

バックエンド互換プロセスを用いた 高性能シリコンフォトニクスデバイス

High Performance Silicon Photonics Devices Fabricated by Back-End of Line Compatible Process

産総研¹, PECST² ○武井 亮平^{1, 2}, 鈴木 政雄^{1, 2}, 面田 恵美子^{1, 2}, 眞子 祥子^{1, 2},
亀井 利浩^{1, 2}, 森 雅彦^{1, 2}, 榊原 陽一^{1, 2}
AIST¹, PECST², ○Ryohei Takei^{1, 2}, Masao Suzuki^{1, 2}, Emiko Omoda^{1, 2}, Shoko Manako^{1, 2},
Toshihiro Kamei^{1, 2}, Masahiko Mori^{1, 2}, Youichi Sakakibara^{1, 2}
E-mail: r.takei@aist.go.jp

LSI 中の電気配線に関する遅延や消費電力などの深刻な問題を解決するために、グローバル配線に代替するオンチップ光配線技術に注目が集まっている。なかでも、LSI の電気配線層を形成する BEOL (back-end of line) 工程をそのまま利用して電気配線層上に低温成膜可能かつ低損失な水素化アモルファスシリコン(a-Si:H)を導波層とする光配線層を形成する技術は、コストの点で有利であるために大きな期待が寄せられている。そこで我々は、BEOL と整合性の高い i 線露光法を用いたシリコンフォトニクスデバイスの微細加工技術の開発に取り組んでいる。

i 線露光法を利用する上で重要な課題の一つは、微細加工可能な寸法の限界である。i 線露光法の解像限界は高解像度技術を採用した場合でもおよそ 200 nm 程度である。したがって、幅 400 nm 程度のシリコン細線導波路を形成するには十分ではあるが、それよりも微細な構造を有する光機能デバイスの実現は困難である。なかでも、シリコン細線導波路との高効率な光波結合のために逆テーパ型スポットサイズ変換器(SSC)は非常に基本的かつ重要なデバイスであるにもかかわらず、逆テーパに 100 nm 以下の先端幅を必要とするため、i 線露光法を用いてこれを実現することは通常の微細加工技術では極めて困難である。

我々は、導波路幅だけでなく高さも減少するナイフエッジテーパと呼ぶ構造の先鋭逆テーパを、2 回のパターニングを繰り返すダブルパターニング法とエッチング側壁を傾けるシリコンドライエッチング法を組み合わせる加工法により新しく開発した。図 1 は、実際に作製されたナイフエッジテーパの先端形状の原子間力顕微鏡像である。このナイフエッジテーパに BCB 樹脂から成る第二コアを被覆した SSC を試作し、TE-like モードで 0.35 dB、TM-like モードで 0.21dB という、超低損失かつ低偏波依存のモード変換特性を達成した。また、i 線露光法を用いて 2 dB/cm 級の SOI (silicon on insulator) および a-Si:H 細線導波路も実現しつつあるので併せて報告する。

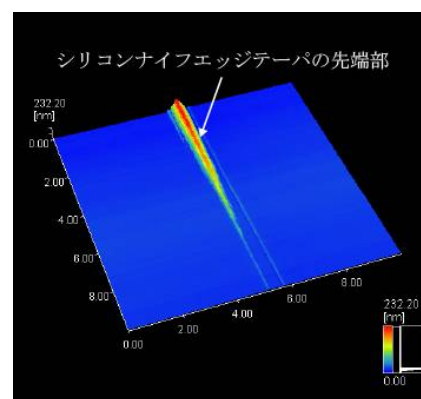


図 1 ナイフエッジテーパの先端部の原子間力顕微鏡像

【謝辞】本研究は、最先端研究開発支援プログラムにより、日本学術振興会を通して助成されたものです。また、微細加工の一部は文部科学省ナノテクノロジー総合支援プロジェクト (NPPP) の支援を受け、(独)産業技術総合研究所ナノプロセッシング施設において実施されました。