

論文の内容の要旨

超高速光ファイバ伝送システムでは、光ファイバの三次分散と非線形効果の相互作用が伝送性能を劣化させる最大の要因となる。ビットレートと伝送距離を現在の限界を越えて大きくするためには、光ファイバの三次分散補償を行うためのデバイス開発が必須である。この目的のために、本論文では、光ファイバの三次分散を補償するためのデバイスとして LOTADE と呼ぶ複合共振器オールパスフィルタを提案し、素子の設計法を確立するとともに、素子の試作、評価によりその有効性を実証している。

まず序論では、超高速光ファイバ伝送システムにおける三次分散の影響について述べたのち、これまで提案されている三次分散補償デバイスのまとめを行っている。次ぎに第2章では、これらを比較することにより、複合共振器型オールパスフィルタが三次分散補償デバイスとして優位性を持ち得ることを指摘している。さらに、オールパスフィルタを用いたフィルタの設計法の概要と、これまで報告されている二次分散補償用デバイスとしてのオールパスフィルタの応用例について述べている。

第3章では、三次分散の補償を目的とした複合共振器オールパスフィルタの設計法について述べている。補償帯域が与えられた時、三次分散補償量を最大にするためのアルゴリズムを開発し、具体的な素子設計を行った。このフィルタを用いて光ファイバの三次分散と逆の符号の三次分散を発生できること、複合共振器構造を用いることにより分散補償量を大きく増大できることが示された。さらに設計された複合共振器構造を、 SiO_2 と Ta_2O_5 の $1/4$ 波長膜で近似的に実現する方法を明らかにした。

第4章では、複合共振器構造を SiO_2 と Ta_2O_5 の $1/4$ 波長膜で実現した場合、作製誤差がフィルタの特性にどのような影響を与えるかを明確化した。さらに、作製誤差の影響を最も受けにくい共振器構造を提案し、設計されたデバイスの作製が現在の薄膜形成技術により可能で

あるとの見通しを得た。この解析に基づいて次章以降のデバイス試作を行った。

第5章では、誘電体多層膜バンドパスフィルタと全反射ミラーから構成される二重共振器型オールパスフィルタを用いて、三次分散補償の原理確認を行った。測定された分散特性は設計とよく一致し、三次分散補償デバイスとしての複合共振器型オールパスフィルタの有効性が示された。三次分散補償帯域は1.2nm から3.6nm まで可変であり、この時分散量は -15.5ps^3 から -2.0ps^3 まで変化した。また、中心波長も8nm にわたって可変であった。

第6章では、二重共振器構造をすべて SiO_2 と Ta_2O_5 の1/4 波長膜で実現したデバイス (Layered Optical Thin Film Allpass Dispersion Equalizer: LOTADE) の試作結果について述べている。3章の設計に基づき、三次分散量 1ps^3 、帯域3nm のLOTADE の試作に成功した。さらにこの三次分散補償デバイスを用いて、波長 $1.55\mu\text{m}$ 、パルス幅1.6ps の光パルスを、分散シフトファイバ60km にわたって伝送させることに成功し、三次分散補償デバイスとしての有効性が実証された。