

強結合光導波路構造による高次モード励起抑制効果に関する基礎検討

Fundamental investigation of mode maintaining strongly coupled waveguide

九州大学大学院総合理工学府, °藤本 勘太郎, 姜 海松, 浜本 貴一

I-Eggs, Kyushu Univ., °Kantarou Fujimoto, Haisong Jiang and Kiichi Hamamoto

E-mail: fujimoto.kantarou.494@s.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

近年データセンター内を伝送するデータが急激に拡大してきており, 消費電力削減とデータ伝送容量の拡大が求められている. そのために従来用いられている電気回線を光ネットワークシステムに切り替え, 伝送方式にモード分割多重伝送^[1-2]を提案している. しかしモード分割多重伝送で中心となっているマルチモードファイバー (MMF) は曲がり範囲においてモードクロストークとして他モードが生じてしまう. そこで本研究では, 曲がり光導波路における今日結合光導波路構造^[3]のモードクロストーク抑制効果を検証したため, 報告する.

2. 曲線導波路における高次モード励起現象

モード多重伝送の問題点である他モード励起は, 主に光導波路の曲がり部分で生じる. これは光の伝搬方向に従って導波路幅が変わり, 高次モードが励起することに起因する. 図 1 にその現象を示している. 図 1(a)には他モードが励起した様子を, 図 1(b)には曲線光導波路において伝搬光が曲線の外側に逸れた様子 (BPM シミュレーション図) を示している. その結果, いわゆるモードクロストークが発生し, 伝送後のモード分離時にはモードクロストークの低い信号しか分離できず, デジタル信号処理である MIMO を適用しないとモード多重伝送が成立しないこととなる. しかし, 強結合構造は複数のコアが隣接しており, 各コアの幅は狭いため高次モード励起を抑制する効果が期待される.

3. 結果・検討

本研究では, 図 2(a)に示した強結合導波路と従来の MMF に TE モードの波長 1550nm の 0 次モード光入射時の 0 次モードの透過率比を BPM 法シミュレーションにより求めた. 今回は曲線強結合マルチコアファイバー (MCF) におけるモード維持特性を確認するため, 図 2(b)に示すような曲げ角度 5 度の曲線ファイバーにおける 0 次モード透過率を計算後規格化し, 曲げ角度 360 度における 0 次モード透過率を算出した. 図 3 にその計算結果を示す. このグラフが示しているように, 強結合光導波路構造の場合, 0 次モード透過率が曲率半径 40 mm において約 3 dB も改善された. よって, 我々は強結合導波路に, 曲線導波路における高次モード励起を妨げる効果を確認することに成功した.

4. まとめ

強結合光導波路構造を用いると, あたり従来に対して 0 次モード透過率が曲率半径 40 mm において約 3 dB 優れ, 曲率半径が小さいほど高いモード維持性能を有する可能性があることがシミュレーションにより示唆された. 今後の予定として, 同様の構造の強結合ファイバーのモード透過率を実験により計測し, 強結合光導波路構造のモード維持効果を検証する.

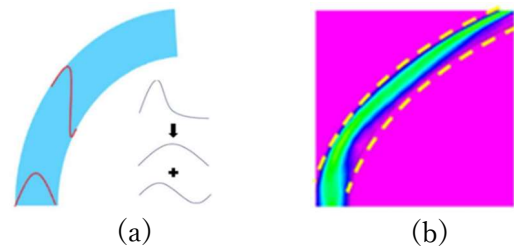


図 1. 通常の曲がりマルチモード光導波路における高次モード励起現象 (a) 概略図, (b) シミュレーション図 (BPM シミュレーション画像例).

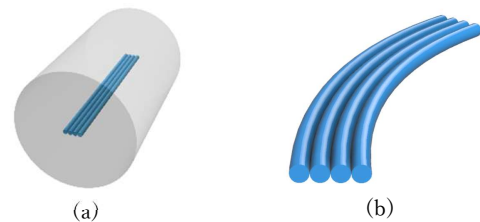


図 2. 強結合 MCF

(a) ファイバー構造, (b) 曲線ファイバー (曲げ角度 5 度)

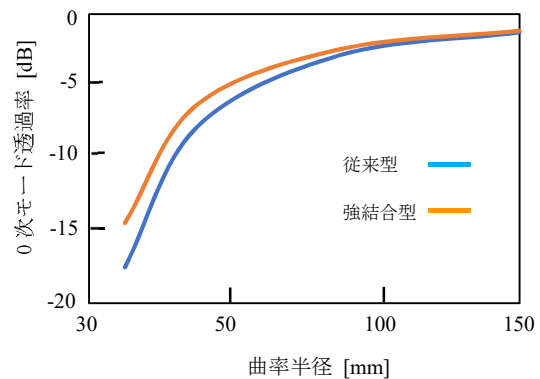


図 3. 0 次モード透過率

【参考文献】

- [1] R. Essiambre et al., IEEE J. Lightwave Technol., 28, 662-701, 2010
- [2] R. Ryf et al., in 2014 Optical Fiber Communication Conference of Technical Digest, paper PD Th5B, 2014
- [3] Y. Kokubun et al., Optics Express, vol.19, no.26, pp.B905-B914, 2011