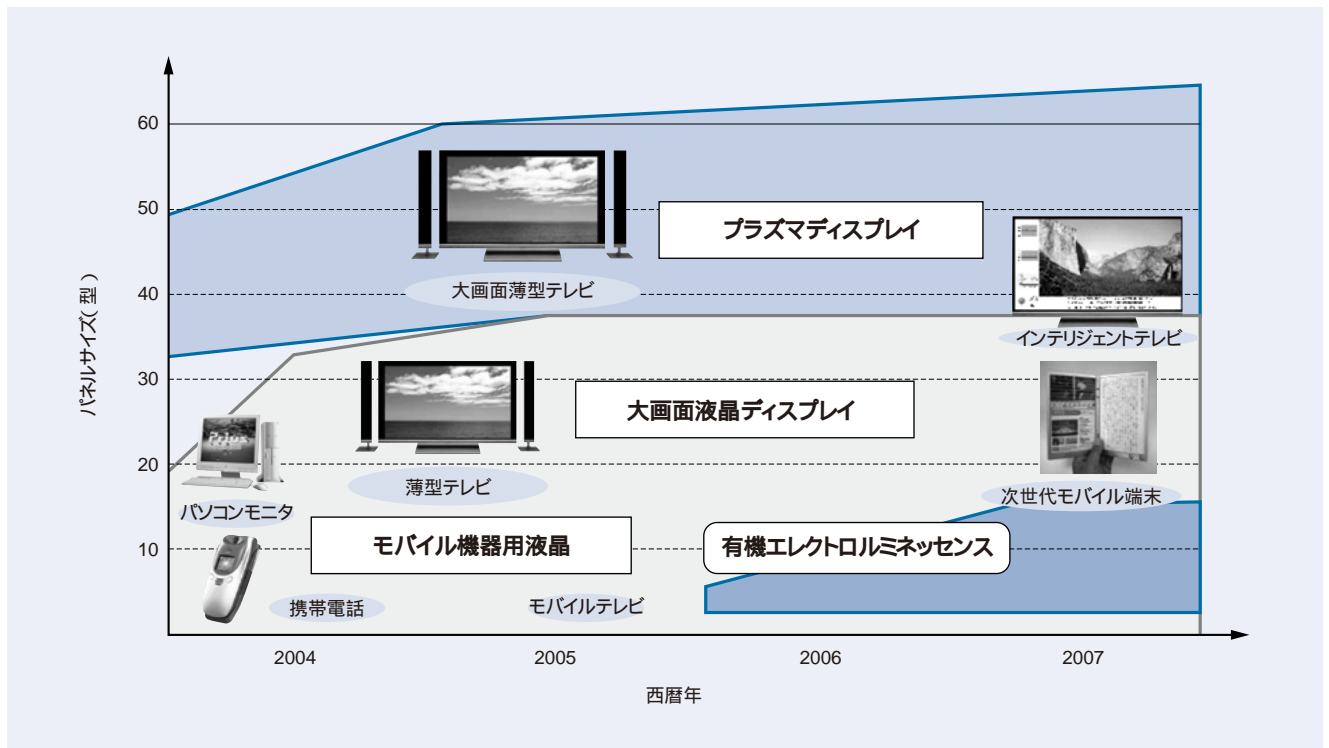


ディスプレイの「モノづくり」を支える 部材技術

Materials and Components for Flat Panel Display Applications

椎木 正敏 Masatoshi Shiiki 宮田 照久 Teruhisa Miyata
今泉 純一 Jun'ichi Imaizumi 珍田 聡 Akira Chinda



フラット パネル ディスプレイの画面サイズの動向

30型以上の画面サイズでは、薄型テレビ向けデバイスである大型液晶ディスプレイとプラズマディスプレイが主体である。また、モバイル端末のサイズ領域では、モバイル機器用小型液晶の独占状態である。ただし、数年後には、有機エレクトロルミネッセンスや、次世代端末向けの新ディスプレイが台頭してくる可能性が高い。

ネットワーク技術とユビキタス情報社会の進展に伴い、あらゆる場所や時間に自由に情報を発信したり、情報の提供を受ける環境が整いつつある。このような社会を支えるうえで、情報の出口となるディスプレイデバイスは不可欠であり、その重要性はますます高まっている。

デジタル家電の雄である薄型テレビでは、画面サイズが30型前後の領域で大型液晶ディスプレイが、40型以上のサイズではプラズマディスプレイがそれぞれ強みを

を發揮している。しかし、安価で高品質な製品を提供していくためには、大型画面サイズに適した長尺のマザーガラスの使用や、低価格化に向けた部材コストの低減などが重要な技術課題となっている。

日立グループは、液晶ディスプレイとプラズマディスプレイをはじめとする薄型・軽量ディスプレイの高性能・低コスト化を進展させる研究開発を進めるとともに、ディスプレイモジュールの「モノづくり」を支える高機能な周辺部材の開発・製品化に力を入れている。

1 はじめに

ネットワーク技術とユビキタス情報社会の進展とともに、情報

の出口として不可欠なディスプレイデバイスは、ますますその重要性を増している。デジタル家電の雄である薄型テレビでは、30型前後の画面サイズ領域で大型液晶が、40型以上のサイズでプラズマディスプレイがそれぞれ強みを發揮している。今

後、薄型テレビの本格的な普及期を迎えることが予想され、大型サイズに適した長尺のマザーガラスが使用できるプロセス設備の導入や、低価格化に向けたさまざまな部材の高性能化とコストの低減が研究開発の重要な課題となっている。

日立グループは、薄型ディスプレイの研究開発を進めるとともに、ディスプレイの「モノづくり」を支える高機能な周辺部材の開発・製品化に力を入れている。

ここでは、ディスプレイの構成材料として不可欠な光学関連部材、高機能なフィルム材料、およびモジュール実装部材を取り上げ、その機能や役割などについて述べる。

2 光学関連部材

2.1 ホログラム導光板

近年、情報・通信分野の発展に伴い、携帯電話などの機器では高機能化と高速化が進んでいる。これに用いる液晶ディスプレイでは、カラー化や高精細化が急速に進行しており、構成部材であるバックライトは、カラーフィルタの高色純度化に伴う透過率低下や画素の微細化による輝度低下を補うために、その高輝度化が望まれている。日立化成工業株式会社は、これに対応する独自の異形拡散技術を活用したホログラム導光板を組み入れたバックライトを2000年8月に製品化した。

光源に白色LED(Light Emitting Diode)を用いる中小型LCD(Liquid Crystal Display)用バックライトでは、導光板面に輝線が発生するという問題があった。これを防止するため、一般的には、導光板の表面に種々の光拡散パターンを一体成形している。しかし、既存パターンでは導光板からの出射光が円形に大きく拡散してしまうため、輝度が低下するという欠点があった(図1参照)。

開発したホログラム導光板では、光線を線状に拡散させる特性を持つホログラムパターンが一体成形されており、LEDのような点光源で発生する、光源間の黒ずみを緩和できるという特徴を持っている(図2参照)。また、これまでの課題であったLED間の垂直な方向の拡散は極小化でき、輝度の低下を防ぐことができる。この導光板の開発により、一般的なバックライトで使

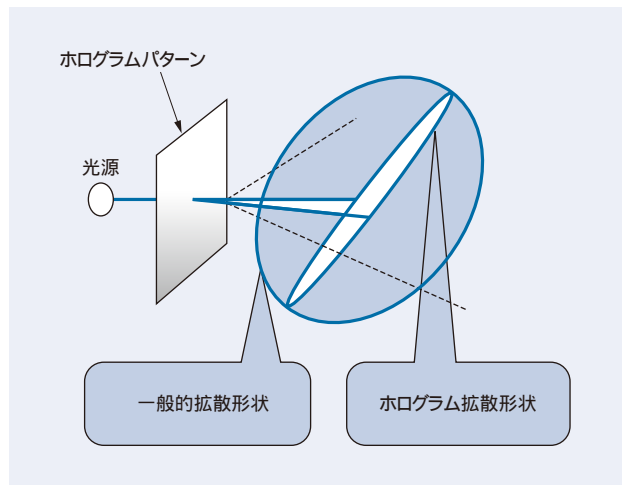
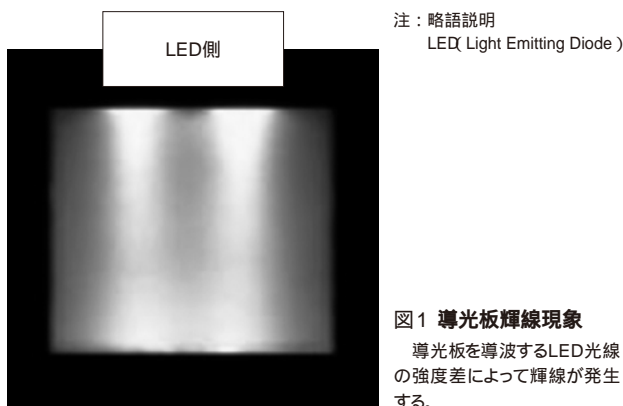


図2 ホログラム拡散形状

ホログラムパターンには、光線を線状に拡散できる特性がある。

表1 導光板の特性比較

バックライト条件は、サイズが2.2型、LED4灯で15 mAを入力した。

項目	従来品	開発品
輝度	2,800 cd/m ²	3,600 cd/m ²
均斉度	80%	82%
所要集光フィルム枚数	2枚	1枚
所要拡散フィルム枚数	1枚	不要

用しているプリズム型集光フィルムを2枚から1枚に低減することができる。現在、この導光板はカラー携帯電話を中心に、LCD用バックライトとして用いられている。今後は、LED光源を必要とする成長分野への用途展開が期待される(表1参照)。

2.2 マイクロレンズアレイ

MLA(Micro-Lens Array)は、直径が数マイクロメートルから数百マイクロメートルの微小レンズを一次元または二次元に配列したもので、CCD(Charge Coupled Device)イメージセンサや三次元表示素子、光通信などさまざまな光学機器に適用されてきている。日立マクセル株式会社は、MLAを光学機器の高機能化を図るキーデバイスの一つと位置づけ、光ディスク製造技術で培ったノウハウを生かし、新たなMLAの開発を進めている。これまで、産業光学機器向けに、レジストリフロードライエッチング技術を併用して作製したガラス製の高精度MLAを製品化してきた。

近年、MLAを液晶ディスプレイへ適用する動きも活発化している。例えば、液晶のバックライトユニットの直上に配置して光源から光路を制御することや、液晶プロジェクタの光源に組み込み、レンズによる集光作用を利用して光利用効率を高めるなどの適用法がある。また、半透過型液晶ディスプレイに適用した場合には、透過光を集光させて効率を高めるとともに、画素内の反射領域を広げて反射率を上昇させることができる。したがって、輝度と太陽光下でのコントラスト向上が可能となり、大きな利点が期待できる。

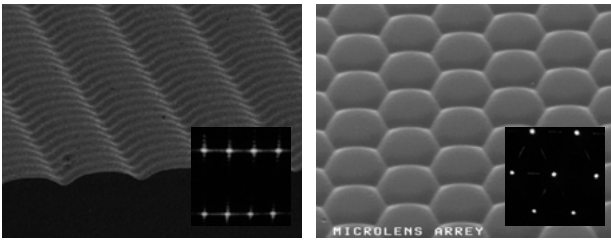


図3 ガラス基板上に形成したMLAのSEM像

外形 $150 \times 50 \mu\text{m}$ 、焦点距離 0.35 mm の長方形型レンズ(左)と、直径 $420 \mu\text{m}$ 、焦点距離 0.83 mm の六角形型レンズ(右)のSEM(走査電子顕微鏡)像および集光スポット像を示す。曲率が等方的に形成されているので、光が一点に集光する。これによって画素の光透過領域を小さくして反射率を高めることができるため、太陽光下でのコントラストが向上し、いっそう見やすくなる。このように、優れた性能を持つMLAの開発により、液晶ディスプレイの高性能化に今後も寄与していく考えである。

日立マクセル株式会社は、半透過型液晶パネル用の新しいMLA作製技術の開発に取り組んでいる。液晶画素とのアライメント精度を $\pm 1 \mu\text{m}$ 以内に制御して、液晶基板にレンズを直接形成するのが特徴である。試作したレンズのSEM(走査電子顕微鏡)像と集光スポット像を図3に示す。レンズ形状が六角形型や長方形型の球面レンズが形成できていることがわかる。総画素領域に対するアクティブな画素領域の割合であるフィルファクタは95%以上を実現しており、集光特性も良好であることを確認している。

このように、優れた性能を持つMLAの開発により、液晶ディスプレイの高性能化に今後も寄与していく考えである。

2.3 LCDカラー-フィルタ用カラー-レジスト

カラーレジストはサブミクロンの有機顔料をネガ型の紫外線硬化型レジストに分散させた液状レジストで、LCD用カラーフィルタの製造に使用されている。日立化成工業株式会社は、液晶テレビ向けLCD用およびモバイル機器、携帯電話向けLCD用カラーレジストの開発を進め、製品化している。

大型LCD用、特に液晶テレビ向けは色特性的に高コントラスト・高色純度が要求され、プロセス特性的には 1 m 角以上の大型ガラス基板で使用されるスリットコータでの塗膜均一性が要求される。一方、中小型LCD用、中でも携帯電話向けは、高色純度に加えて、高精細化が要求されるようになった¹⁾。

液晶テレビと携帯電話向けのカラーレジストは、顔料分散での樹脂および分散剤の種類と量を最適化することで顔料の高濃度化と微細安定化を行い²⁾、NTSC方式比で72%の高色純度と高コントラストを達成している(表2参照)。さらに、液晶テレビ用では、溶剤組成とレベリング剤組成を最適化し、スリットコータ塗布での塗膜均一性を向上させた。携帯電話用では、光開始剤組成の変更により、高精細化を達成している。

液晶テレビ用カラーレジストは、スリット塗布での膜厚ばらつきが3%以内で塗膜の均一性に優れ、コントラストを従来品より30%以上向上させたカラーフィルタを得ることができる(表2、図4参照)。また、携帯電話用カラーレジストではNTSC方式比で70%以上の高色純度を達成でき、露光マスク寸法通りの画素パターンを得ることができる。

表2 カラー-レジストの色度と輝度値

液晶テレビ用と携帯電話用でトップレベルの高色純度と高輝度を達成している。コントラストガラスレファレンスを10,000として計算した。

色度	輝度(cd/m^2)	色度(x値)	色度(y値)	コントラスト比
R	18.7	0.654	0.324	3,000
G	55.9	0.29	0.594	4,500
B	11.6	0.134	0.104	3,800
白バランス	28.7	0.304	0.327	

注：略語説明 R (Red), G (Green), B (Blue)

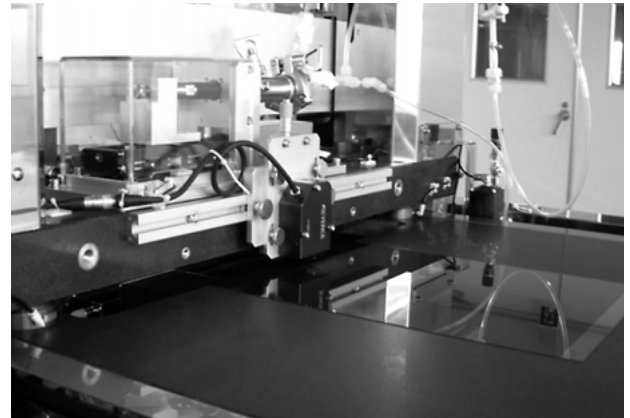


図4 スリットコータによる塗布例

評価設備による小型基板への塗布の様子を示す。量産装置や大型基板でも十分な膜厚均一性を達成している。

今後、液晶テレビ用途ではLEDバックライトに対応が可能な、色純度をさらに向上させたカラーフィルタが、また、携帯用途では薄膜で色純度の高いカラーフィルタがそれぞれ要求されると考え、これらに対応できるカラーレジストの開発を進めている¹⁾。

3 機能性フィルム

3.1 異方導電フィルム

LCDでは、ガラス基板上に形成された回路と駆動用のドライバチップのアウトリードとの接続のような、多数回路の接続が必要である。日立化成工業株式会社のACF(Anisotropic Conductive Film：異方導電フィルム)の「アニソルム」では、これら微細な多数の高密度回路の同時一括接続が可能である。

ACFは、導電粒子を分散させたテープ状接着剤である(図5参照)。接続すべき回路間にACFを挿入し加熱加圧することで、対向回路間の導電性と、隣接回路間の絶縁性を発現させ、かつ両基板を接着固定する(図6参照)。導電粒子としては、Niなどの金属粒子と金属めっき樹脂粒子の2種類が多用され、粒径は $2 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度である。粒子の分散制御やフィルム構成のくふうにより、分解能向上を得ている。

ACFの接着剤は20秒以下という短時間硬化と、使用時を考慮した室温2週間以上の保存性と、両立や、再加工性が



注：略語説明
ACF(Anisotropic
Conductive Film ;
異方導電フィルム)

図5 ACFの外観

ACFは導電粒子を分散させたテープ状接着剤であり、接続工程の自動化が容易である。

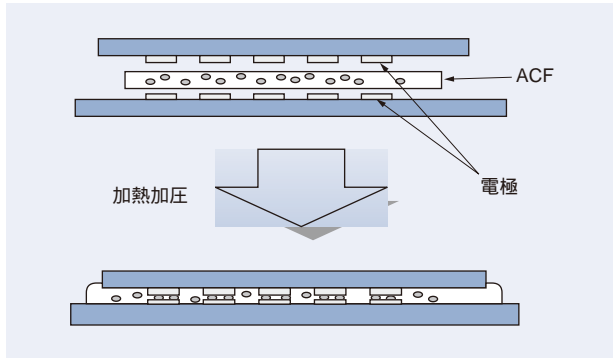


図6 ACFによる回路接続の仕組み

接続すべき回路間にACFを挿入し加熱加圧することで、異方導電接続が得られる。

要求される。さらに、最近のLCDでは、大型化や狭額縁化の傾向から、接続時のプリント基板のそりや、LCDパネルへの熱的影響の増大が問題化している。これらの対応策として、ACFの低温短時間接続への要求が一段と強くなっている。新規接着剤系は、従来系に比べて約40℃低温で短時間(150 / 10 s)の接続が可能であり、すでに広く用いられている。

ACFを用いた各種の実用化されているもののうち、COF (Chip on Film) は新しい実装方法であり、2層FPQ (Flexible Printed Circuit) に対する接着性や、チップとフィルムという接続の構成差に伴う応力を吸収する高い接続信頼性が要求される。さらに、ドライバチップを実装後に、リフロー炉を用いて表面実装部品を搭載するケースが多く、例えば260℃というACFの接続温度より高い温度の耐はんだリフロー性も要求される。日立化成工業株式会社は、これらに対応したCOF用ACFとして、接着剤に特別な配慮をし、実用化している。

最近、ACFは、LCD以外の新方式ディスプレイの接続や、半導体チップと基板とのフリップチップ接続にも多用され、また、低温接続や鉛フリーなどが可能な環境に配慮した材料としても注目されている。ACFの技術は、実装方法の変革に関連するものの、信頼性を維持して分解能や生産性をいかに向上させるかに要約されると考える。日立化成工業株式会社は、今後も顧客のこのようなニーズを踏まえた特性向上に努めていく考えである。

3.2 電磁波シールドフィルム

PDP (Plasma Display Panel) は、大型、薄型、自己発光

型の高精細画像を特徴とし、急速に普及し始めている。一方、その発光原理から、周辺機器のノイズの原因となる電磁波を放射するという課題がある。そのために、これらを防御するためのフィルタが必要となってくる。許容される電磁波の量は、法律によって規制され(わが国では自主規制)、VCCI (情報処理装置等電波障害自主規制協議会)による産業用のクラスAと、さらに厳しい民生用のクラスBに分けられる。

日立化成工業株式会社のPDP用電磁波シールドフィルム「ESシリーズ」は、フィルタに適用することによって、VCCIのクラスBを満足するためのものであり、国内外の多数のフィルタメーカーへの納入実績を持つ。「ESシリーズ」の特徴は以下のとおりである³⁾。

- (1) 優れた電磁波遮へい特性
- (2) 高い可視光透過性(80%以上)
- (3) 高設計自由度(ピッチ、バイアス角度など)
- (4) 大型対応性(最大80型 1.0 m×1.9 m)

その構成は、ポリエステルフィルム上に接着剤を介し、ピッチ250~300 μm、ライン幅約10 μmと、目視では容易に認識できない銅のメッシュが形成されたものである(図7, 8参照)。このメッシュは、可視光透過性を増すために透明化樹脂で被覆

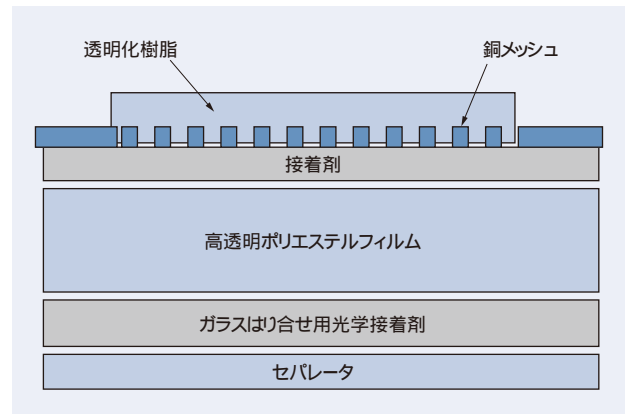


図7 電磁波シールドフィルムの構成

銅のメッシュは、ポリエステルフィルム上に接着剤で接着される。ライン幅は約10 μmなので、目視では認識できない。

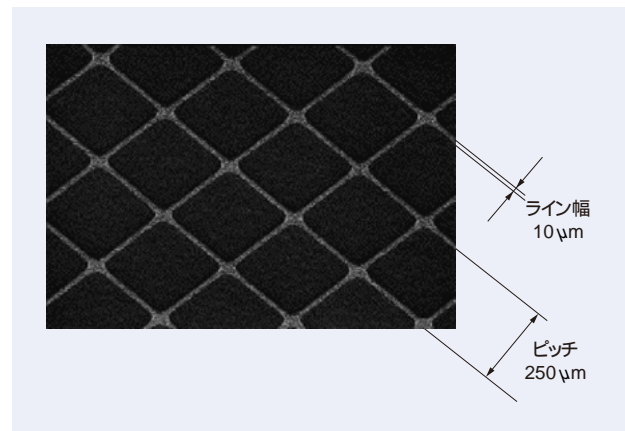


図8 電磁波シールドフィルムの銅メッシュ部のSEM写真

銅のメッシュは透明化樹脂で被覆され、可視光透過性が増している。

されている。さらに、ポリエステルフィルムのもう一方には、電磁シールドフィルムをフィルタガラスにはり合わせるための光学接着層が形成されている。

今後は、近赤外線吸収機能などの機能付加製品の開発を進めていく考えである。

3.3 ディスプレイ用反射防止フィルム

PDPやLCDといった表示デバイスの表面は、外光による表面反射や映り込みを抑えるために反射防止フィルムを設けることが不可欠になりつつある。現在では、大面積化・低コスト化要求に対応するためにウェットコーティング法による成膜方法が主流となっている⁴⁾。

日立マクセル株式会社は、可視光広帯域で低反射、かつ淡い反射光色の高性能3層反射防止フィルムを開発した(図9参照)。これは、PET(Polyethylene Terephthalate)フィルム基体上にハードコート層、中屈折率層、高屈折率層および低屈折率層をウェットコーティング法によって積層した構造を持つ。屈折率の異なる薄膜を適切な膜厚で積層し、光学的な干渉作用を利用することにより、反射光を低減させている。

3層反射防止フィルムの反射スペクトルを図10に示す。視感度平均反射率は0.5%であり、ドライ法で形成した反射防止フィルムの反射特性に近いものとなっている。反射光色は、広帯域で低反射化しているため、淡い青色で、耐久性も実用的なものとしている。

今後は、価格と性能のバランスの取れたシンプルな層構成の反射防止フィルムや、他の機能と複合化した反射防止フィルム(例えばPDP光学フィルタ向けの近赤外線吸収機能、電磁波遮へい機能との複合化)などの開発がトレンドとなるものと考えられる。

4 実装部材

4.1 大型液晶ディスプレイ用COFテープキャリア

大型液晶ディスプレイの使用拡大に伴い、液晶を駆動させるIC(ドライバIC)を搭載するTAB(Tape Automated Bonding)用テープの生産が増大している。従来のTABテープ法の特徴は、ICチップを搭載する部分に開口(デバイスホール)を設け、チップの電極と接続させるためのインナリードがホール周辺から中央に突き出している「フライングリード構造」にある(図11参照)。

液晶ディスプレイの高機能化に伴う電極数増加の一方で、パッケージのトータルコスト削減のため、ICチップの小型化が進んでおり、チップ上の電極パッドの配置ピッチがますます狭くなってきている。これに合わせて、TABテープのインナリードピッチ微細化への要求も強まっている。このため、日立電線株式会社は、毎年およそ5 μm の比率でリードピッチを微細化させ

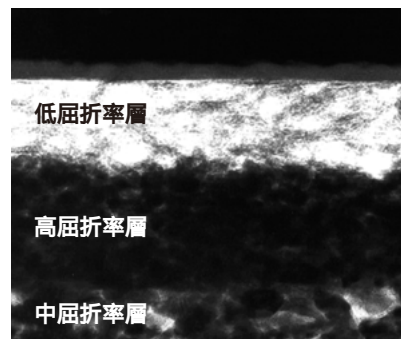


図9 3層反射防止層の透過電子顕微鏡断面写真

PET(Polyethylene Terephthalate)フィルム上に4 μm のハードコート層、0.1 μm の中屈折率層、0.15 μm の高屈折率層、および0.1 μm の低屈折率層を積層した。各層は、屈折率の異なるナノ粒子を分散したUV(Ultraviolet)光硬化型塗工液から形成する。

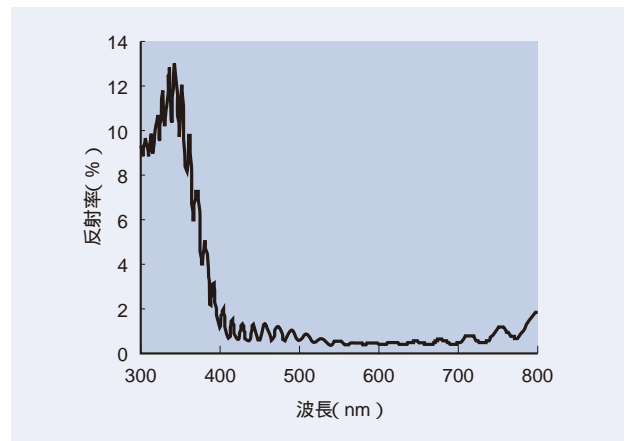


図10 3層反射防止層の反射スペクトル例

反射防止層を形成していないIPET裏面側をサンドペーパーで研磨し、黒の油性インキで塗りつぶした後、2度と、-2度の正反射率を分光光度計で測定した結果を示す。

てきた。しかし、ピッチが40 μm を下回る微細な配線をフライングリード構造で形成することはきわめて困難になってきた。

そのため、デバイスホールから突き出した構造のリードではなく、ポリイミド上に形成したリードにICチップをフリップチップ接合するCOFパッケージが考案され、これに対応した40 μm ピッチ以下の微細配線を持つテープが開発、製造されるようになった⁵⁾。COFテープ法でのICチップを接合する概念を図12に示す。COFテープによるインナリードとICチップの電極との接合は、通常、ポリイミドテープ面側からリードとICチップを透かしして位置合わせしてボンディングする方法を採用するため、ポリイミドテープに透明性がある新たな材料を採用した。また、狭ピッチリードを持つCOFテープでは、エレクトロマイグレーションの発生が懸念されたため、エッチング工程はもちろんのこと、材料や薬液の選定、洗浄工程の強化などを図り、その耐性を向上させた。この結果、日立電線株式会社で、最小リードピッチ30 μm のCOFテープの量産が可能となった。

今後、高機能、多ピン、小型液晶ドライバを実現するためには、狭ピッチCOFテープの量産に加え、搭載するICチップのいっそうの小型化や新たな接合技術の開発など、総合的な技術の確立が必要とされる。したがって、ICチップメーカーやパッケージメーカー、材料メーカー、テープメーカーなど、関係各社の協調体制がますます重要になるものと考えられる。

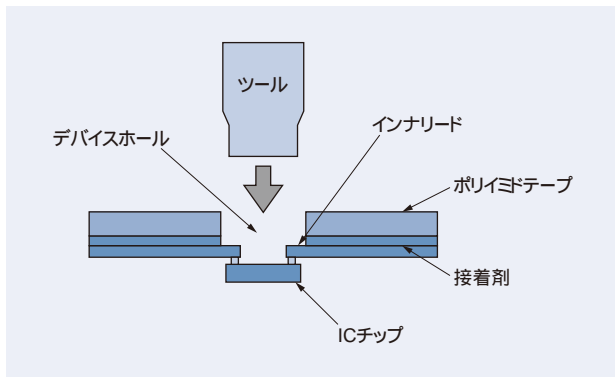


図11 TAB接続法の概要

TAB (Tape Automated Bonding) テープとドライICの接続は、無電解スズめっきを施したインナリードをICの電極パッド上の金パンプと画像認識によって位置合わせして行う。

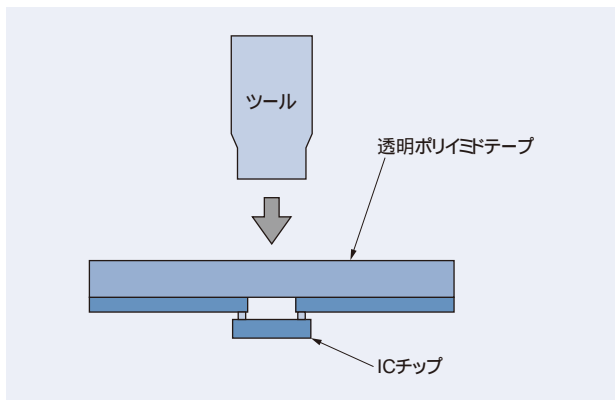


図12 COF接続法の概要

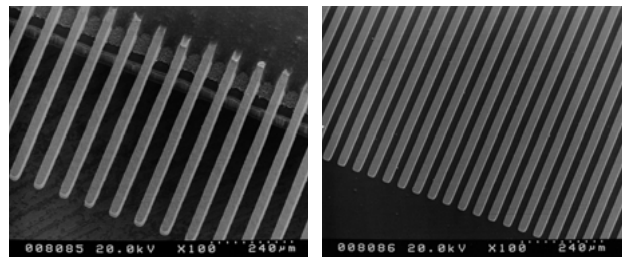
COF (Chip on Film) テープによるインナリードとICチップの電極との接合では、通常、ポリイミドテープ面側からリードとICチップを透かして位置合わせし、ボンディングする方法を採る。

5 おわりに

ここでは、ディスプレイモジュールの関連部材として、光学関連部材であるホログラム導光板、マイクロレンズアレイ、LCDカラーフィルタ用カラーレジスト、機能性フィルム材料である異方導電フィルム、電磁波シールド、反射防止フィルム、さらに、モジュール実装技術であるCOFの開発状況と製品仕様について述べた。

ディスプレイデバイスは、材料とのすり合せが重要な技術分野であり、海外生産の流れが、わが国の材料・部品技術力の高さを生かすことができる国内生産へ回帰しつつある。

日立グループは、今後のデジタル家電やモバイル機器の発展に貢献するため、引き続きディスプレイの「モノづくり」を支える高機能な周辺部材の研究開発に力を入れていく考えである。



(a) TABテープのリード (フライングリード構造) (b) COFテープのリード

図13 TAB法とCOF法に用いるインナリードのSEM写真

COF法では、40 μmピッチ以下の微細配線を持つインナリードを使用する。

参考文献

- 1) 日経マイクロデバイス編：フラットパネル・ディスプレイ2004 実務編，日経BP社
- 2) 佐藤：顔料分散技術67，技術情報協会(1993)
- 3) 野村，外：日立化成テクニカルレポート，No.42(2004.1)
- 4) 花岡英章，外：反射防止膜の特性と最適設計・膜作製技術，技術情報協会，pp.139～191(2001.10)
- 5) 珍田 聡：大型液晶ディスプレイ用TAB・COFテープキャリア，エレクトロニクス実装学会誌，Vol.7，No.5，p.38(2004)

執筆者紹介



椎木 正敏

1985年日立製作所入社，日立研究所 材料研究所 所属
現在，ディスプレイデバイスの研究開発に従事
SID会員，応用物理学会会員，蛍光体同学会会員
E-mail：mashiiki@gm.hrl.hitachi.co.jp



今泉 純一

1982年日立化成工業株式会社入社，機能性フィルムビジネスユニット 五所宮プロダクトセンタ 開発グループ 所属
現在，EMIシールドフィルムの開発に従事
E-mail：j-imazumi@hitachi-chem.co.jp



宮田 照久

1983年日立マクセル株式会社入社，情報メディア事業本部 テープ製品事業グループ アドバンスドテープ事業部 設計部 所属
現在，機能性フィルムの開発に従事
高分子学会会員
E-mail：teruhisa-miyata@maxell.co.jp



珍田 聡

1983年日立電線株式会社入社，半導体材料事業本部 パッケージ材料製造統括部 開発部 所属
現在，新規電子部品搭載用基板の開発に従事
工学博士，技術士(金属部門)
表面技術協会会員，エレクトロニクス実装学会会員
E-mail：chinda.akira@hitachi-cable.co.jp