



特許協力条約に基づいて公開された国際出願

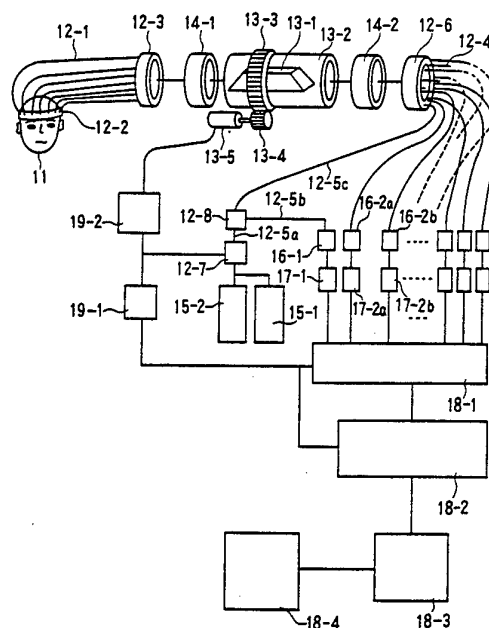
(51) 国際特許分類 5 A61B 10/00	A1	(11) 国際公開番号 WO 94/05209 (43) 国際公開日 1994年3月17日 (17.03.1994)
(21) 国際出願番号 PCT/JP93/01220 (22) 国際出願日 1993年8月30日 (30. 08. 93) (30) 優先権データ 特願平4/230926 1992年8月31日 (31. 08. 92) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP] 〒101-10 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 伊藤嘉敏 (ITO, Yoshitoshi) [JP/JP] 〒198 東京都青梅市新町1920-3 Tokyo, (JP) 川口文男 (KAWAGUCHI, Fumio) [JP/JP] 〒190-01 東京都西多摩郡日の出町平井2196-375 Tokyo, (JP) 山下優一 (YAMASHITA, Yuichi) [JP/JP] 〒192 東京都八王子市子安町2-32 C-207 Tokyo, (JP) 牧 敦 (MAKI, Atsushi) [JP/JP] 〒192 東京都八王子市子安町2-32 D-304 Tokyo, (JP) (74) 代理人 弁理士 薄田利幸 (USUDA, Toshiyuki) 〒185 東京都国分寺市本町四丁目3番16号 サンクレストビル4階 Tokyo, (JP)		(81) 指定国 JP, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, 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 CT APPARATUS

(54) 発明の名称 光CT装置

(57) Abstract

An optical CT apparatus in which the speed of scanning an object with light is increased for efficient measurement. In the present invention, a beam of light guided from light sources (15-1, 15-2) through a single optical fiber (12-5c) is introduced into one of optical fibers (12-1) of a fiber bundle through an image inversion optical system comprising a trapezoidal prism (13-1) and two lenses (14-2, 14-1). When the trapezoidal prism (13-1) is turned on its optical axis, the beam of light from the optical fiber (12-5c) is sequentially introduced into different optical fibers (12-1), so that an object (11) to be measured is scanned with the beam. The beam transmitting through different parts of the object (11) returns through the corresponding fibers to the image inversion optical system, and then it is introduced into the corresponding optical fibers (12-4) of a fiber bundle and is detected by optical detectors (16-2a, 16-2b, ...).



(57) 要約

本発明は、光 C T 装置に関し、特に被測定物に対する照射光の走査を高速化し計測時間を短縮することができるように改良された光 C T 装置に関する。

本発明では、光源（15-1, 15-2）から一本の光ファイバ素線（12-5c）を通して導かれた光を台形プリズム（13-1）と二つのレンズ（14-2, 14-1）からなる像反転光学系を介して複数の素線からなる光ファイバ（12-1）のいずれか一本の素線内に入射させる。台形プリズム（13-1）を光軸を中心に回転させると、光ファイバ素線（12-5c）からの光は光ファイバ（12-1）の次々と異なる素線内に入射し、被測定物（11）に対する光の照射位置が走査される。被測定物（11）内を各方向に透過した光は光ファイバ（12-1）のそれぞれ対応する素線内を通過して上記の像反転光学系に送られ、複数の素線からなる光ファイバ（12-4）のそれぞれ対応する素線内に入射せしめられ、光検出器（16-2a, 16-2b, ...）によって検出される。

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 C T 装置

〔技術分野〕

本発明は、光 C T 装置の改良に関し、特にそれにおける被測定物への光の照射方式の改良に関する。

〔背景技術〕

医療用機器として断層像撮影装置（C T 装置）が広く使われている。C T 装置の種類には X 線 C T を始めとして、N M R C T、ポジトロン C T、超音波 C T 等が有る。最も新しい C T 装置としては、可視光や近赤外光を利用する光 C T 装置が有る。

光 C T 装置においては、その断層像再生原理として X 線 C T 装置で用いられているバックプロジェクション法が利用される。この方法を用いるためには、プロジェクションデータが必要である。プロジェクションデータは、被測定物の各点に光を照射して被測定物を透過してくる光の強度を各方向から測定し、各光入射点から各方向についての被測定物中での光透過率を求めたものである。このプロジェクションデータを求めるためには、被測定物への光の照射位置を被測定物の周囲の各点にわたって走査し、各照射点毎にそこから各方向への光の透過率を測定しなければならない。

被測定物に照射する光の走査方法として、従来は第

2 図や第 3 図に示すような方法が用いられていた。第 2 図の方法は特開昭 6 3 - 1 1 5 5 4 8 号公報に示されている方法で、照射用光源 2 1 と光検出器 2 2 とを同一のガントリー 2 3 に保持しておき、このガントリー 2 3 を被測定物 2 0 を中心に回転させることにより被測定物 2 0 への光の照射位置と透過光測定位置とを変えている。第 3 図の方法は特開昭 6 4 - 5 6 4 1 1 号公報に示されている方法である。この方法では、光源 3 1 から光ファイバ 3 2 を通して導かれた光をウォブリングミラー 3 3 a を利用した光スキャナー 3 3 を用いて走査することによって、被測定物 3 0 への光の照射位置を走査している。一方、被測定物 3 0 を透過した光の検出には、多数の光検出素子を並べた光検出器アレイ 3 4 を用い、該光検出器アレイ 3 4 の各光検出素子を電氣的に切り替えて使用することによって被測定物透過光の測定位置を変えている。

以上の方法の他に、従来技術として第 4 図に示す方法が有る。この方法は特開昭 6 0 - 7 2 5 4 2 号公報に開示されている方法で、被測定物 4 0 への光照射位置と被測定物 4 0 からの透過光測定位置との切り替えに光ファイバ 4 3 , 4 4 を用いた方法である。第 2 図、第 3 図の方法は、それぞれの図からも判るように、比較的大きな機構部分を必要とするため、装置サイズが大きくなる欠点がある。この欠点を光ファイバを用い

ることによって取り除こうとしたのが、この第４図の方法である。

また、光ＣＴとの直接的な関連は無いが、光計測のための従来技術として複数の計測点の順次モニタ技術がある。この技術は、各計測点に設置したセンサからの情報伝送に光を用い、各センサへの光の送光と各センサからの光の受光との切り替えを行なうために光ファイバと台形プリズムからなる光学系を利用する方法である。この方法は、特開昭６１－２７６０００号公報に示されている。

第４図の方法では、光ファイバを利用することにより機構部の簡略化が行なわれている点で、従来技術の欠点の一つが解消されていると云える。しかし新たにいくつかの欠点が生じている。その一つは、光源４１からの光の利用効率が低いと云う点である。この方法では、被測定物４０へ光を照射するために、被測定物４０への各光照射位置４５にその一端が配置され他端が固定板４６を利用して円周状に並べて配置された光ファイバ４３が用いられ、このファイバ固定板４６の前に光源４１を置き、光源からの光を拡大して固定板４６の全面に光が当たるように照射して光源４１からの光を光ファイバ４３に入射させる。その際、ファイバ固定板４６の前面に単一の光通過孔を有する回転遮光板４２を置き、この遮光板４２を回転させることに

よって、上記の光通過孔を通して各光ファイバ素線に順次光を入射させる。従って、上記の光通過孔を透過した光だけが光ファイバ４３に入射する。このような方法で被測定物４０への光照射位置の切り替えを行なっているがため、光源４１からの光の大部分は遮光板４２によって遮られてしまい、被測定物４０への光照射に利用される光は光源４１からの全出力光のうちの極く一部分になる。このため、実際に計測に必要な照射光量を得るためには、非常に大出力の光源が必要になる。

第４図の方法におけるもう一つの欠点は、単一の光検出器４７を用いているため、該光検出器４７に入射する光の強度範囲が非常に広くなり、このため、光検出器４７としてダイナミックレンジの広いものが必要になると云う点である。すなわち、この方法では被測定物４０の周りの各測定点から光ファイバ４４で導かれてくる被測定物透過光を単一の光検出器４７に順次時系列的に入射させて検出している。各測定点に入射する被測定物透過光の光量は各測定点毎に大きく異なり、その強度範囲は数桁にも広がっている。このため、光検出器４７には計測可能範囲が数桁にもわたるような高価な光検出器が必要になる。

〔 発 明 の 開 示 〕

本発明の目的は、小型にして、安価な装置構成を有

する光CT装置を提供することである。

本発明の他の目的は、光源からの光の利用効率の高い被測定物への光の照射方式を提供することである。

上記の目的を達成するため、本発明においては、可視光または近赤外光を放射する光源からの光を複数の素線からなる光ファイバを通して被測定物の周囲に導くと共に、被測定物からの透過光も上記と同じ光ファイバを通して光検出器に導くように構成する。そして、上記光ファイバの途中に例えば台形プリズムのような像を線対称に反転させる像反転光学素子と該像反転光学素子の前後に配置された二つの集光レンズとからなる光学系を挿入し、上記の像反転光学素子を回転させることによって被測定物への照射光の照射位置を走査すると共に被測定物からの透過光の測定位置を変更させる。かかる構成を採ることにより、装置を小型かつ安価なものとすることができ、また光源からの光の利用効率を高めることができる。

また、本発明においては、被測定物からの透過光を検出するために複数の光検出器を用い、各測定位置毎の被測定物透過光をそれぞれ別の光検出器によって同時に検出する。これにより、透過光の検出効率を高めることができ、かつまたそれぞれの透過光測定位置での透過光強度レベルに適合した比較的測定可能範囲の狭い安価な光検出器を用いることが可能となる。

上記した台形プリズムは、OPTICS (Eugene Hecht, Alfred Zajac; Addison-Wesley Publishing Company, Inc.; 1974, Page 133) に示されているようにプリズムを透過する光像の上下を反転させる機能を持っている。このため、この台形プリズムを通して物体を観察すると、その物体の上下が反転した像、すなわち一つの直線(台形底面に平行で光軸と直角に交わる直線)に関して線対称に反転した像が見える。また、この台形プリズムを入射光軸を回転軸として回転させると、該プリズムを通して得られる反転像を台形プリズムの回転角の2倍の角度だけ回転させることができる。よって、この台形プリズムを二つのレンズ間に組み込んで、台形プリズムを回転させれば、これらレンズにより結像される反転像を自由に回転させることができる。

第5図(a)に示すように、二つの集光レンズ52, 53間に台形プリズム51を組み込んでなる光学系の物面上と像面上にそれぞれ光ファイバ54の端面と光ファイバ55の端面を配置する。すなわち、一方の光ファイバ54の端面54-aを台形プリズム51とレンズ52, 53からなるレンズ系の一方の焦点面に配置し、他方の光ファイバ55の端面55-aを同レンズ系の他方の焦点面に配置する。このような構成にすると、一方の光ファイバ端面の像が他方の光ファイバ端面上に反転して結像される。

光ファイバ 5 4 の端面 5 4 - a における各光ファイバ素線の配列が同図 (b) に示すようであるとすると、光ファイバ 5 5 の端面 5 5 - a 上に結像される反転像上における各素線像の配列は同図 (c) に示すようになる。すなわち、素線 a , b , c , d , e , f , g , h の像はそれぞれ a ' , b ' , c ' , d ' , e ' , f ' , g ' , h ' の位置に結像される。つまり、光学系の光学軸に直角に交わり台形プリズム 5 1 の底面に平行な線分を X としたとき、各素線の像はこの線分 X を挟んで上下方向で互いに線対称の関係にある位置にそれぞれ結像される。したがって、光ファイバ 5 5 の端面 5 5 - a における各光ファイバ素線を同図 (c) に示した各素線像の位置に配置すれば、光ファイバ 5 4 の各光ファイバ素線から出射された光を光ファイバ 5 5 のそれぞれ対応する素線内に入射させることができる。

ここで、台形プリズム 5 1 を回転させると光ファイバ 5 5 の端面上に結像される光ファイバ 5 4 の端面像が回転する。従って、台形プリズム 5 1 を回転させることにより、光ファイバ 5 4 の各素線からの光を光ファイバ 5 5 の任意の素線内に入射させることができる。つまり、台形プリズム 5 1 を回転させることで、光ファイバ 5 4 の各素線と光ファイバ 5 4 の各素線との間での光学的な結合関係を切り替えることができる。

なお、以上の説明では両光ファイバ 5 4 , 5 5 間で

線対称に像を反転させるための像反転光学素子として台形プリズム 5 1 を用いたが、これは平面反射鏡を組合せることによって上記と同様の像反転を行なわせるように構成しても良いことは云うまでもない。

このように両光ファイバ 5 4 , 5 5 間での光学的な結合関係を切り替える際に生ずる光の減衰の主な原因は、台形プリズム 5 1 とその両側にあるレンズ 5 2 、5 3 による表面反射である。しかしながら、この表面反射の反射率は一反射面につき数パーセントと小さいため、上記した光学的結合関係切り替え方式による場合の光減衰量は従来技術による場合のそれに比べて大幅に少なくなる。このため、両光ファイバ 5 4 , 5 5 間での光の伝達効率が大きく改善される。

また、光ファイバ 5 5 側に伝送された被測定物透過光を検出するために各素線にそれぞれ別々の光検出器を接続する構成とすることにより、各素線毎の透過光強度に適した比較的ダイナミックレンジの狭い光検出器を使用することが可能となる。

本発明の上記以外の目的、構成並びに奏する作用効果については、以下の実施例を挙げての詳細な説明の中で順次明らかにされよう。

〔図面の簡単な説明〕

第 1 図は、本発明の一実施例になる光 C T 装置の概略構成図、

第 2 図は、従来の光 C T 装置の一構成例を示す模式説明図、

第 3 図は、従来の光 C T 装置の他の一構成例を示す模式説明図、

第 4 図は、従来の光 C T 装置のさらに他の一構成例を示す模式説明図、

第 5 図は、本発明における台形プリズムを用いた光走査方式の原理説明図、

第 6 図は、被測定物内での光の光路を示した模式説明図、

第 7 図は、本発明の他の一実施例になる光 C T 装置の概略構成図、

第 8 図は、本発明のさらに他の一実施例になる光 C T 装置の概略構成図、

第 9 図は、反射鏡を用いた像反転光学素子の一構成例を示す模式説明図、である。

〔発明を実施するための最良の形態〕

以下、本発明の実施例につき、図面を参照して詳細に説明する。

＜実施例 1＞

第 1 図に、本発明の一実施例になる光 C T 装置の基本的構成を示す。図において、11 は被測定物で、この光 C T 装置によって断層像を観察しようとしている試料である。12-1 は被測定物 11 に照射する光を

導くための光ファイバで、多数の光ファイバ素線からなっている。12-2は光ファイバ12-1の被測定物側の端面において各光ファイバ素線を固定保持するための治具であり、12-3は光ファイバ12-1の上記と反対側の端面において各光ファイバ素線を固定保持するための治具である。光ファイバ固定治具12-2と12-3は、光ファイバ12-1の両端面において各光ファイバ素線が一つの円周に沿って順次等間隔に配列されるように、各光ファイバ素線を保持している。13-1は台形プリズムであり、13-2はこの台形プリズム13-1を保持している筒状のケースである。13-3はケース13-2を回転させるために設けられている歯車である。13-4はパルスモータ13-5の回転力を歯車13-3に伝えるための小歯車である。

12-4は光ファイバで、やはり多数の素線からなっている。各素線の一端は光ファイバ固定治具12-6により、先の光ファイバ12-1の場合と同様に、一つの円周上に固定保持されている。12-5cは光ファイバ12-4の各素線と同様に光ファイバ固定治具12-6にその一端を固定保持されている光ファイバ素線である。該光ファイバ素線12-5cは光源15-1, 15-2からの光を導くためのものであり、その他端は光分岐素子12-8, 光スイッチ

12-7を介して光源15-1, 15-2に接続されている。光分岐素子12-8は光スイッチ12-7および光ファイバ12-5aを通して導かれる光源15-1, 15-2からの光を分岐する。この分岐された光は光ファイバ12-5bを通して光検出器（光電子増倍管）16-1に送られ、該光検出器16-1の出力信号は増幅器17-1により増幅されて、光源15-1, 15-2からの出力光の強度をモニタするためのモニタ信号として利用される。なお、光源15-1, 15-2からの出力光の波長はそれぞれ770nm, 813nmである。

14-1と14-2は集光用のレンズである。この二つの集光レンズは同じ焦点距離を持ったレンズで、光ファイバ固定治具12-3によって保持された光ファイバ12-1の端面の像を光ファイバ固定治具12-6によって保持された光ファイバ12-4の端面上に結像し、同様に、光ファイバ固定治具12-6によって保持された光ファイバ12-4の端面の像を光ファイバ固定治具12-3によって保持された光ファイバ12-1の端面上に結像するように配置構成されている。

16-2a, 16-2b, ... は光検出器（光電子増倍管）であり、光ファイバ12-4の各素線にそれぞれ接続されている。17-2a, 17-2b, ...

は光検出器（光電子増倍管）16-2a, 16-2b, ... の出力信号を増幅するための増幅器である。また、18-1はA/D変換器、18-2は記憶装置、18-3は演算装置、18-4は表示装置である。

19-1はクロック信号発生装置であり、光スイッチ12-7, A/D変換器18-1, 記憶装置18-2およびパルスモータ13-5を同期させて動作させるためのクロック信号を発生する。19-2はパルスモータ13-5を駆動するための駆動回路である。

次に、本実施例装置の動作について説明する。光源15-1と15-2からの光が光ファイバによって光スイッチ12-7に導かれる。光スイッチ12-7はこの二つの光源からの光のいずれか一方を光ファイバ12-5a内に入射させる。光ファイバ12-5a内に入射した光は光分岐素子12-8により一定の割合で分岐される。分岐された一方の光は光ファイバ12-5b内に導かれ、他方の光は光ファイバ12-5c内に導かれる。光ファイバ12-5b内に導かれた光は光検出器16-1により検出され、該検出器の出力信号は増幅器17-1により増幅された後A/D変換器18-1によりA/D変換され、記憶装置18-2内に記憶される。この記憶データは、演算装置18-3による演算処理に際して光源からの光強度を表わす信号として用いられる。なお、光スイッチ12-7による

両光源からの光の切り替えはクロック信号発生器 1 9 - 1 からのクロック信号に基づいて行われる。

始めに、光スイッチ 1 2 - 7 が光源 1 5 - 1 からの波長 7 7 0 n m の光を光ファイバ 1 2 - 5 a 内に導くように設定されている場合について説明する。光ファイバ 1 2 - 5 a 内に導かれた波長 7 7 0 n m の光は光分岐素子 1 2 - 8 によって分岐され、分岐された一方の光が光ファイバ 1 2 - 5 c を通ってその光ファイバ固定治具 1 2 - 6 側の端面に導かれる。この光は、さらにレンズ 1 4 - 2 , 1 4 - 1 と台形プリズム 1 3 - 1 とからなる光学系によって光ファイバ固定治具 1 2 - 3 に保持されている一本の光ファイバ素線の端面上に集光され、該光ファイバ素線を通して被測定物 1 1 に照射される。被測定物 1 1 に照射された光は被測定物 1 1 中を散乱しながら透過し、被測定物 1 1 の周りに設けられた光ファイバ固定治具 1 2 - 2 に保持されている光ファイバ 1 2 - 1 の各素線内に入射する。

光ファイバ 1 2 - 1 の各光ファイバ素線内に入射した被測定物透過光はこれらの光ファイバ素線内を透過した後、そのファイバ固定治具 1 2 - 3 側の端面からレンズ 1 4 - 1 の方向に向けて出射する。これらの出射光は、レンズ 1 4 - 1 、台形プリズム 1 3 - 1 、レンズ 1 4 - 2 からなる光学系によって光ファイバ固定治具 1 2 - 6 に保持されている光ファイバ 1 2 - 4 の

各素線内に入射せしめられる。光ファイバ 12-4 の各素線内に入射した光は、それぞれの素線内を通過してそれぞれ対応する光検出器 16-2a、16-2b、...に入射する。各光検出器はそれぞれに入射した光の強度を表わす電気信号を出力し、この出力信号が増幅器 17-2a、17-2b、...によってそれぞれ増幅される。増幅された信号は、A/D変換器 18-1によってデジタル信号に変換され、記憶装置 18-2内に記憶される。

次に、光スイッチ 12-7によって光源 15-1に代えて光源 15-2が光ファイバ 12-5aに接続された場合を考える。この場合には、光源 15-2からの波長 813 nmの光が被測定物 11に照射されることになる。なお、被測定物 11に光が照射され、被測定物 11を透過した光の強度信号が記憶装置 18-2内に記憶されるまでの過程は、先の光源 15-1からの波長 770 nmの光を被測定物に照射した場合のそれと同じである。

以上の動作の後、パルスモータ 13-5、歯車 13-4、13-3により、台形プリズム 13-1を回転させる。回転させる角度は、光ファイバ 12-1の素線数を n 本とすると、 $(180/n)$ 度である。この角度の回転を台形プリズム 13-1に与えると、光ファイバ 12-5cからの出射光は、光ファイバ 12-

1 の固定治具 1 2 - 3 側の端面上で台形プリズムを回転させる前にその光が入射していた光ファイバ素線の直ぐ隣の（回転方向に見て直ぐ次の）光ファイバ素線に入射するようになる。その結果被測定物への光の照射位置が台形プリズムを回転させる前の照射位置から 1 素線分だけ台形プリズムの回転方向に対応した方向に移動することになる。

このように、台形プリズム 1 3 - 1 の $(180/n)$ 度の回転により光ファイバ 1 2 - 1 と 1 2 - 4 との間の光学的対応関係が 1 素線分だけずれることになるので、光ファイバ 1 2 - 1 側から光ファイバ 1 2 - 4 側に伝送される被測定物透過光も台形プリズムの回転前に比べ 1 素線分だけずれた対応関係で伝送されることになる。つまり、台形プリズムの回転前には光ファイバ 1 2 - 1 の特定の素線が光ファイバ 1 2 - 4 の特定の素線に対応している（光を送っている）のであるが、台形プリズムの回転後には上記した光ファイバ 1 2 - 1 の特定の素線よりも台形プリズムの回転方向に 1 素線分だけずれた位置の素線が上記した光ファイバ 1 2 - 4 の特定の素線に対応する（光を送る）ことになる。

このようにして、台形プリズム 1 3 - 1 を回転させて被測定物への光の照射位置を移動させた後に、再び最初に述べた動作を行なわせることにより新しい照射位置から被測定物に光を照射した時の被測定物透過光

の強度を計測し、記憶させる。

上記した台形プリズムのステップ状の回転は、被測定物 1 1 への光の照射位置が被測定物 1 1 の周囲で一回転するまで繰り返す。このようにして被測定物 1 1 への光照射位置の多点走査と各照射位置についての各方向への被測定物透過光強度の計測と記憶とが行なわれる。

次に測定記憶されたデータとその処理について説明する。第 1 図における被測定物の周囲への光ファイバの配置関係を第 6 図に示す。この図において、6 1 は被測定物、6 2 - 1, 6 2 - 2, ..., 6 2 - n は被測定物の周囲にその端面が被測定物に接するようにして配列された光ファイバ素線である。6 3 - 2, 6 3 - 3, ..., 6 3 - n は、光照射用の光ファイバ素線 6 2 - 1 による光照射点と透過光測定用の光ファイバ素線 6 2 - 2, ..., 6 2 - n による透過光測定点とをそれぞれ結ぶ直線である。

今、被測定物 6 1 への光照射が光ファイバ 6 2 - 1 から行なわれているとすると、例えば光ファイバ素線 6 2 - 5 による透過光測定点へ透過してくる光は直線 6 3 - 5 の近傍を透過してくるものと考えることができる。被測定物内を直線 6 3 - 5 に沿って透過してきて光ファイバ 6 2 - 5 に入射する光の強度は被測定物内での光吸収および光散乱により減衰している。した

がって、この透過光の強度を測定すれば、その値から直線 6 3 - 5 に沿っての透過光の減衰割合が判る。

しかし、ある一つの波長の光の透過率測定値だけではこの減衰が光散乱による減衰なのか光吸収による減衰なのかの区別がつかない。そこで、光吸収による減衰の割合を求めるために、二つの波長の光を用いて各波長の光についての透過率を測定し、この二つの測定値から光吸収による減衰割合を算出する。

測定に利用する光の波長を 7 7 0 n m と 8 1 3 n m とした理由は被測定物を生体とした時に波長が 7 7 0 n m の光は生体血液中に含まれるヘモグロビンによる吸収が大きいのに対し、波長が 8 1 3 n m の光はこのヘモグロビンによる吸収が少ないからである。すなわち、波長が 8 1 3 n m の光はヘモグロビンによる吸収が少ないため、透過に際しての減衰は殆どが光の散乱によるものと考えることができる。これに対し、波長が 7 7 0 n m の光は生体中を透過する際に吸収と散乱との双方によって減衰せしめられる。したがって、波長が 7 7 0 n m の光の減衰率から波長が 8 1 3 n m の光の減衰率を差し引くことにより、ヘモグロビンによる光吸収に基づく光減衰率を算出することができる。

このような方法で、二つの波長の透過光強度から被測定物への光の照射点から各方向への透過光の光吸収による減衰率を求める。このようにして求められたあ

る一つの光照射点から各方向への透過光についての一連の光吸収による減衰率データがその光照射点についてのプロジェクションデータと呼ばれるものである。

次に、前述した台形プリズムを微小角ずつステップ状に回転させる方法により、被測定物への光照射点を被測定物の周りで1回転させ、各光照射点についてのプロジェクションデータを測定する。このようにして測定したプロジェクションデータは記憶装置18-2内に記憶させる。

被測定物の断層像は次のような演算操作を行なって合成する。まず、一つの光照射点についてのプロジェクションデータをフーリエ変換する。次に、このフーリエ変換したデータに別に用意したフィルタ関数を作作用させた後にそのデータを逆フーリエ変換する。このような演算を全ての光照射点についてのデータについて行なう。そして、さらにこれらの逆フーリエ変換されたデータを各光照射点の位置と各透過光測定点の位置とから割り出される被測定物の内部位置に対応させて重ね合わせるにより、被測定物内部における被測定対象の二次元分布（断層像）を合成する。このような断層像の合成方法はバックプロジェクション法として知られている方法であって、その詳細については“Image Reconstruction from Projection (T. Herman; Academic Press)”に述べられている。このような演算

操作は記憶装置 18-2 内に記憶されたデータに基づいて演算装置 18-3 内で行なわれ、合成された被測定物の断層像が表示装置 18-4 に表示される。

＜実施例 2＞

本実施例は、光ファイバ間での光の伝達効率の変動を無くすように改良された光 CT 装置に関するものである。本実施例装置の基本構成は先の実施例 1（第 1 図）のそれと同じであるが、本実施例では使用する光ファイバ素線のコア（光の伝送部分）の直径を特定の関係に設定している点で異なっている。

本実施例においては、光ファイバ 12-1 の各素線にはコア直径が 0.5 mm のものを用い、光ファイバ 12-4 の各素線にはコア直径が 3.0 mm のものを用いている。さらに、光ファイバ 12-5 c にはコア直径が 0.125 mm のものを用いている。

光ファイバ間での光の伝送はレンズを通して行なわれる。例えば光源 15-1 から光ファイバ 12-5 c によって導かれた光は、レンズ 14-2 を通して台形プリズム 13-1 に入射せしめられ、該プリズムを透過後にレンズ 14-1 によって光ファイバ 12-1 の端面上に集光される。これにより、光ファイバ 12-1 の端面上に光ファイバ 12-5 c の端面像が結像される。この像の大きさ（直径）は、レンズ 14-1 と 14-2 の焦点距離が同じなので、光ファイバ 12-

5 c のコアの直径と同じ 0.125 mm となる。もしこの像の大きさが光ファイバ 12-1 の各素線のコア直径よりも大きい場合には、光ファイバ 12-5 c からの光の全てを光ファイバ 12-1 の素線内に入射させることができず、一部分が損失となり、被測定物に照射される光の強度が減衰する。また、この像の大きさが光ファイバ 12-1 の各素線のコア直径と同じである場合には、台形プリズムの回転角のわずかな変化により結像位置が光ファイバ 12-1 の対応する素線位置からずれた場合にやはり光の損失が生じる。しかし、本実施例の場合には、光ファイバ 12-1 の各素線のコア直径が 0.5 mm と 光ファイバ 12-5 c の端面像の大きさ（直径：0.125 mm）よりも十分に大きいため、結像位置が多少ずれたとしても光ファイバ 12-5 c からの光を全て光ファイバ 12-1 の対応する素線内に入射させることができる。

被測定物（試料）を透過した光が光ファイバ 12-1 側から光ファイバ 12-4 側へ伝達されるときにも同様のことが当てはまる。すなわち、光ファイバ 12-4 の端面上に結像される光ファイバ 12-1 の端面像の大きさは直径 0.5 mm であるのに対し、光ファイバ 12-4 の各素線のコア直径は 3 mm と 光ファイバ 12-1 の端面像の直径よりも大きく設定されている。このため、光ファイバ 12-1 の各素線内を通っ

てきた被測定物透過光は、全て光ファイバ 12-4 の対応する素線内に伝達され、対応する光検出器に伝送されて検出される。

このように、本実施例では光源 15-1, 15-2 からの光をレンズ 14-2 まで導くための光ファイバ素線 12-5 c のコア直径をレンズ 14-1 からの光を被測定物表面に導くための光ファイバ 12-1 の各素線のコア直径よりも小さく設定し、かつ、被測定物透過光を被測定物表面からレンズ 14-1 まで導くための光ファイバ 12-1 の各素線のコア直径をレンズ 14-2 からの被測定物透過光を光検出器 16-2 a, 16-2 b, ... まで導くための光ファイバ 12-4 の各素線のコア直径よりも小さく設定しているので、台形プリズム 13-1 を回転させてから停止させたときの台形プリズム 13-1 の停止位置が所定の位置からわずかにずれたとしても各光ファイバ素線間での光伝達効率には何ら影響を及ぼさない。このため、測定データのバラツキが少なくなり、再現性の良い断層像が得られる。

＜実施例 3＞

第 7 図に、本発明の他の一実施例になる光 CT 装置の基本的構成を示す。本実施例が先の実施例 1 と異なる主な点は、被測定物への光の照射方法である。実施例 1 では光源 15-1 と光源 15-2 からの光を光ス

スイッチ 12-8 によって切り替え、各光源からの波長の異なる光を交互に被測定物試料に照射している。しかし、本実施例では両光源からの波長の異なる二つの光を同時に被測定物に照射している。

光源 15-1 からの光は、光ファイバ 12-5 a によって光分岐素子 12-8 a に伝送される。光分岐素子 12-8 a はこの光を光ファイバ 12-5 b に伝送させる光と光ファイバ 12-5 c に伝送させる光とに分岐する。光ファイバ 12-5 b 側に分岐された光は光検出器 16-1 a に伝送されて検出される。検出器 16-1 a の出力信号は、増幅器 17-1 a によって増幅され、A/D 変換器 18-1 でデジタル信号に変換されて、記憶装置 18-2 内に記憶される。この信号は、演算装置 18-3 による演算処理に際して、光源 15-1 によって被測定物に照射される光の強度を表わす信号として利用される。

一方、光ファイバ 12-5 c 側に分岐された光は該光ファイバ 12-5 c を通して固定治具 12-6 側の端部へと伝送され、その後は、実施例 1 の場合と同じ様な経路を経て被測定物 11 に照射される。

また、光源 15-2 からの出力光も、光源 15-1 からの出力光の場合と同様に、光ファイバ 12-5 d によって光分岐素子 12-8 b に送られて所定の割合で分岐される。分岐された一方の光は光ファイバ 12

－ 5 e を通して光検出器 1 6 － 1 b に送られて検出される。この検出信号は、増幅器 1 7 － 1 b で増幅され、A D 変換器 1 8 － 1 でデジタル信号に変換されて、記憶装置 1 8 － 2 内に記憶される。分岐された他方の光は光ファイバ 1 2 － 5 f を介してその固定治具 1 2 － 6 側の端面へと伝送され、その後は、実施例 1 の場合と同じ様な経路を経て被測定物 1 1 に照射される。

以上のようにして、光源 1 5 － 1 , 1 5 － 2 からの波長の異なる二つの光が同時に被測定物 1 1 に照射される。被測定物 1 1 を透過した光は、実施例 1 の場合と同様にして、光ファイバ 1 2 － 1 側から光ファイバ 1 2 － 4 側に伝送される。

光ファイバ 1 2 － 4 の各素線内に入射した 2 波長の被測定物透過光は各素線に接続されたダイクロイックプリズム 1 6 － 4 a , 1 6 － 4 b , ... によって波長分離される。例えば、ダイクロイックプリズム 1 6 － 4 a は光源 1 5 － 1 からの第 1 の波長の光と光源 1 5 － 2 からの第 2 の波長の光とを分離して、光源 1 5 － 1 からの第 1 の波長の光を光検出器 1 6 － 2 a に送り、光源 1 5 － 2 からの第 2 の波長の光を光検出器 1 6 － 3 a に送る。光検出器 1 6 － 2 a , 1 6 － 3 a からの検出信号はそれぞれ増幅器 1 7 － 2 a , 1 7 － 3 a により増幅された後、A D 変換器 1 8 － 1 に送られる。同様に、ダイクロイックプリズム 1 6 － 4 b によって

分離されたそれぞれの波長の光は光検出器 16-2b, 16-3b によって検出され、それぞれの検出信号が増幅器 17-2b, 17-3b によって増幅されて、A/D 変換器 18-1 に送られる。光ファイバ 12-4 のその他の素線内に入射した被測定物透過光も同様にして波長分離して検出され、それぞれの検出信号が増幅された上で A/D 変換器 18-1 に送られる。

このように、本実施例では被測定物 11 への波長の異なる二つの光の照射を同時に行ない、被測定物からの波長の異なる二つの被測定物透過光の検出も同時に行なっている。

台形プリズム 13-1 の回転により被測定物への光の照射位置を走査することや A/D 変換器 18-1 からの信号を記憶装置 18-2 に記憶し、この記憶データを用いて演算装置 18-3 によって被測定物の断層像を合成するための演算を行ない、合成された被測定物の断層像を表示装置 18-4 に表示させる過程は、先の実施例 1 の場合と同じである。

本実施例によれば、異なる二つの光による測定を同時に行なうことができるため測定時間が短縮できる。このため、被測定物内部の状態が経時的に変化しているような場合の測定に適した方法である。

＜実施例 4＞

第 8 図に、本発明のさらに他の一実施例になる光 C

T装置の基本的構成を示す。本実施例は、先の実施例3において台形プリズム13-1を回転させるために使用したパルスモータ13-5の代わりに、直流モータ13-6を用いた例である。この直流モータ13-6は直流電源19-2aによって回転駆動される。直流モータ13-6の回転角はロータリエンコーダ13-6aによって検出され、検出された回転角度信号はA/D変換器17-4によってデジタル信号に変換され分周器17-5に送られる。分周器17-5はA/D変換器17-4からの回転角度信号に基づいて台形プリズム13-1の回転角にして $(180/n)$ 度毎に一つのパルス信号を発生させる。ここで、nはファイバ固定治具12-3によって固定保持されている光ファイバ12-1の素線数である。

本実施例の装置では、直流モータ13-6を回転させて、歯車13-4、13-3による駆動力伝達機構を介して台形プリズム13-1を回転させている。台形プリズム13-1の回転に伴いレンズ14-1、台形プリズム13-1、レンズ14-2からなる像反転光学系によって光ファイバ12-4のファイバ固定治具12-6側の端面上に結像される光ファイバ12-1のファイバ固定治具12-3側の端面の像が回転する。そして、台形プリズム13-1が $(180/n)$ 度回転する毎に、光ファイバ12-4のファイバ固定

治具 1 2 - 6 側の端面において、そこに結像される光ファイバ 1 2 - 1 の各素線の端面像と光ファイバ 1 2 - 4 の各素線の端面とが重なり合う。この時は、光源 1 5 - 1, 1 5 - 2 からの光が被測定物 1 1 に照射され、被測定物 1 1 を透過した光が光ファイバ 1 2 - 4 の各素線内に伝送される。光ファイバ 1 2 - 4 の各素線内に伝送された光は、ダイクロイックプリズム 1 6 - 4 a, 1 6 - 4 b, ... により波長分離される。波長分離された光は、光検出器 1 6 - 2 a, 1 6 - 2 b, ... と光検出器 1 6 - 3 a, 1 6 - 3 b, ... とにより検出され、それぞれの検出信号が増幅器 1 7 - 2 a, 1 7 - 2 b, ... と増幅器 1 7 - 3 a, 1 7 - 3 b, ... によって増幅された後、A D 変換器 1 8 - 1 に送られる。

このような状態になった時に、分周器 1 7 - 5 がエンコーダ 1 3 - 6 a からの回転角信号に基づいてパルス信号を発生させる。このパルス信号は A D 変換器 1 8 - 1 と記憶装置 1 8 - 3 に送られる。A D 変換器 1 8 - 1 はこのパルス信号が送られてくる度毎に A D 変換動作を新たに行なう。記憶装置 1 8 - 2 もこのパルス信号に同期してデータの取り込み動作を行なう。

直流モータ 1 3 - 6 による台形プリズム 1 3 - 1 の回転に伴って光ファイバ 1 2 - 4 の端面上に結像される光ファイバ 1 2 - 3 の端面像が回転し、光ファイバ

1 2 - 4 の各素線の端面には光ファイバ 1 2 - 3 の異なった素線の端面像が重なり合うようになる。すなわち、被測定物 1 1 への光の照射位置が次々と変化し、各照射位置毎に上記のような被測定物透過光強度の測定動作が繰り返される。このようにして被測定物 1 1 についてのプロジェクションデータが測定され、このプロジェクションデータを用いた演算により被測定物 1 1 の断層像が構成される。

〈実施例 5〉

これまでの実施例において像反転光学素子として使用した台形プリズムの機能は平面反射鏡を組合せて構成した光学素子によっても実現させることができる。本実施例はこの平面反射鏡を組合せて構成した像反転光学素子についてのものである。

第 9 図に、この平面反射鏡の組合せで台形プリズムと同様の機能を実現した素子の構造を示す。この素子は第 1 の反射面 9 2 a, 第 2 の反射面 9 3 a および第 3 の反射面 9 2 c を持っている。第 1 の反射面 9 2 a と第 3 の反射面 9 2 c とは、ガラス製の三角プリズム 9 2 b の二表面に光反射用のアルミニウム薄膜を設けることによって構成されている。また、第 2 の反射面 9 3 a はガラス製の反射板 9 3 b の表面に光反射用のアルミニウム薄膜を設けることによって構成されている。三角プリズム 9 2 b は支持体 9 5 を介して円

筒体 9 6 内面に固定されており、反射板 9 3 b は直接円筒体 9 6 の内面に固定されている。支持体 9 5 は、三角プリズム 9 2 b を、その中心位置（第 1 の反射面 9 2 a と第 3 の反射面 9 2 c との交線と支持体 9 5 に接している底面との間の距離を 2 分する位置）が丁度円筒 9 6 の中心軸上にくるようにして支持している。この円筒体 9 6 の外周には該円筒 9 6 を回転させるための歯車 9 7 が設けられている。

この素子への入射光線 9 1 a , 9 1 b , 9 1 c は、第 2 の反射面 9 3 a によって反射されることによって、三角プリズム 9 2 b の中心位置に引いた線分 Y に関して上下線対称に反転せしめられて、それぞれ出射光線 9 4 a , 9 4 b , 9 4 c となって出射される。すなわち、図において、入射光線の中では一番上に位置していた入射光線 9 1 a が出射光線の中では一番下に位置した出射光線 9 4 a として出射され、逆に、入射光線の中では一番下に位置していた入射光線 9 1 c が出射光線の中では一番上に位置した出射光線 9 4 c として出射される。したがって、この素子に入射せしめられた光の像は、線分 Y に関して上下線対称に反転せしめられた光の像となって出射される。

このように、第 9 図に示した平面反射鏡を組合せて構成した像反転素子も先の台形プリズムと同様に像を線対称に反転させる機能を有する。そして、この像反

転素子を回転させることによって、該素子から出射される反転像を該素子の回転角の2倍の角度だけ回転させることができる。したがって、この第9図に示した反射鏡で構成した像反転光学素子を先の実施例1から実施例4において用いられている台形プリズムに置き換えて使用しても、全く台形プリズムの場合と同じく各実施例において述べた作用効果を実現できる。

以上、実施例の中でも説明してきたように、本発明によれば、被測定物への光の走査を高速に行なうことができるため、計測に必要な時間を短縮することができる。計測時間が長い場合には、計測中に被測定物の内部状態が変化してしまうという問題が生じるが、本発明装置によれば被測定物中の状態が変化しないうちに計測を終了できるため、正確な断層像を得ることができる。

また、本発明の装置構成によれば、光検出器として計測できる光強度範囲（ダイナミックレンジ）が広いものを必要とせず、そのため安価な光検出器を用いることができ、経済的に優れているという利点がある。つまり、被測定物透過光の強度はそれが被測定物内を透過してきた距離により大幅に異なる。したがって、光ファイバの各素線に入射する被測定物透過光の強度も素線によって大幅に異なる。このため、1個の光検出器で全ての光ファイバ素線の透過光強度を測定する

ためには、ダイナミックレンジの非常に広い光検出器を用いなければならない。これに対し、本発明では光ファイバ12-4の各素線の透過光強度をそれぞれ別々の光検出器を用いて測定している。しかるに、光ファイバ12-4の個々の素線について見た場合には、それに入射する被測定物透過光の強度は限られた範囲内ではしか変化しない。したがって、個々の光検出器としては特別に測定範囲の広いものを用いる必要がない。単に、入射する光の強度レベルに合わせてそれぞれの検出器の測定レベルを調節してやるだけでよい。その結果、高価な光検出器が不要になり、安価に装置を製作することができる。

請求の範囲

1. 被測定物の周囲の複数の位置から該被測定物に光を照射するための光照射手段と、被測定物中を透過してきた光の強度を被測定物の周囲の複数の位置で検出するための光検出手段と、上記光検出手段によって検出された被測定物透過光の強度と上記光照射手段による被測定物への光照射位置と上記光検出手段による光検出位置とに基づいて被測定物内部における被測定対象の二次元分布を演算して求めるデータ処理手段と、上記データ処理手段によって求められた被測定対象の二次元分布を映像化して表示する像表示手段とを有する光CT装置において、上記の光照射手段は、可視から近赤外の領域内の光を放射する光源と、入射光像を線対称に反転させて出射させる機能を有する像反転光学素子と、上記光源からの放射光を上記像反転光学素子に入射させる光入射手段と、上記像反転光学素子からの出射光を被測定物の周囲の上記した複数の光照射位置に導くための複数本の第1の光ファイバ素線と、上記像反転光学素子とその光学軸の周りに回転させる手段とを有してなることを特徴とする光CT装置。
2. 上記の像反転光学素子は、台形プリズムであることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光CT装置。
3. 上記の像反転光学素子は、平面反射鏡を組み合わせて構成された像反転光学素子であることを特徴とす

る請求の範囲第1項記載の光CT装置。

4. 上記の光源として、出力光の波長が異なる少なくとも二つの光源が備えられてなることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光CT装置。

5. 上記の光入射手段は、上記の少なくとも二つの光源からの出力光を交互に切り替えて上記像反転光学素子に入射させるものであることを特徴とする請求の範囲第4項記載の光CT装置。

6. 上記の光入射手段は、上記の少なくとも二つの光源からの出力光を同時に上記像反転光学素子に入射させるものであることを特徴とする請求の範囲第4項記載の光CT装置。

7. 上記の光入射手段は、光源からの光を上記像反転光学素子まで導くための第2の光ファイバ素線を含んでおり、該第2の光ファイバ素線のコア直径は上記した第1の光ファイバ素線のコア直径よりも小さく設定されていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光CT装置。

8. 上記の光検出手段は、上記像反転光学素子を介して上記第1の光ファイバ素線の端面像が結像される位置に配列された複数本の第3の光ファイバ素線と該第3の光ファイバ素線のそれぞれに接続された複数の光検出器とを含んでなることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光CT装置。

9. 上記した第3の光ファイバ素線のコア直径は上記した第1の光ファイバ素線のコア直径よりも大きく設定されていることを特徴とする請求の範囲第8項記載の光CT装置。

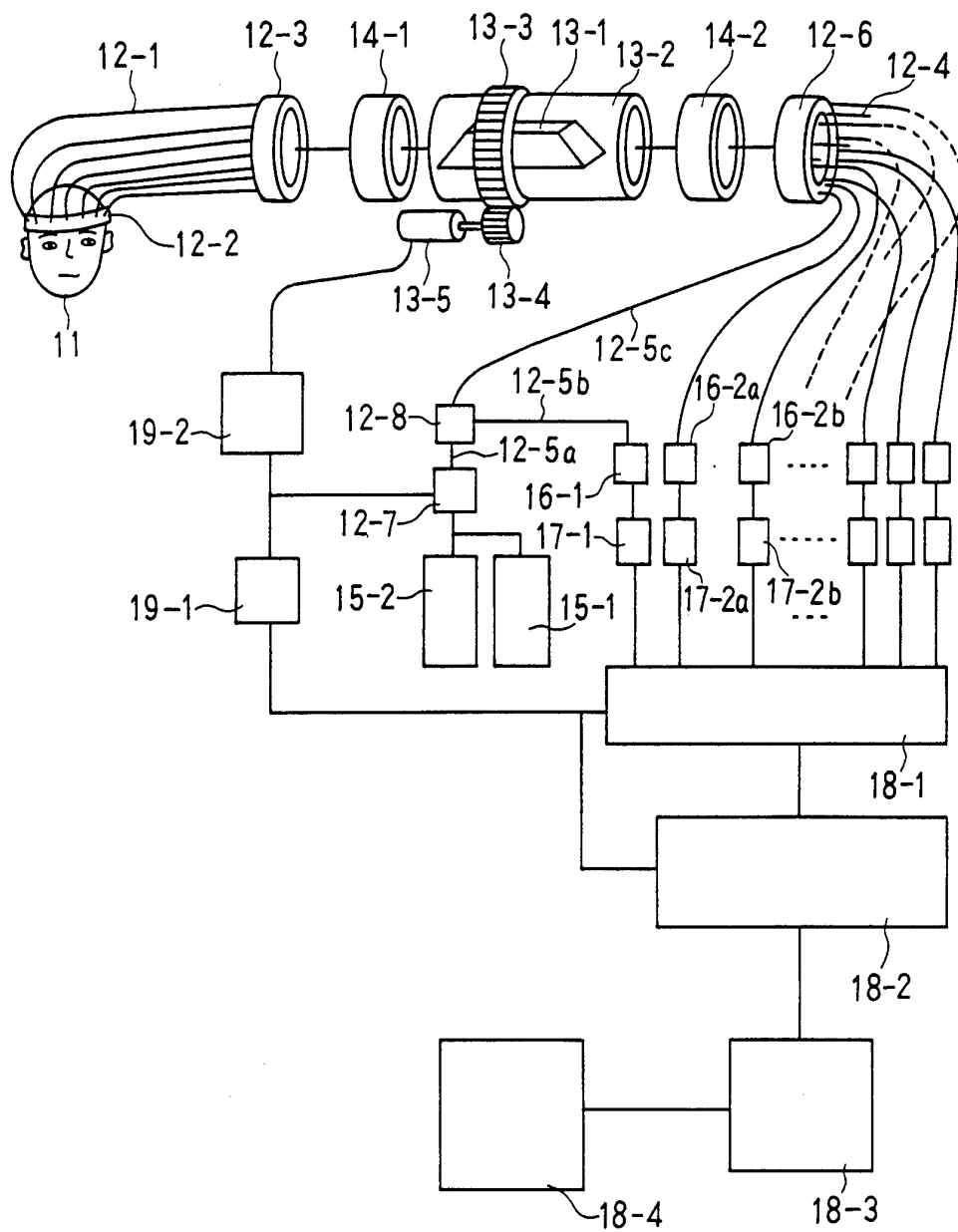


図 1

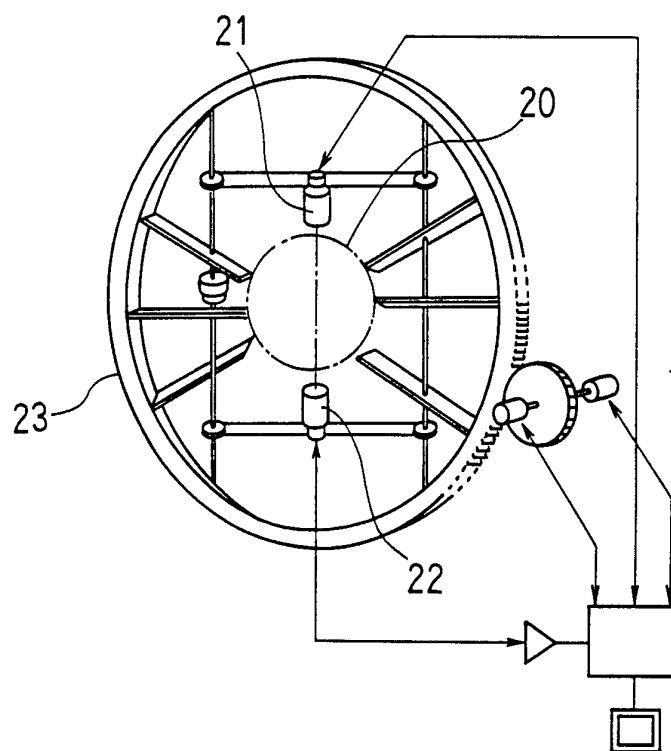


図 2

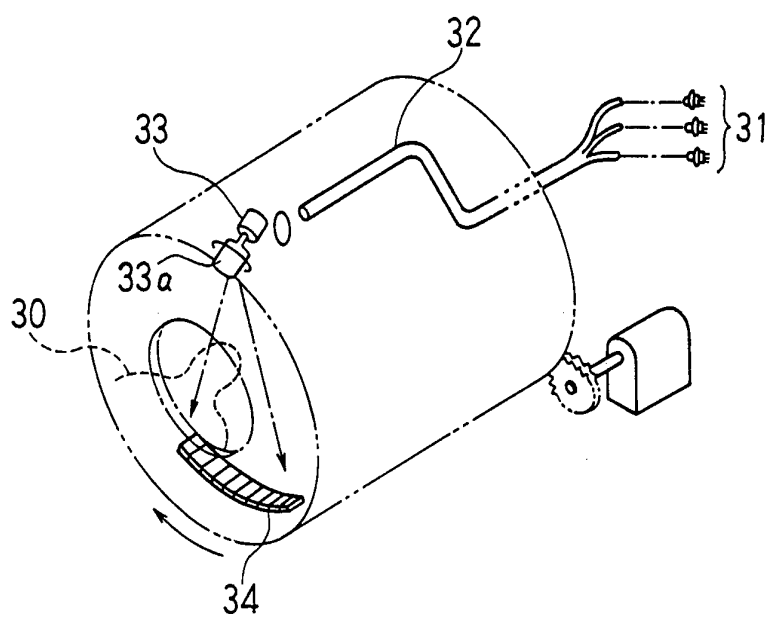


図 3

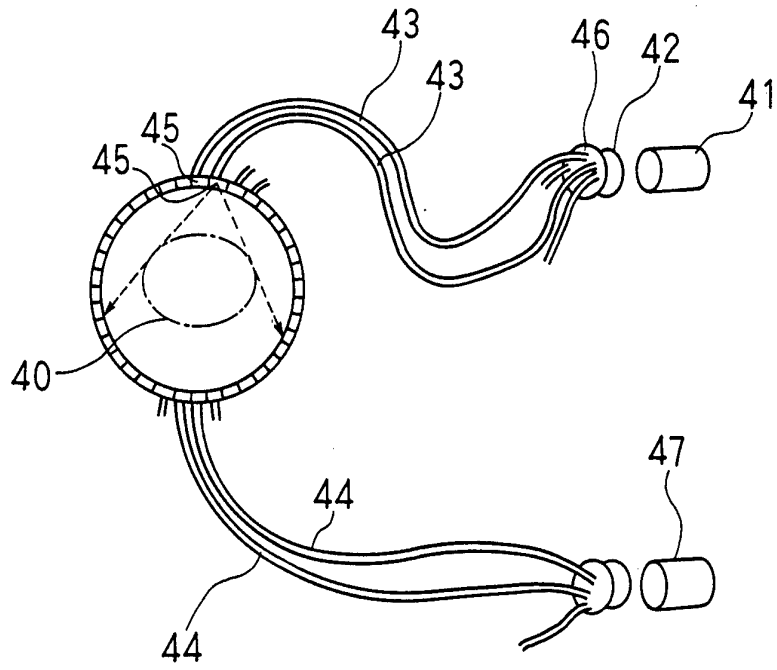
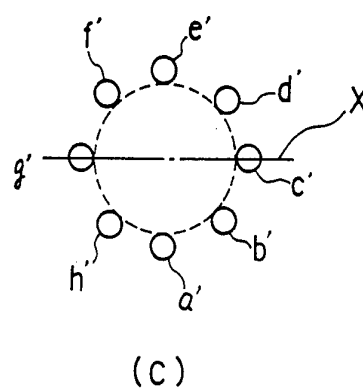
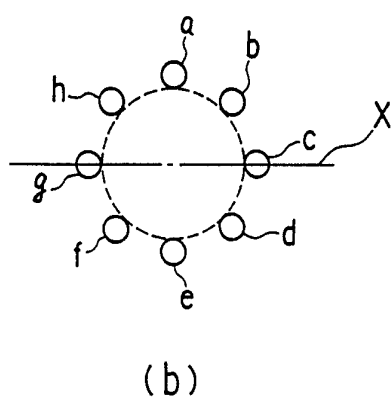
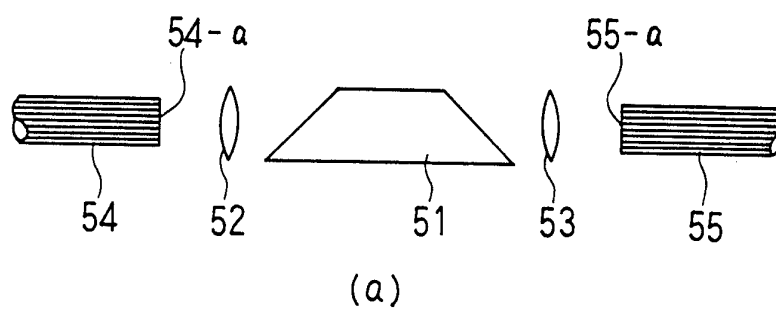


図 4



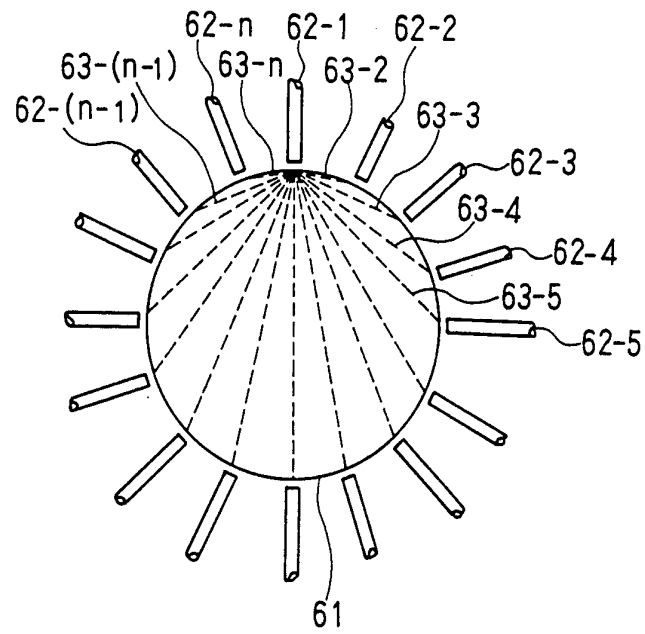


図 6

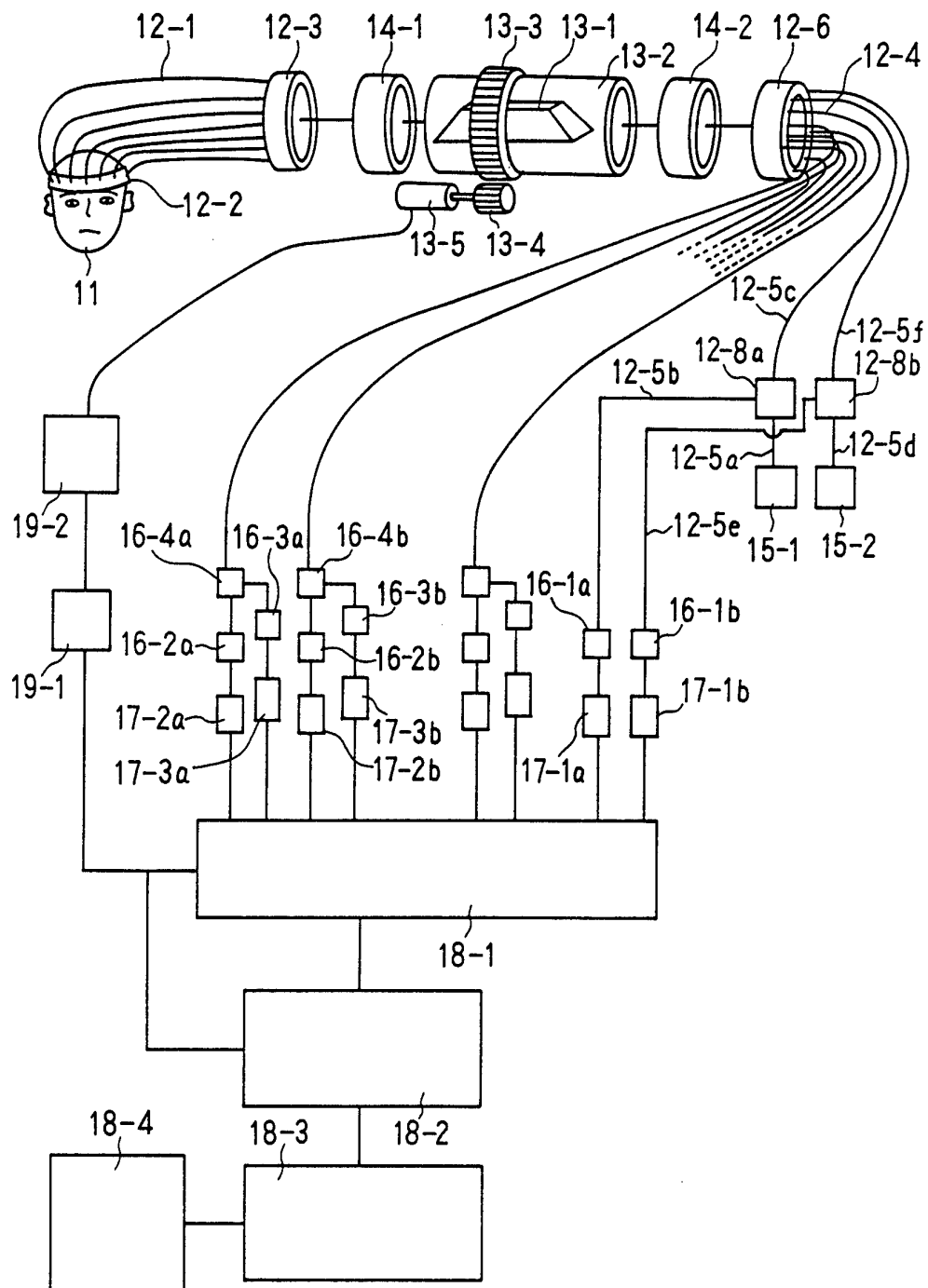
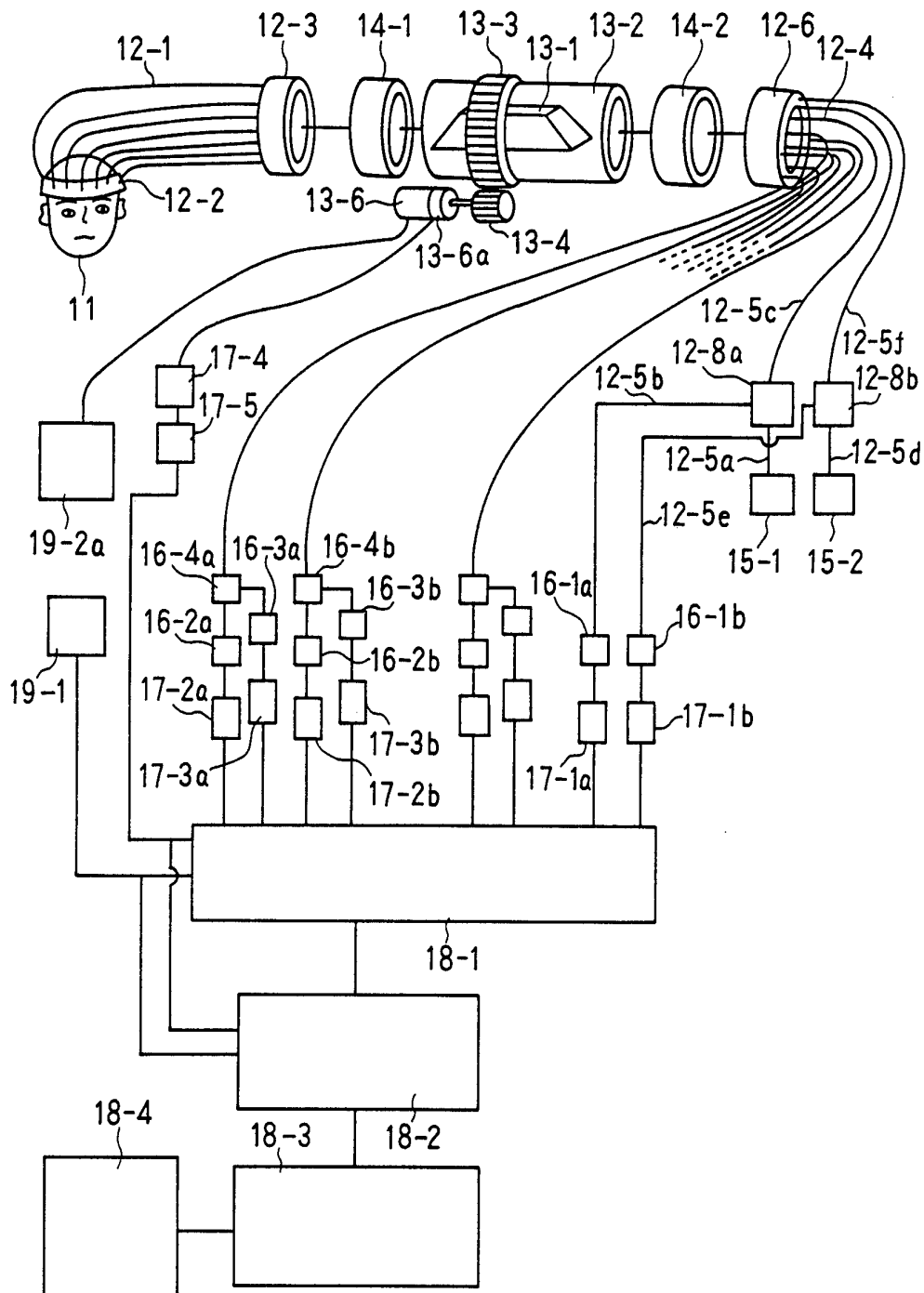


図 7



才 8 図

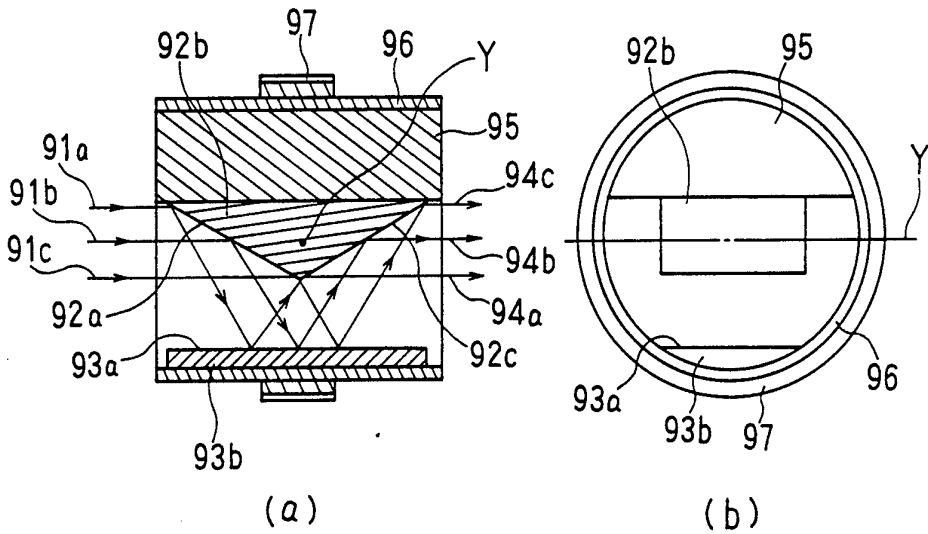


図 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP93/01220

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁵ A61B10/00

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 A61B10/00

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

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1993

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 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, 60-72542 (Shimadzu Corp.), April 24, 1985 (24. 04. 85), (Family: none)	1, 2, 4, 5
A	JP, A, 61-276000 (Hitachi Cables, Ltd.), December 6, 1986 (06. 12. 86), (Family: none)	1, 2, 4, 5

☐ 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

November 4, 1993 (04. 11. 93)

Date of mailing of the international search report

November 22, 1993 (22. 11. 93)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. ⁸ A 61 B 10 / 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. ⁸ A 61 B 10 / 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 1926-1993年		
日本国公開実用新案公報 1971-1993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, 60-72542 (株式会社 島津製作所), 24. 4月. 1985 (24. 04. 85) (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5
A	JP, A, 61-276000 (日立電線株式会社), 6. 12月. 1986 (06. 12. 86) (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5
☐ 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	国際調査報告の発送日	
04. 11. 93	22. 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) 國 島 明 弘	4 C 9 1 6 3
	電話番号 03-3581-1101 内線	3453