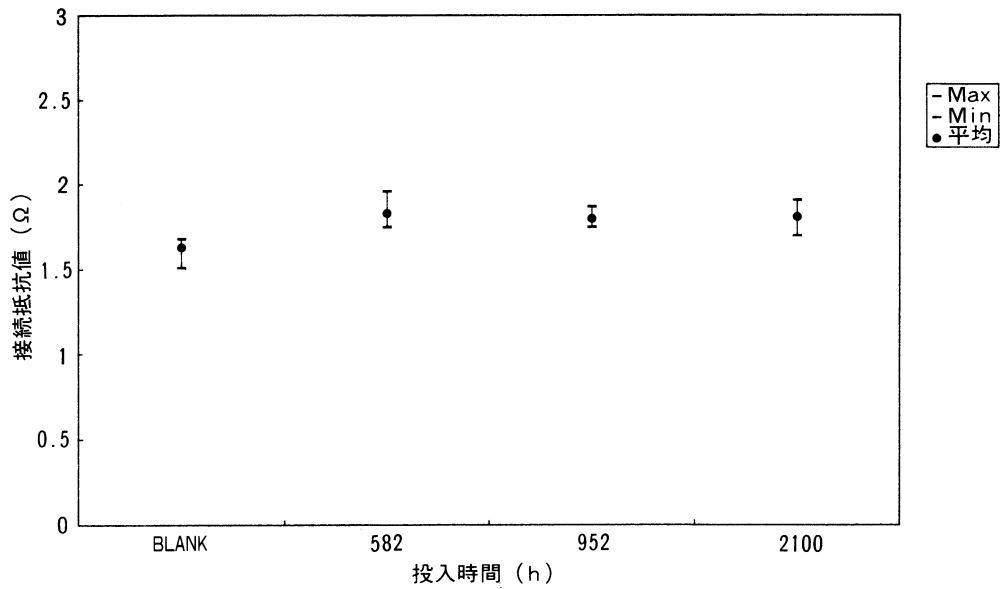


図10 . ThreeBond3370K信頼性試験結果85 × 90% R H (抵抗値変化 : 170 20sec圧着)

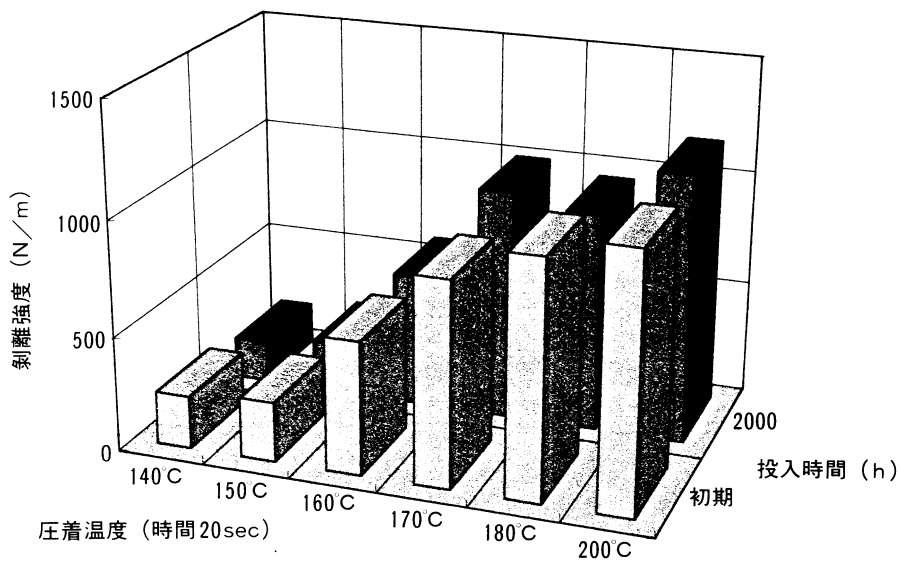


図11 . ThreeBond3370K信頼性試験85 × 90% R H (剥離強度変化)

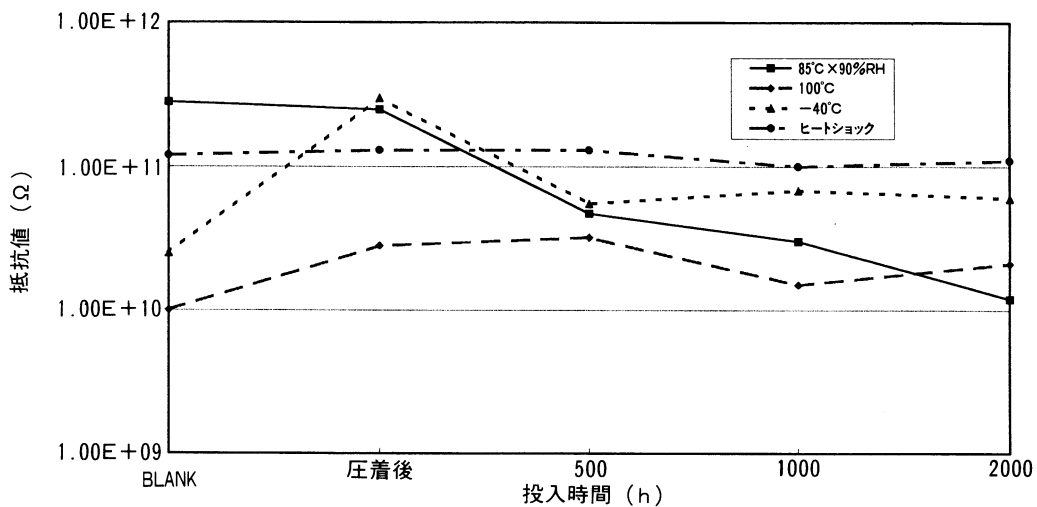


図12 . ThreeBond3370K信頼性試験 (線間絶縁変化)

5. 今後の商品開発について

ThreeBond3370Kは液晶表示パネルとTCP素子との接続用に開発したタイプですが、前述しましたCOG⁵⁾・PDP・TCP素子と入力側のプリント基板との接続などの用途についても開発を進めています。

開発部 電気事業開発課

課長 宮内 昭彦

富岡 英一

木村 浩

長田 誠之

《参考文献》

- 1) '94 ISHM Proceeding , Mr.H.Date et al.
- 2) 特開昭62-76215
- 3) '94 ISHM Proceeding , Mr.H.Date et al.
東レ株式会社「ルミラー」資料
- 4) 宇部興産株式会社「ユービレックスS」資料
- 5) 特公平5-27668

