

## シリコンフォトリソグラフィの拡大に貢献する光半導体高速実装技術を開発 -データセンターの電力負荷低減に向け、業界初 光半導体のレーザー転写・接合技術を実証-



2024年10月23日

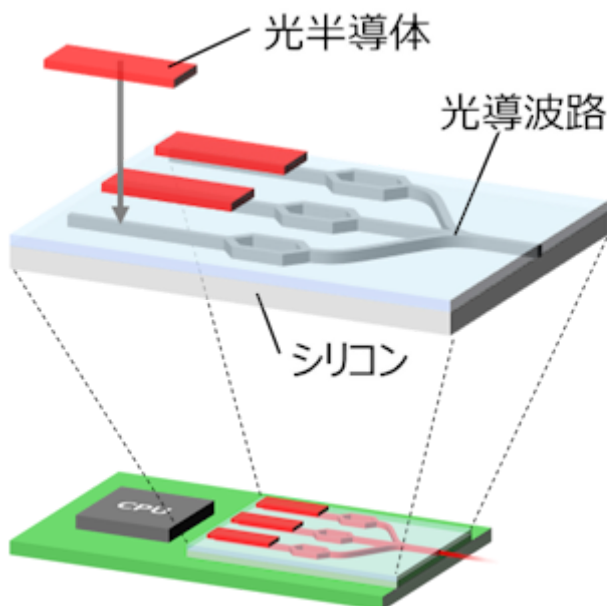
東レ株式会社

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、光通信技術（シリコンフォトリソグラフィ<sup>1)</sup>）に用いられる光半導体<sup>2)</sup>（InP（インジウムリン）<sup>3)</sup>等）をシリコン基板上に実装するための材料および技術を開発しました。

AIの進展による高速通信の拡大により、データセンターの増設が続いている一方で、多量の電力消費を伴うデータセンターの増加による将来の電力需要増大が懸念されています。このため、電気通信よりも低エネルギー損失である光通信を、現在の長距離通信だけでなく、データセンター内で用いられる短距離（<1m）通信に適用するための開発が加速しています。

この実現のためには、シリコン基板上に光回路を形成するシリコンフォトリソグラフィが利用されますが、InP系等のIII-V族化合物半導体<sup>4)</sup>をベースとした光半導体をシリコン基板上に実装する必要があります。そして、大量で高速に実装する必要があり、そのためのマストランスファー<sup>5)</sup>技術が求められています。

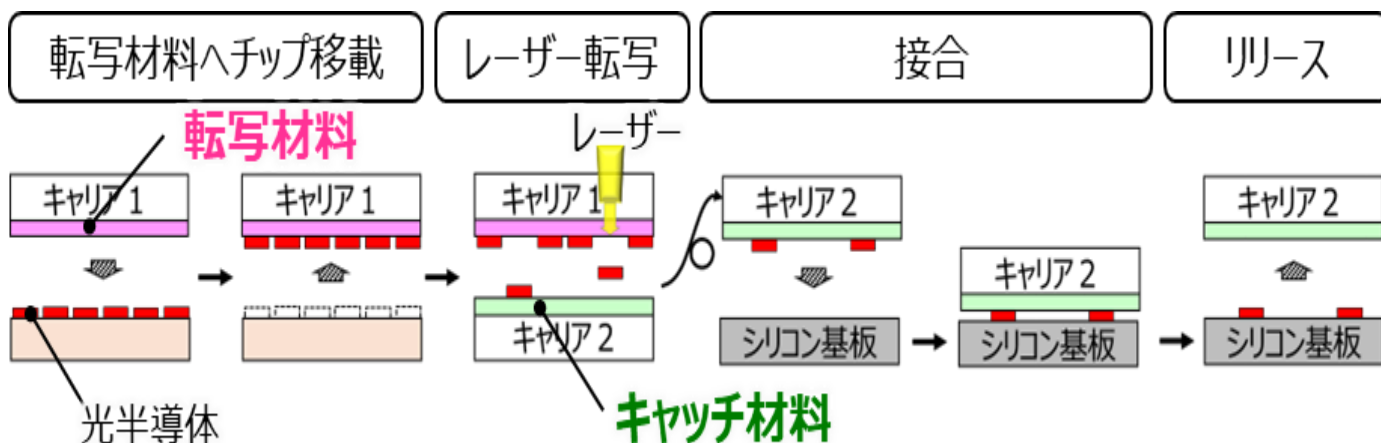
【図1】シリコンフォトリソグラフィで求められる光半導体の実装



そこで東レは、InP等の光半導体をレーザーで高速転写するための転写材料、および転写されたチップをキャッチしてそのままシリコン基板上に直接接合が可能なキャッチ材料、およびその実装プロセス技術について、東レエンジニアリング株式会社（本社：東京都中央区、代表取締役社長：岩出 卓、以下TRENG）と連携して開発しました。

TRENGは、半導体実装用のボンダーおよびレーザーマストランスファーの設備技術を保有しており、その取り組みにより、光半導体の実装速度が大幅に向上し、6000個/分（従来のフリップチップボンダーでは約4個/分、※当社調べ）の高速実装が可能となり、データセンター内での光通信適用の加速が見込まれます。今後も連携して、実デバイスを用いた技術確立を2025年までに実現し、早期の量産適用を目指します。

【図2】 東レが提案する光半導体の高速実装プロセス



## 開発した材料・技術の詳細

### 1. 転写材料（耐衝撃性制御）

当社は、既にマイクロLED向けに転写材料を開発済みです。しかし、今回用いたInPベースの光半導体は縦横 $640\mu\text{m}\times 90\mu\text{m}$ 、厚さ $3\mu\text{m}$ 以下と、一般的なマイクロLEDよりも縦横サイズは大きい一方、厚さが極端に薄いチップです。今回、これを破損させることなく、一回のレーザー照射で転写可能な新規転写材料を開発しました。これにより、歩留まりと高スループットの両立が期待できます。

### 2. キャッチ材料（耐熱性・耐薬品性向上）

キャッチ材料には、高速で飛翔してくるチップをキャッチするだけではなく、その後のチップのシリコン基板への直接接合（薬品で洗浄後、プラズマで接合面を活性化して $\geq 200^\circ\text{C}$ で加圧）に耐え、その後、容易にリリースできることが求められます。当社は、長年培ってきた耐熱性高分子の設計技術、および粘着性の制御技術を応用して、これを可能にするキャッチ材を新規に開発しました。

### 3. プロセス技術（レーザー転写～直接接合までを実証）

開発した材料を用いて、レーザー転写からシリコン基板上への直接接合までの一連のプロセスをTRENGと連携して開発し、実証しました。現時点における接合後の位置精度は $\pm 2\mu\text{m}$ 以内、回転ずれは $\pm 1^\circ$ 以内のレベルを確認しています。

【図3】 シリコン基板上にチップを接合した様子



今後は、チップの動作検証を行い、さらに実デバイスを用いた技術確立に取り組みます。加えて、位置精度のさらなる向上に取り組むとともに、他の異種材料のチップやmmオーダーサイズの半導体チップのマストランスファーに展開してまいります。

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、社会を本質的に変える力のある革新的な素材の研究・技術開発を推進することで、企業理念である「わたしたちは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。

この成果は、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）のポスト5G情報通信 システム基盤強化研究開発事業 JPNP 20017 の 助成事業の結果得られたものです。

#### <用語説明>

- 1) シリコンフォトニクス：シリコン基板上に光導波路、光スイッチ、光変調器、受光器などの光デバイスを集積する技術。
- 2) 光半導体：光と電気を相互に変換する半導体デバイス。これには、LED、半導体レーザー、半導体光検出器等が含まれます。これらは、通信、ディスプレイ技術、センサーなどの分野で広く使用されています。
- 3) InP（インジウムリン）：インジウムとリンからなるⅢ－V族化合物半導体。
- 4) Ⅲ－V族化合物半導体：周期表のⅢ族元素とV族元素から構成される化合物半導体高周波デバイス、LED、半導体レーザー等に用いられています。
- 5) マストランスファー：一度に多量のチップを基板上に移送して、正確に配置する技術。

以 上

本事業に関するお問合せ 



Copyright © 2024 TORAY INDUSTRIES, INC.