



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

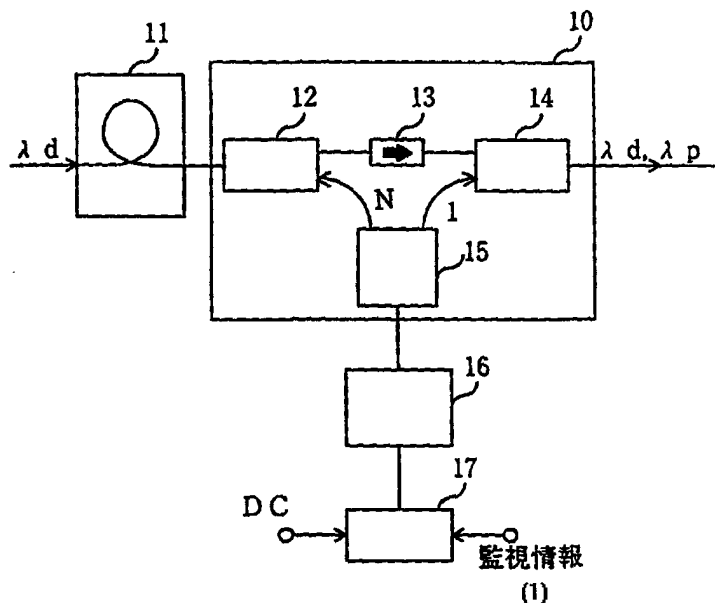
(51) 国際特許分類6 H01S 3/07, 3/10, H04Q 3/52	A1	(11) 国際公開番号 WO98/38709 (43) 国際公開日 1998年9月3日(03.09.98)
(21) 国際出願番号 PCT/JP98/00670 (22) 国際出願日 1998年2月18日(18.02.98) (30) 優先権データ 特願平9/40999 1997年2月25日(25.02.97) (71) 出願人 株式会社 日立製作所(HITACHI, LTD.)[JP/JP] 〒101-8010 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo, (JP) (72) 発明者 対馬英明(TSUSHIMA, Hideaki) 〒351-0115 埼玉県和光市新倉二丁目25番8-203 Saitama, (JP) 北島茂樹(KITAJIMA, Shigeki) 〒214-0001 神奈川県川崎市多摩区菅二丁目14番23号201 Kanagawa, (JP) 沢田安史(SAWADA, Yasushi) 〒233-0011 神奈川県横浜市港南区東永谷三丁目43番18号 Kanagawa, (JP)		(74) 代理人 弁理士 小川勝男(OGAWA, Katsuo) 〒100-8220 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 株式会社 日立製作所内 Tokyo, (JP) (81) 指定国 CA, CN, JP, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書

(54)Title: OPTICAL TRANSMITTER, OPTICAL REPEATER AND OPTICAL CROSS CONNECTION DEVICE

(54)発明の名称 光伝送装置、光中継器および光クロスコネクタ装置

(57) Abstract

An optical transmitter comprising a doped fiber for amplifying an optical signal with a wave length λ_d , a wavelength multiplexer which supplies pumping light to the doped fiber, a wavelength multiplexer which multiplexes the amplified optical signal and a monitoring optical signal and supplies them to a downstream-side optical fiber, a pumping and monitoring light source, a photocoupler for distributing the light from the light source to the wavelength multiplexers with the ratio of N:1 and a driver to which the monitoring information and a DC signal are supplied and which controls the light source. An optical cross connection device which controls switches in accordance with the monitoring information is also disclosed.



(1)...MONITORING INFORMATION

波長 λ d の光信号を増幅するドープファイバと、ドープファイバに励起光を入力する波長多重素子と、増幅された光信号と監視用光信号とを多重化して下流側の光ファイバに出力する波長多重素子と、励起用兼監視用光源と、光源からの光を比率 $N : 1$ で波長多重素子に分配する光カプラと、監視情報と直流信号とが加えられて光源を制御するドライバとにより構成される光伝送装置および監視情報によりスイッチの制御を行う光クロスコネクタ装置。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード (参考情報)

AL	アルバニア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SN	セネガル
AM	アルメニア	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
AT	オーストリア	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	TD	チャード
AU	オーストラリア	GB	英国	MC	モナコ	TG	トーゴ
AZ	アゼルバイジャン	GE	グルジア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GH	ガーナ	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BB	バルバドス	GM	ガンビア	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TR	トルコ
BE	ベルギー	GN	ギニア	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
BF	ブルキナ・ファソ	GW	ギニア・ビサオ	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	MW	マラウイ	US	米国
BR	ブラジル	ID	インドネシア	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CA	カナダ	IL	イスラエル	NL	オランダ	YU	ユーゴスラヴィア
CC	中央フリカ	IT	イタリア	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CG	コンゴ共和国	IS	アイスランド	NZ	ニュージーランド		
CH	スイス	JP	日本	PL	ポーランド		
CI	コートジボアール	KE	ケニア	PT	ポルトガル		
CM	カメルーン	KG	キルギス	RO	ルーマニア		
CN	中国	KR	韓国	RU	ロシア		
CU	キューバ	KZ	カザフスタン	SD	スーダン		
CY	キプロス	LC	セント・ルシア	SE	スウェーデン		
CZ	チェコ	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール		
DE	ドイツ	LK	スリランカ	SI	スロベニア		
DK	デンマーク	LR	リベリア	SK	スロヴァキア		
EE	エストニア	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ		
ES	スペイン						

明 細 書

光伝送装置、光中継器および光クロスコネクタ装置

技術分野

- 本発明は、光伝送装置、光中継器および光クロスコネクタ装置に係り、
5 特にエルビウム等がドープされた光ファイバによる光増幅器を有する光伝送装置、光中継器および光クロスコネクタ装置に関する。

背景技術

- 光ファイバにより複数のノード装置を接続して構成されるネットワークにおいて、通常、ノード装置の内部にエルビウム等がドープされた光ファイバ(以下、ドープファイバという)と励起光源とによる光増幅器を有する光伝送装置が使用されている。この光伝送装置は、上流側からの波長の異なるデータ用光信号と監視用光信号とを受け、データ用光信号を増幅して下流側に出力し、あるいは、自ノード装置内に取り込む機能を有すると
10 共に、監視用光信号を受け取って新たな監視用光信号を下流側に出力し、また、自ノード装置内からのデータが乗せられたデータ用光信号を下流側に出力する機能を有している。そして、前記関連技術による光伝送装置は、前述した機能のために、ドープファイバを励起するための励起光源、監視用光信号用の光源の2つの光源を備えて構成される。
15 前述した関連技術による光伝送装置は、2種類の光源を備えなければならず、このため、光伝送装置全体の構成機器の数が多くなり、その構成が複雑になるという問題点を有している。
20

発明の開示

本発明の目的は、前記関連技術の問題点を解決し、機器構成を簡略化し、安価に構成することができる光伝送装置、光中継器、光クロスコネクタ装置、ノード装置、および光ネットワークを提供することにある。

本発明によれば前記目的は、励起光により入力光信号を増幅する 1 または複数のドープファイバと、データ用光信号とは波長の異なる監視用光信号を、前記 1 または複数のドープファイバより出力されるデータ用光信号と共に多重化して出力する光多重素子とを有する光伝送装置において、前記 1 または複数のドープファイバに対する励起光源と監視用光信号の光源とを兼用する励起用兼監視用光源を備えることにより達成される。

また、前記目的は、前記励起用兼監視用光源からの出力光を前記 1 または複数のドープファイバ及び光多重素子に分配する光カプラを備え、前記励起用兼監視用光源を、監視情報により変調された光を出力するように制御することにより、あるいは、前記光カプラと前記光多重素子との間に監視情報により光を変調する変調器を備え、前記励起用兼監視用光源を、直流信号により一定出力の光を出力するように制御することにより達成される。

また、前記目的は、入力された光信号を監視用光信号とデータ用光信号とに分離する光多重素子と、監視用光信号の受信機とをさらに備えることにより達成される。

本発明によれば前記目的は、光信号の入力端と出力端とをそれぞれ複数備える光スイッチと、この光スイッチを制御するコントローラとを備える光クロスコネクタ装置において、前記光スイッチの複数の入力端と複数の出力端とのそれぞれに接続された前述の光伝送装置を備え、あるいは、前記光スイッチの複数の入力端に接続された複数のデータ送信機及び複数のデータ受信機とを備え、前記光スイッチ、前述データ送信機、データ受信機及び前記複数の光伝送装置を前記コントローラにより制御すること

により、また、光伝送装置に必要なドープファイバの励起用兼監視用光源を、前記複数の光伝送装置に共通に備えることにより達成される。

また、前記目的は、光信号の入力端と出力端とをそれぞれ複数備える光回路と、この光回路を制御するコントローラとを備える光クロスコネク
5 装置において、光回路は、光スイッチ以外にも波長多重素子、波長分離素子、光アンプまたは再生中継器を含むことによって達成される。

また、前記目的は、複数のノード装置相互間を光ファイバによる伝送路により接続して構成される光ネットワークにおいて、前記複数のノード装置のそれぞれを前述の光クロスコネク装置を備えて構成することによ
10 り、また、ノード装置相互間を接続する光ファイバによる伝送路の途中に前述の光伝送装置を含む光中継器を備えることにより達成される。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明の光伝送装置の基本的な構成例を示すブロック図であり、第2図は、本発明の光伝送装置の基本的な構成の他の例を示すブロッ
15 ク図であり、第3図は、本発明の光伝送装置の基本的な構成の他の例を示すブロック図であり、第4図は、本発明の光伝送装置の基本的な構成の他の例を示すブロック図であり、第5図は、本発明の光伝送装置の構成例を示すブロック図であり、第6図は、本発明の光伝送装置の構成の他の例を示すブロッ
20 ク図であり、第7図は、本発明の光伝送装置の構成の他の例を示すブロック図であり、第8図は、本発明の光伝送装置の構成の他の例を示すブロック図であり、第9図は、本発明の光中継器の構成例を示すブロッ
ック図であり、第10図は、本発明の光中継器の構成の他の例を示すブロッ
ック図であり、第11図は、本発明の光中継器を使用して構成した伝送シ
25 ステムの例を説明する図であり、第12図は、本発明の光クロスコネク装置の例を説明する図であり、第13図は、本発明の光クロスコネク装

置の他の例を説明する図であり、第 14 図は、本発明の光クロスコネク
装置の光回路の構成例を説明する図であり、第 15 図は、本発明の光クロ
スコネク装置の光回路の構成の他の例を説明する図であり、第 16 図は、
本発明の光クロスコネク装置の光回路の構成の他の例を説明する図で
5 あり、第 17 図は、本発明の光クロスコネク装置の光回路の構成の他の
例を説明する図であり、第 18 図は、本発明の光クロスコネク装置の光
回路の構成の他の例を説明する図であり、第 19 図は、本発明の光クロス
コネク装置のさらに他の例を説明する図であり、第 20 図は、本発明の
光クロスコネク装置の監視信号送受信装置の構成例を説明する図であ
10 り、第 21 図は、本発明の光クロスコネク装置の監視信号送受信装置の
構成例を説明する図であり、第 22 図は、本発明の光クロスコネク装置
の監視信号送受信装置の構成例を説明する図であり、第 23 図は、本発明
の光クロスコネク装置の監視信号送受信装置の構成例を説明する図で
あり、第 24 図は、本発明の光クロスコネク装置の光回路の構成の他の
15 例を説明する図であり、第 25 図は、本発明の光クロスコネク装置のさ
らに他の例を説明する図であり、第 26 図は、本発明の光クロスコネク
装置を用いて構成したノード装置により構成される光ネットワークの例
を示す図である。

20 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明による光伝送装置及び光伝送装置を含む光中継器、光中継
器を用いる光ネットワークの実施形態を図面により詳細に説明する。

第 1 図は本発明の実施形態による光伝送装置の基本的な構成を示すブ
ロック図、第 2 図は本発明の実施形態による光伝送装置の基本的な構成の
25 他の例を示すブロック図である。第 1 図、第 2 図において、11 はエルビ
ウム等をドープしたドープファイバ、12、14 は波長多重素子、13 は

アイソレータ、15は光カップラ、16は励起用兼監視用光源、17はドライバ、18は双方向性波長多重素子である。なお、第1図、第2図に示す本発明の実施形態による光伝送装置は、入力されたデータ用光信号の増幅、送信と監視用光信号の送信との機能のみを示しており、送信すべきデータを有する送信側装置として使用可能なものであり、監視信号の取り込み機能を省略して示しているが、この機能は、公知の機器構成として付け加えることができる。

第1図に示す光伝送装置は、ドープファイバに励起光を入力することにより、上流側の光ファイバから入力される波長 λ_d のデータ用光信号を増幅するドープファイバ11と、ドープファイバ11に励起光を入力する波長多重素子12と、波長多重素子12からの増幅されたデータ用光信号を所定の方向、図示例の場合、右方向にのみ伝送する光アイソレータ13と、増幅されたデータ用光信号と波長 λ_p の監視用光信号とを多重化して下流側の光ファイバに出力する波長多重素子14と、励起用及び監視用の波長 λ_p の光を発光する励起用兼監視用光源16と、光源16からの励起用及び監視用の光を一定の比率N:1で波長多重素子に分配する光カップラ15と、監視情報と直流信号とが加えられて光源16を制御するドライバ17とにより構成されている。なお、前述した構成例において、光アイソレータ13は、波長多重素子12と14との間に配置されたが、光アイソレータ13は、配置される場所が異なっても、また、用いられなくてもよい。さらに、波長多重素子12と、波長多重素子14と、光カップラ15とは、光回路として一体に形成可能である。

第1図に示す本発明の実施形態による光伝送装置の特徴的な点は、ドープファイバ11を励起する光源と監視情報のための光源とが、励起用兼監視用光源16だけでまかなわれている点である。すなわち、励起用兼監視用光源16は、ドープファイバ11を励起する光源と監視情報のための光

源とに使用可能な波長 λ_p の光を出力する。この光は、そのパワーが、光
カプラ15により予め定められた一定の比率 $N:1$ に分割され、割合“ N ”
で分割された光が波長多重素子12を介してドープファイバ11に与え
られてドープファイバ11を励起する。また、割合“1”で分割された光
5 は、監視用光信号として、アイソレータ13を介して入力された増幅後の
データ用光信号と共に波長多重素子14に入力され、多重化された後下流
側の光ファイバに出力される。ここで、 N は、ドープファイバが必要とす
る励起光のパワーと監視用光信号が必要とするパワーとの比で決まる数
値であり、一般的には10～数百であってよい。また、当然のこととして、
10 励起用兼監視用光源16の出力光のパワーは、ドープファイバが必要とす
る励起光のパワーと監視用光信号が必要とするパワーとの和以上必要で
ある。

励起用兼監視用光源16は、直流信号DCと監視情報とを受けるドライ
バ17により制御されているので、その出力光は、監視情報により変調さ
15 れたものとなっており、そのパワーが直流信号DCにより制御されたもの
となっている。そして、その一部の出力光が、前述したように、監視用光
信号として、アイソレータ13を介して入力された増幅後のデータ用光信
号と共に波長多重素子14に入力され、多重化された後下流側の光ファイ
バに出力される。また、この変調された光出力の一部がドープファイバ1
20 1に与えられてドープファイバを励起するが、監視情報のビットレートは
低いため、ドープファイバ11は、励起光が変調されていることによる影
響を受けることなく励起される。

第2図に示す本発明の実施形態による光伝送装置は、第1図により説明
した光伝送装置における波長多重素子12、14と光アイソレータ13と
25 に代わって双方向性波長多重素子18を設けたものであり、その他は第1
図の場合と同様に構成されている。そして、このの実施形態による光伝送

装置は、双方向性波長多重素子 1 8 が、光カップラ 1 5 により分割された励起用兼監視用光源 1 6 からの出力光をドープファイバ 1 1 に励起光として与えると共に、増幅されたデータ用光信号と光カップラ 1 5 により分割された励起用兼監視用光源 1 6 からの監視用光信号とを下流側の光ファイバ 5 に出力している。

第 1 図、第 2 図に示した本発明の実施形態によれば、ドープファイバ 1 1 を励起する光源と監視情報のための光源とを、1 つの励起用兼監視用光源 1 6 に兼用させることができ、光伝送装置の構成を簡易なものとすることができる。また、第 1 図、第 2 図に示した構成において、データ用光信号 10 を 1 波長の信号として説明したが、このデータ用光信号は、波長多重信号であってもよい。

第 3 図は本発明の他の実施形態による光伝送装置の基本的な構成を示すブロック図、第 4 図は本発明の実施形態による光伝送装置の基本的な構成の他の例を示すブロック図である。第 3 図、第 4 図において、1 9 は変調器であり、他の符号は第 1 図、第 2 図の場合と同一である。第 1 図、第 2 図により説明した光伝送装置は、励起用兼監視用光源 1 6 を制御するドライバ 1 7 に監視情報を入力して、励起用兼監視用光源 1 6 の出力光を監視情報により変調するものであったが、第 3 図、第 4 図に示す本発明の実施形態による光伝送装置は、監視情報用の変調器を別途設けて構成したものであり、第 1 図、第 2 図に説明した光伝送装置と同様に動作するものである。 15

第 3 図に示す本発明の実施形態による光伝送装置は、基本的には第 1 図に示した光伝送装置と同一であり、増幅されたデータ用光信号（波長 λ_d ）と監視用光信号とを多重化して下流側の光ファイバに出力する波長多重素子 1 4 と、光源 1 6 からの出力光を励起用及び監視用のとすために 25 一定の比率 $N : 1$ に分配する光カップラ 1 5 との間に監視情報により入力光

を変調する変調器 19 を挿入した点が第 1 図の場合と相違している。従って、この実施形態におけるドライバ 17 は、直流信号 DC により励起用兼監視用光源 16 の出力光のパワーを制御するだけでよい。なお、第 3 図には、光アイソレータが示されていないが、第 1 図の場合と同様に設けることもできる。

第 4 図に示す本発明の実施形態による光伝送装置は、基本的には第 2 図に示した光伝送装置と同一であり、双方向性波長多重素子 18 の監視用光信号の入力端と、光源 16 からの出力光を励起用及び監視用のとするために一定の比率 $N:1$ に分配する光カプラ 15 との間に、監視情報により入力光を変調する変調器 19 を挿入した点が第 2 図の場合と相違している。従って、この実施形態においても、ドライバ 17 は、直流信号 DC により励起用兼監視用光源 16 の出力光のパワーを制御するだけでよい。

第 3 図、第 4 図に示した本発明の実施形態によれば、励起用兼監視用光源 16 は、その励起用出力光が変調を受けていないので、ドープファイバ 11 をきれいな励起光により励起することができ、また、監視情報のビットレートが高くなった場合にも、ドープファイバ 11 を確実に励起することができる。また、第 3 図、第 4 図に示した構成において、データ用光信号を 1 波長の信号として説明したが、このデータ用光信号は、波長多重信号であってもよい。

第 5 図は本発明の実施形態による光伝送装置の構成を示すブロック図である。第 5 図において、11a~11n はドープファイバ、12a~12n は波長多重素子、20 はスターカプラであり、他の符号は第 3 図の場合と同一である。この本発明の実施形態は、第 3 図に示す実施形態の応用例であり、波長多重型の光伝送装置に本発明を適用したものである。

第 5 図に示す光伝送装置は、波長 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の複数のデータ用光信号のそれぞれを増幅する複数のドープファイバ 11a~11n と、これらの

ドープファイバ 11a ~ 11n に励起光を与え、かつ、増幅されたデータ用光信号を伝送するドープファイバ 11a ~ 11n のそれぞれに対応して設けられる波長多重素子 12a ~ 12n と、増幅されたデータ用光信号と波長 λ_p の監視用光信号とを多重化して下流側の光ファイバに出力する波長多重素子 14 と、入力光を監視情報により変調して波長多重素子 14 に送る変調器 19 と、励起用兼監視用光源 16 からの出力光を波長多重素子 12a ~ 12n と変調器 19 に分配するスターカップラ 20 と、励起用及び監視用の波長 λ_p の光を発光する励起用兼監視用光源 16 と、直流信号 DC が加えられて光源 16 の出力光のパワーを制御するドライバ 17 とにより構成されている。

なお、第 5 図に示した構成において、データ用光信号 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ をそれぞれ 1 波長の信号として説明したが、このデータ用光信号 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ は、それぞれ波長多重信号であってもよい。

前述した第 1 図 ~ 第 5 図の実施形態において、ドープファイバ 11a ~ 11n がエルビウムがドープされたエルビウムドープファイバである場合、励起光及び監視用光信号の波長 λ_p としては、1.48 μm 帯、あるいは、0.98 μm 帯のものが使用され、この場合データ用光信号 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{dn}$ の波長としては、1.5 μm 帯のものが使用される。

第 5 図に示した本発明の実施形態によれば、第 3 図に示した実施形態の効果に加えて、励起用兼監視用光源 16 を 1 つのみ設けることにより、複数のドープファイバを励起することができ、しかも、この光源を、監視情報用としても兼用することができるという効果を得ることができる。

第 6 図は本発明の実施形態による光伝送装置の他の構成を示すブロック図である。第 6 図において、11' はドープファイバ、12'、14' は波長多重素子であり、他の符号は第 3 図、第 5 図の場合と同一である。この本発明の実施形態は、第 3 図に示す実施形態の応用例であり、双方向

の光伝送装置に本発明を適用したものである。

第6図に示す光伝送装置は、波長 λd_1 、 λd_2 のデータ用光信号が逆方向にそれぞれ独立の光ファイバを介して伝送される光伝送装置であり、ドープファイバ11、波長多重素子12、14及び変調器19により構成される波長 λd_1 のデータ用光信号を増幅して中継する部分の構成が、第3図のものと全く同一であり、逆方向に波長 λd_2 のデータ用光信号を増幅して中継するドープファイバ11'、波長多重素子12'、14'及び変調器19'が設けられている点で第3図に示したものと相違している。そして、第6図に示した本発明の実施形態は、これらに共通に、励起用兼監視用光源16からの出力光を波長多重素子12、12'及び変調器19、19'とに分配するスターカップラ20と、励起用及び監視用の波長 λp の光を発光する励起用兼監視用光源16と、直流信号DCが加えられて光源16の出力光のパワーを制御するドライバ17とを備えて構成されている。

第6図に示した本発明の実施形態によれば、第3図に示した実施形態の効果に加えて、励起用兼監視用光源16を1つのみ設けることにより、お互いに逆方向に伝送されるデータ用光信号を増幅する2つのドープファイバを励起することができ、しかも、この光源を、監視情報用としても兼用することができるという効果を得ることができる。

なお、 λd_1 と λd_2 とは、1本の光ファイバにより双方向に伝送されてもよい。その場合、第6図に示す光伝送装置の左右両側に、それぞれ、 λd_1 と λd_2 との合分波を行う素子を付加する必要がある。また、第6図に示した構成において、データ用光信号を1波長の信号として説明したが、このデータ用光信号は、波長多重信号であってもよい。

また、この実施形態は、第5図に示す波長多重型の光伝送装置にも適用することができ、これにより、波長多重型の双方向光伝送装置を構成する

ことができる。

第7図は本発明の実施形態による光伝送装置の他の構成を示すブロック図であり、図の符号は第3図の場合と同一である。

前述までに説明した本発明の各実施形態は、データ用光信号と監視用光
5 信号との伝送方向が同一であるとしたが、本発明のこの実施形態は、監視用光信号の伝送方向をデータ用光信号の伝送方向と逆にした場合の例である。

第7図に示す本発明の実施形態による光伝送装置は、データ用光信号の出力側にドープファイバを設け、入力側に設けられる波長多重素子14と
10 カプラ15との間に監視情報用の変調器19が設けられている点で第3図の場合と相違し、その他の点では第3図の場合と同一に構成されている。このように構成することにより、第7図に示す光伝送装置は、変調器19で監視情報により変調された監視用光信号を波長多重素子14を介して、データ用光信号とは逆方向に伝送することができる。

15 なお、第7図に示した構成において、データ用光信号を1波長の信号として説明したが、このデータ用光信号は、波長多重信号であってもよい。

第8図は本発明の実施形態による光伝送装置の他の構成を示すブロック図であり、図の符号は第6図の場合と同一である。本発明のこの実施形態は、ドープファイバを双方向から励起することを可能としたものである。

20 第8図に示す本発明の実施形態による光伝送装置は、ドープファイバ11、波長多重素子12、14及び変調器19により構成される波長 λ_d のデータ用光信号を増幅して中継する部分の構成が、第3図のものと全く同一であり、ドープファイバ11の前段にもう1つの波長多重素子12'を設け、この波長多重素子12'に入力データ用光信号と励起光とを入力す
25 るように構成される点が第3図の場合と相違している。そして、第8図に示した本発明の実施形態は、これらに共通に、励起用兼監視用光源16か

らの出力光を波長多重素子 12、12' 及び変調器 19 とに分配するスターカプラ 20 と、励起用及び監視用の波長 λ_p の光を発光する励起用兼監視用光源 16 と、直流信号 DC が加えられて光源 16 の出力光のパワーを制御するドライバ 17 とを備えて構成されている。

5 この構成によれば、ドープファイバ 11 は、波長多重素子 12、12' により両方向から励起されることになり、大きな光増幅度を得ることができる。また、この構成においては、ドープファイバ 11 を図示の位置に直列に 2 つ設けることができ、この場合、さらに大きな光増幅度を得ることができる。

10 第 8 図に示した本発明の実施形態によれば、励起用兼監視用光源 16 を 1 つのみ設けることにより、データ用光信号を大きな増幅度を持って増幅することが可能となり、しかも、この光源を、監視情報用としても兼用することができるという効果を得ることができる。

15 なお、第 8 図に示した構成において、データ用光信号を 1 波長の信号として説明したが、このデータ用光信号は、波長多重信号であってもよい。

20 これまで説明した本発明の各実施形態は、入力されたデータ用光信号の増幅、送信と監視用光信号の送信との機能だけを持つ光伝送装置として説明した。次に、前述した本発明の各実施形態による光伝送装置に上流側の光伝送装置からの監視情報の取り込み機能を設けた光中継器の実施形態を説明する。

25 第 9 図は本発明の他の実施形態による光中継器の構成例を示すブロック図、第 10 図は本発明の実施形態による光中継器の他の構成を示すブロック図である。第 9 図、第 10 図において、11" はドープファイバ、12" は波長多重素子、91 は前述までの実施形態で説明した光伝送装置、92 は波長分離素子、93 は監視情報受信機、94 はコントローラ、95 は励起光源である。

第9図に示す本発明の実施形態による光中継器は、第1図ないし第4図及び第8図を用いて説明した本発明の実施形態による構成を持った光伝送装置91の入力側にドープファイバ11”と、データ用光信号と励起光源95からの励起光とをドープファイバに入力する波長多重素子12”と、
5 入力された光信号から波長 λ_d のデータ用光信号と波長 λ_p の監視用光信号とを分離する波長分離素子92と、監視用光信号を受信し電気信号に変換してコントローラに渡す監視情報受信機93と、全体を制御するコントローラ94とを備えて構成される。第9図に示した本発明の実施形態において、前段に接続されている他の図示しない光中継器からのデータ用光
10 信号と監視用光信号とを含む光信号は、波長分離素子92によりデータ用光信号と監視用光信号とに分離される。波長 λ_p の監視用光信号は、監視情報受信機により電気信号に変換されてコントローラ94に入力される。また、波長 λ_d のデータ用光信号は、波長 λ_p を発光する励起光源95からの励起光と共に、波長多重素子11を介してドープファイバ11に与え
15 られ、ドープファイバ11により増幅されて光伝送装置91に入力される。光中継器全体の制御を行うコントローラ94は、監視情報受信機93からの監視情報に基づいて後段に送信すべき電氣的な監視情報を作成して光伝送装置91に送出する。光伝送装置91は、前述で説明したように、コントローラ94からの監視情報に基づいて監視用光信号を生成し、入力さ
20 れたデータ用光信号と共に下流側に送信する。

第9図に示す例では、ドープファイバ11”を励起するための励起光源95が設けられているとしているが、この励起光源95は、光伝送装置91内に設けられる励起用兼監視用光源と共通化することができ、第9図に点線で示すような接続を行えば不要とすることができる。

25 第10図に示す本発明の実施形態による光中継器は、第9図に示す光中継器におけるドープファイバ11”、波長多重素子12”、励起光源95

を削除し、データ用光信号の増幅機能を削除したものである。この例は、光伝送装置 9 1 が十分な増幅度を持つドープファイバを備えて構成される場合に使用して好適であり、第 9 図に示すドープファイバに比較して簡単な構成で同一の機能を果たすことができる。第 9 図、第 10 図に示した
5 実施形態によれば、監視信号の取り込み機能を持つ完全な光中継器を簡単な構成とすることができる。また、データ用光信号は、1 波長の信号でもよく、あるいは、複数波長が多重化された波長多重信号であってもよい。

なお、第 9 図、第 10 図に示した本発明の実施形態は、光伝送装置 9 1 として、第 1 図ないし第 4 図及び第 8 図に示した本発明の実施形態による
10 構成を持った光伝送装置を使用するとして説明したが、本発明は、光伝送装置 9 1 として、第 5 図ないし第 7 図に示した本発明の実施形態による光伝送装置を使用して、波長多重型の光伝送装置、双方向型の光伝送装置、監視用光信号をデータ用光信号とは逆方向に伝送する光伝送装置を構成することができる。

15 第 1 図 1 は前述までに説明した本発明の実施形態による光中継器を使用して構成した伝送システムの例を説明する図である。第 1 図 1 において、1 1 1 は送信側光伝送装置、1 1 2 はコントローラ、1 1 3 ~ 1 1 5 は光中継器、1 1 6 は受信側光伝送装置である。

第 1 図 1 において、送信側光伝送装置 1 1 1 は、データの送信端に設け
20 られており、図示しないデータ送信機からのデータ用光信号が与えられ、また、コントローラ 1 1 2 から電気信号による監視情報が入力される。この送信側光伝送装置 1 1 1 としては、例えば、第 1 図ないし第 4 図及び第 8 図で説明した本発明の実施形態による光伝送装置の 1 つが使用されればよい。そして、光中継器 1 1 1 は、入力されたデータ用光信号を増幅し
25 た光信号と、コントローラ 1 1 2 からの監視情報により変調した監視用光信号とを光中継器 1 1 3 ~ 1 1 5 を有する光ファイバによる伝送路を介

して受信側光伝送装置 116 に送信する。光中継器 113 ~ 115 は、第 9 図、第 10 図により説明した本発明の実施形態による光中継器の 1 つを使用すればよく、また、受信側装置 116 は、第 9 図により説明した光中継器の光伝送装置 91 を除いた構成とされており、ドープファイバ 11”
5 の出力光が図示しないデータ受信機に接続されている。受信側装置 116 は、第 10 図により説明した光中継器の光伝送装置 91 を除いた構成であってもよい。また、第 1 図 1 に示した構成において、データ用光信号を 1 波長の信号として説明したが、このデータ用光信号は、波長多重信号であってもよい。

10 第 12 図は前述までに説明した本発明の実施形態による光中継器を使用して構成した光クロスコネクタ装置の例を説明する図である。第 12 図において、121-1 ~ 121-n、122-1 ~ 122-n は光中継器、123 は光スイッチ、124 はコントローラである。

第 12 図に示す光クロスコネクタ装置の例は、前述した本発明の各実施
15 形態による光中継器を光クロスコネクタ装置に内蔵させた光クロスコネクタ装置であり、多数の光スイッチ素子を有して任意の入力端から任意の出力端に光信号を伝送するように光信号をスイッチングする機能を有する光スイッチ 123 と、その複数の入力端に接続される複数の光中継器 121-1 ~ 121-n と、複数の出力端に接続された複数の光中継器 122-1 ~ 122-n と、これらの全体を制御するコントローラ 124 とを
20 備えて構成される。

光スイッチ 123 は、その内部に多数の光スイッチ素子を有して構成されるため光の挿入損失を生じる。このため、光スイッチ 123 の入力端に接続される複数の光中継器 121-1 ~ 121-n は、光増幅機能を有す
25 ることが望ましく、第 12 図に示す例では、第 9 図により説明した光中継器から光伝送装置 91 を除いた構成とされており、ドープファイバ 11”

の出力光が光スイッチ 123 に接続されている。なお、前述の構成において、複数の光中継器 121-1 ~ 121-n に含まれる励起光源 59 は、光中継器 121-1 ~ 121-n 全体に 1 つだけ設けて共用させることもできる。また、光中継器 121-1 ~ 121-n に入力されるデータ用
5 光信号のレベルが大きい場合、光中継器 121-1 ~ 121-n は、増幅機能を持たなくてよく、この場合、光中継器 121-1 ~ 121-n として、第 10 図により説明した光中継器の光伝送装置 91 を除いた構成のものを使用することができる。

光スイッチ 123 の出力端に接続される複数の光中継器 122-1 ~
10 122-n は、第 12 図に示す例では、第 1 図により説明した光中継器を使用している。そして、これらの光中継器 122-1 ~ 122-n としては、第 2 図 ~ 第 4 図、第 8 図により説明した光伝送装置を使用することができる。

前述のように構成される光クロスコネクト装置において、コントローラ
15 124 は、光中継器 121-1 ~ 121-n のそれぞれから、各光中継器に入力される光信号から分離されて電気信号に変換された監視情報を受け取り、この監視情報あるいは他の制御情報に基づいて光スイッチ 123 を制御し、光中継器 121-1 ~ 121-n から出力されるデータ用光信号を出力側の光中継器 122-1 ~ 122-n に出力させる。また、コン
20 トローラ 124 は、受け取った監視情報に必要な加工を加え、各監視情報をその監視情報を送るべき光中継器 122-1、122-n に配分して各中継器内に設けられる励起用兼監視用光源 16 を制御する。

なお、光中継器 122-1 ~ 122-n として、第 3 図、第 4 図、第 8 図により説明した光伝送装置が使用された場合、コントローラ 124 は、
25 監視情報により変調器 19 を制御すればよい。この場合、第 3 図、第 4 図、第 8 図により説明した光伝送装置内の励起用兼監視用光源 16 は、光中継

器 1 2 2 - 1 ~ 1 2 2 - n 全体に 1 つだけ設けて共用させることもでき、さらに、光中継器 1 2 1 - 1 ~ 1 2 1 - n の励起用光源として共用することもできる。

前述したように構成される光クロスコネクタ装置は、その内部に含まれる光スイッチと多数の光中継器とを 1 つのコントローラにより制御することができ、また、光源の出力パワーにもよるが、励起用光源、監視情報用光源として 1 つの光源を兼用し、かつ、多数の光中継器によりこの光源を兼用することができるので、装置を小型に安価に構成することができる。

なお、第 1 2 図に示した構成において、データ用光信号を 1 波長の信号として説明したが、このデータ用光信号は、波長多重信号であってもよい。

第 1 2 図において、データ用光信号が波長多重信号である場合、光中継器 1 2 1 と光スイッチ 1 2 3 との間に波長分波器、光スイッチ 1 2 3 と光中継器 1 2 2 との間に波長合波器を設ければよく、これにより、光スイッチ 1 2 3 において光単位での切り替えを実現することができる。この場合、切り替えるべき光信号の数が増大するので、光スイッチ 1 2 3 を大規模化する必要がある。

次に、第 1 3 図ないし第 1 8 図を用いて本発明の他の光クロスコネクタ装置を説明しよう。第 1 3 図は前述までに説明した本発明の実施形態による光中継器を使用して構成した光クロスコネクタ装置の他の例を説明する図である。第 1 3 図において、1 2 1 - 1' ~ 1 2 1 - n'、1 2 2 - 1' ~ 1 2 2 - n' は光中継器、1 6' は監視用光源、1 2 5 は光スイッチを含む光回路であり、他の符号は第 1 2 図の場合と同一である。光回路の実施例を、第 1 4 図ないし第 1 8 図に示す。

第 1 2 図により説明した光クロスコネクタ装置において、光中継器 1 2 1 に入出力されるデータ用光信号のレベルが大きく、かつ、光スイッチ 1 2 3 の挿入損失が小さい場合、光中継器 1 2 2 は増幅機能を持たなくても

よい。第13図に示す光クロスコネクタ装置は、光中継器に増幅機能を持たない場合の構成例である。すなわち、第13図に示す光クロスコネクタ装置は、増幅機能を持たない光中継器 $121-1' \sim 121-n'$ 、 $122-1' \sim 122-n'$ を備えて構成され、光中継器 $121-1' \sim 121-n'$ は、監視用光信号を分離して受信する機能を有し、また、光中継器 $122-1' \sim 122-n'$ は、監視用光信号とデータ用光信号とを多重化して送信する機能を有する。このため、光中継器 $122-1' \sim 122-n'$ に含まれる光源 $16'$ は、監視用光源としてのみ使用される。このため、光源波長 λ_s はエルビウムドープファイバの帯域外で、伝送路の損失の少ない $1.3 \mu\text{m}$ 帯、 $1.5 \mu\text{m}$ 帯（例えば $1.51 \mu\text{m}$ ）の波長でも良いし、エルビウムドープファイバの帯域内の波長でも良い。また、励起光源の波長と同じ $1.48 \mu\text{m}$ 波長でも良い。

上流側から送られてきた監視用光信号には、光回路 125 の制御信号を含み、この制御信号によって、光回路に含まれる光スイッチ、光増幅器、再生中継器等が制御可能である。同様に、下流側に送出する監視用光信号には、下流側のクロスコネクタ装置の制御信号を含んでいてもよい。

第13図に示した光クロスコネクタ装置に適用可能な光回路例を第14図ないし第18図に示す。第14図に示す光回路 $125-1$ は、 $(m_w + m_r) \times n$ 構成の光マトリックススイッチである。光回路 $125-1$ は、WDM信号を一括して切り替える。例えば、光回路 $125-1$ の入力端に m_w 本の現用ファイバと m_r 本の復旧ファイバとを接続した場合、光ファイバ断や光ケーブル断の際に、コントローラ 124 の制御により、障害が発生した現用ファイバから正常な復旧ファイバに、光回路 $125-1$ が伝送路を切り替えて障害からの復旧を実現することができる。

ここで、光回路に用いる光スイッチは、ブロッキング型でも良いし、ノンブロッキング型でも良い。また、光回路の入力数と出力数は同一でも異

なっているにもかかわらず、さらに、上述した例では片方向性のWDM信号としたが、単一波長信号でも、双方向信号でも良い。

第15図に示す光回路125-1'は、 $n' \times (m_w' + m_r')$ 構成の光マトリックススイッチである。光回路125-1'は、WDM信号を一括して切り替える。例えば、光回路125-1'の出力端に m_w' 本の現用ファイバと m_r' 本の復旧ファイバとを接続した場合、光ファイバ断や光ケーブル断の際に、コントローラ124の制御により、障害が発生した現用ファイバから正常な復旧ファイバに、光回路125-1'が伝送路を切り替えて障害からの復旧を実現することができる。

ここで、光回路に用いる光スイッチは、ブロッキング型でも良いし、ノンブロッキング型でも良い。また、光回路の入力数と出力数は同一でも異なっているにもかかわらず、さらに、上述した例では片方向性のWDM信号としたが、単一波長信号でも、双方向信号でも良い。

第16図に示す光回路125-2-1は、波長分離回路201と、 $(m_1 + \dots + m_n) \times (m_1' + m_n')$ 構成の光スイッチ123と、波長多重回路202とから構成される。光回路125-2-1は、入力されたWDM信号を波長分離し、個別波長ごとに切替を行い、波長多重して出力している。これは、個別波長の経路設定を行う機能を有する。第16図では、WDM信号の波長分離を複数の波長多重分離回路201、202で分担しているが、1台の波長分離回路201と、1台の波長多重回路202でも良い。ここで、光スイッチ123は、第13図に示したコントローラ124により制御される。

光回路に用いる光スイッチは、ブロッキング型でも良いし、ノンブロッキング型でも良い。また、光回路の入力数と出力数は同一でも異なっているにもかかわらず、さらに、上述した例では片方向性のWDM信号としたが、単一波長信号でも、双方向信号でも良い。

第17図に示す光回路125-2-2は、第16図に示した光回路125-2-1を改良し、長距離光ファイバ伝送に適用可能としたものである。このため、波長分離回路201と $(m_1 + \dots + m_n) \times (m_1' + m_n')$ 構成の光スイッチ123との間、または光スイッチ123と波長多重回路202との間に再生中継器205、または個別波長用光増幅器204を挿入している。また、波長分離回路201の前段、または波長多重回路202の後段にWDM信号用光増幅器203を挿入している。

再生中継器205の出力波長は、可変でも固定でも良い。また、入力波長と同一であっても異なっても良い。光増幅器203、204は、光信号のビットレートの変化に応じて出力パワーを制御される。ここで、光スイッチ123、再生中継器205、光増幅器203、204は、第13図に示したコントローラ124により制御可能である。

光回路に用いる光スイッチは、ブロッキング型でも良いし、ノンブロッキング型でも良い。また、光回路の入力数と出力数は同一でも異なっても構わない。さらに、上述した例では片方向性のWDM信号としたが、単一波長信号でも、双方向信号でも良い。

第18図は、光回路の他の実施例である。光回路125-3-1は、光回路125-1と、光回路125-2(-1または-2)と、光回路125-1'とを組み合わせた構成である。そして、この構成によって、WDM信号入力に対して、光回路125-1にてWDM信号単位の切替を実施し、つぎに光回路125-2-1または125-2-2にて個別波長単位の切替を実施し、最後に光回路125-1'にてWDM信号単位の切替を実施し、送出する。

光回路125-3-1によれば、光回路125-1と、光回路125-2と、光回路125-1'との機能を同時に実現することができる。すなわち、光ファイバ断や光ケーブル断等の障害からの復旧と、波長単位での

経路設定を実現することができる。

光回路 1 2 5 - 3 - 1 の動作は、第 1 3 図に示されているコントローラにより制御可能である。

第 1 9 図ないし第 2 4 図を用いて本発明の光クロスコネクタ装置の他の実施例を説明しよう。第 1 9 図は前述までに説明した本発明の実施形態による光中継器を使用して構成した双方向光クロスコネクタ装置の他の例を説明する図である。第 1 9 図において、監視用光信号送受信器 1 2 6 - 1 ~ 1 2 6 - n、1 2 6 - 1' ~ 1 2 6 - n' は、光ファイバから入力された光信号から監視用光信号波長を波長分離して抜き取り、光ファイバへの送出光信号に監視用光信号を波長多重して挿入する。

第 2 0 図、第 2 1 図は、監視用光信号送受信器 1 2 6、1 2 6' の構成を示す図である。光ファイバからの信号は、波長多重分離器 1 2 7 を通過して光中継器 1 2 1 で監視用光信号を分離する。監視用光信号は、監視用電気信号に変換されてコントローラ 1 2 4 に送られる。逆に光スイッチからの信号は、波長多重分離器 1 2 7 を通過して、光中継器 1 2 2 でコントローラ 1 2 4 からの監視用電気信号が変換された監視用光信号を多重化して、光ファイバに送出する。なお、第 2 2 図、第 2 3 図に示すように、第 2 0 図、第 2 1 図から波長多重分離器 1 2 7 を省く構成も可能である。この場合、第 2 2 図、第 2 3 図から明らかなように光中継器 1 2 1 - 1'、1 2 2 - 1' および 1 2 1 - 2'、1 2 2 - 2' の順序は逆であっても構わない。

光中継器 1 2 2 に含まれる光源の波長 λ_s 、 $\lambda_{s'}$ はエルビウムドープファイバの帯域外で、伝送路の損失の少ない 1.3 μm 帯、1.5 μm 帯（例えば 1.51 μm ）の波長でも良いし、エルビウムドープファイバの帯域内の波長でも良い。また、励起光源の波長と同じ 1.48 μm 波長でも良い。

第19図において、125は光スイッチを含む光回路であり、他の符号は第13図の場合と同一である。

上流側から送られてきた監視用光信号には、光回路125の制御信号を含み、この制御信号によって、光回路に含まれる光スイッチ、光増幅器、再生中継器等が制御可能である。同様に、下流側に送出する監視用光信号には、下流側のクロスコネクタ装置の制御信号を含んでいてもよい。

第19図に示した光クロスコネクタ装置に適用可能な光回路例は、第14図ないし第16図に示した光回路の何れであっても良いことは、光の可逆性から自明である。この一例を、第18図に示した片方向光回路を双方向に用いた光回路例である第24図に示す。

第24図において、光回路125-3-2は、光回路125-1と、光回路125-2(-1または-2)と、光回路125-1'とを組み合わせた構成である。そして、この構成によって、WDM信号入力に対して、光回路125-1にてWDM信号単位の切替を実施し、つぎに光回路125-2-1または125-2-2にて個別波長の切替を実施し、最後に光回路125-1'にてWDM信号単位の切替を実施し、送出する。

光回路125-3-2によれば、光回路125-1と、光回路125-2と、光回路125-1'との機能を同時に実現することができる。すなわち、光ファイバ断や光ケーブル断等の障害からの復旧と、波長単位での経路設定を実現することができる。

光回路125-3-2の動作は、第19図に示されているコントローラにより制御可能である。各光回路に用いる光スイッチは、ブロッキング型でも良いし、ノンブロッキング型でも良い。また、各光回路の入力数と出力数は同一であっても異なっても構わない。

また、説明のために光回路125-3-2と記号を付けたが、光回路125-3-2は基本的に第18図の光回路125-3-1と同一である。

これは、逆に第14図ないし第16図に示した光回路が双方向で用いることができることを示している。

第25図はこれまでに説明した本発明の実施形態による光伝送装置を使用して構成した光クロスコネクタ装置のさらに他の例を説明する図である。第25図において、131-1～131-nはデータ送信機、132-1～132-nはデータ受信機、133-1～133-n、134-1～134-nは光伝送装置、135は光スイッチ、136はコントローラである。

第25図に示す光クロスコネクタ装置の例は、前述した本発明の各実施形態による光伝送装置とデータ送信機とデータ受信機とを光クロスコネクタ装置に内蔵させた光クロスコネクタ装置であり、第12図により説明したと同様な機能を有する光スイッチ135と、その複数の入力端に接続される複数のデータ送信機131-1～131-nと、データ受信機132-1～132-nと、複数の出力端に接続された複数の光伝送装置133-1～133-n、134-1～134-nと、これらの全体を制御するコントローラ136とを備えて構成される。

光スイッチ135の出力端に接続される複数の光伝送装置133-1～133-nは、データ用光信号及び監視用光信号を送信する光伝送装置として使用され、第1図～第4図、第8図により説明した光伝送装置の1つが使用される。また、光スイッチ135の出力端に接続される複数の光伝送装置134-1～134-nは、データ用光信号及び監視用光信号を受信する光伝送装置として使用され、第9図、第10図により説明した光中継器の光伝送装置91を除いた構成のものが使用される。なお、前述において、データ送信機131-1～131-nと、データ受信機132-1～132-nとを直結して中継器として使用するようにすることもできる。第25図には、データ送信機131-nとデータ受信機132-n

とを直結した例を破線により示している。また、光伝送装置 1 3 3 - 1 ~ 1 3 3 - n は、第 1 3 図に示す光伝送装置 1 2 2 - 1' ~ 1 2 2 - n' に代えてもよく、同様に、光伝送装置 1 3 4 - 1 ~ 1 3 4 - n は、第 1 3 図に示す光伝送装置 1 2 1 - 1' ~ 1 2 1 - n' に代えてもよい。

- 5 また、データ送信機及びデータ受信機は、それぞれ伝送ビットレートが異なってもよい。コントローラ 1 3 6 は、伝送ビットレートに応じて、光伝送装置の出力パワーレベルや利得を制御することができる。

10 前述したように構成される光クロスコネクタ装置は、その内部に含まれる光スイッチ、多数の光伝送装置、データ送信機及びデータ受信機を 1 つのコントローラにより制御することができ、また、光伝送装置が必要とする励起用光源、監視情報用光源として 1 つの光源を兼用し、かつ、多数の光伝送装置によりこの光源を兼用することができるので、装置を小型に安価に構成することができる。

15 なお、第 2 5 図に示した構成において、データ用光信号を 1 波長の信号として説明したが、このデータ用光信号は、波長多重信号であってもよい。

20 そして、第 1 2 図、第 1 3 図、第 1 9 図、第 2 5 図に示す光クロスコネクタ装置は、複数のノード装置を相互に光ファイバにより接続して構成される光ネットワークのノード装置を構成するために使用して極めて好適である。なお、光クロスコネクタ装置を使用するノード装置の具体的な構成は、すでに種々のものが知られている。

25 第 2 6 図は前述までに説明した本発明の実施形態による光中継器、及び、光中継器を使用して構成した光クロスコネクタ装置を用いて構成したノード装置により構成される光ネットワークの例を示す図である。第 2 6 図において、N 1 ~ N 5 はノード装置である。第 2 6 図に示す光ネットワークは、複数のノード装置 N 1 ~ N 5 がそれぞれ双方向に信号を伝送する複数の光ファイバにより相互に網目状に接続されて構成されている。一般に、

光ファイバによる信号の伝送は、およそ70 km程度まで光ファイバの途中に中継増幅器を設けることなく行うことができるが、ノード装置相互間の距離がそれ以上の場合には光中継増幅器を必要とする。第26図に示す例では、△印で示す光中継増幅器が適宜光ファイバの途中に設けられている。

ネットワーク内に設置されるノード装置N1～N5のそれぞれは、第12図、第13図、第19図、第25図により説明した光クロスコネクタ装置を備えて構成される。また、伝送路である光ファイバの途中に備えられる光中継増幅器は、第1図～第4図、第8図～第10図により説明した光伝送装置の1つを使用することが可能であり、また、第9図、第10図により説明した光中継器から光伝送装置91を除いた構成のものを使用することも可能である。また、伝送路である光ファイバの途中に備えられる光中継増幅器として、米国特許5,500,756号公報に記載されている光中継増幅器を使用することも可能である。さらに、光中継増幅器として、逆方向に信号の伝送を行う光ファイバの1本ずつを1組として、第6図により説明した光伝送装置を使用することもできる。

前述したネットワークは、本発明の各実施形態による光伝送装置、光伝送装置を含む光中継器及び、この光中継器を使用した光クロスコネクタ装置を使用することにより、ネットワーク全体を安価に構成することができる。

なお、第1図ないし第13図および第25図の説明でも述べたと同様に、第26図に示す構成においても、各データ用光信号は、1波長でもよく、あるいは、波長多重信号であってもよい。

以上説明したように本発明によれば、光伝送装置におけるドーパファイバを励起する光源と監視情報のための光源とを、1つの励起用兼監視用光源に兼用させることができ、光伝送装置を含む光中継器の構成を簡易なも

のとすることができる。また、本発明によれば、複数の光伝送装置が使用される場合、あるいは、1つの光伝送装置内に複数のドープファイバを備える場合、励起用兼監視用光源を1つのみ設けることにより、複数のドープファイバを励起することができ、しかも、この光源を、監視情報用とし

5 ても兼用することができるという効果を得ることができる。

本発明による光伝送装置を使用して光クロスコネクトを構成することにより、その内部に含まれる光スイッチと多数の光伝送装置とを1つのコントローラにより制御することができ、また、励起用光源、監視情報用光源として1つの光源を兼用し、かつ、多数の光伝送装置によりこの光源を

10 兼用することができるので、装置を小型に安価に構成することができる。

さらに、本発明による光伝送装置、及び、本発明による光伝送装置を用いた光クロスコネクト装置を備えるノード装置を使用して光ネットワークを構成することにより、光ネットワーク全体を安価に構成することができる。

請 求 の 範 囲

1.

データ信号光を増幅し、監視信号光と多重化して出力する光伝送装置であって、

- 5 前記データ信号光と励起光とを入力し、増幅されたデータ信号光を出力するドープファイバ(11)と、

前記ドープファイバ(11)に前記励起光を供給し、前記監視信号光を供給する光源(16)と、

- 10 前記光源からの光を入力する第1ポートと、前記増幅された信号光を入力し、前記第1ポートから入力された前記光の一部を励起光として出力する第2のポートと、前記第2ポートから入力された増幅された信号光を出力し、前記第1ポートから入力された光の一部を監視信号光として出力する第3のポートからなる光回路(10)と、
からなる光伝送装置。

15 2.

請求の範囲第1項記載の光伝送装置であって、

- 前記光回路(10)は、前記光源からの光を入力し、前記光を励起光と監視信号光とに分割する光カプラー(15)と、前記ドープファイバ(11)に前記励起光を供給し、前記監視信号光と前記増幅された信号光とを多重化する双方向性光多重素子(18)からなる光伝送装置。

3.

請求の範囲第1項記載の光伝送装置であって、

- 前記光回路(10)は、前記光源(16)からの光を入力し、前記光を励起光と監視信号光とに分割する光カプラー(15)と、前記増幅された信号光を透過し、前記励起光を前記増幅された信号光とは逆方向に出力する第1の光多重素子(12)と、前記増幅された信号光と前記監視信号光とを多重

化する第2の光多重素子(14)とからなる光伝送装置。

4.

請求の範囲第1項記載の光伝送装置であって、

前記光源を駆動し、その駆動電流は監視情報によって変調されるドライ

5 バ(17)を含む光伝送装置。

5.

請求の範囲第2項記載の光伝送装置であって、

前記光源を駆動し、その駆動電流は監視情報によって変調されるドライ
バ(17)を含む光伝送装置。

10 6.

請求の範囲第3項記載の光伝送装置であって、

前記光源を駆動し、その駆動電流は監視情報によって変調されるドライ
バ(17)を含む光伝送装置。

7.

15 請求の範囲第2項記載の光伝送装置であって、

前記監視信号光を監視情報によって変調し、第2の監視信号光を得る変
調器(19)を含む光伝送装置。

8.

請求の範囲第3項記載の光伝送装置であって、

20 前記監視信号光を監視情報によって変調し、第2の監視信号光を得る変
調器(19)を含む光伝送装置。

9.

伝送されてきたデータ信号光と第1の監視信号光とを分離し、前記データ
信号光を増幅し、増幅されたデータ信号光と第3の監視信号光と多重化し

25 て出力する光中継器であって、

前記データ信号光と前記監視信号光とを分離する波長分離器(92)と、

前記波長分離器により分離された前記第 1 の監視信号光を受信し、第 1 の監視電気信号に変換する監視光受信器(9 3)と、

前記データ信号光と励起光を入力し、増幅されたデータ信号光を出力するドープファイバ(1 1)と、

5 光源(1 6)と、

前記光源からの光を入力し、前記光を前記励起光と第 2 の監視信号光とに分割する光カプラー(1 5)と、

前記ドープファイバに前記励起光を供給し、前記第 3 の監視信号光と前記増幅された信号光とを多重化する双方向性光多重素子(1 8)と、

10 前記第 2 の監視信号光を第 2 の監視監視電気信号を用いて変調し、前記第 3 の監視信号光を得る変調器(1 9)と、

前記監視信号受信器からの前記第 1 の監視電気信号を受け、前記第 2 の監視電気信号を前記変調器に送出するコントローラ(9 4)と、
からなる光中継器。

15 10.

伝送されてきたデータ信号光と第 1 の監視信号光とを分離し、前記データ信号光を増幅し、増幅されたデータ信号光と第 3 の監視信号光と多重化して出力する光中継器であって、

前記データ信号光と前記監視信号光とを分離する波長分離器(9 2)と、

20 前記波長分離器により分離された前記第 1 の監視信号光を受信し、第 1 の監視電気信号に変換する監視光受信器(9 3)と、

前記データ信号光と励起光を入力し、増幅されたデータ信号光を出力するドープファイバ(1 1)と、

光源(1 6)と、

25 前記光源からの光を入力し、前記光を前記励起光と第 2 の監視信号光とに分割する光カプラー(1 5)と、

前記増幅された信号光を透過し、前記励起光を前記増幅された信号光とは逆方向に出力する第1の光多重素子(12)と、

前記増幅された信号光と前記第3の監視信号光とを多重化する第2の光多重素子(14)と、

- 5 前記第2の監視信号光を第2の監視監視電気信号を用いて変調し、前記第3の監視信号光を得る変調器(19)と、

前記監視信号受信器からの前記第1の監視電気信号を受け、前記第2の監視電気信号を前記変調器に送出するコントローラ(94)と、
からなる光中継器。

- 10 11.

光信号の入力と出力との間の接続を切り替える光クロスコネクト装置であって、

複数の入力と複数の出力とを有する光スイッチを含む光回路(125)と、

- 15 前記光スイッチの複数の入力に接続され、第1の監視信号を受信する第1の光伝送装置(121)と、

前記光スイッチの複数の出力に接続される第2の光伝送装置(122)と、

- 前記第1の監視信号に含む情報に基づいて前記光スイッチを制御する
20 コントローラ(124)と、
からなる光クロスコネクト装置。

- 12.

請求の範囲第11項記載の光クロスコネクト装置であって、

- 前記第1の光伝送装置は(121)、前記データ信号光と前記第1の監視
25 信号光とを分離する波長分離器(92)と、前記波長分離器により分離された前記第1の監視信号光を受信し、第1の監視電気信号に変換する監視光

受信器(93)とからなり、

前記第2の光伝送装置は、前記コントローラからの第2の監視電気信号を光信号に変換し第2の監視信号光を送出する光送信器(16)と、前記光回路からのデータ信号と第2の監視信号光とを波長多重する波長多重器

5 (14)と、

からなる光クロスコネクタ装置。

13.

光信号の入力と出力との間の接続を切り替える光クロスコネクタ装置であって、

10 複数の入力と複数の出力とを有する光スイッチ(135)と、

前記光スイッチの前記入力に接続された複数のデータ送信機(131)と、

前記光スイッチの前記入力に接続された複数のデータ受信機(132)と、

15 前記光スイッチの前記出力に接続された光伝送装置(133、134)と、

前記光スイッチおよび前記光伝送装置を制御するコントローラ(136)と、

からなる光クロスコネクタ装置。

14.

20 請求の範囲第13項記載の光クロスコネクタ装置であって、

前記データ送信機(131)と前記データ受信機(132)とを直結した中継器(131-n、132-n)を含む光クロスコネクタ装置。

15.

請求の範囲第13項記載の光クロスコネクタ装置であって、

25 前記複数のデータ送信機(131)と複数のデータ受信機(132)とは、伝送ビットレートの異なるデータ送信機(131)またはデータ受信機(1

32)を含み、

前記コントローラ(136)は、伝送ビットレートに応じて、前記光伝送装置(133、134)の出力パワーレベルを制御する光クロスコネクタ装置。

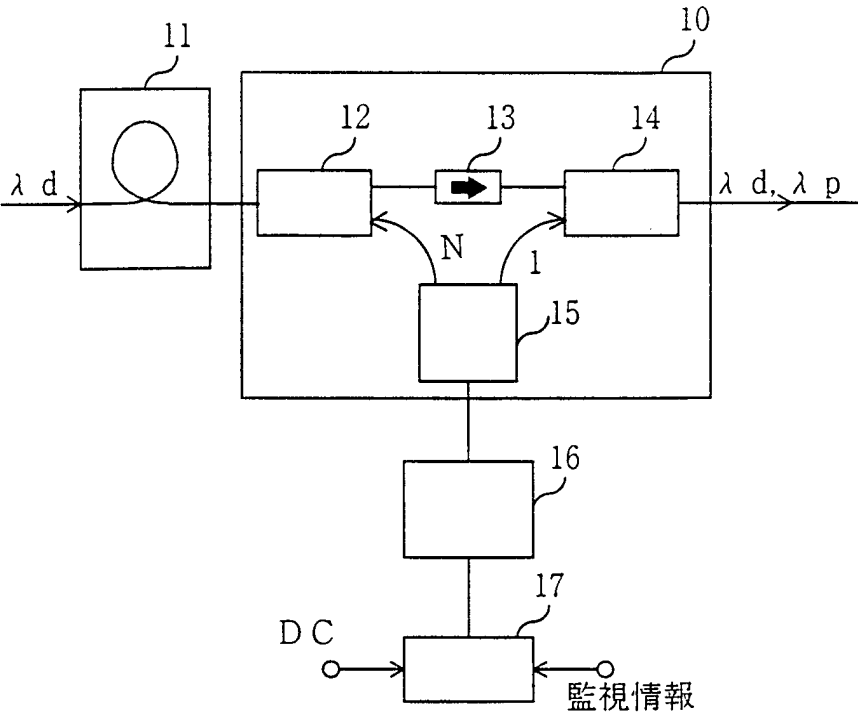
5 16.

請求の範囲第13項記載の光クロスコネクタ装置であって、

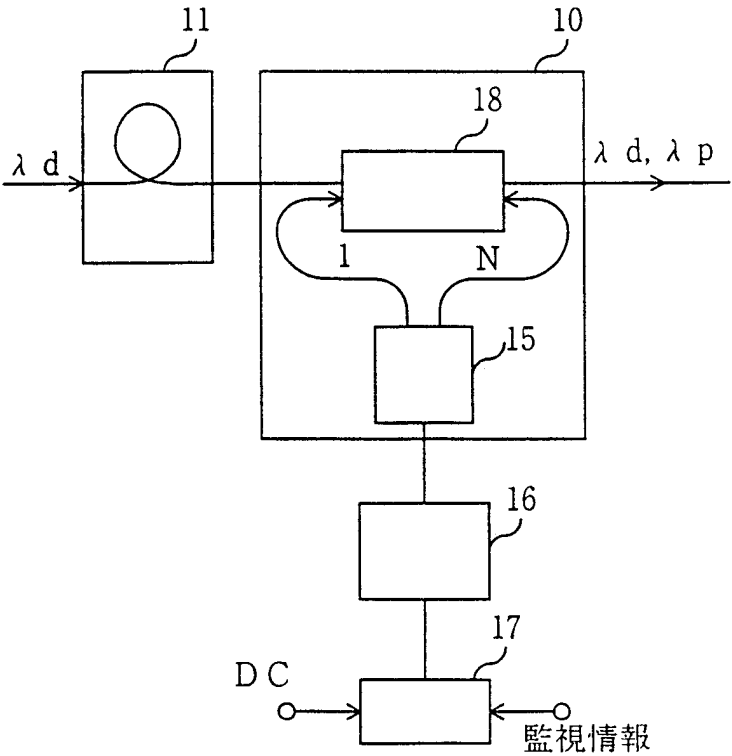
前記複数のデータ送信機(131)と複数のデータ受信機(132)とは、伝送ビットレートの異なるデータ送信機(131)またはデータ受信機(132)を含み、

10 前記コントローラ(136)は、伝送ビットレートに応じて、前記光伝送装置(133、134)の利得を制御する光クロスコネクタ装置。

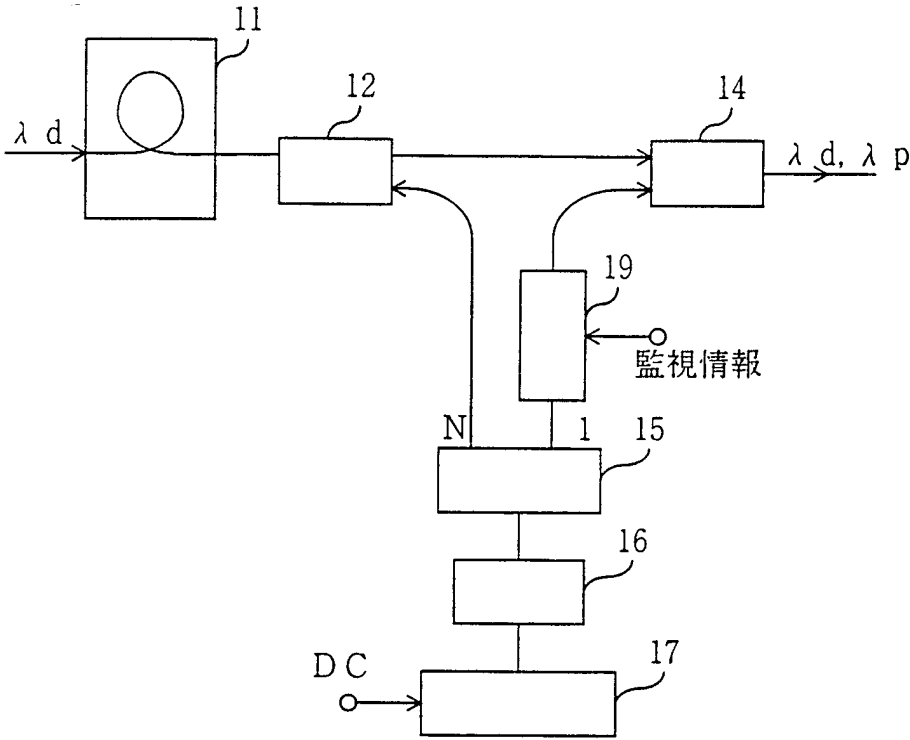
第 1 図



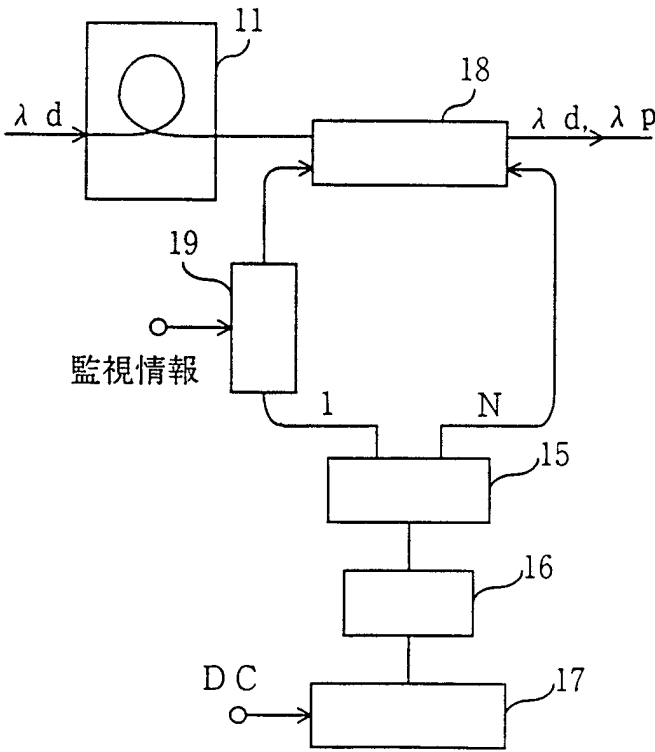
第 2 図



第3図

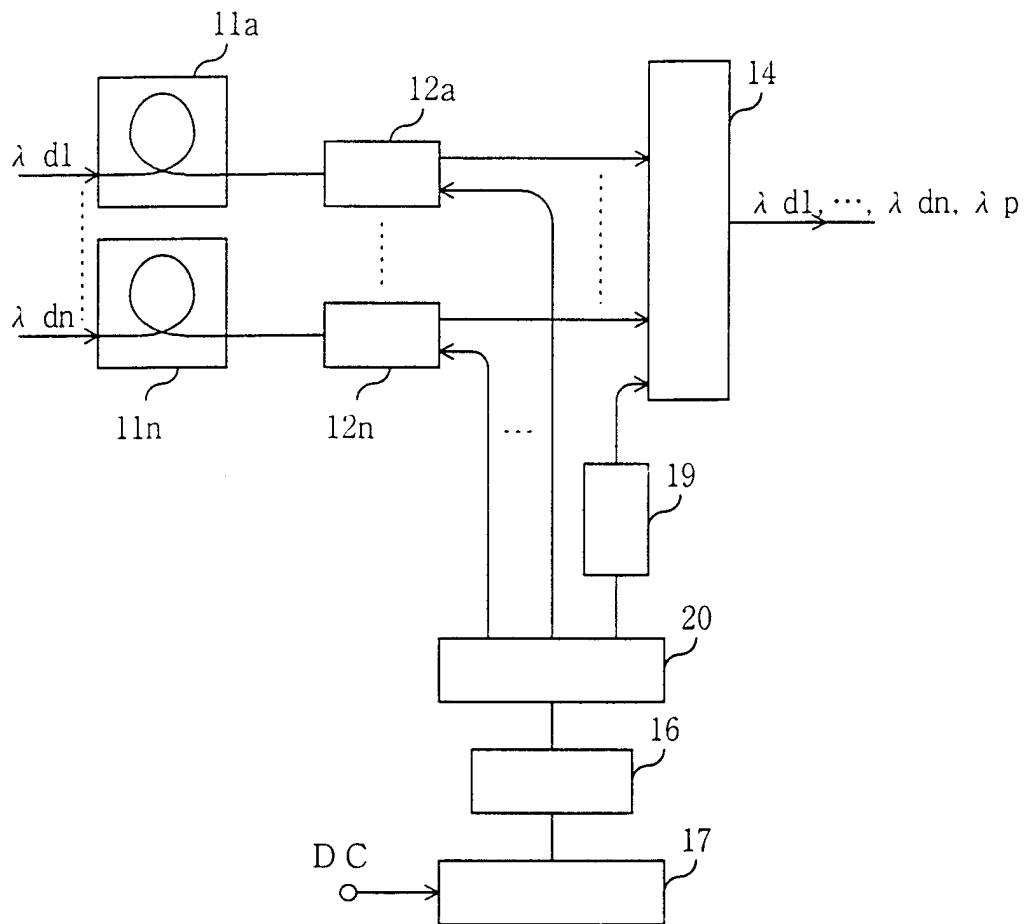


第4図

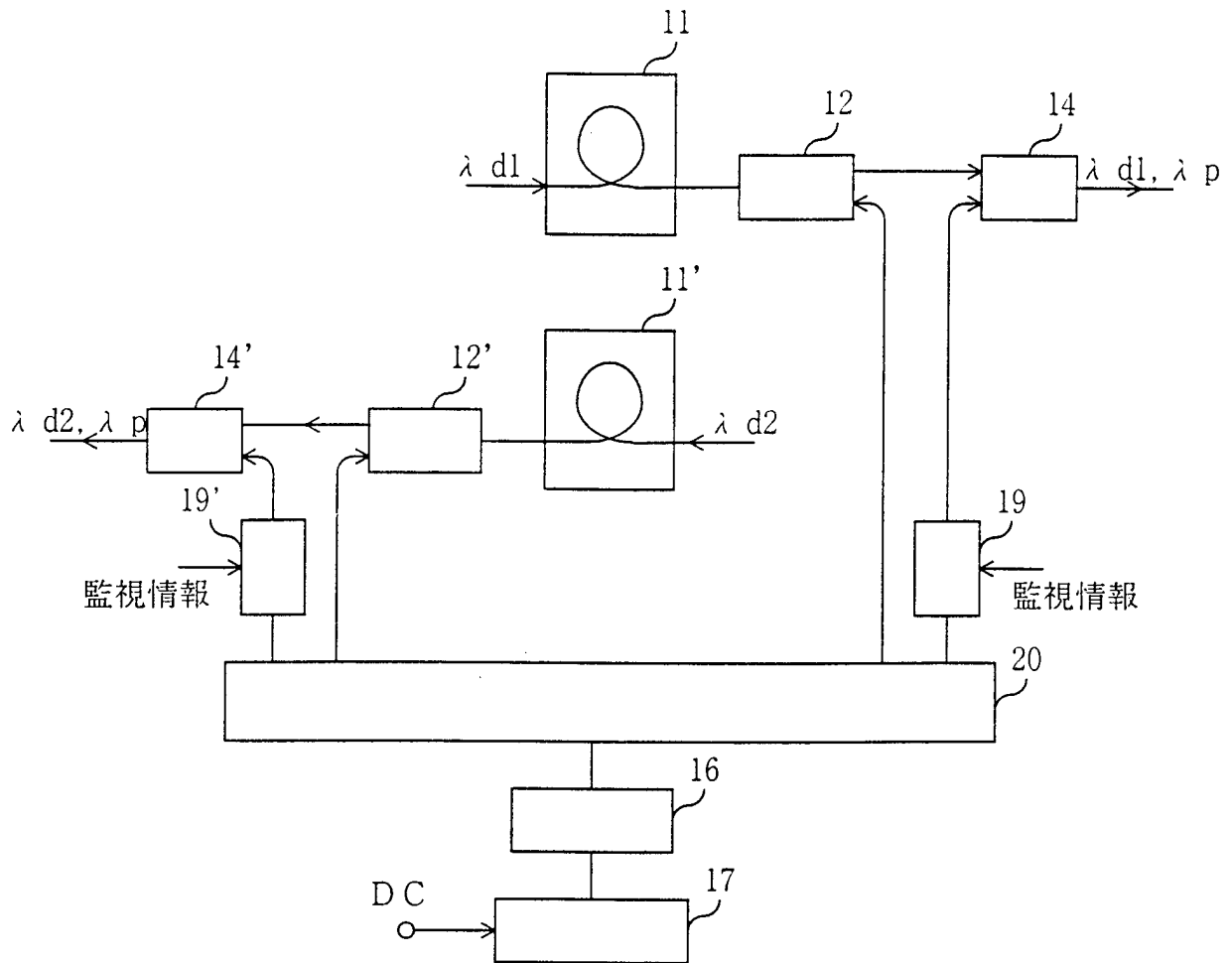


3 / 19

第 5 図

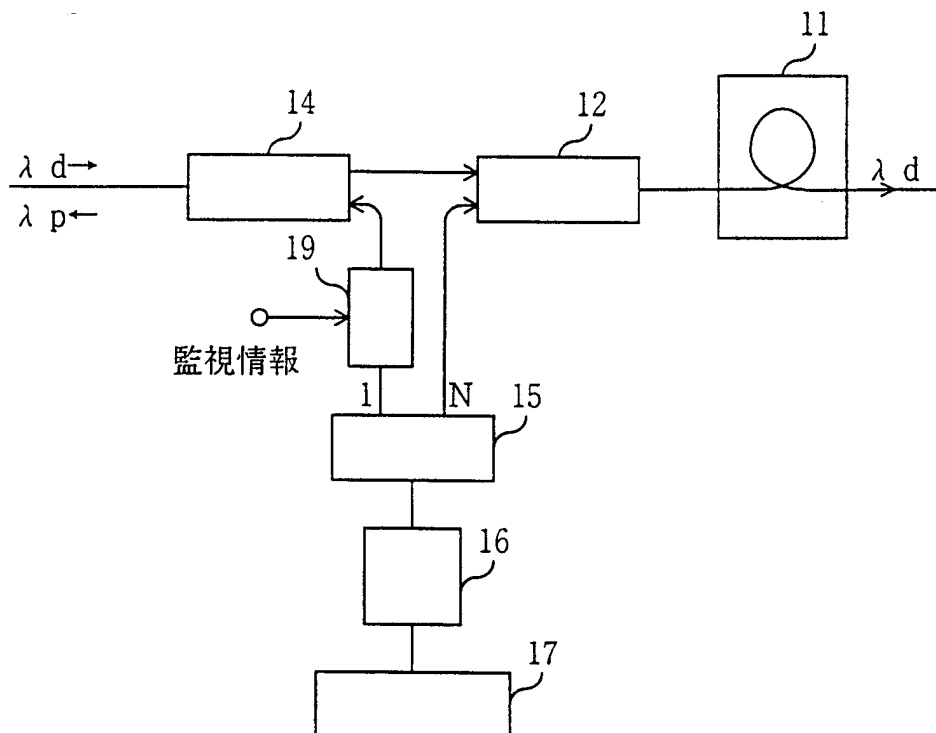


第 6 図

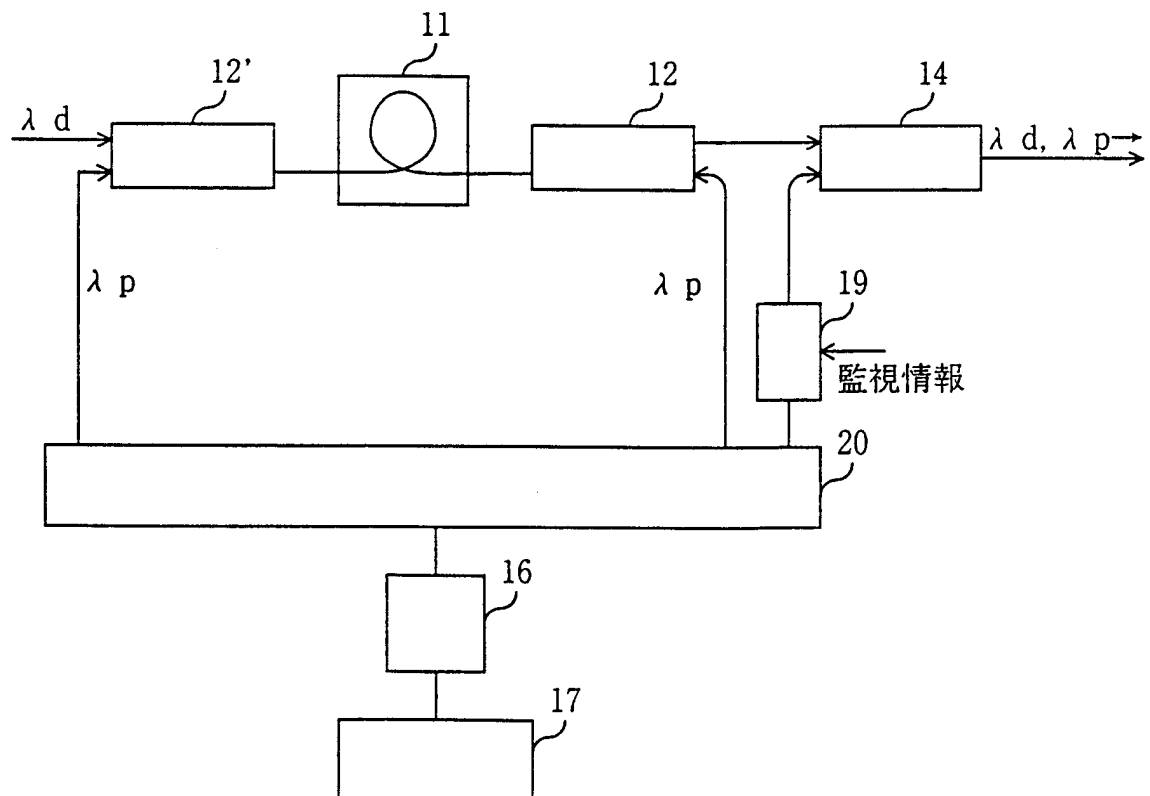


5 / 19

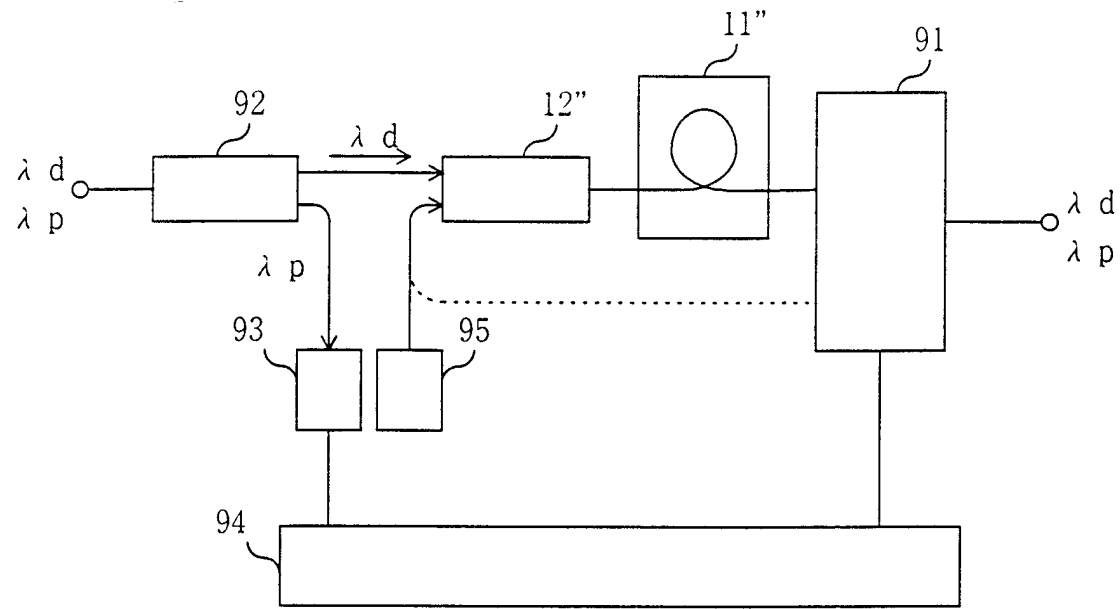
第7図



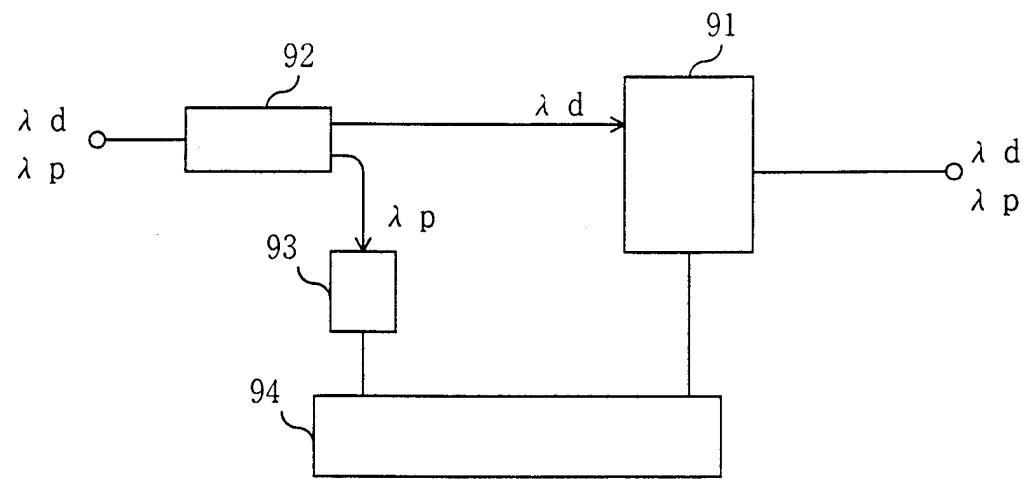
第8図

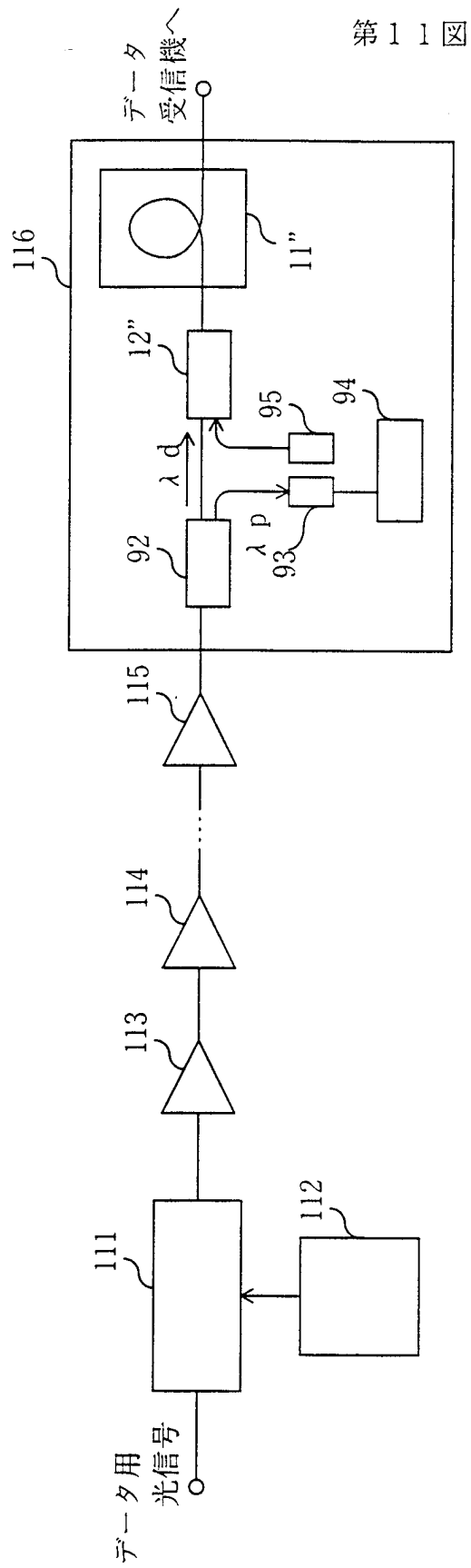


第 9 図

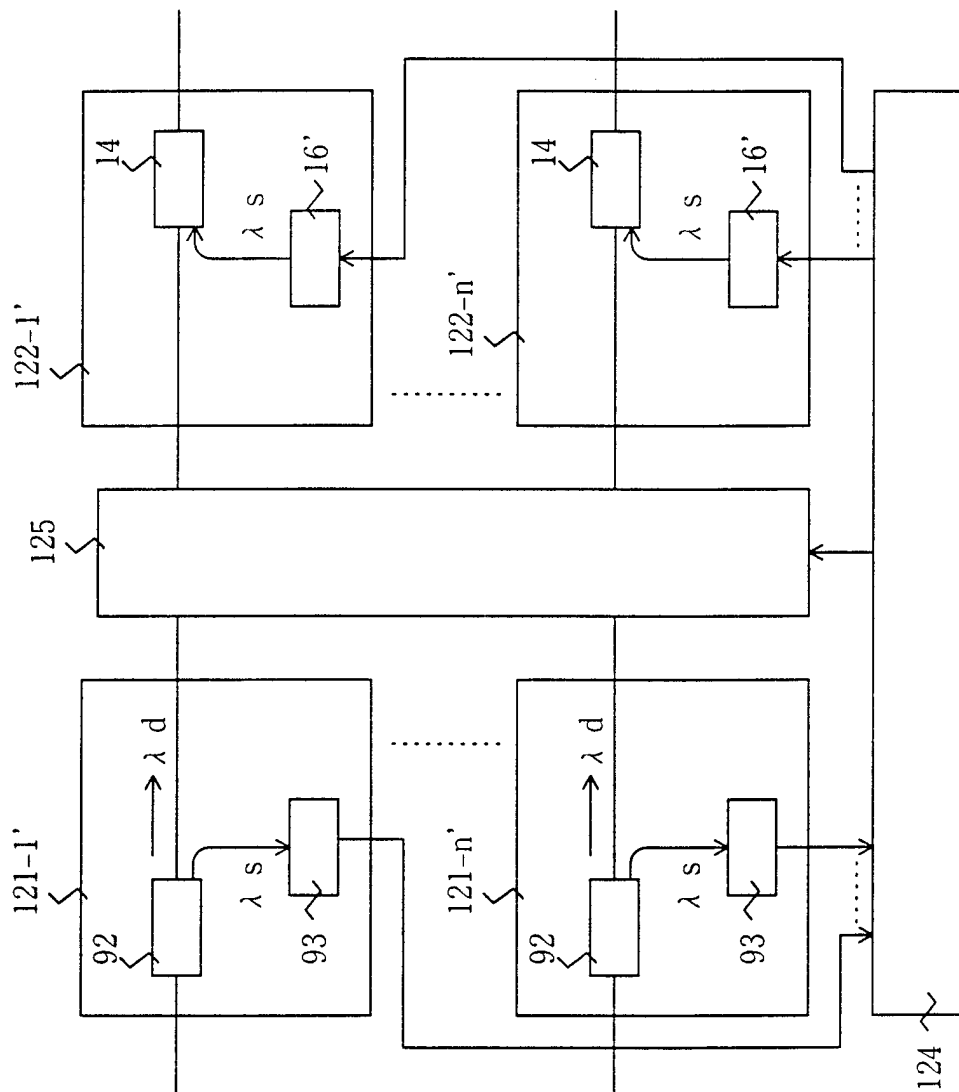


第 10 図

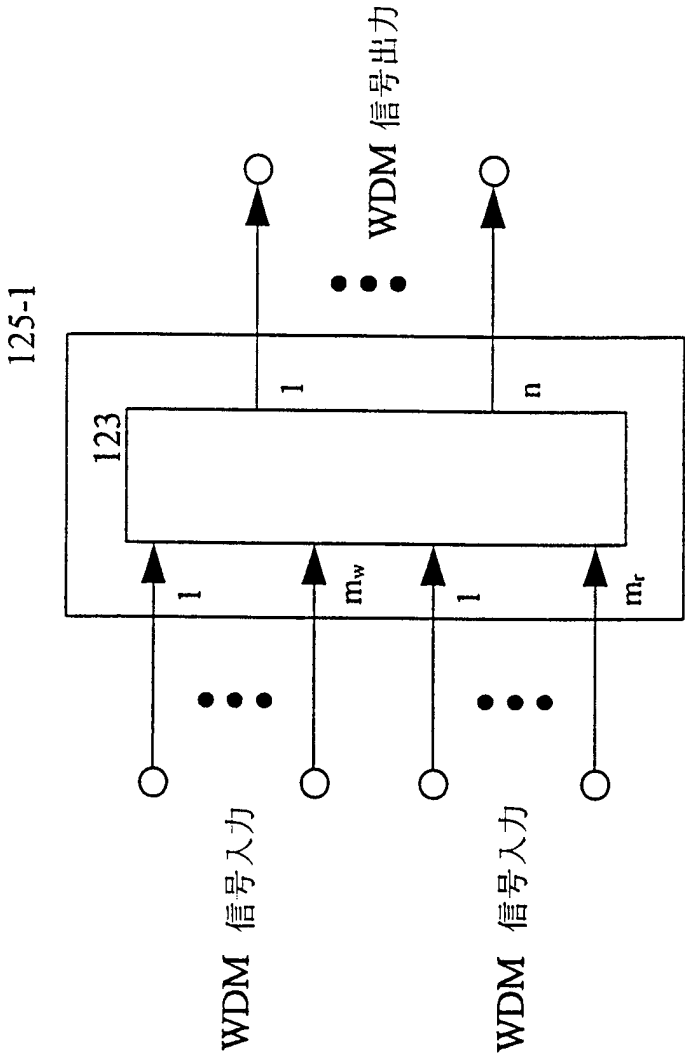




第 13 図

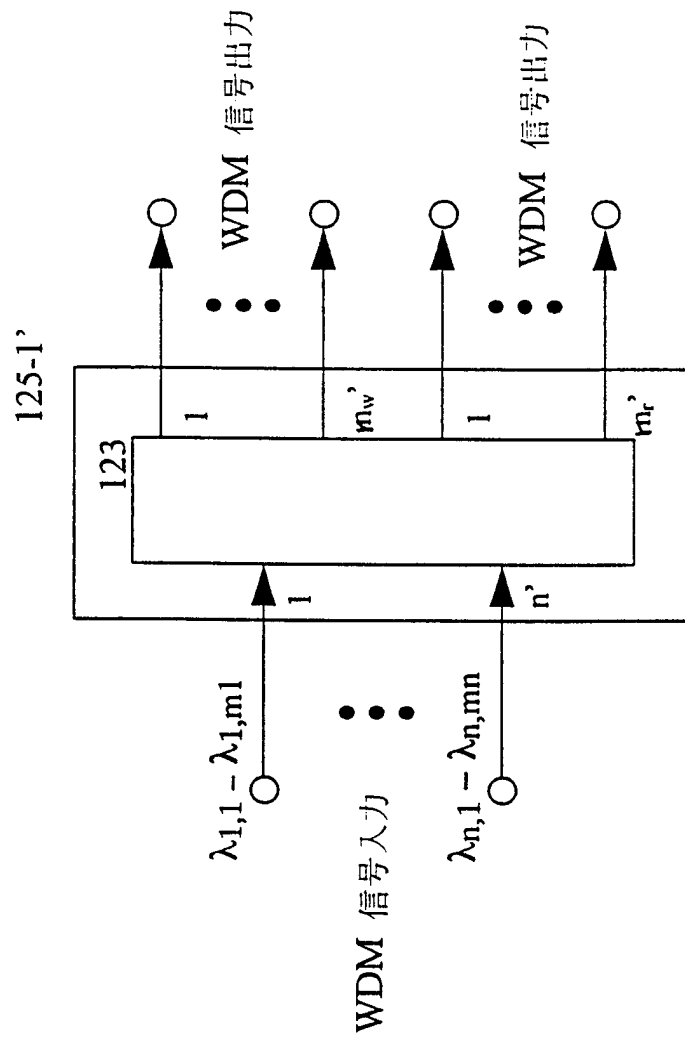


第 1 4 図



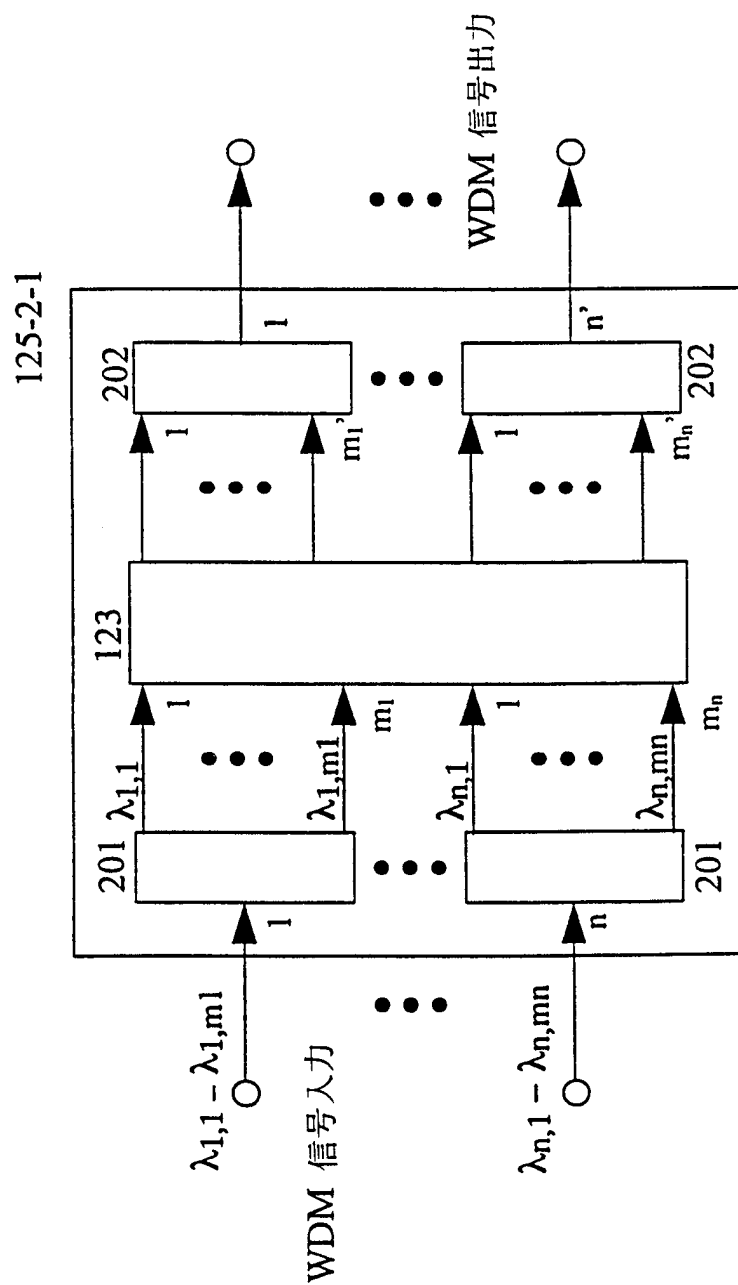
11/19

第15図

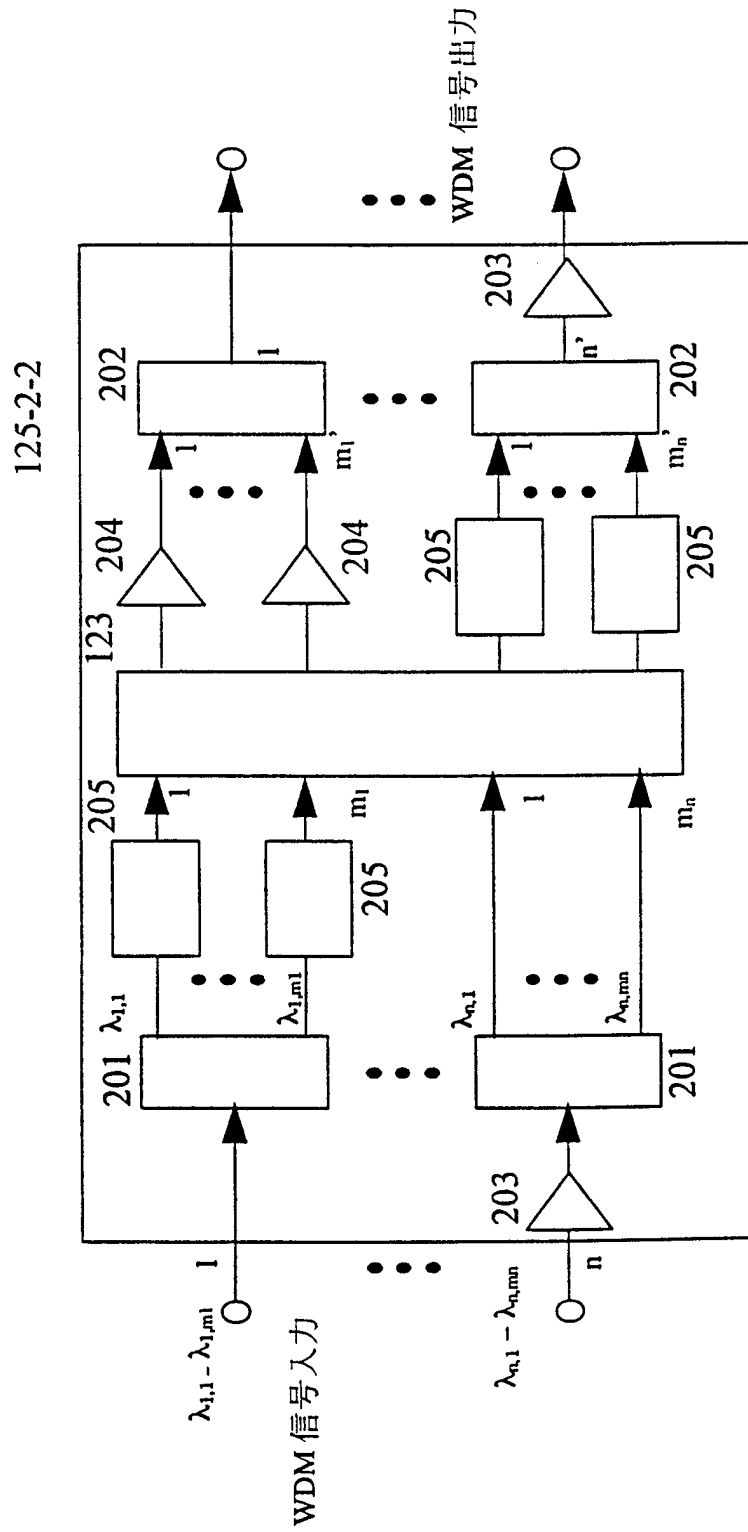


12 / 19

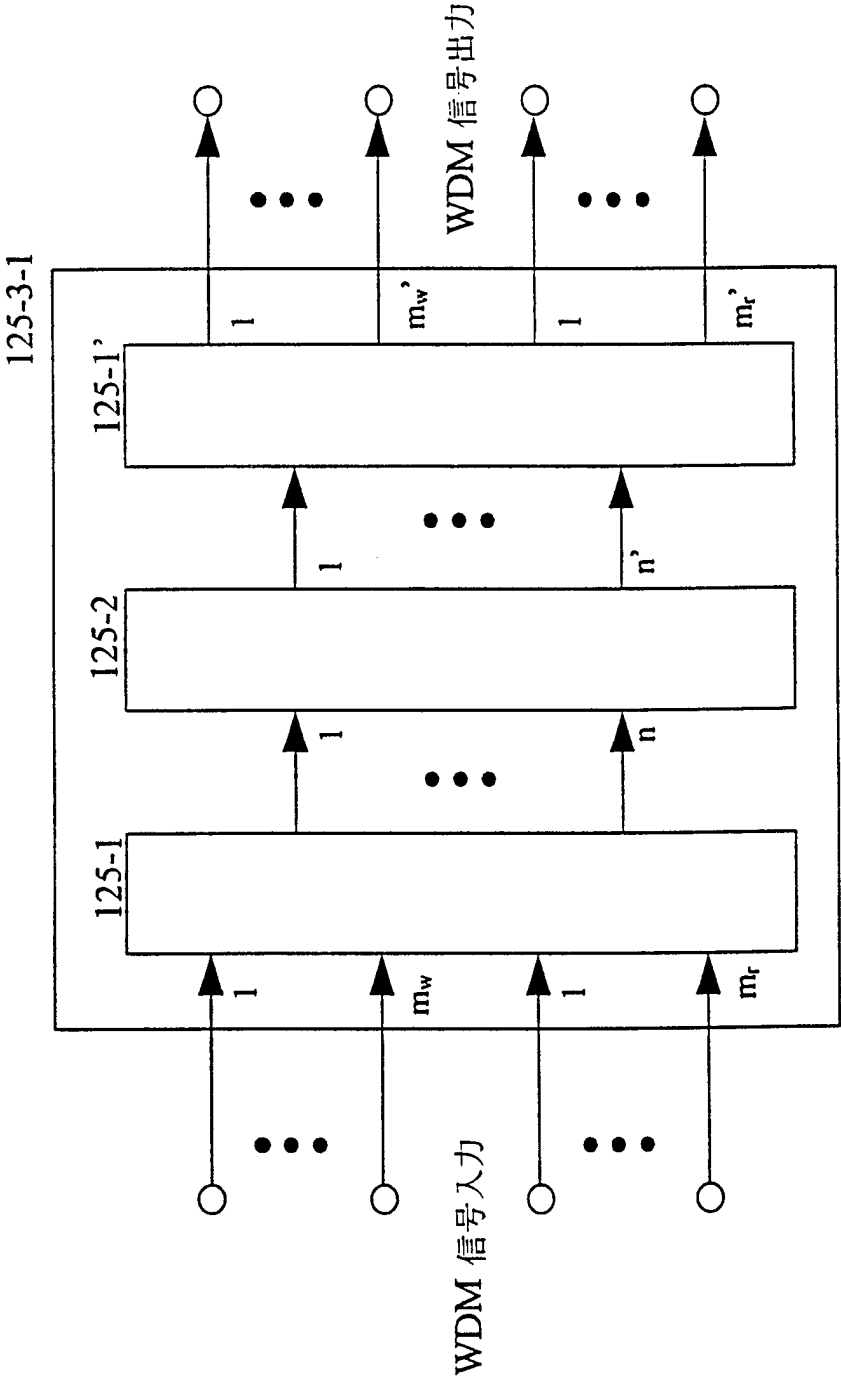
第 16 図



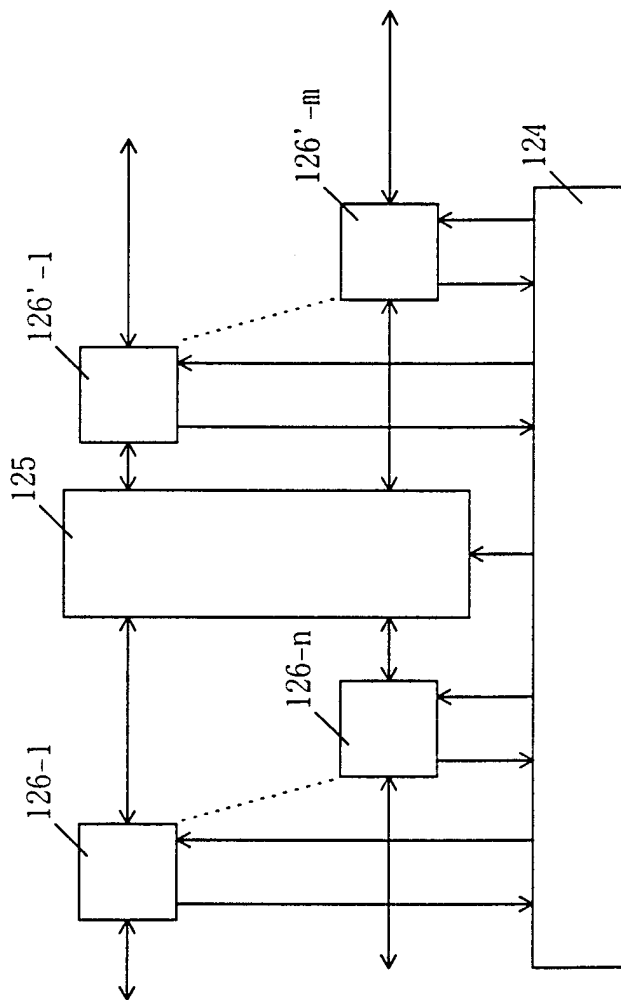
第17図



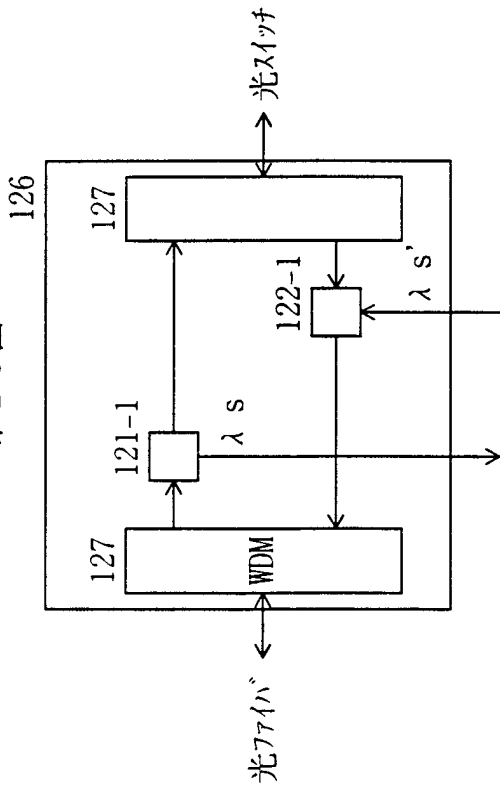
第 1 8 図



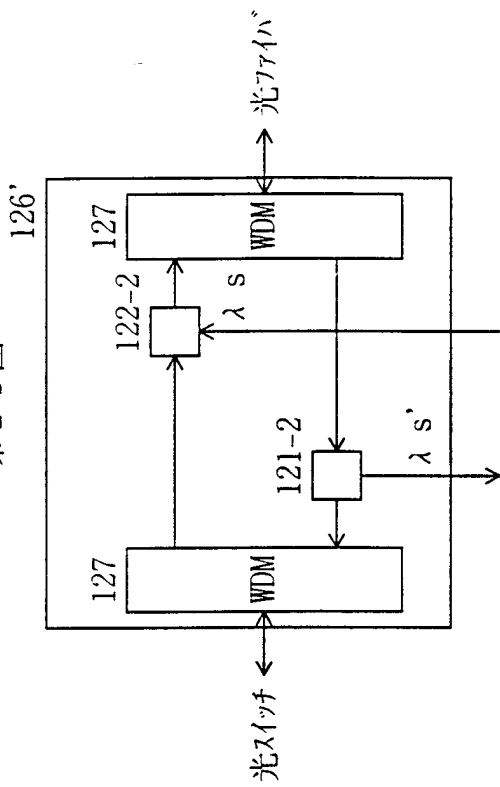
第19図



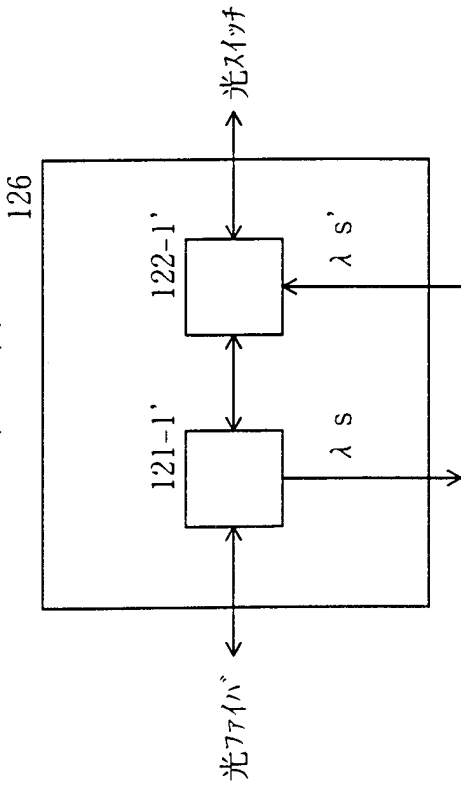
第20図



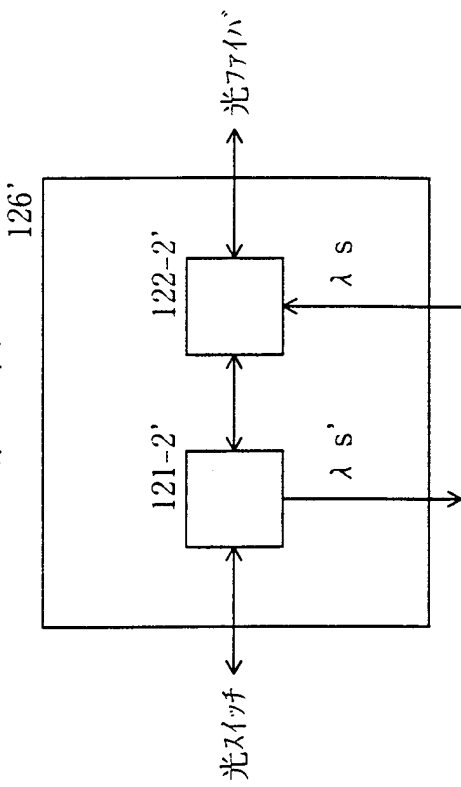
第21図



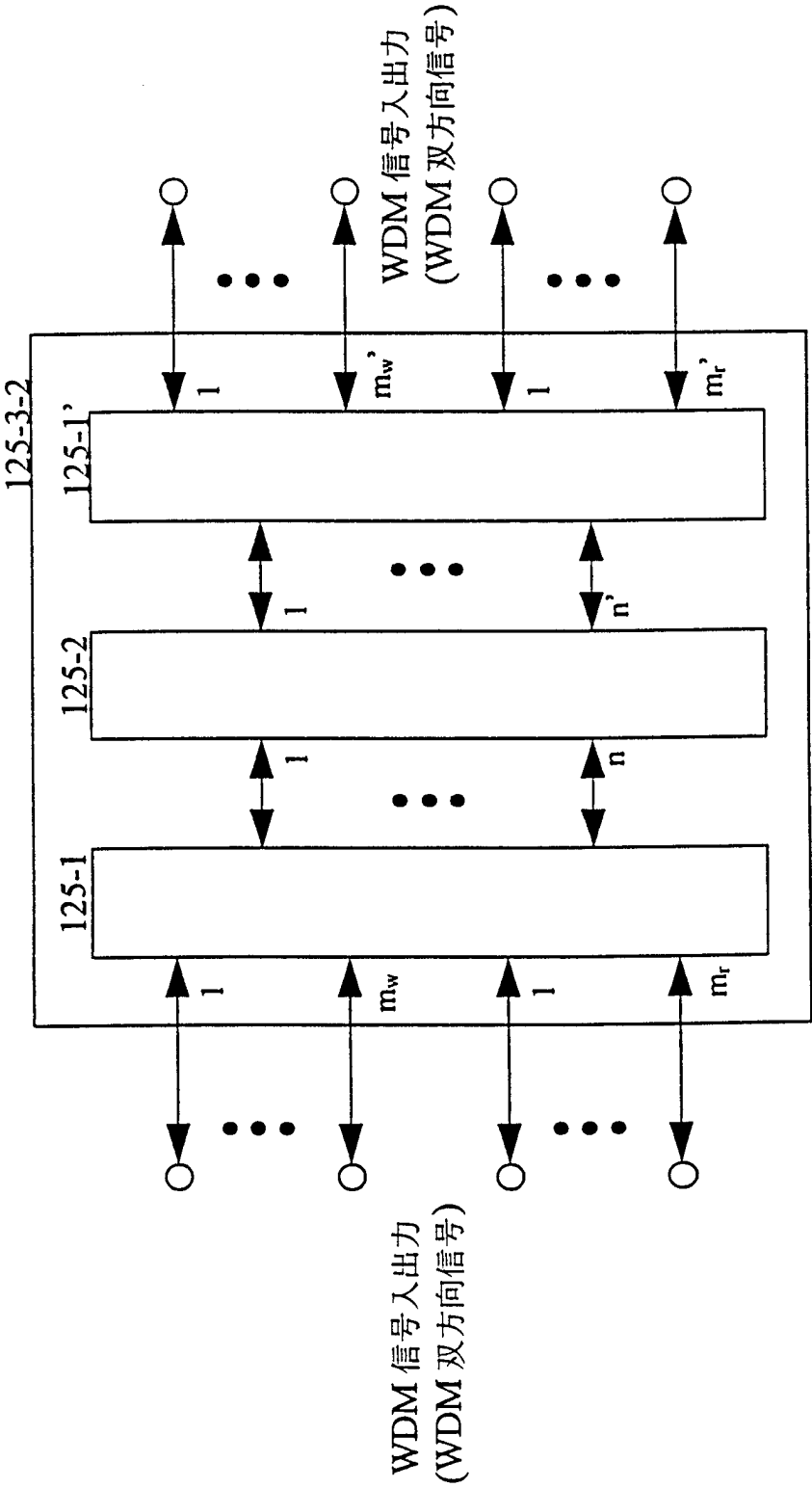
第22図



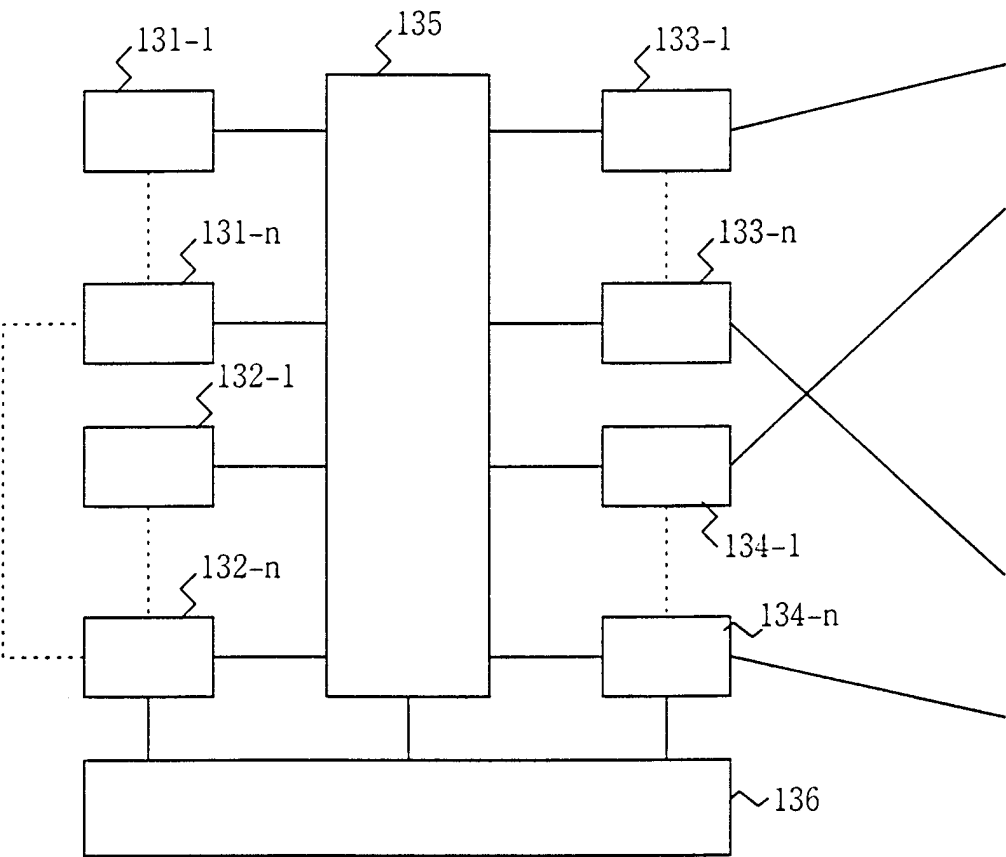
第23図



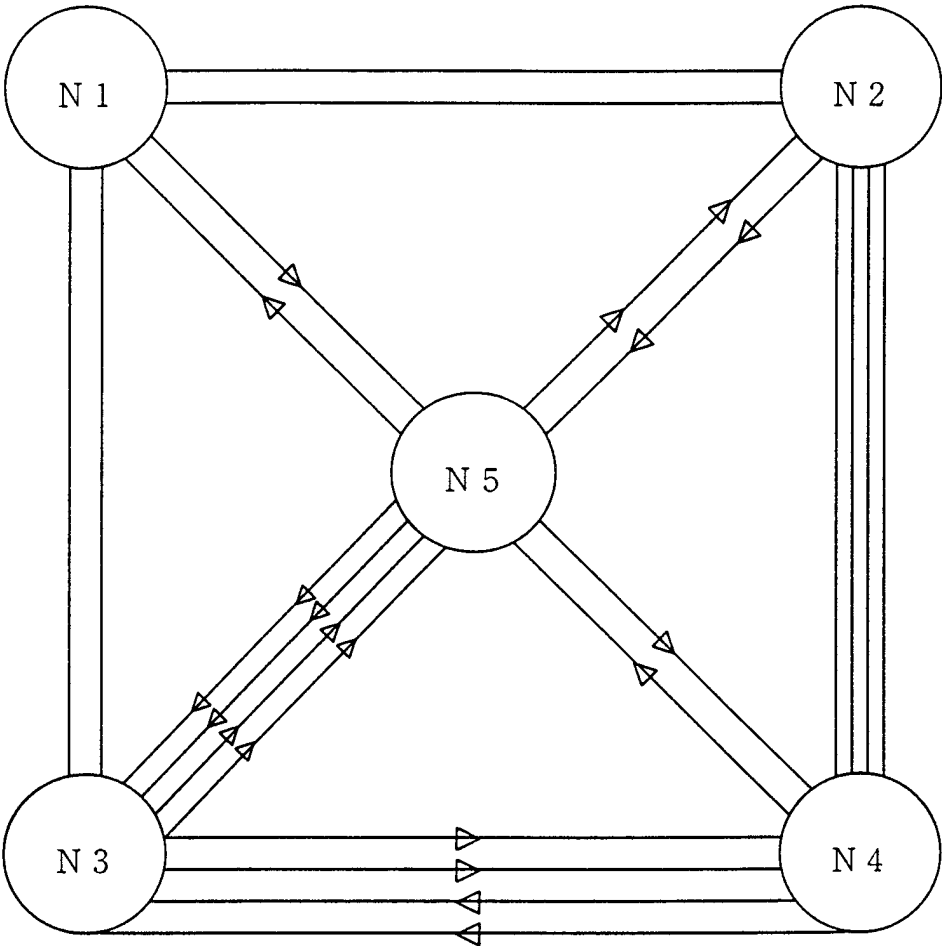
第 2 4 図



第 2 5 図



第 2 6 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/00670

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁶ H01S3/07, H01S3/10, H04Q3/52

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁶ H01S3/07, H01S3/10, H04Q3/52, H04B10/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1998 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1998

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 4-273624, A (Alcatel N.V.), September 29, 1992 (29. 09. 92), Full text ; Figs. 1, 2 & EP, 485813, A & DE, 485813 & US, 5285306, A	1-16
A	JP, 3-87727, A (Fujitsu Ltd.), April 12, 1991 (12. 04. 91), Full text ; Figs. 1 to 7 & EP, 415438 & US, 5510931, A & US, 5521737, A & US, 5526163, A & US, 5535050, A & US, 5546213, A	1-16
Y	JP, 9-27975, A (Nippon Telegraph & Telephone Corp.), January 28, 1997 (28. 01. 97), Full text ; Figs. 1 to 6	11, 13
A	Full text ; Figs. 1 to 6 (Family: none)	12, 14-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

May 19, 1998 (19. 05. 98)

Date of mailing of the international search report

May 26, 1998 (26. 05. 98)

 Name and mailing address of the ISA/
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/00670

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP, 7-74746, A (Fujitsu Ltd.), March 17, 1995 (17. 03. 95), Full text ; Figs. 1 to 5 Full text ; Figs. 1 to 5 (Family: none)	11, 13 12, 14-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁶ H01S3/07, H01S3/10, H04Q3/52

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

H01S3/07, H01S3/10, H04Q3/52, H04B10/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1998年
 日本国公開実用新案公報 1971-1998年
 日本国登録実用新案公報 1994-1998年
 日本国実用新案登録公報 1996-1998年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P, 4-273624, A (アルカテル・エヌ・ブイ) 29. 9月. 1992 (29. 09. 92) 全文, 第1図, 第2図 &EP, 485813, A&DE, 485813 &US, 5285306, A	1-16
A	J P, 3-87727, A (富士通株式会社) 12. 4月. 1991 (12. 04. 91) 全文, 第1図-第7図 &EP, 415438&US, 5510931, A &US, 5521737, A&US, 5526163, A &US, 5535050, A&US, 5546213, A	1-16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19. 05. 98

国際調査報告の発送日

26.05.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

河原 正

印

2 K 9017

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	J P, 9-27975, A (日本電信電話株式会社) 28. 1月. 1997 (28. 01. 97) 全文, 第1図-第6図 全文, 第1図-第6図 (ファミリーなし)	11, 13 12, 14-16
Y A	J P, 7-74746, A (富士通株式会社) 17. 3月. 1995 (17. 03. 95) 全文, 第1図-第5図 全文, 第1図-第5図 (ファミリーなし)	11, 13 12, 14-16