

世界標準となった 異方導電性接着フィルム



塚越 功・日立化成工業(株)電子材料
事業部企画部シニアマネージャーに聞く

情報ツールに欠かせない存在となった液晶ディスプレイ(LCD)。その市場規模が拡大を続けている。パソコン画面や薄型TVの大型化、携帯電話やデジタルカメラの爆発的な普及で、2002年のLCD生産額はおよそ3兆円にのぼったが、今年中にさらに倍以上に増えたと予想される。日立化成工業の研究開発陣が創り出した異方導電性接着フィルム(ACF)「アニソルム®」は、LCDをはじめとする微細な回路の接続になくてはならない材料だ。

●「瓢箪から駒」で誕生

アニソルムは50~200mの長さでリールに巻かれたほぼ透明なテープ状の接着剤である。導電性粒子を分散させた幅1~3mm、厚さ16~45μmの両面接着テープは、液晶パネル辺縁部でドライバーICを接着すると同時に、パネル上の回路とドライバーICの回路を接続する役割を果たしている。厚さ方向へは電気を通すが面の方向へは絶縁体になるという異方導電性を備えた一材三役の画期的な材料だ。量産を開始した1984年は画像表示デバイスとしてのLCDの実用化が始まった時期に当たり、以来、販売量はLCD生産の急激な右上がりの拡大と同じ上昇カーブを描いてきた。

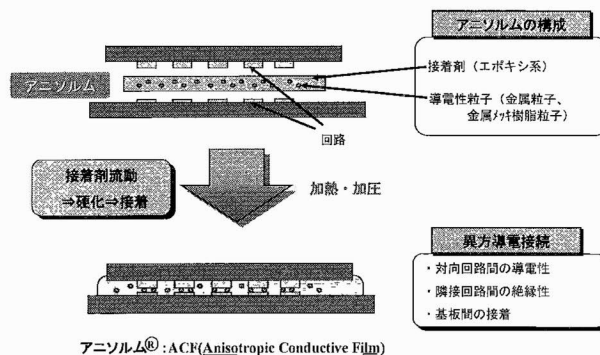


図1 アニソルムによる回路接続原理

研究開発の成功例として高い評価を受けているばかりでなく、情報化社会の発展に貢献したとして、関係者は1989年日本化学工業協会技術奨励賞、2002年度高分子学会賞、2003年度全国発明表彰内閣総理大臣発明賞、2005年には塚越氏が紫綬褒章を受章と、数々の栄誉を受けてきた。

発端は「瓢箪から駒のような話です。最初は幹部からそんなナワムシロ製品とあしらわれて、担当者が発憤したといひます」というものだった。

当時、下館研究所に所属していた塚越氏らが開発をめざしていたのは、金属板保護用の粘着フィルムだった。運搬や加工の際に表面を傷つけないように貼っておく一時的な包装材で、使用後は捨てられる。「ナワやムシロのたぐい」という表現もあながち的外れではなかったかもしれない。

ポリエチレンフィルムを基材に、アクリル樹脂を粘着剤とした、貼ってはがす粘着フィルムは、やがてエレクトロニクス分野に進出する。「ICウエハーからチップを切り分ける(ダイシング)際の固定用に裏面に貼っておく粘着フィルム(ダイシングテープ)として使いたいが、切断時に発生する静電気を逃がすために導電性がほしい」。顧客のそんな要望を受けて、研究が始まった。1980年頃のことだ。のちにアニソルム誕生につながる研究のスタートだった。

●異方導電性に着目する

しかし、接着力と導電性の両立は簡単ではない。どんな導電性粒子を接着剤層に入れるか、その大きさ、形状、量、分散状態などについて検討を重ねた。研究の途上、塚越氏らはこの粘着フィルムが異方導電性をもつことに気がついた。面の方向と厚みの方向の導電性が異なる現象だ。

「フィルム製造の工程で接着剤の溶剤が揮発して厚み方向に収縮し、導電性粒子どうしがくっつくようになり、そこにトンネル効果などで導電性が生じるのだろう」。異方導電性が生じる理由を塚越氏らは当時そう考えていた。

導電性をもつポリ塩化ビニルを基材として粘着剤にはカーボン粒子を混ぜ、導電性ダイシングテープが誕生し

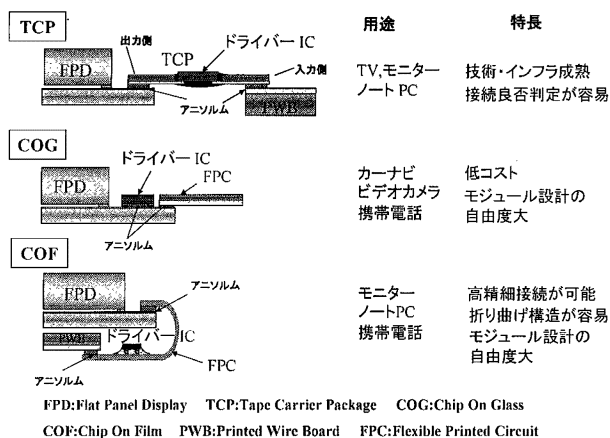


図2 フラットパネルディスプレイのアニソルムによる実装構造

た。このときは顧客の事情で製品化には至らなかったが、異方導電性をもつ粘着フィルムの用途を何とか開拓しようと、ニーズ探索が始まった。

「開発のタネはお客さんからいただくことが多かった」と塚越氏はアニソルムの事業化と量産に至る過程を振り返る。出発点であるこの時もそうだった。

粘着フィルムは、基材として導電性素材を選ぶか絶縁性素材を選ぶか、また接着剤として貼ってはがせる粘着タイプを選ぶか加熱して永久接着するタイプを選ぶか、その組合せで異なる用途があり得る。顧客の強い関心をひいたのは、絶縁基材に感熱性接着剤を組合せたタイプだった。従来のハンダが使用できないガラス電極への接続に新たな素材が求められていたのだ。成長が見込まれるのが LCD 回路接続用であることも、顧客とのやりとりのなかでしだいに明らかになってきた。

●総合力を活かして事業展開へ

アニソルム開発に成功した要因のひとつとして塚越氏があげるのは社内に培われていた多くの基盤技術である。それらが多面的に事業化を支えた。接着剤については、モニターから一貫してつくりあげる技術があり、導電性粒子の設計や製造も社内技術でカバーできた。フィルム化や回路基板を用いた評価にも技術的蓄積を活かすことができた。そのために「製造体制は比較的短期間で立ち上がりました」と塚越氏は語る。

どんなニーズがありうるのか、数多くの顧客との強いつながりと用途探索に熱心に取り組む環境にも恵まれていた。さらに、特許戦略などのサポート体制も力になった。事業化したあとで参入してきた他社が結果的に撤退するほかなかったのは、社内に培われてきたこのようなソフトパワーによるところが大きい。

こうして誕生したアニソルムは、液晶の ITO（インジウム・スズ酸化物）回路の $0.2\mu\text{m}$ の薄さに対応できるフィル

ム状の透明テープとして登場した。5本/mm（現在 25本/mm）という高分解能の接続が可能になり、 200°C 以下の低温接続ができる。

●進化するアニソルム

当初は導電性粒子としてニッケル製の金属粒子を使用していたが、やがて樹脂粒子に金属メッキしたものも採用するようになった。ポリスチレンやアクリルを架橋させた樹脂製の粒子の表面にニッケルをメッキし、さらに金メッキを施す。

「ニッケルはメッキしやすく、適度な硬さがあります。さらに金メッキすることで接触抵抗が低下し電流容量が高くなるのです」と塚越氏。樹脂粒子は均一に分散し、適当に変形するので回路との接触面積が大きくなり、抵抗をぐんと下げることができた。ニッケル-金メッキ樹脂粒子の採用で接続の安定性が高い新製品が生まれ、LCD の高解像度・高精細化に対応できるようになった。

その後もアニソルムは用途に応じて年々進化を遂げ、枝を広げていく。

熱硬化型接着剤については、20 秒以下の短時間接続と室温 2 週間以上の保存性の両立、貼り直しが可能（リワーク性の付与）、より低い温度 (150°C) で速く硬化するなどの特性を備えた製品を登場させた。

TV やノートパソコンのディスプレイでは、ドライバー IC がテープ状のフィルムにパッケージされており、ディスプレイへの出力側でも印刷回路板からの入力側でもアニソルムが回路接続の役割を果たしている。縁の部分が狭く画面がゆったり広い TV やパソコンを楽しめるのは異方導電性接着フィルムのおかげだ。

こうした回路同士の接続のほかに、カーナビや携帯電話では、ドライバー IC を裸のまま接続するチップ・オン・ガラス方式がとられるため、工夫が必要だった。チップ接続ではバンプと呼ぶ突起状の端子と回路を接続する必要がある、バンプどうしは絶縁を保ちながら導電性を確保しなくてはならない。この目的で開発されたのが接着剤層と導電粒子層を分けた 2 層構造のアニソルムだ。単層構造よりバンプ上に導電粒子が効率よく捕捉されるようになり、最終製品の電気的な特性向上を図ることが可能になった。従来のワイヤーによる配線スペースを不要にした小型・薄型画面の大量生産に向けた製品だ。

ディスプレイそのものも、液晶からプラズマや有機 EL と新しい方式が誕生し、普及し始めている。アニソルムは LCD 以外のディスプレイにも盛んに活用されている。ディスプレイの進歩、接続方式の多様化に対応して、まだまだ進化は終わらない。鉛を含まない環境調和型の回路接続材料という側面も重みを増している。

取材・構成 古郡悦子（サイテック・コミュニケーションズ）