

次世代半導体向け、微細・高密度配線用感光性ポリイミドシートを開発 -ガラスコア基板に形成する貫通ビア電極（TGV）のプロセス短縮にも適用可能-



2025年12月19日

東レ株式会社

東レ株式会社（本社：東京都中央区、代表取締役社長：大矢 光雄、以下「東レ」）は、半導体製造工程で使用されるガラスコア基板^{※1}において、再配線層^{※2}の微細加工と、貫通ビア電極（TGV）^{※3}の樹脂充填を同時に実現するネガ型感光性ポリイミドシートを開発しました（図1）。本材料は、銅をコンフォーマルめっき^{※4}したTGVにポイドレスで樹脂を充填でき、プロセス短縮とコスト低減にも寄与します。現在、サンプル提供を開始しており、2026年度の量産開始を目指して基板メーカーで評価を進めています。

近年、生成AIの急速な進化により、データセンター向け半導体にはさらなる高性能化が求められています。従来の半導体パッケージは、ガラエポ基板^{※5}上に、微細配線を形成した中継基板（シリコンインターポザー）を介して複数チップを搭載する構造が主流ですが、チップの高集積化に伴い、基板の大型化と高密度配線が進行しています。こうした中、サイズの自由度、平坦性、電気特性に優れるガラスを用いたガラスコア基板が注目され、インターポザーとパッケージ基板を一体化するニーズが高まっています（図2）。

しかし、ガラスコア基板には課題があり、従来のエポキシ樹脂層などをレーザーで加工^{※6}する方法では再配線層の微細加工が難しく、熱応力によるガラスの割れも問題でした。更に、ガラスコア基板の微細なビア（50 μ m以下）に銅を充填するには低電流めっきを長時間行う必要があり、プロセスコスト増の一因となっていました。

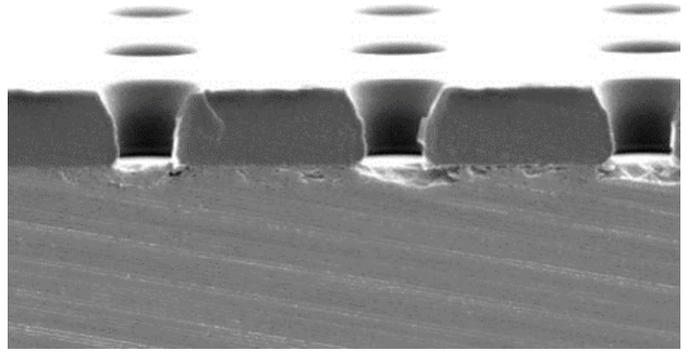
今回開発したポリイミドシートは、フォトリソグラフィ加工^{※7}による微細配線形成を可能にし、さらにTGVを樹脂で充填することで銅めっきプロセスコストを大幅に削減しました。また、独自のポリイミド設計と光架橋反応制御技術により、弾性率を従来比約2/3に低減し、熱応力によるガラス割れを抑制しました。また、10 μ m Φ 以下の微細ビア加工に対応し、TGVの壁側のみ銅めっきを施すコンフォーマルめっき^{※5}との組み合わせで、低コスト化を実現します（図3）。

東レは、コア技術である「有機合成化学」「高分子化学」「バイオテクノロジー」「ナノテクノロジー」を駆使し、革新的素材の研究開発を通じて、企業理念「新しい価値の創造を通じて社会に貢献します」の具現化に取り組んでまいります。

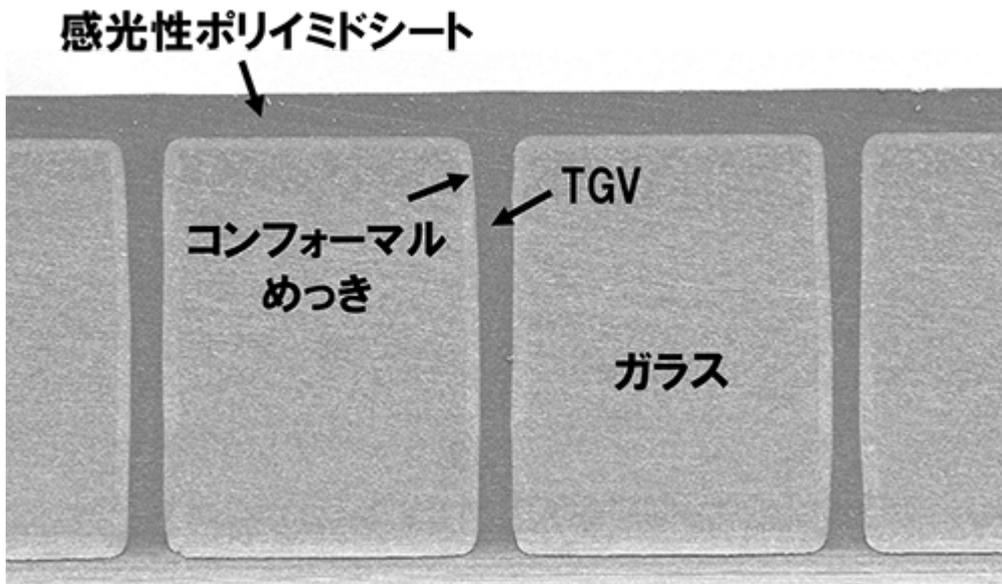
【図1】感光性ポリイミドシートと加工例



ネガ型感光性ポリイミドシート



10μmφビア加工後の断面写真

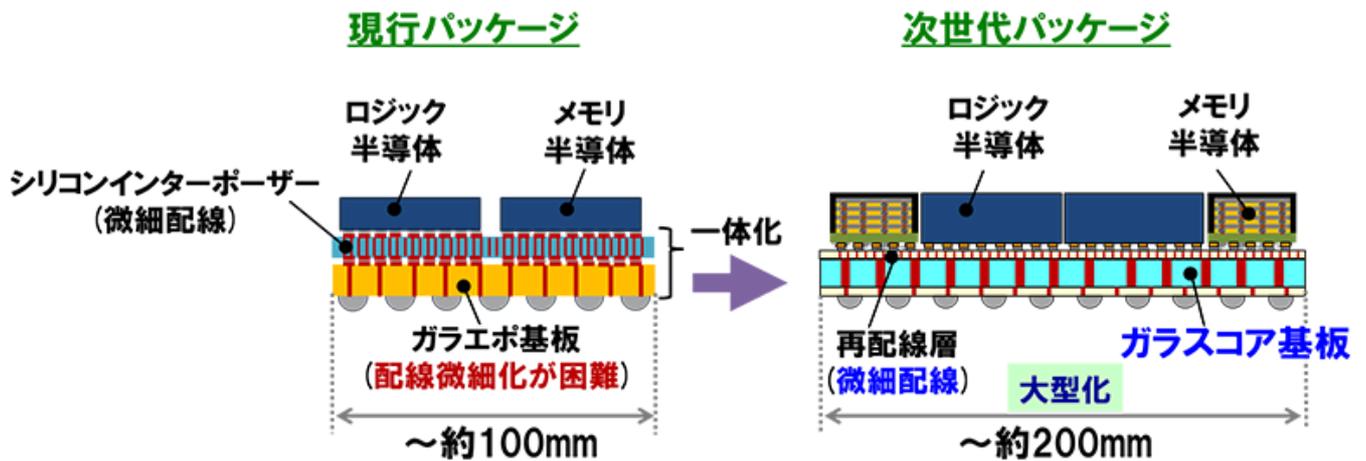


TGVに樹脂を充填した後のガラスコア基板断面

※ガラスコア基板は国立成功大学、AGC株式会社様より提供

※コンフォーマルめっきは奥野製薬工業株式会社様にて実施

【図2】半導体パッケージ構造の技術トレンド



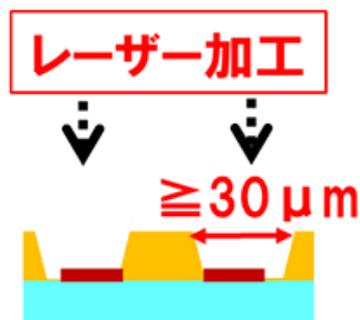
<ガラスコア基板の技術課題と今回開発したネガ感光性ポリイミドシートの技術ポイント>

1. 再配線層の微細加工性（【図3】）

従来の加工方法では、熱硬化性樹脂をベースとした非感光性シート材料が用いられ、レーザーでビア加工※⁸して再配線層を形成してきました。再配線層の配線微細化と高密度化の要求に伴い、絶縁樹脂に加工するビアサイズの小径化、ビア数の増加が求められています。東レは、さらなる微細加工性に向けて有力視されているフォトリソグラフィーによる加工を用いて、ネガ型感光性ポリイミドの技術を適用し、未露光部での光反応性を抑制する樹脂設計により、厚み10 μ mで、直径10 μ mのビア加工を可能にしました。

【図3】 従来のレーザー加工方法と今回開発したフォトリソグラフィー加工方法

従来の加工方法



今回開発したシートの加工方法



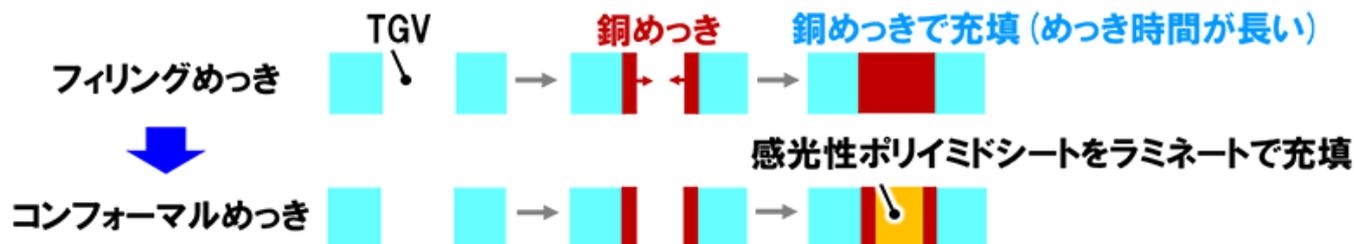
2. 熱応力によるガラスの割れ

ガラスコア基板加工プロセスでは、再配線層形成時の熱硬化工程において樹脂が加熱収縮することや、ガラスの熱膨張係数（3~10ppm）と再配線層樹脂の熱膨張係数（約25ppm）が大きく異なるため、熱応力が大きくなり、ガラスが割れるという課題がありました。東レはポリイミドの樹脂設計により熱硬化時の加熱収縮をゼロに抑え、さらに、ポリイミドの弾性率を従来比での約2/3に抑え、熱応力を低減しました。

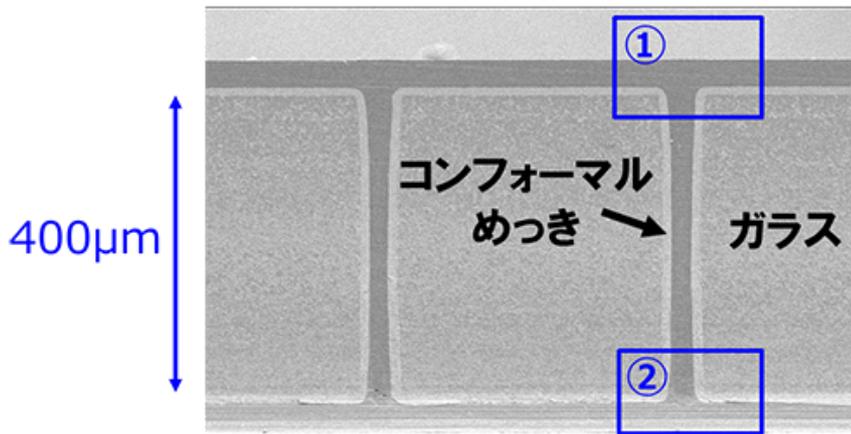
3. TGVのプロセスコスト（【図4】）

ガラスコア基板は500mm角サイズ以上のパネルで製造され、TGVの数も多くなるため、TGVを銅めっきで充填する（フィリングめっき）場合、めっきで充填するのに多くの時間を要し、プロセスコストが高くなるという課題がありました。そこで、プロセスコストの低減に向け、TGVの側壁部分にのみ銅めっきを施すコンフォーマルめっきが検討されています。東レは、コンフォーマルめっきしたTGVに通常加熱ラミネートプロセスで樹脂を充填できるよう、シートの熔融粘度を従来品比で約1/100に低減するよう設計し、ポイドレスで充填可能なシートを開発しました。

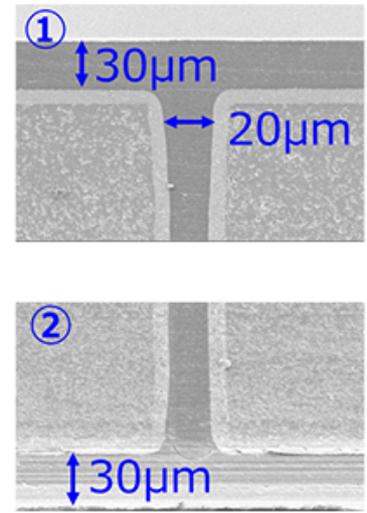
【図4-a】 TGVの加工プロセス



【図4-b】 TGVを充填した後のガラスコア基板断面SEM写真



×150 SEM断面写真



×500 SEM断面写真

※ガラスコア基板は国立成功大学、AGC株式会社様より提供

※コンフォーマルめっきは奥野製薬工業株式会社様にて実施

<用語説明>

※1 ガラスコア基板

半導体チップをPCB (Printed Circuit Board) 基板と接続する為の微細な配線が形成された半導体パッケージ基板の1種であり、コア層にガラスが使用されている基板

※2 再配線層

半導体チップとPCB基板の間で信号と電力をやり取りする為の高密度配線層であり、半導体パッケージ基板上に形成される。再配線層は主に、非常に微細な銅配線とポリマーや酸化膜などの絶縁層を多層構造として形成される。絶縁層のポリマーはポリイミドやエポキシ樹脂などが多く採用されている。

※3 TGV

TGV (Through Glass Via) は、ガラス基板に垂直方向の貫通穴を形成し、電気的接続を可能とする技術

※4 コンフォーマルめっき

基材の表面に沿って、銅などの金属めっき被膜を形成する手法であり、複雑な形状の部品でも均一な厚さでめっきすることができる。

※5 ガラエポ基板

ガラス繊維にエポキシ樹脂を含浸させて作る硬い多層基板で、絶縁性や機械強度が高く一般的な電子機器のプリント基板や半導体パッケージ基板として使用されている。

※6 レーザーで加工

高エネルギーのレーザー光を利用して材料を加工する方法であって、集光されたレーザー光のエネルギーを材料に照射し、そのエネルギーを熱や光化学反応に変換することで材料の切断、穴あけ、表面改質をおこなう。どのような材料でも加工でき、直接材料に工具がふれない為、加工面にダメージを与えにくく加工することができる。

※7 フォトリソグラフィ加工

写真の現像技術を半導体の回路パターン形成に応用した技術である。感光性の物質に特定の波長の光を照射して化学的に変化させてパターニングし、現像液に浸漬して不要な部分を除去する方法で、比較的微細なパターンを高速で

処理することができる。半導体集積回路、プリント基板、液晶ディスプレイなどの様々な製品の製造に使われている。

※8 ビア加工

再配線層などの多層基板で、異なる回路層の層間を接続する為にビアが形成される。ビアの加工は、ドリルやレーザーで加工する方法や、フォトリソグラフィーで露光、現像する方法がある。

以上

本事業に関するお問合せ 

東レ公式SNS



note

 **Toray Group**

Copyright © 2025 TORAY INDUSTRIES, INC.