

原田 種真
T. Harada

安江 真人
M. Yasue

液晶ディスプレイのドライバ回路の実装には、TAB (Tape Automated Bonding) 実装が多く用いられている。表示の高精細化や外形の小型化などによって、ガラス基板と TCP (Tape Carrier Package) の接続リードは年々狭ピッチ化が進み、最新の製品では 70 μm ピッチレベルの微細接続が必要とされている。加えて、液晶ディスプレイの低価格化への要求も強く、材料、プロセス、装置の各分野についての総合的な取組みがより重要度を増している。装置面では、より高精度で生産性の高い製造装置が求められており、これらの要求にこたえるため狭リードピッチ接続への対応と量産性を兼ね備えた液晶 OLB (Outer Lead Bonding) ラインを新たに開発した。

The tape automated bonding technique is widely applied to the process of mounting driver circuits onto liquid crystal displays. To make LCDs higher in resolution and smaller in size, the bonding lead pitch of the glass substrate and tape carrier package (TCP) has become increasingly narrow. The latest LCDs have leads with a pitch of 70 μm , while at the same time, low-cost LCDs are in great demand. Hence, there is growing need for a total approach that takes into consideration both the manufacturing processes and the manufacturing equipment.

Toshiba has developed a new outer lead bonding (OLB) system for LCDs which has both high accuracy and high productivity. This paper describes our new OLB system.

1 まえがき

テープキャリアを介して IC を実装する TAB 実装方式は、電子機器の小型・軽量化に伴って適用範囲が広がっている。OLB の適用形態としては液晶用、ASIC (用途特定 IC) 用、プリント基板用などが主であり、なかでも液晶ディスプレイへの適用はここ数年で著しい伸長を見せている。

液晶ディスプレイの実装は、駆動用 IC を実装したプリント基板とガラス基板とを接続する方式から始まり、フレキシブルプリント基板の利用を経て現在の TAB 実装が主流となっている。

最近のパソコンのカラー化、高精細化 (SVGA (Super Video Graphics Array) の採用)、小型化 (A4 \rightarrow B5 サイズ) などによって、液晶ディスプレイも目まぐるしく進歩している。

表示画面の高精細化、小型化、モジュールの狭額縁化 (画面サイズにモジュール外形を近づける)、低価格化などの製品要求によって、TCP は狭リードピッチ化、多ピン化に加えて、折り曲げタイプ、スリムタイプなど TAB 実装の特長を生かした形態展開が行われている。特に、単純マトリクス液晶のカラー化に伴う 2 画面駆動方式 (接続リード数が 2 倍) と TFT (薄膜トランジスタ) 液晶での片側駆動方式 (3 辺

実装 \rightarrow 2 辺実装) の登場により、部材の発達と相まって 100 μm ピッチ以下の狭ピッチ化が急激に進んでいる。

当社では、製品展開に沿った形での製造装置開発を当初から進めており、1994 年度に 70 μm ピッチに対応した OLB ラインを開発した。ここでは、狭ピッチ接続技術と開発したラインについて紹介する。

2 実装工程と設備

液晶ディスプレイへの実装は、ガラス基板へのドライバ TCP の実装、周辺回路基板への電子部品の実装および TCP 入力リードの接続に分けられる。前者はガラス基板との接続を特長とする ACF (Anisotropic Conductive Film) 接続で、後者はプリント基板へののはんだ接続である。ここでは前者の ACF 接続工程について述べる。

ACF 接続工程は以下に述べる三つの工程要素から成っている。工程例を図 1 に示す。

- (1) ACF はり付け ACF をガラス基板または TCP のリード部に供給する (はり付ける) 工程である。ガラス基板側に供給する場合と TCP 側に供給する場合とで、詳細工程と製造装置が異なる。それぞれに特長があり、生産形態に合わせて選択する必要がある。

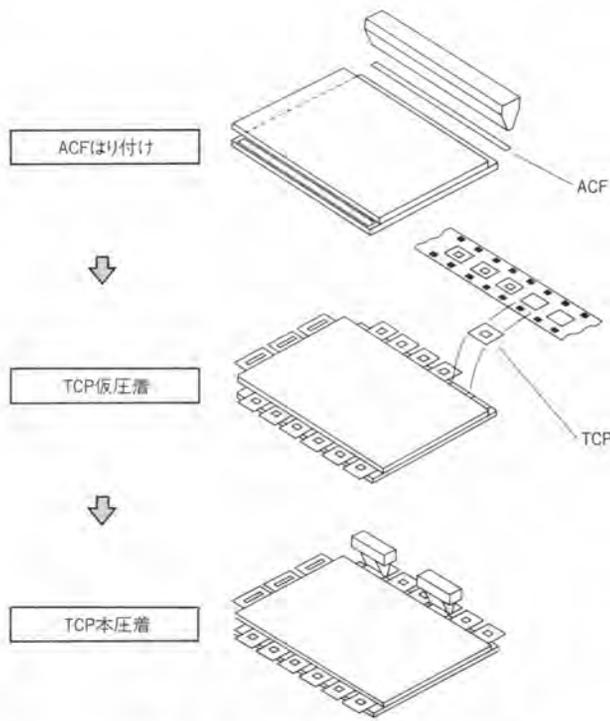


図1. ACF 接続工程の例 ACFを用いたガラス基板とTCPの接続工程の例を示す。

Example of ACF bonding process

- (2) TCP 仮圧着 ガラス基板とTCPを位置合わせして装着する工程である。ここでは、位置合わせ、装着の精度がポイントとなる。また、TCPの供給形態もリールツールリールでTCPテープを打ち抜きながら供給する方式と、打抜き済みのTCPをトレイで供給する方式がある。
- (3) TCP 本圧着 接続するリード部を加熱加圧し接合する工程である。この工程は、ACFの硬化時間の関係からおおよそ20秒間の加熱加圧が必要であるために、仮圧着工程と分離されている。加熱方式としては、常時加熱したヒートブロックによって加熱するコンスタントヒート方式と、抵抗加熱を利用して加圧時だけ加熱するパルスヒート方式がある。さらにツール形状による違いとして、一辺を一括して圧着するロングバー方式とTCPごとに圧着するショートバー方式があり、ショートバーをTCPの個数分独立させて圧着するマルチヘッド方式などもある。

OLBラインは、基本的に前出の三つの工程要素ごとにACFはり付け装置、TCP仮圧着装置、TCP本圧着装置と、それに付随するローダ、アンローダの組合せで構成される。

3 狭ピッチ接続技術

3.1 狭ピッチ接続に要求される精度

70 μm レベルの狭ピッチ接続を実現するためには、接続

リード部のリード重なり量を確保し、接続に關与するACFの導電粒子数を確保することと、隣接するリードの絶縁間隔を確保することが重要である。これに影響する精度因子としては、次に挙げるものがある。

- (1) 部材精度 ガラス基板のパターニングは薄膜プロセスであるため、精度は安定している。問題はTCPの寸法精度で、ベース材のポリイミドの膨張、収縮などのTCPテープの製造プロセスの影響を受け、ロットによるばらつきなど累積リードピッチの面で安定性に欠ける。銅リードのトップ幅とボトム幅の差を小さくし、ピッチに対するトップ幅を安定して確保することも重要である。
- (2) 仮圧着精度(装着精度) ガラス基板とTCPのリード位置合せ精度の問題であるが、両者の累積リードピッチは異なるため、中心位置での位置合せが必要となる。装置への依存性が高い因子であるが、TCPの反りやリードの表面状態、ACFはり付け後のガラス基板リードの認識性なども影響を及ぼす。
- (3) 本圧着精度 加熱加圧によって、TCPがリード幅方向に伸び、両者のリード位置にずれが生ずる。伸び量の絶対量については加熱温度の影響が大きく、ずれ量については加圧の均一性が大きく影響するため装置依存性が高い。加熱温度と加圧力の均一性を保ち、いかにばらつきを押さえるかがポイントとなる。

これらの因子が複合的に作用して総合的な実装精度となり、接続信頼性に影響を及ぼすため、部材、プロセス、装置の各分野での総合的な取組みが重要である。

3.2 仮圧着精度の向上

高精度位置合せでは、おのおののリード位置を検出する視覚認識処理の精度と検出量を補正して装着動作を行う装置機構の精度が仮圧着精度に影響を及ぼす。視覚認識では、1台のCCDカメラでガラス基板リードとTCPリードを突き合わせた状態で相対位置を検出する1視野相対位置認識方式を採用している。

図2に示すこの方法では、各リード個別に認識する方式と比較して、①カメラ間の位置関係の補正が不要である、②カメラの位置ずれなどの機械的影響を受けない、③補正移動量が小さい、④光学系ユニットが1セットでよいなどの利点をもつが、照明方法、機器配置などにくふうが必要となる。開発当初からこの方式を採用しているが、微細ピッチ対応にあたって、光学機器の最適化と濃淡画像処理ソフトウェアの大幅な改善を行った。機構部では、装置各部の振動の影響を小さくするために、振動原因の排除と振動部分との絶縁を行った。また、装着機構部の機械剛性を上げる改善も並行して行った。

これらの施策により、仮圧着精度は5 μm 以内(3 σ)で安定している。

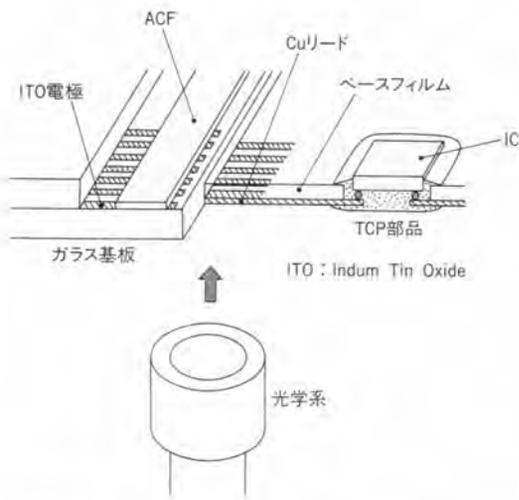


図2. 1視野相対位置認識 1視野でガラス基板リードとTCPリードの相対位置を検出する。

Simultaneous recognition of relative positions of leads

3.3 本圧着精度の向上

本圧着では、精度確保を第一に考えてTCPを個別に加熱加圧するショートバー方式を採用した。

ショートバー方式はロングバー方式と比較して、実装精度に大きく影響を及ぼす加熱温度の均一性と加圧面平行度の均一性の面で優れている。また、精度確保には圧着機構部の機械剛性も重要となるが、ショートバー方式ではヘッド当たりの加圧荷重がロングバー方式に比べてはるかに小さいため、圧着機構部の剛性を確保しやすく、この点にも十分配慮した設計となっている。

一方、1ユニット当たり2ヘッド構成として、生産性を上げるとともに、ヘッド周囲に十分なスペースを確保したため平行度調整なども容易で、段取替え作業も短時間でできる。

図3に示すように仮圧着精度と本圧着精度(本圧着時のずれ量)を合わせた実装精度は $\pm 7\mu\text{m}$ 以下(3σ)となり、TCPの伸び量も安定しているため、 $70\mu\text{m}$ レベルの狭ピッチ接続が十分に可能である。

3.4 リードずれ量の検査

ACF接続の評価手法として、カラー画像処理を利用したリードずれ量検査技術を開発した。仮圧着後の装着精度測定、本圧着後の実装精度測定、接続状態の判定などがリアルタイムで行える。

測定方法としては、ガラス基板側のリードを認識するための同軸落射照明と、TCP側のリードを認識するための斜光照明に異なった色のフィルタを入れることで、重なっているガラス基板とTCPのリードを色分けして認識し、両者の相対位置を同時に検出する。

ガラス基板とTCPに専用の認識マークを設けて装着後のずれ量を検出する方式は従来にもあったが、前述したように判定基準となるリードどうしの重なり量や隣接するリードの

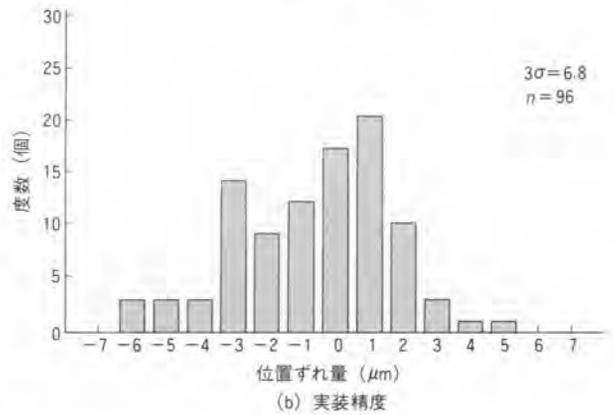
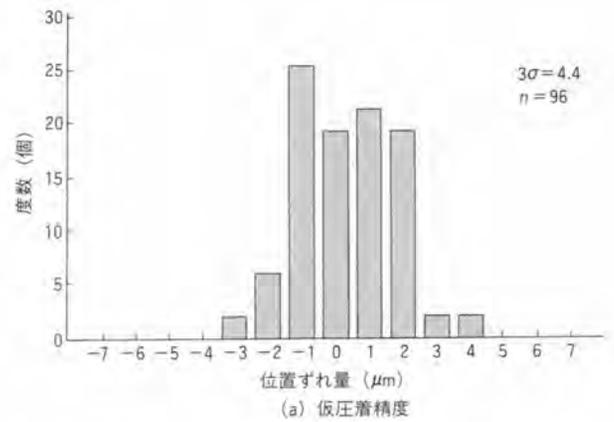


図3. 仮圧着精度と実装精度 テストサンプルによる仮圧着精度分布と実装精度分布(リード中央位置での評価)。

Placement accuracy and bonding accuracy

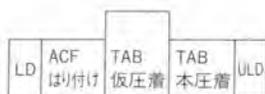
絶縁間隔は、今回開発したようにリードそのものを検出することでだけ可能となる。

これらの開発により精度評価が短時間に行え、微細接続の開発環境が格段に改善された。

4 ライン構成

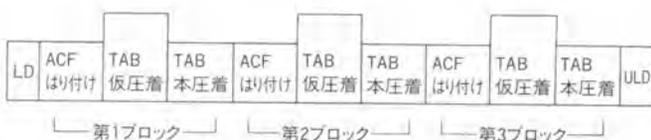
OLBラインの装置構成は、基本的に前出の三つの工程設備と付随装置の組合せとなるが、図4に示すようにガラス基板の各辺への実装工程を1台ごとの装置で順次行うシングルブロック構成と、シングルブロックを複数連結して各ブロックで1辺ごとに実装して行くマルチブロック構成が考えられる。タクト、スペース、品種段取替え、稼働率などの要因を考慮して選択する必要がある。

狭ピッチに対応したOLBシステムを開発するにあたって、接続プロセス、生産性、設備価格を中心に検討を行い、ラインの装置構成はシングルブロックを2連続したセミマルチブロック構成とした(図4(c))。第1ブロックはコモン端子側(短辺側)を実装し、第2ブロックではセグメント端子側(長辺側)を実装する。各装置を小型化、単純化して設備価格を抑えつつ、生産能力への要求を満たした。

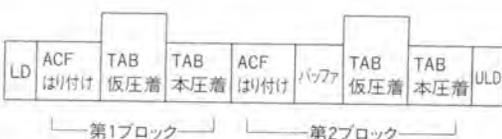


(a) シングルブロック

LD : ローダ
ULD : アンローダ



(b) マルチブロック



(c) セミマルチブロック

図4. OLBラインの装置構成 シングルブロック、マルチブロック、セミマルチブロックと装置の組合せによって特長をもったラインが構成できる。

OLB system for LCDs

生産性の面では、第2ブロックのACFはり付け後にバッファユニットを配置することで、下流装置の無停止稼働を可能とし、ラインの稼働率を向上させている。バッファユニットより上流の装置は部材交換での停止が発生するが、実装するTCP数が少ないため下流の装置よりもタクトが速く、バッファユニットにガラス基板がストックされる。上流装置停止中は下流装置にこの基板が供給されるため、下流装置はこれらの影響を受けない。下流装置ではセグメントTCPの部材供給が発生するが、供給部を2連装備することによって順次無停止で部材供給ができる。

ラインのタクトタイムは、TCPの装着時間と本圧着の加熱時間によって決定される。TCPを装着する仮圧着装置は、機構の見直しや視覚認識処理の高速化などによって、装着タクトを従来装置の5秒/TCPから3.5秒/TCPに高速化した。一方、加熱時間はACFを十分に硬化させる必要からプロセスへの依存度が高いため、加熱時間とラインタクトの関係から装置台数を調整した。

ラインの各装置はラインコントローラによって統括的に制御している。品種データや稼働率データの管理などを一元化しており、品種切替えも短時間ででき、稼働状況も瞬時に把握できる。

ガラス基板の搬送は、安定性とガラス基板間隔への影響の点から下方支持のシャトル搬送方式とし、ガラス基板をすくい上げるような状態で安定感のある確実な移載、搬送を行う。各装置でのガラス基板の位置決めには画像処理を採用しており、基板端部への機械的接触を避けるシステムとなっている。狭ピッチ化と狭額縁化の流れから、リード部分のスペースが狭くなってきており、ACFのはり付け位置、本圧着時のツール位置の精度向上が必要であり、画像処理による位置決めが効果的である。

ラインの外観を図5に示す。



図5. 70 μ mピッチ対応液晶OLBライン 微細ピッチ接続が可能で生産性の高い新開発の液晶OLBライン。

Machine arrangement of OLB system for LCDs

5 あとがき

70 μ mピッチレベルの微細接続が可能な生産性の高い液晶OLBラインを開発した。製品の進展とともに製造装置への期待も高レベルになってきている。今後は画面大型化への対応や製品の低価格化への寄与がより重要になると思われる。材料、プロセス、装置についての総合的な取組みをいっそう強化し、より効率的なシステムの構築を旨としていく。



原田 種真 Tanemasa Harada

1983年入社。半導体・電子部品の実装機の研究・開発に従事。現在、生産技術研究所生産技術企画担当主任研究員。
Manufacturing Engineering Research Center



安江 真人 Masato Yasue

1984年入社。半導体・電子部品の実装機の研究・開発に従事。現在、生産技術研究所メカトロニクス開発センター主務。
Manufacturing Engineering Research Center