

平成23年度「革新的光ファイバ技術の研究開発」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

- ◆実施機関 三菱電線工業株式会社
- ◆研究開発期間 平成22年度から24年度(3年間)
- ◆研究開発費 総額96百万円(平成23年度 32百万円)

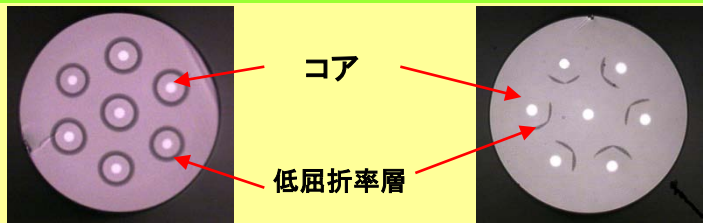
2. 研究開発の目標

- ・通信トラヒックの爆発的な伸びに対応するため、大容量伝送が可能な新規マルチコア光ファイバを開発する。
- ・現状のシングルコア光ファイバでは、ファイバ1心あたりの伝送可能な容量に伸び悩みがあり、新規マルチコアファイバでこの状況を打破する。

3. 研究開発の成果

① クロストーク低減構造

マルチコア光ファイバはコアが近接しているため、摂動でコア間のクロストークが発生する。コア間のクロストークは信号雑音として通信品質を劣化させる。クロストークはマルチコア光ファイバ特有の課題で、クロストークを低減したマルチコア光ファイバが求められる。



トレンチ付加構造

障壁層付加構造

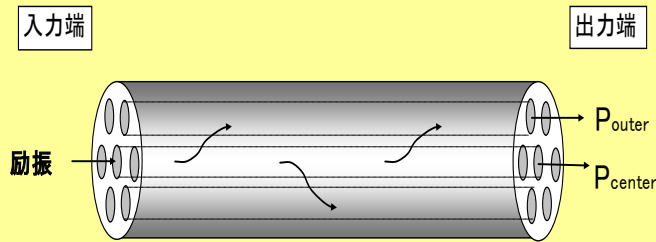
・光の電界分布が隣接するコアまで拡がり、摂動による電力移行が生じてクロストークが発生させる。コア間に光の電界分布の拡がりを抑える障壁層(低屈折率部)を設けてクロストークを抑制させる。
「トレンチ付加構造」と「障壁層付加構造」でクロストークを低減。

・「トレンチ付加構造」 : コアを全周取り囲む低屈折率層を設けた構造。

・「障壁層付加構造」 : コアとコアの中間位置に低屈折率層を配置。
※中心コアのカットオフ波長の長波長シフトを抑える目的で、低屈折率層は外側コアに接近させて配置。

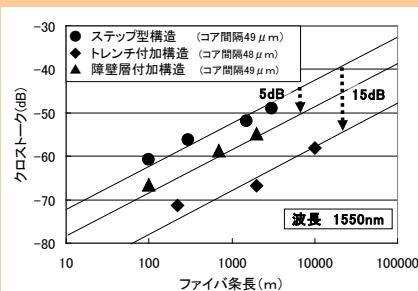
② クロストーク低減効果

クロストーク抑制効果の検証のため、低屈折率層を設けないステップ型屈折率分布のコアからなるマルチコア光ファイバ(ステップ型構造)と比較することで検証した。

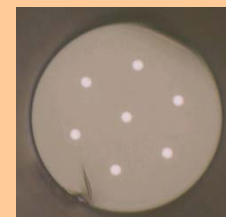


クロストークのイメージ図

- ・クロストークの条長依存性を測定することでクロストーク抑制効果を確認。
- ・トレンチ構造では、ステップ型コア構造に比べて15dBの抑制効果。
- ・障壁層付加構造では、ステップ型コア構造に比べて5dBの抑制効果。



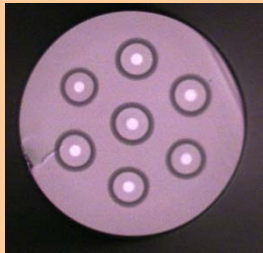
クロストークの条長依存性



ステップ型構造 (比較対象)

トレンチ付加構造

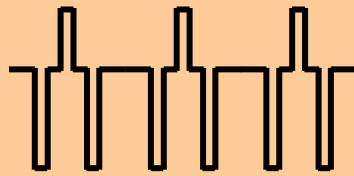
- すべてのコアの周囲にトレンチ(低屈折率層)を配置。
- クロストークとコア間の依存性を確認する目的で、コア間隔が異なる 2種類のファイバを作製。
- 伝送損失は0.21dB/km 実効断面積は76 μm^2 。



コア間隔 48 μm



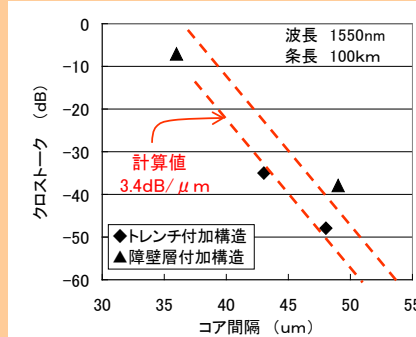
コア間隔 43 μm



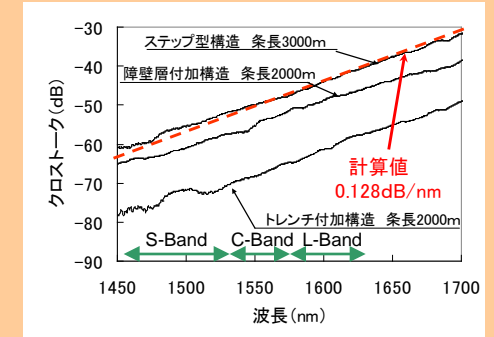
屈折率分布

クロストーク特性

- クロストークのコア間隔依存性を測定した。次期試作分のために必要なコア間隔の見通しが得られた。
- 波長多重通信を考慮してクロストークの波長依存性を測定した。
- 測定結果から得られた変化量は、計算結果と比較的良好一致がみられた。



コア間隔とクロストークの関係



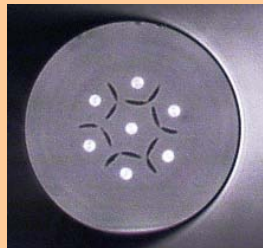
クロストークの波長依存性

障壁層付加構造

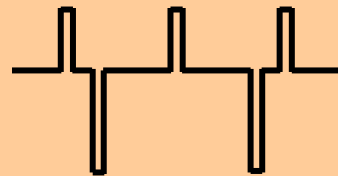
- コアとコアの間に障壁層(低屈折率層)を配置。7コアでは12箇所配置。
- クロストークとコア間の依存性を確認する目的で、コア間隔が異なる2種類のファイバを作製。
- 伝送損失は0.5dB/km 実効断面積は80 μm^2 伝送損失に関して、製造面での課題が残る。
- トレンチ構造に比べクロストーク抑制効果が低い。低屈折率層の厚さを増す、低屈折率層の屈折率を更に低減するなどの対策が必要。



コア間隔 49 μm



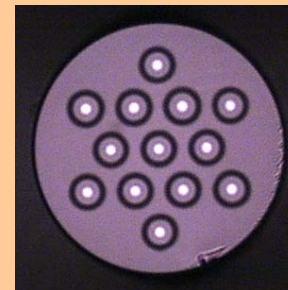
コア間隔 36 μm



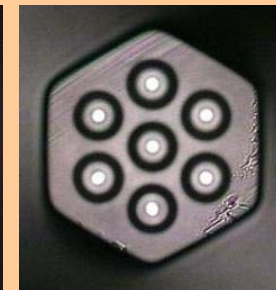
屈折率分布

多コア化、非円形状クラッド構造

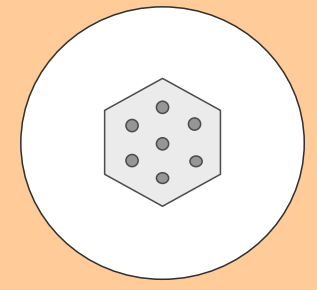
- 次年度の事前検討として、多コア化、非円形状クラッドを試作検討。
- コア数13個のマルチコアファイバを試作。クロストークのコア間隔依存性の結果を元にコア間隔を決定。
- 光ファイバの接続時における回転方向の調整を容易にする目的でクラッド外縁が「六角形状」のマルチコア光ファイバを試作。挿通孔も六角形状のコネクタ用フェルール、又はV溝固定の接続などを想定。



コア数13個



六角形状クラッド



フェルール固定のイメージ

4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等) ※成果数は累計件数と()内の当該年度件数です。

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース	展示会	標準化提案
革新的光ファイバ技術の研究開発	6 (3)	0	0	4 (4)	0	3 (3)	0

5. 研究成果発表会等の開催について

なし

6. 今後の研究開発計画

この成果により、今後、どのような研究を行うのかを例示を上げながら、具体的、かつ簡潔に記載して下さい。

- ・コア数が7個を超えるマルチコア光ファイバの検討、クロストーク特性の確認 (3角配列構造の2層目を設けた影響の確認 など)
- ・接続性を考慮したマルチコア光ファイバ(非円形状クラッド構造)の検討 (機械強度、動疲労試験、ファイバ構造の安定性 など)
- ・長尺ファイバの試作、製造上の課題の確認
- ・電力結合理論によるクロストークの検証