

実施企業名：日本電信電話株式会社

研究課題名：ナノ構造制御ファイバとナノ半導体による新波長帯ファイバの開発

1. 研究の概要

近年の光ファイバの設計・製造技術の進展に伴い、レーザ加工や医療分野などの分野でも適用可能な光ファイバのニーズが高まってきている。しかし既存の石英系光ファイバは非線形効果および損失などの問題からそのまま転用することはできない。本研究はこれらの問題をナノレベルで構造を制御した空気コアを有するファイバ(中空コアファイバ)によって解決しようとするものであり、その設計法、作製法を検討する。また、ナノ半導体を中空コアファイバの空気コアに挿入して、その蛍光の閉じ込め特性からファイバの製造精度を正確に評価する方法を開発し、評価結果をファイバの設計・製造に反映させる。さらにナノ半導体をコアに挿入したファイバによる新波長帯の光増幅器やレーザの実現を目指した研究を進める。

2. 研究目標の達成状況と実用化への展望

当初の研究目標に対して一定の成果が得られたが、実用化に向けて解決すべき点が多く見受けられる。

研究目標の達成状況

研究目標	達成状況
フルベクトル有限要素法によってファイバ断面構造を決定する	コアの周囲を空気孔の配列が囲む空隙率 80%以上の構造のファイバが実用上十分な帯域特性を有し、作製の容易さの観点からも最適であると結論し、ファイバの設計技術を確立した。
ナノ半導体蛍光材料によるファイバの評価法を確立する	空気コアファイバのコア中に取り込んだ半導体ナノ結晶の励起・蛍光観測を用いたファイバの帯域特性の高 S/N での観測技術を実現した。
波長 10.6 μm 帯ファイバを試作し、非線形性が抑えられることを確認する	波長 10.6 μm 帯の空気コアファイバを試作し、10cm のファイバで伝送実験を行い、伝送損失 30 dB を達成した。
波長 3 μm 用ファイバについては、伝送損失が 0.1dB/m 以下を実現する	波長 3 μm 帯の中空コアファイバの試作に成功し、長さ 10m のファイバで伝送実験を行い、伝送損失は 1dB/m 以下であった。
紫外線用ファイバについては、光の閉じ込めを確認する	紫外線領域に近い 470 nm を透過するファイバの試作に成功したが、市場が不透明のため、優先順位が低いと判断して平成 19 年度末で中止した。
ファイバのコア中にナノ半導体を取り込んで光増幅実験を行い、S 帯(波長 1.49-1.53 μm)と波長 1.3 μm での光増幅動作を実現する	本波長帯のナノ半導体の発光効率は可視光帯のナノ半導体に比べて一桁以上低く、現状では増幅実験は不可能として平成 19 年度末で中止した。

採択企業における実用化への展望

今後は、波長 3 μm 帯ファイバの実用化及び、中空コアファイバとナノ半導体の融合技術の実用化を目指すとしている。

3. 総合所見

(総合)

当初の研究目標に対して一定の成果が得られたが、実用化に向けて解決すべき点が多く見受けられる。

本研究では、中空コアファイバによる新波長帯ファイバの実現及び、中空コアファイバとナノ半導体の融合技術による新しい光学デバイス実現を目指した開発が行われた。その結果、今までにファイバが実現していない波長帯でのファイバの試作と伝送実験に成功したが、伝送損失などの目標は未達となった。実用化までに解決すべき課題は多数残されているが、社会的ニーズの大きい医療用ファイバなどへの応用を目指し、引き続きの研究開発を期待したい。

(詳細)

本研究では、今までにファイバが実現していない波長 2.94 μm 帯及び波長 10.6 μm 帯ファイバの試作と伝送実験が実施されたが、伝送損失などの目標の達成度は低いと言わざるを得ない。今後ともファイバ特性のデータ蓄積など実用化を目指した取り組みが求められる。

本研究の核となる空気コアファイバの構造特許は事業開始前に取得済みであり、周辺特許についても事業前に出願済みである。本研究による特許出願は行われていないため、本研究で得られた知見についての積極的な知的財産確保が期待される。

実用化に関しては、波長 3 μm 帯の医療用ファイバなど、用途が期待できる分野はあるが、現時点では基礎研究の段階であり、現状の技術レベルでは実用化は容易でないと考えられる。今後は、目標達成に伴う問題点と同様に、実用化のための課題も整理し、解決してゆくことを期待したい。

現時点の技術レベルでは、新産業創出への期待度は限定的であると言わざるを得ない。しかし、波長 3 μm 帯の医療用ファイバの社会的ニーズは大きく、空気コアファイバとナノ半導体の融合技術は光通信業界が必要とする新たな光能動素子の実現に繋がる可能性がある。引き続きの研究開発を期待したい。