

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 王 徳翔

本論文は“High-performance Optical Filters based on Fiber Bragg Gratings with Arbitrary Phase Shifts (任意位相シフト光ファイバブラッグ回折格子に基づいた高性能光フィルタ)”と題し、英文で執筆され 8章からなる。

光ファイバ伝送システムの急速な発展とともに、光デバイス技術も著しく進歩しているが、この中で光フィルタは特に重要な役割を果たしている。例えば、光波長多重および分離、光増幅器の雑音除去、狭帯域スペクトルフィルタリング、分散補償などの機能は、すべて光フィルタを用いて実現される。光ファイバブラッググレーティング (FBG) は、光フィルタの一種である。FBGを用いた光フィルタの利点の一つは、回折格子の振幅と位相特性を任意に設計でき、任意の伝達関数を実現できることにある。しかしこれまで、位相シフトのないFBGまたは π 位相シフトしか含まないFBGが作製されているのみで、任意の位相特性を実現する技術は未開拓であった。本研究では、上記のFBGの利点を最大限に引き出すことを目標にして、任意の位相シフトをFBGに付与する技術を開発している。さらにこの技術に基づき、高性能なFBG光フィルタを種々提案し、その作製と動作確認に成功している。

第一章は“Introduction”であり、主に本研究の背景について述べている。

第二章は“Background of Fiber Bragg Gratings”と題し、本論文を理解するための必要な基礎知識を述べている。FBGの動作原理、解析手法としての結合モード理論、FBGの作製方法などが要約されている。

第三章は“Arbitrary Phase Shifts in Fiber Bragg Gratings”と題し、任意の位相シフトを持つFBGの利点について説明している。FBGの位相シフトと複素伝達特性との関係を明らかにし、任意の位相シフトを与えることにより、伝達関数設計の完全な自由度が得られることを示した。さらに、任意の位相シフトを実現する位相マスク移動法という新しいFBG作製法を提案し、実験でこの方法の有効性を確かめた。

第四章は“Fiber Bragg Grating Based Multi-channel Optical Filters”と題し、マルチレベル位相サンプルFBGを用いたマルチチャンネル光フィルタについて述べている。マルチレベル位相サンプリングの原理と設計法を説明したのち、実際に作製した8チャンネル可変分散補償器と40 GHzから160 GHzへのパルス繰り返し逡倍器の動作を示した。

第五章は“Fiber Bragg Grating based Optical Tunneling Filters”と題し、チャープ型FBGによるマルチレベル位相シフト直接結合共振器を提案している。チャープ型FBGにマルチレベル位相シフト技術を用いて直接結合共振器を実現するための設計法を示した後、提案したFBGを作製することにより、実用的な光トンネリングフィルタを実現した。

第六章は“Fiber Bragg Grating based Rectangular Short Pulse Generation Optical Filter”と題し、方形光パルスを発生するための光フィルタについて述べている。超高速光スイッチング回路における方形光パルスの必要性について論じた後、非チャープ型FBGを用いた光フィルタの設計と試作結果について述べている。

さらに、時間幅を狭くするためにチャープ型FBGを用いることを提案し、その有効性を数値計算により確認している。

第七章は“Fiber Bragg Grating based Optical Vestigial Sideband Filters”と題し、FBGに基づく残留側波帯(VSB)フィルタの設計および作製について述べている。40Gbit/s用VSBフィルタの設計と作製について述べ、作製したFBGが設計通りのVSB伝達関数をもつことが示している。

第八章は本研究のまとめである。

以上のように本研究では、FBGに任意の位相シフトを与えることにより、任意の伝達特性を実現できることを明確化し、このようなFBGの作製法を新たに開発した。この方法を用いて、マルチチャンネル光フィルタ、直接結合光共振器、方形光パルス発生用光フィルタ、残留側波帯光フィルタなど、新規な高機能光フィルタを設計・試作しており、光信号処理技術の発展に大きく寄与し、電子工学への貢献が多大である。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。