

Title	高密度波長多重通信のための光信号処理技術に関する研究
Author(s)	古賀, 正文
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3066000
DOI	10.11501/3066000
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名 古 賀 正 文

博士の専攻分野の名称 博士(工学)

学位記番号 第 10570 号

学位授与年月日 平成 5 年 3 月 16 日

学位授与の要件 学位規則第 4 条第 2 項該当

学位論文名 高密度波長多重通信のための光信号処理技術に関する研究

論文審査委員 (主査)
教授 山本 錠彦

(副査)
教授 末田 正 教授 小林 哲郎 助教授 芳賀 宏

論文内容の要旨

本論文は、波長領域における新しい光信号処理技術を開拓して数nm 間隔で多重する高密度波長多重通信に資することを目的として行った研究の成果について述べたものである。光信号処理に関する各種構成法の提案とその実証が研究の中心となっており、構成法に関しては、光サーキュレータ、半導体レーザ増幅器、およびニューラルネットワークによる処理という3つの要素技術が核をなしている。以下に、その概要と得られた知見を述べる。

まず、進行波型半導体レーザ増幅器(TWA)による高密度波長多重増幅技術に関して、多波長一括増幅器としての性能を明らかにするとともに、光サーキュレータを用いた双方向同時増幅器の構成、および高利得偏波無依存型光増幅器の構成について提案し、その性能を明らかにした。双方向同時増幅器では、光サーキュレータのアイソレーションを高める必要があることを示し、60dB以上のアイソレーションを60nmの波長域で確保できる高性能光サーキュレータを開発した。また、TWAを2個用いた高利得偏波無依存型光増幅器を提案し、実験のおよび理論的に性能を明らかにしたところ、ファイバ間利得は29dB、雑音指数は10.2dBを示し、入力光の偏波状態に対する信号利得と雑音指数の変動量は、それぞれ1dBと0.1dB以下であることが分かった。

次に、高密度波長多重通信に適した合分波技術について、新しい構成の提案や性能の明確化を行った。干渉膜フィルタへの光の垂直入射によって偏波依存性を解消できる、光サーキュレータを利用した波長合分波器を提案し、3波の分波実験により動作を確認した。また、これまでの技術の方向とは異なり、波長変動や波長設定誤差に柔軟に対応できるように、ニューラルネットワークの持つパターン認識能力を利用した新しいニューロ処理型波長分波器を提案し、その動作原理を5nm間隔で多重した4波多重光の分波によって確認した。さらに、共振型半導体レーザ増幅器の有する光フィルタ特性についても明らかにした。

最後に、実現した光信号処理技術を駆使することによって擬似光タップを用いたリング型ネットワークを構成でき、そのリング型ネットワークによりクロスコネク機能を実現できることを示した。また、波長配置において柔軟性に富む相対波長配置型WDMネットワークを構成できることを示した。

論文審査の結果の要旨

多数の波長の光を多重化して同時に伝送する波長分割多重通信は、光ファイバの持つ広帯域性を活用する重要な技術である。本論文は、波長間隔数nmで多重化して行う高密度波長多重光通信に必要な光信号処理の要素技術として、光増幅、光合分波などに関して、いくつかの提案とその機能の実証を示し、さらに、これらの要素技術を駆使した新しい多機能光通信ネットワークの構成法を提案したものである。

まず、光増幅技術に関して、小型で利得帯域の広い半導体レーザに着目し、進行波型半導体レーザ増幅器(TWA)の多波長一括増幅器としての性能を明らかにしている。そして、この場合問題となる偏波依存性を解決するために、偏波面回転型の光アイソレータを介してTWAを2個縦続配置する構成を提案し、その性能を理論的に検討したのち、 $1.5\mu\text{m}$ 波長帯で利得29dB、入力光の偏波状態に対する利得の変動量1dB以下の高利得偏波無依存型光増幅器が得られることを実証している。また、TWAと光サーキュレータを利用して双方向同時増幅器を構成できるが、光サーキュレータとして従来の偏波分離プリズムを用いた構成では30dB程度のアイソレーションしか得られない。そこで、複屈折材料を利用した新形式の光サーキュレータを考案し、60dB以上のアイソレーションを60nmの帯域幅で確保できる高性能な光サーキュレータを開発している。

次に光の合分波技術について、新しい構成法の合分波器を提案、試作している。従来の光の合分波器では、反射波の影響を避ける目的で干渉膜フィルタを入射波に対し斜めに配置しているため、偏波依存性が問題であった。そこで、光サーキュレータを利用して干渉膜フィルタへ光が垂直入射する構成により偏波依存性を解消し得る波長合分波器を提案し、分波実験によりその有効性を示している。また、利得を有する波長フィルタとして、共振型半導体レーザ増幅器の光フィルタ特性についても明らかにしている。さらに、厳密な波長設定が必要であった従来の分波器とは異なり、波長変動や波長設定誤差に柔軟に対応できるように、ニューラルネットワークの持つパターン認識能力を利用した新しいニューロ処理型波長分波器を提案し、その動作を5nm間隔で多重した4波多重光の分波によって実証している。

最後に、これら新たに提案、実証した光信号処理技術を利用した2種の高密度波長多重ネットワークの構成法を提案している。一つは、光サーキュレータと高密度波長多重を用いて、擬似的な光タップを構成して行うリング型ネットワークで、いま一つは、ニューロ処理型波長分波器を用いることにより、波長配置において柔軟性に富む相対波長配置型波長分割多重ネットワークである。

以上のように、本論文は光通信における波長多重化技術について多くの有用な知見を与え、新たな光通信ネットワーク構成に向けての重要な指針を与えており、学位論文として価値あるものと認める。