

エプソンが誇る最先端チップ・オン・ガラス実装技術

世界初「樹脂コアバンプ」の開発で次世代の高精細液晶パネルにいち早く対応

チップ・オン・ガラス (COG) 技術は、中・小型液晶パネルの製造において、ガラス基板に駆動IC (パネルの画素をコントロールする集積回路) を直接かつ効率的に接合するために使われる方法だ。ICのパッケージ化や、個別の回路基板を用意する必要がないため、ディスプレイの小型化が容易となり、携帯電話機やPDAなどのポータブル機器には最適な技術といえる。

COG技術は、20年近くにわたって広く使われてきた。しかし、ディスプレイの高解像度化が進むにつれて、より集積度の高い接続が求められるようになり、COG技術は破綻の危機に立たされていた。

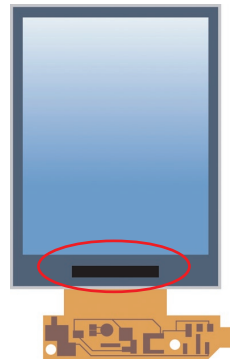
「エプソンが樹脂コアバンプ(*)実装技術と呼ばれる、業界初の接合方式の開発に着手した背景には、そうした事情があったのです」と、同社先端技術開発センターの田中秀一主任は振り返る。「この技術を開発したことで、新たな高精細ディスプレイの時代を迎えても、COG技術は生き続けることができるでしょう」。

従来型COG技術の場合、電解金バンプと「ACF (異方

*バンプ: 基板とICを直接接続するために、半導体チップの表面上に形成された突起電極

性導電フィルム)」と呼ばれる接着性導電フィルムを用いて、駆動ICとガラス基板を接合する。ACFは、実際には微細な導電粒子が分散された非導電性フィルムで、金バンプとガラス基板上の電極パッド (画素の切り替え制御を行うトランジスタ列への接合部) の間に捉えられたACFの導電粒子が、電気的接続を可能にしている。

しかし、携帯電話やデジカメ、音楽再生プレイヤーに搭載されるディスプレイのさらなる高精細化が求められるなか、COGプロセスは次第にその限界が見えてきた。すでに日本では携帯電話用ディスプレイの解像度はQVGA (320×240画素) が一般的で、最近ではワンセグの導入をきっかけに、ワイド型QVGA (400×240画素) も急速に進んでいる。将来は、動画やテレビ番組を今よりもさらに高画質な画面で視聴したいという需要が高まるだろう。

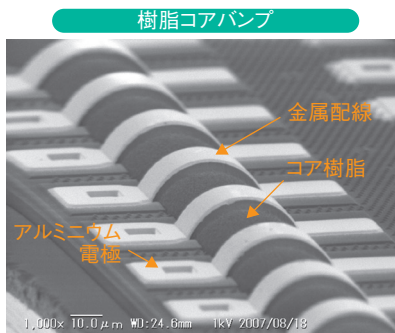
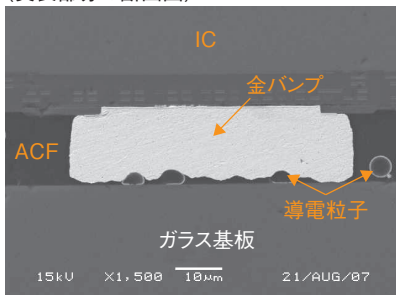


LCDパネルのガラス面にドライバICが実装され、ここにCOG技術が使われる。(赤の円の部分)

樹脂コアバンプと金バンプの構造比較



(実装部分の断面図)



(実装部分の断面図)



ディスプレイの高解像度化はすなわち、駆動ICと基板上の電極パッド間の接続密度を向上させることでもある。次世代の高解像度ディスプレイでは、バンプのピッチ (間隔) 幅を現在の約30マイクロンから、10マイクロン程度にまで縮小することが必要となる。「しかし、金バンプのような従来の実装技術では、ここまでの微細なピッチは実現できません」と田中主任は指摘する。「そのためメーカーは一時しのぎの策として、現在のピッチ幅でバンプを多列化する方法を取ってきました」。

しかし問題はそれだけにとどまらなかった。実際の電気接続は、ACFの導電粒子を介したバンプの接続面に限定される。このため、仮にピッチを微細化するためにバンプの面積を縮小すると、伝導性及び接続の信頼性が損なわれる可能性がある。一方、それを避け

るために隣接するバンプ同士の距離を単に小さくしただけでは解決にならない。今度は回路のショートといった新たな問題がでてくるからだ。

「ショートの危険を避けるため、通常はバンプとバンプの間に導電粒子の直径の3倍にあたる距離を必要とします」と田中主任は説明する。「粒子の直径は約3～5マイクロンですから、バンプ間の距離は10マイクロン以上でなければなりません」。

こうした諸問題を検討した結果、田中主任とその研究チームは、「金バンプとACFを使う従来のCOG実装技術では、超微細ピッチにした場合の信頼性を確保できない」という結論に達した。

しかし、新たなバンプ構造とそれに付随する接合技術の開発が不可欠と思われる一方で、それによって接合方式が大幅に変わり、新規の設備投資が必要になるような提案は通るはずがない。研究チームはこうした点も考慮しなければならなかった。

さまざまな問題を分析した結果、導電性ACFフィルムを使わない方法を目指すことに決まった。そしてACFの代わりに採用したのがNCF（非導電性フィルム）だ。NCFは基本的に、ACFから導電粒子を取り除いたもの。NCFの効果はすぐに明らかとなった。接合部分にNCFを挟む必要がないため、バンプとガラス基板を直接接触させることが可能になったのだ。

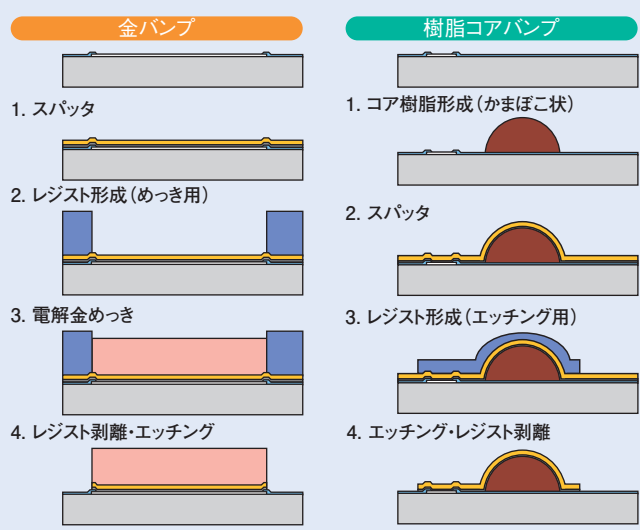
「この方法だと電極同士が従来よりも大きな面積で接合するため、電気抵抗を抑えて信頼性を向上させることができます」と田中主任は指摘する。「これがバンプ幅の縮小につながり、ひいては狭ピッチ化が可能となるのです」。

NCFによる安定した接合を得るため、技術者たちはバンプの材料を見直す必要があった。そして新たに採用したのが樹脂だ。樹脂をかまぼこ状に加工して、バンプのコアとして基板上に施した。

接合プロセスにおいて樹脂のコアに圧力が加えられると、その圧力により樹脂の半球形に突き出た部分がNCFを排除し、樹脂が基板に対して平らになるまで変形することにより、大面積での接合を可能にした。同時に熱を加えて接着フィルムを硬化させ、接合プロセスが完了する。

IC電極の形成に関しては、薄膜半導体プロセスを利用。従来の標準的なCOGプロセスで使われる、精度に欠ける複雑な金メッキプロセスが不要となるだけでなく、より微細な電極の形成が可能になる。

バンプ製造工程の比較



樹脂コアバンプでは従来の金バンプで使用されていた金めっきの薬液量を削減でき、環境負荷の低減を可能にしている。

田中主任によると、従来プロセスに対する樹脂コアバンプCOG実装技術の利点は主に3点。「まず、格段に狭いピッチを達成できること。そして接合プロセスの効率性が高く、使用する材料も安いいため、コストを大幅に削減できること。最後に樹脂バンプは接合の安定性が高く、熱に対する耐性が高いこと」。

これらの特長により製品設計の柔軟性が上がるとともに、チップのサイズを格段に縮小できるため、ウエハー1枚あたりから採れるチップ数も増やせるという。また、従来の電解金バンプ技術と異なり、新COGプロセスは薬液の使用量も大幅に減らすことができるため、環境への負荷も大いに軽減される。さらに、全ての工程が既存のCOG設備を使って実施できるため、「実装設備に新たに投資する必要がありません」と田中主任は強調する。

エプソンは来年ははじめから樹脂コアバンプの量産を開始する予定だ。また、応用領域を拡大させるため、他社とも協議を進めているという。「業界他社と提携し、樹脂コアバンプCOG実装技術を次世代ディスプレイの業界標準に育て上げること、それが私たちの目標です」。

(原文は英語。取材／執筆：ジョン・ボイド)

※本稿の内容は執筆時点（2007年10月）の情報に基づくものです。