(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2006 年1 月19 日 (19.01.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/006342 A1

(51) 国際特許分類[7]: G01D 5/34

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/011151

(22) 国際出願日: 2005 年6 月17 日 (17.06.2005)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2004-204552 2004 年7 月12 日 (12.07.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岡 徹 (OKA, Toru) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 大村 陽一 (OHMURA, Yoichi) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目２番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

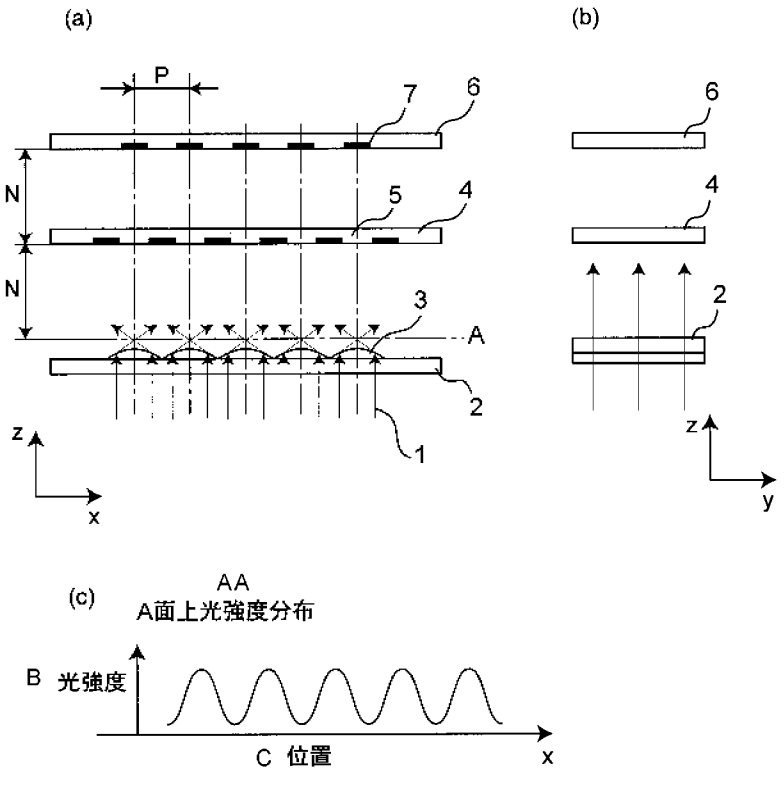
(74) 代理人: 河宮 治, 外(KAWAMIYA, Osamu et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見１丁目３番７号 ＩＭＰビル 青山特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL ENCODER

(54) 発明の名称: 光学式エンコーダ



AA... LIGHT INTENSITY DISTRIBUTION ON PLANE A
B... LIGHT INTENSITY
C... POSITION

(57) Abstract: An optical encoder comprising a light source, a first scale plate for converting the light from the light source into periodic light quantity distribution, a second scale plate for performing periodic spatial modulation of the light from the first scale plate, a third scale plate having an aperture for passing the light from the second scale plate, and a light receiving element for receiving the light from the third scale plate. The optical encoder measures a relative movement distance of the first and second scale plates. The optical encoder is provided with a lens for converting the light from the light source into substantially parallel light, and an optical element array for creating periodic light quantity distribution on the first scale plate by condensing or diffusing the light in the periodic direction.

(57) 要約: 光源と、光源からの光を周期的な光量分布に変換するための第１のスケール板と、第１のスケール板からの光を周期的に空間変調するための第２のスケール板と、第２のスケール板からの光を通過させる開口を有する第３のスケール板と、第３のスケール板からの光を受光するための受光素子とを備え、第１および第２のスケール板の相対移動距離を測定する光学式エンコーダにおいて、光源からの光を略平行に変換するレンズと第１のスケール板に上記周期方向に光を集光或いは拡散し周期的な光量分布を生成する光学素子ア

[続葉有]

WO 2006/006342 A1

HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

レイを備えたことを特徴とする光学式エンコーダを提供する。

明 細 書

光学式エンコーダ

技術分野

[0001] 本発明は、格子スケール間の相対移動量を光学的に検出する光学式エンコーダに関する。

背景技術

[0002] 光学式エンコーダの一種として、3枚の格子スケール板を用いた光学式エンコーダが知られている。この光学式エンコーダは、3枚のスケール板が光進行方向に沿って順次配置され、各スケール板の主面が互いに平行で、スケール板上に設けられた格子の配列方向が一致するように設定されている。また、1枚目のスケール板の前段には、空間的に可干渉性の低い光源が設けられる。3枚目のスケール板の後段には、光量を電気信号に変換する受光素子が設けられる。

[0003] その動作に関しては非特許文献1に開示されている。光源が1枚目のスケール板を照射すると、空間的に可干渉性が低く、ある周期で並んだマルチスリット状の光量分布を有する2次光源が生成される。2枚目のスケール板は、ある光学的伝達関数(OTF)を持った空間周波数フィルタとして働き、2次光源の光量分布のうち特定の空間周波数成分のみが抽出されて、3枚目のスケール板上に結像される。3枚目のスケール板に設けられた格子の光透過部を透過した光は、受光素子によって電気信号に変換される。1枚目のスケール板または2枚目のスケール板が格子配列方向に沿って相対移動すると、この相対位置に相関のある出力信号が得られる。

[0004] 例えば、1枚目のスケール板によって生成された2次光源の光量がある周期Pを持った正弦波状に分布しており、2枚目のスケール板に設けられた格子の光学的伝達関数が周期Pに対応した空間周波数を含む場合、3枚目のスケール板上には周期Pの正弦波状の光量分布を持つ像が結像される。

[0005] このとき2枚目のスケール板の光学的伝達関数は、2枚目のスケール板の格子の周期、格子の開口形状、格子自体の形状(位相格子の場合)、2枚目のスケール板と1枚目および3枚目のスケール板の各間隔に依存する。一般には、3枚目のスケール

板上に結像される光量分布のコントラストが良くなるような条件を選択して、光学式エンコーダを設計する。

[0006] 特許文献1に記載されている光学式エンコーダは、3枚のスケール板とも矩形開口を持った振幅格子であり、1枚目のスケール板と2枚目のスケール板の間隔と、2枚目のスケール板と3枚目のスケール板の間隔とは互いに等しく、2枚目のスケール板の格子周期をPとして、1枚目および3枚目のスケール板の格子周期は、2倍に相当する2Pに設定している。

[0007] 特許文献2に記載されている光学式エンコーダは、1枚目のスケール板に光干渉現象により明暗パターンを生成する位相格子を用いている。

[0008] 特許文献1、特許文献2に記載された光学式エンコーダにおいて、3枚目のスケール板とその後段に配置された受光素子は、3枚目のスケール板格子の開口部寸法と同じ寸法の受光部を持つ受光素子アレイに置き換え、上述2つの部材の機能を兼用してもよい。

[0009] 特許文献1:特開昭63－153408号公報

特許文献2:特開平10－2761号公報

非特許文献1:K. Hane and C. P. Grover, “Imaging with rectangular transmission gratings”, J. Opt. Soc. Am. A4, No. 4, 706－711, 1987

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0010] 図24は、特許文献1や非特許文献1のような1枚目、2枚目のスケール板とも振幅格子が用いられている従来技術による光学式エンコーダの概略の構成図を示す。(a)が正面図、(b)が側面図である。例えばLEDのような空間的に可干渉性の低い光源101から出射した拡散光102を1枚目のスケール板103に照射する。1枚目のスケール板103上には例えば周期Pの振幅格子が備えられている。光線は順次、2枚目のスケール板104、3枚目のスケール板105を透過したあと、受光素子106に入射する。

[0011] 1枚目のスケール板103に備えられた振幅格子上に生成された2次光源の光量分

布のうち、空間周波数フィルタとして働く2枚目のスケール板104が伝達する周波数成分のみが、3枚目のスケール板105上に伝達され結像される。1枚目のスケール板103と2枚目のスケール板104が格子配列方向(X方向)に沿って相対移動すると、3枚目のスケール板105上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子106より得られる。

[0012] 1枚目、2枚目のスケール板とも振幅格子が用いられているため、3枚目のスケール105あるいは受光素子106に到達する光の光量は、おおよそ上述振幅格子の開口比率に依存する。例えば1枚目、2枚目のスケール板共、格子の開口幅と格子周期の比が1:2(デューティ比50%)の場合、3枚目のスケール板105に到達する光の光量は、1枚目のスケール板を照射した光量の25%以下となる。また、1枚目のスケール板に拡散光(即ち、コリメートされていない光)102を照射するため、効率良く受光素子106に光を入射させることができない。この結果、受光素子106にて検出する光量が小さくなり、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性が劣化する可能性がある。

[0013] また、図24(b)のようにスケールパターンの配列方向と垂直な方向(Y方向)にも拡散光102が拡散するため、光源101からの光線を効率良く受光素子に伝達することができない。

[0014] さらに、複数のスケールパターン(トラック)を持ったスケール板を用いる場合、1枚目あるいは2枚目のスケール板のあるトラックを通過した光線が、2枚目あるいは3枚目のスケール板の対応するトラックとは異なるトラックに入射し、検出誤差を発生させる可能性がある。

[0015] 特許文献2においては、1枚目のスケール板に透明な位相格子が用いられており、各格子からの回折光が互いに干渉することで、ある周期の明暗パターンを生成することを特長としているが、位相格子による明暗パターン分布は、回折、干渉現象を利用するため、位相格子周期、位相格子形状、光源の波長に大きく依存し、設計裕度、工作精度、部品管理など制約される項目が多くなる。また、特許文献1と同様に、拡散光を1枚目のスケール板に照射するため、効率良く受光素子に光を入射させることができない。さらに拡散光源の位置、放射特性のばらつきにより、1枚目のスケール

板による明暗パターンの位置、周期、ひずみなどが変化し、光学式エンコーダの特性が劣化する可能性がある。

[0016] 本発明は、受光素子にて受光する光量を増加させ、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することを目的とする。更に本発明は、製造ばらつきの影響が小さい光学式エンコーダを提供することを目的とする。更に本発明は、複数のスケールパターンを持つスケール板を用いた場合にも検出誤差の少ない光学式エンコーダを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0017] 本発明は、上記の目的を達成するためになされたものである。本発明に係る光学式エンコーダは、

光源と、

光源からの光を略平行に変換するレンズと、

レンズを介した光源からの光を所定の周期方向に集光或いは拡散して周期的な光量分布を生成する光学素子アレイを備える第1のスケール板と、

第1のスケール板からの光を周期的に空間変調する第2のスケール板と、

第2のスケール板からの光を通過させる開口を有する第3のスケール板と、

第3のスケール板からの光を受光する受光素子とを含むことを特徴とする、第1及び第2のスケール板の相対移動距離を測定する光学式エンコーダである。

また、本発明に係る光学式エンコーダは、

光源と、

光源からの光を所定の周期方向と垂直な方向にのみ光を集光し平行光化するシリンドリカルレンズと、

シリンドリカルレンズを介した光源からの光を上記周期方向で周期的となる光量分布に変換する第1のスケール板と、

第1のスケール板からの光を周期的に空間変調する第2のスケール板と、

第2のスケール板からの光を通過させる開口を有する第3のスケール板と、

第3のスケール板からの光を受光する受光素子とを含むことを特徴とする、第1及び第2のスケール板の相対移動距離を測定する光学式エンコーダであってもよい。

更に、本発明に係る光学式エンコーダは、

光源と、

光源からの光を略平行に変換するレンズと、

レンズを介した光源からの光を周期的な光量分布に変換する振幅格子、及び一方向のみに光を散乱あるいは屈折させる光学素子を備える第1のスケール板と、

第1のスケール板からの光を周期的に空間変調する第2のスケール板と、

第2のスケール板からの光を通過させる開口を有する第3のスケール板と、

第3のスケール板からの光を受光する受光素子とを含むことを特徴とする、第1及び第2のスケール板の相対移動距離を測定する光学式エンコーダであってもよい。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、形状誤差、光源の波長、光源の位置などに明暗パターン分布が大きく依存せず、デューティ比50%の振幅格子に対し、約2倍の光量を透過、あるいは反射し、約2倍の光量を受光素子に伝搬する1枚目のスケール板上に備えられた明暗パターン生成手段を提供できる。また、1枚目のスケール板において、スケールパターンの配列方向の拡散角度を制御でき、光源からの光を効率良く受光素子に入射させることができる。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させず、光源からの光線を効率良く受光素子に伝達することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の実施の形態1に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図、(c)はA面上での光量分布である。

[図2]本発明の実施の形態2に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[図3]本発明の実施の形態3に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[図4]本発明の実施の形態4に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2

枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[図5]本発明の実施の形態5に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である

[図6]本発明の実施の形態6に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[図7]本発明の実施の形態7に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[図8]本発明の実施の形態8に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[図9]本発明の実施の形態9に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[図10]本発明の実施の形態10に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[図11]本発明の実施の形態11に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[図12]本発明の実施の形態12に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[図13]本発明の実施の形態13に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図である。

[図14]本発明の実施の形態14に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図である。

[図15]本発明の実施の形態15に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図である。

[図16]、本発明の実施の形態16に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図である。(a)が正面図、(b)が側面図である。

[図17]本発明の実施の形態17に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図である。

[図18]本発明の実施の形態18に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す正面図である。

[図19]本発明の実施の形態19に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す正面図である。

[図20]本発明の実施の形態20に係る光学式エンコーダのうち、レンズ、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す正面図である。

[図21]本発明の実施の形態21に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[図22]本発明の実施の形態22に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す正面図である。

[図23]本発明の実施の形態23に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す正面図である。

[図24]従来技術による光学式エンコーダの概略の構成図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

符号の説明

[0020] 2 1枚目のスケール板、 3 シリンドリカルレンズアレイ、 4 2枚目のスケール板、 6 3枚目のスケール板(受光素子アレイ基板)、 7 受光素子(受光部)、 8 9 ディフューザ、 10 プリズムアレイ、 11 光源、 12 レンズ、 13 回折光学素子

アレイ、 14 光源、 16 シリンドリカルレンズ、 17 1枚目のスケール板、 18 2枚目のスケール板、 19 3枚目のスケール板(受光素子アレイ基板)、 20 21 (1枚目のスケール板の)トラック、 22 23 (2枚目のスケール板の)トラック、 24 25 (3枚目のスケール板の)トラック、 26 1枚目のスケール板、 27 ディフューザ、 28 2枚目のスケール板、 29 3枚目のスケール板(受光素子アレイ基板)、 30 31 (1枚目のスケール板の)トラック、 32 33 (2枚目のスケール板の)トラック、 34 35 (3枚目のスケール板の)トラック、 36 ディフューザ、 37 シリンドリカルレンズ、 38 ディフューザ、 39 39' プリズムアレイ、 40 反射型スケール板、 43 43' プリズムアレイ、 44 シリンドリカルレンズアレイ、 45 シリンドリカルレンズアレイ、 46 光学窓、 47 凹型シリンドリカルミラーアレイ、 48 凸型シリンドリカルミラーアレイ、 49 レンズ、 50 シリンドリカルレンズアレイ、 51 反射体、 52 2枚目のスケール板、 53 位相格子。

発明を実施するための最良の形態

[0021] 3枚の格子スケール板を用いた光学式エンコーダにおいては、通常振幅格子を用いる(特許文献1、非特許文献1)ため、上述のとおり、受光素子に入射する光量が小さいと言う課題があったが、これを克服するため、1枚目のスケール板にシリンドリカルレンズアレイを備える。これは特許文献2が開示している位相格子とは異なり、レンズ1つ1つの集光作用を利用して明暗パターンを生成するものである。つまり、レンズ単体で生成された光パターンをアレイ状に配列したものに等しい。

[0022] 本方式のエンコーダにおいては、1枚目のスケール板において正弦波状の明暗パターンを生成することが望ましいが、位相格子にて正弦波状の明暗パターンを生成する場合、位相格子の周期、深さ、照射する光の波長により、明暗パターンが生成される(光線の進行方向の)位置、明暗パターンの形状あるいはひずみが大きく変化し、所望の明暗パターンを生成するための設計裕度が小さい。結果として、工作精度、部品管理など制約される項目が多くなり、使用環境範囲が小さくなる。

[0023] これに対し、1枚目のスケール板にシリンドリカルレンズアレイを備える場合、レンズの曲率、形状を変化させることで明暗パターンが生成される(光線の進行方向の)位置、明暗パターンの形状を変更できるが、所望の明暗パターンを生成するための設

計値は限定的でなく、設計裕度が大きい。また光の波長の明暗パターンに対する影響は位相格子に比べ小さい。従って、工作精度、部品管理など制約される項目が少なくなり、使用環境範囲が大きくなる。

[0024] 1枚目のスケール板にはLEDなど可干渉性の低い光源を略平行にした略平行光を照射し、シリンドリカルレンズアレイあるいは一方向にだけ散乱するディフューザにより、スケールパターンの配列方向にのみ拡散させることができる。さらに、スケールパターンの配列方向における拡散角度をシリンドリカルレンズの曲率、あるいはディフューザパターンにより制御でき、より効率良く受光素子に光を入射させることが可能となる。

[0025] スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させず、略平行にて光線を受光素子に伝達することができるので、複数のスケールパターン(トラック)を持ったスケール板を用いるとき、1枚目あるいは2枚目のスケール板のあるトラックを通過した光線が、2枚目あるいは3枚目のスケール板の対応するトラックとは異なるトラックに入射し、検出誤差を発生させることを抑制することができる。

[0026] 以下、全ての実施の形態においてはリニア型のエンコーダを図示したが、当然のことながら本発明はロータリー型エンコーダにも適用できる。この場合は、光の集光方向、散乱方向を円弧状となるスケール配列方向に一致させればよい。また、3枚目のスケール板とその後段に配置する受光素子の代わりに、受光素子アレイを用いているが、3枚目のスケール板とその後段に受光素子を用いてもよい。

[0027] 実施の形態1

図1は、本発明の実施の形態1に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図、(c)はA面上での光量分布である。例えばLEDのような空間的に可干渉性の低い光源(図示せず)をレンズなど(図示せず)で略平行光化した後、略平行光1を1枚目のスケール板2に照射する。1枚目のスケール板2上にはシリンドリカルレンズアレイ3が周期Pで配列されている。シリンドリカルレンズアレイ3により、略平行光1はX方向にのみ各々A面に集光される。このA面からある距離Z離れた位置に2枚目のスケール板4が配置されている。2枚目のスケール板4上には、クロム蒸着などにて例

えば周期Pで矩形開口5が配列された振幅格子が備えられている。さらに、ある距離Z離れた位置に受光素子アレイ基板6が配置されている。受光素子アレイ基板6上には、例えば周期Pで矩形の受光部7が配列された受光素子アレイが備えられている。上述距離Zの値は厳密には2枚目のスケール板4の屈折率などを考慮した空気換算長を意図し(これは後述する実施の形態においても同様)、例えば以下の式を満たす値を持つ。

[0028] [数1]

$$Z = \frac{p^2}{4\lambda}$$

[0029] 上式で、λは光源から出射される光線の波長である。

[0030] 1枚目のスケール板2が空間的に可干渉性の低い光源から生成された略平行光1にて照射されるため、シリンドリカルレンズアレイ3によるA面上X方向の各光線幅はある幅を持つこととなり、A面上のX方向の光量分布は図1(c)のようにシリンドリカルレンズアレイ3の配列周期と同じ周期Pを持った正弦波状分布となる。

[0031] 略平行光1がX方向に集光されるA面の位置は、シリンドリカルレンズアレイ3の曲率、形状に依存するが、A面の位置をシリンドリカルレンズアレイ3に近づければ、つまり焦点距離を短くすれば、略平行光1の放射角ばらつきの影響を小さくでき、図1(c)に示した光量分布の周期Pのばらつきなど誤差を小さくできる。ただし、焦点距離が短くなれば、2枚目のスケール板4に向かう光線の発散角が大きくなる。従って、効率よく受光素子アレイ基板6に光が照射されるような焦点距離を設定するのが良い。望ましくは、1枚目のスケール板に照射されたほぼ全ての光線(材料による吸収、散乱は除く)が受光素子アレイ基板6に進行するように設定する。

[0032] 上述の正弦波状分布のうち、空間周波数フィルタとして働く2枚目のスケール板4が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と2枚目のスケール板4が格子配列方向(X方向)に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0033] 実施の形態1に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2に照射された光

線は、1枚目のスケール板2とシリンドリカルレンズアレイ3の表面での反射や内部での吸収以外ほぼすべて通過することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を大きくすることができる。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向(Y方向)には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、検出光量をさらに増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0034] 本実施の形態では、A面と2枚目のスケール板4との間隔、2枚目のスケール板4と受光素子アレイ基板6との間隔を各々Zとし、1枚目のスケール板2上のシリンドリカルレンズアレイ3の配列周期、2枚目のスケール板4上の格子周期、受光素子アレイ基板6上の受光部7の配列周期を各々Pとしたが、これに限定されるものではない。即ち、図1(c)に示したA面上の光量分布が受光素子アレイ基板6に結像される条件であればよい。

[0035] また、本実施の形態では、シリンドリカルレンズアレイ3に円筒形状の屈折レンズを用いたが、一方向にのみ集光機能を持つフレネルレンズアレイを用いても良い。あるいはシリンドリカルレンズ3と同じ配列周期を持った2等辺三角形状のプリズムアレイを用いても同様の効果を得ることができる。

[0036] さらに、本実施の形態においては、2枚目のスケール板4を透過型のスケールとしたが、反射型でも良い。この場合、受光素子アレイ基板6は2枚目のスケール板4に対し、1枚目のスケール板2側、好ましくはA面上に配置し、A面上の光量分布が受光素子アレイ基板6に結像されるよう略平行光1の照射方向を調整すれば良い。

[0037] 実施の形態2

図2は、本発明の実施の形態2に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[0038] 実施の形態1においては、1枚目のスケール板2上のシリンドリカルレンズアレイ3を2枚目のスケール板4側に備えたが、本実施の形態2ではシリンドリカルレンズアレイ3を2枚目のスケール板4とは反対側、つまり光源側に配置する。図2において、実際にはシリンドリカルレンズアレイ3と1枚目のスケール板2との境界、1枚目のスケール

板2のシリンドリカルレンズアレイ3が配置される面とは反対側の面にて光線が屈折されるが、実施の形態を模式的に記すため上述屈折を省略している。

[0039] 実施の形態1と同様、A面上のX方向の光量分布は図1(c)のようにシリンドリカルレンズアレイ3の配列周期と同じ周期Pを持った正弦波状分布となる。

[0040] 上述の正弦波状分布のうち、空間周波数フィルタとして働く2枚目のスケール板4が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と2枚目のスケール板4が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0041] 実施の形態2に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2に照射された光線は、1枚目のスケール板2とシリンドリカルレンズアレイ3の表面での反射や内部での吸収以外ほぼすべて通過することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を大きくすることができる。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向(Y方向)には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、検出光量をさらに増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0042] 本実施の形態では、略平行光1がX方向に集光されるA面の位置は、1枚目のスケール板2内に存在するが、これに限らず1枚目のスケール板2外に存在しても良い。また、本実施の形態では、A面と2枚目のスケール板4との間隔、2枚目のスケール板4と受光素子アレイ基板6との間隔を各々Zとし、1枚目のスケール板2上のシリンドリカルレンズアレイ3の配列周期、2枚目のスケール板4上の格子周期、受光素子アレイ基板6上の受光部7の配列周期を各々Pとしたが、これに限定されるものではない。即ち、図1(c)に示したA面上の光量分布が受光素子アレイ基板6に結像される条件であれば良い。

[0043] また、本実施の形態では、シリンドリカルレンズアレイ3に円筒形状の屈折レンズを用いたが、一方向にのみ集光機能を持つフレネルレンズアレイを用いても良い。あるいはシリンドリカルレンズ3と同じ配列周期を持った2等辺三角形状のプリズムアレイを用いても同様の効果を得ることができる。

[0044] さらに、本実施の形態においては、2枚目のスケール板4を透過型のスケールとしたが、反射型でも良い。この場合、受光素子アレイ基板6は2枚目のスケール板4に対し、1枚目のスケール板2側、好ましくはA面上に配置すれば良い。

[0045] 実施の形態3

図3は、本発明の実施の形態3に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[0046] 実施の形態3は上記実施の形態2とほぼ同様の構成であるが、1枚目のスケール板2上のシリンドリカルレンズアレイ3と反対側にX方向のみに光を散乱させるディフューザ8が備えられている。略平行光1はシリンドリカルレンズアレイ3によりA面、つまりディフューザ8上に各々集光され、正弦波状の2次光源が生成される。A面上の2次光源はディフューザ8で散乱しつつ、2枚目のスケール板4へと伝搬する。

[0047] 上述の2次光源の正弦波状分布のうち、空間周波数フィルタとして働く2枚目のスケール板4が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と2枚目のスケール板4が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0048] 実施の形態3に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2に照射された光線は、シリンドリカルレンズアレイ3とディフューザ8の表面での反射や内部での吸収以外ほぼすべて通過することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を大きくすることができる。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、検出光量をさらに増大させることができる。

[0049] また、ディフューザ8により2次光源のコヒーレンシーを十分低下させることができ、より光線同士の干渉によるノイズの少ない光量分布を受光素子アレイ基板6上に結像することができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0050] 本実施の形態では、略平行光1はシリンドリカルレンズアレイ3によりA面、つまりデ

ィフューザ8上に集光されるがA面とディフューザ8面は完全に一致する必要はなく、多少ずれていても同様の効果が得られる。また、本実施の形態では、1枚目のスケール板2とディフューザ8を一体としたが、別体でも良い。また、本実施の形態では、A面と2枚目のスケール板4との間隔、2枚目のスケール板4と受光素子アレイ基板6との間隔を各々Zとし、1枚目のスケール板2上のシリンドリカルレンズアレイ3の配列周期、2枚目のスケール板4上の格子周期、受光素子アレイ基板6上の受光部7の配列周期を各々Pとしたが、これに限定されるものではない。即ち、図1(c)に示したA面上の光量分布が受光素子アレイ基板6に結像される条件であれば良い。

[0051] また、本実施の形態では、シリンドリカルレンズアレイ3に円筒形状の屈折レンズを用いたが、一方向にのみ集光機能を持つフレネルレンズアレイを用いても良い。あるいはシリンドリカルレンズ3と同じ配列周期を持った2等辺三角形状のプリズムアレイを用いても同様の効果を得ることができる。

[0052] さらに、本実施の形態においては、2枚目のスケール板4を透過型のスケールとしたが、反射型でも良い。この場合、受光素子アレイ基板6は2枚目のスケール板4に対し、1枚目のスケール板2側、好ましくはA面上に配置すれば良い。

[0053] 実施の形態4

図4は、本発明の実施の形態4に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[0054] 実施の形態4は上記実施の形態3とほぼ同様の構成であるが、1枚目のスケール板2上のシリンドリカルレンズアレイ3と反対側にX方向のみに光を散乱させ、その散乱角度がX方向の位置により変化するディフューザ9が備えられている。つまり当該ディフューザ9は、1枚目のスケール板2中央では散乱角度が大きく、X方向外側では散乱角度が中央に比べ小さくなるように、設定されている。このようなディフューザ9は、CGH(Computer Generated Hologram)などにより実現される。

[0055] 実施の形態3と同様にA面上に生成された正弦波状光量分布のうち、空間周波数フィルタとして働く2枚目のスケール板4が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と2枚目のスケール板4が格子配列

方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0056] 実施の形態4に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2に照射された光線は、シリンドリカルレンズアレイ3とディフューザ9の表面での反射や内部での吸収以外ほぼすべて通過することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を大きくすることができる。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、検出光量をさらに増大させることができる。また、ディフューザ9により2次光源のコヒーレンシーを十分低下させることができ、光線同士の干渉によるノイズの少ない光量分布を受光素子アレイ基板6上に結像することができる。

[0057] さらに、ディフューザ9による光線の散乱角度をX方向の位置により変化させることで、受光素子アレイ基板6上の検出部7が存在する領域付近にのみ光線を照射させることが可能となり、より効率良く光源からの光線を受光素子に照射することができ、さらに検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0058] 本実施の形態では、略平行光1はシリンドリカルレンズアレイ3によりA面、つまりディフューザ9上に集光されるがA面とディフューザ9面は完全に一致する必要はなく、多少ずれていても同様の効果が得られる。また、本実施の形態では、1枚目のスケール板2とディフューザ9を一体としたが、別体でも良い。また、本実施の形態では、A面と2枚目のスケール板4との間隔、2枚目のスケール板4と受光素子アレイ基板6との間隔を各々Zとし、1枚目のスケール板2上のシリンドリカルレンズアレイ3の配列周期、2枚目のスケール板4上の格子周期、受光素子アレイ基板6上の受光部7の配列周期を各々Pとしたが、これに限定されるものではない。即ち、図1(c)に示したA面上の光量分布が受光素子アレイ基板6に結像される条件であれば良い。

[0059] また、本実施の形態では、シリンドリカルレンズアレイ3に円筒形状の屈折レンズを用いたが、一方向にのみ集光機能を持つフレネルレンズアレイを用いても良い。あるいはシリンドリカルレンズ3と同じ配列周期を持った2等辺三角形状のプリズムアレイを用いても同様の効果を得ることができる。

[0060] さらに、本実施の形態においては、2枚目のスケール板4を透過型のスケールとしたが、反射型でも良い。この場合、受光素子アレイ基板6は2枚目のスケール板4に対し、1枚目のスケール板2側、好ましくはA面上に配置すれば良い。

[0061] 実施の形態5

図5は、本発明の実施の形態5に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[0062] 実施の形態5は上記実施の形態4とほぼ同様の構成であるが、1枚目のスケール板2上のシリンドリカルレンズアレイ3と反対側にX方向のみに光を屈折させ、その傾斜角度がX方向の位置により変化するプリズムアレイ10が備えられている。つまり当該プリズムアレイ10は、1枚目のスケール板2中央では傾斜角度が小さく、X方向外側では傾斜角度が中央に比べ大きくなるように設定されている。図5(a)のように1枚目のスケール板2の右側に備えられたプリズムアレイ10により、シリンドリカルレンズアレイ3により集光された光線は図面左上に向かって発散し、受光素子アレイ基板6上の検出部7が存在する領域全体に向かって進行する。左側に備えられたプリズムアレイ10により、シリンドリカルレンズアレイ3により集光された光線は図面右上に向かって発散し、受光素子アレイ基板6上の検出部7が存在する領域全体に向かって進行する。プリズムアレイ10中央においては、シリンドリカルレンズアレイ3により集光された光線は図面上側に向かって発散し、受光素子アレイ基板6上の検出部7が存在する領域全体に向かって進行する。

[0063] 実施の形態4と同様にA面上に生成された正弦波状光量分布のうち、空間周波数フィルタとして働く2枚目のスケール板4が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と2枚目のスケール板4が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0064] 実施の形態5に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2に照射された光線は、シリンドリカルレンズアレイ3とプリズムアレイ10の表面での反射や内部での吸収以外ほぼすべて通過することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を大

きくすることができる。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、検出光量をさらに増大させることができる。また、プリズムアレイ10による光線の屈折角度をX方向の位置により変化させることで、受光素子アレイ基板6上の検出部7が存在する領域付近にのみ光線を照射させることが可能となり、より効率良く光源からの光線を受光素子に照射することができ、さらに検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0065] 本実施の形態においては、略平行光1はシリンドリカルレンズアレイ3によりA面、つまりプリズムアレイ10上に集光されるがA面とプリズムアレイ10面は完全に一致する必要はなく、多少ずれていても同様の効果が得られる。また、本実施の形態では、1枚目のスケール板2とプリズムアレイ10を一体としたが、別体でも良い。また、プリズムアレイ10の代わりに、上述と同様光線の散乱方向がX方向の位置により変化するディフューザを用いても良い。また、本実施の形態では、A面と2枚目のスケール板4との間隔、2枚目のスケール板4と受光素子アレイ基板6との間隔を各々Zとし、1枚目のスケール板2上のシリンドリカルレンズアレイ3の配列周期、2枚目のスケール板4上の格子周期、受光素子アレイ基板6上の受光部7の配列周期を各々Pとしたが、これに限定されるものではない。即ち、図1(c)に示したA面上の光量分布が受光素子アレイ基板6に結像される条件であれば良い。

[0066] また、本実施の形態では、シリンドリカルレンズアレイ3に円筒形状の屈折レンズを用いたが、一方向にのみ集光機能を持つフレネルレンズアレイを用いても良い。あるいはシリンドリカルレンズ3と同じ配列周期を持った2等辺三角形状のプリズムアレイを用いても同様の効果を得ることができる。

[0067] さらに、本実施の形態においては、2枚目のスケール板4を透過型のスケールとしたが、反射型でも良い。この場合、受光素子アレイ基板6は2枚目のスケール板4に対し、1枚目のスケール板2側、好ましくはA面上に配置すれば良い。

[0068] 実施の形態6

図6は、本発明の実施の形態6に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール

板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[0069] 実施の形態6は上記実施の形態1とほぼ同様の構成であるが、1枚目のスケール板2上のシリンドリカルレンズアレイ3と反対側に光源11からの光線を略平行にするレンズ12が一体となって備えられている。

[0070] 実施の形態1と同様にA面上に生成された正弦波状光量分布のうち、空間周波数フィルタとして働く2枚目のスケール板4が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と2枚目のスケール板4が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0071] 実施の形態6に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2に照射された光線は、レンズ12とシリンドリカルレンズアレイ3の表面での反射や内部での吸収以外ほぼすべて通過することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を大きくすることができる。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、検出光量をさらに増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0072] また、レンズ12が1枚目のスケール板2と一体成形されるので光源、レンズ部分を薄型化することが可能となる。さらに、部品点数を減らすことができ、製作コストを低減することが可能となる。

[0073] 本実施の形態ではレンズ12に平凸レンズを用いたが、同様の働きをするフレネルレンズでも良い。

[0074] また、本実施の形態ではA面と2枚目のスケール板4との間隔、2枚目のスケール板4と受光素子アレイ基板6との間隔を各々Zとし、1枚目のスケール板2上のシリンドリカルレンズアレイ3の配列周期、2枚目のスケール板4上の格子周期、受光素子アレイ基板6上の受光部7の配列周期を各々Pとしたが、これに限定されるものではない。即ち、図1(c)に示したA面上の光量分布が受光素子アレイ基板6に結像される条件であれば良い。

[0075] また、本実施の形態では、シリンドリカルレンズアレイ3に円筒形状の屈折レンズを用いたが、一方向にのみ集光機能を持つフレネルレンズアレイを用いても良い。あるいはシリンドリカルレンズ3と同じ配列周期を持った2等辺三角形状のプリズムアレイを用いても同様の効果を得ることができる。

[0076] さらに、本実施の形態においては、2枚目のスケール板4を透過型のスケールとしたが、反射型でも良い。この場合、受光素子アレイ基板6は2枚目のスケール板4に対し、1枚目のスケール板2側、好ましくはA面上に配置すれば良い。

[0077] 実施の形態7

図7は、本発明の実施の形態7に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[0078] 実施の形態7は上記実施の形態1とほぼ同様の構成であるが、1枚目のスケール板2上のシリンドリカルレンズアレイ3の代わりに、略平行光1をX方向にのみ各々A面に集光する回折光学素子アレイ13が備えられている。

[0079] 実施の形態1と同様にA面上に生成された正弦波状光量分布のうち、空間周波数フィルタとして働く2枚目のスケール板4が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と2枚目のスケール板4が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0080] 回折光学素子アレイ13は、各回折光学素子に入射する光線の回折、干渉を利用して光を集光するが、各回折光学素子の形状を変更することでA面の位置を変更することが可能であり、回折光学素子アレイ13の代わりに位相格子を配置するより設計裕度が高い。

[0081] 実施の形態7に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2に照射された光線は、1枚目のスケール板2と回折光学素子アレイ13の表面での反射や内部での吸収以外ほぼすべて通過することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を大きくすることができる。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、検

出光量をさらに増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0082] また、本実施の形態を前述の実施の形態1から実施の形態6に係る光学式エンコーダに適用することも可能である。

[0083] また、本実施の形態ではA面と2枚目のスケール板4との間隔、2枚目のスケール板4と受光素子アレイ基板6との間隔を各々Zとし、1枚目のスケール板2上の回折光学素子アレイ13の配列周期、2枚目のスケール板4上の格子周期、受光素子アレイ基板6上の受光部7の配列周期を各々Pとしたが、これに限定されるものではない。即ち、図1(c)に示したA面上の光量分布が受光素子アレイ基板6に結像される条件であれば良い。

[0084] さらに、本実施の形態においては、2枚目のスケール板4を透過型のスケールとしたが、反射型でも良い。この場合、受光素子アレイ基板6は2枚目のスケール板4に対し、1枚目のスケール板2側、好ましくはA面上に配置すれば良い。

[0085] 実施の形態8

図8は、本発明の実施の形態8に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[0086] 実施の形態8に係る光学式エンコーダは、実施の形態1から実施の形態7と異なり、1枚目のスケール板に振幅格子を用いている。

[0087] 発光部の寸法において、X方向が長くY方向が短い、例えばLEDのような光源14から出射された光線15は、Y方向にのみ光を集光するシリンドリカルレンズ16により、Y方向のみ略平行にされる。シリンドリカルレンズ16を通過した光線により、1枚目のスケール板17上のA面に2次光源が生成され、2枚目のスケール板18により受光素子アレイ基板19上にA面上の光量分布が結像される。

[0088] 本実施の形態では、各スケール板の格子列(トラック)、受光素子アレイの列が2列備えられている。即ち、1枚目のスケール板17には、トラック20とトラック21が備わる。2枚目のスケール板18には、トラック22とトラック23が備わる。受光素子アレイ基板19にも対応する受光素子アレイ24、25が備わる。つまり、1枚目のスケール板17上の

トラック20に生成された2次光源の光量分布のうち、空間周波数フィルタとして働く2枚目のスケール板18上のトラック22の格子パターンが伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ24上に結像される。同様にトラック21に生成された2次光源の光量分布のうち、トラック23の格子パターンが伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ25上に結像される。1枚目のスケール板17と2枚目のスケール板18が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板19上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ24、受光素子アレイ25より各々得られる。各トラックの格子周期と各受光素子アレイの配列周期の組合せは、トラック20とトラック21上の2次光源分布が受光素子アレイ24、受光素子アレイ25上に結像される条件であれば良く、各像の周期は一致しなくても良い。

[0089] 実施の形態8に係る光学式エンコーダは、複数のトラックを持ったスケール板を用いるが、1枚目あるいは2枚目のスケール板の或るトラックを通過した光線が、2枚目のスケール板あるいは受光素子アレイ基板の対応するトラックとは異なるトラックに入射することが抑制される。従って、検出誤差の発生が抑制され得る。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0090] 本実施の形態では、発光部の寸法においてX方向が長く、Y方向が短い光源を用いたが、これに限定されるものではない。また、シリンドリカルレンズ16に円筒形状の屈折レンズを用いたが、一方向にのみ集光機能を持つフレネルレンズを用いても良い。

[0091] また、本実施の形態ではA面と2枚目のスケール板18との間隔、2枚目のスケール板18と受光素子アレイ基板19との間隔を各々Zとしたが、これに限定されるものではない。即ち、A面上の光量分布が受光素子アレイ基板19に結像される条件であれば良い。

[0092] さらに、本実施の形態においては、2枚目のスケール板18を透過型のスケールとしたが、反射型でも良い。この場合、受光素子アレイ基板19は2枚目のスケール板18

に対し、1枚目のスケール板17側、好ましくはA面上に配置すれば良い。

[0093] 実施の形態9

図9は、本発明の実施の形態9に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[0094] 実施の形態9は上記実施の形態4とほぼ同じ構成であるが、1枚目のスケール板26に振幅格子を用いている。1枚目のスケール板26上の振幅格子を備えた面と反対側に、X方向のみに光を散乱させその散乱角度がX方向の位置により変化するディフューザ27が備えられている。つまり当該ディフューザ27は、1枚目のスケール板26中央では散乱角度が大きく、X方向外側では散乱角度が中央に比べ小さくなるように設定されている。

[0095] また、実施の形態8と同様に各スケール板、受光素子アレイ基板29には複数のトラック、この実施の形態の場合は2つのトラックが備えられている。

[0096] 略平行光1が1枚目のスケール板26上の各トラック30、31に照射されると、実施の形態8と同様にA面上の各2次光源の光量分布のうち、2枚目のスケール板28上の各トラック32、33の格子パターンが伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板29上の対応する各受光素子アレイ34、35に結像される。1枚目のスケール板26と2枚目のスケール板28が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板29上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板29上の各受光素子アレイ34、35より得られる。

[0097] 実施の形態9に係る光学式エンコーダは、複数のトラックを持ったスケール板を用いるが、1枚目あるいは2枚目のスケール板の或るトラックを通過した光線が、2枚目のスケール板あるいは受光素子アレイ基板の対応するトラックとは異なるトラックに入射することが抑制される。従って、検出誤差の発生が抑制され得る。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、検出光量を増大させることができる。また、ディフューザ27により2次光源のコヒーレンシーを十分低下させることができ、光線同士の干渉によるノイズの少ない光量分布を受光素子アレイ基板29上に結像するこ

とができる。

[0098] さらに、ディフューザ27による光線の散乱角度をX方向の位置により変化させることで、受光素子アレイ基板29上の検出部7が存在する領域付近にのみ光線を照射させることが可能となり、より効率良く光源からの光線を受光素子に照射することができ、さらに検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0099] 本実施の形態では、ディフューザ27を1枚目のスケール板26上の振幅格子が備えられた面と反対側に備えているが、これに限定されるものではなく、振幅格子が備えられた面上に備えても良い。例えば、クロム蒸着で振幅格子を形成したあと、樹脂成形技術などでディフューザを振幅格子上に成形しても良い。また、本実施の形態では、1枚目のスケール板26とディフューザ27を一体としたが、別体でも良い。

[0100] また、本実施の形態ではA面と2枚目のスケール板28との間隔、2枚目のスケール板28と受光素子アレイ基板29との間隔を各々Zとしたが、これに限定されるものではない。即ち、A面上の光量分布が受光素子アレイ基板29に結像される条件であれば良い。

[0101] さらに、本実施の形態においては、2枚目のスケール板28を透過型のスケールとしたが、反射型でも良い。この場合、受光素子アレイ基板29は2枚目のスケール板28に対し、1枚目のスケール板26側、好ましくはA面上に配置すれば良い。

[0102] 実施の形態10

図10は、本発明の実施の形態10に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[0103] 実施の形態10は上記実施の形態9とほぼ同じ構成であるが、ディフューザ27と振幅格子を備えた1枚目のスケール板26の向きが図において上下逆に配置されている。つまり、光源側にディフューザ27が配置され、2枚目のスケール板28側に振幅格子が配置されている。このような配置であっても、上記実施の形態9と同様の動作をする。

[0104] 実施の形態10に係るエンコーダも、複数のトラックを持ったスケール板を用いるが、

1枚目あるいは2枚目のスケール板のあるトラックを通過した光線が、2枚目のスケール板あるいは受光素子アレイ基板の対応するトラックとは異なるトラックに入射することが抑制される。従って、検出誤差の発生が抑制され得る。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、検出光量を増大させることができる。また、ディフューザ27により2次光源のコヒーレンシーを十分低下させることができ、光線同士の干渉によるノイズの少ない光量分布を受光素子アレイ基板29上に結像することができる。

[0105] さらに、ディフューザ27による光線の散乱角度をX方向の位置により変化させることで、受光素子アレイ基板29上の検出部7が存在する領域付近にのみ光線を照射させることが可能となり、より効率良く光源からの光線を受光素子に照射することができ、さらに検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0106] 実施の形態11

図11は、本発明の実施の形態11に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[0107] 実施の形態11は上記実施の形態9とほぼ同じ構成であるが、振幅格子を形成した1枚目のスケール板26上にX方向のみに光を散乱させ、その散乱方向がX方向の位置により変化するディフューザ36が備えられている。図11(a)に示すように、1枚目のスケール板26の右側に備えられたディフューザ36は、A面上の2次光源からの光線を図面左上に向かって散乱させ、受光素子アレイ基板29上の検出部7が存在する領域全体に向かって進行させる。一方、1枚目のスケール板26の左側に備えられたディフューザ36は、左側に生成された2次光源からの光線を図面右上に向かって散乱させ、受光素子アレイ基板29上の検出部7が存在する領域全体に向かって進行させる。ディフューザ36中央は、A面上の2次光源からの光線を図面上側に向かって散乱させ、受光素子アレイ基板36上の検出部7が存在する領域全体に向かって進行させる。このようなディフューザ36は、CGH(Computer Generated Hologra

m)などにより実現される。

[0108] 略平行光1が1枚目のスケール板26上の各トラック30、31に照射されると、実施の形態8、9、10と同様に、A面上の各2次光源の光量分布のうち、2枚目のスケール板28上の各トラック32、33の格子パターンが伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板29上の対応する各受光素子アレイ34、35に結像される。1枚目のスケール板26と2枚目のスケール板28が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板29上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板29上の各受光素子アレイ34、35より得られる。

[0109] 実施の形態11に係る光学式エンコーダは、複数のトラックを持ったスケール板を用いるが、1枚目あるいは2枚目のスケール板のあるトラックを通過した光線が、2枚目のスケール板あるいは受光素子アレイ基板の対応するトラックとは異なるトラックに入射することが抑制される。従って、検出誤差の発生が抑制され得る。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、検出光量を増大させることができる。また、ディフューザ36により2次光源のコヒーレンシーを十分低下させることができ、光線同士の干渉によるノイズの少ない光量分布を受光素子アレイ基板29上に結像することができる。

[0110] さらに、ディフューザ36による光線の散乱方向をX方向の位置により変化させることで、受光素子アレイ基板29上の検出部7が存在する領域付近にのみ光線を照射させることが可能となり、より効率良く光源からの光線を受光素子に照射することができ、さらに検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0111] 本実施の形態では、ディフューザ36を1枚目のスケール板26上の振幅格子が備えられた面と反対側に備えているが、これに限定されるものではなく、振幅格子が備えられた面上に備えても良い。また、本実施の形態では、1枚目のスケール板26とディフューザ36を一体としたが、別体でも良い。

[0112] また、本実施の形態ではA面と2枚目のスケール板28との間隔、2枚目のスケール板28と受光素子アレイ基板29との間隔を各々Zとしたが、これに限定されるものでは

ない。即ち、A面上の光量分布が受光素子アレイ基板29に結像される条件であれば良い。

[0113] さらに、本実施の形態においては、2枚目のスケール板28を透過型のスケールとしたが、反射型でも良い。この場合、受光素子アレイ基板29は2枚目のスケール板28に対し、1枚目のスケール板26側、好ましくはA面上に配置すれば良い。

[0114] 実施の形態12

図12は、本発明の実施の形態12に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図であり、(a)が正面図、(b)が側面図である。

[0115] 1枚目のスケール板26の光源側にX方向にのみ光を集光するシリンドリカルレンズ37が備えられている。更に、反対側即ち2枚目のスケール板28側には、X方向のみに光を散乱させ、その散乱方向、散乱角度共にX方向の位置に依らず一定であるディフューザ38が備えられている。シリンドリカルレンズ37の焦点位置は受光素子アレイ基板29付近に設定されている。

[0116] 図12(a)に示すように、略平行光1はシリンドリカルレンズ37により屈折されるが、1枚目のスケール板26の右側では図面左上に向かって屈折され、1枚目のスケール板26の左側では図面右上に向かって屈折される。屈折されたあと、光線は振幅格子を通過しディフューザ38により散乱する。このとき、A面上右側に生成された2次光源からの光線は図面左上に向かって散乱し、受光素子アレイ基板29上の検出部7が存在する領域全体に向かって進行する。一方、左側に生成された2次光源からの光線は図面右上に向かって散乱し、受光素子アレイ基板29上の検出部7が存在する領域全体に向かって進行する。A面中央においては、2次光源からの光線は図面上側に向かって散乱し、受光素子アレイ基板36上の検出部7が存在する領域全体に向かって進行する。このことは実施の形態11と同様の効果をもたらす。

[0117] 本実施の形態では、実施の形態8、9、10、11と同様にA面上の各2次光源の光量分布のうち、2枚目のスケール板28上の各トラック32、33の格子パターンが伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板29上の対応する各受光素子アレイ34、35に結像される。1枚目のスケール板26と2枚目のスケール板28が格子配列方向に沿

って相対移動すると、受光素子アレイ基板29上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板29上の各受光素子アレイ34、35より得られる。

[0118] 実施の形態12に係る光学式エンコーダは、複数のトラックを持ったスケール板を用いるが、1枚目あるいは2枚目のスケール板のあるトラックを通過した光線が、2枚目のスケール板あるいは受光素子アレイ基板の対応するトラックとは異なるトラックに入射することが抑制される。従って、検出誤差の発生が抑制され得る。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、検出光量を増大させることができる。また、ディフューザ38により2次光源のコヒーレンシーを十分低下させることができ、光線同士の干渉によるノイズの少ない光量分布を受光素子アレイ基板29上に結像することができる。

[0119] さらに、ディフューザ38による光線の散乱方向をX方向の位置により変化させることで、受光素子アレイ基板29上の検出部7が存在する領域付近にのみ光線を照射させることが可能となり、より効率良く光源からの光線を受光素子に照射することができ、さらに検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0120] 本実施の形態では、1枚目のスケール板26とシリンドリカルレンズ37、ディフューザ38を一体としたが、各々別体でも良い。また、シリンドリカルレンズ37に円筒形状の屈折レンズを用いたが、一方向にのみ集光機能を持つフレネルレンズを用いても良い。

[0121] また、本実施の形態ではA面と2枚目のスケール板28との間隔、2枚目のスケール板28と受光素子アレイ基板29との間隔を各々Zとしたが、これに限定されるものではない。即ち、A面上の光量分布が受光素子アレイ基板29に結像される条件であれば良い。

[0122] さらに、本実施の形態においては、2枚目のスケール板28を透過型のスケールとしたが、反射型でも良い。この場合、受光素子アレイ基板29は2枚目のスケール板28に対し、1枚目のスケール板26側、好ましくはA面上に配置すれば良い。

[0123] 実施の形態13

図13は、本発明の実施の形態13に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図である。実施の形態13では、2枚目のスケール板に反射型スケールを適用する。

[0124] (a)と(c)は正面図であるが、(c)に示される形態は(a)に示される形態を更に改良したものである。(b)は(a)の場合の1枚目のスケール板付近の拡大図である。(d)は(c)の場合の1枚目のスケール板付近の拡大図である。

[0125] まず、(a)及び(b)に示される形態について説明する。

[0126] 1枚目のスケール板2の光源側にX方向にのみ光を屈折するプリズムアレイ39'が備えられており、反対側の出射側には、X方向のみに光を集光するシリンドリカルレンズアレイ3が備えられている。1枚目のスケール板2の図面上方には反射型スケール板40が配置され、1枚目のスケール板2のX方向左側には受光素子アレイ基板6が備えられている。

[0127] 略平行光1はプリズムアレイ39'にて屈折され、図面左方向に向かう。ここで、実施の形態1から実施の形態6と同様に、シリンドリカルレンズアレイ3により各略平行光束はX方向にのみ集光され、シリンドリカルレンズアレイ3の配列周期とほぼ同じ周期を持ち、光量が正弦波状分布である2次光源41を生成する。このあと、上述の略平行光束により発生した2次光源41から出射した光線は左方向に進行し、反射型スケール板40で反射したあと、受光素子アレイ基板6に入射する。このとき、プリズムアレイ39'の傾斜角は、受光素子アレイ基板6の受光量が最適になるように設定されている。

[0128] 上述正弦波状分布のうち、空間周波数フィルタとして働く反射型スケール板40が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と反射型スケール板40が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0129] 実施の形態13に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2に照射された光線は、プリズムアレイ39'とシリンドリカルレンズアレイ3の表面での反射や内部での吸収以外ほぼすべて通過することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を

大きくすることができる。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、さらに検出光量を増大させることができる。さらに、プリズムアレイ39'により略平行光1の進行方向を制御できるため、受光素子アレイ基板6上の検出部が存在する領域付近にのみ光線を照射させることが可能となり、より効率良く光源からの光線を受光素子に照射することができ、さらに検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0130] 本実施の形態においては、プリズムアレイ39'を用いたが単プリズムでも同様の効果が得られる。また、プリズムアレイ39'の周期はシリンドリカルレンズアレイ3の周期と関係なく、任意の値で良いが、2次光源41の光量分布が所望の分布となるように決定すればよい。また、本実施の形態では、プリズムアレイ39'と1枚目のスケール板2を一体としたが、別体でも良い。更に本実施の形態では、シリンドリカルレンズアレイ3に円筒形状の屈折レンズを用いたが、一方向にのみ集光機能を持つフレネルレンズアレイを用いても良い。

[0131] 次に、(c)及び(d)に示される形態について説明する。

[0132] (a)、(b)に示される形態と同様に、1枚目のスケール板2の光源側にX方向にのみ光を屈折するプリズムアレイ39が備えられている。このプリズムアレイ39は略平行光1を屈折し、図面左右方向に向かう2つの略平行光束に分ける。ここで、実施の形態1から実施の形態6と同様に、シリンドリカルレンズアレイ3により各略平行光束はX方向にのみ集光され、シリンドリカルレンズアレイ3の配列周期とほぼ同じ周期を持ち、光量が正弦波状分布である2次光源41、42を生成する。このあと、上述2つの略平行光束により発生した2次光源41、42から出射した光線は各々左右方向に進行し、反射型スケール板40で反射したあと、図面左右の受光素子アレイ基板6に入射する。このとき、プリズムアレイ39の2種類の傾斜角は、受光素子アレイ基板6の受光量が最適になるように設定されている。

[0133] 上述正弦波状分布のうち、空間周波数フィルタとして働く反射型スケール板40が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と反射型スケール板40が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子ア

レイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0134] (c)(d)に示される形態は、(a)(b)に示される形態とほぼ同様の効果を得ることができる。受光素子アレイ基板6の単位面積当たりに受ける光量は、(c)(d)の場合では確かに(a)(b)の場合の半分になる。しかし、(c)(d)に示される形態は対称性を備えるから、左右の受光素子アレイの各々により検出される信号に含まれる誤差が、もう一方の受光素子アレイの信号により除去され得るとも言える。

[0135] (c)(d)に示される形態において、プリズムアレイ39を用いたが単プリズムでも同様の効果が得られる。

[0136] 実施の形態14

図14は、本発明の実施の形態14に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図である。実施の形態14では、2枚目のスケール板に反射型スケールを適用する。

[0137] (a)と(c)が正面図、(b)と(d)が各々、(a)と(c)に対応する側面図である。(c)(d)に示される形態は、(a)(b)に示される形態を更に改良したものである。

[0138] まず、(a)(b)に示される形態について説明する。

[0139] 実施の形態14は上記実施の形態13とほぼ同じ構成であるが、1枚目のスケール板2の光源側にはX方向ではなく、Y方向(の左方)のみに光を屈折するプリズムアレイ43'が備えられており、1枚目のスケール板2のY方向左側に受光素子アレイ基板6が備えられている。

[0140] 略平行光1はプリズムアレイ43'にて屈折され、略平行光束となる。略平行光束により発生した2次光源から出射した光線は屈折された方向に進行し、反射型スケール板40で反射したあと、受光素子アレイ基板6に入射する。このとき、プリズムアレイ43'の傾斜角は、受光素子アレイ基板6の受光量が最適になるように設定されている。実施の形態13と異なるのは、プリズムアレイ43'で略平行光1が屈折される方向である。

[0141] 上述2次光源の正弦波状分布のうち、空間周波数フィルタとして働く反射型スケール板40が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚

目のスケール板2と反射型スケール板40が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0142] 実施の形態14に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2に照射された光線は、プリズムアレイ43'とシリンドリカルレンズアレイ3の表面での反射や内部での吸収以外ほぼすべて通過することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を大きくすることができる。さらに、プリズムアレイ43'により略平行光1の進行方向を制御できるため、受光素子アレイ基板6上の検出部が存在する領域付近にのみ光線を照射させることが可能となり、より効率良く光源からの光線を受光素子に照射することができ、さらに検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0143] 本実施の形態においては、プリズムアレイ43'を用いたが単プリズムでも同様の効果が得られる。また、プリズムアレイ43'の周期はシリンドリカルレンズアレイ3の周期と関係なく、任意の値で良いが、2次光源の光量分布が所望の分布となるように決定すればよい。また、本実施の形態では、プリズムアレイ43'と1枚目のスケール板2を一体としたが、別体でも良い。更に、本実施の形態では、シリンドリカルレンズアレイ3に円筒形状の屈折レンズを用いたが、一方向にのみ集光機能を持つフレネルレンズアレイを用いても良い。

[0144] 次に、(c)(d)に示される形態について説明する。

[0145] (c)(d)に示される形態と同様に、1枚目のスケール板2の光源側にはX方向ではなく、Y方向のみに光を屈折するプリズムアレイ43が備えられている。ここで、受光素子アレイ基板6は、1枚目のスケール板2のY方向の両側に備えられている。つまり、プリズムアレイ43は略平行光1を屈折して2つの略平行光束に分ける。

[0146] これら2つの略平行光束により発生した2次光源から出射した光線は、各々屈折された方向に進行し、反射型スケール板40で反射したあと、(Y方向で2箇所に分かれた)受光素子アレイ基板6に入射する。このとき、プリズムアレイ43の傾斜角は、受光素子アレイ基板6の受光量が最適になるように設定されている。

[0147] 上述2次光源の正弦波状分布のうち、空間周波数フィルタとして働く反射型スケー

ル板40が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と反射型スケール板40が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0148] (c)(d)に示される形態は、(a)(b)に示される形態とほぼ同様の効果を得ることができる。受光素子アレイ基板6の単位面積当たりに受ける光量は、(d)の場合では確かに(b)の場合の半分になる。しかし、(c)(d)に示される形態は対称性を備えるから、左右の受光素子アレイの各々により検出される信号に含まれる誤差が、もう一方の受光素子アレイの信号により除去され得るとも言える。

[0149] 本実施の形態においては、プリズムアレイ43を用いたが単プリズムでも同様の効果が得られる。

[0150] 実施の形態15

図15は、本発明の実施の形態15に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図である。実施の形態15では、2枚目のスケール板に反射型スケールを適用する。

[0151] (a)と(b)はいずれも正面図である。(b)に示される形態は、(a)に示される形態を更に改良したものである。

[0152] まず、(a)に示される形態について説明する。

[0153] 実施の形態15は上記実施の形態13とほぼ同じ構成であるが、1枚目のスケール板26にはX方向のみに光を屈折させるプリズムアレイ39'と、振幅格子が備えられている。略平行光1はプリズムアレイ39'にて屈折され、図面左方向に向かう略平行光束とされる。その略平行光束により生成される2次光源から出射した光線は屈折された方向(図面左方向)に進行し、反射型スケール板40で反射したあと、受光素子アレイ基板29に入射する。このとき、プリズムアレイ39'の傾斜角は、受光素子アレイ基板29の受光量が最適になるように設定されている。

[0154] 上述2次光源の正弦波状分布のうち、空間周波数フィルタとして働く反射型スケール板40が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板29上に結像される。1枚目のスケール板26と反射型スケール板40が格子配列方向に沿って相対移動する

と、受光素子アレイ基板29上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板29より得られる。

[0155] 実施の形態15に係る光学式エンコーダでは、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、検出光量を増大させることができる。さらに、プリズムアレイ39'により略平行光1の進行方向を制御できるため、受光素子アレイ基板29上の検出部が存在する領域付近にのみ光線を照射させることが可能となり、より効率良く光源からの光線を受光素子に照射することができ、さらに検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0156] 本実施の形態においては、プリズムアレイ39'を用いたが単プリズムでも同様の効果が得られる。また、プリズムアレイ39'の周期は1枚目のスケール板26上の振幅格子の周期とは関係なく、任意の値で良いが、2次光源の光量分布が所望の分布となるように決定すればよい。また、本実施の形態では、プリズムアレイ39'と1枚目のスケール板26を一体としたが、別体でも良い。

[0157] また、本実施の形態では、プリズムアレイ39'によりX方向に略平行光1を屈折させているが、実施の形態14と同様に、Y方向に略平行光を屈折させ、1枚目のスケール板26のY方向隣に受光素子アレイ基板29を配置しても良い。また、本実施の形態においては、プリズムアレイ39'を光線入射側に配置したが、光線出射側に配置しても良い。また、本実施の形態においては、プリズムアレイ39'を1枚目のスケール板26に備えられた振幅格子と反対側に備えたが、同一面に備えても良い。

[0158] 次に、(b)に示される形態について説明する。

[0159] (a)に示される形態と同様に、1枚目のスケール板26にはX方向のみに光を屈折させるプリズムアレイ39と、振幅格子が備えられている。このプリズムアレイ39は略平行光1を屈折し、図面左右方向に向かう2つの略平行光束に分ける。2つの略平行光束により生成される各2次光源から出射した光線は各々屈折された方向(図面左右方向)に進行し、反射型スケール板40で反射したあと、図面左右の受光素子アレイ基板29に入射する。このとき、プリズムアレイ39の傾斜角は、受光素子アレイ基板29の

受光量が最適になるように設定されている。

[0160] 上述2次光源の正弦波状分布のうち、空間周波数フィルタとして働く反射型スケール板40が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板29上に結像される。1枚目のスケール板26と反射型スケール板40が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板29上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板29より得られる。

[0161] (b)に示される形態は、(a)に示される形態とほぼ同様の効果を得ることができる。受光素子アレイ基板29の単位面積当たりに受ける光量は、(b)の場合には確かに(a)の場合の半分になる。しかし、(b)に示される形態は対称性を備えるから、左右の受光素子アレイの各々により検出される信号に含まれる誤差が、もう一方の受光素子アレイの信号により除去され得るとも言える。

[0162] (b)に示される形態においても、プリズムアレイ39を用いたが単プリズムでも同様の効果が得られる。また、プリズムアレイ39によりX方向に略平行光1を屈折させているが、実施の形態14と同様に、Y方向に略平行光を屈折させ、1枚目のスケール板26のY方向隣に受光素子アレイ基板29を配置しても良い。

[0163] 実施の形態16

図16は、本発明の実施の形態16に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図である。(a)が正面図、(b)が側面図である。

[0164] 実施の形態2においては、1枚目のスケール板2上のシリンドリカルレンズアレイ3を凸レンズアレイとしたが、本実施の形態では凹レンズアレイとなるシリンドリカルレンズアレイ44を配置している。実際には、シリンドリカルレンズアレイ44と1枚目のスケール板2との境界、1枚目のスケール板2のシリンドリカルレンズアレイ44が配置される面とは反対側の面にて光線が屈折されるが、実施の形態を模式的に記すため図16では上述屈折を省略している。

[0165] 実施の形態16では上記実施の形態2と同様、正弦波状分布を持った2次光源が生成されるが、シリンドリカルレンズアレイ44が凹レンズアレイであるため、2次光源は1枚目のスケール板2の光線入射側のA面上に仮想的に生成される。

[0166] 上述正弦波状分布のうち、空間周波数フィルタとして働く2枚目のスケール板4が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と2枚目のスケール板4が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0167] 実施の形態16に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2に照射された光線は、1枚目のスケール板2とシリンドリカルレンズアレイ44の表面での反射や内部での吸収以外ほぼすべて通過することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を大きくすることができる。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、さらに検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0168] さらに、正弦波状分布を持った2次光源を1枚目のスケール板2の光線入射側に生成させることができるので、設計自由度を増すことができる。

[0169] 本実施の形態では、A面と2枚目のスケール板4との間隔、2枚目のスケール板4と受光素子アレイ基板6との間隔を各々Zとし、1枚目のスケール板2上のシリンドリカルレンズアレイ44の配列周期、2枚目のスケール板4上の格子周期、受光素子アレイ基板6上の受光部7の配列周期を各々Pとしたが、これに限定されるものではない。即ち、図1(c)に示したA面上の光量分布が受光素子アレイ基板6に結像される条件であれば良い。

[0170] また、本実施の形態では、シリンドリカルレンズアレイ44に円筒形状の屈折レンズを用いたが、一方向にのみ拡散機能を持つフレネルレンズアレイを用いても良い。あるいはシリンドリカルレンズ44と同じ配列周期を持った2等辺三角形状のプリズムアレイを用いても同様の効果を得ることができる。さらに、本実施の形態においては、2枚目のスケール板4を透過型のスケールとしたが、反射型でも良い。この場合、受光素子アレイ基板6は2枚目のスケール板4に対し、1枚目のスケール板2側、好ましくはA面上に配置すれば良い。

[0171] 実施の形態17

図17は、本発明の実施の形態17に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図である。実施の形態17では、2枚目のスケール板に反射型スケールを適用する。

[0172] 図17では、1枚目のスケール板2上にX方向にのみに光を集光するシリンドリカルレンズアレイ45が備えられている。1枚目のスケール板2の光線出射側には反射型スケール板40が配置され、1枚目のスケール板2のX方向隣のA面上には受光素子アレイ基板6が備えられている。

[0173] シリンドリカルレンズアレイ45の各レンズ焦点位置は、図面右方向に屈折された入射光線がA面上で交差した位置に存在し、シリンドリカルレンズアレイ45の配列周期とほぼ同じ周期を持つ。これらのレンズ焦点位置に、光量が正弦波状分布である2次光源が生成される。

[0174] 上述2次光源から出射した光線は図面右方向に進行し、反射型スケール板40で反射したあと、受光素子アレイ基板6に入射する。このとき、シリンドリカルレンズアレイ45による光線進行方向(破線矢印)の傾きは、受光素子アレイ基板6の受光量が最適になるように設定されている。

[0175] 上述正弦波状分布のうち、空間周波数フィルタとして働く反射型スケール板40が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と反射型スケール板40が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0176] 実施の形態17に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2に照射された光線は、シリンドリカルレンズアレイ45の表面での反射や内部での吸収以外ほぼすべて通過することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を大きくすることができる。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、さらに検出光量を増大させることができる。さらに、シリンドリカルレンズアレイ45の形状により光線進行方向を制御できるため、受光素子アレイ基板6上の検出部が存在する領域付近にのみ光線を照射させることが可能となり、より効率良く光源からの光線を受光素子に

照射することができ、さらに検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0177] 本実施の形態では、A面と反射型スケール板40との間隔、反射型スケール板40と受光素子アレイ基板6との間隔を等しくし、1枚目のスケール板2上のシリンドリカルレンズアレイ45の配列周期、反射型スケール板40上の格子周期、受光素子アレイ基板6上の受光素子の配列周期を等しくしたが、これに限定されるものではない。即ち、図1(c)に示したA面上の光量分布が受光素子アレイ基板6に結像される条件であれば良い。

[0178] また、本実施の形態では、シリンドリカルレンズアレイ45に円筒形状の屈折レンズを用いたが、一方向にのみ集光機能を持つフレネルレンズアレイを用いても良い。あるいはシリンドリカルレンズ45と同じ配列周期を持った三角形状のプリズムアレイを用いても同様の効果が得られる。

[0179] 実施の形態18

図18は、本発明の実施の形態18に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す正面図である。実施の形態18では、1枚目のスケール板に反射型スケールを適用する。

[0180] 図18では、1枚目のスケール板2上にX方向にのみに光を集光する凹型シリンドリカルミラーアレイ47が備えられている。1枚目のスケール板2の光線出射側には2枚目のスケール板4が配置され、さらに光線進行方向側に受光素子アレイ基板6が備えられている。入射光である略平行光1は、2枚目のスケール板4に備わる光学窓46から入射される。

[0181] 略平行光1は光学窓46を通過後、凹型シリンドリカルミラーアレイ47を照射する。各凹面ミラーの焦点位置A面上には、凹型シリンドリカルミラーアレイ47の配列周期とほぼ同じ周期を持ち、光量が正弦波状分布である2次光源が生成される。

[0182] 上述2次光源から出射した光線は図面左下方向に進行し、2枚目のスケール板4を通過したあと、受光素子アレイ基板6に入射する。このとき、凹型シリンドリカルミラーアレイ47の焦点距離、凹型シリンドリカルミラーアレイ47からの反射光線進行方向(破線矢印)の傾きは、凹型シリンドリカルミラーアレイ47に照射されたほぼ全ての光線

が受光素子アレイ基板6上に進行するように設定されている。

[0183] 上述正弦波状光量分布のうち、空間周波数フィルタとして働く2枚目のスケール板4が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と2枚目のスケール板4が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0184] 実施の形態18に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2上に照射された光線は、凹型シリンドリカルミラーアレイ47による吸収や散乱以外ほぼすべて正反射することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を大きくすることができる。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、さらに検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0185] 図18に示す形態においては、A面と2枚目のスケール板4との間隔、2枚目のスケール板4と受光素子アレイ基板6との間隔を等しくし、1枚目のスケール板2上の凹型シリンドリカルミラーアレイ47の配列周期、2枚目のスケール板4の格子周期、受光素子アレイ基板6上の受光素子7の配列周期を等しくしたが、これに限定されるものではない。即ち、A面上の光量分布が受光素子アレイ基板6に受光素子7の配列周期と同じ周期を持った像として結像される条件であれば良い。

[0186] また、本実施の形態では、凹型シリンドリカルミラーアレイ47に円筒形状の凹面ミラーアレイを用いたが、X方向にのみ集光機能を持つフレネルレンズ構造を持ったミラーアレイや反射型回折光学素子アレイを用いても良い。あるいは凹型シリンドリカルミラーアレイ47と同じ配列周期を持った三角形状のミラーアレイを用いても同様の効果が得られる。

[0187] また、図18では光学窓46を記したが、これがなくても上述と同様の動作が可能である。

[0188] 実施の形態19

図19は、本発明の実施の形態19に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケー

ル板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す正面図である。

[0189] 実施の形態18においては、1枚目のスケール板2上の光学素子アレイを凹型シリンドリカルミラーアレイ47としたが、本実施の形態では凸型シリンドリカルミラーアレイ48を配置している。

[0190] 本実施の形態では上記実施の形態18と同様、正弦波状分布を持った2次光源が生成されるが、シリンドリカルミラーアレイが凸型であるため、2次光源は1枚目のスケール板2の光線入射側とは反対側(図19の上側)のA面上に仮想的に生成される。

[0191] このとき、凸型シリンドリカルミラーアレイ48の焦点距離、凸型シリンドリカルミラーアレイ48からの反射光線進行方向(破線矢印)の傾きは、凸型シリンドリカルミラーアレイ48に照射されたほぼ全ての光線が受光素子アレイ基板6上に進行するように設定されている。

[0192] 上述正弦波状分布のうち、空間周波数フィルタとして働く2枚目のスケール板4が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と2枚目のスケール板4が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0193] 実施の形態19に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2上に照射された光線は、凸型シリンドリカルミラーアレイ48による吸収や散乱以外ほぼすべて正反射することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を大きくすることができる。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、さらに検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0194] 図19に示される形態においては、A面と2枚目のスケール板4との間隔、2枚目のスケール板4と受光素子アレイ基板6との間隔を等しくし、1枚目のスケール板2上の凸型シリンドリカルミラーアレイ48の配列周期、2枚目のスケール板4の格子周期、受光素子アレイ基板6上の受光素子7の配列周期を等しくしたが、これに限定されるものではない。即ち、A面上の光量分布が受光素子アレイ基板6に受光素子7の配列周

期と同じ周期を持った像として結像される条件であれば良い。

[0195] また、本実施の形態では、凸型シリンドリカルミラーアレイ48に円筒形状の凸面ミラーアレイを用いたが、X方向にのみ拡散機能を持つフレネルレンズ構造を持ったミラーアレイや反射型回折光学素子アレイを用いても良い。あるいは凸型シリンドリカルミラーアレイ48と同じ配列周期を持った三角形状のミラーアレイを用いても同様の効果が得られる。

[0196] また、図19では光学窓46を記したが、これがなくても上述と同様の動作が可能である。

[0197] 実施の形態20

図20は本発明の実施の形態20に係る光学式エンコーダのうち、レンズ、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す正面図である。本実施の形態では、1枚目のスケール板に反射型スケールを適用する。

[0198] 本実施の形態における光学式エンコーダは上述実施の形態18と同様の動作をするが、光学窓46上に光源11から出射した光線を略平行にするレンズ49が備えられている。

[0199] 光源11から出射した光線はレンズ49により略平行光1となるが、光源11の出射光軸とレンズ49の中心軸が意図的にずらされているため、略平行光1は図面左上方向に進行し、凹型シリンドリカルミラーアレイ47を照射する。各凹面ミラーの焦点位置A面上には、凹型シリンドリカルミラーアレイ47の配列周期とほぼ同じ周期を持ち、光量が正弦波状分布である2次光源が生成される。

[0200] 上述正弦波状光量分布のうち、空間周波数フィルタとして働く2枚目のスケール板4が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と2枚目のスケール板4が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0201] 本実施の形態に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2上に照射された光線は、凹型シリンドリカルミラーアレイ47による吸収や散乱以外ほぼすべて正反射することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を大きくすることができる。ま

た、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、さらに検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0202] また、レンズ49が光学窓46と一体成形されるので光源、レンズ部分を薄型化することが可能となる。さらに、部品点数を減らすことができ、製作コストを低減することが可能となる。

[0203] 図20に示される形態では、レンズ49を光学窓46上の光源11側に配置したが、1枚目のスケール板2側(図面上側)に配置しても同様の効果が得られる。

[0204] また、本実施の形態では、レンズ49に平凸レンズを用いたが、同様の働きをするフレネルレンズや回折格子型レンズでも良い。

[0205] 実施の形態21

図21は、本発明の実施の形態21に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す図である。実施の形態21では、1枚目のスケール板に反射型スケールを適用する。(a)が正面図、(b)が側面図である。

[0206] 実施の形態21は上記実施の形態18とほぼ同じ構成であるが、略平行光1は1枚目のスケール板2に対し、X方向に傾いて入射するのではなく、Y方向に傾いて入射する。

[0207] 実施の形態18と同様、凹型シリンドリカルミラーアレイ47の焦点位置A面上に光量が正弦波状分布である2次光源が生成される。この2次光源から出射した光線は図21(b)の左下方向に進行し、2枚目のスケール板4を通過したあと、受光素子アレイ基板6に入射する。このとき、凹型シリンドリカルミラーアレイ47の焦点距離、凹型シリンドリカルミラーアレイ47からの反射光線進行方向(破線矢印)の傾き、2枚目のスケール板4と受光素子アレイ基板6のXY平面上における位置は、凹型シリンドリカルミラーアレイ47に照射されたほぼ全ての光線が受光素子アレイ基板6上に進行するように設定されている。

[0208] 上述正弦波状光量分布のうち、空間周波数フィルタとして働く2枚目のスケール板

4が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と2枚目のスケール板4が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0209] 実施の形態21に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2上に照射された光線は、凹型シリンドリカルミラーアレイ47による吸収や散乱以外ほぼすべて正反射することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を大きくすることができる。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、さらに検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0210] 実施の形態21では略平行光1が1枚目のスケール板2に対し、Y方向に傾いて入射し、実施の形態18ではX方向に傾いて入射するが、これらに限られることはなくX、Y両方向に傾いて入射させても良い。ただし、2枚目のスケール板4、受光素子アレイ基板6の位置は、受光素子アレイ基板6の受光量が最適になるように設定する必要がある。

[0211] 実施の形態22

図22は、本発明の実施の形態22に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す正面図である。実施の形態22では、1枚目のスケール板に反射型スケールを適用する。(a)が正面図、(b)は(a)の1枚目のスケール板付近の拡大図である。

[0212] 図22では、1枚目のスケール板2上にX方向にのみに光を集光するシリンドリカルレンズアレイ50と、反射体51が備えられている。1枚目のスケール板2の光線出射側には2枚目のスケール板4が配置され、さらに光線進行方向側に受光素子アレイ基板6が備えられている。入射光である略平行光1は、2枚目のスケール板4に備わる光学窓46から入射される。

[0213] 略平行光1は光学窓46を通過後、シリンドリカルレンズアレイ50を照射する。照射された光線は各シリンドリカルレンズにより集束されつつ反射体51で反射し、再度シ

リンドリカルレンズにて集束され2枚目のスケール板4に向かう。焦点位置A面上には、シリンドリカルレンズアレイ50の配列周期とほぼ同じ周期を持ち、光量が正弦波状分布である2次光源が生成される。

[0214] 上述2次光源から出射した光線は図面左下方向に進行し、2枚目のスケール板4を通過したあと、受光素子アレイ基板6に入射する。このとき、シリンドリカルレンズアレイ50の焦点距離、シリンドリカルレンズアレイ50からの反射光線進行方向(破線矢印)の傾きは、シリンドリカルレンズアレイ50に照射されたほぼ全ての光線が受光素子アレイ基板6上に進行するように設定されている。

[0215] 上述正弦波状光量分布のうち、空間周波数フィルタとして働く2枚目のスケール板4が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と2枚目のスケール板4が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0216] 実施の形態22に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2上に照射された光線は、シリンドリカルレンズアレイ50、反射体51による吸収や散乱以外ほぼすべて受光素子アレイ基板6上に進行することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を大きくすることができる。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、さらに検出光量を増大させることができる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0217] また、本実施の形態では、シリンドリカルレンズアレイ50に円筒形状の屈折レンズアレイを用いたが、X方向にのみ集光機能を持つフレネルレンズアレイや透過型回折光学素子アレイを用いても良い。

[0218] 実施の形態23

図23は、本発明の実施の形態23に係る光学式エンコーダのうち、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板、受光素子アレイ基板を示す正面図である。実施の形態23では、1枚目のスケール板に反射型スケールを適用する。

[0219] 本実施の形態は、実施の形態18とほぼ同様の構成であるが、2枚目のスケール板

52上には振幅格子ではなく、矩形断面を持つ位相格子53が備えられている。位相格子においても配列周期、段差、各スケール板間隔を適当に設定すれば振幅格子と同様にある光学的伝達関数（OTF）を持った空間周波数フィルタとして働く。本実施の形態の場合、位相格子53の配列周期は、凹型シリンドリカルミラーアレイ47の配列周期、受光素子アレイ基板6上の受光素子7の配列周期と同じPである。また、その段差dは以下の式を満たす値としている。

[0220] [数2]

$$d = \frac{\lambda}{2(n-1)}$$

[0221] 上式にて、λは光源から出射される光線の波長、nは位相格子53の屈折率である。

[0222] さらに、凹型シリンドリカルミラーアレイ47の各凹面ミラーの焦点位置A面と2枚目のスケール板52の間隔Z1、2枚目のスケール板52と受光素子アレイ基板6の間隔Z2は等しく、前述（数1）に記載した値を持つ。

[0223] 凹型シリンドリカルミラーアレイ47の焦点位置A面上に生成された正弦波状光量分布のうち、空間周波数フィルタとして働く2枚目のスケール板52が伝達する周波数成分のみが、受光素子アレイ基板6上に結像される。1枚目のスケール板2と2枚目のスケール板52が格子配列方向に沿って相対移動すると、受光素子アレイ基板6上の像も移動し、2枚のスケール板の相対移動量に相関のある出力信号が受光素子アレイ基板6より得られる。

[0224] 実施の形態23に係る光学式エンコーダでは、1枚目のスケール板2上に照射された光線は、凹型シリンドリカルミラーアレイ47による吸収や散乱以外ほぼすべて正反射することができ、受光素子アレイ基板6に照射される光量を大きくすることができる。また、スケールパターンの配列方向と垂直な方向には光線を拡散させないので、光源からの光線をより効率良く受光素子に伝達することができ、さらに検出光量を増大させることができる。さらに2枚目のスケール板52には遮光部を持つ振幅格子ではなく、位相格子53を備えているため、材料の吸収や散乱以外ほぼすべての光線を透

過することができ、検出光量が増大する。例えば、1枚目のスケール板、2枚目のスケール板共にデューティ比50%の振幅格子を用いた場合と比べると約4倍の検出光量が期待できる。従って、検出分解能、検出精度など光学式エンコーダの特性を向上することが可能となる。

[0225] 本実施の形態においては、A面と2枚目のスケール板52との間隔、2枚目のスケール板52と受光素子アレイ基板6との間隔を等しくし、凹型シリンドリカルミラーアレイ47の配列周期、位相格子53の配列周期、受光素子アレイ基板6上の受光素子7の配列周期を等しくしたが、これに限定されるものではない。即ち、A面上の光量分布が受光素子アレイ基板6上に結像される条件であれば良い。

[0226] また、本実施の形態では、位相格子53に矩形断面を持つ矩形位相格子を使用したが、これに限られることなく、正弦波状断面を持つ正弦波位相格子など、A面上の光量分布が受光素子アレイ基板6上に結像される条件であれば良い。

請求の範囲

[1] 光源と、

光源からの光を略平行に変換するレンズと、

レンズを介した光源からの光を所定の周期方向に集光或いは拡散して周期的な光量分布を生成する光学素子アレイを備える第1のスケール板と、

第1のスケール板からの光を周期的に空間変調する第2のスケール板と、

第2のスケール板からの光を通過させる開口を有する第3のスケール板と、

第3のスケール板からの光を受光する受光素子とを含むことを特徴とする、第1及び第2のスケール板の相対移動距離を測定する光学式エンコーダ。

[2] 上記光学素子アレイが上記周期方向のみに光を集光或いは拡散するシリンドリカルレンズアレイであることを特徴とする請求項1に記載の光学式エンコーダ。

[3] 上記光学素子アレイが上記周期方向のみに光を集光あるいは拡散するシリンドリカルミラーアレイであることを特徴とする請求項1に記載の光学式エンコーダ。

[4] 上記光学素子アレイが第1のスケール板の光線入射側に備えられ、反対側に上記周期方向に光を散乱させるディフューザを備えたことを特徴とする請求項1に記載の光学式エンコーダ。

[5] ディフューザの光散乱角度が、上記周期方向の位置によって変化することを特徴とする請求項4に記載の光学式エンコーダ。

[6] ディフューザの光散乱方向が、上記周期方向の位置によって変化することを特徴とする請求項4に記載の光学式エンコーダ。

[7] 上記光学素子アレイが備えられた第1のスケール板上の面とは反対側に、一方向のみに光を屈折させるプリズムを備えたことを特徴とする請求項1に記載の光学式エンコーダ。

[8] 上記光学素子アレイが第1のスケール板の光線入射側に備えられ、反対側に上記周期方向に光を屈折させ、その屈折方向が上記周期方向の位置によって変化するプリズムアレイを備えたことを特徴とする請求項7に記載の光学式エンコーダ。

[9] 上記光源からの光を略平行に変換するレンズを第1のスケール板の光線入射側に備え、反対側に上記光学素子アレイを備えたことを特徴とする請求項1に記載の光

学式エンコーダ。

[10] 光源と、

光源からの光を所定の周期方向と垂直な方向にのみ光を集光し平行光化するシリンドリカルレンズと、

シリンドリカルレンズを介した光源からの光を上記周期方向で周期的となる光量分布に変換する第1のスケール板と、

第1のスケール板からの光を周期的に空間変調する第2のスケール板と、

第2のスケール板からの光を通過させる開口を有する第3のスケール板と、

第3のスケール板からの光を受光する受光素子とを含むことを特徴とする、第1及び第2のスケール板の相対移動距離を測定する光学式エンコーダ。

[11] 光源と、

光源からの光を略平行に変換するレンズと、

レンズを介した光源からの光を周期的な光量分布に変換する振幅格子、及び一方向のみに光を散乱あるいは屈折させる光学素子を備える第1のスケール板と、

第1のスケール板からの光を周期的に空間変調する第2のスケール板と、

第2のスケール板からの光を通過させる開口を有する第3のスケール板と、

第3のスケール板からの光を受光する受光素子とを含むことを特徴とする、第1及び第2のスケール板の相対移動距離を測定する光学式エンコーダ。

[12] 上記光学素子が、上記周期方向のみに光を散乱させるディフューザであることを特徴とする請求項11に記載の光学式エンコーダ。

[13] ディフューザの散乱角度が、上記周期方向の位置によって変化することを特徴とする請求項12に記載の光学式エンコーダ。

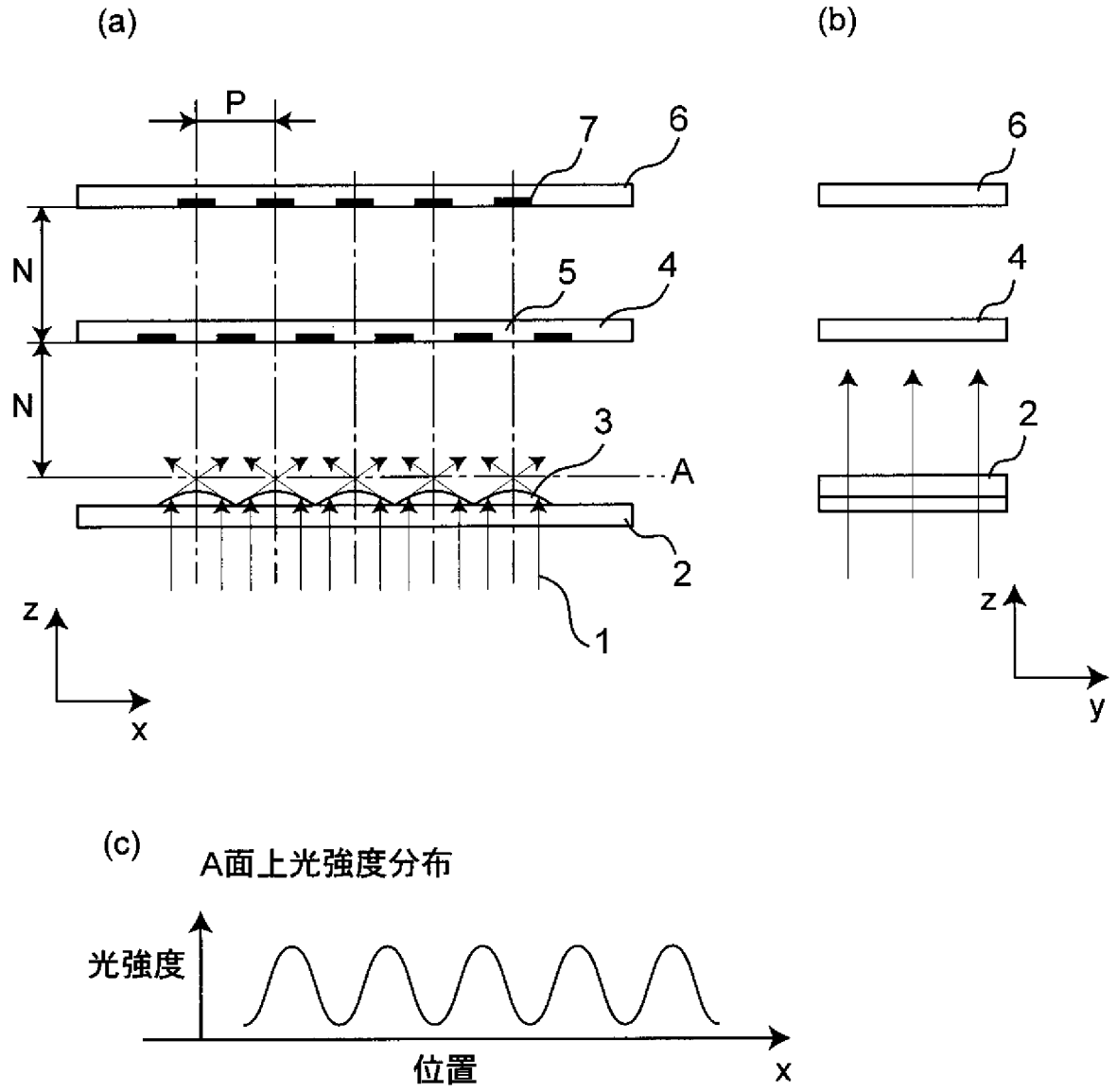
[14] ディフューザの散乱方向が、上記周期方向の位置によって変化することを特徴とする請求項12に記載の光学式エンコーダ。

[15] 上記ディフューザが第1のスケール板の光線出射側に備えられ、反対側に上記周期方向のみに光を集光するシリンドリカルレンズを備えたことを特徴とする請求項12に記載の光学式エンコーダ。

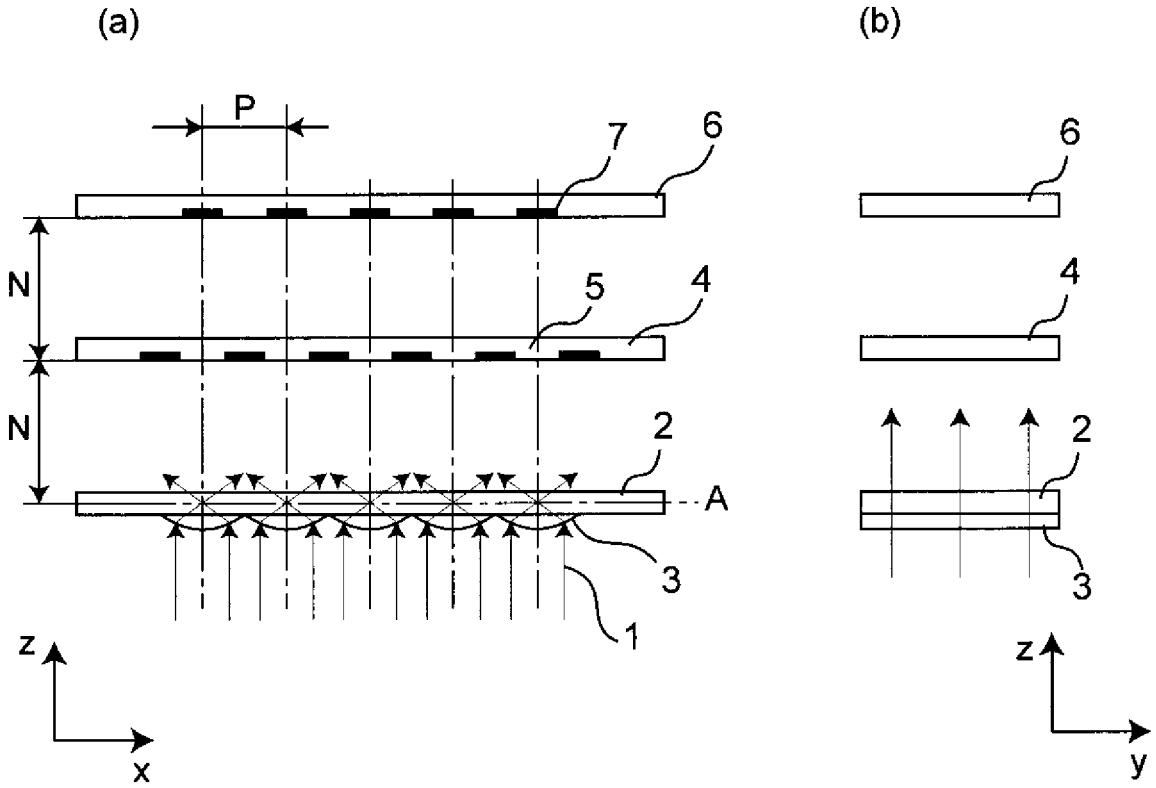
[16] 上記光学素子が、一方向のみに光を屈折させるプリズムであることを特徴とする請

求項11に記載の光学式エンコーダ。

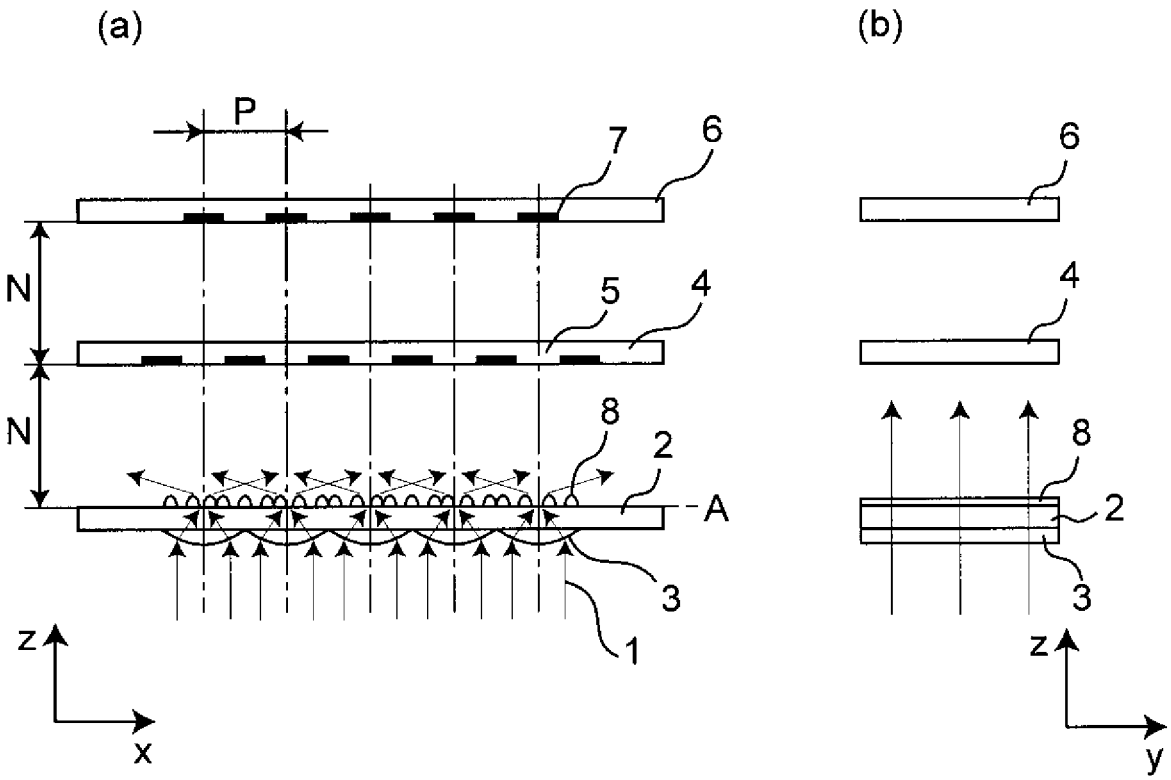
[図1]



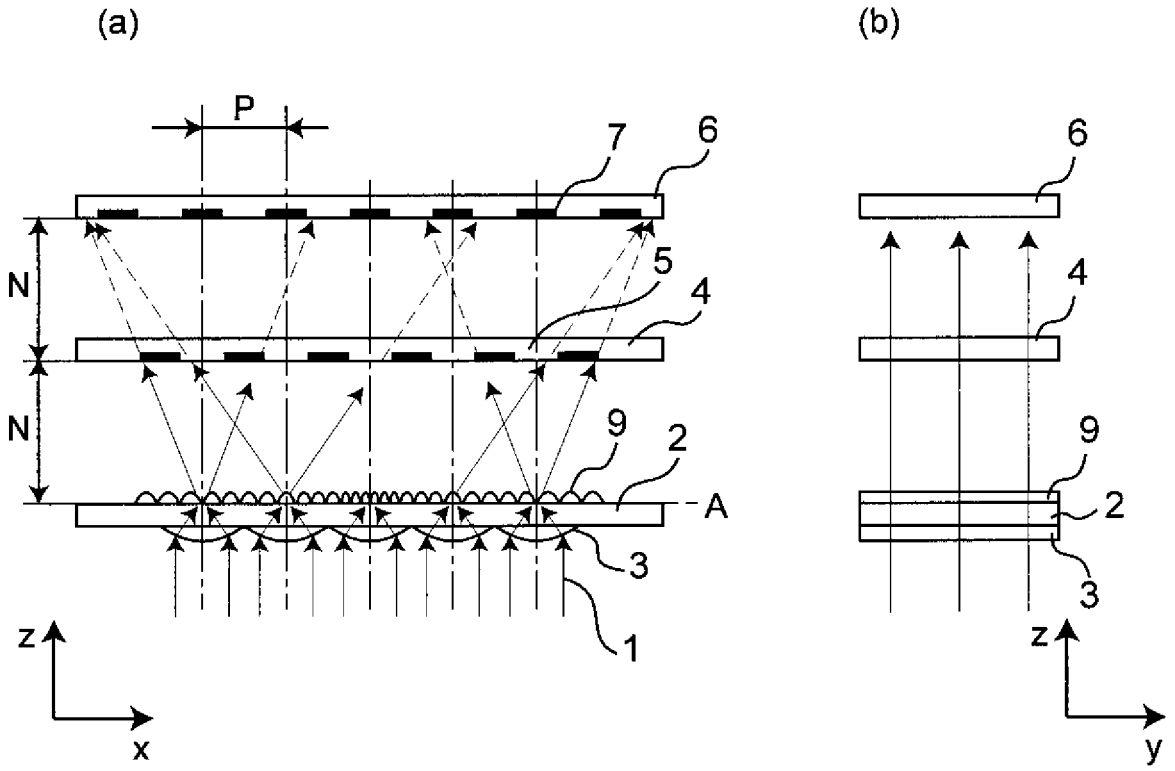
[図2]



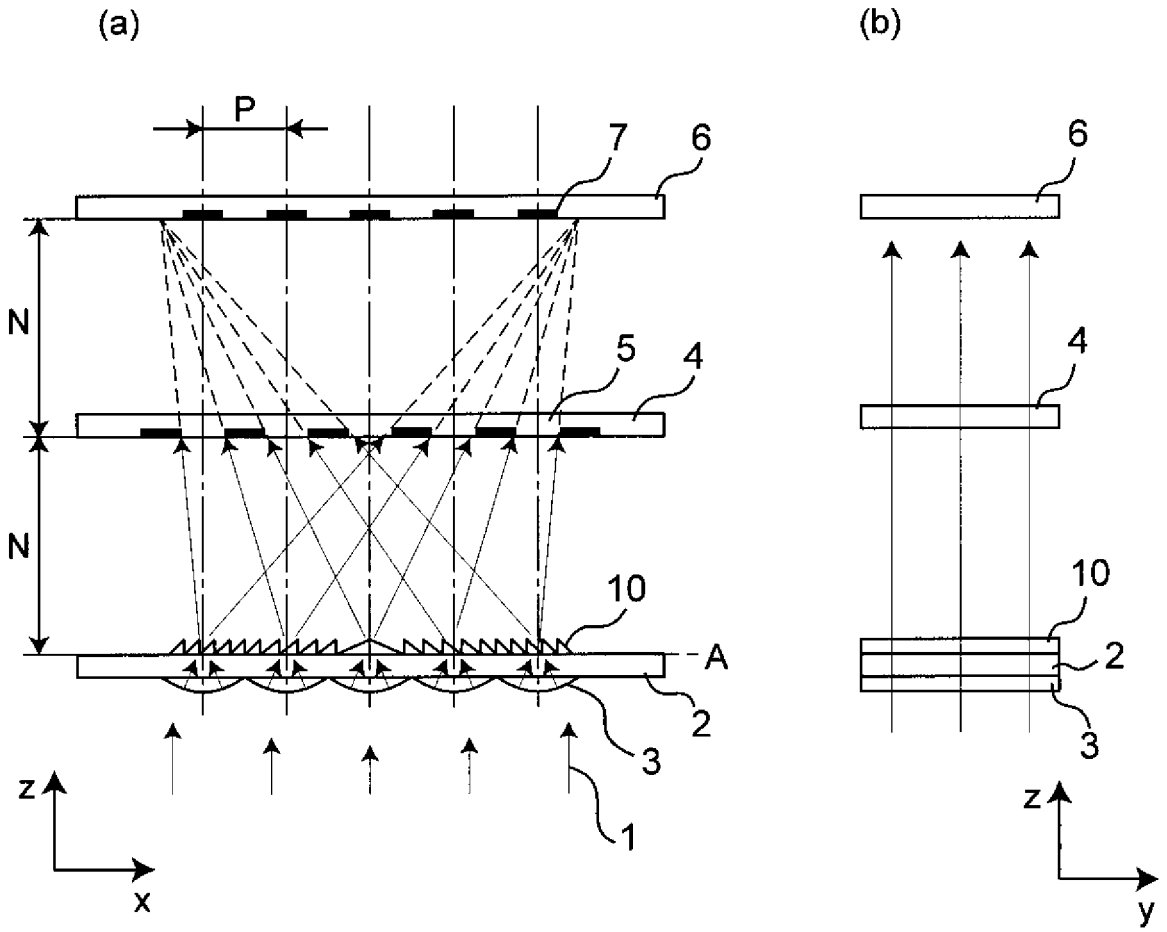
[図3]



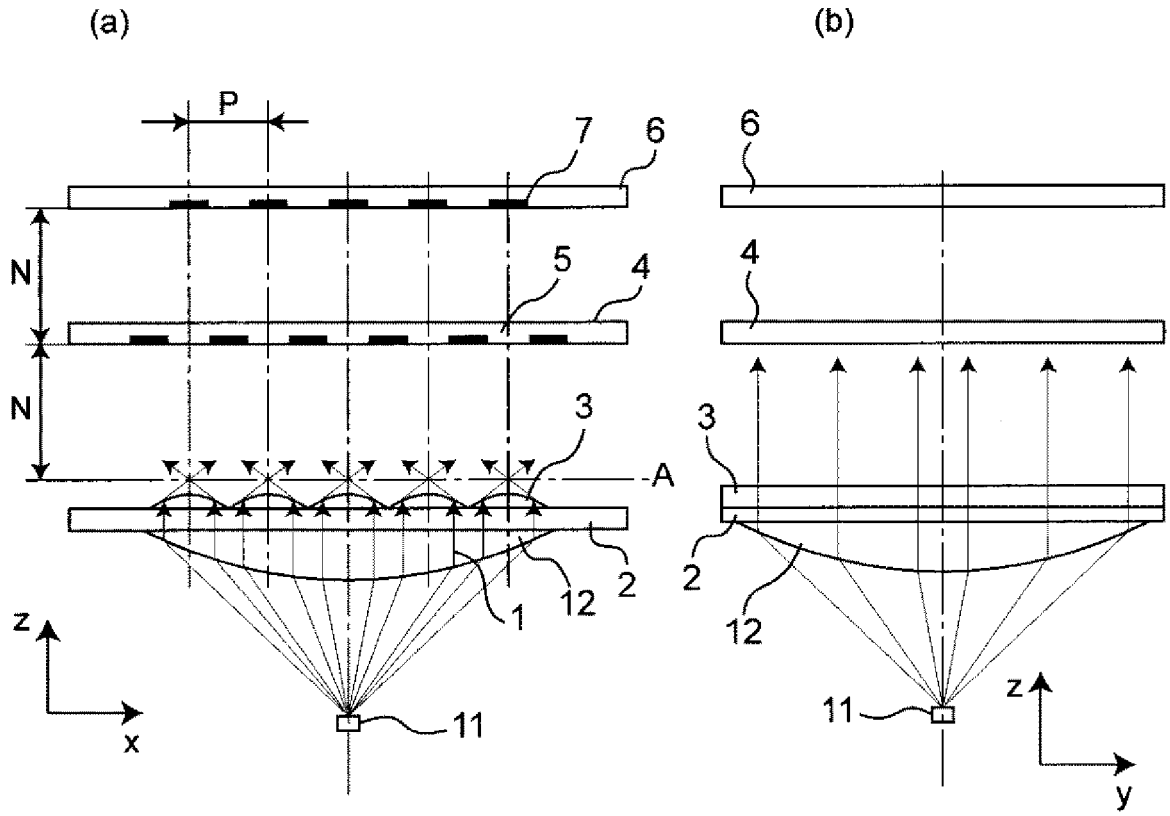
[図4]



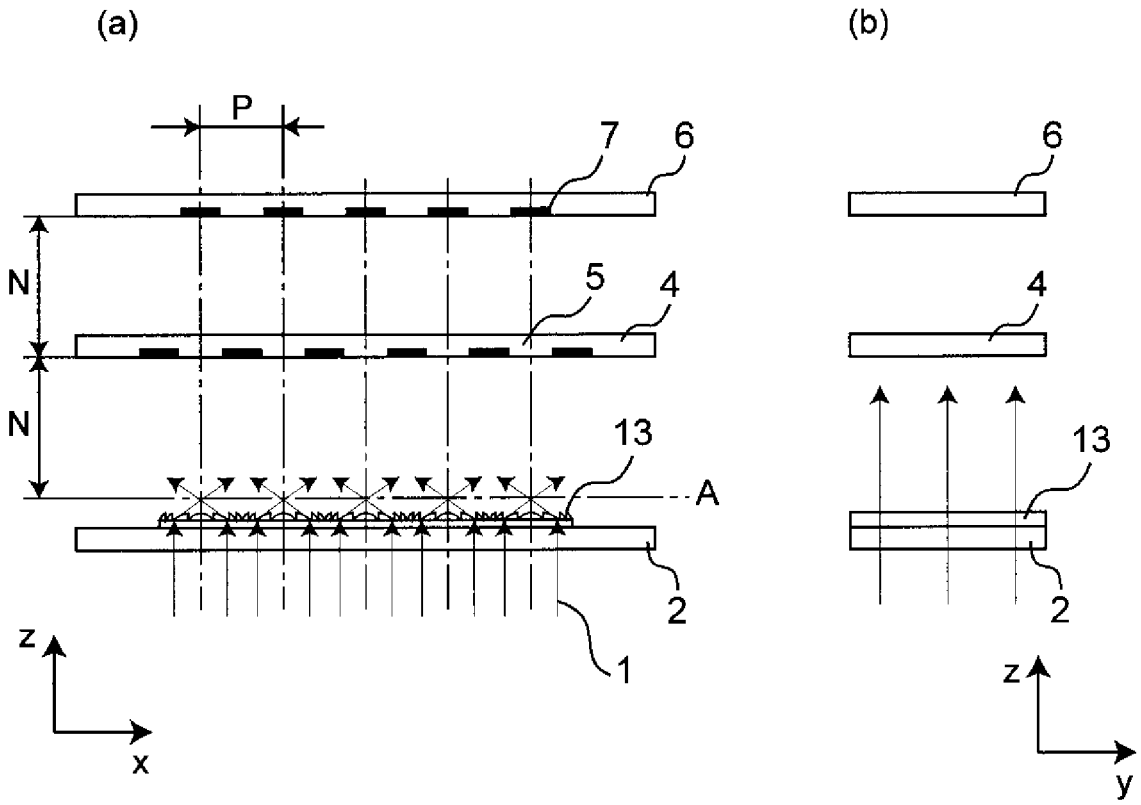
[図5]



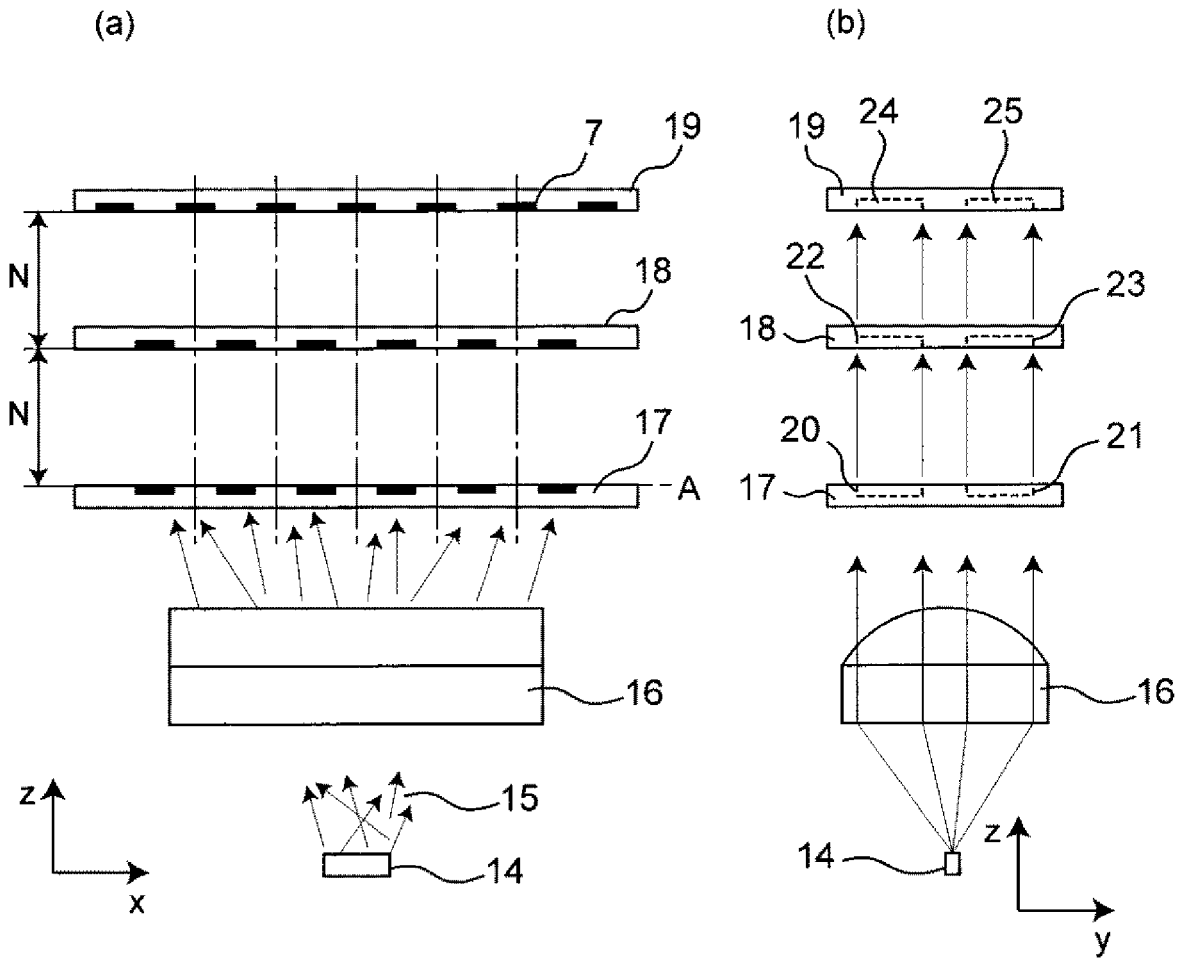
[図6]



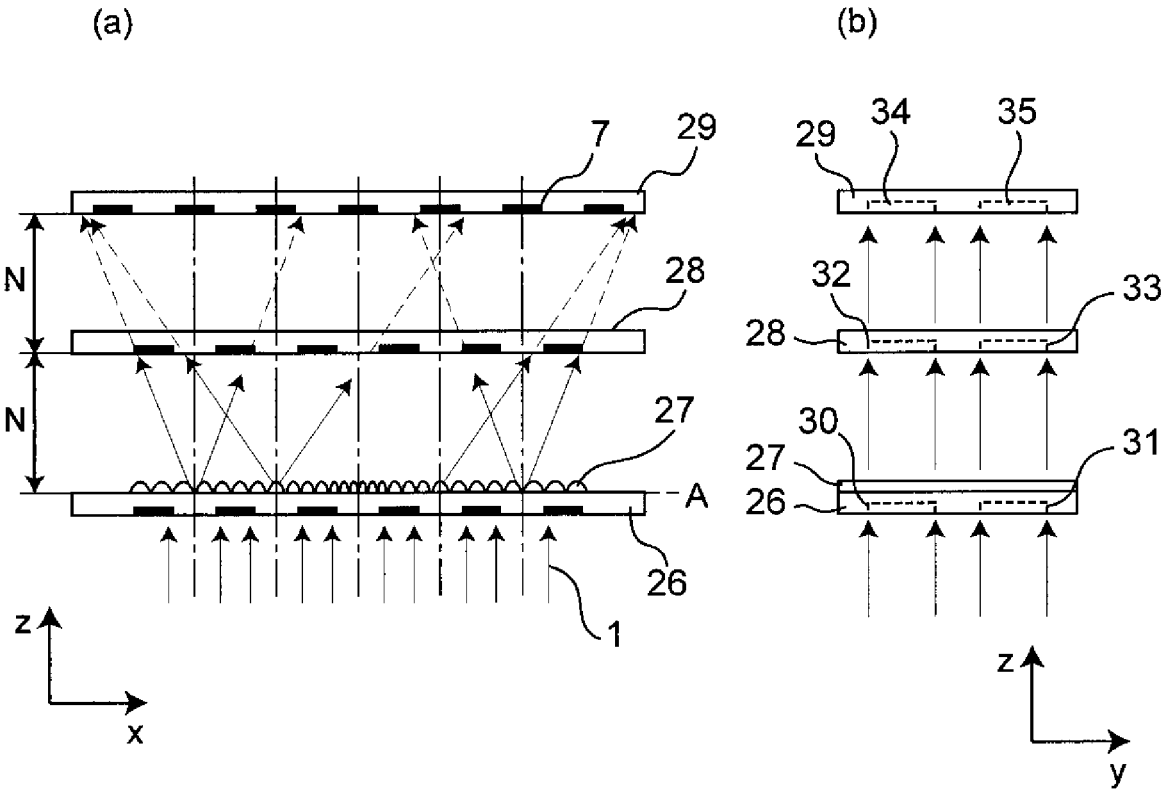
[図7]



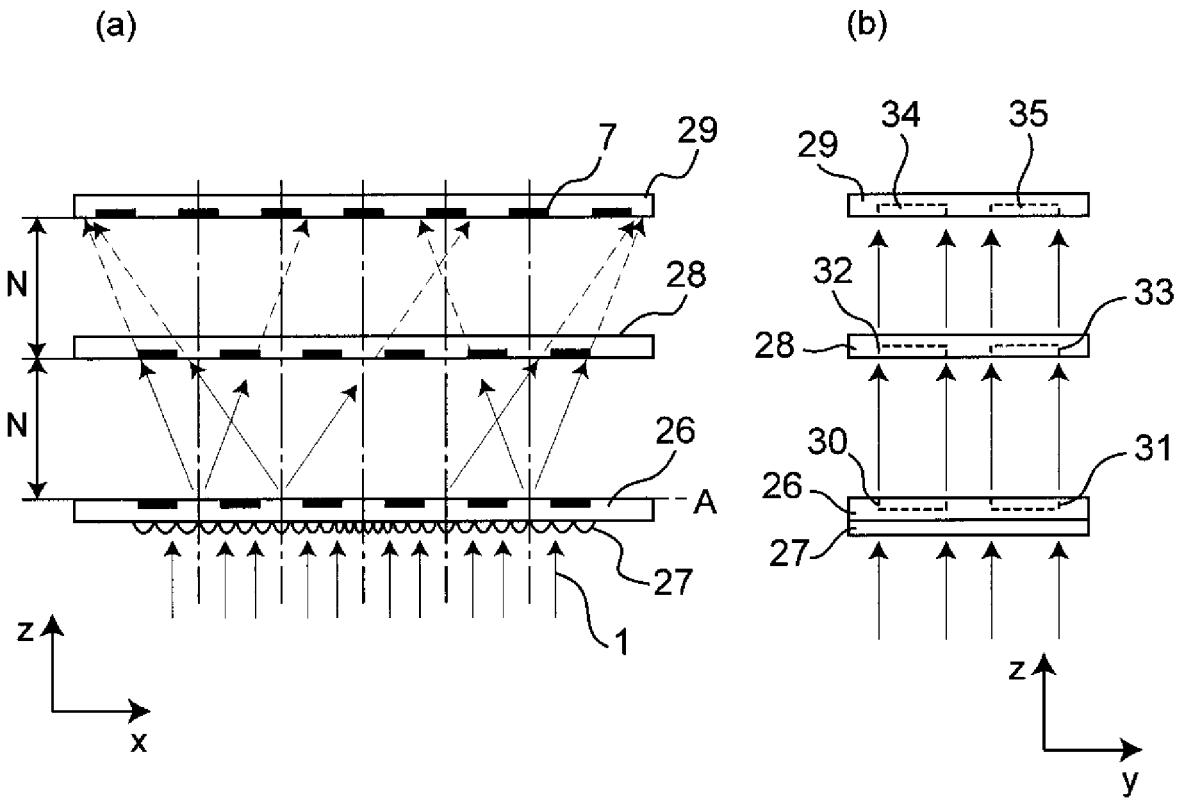
[図8]



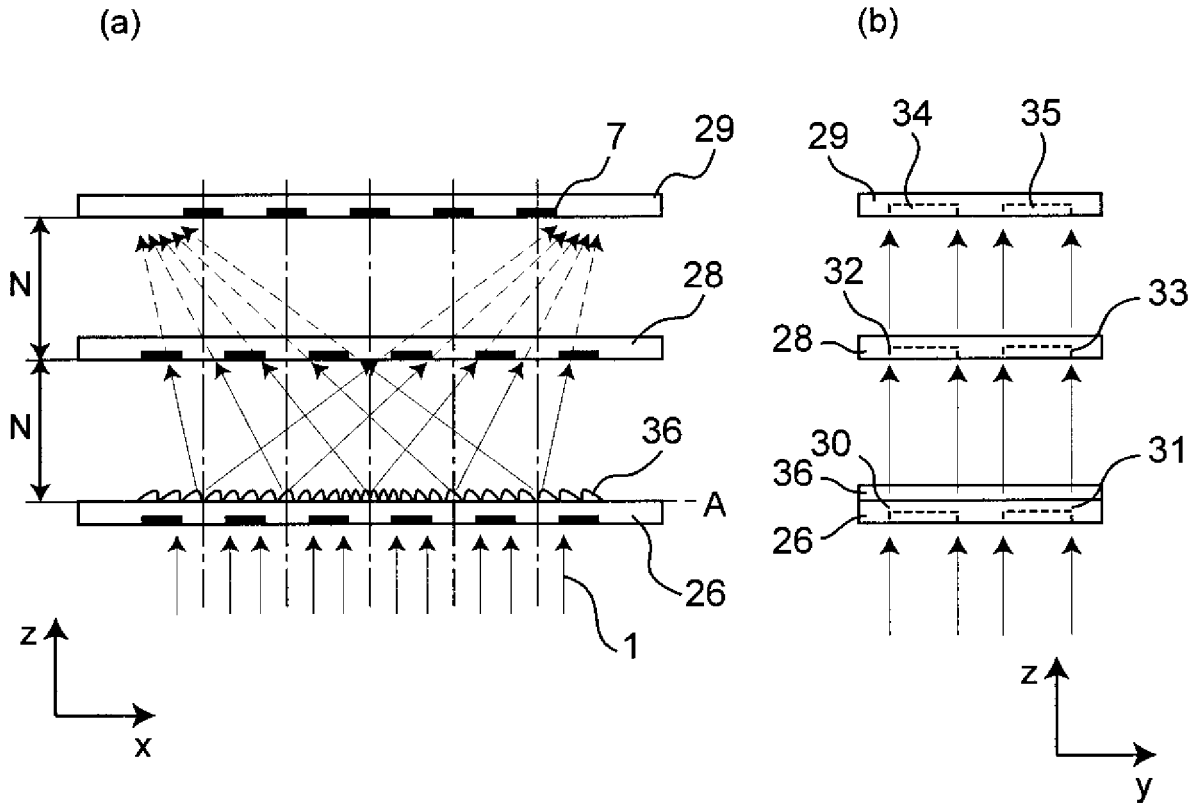
[図9]



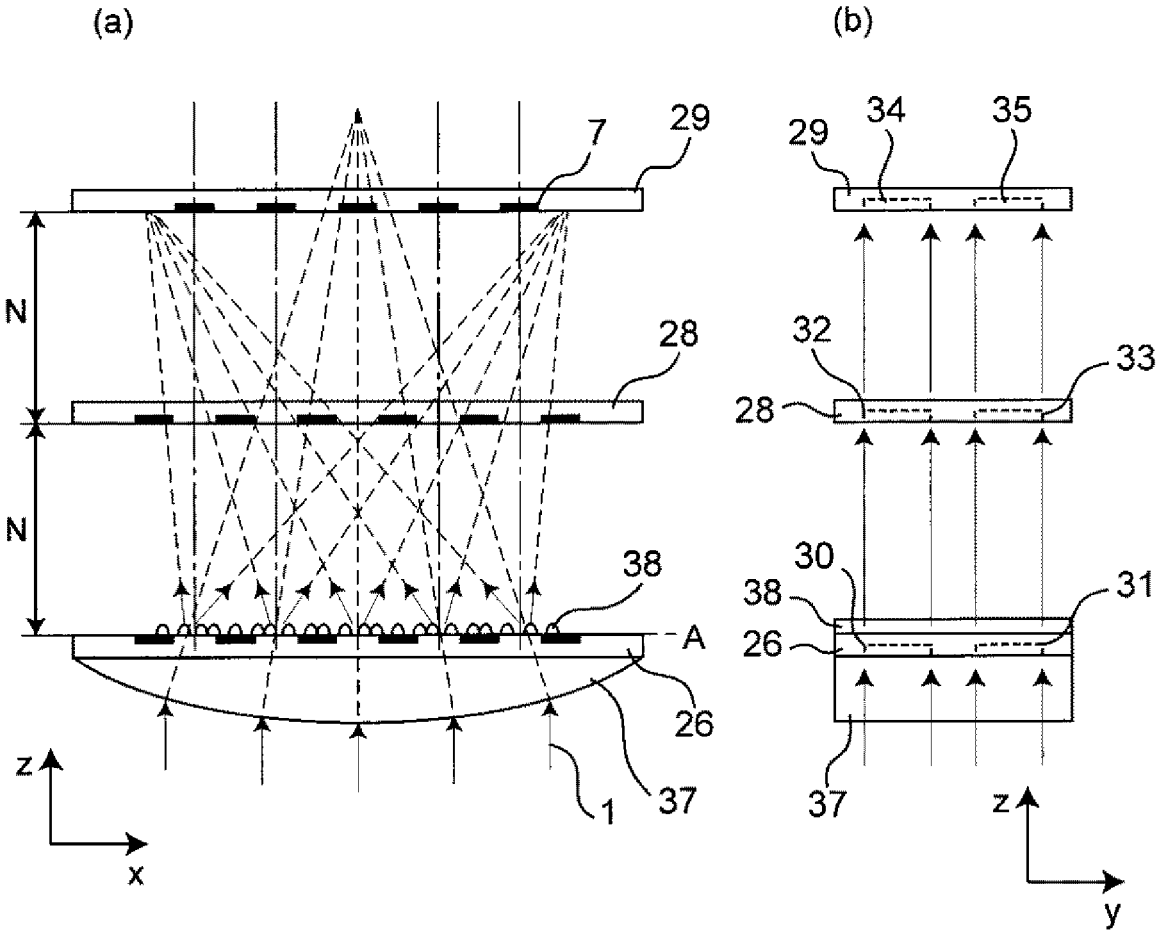
[図10]



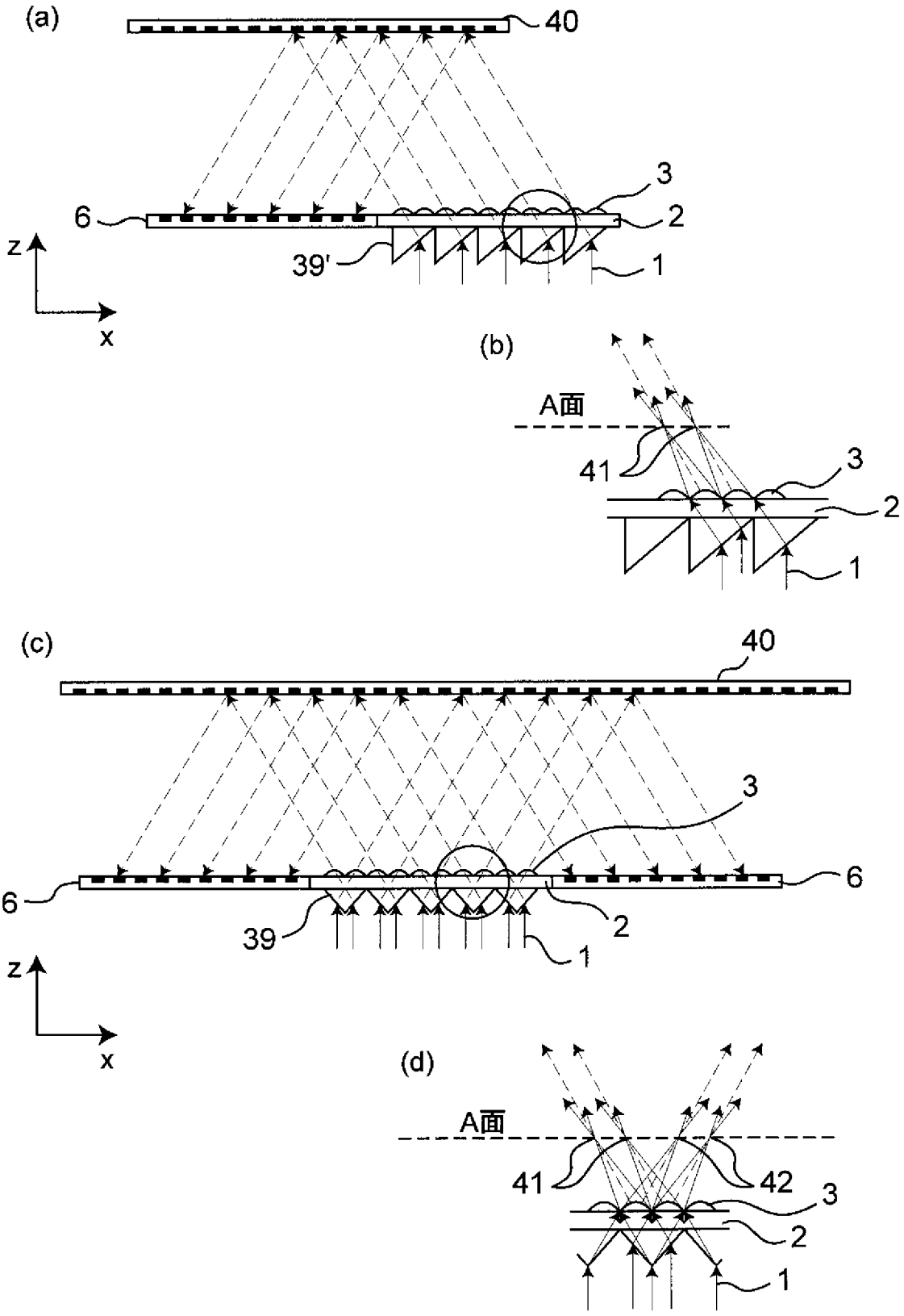
[図11]



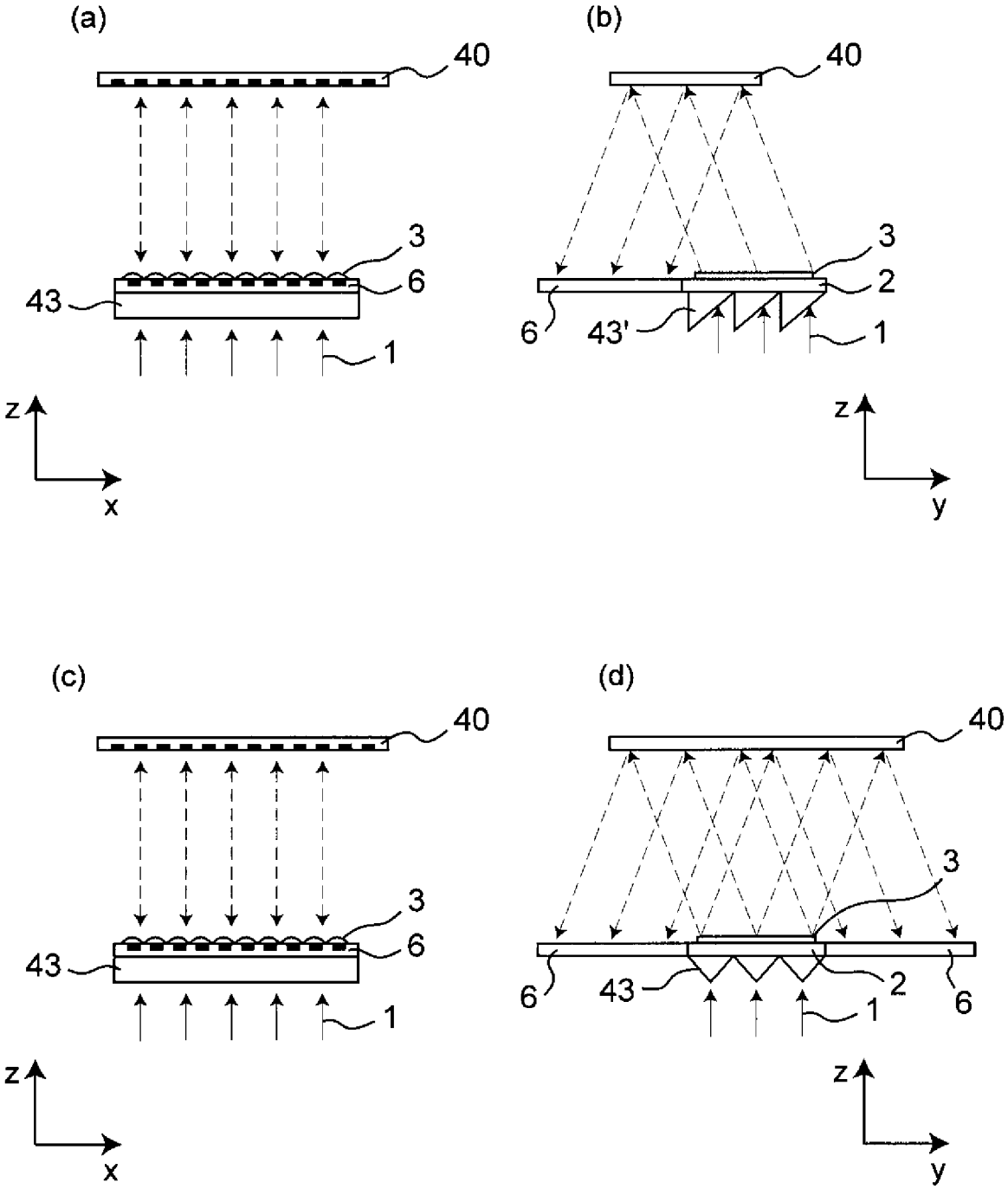
[図12]



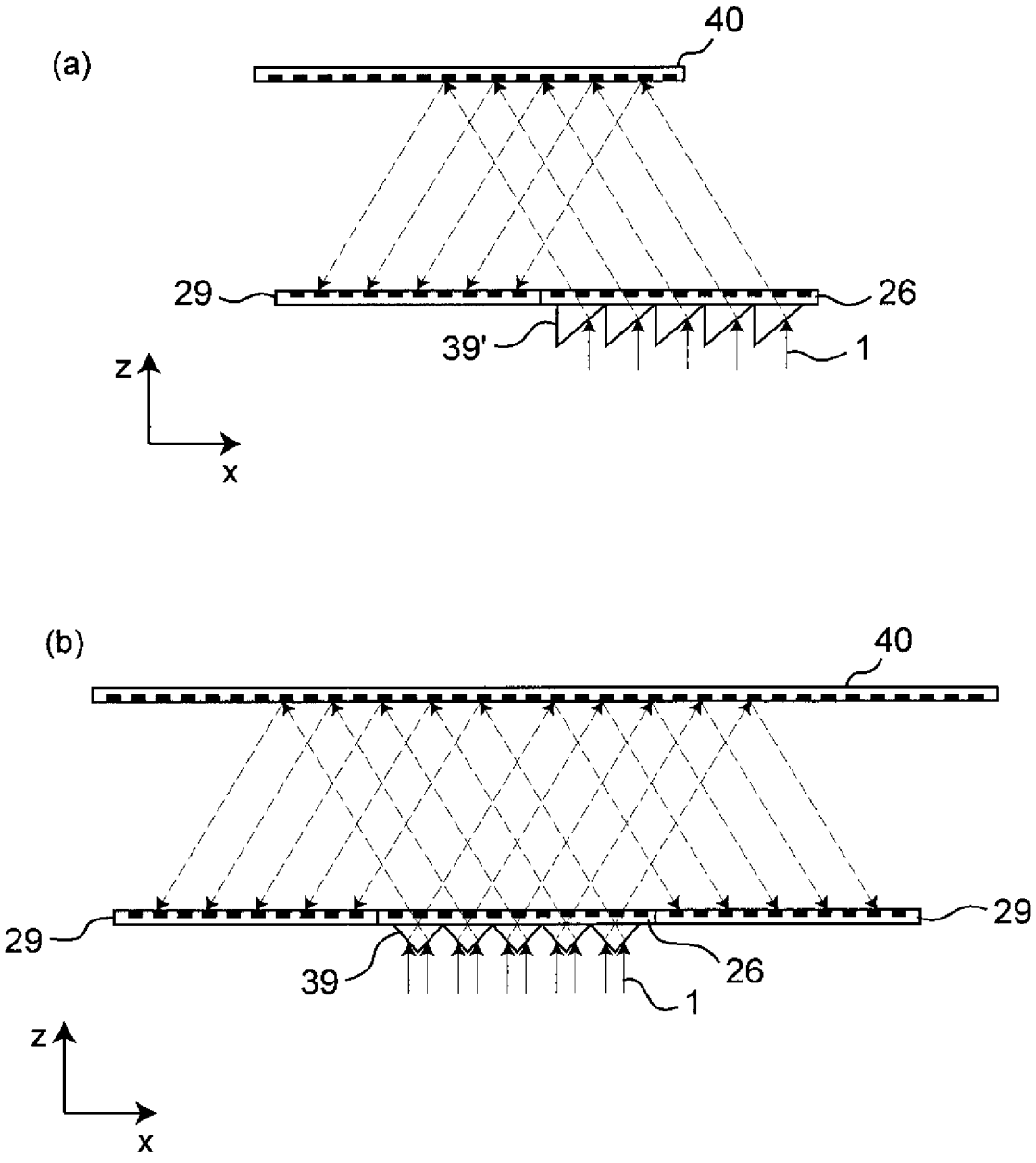
[図13]



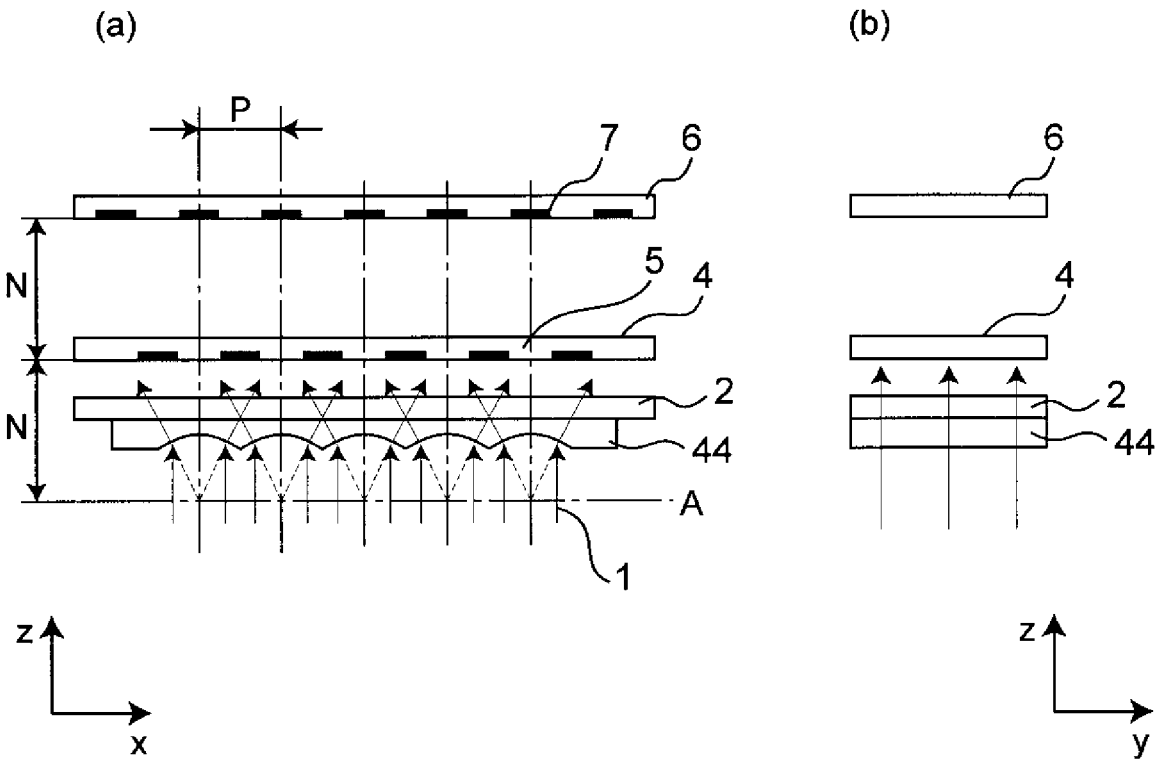
[図14]



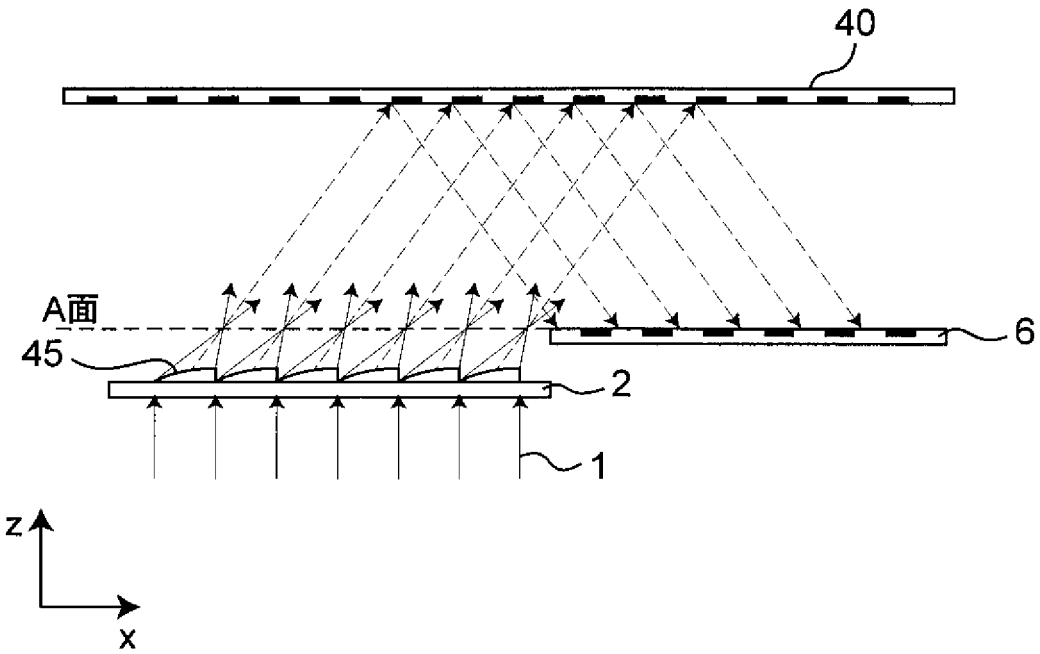
[図15]



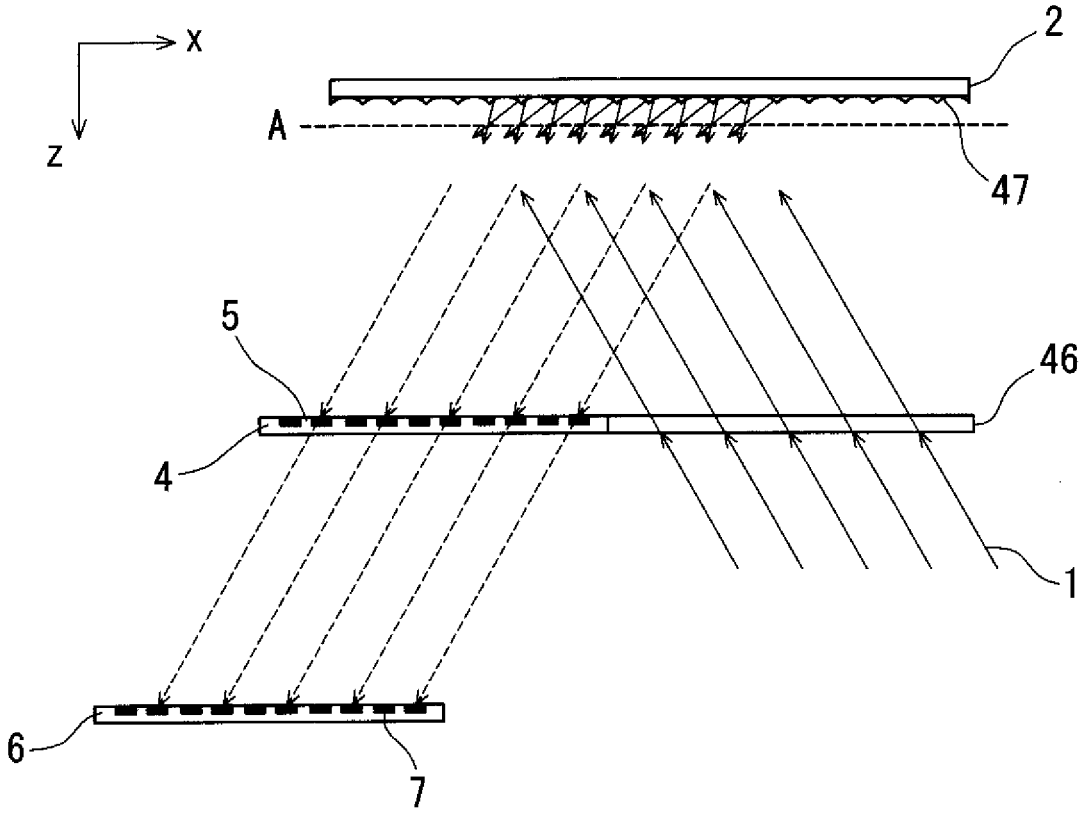
[図16]



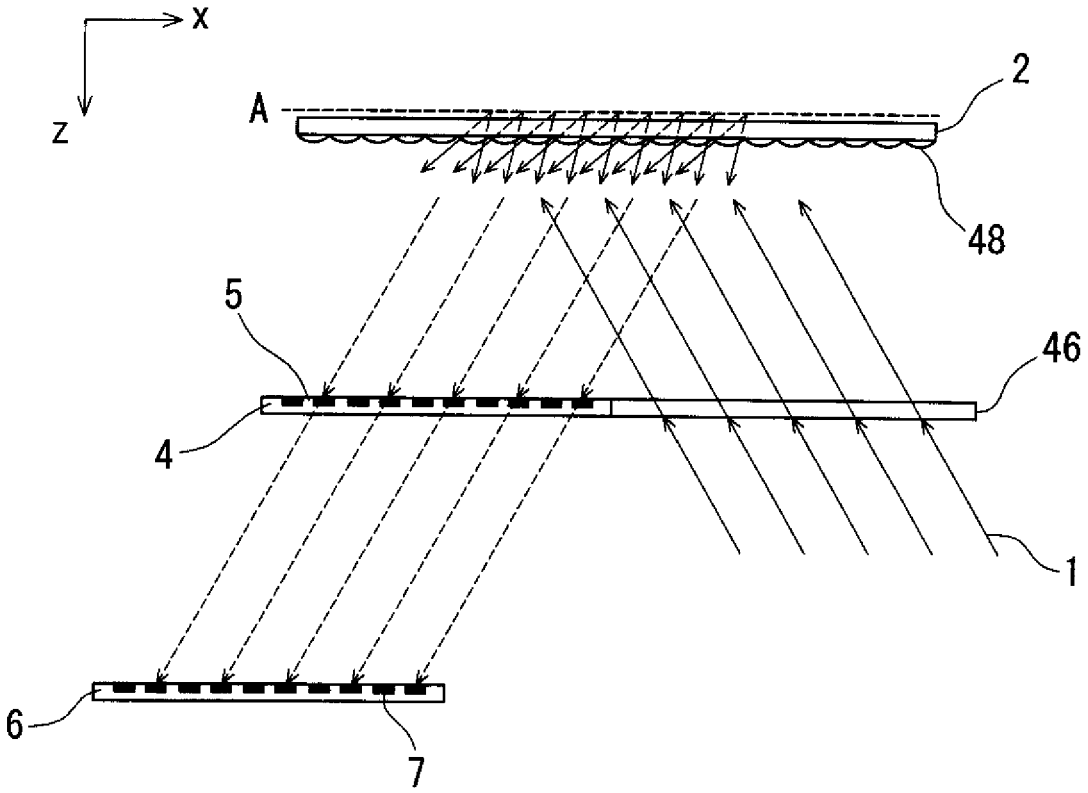
[図17]



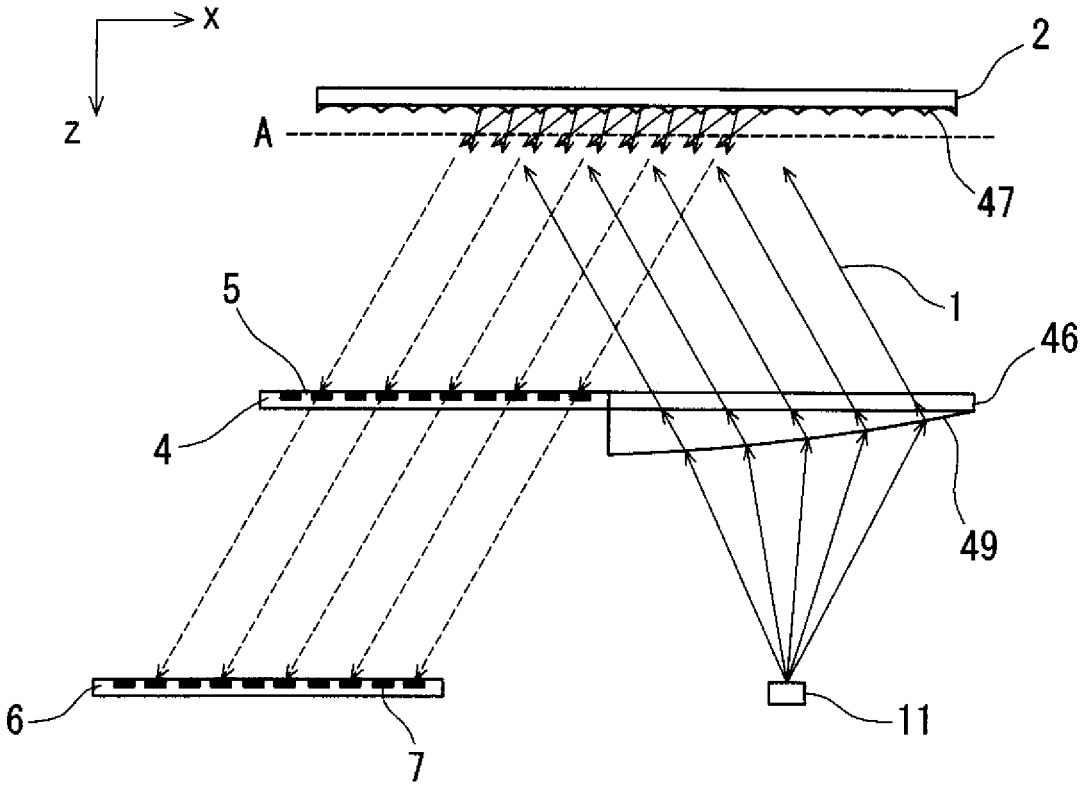
[図18]



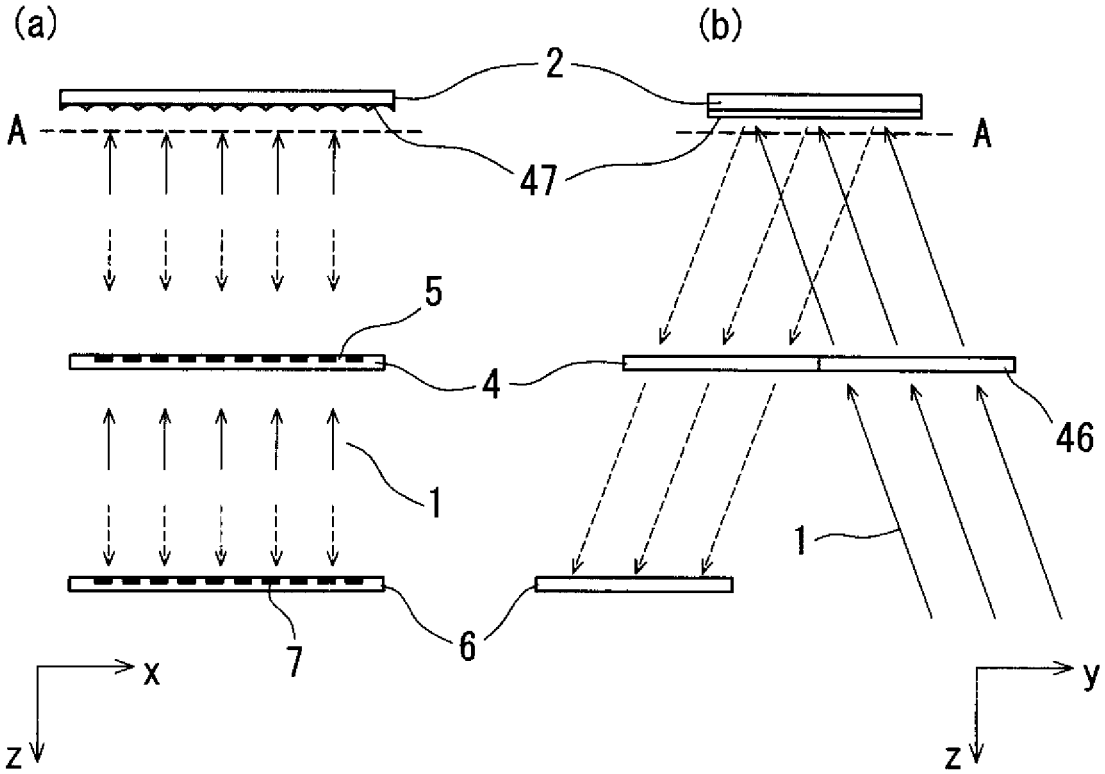
[図19]



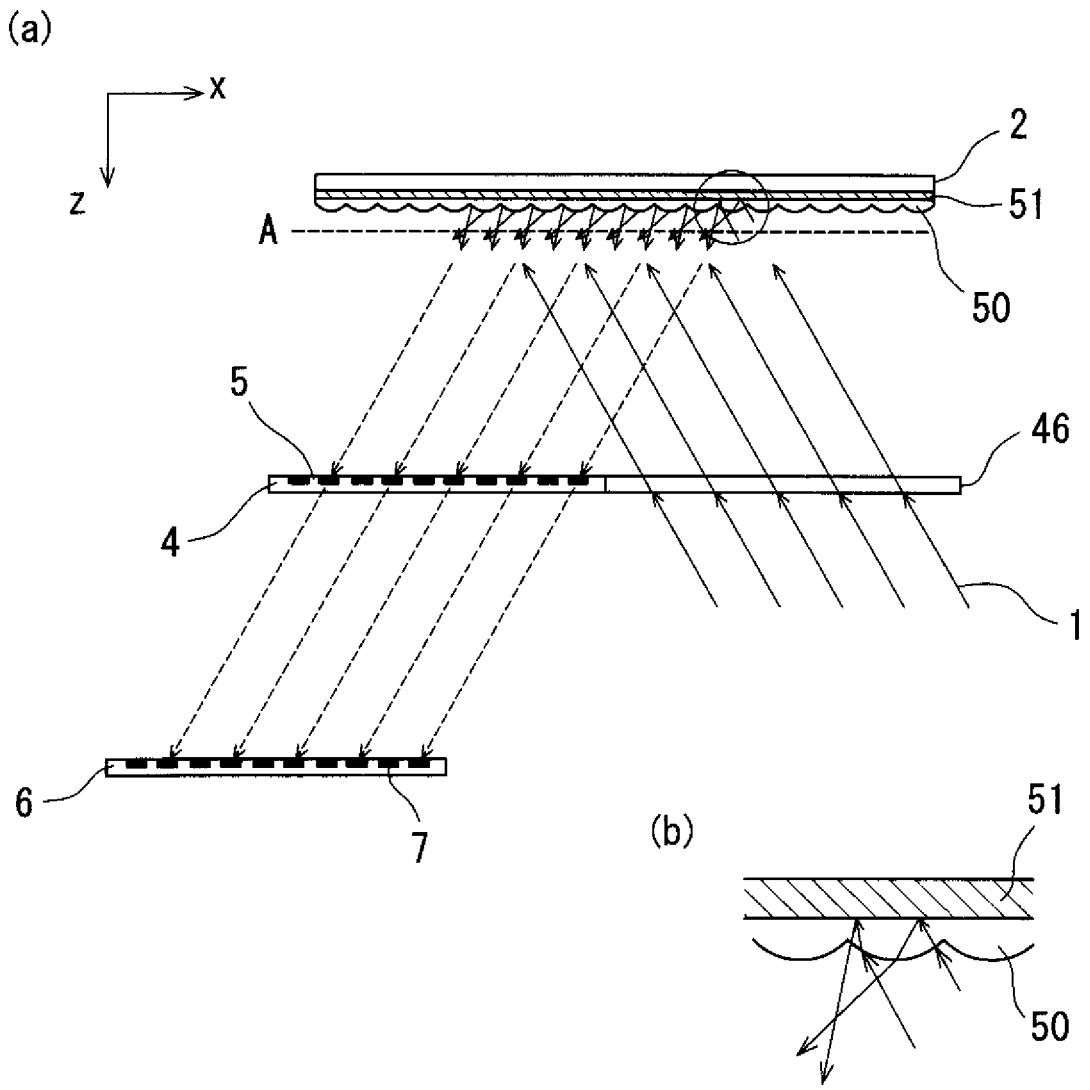
[図20]



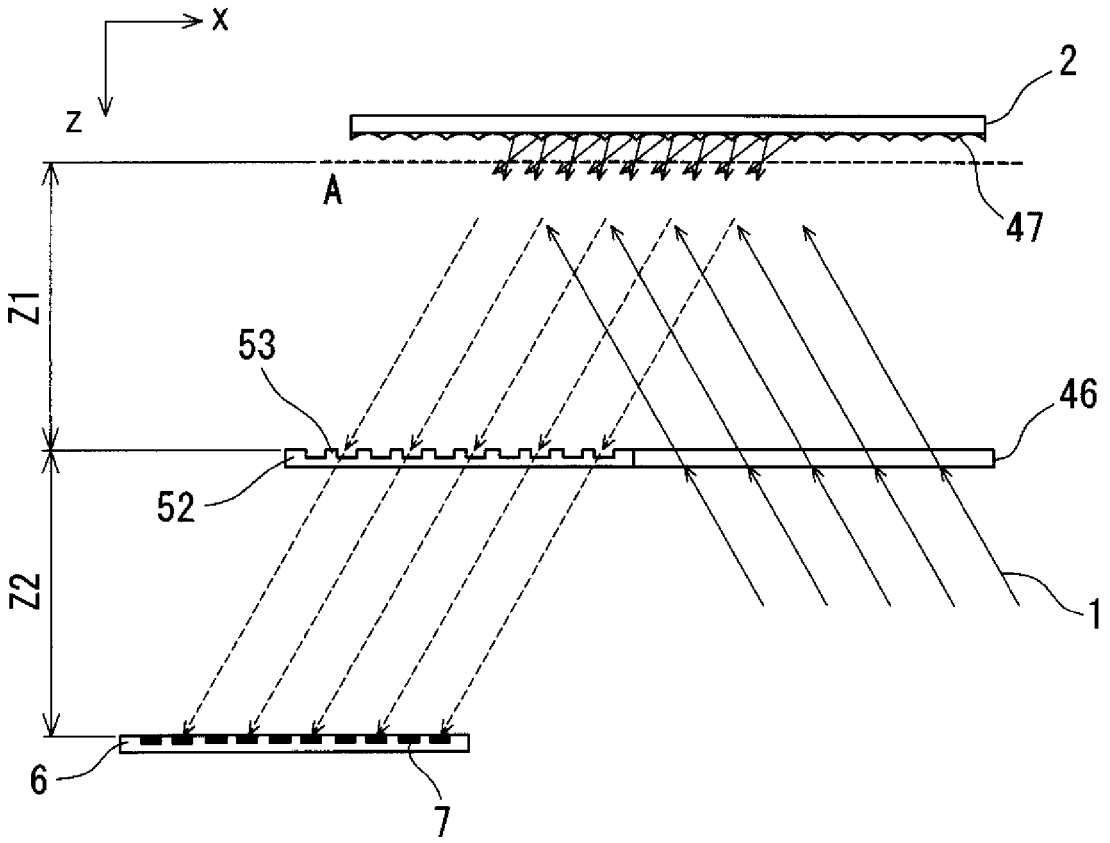
[図21]



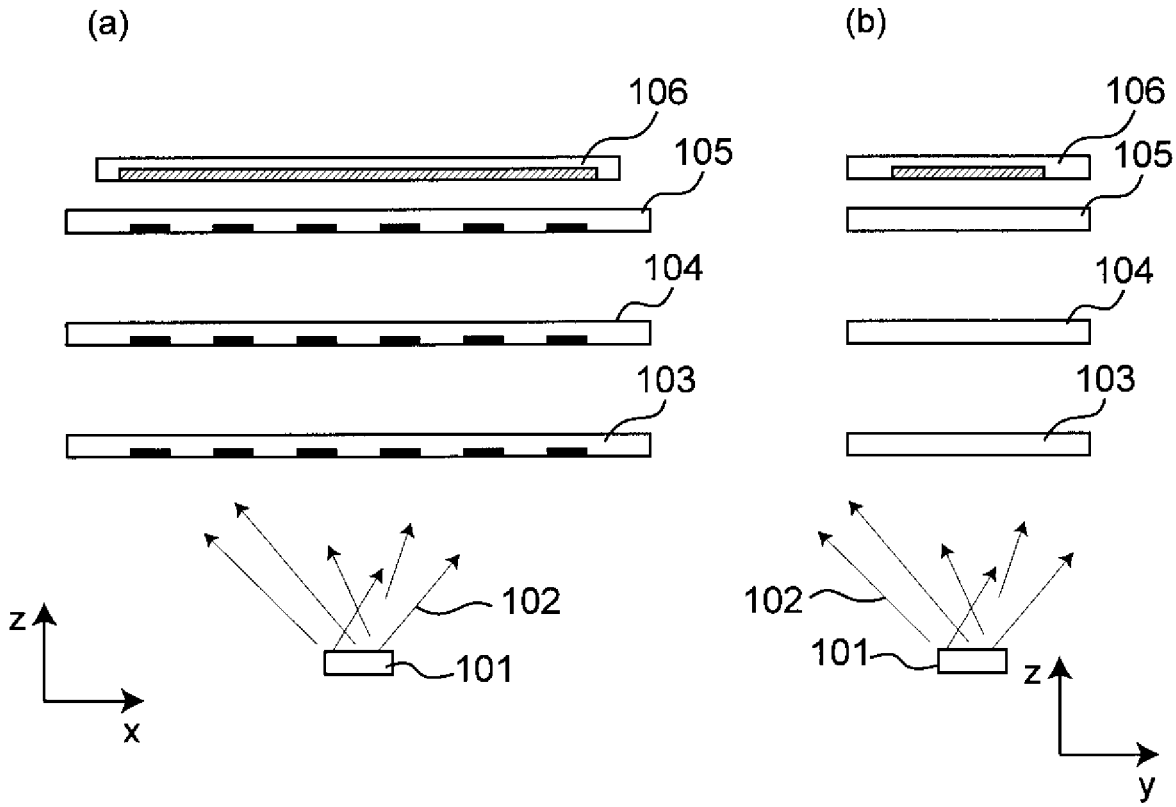
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/011151

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[7] G01D5/34

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl[7] G01D5/34

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 8-201114 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 09 August, 1996 (09.08.96), Par. Nos. [0008] to [0009]; Fig. 2 (Family: none)	1-3,9,10 4-8,11-16
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 101882/1988(Laid-open No. 24318/1990) (Victor Company Of Japan, Ltd.), 19 February, 1990 (19.02.90), Full text; all drawings (Family: none)	1-3,9

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 August, 2005 (18.08.05)	06 September, 2005 (06.09.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/011151

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 9-138143 A (Copal Co., Ltd.), 27 May, 1997 (27.05.97), Par. Nos. [0014] to [0015]; Fig. 3(3) (Family: none)	10
A	JP 11-14404 A (Fanuc Ltd.), 22 January, 1999 (22.01.99), Full text; all drawings & US 6255644 B & EP 927873 A	1-16
A	JP 7-98207 A (Canon Inc.), 11 April, 1995 (11.04.95), Full text; all drawings & EP 645608 A	1-16

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００５／０１１１５１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.[7]　G01D5/34

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.[7]　G01D5/34

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００５年

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Ｙ Ａ	ＪＰ　８－２０１１１４　Ａ（松下電器産業株式会社）１９９６．０８．０９、段落番号【０００８】～【０００９】、第２図（ファミリーなし）	１－３、９、１０ ４－８、１１－１６
Ｙ	日本国実用新案登録出願６３－１０１８８２号（日本国実用新案登録出願公開２－２４３１８号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（日本ビクター株式会社）１９９０．０２．１９、全文、全図（ファミリーなし）	１－３、９

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 １８．０８．２００５	国際調査報告の発送日　06.9.2005
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　2F　9504 井　上　昌　宏 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Ｙ	ＪＰ　９－１３８１４３　Ａ（株式会社コパル）１９９７．０５．２７、段落番号【００１４】～【００１５】、第３図（３）（ファミリーなし）	１０
Ａ	ＪＰ　１１－１４４０４　Ａ（ファナック株式会社）１９９９．０１．２２、全文、全図＆ＵＳ　６２５５６４４　Ｂ＆ＥＰ　９２７８７３　Ａ	１－１６
Ａ	ＪＰ　７－９８２０７　Ａ（キヤノン株式会社）１９９５．０４．１１、全文、全図＆ＥＰ　６４５６０８　Ａ	１－１６