

論文の内容の要旨

論文題目 高品質ファイバグレーティングの作製法とその光通信への応用に関する研究

氏名 小向哲郎

本論文は、ファイバグレーティングの次世代の光通信システムへの導入を目的として、高品質なファイバグレーティングの作製技術並びにその光通信システムへの基本的な応用について検討した結果を報告している。

紫外線を光ファイバに照射することにより作製するファイバグレーティングは、光通信システムを変革する有望な光デバイスとして期待されているが、現状では高度な応用には至っていない。その原因のひとつとして、一般に作製されるファイバグレーティングの特性が、理想的な特性に遠く及ばない場合が多いことが考えられる。本研究ではまずこの点に着目し、その原因を追求して高品質なファイバグレーティングを作製する技術を確立している。さらに得られた技術を用いて様々なファイバグレーティングを作製し、高性能な特性が得られることを示すとともに、基本的な応用での有用性も実証している。論文は全体で7章から構成されている。

第1章は、序論である。光通信の歴史を概観し、光デバイス研究の重要性を説いている。ついでファイバグレーティングの成り立ちと光デバイスとしての有用性を説明した後、本研究の目的を述べている。最後に本論文の構成を示すとともに、各章の概略を説明している。

第2章では、ファイバグレーティングの原理と技術動向を整理して述べ、本研究の背景と位置付けを明らかにしている。

第3章と第4章では、高品質なファイバグレーティングの作製技術について検討した結果を述べている。

第3章では、光ファイバに紫外線を照射する際に発生する蛍光を常時モニタし、その変動をファイバの位置制御にフィードバックして、高品質で長尺なファイバグレーティングを安定して作製する方法を提案している。本方法は、Bragg 波長が長手方向に一定であるユニフォームタイプのファイバグレーティングに限らず、Bragg 波長が長手方向に徐々に変化するチャープタイプのファイバグレーティングでも有効である。しかし、このような方法を用いても、実際に作製されるファイバグレーティングの特性には依然として問題があることを指摘している。すなわち、ユニフォームタイプのファイバグレーティングには抑圧困難なサイドローブが発生する一方、チャープタイプのファイバグレーティングには著しい群遅延リップルが発生し、どちらも光通信システムに重大な影響を及ぼす可能性があることを提起している。

第4章では、作製に用いる位相マスクの不完全性が、ファイバグレーティングの屈折率変調の周期に乱れを誘起し、サイドローブや群遅延リップルを生じさせていることを明らかにしている。さらに位相マスクを高品質なものとするために、マスクパターン形成法として一括描画法や多重描画法を提案している。これらの手法によりユニフォームタイプにおいてもチャープタイプにおいても、作製されるファイバグレーティングの特性が著しく改善されることを実証している。

第5章と第6章は、このようにして得られた高品質なファイバグレーティングの光通信への基本的な応用について述べている。

第5章では、ファイバグレーティングのスペクトルフィルタリングへの応用について述べている。まず効率的なファイバグレーティングの Bragg 波長チューニング法を提案している。ついで高品質なファイバグレーティングを用いると高機能な光フィルタリングができることを示している。例えば、従来の光フィルタでは実現困難な狭帯域のフィルタリングが可能であり、高性能なファイバリングレーザが実現することを述べている。これは高分解能の分光や波長標準向けの光源に有望である。また、チャープタイプのファイバグレーティングを用いた、広帯域で方形的な光フィルタを提案している。

第6章では、チャープタイプのファイバグレーティングを用いた分散等化器について述べている。本章では、いくつかのチャープタイプのファイバグレーティングを組み合わせることにより、光ファイバの任意の分散特性（群遅延特性）に対応した分散等化器を構成することができることを示すとともに、その設計法について明らかにしている。また得られた設計法に基づいて、実際に分散シフトファイバに対する分散スロープ等化器を試作してほぼ設計通りの特性を得ている。本等化器による超短光パルスの波形等化も確認しており、将来の超高速 TDM (Time division multiplexing) 伝送システムへの応用が有望であることを示している。また二次分散等化器を長距離光ソリトン伝送実験に応用し、ファイバグレーティングを伝送路の分散等化（補償）に用いた実験としては、最長の距離の伝送に成功するとともに、群遅延リップルが伝送距離を制限することを実験的に明らかにしている。

第7章は、結論であり、本研究の成果をまとめるとともに、今後の課題を展望している。

以上のように本論文では、高品質なファイバグレーティングの作製技術を提案し、それに基づいて作製したファイバグレーティングを実際に光通信技術に応用することにより、その有用性を検証するとともに、従来技術では実現不可能であった高機能な装置が実現できる応用例をいくつか提案している。