

空間光多重伝送に向けた 3 次元 SiO_x 導波路型フォトニックランタン Three-dimensional-SiO_x-waveguide Photonic Lantern for Space-division Multiplexing

NTT ナノフォトニクスセンタ¹, NTT マイクロシステムインテグレーション研究所²,

○開 達郎^{1,2}, 土澤 泰^{1,2}, 西 英隆^{1,2}, 碓氷 光男², 山本 剛², 山田 浩治^{1,2}

NTT Nanophotonics Center¹, NTT Microsystem Integration Labs², Tatsurou Hiraki^{1,2},

Tai Tsuchizawa^{1,2}, Hidetaka Nishi^{1,2}, Mitsuo Usui², Tsuyoshi Yamamoto², and Koji Yamada^{1,2}

E-mail: hiraki.tatsurou@lab.ntt.co.jp

1. 背景

空間光多重は、従来の時分割多重、波長多重に続く新たな光信号多重技術として注目を集めている。本技術では FMF (few-mode fiber) を伝送路とし、複数の LP モードを経由して伝送される多重信号の伝送行列を MIMO (multi-input and multi-output) 信号処理により推定する。トランシーバのファイバ入出力部には、FMF とシングルモード光ファイバに接続された複数のコヒーレント送受信器とを接続するフォトニックランタンが用いられる [1]。今回、空間光多重用ファイバ入出力部と送受信器の小型一体化集積を目的とし、シリコンフォトニクス技術による 3 モード伝送用 3 次元(3D) SiO_x 導波路型フォトニックランタンを試作した結果を報告する。

2. デバイス設計と作製

図 1 に 3 モード伝送用 3D-SiO_x 導波路型フォトニックランタンの概要を示す。3D-SiO_x 導波路は、Si 光集積回路との一体化集積を可能とする低温石英系膜成膜技術により SOI (silicon-on-insulator) 基板上に作製される。3D-SiO_x 導波路はファイバ結合部において図 2 に示す 3 つのスーパーモードを有し、それぞれ FMF を伝搬する LP01、LP11a、LP11b モード光と結合可能となる。ファイバ結合部から入射した各スーパーモードは導波路を伝搬した後、それぞれシングルモード光として分離される。各層 SiO_x 導波路は層間結合素子[2]により接続され、1 層目 SiO_x 導波路はスポットサイズ変換器 (SSC: spot-size converter)により Si 光集積回路と接続される。各チャンネルの信号は 3 つの LP モードを経由する伝送信号の重ね合わせとなり、各チャンネルの強度、位相、偏波が伝送行列を決定する。

3. 評価測定結果

まず、各チャンネルの Si 導波路から光を入射した際の導波路出射端の near-field pattern を測定した。図 3 に各チャンネルからの光入射に対する出射端強度分布の計算結果と測定結果を示す。測定結果は計算結果同様の強度分布を示しており、本素子構造、および同設計手法の妥当性を確認した。なお、チャンネル 2 においては出射端光強度が低い

が、これは導波路製造時の加工誤差により層間結合素子において過剰損失が生じたことに起因する。続いて、FMF-チップ間の結合損失を評価するため、Si 導波路、SSC、層間結合素子を除いて形成されたフォトニックランタンの FMF に対する挿入損失を測定した。測定値から SiO_x 導波路伝搬損失を引いて算出した結合損失は、入射チャンネル 1、2、3 に対してそれぞれ 4.9、3.2、4.5 dB であり、これらの値は計算結果と同等であった。以上の結果より、3D-SiO_x 導波路型フォトニックランタンの原理動作を確認した。

参考文献

- [1] N. K. Fontaine, et al., Opt Express, vol. 20, pp. 27123, 2012
- [2] 開 他, 2013 信学総大, C-3-46, 2013

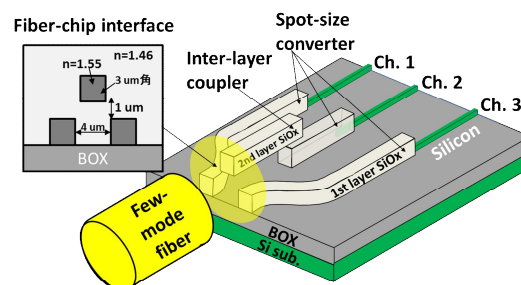


図 1 3D-SiO_x 導波路フォトニックランタンの概要

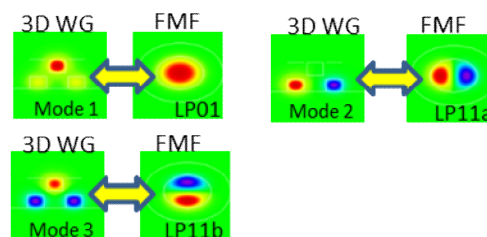


図 2 固有モードプロファイルの計算結果

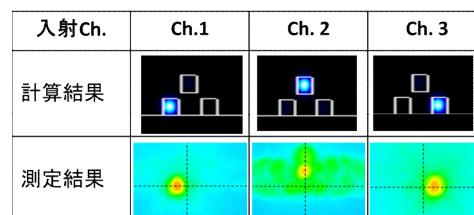


図 3 出射端強度分布の計算結果と測定結果