

汎用シングルモード光ファイバおよび光部品のカットオフ波長以下におけるモード伝搬特性

1220134 濱田 魁人 (光制御・ネットワーク研究室)

(指導教員 岩下 克 教授)

1. はじめに

データトラフィック増大に応えるためにアクセス系の大容量化が望まれる。本研究室ではモード分割多重を PON(Passive Optical Network)システムに適用するために、シングルモード光ファイバ(SMF: Single-Mode Fiber)および光部品をカットオフ波長以下で伝搬させたときの特性を研究してきた[1]。汎用シングルモード光ファイバの伝搬特性と、光部品のひとつである光ファイバカップラの機能や各パラメータが持つ特性をさらに検討できたのでその結果を報告する。

2. 原理

ステップ型光ファイバはカットオフ波長より長い波長では単一モード、それより短い波長では多モードとなる。また、光波の結合・分岐には光カップラが用いられる。その構造を図1に示す。2本の光ファイバが溶融されており、光導波路に光波が入射すると、お互いの光導波路に光波が移行し結合光が出射される。単一モード励振と多モード励振で結合定数(各導波路間の結合力を指標で表す数値)は変化する。双方の光波がどれだけ移行するかは結合長 d と結合導波路間距離 D によって決定する。波長 1310nm の光波を光導波路1に入射したとき、結合長 d と結合導波路間距離 D の関係を図2に示す。これは光導波路1にどれだけ結合光が残るかを表している。これらのパラメータを考慮することによってモード分割多重に必要な光カップラを検討し結合光の損失を測定した。

3. 実験構成

汎用 SMF 内でそれぞれのモード伝搬特性を検証するための構成を図3に、光カップラの損失を測定するための実験構成を図4に示す。様々な波長帯域の LD を使用し光波を伝搬させ、各出力された光波を観測しパワーメータで測定した。各モードを励振させたときの汎用 SMF の伝搬特性と、光カップラの挿入損失と過剰損失を検討し、モード結合方程式より作成した理論曲線と重ね合わせた。

4. 実験結果

汎用 SMF の伝搬特性結果を図5に、測定した損失データと作成した損失理論曲線及び添付されていた理論曲線をそれぞれ重ね合わせたものを図6に示す。図5において多モード状態である高次モードは伝搬する過程で一部基本モードが励振することを確認した。図6において 1310nm 帯、 1550nm 帯では光カップラの仕様を満たすような損失データが取れていることが分かる。続いて短波長領域(1310nm 以下)では、例えば 850nm 帯、 880nm 帯の損失データは理論曲線とほぼ合致しているが、 650nm 帯、 980nm 帯では不一致の箇所が見られることが分かる。これは、短波長領域の光波は光ファイバカップラを伝搬していくうちに、わずかだが高次モードが励振し、光波の伝搬定数及び、各導波路間での伝搬する光波の結合定数が変化している可能性がある。高次モード励振用のパラメータを設定し、新たに理論曲線を作成することができれば、さらに光カップラの検討が進むと考えられる。

5. まとめ

汎用 SMF の各モードにおける伝搬特性および、光カップラの機能、特性を詳しく検討し、短波長領域での損失データの不一致にもある程度検討することができた。

参考文献

[1] 濱田魁人,他,” シングルモード光ファイバネットワークのモード特性の検討”, 2021 電気・電子・情報関係学会四国支部連合大会.9-25,2021.

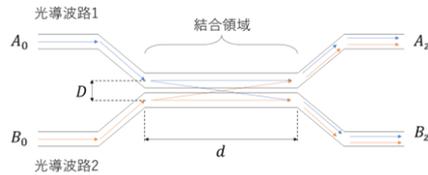


図1 光ファイバカップラの構造

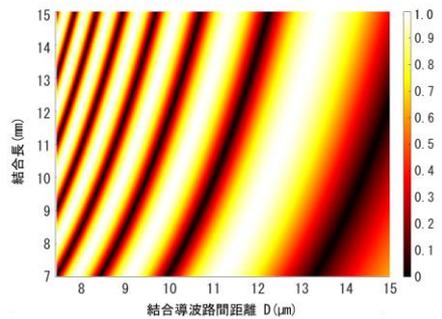


図2 結合長と結合導波路間距離の関係

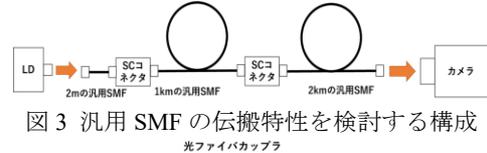


図3 汎用 SMF の伝搬特性を検討する構成

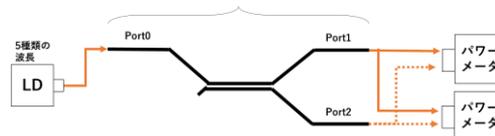


図4 光カップラの各波長の損失を測るための実験構成

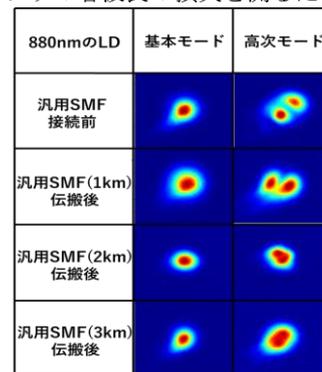


図5 各波長帯域の伝搬特性

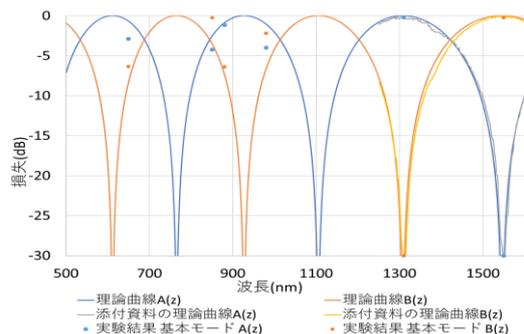


図6 各波長の損失データ