



Title	光周波数分割多重伝送に関する研究
Author(s)	鳥羽, 弘
Citation	大阪大学, 1992, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37807
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	と 鳥	ば 羽	ひろむ 弘
博士の専攻分野 の 名 称	博	士 (工	学)
学 位 記 番 号	第	1 0 0 3 5	号
学位授与年月日	平 成	4 年	2 月 20 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	光周波数分割多重伝送に関する研究		
論文審査委員	(主査)		
	教 授	末 田	正
	(副査)		
	教 授	山 本 錠彦	教 授 蒲 生 健次
		教 授 小 林 哲郎	

論 文 内 容 の 要

本論文は、光周波数多重（光 FDM）伝送方式に関して、その実現可能性を明らかにするために行った、研究の成果を述べたものであり、以下に示す結論を得た。

まず、狭チャネル間隔が可能な、非対称マッハ・ツェンダ（MZ）干渉計構成を有する、MZ 形光フィルタを基本素子として、石英系光導波路により可同調な多段 MZ 形合分波器を構成し、従来例と比較して 10 倍以上の高密度で信号の多重／分離が可能であることを示した。また、強度変調－直接検波系に本合分波器を使用して光 FDM 伝送系を構成する場合のチャネル間隔、中心周波数偏差等に関する考察を行うとともに基本実験による動作確認を行い、光 FDM 伝送系の構成法を確立した。

また、半導体レーザ直接変調による FSK－光周波数直接弁別検波系において、MZ 形分波器を光周波数弁別器として使用することによって高感度化が可能であることを示した。さらに、半導体レーザのスペクトル線幅を考慮した考察の結果、FSK－光周波数直接弁別検波系が 100 チャネル以上の多チャネル化を行った光 FDM 伝送系の構成に適用できることを明らかにした。

次に、光 FDM 伝送系を構成するのに必須となる多チャネル周波数安定化に関して、3 種類の多チャネル光源周波数安定化法（光共振器掃引法、パイロット信号検波法、チャネル選択－逐次安定化法）を提案するとともに、それらが適用可能となる光 FDM 伝送系について相互比較した。この結果、パイロット信号検波法、チャネル選択逐次安定化法とも 100 チャネル以上の光源周波数安定化が可能であること、また、パイロット信号検波法は強度変調信号の周波数安定化に適していること、チャネル選択－逐次安定化法は FSK 変調信号に適していることを明らかにした。

光 FDM 伝送系のダイナミックレンジの増大のために、 A_1/E_r 添加ファイバ増幅器を用いた 100 波多重光の多段共通増幅が有効であることを示すとともに、受信感度の劣化特性を定量的に評価し、光

増幅器を用いた伝送系の設計指針を示した。また10GHz間隔、4チャンネル伝送により、FSK-光周波数直接弁別検波系において四波混合光発生による受信感度劣化特性を実験的に明らかにした。さらに、その結果に基づいて許容ファイバ光電力のチャンネル数依存性を推定し、光増幅器と合わせて、光FDM伝送系におけるダイナミックレンジを明らかにした。

最後に、チャンネル数16および100の光FDM情報分配伝送系を構成し、光フィルタやファイバ伝送による受信感度劣化のないことを明らかにするとともに、光FDM伝送系を総合的に評価した。特に、100チャンネル伝送系では全伝送容量62.2Gb/sが得られ、光FDMによる伝送容量の増大の可能性を示した。

論文審査の結果の要旨

光波が持つ広帯域性は、これまでにない大容量伝送を可能にする特質として注目されている。しかし、現在の光ファイバ通信システムでは、十分その能力が引出されているとはいえない。本論文は、100チャンネルにも達する、極めて多重度の高い周波数分割多重光ファイバ伝送技術に関する一連の研究成果をまとめたものである。

周波数分割多重系において高密度の多重を行うためには、まず、狭いチャンネル間隔で光信号を多重あるいは分離する技術が必要になる。著者は、光導波路を用いた非対称マッハ・ツェンダ干渉計を多段に接続することによって、数ギガヘルツという狭い間隔で光信号を多重・分離できる光合・分波フィルタを提案し、光ファイバを用いたプロトタイプデバイスによって、その動作を確認し、さらに、これを発展させて、シリコン基板上に作成した石英系光集積回路として、マッハ・ツェンダ干渉計形光フィルタ(MZ形フィルタ)を完成させている。

高密度多重のためには、さらに、周波数安定化された多チャンネル光源が必要となる。著者は、光共振器掃引法、パイロット信号検波法、チャンネル選択-逐次安定化法という3種類の多チャンネル光源周波数安定化法を提案し、実験によってこれらの動作を確かめるとともに、100チャンネル以上の光源周波数安定化が可能であることを示している。

さらに、著者は、合・分波器としてMZ形フィルタを利用した周波数多重伝送系の構成について詳細に考察し、種々の方式を比較した結果、変調には、半導体レーザの直接変調によるFSK方式、復調には、MZ形フィルタを光周波数弁別器として用いる直接弁別が有効であることを示した。また、系のダイナミックレンジに関連して、Al/Er添加光ファイバ増幅器の効果、ファイバの非線形性による伝送特性の劣化、ならびにチャンネル数とファイバへの許容光入力との関係などを明らかにし、系の設計法を確立するとともに、100チャンネル以上の多重化が可能であることを示した。

最後に、以上の結果を元にして、光周波数多重を利用した光情報分配伝送系を構成し、実際に、チャンネル当たり622Mb/sの信号を100チャンネル多重して伝送し、これから任意のチャンネルを選択して受信することに成功した。これは、チャンネル数及び全伝送容量(62.2Gb/s)のいずれにおいても最

高のデータである。

この研究は、初めて100チャネルの光周波数多重伝送を実現し、光通信における広帯域性の利用への道を拓いたものであり、光エレクトロニクス発展に寄与する所が大きく、本論文は博士論文として価値あるものと認められる。