

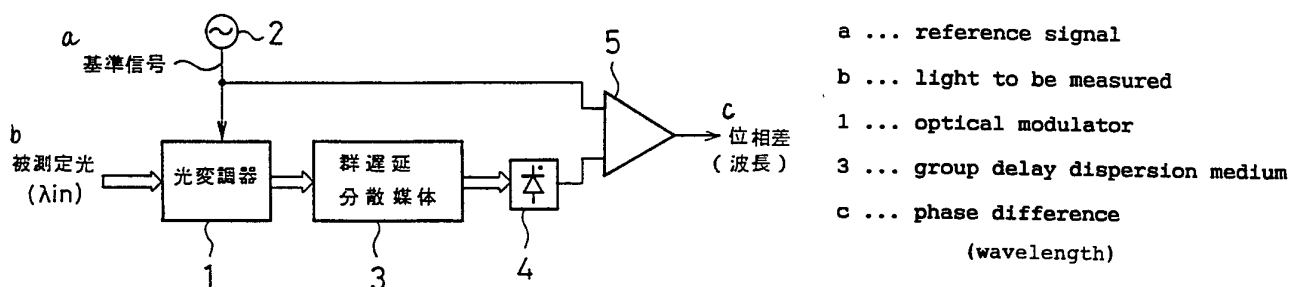


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 5 G01J 9/00	A1	(11) 国際公開番号 WO 94/04894 (43) 国際公開日 1994年3月3日 (03.03.1994)
(21) 国際出願番号 PCT/JP93/01187 (22) 国際出願日 1993年8月25日 (25. 08. 93) (30) 優先権データ 特願平 4/225819 1992年8月25日 (25. 08. 92) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 東 芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP] 〒210 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 Kanagawa, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) シャーマ マニッシュ (SHARMA, Manish) [GB/JP] 〒230 神奈川県横浜市鶴見区東寺尾中台33-12 クレアーレ 東芝中台 A413 Kanagawa, (JP) 井辺博之 (IBE, Hiroyuki) [JP/JP] 〒236 神奈川県横浜市金沢区並木2-7-1-804 Kanagawa, (JP) (74) 代理人 弁理士 鈴江武彦, 外 (SUZUYE, Takehiko et al.) 〒100 東京都千代田区霞が関3丁目7番2号 鈴榮内外國特許事務所内 Tokyo, (JP) (81) 指定国 JP, US, 欧州特許 (DE, FR, GB). 添付公開書類 国際調査報告書		

(54) Title : OPTICAL WAVELENGTH MEASURING INSTRUMENT

(54) 発明の名称 光波長測定器



(57) Abstract

An object of this invention is to provide a compact and low-cost optical wavelength measuring instrument, in which mechanical movements are eliminated to improve reliability, measuring speed and measuring accuracy. The optical wavelength measuring instrument utilizes a group delay dispersion medium having wavelength dependence. Light to be measured is introduced to an optical modulator (1) for intensity modulation using a reference signal from a signal source (2). The modulated light is passed through the group delay dispersion medium (3) so as to provide a delay corresponding to the wavelength, and converted to an electric signal by a photoelectric convertor (4). A phase difference between the reference signal and this electric signal is determined by a phase comparator (5) so as to convert the wavelength of light to be measured. The wavelength of light to be measured can be converted by using another reference signal, such as reference light, to which the same optical intensity modulation and the same delay are applied, or delayed light to be measured.

(57) 要約

この発明の目的は、機械的な可動部分となる構成要素がなく、計測を高速化し、測定精度をあげて信頼性を向上させることができ、小型かつ安価な光波長測定器を提供することにある。

この発明に係る光波長測定器は、波長依存性を有する群遅延分散媒体を利用し、光変調器(1)で被測定光を信号源(2)からの基準信号により光強度変調し、その変調光を群遅延分散媒体(3)に通して波長に対応した遅延を与え、光電変換器(4)で電気信号に変換し、位相比較器(5)で上記基準信号との位相差を求めることで、被測定光の波長を換算可能にしている。

なお、上記基準信号に代えて、同一の光強度変調及び遅延を与えられた参照光、あるいは、異なる遅延を与えられた被測定光との位相差を求めることでも、被測定光の波長を換算することができる。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	CS	チェッコスロヴァキア	KR	大韓民国	PL	ポーランド
AU	オーストラリア	CZ	チェッコ共和国	KZ	カザフスタン	PT	ポルトガル
BB	バルバドス	DE	ドイツ	LI	リヒテンシュタイン	RO	ルーマニア
BE	ベルギー	DK	デンマーク	LK	スリランカ	RU	ロシア連邦
BF	ブルキナ・ファソ	ES	スペイン	LU	ルクセンブルグ	SD	スーダン
BG	ブルガリア	FI	フィンランド	LV	ラトヴィア	SE	スウェーデン
BJ	ベナン	FR	フランス	MC	モナコ	SI	スロヴェニア
BR	ブラジル	GA	ガボン	MG	マダガスカル	SK	スロヴァキア共和国
BY	ベラルーシ	GB	イギリス	ML	マリ	SN	セネガル
CA	カナダ	GN	ギニア	MN	モンゴル	TD	チャード
CF	中央アフリカ共和国	GR	ギリシャ	MR	モーリタニア	TG	トーゴ
CG	コンゴ	HU	ハンガリー	MW	マラウイ	UA	ウクライナ
CH	スイス	IE	アイルランド	NE	ニジェール	US	米国
CI	コート・ジボアール	IT	イタリア	NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン共和国
CM	カメルーン	JP	日本	NO	ノルウェー	VN	ヴェトナム
CN	中国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NZ	ニュージーランド		

明 細 書

光 波 長 測 定 器

技術分野

この発明は、光通信システムあるいは光研究設備等に用いられる光波長測定器に関する。

背景技術

従来の光波長測定器のほとんどはマイケルソン干渉計を利用している。このマイケルソン干渉計を用いた光波長測定器の基本構成を図1に示す。

図1において、被測定光（波長 λ_{in} ）I/Pは第1のハーフミラー81で被測定光I/Pより十分波長の短い基準光R/P（波長 λ_{ref} ）と合波され、マイケルソン干渉計の第2のハーフミラー82で2系統に分岐される。

一方の分岐光は固定ミラー83により反射されて第2のハーフミラー82に戻る。他方の分岐光は移動ミラー84に入射される。この移動ミラー84は周期的に所定の範囲を光軸方向に往復移動する。この結果、移動ミラー83の入射光は変動を受けて第2のハーフミラー82に戻る。

固定ミラー83の反射光と移動ミラー84の反射光は第2のハーフミラー82で合波され、WDM（波長分離多重）カップラ85に入射されて波長別に分離される。各波長 λ_{in} , λ_{ref} の光はそれぞれ光電変換器（フォトダイオード）86,

８７で電気信号に変換されてカウンタ回路８８，８９に送られる。

このカウンタ回路８８，８９は入力信号についてそれぞれピークタイミングを検波し、移動ミラー８４が１往復する間の各成分のピークタイミング信号を計数する。カウンタ回路８８，８９で得られた計数値は波長演算器８１０に送られる。

この波長演算器８１０はカウンタ回路８８で得られた被測定光成分の計数値とカウンタ回路８９で得られた基準光成分の計数値との比（割合）から被測定光と基準光の波長干渉パターンのピーク数を演算し、このピーク数から被測定光の波長を換算する。

しかしながら、上記のようなマイケルソン干渉計による光波長測定器では、ミラーを往復運動させる機械的可動部分を有するため、最大計測速度が約１０回／秒に制限されてしまう。また、信頼性についても、可動部分の存在が多大な影響を受ける。これは、数年の平均故障間隔（MTBF）が必要な光通信設備にとってはとりわけ厳しい条件である。

また、上記光波長測定器では、被測定光と基準光との波長干渉パターンのピーク数から被測定光の波長を換算するようにしているので、基準光の波長は安定かつ正確でなければならない。これも極めて厳しい条件であり、優れた波長安定性を得られる基準光源として大型かつ高価なHe-Ne（ヘリウム-ネオン）レーザを用いることが余儀なくされる。この結果、装置の大型化、コスト増大を免れない。

以上述べたように、従来の光波長測定器では、機械的な可

動部分が存在しているため、最大計測速度、測定精度が極めて低く制限され、信頼性に欠ける。また、基準光源に波長の安定性が要求されるため、大型かつ高価なレーザを用いなければならない、装置全体が大型かつ高価なものとなっていた。

この発明は上記の課題を解決するためになされたもので、機械的な可動部分となる構成要素がなく、計測を高速化し、測定精度をあげて信頼性を向上させることができ、小型かつ安価な光波長測定器を提供することを目的とする。

発明の開示

この発明に係る光波長測定器では、波長依存性を有する群遅延分散媒体を利用し、被測定光を基準信号により光強度変調した変調光を群遅延分散媒体に通して波長に対応した遅延を与え、電気信号に変換して基準信号との位相差を求めることで、被測定光の波長を換算可能にしている。

図面の簡単な説明

図1は従来光波長測定器の構成を示すブロック構成図であり、

図2はこの発明に係る光波長測定器の一実施例の基本構成を示すブロック構成図であり、

図3は同実施例の波長対位相検波出力特性を示す特性図であり、

図4はこの発明に係る光波長測定器の参照光を用いた場合の実施例の構成を示すブロック構成図であり、

図5はこの発明に係る光波長測定器の参照光を多重しない場合の実施例の構成を示すブロック構成図であり、

図6はこの発明に係る光波長測定器の波長依存性のない群遅延分散媒体を使用する場合の実施例の構成を示すブロック構成図であり、

図7はこの発明に係る光波長測定器の複数の変調周波数を多重化する場合の実施例の構成を示すブロック構成図であり、

図8はこの発明に係る光波長測定器のPLL回路を利用する場合の実施例の構成を示すブロック構成図であり、

図9はこの発明に係る光波長測定器の互いに長さの異なる群遅延分散媒体を用いる場合の実施例の構成を示すブロック構成図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照してこの発明の実施例を詳細に説明する。

図2はこの発明に係る光波長測定器の基本構成を示すものである。図2において、入射された被測定光は光変調器1に送られる。この光変調器1は信号源2からの基準信号により入射光の光強度を変調するもので、変調を受けた被測定光（以下、変調光と称する）は群遅延分散媒体3に入射される。

この群遅延分散媒体3には、例えば高分散媒質の遅延分散特性を有する数キロメートルのシングルモードファイバが使用される。この群遅延分散媒体3で遅延された変調光はフォトダイオード等の光電変換器4で電気信号に変換され、位相比較器5に送られて、信号源2からの基準信号をもとに位相

検波される。

上記構成において、以下その動作を説明する。

まず、被測定光は光変調器 1 で基準信号により光強度変調され、群遅延分散媒体 3 を通り、光電変換器 4 で電気信号に変換される。この電気信号は入射光の光強度変化に対応しており、位相比較器 5 で基準信号をもとに位相検波され、群遅延分散 D (ps/nm) は微小波長の変化 $\Delta\lambda$ と群遅延差 Δt より、 $D = -\Delta t / \Delta\lambda$ と表せる。

したがって、上記群遅延分散媒体 3 が D [ps/nm] の群遅延分散特性を持っているとすると、基準信号の周波数が f_m [GHz] の場合、被測定光の波長が $\Delta\lambda$ だけ変化したときの媒体 3 の出射光の位相の変化 Δphase は、

$$\Delta\text{phase} = f_m \cdot \Delta\lambda \cdot D \times 360/1000 \text{ [deg/nm]}$$

… (1)

として与えられる。この式から明らかなように、位相比較器 5 で得られる位相検波出力は被測定光の波長変化 $\Delta\lambda$ に比例する。

この波長対位相検波出力特性をグラフに表すと図 3 のようになる。図 3 に示すように、位相検波出力特性は波長に対して線形に変化し、位相検波出力がゼロとなる波長 λ_0 が必ず存在する。したがって、被測定光の波長を測定するためには予めこの特性を測定器側で記憶しておく必要がある。

尚、位相は 360° の範囲でしか測定できないので、波長測定範囲 (Range と呼ぶ) は、

$$\text{Range} = 1000 / (f_m \cdot D) \text{ [nm]} \quad \dots (2)$$

となる。

具体的な例として、上記波長分散媒体 3 として波長 1550 [nm] 時での分散が 20 [ps/n · km] となるシングルモードファイバを用い、基準信号の周波数 f_m を 1 [GHz] とした場合を考える。

まず、位相検波出力が 0 となる波長 λ_0 を求める。これは光源からの光を測定器に向けて入射させ、光源において波長を変化させて測定器の位相検波出力がゼロとなる波長 λ_0 をモニタすることによって求める。この特性は波長対位相検波出力特性として測定器に記憶される。

上記した数値例の場合、群遅延分散媒体 3 の全分散 D は 200 [ps/nm] となるから、その出射光の波長変化 1 [nm] 時の位相変化 Δphase は、

$$\begin{aligned}\Delta \text{phase} &= 1 [\text{GHz}] \times 200 [\text{ps/nm}] \times 360 / 1000 [\text{deg}] \\ &= 72 [\text{deg}]\end{aligned}$$

となる。よって、位相変化 1 [deg] 当りの波長変化 $\Delta \lambda$ は $1/72$ [nm] = 0.014 [nm] となる。

被測定光の波長は、位相検波出力を波長変化 $\Delta \lambda$ に変換した値に予め求めた λ_0 の値を加えることによって求めることができる。

この場合、構成要素に機械的な可動部分がないのでリアルタイムにかつ高精度に測定可能であり、計測の高速化を実現できる。また、基準光が不要なため、従来のような大型かつ高価なレーザの使用を排除することができ、装置を小型かつ安価にすることができる。

但し、上記実施例では、位相検波範囲が $360[\text{deg}]$ であるから、波長測定は $5[\text{nm}]$ に制限される。この制限は、変調周波数 f_m を低くするか、あるいは群遅延分散媒体 3 の長さを短くして D を小さくすることにより広げることができる。

ところで、上記構成による光波長測定器では、温度変化に起因するドリフトを補償する必要がある。すなわち、小さくランダムな温度変化であっても、群遅延分散媒体 3 に用いるファイバ等の長さ、屈折率、伝送遅延量が多用に変化してしまう。これは計測システムにとって明らかに致命的な問題である。

この問題を解決するための一手法として、参照光を用いることが考えられる。図 4 にその構成を示す。

図 4 において、入射された被測定光（波長 λ_{in} ）は WDM（波長分離多重）カプラ 11 で光源 12 からの参照光（波長 λ_{ref} ）と多重され、光変調器 13 で信号源 14 からの基準信号により光強度変調を受ける。光源 12 には一般的な半導体レーザが使用可能である。

光変調器 13 から出射される変調光は群遅延分散媒体 15 で群遅延分散を受け、WDM カプラ 16 で波長 λ_{in} , λ_{ref} の成分別に分離される。この WDM カプラ 16 の各分離光はそれぞれ光電変換器 17, 18 で電気信号に変換されて位相比較器 19 に送られて位相検波される。

すなわち、上記構成による光波長測定器では、被測定光と参照光が同じ群遅延分散媒体 15 を通って検出される。よって、両検出信号は、温度変化等によって分散媒体 15 にいか

なる特性変動が生じたとしても、等しくその影響を受けることになる。したがって、これらの検出信号の相対位相差を位相比較器 19 で検出することにより、被測定光の波長 λ_{in} を精度よく求めることができる。

但し、温度変化による影響は、参照光の波長精度にも直接影響する。しかしながら、従来のように光源として波長安定性の優れた He-Ne レーザを用いる必要はなく、参照光波長 λ_{ref} を分散媒体 15 の最小分散波長（既存の光通信回線に用いられているファイバでは 1310 [nm]）にセットしておけば、一般的な半導体レーザを用いても波長変動の影響を無視できる程度に抑えることができる。

上記構成において、さらに考慮しなければならない課題は、分離時に入射光と参照光との間で十分なアイソレーションを確保することである。例えば正弦波による光強度変調の場合、アイソレーションの要求は 30 [dB] のオーダーであるが、このような広大な帯域幅を越えたアイソレーションを得るためには光フィルタが必要となる。このようなフィルタでさえ、入射光と参照光との間で少なくとも 100 [nm] の波長の分離が必要である。

この課題を解決するための一手法として、入射光と参照光を多重しない方法が考えられる。図 5 にその構成を示す。

図 5 において、入射された被測定光（波長 λ_{in} ）は光変調器 21 で信号源 22 からの基準信号により光強度変調され、群遅延分散媒体 23 を通り、光電変換器 24 で電気信号に変換されて位相比較器 25 に送られる。また、光源 26 からの

参照光も、光変調器 27 で信号源 22 からの基準信号により光強度変調され、群遅延分散媒体 28 を通り、光電変換器 29 で電気信号に変換されて位相比較器 25 に送られる。

上記群遅延分散媒体 23 と 28 は、物理的にできるだけ接近させて同一環境下に設置しておくことで、温度変化による特性変動をほぼ同一にしておく。この構成によれば、入射光と参照光を多重／分離しないので、当然のことながらアイソレーションを考慮する必要はなく、位相比較器 25 で得られる位相差から波長を正確に求めることができる。

しかしながら、図 5 の構成では参照光用の光源の他、被測定光用と参照光用に別々の光変調器が必要となり、構成が複雑化し、装置全体が大型になる。

この課題を解決するための一手法として、波長依存性のない群遅延分散媒体を使用する方法が考えられる。図 6 にその構成を示す。

図 6 において、入射された被測定光（波長 λ_{in} ）は光変調器 31 で信号源 32 からの基準信号により光強度変調された後、WDM カプラ 33 で第 1、第 2 の系統に分配される。

第 1 の系統に分配された変調光は波長依存性を有する群遅延分散媒体 34 で波長に対応した遅延が与えられ、光電変換器 35 で電気信号に変換されて位相比較器 36 に送られる。第 2 の系統に分配された変調光は波長依存性のない群遅延分散媒体 37 で一定の遅延が与えられ、光電変換器 38 で電気信号に変換されて位相比較器 36 に送られる。

第 1 の系統の群遅延分散媒体 34 には、例えば高分散媒質

の遅延分散特性を有する数キロメートルのシングルモードファイバを、伝送光の波長帯に対して直線的分散特性部分で使用する。また、第2の系統の群遅延分散媒体37には、例えば伝送光の波長帯について上記群遅延分散媒体34に使用されるファイバと同サイズかつ同構造のファイバを零分散点近傍で使用する。両系統の媒体34, 37は近接配置され、同一環境下に置かれる。

すなわち、上記構成による光波長測定器では、光強度変調された被測定光を第2の系統で波長依存性のない群遅延分散媒体37に通して一定の遅延を与えると、これを参照光としてみることができる。このとき、各系統の群遅延分散媒体34, 37は同サイズ、同構造でかつ同一環境下に置かれるため、温度変化に対して特性変動も同一となる。

したがって、上記構成によれば、参照光用の光源及び参照光を変調する光変調器を用いずに、第2の系統で図5の参照光群遅延分散出力と同一の分散出力が得られる。これにより、両系統の変調光について位相比較器36で位相差をみることにより、波長を正確に求めることができる。

ところで、以上の各実施例では、前述したように測定範囲が制限され、これによって測定分解能もあまり大きくとることができない。この問題を解決するための一手法として、変調周波数を多重化する方法が考えられる。図7にその構成を示す。尚、図7において、図2同一部分には同一符号を付して示し、ここでは異なる部分を中心に述べる。

図7において、信号源221～22nはそれぞれ異なる周

波数 $f_1 \sim f_n$ の正弦波信号を発生する。但し、 $f_1 < f_2 < \dots < f_n$ である。各信号源 $221 \sim 22n$ で発生された周波数信号は多重されて被測定光用の光変調器 21 及び参照光用の光変調器 27 に送られ、各入射光を光強度変調する。

また、光電変換器 24 、 29 の各出力信号はそれぞれ n 系統に分かれる。各系統には、対応する系統の信号源 $221 \sim 22n$ の各出力周波数成分のみを通過させるバンドパスフィルタ $2a11$ 、 $2a12$ 、 $2a21$ 、 $2a22$ 、 $\dots$ 、 $2an1$ 、 $2an2$ を介して、各系統毎に設けられた位相比較器 $251 \sim 25n$ に送られる。

すなわち、上記構成の光波長測定器では、互いに周波数の異なる n 系統の基準信号を多重して被測定光を光強度変調し、群遅延分散、光電変換後に n 系統に分け、基準信号の周波数別に位相検波するようにしている。基準信号の周波数増減は、

(2) 式から明らかなように、波長測定範囲の幅を比例的に増減する。よって、低い周波数の基準信号について位相差を見れば、広い範囲での波長測定が可能となる。但し、基準信号周波数を低くとると、(1) 式から明らかなように分解能が低下する。したがって、いずれの系統の位相検波出力をとるかは、波長測定範囲の幅と分解能とのバランスが良好となるものを選択すればよい。

ところで、図 6 の実施例の構成に代わり、温度変化による群遅延分散媒体のファイバ長変化がもたらす位相変化を補償する方法として、PLL（位相同期ループ）回路を利用することも考えられる。図 8 にその構成を示す。尚、図 8 におい

て、図5と同一部分には同一符号を付して示し、ここでは異なる部分を中心に述べる。

図8において、信号源22にはVCO（電圧制御発振器）が用いられ、その発振出力は基準信号として光変調器21，27に送られると共に、位相比較器2bに送られる。この位相比較器2bは信号源22の出力と共に参照光側の光電変換出力を入力し、両者の位相差を出力する。この位相比較器2bの出力はローパスフィルタ2cで電圧信号に変換され、周波数制御信号として信号源（VCO）22に送られる。

すなわち、上記構成による光波長測定器では、参照光側の位相変化が一定となるように信号源22の発振周波数が制御されるため、温度変化による群遅延分散媒体23，28のファイバ長変動がもたらす位相変化を補償することができる。

ところで、波長測定範囲を拡大する方法として、互いに長さの異なる群遅延分散媒体を用いる方法も考えられる。図9にその構成を示す。但し、図9において、図2と同一部分には同一符号を付して示し、ここでは異なる部分を中心に説明する。

図9において、光変調器1で光強度変調された被測定光（変調光）は方向性結合器6により複数系統（図では2系統）に分配される。一方の系統（第1の系統）の変調光は比較的長い長さの群遅延分散媒体301を通り、光電変換器401で電気信号に変換されて、基準信号と共に位相比較器501に送られる。また、他方の系統（第2の系統）の変調光は比較的短い長さの群遅延分散媒体302を通り、光電変換器

402で電気信号に変換されて、基準信号と共に位相比較器502に送られる。

すなわち、上記構成による光波長測定器では、変調光をそれぞれ異なる長さの群遅延分散媒体301, 302に通して、各位相変化をそれぞれ位相比較器501, 502で基準信号をもとに取り出すようにしている。群遅延分散媒体の長さが変化すると、(1)式から明らかなように位相変化も比例して増減される。よって、長い方の媒体301を通した系統で高い分解能での測定が可能となる。

但し、(2)式から明らかなように、媒体の長さが長くなると、波長測定範囲が媒体の長さに反比例して狭くなる。したがって、いずれの系統の位相検波出力をとるかは、波長測定範囲の幅と分解能とのバランスが良好となる方を選択すればよい。

尚、この発明は上記実施例に限定されるものではなく、その他、この発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形しても実施可能であることはいうまでもない。

産業上の利用可能性

以上のように、この発明に係る光波長測定器は、機械的な可動部分となる構成要素がなく、計測を高速化し、測定精度をあげて信頼性を向上させることができ、小型かつ安価なものとして有用である。

請求の範囲

1. 一定周波数の基準信号を発生する信号源と、この信号源から出力される基準信号により被測定光を光強度変調する光変調器と、この光変調器の出力光に波長に対応した遅延を与える群遅延分散媒体と、この媒体の出力光を電気信号に変換する光電変換器と、この光電変換器の出力信号と前記信号源から出力される基準信号との位相差を求める位相比較器とを具備し、前記位相比較器で得られる位相差から被測定光の波長を求めることを特徴とする光波長測定器。
2. 特定波長の参照光を放射する光源と、一定周波数の基準信号を発生する信号源と、前記光源から放射される参照光と被測定光を波長多重する光多重化手段と、この手段で波長多重された光を前記信号源から出力される基準信号で光強度変調する光変調器と、この光変調器で強度変調された光に波長に対応した遅延を与える群遅延分散媒体と、この媒体の出力光を波長別に分離する光分離手段と、この手段で分離された光をそれぞれ電気信号に変換する光電変換器と、この光電変換器で得られた各電気信号の位相差を求める位相比較器とを具備し、前記位相比較器で得られる位相差から被測定光の波長を求めることを特徴とする光波長測定器。
3. 前記光源は半導体レーザであることを特徴とする請求の範囲第2項記載の光波長測定器。
4. 一定周波数の基準信号を発生する信号源と、この信号源から出力される基準信号により被測定光を光強度変調する第

1の光変調器と、この第1の光変調器の出力光に波長に対応した遅延を与える第1の群遅延分散媒体と、この媒体の出力光を電気信号に変換する第1の光電変換器と、特定波長の参照光を放射する光源と、この光源から放射される参照光を前記信号源から出力される基準信号により光強度変調する第2の光変調器と、前記第1の群遅延分散媒体とは同一サイズ、同一構造でその近傍に配置されて同一環境下に置かれ、前記第2の光変調器の出力光に波長に対応した遅延を与える第2の駆動遅延分散媒体と、この媒体の出力光を電気信号に変換する第2の光電変換器と、前記第1、第2の光電変換器の出力信号の位相差を求める位相比較器とを具備し、前記位相比較器で得られる位相差から被測定光の波長を求めることを特徴とする光波長測定器。

5. 前記光源は半導体レーザであることを特徴とする請求の範囲第4項記載の光波長測定器。

6. 前記信号源は、制御信号に応じて周波数を可変する発振器と、前記信号源の出力と前記第2の光電変換器の出力とを位相比較する位相比較器と、この位相比較器の出力を制御信号に変換して前記発振器に供給する信号変換手段とを具備する請求の範囲第4項記載の光波長測定器。

7. 一定周波数の基準信号を発生する信号源と、この信号源から出力される基準信号により被測定光を光強度変調する光変調器と、この光変調器の出力光を第1、第2の系統に分配する光分配手段と、この手段で分配された第1の系統の光に波長に対応した遅延を与える第1の群遅延分散媒体と、この

媒体の出力光を電気信号に変換する第1の光電変換器と、前記第1の群遅延分散媒体とは同一サイズ、同一構造でかつその近傍に配置されて同一環境下に置かれるが伝送光の波長帯で零分散点となり、前記光分配手段で分配された第2の系統の光に波長に対応した遅延を与える第2の群遅延分散媒体と、この媒体の出力光を電気信号に変換する第2の光電変換器と、前記第1、第2の光電変換器の出力信号の位相差を求める位相比較器とを具備し、前記位相比較器で得られる位相差から被測定光の波長を求めることを特徴とする光波長測定器。

8. 互いに異なる一定周波数の信号を発生する複数の信号源と、この信号源の各出力を多重化する多重化手段と、この手段で得られた多重化信号により被測定光を光強度変調する第1の光変調器と、この第1の光変調器の出力光に波長に対応した遅延を与える第1の群遅延分散媒体と、この媒体の出力光を電気信号に変換する第1の光電変換器と、特定波長の参照光を放射する光源と、この光源から放射される参照光を前記多重化信号により光強度変調する第2の光変調器と、前記第1の群遅延分散媒体とは同一サイズ、同一構造でその近傍に配置されて同一環境下に置かれ、前記第2の光変調器の出力光に波長に対応した遅延を与える第2の駆動遅延分散媒体と、この媒体の出力光を電気信号に変換する第2の光電変換器と、前記第1、第2の光電変換器の出力信号を複数系統に分配する光分配手段と、この手段の各分配信号についてそれぞれ前記複数の信号源の周波数成分を通過させる複数のバンドパスフィルタと、各系統毎に前記フィルタ出力の位相差を

求める複数の位相比較器とを具備し、前記複数の位相比較器で得られる位相差から被測定光の波長を求めることを特徴とする光波長測定器。

9. 一定周波数の基準信号を発生する信号源と、この信号源から出力される基準信号により被測定光を光強度変調する光変調器と、この光変調器の出力光を複数系統に分配する光分配手段と、この手段の分配系統それぞれに設けられ、互いに異なる長さで入射光に波長対応の遅延を与える複数の群遅延分散媒体と、この複数の群遅延分散媒体の各出力光をそれぞれ電気信号に変換する複数の光電変換器と、この複数の光電変換器の各出力信号と前記信号源から出力される基準信号との位相差をそれぞれ求める複数の位相比較器とを具備し、前記複数の位相比較器で得られる位相差から被測定光の波長を求めることを特徴とする光波長測定器。

1/5

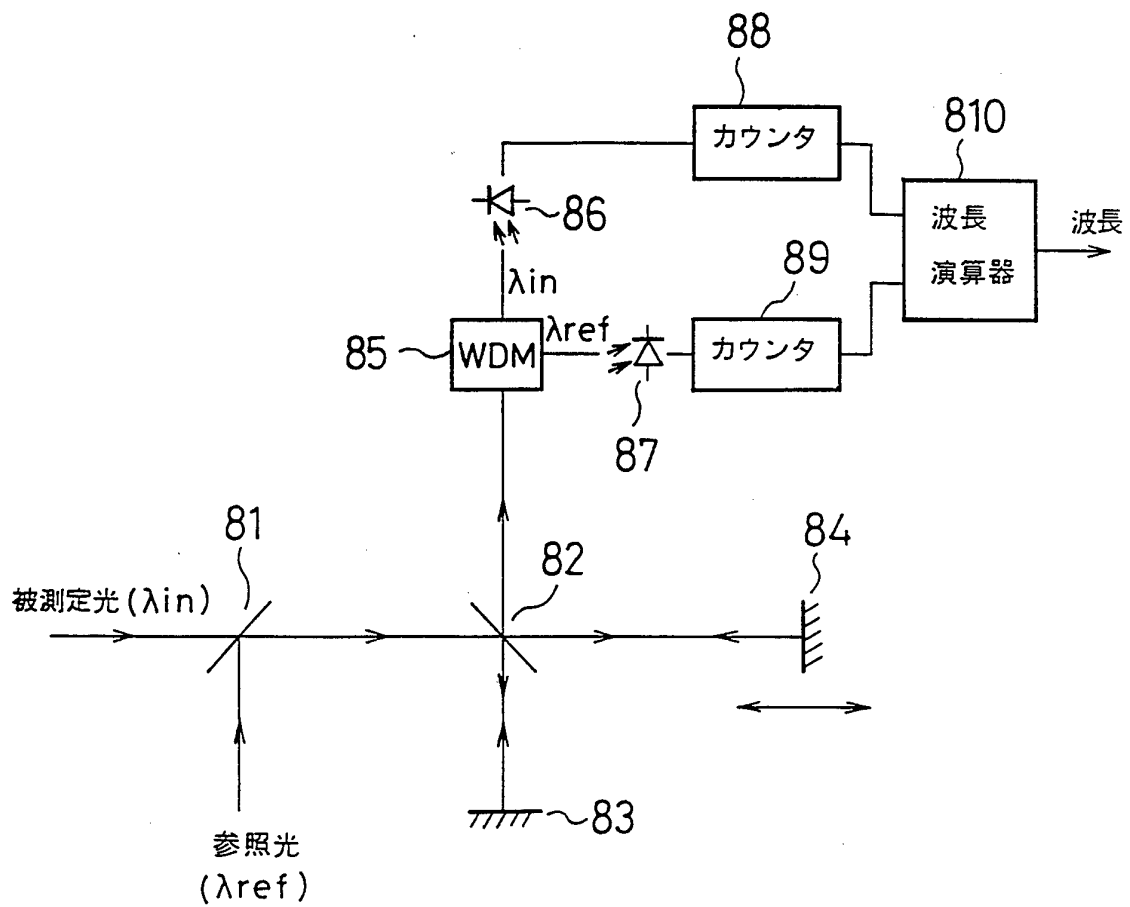


FIG. 1

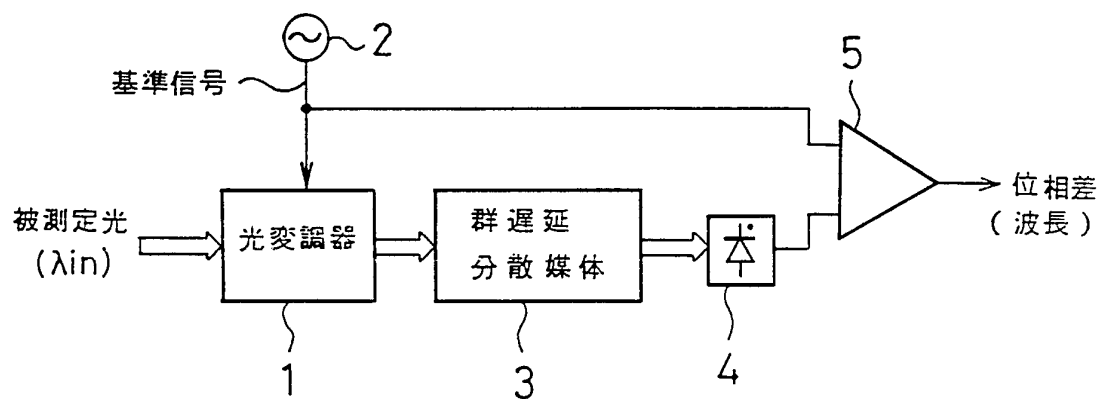


FIG. 2

2/5

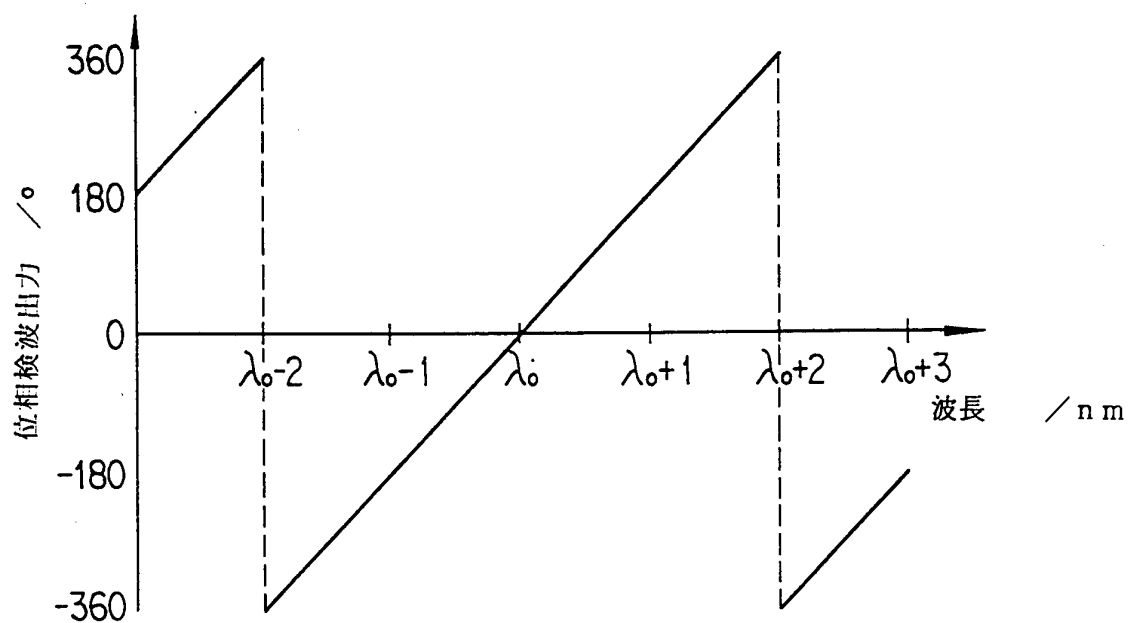


FIG. 3

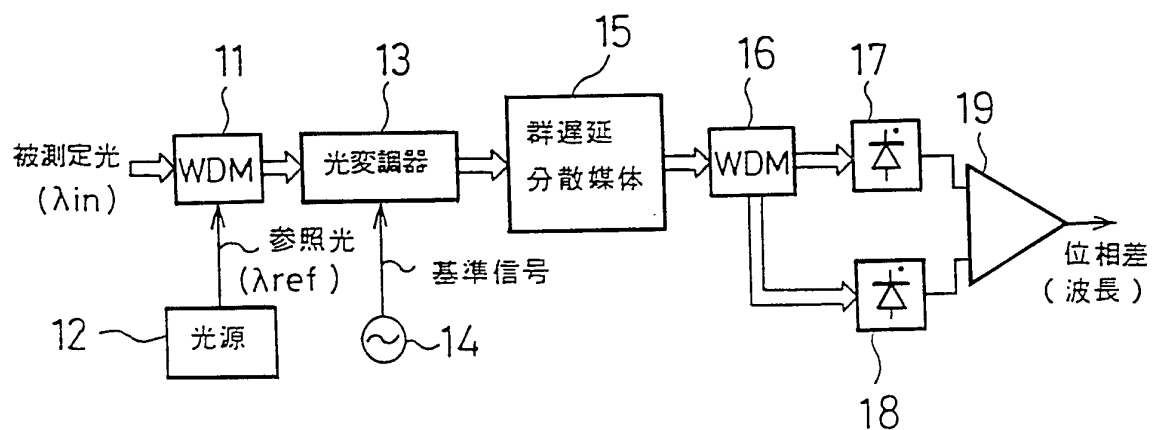


FIG. 4

3/5

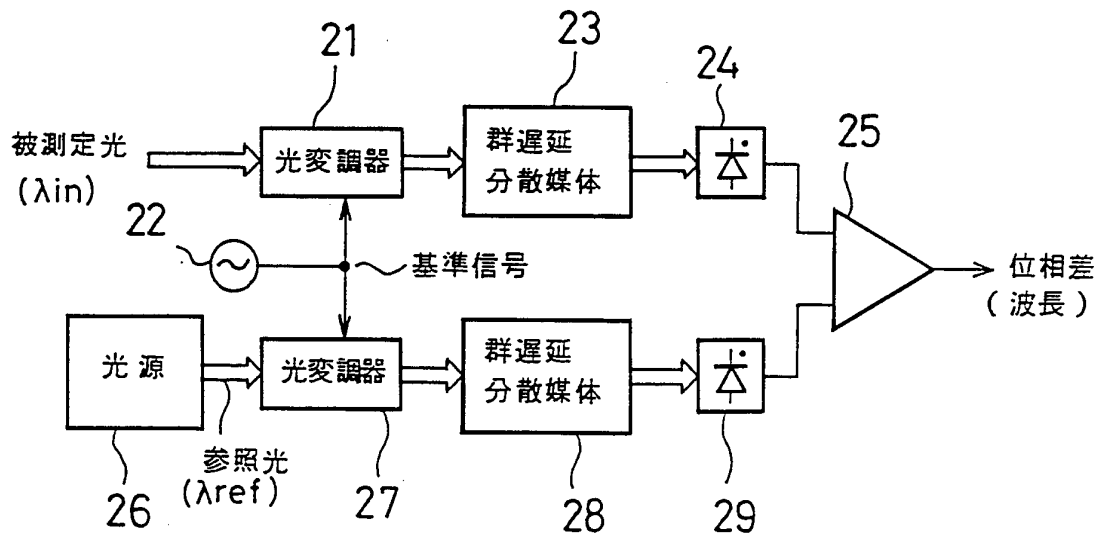


FIG. 5

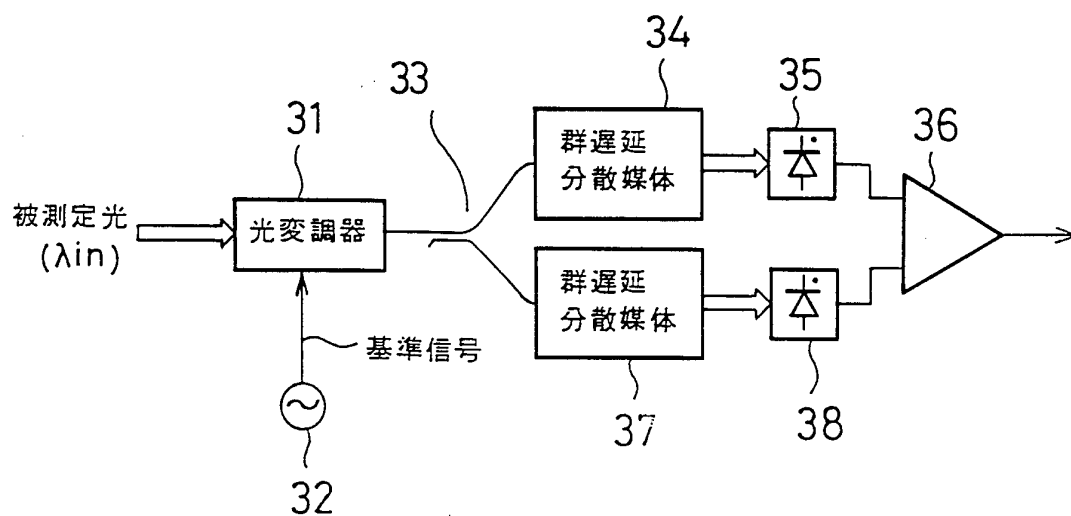


FIG. 6

4/5

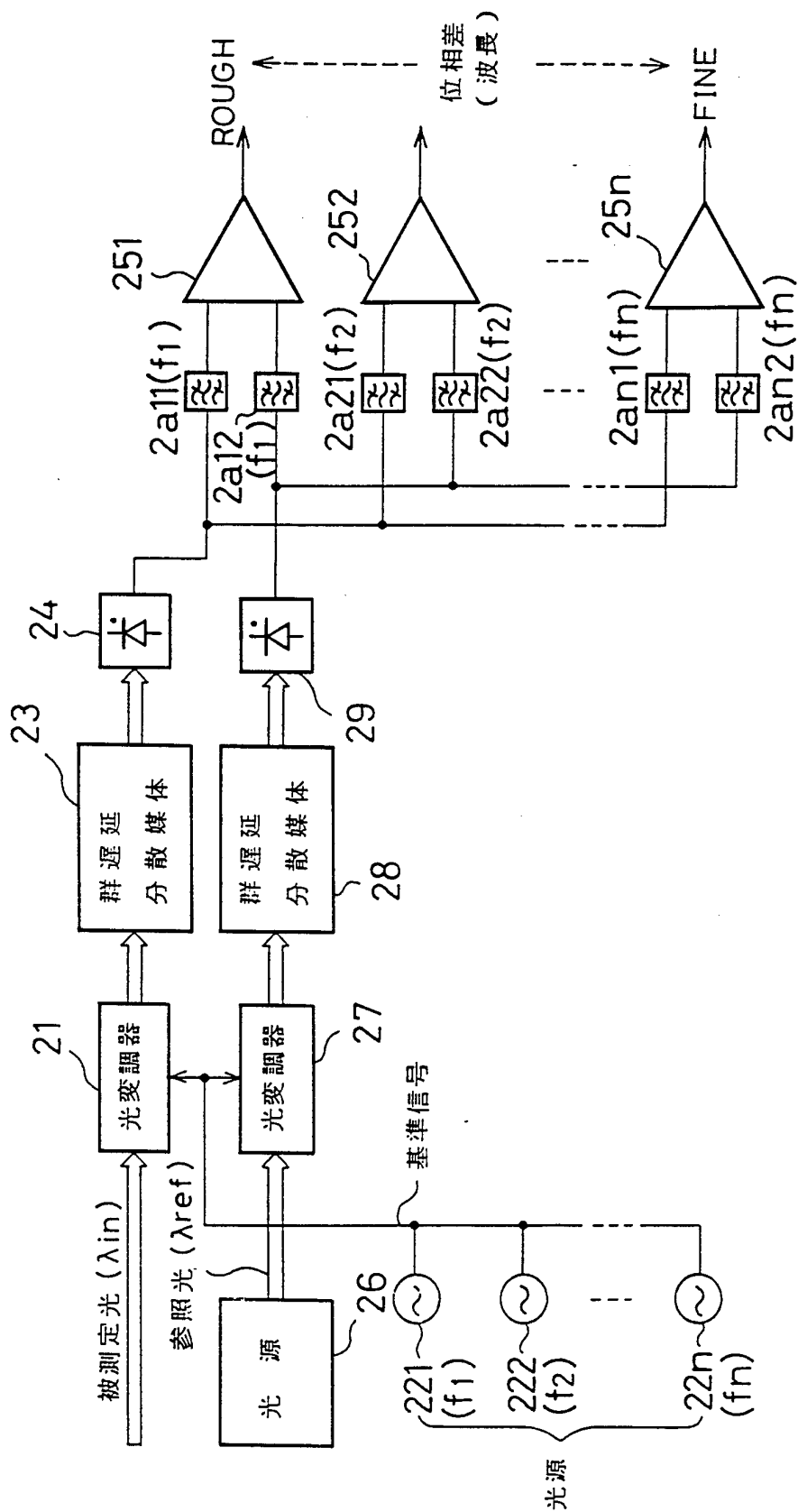


FIG. 7

5/5

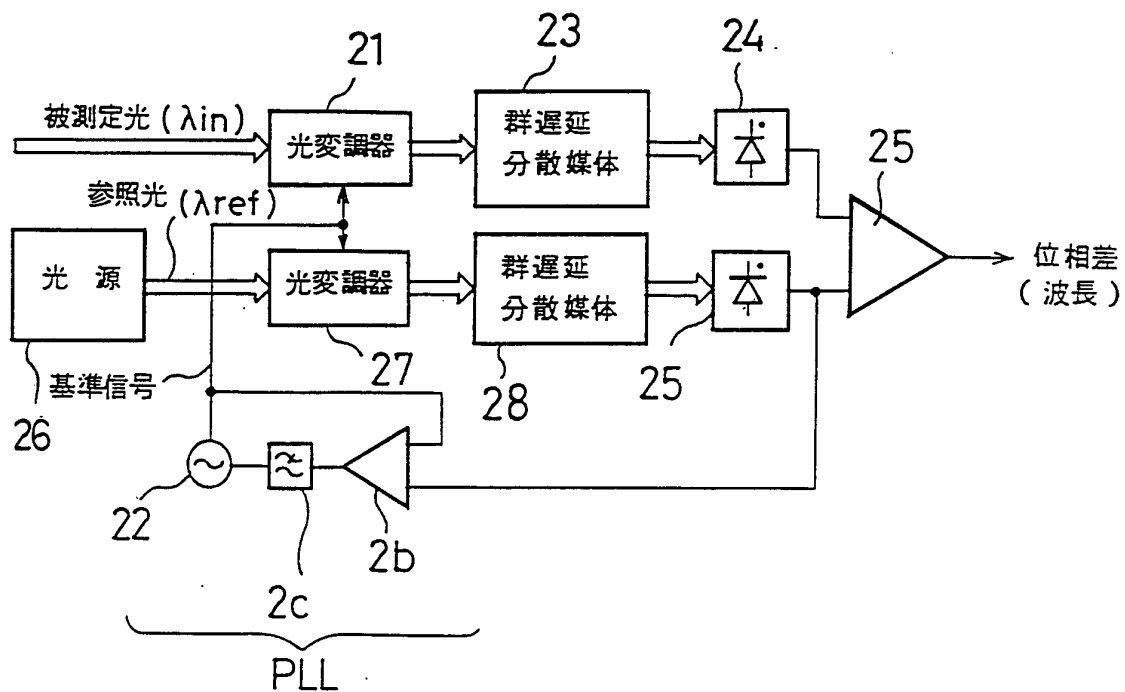


FIG. 8

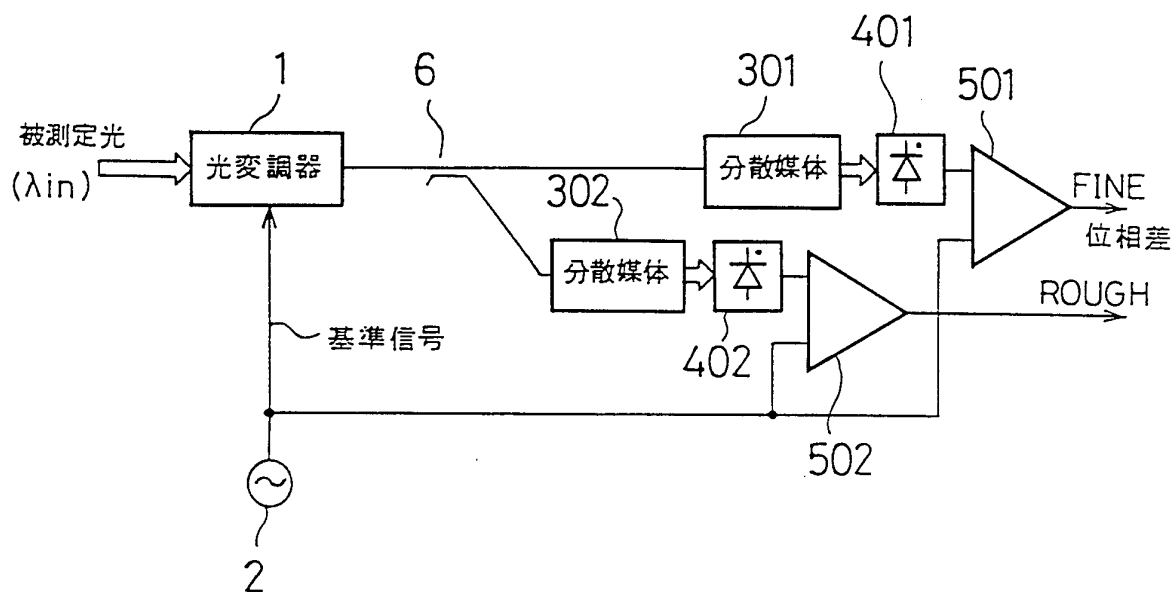


FIG. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP93/01187

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁵ G01J9/00

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. Cl⁵ G01J9/00-9/04, 3/00-3/52

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

Jitsuyo Shinan Koho 1970 - 1993

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1973 - 1993

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, A, 63-71624 (Hitachi Cable, Ltd.), April 1, 1988 (01. 04. 88), Lines 3 to 12, lower right column, page 1 (Family: none)	1-9
A	JP, A, 1-161124 (Toyo Tsushinki K.K.), June 23, 1989 (23. 06. 89), (Family: none)	1-9
A	JP, A, 3-72227 (British Aerospace PLC.), March 27, 1991 (27. 03. 91), (Family: none)	1-9
A	JP, A, 1-176920 (Hamamatsu Photonics K.K.), July 13, 1980 (13. 07. 80), (Family: none)	1-9

☒ 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

October 19, 1993 (19. 10. 93)

Date of mailing of the international search report

November 9, 1993 (09. 11. 93)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. Cl. G 01 J 9 / 00

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))

Int. Cl. G 01 J 9 / 00 - 9 / 04, 3 / 00 - 3 / 52

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 1970-1993年
日本国公開実用新案公報 1973-1993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	JP, A, 63-71624(日立電線株式会社) 1. 4月, 1988(01. 04. 88), 第1頁, 右下欄, 第3-12行(ファミリーなし)	1-9
A	JP, A, 1-161124(東洋通信機株式会社) 23. 6月, 1989(23. 06. 89)(ファミリーなし)	1-9
A	JP, A, 3-72227(ブリティッシュ・エアロスペース・ パブリック・リミテッド・カンパニー)	1-9

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ 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、一般的技术水準を示すもの
「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. 10. 93

国際調査報告の発送日

09.11.93

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
郵便番号100
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)

小林 紀 史

2 G 9 2 1 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3225

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
A	27. 3月. 1991 (27. 03. 91) (ファミリーなし) JP, A. 1-176920 (浜松ホトニクス株式会社) 13. 7月. 1980 (13. 07. 80) (ファミリーなし)	1-9