

Polarization Maintaining and Phase Retarding Properties of a Birefringence Controlled Plastic Optical Fiber

(複屈折制御プラスチック光ファイバの偏波保持特性と伝搬位相制御)

古川 怜

論文の内容の要旨

偏波保持光ファイバはコヒーレント光通信線路あるいはファイバジャイロ等の各種光センサとして期待され、その検討が盛んに行われてきた。そうした中で近年の WDM 伝送技術の発展に伴いファイバ型部品としての偏波保持光ファイバが注目を集めている。現在、偏波保持光ファイバは数種存在するが、その原理により全てがシングルモードファイバ (SMF) である。一方、MMF に偏波を結合しても、出射時には他種の位相面が存在し複雑になることから、MMF の偏波保持については過去にほとんどの研究例がない。そこで本研究では、過去に複屈折消去効果が示されているメタクリル酸メチルとベンジルメタクリレートとの共重合体 (P(MMA/BzMA)) をプラスチック光ファイバ (POF) のコアに用いる事によって、マルチモードファイバ (MMF) の複屈折制御を行った。この構造により、出射光が比較的連続な位相面を持ち、さらに光結合の簡易さなどの MMF 特有の利点が得られた。

作製した P(MMA/BzMA) POF において、ファイバ母体の局所複屈折とマクロベンディングが消光比に影響を与えるという傾向を確認した。また、P(MMA/BzMA) POF の応力によって光学異方性が生じるという原理を利用し、圧力センサを作製した。2本の SMF からの出射光を干渉させる方式の代わりに、1本の P(MMA/BzMA) POF のファスト軸とスロー軸間の位相差を検出する方式を用いる事で、より簡便な圧力センサのデザインを提案し、感度と駆動圧力域についての検討を行った。

第1章では、本研究の背景及び目的を概説した。

第2章の前半では、光ファイバのモード伝搬理論を概説した。本研究で取り扱う MMF と既存の SM 偏波保持ファイバの伝搬原理の差を説明した。また、既存の偏波保持ファイバの偏波保持原理について述べた。後半では、プラスチック材料の複屈折発現原理と光学的異方性媒体の光学位相理論について説明した。

第3章では、P(MMA/BzMA) POF の作製に関する材料・手法を述べた。また、本研究で用いた光ファイバの評価方法について説明した。

第4章では、P(MMA/BzMA) POF の偏波保持特性のモード依存性について、他種の MMF との比較を中心に示した。

第5章では、マクロベンディングを用いた位相差の検討について示した。

第6章では、P(MMA/BzMA) POF の位相差制御による圧力センサについて述べた。圧力に規則性を持って応答する共重合組成を検討した。作製されたセンサにおいて、圧力による位相の変化感度と駆動域を示した。

第7章では、本研究の総括を示した。

以上

論文審査の結果の要旨

学士（工学）、修士（工学）古川怜君提出の学位請求論文は「Polarization Maintaining and Phase Retarding Properties of a Birefringence Controlled Plastic Optical Fiber」（複屈折制御プラスチック光ファイバーの偏波保持特性と伝搬位相制御）と題し、8章より構成されている。

近年、高性能フラットパネルディスプレイや光伝送のためのフォトニクスデバイスにおいて、光の偏波制御が重要な課題となっている。現在までに開発されている偏波保持光ファイバーは、総てが光通信やセンサーに用いられているシングルモード光ファイバー（SMF）である。したがって、多量の直線偏波をフォトニクスデバイス間や機器内で伝送するといった用途には不向きである。本研究では、複屈折消去効果が示されているメタクリル酸メチルとベンジルメタクリレートの共重合体（P(MMA/BzMA)）をプラスチック光ファイバー（POF）のコアに用いることにより、マルチモード光ファイバー（MMF）でありながら偏波保持および複屈折制御が可能なPOFを提案し、その光学特性を詳細に検討している。

第1章においては、本研究の背景及び目的を概説している。

第2章の前半においては、光ファイバーのモード伝搬理論を概説し、本研究で取り扱うMMFの偏波保持原理と既存の偏波保持SMFの伝搬原理の違いについて述べている。後半においては、プラスチック材料の複屈折発現原理と光学的異方性媒体の光学位相理論について説明している。

第3章においては、P(MMA/BzMA)POFの作製方法について述べている。また、本研究で用いた光ファイバーの評価方法について説明している。

第4章においては、作製した偏波保持光ファイバーの基本的伝播測定及び複屈折を測定している。その結果、従来のPOFに比べ1桁値の小さい 10^{-5} という低複屈折値が達成されている。

第5章においては、P(MMA/BzMA)POFの偏波保持特性のモード依存性について、他種の既存MMFと比較した結果、従来の消光比約5dBに比べ、P(MMA/BzMA)POFの偏波保持特性は14dBと大きく改善されたことを明らかにしている。

第6章においては、光弾性複屈折と曲げ応力のマクロベンディングを用いた位相差との関係を明らかにしている。

第7章においては、以上の結果を基にP(MMA/BzMA)POFを用いた大口径で簡易な応力センサーを提案し、その有用性を明らかにしている。

最終章は本研究を総括し、今後の展望を述べている。

以上要するに、本論文はP(MMA/BzMA)POFにおいて、偏波保持特性および複屈折制御の可能性を明らかにし、POFの応力によって光学異方性が生じるという原理を本質的議論から解き明かそうとするものであり、当該分野において、工学上、工業上寄与するところが少なくない。

よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。

以上

論文審査担当者：主査	慶應義塾大学教授	工学博士	小池 康博
副査	慶應義塾大学教授	工学博士	山中 直明
副査	慶應義塾大学教授	工学博士	津田 裕之
副査	慶應義塾大学准教授	工学博士	松本 佳宜