

# スローライト導波路に 高効率で結合される光

光学材料内の通常の数よりもかなり遅い群速度で伝搬する光、「スローライト(遅い光)」を比較的容易に実現する方法の一つは、フォトニック結晶導波路(PCW)を使うことにある。これは幸運だ。なぜならば、スローライトは変調器、光信号処理、光スイッチ、センシングなどに有用であり、これらはすべてPCベースデバイスの小さなサイズの恩恵を受けるからだ。

しかし、光は、スローライトPCWに容易には結合しない。PCWの外部と内部の群速度のミスマッチが結合効率を非常に低くする。この問題を解決するためのさまざまな試みがなされてきたが、いずれもバンド端近傍での低い結合効率、狭帯域性能、大きな物理的サイズなど多くの問題に悩まされている。

理論とシミュレーションの結果、断熱(緩慢に変化する屈折率)導波路は導波モードスペクトル全体にわたる光を高効率でPCWの内外に結合させることが明らかになった。最近、米テキサス大学オースティン校と米オメガ・オブティクス社の研究チームは理論を実行に移し、導波モードの群速度とは無関係に、高い効率でPCWへの光の結合を実証した<sup>(1)</sup>。

## 長さ方向に8周期の光カブラ

PCW自身はシリコン内の空気孔の六角形アレイから成り、線欠陥(アレイ全体を通過する細孔のない直線領域)を含む。格子定数は405nm、空気孔の直径は180nm、シリコンスラブの厚みは230nmである。このPCWの導波モードは1522~1567nmの波長を含む。

断熱入出力のカブラは、同じ形状(線

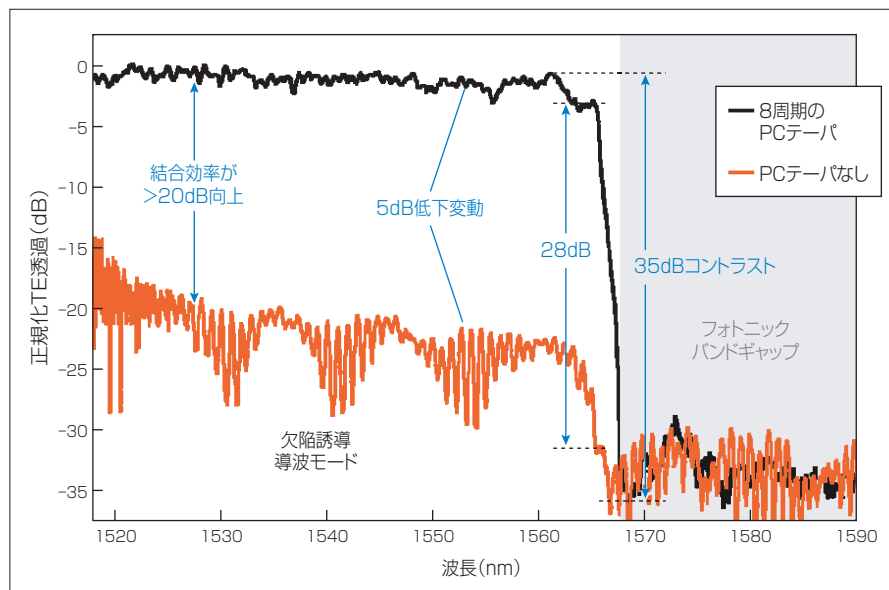


図1 テーパカブラPCWのスペクトル透過率がテーパ結合のない制御PCWのそれと比較されている。

欠陥を含む六角形アレイ)と格子定数を持つPC領域から成るが、空気孔のサイズはPCW自身の180nmからカブラ外端での144nmまでの範囲にあり、PCWからの距離の非線形関数である。入力と出力のテーパはそれぞれ非常に短く、長さ方向に僅か8周期である。実験制御のために、研究チームは、これと類似しているが、細孔径が変化しないデバイスを作製した。電子ビームリソグラフィで作製されたテーパつきPCWと制御PCWの細孔の直径と他の次元の精度は2nmよりも良く、細孔の側壁粗さは約5nmであった。

結合効率を波長の関数として評価するために、1520~1620nmのスペクトル出力を持つTE偏光で広帯域に増幅された自然放光光源を、3 $\mu$ mのモードフィールド径を持つ単一モード偏波保持テーパレンズつき光ファイバによっ

て、このデバイスに突き合わせ結合した。透過光スペクトルと強度を解像度0.04nmの光スペクトルアナライザによって評価した。

いくつかの点において、テーパカブラPCWは制御PCWに比して大幅に良い性能を示した(図1)。結合効率は45nmの導波モード帯域幅の全域にわたって20dBより高く、透過率の詳細ゆらぎとして現れるファブリペロー雑音は大幅に低減された。テーパカブラはバンドパスからバンドギャップ遮断への遷移もかなり鋭かった。これは、バンド端近傍のスローライトモードがテーパカブラ構造に極めて高い効率で結合されていることを意味している。

(John Wallace)

## 参考文献

- (1) C.-Y. Lin et al., Appl. Phys. Lett., 97, 183302(2010).