

ポリマー光導波路の分岐・接続に関する検討

SATテクノロジー・ショーケース2025

■ はじめに

近年のICTの急速な発展により、データセンターや高性能計算システムにおけるデータ転送速度と容量の向上が必要不可欠となっている。これに伴い、光伝送技術の高速化と大容量化が求められており、その中でもICとシリコンフォトニクス技術を一体化するCo-packaged optics (CPO)が大きな注目を集めている。CPO技術では、光ICを同一基板上に高密度に集積することで、高速通信の実現、低消費電力の維持、小型化による高集積度の実現、低遅延通信の実現といった多くのメリットが得られる。

CPO技術では、外部レーザ光源(ELS)を用いてシリコンフォトニクス光変調器に光を供給する方法が用いられるが、生成された光信号を効率的に伝送するために光再配線を行う必要がある。本検討では、光再配線のための光導波路について機械的柔軟性が高く低結合損失で接続可能なポリマーを用いる。導波路の分岐構造について、シミュレーションによる最適化を行い、その結果を基に導波路設計を進める。設計した導波路マスクパターンをもとに、実際のポリマー光導波路を製作し、測定・評価を行う。

■ 活動内容

1.シミュレーションによる形状設計

導波路の形状は、光の伝播効率や損失に大きな影響を与える重要な要素である。特に分岐構造や曲げがある場合、導波路の形状が光の伝播特性に大きく影響するため、形状設計には慎重な検討が必要となる。

分岐構造では、光が分岐後に均等に分配されることが理想的だが、分岐角度や導波路の幅が適切でないと損失やモード変換が発生しやすくなる。また、曲げ構造を持つ導波路では、光が曲げ部分で漏れ出す曲げ損失が大きな課題となる。

2.ポリマー光導波路の作成プロセス

(1)スピコートによる成膜

最初に、基板を洗浄して汚れや不純物を完全に除去することで、膜の均一性や密着性を高める準備を行う。その後、液体状のポリマー溶液を基板に適量滴下し、基板をスピコーターにセットして回転させる。スピコートは、ポリマー溶液を基板表面に広げる際に回転力を利用するため、基板の回転速度や時間が膜の厚さに大きく影響する。スピコートによって、基板上に均一なポリマー層が作られる。スピコート後は、加熱処理を行い、溶媒を蒸発させてポリ

マーを硬化させる。これにより、ポリマーが基板にしっかりと定着し、光導波路としての機能を果たすための基盤が整う。

(2)アライナーによる露光

アライナーを使用した露光の工程では、ポリマー膜を光硬化させる。基板をアライナーのステージにセットし、ポリマー膜に均一に紫外線(UV光)を照射する。このとき、光導波路の形状が描かれたマスクを用いることで、露光によってマスクのパターンがポリマー層に転写される。露光が完了すると、ポリマー層の感光性材料が反応し、パターンが基板上にくっきりと形成される。このプロセスにおける露光の精度は、光導波路の性能に直接影響を与えるため、アライナーの調整や露光時間の管理が非常に重要となる。

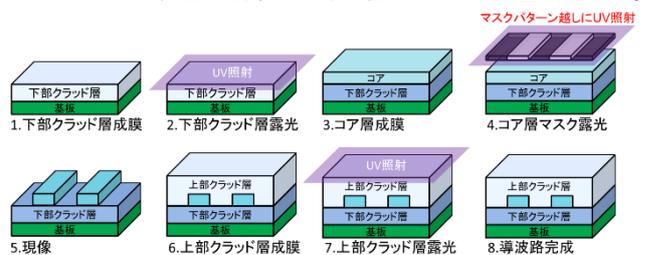


図1 ポリマー光導波路の作成プロセス

3.光導波路のY分岐作成結果

実験結果として、Y分岐部分のマスクの写真と作成したリソグラフィパターンを図2に掲載する。作成されたリソグラフィパターンでは、Y分岐の対称性が崩れており、この非対称性が分岐比のばらつきにつながる事が確認された。

非対称性の原因としては、露光時に光が斜めから照されたことや、現像時に基板が一方に傾いていた可能性が考えられる。これにより、パターン形成の精度が低下し、分岐部分における光の分配が均一でなくなっている。今後は、露光装置の調整や現像プロセスの改善が課題となる。



図2 Y分岐部分のマスクと作成したリソグラフィパターン

代表発表者 **長野 雄大(ながの ゆうだい)**
 所属 **東京理科大学
 プラットフォームフォトニクス研究センター
 光実装研究チーム**
 問合せ先 **〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641
 TEL:080-8979-4855
 7321149@ed.tus.ac.jp**

■キーワード: (1) 光実装
 (2) 光導波路
 (3) 分岐・接続

■共同研究者: 須田 悟史(産業技術総合研究所)
 板谷 太郎(産業技術総合研究所)
 天野 建(産業技術総合研究所)
 前田 譲治(東京理科大学)