



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
G02B 26/10

A1

(11) 国際公開番号

WO 92/17808

(43) 国際公開日

1992年10月15日 (15. 10. 1992)

(21) 国際出願番号

PCT/JP92/00371

(22) 国際出願日

1992年3月26日 (26. 03. 92)

(30) 優先権データ

特願平 3/62961	1991年3月27日 (27. 03. 91)	JP
特願平 3/140205	1991年6月12日 (12. 06. 91)	JP
特願平 3/275271	1991年10月23日 (23. 10. 91)	JP
特願平 3/277497	1991年10月24日 (24. 10. 91)	JP
特願平 3/277498	1991年10月24日 (24. 10. 91)	JP
特願平 3/277499	1991年10月24日 (24. 10. 91)	JP
特願平 3/277500	1991年10月24日 (24. 10. 91)	JP
特願平 3/320162	1991年12月4日 (04. 12. 91)	JP

穂刈 守 (HOKARI, Mamoru) [JP/JP]

〒211 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内 Kanagawa, (JP)

(74) 代理人

弁理士 伊東忠彦 (ITO, Tadahiko)

〒102 東京都千代田区麹町5丁目7番地

秀和紀尾井町TBR1010号 Tokyo, (JP)

(81) 指定国

AU, DE (欧州特許), FR (欧州特許), GB (欧州特許), JP, KR, US.

添付公開書類

国際調査報告書

(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)

富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]

〒211 神奈川県川崎市中原区上小田中1015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)

長谷川信也 (HASEGAWA, Shinya) [JP/JP]

茅渟茂生 (KAYASHIMA, Shigeo) [JP/JP]

前田智司 (MAEDA, Satoshi) [JP/JP]

岩田成健 (IWATA, Shigetake) [JP/JP]

山岸文雄 (YAMAGISHI, Fumio) [JP/JP]

中島雅人 (NAKASHIMA, Masato) [JP/JP]

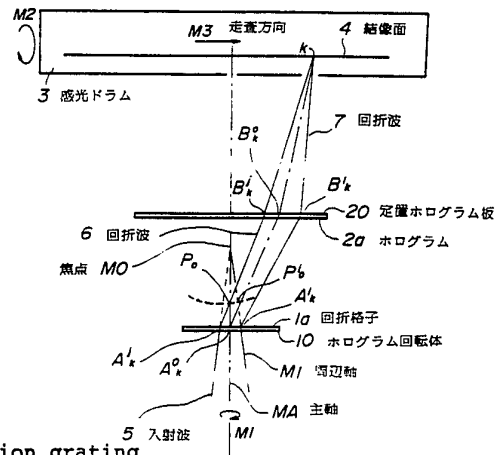
有竹敬和 (ARITAKE, Hirokazu) [JP/JP]

(54) Title : OPTICAL BEAM SCANNING APPARATUS, AND METHOD FOR MANUFACTURING STATIONARY HOLOGRAM PLATE, AND HOLOGRAM ROTOR, AND OPTICAL WIRING APPARATUS

(54) 発明の名称 光ビーム走査装置及び定置ホログラム板の製造方法及びホログラム回転体及び光配線装置

(57) Abstract

An optical beam scanning apparatus of a high resolution, compensates the increase and change of the diameter of a scanning beam, uneven rotation of a hologram rotating body, the positional changes in the directions of main and subscannings by the mode hopping of the wavelength of a semi-conductor laser, and the deterioration of the parallelism of the base of the hologram rotating body, etc., which mar the resolution and impede the cost reduction of a hologram scanner. The apparatus uses only the holograms that are duplicated in large quantities, without using auxiliary optical systems such as optical lenses and mirrors with curvatures. On a rotating body (1) and a fixed plate (2), provided are respectively diffraction gratings (1a, 2a) which minimize the sum of the weighted values of the squared or absolute values of the differences of two light path lengths, the weighting being conducted for each of scanning points on the entire image-forming surface (4). One of the two optical path length is of a light beam on the principal axis (MA), which is diffracted by the diffraction grating (1a) and by the diffraction grating (2a) and then, is focused at a scanning point (k) on the image-forming surface (4); the other is of a light beam on a peripheral axis (MI) different from the principal axis (MA). Alternatively, the diffraction gratings (1a, 2a) minimize the sum of two phase differences, the weighting being conducted for each of scanning points on the entire image-forming surface (4). One of the two phase differences is the shift of the phase of the diffraction grating (1a) on the rotating body (1) from the principle axis (MA) when the light beam is focused at the scanning point (k); the other is the shift of the phase recorded on the diffraction grating (2a) from the principle axis (MA) when the light beam strikes the stationary plate (2).



1a diffraction grating	20 stationary hologram plate
2a hologram	M3 scanning direction
3 photosensitive drum	MA principal axis
4 image-forming surface	MI peripheral axis
5 incident wave	MO focus
6,7 diffracted wave	
10 hologram rotating body	

(57) 要約

ホログラムスキャナの解像度や低価格化を阻害する、走査ビーム径の太りと変動、ホログラム回転体の等速回転の不良、半導体レーザの波長のモードホップによる走査線の主副走査方向の位置変動、ホログラム回転体の基板の並行度の劣化等を補償し、光学レンズな曲率を持ったミラーなどの補助光学系を使用せずに大量の複製が可能なホログラムのみを使用した高解像度の光ビーム走査装置である。

回転体(1)の回折格子(1a)に入射回折され、更に固定板(2)の回折格子(2a)に入射回折して走査し、結像面(4)上の走査点kに収束するときの主軸MAでの光束の光路長および主軸MAを外れた周辺軸MIでの光束の光路長との光路長差の二乗値もしくは絶対値を結像面(4)の全域を含む走査点毎に重みづけた値の総和、または、結像面(4)上の走査点kに収束するとき、再生入射光束の主軸MAを外れた周辺軸MIでの回転体(1)の回折格子(1a)の位相の主軸MAからのずれ量と固定板(2)に入射する時の回折格子(2a)に記録される位相の主軸MAからのずれ量との和の二乗値もしくは絶対値を結像面(4)の全域を含む走査点毎に重みづけ値の総和を、最小とするような回折格子を回転体(1)および固定板(2)に備えている。

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
AU オーストラリア
BB バルバードス
BE ベルギー
BF ブルキナ・ファソ
BG ブルガリア
BJ ベナン
BR ブラジル
CA カナダ
CF 中央アフリカ共和国
CG コンゴ
CH スイス
CI コート・ジボアール
CM カメルーン
CS チェコスロバキア
DE ドイツ
DK デンマーク

ES スペイン
FI フィンランド
FR フランス
GA ガボン
GN ギニア
GB イギリス
GR ギリシャ
HU ハンガリー
IE アイルランド
IT イタリア
JP 日本
KP 朝鮮民主主義人民共和国
KR 大韓民国
LI リヒテンシュタイン
LK スリランカ
LU ルクセンブルグ
MC モナコ

MG マダガスカル
ML マリ
MN モンゴル
MR モーリタニア
MW マラウイ
NL オランダ
NO ノルウェー
PL ポーランド
RO ルーマニア
RU ロシア連邦
SD スーダン
SE スウェーデン
SN セネガル
SU ソヴィエト連邦
TD チャード
TG トーゴ
US 米国

明細書

光ビーム走査装置及び定置ホログラム板の製造方法及びホログラム
回転体及び光配線装置技術分野

- 5 本発明は光ビーム走査装置及び定置ホログラム板の製造方法及び
ホログラム回転体及び光配線装置に係り、特にホログラムディスク
を用いた光ビーム走査装置及び定置ホログラム板の製造方法及びホ
ログラム回転体及び光配線装置に関する。

10 背景技術

レーザプリンタ、レーザファックスなどのOA機器、レーザ描画
装置、レーザ検査装置などでは高精度で高解像のレーザ走査光学系
が用いられている。この光学系として、従来から回転多面鏡と複数
枚の組み合わせによるf- θ レンズを用いるものが使用されている。

- 15 上記の多面鏡を使用する方式では回転多面鏡の高い加工精度や、
倒れ補正光学系も兼ねるf- θ レンズのような多くのレンズ群が必要
であるため低価格化のためには限界があった。

- これに対しホログラムを用いたホログラム走査装置は複製による
大量生産が可能である。このようなホログラム走査装置として充分
20 良く収差補正をした高い解像能力を持つビームを直線に走査するホ
ログラム走査装置を本出願人は出願している（特願昭63-072
633号および特願昭61-060846号）。この光ビーム走査
装置はレーザプリンタ用の走査光学系として高精度の仕様を充分満
足できており、安定した印字品質が得られている。しかし更に、
25 000～600dpiあるいは1000dpiのように更に高い解像
度を持つレーザ走査光学系が要求されており、加えて、より一層の
低価格化が要求されている。

ホログラムスキャナをこのように解像度の極めて高く、かつ低価
格のもので実現するためには下記のような幾つかの課題がある。

①走査ビーム径を例えば $60\text{ }\mu\text{m}$ 程度 (400 dpi 相当) と均一に微細化する。

②ホログラム回転体の等角速度の回転に対し等速に走査する。

また、走査光源に使用する半導体レーザの波長は周囲温度に応じて波長が変わり、また縦モードが幾つか出る場合もある。このため、

③走査線の主走査方向の位置変動を補償する。

④走査線の副走査方向の位置変動を補償する。

また、ホログラム回転体の基板として低価格かつ研磨の不要なフ
ロートガラスやインジェクション作成が可能なプラスチック基板
10 (例えばPMMAなど) を使用する時に、基板の反りにより走査線
の位置が変動する。このため、

⑤プラスチック基板の平行度の劣化による、走査線の位置変動
を補償する。

上記の課題を解決する方式として本出願人は特願昭58-119
15 098号を提案している。即ち、第14図に示すように、ホログラ
ム回転板10、このホログラム回転板10と結像面4の間に定置ホ
ログラム板20を配置した構成である。図中で、10は複数枚のホ
ログラムを配置し高速で回転するホログラム回転板、20は定置ホ
ログラム板、4は結像面、5は再生光、6はホログラム回転板10
20 からの回折波、7は定置ホログラム20からの回折波である。図示
しない半導体レーザからの再生光5が回転するホログラム回転板1
0に斜めに光束として入射し、ホログラム回転板10の回転により
回折波6が走査され、定置ホログラム板20に入射し、ここから回
折された回折波7で結像面4を走査する。

25 以上の構成において、半導体レーザの波長変動による走査ビーム
の位置変動を補償し、ホログラム回転板10の等角速度回転による
走査ビームの速度を一定とし走査ビームによる直線走査を得ている。
また定置ホログラム板20が走査光をホログラム回転板10の走査
方向と逆方向に曲げることにより、半導体レーザの波長変動による

走査線の主副両走査方向の位置変動を補正している。

なお半導体レーザの波長変動に対する副走査方向の走査ビームの位置ずれをよりよく補償する方法として本出願人は特願昭 6 0 - 1 6 8 8 3 0 号を出願し、ホログラム回転板の前段にホログラムによる固定板を用いることを提案した。

また、本出願人は特願平 2 - 1 7 9 4 3 7 号（特願平 1 - 2 4 0 7 2 0 号の国内優先主張）を提案し、少なくともホログラムを 2 枚以上用いることにより、入射波から結像面までの光路長を一定にし、その再生光源の波長変動に対する結像面での波面の特性の劣化を防止できる構造を提案した。しかし特願平 2 - 1 7 9 4 3 7 号では、2 枚以上のホログラムは全て固定しており、結像点も一点である光学系が対象であった。このため、これを本走査光学系に適用しても、ビームの走査に伴って光路長が刻々と変化し走査中心より走査端の方が必然的に光路長が長くなるため適用には困難がある。

従って、上述した従来技術では上記①乃至⑤等の課題をすべて解決することはできなかった。

本発明は上記のような①乃至⑤等の課題に対して、光学レンズや曲率を持ったミラーなどの補助光学系を使用せずに大量の複製が可能なホログラムのみを使用した高解像度の光ビーム走査装置及び定置ホログラム板の製造方法を提供することを目的とする。

本発明の他の目的は、少なくとも 2 つのホログラムを用いた光走査装置において、光源の波長変動あるいは波長分散性に起因した波長ずれが発生しても、走査ビームの品質あるいは走査性能が低下しない光ビーム走査装置及び定置ホログラム板の製造方法を提供することにある。

更に本発明の目的は、少なくとも 2 つのホログラムを用いた光ビーム走査装置において、光源の波長変動あるいは波長分散性に起因した波長ずれによる色収差を補正することができる光ビーム走査装置を提供することにある。

更に本発明の目的は、少なくとも2つのホログラムを用いた光
ビーム走査装置において、光源の波長変化あるいは波長分散性に起
因した波長ずれが発生しても、走査面における走査ビームの位置変
動あるいはフォーカスぼけを小さくし得る光ビーム走査装置を得る
5 ための、ホログラムの構造及び配置、再生波面の構成等を得ること
にある。

発明の開示

上記目的達成のため、本発明に係る光ビーム走査装置は、回折格
10 子を備えた回転体とこの回転体で走査される結像面との間に回折格
子を記録した固定板を定置した光ビーム走査装置において、上記回
転体の回折格子に入射回折され、更に上記固定板の回折格子に入射
回折して走査し、結像面上の走査点に収束するときの主軸での光束
の光路長および主軸を外れた周辺軸での光束の光路長との光路長差
15 の二乗値もしくは絶対値を結像面の全域を含む走査点毎に重みづけ
た値の総和を最小とするような回折格子を回転体および固定板に備
えたことを特徴とするものである。

また、回折格子を備えた回転板とこの回転体で走査される結像面
との間に回折格子を記録した固定板を定置した光ビーム走査装置に
20 おいて、上記回転体の回折格子に入射回折され、更に上記固定板の
回折格子に入射回折して走査し、結像面上の走査点に収束するとき
の、再生入射光束の主軸を外れた周辺軸での回転体の回折格子の位
相の主軸からのずれ量と固定板に入射する時の回折格子に記録され
る位相の主軸からのずれ量と、の和の二乗値もしくは絶対値を該結
25 像面の全域を含む走査点毎に重みつけた値の総和を最小とするよう
な回折格子を回転体および固定板に備えたことを特徴とするもので
ある。

本発明では、ホログラムを用いた光ビーム走査装置において、ホ
ログラムを再生する入射波から各走査点までの光束の、主軸からの

光路長ずれ、または、位相ずれを、全走査領域で最小とする構造を持つ。

このため、微細な走査ビームが得られ、ホログラム回転体の等角速度の回転に対し、等速に走査し、再生光に波長のゆらぎのある半導体レーザを用いた時の走査線の位置変造を補償することができる。

図面の簡単な説明

第 1 図は第 1 の発明の実施例の説明図

第 2 図は光ビーム走査装置の主走査方向の説明図、

10 第 3 図は光ビーム走査装置の副走査方向の説明図、

第 4 図は本発明を説明する走査装置の構成図、

第 5 図は定置ホログラム板作成の説明図、

第 6 図は走査装置の光路長差、ビーム半径、走査軌跡を説明する図、

15 第 7 図は定置ホログラム板の作成波の説明図、

第 8 図はホログラフィック露光による走査ビームのスポット像を示す図、

第 9 図は収束球面波が入射した時の走査軌跡、ビーム半径を説明する図、

20 第 10 図は走査装置の副、主走査方向の説明図、

第 11 図は第 10 図による走査装置の走査軌跡、ビーム半径、波長変動による位置ずれ量を説明する図、

第 12 図は定置ホログラム板作成の説明図、

第 13 図は定置ホログラム板の実施例の説明図、

25 第 14 図は従来例の説明図、

第 15 図は第 2 の発明の原理を説明するための図、

第 16 図は第 2 の発明における第 1 の態様を示す図、

第 17 図は第 2 の発明における第 1 の態様の光ビーム走査装置の構成例を示す図（第 1 のホログラムが右側に位置する場合）、

第 18 図は第 2 の発明における第 1 の態様の光ビーム走査装置の構成例を示す図（第 1 のホログラムが中央に位置する場合）、

第 19 図は第 2 の発明における第 1 の態様の光ビーム走査装置の構成例を示す図（第 1 のホログラムが左側に位置する場合）、

5 第 20 図は第 2 の発明における第 2 の態様を示す図、

第 21 図は第 2 の発明における第 3 の態様を示す図、

第 22 図は入射波と k との関係を示す図、

第 23 図は第 2 の発明における第 1 乃至第 3 の態様の光ビーム走査装置の一実施例を示す図、

10 第 24 図は x_1 、 F_1 、 θ_1 、 θ_2 の関係を示す図、

第 25 図（A）は W 、 $\Delta\lambda$ 、 ξ の関係を示す図、

第 25 図（B）は第 2 のホログラム及び走査距離についての設計例を示す図、

第 25（C）は異なる出射角度において結像距離が略等しくなる
15 構成例を示す図、

第 26 図は第 2 の発明における第 1 の態様の他の実施例を示す図、

第 27 図は第 2 の発明における第 1 の態様の他の実施例を示す図、

第 28 図は第 2 の発明における第 1 の態様の他の実施例を示す図、

第 29 図は第 2 の発明における第 1 の態様の他の実施例を示す図、

20 第 30 図は第 29 図に示した光ビーム走査装置を改良した構成例を示す図、

第 31 図は第 2 の発明における第 1 の態様の他の実施例を示す図、

第 32 図は第 31 図に示した光ビーム走査装置を改良した構成例を示す図、

25 第 33 図は第 1 の発明における問題点を説明するための図、

第 34 図は第 1 の発明における問題点を説明するための図、

第 35 図は本発明の原理図、

第 36 図は本発明の第 1 の実施例構成図、

第 37 図は本発明の第 1 の実施例定置ホログラムの作成説明図、

第 38 図は本発明の第 1 の実施例走査ビームの強度分布図（その 1）、

第 39 図は本発明の第 1 の実施例走査ビームの強度分布図（その 2）、

5 第 40 図は本発明の第 2 の実施例の構成図、

第 41 図は定置ホログラム板の等速補正機能を説明するための図、

第 42 図は本発明の第 1 の実施例構成図（副走査方向）、

第 43 図は本発明の第 1 の実施例構成図（主走査方向）、

第 44 図は本発明の第 1 の実施例定置ホログラム板の説明図、

10 第 45 図は本発明の第 1 の実施例の説明図、

第 46 図は本発明の第 1 の実施例の説明図、

第 47 図は光ビーム走査距離に対し定置ホログラム板の長さを短く設定した場合における各特性を示す図、

15 第 48 図は光ビーム走査距離に対し定置ホログラム板の長さを長く設定した場合における各特性を示す図、

第 49 図は第 6 の発明の一実施例を示す構成図、

第 50 図は本発明装置の第 1 の実施例の構成図、平面図、

第 51 図は第 50 図の装置を説明するための特性図、

第 52 図は第 50 図の装置のホログラムを説明するための図、

20 第 53 図は本発明装置の第 2 の実施例の構成図、

第 54 図は本発明装置の第 2 実施例の側面図、平面図、

第 55 図は第 53 図の装置のホログラムを説明するための図、

第 56 図は本発明の一実施例である光学素子の構成図、

25 第 57 図は本発明の一実施例である光学素子の原理を説明するための図、

第 58 図は第 56 図に示す光学素子の変形例を示す図、

第 59 図は第 56 図に示す光学素子の他の変形例を示す図、

第 60 図は第 9 の発明の原理図、

第 61 図は本発明の一実施例構成図（副走査方向）、

第 6 2 図は本発明の一実施例構成図（主走査方向）、

第 6 3 図は本発明の一実施例定置ホログラム板の説明図（物体波）、

5 第 6 4 図は本発明の一実施例定置ホログラム板の説明図（参照波）、

第 6 5 図は本発明の一実施例定置ホログラム板の説明図（参照波）、

第 6 6 図は本発明の一実施例スポットダイアグラム図、

10 第 6 7 図は本発明の一実施例定置ホログラム板の作成説明図（その 1）、

第 6 8 図は本発明の一実施例定置ホログラム板の作成説明図（その 2）、

第 6 9 図は本発明のホログラム作成露光系の第 1 の実施例説明図、

第 7 0 図は本発明のホログラム作成露光系の第 2 の実施例説明図、

15 第 7 1 図は本発明のホログラム作成露光系の第 3 の実施例説明図、

第 7 2 図は第 1 の発明で用いたホログラム回転体のファセットホログラムを示す図、

第 7 3 図は第 1 0 の発明の一実施例構成図、

第 7 4 図は本発明の一実施例ホログラムディスクの作成説明図、

20 第 7 5 図は本発明の一実施例スポットダイアグラム図、

第 7 6 図は第 1 の発明に用いてホログラム回転体の周波数分布と入射ビームを示す図、

第 7 7 図は第 1 1 の発明の原理を説明するための図、

第 7 8 図は本発明のホログラム回転体を説明するための図、

25 第 7 9 図は本発明の光ビーム走査装置の構成を説明するための図、

第 8 0 図は本発明の効果を説明するための図、

第 8 1 図は 1 0 次における場合の変化係数を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の原理的な説明を行ない、ついで具体的な構成、作用を詳細に説明する。先ず、以下順次説明を行なう各発明において基本的な考え方となる第1の発明について説明する。

5 〔第1の発明〕

第1図は図示しない半導体レーザの波長変動に対してホログラムを用いた走査光学系の回折光の位置変動を補償する説明図であり、ホログラム回転板10には、走査を行なうための回折格子1aが複数個備わっている。また、レーザプリンタなどでは、感光ドラム3
10 が結像面4になる。レーザを走査する方向M3と直交方向であるM2は、副走査方向と呼ばれる。ここで、焦点位置をM0に持つ収束球面以下（以下、入射波5という）を入射し、ホログラム回転体10の回転により、走査ビームが結像面4で走査点kに収束したとする。ここで再生光である入射波5の光束はホログラム回転体10に
15 入射し、回折波6となり、更に定置ホログラム板20で回折されて、回折波7となり、走査点kに収束する。ここで入射波5のホログラム回転体10に対して主軸MAである光線に関して、それぞれの入射光束から走査点kに至る光路長 L_0 は、(1)式となる。ただし、入射光束に対しては、ホログラム回転体10と、収束点 P_0 を中心とした参照球面までの光路長で表す。なお、収束波では光路長の符号は反転して負となる。また、下式において括弧〔 〕は、その中に記載された各点の距離を示しており、例えば〔 A^0_k P_0 〕は点 A^0_k と点 P_0 との離間距離を示している。また、(1)式以降に現われる各式においても同様の意味を持つものとする。

$$25 \quad L_0 = - [A^0_k \quad P_0] + [A^0_k \quad B^0_k] + [B^0_k \quad k] \quad \dots \quad (1)$$

一方、入射波5の中の周辺軸MIに入射する入射光束から走査点kにいたる光路長 L_1 は(2)式となる。

$$L_1 = - [A^i_k \quad P_0^i] + [A^i_k \quad B^i_k]$$

1 0

$$+ [B^i_k \quad k] \quad \dots \quad (2)$$

従って、走査点kで半導体レーザからの入射波5が波長変動を起こしたとしても、走査線が走査点kからずれない条件は(3)式となる。

$$\begin{aligned} 5 \quad & - [A^i_k \quad P_0^i] + [A^i_k \quad B^i_k] + [B^i_k \quad k] \\ & = - [A^j_k \quad P_0^j] + [A^j_k \quad B^j_k] + [B^j_k \quad k] \\ & \quad \dots \quad (3) \end{aligned}$$

つまり、光束内の主軸MA以外に入射する入射波5の光路が等しければよい。また半導体レーザによる入射波5のモードホップによる
10 波長変動において走査ビーム結像面4上での焦点距離に変動がない条件は(4)式となる。

$$\begin{aligned} & - [A^0_k \quad P_0] + [A^0_k \quad B^0_k] + [B^0_k \quad k] \\ & = - [A^i_k \quad P_0^i] + [A^0_k \quad B^i_k] + [B^i_k \quad k] \\ & \quad \dots \quad (4) \end{aligned}$$

15 つまり、主軸MAと周辺軸MIに入射する入射波5の光路が等しければよい。従って半導体レーザの波長変動に対して、感光ドラム3上の結像面4での全走査領域で走査ビームの劣化を防止するために、走査点kで(3)式と(4)式を同時に満足する構造を実現する。

ここで、光路長を一定にするという条件では、走査点kでの光束
20 の主軸MAとその周辺軸MIに入射する光束の光路長の差を $\delta \ell^k$ として、下記(5)式または(5-1)式の評価関数を最小とするように最適化する。

$$E = \sum_k W_k \cdot (\delta \ell^k)^2 \quad \dots \quad (5)$$

$$E = \sum_k W_k \cdot |\delta \ell^k| \quad \dots \quad (5-1)$$

25

但し、 W_k は各走査点で光路長をどの程度小さくするかの重み
次に、ホログラムの位相による場合を説明する。以下に使用する
記号とし、 Φ_{in} はホログラム回転板10に入射する波面の位相、 Φ_{H^k}
はホログラム回転板10が走査点kを走査している時のホログ

1 1

ラム回転板 1 0 の主軸 M A のホログラムの位相伝達関数、 $\Phi_{H_2}^k$ は定置ホログラム板 2 0 の走査点 k に相当する主軸のホログラムの位相伝達関数をそれぞれ示している。また、 $\delta \Phi_{i_n}$ は入射光束の周辺の波面の位相の主軸からのずれ、 $\delta \Phi_H^k$ はホログラム回転板 1 0
5 のホログラムの位相伝達関数の主軸からのずれ、 $\delta \Phi_{H_2}^k$ は定置ホログラム板 2 0 の位相伝達関数の主軸からのずれを、それぞれ示している。

走査ビームに収差がない良好な結像を行うため、つまり、波面収差を除去するために、結像面での位相を一致させる条件は、ホログラム上での出射波の位相がホログラム上の入射波の位相とホログラムの位相伝達関数の和であることから、(6) 式を得る。

$$\begin{aligned}
 & \Phi_{i_n} + \Phi_H^k + k_2 [A^0_k \quad B^0_k] \\
 & \quad + \Phi_{H_2}^k + k_2 [B^0_k \quad k] \\
 & = \Phi_{i_n} + \delta \Phi_{i_n} + \Phi_H^k + \delta \Phi_H^k \\
 & \quad + k_2 [A^i_k \quad B^i_k] + \Phi_{H_2}^k + \delta \Phi_{H_2}^k \\
 & \quad + k_2 [B^i_k \quad k] \quad \dots (6)
 \end{aligned}$$

但し、 k_2 は波長 ($2\pi/\lambda^2$) を示す

この (6) 式は、波長変動に対する走査線のずれに関連する (3) 式、及び結像面 4 上での焦点距離変動に関連する (4) 式を満足させる
20 すると下記の (7) 式となる。

$$\delta \Phi^k \equiv \delta \Phi_H^k + \delta \Phi_{H_2}^k = 0 \quad \dots (7)$$

この (7) 式を走査点 k で満足させればよい。(7) 式は結像性を良好に保ち、ホログラム回転板 1 0 と定置ホログラム板 2 0 のそれぞれに記録される位相伝達関数のずれの和を各走査点 k で零とす
25 れば良いことを示す。なお、(7) 式は具体的には後述するように上記 (7) 式の走査点 k の位相ずれ $\delta \Phi^k$ を走査領域で最小となるように、たとえば下記の (8) 式または (8-1) 式の評価関数 E を用いる。

$$E = \sum_k W_k \cdot (\delta \ell^k)^2 \quad \dots (8)$$

1 2

$$E = \sum_k W_k \cdot \left| \delta \ell^k \right| \quad \dots (8-1)$$

但し、 W_k は、各走査点での位相ずれを減らすための重み
 ホログラムの最適化は (8) 式または (8-1) 式が最小となるよ
 うにする。

次に光路長が等しくなるケースを第 2 図を用いて説明する。第 2 図は主走査方向に関する光路説明図であり、同図 (a) はホログラム回転体 10 から平行波 6a が出射した状態図、この時入射波 5a を焦点を MO とする収束球面波とし、結像面 4 上の各走査点で光束内の光線の光路長が等しくなるようにするには、第 2 図からも分かるように、定置ホログラム板 20 から回折波 7a を殆ど垂直に出射させればよい。

また、同図 (b) はホログラム回転体 10 から焦点を MO とする発散波 6b が出射した状態図、ここで入射波 5b は同図 (a) と同様に収束球面波とする。この時の結像面 4 上の各走査点で光束内の光線の光路長が等しくなるようにするには、定置ホログラム板 20 からの出射波 7b は定置ホログラム板 20 への入射波 6b の方向をより走査中心に向けるが、しかし、回折角度の正負を反転させない構造が最適である。

次に、同図 (c) はホログラム回転体 10 から収束波 6c が出射した状態図、ここで入射波 5c も同図 (a) と同様に収束球面波とし、結像面 4 上の各走査点で光束内の光線の光路長が等しくなるようにするには、定置ホログラム板 20 からの出射波 7c は定置ホログラム板 20 への収束波 6c の方向を走査中心に戻し、しかも回折角度の正負を逆点させる構造が最適である。

以上は主走査方向での構造であるが、次に副走査方向について説明する。第 3 図は副走査方向の走査を説明する図で、副走査の方向について光路長を一定にする構造を示す側面図である。ここに、ホログラム回転体 10 に入射する入射波 5a により、回折波 6d が出

射され、さらに定置ホログラム板20から出射回折後、感光ドラム3上の結像面4に結像するものであり、第2図内の記号と同一記号は同一物を示す。ここでは再生光源の波長変動に対する結像面4上の走査線のずれを補償し、光路長を一定にするために定置ホログラム板20をホログラム回転体10に対して傾斜させる。この傾斜角度 β は走査線のずれを最小となるようにしている。従って、各走査領域での光束の光路長が一定でしかも結像面4上で直線走査を行うために、ホログラム回転体10からの出射波6dが平行波の時は、走査端では定置ホログラム板20で点線6'dのように垂下の軌跡を辿らせる。そして、定置ホログラム板20により、もとの結像点に戻せばよく、こうして直線走査が可能になる。なお、この場合、走査中央と走査端のホログラム回転体10の軌跡を逆にしてもよい。

また第2図(a)に示すように、再生光源の波長変動による走査ビームの焦点距離の変動を最も良く補正するために、ホログラム回転体10に入射する入射波5aの波面を収束球面波とし、主軸MAとその周辺軸MIの光束の光路長を同一にすれば良い。この時、収束球面波5aのホログラム回転体10面から焦点MOまでの距離を、ホログラム回転体10面から定置ホログラム板20面までの距離またはその近傍にすることにより、最も良好な補償効果を得ることができる。

次に、ホログラム回転体10が等角速度で回転している時、通常ホログラム回転板10では走査の端になるにつれ走査速度が速くなるが、本発明では定置ホログラム板20により走査線の回折方向を走査中心に戻しているから、定量的にも適合し、最終的に走査面での速度も、同時に一定になるように補償できる。以下に上記作用をもつホログラムによる光ビーム走査装置の実施例を説明する。

〔第1の実施例〕

第1の実施例を第2図(a)を参照し、第4図及び第5図を用いて説明する。この例では、ホログラム回転体10の回折波6は平行

- 波 6 a であり、定置ホログラム板 2 0 からの出射波がほぼ定置ホログラム板 2 0 に対し垂直に出射している。第 5 図において、定置ホログラム板 2 0 を作成する波長は再生時に使用する波の波長 λ_2 と同一の波長である。定置ホログラム板 2 0 の作成波のうち物体波 O
- 5 W はホログラム回転体 1 0 からの出射波が走査中心で当たる定置ホログラム板 2 0 の中心軸 A を軸中心とする球面収差波であり、軸 A から外側に移るにつれてより内側に曲がるいわゆる「正の球面収差波」である。とくに、この量が中心軸から出射する点 P から定置ホログラム板 2 0 に当たる点 Q までの光路長 [P Q] がどの点においても下記 (1 1) 式に示すように一定の距離 (d) であるようにする
- 10 ののが最適である。

$$d = P_0 Q_0 = P_1 Q_1 = P_2 Q_2 = \dots = P_n Q_n \quad \dots \quad (9)$$

- また、参照波 R W は入射角度 α ($\neq 0$) を持つ斜めに入射する平行波である。こうして前出の評価関数 (5) 式または (8) 式を満たし、また収差を低減し、等速走査を行うように上記パラメータ d と α を適切に定める。
- 15

- 第 6 図は上記の設定による値である。同図 (a) は (5) 式を用いての最適化を行った結果で、横軸は感光ドラムの走査中心を 0. 0 とする走査幅を示し、縦軸は光路長差である。この図によれば、走査幅 $\pm 108 \text{ mm}$ (A 4 判走査) での主走査方向の光束の最外郭同士の光路長の差は最大で 30λ 以内であり、これは距離に換算すると 0.03 mm 以内となる。全光路長はこの例では 641 mm であり、光路長の差は殆どなく同一と見做せる。再生波の半導体レーザの波長 $\lambda_2 = 780 \text{ nm}$ 、ホログラム回転板 1 0 は均一ピッチでその空間周波数は 1765 [本/mm] とした。ホログラム回転板 1 0 への入射角度は 44.2° 、入射するホログラム回転体 1 0 の半径は 40 mm であった。また、定置ホログラム板 2 0 のパラメータに関しては $d = 364 \text{ mm}$ 、 $\alpha = 6.5^\circ$ であった。ホログラム
- 25

回転体 10 と定置ホログラム板 20 の距離は 218 mm、また定置ホログラム板 20 から結像面 4 までの距離は 360 mm であった。

また、評価関数 (8) 式を満足するために、ホログラム回転体 10 に対する定置ホログラム板 20 の傾きは 45.0° とした。第 6 図 (b) はその時の走査ビームの特性を示している。即ち、走査幅が 216 mm に対して、ビーム半径は $18 \mu\text{m}$ 以内であり、直線性は第 6 図 (c) に示すように $\pm 78 \mu\text{m}$ 以内、また等速性は $\pm 0.12\%$ 以内であった。さらに、半導体レーザの波長変動に対しては、モードホップによる 0.3 nm の波長ずれに対しても、主走査方向で $1 \mu\text{m}$ 以内と非常に小さくできた。第 3 図に示したように、定置ホログラム板 20 で最終的に直線走査にするため、定置ホログラム板 20 上でのホログラム回転板 10 による走査線は第 3 図のように単調に曲がり、1 mm のずれがあった。

本作成例の定置ホログラム板の干渉縞のパターンが分かったため、電子ビームやレーザプロッタによる描画で作成できる。この定置ホログラム板ホログラフィック露光により作成する方法については、次の例で述べる。

一般に高回折効率を持つホログラム材料の波長感度は、半導体レーザの波長より短い所にある。このため、一般的にホログラフィック露光で作成するためにはこの波長比による収差も考慮しなければならない。作成波の波長を λ_1 とし、また波長比を λ_2 / λ_1 で定義する。この波長比による収差を考慮した結果、ホログラムに必要な球面収差波は、第 1 の実施例で用いた d を、 d と s の積に置き換えるだけで良い。そして、第 1 の実施例と同様に、斜めに入射する平行光である参照波を用いて最適化を行った。適切な干渉縞分布がわかれば、この複雑な収差を持つホログラムをホログラフィック露光により作成する必要がある。この時、ホログラフィック露光では出来るだけ簡素な光学系を用いる。

第 7 図は、本発明における定置ホログラム板 20 の第 2 の実施例

- を示し、この球面収差波は、無収差の発散球面波を球面レンズである平凹レンズに入射して出射する波面のものを用いた時である。この収差量に一致するように、平凹レンズを含めて他のパラメータを最適化した。即ち、 $\lambda_1 = 441.6 \text{ nm}$ (HeCdレーザ) とし、
 5 また半導体レーザの設計波長 $\lambda_2 = 780 \text{ nm}$ である。この時の平凹レンズの厚みは中心で 3.0 mm 、材質BK7、屈折率 1.51 、曲率 115.0 mm であった。また発散球面波の点光源位置 S_0 から平凹レンズまでの距離 $d_0 = 439.0 \text{ mm}$ 、平凹レンズから定置ホログラム板20までの距離 $L_{T1} = 469.0 \text{ mm}$ である。
 10 また、第8図(a)は第7図による設計結果のホログラフィック露光により作成した定置ホログラム板20による走査ビームの収差像であり、 $20 \mu\text{m}$ 以内の非常に小さな収差になっている。また、第8図(b)に示したものは、第5図で得た必要なホログラムによる走査ビームのスポット像であり、ほぼ同一である。この作成例ではホログラフィック露光を簡単な球面収差波で達成でき、露光系の調整も極めて容易という著しい効果を有する。
 15

〔第3の実施例〕

- 以下に説明する第3の実施例では、ホログラム回転板10に入射する入射波は収束球面波である。この時のホログラム回転体10の
 20 位相伝達関数 Ψ は下記の(10)式を満足すればよい。

$$\Psi = 2\pi / \lambda_1' \sqrt{X^2 + Y^2 + F_1^2} - 2\pi / \lambda_1'' \sqrt{X^2 + (Y - Y_2)^2 + (F_2 / S)^2}$$

25

... (10)

これは、参照波は、点光源が回転体の回転軸上の距離 F_1 にあり、作成波長が λ_1' であることを示す。ここで λ_1' は仮想的な作成波長とする。また、物体波は、点光源位置が走査中心軸上の回転軸上から距離 Y_2 、高さ F_2 / S の球面波であり、この作成波長は仮

17

想的な波長 λ_1'' であることを示す。このように、参照波と物体波の作成波長を仮想的に異ならせることを考える。また、再生波の λ_2 と、 λ_1'' の比 λ_2 / λ_1'' がSである。ここで収束球面波を入射すると仮定して(10)式のホログラム回転体10を持つ走査装置において、(5)式の最適化を試みた。

この結果、直線性は第9図(a)に示すように ± 0.1 mm以内となった。またビーム半径は第9図(b)に示すように $18 \mu\text{m}$ 以内であった。また等速性は $\pm 0.22\%$ 以内と良好であった。また半導体レーザの波長変動に対する主走査方向の変動量は 0.3 nmの波長変動では $1 \mu\text{m}$ 以内と充分であった。ここで、ホログラム回転体10に入射する半径は 45 mm、ホログラムた回転板10と定置ホログラム板20の距離は 182 mm、定置ホログラム板20から結像面までの距離は 277 mmであり、定置ホログラム板20の傾きはホログラム回転体10に対し 64.2° であった。また、参照波の $\lambda_1' = 330$ nm、 $F_1 = 200$ mmであった。物体波の $\lambda_1'' = 78$ nmであり、従って $S = 10$ であり、 $F_2 = 1060$ mm、 $Y_2 = 95$ mmであった。

この実施例では入射波は収束球面波であり、しかも、ホログラム回転体面から収束する点までの距離は、定置ホログラム板面と結像面までの距離にほぼ等しい 200 mmとした。この時、半導体レーザの波長の変動が環境条件で 10 nm変わることがあっても、ビーム半径は $18 \mu\text{m}$ が $18.5 \mu\text{m}$ になる程度でビーム径の劣化は全くなかった。なお(10)式で表されるホログラムは作成波の波長を仮想的なものとしているが、電子ビームやレーザプロッタによる描画が作成できる。また、これをホログラフィック露光により作成する時は本出願人の出願になる特願昭63-72633号で提唱したような補助光学系を用いて作成ができる。

〔第4の実施例〕

次に第4の実施例を説明する。第10図(a)，(b)はホログ

ラム回転体 10 の基板の平行度による走査線の位置変動を補償するものである。この第 4 の実施例では、ホログラム回転体 10 に入射するビームは同図 (a), (b) に示すように、走査方向 (ホログラム回転体 10 上では回転方向) と直交方向の副走査方向で収束するビームを用いている。この場合、定置ホログラム板 20 に入射する波は円筒波であるため、これに適した参照波に変えることを考えた。この結果、定置ホログラム板 20 を作成する物体波については第 5 図と同様な球面収差波を用い、参照波はたとえば、下記 (11) 式に示すような方向余弦を持つ波を用いればよい。

10

$$\begin{aligned} \ell &= x / \sqrt{Z_0^2 + X^2} - x / \sqrt{Z_0^2 + X^2 + (y - y_0)^2} \\ m &= C_0 - (y - y_0) / \sqrt{Z_0^2 + X^2 + (y - y_0)^2} \\ &\dots (11) \end{aligned}$$

15

但し、 C_0 , y_0 , Z_0 は定数

参照波は上記 (11) 式のようにコマ収差波であるが、物体波は球面収差波である。この収差量は所望の性能を出すように適切に選択できる。第 11 図はこの結果を示している。同図 (a) は直線性を示し、同図 (b) はその時のビーム半径である。

20

このように本発明による時は、直線性 $\pm 0.4 \mu\text{m}$ 以内と極めて良好である。また、ビーム半径は最大で $8 \mu\text{m}$ 以内と十分な収差補正が出来る。等速性が $\pm 0.13\%$ 以内と良好である。また、半導体レーザの波長変動が 1 nm あっても第 11 図 (c) に示すように主走査方向でも $3 \mu\text{m}$ 以内、副走査方向でも $3 \mu\text{m}$ 以内と大幅に補償できる。ここで、物体波、再生波、ホログラム回転体 10 のパラメータや、定置ホログラム板との相互の位置関係は、第 1 の実施例と全く同一のパラメータとした。また、 $y_0 = -5 \text{ mm}$ 、 $Z_0 = 321 \text{ mm}$ であった。

25

次に、ホログラム回転体の基板の平行度の精度の緩和状態は以下

の程度である。ホログラム回転体10の基板の平行度が1分（P-P）と大きいものであっても、副走査方向のずれは5 μ m以内と極めて補正度は良好である。これは、従来のホログラム回転体10の基板の平行度が数秒しか許容できなかったことに対し、大幅に緩和
5 されており、ホログラム基板の低価格化にとって非常に効果が大い。

この定置ホログラム板を作成するためには、第12図に示すように、物体波は球面レンズにより球面収差波を発生し、参照波は（11）式のようなコマ収差9の方向余弦を満足するように同様の球面
10 レンズ8を用いて実現すればよい。

〔第5の実施例〕

第13図は第5の実施例を示している。1枚の定置ホログラム板に2枚のホログラムを形成し、一方のホログラム20-1の作成波には今まで述べてきた定置ホログラム板作成用物体波と波面Cを記録し、もう一方のホログラム20-2の作成波には、今まで述べて
15 きた定置ホログラム板作成用参照波と波面Cで作成し、図のように重ねあわせれば、先の実施例と同様の特性が出る。この実施例では、定置ホログラム板がほとんどイン・ライン型に近い場合にホログラフィック露光が難しい時に最適である。

20 こうして、それぞれは軸外し型のホログラムになるため、回折効率も高いものとなる。また、この2つのホログラム板により、さらに光路長を一定にし、半導体レーザの波長変動による走査光の特性劣化をより細かく補償できる。なお、以上の定置ホログラム板はインジェクションを用いて大量の複製が可能であるから工業的かつ価
25 格的に有利である。なお、ホログラム回転体はディスクに限ることなく、円筒、円錐、角錐などの形態にも本発明は適応できることはいうまでもない。

以上説明してきたように、本第1の発明によれば2枚のホログラムにより、簡素で低価格な光学系が提供できる。そして、半導体

レーザの波長の変動に対する走査線のずれもなく信頼性の高い走査光学系が容易に実現できる。

〔第2の発明〕

5 次の本出願に係る第2の発明について第15図及び第16図を用いて説明する。第15図は、本発明の第1の態様の光ビーム走査装置を示す斜視図であり、第16図はその平面図である。光ビーム走査装置100は、少なくとも第1のホログラム板110及び第2のホログラム板112から成る。120は走査面である。

10 第1のホログラム板110は、例えば収束球面波を平行波に変換する可動ホログラムであり、第2のホログラム板112は、例えば平行波を収束球面波に変換する固定ホログラムである。第1のホログラム板110から収束点までの距離を F_1 、第2のホログラム板112から収束点までの距離を F_2 、第1のホログラム板110から第2のホログラム板112までの距離を L とする。光源の中心波長を λ とする。

20 ビーム径 W の入射ビームが第1のホログラム板110に垂直に入射し、角度 θ_1 にて回折した後、第1のホログラム板110に平行な第2のホログラム板112に入射し、角度 θ_2 にて回折し、第2のホログラム板112から距離 F_2 の所に位置する走査面120に結像するものとする。

ここで、第1のホログラム板110及び第2のホログラム板112の空間周波数をそれぞれ f_1 、 f_2 とすると次式が成立する。

$$\sin \theta_1 = f_1 \lambda$$

25 $\sin \theta_1 + \sin \theta_2 = f_2 \lambda$

故に、

$$\sin \theta_2 = (f_2 - f_1) \lambda$$

光源の中心波長 λ に $\Delta \lambda$ だけ波長ずれが生じたとすると、

$$\cos \theta_1 \cdot \Delta \theta_1 = f_1 \Delta \lambda$$

2 1

$$\cos \theta_1 \cdot \Delta \theta_1 + \cos \theta_2 \cdot \Delta \theta_2 = f_2 \Delta \lambda$$

が成立する。

故に、

$$\cos \theta_2 \cdot \Delta \theta_2 = (f_2 - f_1) \Delta \lambda$$

5

$$= \sin \theta_2 (\Delta \lambda / \lambda)$$

となる。

波長ずれによって発生する走査ビームの位置ずれ量 ΔX は、

$$\Delta X = \Delta \theta_2 (F_2 / \cos \theta_2) / \cos \theta_2$$

$$= F_2 \sin \theta_2 (\Delta \lambda / \lambda) / \cos^3 \theta_2$$

10

… (2 1)

となる。

走査ビーム径 D は F ナンバと開口 W によって、

$$D = k \cdot F \cdot \lambda$$

$$= k \cdot \lambda (F_2 / \cos \theta_2) / (W \cos \theta_2) / \cos \theta_2$$

15

$$= k (F_2 / W) (\lambda / \cos^3 \theta_2)$$

… (2 2)

で与えられる。ここで、 k はこれらに関連した定数である。

一般にプリンタなどの光走査装置において適切な解像度を維持す

るためには、走査ビームの位置ずれ量 ΔX は走査ビーム径の $1/4$.

20

以下が要求される。したがって、 $\Delta X/D$ は、式 (2 1) 及び式

$$\Delta X/D = \sin \theta_2 \cdot (W/k) (\Delta \lambda / \lambda^2) < 1/4$$

… (2 3)

となる。

25

一方、光路差 $\Delta \phi$ 位置は、 $W \cdot \sin \theta_2$ で与えられる。したがっ

$$\Delta \phi_1 = W \sin \theta_2 < (1/4) k (\lambda^2 / \Delta \lambda)$$

… (2 4)

となる。

2 2

ここで、一般に、 $k \sim 2$ であるから、

$$\Delta \phi_1 < C (\lambda^2 / \Delta \lambda) \quad \dots (25)$$

となる。ここで、 $C = 0.5$ 以下の定数である。

5 以上によって、波長変化に対して光走査装置が十分な解像度を得るためには、走査ビーム内の光路差が、 $C (\lambda^2 / \Delta \lambda)$ 以下であることが必要となる。

走査ビームの波長ずれによるフォーカスぼけについても上述の条件が以下により成立する。Rayleighの分解能によると、フォーカスぼけを生じない波面収差は $\lambda / 4$ 以下である。ここで、
10 波長ずれが $\Delta \lambda$ のときの波面収差は、走査ビームの光路差を $\Delta \phi_2$ とすると、

$$\Delta \phi_2 (\Delta \lambda / \lambda) < \lambda / 4$$

で与えられる。

故に、

$$15 \quad \Delta \phi_2 < (1 / 4) (\lambda^2 / \Delta \lambda) \quad \dots (26)$$

となる。

以上の式(25)及び(26)から、波長変化あるいは波長分散に対して走査ビームの解像度を一定に保つためには、走査ビームの光路差 $\Delta \phi$ は、

$$20 \quad \Delta \phi = \Delta \phi_1 + \Delta \phi_2 < C (\lambda^2 / \Delta \lambda) \quad \dots (27)$$

の関係を満足することが必要である。

ここで、 C は定数である。したがって、式(27)を満たす光ビーム走査装置においては、たとえ光源に波長ずれが生じて、走
25 査ビームの位置ずれ、走査ビームのフォーカスぼけやフォーカスずれが発生することがない。

第17図～第19図に式(27)式を満足する光走査装置の構成例を示す。第17図～第19図では、可動である第1のホログラム板110及び固定された第2のホログラム板112がそれぞれ7つ

のセグメントに分かれている。

第18図で第1のホログラム板110の位置が x_4 のとき入射ビームは第1のホログラム板110のセグメント4が回折され、ついで第2のホログラム板112のセグメント4'で回折され、点P₄に到達するが、ここでビーム内の光路差が $(1/2)(\lambda^2/\Delta\lambda)$ 以下となるように2つのホログラム板110, 112は設定されている。

ついで第1のホログラム板110がたい17図に示すように右方に移動したとき、入射ビームはセグメント1で回折され、更に第2のホログラム板112のセグメント1'で回折され、点P₁に到達する。

同様に第19図では、入射光はセグメント7及びセグメント7'で回折され、点P₇に到達する。

以上の第M番目及び第M'番目のセグメントの間でいずれの場合もビーム内の光路差が $(1/2)(\lambda^2/\Delta\lambda)$ 以下となるように、第1のホログラム板110及び第2のホログラム板112を設定する。

以上の光ビーム走査装置で第1のホログラム板110を往復動させることにより、波長ずれ $\Delta\lambda$ に対して走査ビーム位置及び走査ビームのフォーカスぼけあるいはフォーカスずれのないデジタル光走査装置を得ることができる。尚、セグメント間が連続となるようにホログラムを構成するとアナログ光走査装置が得られる。

次に、第20図に示した代表的なホログラム走査系の平面図によって本第2の発明の第2の態様にかかる光ビーム走査装置の原理を説明する。尚、第20図において第15図及び第16図で示した構成と対応する構成には同一符号を付す。第20図における光ビーム走査装置100は、少なくとも第1のホログラム板110及び第2のホログラム板112から成る。

第20図に示す光ビーム走査装置100の第1のホログラム板1

24

10 (焦点距離 l_1) には走査ビームとして収束球面波が入射角 α にて入射し、この収束球面波は第1のホログラム板110によって発散球面波に変換されて出射角 δ にて第1のホログラム板110を出射する。第2のホログラム板112は、第1のホログラム板110と平行に且つ光軸距離 l_4 (第20図の $H_1 \sim H_3$ 間の距離) の位置に配置されている。

第1のホログラム板110から出射された発散球面波は、入射角 δ 、焦点距離 l_3 (同図の $H_2 \sim H_3$ 間の距離) にて第2のホログラム板112に入射し、第2のホログラム板112によって収束球面波に変換され、かかる収束球面波が焦点距離 l_2 (同図の $H_3 \sim H_4$ 間の距離)、出射角 β にて第2のホログラム板112から出射されとする。

このとき、走査ビーム光束の光路差を0にするためには、即ち、光軸及び結像に関して色消しとなる条件として、

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \{l_3 / (l_3 - l_4)\} \sin \beta \\ &\quad - \{l_4 / (l_3 - l_4)\} \sin \delta \quad \cdots (28) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos^2 \alpha / 2 / l_1 &= \{l_4 / (l_3 - l_4)^2 / 2\} \cos^2 \delta \\ &\quad + \{l_3^2 / (l_3 - l_4)^2 / l_2 / 2\} \cos^2 \beta \\ &\quad \cdots (29) \end{aligned}$$

20 が成立しなければならない。

ここで、第1のホログラム板110に対して入射する球面波の光軸が垂直であるとすれば、即ち $\alpha = 0$ とすれば、

$$k(\delta) = l_4 / l_3 \quad \cdots (30)$$

とおけば式(28)は、

$$25 \quad \sin \beta = k(\delta) \sin \delta \quad \cdots (31)$$

となる。

尚、 $k(\delta)$ は、第1のホログラム板110を出射する走査ビームの発散の程度を表すハラメータと考えることができる。

したがって、式(31)を満足する光ビーム走査装置においては、

本発明の第1の態様で説明した式(27)の走査ビームの光路差 $\Delta\phi$ の値を0とすることができる。

それ故、本発明の第2の態様によれば、光源に波長ずれが生じても、本発明の第1の態様の光走査装置よりも一層、走査ビームの位置
5 ずれ、走査ビームのフォーカスぼけやフォーカスずれが発生することのない光走査装置を得ることができる。

ここで、 $k(\delta)$ を δ に関して展開し近似すると、

$$k(\delta) = k_0 + k_1 \delta^2 \quad \dots (32)$$

となる。

10 第2のホログラム板112の空間周波数 $f(x)$ は、 $(\sin \delta - \sin \beta) / \lambda$ であるから、

$$\begin{aligned} \lambda f(x) &= \{1 - k(\delta)\} \sin \delta \\ &= (1 - k_0 - k_1 \delta^2) \sin \delta \end{aligned} \quad \dots (33)$$

15 が成立する。

空間周波数 $f(x)$ の一次微分 $f'(x)$ は、第1のホログラム板110と第2のホログラム板112との間の距離を L ($L = \ell_4$)とすれば、 $\tan \delta = x / L$ であるから、式(31)より、

$$\begin{aligned} \lambda f'(x) &= \{-2k_1 \delta \sin \delta + (1 - k_0 \\ 20 &\quad - k_1 \delta^2) \cos \delta\} \times \cos^2 \delta / L \end{aligned} \quad \dots (34)$$

となる。

一方、一般に第2のホログラム板112において、入射波の物点から第2のホログラム板112までの距離及び像点から第2のホログラム板112までの距離を各々 $a(\delta)$ 及び $b(\delta)$ とすれば、
25 次の結像関係

$$\begin{aligned} \cos^3 \delta / a(\delta) + \cos^3 \beta / b(\delta) &= \lambda f'(x) \end{aligned} \quad \dots (35)$$

が成立する。

26

走査の中心部 ($\delta \rightarrow 0$) では、式 (34) と式 (35) から、

$$1/a(0) + 1/b(0) = (1 - k_0)/L \quad \dots (36)$$

が成立する。

- 5 上式において、平面結像となるためには、 $b(\delta) = b(0) = b_0$ となればよい。また、

$$k(\delta) = l_4/l_3 = L/a(\delta) \quad \dots (37)$$

の関係がある。

ここで、 $a(\delta)$ を δ のべき級数で展開すると、

$$\begin{aligned} 10 \quad 1/a(\delta) &= \lambda f'(x)/\cos^3 \delta - \cos^3 \beta / \cos^3 \delta / b_0 \\ &= \{-2k_1 \delta + \delta^3/3 + \dots\} \\ &\quad + (1 - k_0) - k_1 \delta^2 / L \\ &\quad - \{1 + (3/2)(1 - k_0^2) \delta^2\} / b_0 \end{aligned} \quad \dots (38)$$

- 15 となる。

式 (37) より、

$$\begin{aligned} 1/a(\delta) &= k(\delta)/L \\ &= (k_0 + k_1 \delta^2)/L \end{aligned} \quad \dots (39)$$

である。

- 20 したがって、式 (38) と式 (39) を比較すると、

$$1/b_0 = (1 - 2k_0)/L \quad \dots (40)$$

$$k_1 = -(3/8)(1 - k_0^2)(1 - 2k_0) \quad \dots (41)$$

となる。

- 25 結局、 $k(\delta)$ 及び $a(\delta)$ を、下式

$$k(\delta) = k_0 - (3/8)(1 - k_0^2)(1 - 2k_0)\delta^2 \quad \dots (42)$$

$$a(\delta) = L/k(\delta) \quad \dots (43)$$

に従って定めれば、光源の波長ずれに対して光軸が変動しない光走

査装置が得られる。

ここで、 k_0 は光学系の特性を定めるパラメータである。式 (40) において、 b_0 が正であり、 $k(\delta)$ が 0 以上を仮定していることにより、

$$5 \quad 0 < k_0 < 0.5 \quad \dots (44)$$

となる。

また、第 1 のホログラム板 110 に入射する収束球面波は、式 (29) より $\alpha = 0$ 及び式 (30)、式 (32) により定まる。ここで、 l_1 は第 1 のホログラム板 110 へ入射する走査ビームから
10 一般的には定数となる。したがって、 $\delta = 0$ の場合を考えれば十分である。以上の結果より、 l_1 は次式で与えられる。

$$l_1 / l_1 = (k_0^2 / L + 1 / b_0) / (1 - k_0)^2$$

式 (40) から結局、

$$l_1 = L \quad \dots (45)$$

15 となる。

以上の結果より、色収差のない光走査装置の条件として次のことが導かれる。

①結像に関する色消し条件を満足するためには、第 1 のホログラム板 110 に入射する入射波は収束球面波であることが必要である。

20 ②第 2 のホログラム板 112 への入射角を δ としたとき、第 2 のホログラム板 112 の空間周波数 $f(x)$ を、

$$f(x) = \{1 - k(\delta)\} \sin \delta$$

また、

$$k(\delta) = k_0 - (3/8)(1 - k_0^2)(1 - 2k_0)\delta^2$$

25 とする必要がある。

③上式で $k(\delta)$ は、第 2 のホログラム板 112 に対する発散入射波光源の位置を定めるものであり、光軸に関する色消し条件を満足するためには、

$$a(\delta) = L / k(\delta)$$

とする必要がある。

④このとき、第2のホログラム板112から出射する走査ビームは、

$$1/b_0 = (1 - 2k_0) / L$$

5 に従って平面結像する。

次に、第21図に示した代表的なホログラム走査系の平面図によって本第2の発明の第3の態様にかかる光ビーム走査装置の原理を説明する。第21図における光ビーム走査装置100は、少なくとも第1のホログラム板110及び第2のホログラム板112から
10 成る。

第21図に示す光ビーム走査装置100の第1のホログラム板110（焦点距離 l_1 ）には走査ビームとして収束球面波が入射角 α にて入射し、この収束球面波は第1のホログラム板110によって収束球面波に変換されて出射角 δ にて第1のホログラム板110を
15 出射する。

第2のホログラム板112は、第1のホログラム板110と平行にかつ光軸距離 l_4 （第21図の $H_1 \sim H_3$ 間の距離）の位置に配置されている。第1のホログラム板110から出射された収束球面波は、入射角 δ 、焦点距離 $(l_3 - l_4)$ （同図の $H_2 \sim H_3$ 間の
20 距離）にて第2のホログラム板112に入射し、第2のホログラム板112によって収束球面波に変換され、かかる収束球面波が焦点距離 l_2 （同図の $H_3 \sim H_4$ 間の距離）、出射角 β にて第2のホログラム板112から出射されるとする。ここで、 l_3 は図7の $H_1 \sim H_2$ 間の距離である。

25 このとき、走査ビーム光束の光路差を0にするためには、即ち、光軸及び結像に関して色消しとなる条件として、次式

$$\sin \alpha = (1 - l_4 / l_3) \sin \beta + (l_4 / l_3) \sin \delta \quad \dots (46)$$

$$\cos^2 \alpha / 2 / l_1 = \{ l_4 / l_3^2 / 2 \} \cos^2 \delta$$

29

$$+ \{ (1_3 - 1_4)^2 / 1_2 / 1_3^2 / 2 \} \cos^2 \beta$$

$$\dots (47)$$

が成立しなければならない。

ここで、 $k'(\delta) = 1_4 / 1_3$ とおくと、本発明の光ビーム走査装置の第2の態様において議論したと同様に、色収差のない光ビーム走査装置を得るためとの条件として次のことが導かれる。

①結像に関する色消し条件を満足するためには、第1のホログラム板110に入射する入射波は収束球面波であることが必要である。

②第2のホログラム板112への入射角を δ としたとき、第2のホログラム板112の空間周波数 $f(x)$ を、

$$f(x) = \{1 - k(\delta)\} \sin \delta$$

また、

$$k(\delta) = k'(\delta) / \{1 - k'(\delta)\}$$

$$= k_0 - (3/8) (1 - k_0^2) \delta^2$$

$$k_0 = k'_0 / (1 - k'_0)$$

$$k'_0 = L / (L - a_0)$$

とする必要がある。

③上式で $k'(\delta)$ は、第2のホログラム板112に対する収束入射波光源の位置を定めるものであり、光軸に関する色消し条件を満足するためには、

$$a(\delta) = L / k(\delta)$$

$$= \{k'(\delta) - 1\} L / k'(\delta) < 0$$

とする必要がある。ここで、 a_0 が負の値をもつということは、第2のホログラム板112に入射するビームが収束球面波であることを示す。

④このとき、第2のホログラム板112から出射する走査ビームは、

$$1/b_0 = (1 + k'_0) / (1 - k'_0) / L$$

に従って平面結像する。

⑤上式において、 b_0 は正であるから、 $0 < k'_0 < 1$ でなければならない。

以上から判るように、第2のホログラム板112に入射する光が、本発明の第2の態様にて述べた発散球面波の場合の k に対して、本
5 発明の第3の態様における第2のホログラム板112から出射する光が収束球面波の場合の k' は、

$$k'(\delta) = k(\delta) / \{k(\delta) - 1\}$$

と置けばよいことになる。

このとき、 k は $0 \sim 0.5$ から、 $-\infty \sim 0.5$ の範囲に拡張する
10 ことができる。尚、 $\eta = 1 - k$ 、 $\eta' = 1 - k'$ 、 $\eta = 1 / \eta'$ と
おくと一般化することができる。

第22図に、第17図～第20図に示す構成において、因子 k を
変えた場合の第1のホログラム板への入射波及び出射波、並びに第
2のホログラム板からの出射波の形態を示す。

15 〔第1の実施例〕

第23図に、上記した第1の態様に係る並進型の光ビーム走査装
置の第1の実施例を示す。可動である第1のホログラム150は、
ボイスコイルモータなどの並進機構160によって、図中X方向に
直進駆動される。ホログラム面内でX方向に垂直な方向をY方向と
20 する。

第1のホログラム板150、及びこれと距離 L だけ離れた位置に
配置され固定された第2のホログラム板112として、X方向及び
Y方向の空間周波数分布 f_x 、 f_y が次式

第1のホログラム50：

$$\begin{aligned} f_x \lambda &= x_1 / F_1 \\ f_y \lambda &= y_1 / F_1 \end{aligned} \quad \dots (48)$$

第2のホログラム12：

$$\begin{aligned} f_x \lambda &= x_2 / F_2 \\ f_y \lambda &= y_2 / F_2 \end{aligned} \quad \dots (49)$$

で表されるものを用いる。ここで、添字はそれぞれ第1のホログラム板150及び第2のホログラム板112上の座標を示す。

今、可動である第1のホログラム板150に対して垂直に焦点距離 F_1 の収束球面波を入射すると、ほぼ平面波の走査ビームが第1
 5 のホログラム板150から出射される。このビームは固定された第2のホログラム板112によって回折され、走査面120上に収束する。第1のホログラム板150が距離 x_1 だけ移動すると、第1のホログラム板150からの出射ビームは角度 $\theta_1 = \sin^{-1}(x_1 / F_1)$ だけ変更される。この出射ビームは、第2のホログラム板
 10 112上の $L \tan \theta_1$ に角度 θ_1 にて入射し、角度 θ_2 にて出射される。

$$\begin{aligned} \text{ここで、} \sin \theta_2 &= x_2 / F_2 - \sin \theta_1 \\ &= L \tan \theta_1 / F_2 - \sin \theta_1 \\ &= L \tan \{ \sin^{-1}(x_1 / F_1) \} \\ &\quad / F_2 - x_1 / F_1 \end{aligned}$$

である。

波長ずれ $\Delta \lambda$ に対して良好な条件は、式(27)より

$$\Delta \phi = W \cdot \sin \theta_2 < (1/4) (\lambda^2 / \Delta \lambda)$$

である。

20 故に、

$$\begin{aligned} \sin \theta_2 &= L \tan \{ \sin^{-1}(x_1 / F_1) \} / F_2 - x_1 / F_1 \\ &< (1/4 W) (\lambda^2 / \Delta \lambda) \equiv \xi \quad \dots (50) \\ x_2 &= L \tan \theta_1 \quad \dots (51) \end{aligned}$$

となる。

25 ここで、 $L = F_2$ とすると x_1 / F_1 、 θ_1 、 θ_2 の関係は、第24図のようになる。また、 $\xi = (1/4 W) (\lambda^2 / \Delta \lambda)$ は、 $\lambda = 780 \text{ nm}$ のとき第25図のようになる。

以上のとおり、表2の $\sin \theta_2$ と表3の ξ の値より、波長変動に強い走査光学系の構成が得られる。

3 2

一例として、波長変動 1 nm の半導体レーザを用い、式 (48)、式 (49) で $F_1 = F_2 = 200 \text{ mm}$ なるホログラムを用い、第 1 のホログラム板 150 と第 2 のホログラム板 112 の距離 L を 200 mm とし、再生ビームのビーム径を 2 mm (F ナンバー 100) とする光ビーム走査装置を構成すると、このときの θ は第 25 図 (A) から 0.076 になる。

本装置で第 1 のホログラム板 150 を $\pm 100 \text{ mm}$ 並進駆動 ($x_1 / F_1 = 0.5$) させると、第 24 図に掲載したとおり、 $\sin \theta_2 = 0.077$ となり、式 (50) が略成立する。この結果、走査幅 (x_2 の 2 倍) が 252 mm (B4 サイズ) の光走査装置が得られ、且つ本装置では波長ずれに起因するビーム位置ずれによって走査性能が低下することはなかった。

〔第 2 の実施例〕

本発明の第 1 の態様による別の実施例を第 26 図に示す。第 1 のホログラムとして回転ホログラムディスク 150 を用いた。この場合でも、固定された第 2 のホログラム板 112 と組合せ、式 (27) の条件を満足するように可動である第 1 のホログラム板 150 と固定された第 2 のホログラム板 112 を構成すればよい。

好適な実施例は、第 1 のホログラム板 150 に平行に第 2 のホログラム板 112 を配置し、第 2 のホログラム板 112 のホログラムの中心軸 O が第 1 のホログラム 150 のビーム出射点に重なるように配置することによって達成される。

〔第 3 の実施例〕

本発明の第 1 の態様による更に別の実施例を第 27 図に示す。可動である第 1 のホログラムとして回転円錐台ホログラム 150 を用いている。円錐台表面上にホログラムを球面波と平面波で作成する。好ましくは、回転軸に中心を持つ波面を円錐台表面に垂直な平面波で作成する。

固定された第 2 のホログラム板 112 は第 1 のホログラム 150

の円錐台表面と類似の傾斜を有し、好ましくは平行に配置されている。本構造で式(27)を満足するように、第1及び第2のホログラム150, 112を設定すると波長ずれに強い光ビーム走査装置が得られる。

5 〔第4の実施例〕

可動である第1のホログラムとして円筒ホログラム150を用いた、本発明の第1の態様による更に別の実施例を第28図に示す。円筒表面上にホログラムを球面波と平面波で作成する。好ましくは、回転軸に中心を持つ波面と平面波で作成する。

10 固定された第2のホログラム板112は好ましくは円筒面と平行に配置されている。本構造で式(27)を満足するように、第1及び第2のホログラム112, 150を設定すると、波長ずれに強い光ビーム走査装置が得られる。

〔第5の実施例〕

15 第29図に、本発明の第1の実施態様による電子式光ビーム走査装置の実施例を示す。可動である第1のホログラム110は、音響光学素子によって形成される。代表的には酸化テルル結晶に55 MHz程度の中心周波数の高周波電界を印加し、±18 MHzの周波数変調を行うと、ピッチdが9~18 μmの干渉縞の回折格子が発生する。この縞の時間的变化によって光走査ビームが回折される。

20 ホログラム面内でX方向に(第1のホログラムの移動方向)垂直な方向をY方向とし、第1のホログラム110及びこれと距離L離れた固定された第2のホログラム板112として、空間周波数分布 f_x , f_y が次式

25 $f_x \lambda = A \sin \omega t + B, \quad f_y \lambda = 0$

〔第1のホログラム110〕

$$f_x \lambda = x_2 / F_2, \quad f_y \lambda = y_2 / F_2$$

〔第2のホログラム112〕

で表されるものを用いる。

今、第1のホログラム110に垂直に平面波ビームを入射すると、平面波の走査ビームが出射される。このビームは第2のホログラム板112によって回折され、走査面120上に収束する。第1のホログラム110によって回折された出射ビームは角度 $\theta_1 = \sin^{-1}$
 5 $(A \sin \omega t + B)$ だけ偏向される。この出射ビームは、第2のホログラム板112上の位置 $L \tan \theta_1$ に角度 θ_1 で入射し、第2のホログラム板112から角度 θ_2 で出射される。

ここで、

$$\begin{aligned} \sin \theta_2 &= x_2 / F_2 - \sin \theta_1, \\ 10 \quad &= L \tan \theta_1 / F_2 - \sin \theta_1, \\ &= L \tan \{ \sin^{-1} (A \sin \omega t + B) \} \\ &\quad / F_2 - (A \sin \omega t + B) \end{aligned}$$

である。

波長ずれに対して良好な条件は、式(27)より

$$15 \quad \Delta \phi = W \sin \theta_2 < (1/4) (\lambda^2 / \Delta \lambda)$$

である。

故に、

$$\begin{aligned} &| L \tan \{ \sin^{-1} (A \sin \omega t + B) \} / \\ &F_2 - (A \sin \omega t + B) | \\ 20 \quad &< (1/4 W) (\lambda^2 / \Delta \lambda) \end{aligned}$$

となる。

$\sin \theta_1$ が小さい場合は、上式の左辺は $| (L/F_2 - 1) \sin \theta_{1 \text{MAX}} |$ となる。ここで $\theta_{1 \text{MAX}}$ は 5° 程度である。

ここで、光源114として中心波長が780nm、波長ずれが5
 25 nmの半導体レーザを用い、入射ビーム径Wを5mmとすると、

$$(1/2 W) (\lambda^2 / \Delta \lambda) = 0.012$$

となる。従って、 $L/F_2 = 1 \pm 0.14$ とすればよい。一例として、 $L = 100 \text{ mm}$ として $F_2 = 110 \text{ mm}$ の光ビーム走査装置を構成したところ、波長ずれに影響されない光ビーム走査装置を得る

ことができた。

第29図には、1つの第1のホログラムを使用する実施例を示したが、第1のホログラムを2つ以上多段階に配置することもできる。

〔第6の実施例〕

- 5 第30図には、更に好適な構成として、走査ビームのフォーカスぼけを防止するため、前記した第5の実施例の前段で且つ発散光源の後に収束レンズ116及び拡大ホログラムレンズ118を配置することによって平行光を形成し、これを入射ビームとした例を示す。

- 第5の実施例では、平行光を収束するため走査ビームの中心と端
10 とで光路差 $\Delta\phi$ を生じている。この値は、 $F_2 = 110\text{ mm}$ の場合には、 $110\text{ }\mu\text{m}$ となる。しかし、許容値は $\Delta\phi < (1/4)(\lambda^2/\Delta\lambda) = 30\text{ }\mu\text{m}$ であるため走査ビームにフォーカスぼけが生じる。

- 本実施歩ではこの差 $80\text{ }\mu\text{m}$ を補正することができる。一例として、球面の収束レンズ116の焦点距離を 10 mm とし、半導体
15 レーザ114をレンズから 11 mm の距離に配置すると、焦点距離 110 mm の収束波が得られる。拡大ホログラムレンズ118の焦点距離を 110 mm として、この収束波をほぼ平行な波に変換すると、前述の光路差を打ち消すことができる。その結果、フォーカス
20 ぼけのない走査ビームを得ることができる。

〔第7の実施例〕

- 第31図に、第6の実施例で用いた音響光学素子の代わりに、第1のホログラム110として液晶素子を用いた場合を示す。光源114と第1のホログラム110との間には、拡大ホログラムレンズ
25 118及び収束レンズ116が配置されている。

ピッチ $0.5\text{ }\mu\text{m}$ の周期を持つ楕形透明電極に電界を印加すると、液晶の内部に位相差が生じるため、ホログラムが形成される。印加電界を変化させることによって縞の無い状態とピッチが $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 及び $1\text{ }\mu\text{m}$ の回折格子を作ることができる。光源として半導体レー

ザ114を入射し、第2のホログラム板112で回折させることによって波長ずれに影響されない、例えば光スイッチングを実現することができる。尚、第31図には、1つの第1のホログラムを使用する実施例を示したが、第1のホログラムを2つ以上多段階に配置
5 することもできる。

第32図に、第1のホログラムとして反射型の液晶素子を使用する例を示す。

第7の実施例にて使用した液晶素子の代わりに、電気光学結晶、例えばLiNbO₃、Sr_xBa_(1-x)NbO₃、KDP、GaAs、ZnO、LiTaO₃から第1のホログラムを構成することによって、走査ビームを回折させることもできる。また、第1のホログラムとして音響光学素子、液晶素子あるいは電気光学結晶を使用することにより、第1のホログラムにおける走査ビームの回折を電
10 氣的に制御することができる。

したがって、第1のホログラムを機械的に移動させるよりも高速で走査ビームを走査させることができるだけでなく、光走査装置の小型化が図れ、可動部分がないため光走査装置の機械的性能の劣化を招くこともない。

第23図に示した光ビーム走査装置に基づき、本発明の光ビーム走査装置の第2の態様及び第3の態様を以下具体的に説明する。
20

第1のホログラム110は平板状で収束波を発散波に変換する。第2のホログラム112も平板状であるが発散波を収束波に変換する。第1のホログラム110を第2のホログラム112に対して相対的に移動させる。第1のホログラム110の移動方向をX方向とすると前述の解析に従って、次の諸式が成立するように第1及び第
25 2のホログラムを形成することによって、波長ずれに対して走査ビーム位置が変化しない光ビーム走査装置を得ることができる。

$$k(\delta) = k_0 - (3/8)(1 - k_0^2)(1 - 2k_0)\delta^2$$

$$k_1 = - (3/8)(1 - k_0^2)(1 - 2k_0)\delta^2$$

37

$$b_0 = L / (1 - 2k_0)$$

$$a(\delta) = L / k(\delta)$$

$$\sin \beta = k(\delta) \sin \delta$$

$$W = L \tan \delta + b_0 \tan \beta$$

- 5 ここで、第1のホログラムに光が垂直に入射するものとし、第1のホログラムの移動に伴って出射波の回折角度 δ が時間と共に変化する事となる。

- 第25図(B)に、 k_0 をパラメータにした場合の k_1 、 b_0 の所要値及び δ が 35° の場合の第2のホログラムの回折角 β 、及び
10 走査距離 W について設計例を示した。

また、平面結像性を得るために、ディスクからの出射角度 δ が 0° と 35° で結像距離がほぼ同じになるよう構成例を第25図(C)に示した。

尚、設計においては、次式を用いた。

- 15 $1/a(\delta) = k(\delta)/L = (k_0 + k_1 \delta^2)/L$
 $\sin \beta = k(\delta) \sin \delta$

$$\frac{\cos^3 \delta}{a(\delta)} + \frac{\cos^3 \beta}{b(\delta)} = (1/L) \cos^2 \delta \{ -2k_1 \delta \sin \delta$$

$$+ (1 - k(\delta)) \cos \Delta \}$$

- 20 $W = L \tan \delta + b_0 \tan \beta$

$$b_0 = L / (1 - 2k_0)$$

- 本発明によれば、波長変動あるいは波長分散性を有する光源に対しても走査ビーム位置ずれあるいは走査ビームのフォーカスずれやフォーカスぼけのない光走査装置を得ることができる。また、波長
25 ずれを補正するだけでなく、平面結像性を有する光ビーム走査装置を得ることができる。本発明の光ビーム走査装置は安価な半導体レーザあるいは発光ダイオードを使用できるため、光ビーム走査装置が安価に製造可能になる。また、ホログラムは量産複製ができるため、従来のポリゴンスキャナに比べて安価な光ビーム走査装置を

得ることができる。本発明はレーザプリンタ用スキャナ、POSスキャナ、光ヘッド、3次元形状検査装置、光スイッチなどに応用できる。

〔第3の発明〕

- 5 前記した第1の発明は、入射光から結像面までの光束内の周辺光路長を等しくする点に特徴を有し、この構成とすることにより走査線の位置ずれ補償を行なっている。

従って、第33図及び第34図に示されるように、光源部の半導体レーザからの発散光をコリメータレンズ31で、並行光にし、シリンドリカルレンズ32で、副走査方向で収束し、主走査方向は並行光とした場合（又は主走査方向も収束した場合）には、入射波の副走査方向の焦点を、ホログラム回転体10上に持ってくる必要がある。

- 15 しかしながら、第1の発明では、次の問題が発生するおそれがある。

①入射光から結像面4aまでの光束内の周辺光路長を等しくさせるには、定置ホログラム板20の回折角を小さくする必要があり、例えば、 0.5° 程度とせざるを得ず、空間周波数（単位当たりの干渉縞の本数）が低く、回折効率が悪く、結像面4aでの光パワーが弱くなる。

②回折角が小さい所謂イン・ライン型のホログラムは、ホログラムの作成において、参照波と物体波とを近づける必要があり、光露光では、極めて難しい。

- 25 ③回折角が小さいと、高次回折光の分離が困難となり、不要な光が混在してしまう。

本第3の発明は上記の問題点に鑑み、入射光から結像面4aまでの光束内の周辺の光路長を等しくするようにしても、定置回折格子板の回折角を大きくすることができる光ビーム走査装置を提供することを目的とするものである。

第35図は本第3の発明の原理を説明するための図である。

本第3の発明では、光源部201と、回折格子を記録した回転体202と、この回転体202と走査面204との間に設けられ、回折格子を記録した固定板203とを有し、上記光源部201からの入射光を、回転体202の回折格子で回折するとともに、回転体202の回転により、回折光を走査し、固定板203で回折して、走査面204を光走査する光ビーム走査装置において、走査方向と直交する方向において、回転体202に入射する入射光の収束位置を、回転体面より結像面側又は入射光側とし、固定板203が回転体202からの回折光を回折して、入射光から走査面204までの光束内の周辺の光路長を等しくしたことを特徴とするものである。以下、具体的な実施例について説明する。

〔第1の実施例〕

第36図は、本第3の発明における第1の実施例を示す構成図である。同図において、半導体レーザ210の発散光は、コリメータレンズ211により、並行光とされ、シリンドリカルレンズ212により、副走査方向Yで収束する。ここで、一方の光路長 $R_1 + R_2 + R_3$ と、他方の光路長 $R_1' + R_2' + R_3'$ とを等しくする条件において、定置ホログラム板203に回折角を持たせるには、光路長 R_3 と、 R_3' との長さに差を持たせれば良い。このためには、その差だけ、光路長 $R_1 + R_2$ と、光路長 $R_1' + R_2'$ とに差を持たせる必要がある。

そこで、本実施例では、走査方向と直交する方向において、ホログラム回転体202に入射する入射光の収束位置を、ホログラム回転体面より結像面側とし、光路長 $R_1 + R_2$ と、光路長 $R_1' + R_2'$ とに差を持たせて、定置ホログラム板203でホログラム回転体202からの回折光を大きく回折して、入射光から走査面204aまでの光束内の周辺の光路長を等しくするようにした。具体的には、このシリンドリカルレンズ212を、第34図の位置より、ホ

ログラム回転体 202 側に移動することにより、焦点位置は、ホログラム回転体 202 より結像面側、即ち奥側の M_1 に設定できる。

従って、入射光である収束球面波は、ホログラム回転体 202 で回折され、途中で収束した後、発散して、定置ホログラム板 203
5 に入射する。

この時、ホログラム回転体 202 から中心 M_1 の参照球面までの光路長 R_1 、 R_1' は、 $R_1 < R_1'$ となり、ホログラム回路体 202 から定置ホログラム板 203 までの光路長 R_2 、 R_2' は、 $R_2 < R_2'$ となるから、定置ホログラム板 203 から中心 M_2 (結
10 像面 204 a) の参照球面までの光路長 R_3 、 R_3' は、 $R_3 < R_3'$ とすることができる。

従って、定置ホログラム板 203 から出射する走査ビームを曲げる
必要があり、このため、定置ホログラム板 203 の回折角を大きく
でき、イン・ライン型のホログラムから、オフ・アクシス型のホ
15 ログラムになり、回折効率を大きくできる。

ここでは、焦点位置 M_1 を、ホログラム回転体 202 により結像
面側にしているため、定置ホログラム板 203 の回折方向は、正の
方向、即ちホログラム回転体 202 の回折方向と同一方向にする必
要がある。

20 このようにして、半導体レーザ 210 の温度変動に伴う波長変動
(中心波長の変動、マルチモードの分布変動) による走査線の位置
変動の条件を満たしつつ、定置ホログラム板 203 の回折角を大き
くでき、結像面での光パワーの減少を防止し、ホログラム板の製作
を容易とし、不要高次回折波の混在を防止できる。

25 第 37 図は本発明の第 1 の実施例定置ホログラム板の作成説明図
である。

同図に示すように、定置ホログラム板 203 は、物体波(球面収
差波)と、参照波の干渉により、作成する。この物体波と参照波に
より作成されるホログラムの位相分布 Φ_H は、物体波の位相を Φ_0 、

4 1

参照波の位相を Φ_R とすると、下記 (6 1) 式で示される。

$$\Phi_H = \Phi_0 - \Phi_R \quad \cdots (6 1)$$

この時、ホログラム回転体 2 0 2 の回折波は、円筒球面波であるから、参照波の位相 Φ_R は、点 Z_0 を中心とする球面波と円筒波の
5 位相差で示され、下記 (6 2) 式で示される。

$$\Phi_R = k_2 \cdot (\sqrt{Z_0^2 + X^2} + (Y - Y_0)^2 - \sqrt{Z_0^2 + X^2})$$

$$\cdots (6 2)$$

10 但し、 k_2 は、再生波の波数、 X は主走査方向の座標、 Y は副走査方向の座標、 Z は主走査方向と副走査方向に直交する方向の座標である。

一方、物体波は、ホログラム回転体 2 0 2 からの出射波が、走査
15 中心で当たる定置ホログラム板 2 0 3 の中心軸 A を中心とする球面収差波であり、軸 A から外側に移るにつれてより内側に曲がる所謂「正の球面収差波」であり、物体波の位相 Φ_0 は、下記 (6 3) 式で示される。

$$\Phi_0 = k_2 \{ C_1 \cdot (X^2 + Y^2) + C_0 \cdot Y \}$$

$$\cdots (6 3)$$

20 但し、 C_0 、 C_1 は定数である。

従って、ホログラムの分布位相 Φ_H は、下記 (6 4) 式となる。

$$\Phi_H = k_2 \{ C_1 \cdot (X^2 + Y^2) + C_0 \cdot Y + \sqrt{Z_0^2 + X^2} - \sqrt{Z_0^2 + X^2 + (Y - Y_0)^2} \}$$

25

$$\cdots (6 4)$$

これにより、 X (主走査) 方向、 Y (副走査) 方向の物体波の方向余弦 f_x 、 f_y は、ホログラムの分布位相 Φ_0 を、 X 、 Y で偏微分したものであるから、下記 (6 5) 式、(6 6) 式となる。

$$f_x = \frac{\lambda}{2\pi} \cdot \frac{\partial \phi_0}{\partial x} = 2 C_1 X \quad \dots (65)$$

$$f_y = \frac{\lambda}{2\pi} \cdot \frac{\partial \phi_0}{\partial y} = 2 C_1 Y \quad \dots (66)$$

5 従って、中心軸 P_1 , P_2 , P_3 , P_4 から定置ホログラム板 203 にあたる点 Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 までの光路長 $[PQ]$ が、どの点においても同一の $1/2 C_1$ であるようにするのが最適である。

10 ここで、(62) の式での $C_0 \cdot y$ の項により、 Y (副走査) 方向に、回折角を持たせることができる。

第38図、第39図は本第3の発明の第1の実施例による効果を示す走査ビームの強度分布図であり、第38図に半導体レーザの波長がシングルであるときの波動光学的な走査ビーム形状を示し、第39図に半導体レーザの波長がマルチモードであるときの波動光学的な走査ビーム形状を示す。

20 第36図において、ホログラム回転体202と定置ホログラム板203との距離を、223mm、定置ホログラム板203と結像面204aまでの距離を、265mmとした場合に、ホログラム回転体202から収束点 M_1 までの光軸上の距離を、35.5mmとした。

25 このようにすると、半導体レーザ210の波長変動による位置ずれを補償するための定置ホログラム板203の出射角は、14.4°となり、回折角を大きくでき、高次光の分離も容易となる。

この適切な値において、直線走査誤差は、±0.1mm以内、等速走査誤差は、0.3%以内の良好な直線走査が得られた。

この時、半導体レーザ10の波長が、シングルモードである時の走査中心、走査位置146mmでの走査ビームの強度分布は、第3

4 3

8 図 (A), (B), (C) に示す通りである。

これに対し、半導体レーザ 2 1 0 の波長が、マルチモードである時、例えば、マルチモード幅が、2 nm と非常に大きく、且つパワー比が中心 1 に対して、0.6 と非常に大きい場合を、波長変動
5 のある例として、計算した。

実際の半導体レーザ 2 1 0 は、これよりはるかに中心に集まったスペクトル特性である。

この時の走査中心、走査位置 7 3 mm、走査位置 1 4 6 mm での走査ビームの強度分布は、第 3 9 図 (A), (B), (C) に示す
10 ものが得られた。

この結果から、波長変動のある例としたマルチモード分布でも、シングルモードの場合と変わらない走査ビーム強度分布が得られ、半導体レーザ 2 1 0 の波長変動の影響は、完全に補償されていることが判った。

15 このように、半導体レーザ 2 1 0 の温度変動に伴う波長変動 (中心波長の変動、マルチモードの分布変動) による走査線の位置変動の条件を満たしつつ、定置ホログラム板 2 0 3 の回折角を大きくでき、結像面での光パワーの減少を防止し、ホログラム板の製作を容易とし、不要高次回折波の混在を防止できる。

20 [第 2 の実施例]

第 4 0 図は本発明の第 2 の実施例構成図である。

第 4 0 図において、第 3 6 図で示したものと対応する構成については、同一の記号で示してある。本実施例では、走査方向と直交する方向において、ホログラム回転体 2 0 2 に入射する入射光の収束
25 位置を、ホログラム回転体面よりも入射光側とし、光路長 $R_1 + R_2$ と光路長 $R_1' + R_2'$ として差を持たせて、定置ホログラム 2 0 3 でホログラム回転体 2 0 2 からの回折光を大きく回折して、入射光から走査面 2 0 4 a までの光束内の周辺の光路長を等しくするように構成したものである。

4 4

半導体レーザ 2 0 1 の発散光は、コリメータレンズ 2 1 1 により、並行光とされ、シリンドリカルレンズ 2 1 2 により、副走査方向 Y で収束する。このシリンドリカルレンズ 2 1 2 を、第 3 4 図の位置より、半導体レーザ 2 1 0 側に移動することにより、焦点位置は、
5 ホログラム回転体 2 0 2 より入射光側、即ち手前の M_1 に設定できる。

従って、入射光である収束球面波は、途中で収束した後、発散してホログラム回転体 2 0 2 で回折され、定置ホログラム板 2 0 3 に入射する。

10 この時、ホログラム回転体 2 0 2 から中心 M_1 の参照球面までの光路長 R_1 , R_1' は、 $R_1 < R_1'$ となり、ホログラム回転体 2 0 2 から定置ホログラム板 2 0 3 までの光路長 R_2 , R_2' は、 $R_2 < R_2'$ となるから、定置ホログラム板 2 0 3 から中心 M_2 (結像面 2 0 4) の参照球面までの光路長 R_3 , R_3' は、 $R_3 < R_3'$ とすることができる。
15

従って、定置ホログラム板 2 0 3 から出射する走査ビームを曲げる必要があり、このため、定置ホログラム板 2 0 3 の回折角を大きくでき、イン・ライン型のホログラムから、オフ・アキシス型のホログラムになり、回折効率を大きくできる。

20 ここでは、焦点位置 M_1 を、ホログラム回転体 2 0 2 より入射光側にしているため、定置ホログラム板 2 0 3 の回折方向は、負の方向、即ちホログラム回転体 2 0 2 の回折方向と逆方向にする必要がある。

このようにしても、半導体レーザ 2 1 0 の温度変動に伴う波長変動 (中心波長の変動、マルチモードの分布変動) による走査線の位置変動の条件を満たしつつ、定置ホログラム板 2 0 3 の回折角を大きくでき、結像面での光パワーの減少を防止し、ホログラム板の製作を容易とし、不要高次回折波の混在を防止できる。
25

尚、上述の実施例に他に、本発明は、次のような変形が可能であ

る。

①光ビーム走査装置の適用な電子写真印刷装置で説明したが、レーザ描画装置、レーザ検査装置等にも適用できる。

②回折格子をホログラムで説明したが、他の回折格子で構成することもできる。

③ホログラム回転体を、ディスク形状で説明したが、ドラム形状等他のものを適用できる。

④収束位置の変更を、シリンドリカルレンズ212の位置変更により説明したが、シリンドリカルレンズ212の焦点距離を変えても良い。

以上本発明を実施例により説明したが、本発明の主旨の範囲内で種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

以上説明したように、本第3の発明によれば、走査方向と直交する方向において、ホログラム回転体202に入射する入射光の収束位置を、回転体面より結像面側又は入射光側とし、光路長 $R_1 + R_2$ と、光路長 $R_1' + R_2'$ とに差を持たせて、定置ホログラム板203でホログラム回転体202からの回折光を大きく回折して、入射光から走査面204までの光束内の周辺の光路長を等しくするようにしたので、半導体レーザ210の温度変動に伴う波長変動による走査線の位置変動の条件を満たしつつ、定置ホログラム板203の回折角を大きくでき、結像面での光パワーの減少を防止できる。

また、定置ホログラム板203の回折角を大きくできるので、回折格子板の製作を容易とし、安価に安定に提供できると共に、定置ホログラム板203の回折角を大きくできるので、不要高次回折波の混在を防止できる。

〔第4の発明〕

光ビーム走査装置をレーザプリンタ等に適用するには、走査ビームが感光ドラム上で常に一定の速度で走査する必要がある。このた

め、定置ホログラム板には等速補正機能が付与されている。第 1 の発明における定置ホログラム板の等速補正機能は、第 4 1 図に示すように、ホログラム回転体の等角速度走査による光ビームの走査速度が、実線で示すように、中心から走査端に行くにつれ、速くなることから、第 3 3 図に示すように、中心から走査端に行くにつれ、回折角を大きくして、中心に向かうように回折して、各走査位置での走査速度を一定の V 。(第 4 1 図 (A) 参照) とするものである。

このため、第 4 1 図 (B), (C) に示すように、定置ホログラム板 2 0 の干渉縞分布を作成する物体波は、球面収差波である必要があり、更に結像面 4 でのビーム口径を、主走査方向と副走査方向とで同一とするため、物体波の収差量は、主走査方向と副走査方向で同一としていた。

しかしながら、第 1 の発明では次の問題が生ずるおそれがある。

装置の小型化を実現するには、ホログラム回転体 1 0 から結像面 4 までの光路長を短くする必要があり (第 1 図参照)、ホログラム回転体 1 0 と定置ホログラム板 1 0 との光路長を小さくすることが考えられる。

この時、ホログラム回転体 1 0 の走査幅をそのままとすると、結像面 4 での主走査幅が小さくなるので、ホログラム回転体 1 0 の走査幅を大きくする必要があり、このようにすると、定置ホログラム板 2 0 への入射角が増大し、同一の空間周波数では、回折光を走査中心に戻しすぎ、第 4 1 図 (A) の点線に示すように、等速性がマイナス方向に劣化してしまう。

本第 4 の発明は、光路長を小さくしても、等速性が劣化せず、しかもビーム収差の生じない光ビーム走査装置を提供することを目的とするものである。

〔一実施例〕

第 4 2 図は本発明の一実施例構成図 (副走査方向)、第 4 3 図は本発明の一実施例構成図 (主走査方向)、第 4 4 図は本発明の一実

4 7

施例定置ホログラム板の説明図である。

第 4 2 図の副走査方向において、半導体レーザ 3 1 0 の発散光は、
コリメータレンズ 3 1 1 により、並行光とされ、X 側シリンドリカル
5 副走査方向 Y でホログラム回転体 3 0 2 上で収束し、ホログラム回
転体 3 0 2 で回折され、定置ホログラム板 3 0 3 入射し、回折、収
束され、感光ドラム 3 0 4 の結像面 3 0 4 a に収束する。

一方、第 4 3 図の主走査方向では、半導体レーザ 3 1 0 の発散光
は、コリメータレンズ 3 1 1 により、並行光とされ、X 側シリンド
10 リカルレンズ 3 1 2 で収束され、Y 側シリンドリカルレンズ 3 1 3
を介し、主走査方向 X でホログラム回転体 3 0 2 の先の M 1 で収束
され、ホログラム回転体 3 0 2 の回折走査され、定置ホログラム板
3 0 3 に入射し、回折、収束され、感光ドラム 3 0 4 の結像面 3 0
4 a に収束する。

15 この定置ホログラム板 3 0 3 は、主走査方向と副走査方向の物体
波の方向余弦の変化率が異なっている。

このため、定置ホログラム板 3 0 3 の干渉縞を作成する物体波が、
従来では、等方な球面波であったが、本発明では、第 4 4 図 (A),
(B) に示すように、主走査方向と、副走査方向との収差量を異な
20 らしめており、各々の方向では、どの場所でも、光軸からホログラ
ム面までの距離が等しい収差として、等速走査を実現している。

この理由は、従来技術では、ホログラム回転体 3 0 2 と定置ホロ
グラム板 3 0 3 との光路長を小さくし、ホログラム回転体 3 0 2 の
走査幅を大きくすると、定置ホログラム板 3 0 3 の空間周波数が高
25 いため、回折光を走査中心に戻すため、等速性がマイナスに劣化す
る。

そこで、主走査方向の空間周波数を下げるため、第 4 4 図 (B)
の主走査方向の収差量を決定するどの場所でも、光軸からホログラ
ム面までの距離を等しい長さ F_1 とし、長さ F_1 が、第 4 4 図

4 8

(A) の副走査方向の等しい長さ F_2 より長くする。

即ち、副走査方向において、光軸からホログラム面までの距離は、下記 (7 1) 式を満たす。

$$P_1 Q_1 = P_2 Q_2 = P_3 Q_3 \cdots = F_2 \quad \cdots (7 1)$$

又、主走査方向において、光軸からホログラム面までの距離は、下記 (7 2) 式を満たす。

$$P_1' Q_1' = P_2' Q_2' = P_3' Q_3' \cdots = F_1 \quad \cdots (7 2)$$

10 そして、この距離 F_2 、 F_1 は、下記 (7 3) 式の条件とする。

$$F_1 > F_2 \quad \cdots (7 3)$$

このようにすると、定置ホログラム板 3 0 3 の主走査方向の空間周波数が低くなり、等速性の過剰補正がなくなる。

このような定置ホログラム板 3 0 3 に記録される上式を満足する
15 物体波の位相 Φ 。(X, Y) は、下記 (7 4) 式で示される。

$$\Phi_0(X, Y) = k_2 \cdot [C_1 \cdot X^2 + C_2 \cdot Y^2 + C_0 \cdot Y] \quad \cdots (7 4)$$

$$C_1 = \frac{1}{2 \cdot F_1}$$

$$20 \quad C_2 = \frac{1}{2 \cdot F_2}$$

ここで、X, Y は、それぞれ定置ホログラム板 3 0 3 の走査中心を原点とする主走査方向、副走査方向の座標であり、 k には、再生波の波長 λ_2 の波数である。

25 (7 4) 式で判るように、 $C_0 \cdot Y$ は、オフ・アキシスのための修正項であるから、物体波の位相としては、X, Y に関し、第 4 4 図 (D) に示すように、楕円となっていることが必要であり、第 4 4 図 (C) に示すように、従来の等方球面波による円とは異なる。

尚、この時の参照波の位相 Φ_R は、点 Z_0 を中心とする球面波と

円筒波の位相差で示され、下記（75）式で示される。

$$\Phi_R = k_2(\sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2} - \sqrt{X^2 + Z_0^2})$$

5 …（75）

但し、Zは主走査方向と副走査方向に直交する方向の座標である。

従って、物体波の主走査方向の方向余弦 f_x 、副走査方向の方向余弦 f_y は、（74）式を各々偏微分したものであるから、各々下記（76）式、（77）式となる。

10
$$f_x = \frac{1}{k_2} \frac{\partial \Phi_0}{\partial x} = \frac{1}{F_1} \cdot X$$

…（76）

$$f_y = \frac{1}{k_2} \frac{\partial \Phi_0}{\partial y} = \frac{1}{F_2} \cdot Y + C_0$$

15 …（77）

（76）式、（77）式を比較すると、（73）式の条件から、主走査方向の物体波の方向余弦 f_x の変化率は、副走査方向の物体波の方向余弦 f_y の変化率より小さく、主走査方向の空間周波数 f_x を小さくできる。

20 このように、距離を F_1 に変えると、結像面 304a での、主走査方向と副走査方向とのビーム結像距離が異なり、この補正が必要である。

第43図に示すように、副走査方向では、定置ホログラム板 303 が、パラメータ F_2 の時に、結像距離 L で結像するものとする、
25 主走査方向で、パラメータ F_1 で、結像距離 L で結像するには、ホログラム回転体 302 から出射した発散波の焦点距離 d_1 は、周知の結像式により、式（78）式で得られる。

$$1/d_1 = 1/F_1 - 1/L \quad \dots (78)$$

ここで、ホログラム回転体 302 の位置は、副走査方向の結像条

50

件の関係から、変えられないので、入射波の入射焦点距離 d_0 を調整する。

即ち、X側シリンドリカルレンズ312により、入射光の焦点距離 d_0 を調整し、ホログラム回転体302の先に、入射収束点 M_1 を設定すると、ホログラム回転体302の出射波点位置 M_2 は、定置ホログラム板303から距離 d_1 となり、主走査方向でも、パラメータ F_1 で、結像距離 L で結像し、主走査方向と副走査方向とのビーム口径の差を補正できる。なお通常はX側シリンドリカルレンズ312は省略することができ、X方向はコリメートLD間の位置調整で行うことが可能である。

次に、具体例で説明すると、ホログラム回転体302と定置ホログラム板303との光路長 L_1 を234mmを短くし、定置ホログラム板303と結像面304aとの光路長 L を、276mmとして、 F_1 、 F_2 を279mmとした。

この時、適切なパラメータを選ぶことにより、50ミクロン以内の直線で、収差の少ないビームが得られるが、等速性は-1.4%と大きかった。

そこで、 F_1 を F_2 より大きくし、 F_1 を356mm、 F_2 を226mmとしたところ、 L_1 が273mm、 L_2 が226mmとなり、総合光路長は変わらないが、直線性が50ミクロン以内で、ビーム収差が無く、等速性は0.6%と小さくなり、実用上十分な特性を得た。

尚、(74)式では、物体波の位相の定数 k_2 は、再生波の波長 λ_2 の波数としたが、この波数を、再生波の波数と異ならせることもできる。

これは、再生波に、半導体レーザ310を用いた場合、波長 λ_2 が780nmであり、高い回折効率を持つホログラム材料の波長感度は、この波長より短い波長域にあることから、ホログラム作成は、波長の短いレーザ光源を用いる必要があり、例えば、波長 λ_1 が4

5 1

88 nmのアルゴンレーザを用いる。

このため、物体波の波長は、 λ_1 で、再生波の波長は、 λ_2 となるから、物体波の位相を変更する必要がある。

そこで、作成波長 λ_1 の波数を k_1 とし、再生と作成の波長比を
5 $S (= \lambda_2 / \lambda_1)$ とすると、物体波の位相 $\Phi_0(X, Y)$ は、下記(79)式とすれば良い。

$$\Phi_0(X, Y) = k_1 \left[\frac{X^2}{2(F_1 \cdot S)} + \frac{Y^2}{2(F_2 \cdot S)} \right] \quad \dots (79)$$

10 従って、半導体レーザ310と異なるホログラム作成波長 λ_1 の波数 k_1 の時は、(74)式に基づいて適切に選んだ F_1 と F_2 を波長比倍することにより、物体波の距離 F_1 、 F_2 が求まる。

このようにして、ホログラム回転体302から結像面304aの距離を短くして、小型化しても、等速走査を実現し、光ビーム収差
15 のない光走査が実現できる。

〔他の実施例〕

上述の実施例の他に、本発明は、次のような変形が可能である。

①光ビーム走査装置の適用を電子写真印刷装置で説明したが、レーザ描画装置、レーザ検査装置等にも適用できる。

20 ②回折格子をホログラムで説明したが、他の回折格子で構成することもできる。

③ホログラム回転体を、ディスク形状で説明したが、ドラム形状等他のものを適用できる。

④前述の例では、等速性がマイナス方向に劣化する場合で説明したが、プラス方向に劣化する場合には、 F_1 を F_2 より小とし、主走査方向の空間周波数の変化率を副走査方向の空間周波数の変化率より大きくすれば良い。
25

以上説明したように、本発明によれば、次の効果を奏する。

①定置ホログラム板303の主走査方向の物体波の方向余弦の変

5 2

化率を、副走査方向の物体波の方向余弦の変化率と異ならしめたので、光路長を短くしても、等速走査が実現できる。

②このようにして、主走査方向と副走査方向とで、ビーム結像距離が変化しても、ホログラム回転体 3 0 2 に入射する入射光を、主走査方向と副走査方向とで焦点距離が異なるように構成して、ビーム収差量の変化を補正でき、ビーム収差をなくすることができる。

〔第 5 の発明〕

本発明も前記した第 4 の発明と同様、光路長を小さくしても、等速性が劣化せず、しかもビーム収差の生じない光ビーム走査装置を提供することを目的とするものである。

〔一実施例〕

第 4 5 図及び第 4 6 図は本第 5 の発明の一実施例を示す図である。第 4 5 図において、歪曲収差を少なくするには、凸レンズ光学系で知られているように、焦点距離 F を大きくすれば良く、ホログラムで実現するには、物体波の点光源位置とホログラム面からの距離を長くすれば良いことになる。即ち、同図における物体波の球面波の点光源位置を D_0 から D_0' とすれば良い。

しかし、このように参照球面波の距離 F を大きくすると、中央部の結像位置も遠くなるため、歪曲収差を小さくできるものの、ゼロとすることはできない。

この時、例えば前記の (6 2) 式の参照波の位相 Φ_R' (X , Y) は、下記 (8 1) 式で示される。

$$\Phi_R' (X, Y) = k_2 \left[-\sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2} + \sqrt{X^2 + Z_0^2} \right] \quad \dots (8 1)$$

即ち、参照波の位相は、(8 1) 式の前項の球面波位相と、後項の円筒波の位相差で示され、主走査方向では参照波はほぼ垂直平行光に等しい。 k_2 は再生波長 λ_2 の波数 ($2\pi/\lambda_2$) であり、作

5 3

成波長 λ_1 の波数 k_1 と同一であり、ホログラム光軸からホログラムディスク2面上までの距離と同一の D_0 。Oを球面波光軸とする波面を含んでいる。

そこで、中心の焦点距離は $F(D_0, O)$ で、端に行くほど焦点距離が増加する非球面レンズをホログラムで実現すれば良いから、ホログラムを作成する参照波の位相 Φ_R を下記(82)式のようにする。

$$\Phi_R(X, Y) = k_1 \left[-\sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2} + \sqrt{X^2 + Z_0^2} \right] \quad \dots (82)$$

(82)式と、前記の(81)式との違いは、再生波長 λ_2 、波数 k_2 の代わりに、作成波長 λ_1 の波数 k_1 を使用したことにある。

この作成波長 λ_1 を、 λ_2 より長くすると、波数 k_1 は、 k_2 より小さくなり、参照波の位相は小さくなる。

従って、定置ホログラム板403には、ホログラム回転体402からの回折波が該定置ホログラム板403に入射する波面とは、異なる波面が記録されることになる。

このため、再生時に再生波長 λ_2 を使用すれば、中心の焦点距離は $F(D_0, O)$ で、端に行くほど焦点距離が増加する非球面レンズをホログラムで実現できる。

これにより、第46図(A)に示すように、走査中心の収束位置は変わらず、走査端の収束位置が、結像面404a側に移動し、湾曲収差のない走査ビームが得られ、第46図(B)に示すように、走査端のビームが外側に移動するため、等速走査も実現できる。

(82)式の位相式では、円筒波の項の係数も k_1 としているが、球面波のみが上述の収差補正と、等速走査に機能するため、円筒波の項の係数を k_2 のままとして、下記(83)式の位相式を用いても、同一の機能を果たす。また参照波の波面をホログラム回転体4

0 2 から定置ホログラム板 4 0 3 に入射する波面と異ならせても同様に効果が得られる。この時の参照波の位相は (8 2) 式で参照波の点光源位置 D_0 を変えればよく、 Z_0 を Z_0' とすればよい。

$$\begin{aligned} 5 \quad \Phi_R(X, Y) = & -k_1 \sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2} \\ & + k_2 \sqrt{X^2 + Z_0'^2} \quad \dots (8 3) \end{aligned}$$

具体例で示すと、光路長が 5 0 0 mm の時に、(8 1) 式の位相式による定置ホログラム板 4 0 3 を用いた場合には、ビーム収差半径は、8 0 ミクロンと大きく、等速性は、0. 5 % 以内であり、直線性は、5 0 ミクロン以内であった。

これに対し、(8 2) 式の位相式による定置ホログラム板 4 0 3 を用いた場合には、ビーム収差半径は、2 0 ミクロンと大幅に減少し、等速性も、0. 4 % 以内と低減し、直線性は、5 0 ミクロン以内を保持した。

この時の波長比 (λ_1 / λ_2) 1. 0 2 とした。

こうして、必要な位相が得られれば、電子ビームやレーザによる描画又は補助光学系を用いて、ホログラムが作成でき、このホログラムの型を取り、定置ホログラム板 4 0 3 を複製できる。

20 このように、定置ホログラム板の干渉縞を作成する参照波の位相を変化することにより、非球面レンズのホログラムとすることにより、光路長を短くしても、湾曲収差をなくすことができ、等速走査性を向上できる。

尚、上述の実施例の他に、本発明は、次のような変形が可能である。

① 光ビーム走査装置の適用を電子写真印刷装置で説明したが、レーザ描画装置、レーザ検査装置等にも適用できる。

② ホログラム回転体を、ディスク形状で説明したが、ドラム形状等の他のものを適用できる。

③参照波、球面波、円筒波の点光源位置を、Y軸（副走査方向）に移動しても良い。

以上説明したように、本発明によれば、定置ホログラム板が、球面波の波数が再生波長の波数と異なる位相を有する波により作成された干渉縞分布を有するので、非球面レンズを構成し、光路長を短くしても、湾曲収差をなくし、収差のない走査ビームが得られ、又、非球面レンズのため、光路長を短くしても、等速走査が実現できる。

〔第 6 の発明〕

前記した第 1 乃至第 5 の発明は、ホログラム回転体と低ホログラム板とを具備した構造を有している。しかるに、上記各発明においては、ホログラムを構成する干渉縞の形成方法については詳述されているものの、ホログラム回転体、定置ホログラム板の形状に係る最適条件については何ら考慮されていなかった。

そして、一般に定置ホログラム板の走査方向に対する長さは光ビームが走査する距離よりも小さく設定されていた。これは、定置ホログラム板が小さければ小さい程、その作成が容易だったことによる。

しかるに、定置ホログラム板の長さとは光ビームが走査距離に着目し、①定置ホログラム板の長さに対して光ビームの走査距離が長い場合、及び②定置ホログラム板の長さに対して光ビームの走査距離が短い場合の双方について実験を行い、各種特性を調べたところ、第 4 7 図及び第 4 8 図に示す結果を得た。第 4 7 図は定置ホログラム板の長さに対して光ビームの走査距離が長い①の場合を示しており、第 4 8 図は定置ホログラム板の長さに対して光ビームの走査距離が短い②の場合を示している。

実験条件としては、光ビーム走査装置の構成としては第 1 図に示される基本構成を採用し、またホログラム回転体 1 0 と定置ホログラム板 2 0 との離間距離を 2 7 5 mm、定置ホログラム板 2 0 と感光ドラム 3 との離間距離を 3 9 1 mm、この時に必要な走査幅を 2

9 1 mmとし、また上記①の実験においては位置ホログラム板 20
の主走査方向に対する長さを 244 mm（走査幅の 291 mm より
も短い）とし、上記②の実験においては定置ホログラム板 20 の走
査方向に対する長さを 344 mm（走査幅の 291 mm よりも長
5 い）とし、夫々についてコンピュータを用いて最適設計を行った。

第 47 図に示す結果より、定置ホログラム板 20 の長さに対して
光ビームの走査距離が長い場合には、等速性及びビーム収差が大き
くなっており、良好な光ビーム走査を行うことができないことを示
している。

10 これに対して、第 48 図に示す結果より、定置ホログラム板 20
の長さに対して光ビームの走査距離が短い場合（換言すれば、光
ビームの走査距離よりも定置ホログラム板 20 が短い場合）には、
等速性、ビーム収差、及び主走査方向に対する波長変動による位置
変動は小さな値となっており、レーザプリンタ等に十分に採用でき
15 る値となっている。

したがって、第 49 図に示す如く、定置ホログラム板 20 の主走
査方向の長さ X_1 を光ビームの走査距離 X_2 よりも短く設定するこ
とにより、等速性に優れ、かつ位置変動及びビーム収差の少ない光
ビーム走査を実現することができる。

20 〔第 7 の発明〕

前記した第 1 の発明、及び第 3 乃至第 6 の発明に係る光ビーム走
査装置は、円周上に複数のホログラムレンズを設けたホログラム回
転体を定速回転させ、レーザ光をコリメートレンズを通してホログ
ラム回転体に照射し、ここで偏向されたレーザ光を定置ホログラム
25 板を通して結像面上に結像させる構成とされている。

しかるに、このホログラム回転体とホログラム光学系とからなる
光ビーム走査装置では、ホログラム回転体を回転させるため、モー
タが必要となる。このモータは高価であると共に回転数に上限（通
常軸受けでは 10,000 rpm、空気軸受けでは 4～5 万 rpm

m)があった。一方、ホログラム光学系は例えばF θ レンズ光学系に比して低価格であるのでコスト面については有利であるが、高速化、小型化については難点があった。

また、ガルバノミラーを用いる光走査装置の場合には、正弦波振
5 動であるため走査周波数（例えば20kHz）がモータ回転周波数
（例えば10,000rpm=167Hz）に比べて大幅に高い特
長がある。しかし、ミラーの振動が正弦波モードであるため、結像
面上での中央部と周辺端部とでは走査速度が変化してしまい線型走
10 査（中央と両端とで光走査速度が等しい）できず、ガルバノミラー
の駆動波形を鋸歯状波とし振動モードの線型領域を拡大することで、
線型走査を確保することが考案され既に開発されている。しかしな
がら、この手段を用いると振動周波数が低くなり回転ミラーに比し
ても走査速度が大幅に低くなる問題（数百Hz）とガルバノ波形駆
動回路を付加する必要性があり高価になる問題が避けられない。

15 本発明は、高速の線型走査を行い、小型かつ低価格の光ビーム走
査装置を提供することを目的とする。

〔第1の実施例〕

第50図（A）、（B）は本発明装置の第1の実施例の構成図、
平面図を示す。

20 第50図（A）中、レーザダイオード530より出射されたレー
ザ光はコリメートレンズ53により平行光とされてガルバノミラー
532に照射される。

ガルバノミラー532は正弦波モード駆動回路533で発生した
正弦波の駆動波形によって駆動されて第51図（A）に示す如く正
25 弦波モードの振動を行なう。この振動周波数は例えば20kHzで
ある。しかし、このままでは等速走査は実現できない。

上記ガルバノミラー532で反射されたレーザ光は第50図（
B）に示す如く、同一平面上に配置された第1ホログラム534と
第2ホログラム535を通して結像面536上に結像する。

第1ホログラム534は第52図(A)に示す如く、中央部の縞密度を略1700本/mmで両端部の縞密度を略1800本/mmとして中央部から左右端部に向けて回折角を徐々に大きくした逆正弦変換を行なう縞形状であり、第51図(B)に示す光走査速度変換特性を持っている。この第1ホログラム534を通すことによって光走査速度は第51図(C)に示す如く結像面の中央部で略一定であるが両端部で急に低下する特性となる。

第2ホログラム535は第52図(B)に示す如く、中央部の縞密度を略400本/mmで両端部の縞密度を略700本/mmとして、中央部から左右中間部にかけては回折角をほとんど変えず、左右端部で回折角を急に大きくした正接変換を行なう縞形状であり、第51図(D)に示す光走査速度変換特性をもっている。この第2のホログラム535を通すことによって第1ホログラム534で外側に回折された光が内側に回折され、第51図(C)の特性であった光走査速度が補正されて第51図(E)に示す如く結像面上の中央から半分以上の領域で一定となる。このように第1ホログラム534及び第2ホログラム535を用いることによって正弦波駆動によっても等速走査を行なうことが可能となる。

〔第2の実施例〕

第53図は本発明装置の第2の実施例の構成図を示す。同図中、第50図と同一部分に同一符号を付す。

第53図において、コリメートレンズ53を通したレーザ光はトーションバーミラー540に照射される。トーションバーミラー540は正弦波モード駆動回路533により駆動されて正弦波モードの振動を行なう。トーションバーミラー540で反射されたレーザ光は第54図(A), (B)の側面図、平面図夫々に示す如く立体配置された第1ホログラム542と第2ホログラム543を通して結像面536上に結像する。

第1ホログラム534は第55図(A)に示す如く、中央部から

左右端部に向けて回折角を大きくして逆正弦変換を行なうと共に、中央部の上部延長線上に中心を持つ円弧状として長手方向の全域で鉛直上方に向けて一定の回折角の縞形状である。

第2ホログラム543は第55図(B)に示す如く、中央部から
5 左右中間部にかけては回折角をほとんど変えず、左右端部で回折角を急に大きくして正接変化を行なうと共に、中央部の下部延長線上に中心を持つ円弧状として長手方向の全域で鉛直下方に向けて一定の回折角の縞形状である。

このように、正弦波モード信号ミラーを用いることで、振動周波
10 数すなわち走査周波数が10～100倍以上高くなる。すなわち、モータ回転の場合には回転周波数は、高価な空気軸受を用いても1KHz（5万rpm）が上限で、走査手段としてポリゴンミラーを用いた場合にはこの回転数では脆性破壊の問題があり、ガラス基板製は利用できないが、正弦波モード振動ミラーでは20kHzのも
15 のも市販されており、高周波数駆動できることは周知である。また、ポリゴンミラーの場合、それ自身が高価であることと同時に、高精度のモータ（回転ジッタが0.01%以下が所要）を必要とし、高価であり、かつその部分が大型で重くなる問題がある。これに比べ、ガルバノミラーやトーションバーミラーは小型で安価（鋸歯状波振
20 動ミラーは高価）であることが知られている。分解能に関しては、ホログラム光学形を利用することで400dpi（400ドット／インチ）や400dpiが容易に実現できる。

ところで第50図の実施例ではホログラム534の中央部及びホ
ログラム535の両端部夫々の縞間隔が大きく、非回折光の割合い
25 が大きくなり、結像面536上の各部で光量にバラツキを生じるおそれがあるが、第53図の実施例ではホログラム542，543夫々の各部で非回折光の割合いは非常に小さく結像面536上の各部で光量にバラツキを生じない。

また、第1ホログラム534，542と第2ホログラム535，

5 4 3 とを組合わせたホログラム光学系をもっているため、レーザダイオード 5 3 0 の温度変化に伴い、レーザ光の波長が変化して各ホログラムによるレーザ光の回折方向が微小量変化しても第 1 ホログラムと第 2 ホログラムとで回折方向の変化が互いに吸収されビーム結像位置が変動するのを抑止できる。

上述の如く、本発明の光走査装置によれば、高速の線型走査を行ない、装置を小型かつ低価格に構成でき、実用上きわめて有用である。

〔第 8 の発明〕

10 本発明は、二枚のホログラム板を用いた光学的デバイダに関するものである。

近年、V L S I (Very Large Scale Integrated Circuit) の高速化に伴い V L S I に供給されるクロックは速くなる傾向にある。また、集積化の密度も高くなるため、クロック信号を各 V L S I 間で
15 共通にすることが望まれている。

しかるに、リード線を用いてクロックを供給する方法では、リード線の有する容量によりクロック信号に遅延が発生し、各 V L S I 間で周期が取れなくなってしまう。

これに対応するため、光信号を用いて V L S I にクロックを供給
20 する方法が提案されている。光信号により周期を取る構成では、リード線のように遅延が生じないため、周期を正確に取ることができる。この光信号の光源としては、小型の利点を有する半導体レーザが一般に用いられ、半導体レーザからのレーザ光は光学的デバイダにより分割され各 V L S I に設けられてフォトディテクタにレーザ光を照射する構成とされている。
25

しかるに、この半導体レーザに波長変動が生じた場合、各 V L S I に設けられたフォトディテクタに収束する収束光の位置がずれたり、また焦点ぼけが発生し正確な周期を取れなくなるおそれがある。

本第 8 の発明は、収束光の位置ずれも焦点ぼけの発生を防止した

光学素子を提供することを目的とするものである。

〔一実施例〕

第 5 6 図及び第 5 7 図は、本発明の一実施例である光学素子の構成図を示している。

5 各図において、6 0 0 は第 1 のホログラムであり、また 6 0 1 は第 2 のホログラムである。この第 1 のホログラム 6 0 0 と第 2 のホログラム 6 0 1 は、対向離間した状態で構成されている。また、第 2 のホログラム 6 0 1 の下方位置には、V L S I に配設されたフォトディテクタ 6 0 2 がマトリクス状（本実施例では 6 × 6 のマトリクス）列設されている。

図示しない半導体レーザから発射されたレーザ光は、先ず第 1 のホログラム 6 0 0 に入射し、この第 1 のホログラム 6 0 0 により均等な光強度に分割される。この第 1 のホログラム 6 0 0 としては、例えば D a m a n n g r a t i n g 等が使用可能である。尚、入射光は収束波が最適であるが、平行波でも可能である。

第 1 のホログラム 6 0 0 により均等な光強度に分割された回折光は、第 2 のホログラム 6 0 1 に照射される。第 2 のホログラム 6 0 1 は、マトリクス状に列設されたフォトディテクタ 6 0 2 と対応したマトリクス構造（6 × 6 マトリクス）とされており、上記回折光はこの第 2 のホログラム 6 0 1 により各フォトディテクタ 6 0 2 に均等に集光される。尚、第 1 のホログラム 6 0 0 から平行光が出射する時は、第 2 のホログラム 6 0 1 は、レンズ近軸の移相を拡張した位相を用いるのが良い。いま、この位相を $\Phi(X, Y)$ とすると、この $\Phi(X, Y)$ を下式で求められる値に設定することにより、

25 レーザ光を個々のフォトディテクタ素子で収束させることができる。

$$\Phi(X, Y) = k_2 \times (X^2 + Y^2) / 2F$$

但し、X, Y : 各フォトディテクタの座標

k_2 : 定数

F : 第 1 のホログラムからフォトディテクタ

に到る距離

また、第57図に示されるように、マトリクス構造のフォトディテクタ602の内、任意のn地点におけるフォトディテクタ素子に注目し、入射光の光路長 R_1 と、n地点に対応する出射波の光路長 $R_2(n)$ と、同じくn地点に対応する回折波の光路長 $R_3(n)$ との総和を E_0 とし、またこのn地点に照射する光束の主軸点の光路長を E_1 とした時、その差 $(E_0 - E_1)$ を $\delta W_m(n)$ とすると、

$$E = \sum_n \sum_m (\delta W_m(n))^2$$

10 で求められるEが最小になるように最適化することにより、半導体レーザの波長変動に対する収束位置の変動は小となる。これにより、フォトディテクタ602を構成する各フォトディテクタ素子に均一なレーザ光を配分することができ、収束位置のずれの発生や、焦点ぼけの発生を確実に防止することができる。

15 尚、第58図は光使用効率を増大するために、ホログラムがインラインではなく軸外しになっている例を示しており、また第59図は第2のホログラム601とフォトディテクタ602との間に液晶シャッタ605を配設し、フォトディテクタ602を構成する複数のフォトディテクタ素子に個別選択的にレーザ光を照射できるようにしたものである。

〔第9の発明〕

25 本第9の発明は、光路長を小さくしても、等速性が劣化せず、しかもビーム収差の生じない光ビーム走査装置を提供することを目的とするものである。また、本発明は光路長を小さくしても、等速性が劣化せず、しかもビーム収差の生じない光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製造方法を提供することを目的とするものである。

第60図は本発明の原理図である。本発明は、光源部701からの入射光を、ホログラム回転体702で回折するとともに、このホログラム回転体702の回転により回折光を走査し、定置ホログラ

6 3

ム板 7 0 3 で回折して、走査面 7 0 4 を光走査する光ビーム走査装置において、定置ホログラム板 7 0 3 は、主走査方向を X とし、副走査方向を Y とすると、下記 (9 1) 式で示される位相分布 Φ_H を有し、且つ上記ホログラム回転体 7 0 2 に入射する入射光が、主走査方向と副走査方向とで焦点距離が異なるように構成したことを特徴とするものである。

$$\Phi_H = k_2 [C_1 \cdot X^2 + C_2 \cdot Y^2 + a \cdot \sqrt{X^2 + Z_0^2} - b \sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2}] \quad \dots (91)$$

10

また本発明は、光源部 7 0 1 からの入射光を、ホログラム回転体 7 0 2 で回折するとともに、ホログラム回転体 7 0 2 の回転により回折光を走査し、定置ホログラム板 7 0 3 で回折して、走査面 7 0 4 を光走査する光ビーム走査装置において、上記定置ホログラム板 7 0 3 は、主走査方向を X とし、副走査方向を Y とすると、下記 (9 2) 式で示される位相分布 Φ_H を有し、且つホログラム回転体 7 0 2 に入射する入射光が、主走査方向と副走査方向とで焦点距離が異なるように構成したことを特徴とするものである。

$$\Phi_H = k_2 [C_1 \cdot X^2 + C_2 \cdot Y^2 + C_0 \cdot Y + a \cdot \sqrt{X^2 + Z_0^2} - b \sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2}] \quad \dots (92)$$

また本発明は、光源部 7 0 1 からの入射光を、ホログラム回転体 7 0 2 で回折するとともに、ホログラム回転体 7 0 2 の回転により回折光を走査し、定置ホログラム板 7 0 3 で回折して、走査面 7 0 4 を光走査する光ビーム走査装置の定置ホログラム板 7 0 3 を製造する方法において、Y 方向の収差量の球面収差と非点収差とコマ収差とを持つ一の波と、X 方向の収差量を有し、再生波の波長と異

なった波長の球面収差と非点収差とを持つ他の波とにより定置ホログラム板 703 の干渉縞分布を作成することを特徴とするものである。

更に本発明は、光源部 701 からの入射光を、ホログラム回転体
5 702 で回折するとともに、ホログラム回転体 702 の回転により
回折光を走査し、定置ホログラム板 703 で回折して、走査面 704
を光走査する光ビーム走査装置の定置ホログラム板 703 を製造
する方法において、点光源からの球面収差と楕円位相波の Y 方向と
コマ収差とを受け持つ一の波と、線光源波面と楕円位相波の X 方向
10 とを受け持つ他の波とにより定置ホログラム板 703 の干渉縞分布
を作成することを特徴とするものである。

前記した各発明では定置ホログラム板により、結像面でのビーム
口径を、主走査方向に副走査方向とで同一とするため、主走査方向
と副走査方向との空間周波数の変化率を同一としていたが、光路長
15 を小さくしても、主走査方向の等速性を保つには、主走査方向の空間
周波数の変化率をこれに合わせれば良く、物体波の位相を楕円波
とすれば良い。

このようにすると、主走査方向と副走査方向とで、ビーム収差量
が変化するので、ホログラム回転体 702 に入射する入射光を、主
20 走査方向と副走査方向とで焦点距離が異なるように構成して、ビー
ム収差量の変化を補正する。

第 2 に、歪曲収差を少なくするには、凸レンズ光学系で知られて
いるように、レンズの焦点距離 F を大きくすれば良く、ホログラム
で実現するには、ホログラム面から参照波の点光源位置との距離を
25 長くすれば良いことになる。

しかし、このように参照球面波の距離 F を大きくすると、中央部の
結像位置も遠くなるため、歪曲収差を小さくできるものの、ゼロ
とすることはできない。

歪曲収差をゼロとするには、レンズで言えば、レンズ中央部はそ

のままのFで、端の部分に行くにつれ、Fを大きくする非球面レンズで実現でき、ホログラムでは、作成波と再生波との違いにより実現できる。

そこで、本発明では、物体波の位相式におけるXとYの係数をC₁とC₂で異ならせて、楕円位相を実現し、主走査方向の空間周波数の変化率を下げ、走査中心への過剰補正を防止し、等速走査を実現するとともに、回転体702に入射する入射光を、主走査方向と副走査方向とで焦点距離が異なるように構成して、ビーム収差量の変化を補正し、参照波の位相式において、係数a、bにより、球面波の波数を再生波長の波数と異なる位相として、走査中央から走査端に行くにつれ、Fが大きくなる特性を持たせ、歪曲収差をゼロとした。

また本発明では、更にC₀・Yを加え、定置ホログラム板3に回折光が副走査方向に回折するオフ・アキシス特性を持たせ、回折効率を向上し、結像面704での光パワーの劣化を防止した。

また本発明では、Y方向の収差量の球面収差と非点収差とコマ収差とを持つ一の波と、X方向の収差量を有し、再生波の波長と異なった波長の球面収差と非点収差とを持つ他の波とにより定置ホログラム板703の干渉縞分布を作成するので、等速走査、湾曲収差補正の可能な定置ホログラム板703を、露光により、容易に作成できる。

更に本発明では、点光源からの球面収差と楕円位相波のY方向とコマ収差とを受け持つ一の波と、線光源波面と楕円位相波のX方向とを受け持つ他の波とにより定置ホログラム板703の干渉縞分布を作成するので、簡易な露光光学系で、等速走査、湾曲収差補正の可能な定置ホログラム板703を作成できる。

〔光ビーム走査装置の一実施例の説明〕

第61図は本発明の一実施例構成図（副走査方向）、第62図は本発明の一実施例構成図（主走査方向）、第63図は本発明の一実

施例定置ホログラム板の説明図（物体波）、第 6 4 図は本発明の一実施例定置ホログラム板の説明図（参照波）、第 6 5 図は本発明の一実施例定置ホログラム板の説明図（参照波）である。

- 5 第 6 1 図の副走査方向において、半導体レーザー 7 1 0 の発散光は、コリメータレンズ 7 1 1 により並行光とされ、X 側シリンドリカルレンズ 7 1 2 を介し、Y 側シリンドリカルレンズ 7 1 3 により、副走査方向 Y でホログラムディスク 7 0 2 上で収束し、ホログラムディスク 7 0 2 で回折され、定置ホログラム板 7 0 3 に入射し、回折、収束され、感光ドラム 7 0 4 の結像面 7 0 4 a に収束する。
- 10 一方、第 6 2 図の主走査方向では、半導体レーザー 7 1 0 の発散光は、コリメータレンズ 7 1 1 により、並行光とされ、X 側シリンドリカルレンズ 7 1 2 で収束され、Y 側シリンドリカルレンズ 7 1 3 を介し、主走査方向 X でホログラムディスク 7 0 2 の先の M₁ で収束し、ホログラムディスク 7 0 2 で回折走査され、定置ホログラム
- 15 板 7 0 3 に入射し、回折、収束され、感光ドラム 7 0 4 の結像面 7 0 4 a に収束する。

この定置ホログラム板 7 0 3 は、主走査方向と副走査方向の空間周波数の変化率が異なっている。

- 20 このため、定置ホログラム板 7 0 3 の干渉縞を作成する物体波が、従来では、等方な球面波であったが、本発明では、第 6 3 図（A）、（B）に示すように、主走査方向と、副走査方向との収差量を異ならしており、各々の方向では、どの場所でも、光軸からホログラム面までの距離が等しい収差として、等速走査を実現している。

- 25 この理由は、ホログラムディスク 7 0 2 と定置ホログラム板 7 0 3 との光路長を小さくし、ホログラムディスク 7 0 2 の走査幅を大きくすると、定置ホログラム板 7 0 3 の空間周波数が高いため、回折光を走査中心に戻すため、等速性がマイナスに劣化する。

そこで、主走査方向の空間周波数を下げるため、第 6 3 図（B）の主走査方向の収差量を決定するどの場所でも、光軸からホログラ

6 7

ム面までの距離を等しい長さ F_1 とし、長さ F_1 が、第 6 3 図 (A) の副走査方向の等しい長さ F_2 より長くする。

即ち、副走査方向において、光軸からホログラム面までの距離は、下記 (9 3) 式を満たす。

$$5 \quad P_1 Q_1 = P_2 Q_2 = P_3 Q_3 \cdots \cdots = F_2 \quad \cdots (9 3)$$

又、主走査方向において、光軸からホログラム面までの距離は、下記 (9 4) 式を満たす。

$$10 \quad P_1' Q_1' = P_2' Q_2' = P_3' Q_3' \cdots \cdots = F_1 \quad \cdots (9 4)$$

そして、この距離 F_2 、 F_1 は、下記 (9 5) 式の条件とする。

$$F_1 > F_2 \quad \cdots (9 5)$$

このようにすると、定置ホログラム板 7 0 3 の主走査方向の空間周波数が低くなり、等速性の過剰補正がなくなる。

15 このような定置ホログラム板 7 0 3 に記録される上式を満足する物体波の位相 Φ_0 。(X, Y) は、下記 (9 6) 式で示される。

$$\Phi_0 = k_2 \cdot [C_1 \cdot X^2 + C_2 \cdot Y^2 + C_0 \cdot Y] \quad \cdots (9 6)$$

$$20 \quad C_1 = \frac{1}{2 \cdot F_1}$$

$$C_2 = \frac{1}{2 \cdot F_2}$$

ここで、X、Y は、それぞれ定置ホログラム板 7 0 3 の走査中心を原点とする主走査方向、副走査方向の座標であり、 k_2 は、再生
25 波の波長 λ_2 の波数である。

(9 4) 式で判るように、 $C_0 \cdot Y$ は、定置ホログラム板 7 0 3 からの回折光を副走査方向で曲げて、回折効率を上げるためのオフ・アキシス項であるから、物体波の位相としては、X、Y に関し、第 6 3 図 (D) に示すように、楕円であり、第 6 3 図 (C) に示す

ように、従来の等方球面波による円とは異なる。

従って、主走査方向の空間周波数 f_x 、副走査方向の空間周波数 f_y は、(96) 式を各々偏微分したものであるから、各々下記 (97) 式、(98) 式となる。

$$5 \quad f_x = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{\partial \Phi_0}{\partial x} = \frac{1}{F_1} \cdot X \quad \dots (97)$$

$$f_y = \frac{1}{k_2} \cdot \frac{\partial \Phi_0}{\partial y} = \frac{1}{F_2} \cdot Y + C_0 \quad \dots (98)$$

10 (96) 式、(97) 式を比較すると、(95) 式の条件から、主走査方向の空間周波数 f_x の変化率は、副走査方向の空間周波数 f_y の変化率より小さく、主走査方向の空間周波数 f_x を小さくできる。

このように、主走査方向の距離を F_1 に変えると、結像面 704
15 a での、主走査方向と副走査方向とのビーム口径が異なり、この補正が必要である。

第 62 図に示すように、副走査方向では、定置ホログラム板 703 が、パラメータ F_2 の時に、結像距離 L で結像するものとする、主走査方向で、パラメータ F_1 で、結像距離 L で結像するには、
20 ホログラムディスク 702 から出射した発散波の焦点距離 d_1 は、周知の結像式により、下記 (99) 式で得られる。

$$1/d_1 = 1/F_1 - 1/L \quad \dots (99)$$

ここで、ホログラムディスク 702 の位置は、副走査方向の結像条件の関係から、変えられないので、入射波の入射焦点距離 d_0 を
25 調整する。

即ち、X 側シリンドリカルレンズ 712 により、入射光の焦点距離 d_0 を調整し、ホログラムディスク 702 の先に、入射収束点 M_1 を設定すると、ホログラムディスク 702 の出射波点位置 M_2 は、定置ホログラム板 703 から距離 d_1 となり、主走査方向でも、パ

ラメータ F_1 で、結像距離 L で結像し、主走査方向と副走査方向とのビーム口径の差を補正できる。

尚、(96)式では、物体波の位相の定数 k_2 は、再生波の波長 λ_2 の波数としたが、この波数を、再生波の波数と異ならせることもできる。

これは、再生波に、半導体レーザー 710 を用いた場合、波長 λ_2 が 780 nm であり、高い回折効率を持つホログラム材料の波長感度は、この波長より短い波長域にあることから、ホログラム作成は、波長の短いレーザー光源を用いる必要があり、例えば、波長 λ_1 が 488 nm のアルゴンレーザーを用いる。

このため、物体波の波長は、 λ_1 で、再生波の波長は、 λ_2 となるから、物体波の位相を変更する必要がある。

そこで、作成波長 λ_1 の波数を k_1 とし再生と作成の波長比を S ($=\lambda_2/\lambda_1$) とすると、物体波の位相 Φ_0 (X、Y) は下記 (100) 式とすれば良い。

$$\Phi_0(X, Y) = k_1 \cdot \left[\frac{X^2}{2(F_1 \cdot S)} + \frac{Y^2}{2(F_2 \cdot S)} \right] \quad \dots (100)$$

従って、半導体レーザー 710 と異なるホログラム作成波長 λ_1 の波数 k_1 の時は、(94)式に基づいて適切に選んだ F_1 と F_2 を波長比倍することにより、物体波の距離 F_1 、 F_2 が求まる。

次に、歪曲収差を小さくするには、第64図に示すように、参照波の球面波の点光源位置を D_0 から D_0' とすれば良いが、そのようにすると、走査中心の結像位置が遠くなり、歪曲収差をゼロにできない。

この時、例えば前記した(62)式の参照波の位相 Φ_R' (X、Y) は、下記(101)式で示される。

70

$$\Phi_R'(X, Y) = k_2 [\sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2} - \sqrt{X^2 + Z_0^2}] \quad \dots (101)$$

- 5 即ち、参照波の位相は、(101)式の前項の球面波位相と、後項の円筒波の位相の差で示され、 k_2 は再生波長の波数 ($2\pi/\lambda_2$) であり、作成波長 λ_1 の波数 k_1 と同一であり、ホログラム光軸からホログラムディスク2面上までの距離と同一の D_0 を、球面波光軸とする波面を含んでいる。
- 10 歪曲収差をゼロとするには、中心の焦点距離は $F(D_0, O)$ で、端に行くほど焦点距離が増加する非球面レンズをホログラムで実現すれば良いから、ホログラムを作成する参照波の位相 $\Phi_R(X, Y)$ を、下記(102)式のようにする。

$$15 \quad \Phi_R(X, Y) = k_1 [\sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2} - \sqrt{X^2 + Z_0^2}] \quad \dots (102)$$

- (102)式と、(101)式との違いは、再生波長 λ_2 の波数 k_2 の代わりに、作成波長 λ_1 の波数 k_1 を使用したことにある。
- 20 この作成波長 λ_1 を、 λ_2 より長くすると、波数 k_1 は、 k_2 より小さくなり、参照波の位相は、小さくなる。

- 従って、定置ホログラム板703には、ホログラムディスク702からの回折波が定置ホログラム板703に入射する波面とは、異なる波面が記録されることになる。このため、再生時に、再生波長
- 25 λ_2 を使用すれば、中心の焦点距離は、 $F(D_0, O)$ で、端に行くほど焦点距離が増加する非球面レンズをホログラムで実現できる。

これにより、第65図(A)に示すように、走査中心の収束位置は変わらず、走査端の収束位置が、結像面704a側に移動し、歪曲収差のない走査ビームが得られ、第65図(B)に示すように、

7 1

走査端のビームが外側に移動するため、等速走査も実現できる。

(102) 式の位相式では、円筒波の項の係数も k_1 としているが、球面波のみが歪曲収差の補正に機能するため、円筒波の項の係数を k_2 のままとして、下記 (103) 式の位相式を用いても、同一の効果を果たす。

$$\Phi_R(X, Y) = k_1 \cdot X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2 - k_2 \cdot \sqrt{X^2 + Z_0^2} \quad \dots (103)$$

10 このように、等速走査補正と歪曲収差補正を果たす定置ホログラム板 703 の位相分布 $\Phi_H(X, Y)$ は、物体波位相 Φ_0 から参照波位相 Φ_R を差し引いたものとなり、下記 (104) 式又は下記 (105) 式で示される。

$$15 \quad \Phi_0 = C_1 \cdot X^2 + C_2 \cdot Y^2 + a \sqrt{X^2 + Z_0^2} - b \sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2} \quad \dots (104)$$

$$\Phi_0 = C_1 \cdot X^2 + C_2 \cdot Y^2 + C_0 \cdot Y + a \sqrt{X^2 + Z_0^2} - b \sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2} \quad \dots (105)$$

20

第 66 図は本発明の一実施例スポットダイアグラム図である。

上述の (105) 式の位相分布を有する定置ホログラム板 703 を用いた第 61 図、第 62 図の光ビーム走査装置では、第 66 図に示すような走査中心から走査端までの各位置のビーム径が得られ、
25 ビーム径は、60 ミクロン以内に抑えることができ、400 dpi の解像度に十分適用できる。

又、等速性は、0.7 パーセント以下であり、感光ドラム 704 で直線性は、200 ミクロン以下であり、半導体レーザーの波長変動による走査位置の変動も極めて少ない結果が得られた。

7 2

このようにして、ホログラムディスク 7 0 2 から結像面 7 0 4 a の距離を短くして、小型化しても、等速走査を実現し、歪曲収差のない光走査が実現できる。〔定置ホログラム板作成の実施例の説明〕

- 5 第 6 7 図、第 6 8 図は本発明の一実施例である定置ホログラム板の作成説明図（その 1）、（その 2）である。定置ホログラム板 7 0 3 の位相関数 Φ_H （X、Y）は、上述の（1 0 5）式で示されるので、定置ホログラム板 7 0 3 の空間周波数（X 方向 f_x 、Y 方向 f_y ）は、（1 0 5）式を偏微分することで得られ、下記（1 0 6）式、（1 0 7）式となる。

$$f_x = \frac{\partial \Phi_H}{\partial X} = 2 C_1 X + \frac{a X}{\sqrt{X^2 + Z_0^2}} - \frac{b X}{\sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2}} \quad \dots (106)$$

$$f_x = \frac{\partial \Phi_H}{\partial X} = 2 C_2 Y + C_0 - \frac{b (Y - Y_0)}{\sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2}} \quad \dots (107)$$

これらの波面を記録したホログラムは、電子ビームやレーザー描画により、達成できるが、大面積であるため、描画に時間がかかる。又、ホログラムを補助光学系として露光する場合、S/N が劣化することになる。

- 25 そこで、これらの波面を発生させる S/N の良いホログラムを作成する露光光学系が必要となる。

更に、前述の位相の実現には、ホログラムの材料感度の点から、再生波長と異なる波長で作成する必要もある。

（1 0 6）式、（1 0 7）式を検討すると、 $2 C_1 \cdot X$ と、 $2 C$

・ Yは、第67図(A)の光線を意味し、第63図で示したように、楕円位相波を示している。

次に、(106)式、(107)式の第3項において、bを除いたものは、第67図(B)に示すように、座標(0、Y₀、Z₀)の点光源からの光線を示し、これにbを掛けると、ホログラムのレンズを、波長を変えて再生したものと等しくなり、球面収差を持った波となる。

又、(106)式の第2項は、第67図(C)に示すように、座標(0、0、Z₀)を通過する線光源の光線を示し、(107)式の第2項のC₀は、第68図(A)に示すように、平面波を斜めに入射したものと等しく、これと他の光線の組み合わせにより、コマ収差が発生する。

これは、第68図(B)に示すように、レンズに斜めから光線を入射させるのと同じである。

従って、X方向では、第67図(C)の線光源からの波面と、第67図(B)の点光源からの球面収差と、第67図(A)のX方向の楕円位相波とを持った波であり、Y方向では、第67図(B)の点光源からの球面収差と、第68図(A)のコマ収差と、第67図(A)のY方向の楕円位相波とを持った波であることが判る。

即ち、線光源からの波面と、点光源からの球面収差と、X方向の楕円位相波とを持った一の波と、点光源からの球面収差と、コマ収差と、Y方向の楕円位相波とを持った他の波とを作成し、2つの波の干渉により、(105)式の位相関数を持つ干渉縞分布が得られる。

これらの各種波面の生成は、球面収差は、第68図(C)に示すように、例えば平凸レンズに、光線をオン・アキシス(ON・AXIS)で入射すれば、生成でき、コマ収差は、第68図(D)に示すように、平凸(又は平凹)円筒(シリンドリカル)レンズに、光線を斜めから入射するか、第68図(E)に示すように、平凸(又

は平凹)円筒(シリンドリカル)レンズに、光線を軸はずしで入射するかのいずれかで生成できる。

更に、楕円位相波は、第68図(F)に示すように、X方向とY方向の直交させた平凹(又は平凸)円筒(シリンドリカル)レンズで生成できる。

ここで、(106)式のX方向では、分子、分母ともXが含まれ、それぞれが相殺しあうため、変化の度合いは、小さく、(107)式のY方向では、分子、分母とも $(Y - Y_0)$ が含まれ、それぞれ相殺し合うが、分母に大きく変化するXが入っているため、変化の度合いが大きい。

そこで、定置ホログラム板703の長手方向Xに作用するレンズと、これに直交する方向Yに作用するレンズに分割して、ホログラム作成光学系を設計し、変化の度合いの小さいX方向については、簡単な光学系で実現する。

従って、参照側をX方向とし、線光源波面(球面収差、非点収差が出る)、楕円位相波のX方向を、物体側をY方向とし、点光源からの球面収差、コマ収差、楕円位相波のY方向を実現すれば良いことになる。

ここで、球面収差は、参照側と、物体側の両方に入るが、物体側で実現する。第69図は本発明のホログラム作成露光系の第1の実施例説明図であり、第69図(A)は座標Y-Z面から見た構成図、第69図(B)は座標X-Z面から見た構成図である。

参照側は、点光源750の発散波を、X側の平凸円筒レンズ751により、X方向の楕円位相と線光源波面を発生し、定置ホログラム板703に照射する。

一方、物体側は、点光源760の発散波を、平凸レンズ761により、球面収差を発生し、これをY側の平凹円筒レンズ762により、Y方向の楕円位相とコマ収差とを発生し、定置ホログラム板703に照射する。

7 5

この構成により、基本的に、参照側をX方向とし、線光源波面（球面収差、非点収差が出る）、楕円位相波のX方向を、物体側をY方向とし、点光源からの球面収差、コマ収差、楕円位相波のY方向を生成でき、（105）式の位相分布が得られる。

- 5 第70図は本発明のホログラム作成露光系の第2の実施例説明図であり、座標Y-Z面から見た構成図であり、第69図で示したものと同一のものは、同一の記号で示している。

この例では、物体波側に、平凸円筒レンズ763を追加している。

- 10 第69図の構成では、物体波側と参照波側が十分に離れており、各レンズが挿入できる場合に適用できるが、物体波側において、結像位置が、参照波側を遮る場合で、平凸円筒レンズ762だけでは、コマ収差量が不十分の場合には、適用できない。

- 15 そこで、物体側は、点光源760の発散波を、平凸レンズ761により、球面収差を発生し、これをY側の平凸円筒レンズ763により、コマ収差を発生し、更にY側の平凹円筒レンズ762により、Y方向の楕円位相とコマ収差とを発生し、定置ホログラム板703に照射する。

これにより、定置ホログラム板703のY側の長さが長くても、レンズを挿入でき、コマ収差量も大きくできる。

- 20 第71図は本発明のホログラム作成露光系の第3の実施例説明図であり、第71図（A）は座標X-Z面から見た構成図、第71図（B）は座標Y-Z面から見た構成図である。

- 25 この実施例では、必要なコマ収差量を得るため、第70図の構成に加えて、2つの平凸円筒レンズ764、765を、物体波側に設けたものである。

参照側は、点光源750の発散波を、X側の平凸円筒レンズ751により、X方向の楕円位相と線光源波面を発生し、定置ホログラム板703に照射する。

一方、物体側は、点光源760の発散波を、球面平凸レンズ76

7 6

1により、球面収差を発生し、これを3つのY側の平凸円筒レンズ764、765、763により、軸はずし入射により必要なコマ収差を得て、Y側の平凹円筒レンズ762により、Y方向の楕円位相とコマ収差とを発生し、定置ホログラム板703に照射する。

- 5 この構成により、参照側をX方向とし、線光源波面（球面収差、非点収差が出る）、楕円位相波のX方向を、物体側をY方向とし、点光源からの球面収差、コマ収差、楕円位相波のY方向を生成でき、（105）式の位相分布が得られる。このため、露光系のレンズ群は、光軸が共通なものが多く、調整が容易であるという利点がある。
- 10 尚、このように作成された定置ホログラム板703を原盤として、型を取り、型を用いて、かかる特性の定置ホログラム板703を複製する。

〔他の実施例の説明〕

上述の実施例の他に、本発明は、次のような変形が可能である。

- 15 ①本発明による定置ホログラム板の製造方法においては、電子ビームを上記した各式に従ってコンピュータ制御し、これによりホログラム乾板上に所定の干渉縞を形成する方法（所謂電子ビーム露光法）を採用することも可能である。また、前記したようにレーザビームを上記した各式に従ってコンピュータ制御し、これによりホ
- 20 ログラム乾板上に所定の干渉縞を形成する方法（所謂レーザビーム露光法）を採用することも可能である。

- これらの方法は、定置ホログラム板を量産化したり、或いは大きさ、光の偏光形態が逐次変更されるような場合に適している。また、これらの露光方法はコンピュータ制御となり、製造装置の大型化が
- 25 問題となるが、上記した実施例の方法によれば、比較的安価に小型の製造装置にて定置ホログラム板を製造することができる。

②光ビーム走査装置の適用を電子写真印刷装置で説明したが、レーザ描画装置、レーザ検査装置等にも適用できる。

③ホログラム回転体を、ディスク形状で説明したが、ドラム形状

等他のものを適用できる。

以上説明してきたように、本発明では、物体波の位相式における X と Y の係数を C_1 と C_2 で異ならせて、楕円位相を実現し、主走査方向の空間周波数の変化率を下げ、走査中心への過剰補正を防止し、等速走査が実現できる。また、回転体 702 に入射する入射光を、主走査方向と副走査方向とで焦点距離が異なるように構成して、ビーム収差量の変化を補正できる。更に、参照波の位相式において、係数 a、b により、球面波の波数を再生波長の波数と異なる位相として、走査中央から走査端に行くにつれ、F が大きくなる特性を持たせ、歪曲収差をゼロとできる。

尚、以上本発明を実施例により説明したが、本発明の主旨の範囲内で種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

〔第 10 の発明〕

第 72 図は、前記した第 1 の発明に用いられているホログラム回転体のファセットホログラムを示している。同図に示すように、第 1 の発明に用いられているホログラム回転体 802a のファセットホログラム 820a は、干渉縞の分布は位置的に一定であるプレーングレーティングのホログラムを使用している。

図では、第 72 図 (A) のホログラム回転体 802a 上の点 A、B に入射したレーザー光が、第 72 図 (B) の定置ホログラム板 803a の点 A'、B' を通過するものとしており、ホログラム回転体 802a 上の点 A、B では、ホログラム回転体 802a の回転中心からホログラム回転体 802a 上での走査中心位置方向の空間周波数は、等しく、これと直交する方向 X では、空間周波数はゼロである。

従って、ホログラム回転体 802a が回転しても、レーザー光が入射する位置での空間周波数は変化せず、走査中心におけるホログラム回転体 802a へのレーザー光入射角と、出射角が決定される

と、定置ホログラム板 803a 上のレーザー光走査軌跡が決定されることになる。

しかしながら、近年のレーザープリンタ等の小型化の要求により、光ビーム走査装置も小型化する必要があり、そのためにはホログラム
5 ホログラム回転体 802a から結像面までの光路長を短くしなければならないが、ホログラム回転体 802a と定置ホログラム板 803a との光路長を小さくすると、走査幅が小さくなる。

逆に、定置ホログラム板 803a と結像面との光路長を小さくすると、定置ホログラム 803a は等速補正機能、直線走査機能、
10 レーザー光の結像機能を受け持っているので、定置ホログラム板 803a が所望の光学特性を実現できなくなってしまう。

そこで、本発明は走査幅を維持し、定置ホログラム板の光学特性を保持し、ホログラム回転体から結像面までの光路長を短くし、装置の小型化を実現することを目的とするものである。

15 〔一実施例〕

第 73 図は本発明の一実施例構成図である。

ホログラム回転体 802 のファセット 820 は、第 73 図 (B) に示すように、ホログラム回転体 802 の回転中心 M からホログラム
20 ホログラム回転体 802 上での走査中心位置方向 Y の空間周波数のみ分布が変化するホログラムを用いた場合には、レーザー光が入射する位置での空間周波数を変化させることができる。

即ち、レーザー光が、ホログラム回転体 802 に入射する位置を r_0 とし、ホログラム回転体 802 上の位置 r (ホログラム回転体
25 2 の回転中心 M からホログラム回転体 802 上での走査中心位置方向 Y での距離) における空間周波数を f とし、ホログラム回転体 802 の回転中心 M における、ホログラム回転体 802 へのレーザー光の入射、出射角度から決定される空間周波数 (位置 r_0) における空間周波数) を f_0 とすると、ホログラム回転体 802 の回転中心 M からホログラム回転体 802 上での走査中心位置方向における空

間周波数分布が、下記（１２１）式に設定する。

$$f = f_0 + a \times (r - r_0) \quad \dots (121)$$

但し、 a は空間周波数の変化の割合であり、定数である。

- ここで、 a を負とすると、位置 r における空間周波数 f は、位置
 5 r_0 の空間周波数 f_0 より高くなり、空間周波数が、ホログラム回
 転体 802 の中心に向かい、次第に高くなる分布となり、主走査方
 向の回折角を大きくでき、走査幅を大きくできる。

このため、結像面での走査幅を変えずに、ホログラム回転体 802
 と定置ホログラム板 803 との光路長を短くできる。

- 10 この時、定置ホログラム 803 と結像面 804 との光路長をその
 ままとすると、ホログラム回転体 802 と定置ホログラム板 803
 との光路長を短くなった分、結像面 804 での収束性や直線性が悪
 くなるので、定置ホログラム板 803 と結像面 804 との光路長を
 若干長くした。

- 15 尚、定置ホログラム板 803 は、主走査方向を X 、副走査方向を
 Y 、これらと直交する方向を Z とすると、 X 方向の方向余弦を 1、
 Y 方向の方向余弦を m は、下記（１２２）式、（１２３）式で示さ
 れ、これらの式で示す波面を実現している。

$$20 \quad \ell = \frac{a x}{\sqrt{Z_0^2 + X^2}} - \frac{b x}{\sqrt{Z_0^2 + X^2 + (Y - y_0)^2}} + e x \quad \dots (122)$$

$$m = C_0 - \frac{d (y - y_0)}{\sqrt{Z_0^2 + X^2 + (Y - y_0)^2}} + f y \quad \dots (123)$$

- 25 但し、上記各式において a 、 b 、 c_0 、 d 、 e 、 y_0 、 z_0 は定
 数である。

第 74 図は、本発明の一実施例ホログラム回転体の作成説明図で
 ある。第 74 図に示すように、ホログラム回転体 802 は、物体波
 と、参照波の干渉により作成する。

プレーングレーティングのディスクの作成には、物体波と、参照波との各々を、平面波とすればよいが、回転中心方向に空間周波数を変化するには、物体波の平面波の間隔を回転中心方向に変化する必要がある。

- 5 このため、物体波は、平面波をシリンドリカル（円筒）凹レンズ 805 により発散特性を与えて、ホログラム回転体 802 に照射する。

10 このようにすると、シリンドリカル（円筒）凹レンズ 805 からの照射波と、平面参照波のなす角は、回転中心に行くほど大きくなり、即ち $\theta_r > \theta_{r_0}$ となり、密度が濃くなり、空間周波数を大きくできる。

実際には、装置の光源である半導体レーザーの光パワーは小さく、ホログラム作成の露光に不十分のため、アルゴンレーザー等の光パワーの大きいものを露光に用いる。

- 15 この時、半導体レーザーの波長 λ_0 は、780 nm であり、アルゴンレーザーの波長 λ_1 は、488 nm であるから、再生時と露光時で波長が異なる。

20 このため、第 74 図（B）に示すように、必要な空間周波数 f を得れる半導体レーザーの波長 λ_0 における物体波の照射角度 θ_2 と、参照波の照射角度 θ_1 とを、下記（124）式により設定しておく。

$$f = (\sin \theta_1 + \sin \theta_2) / \lambda_0 \quad (124)$$

25 そして、第 74 図（C）に示すように、この決定された空間周波数 f を、アルゴンレーザーの波長 λ_1 で作成するための物体波の照射角度 θ_2' と、参照波の照射角度 θ_1' とを、下記（125）式より得る。

$$f = (\sin \theta_1' + \sin \theta_2') / \lambda_1 \quad \dots (125)$$

この求めた物体波の照射角度 θ_2' と、参照波の照射角度 θ_1' とで、第 74 図（A）のように、平面物体波と凹レンズ 805 から

8 1

の照射波とを、波長 λ_1 でホログラム回転体 8 0 2 に照射すれば、半導体レーザーの波長 λ_0 での所定の空間周波数をもつホログラムが作成できる。

第 7 5 図は本発明の一実施例によるスポットダイアグラム図である。

従来のプレーングレーティングのディスクでは、ホログラム回転体 8 0 2 から定置ホログラム板 8 0 3 までの距離 L_1 と、定置ホログラム板 8 0 3 から結像面 8 0 4 a までの距離 L_2 が、各々 $L_1 = 295\text{ mm}$ 、 $L_2 = 255\text{ mm}$ であったが、第 7 3 図で説明した空間周波数分布を持つホログラム回転体 2 を使用したところ、 $L_1 = 225\text{ mm}$ 、 $L_2 = 265\text{ mm}$ とすることができ、全体の光路長を短くできた。

この時、定置ホログラム板 8 0 3 から結像面 8 0 4 a までの距離 L_2 を若干長くして、結像面 8 0 4 での収束性や直線性を保持している。

この時の走査中心から走査端におけるビーム径は、第 7 5 図のようになり、最大でも、走査端で直径 60 ミクロンと、400 dpi の解像度を保証できる。

又、等速性は、0.5 % 以下であり、ドラム 8 0 4 上での直線性は、100 ミクロン以下であり、半導体レーザーの波長変動による走査位置の変動も極めて小さく、実用上十分な値を得た。

このようにして、ホログラム回転体 8 0 2 の走査幅を大きくして、ホログラム回転体 8 0 2 と定置ホログラム板 8 0 3 との距離を小さくでき、装置の小型化が可能となるとともに、このようにしても、半導体レーザーの温度変動に伴う波長変動（中心波長の変動、マルチモードの分布変動）による走査線の位置変動を防止でき、等速性、直線性、ビーム径の低下を防止できる。

以上説明したように、本発明によればホログラム回転体 8 0 2 を構成するファセットのホログラム 8 2 0 の中央におけるビーム照射

82

位置から両端のビーム照射位置にかけて、しだいに空間周波数が高くなるように構成して、主走査方向の回折角を大きくして、走査幅を大きくし、ホログラム回転体 802 から定置ホログラム板 803 までの光路長を短くできる。また、このようにしても、走査幅を大きくしたので、走査幅が変わることがなく、小型化が実現できる。

尚、上記した実施例では、ビーム走査装置の適用を電子写真印刷装置で説明したが、レーザー描画装置やレーザー検査装置等にも本発明を適用できる。また上記した実施例ではホログラムの干渉縞を、並行線状のもので説明したが、他の形状のものでも実現できる。更に、本発明の主旨の範囲内で種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

〔第 11 の発明〕

本発明は、ホログラム回転体に入射するレーザー光のスポット形状について考察したものである。図 76 図は、ホログラム回転体 902 a の 1 ファセットを拡大して示した図である。また、ホログラム回転体 902 a が回転することでビームの入射位置が変化する様子を模式的に示したものである ($A \rightarrow B \rightarrow C$ と移動する)。

同図に示すように、ホログラム回転体 902 a に入射するレーザー光のビーム径は楕円形状となっており、前記してきた各光ビーム走査装置では、その楕円形状はホログラム回転体 902 a の半径方向にその短軸が沿ったビーム形状となっている。

今、ビームが位置 A にある時と、位置 B にある時とのその回転中心を通る中心線のなす角度を θ_a とし、またレーザー光のビームが位置 A から位置 B まで移動するためにホログラムを形成しなければならない範囲を θ_b とした場合の、角度 θ_a と角度 θ_b との比を有効ホログラム比 H と定義する ($H = \theta_a / \theta_b$)。

ホログラム回転体 902 a を有効に利用するには、この有効ホログラム比 H は 1 に近いほど好ましい。

しかし、第 76 図に示す光ビーム走査方式では、入射ビーム (楕

8 3

円形を有する)の長軸とホログラム回転体 9 0 2 a の回転方向が一致するため、有効ホログラム比 H を 1 に近づけるには限界があった。即ち、ビーム形が回転方向に長い楕円形であることに起因して、ホログラム回転体 9 0 2 a の 1 ファセット内にはどうしても無駄な部分 θ_b ($=\theta_h - \theta_b$) が発生してしまい、ホログラム回転体 9 0 2 a を効率的に機能させることができなかった。これにより、走査効率が低下してしまうという問題点が生じる。

一方、上記の問題点を解決する手段として、レーザ光のビーム形を円形にすることが考えられるが、上記長軸の大きさは、定置ホログラム板が主走査方向に走査ビームを収束させるために必要な大きさであり、所定寸法以下とすることはできない(即ち、円形とすることはできない)。

本発明では、レーザ光のビーム形が楕円形状であっても有効ホログラム比 H を 1 に近づけ、ホログラム回転体の効率的な使用を行うことを目的とするものである。

〔一実施例〕

第 7 7 図は、本発明の原理を示している。本発明では、ホログラム回転体 9 0 2 の回転方向(図中、矢印で示す)と、光源(図示せず:例えば半導体レーザ)から照射されるレーザ光の楕円形状ビーム 9 1 0 の短軸とを一致させた構成とすることを特徴とするものである。

この構成とすることにより、同図に示されるように、ホログラム回転体 9 0 2 のファセット 9 2 0 内に発生する無駄な部分 θ_b' ($=\theta_h' - \theta_b'$) を少なくすることができ、有効ホログラム比 H を 1 に近付けることができる。

第 7 8 図から第 8 0 図は本発明の具体的実施例を示している。

第 7 8 図は、本発明に用いるホログラム回転体 9 0 2 の 1 ファセット 9 2 0 を拡大して示す図である。上記したように、本発明ではホログラム回転体 9 0 2 の回転方向と、レーザ光の楕円形状ビー

ム 9 1 0 の短軸とを一致させる構成とするため、この構成としても適切な光ビーム走査を実現できるよう、ホログラムを設計する必要がある。そこで、本発明では、空間周波数分布を下式のように設定した。

$$\begin{aligned} f_x &= 0 \\ f_y &= f_0 + \sum C_i \cdot (r \cdot \sin \theta)^i \end{aligned}$$

ここで、 θ はホログラム回転体 9 0 2 の回転角、 r はビームの入射半径、 C_i は空間周波数の変化の割合（非球面係数）、 f_0 は回転角 θ がゼロの時の空間周波数である。上記空間周波数分布を有するホログラム回転体 9 0 2 を用いることにより、以下に示す光ビーム走査装置を実現できる。

第 7 9 図は、光源からの入射ビームの位置とホログラム回転体 9 0 2 の回転中心とを結ぶ線分と、該回転中心と定置ホログラム板 9 0 3 とを結ぶ線分とのなす角を 90° に設定したものである。

この構成とすることにより、ホログラム回転体 9 0 2 の回転方向と、レーザ光の楕円形状ビーム 9 1 0 の短軸とを一致させることができ、有効ホログラム比 H を 1 に近付けることができる。

第 8 0 図は、実際に有効ホログラム比 H を計算した例を示しており、第 7 6 図で示した構成（第 8 0 図（A）に示す）では有効ホログラム比 H が 0.844 であったのに対して、第 8 0 図（B）に示す本発明に係る方式では、有効ホログラム比 H を 0.933 と向上させることができ、ホログラム回転体 9 0 2 の効率的な使用が可能となったことが実証された。

第 8 1 図に、上記空間周波数関数における $i = 1 \sim 10$ の 10 次項の例を示す。シュミレーションによれば、同図に示すように、偶関数で構成される空間周波数分布にすることにより、ホログラム回転体 9 0 2 の回転方向と、照射されるビームの短軸とを一致させることがわかる。

以上のように、ホログラム回転体 9 0 2 の回転方向と入射ビーム

径の短軸とを一致させることで有効ホログラム比Hを大きくすることができ、また入射ビームの位置とホログラム回転体902の回転中心、定置ホログラム板903中心が90°に来るよう配置することにより、有効ホログラム比Hを大きくし、ホログラム回転体902の効率的な使用を可能とした光ビーム走査装置を実現できる。

産業上の利用可能性

以上のように、本発明にかかる光ビーム走査装置は、2枚のホログラムにより簡素で低価格な光学系が提供でき、そして半導体レーザの波長変動に対する走査線のずれもなく高い信頼性を実現できるため、レーザプリンタ、レーザファックス等のOA機器、レーザ描画装置、レーザ検査装置等に組み込まれるレーザ走査光学系として有用である。

請求の範囲

1. 第1の回折格子(1a)と、第2の回折格子(2a)とを備えた光ビーム走査装置において、

該第1の回折格子(1a)に入射回折され、更に該第2の回折格子(2a)に入射回折して走査面上に結像する光ビームの主軸(MA)での光束の光路長および、該主軸(MA)を外れた周辺軸(M1)での光束の光路長との光路長差の二乗値、もしくは絶対値を該結像面の全域を含む走査点毎に重み付けた値の総和を最小とするような回折格子を、該第1の回折格子(1a)および該第2の回折格子(2a)に備えたことを特徴とする光ビーム走査装置。

2. 第1の回折格子(1a)と、第2の回折格子(2a)とを備えた光ビーム走査装置において、

該第1の回折格子(1a)に入射回折され、更に該第2の回折格子(2a)に入射回折して走査面上に結合する光ビームの、再生入射光束の主軸(MA)を外れた周辺軸(M1)での該第1の回折格子(1a)の位相の主軸からのずれ量と、該第2の回折格子(2a)に入射する時の回折格子に記録される位相の主軸からのずれ量との和の二乗値、もしくは絶対値を結像面の全域を含む走査点ごとに重み付けた値の総和を最小とするような回折格子を、該第1の回折格子(1a)並びに該第2の回折格子(2a)に備えたことを特徴とする光ビーム走査装置。

3. 該第1の回折格子(1a)は回転体(10)に備えられるとともに、

該第2の回折格子(2a)は、該第1の回折格子(1a)と該走査面との間に配置された固定板(20)であることを特徴とする、請求項1記載の光ビーム走査装置。

4. 該第1の回折格子(1a)は回転体(10)に備えられるとともに、

該第2の回折格子(2a)は、該第1の回折格子(1a)と該走

査面との間に配置された固定板（20）であることを特徴とする、請求項2記載の光ビーム走査装置。

5 5. 該回折格子（1a）に入射する再生光（5）の光源の波長の変動に対し、該結像面（4）上における走査ビームの位置変動が最も小さくなるように該回転体（10）に対して該固定板（20）を傾斜対向したことを特徴とする請求項3記載の光ビーム走査装置。

6. 該回折格子（1a）に入射する再生光（5）の光源の波長の変動に対し、該結像面（4）上における走査ビームの位置変動が最も小さくなるように該回転体（10）に対して該固定板（20）を傾斜対向したことを特徴とする請求項4記載の光ビーム走査装置。

7. 該回折格子（1a）から出射後の回折方向と該回折格子（2a）から出射後の回折方向は逆傾向にある回折格子が記録されていることを特徴とする請求項1記載の光ビーム走査装置。

8. 該回折格子（1a）から出射後の回折方向と該回折格子（2a）から出射後の回折方向は逆傾向にある回折格子が記録されていることを特徴とする請求項2記載の光ビーム走査装置。

9. 該回折格子（1a）から出射後の回折方向と該回折格子（2a）から出射後の回折方向は逆傾向にある回折格子が記録されていることを特徴とする請求項3記載の光ビーム走査装置。

20 10. 該回折格子（1a）から出射後の回折方向と該回折格子（2a）から出射後の回折方向は逆傾向にある回折格子が記録されていることを特徴とする請求項4記載の光ビーム走査装置。

11. 該回折格子（1a）に入射する波面は収束光もしくは平行光であることを特徴とする請求項1記載の光ビーム走査装置。

25 12. 該回折格子（1a）に入射する波面は収束光もしくは平行光であることを特徴とする請求項2記載の光ビーム走査装置。

13. 該回折格子（1a）に入射する波面は収束光もしくは平行光であることを特徴とする請求項3記載の光ビーム走査装置。

14. 該回折格子（1a）に入射する波面は収束光もしくは平行

光であることを特徴とする請求項4記載の光ビーム走査装置。

- 15 15. 該回折格子(1a)から出射回折して該回折格子(2a)に入射する光が発散光である時、該回折格子(2a)から出射する時の収束球面波の回折される角度が該固定板(20)の法線に対し逆符号の回折方向になる回折格子が記録されていることを特徴とする請求項11記載の光ビーム走査装置。

- 10 16. 該回折格子(1a)から出射回折して該回折格子(2a)に入射する光が発散光である時、該回折格子(2a)から出射する時の収束球面波の回折される角度が該固定板(20)の法線に対し逆符号の回折方向になる回折格子が記録されていることを特徴とする請求項12記載の光ビーム走査装置。

- 15 17. 請求項11記載の収束光の、該回折格子(1a)面から収束する焦点(MO)までの距離が、該回折格子(1a)面から該固定板(20)面までの距離近傍であることを特徴とする光ビーム走査装置。

18. 請求項12記載の収束光の、該回折格子(1a)面から収束する焦点(MO)までの距離が、該回折格子(1a)面から該固定板(20)面までの距離近傍であることを特徴とする光ビーム走査装置。

- 20 19. 該回折格子(2a)を作成するホログラム作成波の物体波は該回折格子(1a)から出射するビームが該固定板(20)に走査中心で入射する点を中心にかつ該固定板(20)の基板に対し垂直に入射し、中心軸から離れるにつれてより中心軸方向に曲がる球面収差をもつ波か、または該物体波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項3記載の光ビーム走査装置。

- 25 20. 該回折格子(2a)を作成するホログラム作成波の物体波は該回折格子(1a)から出射するビームが該固定板(20)に走査中心で入射する点を中心にかつ該固定板(20)の基板に対し垂

直に入射し、中心軸から離れるにつれてより中心軸方向に曲がる球面収差をもつ波か、または該物体波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項4記載の光ビーム走査装置。

- 5 21. 該回折格子(2a)を作成するホログラム作成波の物体波は該回折格子(1a)から出射するビームが該固定板(20)に走査中心で入射する点を中心にかつ該固定板(20)の基板に対し垂直に入射し、中心軸から離れるにつれてより中心軸方向に曲がる球面収差をもつ波か、または該物体波を用いて形成される干渉縞分布
10 と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項5記載の光ビーム走査装置。

22. 該回折格子(2a)を作成するホログラム作成波の物体波は該回折格子(1a)から出射するビームが該固定板(20)に走査中心で入射する点を中心にかつ該固定板(20)の基板に対し垂直に入射し、中心軸から離れるにつれてより中心軸方向に曲がる球面収差をもつ波か、または該物体波を用いて形成される干渉縞分布
15 と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項6記載の光ビーム走査装置。

23. 該回折格子(2a)を作成するホログラム作成波の物体波は該回折格子(1a)から出射するビームが該固定板(20)に走査中心で入射する点を中心にかつ該固定板(20)の基板に対し垂直に入射し、中心軸から離れるにつれてより中心軸方向に曲がる球面収差をもつ波か、または該物体波を用いて形成される干渉縞分布
20 と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項7記載の光
25 ビーム走査装置。

24. 該回折格子(2a)を作成するホログラム作成波の物体波は該回折格子(1a)から出射するビームが該固定板(20)に走査中心で入射する点を中心にかつ該固定板(20)の基板に対し垂直に入射し、中心軸から離れるにつれてより中心軸方向に曲がる球

面収差をもつ波か、または該物体波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 8 記載の光ビーム走査装置。

25. 該回折格子 (2 a) を作成するホログラム作成波の物体波
5 は該回折格子 (1 a) から出射するビームが該固定板 (20) に走査中心で入射する点を中心にかつ該固定板 (20) の基板に対し垂直に入射し、中心軸から離れるにつれてより中心軸方向に曲がる球面収差をもつ波か、または該物体波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 9 記載の光
10 ビーム走査装置。

26. 該回折格子 (2 a) を作成するホログラム作成波の物体波
は該回折格子 (1 a) から出射するビームが該固定板 (20) に走査中心で入射する点を中心にかつ該固定板 (20) の基板に対し垂直に入射し、中心軸から離れるにつれてより中心軸方向に曲がる球
15 面収差をもつ波か、または該物体波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 10 記載の光ビーム走査装置。

27. 該回折格子 (2 a) を作成するホログラム作成波の物体波
は該回折格子 (1 a) から出射するビームが該固定板 (20) に走
20 査中心で入射する点を中心にかつ該固定板 (20) の基板に対し垂直に入射し、中心軸から離れるにつれてより中心軸方向に曲がる球面収差をもつ波か、または該物体波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 11 記載の光ビーム走査装置。

25 28. 該回折格子 (2 a) を作成するホログラム作成波の物体波
は該回折格子 (1 a) から出射するビームが該固定板 (20) に走査中心で入射する点を中心にかつ該固定板 (20) の基板に対し垂直に入射し、中心軸から離れるにつれてより中心軸方向に曲がる球面収差をもつ波か、または該物体波を用いて形成される干渉縞分布

と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 1 2 記載の光ビーム走査装置。

2 9. 該回折格子 (2 a) を作成するホログラム作成波の物体波は該回折格子 (1 a) から出射するビームが該固定板 (2 0) に走査中心で入射する点を中心にかつ該固定板 (2 0) の基板に対し垂直に入射し、中心軸から離れるにつれてより中心軸方向に曲がる球面収差をもつ波か、または該物体波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 1 3 記載の光ビーム走査装置。

10 3 0. 該回折格子 (2 a) を作成するホログラム作成波の物体波は該回折格子 (1 a) から出射するビームが該固定板 (2 0) に走査中心で入射する点を中心にかつ該固定板 (2 0) の基板に対し垂直に入射し、中心軸から離れるにつれてより中心軸方向に曲がる球面収差をもつ波か、または該物体波を用いて形成される干渉縞分布
15 と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 1 4 記載の光ビーム走査装置。

3 1. 該回折格子 (2 a) を作成するホログラム作成波の物体波は該回折格子 (1 a) から出射するビームが該固定板 (2 0) に走査中心で入射する点を中心にかつ該固定板 (2 0) の基板に対し垂直に入射し、中心軸から離れるにつれてより中心軸方向に曲がる球面収差をもつ波か、または該物体波を用いて形成される干渉縞分布
20 と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 1 5 記載の光ビーム走査装置。

3 2. 該回折格子 (2 a) を作成するホログラム作成波の物体波
25 は該回折格子 (1 a) から出射するビームが該固定板 (2 0) に走査中心で入射する点を中心にかつ該固定板 (2 0) の基板に対し垂直に入射し、中心軸から離れるにつれてより中心軸方向に曲がる球面収差をもつ波か、または該物体波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 1 6 記載の

光ビーム走査装置。

3 3. 該回折格子 (2 a) を作成するホログラム作成波の物体波は該回折格子 (1 a) から出射するビームが該固定板 (2 0) に走査中心で入射する点を中心にかつ該固定板 (2 0) の基板に対し垂直に入射し、中心軸から離れるにつれてより中心軸方向に曲がる球面収差をもつ波か、または該物体波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 1 7 記載の光ビーム走査装置。

3 4. 該回折格子 (2 a) を作成するホログラム作成波の物体波は該回折格子 (1 a) から出射するビームが該固定板 (2 0) に走査中心で入射する点を中心にかつ該固定板 (2 0) の基板に対し垂直に入射し、中心軸から離れるにつれてより中心軸方向に曲がる球面収差をもつ波か、または該物体波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 1 8 記載の光ビーム走査装置。

3 5. 物体波の球面収差として、該固定板 (2 0) の任意の軸外点から軸中心までの光路長が等しい値を有し、参照波は、該固定板 (2 0) の基板に対し斜めに入射する平行光であるか、またはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 1 9 記載の光ビーム走査装置。

3 6. 物体波の球面収差として、該固定板 (2 0) の任意の軸外点から軸中心までの光路長が等しい値を有し、参照波は、該固定板 (2 0) の基板に対して斜めに入射する平行光であるか、またはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 2 0 記載の光ビーム走査装置。

3 7. 物体波の球面収差として、該固定板 (2 0) の任意の軸外点から軸中心までの光路長が等しい値を有し、参照波は、該固定板 (2 0) の基板に対し斜めに入射する平行光であるか、またはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録され

ていることを特徴とする請求項 2 1 記載の光ビーム走査装置。

3 8. 物体波の球面収差として、該固定板 (2 0) の任意の軸外点から軸中心までの光路長が等しい値を有し、参照波は、該固定板 (2 0) の基板に対し斜めに入射する平行光であるか、またはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 2 2 記載の光ビーム走査装置。

3 9. 物体波の球面収差として、該固定板 (2 0) の任意の軸外点から軸中心までの光路長が等しい値を有し、参照波は、該固定板 (2 0) の基板に対して斜めに入射する平行光であるか、またはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 2 3 記載の光ビーム走査装置。

4 0. 物体波の球面収差として、該固定板 (2 0) の任意の軸外点から軸中心までの光路長が等しい値を有し、参照波は、該固定板 (2 0) の基板に対して斜めに入射する平行光であるか、またはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 2 4 記載の光ビーム走査装置。

4 1. 物体波の球面収差として、該固定板 (2 0) の任意の軸外点から軸中心までの光路長が等しい値を有し、参照波は、該固定板 (2 0) の基板に対して斜めに入射する平行光であるか、またはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 2 5 記載の光ビーム走査装置。

4 2. 物体波の球面収差として、該固定板 (2 0) の任意の軸外点から軸中心までの光路長が等しい値を有し、参照波は、該固定板 (2 0) の基板に対して斜めに入射する平行光であるか、またはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 2 6 記載の光ビーム走査装置。

4 3. 物体波の球面収差として、該固定板 (2 0) の任意の軸外点から軸中心までの光路長が等しい値を有し、参照波は、該固定板 (2 0) の基板に対して斜めに入射する平行光であるか、またはこ

これらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 27 記載の光ビーム走査装置。

44. 物体波の球面収差として、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が等しい値を有し、参照波は、該固定板
5 (20)の基板に対して斜めに入射する平行光であるか、またはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 28 記載の光ビーム走査装置。

45. 物体波の球面収差として、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が等しい値を有し、参照波は、該固定板
10 (20)の基板に対して斜めに入射する平行光であるか、またはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 29 記載の光ビーム走査装置。

46. 物体波の球面収差として、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が等しい値を有し、参照波は、該固定板
15 (20)の基板に対して斜めに入射する平行光であるか、またはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 30 記載の光ビーム走査装置。

47. 物体波の球面収差として、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が等しい値を有し、参照波は、該固定板
20 (20)の基板に対して斜めに入射する平行光であるか、またはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 31 記載の光ビーム走査装置。

48. 物体波の球面収差として、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が等しい値を有し、参照波は、該固定板
25 (20)の基板に対して斜めに入射する平行光であるか、またはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項 32 記載の光ビーム走査装置。

49. 物体波の球面収差として、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が等しい値を有し、参照波は、該固定板

(20)の基板に対して斜めに入射する平行光であるか、またはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項33記載の光ビーム走査装置。

50. 物体波の球面収差として、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が等しい値を有し、参照波は、該固定板(20)の基板に対して斜めに入射する平行光であるか、またはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項34記載の光ビーム走査装置。

51. ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該固定板(20)の軸中心に該固定板(20)に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比の積であることを特徴とする請求項35記載の光ビーム走査装置。

52. ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該固定板(20)の軸中心に該固定板(20)に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比の積であることを特徴とする請求項36記載の光ビーム走査装置。

53. ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該固定板(20)の軸中心に該固定板(20)に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比の積であることを特徴とする請求項37記載の光ビーム走査装置。

54. ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該固定板(20)の軸中心に該固定板(20)に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比の積であることを特徴とする請求項38記載の光ビーム走査装置。

55. ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該

固定板（２０）の軸中心に該固定板（２０）に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板（２０）の任意の軸外点から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比の積であることを特徴とする請求項３９記載の光ビーム走査装置。

- 5 ５６．ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該固定板（２０）の軸中心に該固定板（２０）に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板（２０）の任意の軸外点から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比の積であることを特徴とする請求項４０記載の光ビーム走査装置。
- 10 ５７．ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該固定板（２０）の軸中心に該固定板（２０）に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板（２０）の任意の軸外点から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比の積であることを特徴とする請求項４１記載の光ビーム走査装置。
- 15 ５８．ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該固定板（２０）の軸中心に該固定板（２０）に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板（２０）の任意の軸外点から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比の積であることを特徴とする請求項４２記載の光ビーム走査装置。
- 20 ５９．ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該固定板（２０）の軸中心に該固定板（２０）に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板（２０）の任意の軸外点から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比の積であることを特徴とする請求項４３記載の光ビーム走査装置。
- 25 ６０．ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該固定板（２０）の軸中心に該固定板（２０）に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板（２０）の任意の軸外点から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比の積であることを特徴とする請求項４４記載の光ビーム走査装置。

61. ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該固定板(20)の軸中心に該固定板(20)に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比の積であることを特徴とする請求項45記載の光ビーム走査装置。

62. ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該固定板(20)の軸中心に該固定板(20)に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比の積であることを特徴とする請求項46記載の光ビーム走査装置。

63. ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該固定板(20)の軸中心に該固定板(20)に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比の積であることを特徴とする請求項47記載の光ビーム走査装置。

64. ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該固定板(20)の軸中心に該固定板(20)に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比の積であることを特徴とする請求項48記載の光ビーム走査装置。

65. ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該固定板(20)の軸中心に該固定板(20)に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比の積であることを特徴とする請求項48記載の光ビーム走査装置。

66. ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該固定板(20)の軸中心に該固定板(20)に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板(20)の任意の軸外点から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比

の積であることを特徴とする請求項 49 記載の光ビーム走査装置。

67. ホログラム作成波の波長は再生する波長より短く、かつ該固定板 (20) の軸中心に該固定板 (20) に垂直に入射する球面収差波であり、該球面収差量は、該固定板 (20) の任意の軸外点
5 から軸中心までの光路長が、一定値および再生波長と作成波長の比の積であることを特徴とする請求項 50 記載の光ビーム走査装置。

68. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球面収差波を用いて該回折格子 (2a) を作成することを特徴とする請求項 51 記載の光ビーム走査装置。

10 69. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球面収差波を用いて該回折格子 (2a) を作成することを特徴とする請求項 52 記載の光ビーム走査装置。

70. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球面収差波を用いて該回折格子 (2a) を作成することを特徴とする
15 請求項 53 記載の光ビーム走査装置。

71. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球面収差波を用いて該回折格子 (2a) を作成することを特徴とする請求項 54 記載の光ビーム走査装置。

72. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球
20 面収差波を用いて該回折格子 (2a) を作成することを特徴とする請求項 55 記載の光ビーム走査装置。

73. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球面収差波を用いて該回折格子 (2a) を作成することを特徴とする請求項 56 記載の光ビーム走査装置。

25 74. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球面収差波を用いて該回折格子 (2a) を作成することを特徴とする請求項 57 記載の光ビーム走査装置。

75. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球面収差波を用いて該回折格子 (2a) を作成することを特徴とする

請求項 58 記載の光ビーム走査装置。

76. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球面収差波を用いて該回折格子(2a)を作成することを特徴とする請求項 59 記載の光ビーム走査装置。

5 77. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球面収差波を用いて該回折格子(2a)を作成することを特徴とする請求項 60 記載の光ビーム走査装置。

78. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球面収差波を用いて該回折格子(2a)を作成することを特徴とする
10 請求項 61 記載の光ビーム走査装置。

79. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球面収差波を用いて該回折格子(2a)を作成することを特徴とする請求項 62 記載の光ビーム走査装置。

80. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球面収差波を用いて該回折格子(2a)を作成することを特徴とする
15 請求項 63 記載の光ビーム走査装置。

81. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球面収差波を用いて該回折格子(2a)を作成することを特徴とする請求項 64 記載の光ビーム走査装置。

20 82. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球面収差波を用いて該回折格子(2a)を作成することを特徴とする請求項 65 記載の光ビーム走査装置。

83. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球面収差波を用いて該回折格子(2a)を作成することを特徴とする
25 請求項 66 記載の光ビーム走査装置。

84. 無収差である発散球面波を球面レンズを通して得られる球面収差波を用いて該回折格子(2a)を作成することを特徴とする請求項 67 記載の光ビーム走査装置。

85. 該回折格子(1a)に入射する波面は、走査方向において

1 0 0

は平行波もしくは収束波であり、走査の直交方向においては該回転体（１０）上に収束する波面を有し、該回折格子（２ａ）は物体波に球面収差波を用い、参照波にコマ収差波を用いて作成もしくはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項３記載の光ビーム走査装置。

８６．該回折格子（１ａ）に入射する波面は、走査方向においては平行波もしくは収束波であり、走査の直交方向においては該回転体（１０）上に収束する波面を有し、該回折格子（２ａ）は物体波に球面収差波を用い、参照波にコマ収差波を用いて作成もしくはこれらの作成波を用いて形成される干渉縞分布と同一のものが記録されていることを特徴とする請求項４記載の光ビーム走査装置。

８７．請求項８５記載の球面収差波とコマ収差波は、球面レンズを用いて発生する収差波により発生することを特徴とする光ビーム走査装置。

８８．請求項８６記載の球面収差波とコマ収差波は、球面レンズを用いて発生する収差波により発生することを特徴とする光ビーム走査装置。

８９．該固定板（２０）は複数の回折格子から構成されることを特徴とする請求項３記載の光ビーム走査装置。

９０．該固定板（２０）は複数の回折格子から構成されることを特徴とする請求項４記載の光ビーム走査装置。

９１．該回折格子（１ａ）は、均一の干渉縞ピッチを有し、該回転体（１０）による走査線の軌跡が該固定板（２０）の面で湾曲したことを特徴とする請求項３記載の光ビーム走査装置。

９２．該回折格子（１ａ）は、均一の干渉縞ピッチを有し、該回転体（１０）による走査線の軌跡が該固定板（２０）の面で湾曲したことを特徴とする請求項４記載の光ビーム走査装置。

９３．該回折格子（１ａ）は、２つの発散球面波を用いて仮想的にそれぞれ異なる波長で作成したものと同様の干渉縞を形成したも

1 0 1

のであることを特徴とする請求項 1 記載の光ビーム走査装置。

9 4. 該回折格子 (1 a) は、2 つの発散球面波を用いて仮想的にそれぞれ異なる波長が作成したものと同様の干渉縞を形成したものであることを特徴とする請求項 2 記載の光ビーム走査装置。

5 9 5. 該回折格子 (1 a) は、2 つの発散球面波を用いて仮想的にそれぞれ異なる波長で作成したものと同様の干渉縞を形成したものであることを特徴とする請求項 3 記載の光ビーム走査装置。

9 6. 該回折格子 (1 a) は、2 つの発散球面波を用いて仮想的にそれぞれ異なる波長が作成したものと同様の干渉縞を形成したものであることを特徴とする請求項 4 記載の光ビーム走査装置。

9 7. 第 1 及び第 2 の少なくとも 2 つのホログラム (1 1 0, 1 1 2) から成る光ビーム走査装置であって、光源から第 1 及び第 2 のホログラム (1 1 0, 1 1 2) を経由し走査面 (1 2 0) に至るまでの走査ビーム光束内の光路差 $\Delta \phi$ が、光源中心波長 λ 及び該光源中心波長からの波長ずれ $\Delta \lambda$ に対して、 $\Delta \phi < C (\lambda^2 / \Delta \lambda)$ 、
15 ここで C は定数、であることを特徴とする光ビーム走査装置。

9 8. 前記定数 C は 0. 5 以下であることを特徴とする請求項 9 7 記載の光ビーム走査装置。

9 9. 光源が半導体レーザあるいは発光ダイオードから成り、前
20 記第 1 のホログラム (1 1 0) が可動ホログラム (1 5 0) であり、前記第 2 のホログラム (1 1 2) が固定ホログラムであることを特徴とする請求項 9 7 記載の光ビーム走査装置。

1 0 0. 光源が半導体レーザあるいは発光ダイオードから成り、前記第 1 のホログラム (1 1 0) が可動ホログラム (1 5 0) であり、前記第 2 のホログラム (1 1 2) が固定ホログラムであることを特徴とする請求項 9 8 記載の光ビーム走査装置。

1 0 1. 前記第 2 のホログラム (1 1 2) が第 1 のホログラム (1 1 0) の後方に配置されていることを特徴とする請求項 9 7 記載の光ビーム走査装置。

1 0 2

1 0 2. 前記第 2 のホログラム (1 1 2) が第 1 のホログラム (1 1 0) の後方に配置されていることを特徴とする請求項 9 8 記載の光ビーム走査装置。

1 0 3. 前記第 2 のホログラム (1 1 2) が第 1 のホログラム (1 1 0) の後方に配置されていることを特徴とする請求項 9 9 記載の光ビーム走査装置。

1 0 4. 前記第 2 のホログラム (1 1 2) が第 1 のホログラム (1 1 0) の後方に配置されていることを特徴とする請求項 1 0 0 記載の光ビーム走査装置。

10 1 0 5. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) に入射する光束が収束波であることを特徴とする請求項 9 7 記載の光ビーム走査装置。

1 0 6. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) に入射する光束が収束波であることを特徴とする請求項 9 8 記載の光ビーム走査装置。

15 1 0 7. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) に入射する光束が収束波であることを特徴とする請求項 9 9 記載の光ビーム走査装置。

1 0 8. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) に入射する光束が収束波であることを特徴とする請求項 1 0 0 記載の光ビーム走査装置。

1 0 9. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) に入射する光束が収束波であることを特徴とする請求項 1 0 1 記載の光ビーム走査装置。

20 1 1 0 前記第 1 のホログラム (1 1 0) に入射する光束が収束波であることを特徴とする請求項 1 0 2 記載の光ビーム走査装置。

1 1 1. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) に入射する光束が収束波であることを特徴とする請求項 1 0 3 記載の光ビーム走査装置。

25 1 1 2. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) に入射する光束が収束波であることを特徴とする請求項 1 0 4 記載の光ビーム走査装置。

1 1 3. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束が発散波であり、該第 2 のホログラム (1 1 2) から出射する光束が平行波あるいは収束波であることを特徴とする請求項 9 7 記載の光ビーム走査装置。

1 0 3

1 1 4. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束が発散波であり、該第 2 のホログラム (1 1 2) から出射する光束が平行波あるいは収束波であることを特徴とする請求項 9 8 記載の光ビーム走査装置。

5 1 1 5. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束が発散波であり、該第 2 のホログラム (1 1 2) から出射する光束が平行波あるいは収束波であることを特徴とする請求項 9 9 記載の光ビーム走査装置。

10 1 1 6. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束が発散波であり、該第 2 のホログラム (1 1 2) から出射する光束が平行波あるいは収束波であることを特徴とする請求項 1 0 0 記載の光ビーム走査装置。

15 1 1 7. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束が発散波であり、該第 2 のホログラム (1 1 2) から出射する光束が平行波あるいは収束波であることを特徴とする請求項 1 0 1 記載の光ビーム走査装置。

20 1 1 8. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束が発散波であり、該第 2 のホログラム (1 1 2) から出射する光束が平行波あるいは収束波であることを特徴とする請求項 1 0 2 記載の光ビーム走査装置。

1 1 9. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束が発散波であり、該第 2 のホログラム (1 1 2) から出射する光束が平行波あるいは収束波であることを特徴とする請求項 1 0 3 記載の光ビーム走査装置。

25 1 2 0. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束が発散波であり、該第 2 のホログラム (1 1 2) から出射する光束が平行波あるいは収束波であることを特徴とする請求項 1 0 4 記載の光ビーム走査装置。

1 2 1. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 の

1 0 4

ホログラム（１１２）に入射する光束が発散波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が平行波あるいは収束波であることを特徴とする請求項１０５記載の光ビーム走査装置。

5 1 2 2. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束が発散波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が平行波あるいは収束波であることを特徴とする請求項１０６記載の光ビーム走査装置。

1 2 3. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束が発散波であり、該第２のホ
10 ログラム（１１２）から出射する光束が平行波あるいは収束波であることを特徴とする請求項１０７記載の光ビーム走査装置。

1 2 4. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束が発散波であり、該第２のホ
15 ログラム（１１２）から出射する光束が平行波あるいは収束波であることを特徴とする請求項１０８記載の光ビーム走査装置。

1 2 5. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束が発散波であり、該第２のホ
ログラム（１１２）から出射する光束が平行波あるいは収束波であることを特徴とする請求項１０９記載の光ビーム走査装置。

20 1 2 6. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束が発散波であり、該第２のホ
ログラム（１１２）から出射する光束が平行波あるいは収束波であることを特徴とする請求項１１０記載の光ビーム走査装置。

1 2 7. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２の
25 ホログラム（１１２）に入射する光束が発散波であり、該第２のホ
ログラム（１１２）から出射する光束が平行波あるいは収束波であることを特徴とする請求項１１１記載の光ビーム走査装置。

1 2 8. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２の
ホログラム（１１２）に入射する光束が発散波であり、該第２のホ

1 0 5

ログラム（１１２）から出射する光束が平行波あるいは収束波であることを特徴とする請求項１１２記載の光ビーム走査装置。

1 2 9. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項９７記載の光ビーム走査装置。

1 3 0. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項９８記載の光ビーム走査装置。

1 3 1. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項９９記載の光ビーム走査装置。

1 5 1 3 2. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項１００記載の光ビーム走査装置。

2 0 1 3 3. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項１０１記載の光ビーム走査装置。

2 5 1 3 4. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項１０２記載の光ビーム走査装置。

1 3 5. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特

1 0 6

徴とする請求項 1 0 3 記載の光ビーム走査装置。

1 3 6. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 の
ホログラム (1 1 2) に入射する光束がほぼ平行波であり、該第 2
のホログラム (1 1 2) から出射する光束が収束波であることを特
徴とする請求項 1 0 4 記載の光ビーム走査装置。

1 3 7. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 の
ホログラム (1 1 2) に入射する光束がほぼ平行波であり、該第 2
のホログラム (1 1 2) から出射する光束が収束波であることを特
徴とする請求項 1 0 5 記載の光ビーム走査装置。

10 1 3 8. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 の
ホログラム (1 1 2) に入射する光束がほぼ平行波であり、該第 2
のホログラム (1 1 2) から出射する光束が収束波であることを特
徴とする請求項 1 0 6 記載の光ビーム走査装置。

1 3 9. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 の
15 ホログラム (1 1 2) に入射する光束がほぼ平行波であり、該第 2
のホログラム (1 1 2) から出射する光束が収束波であることを特
徴とする請求項 1 0 7 記載の光ビーム走査装置。

1 4 0. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 の
ホログラム (1 1 2) に入射する光束がほぼ平行波であり、該第 2
20 のホログラム (1 1 2) から出射する光束が収束波であることを特
徴とする請求項 1 0 8 記載の光ビーム走査装置。

1 4 1. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 の
ホログラム (1 1 2) に入射する光束がほぼ平行波であり、該第 2
のホログラム (1 1 2) から出射する光束が収束波であることを特
25 徴とする請求項 1 0 9 記載の光ビーム走査装置。

1 4 2. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 の
ホログラム (1 1 2) に入射する光束がほぼ平行波であり、該第 2
のホログラム (1 1 2) から出射する光束が収束波であることを特
徴とする請求項 1 1 0 記載の光ビーム走査装置。

1 0 7

1 4 3. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束がほぼ平行波であり、該第 2 のホログラム (1 1 2) から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項 1 1 1 記載の光ビーム走査装置。

5 1 4 4. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束がほぼ平行波であり、該第 2 のホログラム (1 1 2) から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項 1 1 2 記載の光ビーム走査装置。

1 4 5. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 の
10 ホログラム (1 1 2) に入射する光束がほぼ平行波であり、該第 2 のホログラム (1 1 2) から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項 1 1 3 記載の光ビーム走査装置。

1 4 6. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束がほぼ平行波であり、該第 2
15 のホログラム (1 1 2) から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項 1 1 4 記載の光ビーム走査装置。

1 4 7. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束がほぼ平行波であり、該第 2 のホログラム (1 1 2) から出射する光束が収束波であることを特
20 徴とする請求項 1 1 5 記載の光ビーム走査装置。

1 4 8. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束がほぼ平行波であり、該第 2 のホログラム (1 1 2) から出射する光束が収束波であることを特
徴とする請求項 1 1 6 記載の光ビーム走査装置。

25 1 4 9. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束がほぼ平行波であり、該第 2 のホログラム (1 1 2) から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項 1 1 7 載の光ビーム走査装置。

1 5 0. 前記第 1 のホログラム (1 1 0) から出射し前記第 2 の

1 0 8

ホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項１１８記載の光ビーム走査装置。

5 1 5 1. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項１１９記載の光ビーム走査装置。

10 1 5 2. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項１２０記載の光ビーム走査装置。

15 1 5 3. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項１２１記載の光ビーム走査装置。

1 5 4. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項１２２記載の光ビーム走査装置。

20 1 5 5. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項１２３記載の光ビーム走査装置。

25 1 5 6. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項１２４記載の光ビーム走査装置。

1 5 7. 前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２

のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項１２５記載の光ビーム走査装置。

５ １５８．前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項１２６記載の光ビーム走査装置。

１０ １５９．前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項１２７記載の光ビーム走査装置。

１６０．前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束がほぼ平行波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項１２８記載の光ビーム走査装置。

１５ １６１．前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束が収束波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項９７記載の光ビーム走査装置。

２０ １６２．前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束が収束波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項９８記載の光ビーム走査装置。

２５ １６３．前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束が収束波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴とする請求項９９記載の光ビーム走査装置。

１６４．前記第１のホログラム（１１０）から出射し前記第２のホログラム（１１２）に入射する光束が収束波であり、該第２のホログラム（１１２）から出射する光束が収束波であることを特徴と

1 1 0

する請求項 1 0 0 記載の光ビーム走査装置。

- 1 6 5. 第 1 及び第 2 の少なくとも 2 つのホログラム (1 1 0, 1 1 2) から成る光ビーム走査装置 (1 0 0) であって、入射した収束球面波を発散球面波に波面変換する第 1 のホログラム (1 1 0) から出射角 δ にて出射した発散球面波が、第 1 のホログラム (1 1 0) と平行で且つ光軸距離 l_4 の所に配置された第 2 のホログラム (1 1 2) に対して、焦点距離 l_3 、入射角 δ にて入射し、収束球面波が第 2 のホログラム (1 1 2) の波面変換によって出射角 β にて第 2 のホログラム (1 1 2) から出射されるとき、 $k(\delta) = l_4 / l_3$ とした場合、

$$\sin \beta = k(\delta) l \sin \delta$$

を満たすことを特徴とする光ビーム走査装置。

1 6 6. k_0 をパラメータとしたとき、 $k(\delta)$ が、

$$k(\delta) = k_0 - (3/8)(1 - k_0^2)(1 - 2k_0)\delta^2$$

- 15 を満たすことを特徴とする請求項 1 6 5 に記載の光ビーム走査装置。

1 6 7. 第 1 のホログラム (1 1 0) と第 2 のホログラム (1 1 2) との間の距離を L 、第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束の第 2 のホログラムに対する焦点距離を $a(\delta)$ とするとき、

$$a(\delta) = L / k(\delta)$$

- 20 を満たすことを特徴とする請求項 1 6 5 記載の光ビーム走査装置。

1 6 8. 第 1 のホログラム (1 1 0) と第 2 のホログラム (1 1 2) との間の距離を L 、第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束の第 2 のホログラムに対する焦点距離を $a(\delta)$ とするとき、

$$a(\delta) = L / k(\delta)$$

- 25 を満たすことを特徴とする請求項 1 6 6 記載の光ビーム走査装置。

1 6 9. 第 1 及び第 2 の少なくとも 2 つのホログラム (1 1 0, 1 1 2) から成る光ビーム走査装置 (1 0 0) であって、入射した収束球面波を収束球面波に波面変換する第 1 のホログラム (1 0 0) から出射角 δ にて出射した収束球面波が、第 1 のホログラム

1 1 1

(1 0 0) と平行で且つ光軸距離 l_4 の所に配置された第 2 のホログラム (1 1 2) に対して、焦点距離 ($l_3 - l_4$)、入射角 δ にて入射し、収束球面波が第 2 のホログラム (1 1 2) の波面変換によって出射角 β にて第 2 のホログラム (1 1 2) から出射されるとき、

$$k'(\delta) = l_4 / l_3, \quad k(\delta)$$

1 0 6

$$= k'(\delta) / \{k'(\delta) - 1\}$$

とした場合、

$$\sin \beta = k(\delta) \sin \delta$$

を満たすことを特徴とする光ビーム走査装置。

1 7 0. k_0 をパラメータとしたとき、 $k(\delta)$ が、

$$k(\delta) = k_0 - (3/8)(1 - k_0^2)(1 - 2k_0)\delta^2$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 6 9 に記載の光ビーム走査装置。

1 7 1. 第 1 のホログラム (1 1 0) と第 2 のホログラム (1 1 2) との間の距離を L 、第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束の第 2 のホログラムに対する焦点距離を $a(\delta)$ とするとき、

$$a(\delta) = L / k(\delta)$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 6 9 に記載の光ビーム走査装置。

2 0 1 7 2. 第 1 のホログラム (1 1 0) と第 2 のホログラム (1 1 2) との間の距離を L 、第 2 のホログラム (1 1 2) に入射する光束の第 2 のホログラムに対する焦点距離を $a(\delta)$ とするとき、

$$a(\delta) = L / k(\delta)$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 7 0 に記載の光ビーム走査装置。

2 5 1 7 3. 光源部 (2 1 0) と、回折格子を記録した回転体 (2 0 2) と、該回転体 (2 0 2) と走査面 (2 0 4) との間に設けられ、回折格子を記録した定置板 (2 0 3) とを有し、

該光源部 (2 1 0) からの入射光を、該回転体 (2 0 2) の回折格子で回折するとともに、該回転体 (2 0 2) の回転により、回折光

1 1 2

を走査し、該定置板（２０３）で回折して、該走査面（２０４）を光走査する光ビーム走査装置において、

該走査方向と直交する方向において、該回転体（２０２）に入射する入射光の収束位置を、該回転体面より結像面側又は入射光側とし、

該定置板（２０３）で該回転体（２０２）からの回折光を回折して、入射光から走査面（２０４）までの光束内の周辺の光路長を等しくしたことを特徴とする光ビーム走査装置。

１７４．前記走査方向と直交する方向において、前記回転体（２０２）に入射する入射光の収束位置を、前記回転体面より結像面側とした時に、前記定置板（２０３）の回折方向を、前記回転体（２０２）の回折方向と同方向としたことを特徴とする請求項１７３の光ビーム走査装置。

１７５．前記走査方向と直交する方向において、前記回転体（２０２）に入射する入射光の収束位置を、前記回転体面より入射光側とした時に、前記定置板（２０３）の回折方向を、前記回転体（２０２）の回折方向と逆方向としたことを特徴とする請求項１７３の光ビーム走査装置。

１７６．前記回転体（２０２）を、ホログラムディスクで構成し、前記定置板（２０３）をホログラム固定板で構成したことを特徴とする請求項１７３の光ビーム走査装置。

１７７．前記回転体（２０２）を、ホログラムディスクで構成し、前記定置板（２０３）をホログラム固定板で構成したことを特徴とする請求項１７４の光ビーム走査装置。

１７８．前記回転体（２０２）を、ホログラムディスクで構成し、前記定置板（２０３）をホログラム固定板で構成したことを特徴とする請求項１７５の光ビーム走査装置。

１７９．前記光源部を、半導体レーザ（２１０）と、該半導体レーザ（２１０）の発散光を並行光に変換するコリメータレンズ

1 1 3

(2 1 1) と、コリメータレンズ (2 1 1) の並行光を前記直交方向で収束させるシリンダリカルレンズ (2 1 2) とで構成し、該シリンダリカルレンズ (2 1 2) により、前記回転体 (2 0 2) に入射する入射光の収束位置を、該回転体面より結像面側又は入射光側としたことを特徴とする請求項 1 7 3 の光ビーム走査装置。

1 8 0. 前記光源部を、半導体レーザ (2 1 0) と、該半導体レーザ (2 1 0) の発散光を並行光に変換するコリメータレンズ (2 1 1) と、コリメータレンズ (2 1 1) の並行光を前記直交方向で収束させるシリンダリカルレンズ (2 1 2) とで構成し、該シリンダリカルレンズ (2 1 2) により、前記回転体 (2 0 2) に入射する入射光の収束位置を、該回転体面より結像面側又は入射光側としたことを特徴とする請求項 1 7 4 の光ビーム走査装置。

1 8 1. 前記光源部を、半導体レーザ (2 1 0) と、該半導体レーザ (2 1 0) の発散光を並行光に変換するコリメータレンズ (2 1 1) と、コリメータレンズ (2 1 1) の並行光を前記直交方向で収束させるシリンダリカルレンズ (2 1 2) とで構成し、該シリンダリカルレンズ (2 1 2) により、前記回転体 (2 0 2) に入射する入射光の収束位置を、該回転体面より結像面側又は入射光側としたことを特徴とする請求項 1 7 5 の光ビーム走査装置。

20 1 8 2. 前記光源部を、半導体レーザ (2 1 0) と、該半導体レーザ (2 1 0) の発散光を並行光に変換するコリメータレンズ (2 1 1) と、コリメータレンズ (2 1 1) の並行光を前記直交方向で収束させるシリンダリカルレンズ (2 1 2) とで構成し、該シリンダリカルレンズ (2 1 2) により、前記回転体 (2 0 2) に入射する入射光の収束位置を、該回転体面より結像面側又は入射光側

25 としたことを特徴とする請求項 1 7 6 の光ビーム走査装置。

1 8 3. 前記光源部を、半導体レーザ (2 1 0) と、該半導体レーザ (2 1 0) の発散光を並行光に変換するコリメータレンズ (2 1 1) と、コリメータレンズ (2 1 1) の並行光を前記直交方

1 1 4

向で収束させるシリンドリカルレンズ（２１２）とで構成し、該シリンドリカルレンズ（２１２）により、前記回転体（２０２）に入射する入射光の収束位置を、該回転体面より結像面側又は入射光側としたことを特徴とする請求項１７７の光ビーム走査装置。

- ５ １８４．前記光源部を、半導体レーザ（２１０）と、該半導体レーザ（２１０）の発散光を並行光に変換するコリメータレンズ（２１１）と、コリメータレンズ（２１１）の並行光を前記直交方向で収束させるシリンドリカルレンズ（２１２）とで構成し、該シリンドリカルレンズ（２１２）により、前記回転体（２０２）に入射する入射光の収束位置を、該回転体面より結像面側又は入射光側としたことを特徴とする請求項１７８の光ビーム走査装置。

- １８５．光源部（３１０）からの入射光を、回転体（３０２）の回折格子で回折するとともに、該回転体（３０２）の回転により、回折光を走査し、定置板（３０３）で回折して、走査面（３０４）を光走査する光ビーム走査装置において、

該定置板（３０３）の主走査方向の物体波の方向余弦の変化率を、副走査方向の物体波の方向余弦の変化率と異ならしめ、且つ該回転体（３０２）に入射する入射光が、主走査方向と副走査方向とで焦点距離が異なるように構成したことを特徴とする光ビーム走査装置。

- ２０ １８６．前記回転体（３０２）を、ホログラムディスクで構成し、前記定置板（２０３）をホログラム固定板で構成したことを特徴とする請求項１８５の光ビーム走査装置。

- １８７．前記ホログラム固定板（３０３）は、主走査方向と副走査方向の収差量が異なる波により作成した干渉縞分布を有すること
２５ を特徴とする請求項１８６の光ビーム走査装置。

１８８．前記干渉縞分布を作成する前記波の収差が、前記ホログラムディスク（３０２）から出射されるビームが、前記ホログラム固定板（３０３）の主走査中心で垂直に入射し、前記中心軸から離れるにつれより中心軸に曲がる収差であることを特徴とする請求項

1 1 5

1 8 7 の光ビーム走査装置。

- 1 8 9. 前記干渉縞分布を作成する前記波の収差が、前記ホログラム固定板（3 0 3）の主走査方向の各点から軸中心までの光路長が等しく、且つ副走査方向の各点から軸中心までの光路長が等しく、
5 前記主走査方向の光路長と前記副走査方向の光路長とを異ならした収差であることを特徴とする請求項 1 8 7 の光ビーム走査装置。

- 1 9 0. 前記干渉縞分布を作成する前記波の収差が、前記ホログラム固定板（3 0 3）の主走査方向の各点から軸中心までの光路長が等しく、且つ副走査方向の各点から軸中心までの光路長が等しく、
10 前記主走査方向の光路長と前記副走査方向の光路長とを異ならした収差であることを特徴とする請求項 1 8 8 の光ビーム走査装置。

- 1 9 1. 前記干渉縞分布を作成する前記波の位相が、前記主走査方向と前記副走査方向に対し、楕円の位相であることを特徴とする請求項 1 8 7 の光ビーム走査装置。
15 1 9 2. 前記干渉縞分布を作成する前記波の位相が、前記主走査方向と前記副走査方向に対し、楕円の位相であることを特徴とする請求項 1 8 8 の光ビーム走査装置。

- 1 9 3. 前記干渉縞分布を作成する前記波の位相が、前記主走査方向と前記副走査方向に対し、楕円の位相であることを特徴とする
20 請求項 1 8 9 の光ビーム走査装置。

1 9 4. 前記干渉縞分布を作成する前記波の位相が、前記主走査方向と前記副走査方向に対し、楕円の位相であることを特徴とする請求項 1 9 0 の光ビーム走査装置。

- 1 9 5. 光源部からの入射光を、ホログラム回転体（4 0 2）で
25 回折するとともに、該ホログラム回転体（4 0 2）の回転により回折光を走査し、定置ホログラム板（4 0 3）で回折して、走査面（4 0 4 a）を光走査する光ビーム走査装置において、

該定置ホログラム板（4 0 3）は、球面波の波数が再生波長の波数と異なる位相を有する波により作成された干渉縞分布を有するこ

1 1 6

とを特徴とする光ビーム走査装置。

- 1 9 6. 光源部から入射を、ホログラム回転体 (4 0 2) で回折するとともに、該ホログラム回転体 (4 0 2) の回転により回折光を走査し、定置ホログラム板 (4 0 3) で回折して、走査面 (4 0 4 a) を光走査する光ビーム走査装置において、

該定置ホログラム板 (4 0 3) は、円筒波と球面波により、該ホログラム回転体 (4 0 2) からの回折波が該定置ホログラム板 (4 0 3) に入射する波面と異なる波面を記録する波により作成された干渉縞分布を有することを特徴とする光ビーム走査装置。

- 1 0 1 8 7. 前記定置ホログラム板 (4 0 3) の干渉縞分布を作成する参照波は、作成波の波数 k_2 と再生波の波数 k_1 とが異なり、参照波の位相 $\Phi_R (X, Y)$ が、下記式で示されるものであることを特徴とする請求項 1 9 5 の光ビーム走査装置。

$$15 \quad \Phi_R (X, Y) = k_1 \left(-\sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + X_0^2} + \sqrt{X^2 + Z_0^2} \right)$$

- 1 9 8. 前記定置ホログラム板 (4 0 3) の干渉縞分布を作成する参照波は、作成波の波数 k_2 と再生波の波数 k_1 とが異なり、参照波の位相 $\Phi_R (X, Y)$ が、下記式で示されるものであることを特徴とする請求項 1 9 6 の光ビーム走査装置。

$$20 \quad \Phi_R (X, Y) = k_1 \left(-\sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + X_0^2} + \sqrt{X^2 + Z_0^2} \right)$$

25

- 1 9 9. 前記定置ホログラム板 (4 0 3) の干渉縞分布を作成する参照波は、作成波の波数 k_2 と再生波の波数 k_1 とが異なり、参照波の位相 $\Phi_R (X, Y)$ が、下記式で示されるものであることを特徴とする請求項 1 9 5 の光ビーム走査装置。

1 1 7

$$\Phi_R (X, Y) = -k_1 (\sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + X_0^2} + k_2 \sqrt{X^2 + Z_0^2})$$

- 5 2 0 0. 前記定置ホログラム板 (4 0 3) の干渉縞分布を作成する参照波は、作成波の波数 k_2 と再生波の波数 k_1 とが異なり、参照波の位相 $\Phi_R (X, Y)$ が、下記式で示されるきであることを特

1 1 2

徴とする請求項 1 9 6 の光ビーム走査装置。

10

$$\Phi_R (X, Y) = -k_1 \sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2} + k_2 (\sqrt{X^2 + Z_0^2})$$

- 2 0 1. 回折格子を記録した回転体 (1 0) と、該回転体 (1 0) と走査面 (4 a) との間に、回折格子を記録した固定板 (2 0) を定置した光ビーム走査装置において、必要な走査幅 (X_2) に対し、固定ホログラム板 (2 0) のホログラム領域 (X_1) が同等か、またはそれより大きいものであることを特徴とする光ビーム走査装置。

- 20 2 0 2. 請求項 2 0 1 において、走査方向の固定ホログラム板 (2 0) に入射するディスク出射波の角度が、固定ホログラム板 (2 0) から出射走査回折波の角度と逆であることを特徴とする光ビーム走査装置。

- 25 2 0 3. 正弦波駆動により振動し、レーザ光源 (5 3 1) よりのレーザ光を反射する振動ミラー (5 3 2, 5 4 0) と、

該振動ミラーで反射された走査レーザ光を逆正弦変換する第 1 のホログラム (5 3 4, 5 4 2) と、

該第 1 のホログラム (5 3 4, 5 4 2) を通した走査レーザ光を正接変換して結像面 (5 3 6) 上に結像させる第 2 のホログラム

1 1 8

(5 3 5, 5 4 3) とを有し、

結像面 (5 3 6) 上でレーザ光の線型走査を行なうことを特徴とする光ビーム走査装置。

2 0 4. 該振動ミラーはガルバノミラー (5 3 2) であることを
5 特徴とする請求項 2 0 3 の光ビーム走査装置。

2 0 5. 該振動ミラーはトーションバーミラー (5 4 0) であることを特徴とする請求項 2 0 3 の光ビーム走査装置。

2 0 6. 該第 1, 第 2 のホログラム (5 3 4, 5 4 2, 5 3 5, 5 4 3) を平面配置したことを特徴とする請求項 2 0 3 の光ビーム
10 走査装置。

2 0 7. 該第 1, 第 2 のホログラム (5 3 4, 5 4 2, 5 3 5, 5 4 3) を立体配置したことを特徴とする請求項 2 0 3 の光ビーム走査装置。

2 0 8. 光源部 (7 0 1) からの入射光を、ホログラム回転体
15 (7 0 2) で回折するとともに、該回転体 (7 0 2) の回転により回折光を走査し、定置ホログラム板 (7 0 3) で回折して、走査面 (7 0 4) を光走査する光ビーム走査装置において、

該定置ホログラム板 (7 0 3) は、主走査方向を X とし、副走査方向を Y とすると、下記式で示される位相分布 Φ_H を有し、且つ該
20 ホログラム回転体 (7 0 2) に入射する入射光が、主走査方向と、副走査方向に焦点距離が異なるように構成したことを特徴とする光ビーム走査装置。

$$\Phi_H = C_1 \cdot X^2 + C_2 \cdot Y^2 + a \cdot \sqrt{X^2 + Z_0^2} - b \sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2}$$

25

2 0 9. 光源部 (7 0 1) からの入射光を、ホログラム回転体 (7 0 2) で回折するとともに、該回転体 (7 0 2) の回転により回折光を走査し、定置ホログラム板 (7 0 3) で回折して、走査面

1 1 9

(704) を光走査する光ビーム走査装置において、

該定置ホログラム板 (703) は、主走査方向を X とし、副走査方向を Y とすると、下記式で示される位相分布 Φ_H を有し、且つ該ホログラム回転体 (702) に入射する入射光が、主走査方向と副走査方向とで焦点距離が異なるように構成したことを特徴とする光ビーム走査装置。

$$\Phi_H = k_2 \cdot [C_1 \cdot X^2 + C_2 \cdot Y^2 + C_0 \cdot Y + a \cdot \sqrt{X^2 + Z_0^2} - b \sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2}]$$

10

但し、 $k_2 = 2\pi / \lambda_2$ (λ_2 は入射光の波長)

210. 前記定置ホログラム板 (703) は、Y 方向の収差量の球面収差と非点収差とコマ収差とを持つ一の波と、X 方向の収差量を有し、再生波の波長と異なった波長の球面収差と非点収差とを持つ他の波とにより作成された干渉縞分布を有することを特徴とする請求項 209 の光ビーム走査装置。

211. 前記定置ホログラム板 (703) は、点光源 (760) からの球面収差と楕円位相波の Y 方向とコマ収差とを受け持つ一の波と、線光源波面と楕円位相波の X 方向とを受け持つ他の波とにより作成された干渉縞分布を有することを特徴とする請求項 201 の光ビーム走査装置。

212. 前記定置ホログラム板 (703) は、点光源 (760) から平凸レンズ (761) で球面収差を発生し、平凹円筒レンズ (762) で楕円位相とコマ収差とを発生した前記一の波と、点光源 (750) から平凸円筒レンズ (751) で楕円位相と線光源波面とを発生した前記他の波とにより作成された前記干渉縞分布を有することを特徴とする請求項 210 の光ビーム走査装置。

213. 前記定置ホログラム板 (703) は、点光源 (760) から平凸レンズ (761) で球面収差を発生し、平凹円筒レンズ

1 2 0

- (7 6 2) で楕円位相とコマ収差とを発生した前記一の波と、点光源 (7 5 0) から平凸円筒レンズ (7 5 1) で楕円位相と線光源波面とを発生した前記他の波とにより作成された前記干渉縞分布を有することを特徴とする請求項 2 1 1 の光ビーム走査装置。
- 5 2 1 4. 光源部 (7 0 1) からの入射光を、ホログラム回転体 (7 0 2) で回折するとともに、該回転体 (7 0 2) の回転により回折光を走査し、定置ホログラム板 (7 0 3) で回折して、走査面 (7 0 4) を光走査する光ビーム走査装置の定置ホログラム板 (7 0 3) を製造する方法において、
- 10 Y方向の収差量の球面収差と非点収差とコマ収差とを持つ一の波と、X方向の収差量を有し、再生波の波長と異なった波長の球面収差と非点収差とをもつ他の波とにより該定置ホログラム板 (7 0 3) の干渉縞分布を作成することを特徴とする光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製造方法。
- 15 2 1 5. 光源部 (7 0 1) からの入射光を、ホログラム回転体 (7 0 2) で回折するとともに、回回転体 (7 0 2) の回転により回折光を走査し、定置ホログラム板 (7 0 3) で回折して、走査面 (7 0 4) を光走査する光ビーム走査装置の定置ホログラム板 (7 0 3) を製造する方法において、
- 20 点光源からの球面収差と楕円位相波のY方向とコマ収差とを受け持つ一の波と、線光源波面と楕円位相波のX方向とを受け持つ他の波とにより該定置ホログラム板 (7 0 3) の干渉縞分布を作成することを特徴とする光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製造方法。
- 25 2 1 6. 点光源 (7 6 0) から平凸レンズ (7 6 1) で球面収差を発生し、平凹円筒レンズ (7 6 2) で楕円位相とコマ収差とを発生した前記一の波と、点光源 (7 5 0) から平凸円筒レンズ (7 5 1) で楕円位相と線光源波面とを発生した前記他の波とにより前記定置ホログラム板 (7 3 0) の前記干渉縞分布を作成することを特徴とする請求項 2 1 4 の光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製

1 2 1

造方法。

2 1 7. 点光源 (7 6 0) から平凸レンズ (7 6 1) で球面収差を発生し、平凹円筒レンズ (7 6 2) で楕円位相とコマ収差とを発生した前記一の波と、点光源 (7 5 0) から平凸円筒レンズ (7 5 1) で楕円位相と線光源波面とを発生した前記他の波とにより前記定置ホログラム板 (7 3 0) の前記干渉縞分布を作成することを特徴とする請求項 2 1 5 の光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製造方法。

2 1 8. 前記点光源 (7 0 1) として電子ビーム又はレーザビームを用い、前記定置ホログラム板 (7 0 3) に形成される干渉縞を電子ビーム露光またはレーザビーム露光により形成したことを特徴とする請求項 2 1 4 の光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製造方法。

2 1 9. 前記点光源 (7 0 1) として電子ビーム又はレーザビームを用い、前記定置ホログラム板 (7 0 3) に形成される干渉縞を電子ビーム露光またはレーザビーム露光により形成したことを特徴とする請求項 2 1 5 の光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製造方法。

2 2 0. 前記点光源 (7 0 1) として電子ビーム又はレーザビームを用い、前記定置ホログラム板 (7 0 3) に形成される干渉縞を電子ビーム露光またはレーザビーム露光により形成したことを特徴とする請求項 2 1 6 光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製造方法。

2 2 1. 前記点光源 (7 0 1) として電子ビーム又はレーザビームを用い、前記定置ホログラム板 (7 0 3) に形成される干渉縞を電子ビーム露光またはレーザビーム露光により形成したことを特徴とする請求項 2 1 7 の光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製造方法。

2 2 2. 前記干渉縞分布の作成された前記定置ホログラム板 (7

1 2 2

0 3) を原盤として、定置ホログラム板 (7 0 3) を複製することを特徴とする請求項 2 1 4 の光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製造方法。

2 2 3. 前記干渉縞分布の作成された前記定置ホログラム板 (7 0 3) を原盤として、定置ホログラム板 (7 0 3) を複製することを特徴とする請求項 2 1 5 の光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製造方法。

2 2 4. 前記干渉縞分布の作成された前記定置ホログラム板 (7 0 3) を原盤として、定置ホログラム板 (7 0 3) を複製することを特徴とする請求項 2 1 6 の光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製造方法。

2 2 5. 前記干渉縞分布の作成された前記定置ホログラム板 (7 0 3) を原盤として、定置ホログラム板 (7 0 3) を複製することを特徴とする請求項 2 1 7 の光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製造方法。

2 2 6. 前記干渉縞分布の作成された前記定置ホログラム板 (7 0 3) を原盤として、定置ホログラム板 (7 0 3) を複製することを特徴とする請求項 2 1 8 の光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製造方法。

2 2 7. 前記干渉縞分布の作成された前記定置ホログラム板 (7 0 3) を原盤として、定置ホログラム板 (7 0 3) を複製することを特徴とする請求項 2 1 9 の光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製造方法。

2 2 8. 前記干渉縞分布の作成された前記定置ホログラム板 (7 0 3) を原盤として、定置ホログラム板 (7 0 3) を複製することを特徴とする請求項 2 2 0 の光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製造方法。

2 2 9. 前記干渉縞分布の作成された前記定置ホログラム板 (7 0 3) を原盤として、定置ホログラム板 (7 0 3) を複製すること

1 2 3

を特徴とする請求項 2 2 1 の光ビーム走査装置の定置ホログラム板の製造方法。

2 3 0. 光源部と、回転するホログラム回転体 (8 0 2) と、該ホログラム回転体 (8 0 2) と走査面 (8 0 4) との間に設けられた定置ホログラム板 (8 0 3) とを有し、

該光源部からの入射ビームを、該ホログラム回転体 (8 0 2) で回折するとともに、該ホログラム回転体 (8 0 2) の回転により、回折光を走査し、該定置ホログラム板 (8 0 3) で回折して、該走査面 (8 0 4) を光走査する光ビーム走査装置において、

10 該ホログラム回転体 (8 0 2) を構成するファセットのホログラム (8 2 0) の中央におけるビーム照射位置から両端のビーム照射位置にかけて、次第に空間周波数が高くなるよう構成したことを特徴とする光ビーム走査装置。

2 3 1. 前記ファセットのホログラム (8 2 0) は、前記ホログラム回転体 (8 0 2) の中心から走査中心のビームを発生させるビーム方向において、前記空間周波数を異ならしめ、前記方向と直交する方向では、空間周波数がゼロであるように分布していることを特徴とする請求項 2 3 0 の光ビーム走査装置。

2 3 2. 前記ビーム方向の空間周波数は、前記ビーム方向の位置変化に対して、1 次の関数であることを特徴とする請求項 2 2 3 の光ビーム走査装置。

2 3 3. 前記ファセットのホログラム (8 2 0) の空間周波数は、前記ホログラム回転体 (8 0 2) の中心に近くなるにつれて高くしたことを特徴とする請求項 2 3 1 の光ビーム走査装置。

25 2 3 4. 前記ファセットのホログラム (8 2 0) の空間周波数は、前記ホログラム回転体 (8 0 2) の中心に近くなるにつれて高くしたことを特徴とする請求項 2 3 2 の光ビーム走査装置。

2 3 5. 前記ファセットのホログラム (8 2 0) は、平面参照波と、平面波を円筒レンズを介して物体波との干渉による干渉縞を有

1 2 4

することを特徴とする請求項 2 3 1 の光ビーム走査装置。

2 3 6. 前記ファセットのホログラム (8 2 0) は、平面参照波と、平面波を円筒レンズを介して物体波との干渉による干渉縞を有することを特徴とする請求項 2 3 2 の光ビーム走査装置。

- 5 2 3 7. 前記ファセットのホログラム (8 2 0) は、平面参照波と、平面波を円筒レンズを介して物体波との干渉による干渉縞を有することを特徴とする請求項 2 3 3 の光ビーム走査装置。

- 2 3 8. 前記ファセットのホログラム (8 2 0) は、平面参照波と、平面波を円筒レンズを介して物体波との干渉による干渉縞を有
10 することを特徴とする請求項 2 3 4 の光ビーム走査装置。

- 2 3 9. 光源部からの入射ビームを回折する複数のファセットを有しており、該複数のファセットが回転することにより走査させるホログラム回転体において、該ファセットのホログラム (8 2 0) の中央におけるビーム照射位置から両端のビーム照射位置にかけて、
15 次第に空間周波数が高くなるよう構成したことを特徴とするホログラム回転体。

- 2 4 0. 前記ファセットのホログラム (8 2 0) は、その回転中心から走査中心のビームを発生させるビーム方向において、前記空間周波数を異ならしめ、前記方向と直交する方向では、空間周波数
20 がゼロでふるように分布してゐることを特徴とする請求項 2 3 9 のホログラム回転体。

2 4 1. 前記ビームの方向の空間周波数は、前記ビーム方向の位置変化に対して、一次の関数であることを特徴とする請求項 2 4 0 のホログラム回転体。

- 25 2 4 2. 前記ファセットのホログラム (8 2 0) の空間周波数は、前記回転中心に近くなるにつれて高くしたことを特徴とする請求項 2 3 9 のホログラム回転体。

2 4 3. 前記ファセットのホログラム (8 2 0) の空間周波数は、前記回転中心に近くなるにつれて高くしたことを特徴とする請求項

1 2 5

2 4 1 のホログラム回転体。

2 4 4. 前記ファセットのホログラム (8 2 0) は、平面参照波と、平面波を円筒レンズを介して物体波との干渉による干渉縞を有することを特徴とする請求項 2 3 9 のホログラム回転体。

5 2 4 5. 前記ファセットのホログラム (8 2 0) は、平面参照波と、平面波を円筒レンズを介して物体波との干渉による干渉縞を有することを特徴とする請求項 2 4 0 のホログラム回転体。

2 4 6. 前記ファセットのホログラム (8 2 0) は、平面参照波と、平面波を円筒レンズを介して物体波との干渉による干渉縞を有
10 することを特徴とする請求項 2 4 1 のホログラム回転体。

2 4 7. 前記ファセットのホログラム (8 2 0) は、平面参照波と、平面波を円筒レンズを介して物体波との干渉による干渉縞を有することを特徴とする請求項 2 4 2 のホログラム回転体。

2 4 8. 前記ファセットのホログラム (8 2 0) は、平面参照波
15 と、平面波を円筒レンズを介して物体波との干渉による干渉縞を有することを特徴とする請求項 2 4 3 のホログラム回転体。

2 4 9. 光源部と、回転するホログラム回転体 (9 0 2) と、該ホログラム回転体 (9 0 2) と走査面との間に設けられた定置ホログラム板 (9 0 3) とを有し、

20 該光源部からの入射ビーム (9 1 0) を、該ホログラム回転体 (9 0 2) で回折するとともに、該ホログラム回転体 (9 0 2) の回転により、回折光を走査し、該定置ホログラム板 (9 0 3) で回折して、該走査面を光走査する光ビーム走査装置において、

該ホログラム回転体 (9 0 2) に入射される入射ビーム (9 1
25 0) のビーム径の短軸と、該ホログラム回転体 (9 0 2) の回転方向を一致させたことを特徴とする光ビーム走査装置。

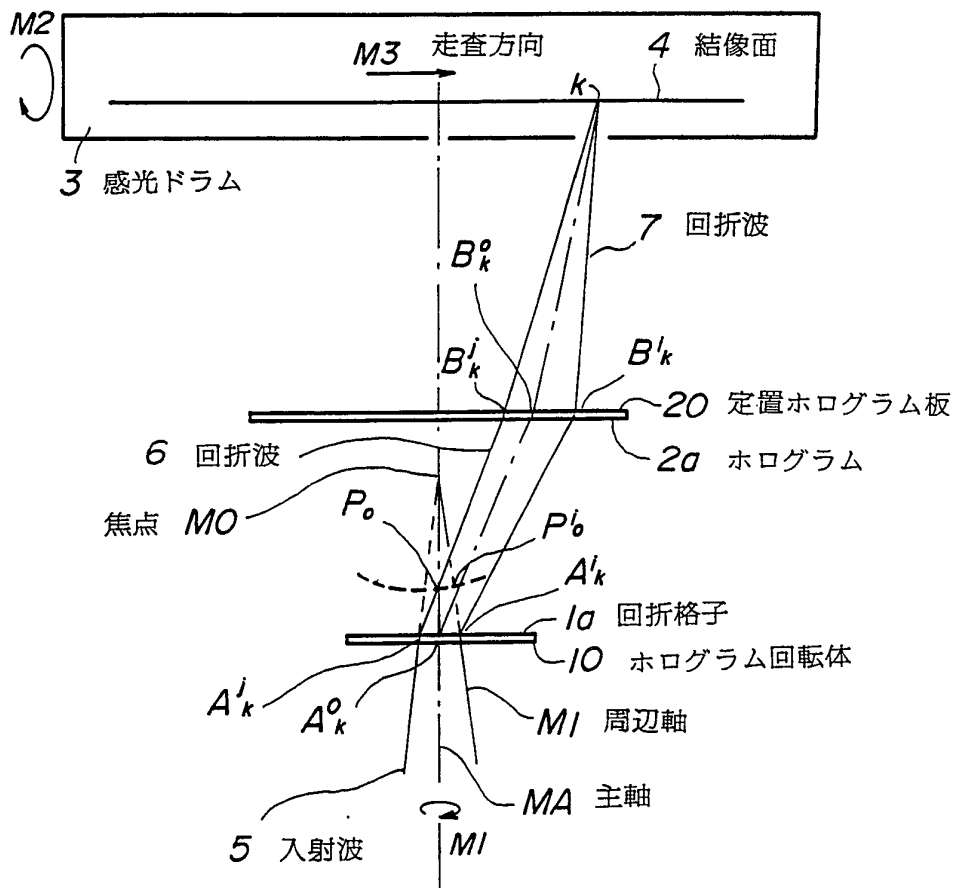
2 5 0. 該入射ビーム (9 1 0) の位置と該ホログラム回転体 (9 0 2) の回転中心、定置ホログラム板 (9 0 3) 中心のなす角が 90° となるよう構成したことを特徴とする請求項 2 4 9 の光

ビーム走査装置。

2 5 1. 光源からの光を同時に複数の光に分配する光配線装置において、第 1 のホログラム (6 0 0) に入射する光は収束波或いは平行波であり、該第 1 のホログラム (6 0 0) から複数の光を第 2 のホログラム (6 0 1) に向け出射し、該第 2 のホログラム (6 0 1) により複数の照射点 (6 0 2) に該光を収束させる構成とされており、該光を複数点に分配する各点において、該光の主軸における入射波、第 1 のホログラム (6 0 0) からの回折波、及び第 2 のホログラム (6 0 1) からの回折波の光路長の和と、周辺光束における入射波、第 1 のホログラム (6 0 0) からの回折波、及び第 2 のホログラム (6 0 1) からの回折波の光路長の和との差の総和が最小となるよう前記第 1 及び第 2 のホログラム (6 0 0, 6 0 1) を構成してなることを特徴とする光配線装置。

2 5 2. 前記第 1 のホログラム (6 0 0) に入射する収束波の収束位置は、前記第 2 のホログラム (6 0 1) の面近傍にあることを特徴とする請求項 2 5 1 の光配線装置。

FIG. 1



2/74

FIG. 2

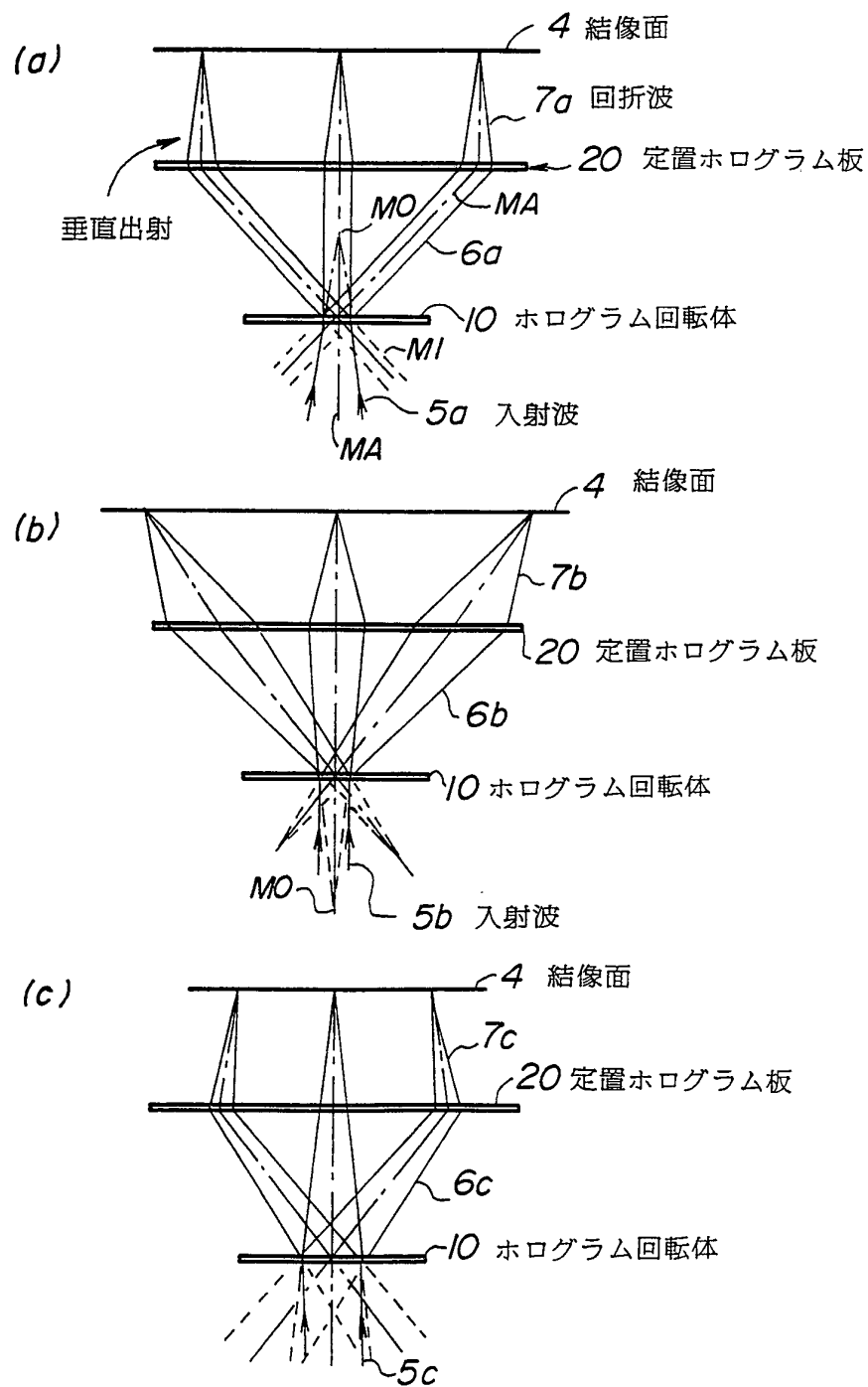


FIG. 3

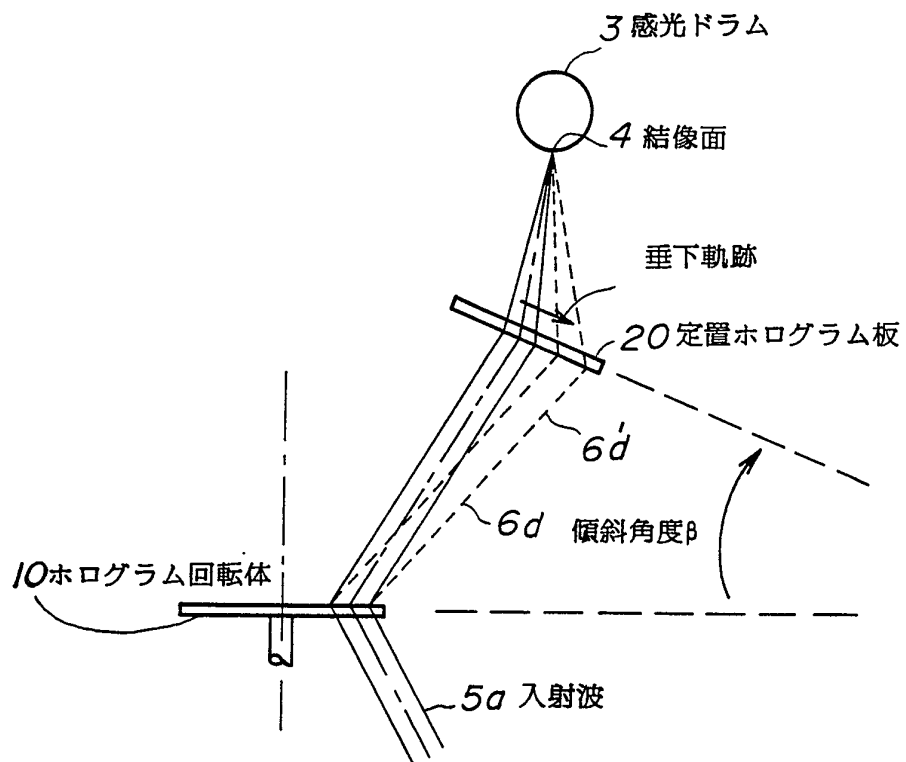


FIG. 4

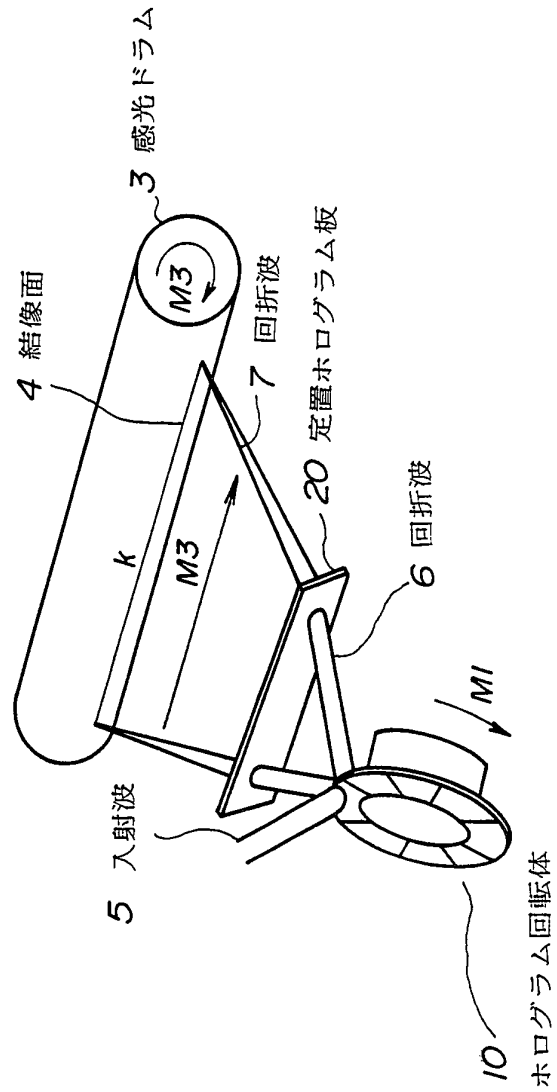
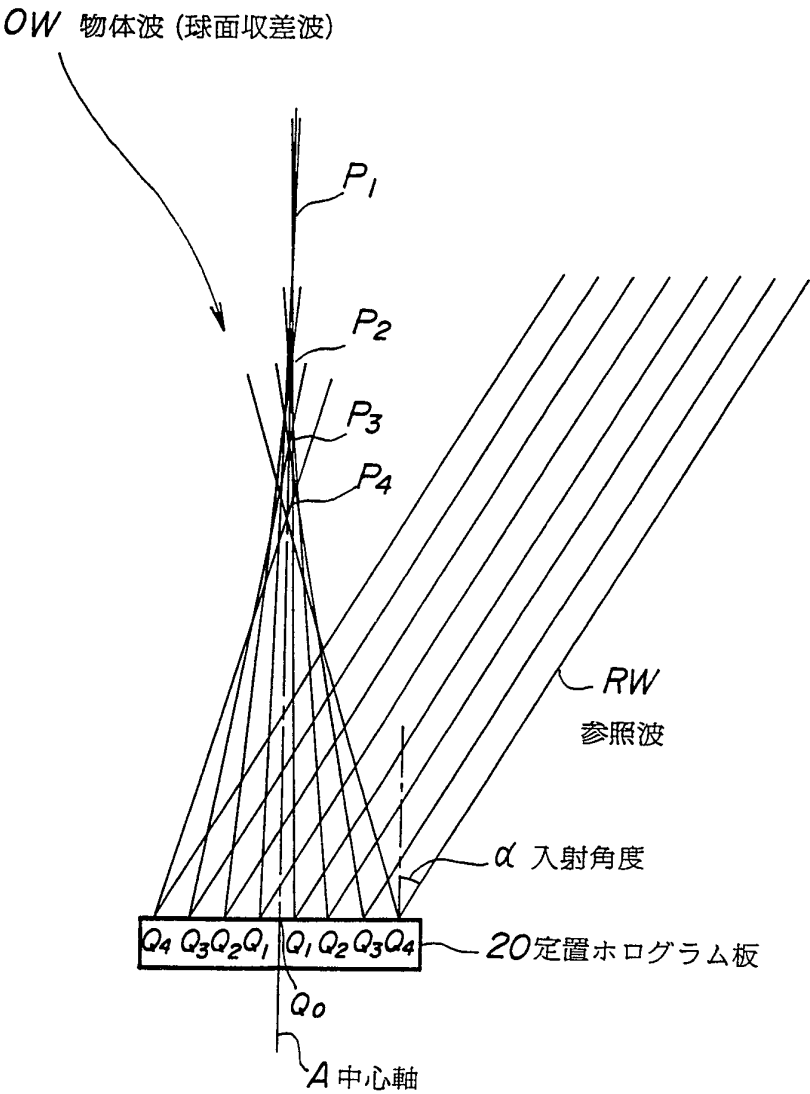


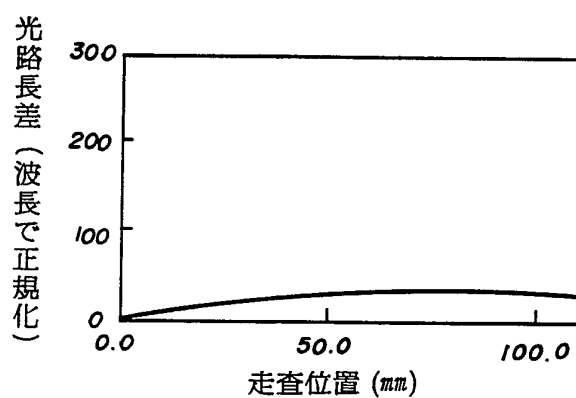
FIG.5



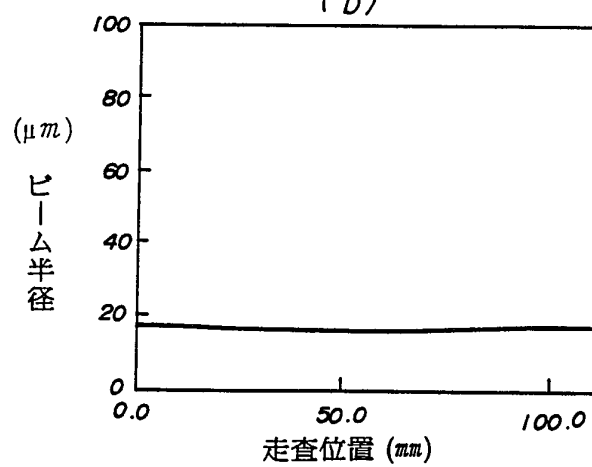
6/74

FIG. 6

(a)



(b)



(c)

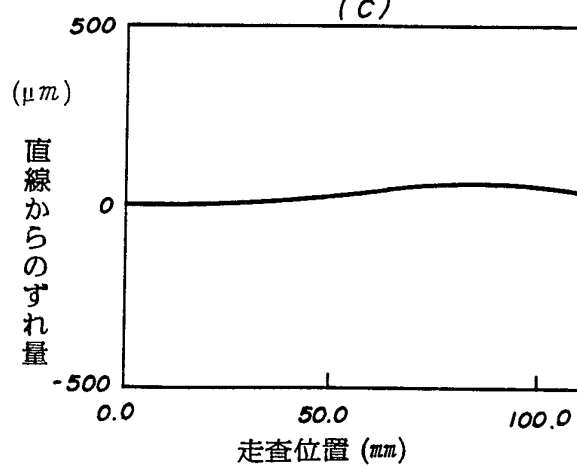


FIG. 7

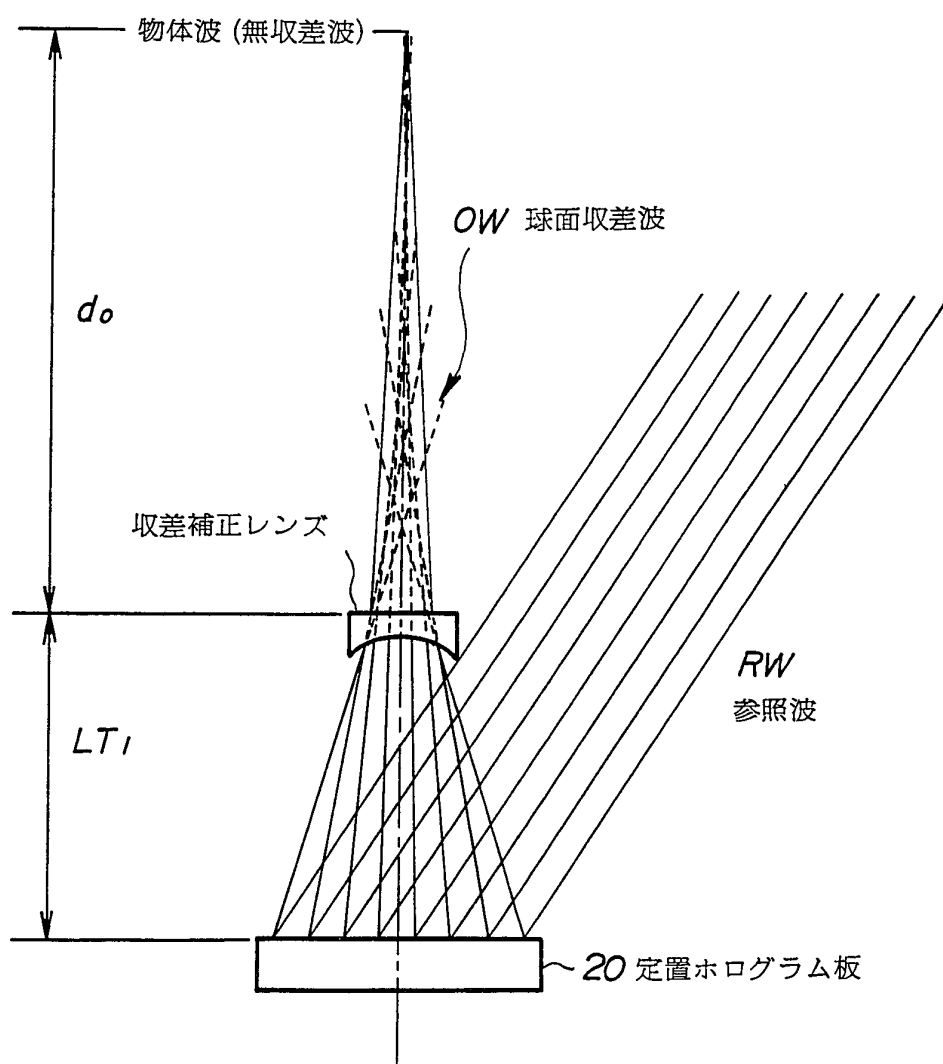
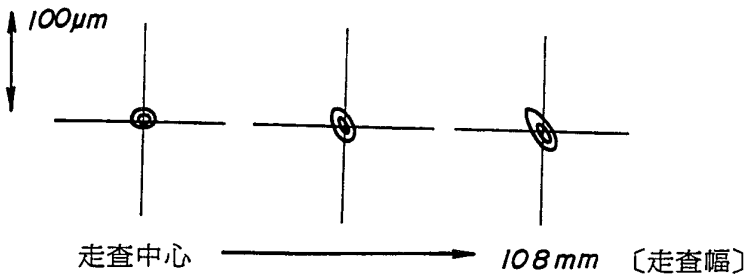


FIG. 8

(a)



(b)

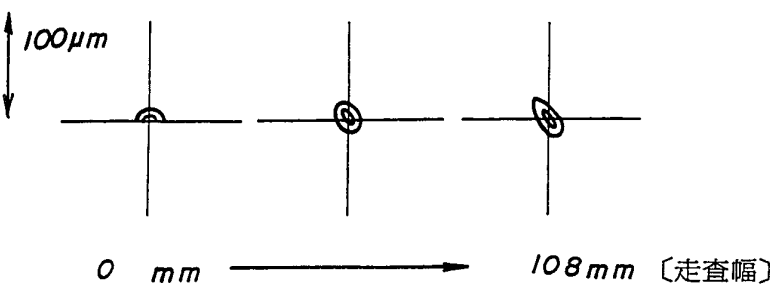
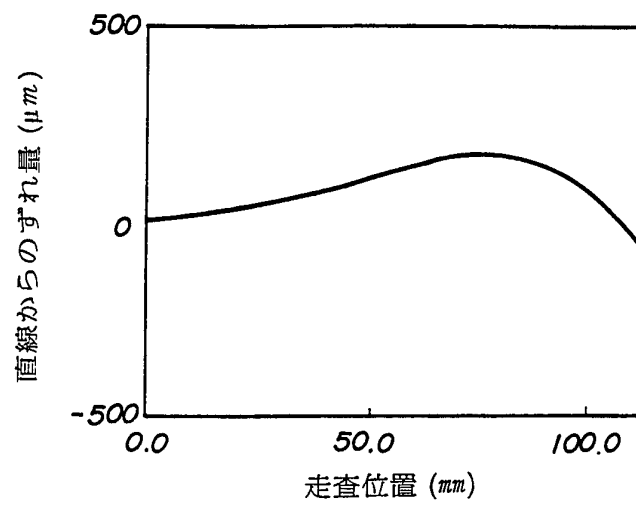
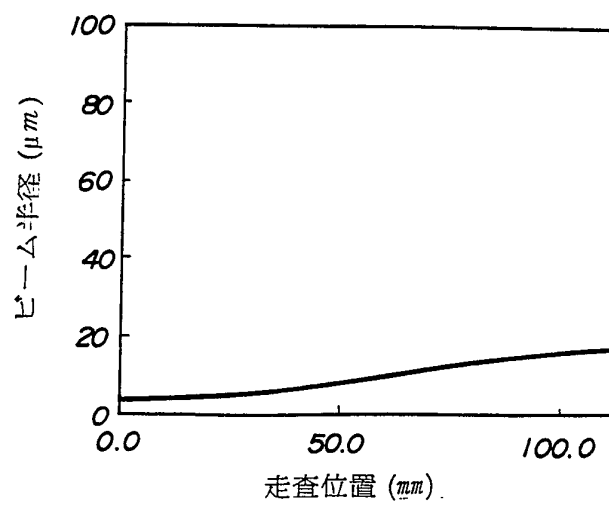
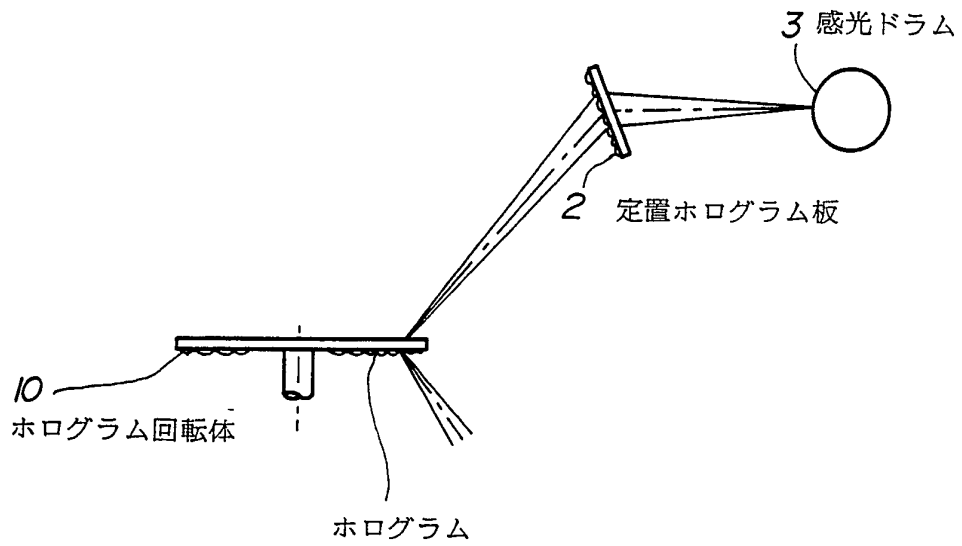


FIG. 9**(a)****(b)**

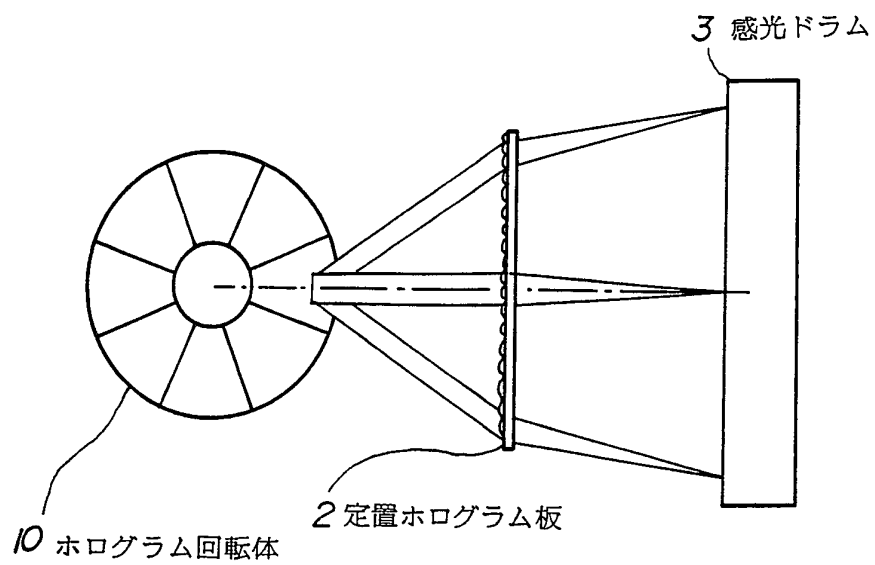
10/74

FIG. 10

(a)



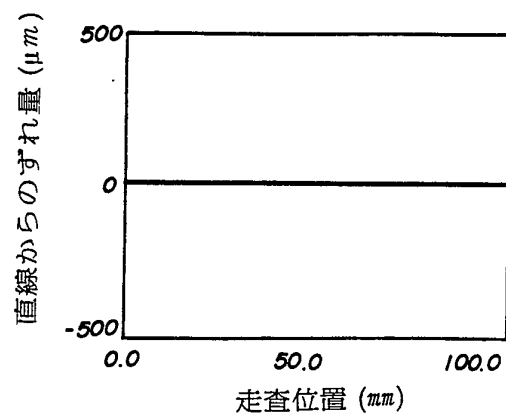
(B)



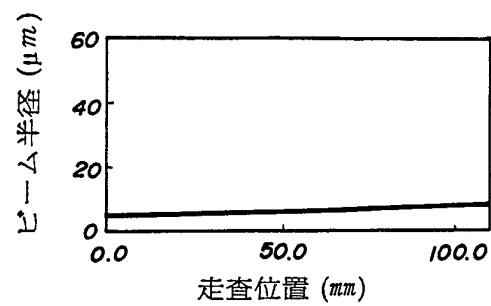
11/74

FIG. 11

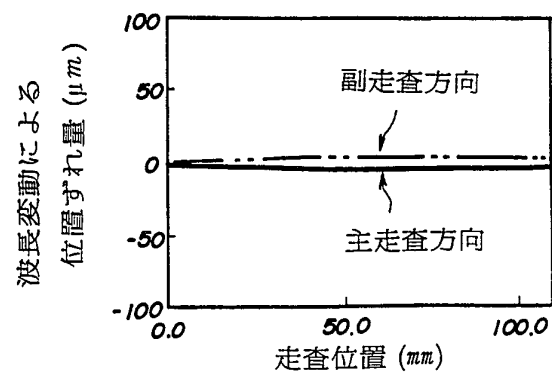
(a)



(b)



(c)



12/74

FIG. 12

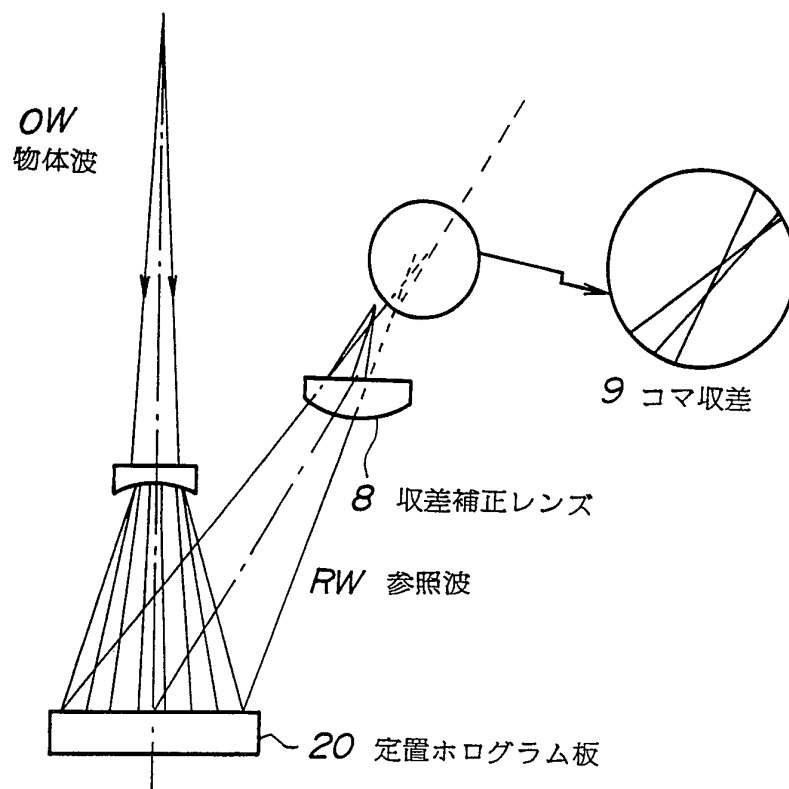
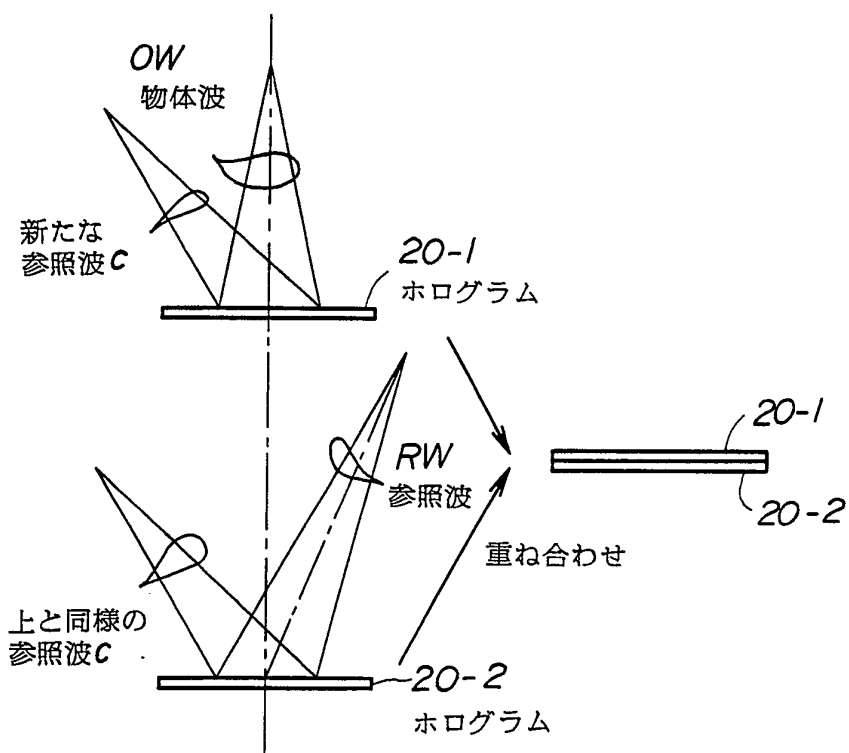
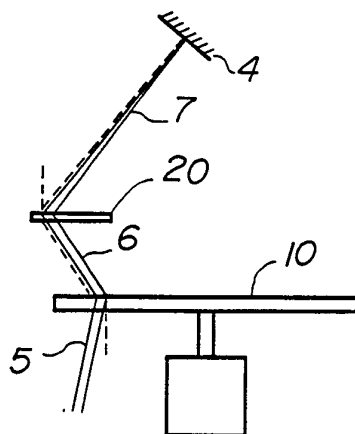


FIG. 13



14/74

FIG.14



15/74

FIG. 15

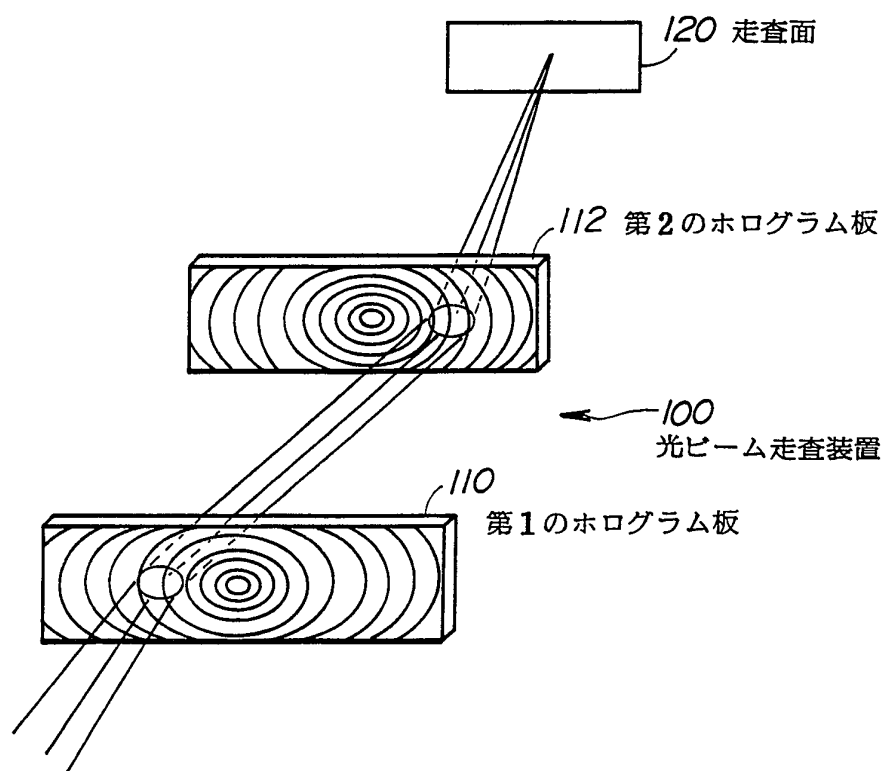


FIG. 17

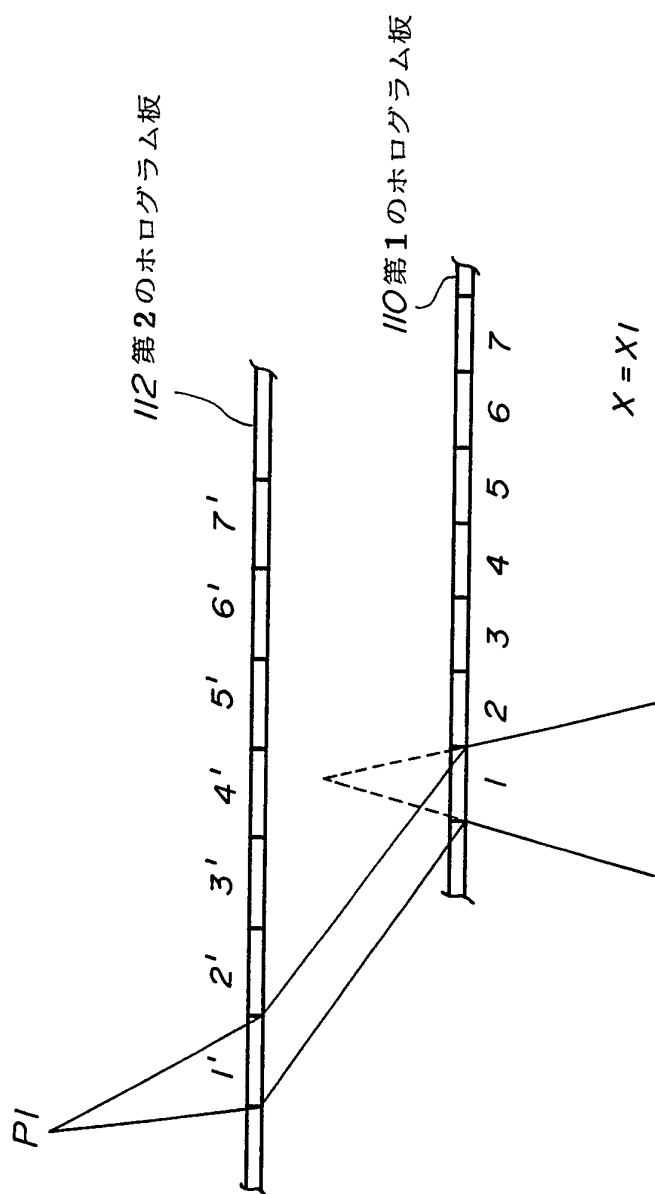
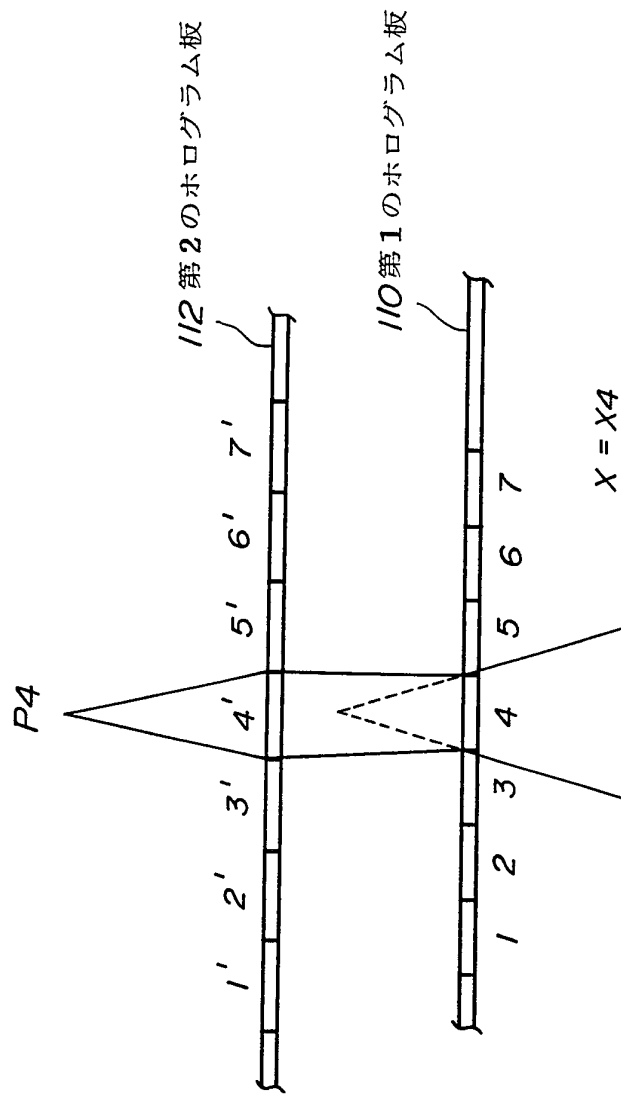
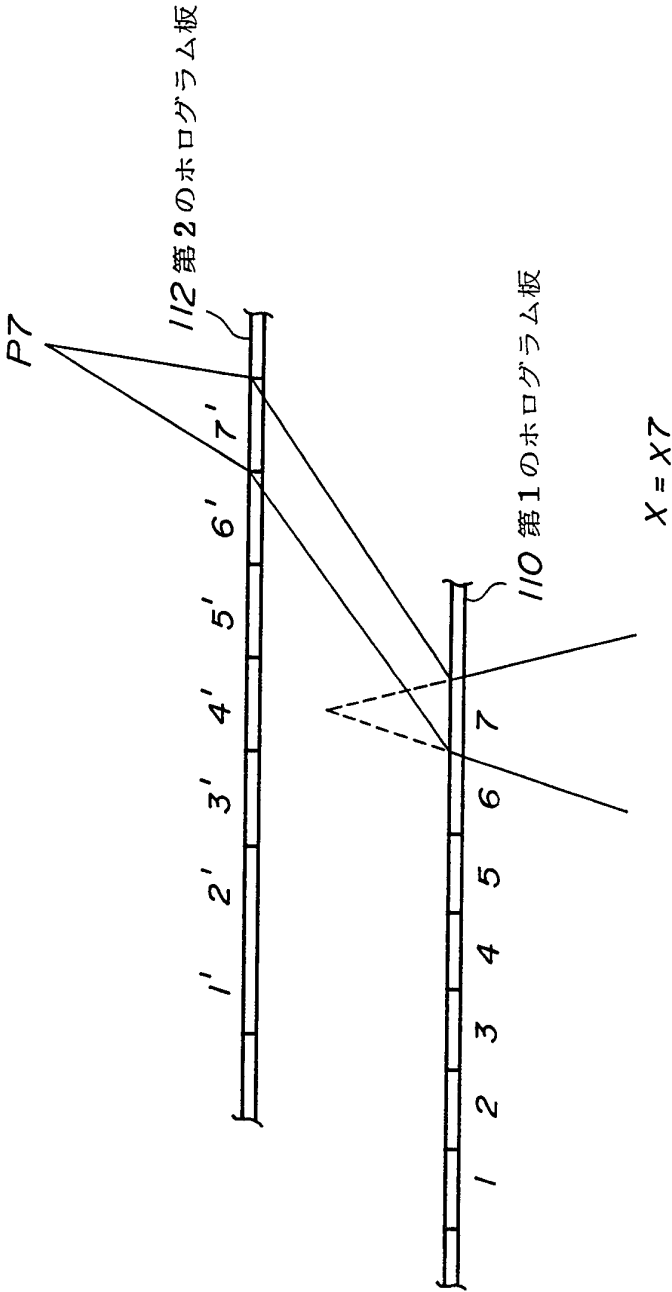


FIG. 18



19/74

FIG.19



20/74

FIG. 20

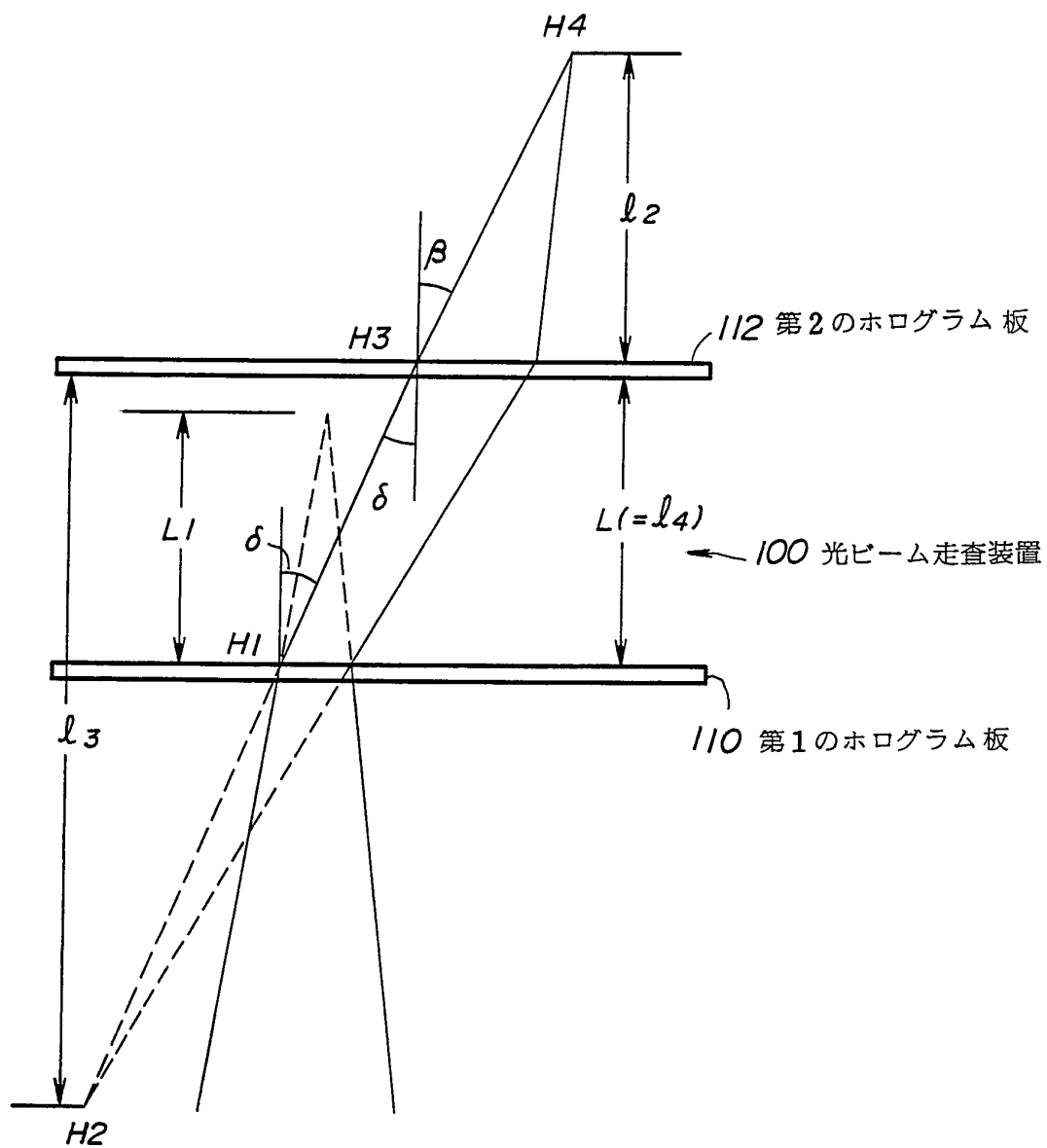


FIG. 21

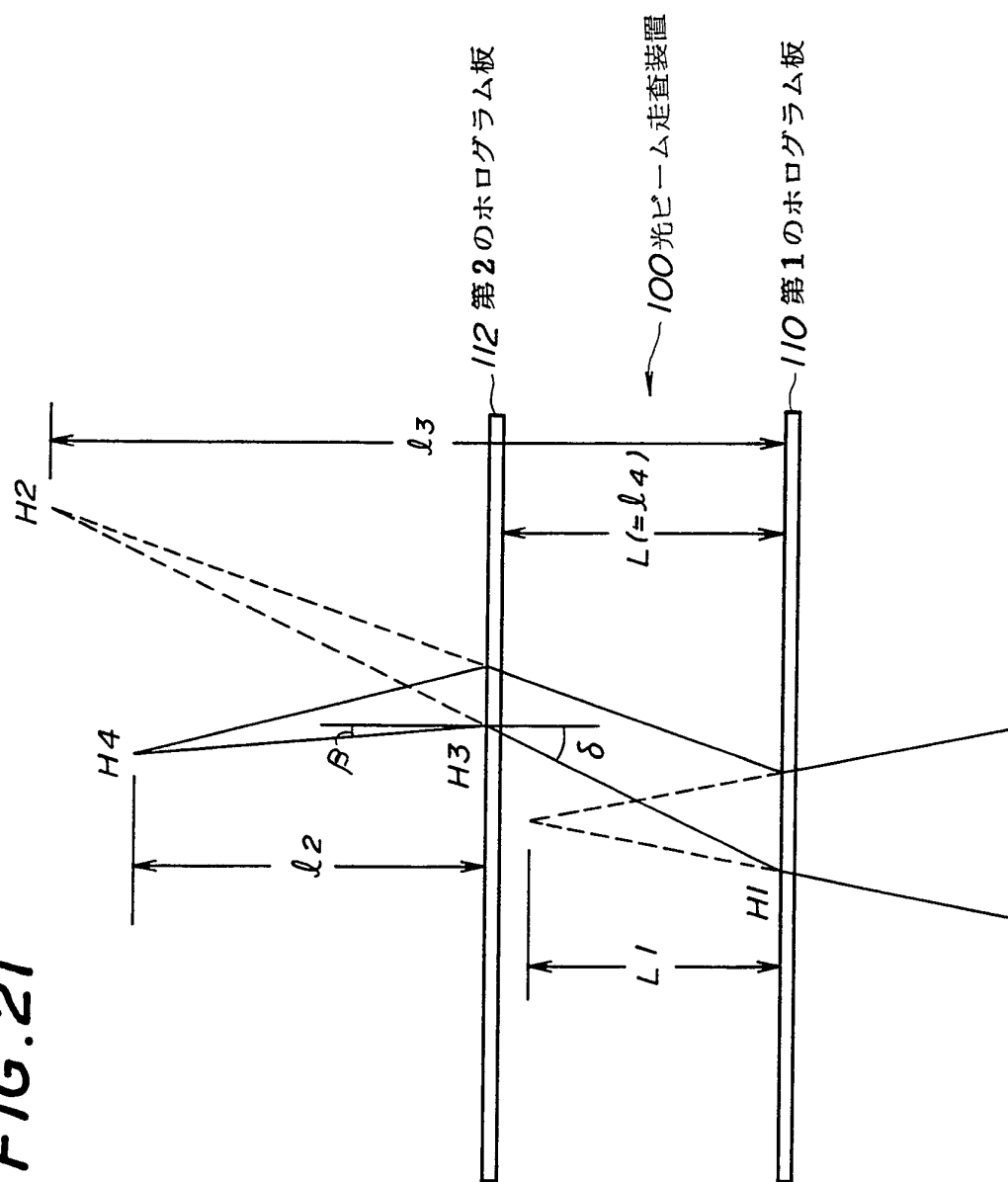


FIG.22

入射波、出射波と k の関係

k	k' $=k(k-1)$	η $=1-k$	η' $=1/\eta$	入射波 (注 1)	出射波 (注 2)	出射波 (注 3)
1	$-\infty$	0	∞	-	-	-
3/4	-3	1/4	4	収束	発散	発散
1/2	-1	1/2	2	収束	発散	平行波
1/3	-1/2	2/3	3/2	収束	発散	収束
0	0	1	1	収束	平行波	収束
-1/2	1/3	3/2	2/3	収束	収束	収束
-1	1/2	2	1/2	収束	収束	収束
-3	3/4	4	1/4	収束	収束	収束
$-\infty$	1	∞	0	-	-	-

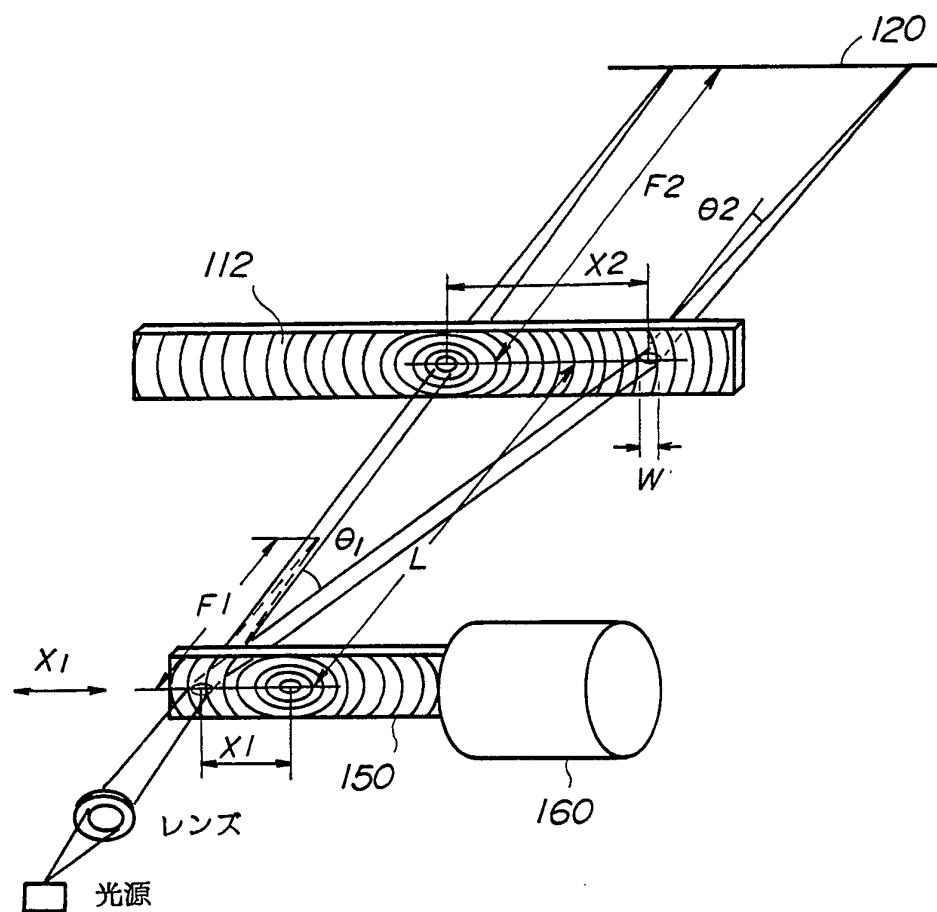
実用領域

注 1：第 1 のホログラムへの入射波

注 2：第 1 のホログラムからの出射波

注 3：第 2 のホログラムからの出射波

FIG. 23



24/74

FIG.24

X_1 / F_1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
θ_1°	0	5.7	11.3	16.7	21.8	26.5
$\sin \theta_2$	0	0.0005	0.004	0.0145	0.0364	0.077
θ_2°	0	0.03	0.24	0.83	2.09	4.44

FIG.25(A)

$W(mm)$	1	1	1	2	2	2	4	4	4
$\Delta \lambda (nm)$	1	2	4	1	2	4	1	2	4
ξ	0.15	0.076	0.038	0.076	0.038	0.019	0.038	0.019	0.010

FIG. 25(B)

k_0		$-1/2$	0.0	$1/4$	$1/3$	$2/5$
k_1		$-9/16$	$-3/8$	$-45/256$	$-1/9$	-0.063
b_0		$L/2$	L	$2L$	$3L$	$5L$
$k(\delta)$		$-(1/2)-(9/16)\delta^2$	$-(3/8)\delta^2$	$(1/4)-(45/256)\delta^2$	$(1/3)-(1/9)\delta^2$	$(2/5)-0.063\delta^2$
$\delta=35^\circ$ における 走査特性	β	-24.0°	-4.60°	6.07°	9.64°	12.5°
	W	$0.478L$	$0.619L$	$0.913L$	$1.210L$	$1.806L$
291mm 所要のL		305mm	235mm	159mm	120mm	80.6mm
所要のL+ b_0		457mm	470mm	478mm	481mm	483mm
a と a(δ)		$-2L \sim 1.41L$	平行波 再生	$4L \sim 5.84L$	$3L \sim 3.42L$	$2.5L \sim 2.66L$

26/74

FIG.25(C)

k_0	k_1	$k(\delta)$	$b(\delta)$	$b(\delta)/b_0$	$k_0/k(\delta)$
$1/4$ ($L=2$)	-0.25	0.1567109	1.9960	0.998	1.595
$1/3$ ($L=3$)	-0.15	0.2773598	3.052	1.02	1.202
$3/8$ ($L=4$)	-0.11	0.3339528	4.03	1.01	1.123

27/74

FIG. 26

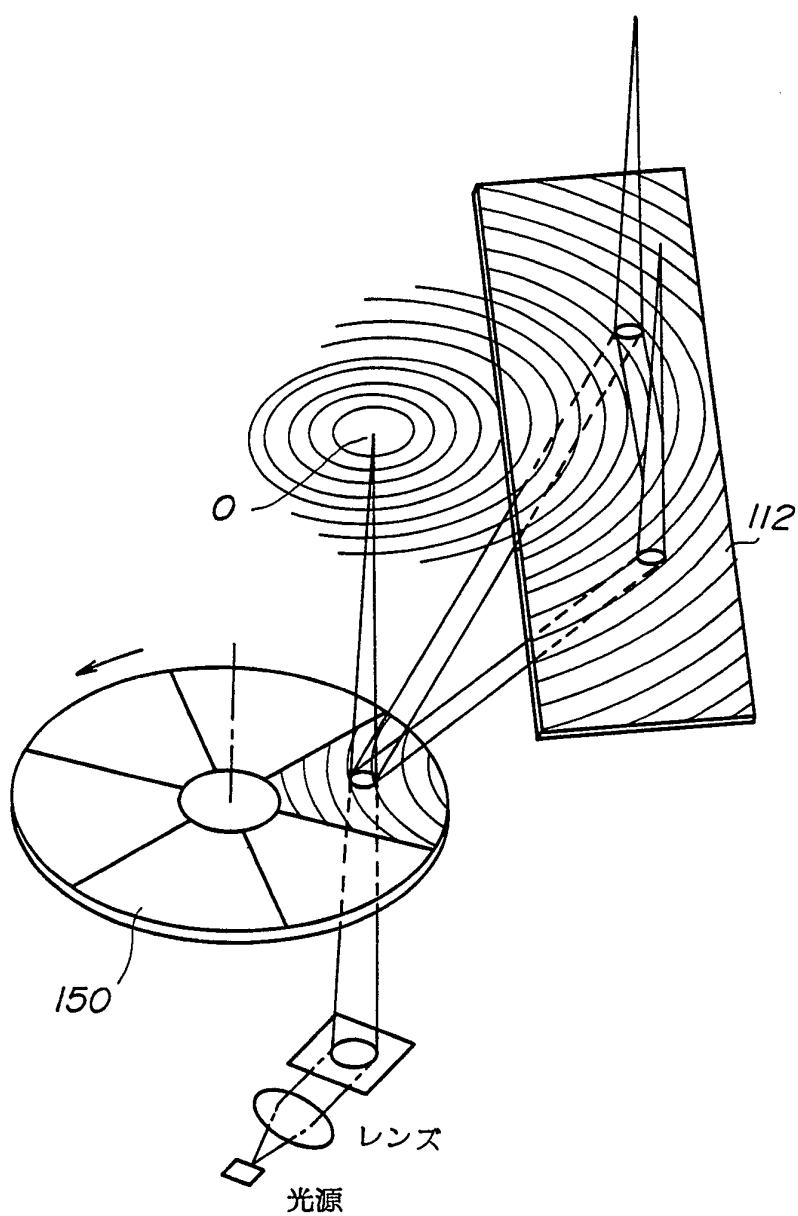


FIG. 27

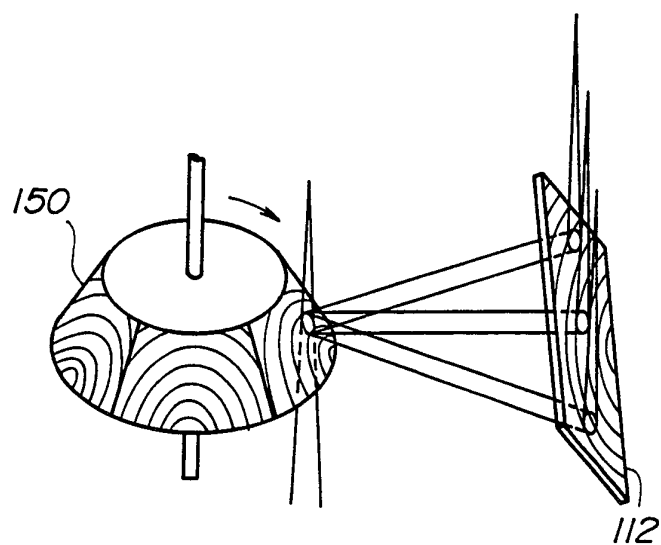


FIG. 28

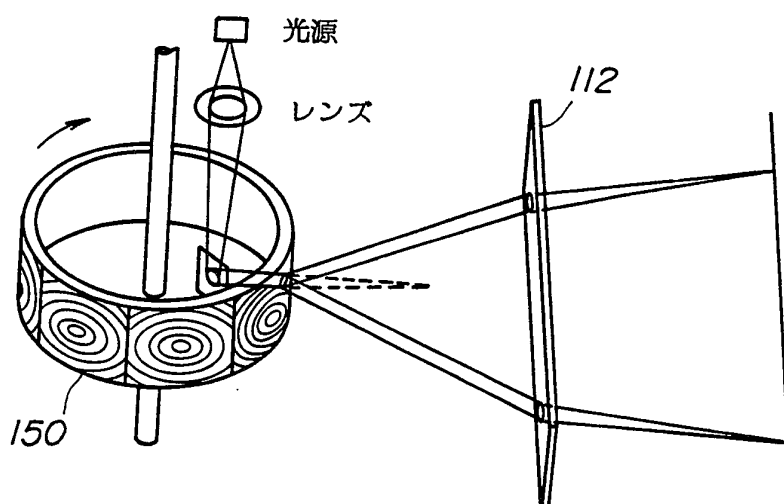
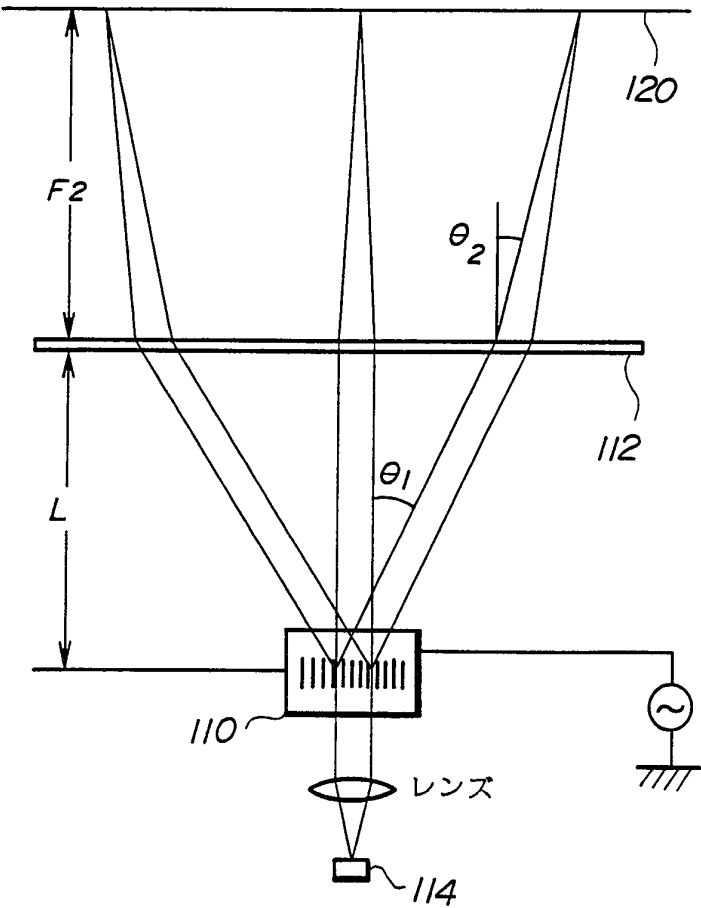
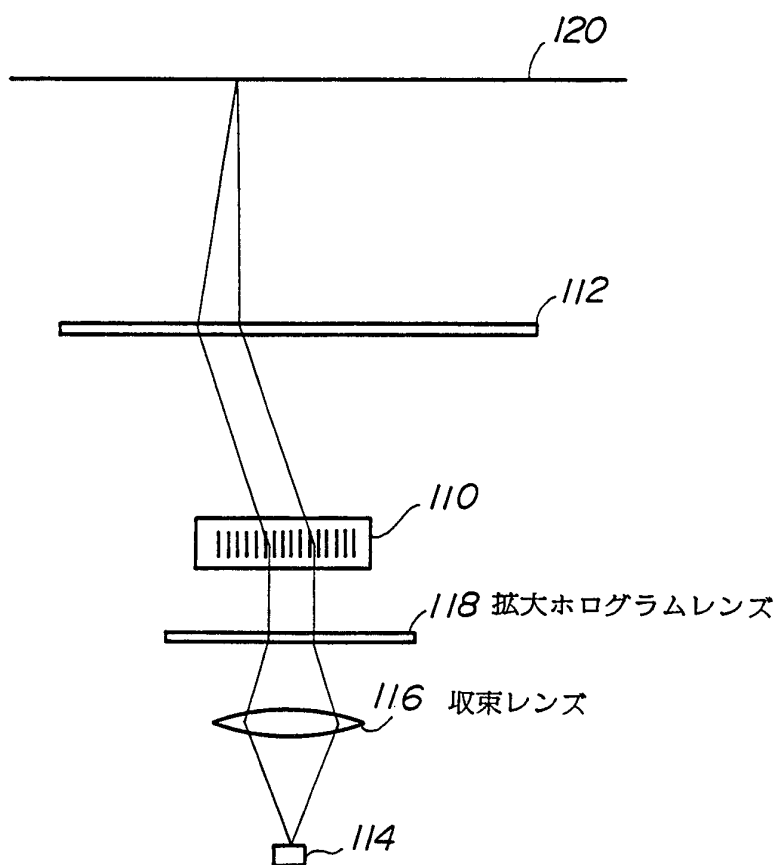


FIG. 29



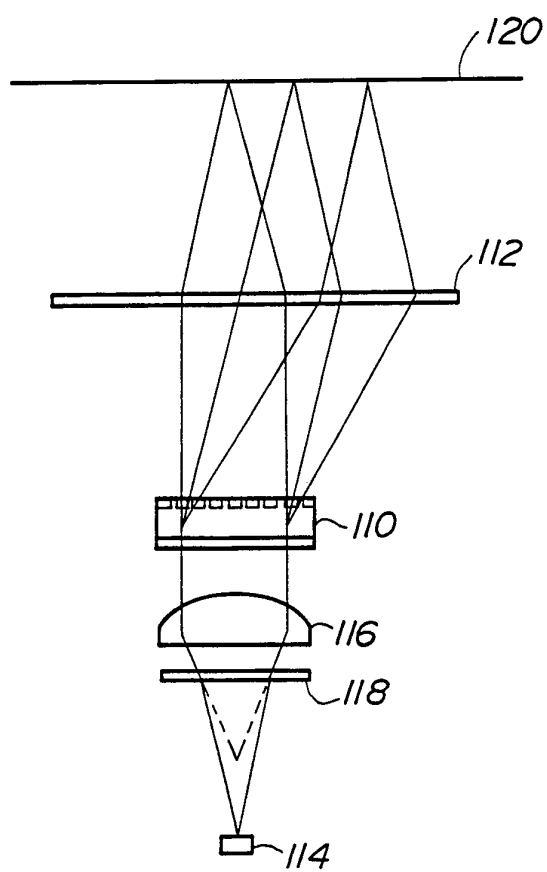
30/74

FIG. 30



31/74

FIG. 31



32/74

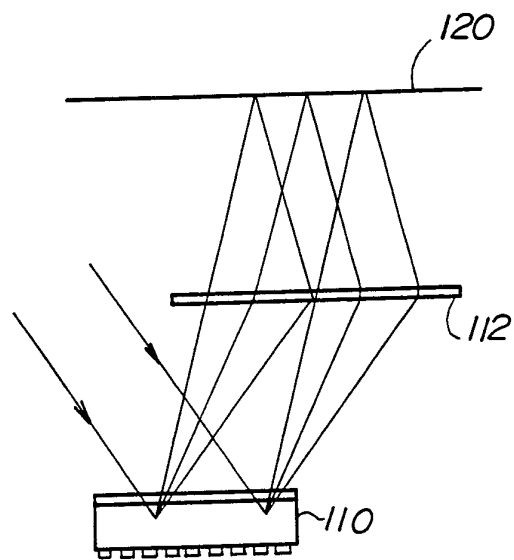
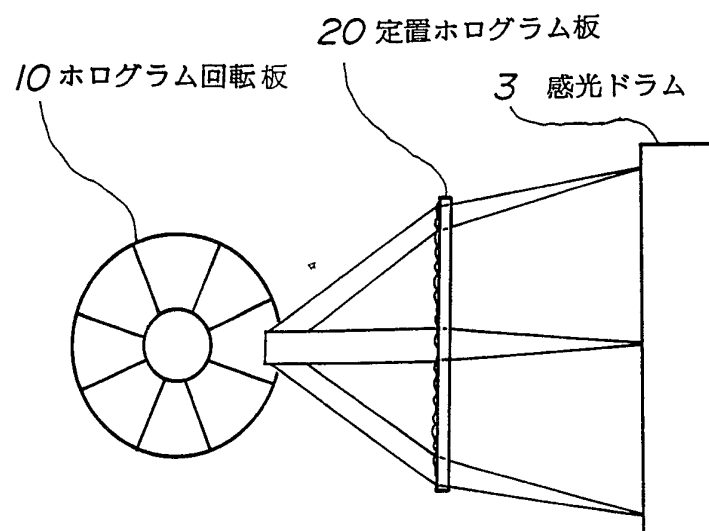
FIG. 32**FIG. 33**

FIG. 34

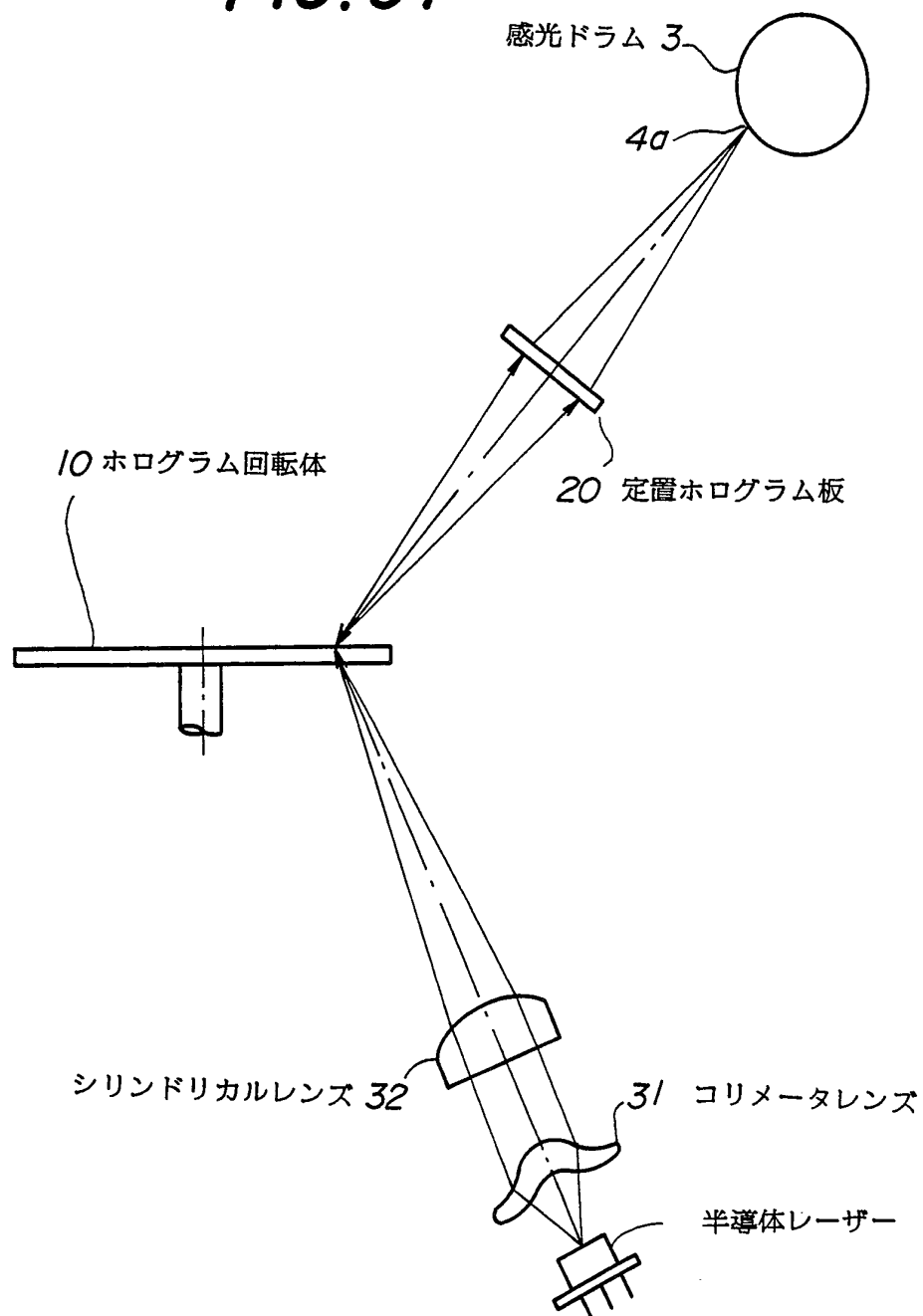


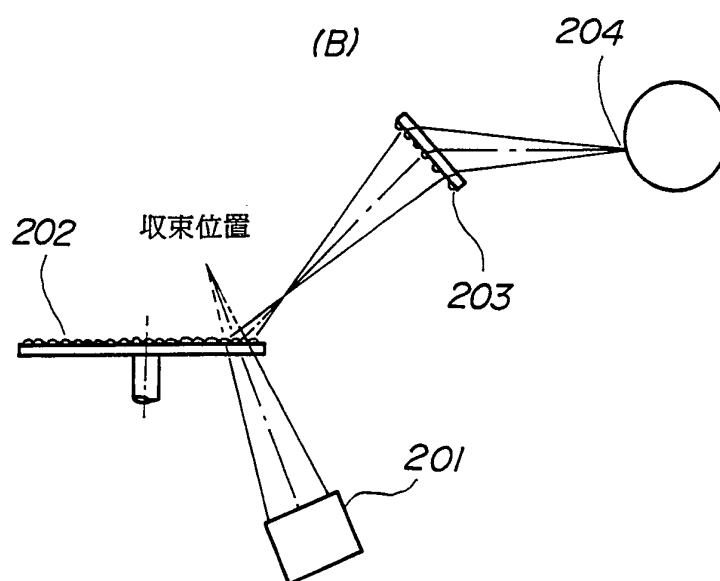
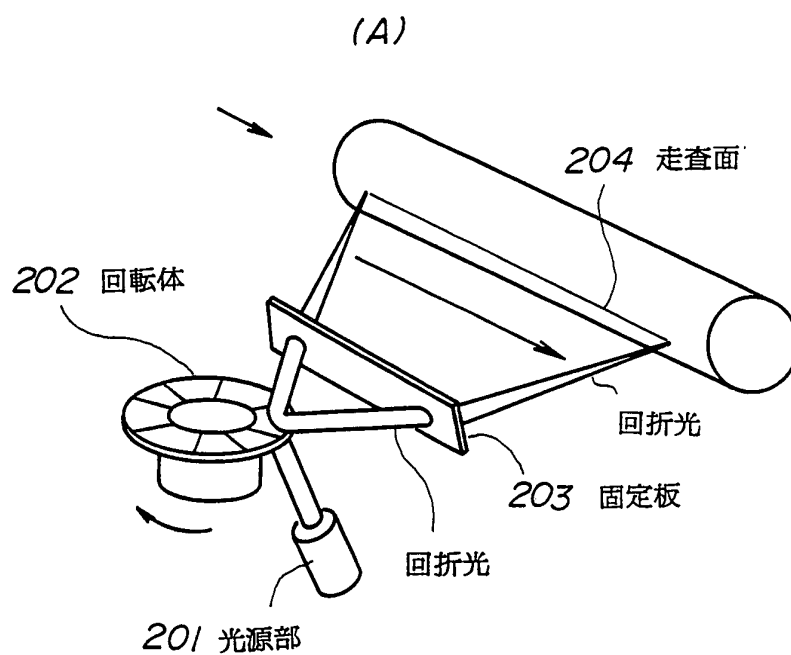
FIG. 35

FIG. 36

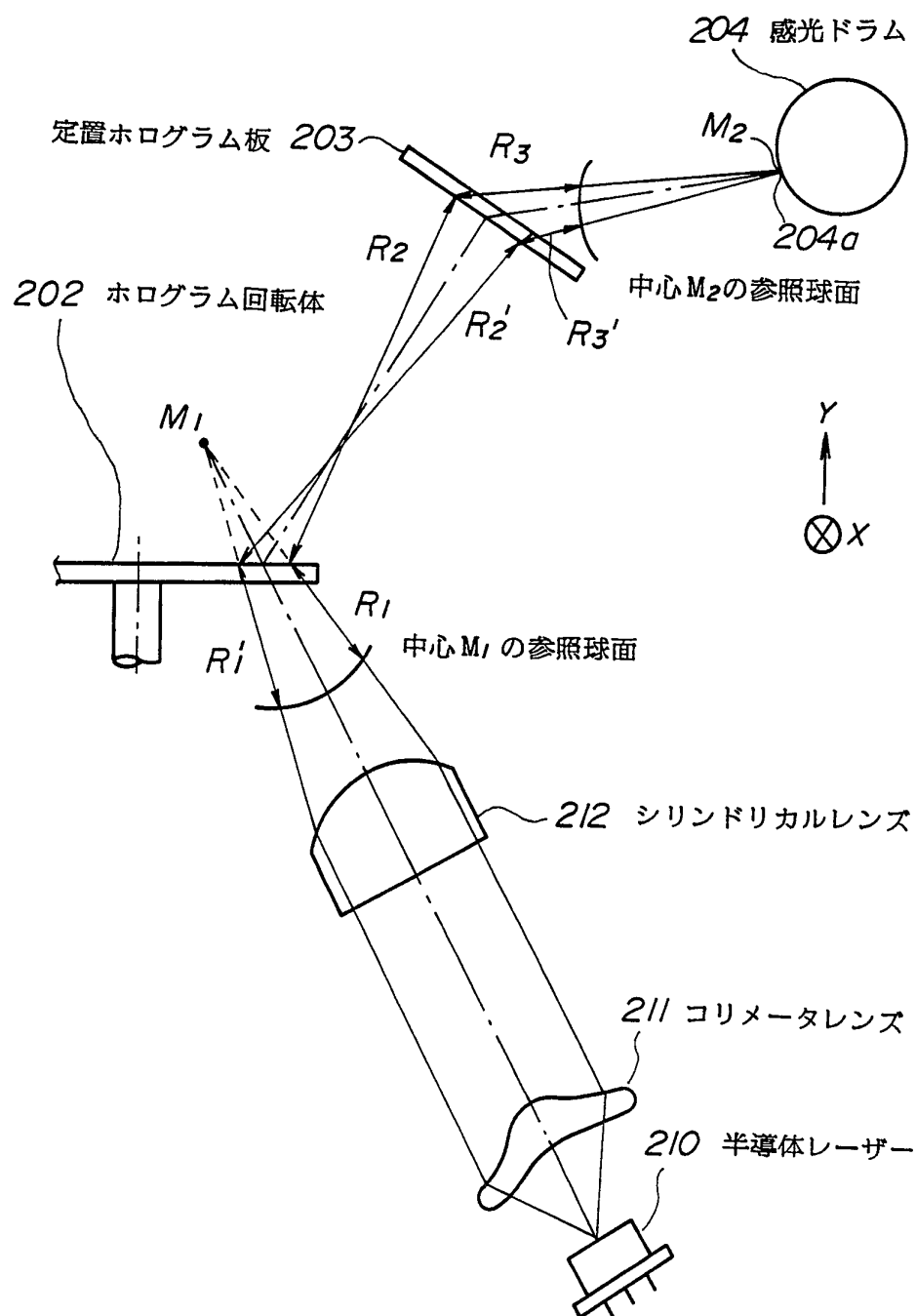
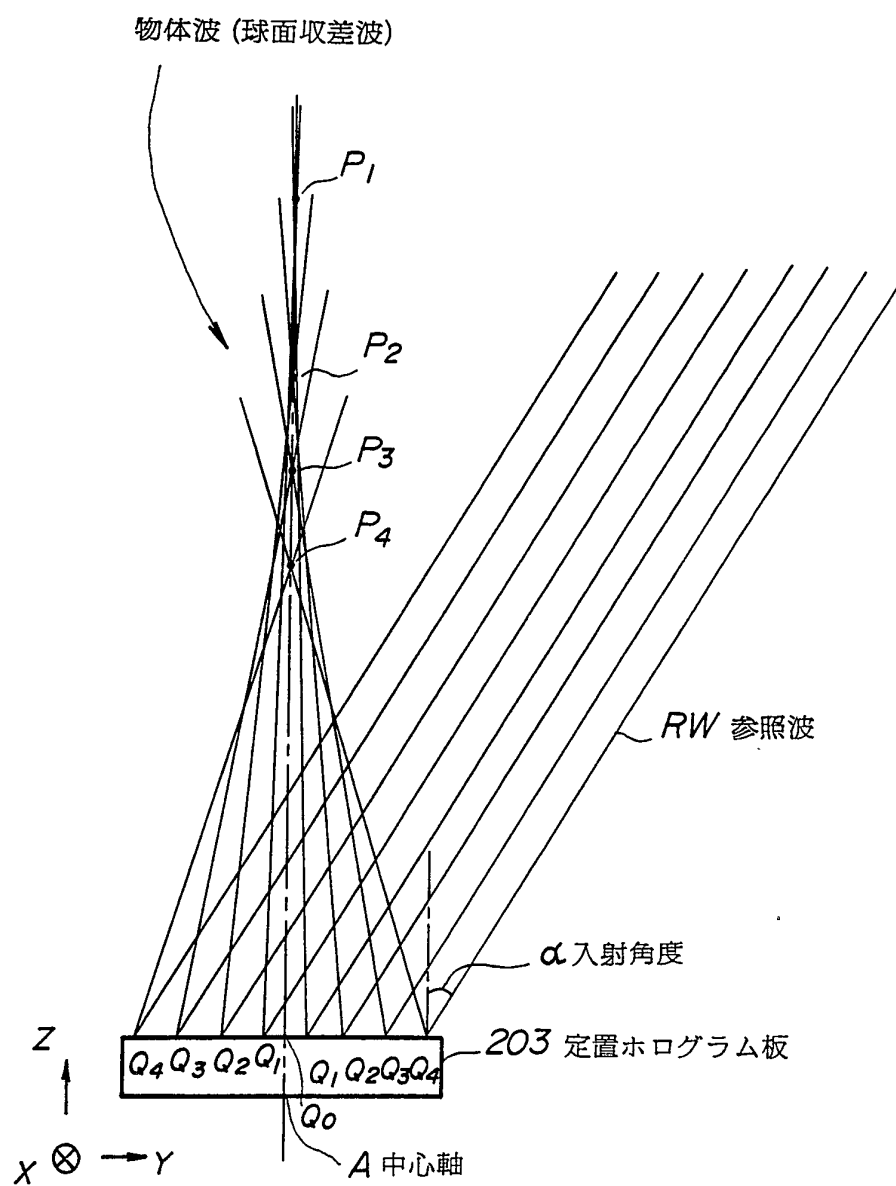


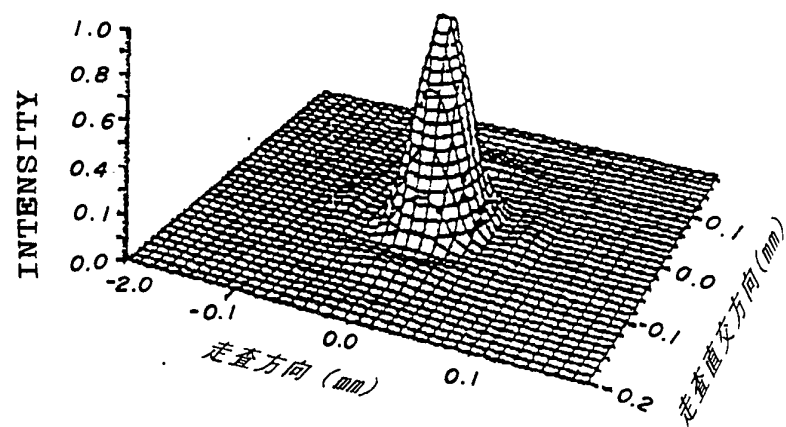
FIG. 37



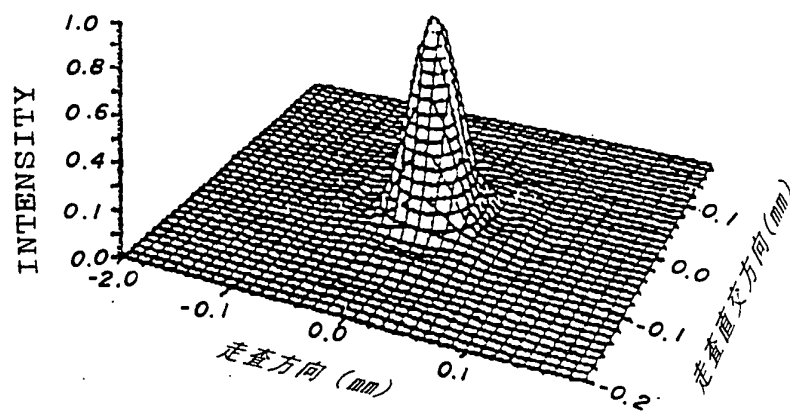
37/74

FIG. 38

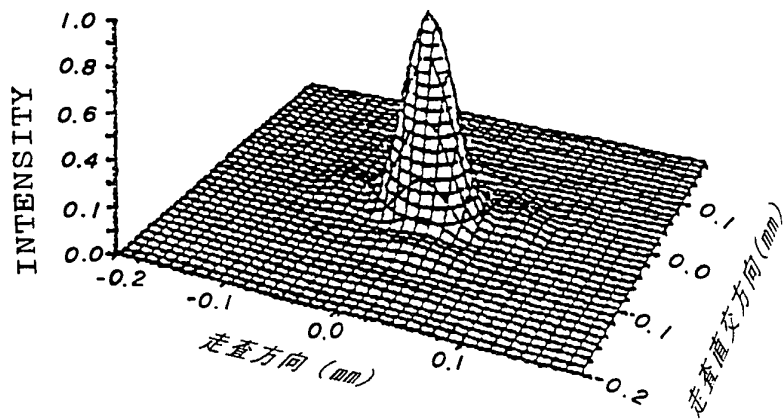
(A) 走査中心



(B) 走査位置 73mm



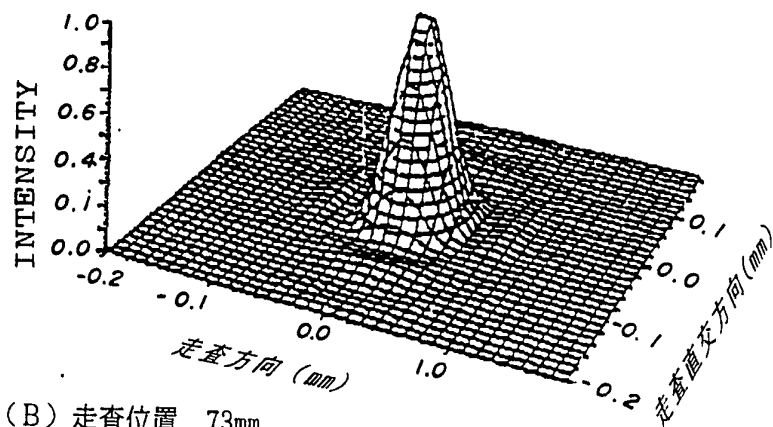
(C) 走査位置 146mm



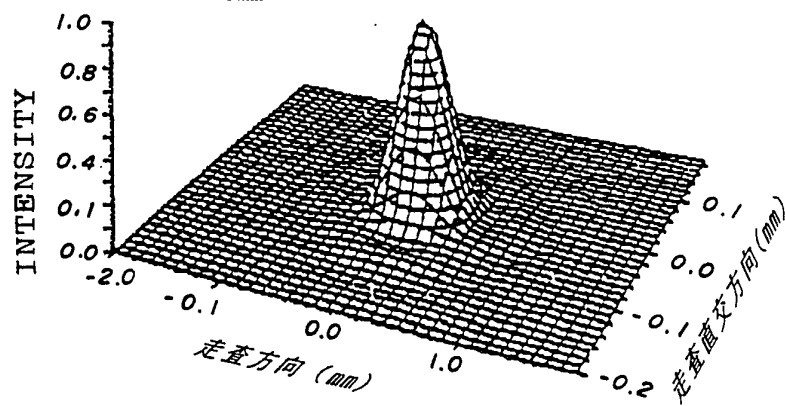
38/74

FIG.39

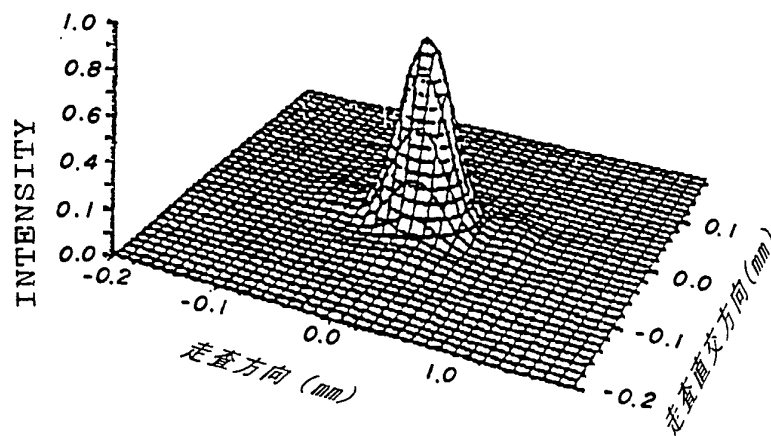
(A) 走査中心



(B) 走査位置 73mm

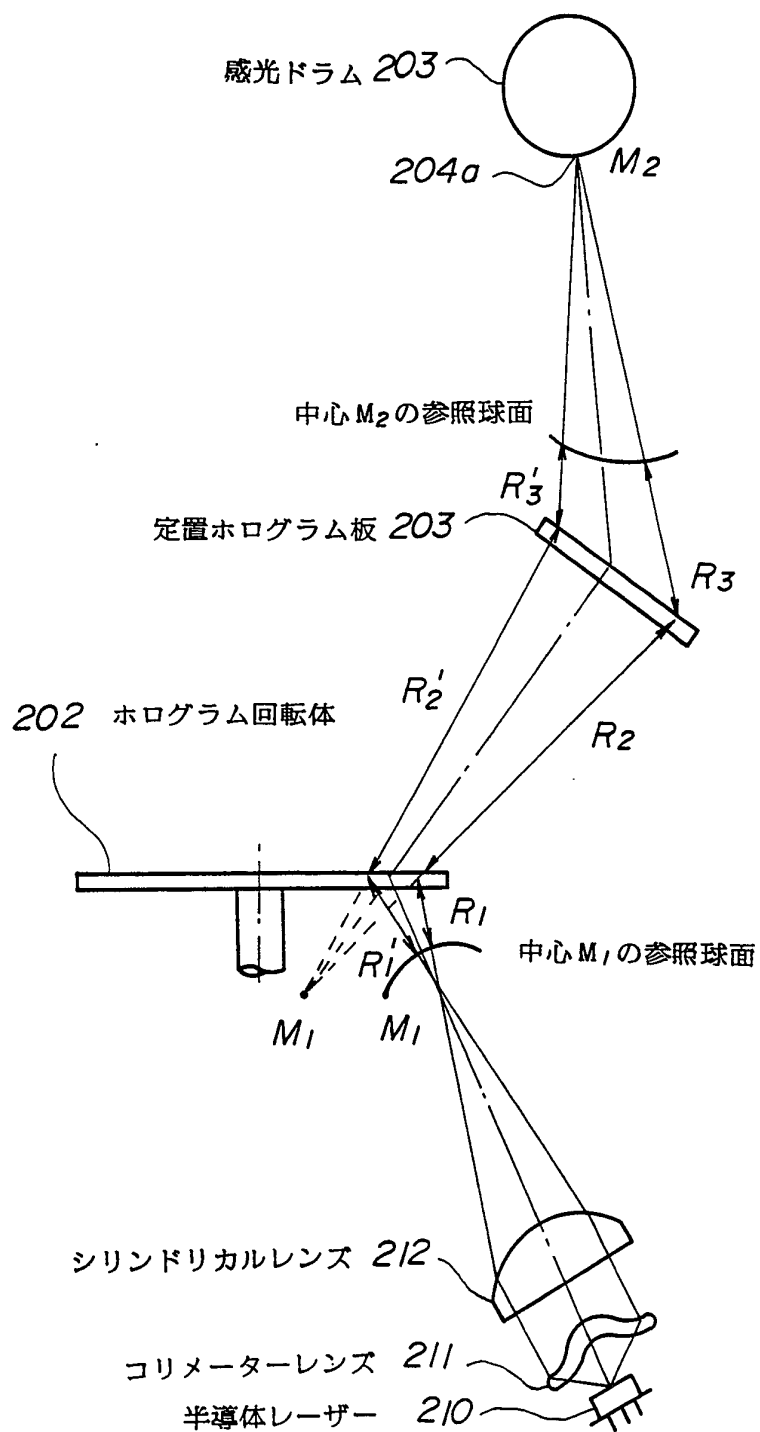


(C) 走査位置 146mm



39/74

FIG.40



40/74

FIG. 41

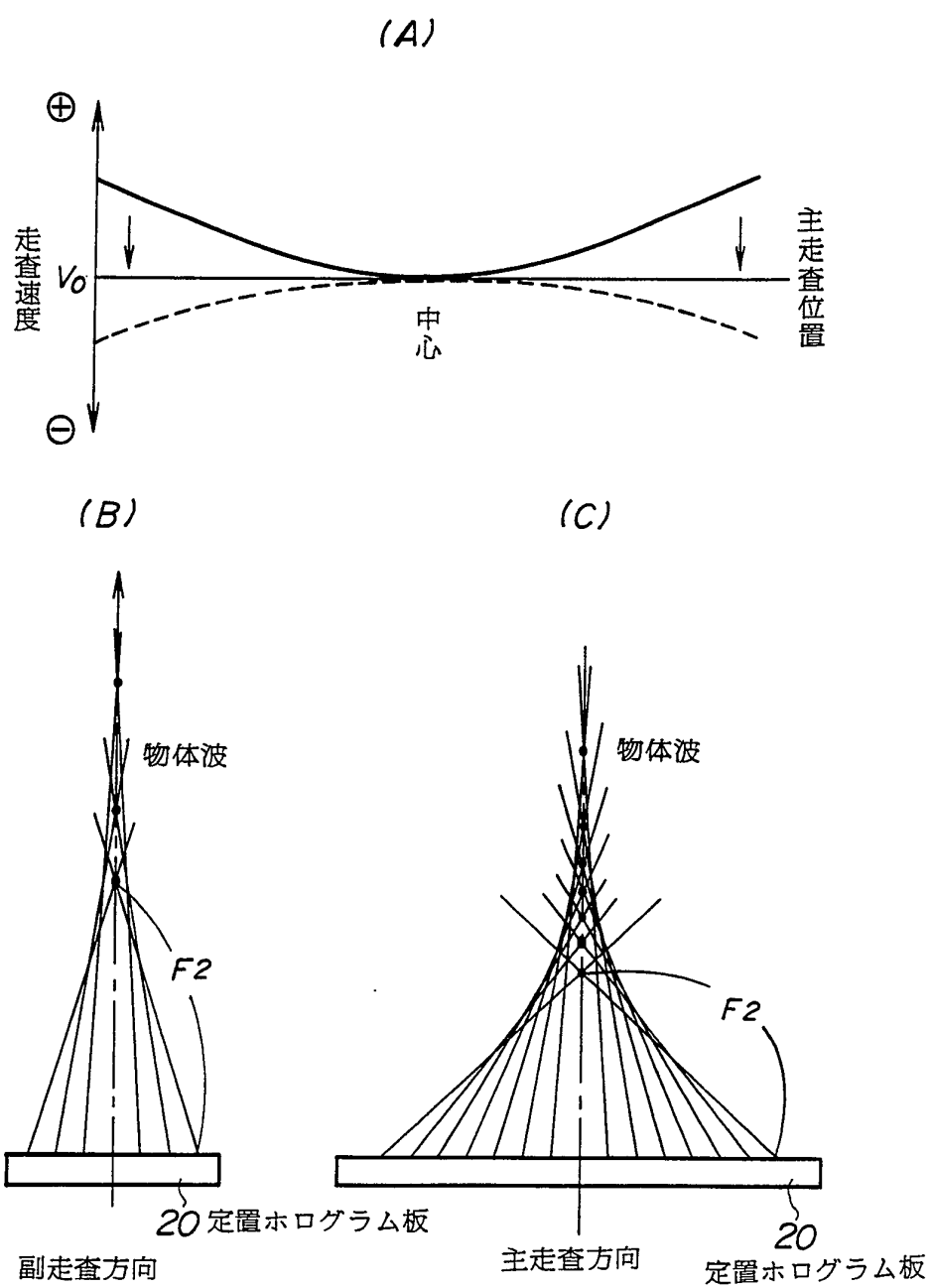


FIG.42

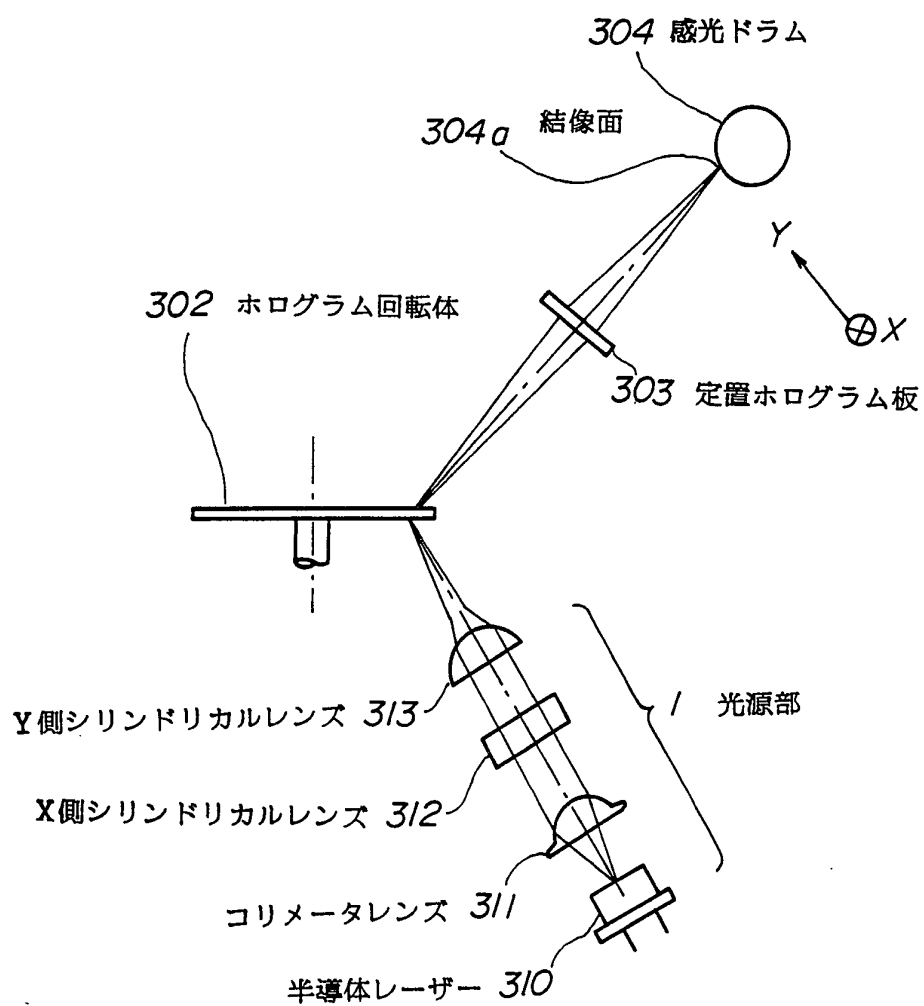


FIG. 43

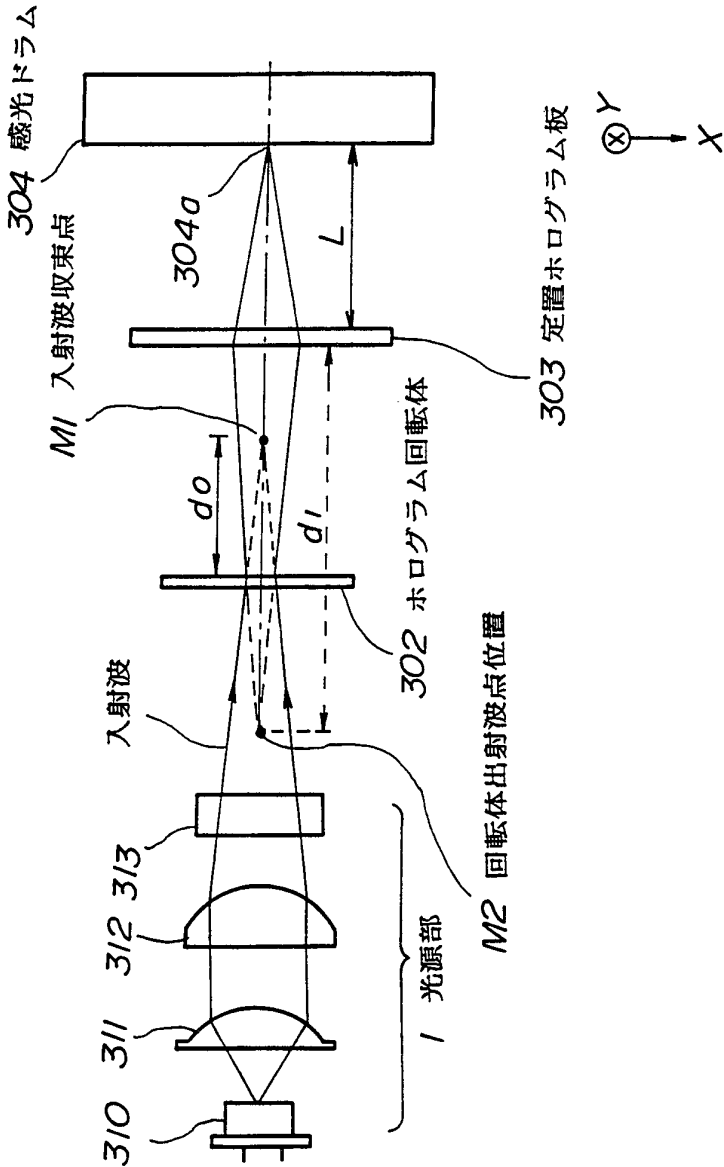


FIG. 44

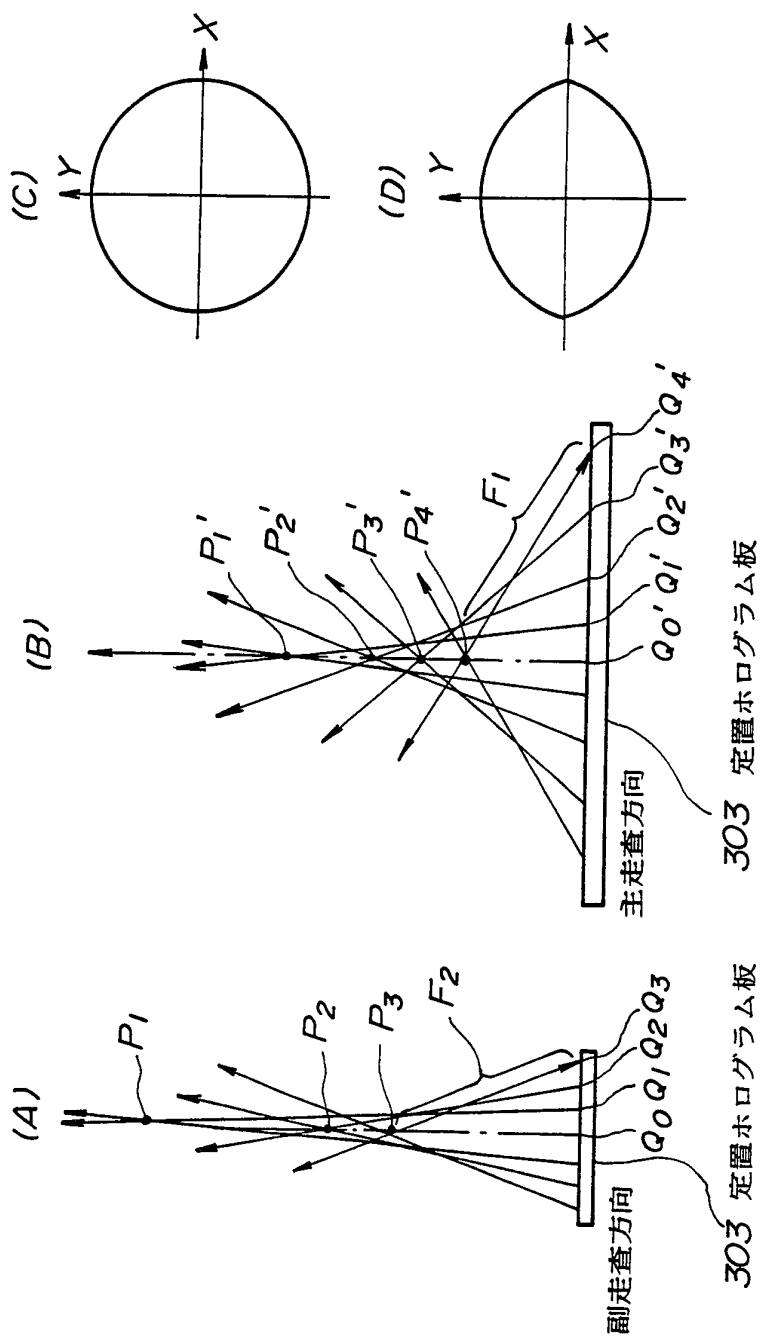
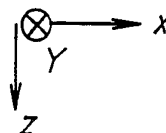
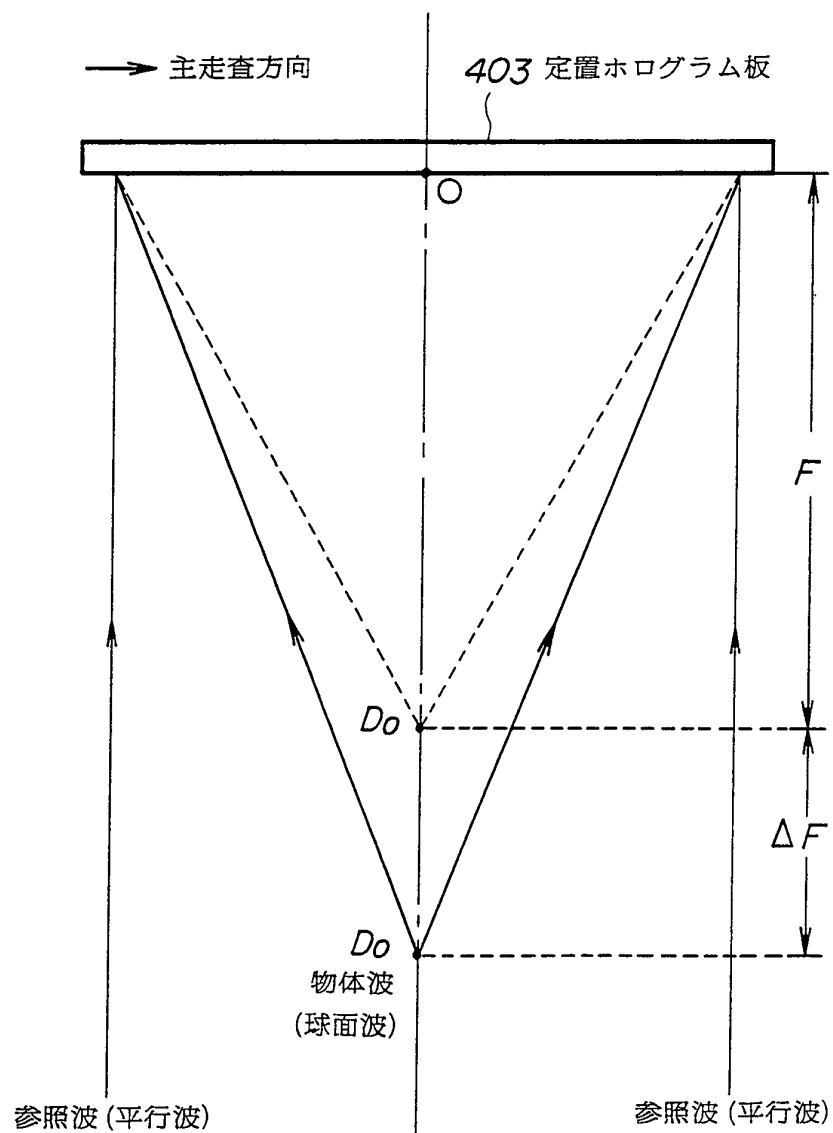
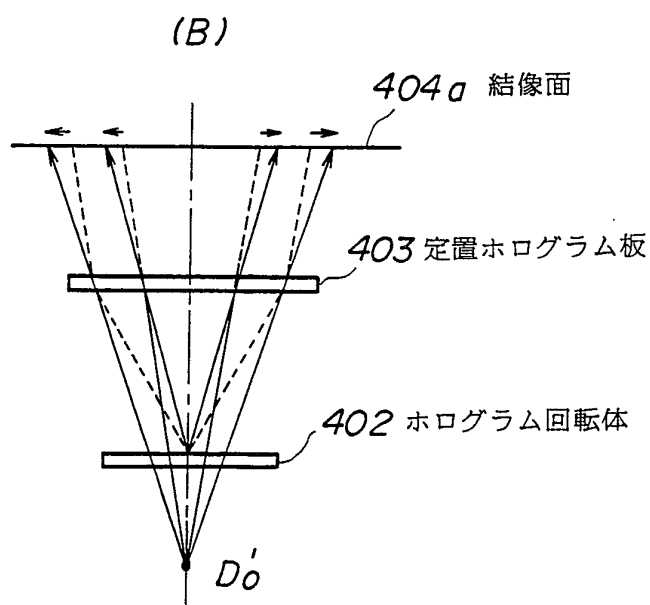
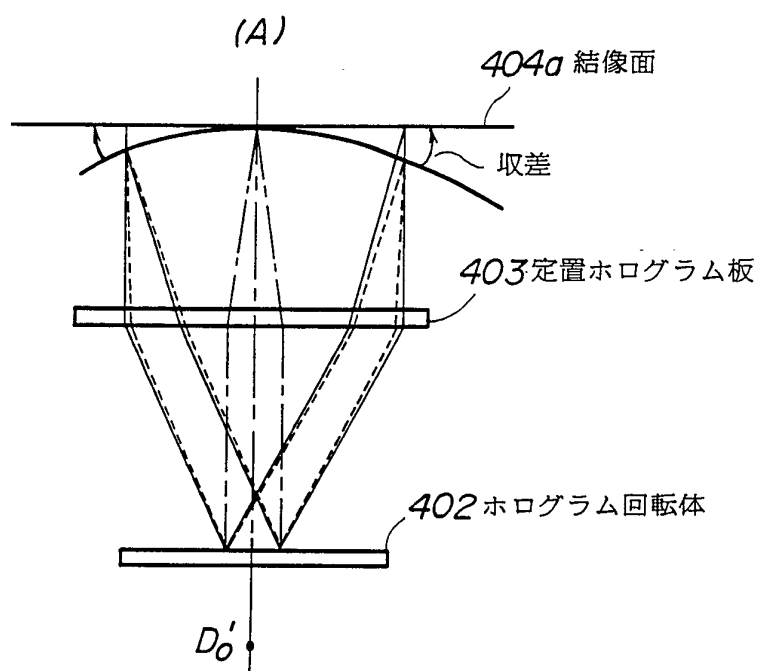


FIG.45



45/74

FIG.46



46/74

FIG.47

ビーム収差	16 ~ 38 μm
直線性	2 μm 以内
波長変動 (2 nm) による位置変動 (副走査方向)	-20 ~ 8 μm
波長変動 (2 nm) による位置変動 (主走査方向)	0 μm
等速性	-2.2 %

FIG.48

ビーム収差	12 ~ 14 μm
直線性	16 μm 以内
波長変動 (2 nm) による位置変動 (主走査方向)	-6 ~ 6 μm
波長変動 (2 nm) による位置変動 (副走査方向)	4 ~ 0 μm
等速性	-0.43 %

47/74

FIG.49

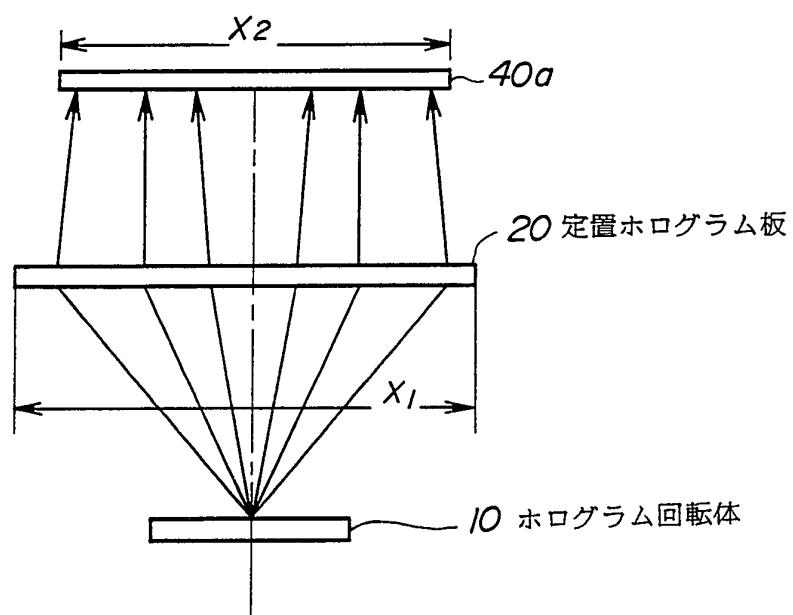


FIG.50

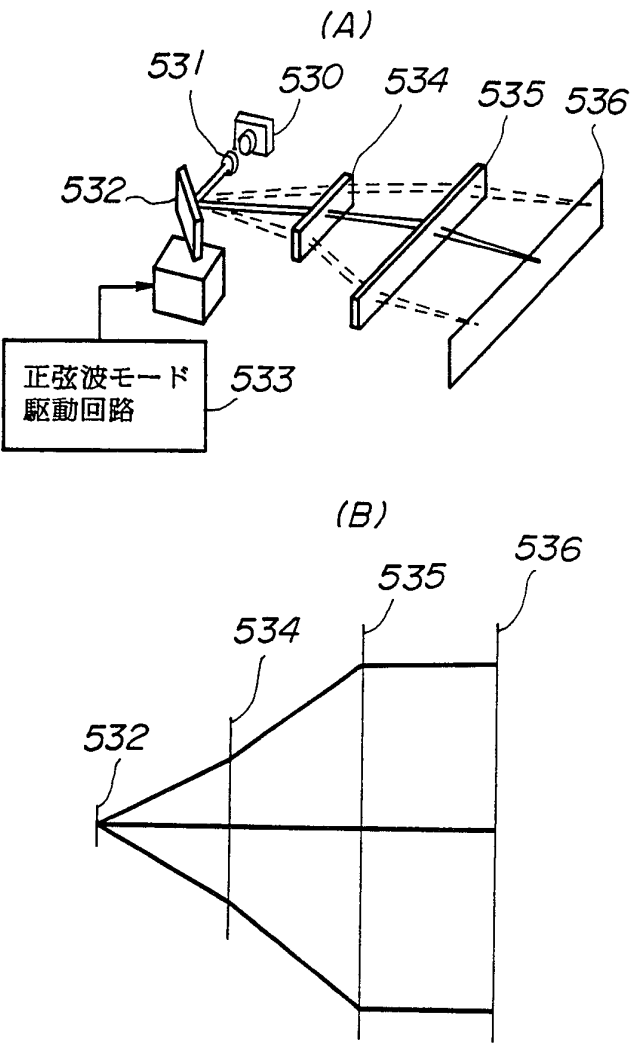


FIG.51

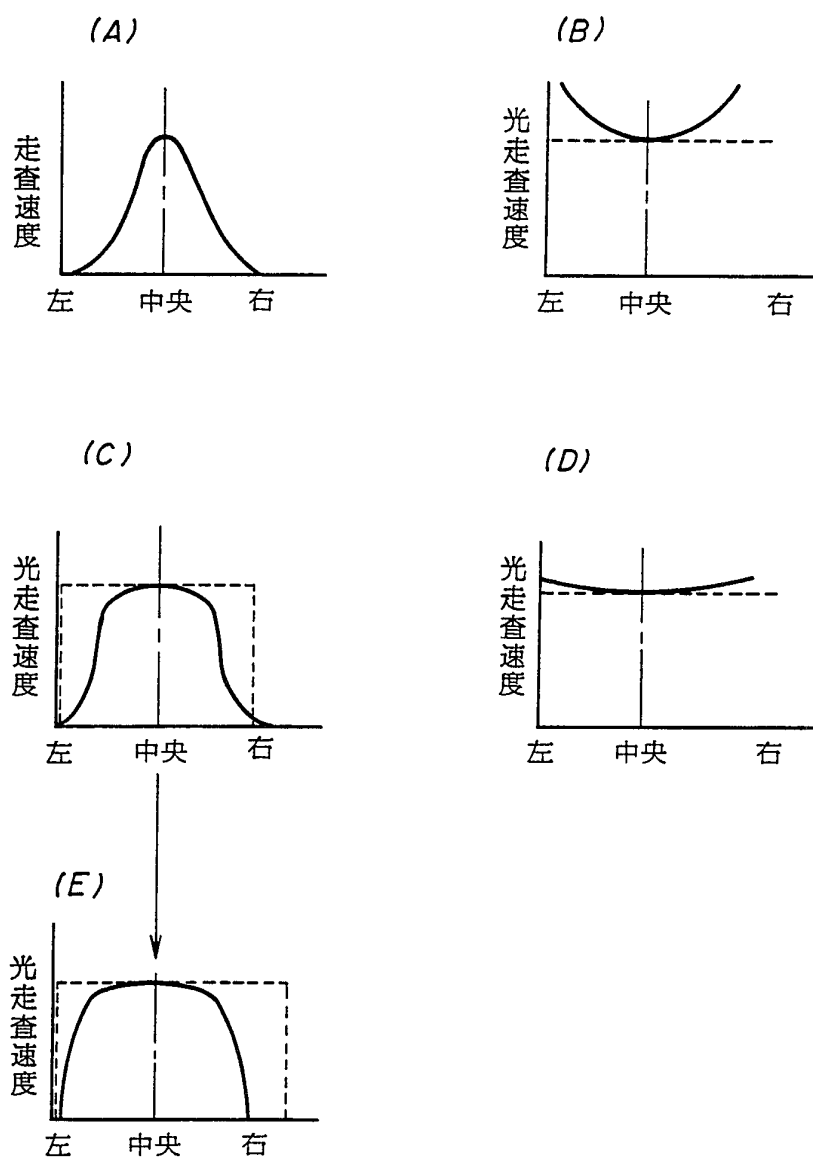


FIG.52

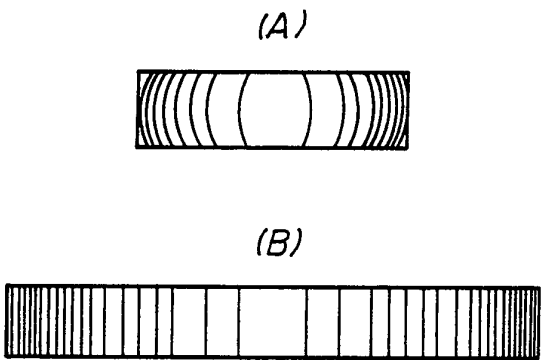
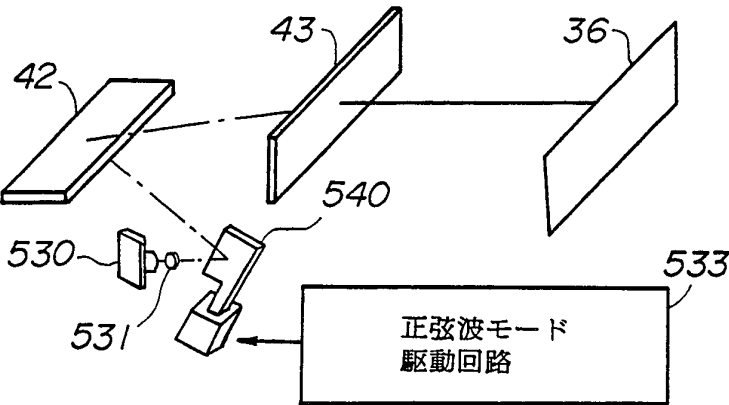


FIG.53



51/74

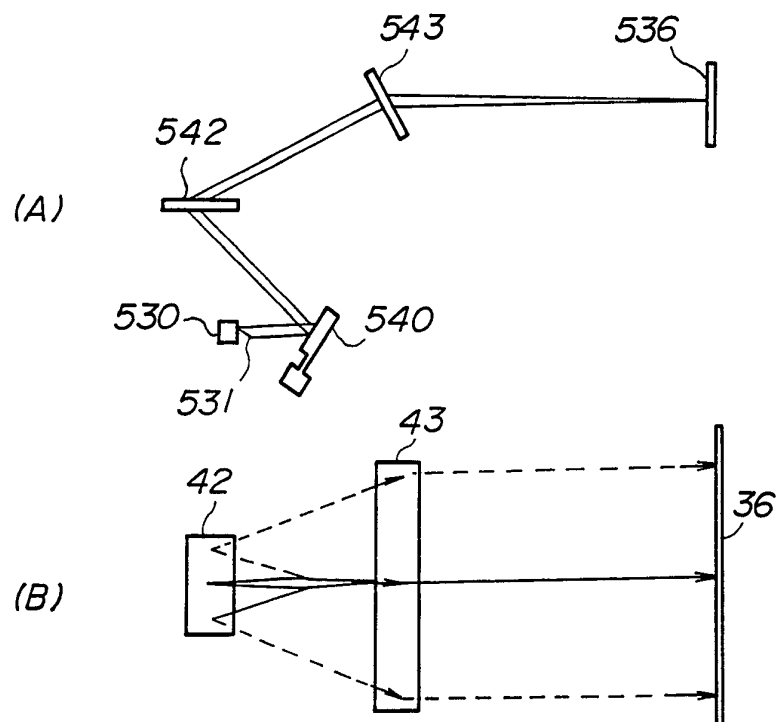
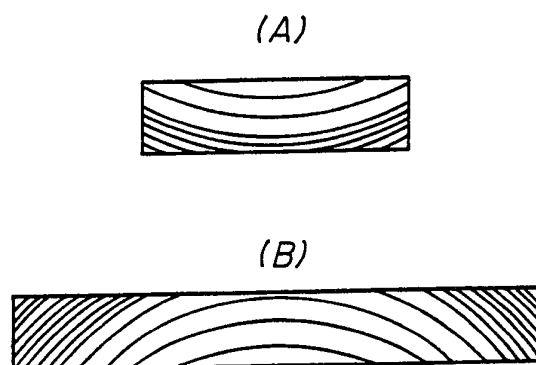
FIG. 54**FIG. 55**

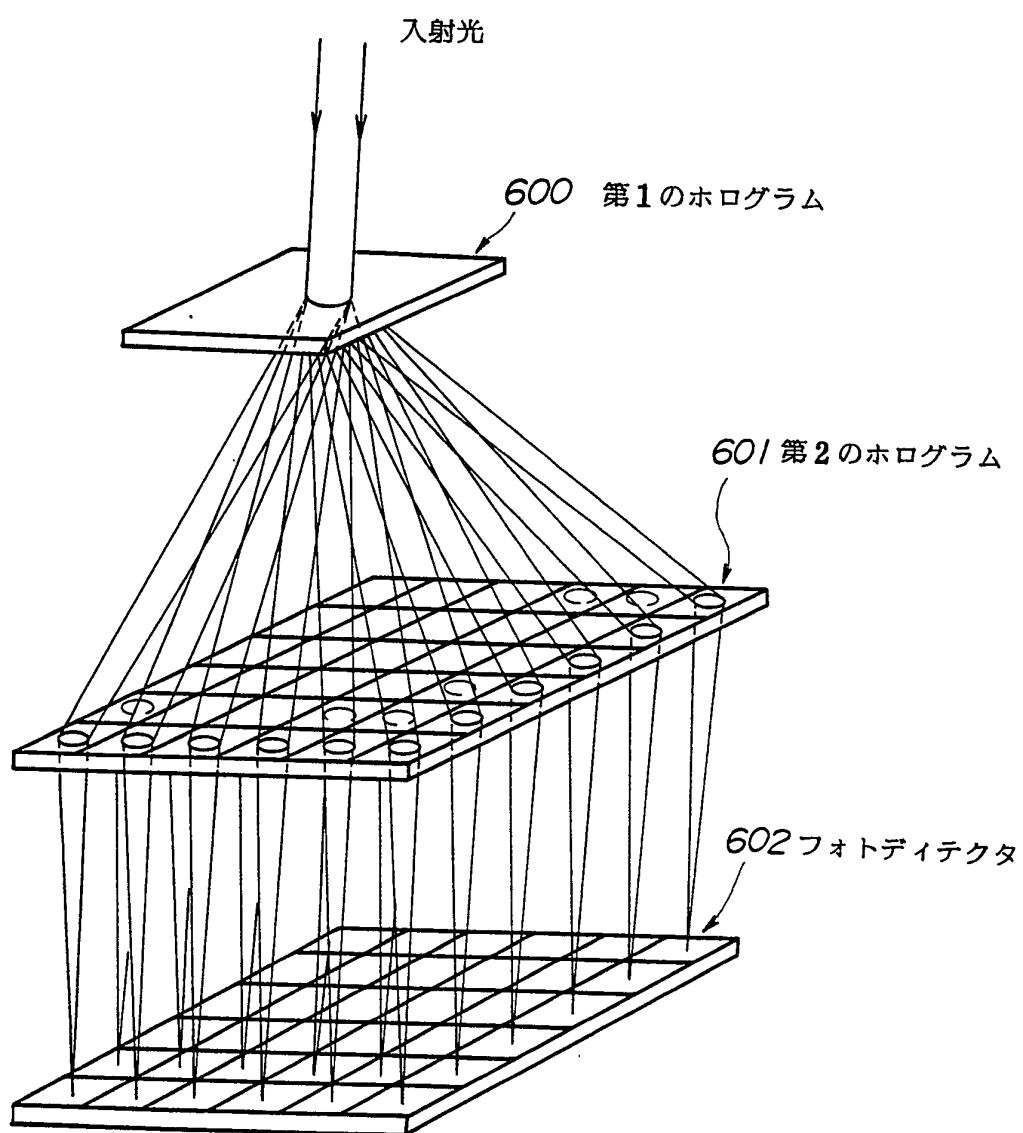
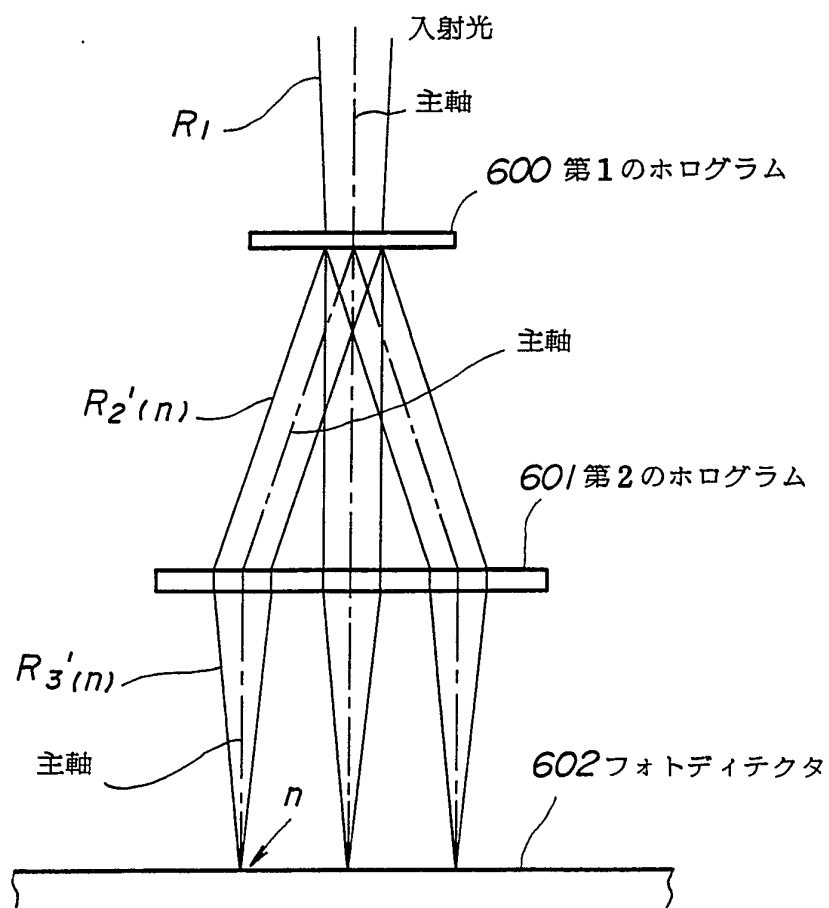
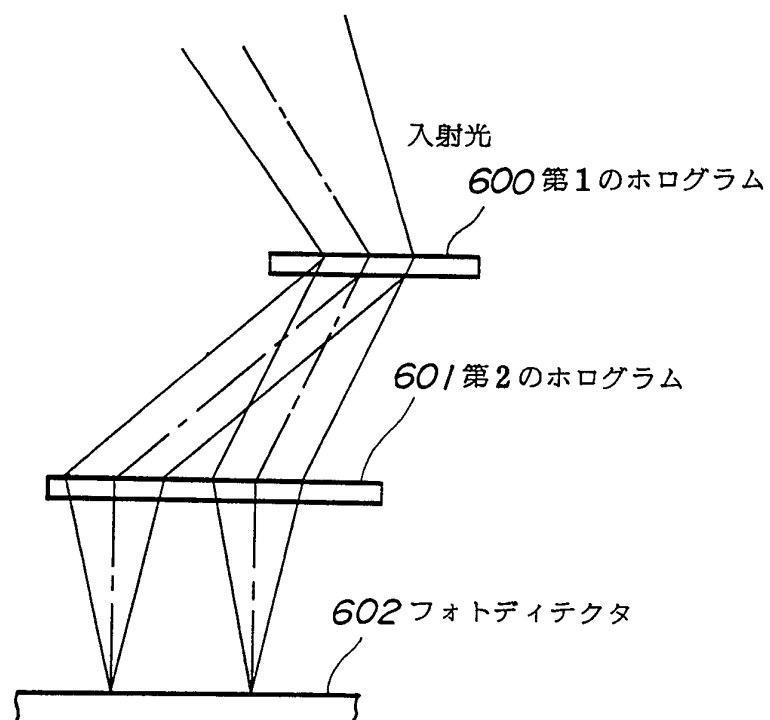
FIG. 56

FIG. 57

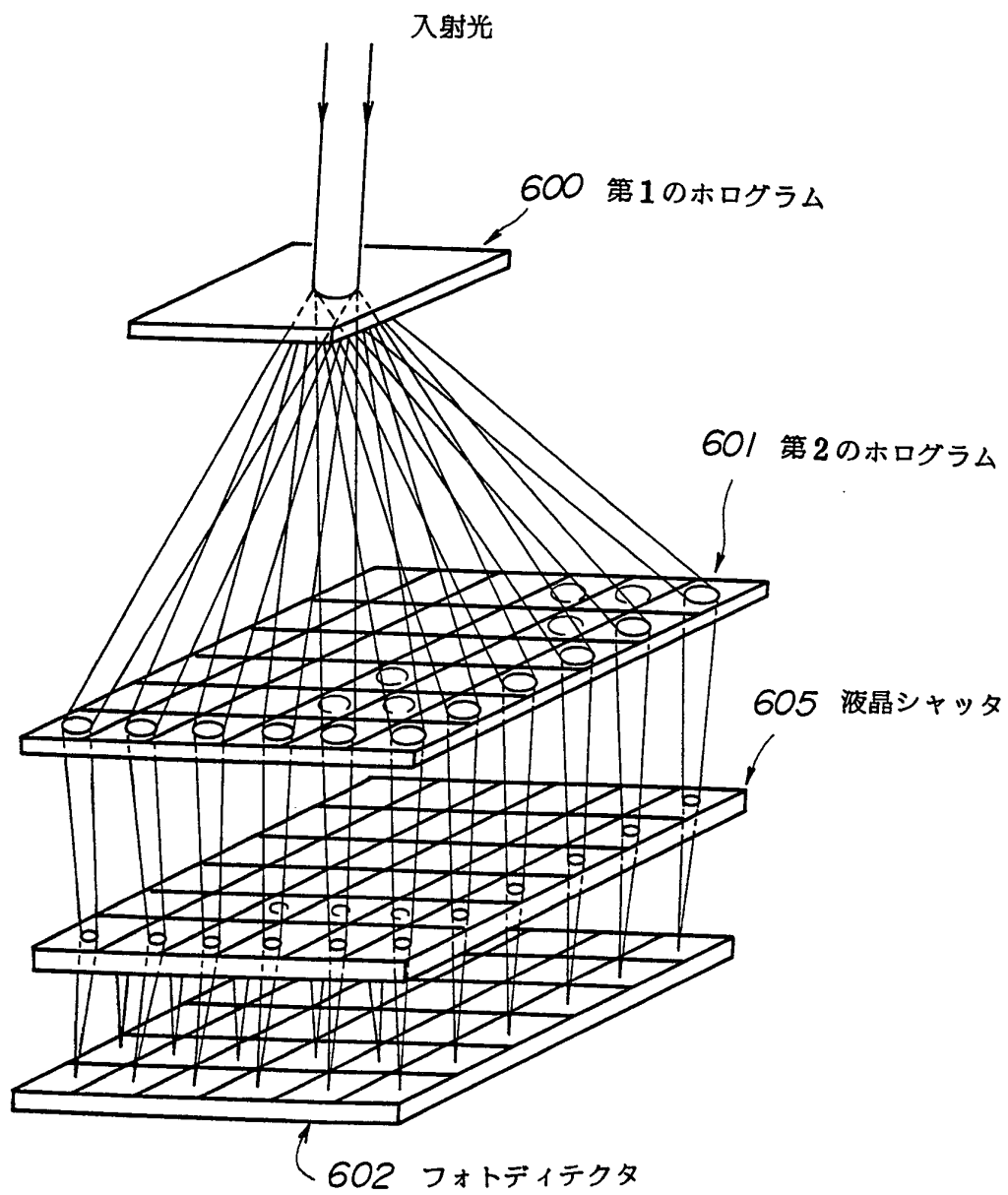


54/74

FIG.58

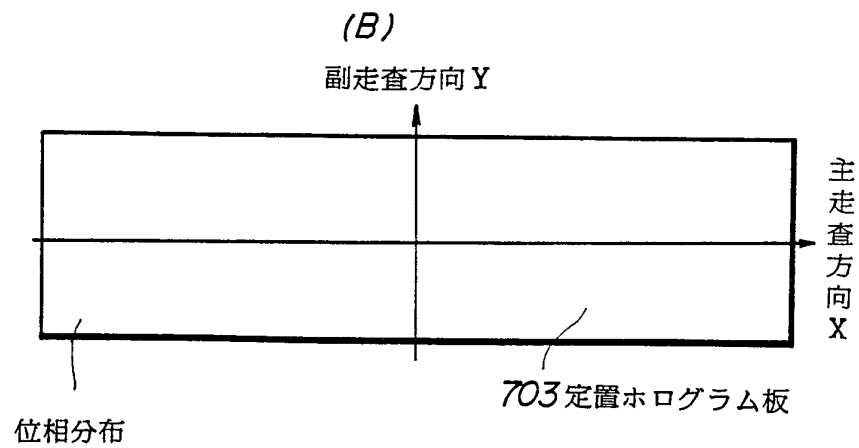
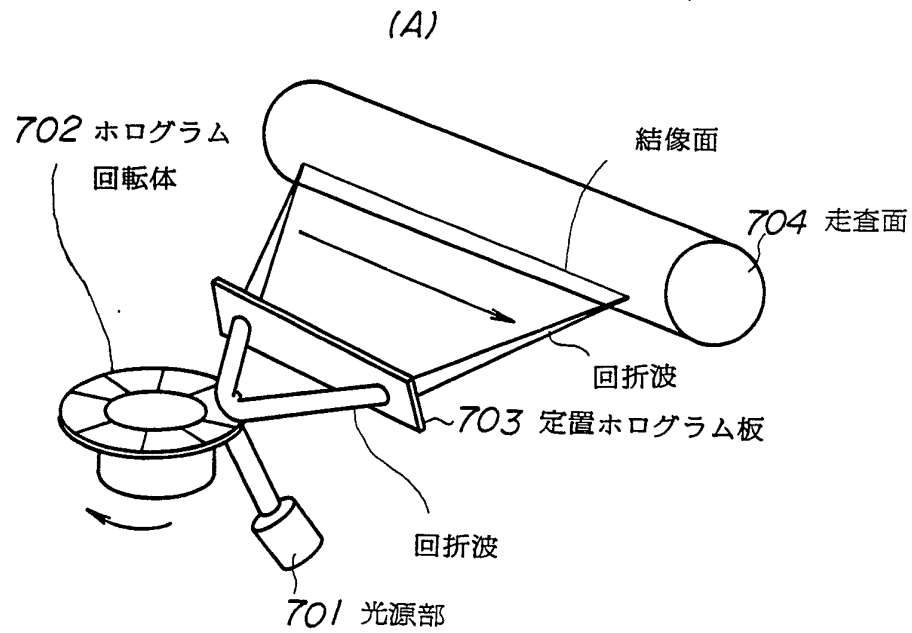
55/74

FIG. 59



56/74

FIG. 60



$$\phi_H = C_1 X^2 + C_2 Y^2 + a \sqrt{X^2 + Z_0^2} - b \sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2}$$

又は

$$\phi_H = C_1 X^2 + C_2 Y^2 + C_0 Y + a \sqrt{X^2 + Z_0^2} - b \sqrt{X^2 + (Y - Y_0)^2 + Z_0^2}$$

57/74

FIG. 61

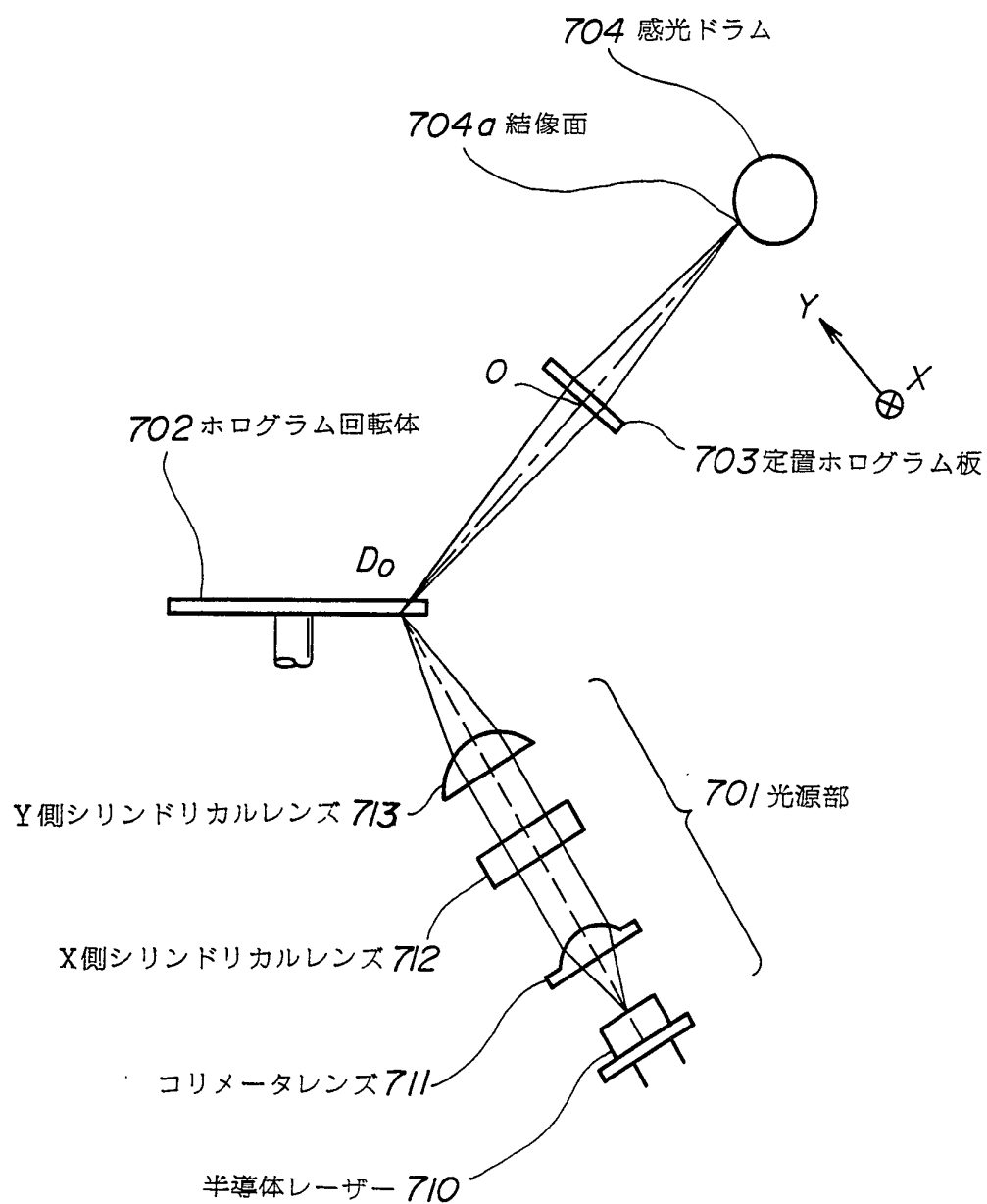


FIG. 62

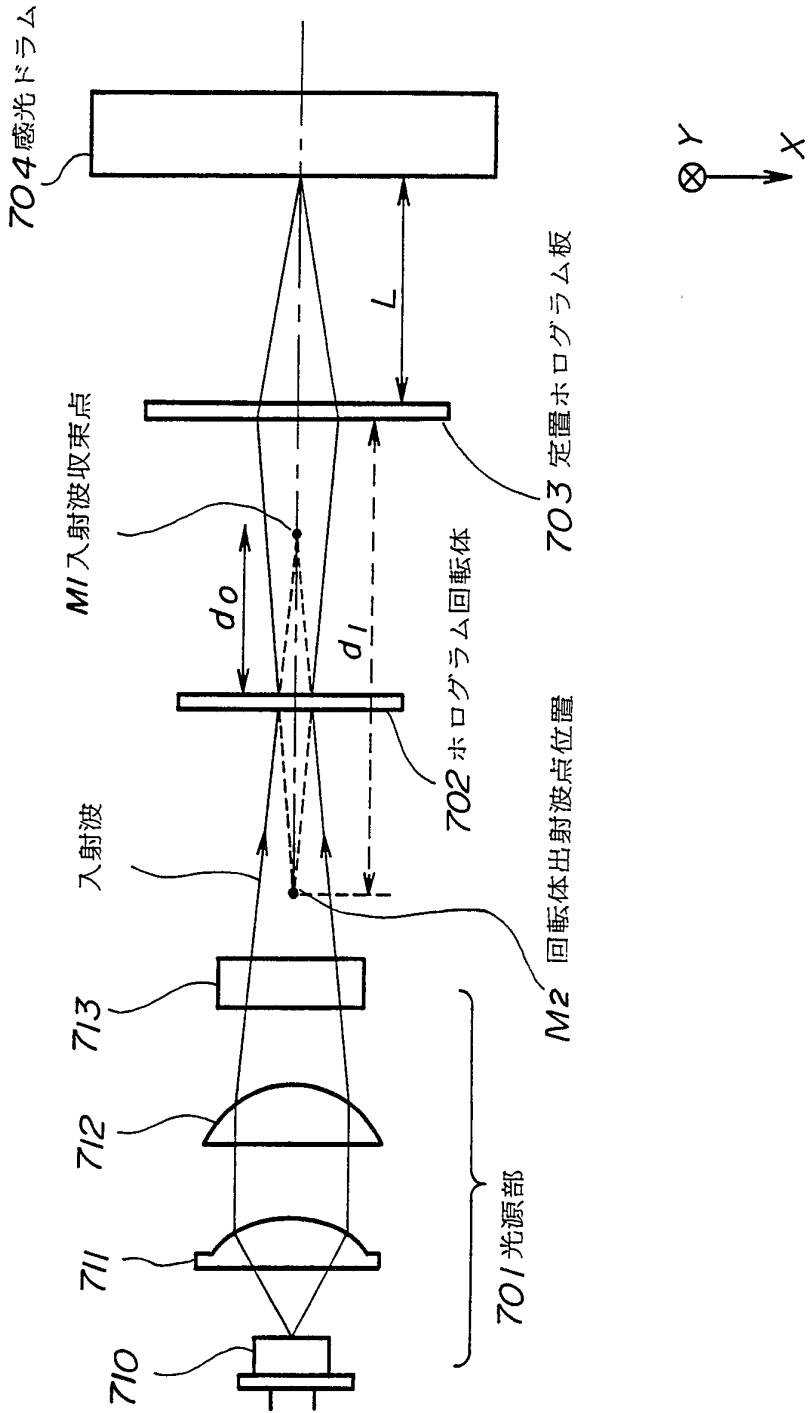


FIG.63

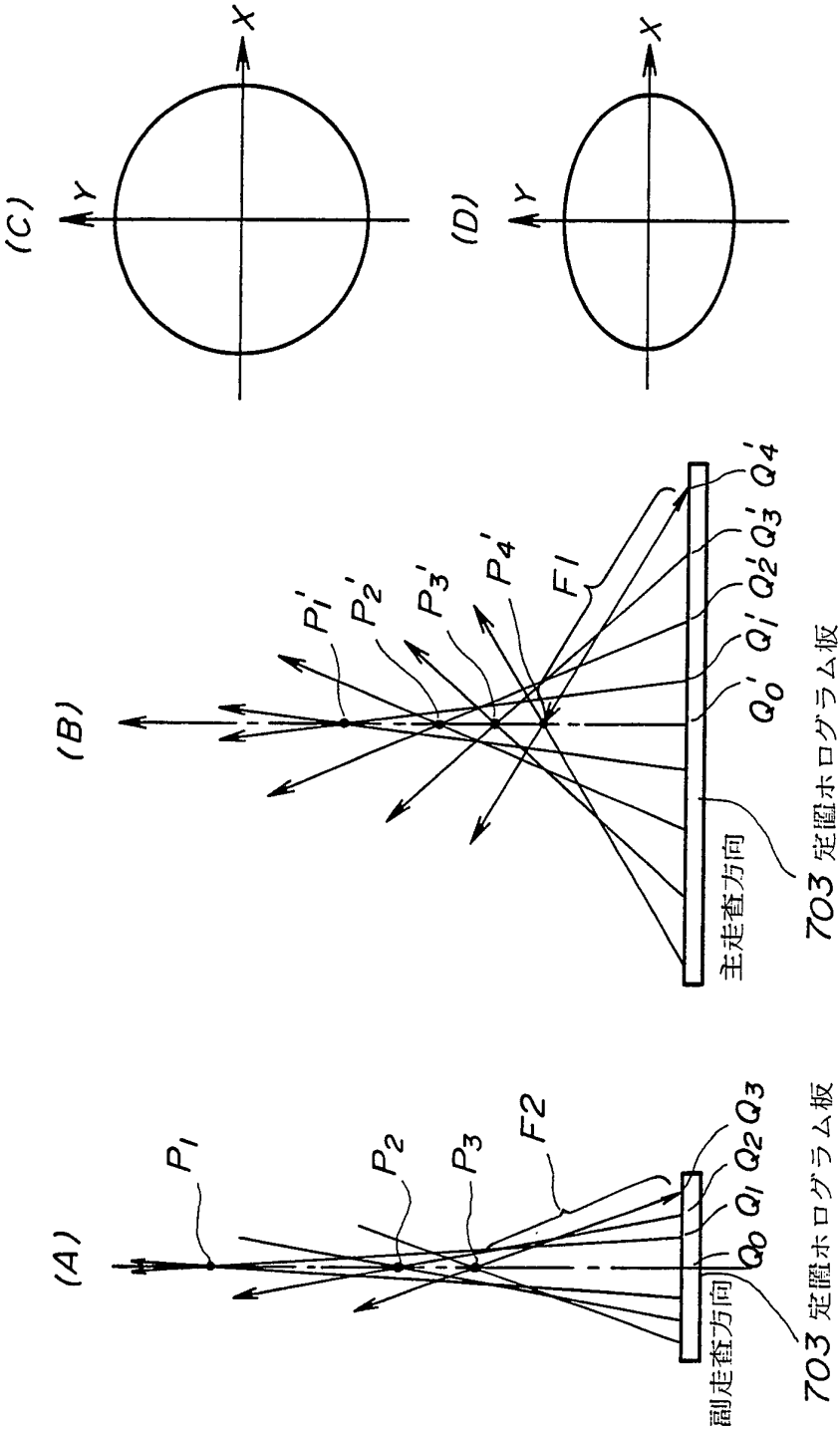
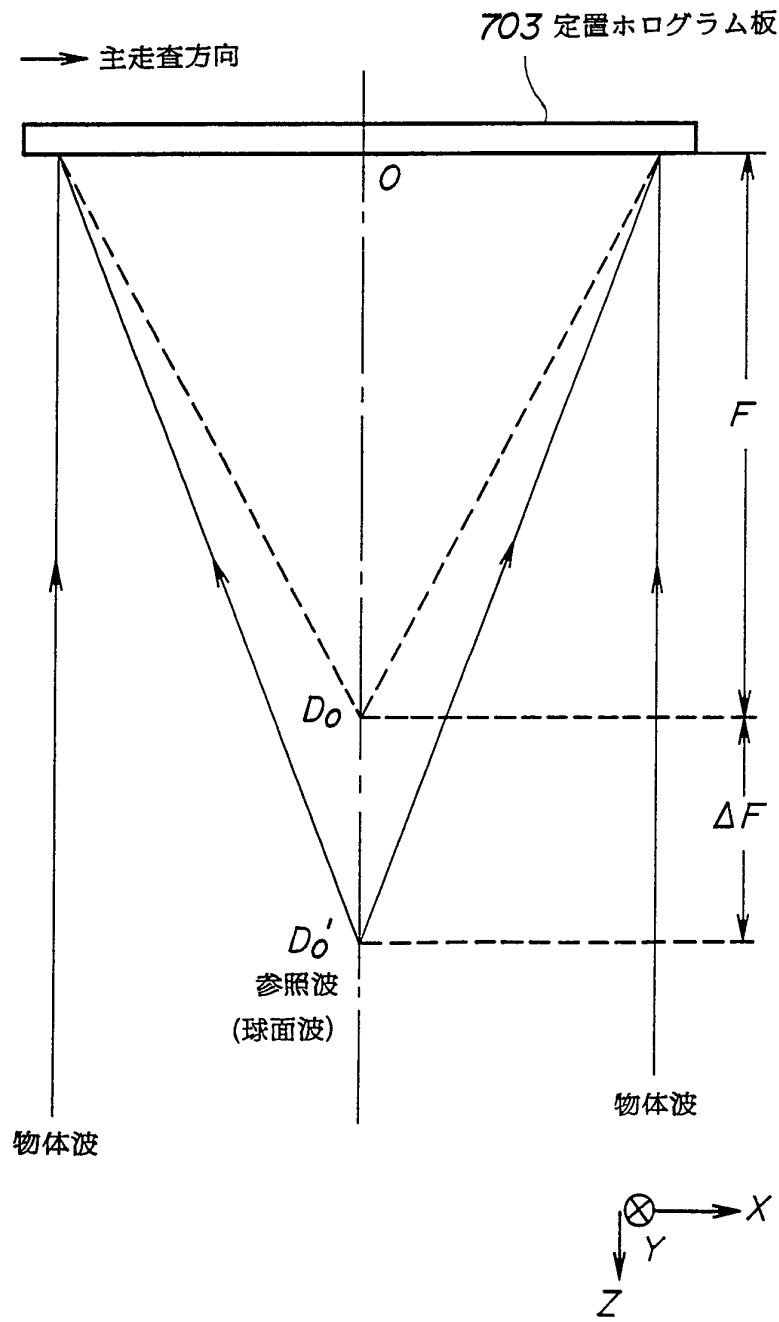


FIG.64



61/74

FIG. 65

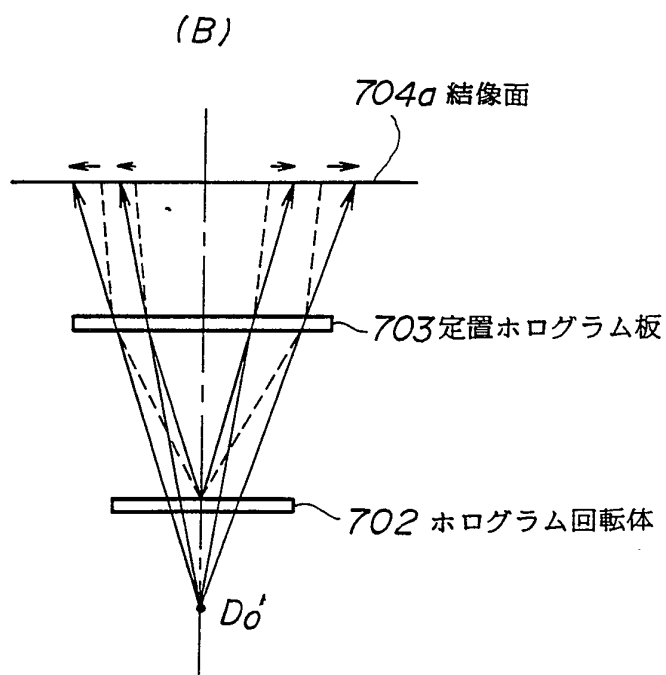
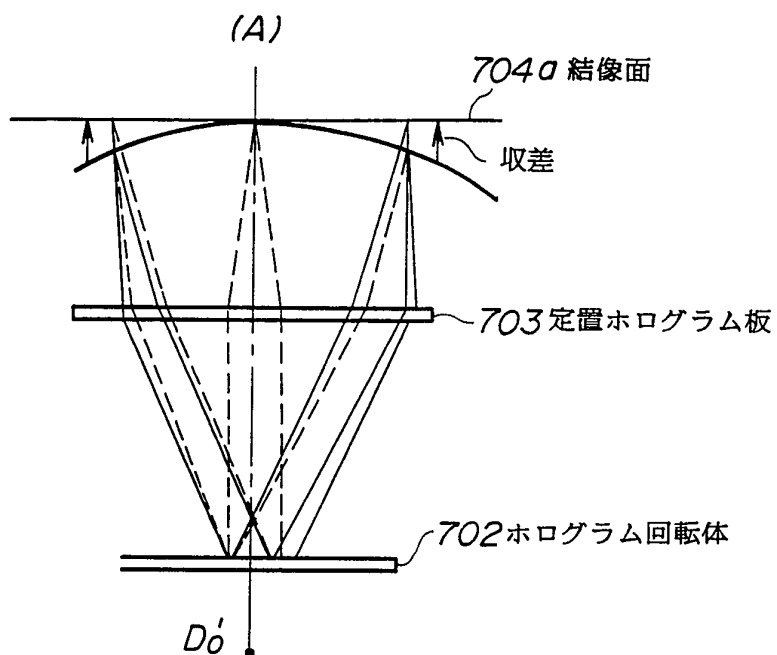


FIG. 66

スポットダイアグラム図

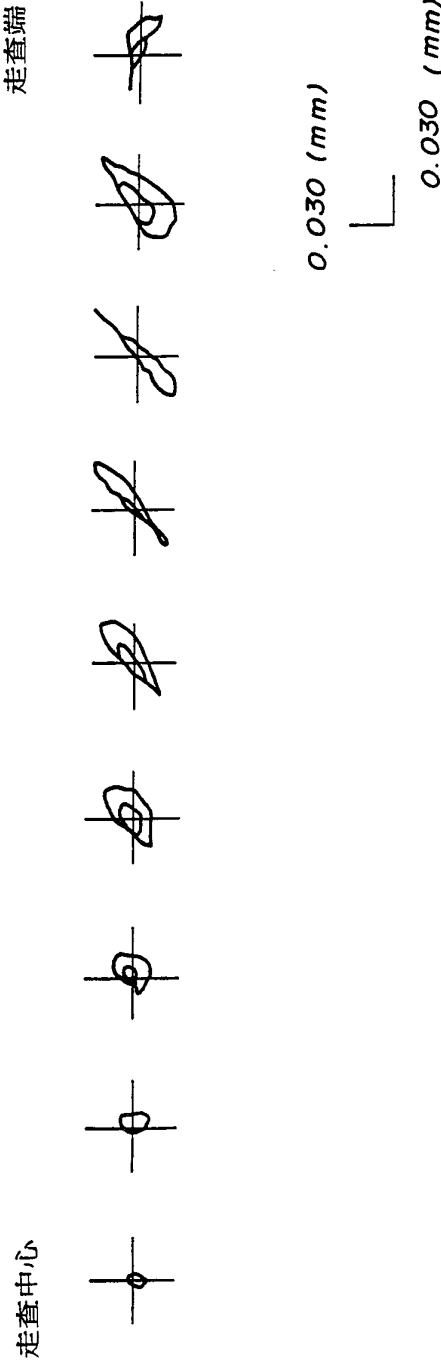


FIG. 67

定置ホログラム板の作成説明図(その1)

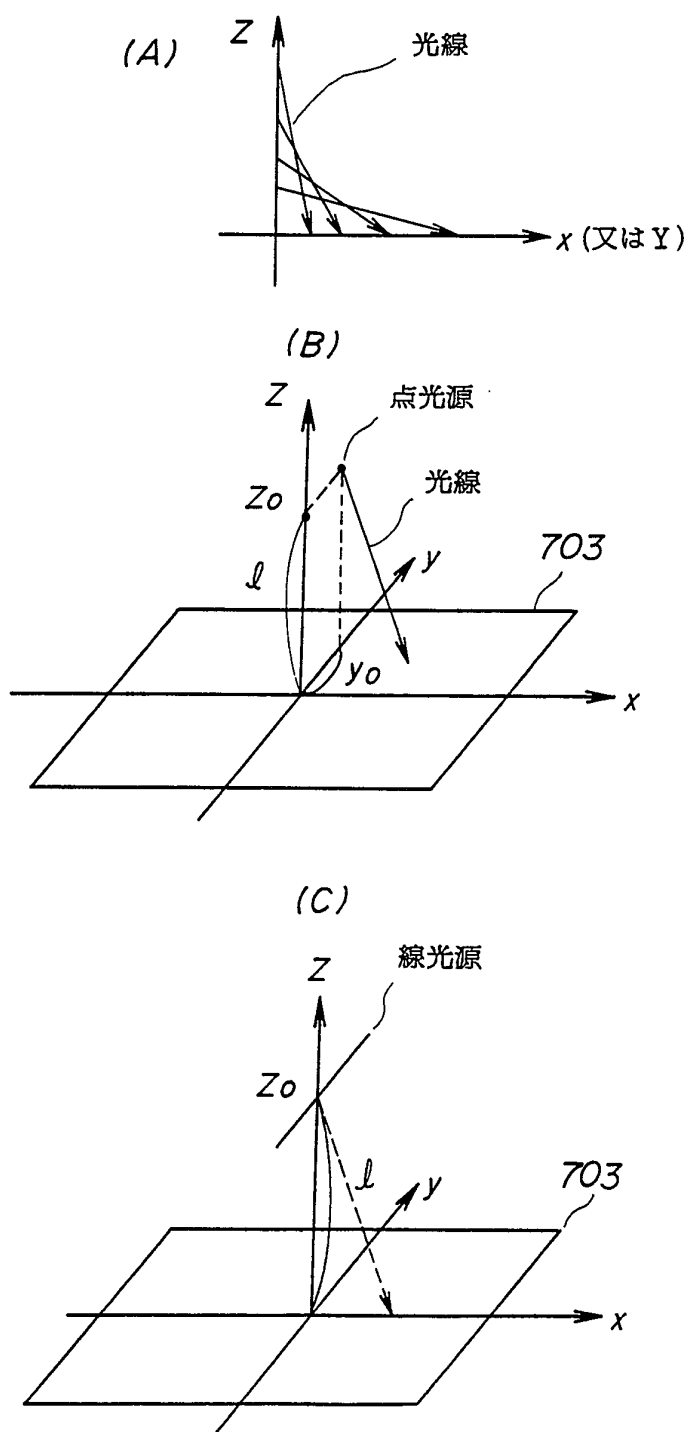


FIG. 68

定置ホログラム板の作成説明図 (その 2)

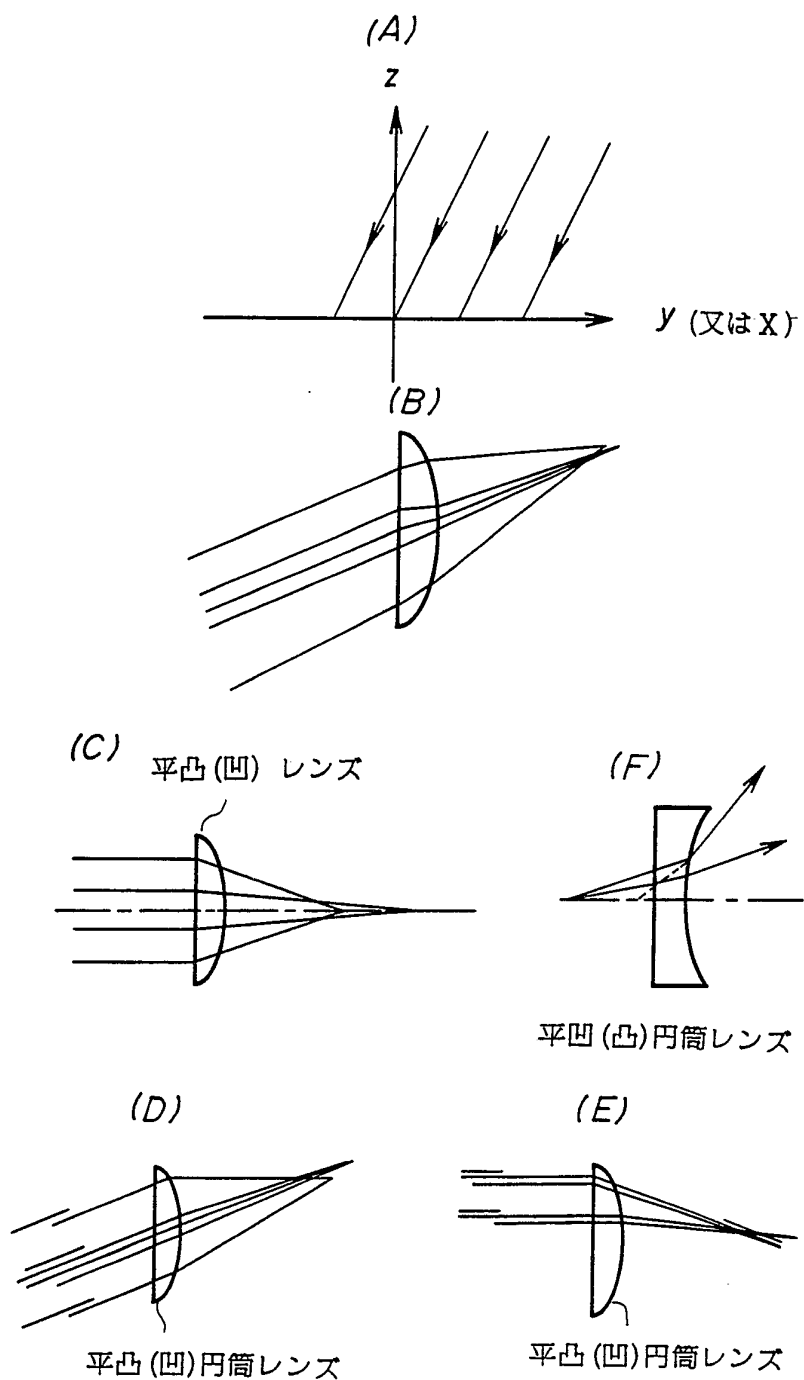
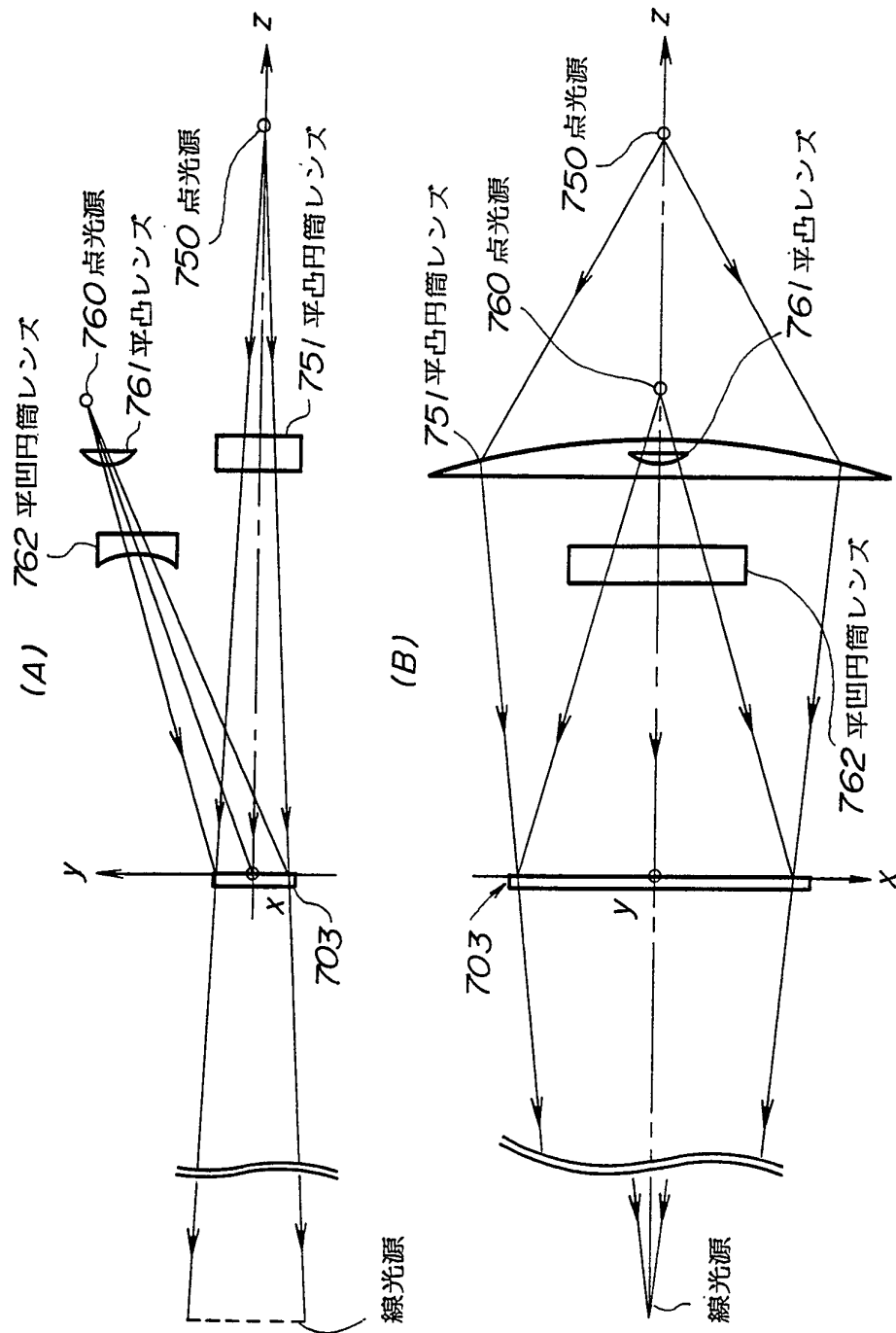


FIG. 69



66/74

FIG. 70

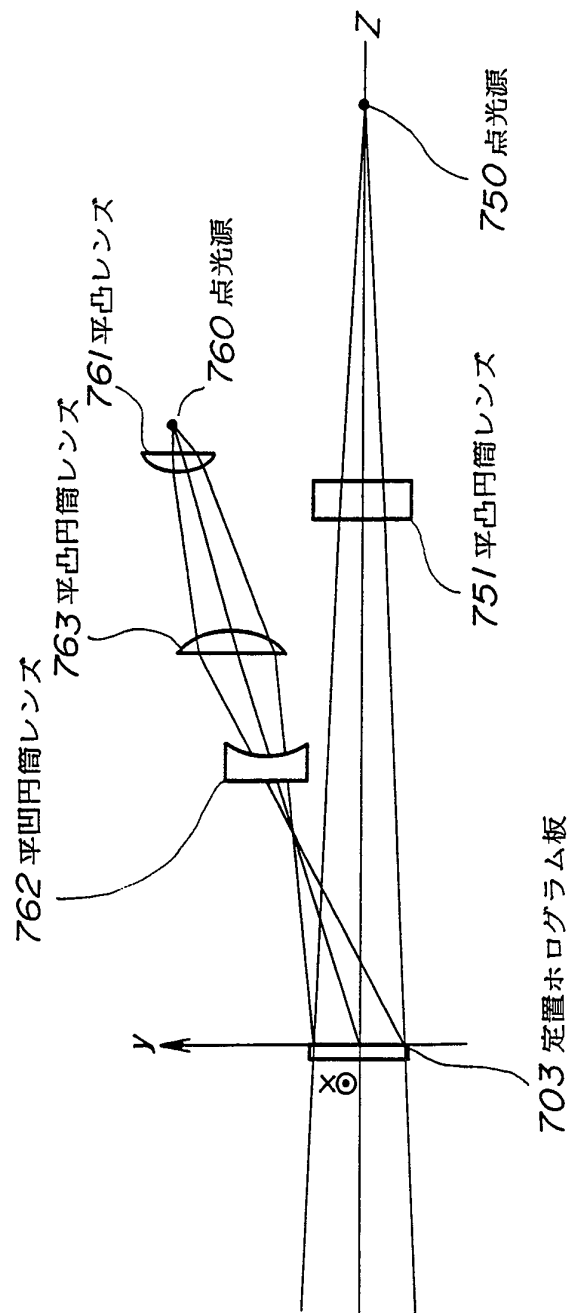
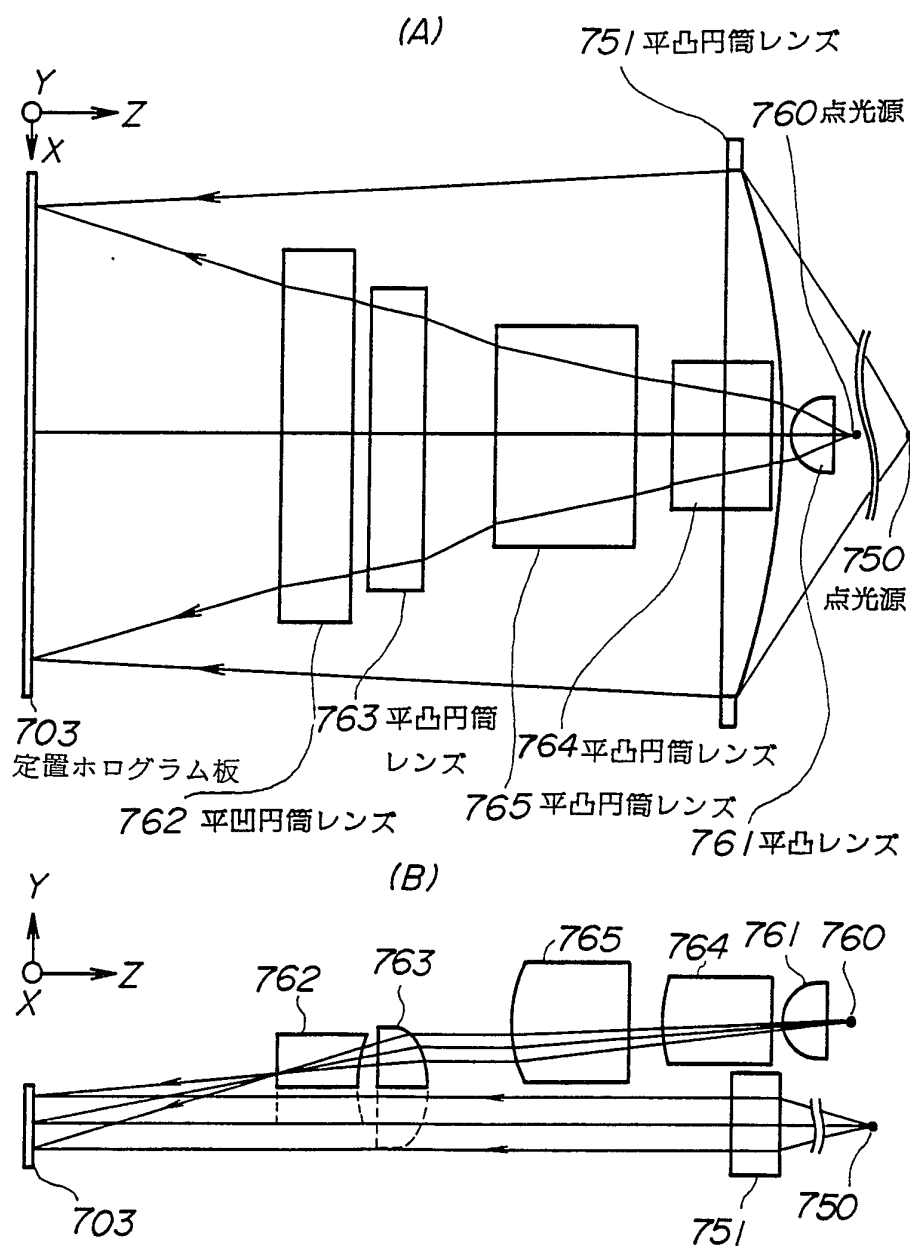


FIG. 71



68/74

FIG. 72

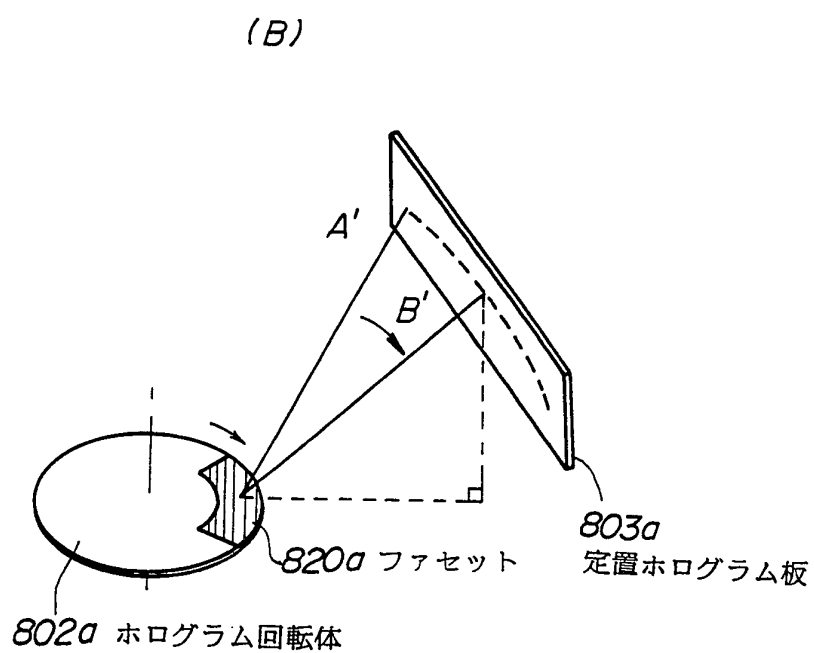
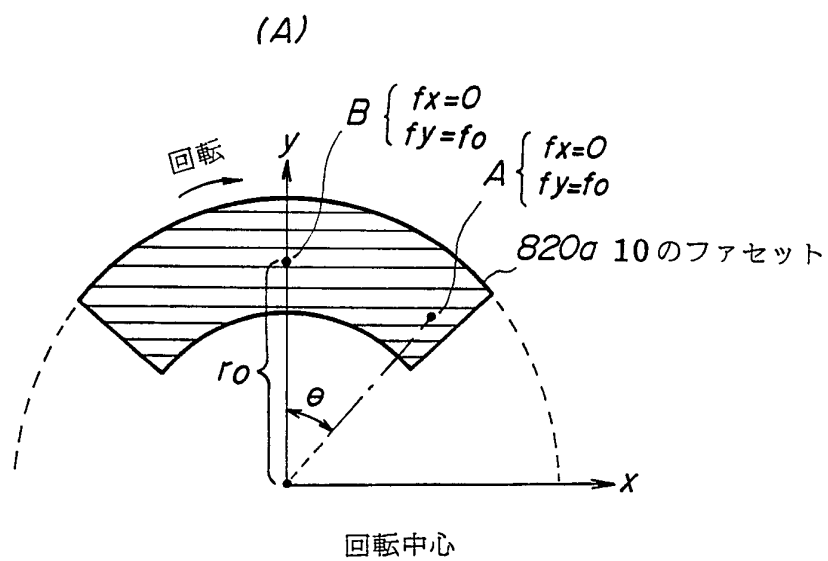


FIG. 73

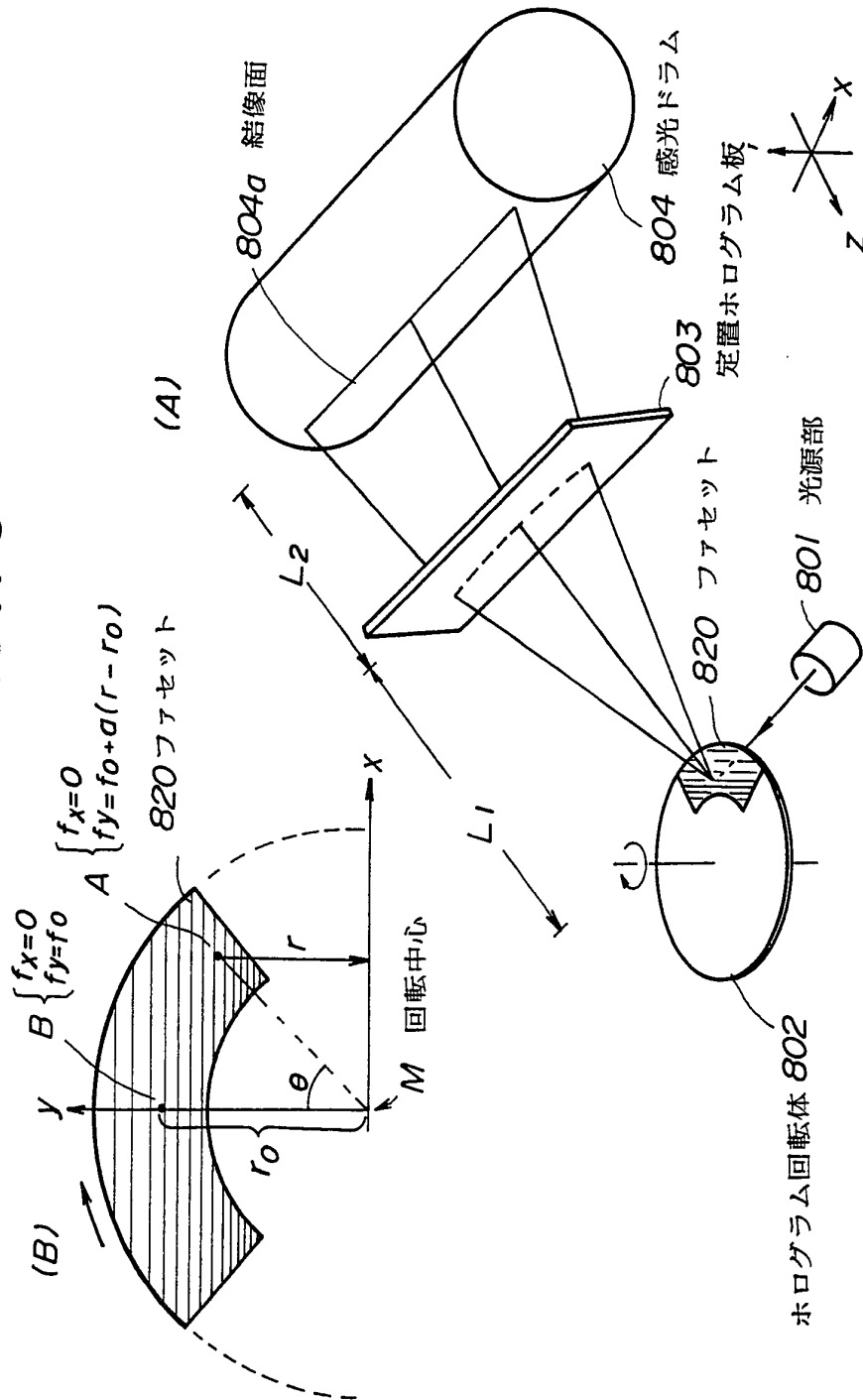
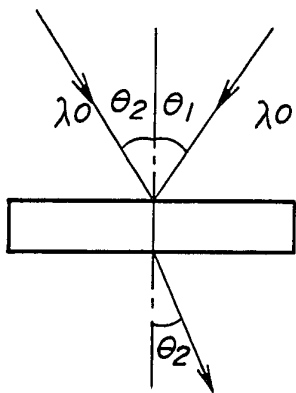
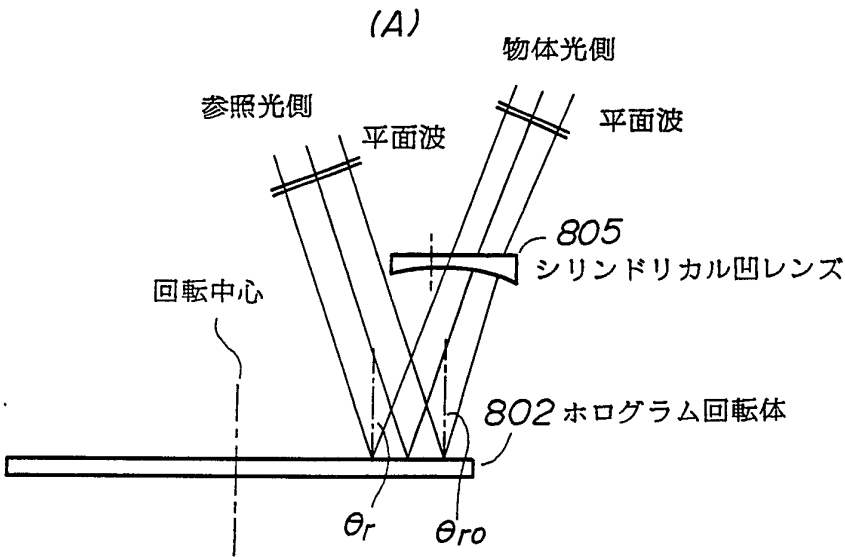
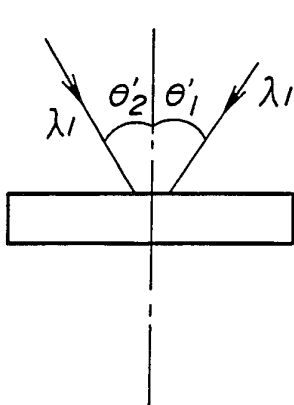


FIG. 74



$$f = \frac{\sin \theta_1 + \sin \theta_2}{\lambda_0}$$



$$f = \frac{\sin \theta'_1 + \sin \theta'_2}{\lambda_1}$$

71/74

FIG. 75

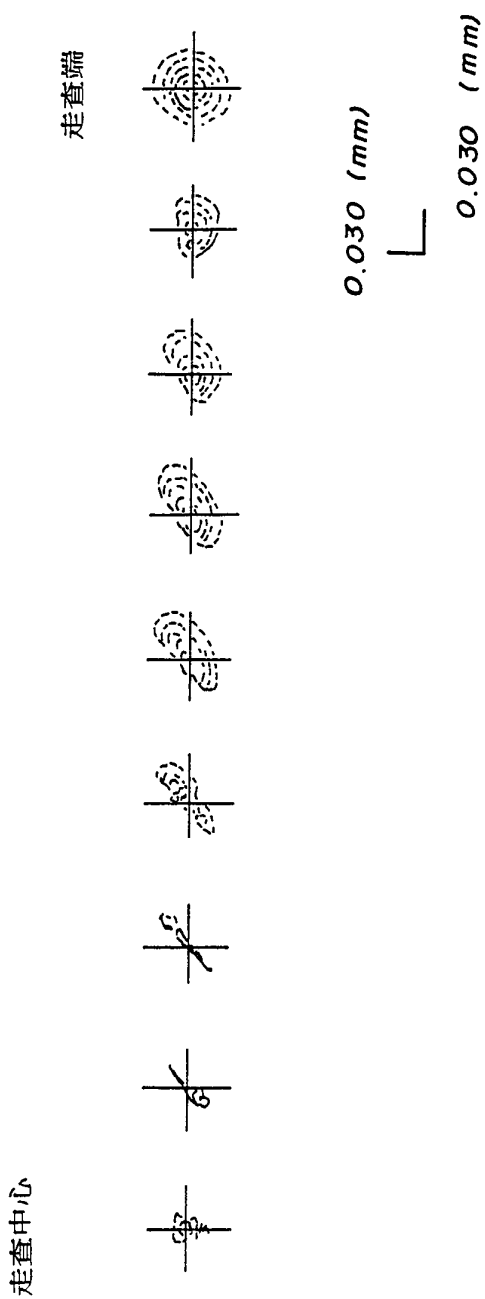


FIG. 76

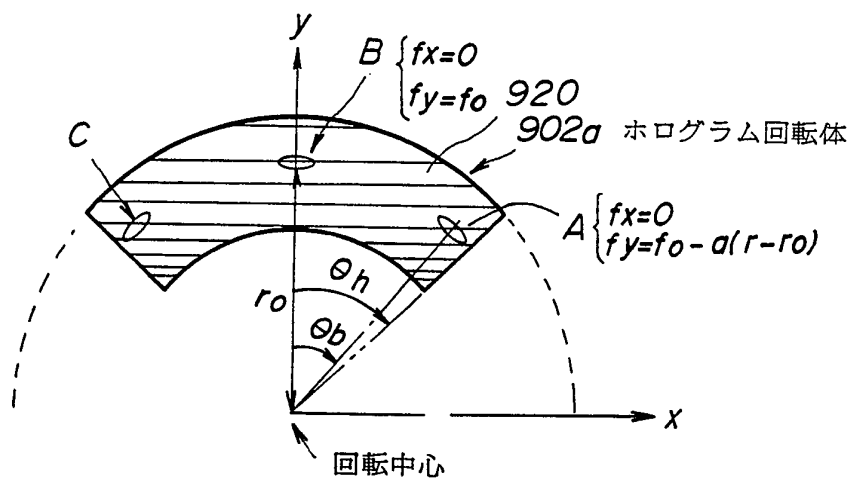


FIG. 77

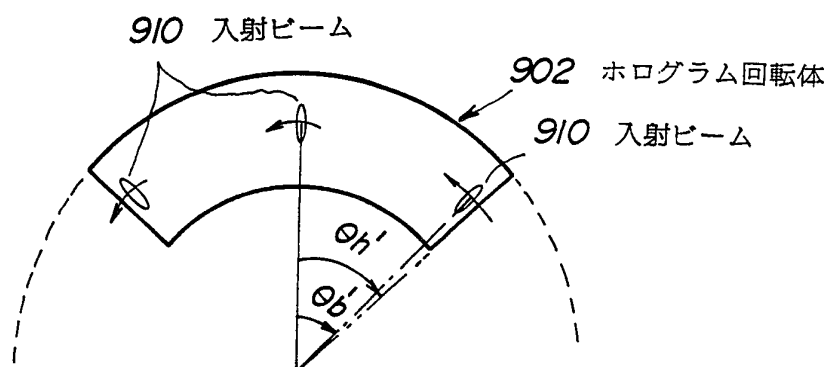


FIG. 78

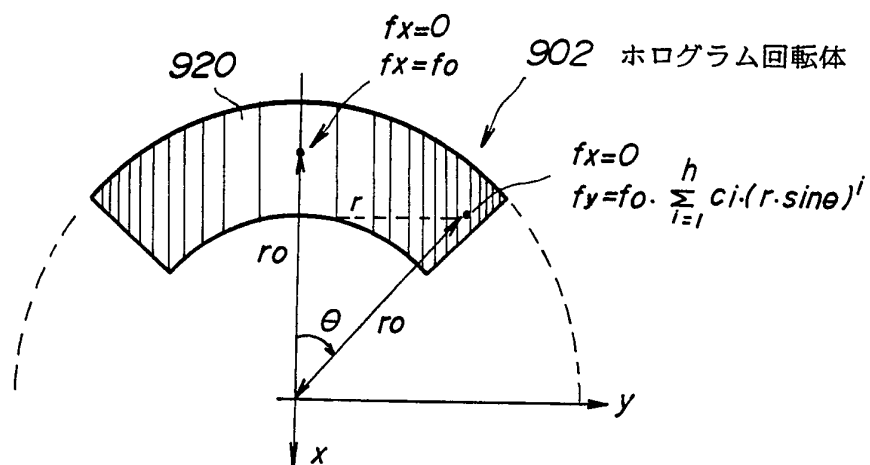
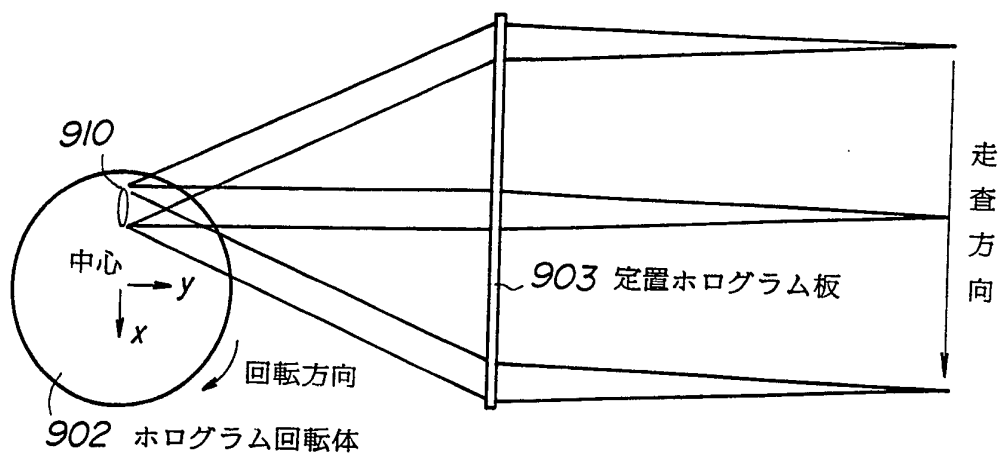
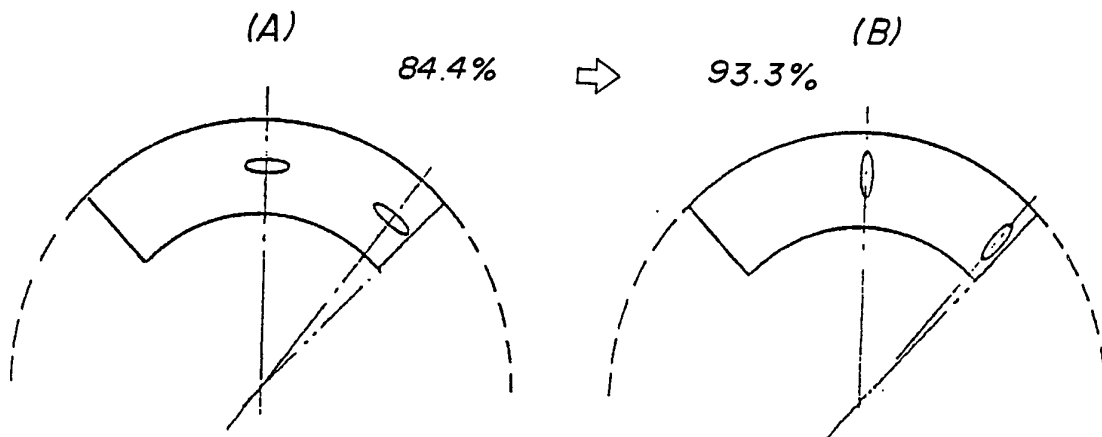


FIG. 79



74/74

FIG. 80**FIG. 81**

i	c	i	c
1	$-1.300442 \times 10^{-17}$	6	3.970543×10^{-12}
2	2.568331×10^{-5}	7	5.238660×10^{-23}
3	6.512401×10^{-10}	8	2.638585×10^{-15}
4	7.134063×10^{-9}	9	$-1.226102 \times 10^{-25}$
5	$-9.220006 \times 10^{-21}$	10	2.919112×10^{-18}

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/JP92/00371

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl ⁵ G02B26/10		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
IPC	G02B26/10	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1977 - 1992		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	JP, A, 60-11817 (Fujitsu Ltd.), January 22, 1985 (22. 01. 85) & EP, A2, 132956 & US, A, 4810046	1-202, 208-25
Y	JP, A, 62-234117 (Fujitsu Ltd.), October 14, 1987 (14. 10. 87) & EP, A2, 214018	11-18, 105-164
Y	JP, A, 62-28708 (Fujitsu Ltd.), February 6, 1987 (06. 02. 87) & EP, A2, 214018	19-84
A	JP, A, 61-223704 (Fujitsu Ltd.), October 4, 1986 (04. 10. 86), (Family: none)	19-84
A	JP, A, 1-244420 (Fujitsu Ltd.), September 28, 1989 (28. 09. 89), (Family: none)	85-88
A	JP, A, 61-141418 (Fujitsu Ltd.), June 28, 1986 (28. 06. 86), (Family: none)	89, 90
* Special categories of cited documents: ¹⁰ "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 "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		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
May 20, 1992 (20. 05. 92)		June 23, 1992 (23. 06. 92)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
Japanese Patent Office		

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM THE SECOND SHEET

A	JP, A, 59-60417 (Ricoh Co., Ltd.), April 6, 1984 (06. 04. 84), (Family: none)	91, 92
A	JP, A, 61-116319 (Yokogawa Hokushin Electric Corp.), June 3, 1986 (03. 06. 86), (Family: none)	93-96
A	JP, A, 61-48813 (Yokogawa Hokushin Electric Corp.), March 10, 1986 (10. 03. 86), (Family: none)	195, 196

V. ☐ OBSERVATIONS WHERE CERTAIN CLAIMS WERE FOUND UNSEARCHABLE ¹

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2) (a) for the following reasons:

1. ☐ Claim numbers , because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claim numbers , because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claim numbers , because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of PCT Rule 6.4(a).

VI. ☐ OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING ²

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims of the international application.
2. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims of the international application for which fees were paid, specifically claims:
3. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claim numbers:
4. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, the International Searching Authority did not invite payment of any additional fee.

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM THE SECOND SHEET

A	JP, A, 51-33651 (Fuji Photo Film Co., Ltd.), March 22, 1976 (22. 03. 76) & JP, B2, 59-36243	203-207
A	JP, A, 62-234118 (Fujitsu Ltd.), October 14, 1987 (14. 10. 87) & EP, A2, 214018	214-229
A	JP, A, 55-53311 (NEC Corp.), April 18, 1980 (18. 04. 80) & JP, B2, 61-6368	230-250

V. ☐ OBSERVATIONS WHERE CERTAIN CLAIMS WERE FOUND UNSEARCHABLE ¹

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2) (a) for the following reasons:

1. ☐ Claim numbers , because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claim numbers , because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claim numbers , because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of PCT Rule 6.4(a).

VI. ☐ OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING ²

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims of the international application.
2. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims of the international application for which fees were paid, specifically claims:
3. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claim numbers:
4. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, the International Searching Authority did not invite payment of any additional fee.

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

I. 発明の属する分野の分類		
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. ³ G 0 2 B 2 6 / 1 0		
II. 国際調査を行った分野		
調 査 を 行 っ た 最 小 限 資 料		
分 類 体 系	分 類 記 号	
IPC	G 0 2 B 2 6 / 1 0	
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの		
日本国公開実用新案公報 1977-1992年		
III. 関連する技術に関する文献		
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	請求の範囲の番号
A	JP, A, 60-11817 (富士通株式会社), 22. 1月, 1985 (22. 01. 85) & EP, A2, 132956 & US, A, 4810046	1-202, 208-25
Y	JP, A, 62-234117 (富士通株式会社), 14. 10月, 1987 (14. 10. 87) & EP, A2, 214018	11-18, 105-164
Y	JP, A, 62-28708 (富士通株式会社), 6. 2月, 1987 (06. 02. 87) & EP, A2, 214018	19-84
A	JP, A, 61-223704 (富士通株式会社), 4. 10月, 1986 (04. 10. 86), (ファミリーなし)	19-84
A	JP, A, 1-244420 (富士通株式会社),	85-88
※ 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の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の文献		
IV. 認 証		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
20. 05. 92	23.06.92	
国際調査機関	権限のある職員	2K 8.5.07
日本国特許庁 (ISA/JP)	特許庁審査官	小 橋 立 昌

第2ページから続く情報

(III欄の続き)

28. 9月. 1989 (28. 09. 89), (ファミリーなし)

A JP, A, 61-141418 (富士通株式会社), 89, 90
28. 6月. 1986 (28. 06. 86), (ファミリーなし)

A JP, A, 59-60417 (株式会社 リコー), 91, 92
6. 4月. 1984 (06. 04. 84), (ファミリーなし)

A JP, A, 61-116319 (横河北辰電機株式会社), 93-96
3. 6月. 1986 (03. 06. 86), (ファミリーなし)

V. ☐ 一部の請求の範囲について国際調査を行わないときの意見

次の請求の範囲については特許協力条約に基づく国際出願等に関する法律第8条第3項の規定によりこの国際調査報告を作成しない。その理由は、次のとおりである。

1. ☐ 請求の範囲_____は、国際調査をすることを要しない事項を内容とするものである。
2. ☐ 請求の範囲_____は、有効な国際調査をすることができる程度にまで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。
3. ☐ 請求の範囲_____は、従属請求の範囲でありかつPCT規則6.4(a)第2文の規定に従って起草されていない。

VI. ☐ 発明の単一性の要件を満たしていないときの意見

次に述べるようにこの国際出願には二以上の発明が含まれている。

1. ☐ 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に納付されたので、この国際調査報告は、国際出願のすべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に一部しか納付されなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付があった発明に係る次の請求の範囲について作成した。
請求の範囲_____
3. ☐ 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に納付されなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲に最初に記載された発明に係る次の請求の範囲について作成した。
請求の範囲_____
4. ☐ 追加して納付すべき手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加して納付すべき手数料の納付を命じなかった。

追加手数料異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加して納付すべき手数料の納付と同時に、追加手数料異議の申立てがされた。
- ☐ 追加して納付すべき手数料の納付に際し、追加手数料異議の申立てがされなかった。

Ⅲ. 関連する技術に関する文献 (第2ページからの続き)		
引用文献の カテゴリ *	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	請求の範囲の番号
A	JP, A, 61-48813 (横河北辰電機株式会社), 10. 3月. 1986 (10. 03. 86), (ファミリーなし)	195, 196
A	JP, A, 51-33651 (富士写真フイルム株式会社), 22. 3月. 1976 (22. 03. 76) & JP, B2, 59-36243	203-207
A	JP, A, 62-234118 (富士通株式会社), 14. 10月. 1987 (14. 10. 87) & EP, A2, 214018	214-229
A	JP, A, 55-53311 (日本電気株式会社), 18. 4月. 1980 (18. 04. 80) & JP, B2, 61-6368	230-250