

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4612842号
(P4612842)

(45) 発行日 平成23年1月12日 (2011. 1. 12)

(24) 登録日 平成22年10月22日 (2010. 10. 22)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 26/10 (2006. 01)
G O 2 B 1/11 (2006. 01)G O 2 B 26/10 D
G O 2 B 1/10 A

請求項の数 7 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2005-11713 (P2005-11713)
(22) 出願日 平成17年1月19日 (2005. 1. 19)
(65) 公開番号 特開2006-201371 (P2006-201371A)
(43) 公開日 平成18年8月3日 (2006. 8. 3)
審査請求日 平成20年1月10日 (2008. 1. 10)

(73) 特許権者 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100086818
弁理士 高梨 幸雄
(72) 発明者 木村 一己
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

審査官 野田 定文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光走査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体レーザと、前記半導体レーザから出射された光束を偏向手段に入射させる入射光学系と、前記偏向手段の偏向面で偏向された光束を被走査面上に結像させる結像光学系と、を有する光走査装置において、

前記結像光学系を構成するプラスチックモールド製の結像レンズは、レンズ面上に入射する光束に対して反射防止作用を有する0次格子である微細構造体が2次元的に設けられた光学素子を有しており、

前記2次元的に設けられた微細構造体は、前記レンズ面の頂点の接線を含む面内で互いに直交する方向に第1方向と第2方向をとったとき、少なくとも1つの方向において、前記2次元的に設けられた微細構造体の隣接する微細構造体間の距離が一定でなく、かつ、前記2次元的に設けられた微細構造体の任意の微細構造体は、隣接する微細構造体までの距離が前記微細構造体に入射する入射光束の平均波長の1/2よりも短い状態で配置されており、

前記結像レンズの光学面に入射する光束の偏光の偏波方向は、前記第1方向もしくは第2の方向と一致しており、

前記任意の微細構造体から距離の短い順に選択したn個の微細構造体までの距離を L_i ($i = 1 \sim n$)、前記入射光束の最小波長を λ 、前記レンズ面の入射側の媒質の屈折率を N_i 、前記レンズ面の出射側の媒質の屈折率を N_s 、前記レンズ面へ入射する光束の入射角度を θ_i 、前記距離 L_i ($i = 1 \sim n$)に対する標準偏差を σ 、前記レンズ面の面頂

10

20

点の接線を含む面に平行な任意の切断面での前記任意の微細構造体の断面積を S_0 、前記 n 個の微細構造体の断面積を S_i ($i = 1 \sim n$) とし、

【数 1】

$$Lave = \sum_{i=1}^n Li / n$$

【数 2】

$$Save = \sum_{i=0}^n Si / (n+1)$$

10

とおいたとき、

$$Lave < \frac{0.16}{10(nm)} \cdot \frac{Save}{K \times (Lave)^2} \cdot \frac{0.81}{80(nm)}$$

ただし、 K は常数で

$$0.87 < K < 1.0$$

なる条件を満足することを特徴とする光走査装置。

【請求項 2】

更に、 $\frac{10(nm)}{60(nm)} \cdot \frac{0.25}{0.64} \cdot \frac{Save}{K \times (Lave)^2}$ なる条件を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の光走査装置。

20

【請求項 3】

前記微細構造体の形状は凸形状又は凹形状であり、前記任意の切断面は、前記凸形状又は前記凹形状の頂面と底面との中間位置での切断面であることを特徴とする請求項 2 に記載の光走査装置。

【請求項 4】

前記任意の微細構造体は、前記レンズ面の面頂点における法線を含み前記第 1 方向で切った切断面の断面形状と、前記レンズ面の面頂点における法線を含み前記第 2 方向で切った切断面の断面形状が一致することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の光走査装置。

【請求項 5】

30

前記微細構造体は、前記レンズ面の面頂点の接線を含む面に平行な切断面での各微細構造体の断面積が一致しないものを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の光走査装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の光走査装置と、前記被走査面に配置された感光体と、前記光走査装置で走査された光ビームによって前記感光体の上に形成された静電潜像をトナー像として現像する現像器と、現像されたトナー像を被転写材に転写する転写手段と、転写されたトナー像を被転写材に定着させる定着器とを有することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 7】

40

外部機器から入力したコードデータを画像信号に変換して前記光走査装置に入力せしめるプリンタコントローラとを有していることを特徴とする請求項 6 の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、反射防止作用を有する光学素子を用いた光走査装置に関する。この他本発明は光源手段から射出した光束を光偏向器（偏向手段）で偏向させ、 f 特性を有し、かつ微細構造格子を設けた光学素子を含む結像光学系を介して被走査面上を光走査して画像情報を記録するようにした、例えば電子写真プロセスを有するレーザービームプリンタやデジタル複写機、そしてマルチファンクションプリンタ（多機能プリンタ）等の画像形成装

50

置の光学系に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

従来のレーザービームプリンター（ＬＢＰ）等の光走査装置においては画像信号に応じて光変調された光源手段から出射された光束を、例えばポリゴンミラーから成る光偏向器により周期的に偏向させ、 f 特性を有する結像光学系によって感光性の記録媒体面上にスポット状に集束させ光走査して画像記録を行っている。

【0003】

図１６は従来の光走査装置の主走査方向の要部断面図（主走査断面図）である。

【0004】

同図において９１は光源手段であり、例えば半導体レーザー等より成っている。９２はコリメーターレンズであり、光源手段９１から射出された発散光束を略平行光束に変換している。９３は開口絞りであり、通過光束を制限してビーム形状を整形している。９４はシリンドリカルレンズであり、副走査方向にのみ所定のパワーを有しており、開口絞り９３を通過した光束を副走査断面内で後述する光偏向器９５の偏向面（反射面）９５aにほぼ線像として結像させている。

【0005】

９５は偏向手段としての光偏向器であり、例えば４面構成のポリゴンミラー（回転多面鏡）より成っており、モーター等の駆動手段（不図示）により図中矢印Ａ方向に一定速度で回転している。

【0006】

９６は集光機能と f 特性とを有する結像光学系であり、第１、第２の２枚の結像レンズ９６a、９６bより成り、光偏向器９５によって反射偏向された画像情報に基づく光束を被走査面としての感光ドラム面９７上に結像させ、かつ副走査断面内において光偏向器９５の偏向面９５aと感光ドラム面９７との間を共役関係にすることにより、倒れ補正機能を有している。

【0007】

同図において半導体レーザー９１から出射した発散光束はコリメーターレンズ９２により略平行光束に変換され、開口絞り９３によって通過光束を制限してビーム形状を整形し、シリンドリカルレンズ９４に入射している。シリンドリカルレンズ９４に入射した略平行光束のうち主走査断面においてはそのままの状態では射出する。また副走査断面内においては収束して光偏向器９５の偏向面９５aにほぼ線像（主走査方向に長手の線像）として結像している。そして光偏向器９５の偏向面９５aで反射偏向された光束は第１、第２の結像レンズ９６a、９６bを介して感光ドラム面９７上にスポット状に結像され、該光偏向器９５を矢印Ａ方向に回転させることによって、該感光ドラム面９７上を矢印Ｂ方向（主走査方向）に等速度で光走査している。これにより記録媒体としての感光ドラム面９７上に画像記録を行なっている。

【0008】

近年、光走査装置の結像光学系は、非球面形状を構成しやすく製造しやすいプラスチックで生産されることが一般的になってきている。ところがプラスチックレンズは技術的、コスト的な理由からレンズ面に反射防止コートを施すことが困難であり、各レンズ面でのフレネル反射が発生してしまう。

【0009】

図１７は、例えば屈折率 $n=1.524$ の樹脂光学部材に光束を入射させたときのＰ偏光及びＳ偏光の反射率の角度依存性を示した説明図である。

【0010】

同図に示すようにＰ偏光及びＳ偏光は共に入射角度が０度のとき反射率が略４．４％である。特にＳ偏光の各光学面（レンズ面）における表面反射は入射角が増大するほど大きなものとなる。したがって、反射防止コートを省略したレンズ面で生じる表面反射光が、他の光学面で反射して最終的に被走査面に到達してゴーストとなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

特に図 1 6 に示すように第 1、第 2 の結像レンズ 9 6 a , 9 6 b のうち、比較的光偏向器 9 5 に近いレンズ面 9 6 a 1 が凹面形状で入射光束が垂直に近いと、このレンズ面 9 6 a 1 でのフレネル反射光が光偏向器 9 5 に戻り、該光偏向器 9 5 の偏向面(反射面) 9 5 a で反射して結像光学系 9 6 を通過後、被走査面 9 7 に到達してゴースト光となってしまう。ゴースト光があると画像形成装置から出力される画像で部分的な濃度差が生じるなど画像劣化が発生してしまう。

【 0 0 1 2 】

そこで本出願人は上記の課題を解決するために結像光学系の少なくとも 1 面の光学面上に 0 次格子と呼ばれる微細構造格子を設け、微細構造格子面の格子の形状を適時設定することで反射防止効果が得られる光学素子を提案している(特許文献 1 参照)。

10

【 0 0 1 3 】

一方、反射防止構造として入射面に形成された凹凸形状のピッチを、ランダムにかつ臨界波長以上の光の入射側及び出射側における 0 次以外の回折光が実質的にゼロになるように設定することで、容易に製造する方法が提案されている(特許文献 2 参照)。

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 1 8 5 9 5 5 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 3 - 1 1 4 3 1 6 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 4 】

20

特許文献 2 では凹凸形状のピッチについては、1 次元方向に並ぶ格子頂点の距離を開示しており、2 次元に配列された格子の配列については十分な開示がない。またランダムに配列させるとしているもののそのバラツキの範囲について十分な開示が示されていない。さらに構造的複屈折の問題については全く開示がない。特許文献 2 はこの構造的複屈折がそのまま生じることを開示しているだけである。

【 0 0 1 5 】

一般に格子のピッチが微細になり、概ね波長と同等以下の格子ピッチで、配列方向に異方性が生じた周期性微細構造格子になると構造的複屈折性を示すことがある。例えば微細な溝を並べられたが波状格子のように溝に沿った第 1 の方向と、これと直交する第 2 の方向で格子形状が大幅に異なる場合が相当する。

30

【 0 0 1 6 】

光学の原理 III 東海大学出版会 P1030によれば、光学的に等方な物質が、分子より十分に大きくかつ光の波長より小さな粒子として規則的に配列した場合、構造的複屈折として振舞う。すなわち光学の原理 III に示されるように波長オーダー以下の周期性をもたせた薄い平行平板の集合体のようなモデルでは、平板部の媒質の誘電率と非平板部の媒質の誘電率によって得られる実効的な誘電率が、平板に平行な電気ベクトルと平板に垂直な電気ベクトルに対して別々に振舞う 1 軸性結晶になる。

【 0 0 1 7 】

つまり、概ね波長と同等以下の格子ピッチの微細構造格子では、入射する光束の偏波面の方向に応じて、格子配列方向および格子配列に垂直な方向の 2 軸に対して異なる屈折率を呈するのである。格子配列方向および格子配列に垂直な方向の 2 軸に対して異なる屈折率を示すものは十分な反射防止効果が得られない。

40

【 0 0 1 8 】

例えば光学素子に垂直に入射する光束の場合、等方性媒質なら直交する 2 つの偏波光束に対して同じ透過反射特性を示すが、構造的複屈折を有する素子や 1 軸性結晶の場合は直交する 2 つの偏波光束に対してまったく異なる透過反射特性を示す。

【 0 0 1 9 】

本発明はフレアーやゴーストの元となるレンズ面でのフレネル(表面)反射を低減させることができる光走査装置の提供を目的とする。

【 0 0 2 0 】

50

この他、本発明はコーティングなどの追加工程を増やすことなく、レンズ面でのフレネル反射を低減させることができる光走査装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0021】

請求項1の発明の光走査装置は、半導体レーザと、前記半導体レーザから出射された光束を偏向手段に入射させる入射光学系と、前記偏向手段の偏向面で偏向された光束を被走査面上に結像させる結像光学系と、を有する光走査装置において、

前記結像光学系を構成するプラスチックモールド製の結像レンズは、レンズ面上に入射する光束に対して反射防止作用を有する0次格子である微細構造体が2次元的に設けられた光学素子を有しており、

前記2次元的に設けられた微細構造体は、前記レンズ面の頂点の接線を含む面内で互いに直交する方向に第1方向と第2方向をとったとき、少なくとも1つの方向において、前記2次元的に設けられた微細構造体の隣接する微細構造体間の距離が一定でなく、かつ、前記2次元的に設けられた微細構造体の任意の微細構造体は、隣接する微細構造体までの距離が前記微細構造体に入射する入射光束の平均波長の1/2よりも短い状態で配置されており、

前記結像レンズの光学面に入射する光束の偏光の偏波方向は、前記第1方向もしくは第2の方向と一致しており、

前記任意の微細構造体から距離の短い順に選択したn個の微細構造体までの距離を L_i ($i = 1 \sim n$)、前記入射光束の最小波長を λ 、前記レンズ面の入射側の媒質の屈折率を N_i 、前記レンズ面の出射側の媒質の屈折率を N_s 、前記レンズ面へ入射する光束の入射角度を θ_i 、前記距離 L_i ($i = 1 \sim n$)に対する標準偏差を L 、前記レンズ面の面頂点の接線を含む面に平行な任意の切断面での前記任意の微細構造体の断面積を S_0 、前記n個の微細構造体の断面積を S_i ($i = 1 \sim n$)とし、

【数1】

$$Lave = \sum_{i=1}^n L_i / n$$

【数2】

$$Save = \sum_{i=0}^n S_i / (n+1)$$

とおいたとき、

$$Lave < \frac{0.16 \cdot Save}{(Ns + Ni \cdot \sin \theta_i)} \cdot \frac{0.81}{10(nm)} \cdot L \cdot \frac{80(nm)}{}$$

ただし、Kは常数で

$$0.87 < K < 1.0$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0022】

請求項2の発明は請求項1の発明において更に、 $\frac{1.0(nm)}{0.25} \cdot \frac{L}{Save} \cdot \frac{6.0(nm)}{(K \times (Lave)^2)} < 0.64$ なる条件を満たすことを特徴としている。

【0023】

請求項3の発明は請求項2の発明において、前記微細構造体の形状は凸形状又は凹形状であり、前記任意の切断面は、前記凸形状又は前記凹形状の頂面と底面との中間位置での切断面であることを特徴としている。

【0024】

請求項4の発明は請求項1乃至3の何れか1項の発明において、前記任意の微細構造体は、前記レンズ面の面頂点における法線を含み前記第1方向で切った切断面の断面形状と

10

20

30

40

50

、前記レンズ面の面頂点における法線を含み前記第2方向で切った切断面の断面形状が一致することを特徴としている。

【0025】

請求項5の発明は請求項1乃至3の何れか1項の発明において、前記微細構造体は、前記レンズ面の面頂点の接線を含む面に平行な切断面での各微細構造体の断面積が一致しないものを含むことを特徴としている。

【0027】

請求項6の発明の画像形成装置は、請求項1乃至5の何れか一項に記載の光走査装置と、前記被走査面に配置された感光体と、前記光走査装置で走査された光ビームによって前記感光体の上に形成された静電潜像をトナー像として現像する現像器と、現像されたトナー像を被転写材に転写する転写手段と、転写されたトナー像を被転写材に定着させる定着器とを有することを特徴としている。

【0028】

請求項7の発明は請求項6の発明において、外部機器から入力したコードデータを画像信号に変換して前記光走査装置に入力せしめるプリンタコントローラとを有していることを特徴としている。

【発明の効果】

【0039】

本発明によれば光束の入射角度に応じた反射防止作用を有する構成より成る微細構造格子を設けた光学素子を結像光学系又はノ及び入射光学系に適用することにより、フレアーやゴーストの元となるレンズ面でのフレネル（表面）反射を低減させることができる光学素子及びそれを有する光学系及び光走査装置を達成することができる。

【0040】

この他、本発明によればコーティングなどの追加工程を増やすことなく、フレアーやゴーストの元となるレンズ面でのフレネル反射を低減させ、被走査面上の光量分布の均一化を図ることができる光学素子及びそれを有する光学系及び光走査装置を達成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0041】

以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

【実施例1】

【0042】

本発明の光学素子は少なくとも1つの光学面に微細構造格子を設けた光学素子であって、該微細構造格子は光束の入射角度に応じた反射防止作用を有する構成より成っている。

【0043】

本発明の光学素子は入射角度が素子の中心部から周辺部にかけて変化する撮影系、投影系、画像形成系等の各種の光学系に適用可能である。

【0044】

次に図1～図6を用いて本発明の光学素子を光走査装置に適用した実施例1を説明する。図1は本発明の光走査装置の実施例1の主走査方向の要部断面図（主走査断面図）である。同図において被走査面7の走査方向にY軸、紙面内でY軸と直交した方向にX軸、X軸・Y軸に垂直（紙面に垂直）な方向にZ軸を定める。主走査断面図は紙面（XY断面）であり、副走査断面は結像光学系6の光軸を含む紙面に垂直な面（XZ断面）である。主走査方向とはY軸方向であり、副走査方向はZ軸方向である。

同図において1は光源手段（半導体レーザー）であり、例えば波長 = 780nmの赤外レーザーより成っている。尚、赤外レーザーとしては、この他波長 = 670nmの赤色レーザーを使用しても良い。また青紫色のレーザ光（波長408nm）を用いても良い。

【0045】

2は集光レンズ（コリメーターレンズ）であり、光源手段1から射出された発散光束を略平行光束もしくは略収束光束に変換している。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

3は開口絞りであり、コリメーターレンズ2を通過した光束を制限してビーム形状を整形している。

【 0 0 4 7 】

4はレンズ系（シリンダリカルレンズ）であり、副走査方向にのみ所定のパワーを有しており、開口絞り3を通過した光束を副走査断面内で後述する光偏向器5の偏向面（反射面）5aにほぼ線像として結像させている。

【 0 0 4 8 】

尚、コリメーターレンズ2、シリンダリカルレンズ4等の各要素は入射光学系の一要素を構成している。またコリメーターレンズ2とシリンダリカルレンズ4を一体構成しても良い。

10

【 0 0 4 9 】

5は偏向手段としての光偏向器であり、例えば偏向面5aが4面構成のポリゴンミラー（回転多面鏡）より成っており、モーター等の駆動手段（不図示）により図中矢印A方向に一定速度で回転している。

【 0 0 5 0 】

6は集光機能とf特性とを有する結像光学系であり、プラスチック材料（透明樹脂材）より成る第1、第2の2枚の結像レンズ（結像素子）6a, 6bより成り、光偏向器5によって反射偏向された画像情報に基づく光束を被走査面7上に結像させ、かつ副走査断面内において光偏向器5の偏向面5aと被走査面7との間を共役関係にすることにより、偏向面5aの倒れ補正機能を有している。

20

【 0 0 5 1 】

本実施例における第1、第2の2枚の結像レンズ6a, 6bの各レンズ面は図1に示す主走査断面内においては球面もしくは非球面の曲面形状より成り、それと垂直な副走査断面内においては軸上（走査中心）から軸外（走査周辺）に向かって曲率に変化する既知の特殊な非球面形状をベース形状としている。

【 0 0 5 2 】

本実施例においては第1の結像レンズ6aの入射面6a1と出射面6a2及び第2の結像レンズ6bの入射面6b1と出射面6b2の全面に後述する透明樹脂材又はガラス材より成る微細構造格子8を形成している。

30

【 0 0 5 3 】

この微細構造格子8は結像レンズへ入射する光束の入射角度に応じた反射防止作用を有する構成より成り、結像光学系6のレンズ面からの反射光が被走査面7上に入射するのを低減している。

【 0 0 5 4 】

7は被走査面としての感光ドラム面である。

【 0 0 5 5 】

本実施例において半導体レーザー1から出射した発散光束はコリメーターレンズ2により略平行光束に変換され、開口絞り3によって通過光束を制限してビーム形状を整形し、シリンダリカルレンズ4に入射している。シリンダリカルレンズ4に入射した略平行光束のうち主走査断面においてはそのままの状態で射出する。また副走査断面内においては収束して光偏向器5の偏向面5aにほぼ線像（主走査方向に長手の線像）として結像している。そして光偏向器5の偏向面5aで反射偏向された光束は第1、第2の結像レンズ6a, 6bを介して被走査面7上にスポット状に結像され、該光偏向器5を矢印A方向に回転させることによって、該被走査面7上を矢印B方向（主走査方向）に等速度で光走査している。これにより記録媒体としての被走査面7上に画像記録を行なっている。

40

【 0 0 5 6 】

本実施例では結像光学系6に入射する光束がほぼP偏光で入射するように光源である半導体レーザー1を配置している。つまり、半導体レーザー1の水平横モード方向が被走査面7に略平行となるように配置している。

50

【 0 0 5 7 】

本実施例では上記の如く結像光学系 6 の第 1 の結像レンズ 6 a の入射面 6 a 1 と出射面 6 a 2 及び第 2 のレンズ 6 b の入射面 6 b 1 と出射面 6 b 2 の全面に特殊な非球面形状をベース形状とし、その表面に図 2、図 3 に示す微細構造格子 8 を形成している。

【 0 0 5 8 】

これによって本実施例では反射率（及び透過率）を任意に制御することができ、結像光学系 6 の第 1 の結像レンズ 6 a の入射面 6 a 1 と出射面 6 a 2 及び第 2 のレンズ 6 b の入射面 6 b 1 と出射面 6 b 2 との間で生じるフレネル（表面）反射を適切に調整し、2 つのレンズ面間で発生する多重表面反射光束が被走査面 7 に到達する光束を抑制し、該被走査面 7 に達するフレアー及びゴースト光を低減させている。

10

【 0 0 5 9 】

図 2 は第 1 のレンズ 6 の出射面 6 a 2 を被走査面 7 側から拡大して見た拡大図である。図 3 は図 2 の Y 軸に沿って切った要部断面図である。

【 0 0 6 0 】

図 2、図 3 においては各々任意の微細構造体 80 に対し、座標系 X、Y、Z を記載している。微細構造体 80 からみて、第 1 方向の配列方向が Y 方向、第 1 方向の配列方向と垂直で同一紙面内にある第 2 方向の配列方向が Z 方向であるとする。光学面は Y - Z 面内であり、光学面の面頂点での法線が X 方向になる。ここで第 1 方向と第 2 方向の含む面は光学面の頂点の接線を含む面となる。

【 0 0 6 1 】

20

任意の微細構造体 80 は第 1 のレンズ 6 a と同一素材で構成され、形状は略円柱の凸形状を成している。尚、微細構造体 80 の形状を凹形状より形成しても良い。

【 0 0 6 2 】

ここで略円柱の凸形状の高さを D とする。略円柱の直径は各微細構造体によって大小がある。微細構造体 80 は略円柱であるので第 1 方向の Y 方向で切った断面は図 3 に示すように矩形形状になる。更に第 2 方向の Z 方向で切った断面（不図示）も図 3 と同様な矩形形状になる。

【 0 0 6 3 】

本実施例の任意の微細構造体 80 は、第 1 方向で切った切断面の断面形状と、第 2 方向で切った切断面の断面形状が共に矩形形状で一致又は略一致している。このように微細構造体 80 は略回転対称な形状をしている。

30

【 0 0 6 4 】

また各微細構造体は図 2 に示すように概ね Y 方向及び Z 方向に 2 次的に配列され、かつ Y 方向及び Z 方向で相互依存しないで配列されている。2 次的に設けられた微細構造体の隣接する微細構造体間の距離は図 2 から分かるように一定ではなく、バラツキを持って存在する。各微細構造体が略円柱の凸形状をしていることにより、光学面に平行な切断面で同時に切ったときの各微細構造体の断面は略円形になるが、上述したように略円柱の直径は各微細構造体によって大小があるため、各微細構造体の断面積は一致しない。

【 0 0 6 5 】

本実施例において任意の微細構造体 80 に対して距離の短い順に選択された n 個（本実施例では $n = 4$ ）の隣接する微細構造体（以下、「隣接微細構造体」とも称す。）81, 82, 83, 84 は、図 2 に示すように Y 方向及び Z 方向に 2 次的に配列されている。

40

【 0 0 6 6 】

任意の微細構造体 80 と、隣接微細構造体 81, 82, 83, 84 間のそれぞれの距離を L_1, L_2, L_3, L_4 とする。各々の隣接微細構造体 81, 82, 83, 84 の重心位置を結び、該隣接微細構造体 81, 82, 83, 84 間の距離を測定するものとする。図 2 から明らかなように L_1, L_2, L_3, L_4 で、さらに L_1, L_4, L_2, L_3 であり、第 1 方向と第 2 の方向が相互依存することなくそれぞれ独立に設けられている。しかも本実施例では第 1 方向の距離が L_1, L_3 であり、第 1 方向において距離が一定でない。さらに第 2 方向の距離が L_2, L_4 であり、第 2 方向においても距離が一定でない。

50

【0067】

ここで任意の微細構造体80から距離の短い順に選択した4個の隣接微細構造体81,82,83,84までの距離を L_i ($i = 1 \sim n$ 、本実施例では $n = 4$)、

入射光束の最小波長を、

光学面の入射側の媒質の屈折率を N_i 、

光学面の出射側の媒質の屈折率を N_s 、

光学面へ入射する光束の入射角度を θ_i 、

距離 L_i ($i = 1 \sim n$)に対する標準偏差を L とし、

【0068】

【数4】

10

$$L_{ave} = \sum_{i=1}^n L_i / n$$

【0069】

とおいたとき、

$$L_{ave} < \lambda / (N_s + N_i \cdot \sin \theta_i) \quad (1)$$

$$L < 80 \text{ (nm)} \quad (2)$$

なる条件を満足させている。

20

【0070】

尚、上記標準偏差は距離 L_i のバラツキを統計手法で算出したものである。条件式(1)の右辺は、所謂0次格子としての条件である。一般的に0次格子とは、格子間の距離(ピッチ)が一定の周期状の微細構造格子において0次以外の回折光が生じない格子である(Optical Society of America Vol.11, No10/October 1994/J. Opt. Soc. Am. A p2695 参照)。

【0071】

通常、周期状の構造格子では回折の条件式

$$P (N_s \cdot \sin \theta_m - N_i \cdot \sin \theta_i) = m \lambda \quad (a)$$

P : 格子ピッチ、 N_i : 入射側の(構造格子の媒質の)屈折率、 θ_i : 入射角度、 θ_m : m 次の回折角度、 N_s : 出射側の(構造格子の媒質の)屈折率、 m : 回折次数、 λ : 使用波長

30

を満たす回折角度で回折光が発生する。関係式(a)より明らかであるが回折角 θ_m が 0° である。Optical Society of Americaでは、 $+1$ 次の回折光が発生しない条件として、

$$\theta_m < 90^\circ \quad (b)$$

であるので、

$$P < \lambda / (N_s + N_i \cdot \sin \theta_i) \quad (c)$$

が0次格子の条件であることが示されている。

【0072】

図4はレンズの材質の屈折率 $n=1.524$ 、使用波長 $\lambda=780(\text{nm})$ としたとき、入射角度 θ_i に対して格子ピッチ P がどのようなになるかをグラフで示した説明図である。グラフは0次格子を満たす最大ピッチであり、これ以下のピッチであれば0次以外の回折光が発生しないことになる。これによれば入射角度 θ_i がゼロ、すなわち垂直入射の場合では微細構造格子の格子ピッチ P が $0.5 \mu\text{m}$ ならば、0次格子として振舞うことが分かる。しかしながら入射角度 θ_i が 45° の場合は微細構造格子の格子ピッチ P が $0.5(\mu\text{m})$ では0次格子の条件を満たさない。入射角度 θ_i が 45° に対する0次格子は格子ピッチ P が $0.35(\mu\text{m})$ より小さいことが必要となることがわかる。

40

【0073】

本実施例のような光走査装置において、結像光学系6の各レンズ面、すなわち第1のレンズ6aの入射面6a1と出射面6a2及び第2のレンズ6bの入射面6b1と出射面6

50

b 2 の各レンズ面はレンズ面上の位置 y において、入射する光束の入射角度 θ_i が決まってしまう。よってこの各レンズ面の各所において 0 次格子を満たす最大ピッチを決めることができる。

【 0 0 7 4 】

すなわち、光束が微細構造格子面に入射するときの最大入射角度を $\theta_{y\max}$ としたときに決定される格子ピッチを $P_{y\max}$ とするとき、

$$P < P_{y\max} \quad (d)$$

となる格子ピッチ P で微細構造格子 8 を構成するとよい。

【 0 0 7 5 】

よって最大入射角度 $\theta_{y\max}=45^\circ$ とすれば、 $P_{y\max} = 0.35 \mu\text{m}$ なので、これ以下の格子ピッチ P を選択すれば良いことになる。

【 0 0 7 6 】

これに対し図 2、図 3 に示す本実施例の微細構造格子は、上述したように微細構造体間の距離が一定ではない。

【 0 0 7 7 】

そこで本実施例では任意の微細構造体 80 と、隣接する微細構造体（隣接微細構造体）81, 82, 83, 84 間のそれぞれの距離 L_1, L_2, L_3, L_4 の平均値（平均距離）

【 0 0 7 8 】

【数 5】

$$L_{ave} = \sum_{i=1}^n L_i / n$$

【 0 0 7 9 】

を一定の周期状の格子間距離（ピッチ） P と置き換えて条件式(1)としている。

【 0 0 8 0 】

条件式(1)を考察すると以下のようなことが言える。条件式(1)の右辺の分母（ $N_s + N_i \cdot \sin \theta_i$ ）は入射側の媒質（空気）の屈折率を $N_i = 1$ とすると $N_s + \sin \theta_i$ となる。実用的な入射角度 $\theta_i = 45^\circ$ であること、更に硝材の屈折率が概ね $N_s = 1.5$ であることを勘案すると条件式(1)は概ね、

$$L_{ave} < \lambda / 2$$

ということになる。よって距離 L_i の最小値（隣接する最も近い微細構造体までの距離）は $\lambda / 2$ より小さくなることが考えられる。例えば平均波長の $\lambda / 2$ よりも短くなることが考えられる。

【 0 0 8 1 】

前記条件式(2)は距離 L_i （ $i = 1 \sim n$ ）に対する標準偏差 L を規定したものであり、条件式(2)を外れると良好なる反射率特性が得られなくなってくるので良くない。

【 0 0 8 2 】

更に望ましくは上記条件式(2)を次の如く設定するのが良い。

【 0 0 8 3 】

$$L \leq 60 (nm) \quad (2a)$$

また、 L の下限値は加工精度により決まる。理想はゼロであるが、実験上概ね、

$$10(nm) \leq L$$

となる事がわかっている。

【 0 0 8 4 】

次に微細構造体を光学面に平行な面で切ったときの断面積の大きさについて図 2、図 3、図 4、図 5 を用いて述べる。

【 0 0 8 5 】

任意の微細構造体 80 と、該微細構造体 80 に対して距離の短い順に選択された 4 個の隣接

10

20

30

40

50

微細構造体81,82,83,84を、光学面に平行で、かつ微細構造体80の最も高い部分（頂面）80aと最も低い部分（底面）80bの中間の高さ（図3の破線）Mの切断面で切ったときの

任意の微細構造体80の断面積を S_0 、

n 個の隣接微細構造体81,82,83,84の断面積を S_i ($i = 1 \sim n$ 、本実施例では $n = 4$)、

距離 L_i ($i = 1 \sim n$) に対する標準偏差を L とし、

【0086】

【数6】

$$S_{ave} = \sum_{i=0}^n S_i / (n+1)$$

10

【0087】

【数7】

$$L_{ave} = \sum_{i=1}^n L_i / n$$

20

【0088】

とおいたとき、

$$0.16 \quad S_{ave} / (K \times (L_{ave})^2) \quad 0.81 \quad (3)$$

$$L \quad 80 \text{ (nm)} \quad (2)$$

ただし、 K は常数で

$$0.87 \quad K \quad 1.0$$

なる条件を満足させている。尚、本実施例における常数 K は $K=1.00$ である。

【0089】

条件式(3)の右辺の分母は $(K \times (L_{ave})^2)$ で $K=1.00$ であることから、隣接微細構造体間の距離の矩形に囲まれた面積、すなわち微細構造体の凸部とその周辺の凹部を合わせた単位面積である。この単位面積内には図2から分かるようにほぼ矩形上に配列された微細構造体では隣接微細構造体間の距離の矩形に囲まれた領域に、微細構造体の凸部がほぼ1つ入ることになる。よって、条件式(3)の右辺を

$$F = S_{ave} / (K \times (L_{ave})^2)$$

としたとき、 F は光学面に配列された微細構造体域の面積比率となる。以下、この面積比率 F を「平均格子面積比」と称す。

【0090】

今、平均格子面積比 F に対して、使用波長 $\lambda = 780\text{nm}$ 、微細構造体の高さ $D=160\text{nm}$ 、光線入射角度 $\theta = 0^\circ$ 、入射光線の偏光を P 偏光、隣接微細構造体間の距離の平均値（平均距離） $L_{ave} = 300(\text{nm})$ 、硝材の屈折率 $n = 1.524$ としたときの微細構造格子面での反射率 0 次光を厳密結合波解析 (RCWA) に計算した結果を図5に示す。ただし、ここでは簡単のために隣接微細構造体間の距離は $300(\text{nm})$ でバラツキが極めて少ない場合とする（バラツキのあるケースは後で述べる）。詳細は省くが、微細構造体の高さ $D=160(\text{nm})$ は、使用波長 $\lambda = 780(\text{nm})$ 近傍で反射率が最小になるように最適化した結果であり、使用波長 λ を変更する場合は適時微細構造体の高さ D を最適化した方がよい。

【0091】

図5では微細構造体が無い場合の反射率が概ね 4.4% である。これに対し本実施例では上記条件式(3)を満たすことで $\lambda = 780(\text{nm})$ 付近で反射率を 2% と半減できる。

【0092】

50

さらに望ましくは上記条件式(3)を次の如く設定するのが良い。

【0093】

$$0.25 \leq F \leq 0.64 \quad (3a)$$

条件式(3a)を満たすことで $\lambda = 650 \sim 850(\text{nm})$ 付近で反射率を1%程度まで減少させることができる。

【0094】

ここで、常数Kを $K=1.00$ としたのは $n=4$ であるためであり、また $n=5$ で $K=0.93$ 、 $n=6$ で $K=0.87$ となることが簡単な幾何計算で算出可能である。

【0095】

図1で最初のケースとして半導体レーザー1から射出される光束(レーザー光)の偏波面(偏波方向)は紙面に平行、つまりX-Y平面に対して平行であるとする。このとき光偏向器5に入射する光束は、該光偏向器5に対してP偏光である。そして結像光学系6上、すなわち図2の微細構造格子8ではY軸方向、すなわち第1方向の配列方向に偏波していることになる。

【0096】

別のケースとして半導体レーザー1から射出される光束の偏波面は紙面に垂直、つまりY-Z平面に対して平行であるとしてもよく、このとき光偏向器5に入射する光束は光偏向器5に対してS偏光である。そして結像光学系6上、すなわち図2の微細構造格子8ではZ軸方向、すなわち第2方向の配列方向に偏波していることになる。

【0097】

このとき結像光学系6上の微細構造格子8に入射する光束の入射角度が変化したときの反射率の変化を算出した結果を図6に示す。尚、隣接微細構造体間の距離の平均値 $L_{ave} = 300(\text{nm})$ 、格子高さ $D=160\text{nm}$ 、平均格子面積比 $F=0.56$ として算出している。P偏光、S偏光いずれも0~30度の入射角度で概ね反射率が0.3%以下、0~45度の入射角度で概ね反射率が1.2%以下を達成していることが分かる。これは前記図17に対して約1/10のレベルまで低減させたことになる。

【0098】

しかも入射する偏光に依存せず高精度な反射防止作用を得ることができる。図6において特に入射角度がゼロの場合、2つの直交する偏波(つまりS偏光とP偏光)の特性が一致している。仮に構造的複屈折があると入射角度ゼロの場合S偏光とP偏光の特性が一致しないし、他の入射角度でも特性の違いが大きく現れる。

【0099】

本実施例で構造的複屈折が生じない理由は、上述したように任意の微細構造体80が第1方向で切った切断面の断面形状と第2方向で切った切断面の断面形状が一致又は略一致していることにより構造的な偏りがなく、構造的複屈折とならないためである。

【0100】

図1の結像光学系6に入射する光束の入射角度は概ね0~35°程度であり、結像光学系6での反射防止性能として十分なレベルである。

【0101】

尚、本実施例では任意の微細構造体80と、該微細構造体80に対して距離の短い順に選択した隣接微細構造体81,82,83,84間のそれぞれの距離を $L1, L2, L3, L4$ とし、 $L1 \leq L2, L3 \leq L4$ で、さらに $L1 \leq L4, L2 \leq L3$ としたが、必ずしも、この4つの距離が不等号である必要はなく、いくつかの式が等号であってもよい。またすべての微細構造体間の距離が同じようこの4つの式を満たす必要はなく、バラツキを生じても良い。

【実施例2】

【0102】

図7~図13を用いて本発明の実施例2を説明する。

【0103】

本実施例において前述の実施例1と異なる点は微細構造体の形状を円形が歪んだ断面形状の凸形状より形成したことである。その他の構成及び光学的作用は実施例1と略同様で

10

20

30

40

50

あり、これにより同様な効果を得ている。

【0104】

即ち、本実施例では結像光学系6の第1のレンズ6aの入射面6a1と出射面6a2及び第2のレンズ6bの入射面6b1と出射面6b2の全面に特殊な非球面形状をベース形状とし、その表面に図7～図9に示す微細構造格子89を形成している。

【0105】

これによって本実施例では反射率（及び透過率）を任意に制御することができ、結像光学系6の第1の結像レンズ6aの入射面6a1と出射面6a2及び第2のレンズ6bの入射面6b1と出射面6b2との間で生じるフレネル（表面）反射を適切に調整し、2つのレンズ面間で発生する多重表面反射光束が被走査面7に到達する光束を抑制し、該被走査面7に達するフレアー及びゴースト光を低減させている。

10

【0106】

図7は第1のレンズ6aの出射面6a2を被走査面7側から拡大して見た拡大図である。図8は図7のY軸に沿って切った要部断面図、図9は図7のZ軸に沿って切った要部断面図である。

【0107】

図7、図8、図9においては各々任意の微細構造体80に対し、座標系X、Y、Zを記載している。微細構造体80からみて、第1方向の配列方向がY方向、第1方向の配列方向と垂直で同一紙面内にある第2方向の配列方向がZ方向であるとする。光学面はY-Z面内であり、光学面の面頂点での法線がX方向になる。

20

【0108】

任意の微細構造体80は第1のレンズ6aと同一素材で構成され、形状は円形が歪んだ断面形状の凸形状をなしている。歪んだ円形の最大径と最小径の比率は概ね2倍以下にすることが好ましい。これを越えると実施例1で述べたように、任意の微細構造体を第1方向で切った切断面の断面形状と第2方向で切った切断面の断面形状が略一致しなくなり、構造的な偏りが生じて、構造的複屈折現象が顕著になってくるので良くない。

【0109】

尚、微細構造体80の形状を円形が歪んだ断面形状の凹形状で形成しても良い。

【0110】

ここで凸形状の高さをDとする。凸形状の径は各微細構造体によって大小がある。図8、図9に示すように微細構造体80の高さDはX方向の位置によって径が変化する凸形状であり、概ね根元部分（底面）80bの方が先端部分（頂面）80aより径が大きく、第1方向で切った切断面の断面形状と第2方向で切った切断面の断面形状が一致又は略一致している。このように任意の微細構造体80は略回転対称形状をしている。

30

【0111】

また各微細構造体は図7に示すように概ねY方向及びZ方向に2次元的に配列されている。各微細構造体間の距離は図7から分かるように一定ではなく、バラツキを持って存在する。各微細構造体が大きさの異なる凸形状をしていることにより、光学面に平行な切断面で同時に切ったときの各微細構造体の断面の径は各微細構造体によって大小があるため、各微細構造体の断面積は一致しない。

40

【0112】

本実施例において任意の微細構造体80に対して距離の短い順に選択されたn個（本実施例ではn=6）の隣接微細構造体81,82,83,84,85,86は、図7に示すようにY方向及びZ方向に2次元的に配列されている。

【0113】

任意の微細構造体80と、隣接微細構造体81,82,83,84,85,86間のそれぞれの距離をL1,L2,L3,L4,L5,L6とする。各々の隣接微細構造体81,82,83,84,85,86の重心位置を結び、該隣接微細構造体81,82,83,84,85,86間の距離を測定するものとする。図7から明らかなように距離L1,L2,L3,L4,L5,L6は相互依存することなくそれぞれ独立に設けられている。しかも本実施例では第1方向(Y方向)においても第2方向(Z方向)においても距離が一定でな

50

い。

【 0 1 1 4 】

ここで、任意の微細構造体80から距離の短い順に選択した6個の隣接微細構造体81,82,83,84,85,86までの距離を L_i ($i = 1 \sim n$ 、本実施例では $n = 6$)、

入射光束の最小波長を、

光学面の入射側の媒質の屈折率を N_i 、

光学面の出射側の媒質の屈折率を N_s 、

光学面へ入射する光束の入射角度を θ_i 、

距離 L_i ($i = 1 \sim n$) に対する標準偏差を L とし、

【 0 1 1 5 】

10

【数8】

$$Lave = \sum_{i=1}^n L_i / n$$

【 0 1 1 6 】

とおいたとき、

$$Lave < \frac{1}{N_s + N_i \cdot \sin \theta_i} \quad (1)$$

$$L < 80 \text{ (nm)} \quad (2)$$

20

なる条件を満足させている。これにより前述の実施例1と同様な効果を得ている。

【 0 1 1 7 】

次に微細構造体を光学面に平行な面で切ったときの断面積の大きさについて図7、図8、図9を用いて述べる。

【 0 1 1 8 】

前述の実施例1と同様に任意の微細構造体80と、該微細構造体80に対して距離の短い順に選択された6個の隣接微細構造体81,82,83,84,85,86を、光学面に平行で、かつ微細構造体80の最も高い部分(頂面)80aと最も低い部分(底面)80bの中間の高さ(中間位置)(図8の破線)Mの切断面で切ったときの

任意の微細構造体80の断面積を S_0 、

30

n 個の隣接微細構造体81,82,83,84,85,86の断面積を S_i ($i = 1 \sim n$ 、本実施例では $n = 6$)、

距離 L_i ($i = 1 \sim n$) に対する標準偏差を L

とし、

【 0 1 1 9 】

【数9】

$$Save = \sum_{i=0}^n S_i / (n + 1)$$

40

【 0 1 2 0 】

【数10】

$$Lave = \sum_{i=1}^n L_i / n$$

【 0 1 2 1 】

とおいたとき、

50

$$0.16 \quad S_{ave} / (K \times (L_{ave})^2) \quad 0.81 \quad (3)$$

$$L \quad 80 \text{ (nm)} \quad (2)$$

ただし、Kは常数で

$$0.87 \quad K \quad 1.0$$

なる条件を満足させている。これにより前述の実施例1と同様な効果を得ている。尚、Kは前述した如くn=6なのでK=0.87である。

【0122】

条件式(3)の右辺の分母は $(K \times (L_{ave})^2)$ でK=0.87であることから、平均的に見て3個の微細構造体に囲まれた面積の2倍、すなわち微細構造体の凸部とその周辺の凹部を含めた単位面積である。この単位面積内には図7から分かるように微細構造体の凸部がほぼ1つ入ることになる。よって条件式(3)の右辺 $(S_{ave} / (K \times (L_{ave})^2))$ は光学面に配列された微細構造体域の面積比率(平均格子面積比)Fとなる。

【0123】

今、平均格子面積比Fに対して、使用波長 $\lambda = 780\text{nm}$ 、微細構造体の高さD=160nm、光線入射角度 $\theta = 0^\circ$ 、入射光線の偏光をP偏光、隣接微細構造体間の距離の平均値 $L_{ave} = 300\text{(nm)}$ 、硝材の屈折率 $n = 1.524$ としたときの微細構造格子面での反射率0次光を厳密結合波解析(RCWA)に計算した結果は前記図5と同等になる。ただし、ここでは簡単のために隣接する微細構造体間の距離は300(nm)でバラツキが極めて少ない場合とする。詳細は省くが、微細構造体の高さD=160(nm)は、使用波長 $\lambda = 780\text{(nm)}$ 近傍で反射率が最小になるように最適化した結果であり、使用波長 λ を変更する場合は適時微細構造体の高さDを最適化した方が良い。

【0124】

図5では微細構造体が無い場合の反射率が概ね4.4%である。これに対し本実施例では上記条件式(3)を満たすことで $\lambda = 780\text{(nm)}$ 付近で反射率を2%と半減できる。さらに望ましくは上記条件式(3a)を満たすことで $\lambda = 650 \sim 850\text{(nm)}$ 付近で反射率を1%程度まで減少させることができる。

【0125】

次に隣接微細構造体間の距離は300(nm)でバラツキが生じた場合について、図10、図11を用いて説明する。

【0126】

隣接微細構造体間の距離の平均値 $L_{ave} = 300\text{(nm)}$ 、高さ平均D=160(nm)として、隣接微細構造体間の距離のばらつきパターンを100~500(nm)の間とし、上記条件式(2)を満足するように標準偏差を $L = 20 \sim 80\text{(nm)}$ と変化させたとする。このときの隣接微細構造体間の距離の分布は図10に示すようになる。そして、それぞれの隣接微細構造体間の距離のばらつきパターンに対して、0次の分光透過率を算出したものが図11である。上述した如く微細構造体の高さD=160(nm)は、使用波長 $\lambda = 780\text{(nm)}$ 近傍で反射率が最小になるように最適化した結果であるので図11では780(nm)近傍の透過率が高くなっている。

【0127】

隣接微細構造体間の距離が300(nm)で一定の場合は実施例1で説明した0次格子の条件を満たすので、0次以外の回折光は生じず、0次の反射光と透過光のみとなる。ゆえに図11で透過率が100%に満たない部分は0次の反射光と成っている。

【0128】

これに対し隣接微細構造体間の距離にばらつきパターンを持たせた場合は、一部隣接微細構造体間では0次格子の条件を満たさなくなり、1次以上の反射光および透過光を生じることになる。図11で特に短波長側で、一定ピッチパターンに対しバラツキを持つパターンの透過率が低いのは微量ながら1次以上の透過光、反射光を生じて透過損失と成っていることを意味する。

【0129】

図11では700~900(nm)の使用波長を想定したときに、使用波長の1/2以下の隣接微細構造体間の距離の平均値 $L_{ave} = 300\text{(nm)}$ に対して、標準偏差 $L = 80\text{(nm)}$ 以下のバラツキと

すれば透過率99.5%以上 (= 透過損失0.5%、通常屈折面の透過損失約4%の1/8) を達成できる。

【0130】

また図11では600~900(nm)の使用波長を想定したときに、使用波長の1/2以下の隣接微細構造体間の距離の平均値 $L_{ave} = 300(nm)$ に対して、標準偏差 $L = 60(nm)$ 以下のバラツキとすれば透過率98%以上 (= 透過損失2%、通常屈折面の透過損失約4%の半減) を達成できる。

【0131】

使用波長をさらに短波長側にシフトさせたい場合は、

(1)微細構造体の高さ $D=160(nm)$ を低く最適化し、ベストの透過率を短波長にシフトさせる、

(2)隣接微細構造体間の距離の平均値 L_{ave} を小さくする、

(3)隣接微細構造体間の距離の平均値 L_{ave} のバラツキ(分散)を小さくする、

以上の方法のうちいずれか1つ、もしくは組み合わせて使用波長を最適化すればよい。

【0132】

次に上述した微細構造格子8を結像光学系6上に設ける方法について説明する。

【0133】

通常プラスチック製の結像光学系6は、自由曲面の光学面及びその外周部により成り、この形状を金型に作りこんで、射出成形などによって製造するプラスチックモールドである。

【0134】

上記微細構造体は製造されたプラスチックモールドの光学面に、例えばEBにより描画、スタンパーによる転写などの後工程で構成しても良いが、もっとも効率的なのは射出成形の金型の光学面に前もって微細構造体を作りこんで射出成形に同時構成することである。

【0135】

図12に実際に作製した金型の光学面の表面の電子写真像を示す。この金型の作製は、陽極酸化アルミナ法による。まず結像光学系の自由曲面を切削加工した金型を用意し、スパッタリングにより自由曲面上にプライマー層、アルミニウム層の順に均一に成膜し、アルミニウムで覆われた自由曲面型とする。該自由曲面を除く面の一部に正電極を取り付け、該自由曲面だけを露出するように金型全体をマスキングテープで被覆し、該自由曲面以外は被覆により絶縁防水状態にし、リン酸水溶液中に負電極とともに浸漬させた。その後、直流電源を印加通電し、通電流量が十分微弱になるまで通電することでランダムな配列で且つ面に垂直な細孔を有する金型を得た。更に、リン酸水溶液中に浸漬し、徐々に溶解させながら孔径を広げ、所望の孔形状を有する金型を得た。

【0136】

この金型を用いて結像光学系を成形し、光学面を走査型電子顕微鏡により観察したところ、図13の表面形状が得られ、曲面全域にランダムに配列した柱状凸形状が確認された。また画像処理にて細孔の重心位置を求め、任意の微細構造体と隣接する微細構造体との隣接微細構造体間の距離を求めていったところ、隣接微細構造体間の距離はおよそ130~470(nm)のバラツキを有し、平均値 L_{ave} はおよそ300(nm)、また標準偏差は $L = 78(nm)$ であった。

【0137】

更に原子間力顕微鏡により柱状凸形状の高さを測定したところ、平均高さ D がおよそ110~210(nm)のバラツキを有し、平均値 L_{ave} は160(nm)、標準偏差は $L = 29(nm)$ であった。

【0138】

このように各実施例においては上述の如く条件式(1)と(2)又は/及び条件式(3)と(2)を満足させることにより、フレアーやゴーストの元となるレンズ面でのフレネル(表面)反射を低減させることができる。

【0139】

尚、各実施例においては微細構造格子を設けた光学素子を結像光学系に適用したが、これに限らず、入射光学系または双方の光学系の一部もしくは全部に適用しても良い。

【0140】

[画像形成装置]

図14は、本発明の画像形成装置の実施例を示す副走査方向の要部断面図である。図において、符号104は画像形成装置を示す。この画像形成装置104には、パーソナルコンピュータ等の外部機器117からコードデータDcが入力する。このコードデータDcは、装置内のプリンタコントローラ111によって、画像データ(ドットデータ)Diに変換される。この画像データDiは、実施例1又は2に示した構成を有する光走査ユニット100に入力される。そして、この光走査ユニット100からは、画像データDiに応じ

10

【0141】

静電潜像担持体(感光体)たる感光ドラム101は、モータ115によって時計廻りに回転させられる。そして、この回転に伴って、感光ドラム101の感光面が光ビーム103に対して、主走査方向と直交する副走査方向に移動する。感光ドラム101の上方には、感光ドラム101の表面を一様に帯電せしめる帯電ローラ102が表面に当接するように設けられている。そして、帯電ローラ102によって帯電された感光ドラム101の表面に、前記光走査ユニット100によって走査される光ビーム103が照射されるようになっている。

20

【0142】

先に説明したように、光ビーム103は、画像データDiに基づいて変調されており、この光ビーム103を照射することによって感光ドラム101の表面に静電潜像を形成せしめる。この静電潜像は、上記光ビーム103の照射位置よりもさらに感光ドラム101の回転方向の下流側で感光ドラム101に当接するように配設された現像器107によってトナー像として現像される。

【0143】

現像器107によって現像されたトナー像は、感光ドラム101の下方で、感光ドラム101に対向するように配設された転写ローラ108によって被転写材たる用紙112上に転写される。用紙112は感光ドラム101の前方(図14において右側)の用紙カセット109内に収納されているが、手差しでも給紙が可能である。用紙カセット109端部には、給紙ローラ110が配設されており、用紙カセット109内の用紙112を搬送路へ送り込む。

30

【0144】

以上のようにして、未定着トナー像を転写された用紙112はさらに感光ドラム101後方(図14において左側)の定着器へと搬送される。定着器は内部に定着ヒータ(図示せず)を有する定着ローラ113とこの定着ローラ113に圧接するように配設された加圧ローラ114とで構成されており、転写部から搬送されてきた用紙112を定着ローラ113と加圧ローラ114の圧接部にて加圧しながら加熱することにより用紙112上の未定着トナー像を定着せしめる。更に定着ローラ113の後方には排紙ローラ116が配

40

【0145】

図14においては図示していないが、プリントコントローラ111は、先に説明したデータの変換だけでなく、モータ115を始め画像形成装置内の各部や、後述する光走査ユニット内のポリゴンモータなどの制御を行う。

【0146】

[カラー画像形成装置]

図15は本発明の実施例のカラー画像形成装置の要部概略図である。本実施例は、光走査装置を4個並べ各々並行して像担持体である感光ドラム面上に画像情報を記録するタ

50

11, 12, 13, 14は各々実施例1又は2に示した構成を有する光走査装置、21, 22, 23, 24は各々像担持体としての感光ドラム、31, 32, 33, 34は各々現像器、51は搬送ベルトである。

【0147】

図15において、カラー画像形成装置60には、パーソナルコンピュータ等の外部機器52からR(レッド)、G(グリーン)、B(ブルー)の各色信号が入力する。これらの色信号は、装置内のプリンタコントローラ53によって、C(シアン)、M(マゼンタ)、Y(イエロー)、B(ブラック)の各画像データ(ドットデータ)に変換される。これらの画像データは、それぞれ光走査装置11, 12, 13, 14に入力される。そして、これらの光走査装置からは、各画像データに応じて変調された光ビーム41, 42, 43, 44が出射され、これらの光ビームによって感光ドラム21, 22, 23, 24の感光面が主走査方向に走査される。

【0148】

本実施例におけるカラー画像形成装置は光走査装置(11, 12, 13, 14)を4個並べ、各々がC(シアン)、M(マゼンタ)、Y(イエロー)、B(ブラック)の各色に対応し、各々平行して感光ドラム21, 22, 23, 24面上に画像信号(画像情報)を記録し、カラー画像を高速に印字するものである。

【0149】

本実施例におけるカラー画像形成装置は上述の如く4つの光走査装置11, 12, 13, 14により各々の画像データに基づいた光ビームを用いて各色の潜像を各々対応する感光ドラム21, 22, 23, 24面上に形成している。その後、記録材に多重転写して1枚のフルカラー画像を形成している。

【0150】

前記外部機器52としては、例えばCCDセンサを備えたカラー画像読取装置が用いられても良い。この場合には、このカラー画像読取装置と、カラー画像形成装置60とで、カラーデジタル複写機が構成される。

【図面の簡単な説明】

【0151】

【図1】本発明の実施例1の主走査断面図

【図2】本発明の実施例1の微細構造格子の要部断面図

【図3】本発明の実施例1の微細構造格子の要部断面図

【図4】本発明の実施例1の格子ピッチと入射角との関係を示した図

【図5】本発明の実施例1の反射率と入射角との関係を示した図

【図6】本発明の実施例1の反射率と入射角との関係を示した図

【図7】本発明の実施例2の微細構造格子の要部断面図

【図8】本発明の実施例2の微細構造格子の要部断面図

【図9】本発明の実施例2の微細構造格子の要部断面図

【図10】本発明の実施例2の格子ピッチと頻度との関係を示した図

【図11】本発明の実施例2の波長と透過率との関係を示した図

【図12】本発明の実施例2の微細構造格子の観察図

【図13】本発明の実施例2の微細構造格子の観察図

【図14】本発明の画像形成装置の実施例を示す副走査断面図

【図15】本発明の実施例のカラー画像形成装置の要部概略図

【図16】従来の光走査装置の要部概略図

【図17】入射角と反射率の関係を示した図

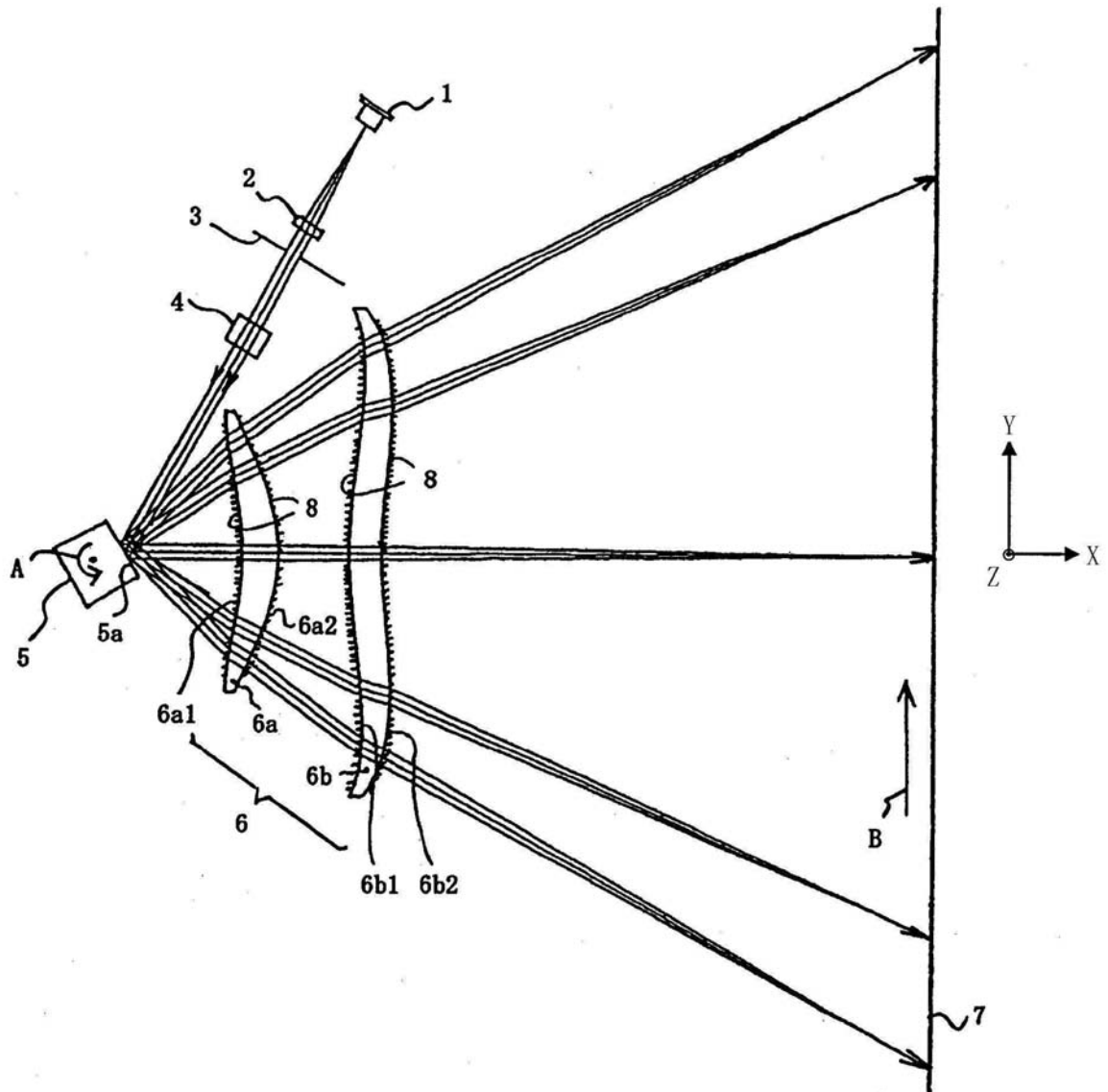
【符号の説明】

【0152】

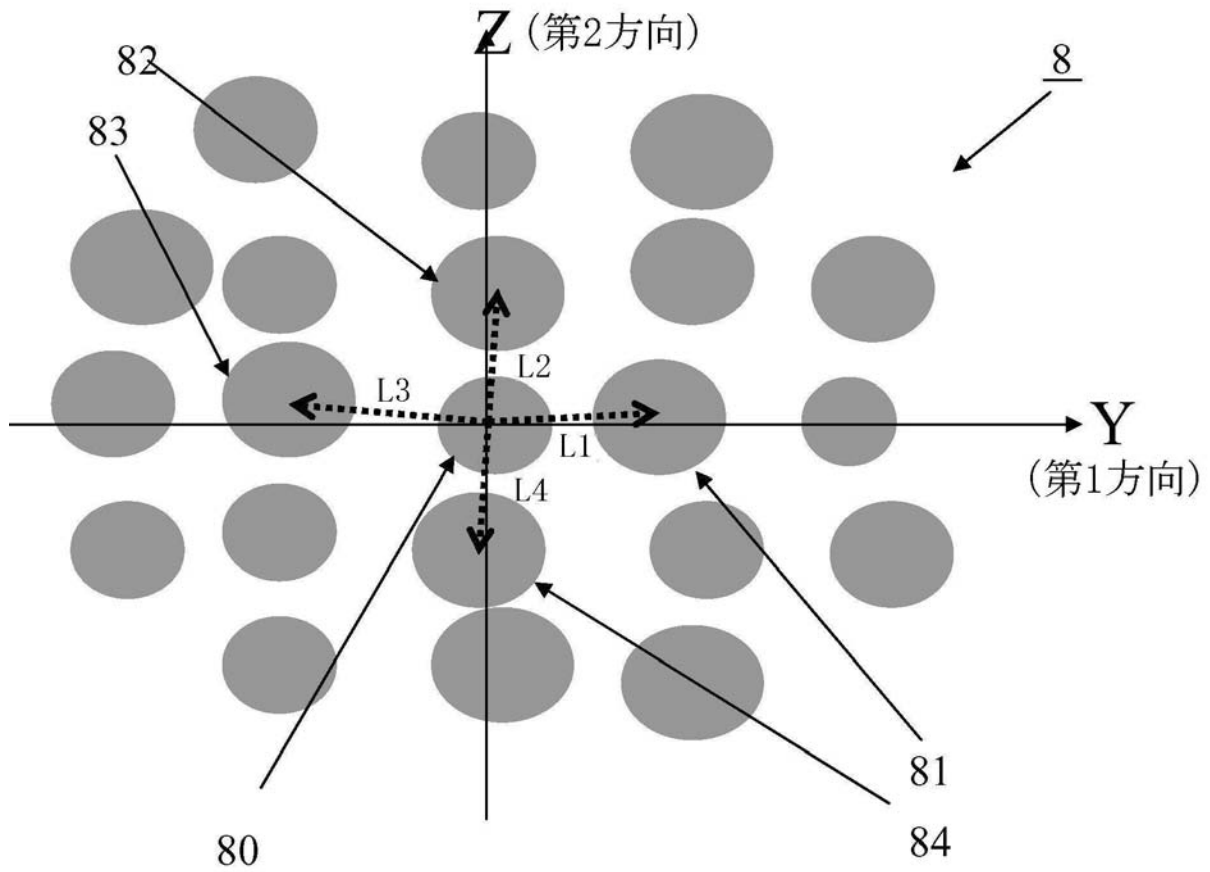
- 1 光源手段(半導体レーザー)
- 2 コリメータレンズ
- 3 開口絞り

4	シリンドリカルレンズ	
5	偏向手段（回転多面鏡）	
5 a	偏向面	
6	結像光学系	
7	被走査面（感光ドラム面）	
8	微細構造格子	
8 0、8 1、8 2、8 3、8 4、8 5、8 6	微細構造体	
1 1、1 2、1 3、1 4	光走査装置	
2 1、2 2、2 3、2 4	像担持体（感光ドラム）	
3 1、3 2、3 3、3 4	現像器	10
4 1、4 2、4 3、4 4	光ビーム	
5 1	搬送ベルト	
5 2	外部機器	
5 3	プリンタコントローラ	
6 0	カラー画像形成装置	
1 0 0	光走査装置	
1 0 1	感光ドラム	
1 0 2	帯電ローラ	
1 0 3	光ビーム	
1 0 4	画像形成装置	20
1 0 7	現像装置	
1 0 8	転写ローラ	
1 0 9	用紙カセット	
1 1 0	給紙ローラ	
1 1 1	プリンタコントローラ	
1 1 2	転写材（用紙）	
1 1 3	定着ローラ	
1 1 4	加圧ローラ	
1 1 5	モータ	
1 1 6	排紙ローラ	30
1 1 7	外部機器	

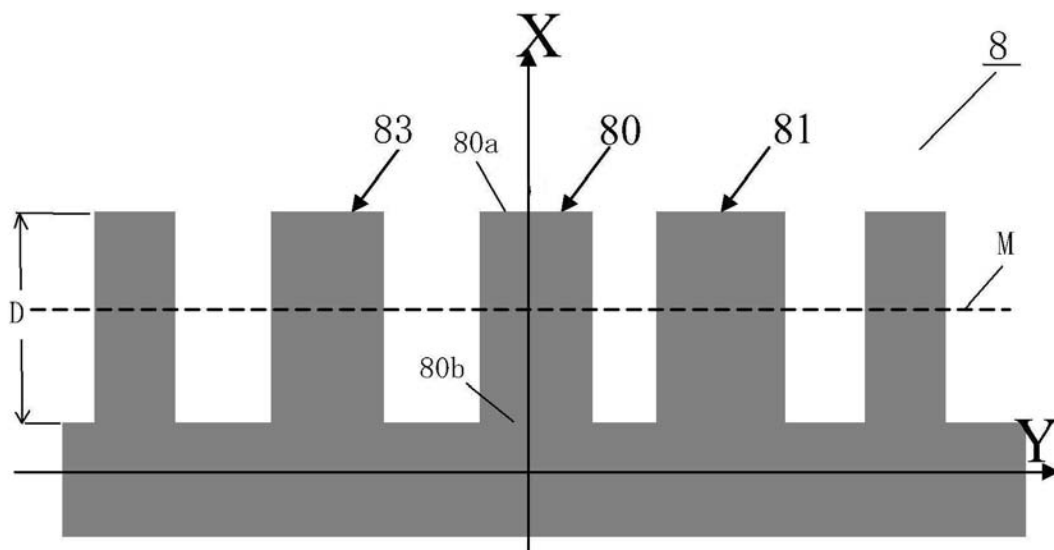
【図 1】



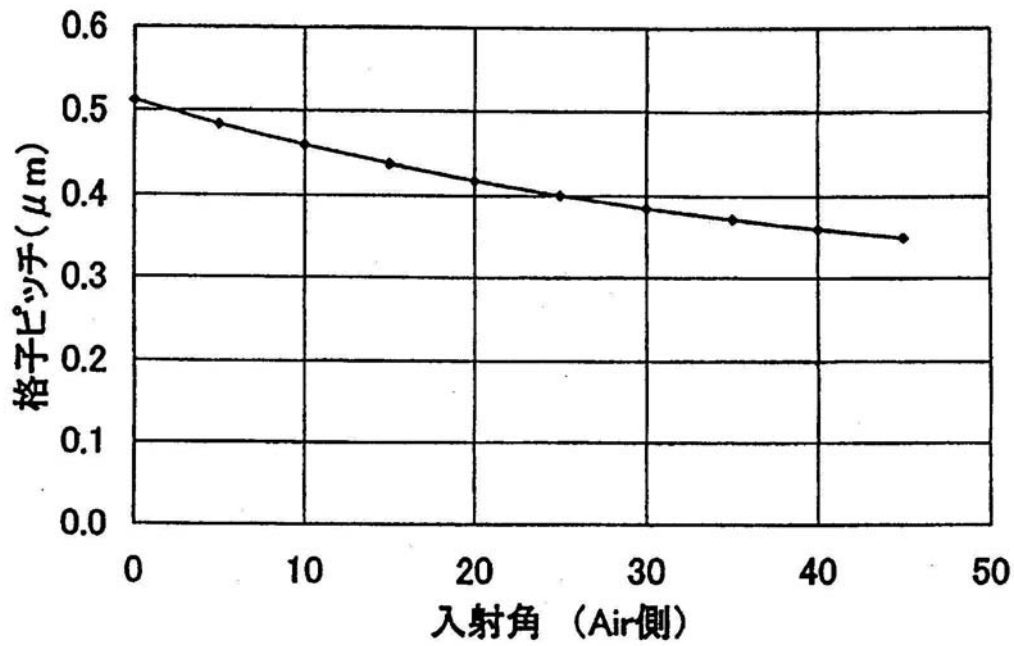
【図 2】



【図 3】



【図 4】

0次格子のピッチ($\lambda=0.78$ 、 $N=1.524$)

【図 5】

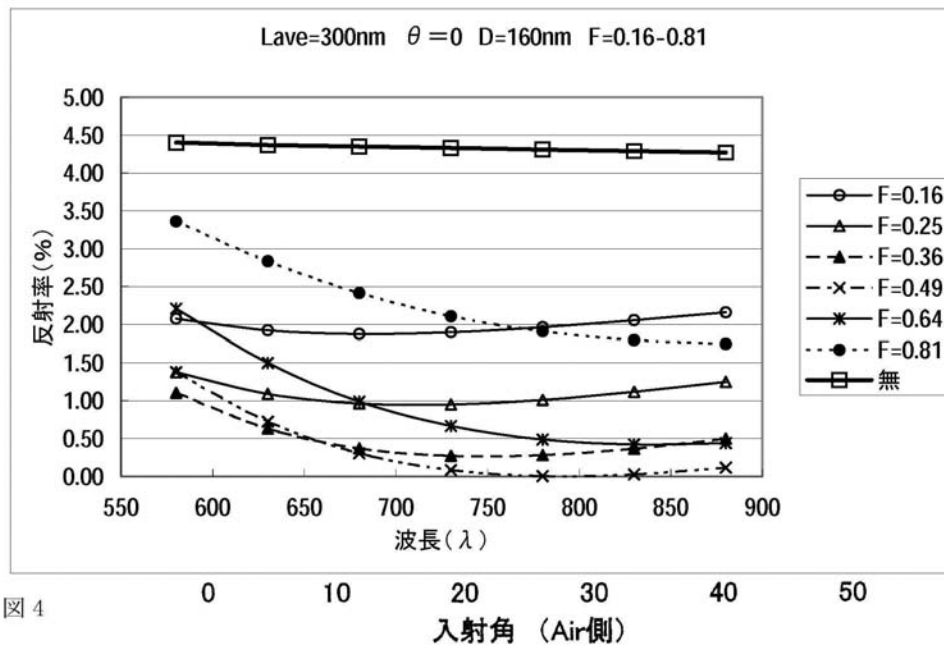
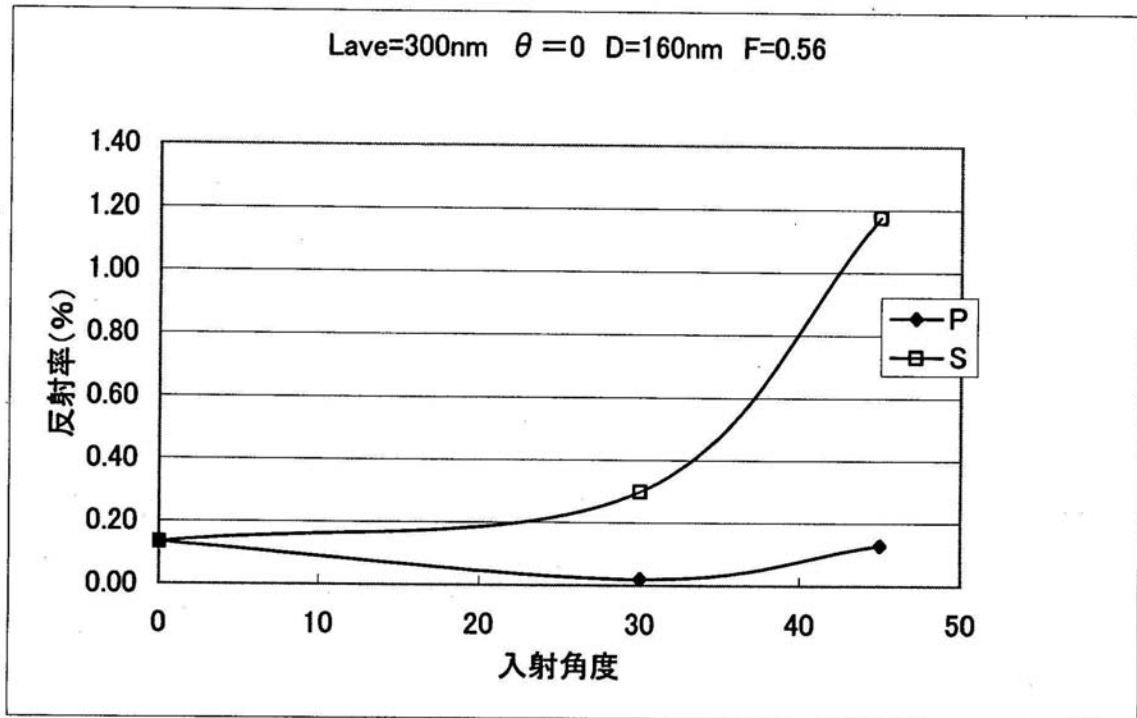
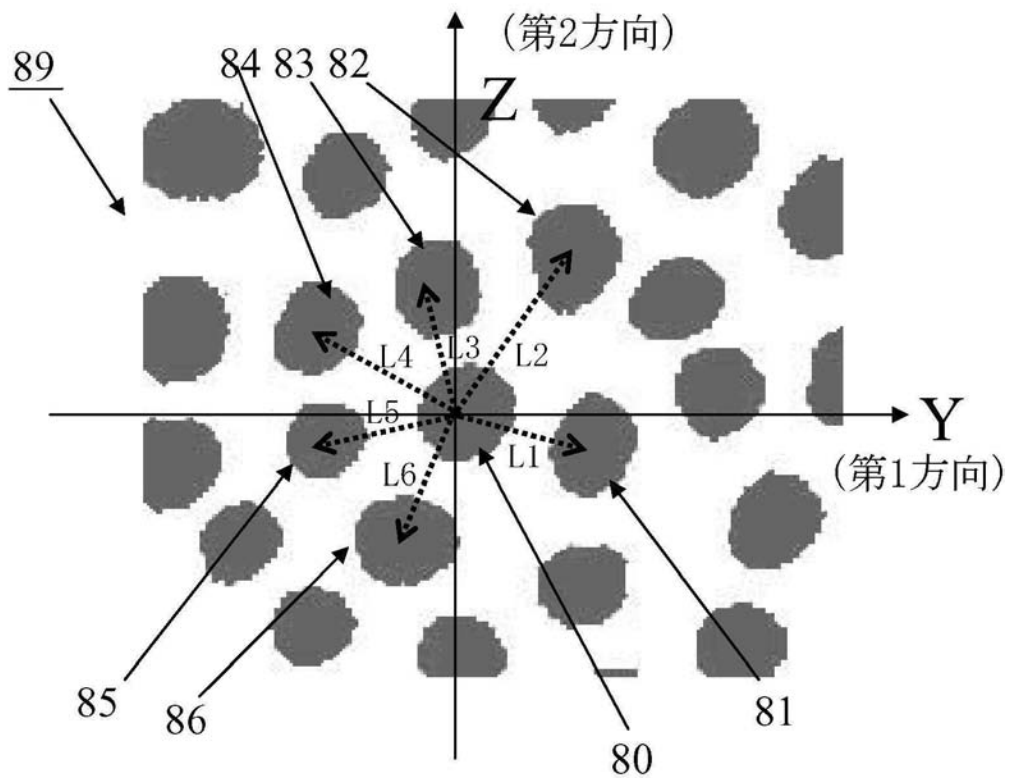


図 4

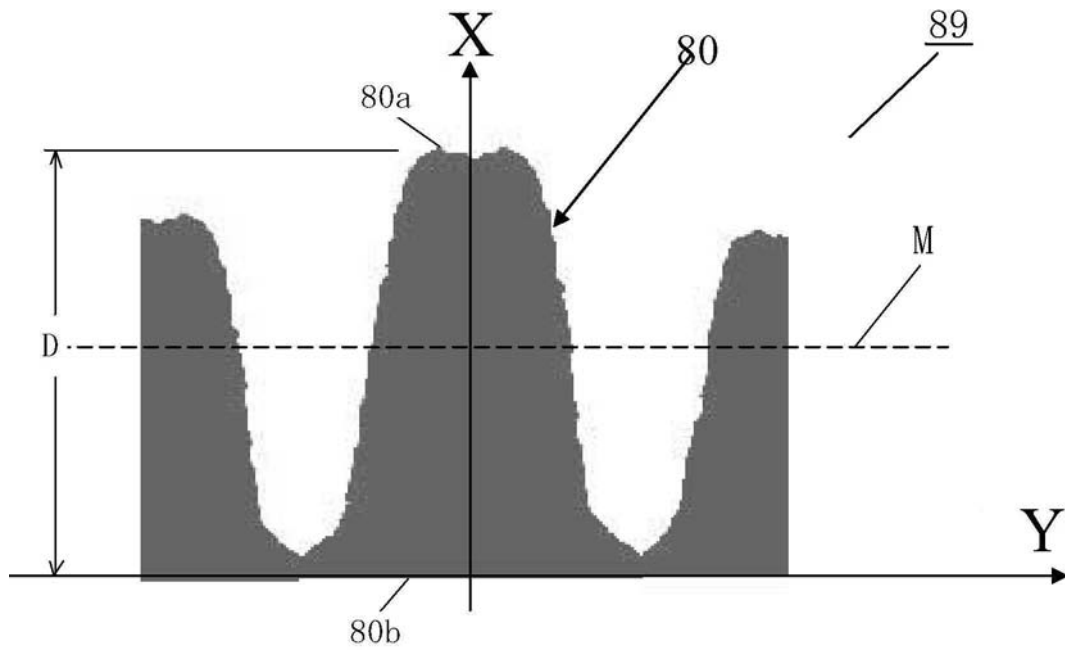
【図6】



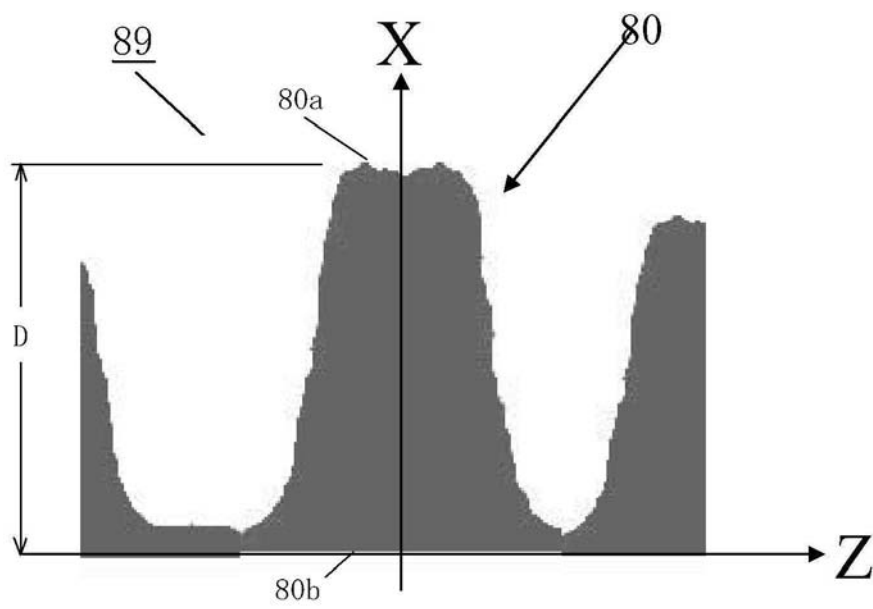
【図7】



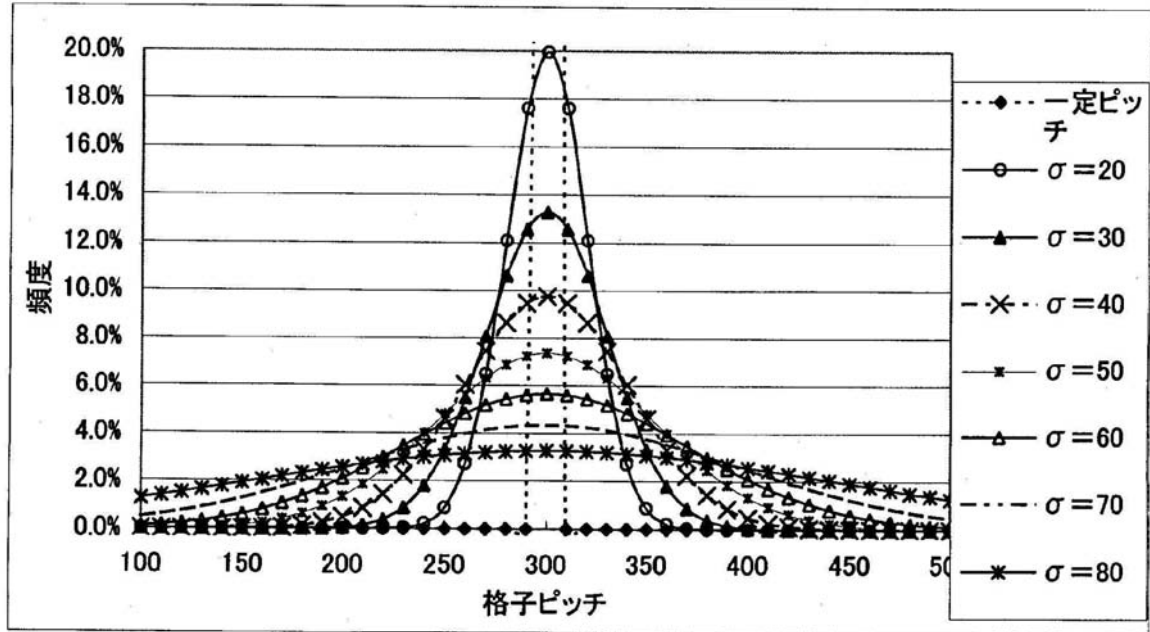
【 図 8 】



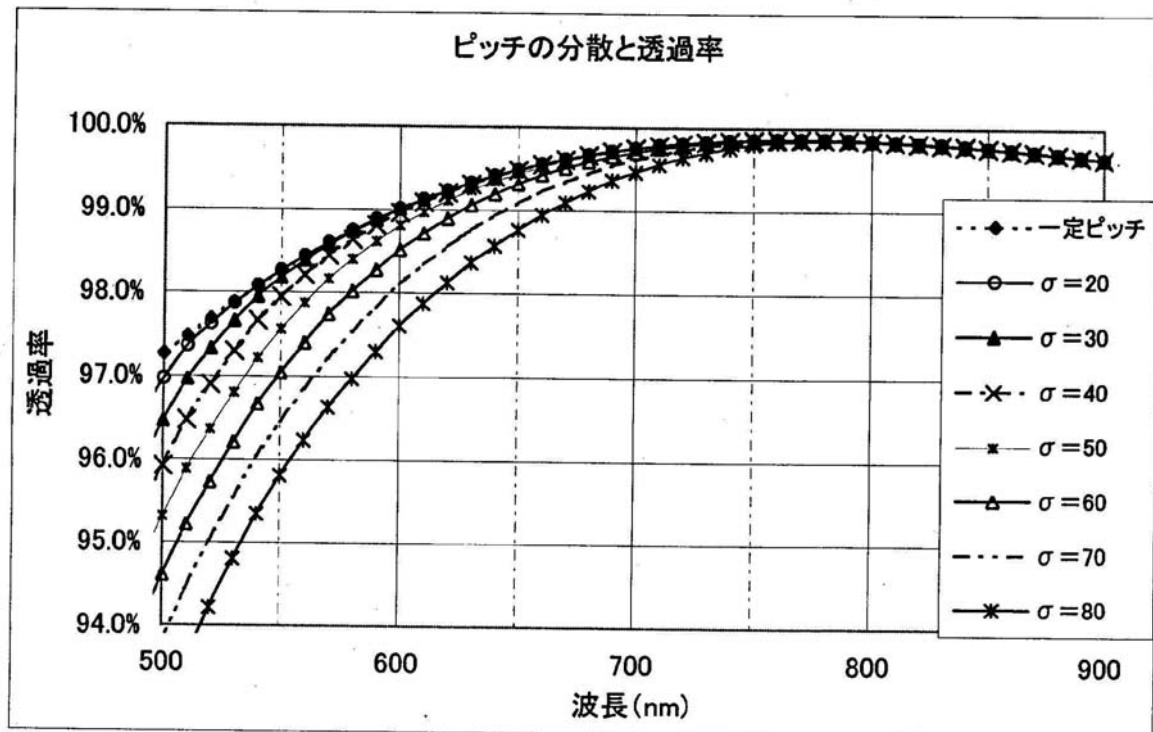
【 図 9 】



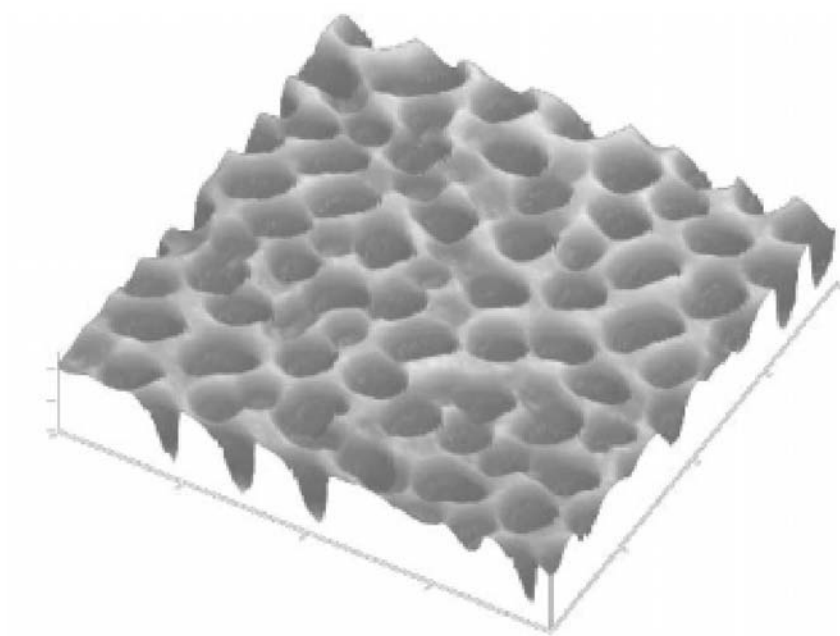
【図10】



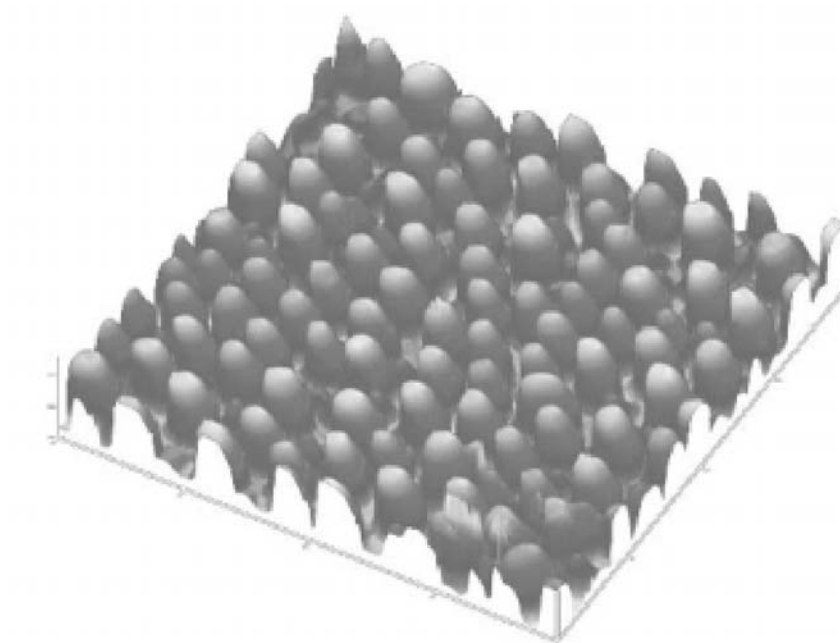
【図11】



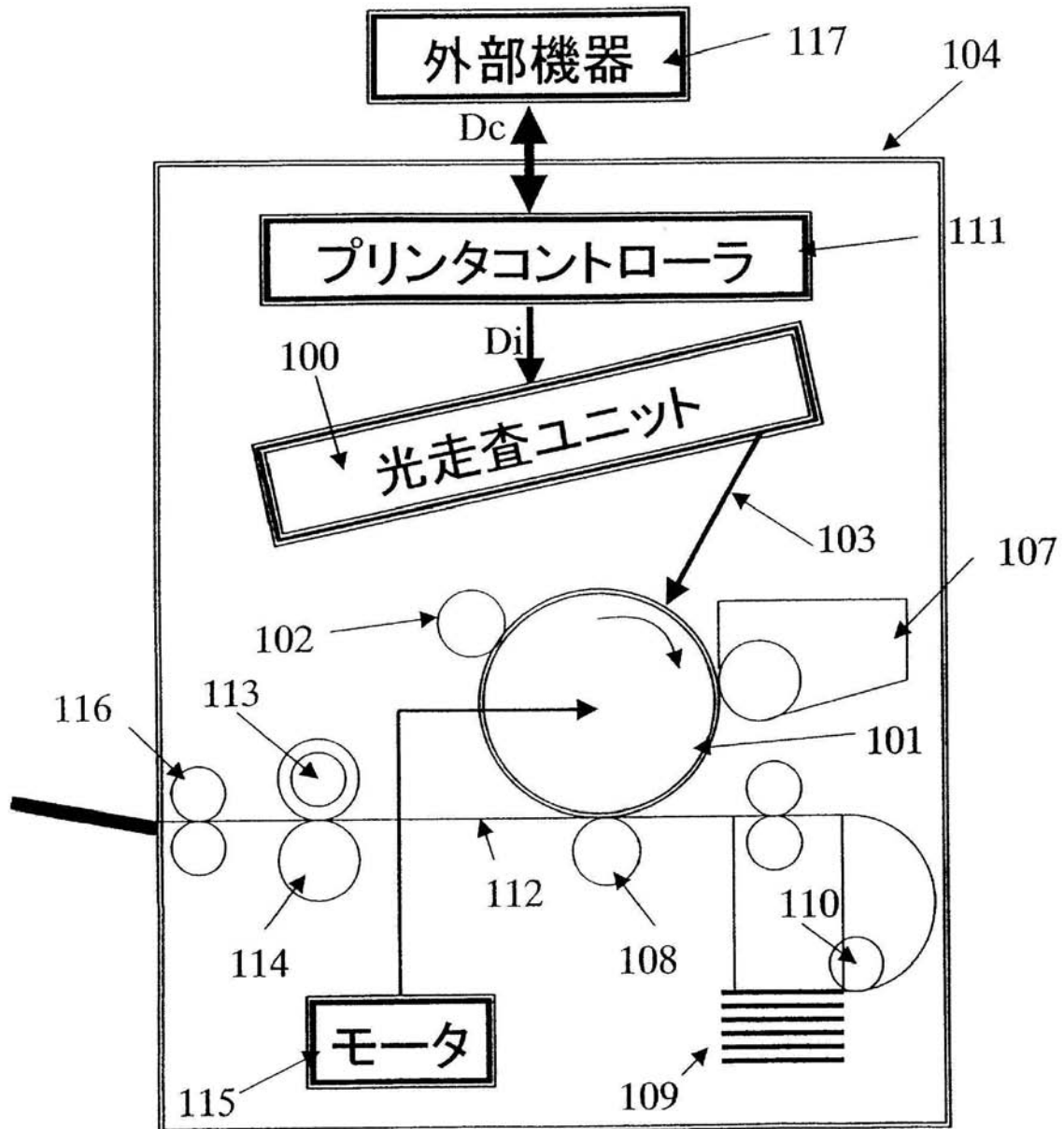
【図 12】



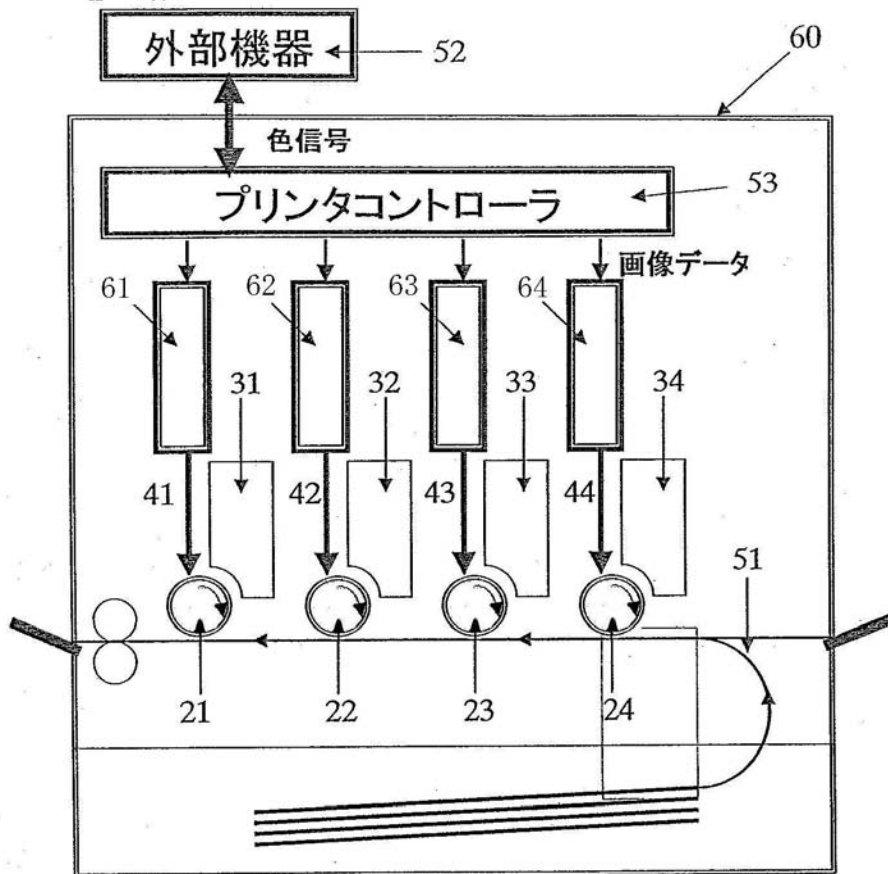
【図 13】



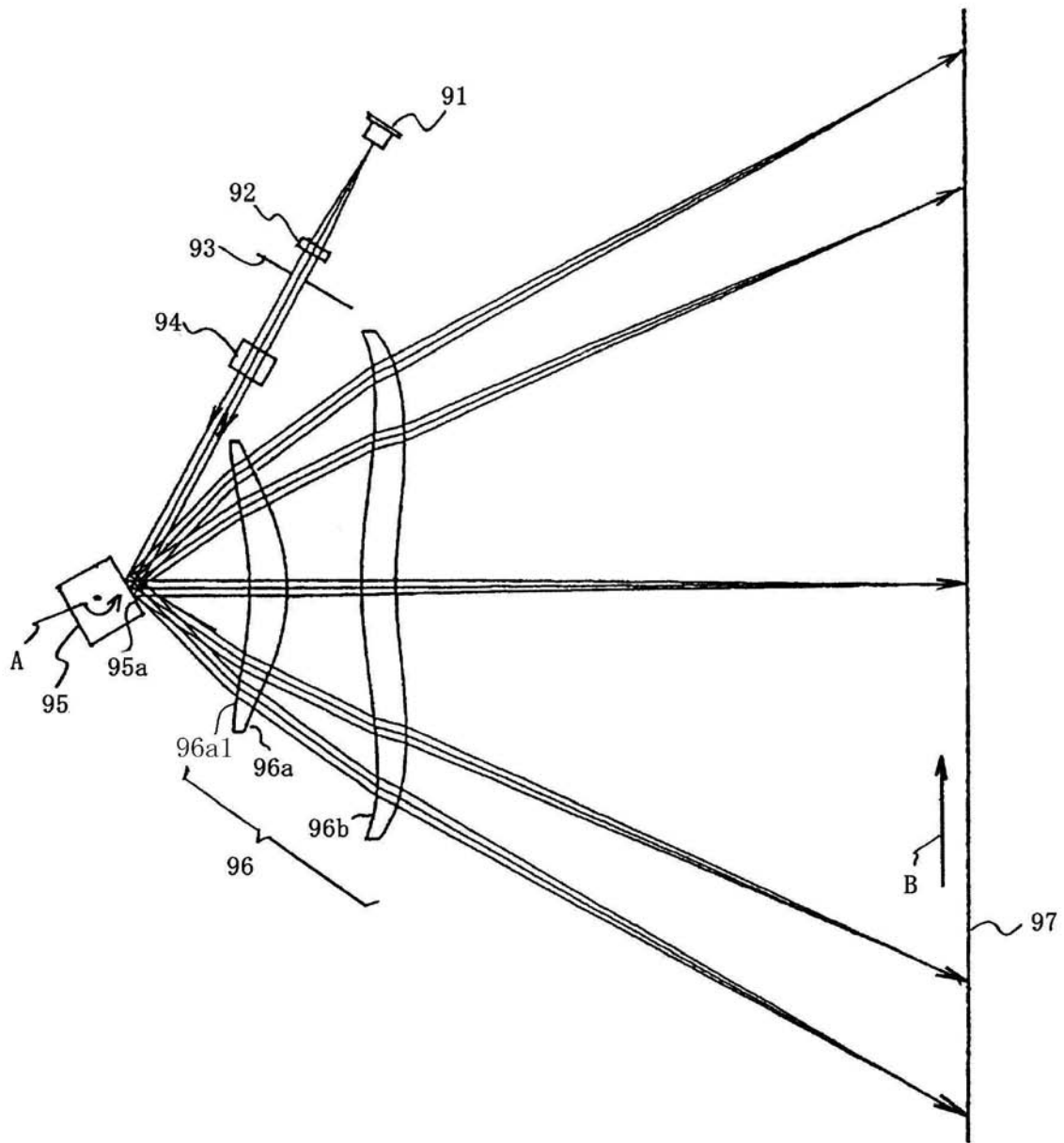
【図14】



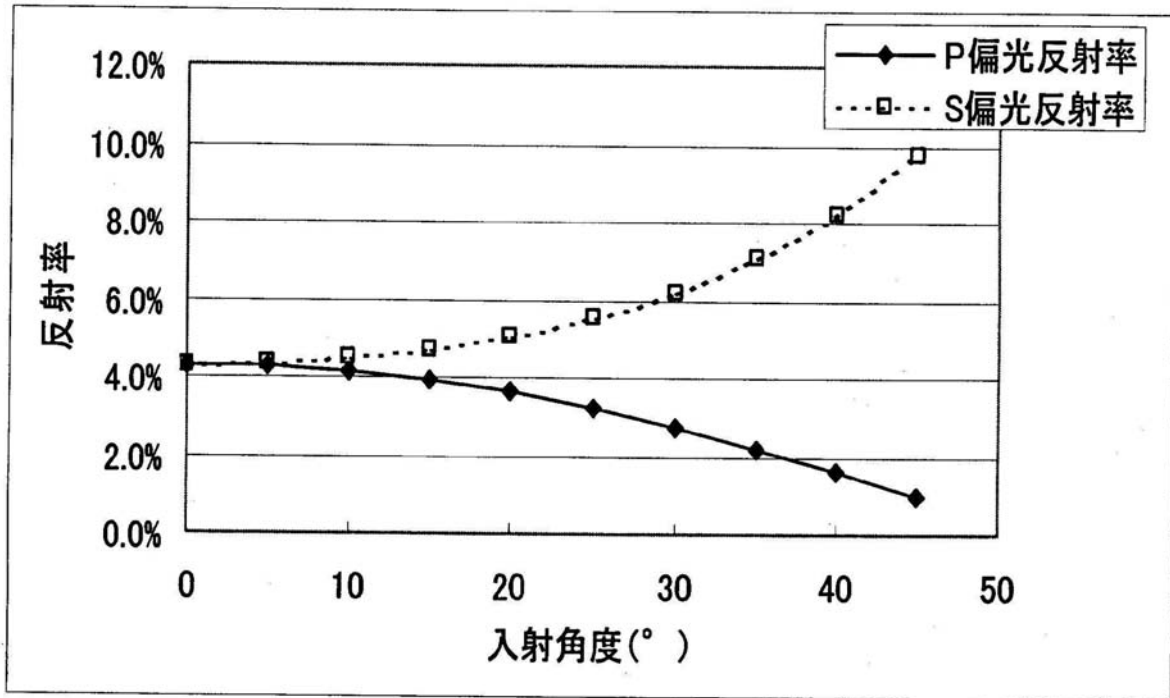
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-270569(JP,A)
特開2003-185955(JP,A)
特開2004-085831(JP,A)
特開2003-114316(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 26/10
G02B 1/10
B41J 2/44