

# CMOS センサモジュールの超小型実装技術

Small-Scale Packaging Technique for CMOS Image Sensor Module

瀬川 雅雄  
SEGAWA Masao

小野 美智子  
ONO Michiko

特集  
II

デジタル画像の記録媒体であるデジタルカメラは、高画質化の進展とパソコンでの画像処理の簡便性から、急速に市場を伸ばしている。当社は、業界で初めて 33 万画素 CMOS (相補型金属酸化膜半導体) 画像センサチップを用いた小型・軽量デジタルカメラを商品化した。このイメージセンサモジュールは、フレキシブル基板 (TAB テープ) と光学ガラス、および CMOS センサのペアチップを簡便な製造プロセスで積層モジュール化した TOG 実装方法を適用した。CMOS センサと TAB テープの電極との接続方法として、異方性導電ペーストを用いた熱圧着技術を業界で初めて開発し、適正な製造プロセス条件と広範囲なボンディング マージン、および高いモジュール信頼性を確認した。

The market for digital still cameras as image storage devices has been rapidly expanding with the improvement of picture quality and the advantage of easy image processing using PCs. Toshiba has commercialized a small and lightweight digital still camera using a 330k-pixel CMOS image sensor. We have developed a new, thinner and smaller image sensor module called the TOG (TAB on glass) module, using the anisotropic conductive paste (ACP) interconnection method. The TOG production process was established using processes of both optical glass bonding and CMOS chip bonding to the TAB tape. We have confirmed that our production process provides sufficient bonding margins and high reliability.

## 1 まえがき

データ圧縮技術や記録媒体の進展とともに、携帯情報機器が盛んに市場に投入されている。画像記録媒体であるデジタルカメラは、ますます高画質化が進み、パソコン (PC) を使って簡単に画像を取り込めるため、急速に需要を伸ばしている。

当社は 1997 年 7 月、33 万画素 CMOS イメージセンサを用いた、小型・軽量で低消費電力型のデジタルカメラを製品化した。このカメラを実現するために、ペアチップ実装技術の応用による、簡便な製造プロセスを用いた、新しい小型イメージセンサモジュール TOG (TAB On Glass) モジュールを開発した<sup>(1)-(5)</sup>。特に、画像センサチップ特有の製造上の制約である、① CMOS チップ表面のカラーフィルタの耐熱温度以下の低温実装プロセスの確保、② CMOS チップ表面に形成されたマイクロレンズの集光効果を生かした中空 (キャビティ) 構造の確保がポイントである。

ここでは、異方性導電ペースト (ACP: Anisotropic Conductive Paste) を採用した当社独自のモジュール実装技術を中心に述べる。

## 2 デジタルカメラの概要

当社が開発したデジタルカメラの外観を図 1 に示す。カメラのサイズは幅 105 mm×高さ 55 mm×奥行き 20 mm

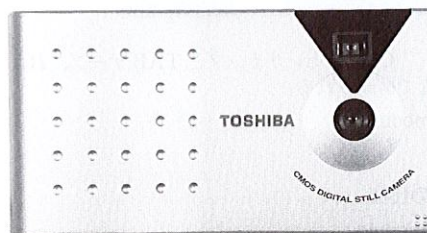


図 1. デジタルスチルカメラ “Allegretto: PDR-2”  
CMOS センサチップを用いた低消費電力型の PC カード内蔵カメラ。  
Allegretto: PDR-2 digital still camera

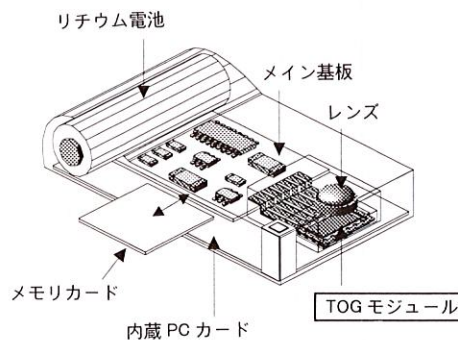


図 2. デジタルスチルカメラの構造イメージ  
TOG モジュール化が、CMOS センサの小型化とカメラの薄型化に寄与している。  
Structural outline of digital still camera

で、質量 130 g、また 33 万画素 CMOS イメージセンサを採用して解像度は 480×640 画素 (VGA) である。さらに、PC カード インタフェースを内蔵し、PC との接続性に優れる。カメラの主な構成は、図 2 の概念図に示すように、リチウム電池、データ保存用メモリカード、メイン実装基板、レンズなどである。TOG モジュールは、微細ピッチの外部引

出し配線を介してメイン基板に接続され、薄型化に大きく寄与している。

### 3 TOG モジュールの概要

TOG モジュールの外観写真を図3に示す。また、その構成を表1に示す。TOG モジュールは、CMOS チップと光学ガラス、TAB テープで構成される。サイズは8.8 mm×10.3 mm×厚み1.65 mmで、CMOS チップサイズ7.9 mm×9.4 mm×厚み0.59 mm とほぼ等しく、ワイヤボンディング法による従来のパッケージに比べて、約1/7に小型化できることが特長である。

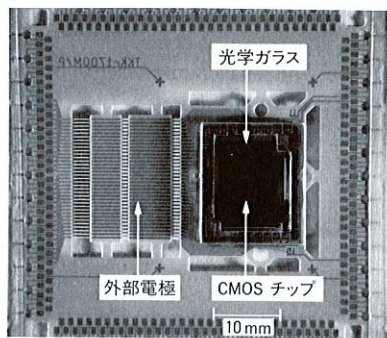


図3. TOG モジュール CMOS センサチップとTAB テープ、および光学ガラスの積層構造で構成される。

External view of TOG module

表1. TOG モジュールの仕様  
Specifications of TOG module

項目	仕様	
モジュールサイズ	8.8 mm×10.3 mm×1.65 mm	
CMOS 画像 センサチップ	サイズ	7.9 mm×9.4 mm×0.59 mm
	パッド数	31
	パッドサイズ	140 μm 角
光学ガラスサイズ	8.8 mm×10.3 mm×0.95 mm	
TAB テープ	ベース基材	ポリイミド (50 μm)
	電極	銅+金メッキ (18 μm)
ボールパンプ	ボール径	φ 90 μm
	高さ	30 μm
接着剤	UV 硬化型アクリル樹脂	
ACP	ベース	エポキシ樹脂
	導電粒子	金メッキ プラスチックボール (φ 5 μm)

また、イメージセンサチップは、画素上にカラーフィルタおよびマイクロレンズが形成されているため、一般のベアチップに比べて耐熱温度が低く、ボンディング温度は約150°Cが上限である。図4にTOGモジュールの製造プロセスを示す。まず、TABテープの裏面に接着剤を塗布し、光

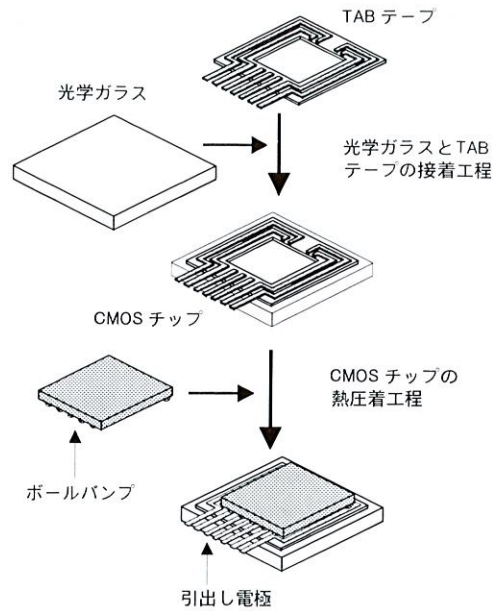


図4. TOG モジュールの製造プロセス 光学ガラスとTABテープの接着工程およびACPを用いたCMOSチップの熱圧着工程の簡便なプロセスで構成される。

TOG module production process

学ガラスを接着する。TABテープの基材はポリイミドで、イメージエリアに相当する位置に開口部を設けた。接着剤は紫外線硬化型接着剤を用いた。この方法により、±10 μm以下の光学精度が容易に確保できた。

一方CMOSチップのアルミニウム電極パッドには、ワイヤボンディング法などによりφ90 μm、高さ30 μmの金ボールパンプを形成する。次に、TABテープの電極上に、ACPを塗布する。その後、光学ガラス付きのTABテープに、CMOSチップをフリップチップ接続する。ここで、熱圧着により、パンプをTABテープの電極に接触させるとともに、ACPを硬化させることで、確実な電氣的接続と封止構造を同時に確保することができる。TOGモジュールの断面構造を図5に示す。中空構造が確保されているため、チップ表面に形成されたマイクロレンズの集光効果を生かすことができる。

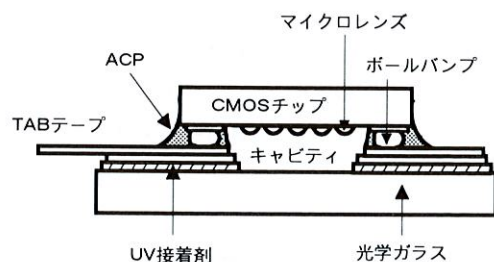


図5. TOG モジュールの断面構造 モジュール内部は、マイクロレンズ効果の確保のためキャビティ化が必要とされる。

Cross-sectional outline of TOG module

## 4 TOG モジュール製造プロセスの開発

### 4.1 光学ガラス接着工程

光学ガラスをTABテープに接着する際、接着時間が短い紫外線硬化型アクリル樹脂を用いた。TABテープの接着面は、粗面化することで高い接着強度を得ることができる。

次に、UV（紫外線）照射強度と硬化時間との関係を調べ、適正な硬化条件を求めた。製造プロセスでは、図6で示したように、石英を用いた光ファイバにより、光学ガラスを通してTABテープの裏面にスポット照射する。このとき、照射強度は図7に示すように、面内で不均一な分布を示す。すなわち、照射スポットの中心で強度が最大となり、TABテープと光ファイバ間の照射距離  $h$  が大きくなるほど減少する。また、光学ガラスとTABテープの接着領域  $a$  における照射強度が重要で、照射中心からの距離  $d$  により照射強

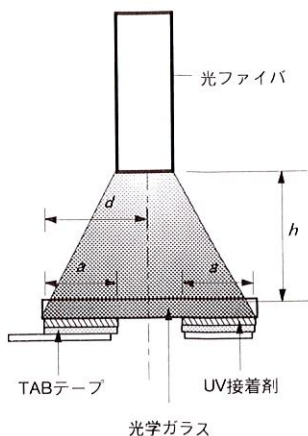


図6. UV照射イメージ 光ファイバから出射したUV光は光学ガラスを透過してUV接着剤を硬化させる。

Outline of UV irradiation in optical glass adhesion process

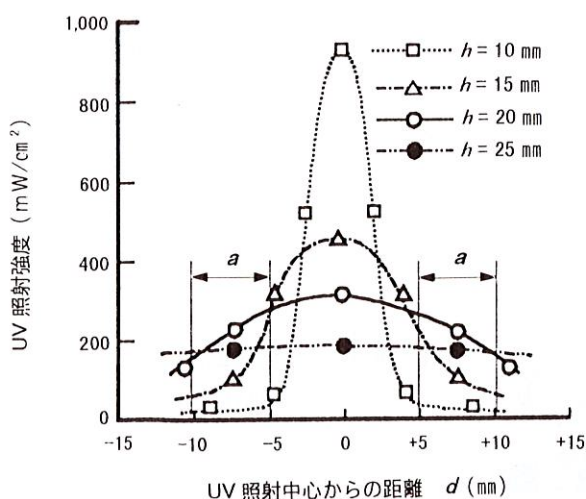


図7. 光ファイバのUV照射強度分布 光ファイバから出射したUV光は照射距離  $h$  を離すことで、均一な強度が得られる。

Dependence of UV irradiation power distribution on distance from center spot of UV fiber

度が硬化時間に影響を与える。

図7において、照射距離  $h$  が10~25 mmのときのUV照射強度は、照射距離が大きくなるほど強度分布が平坦(たん)になる。そして照射距離  $h$  が25 mmのときに照射強度  $200 \text{ mW/cm}^2$  が確保できる。さらに、適正な硬化時間を設定することで十分な接着強度が得られることを確認した。

### 4.2 CMOSチップのボンディング工程

CMOSチップの接続材料として、新規に開発したACPを用いた。これは、エポキシ樹脂に約  $\phi 5 \mu\text{m}$  の導電粒子を分散させたもので、加熱温度  $200^\circ\text{C}$  で数秒以内の短時間硬化が得られるとともに、最低3か月のポットライフの延長ができるようにした。

この工程では図8に示したように、ACPをTABテープの電極上にディスペンス塗布する工程を用いるが、塗布幅と塗布厚みで決定される塗布量の管理が重要である。これは、塗布量が少ないと、モジュール内のキャビティ構造を保護する封止性能確保が困難となり、また塗布量が多いとTABテープの開口部から露出した接着光学ガラス上にACPがはみ出し画像不良の原因になるためである。そこで、ACPの塗布マージンを調べるために、塗布速度、TABテープと

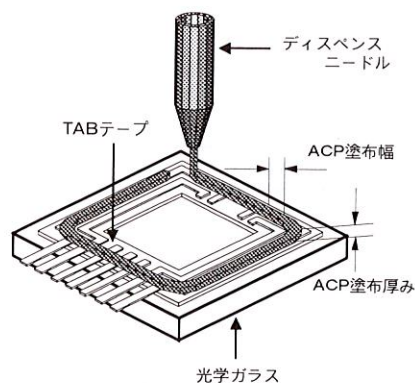


図8. ACP塗布シーケンス ACPはTABテープの開口部に沿って、電極上に矩形に高精度で塗布する。

ACP dispensing sequence on TAB tape

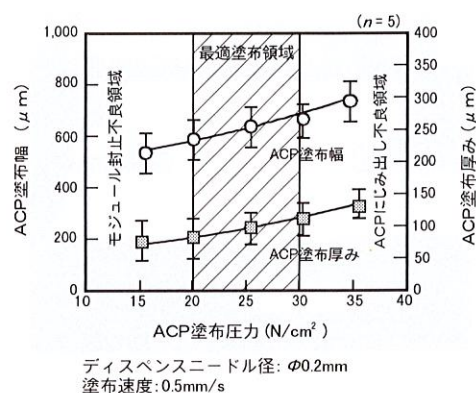


図9. ACPの塗布マージン ACPの塗布量が、TOGの封止性とにじみ出しによる画像不良に影響を与える。

ACP dispensing margin for TOG module

ニードル間のギャップ、およびニードル径を一定にし、塗布圧により塗布量を変化させて、良好なボンディングが得られる範囲を求めた。その結果、図9に示すように、塗布圧が20~30 N/cm<sup>2</sup>で、ACPにじみ出し不良が発生せず、かつ良好な封止性が得られることを確認できた。

次に、熱圧着によるボンディングマージンを評価した。ボンディング荷重と時間の関係を図10に示したが、ボンディング時間が10秒以下の場合にはACPの硬化が不十分となり、十分な接着強度が確保できない。また、ボンディング荷重が10 N/チップ以下では、安定した電気接続が得られない不安定領域である。また、ボンディング時間が10秒以上で、かつボンディング荷重が10 N/チップ以上の広範囲の領域で安定した接続と500 N/チップの高い接着強度が得られた。図11にTOGモジュールの断面写真を示したが、金ボールバンプとTABテープの金めっき電極が、ACPの導電粒子以外の表面でも確実に接触していることが観察できる。

### 4.3 TOGモジュールの信頼性

TOGモジュールの信頼性試験結果を表2に示す。熱サイ

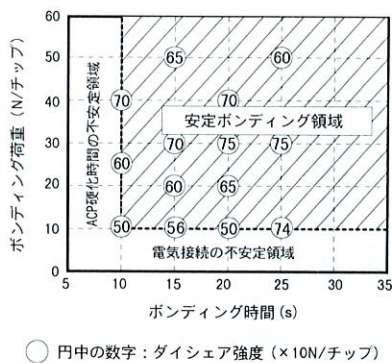


図10. TOGモジュールのボンディングマージン 広範囲のボンディング荷重と時間で、安定したボンディング領域が得られる。

TOG module bonding margins (bonding pressure and time)

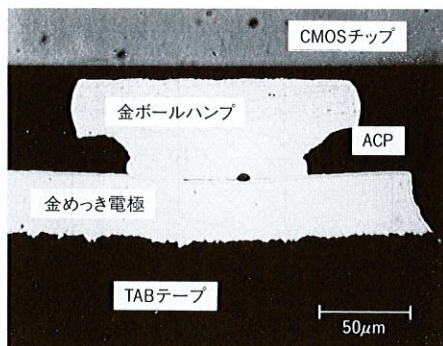


図11. TOGモジュールの断面 金ボールバンプとTABテープの金めっき電極表面が十分に接触している。

Cross-sectional view of TOG module

(注1) フロリナートは、米国3M社の商標。

表2. TOGモジュールの信頼性試験結果

Results of TOG module reliability tests

試験項目	試験条件	試験結果
熱サイクル試験	-40~+110°C/30 min 3,000 サイクル, n=20	良好
高温高湿保存試験	60°C, 90% RH 4,000 h, n=20	良好
高温高湿動作試験	40°C 90% RH, 3.3 V 72 h, n=5	良好
バブルリーク試験	フロリナート浸漬 120°C/60 s, n=15	良好
結露試験	60°C, 90% RH 3,000 h, n=10	良好

クル試験 (-40~110°C/30 min, 3,000 サイクル)、耐湿保存試験 (60°C/90% RH, 4,000 h) などで良好な信頼性を示した。また、フロリナート<sup>(注1)</sup> (不活性溶剤) 浸漬 (120°C/60 s) によるバブルリーク試験と結露試験で、良好なモジュールの気密封止性を確認できた。

## 5 あとがき

小型・軽量のデジタルカメラを実現するため、TOGモジュールを採用した、小型画像センサモジュールの製造プロセスを開発した。TOGモジュールの量産化にあたり、全自動の量産装置を開発し、高い歩留まりと安定した量産プロセスを確立した。今後は、さらに小型携帯端末機器への画像入力装置として、この技術を用いた画像センサモジュールの応用展開がよりいっそう期待される。さらに広範囲の製品展開を旨として研究開発を行っていく所存である。

## 文 献

- (1) Segawa, M., et al. "A Micro Miniaturized CCD Color Camera Utilizing A Newly Developed CCD Packaging Technique". IEEE Trans.on ICCE, 41, 3, 1995, p.946-953.
- (2) 大橋章弘, 他. スーパーマイクロカメラ IK-SM40. 東芝レビュー, 50, 11, 1995, p.859-862.
- (3) Segawa, M., et al. TOSHIBA'S SELECTED PAPERS ON SCIENCE & TECHNOLOGY, 8, 1, Semiannual, 1996.
- (4) 小野美智子, 他. "Φ4 mm マイクロカメラ用小型画像センサモジュール", MES'97 論文集, 1997, p.29-32.
- (5) Segawa, M., et al. "A CMOS Image Sensor Module Applied For A digital Still Camera Utilizing the TOG bonding Method". ECTC proc.,1998, p.1109-1114.



瀬川 雅雄 SEGAWA Masao

生産技術研究所 実装技術開発センター主任研究員。  
ベアチップ実装技術の研究・開発に従事。(社)エレクトロニクス実装学会会員。  
Manufacturing Engineering Research Center



小野 美智子 ONO Michiko

生産技術研究所 実装技術開発センター。  
ベアチップ実装技術の研究・開発に従事。  
Manufacturing Engineering Research Center