

(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
2014年8月14日(14.08.2014)



(10) 国際公開番号

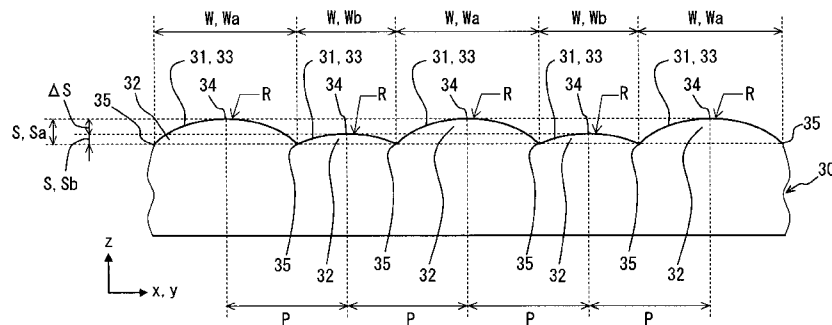
WO 2014/122913 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 27/01 (2006.01) G03B 21/14 (2006.01)
B60K 35/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/000554
- (22) 国際出願日: 2014年2月3日(03.02.2014)
- (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 2013-021730 2013年2月6日(06.02.2013) JP
特願 2013-195858 2013年9月20日(20.09.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 安藤 浩(ANDO, Hiroshi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 藤川 卓之(FUJIKAWA, Takayuki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 山口 昌之(YAMAGUCHI, Masayuki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: HEAD-UP DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: ヘッドアップディスプレイ装置



(57) Abstract: A head-up display (HUD) device (100) includes: a laser scanner (10) that projects laser light that forms a display image (71); and a screen member (30) that includes a plurality of optical elements (32) arrayed in a lattice form so as to diffuse laser light incident from the laser scanner (10) to the optical elements (32) and to guide the light toward a projection surface (91) side. Each optical element (32) has, on a surface thereof, a curved surface (33) in a convex curved form as a common curved form among the optical elements, and diffuses laser light that is let to outgo via the curved surface (33) to the projection surface (91) side. Besides, the optical elements (32) are formed so that adjacent ones of the optical elements (32) that are adjacent at least in one array direction of the lattice array have different element widths W in the direction in which the optical elements are adjacent.

(57) 要約: HUD装置(100)は、表示画像(71)となるレーザ光を投射するレーザスキャナ(10)と、格子状に配列される複数の光学素子(32)を、有し、レーザスキャナ(10)から光学素子(32)に入射されるレーザ光を拡散して投影面(91)側に導くスクリーン部材(30)とを、備える。各光学素子(32)は、共通の湾曲形態として凸状湾曲形態を呈する湾曲面(33)を、表面に形成し、当該湾曲面(33)を通じて投影面(91)側に出射させるレーザ光を、拡散し、且つ各光学素子(32)は、格子状配列の少なくとも一配列方向に隣接する光学素子(32)とは当該隣接方向の素子幅Wが相異なるように、形成されている。



WO 2014/122913 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：ヘッドアップディスプレイ装置

関連出願の相互参照

[0001] 本開示は、2013年2月6日に出願された日本出願番号2013-21730号および2013年9月20日に出願された日本出願番号2013-195858号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、車両等の移動体の投影面に表示画像を投影することにより、当該表示画像の虚像を移動体の室内から視認可能に表示するヘッドアップディスプレイ装置に、関する。

背景技術

[0003] 従来から、表示画像となるレーザ光をスクリーン部材で拡散して投影面側に導くことにより、表示画像の虚像表示を実現するヘッドアップディスプレイ装置（以下、「HUD装置」という）が知られている。

[0004] 例えば、特許文献1に開示されるHUD装置は、投射器から投射されてスクリーン部材に入射されるレーザ光を、格子状配列の複数の光学素子により拡散させている。こうして拡散されて投影面に投影されるレーザ光は、表示画像の虚像として、移動体室内の視認者により視認されることになる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2009-128659号公報

発明の概要

[0006] しかし、格子状配列により規則性をもった光学素子のパターンに、コヒーレンス性の高いレーザ光が入射されて拡散すると、当該レーザ光を虚像として視認する視認者の感じる輝度には、ムラが生じてしまう。

[0007] 本開示は、このような問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、輝度ムラを抑制するHUD装置を、提供することにある。

[0008] 本発明者らは、各光学素子によりレーザ光を拡散して出射させるスクリーン部材に関して、鋭意研究を行ってきた。その結果、隣接する光学素子間の境界を通じてレーザ光が出射される際、当該境界での回折により、出射角に応じて波打つ強度分布が出射光に生じ、そうした境界回折に起因して輝度ムラが惹起されるという知見を、本発明者らは得た。

[0009] そこで、こうした知見に基づいて創作された本開示の第一の態様によれば、ヘッドアップディスプレイ装置は、移動体の投影面に表示画像を投影することにより、表示画像の虚像を移動体の室内から視認可能に表示するヘッドアップディスプレイ装置であって、表示画像となるレーザ光を投射する投射器と、格子状に配列される複数の光学素子を、有し、投射器から光学素子に入射されるレーザ光を拡散して投影面側に導くスクリーン部材とを、備える。各光学素子は、凸状湾曲及び凹状湾曲のうちのいずれか一方であり互いに共通の湾曲形態を呈する湾曲面を、表面に形成し、当該湾曲面を通じて投影面側に出射させるレーザ光を、拡散し、且つ各光学素子は、格子状配列の少なくとも一配列方向に隣接する光学素子とは当該隣接方向の素子幅が相異なるように、形成されている。

[0010] 第一の態様にかかるヘッドアップディスプレイ装置において、隣接する光学素子間の境界を通じて出射されるレーザ光が回折により干渉し合うことで、それら各光学素子からの出射光には、出射角に応じて波打つ強度分布が生じる。しかし、格子状配列の少なくとも一配列方向にて隣接する光学素子同士では、素子幅の差に応じて強度分布の波が互いにずれることになる。これによれば、隣接する各光学素子からの出射光は、強度分布の波がずれた状態で視認者により虚像として視認され得るので、視認者の感じる輝度ムラを抑制できる。

[0011] また、本発明者らは、隣接する光学素子表面の湾曲面を通じて出射されたレーザ光同士が干渉し合うことで、出射角に応じて複数次数の回折ピークを与える強度分布の回折光が生じ、そうした多重回折に起因して輝度ムラが惹起されるという知見も得た。

[0012] そこで、本開示の第二の態様によれば、ヘッドアップディスプレイ装置において、各光学素子は、隣接するもの同士にて湾曲面の面頂点から相互間の境界までのサグ量が相異なるように、形成される。こうした相異なるサグ量の設定によると、一光学素子とその両側の隣接光学素子との間で生じさせる回折光の回折ピークは、互いにずらされる。このずらし作用を利用して、一光学素子と片側の隣接光学素子との間で生じる回折光の回折ピークを、一光学素子と逆側の隣接光学素子との間で生じる回折光の回折バレーと重ねることによれば、それら回折光を虚像として視認する視認者の感じる輝度ムラを、抑制できる。尚、回折バレーとは、回折光の強度分布において回折ピーク間の谷間となる部分を、意味する。

図面の簡単な説明

[0013] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。

[図1]第一実施形態によるHUD装置の車両への搭載状態を示す模式図である。

[図2]第一実施形態によるHUD装置の概略構成を示す斜視図である。

[図3]第一実施形態によるHUD装置の表示状態を示す正面図である。

[図4]第一実施形態によるHUD装置の具体的構成を示す模式図である。

[図5]第一実施形態のスクリーン部材を部分的に示す平面図である。

[図6]第一実施形態のスクリーン部材を部分的に示す図であって、図5のVI x -VI x 線断面及びVI y -VI y 線断面に対応する模式図である。

[図7]比較例のスクリーン部材を部分的に示す図であって、図6に相当する模式図である。

[図8]比較例による出射光の重ね合わせについて説明するための特性図である。

[図9]第一実施形態による出射光の強度分布について説明するための特性図である。

[図10]第一実施形態による出射光の重ね合わせについて説明するための特性

図である。

[図11]第一実施形態による出射光の光路差について説明するための模式図である。

[図12]第一実施形態による回折光の強度分布について説明するための特性図である。

[図13]第一実施形態による回折光の重ね合わせについて説明するための特性図である。

[図14]第一実施形態におけるサグ量差の設定について説明するための特性図である。

[図15]図5に示すスクリーン部材の要部を拡大して示す平面図である。

[図16]第二実施形態のスクリーン部材を部分的に示す図であって、図6に相当する模式図である。

[図17]第三実施形態のスクリーン部材を部分的に示す図であって、図6に相当する模式図である。

[図18]第四実施形態のスクリーン部材を部分的に示す図であって、図6に相当する模式図である。

[図19]第四実施形態による出射光の光路差について説明するための特性図である。

[図20]第一実施形態に適用した変形例1のスクリーン部材を部分的に示す図であって、図6に相当する模式図である。

[図21]第四実施形態に適用した変形例1，6のスクリーン部材を部分的に示す図であって、図18に相当する模式図である。

[図22]第二実施形態に適用した変形例2のスクリーン部材を部分的に示す図であって、図16に相当する模式図である。

[図23]第四実施形態に適用した変形例2のスクリーン部材を部分的に示す図であって、図18に相当する模式図である。

[図24]第一実施形態に適用した変形例3，8のスクリーン部材を部分的に示す図であって、図5に相当する平面図である。

[図25]第一実施形態に適用した変形例4のスクリーン部材を部分的に示す図であって、図15に相当する平面図である。

[図26]第一実施形態に適用した変形例5, 7のスクリーン部材を部分的に示す図であって、図6に相当する平面図である。

[図27]第四実施形態に適用した変形例6のスクリーン部材を部分的に示す図であって、図18に相当する模式図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本開示の複数の実施形態を図面に基づいて説明する。尚、各実施形態において対応する構成要素には同一の符号を付すことにより、重複する説明を省略する場合がある。各実施形態において構成の一部分のみを説明している場合、当該構成の他の部分については、先行して説明した他の実施形態の構成を適用することができる。また、各実施形態の説明において明示している構成の組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても複数の実施形態の構成同士を部分的に組み合わせることができる。

[0015] 図1に示すように、本開示の第一実施形態によるHUD装置100は、「移動体」としての車両1に搭載され、インストルメントパネル80内に収容されている。HUD装置100は、車両1の「表示部材」であるウインドシールド90へ表示画像71を投影する。ここで車両1において、ウインドシールド90の室内側の面は、表示画像71が投影される投影面91を、湾曲する凹面状又は平坦な平面状等に形成している。また、車両1においてウインドシールド90は、室内側の面と室外側の面とで、光路差を抑制するための角度差を有するものであってもよいし、あるいは当該光路差抑制のために蒸着膜乃至はフィルム等を室内側の面に設けたものであってもよい。

[0016] 表示画像71が投影面91に投影される車両1では、その室内において、投影面91により反射した当該画像71の光束が視認者のアイポイント61に到達する。視認者は、アイポイント61への到達光束を知覚することで、ウインドシールド90の前方に結像された表示画像71の虚像70を視認す

る。このとき虚像70の視認は、図2に示す視認者の視認領域60内にアイポイント61が位置することで、可能となる。

[0017] 以上、投影面91への表示画像71の投影によりHUD装置100は、図3に示すように、表示画像71の虚像70を車両1の室内から視認可能に表示することとなる。尚、虚像70としては、車両1の走行速度の指示表示70aや、ナビゲーションシステムによる車両1の進行方向の指示表示70b、車両1に関するウォーニング表示70c等が表示される。

[0018] (HUD装置の全体的特徴)

以下、HUD装置100の全体的な特徴を説明する。図1に示すようにHUD装置100は、レーザスキャナ10、コントローラ29、スクリーン部材30及び光学系40を、ハウジング50内に備えている。

[0019] 図4に示すように、「投射器」であるレーザスキャナ10は、光源部13、導光部20、微小電気機械システム(Micro Electro Mechanical Systems; MEMS)26を有している。

[0020] 光源部13は、三つのレーザ投射部14, 15, 16等から構成されている。各レーザ投射部14, 15, 16は、電気接続されたコントローラ29からの制御信号に従って、互いに異なる色相の単一波長レーザ光をそれぞれ投射する。具体的にレーザ投射部14は、例えばピーク波長が600~650nmの範囲(好ましくは640nm)に現れる赤色レーザ光を、投射する。レーザ投射部15は、例えばピーク波長が430~470nmの範囲(好ましくは450nm)に現れる青色レーザ光を、投射する。レーザ投射部16は、例えばピーク波長が490~530nmの範囲(好ましくは515nm)に現れる緑色のレーザ光を、投射する。このように各レーザ投射部14, 15, 16から投射される三色のレーザ光を加色混合することで、種々の色の再現が可能となる。

[0021] 導光部20は、三つのコリメートレンズ21、ダイクロイックフィルタ22, 23, 24及び集光レンズ25等から構成されている。各コリメートレンズ21は、それぞれ対応するレーザ投射部14, 15, 16に対して、レ

ーザ光の投射側に例えば0.5 mmの間隔をあけて配置されている。各コリメートレンズ21は、対応するレーザ投射部14, 15, 16からのレーザ光を屈折させることで、当該レーザ光を平行光にコリメートする。

[0022] 各ダイクロイックフィルタ22, 23, 24は、それぞれ対応するコリメートレンズ21に対して、各レーザ投射部14, 15, 16の投射側に例えば4 mmの間隔をあけて配置されている。各ダイクロイックフィルタ22, 23, 24は、対応するコリメートレンズ21を通過したレーザ光のうち、特定波長のレーザ光を反射し且つそれ以外の波長のレーザ光を透過する。具体的には、レーザ投射部14の投射側に配置されるダイクロイックフィルタ22は、赤色レーザ光を透過し、それ以外の色のレーザ光を反射する。レーザ投射部15の投射側に配置されるダイクロイックフィルタ23は、青色レーザ光を反射し、それ以外の色のレーザ光を透過する。レーザ投射部16の投射側に配置されるダイクロイックフィルタ24は、緑色レーザ光を反射し、それ以外の色のレーザ光を透過する。

[0023] ここで、ダイクロイックフィルタ24による緑色レーザ光の反射側には、ダイクロイックフィルタ23が例えば6 mmの間隔をあけて配置されている。また、ダイクロイックフィルタ23による青色レーザ光の反射側且つ緑色レーザ光の透過側には、ダイクロイックフィルタ22が例えば6 mmの間隔をあけて配置されている。さらに、ダイクロイックフィルタ22による赤色レーザ光の透過側且つ青色レーザ光及び緑色レーザ光の反射側には、集光レンズ25が例えば4 mmの間隔をあけて配置されている。これらの配置形態により、ダイクロイックフィルタ22を透過した赤色レーザ光と、それぞれダイクロイックフィルタ23, 24による反射後にダイクロイックフィルタ22で反射された青色レーザ光及び緑色のレーザ光とは、集光レンズ25に入射されることで混色される。

[0024] 集光レンズ25は、平面状の入射面及び凸面状の出射面を有する平凸レンズである。集光レンズ25は、入射面へ入射のレーザ光を屈折によって集束させる。その結果、集光レンズ25を通過したレーザ光は、MEMS26に向

かって出射される。

[0025] MEMS 26 は、水平走査ミラー 27 及び垂直走査ミラー 28、並びにそれら走査ミラー 27、28 の駆動部（図示しない）等から構成されている。水平走査ミラー 27 において中心部が例えば 5 mm の間隔をあけて集光レンズ 25 と対向する面には、薄膜状の反射面 27 b がアルミニウムの金属蒸着等により形成されている。また、垂直走査ミラー 28 において中心部が例えば 1 mm の間隔をあけて水平走査ミラー 27 と対向する面には、薄膜状の反射面 28 b がアルミニウムの金属蒸着等により形成されている。MEMS 26 の駆動部は、電氣的に接続されたコントローラ 29 からの制御信号に従って、各走査ミラー 27、28 をそれぞれ回転軸 27 a、28 a まわりに個別に回転駆動する。

[0026] レーザスキャナ 10 の最終段を構成する垂直走査ミラー 28 の中心部は、スクリーン部材 30 の走査面 31 に対して、例えば 100 mm の間隔をあけて配置されている。かかる配置形態により、集光レンズ 25 から走査ミラー 27、28 に順次入射されたレーザ光は、反射面 27 b、28 b によって順次反射されることで、走査面 31 に投射される。

[0027] コントローラ 29 は、プロセッサ等から構成される制御回路である。コントローラ 29 は、各レーザ投射部 14、15、16 に制御信号を出力することで、レーザ光を断続的にパルス投射する。それと共にコントローラ 29 は、走査ミラー 27、28 の駆動部に制御信号を出力することで、走査面 31 に対するレーザ光の投射方向を複数の走査線 LN に沿って図 4 の矢印方向に変化させる。これらの制御により、図 5 の如くレーザ光が円形スポット状に投射される領域 O を走査面 31 にて移動させることで、表示画像 71 が描画される。即ち、レーザスキャナ 10 から投射されるレーザ光は、走査面 31 を水平方向 x と垂直方向 y とに走査することで、表示画像 71 となる。ここで、例えば表示画像 71 は、水平方向 x に 480 画素且つ垂直方向 y に 240 画素を有する画像として、走査面 31 に毎秒 60 フレーム形成される。尚、図 2 に示すように走査面 31 の水平方向 x は、車両 1 の水平方向と一致し

ている。一方、走査面 31 の垂直方向 y は、図 2 に示すように車両 1 の鉛直方向に対して傾いていてもよいし、あるいは鉛直方向と一致していてもよい。

[0028] 図 5, 6 に示すように反射型のスクリーン部材 30 は、樹脂基材乃至はガラス基材の表面にアルミニウムを蒸着させること等によって、形成されている。スクリーン部材 30 は、車両 1 においてレーザスキャナ 10 よりも上方に配置されている（図 1, 2 参照）。スクリーン部材 30 は、マイクロミラーとしての複数の光学素子 32 を水平方向 x と垂直方向 y とに格子状配列してなり、それら光学素子 32 の表面（具体的には、後に詳述する湾曲面 33）により走査面 31 を構成している。各光学素子 32 の表面は、走査面 31 に投射されたレーザ光を反射することで、当該レーザ光を拡散させて出射する。ここで図 5 に示すように、走査面 31 にてレーザ光が投射される投射領域 O の直径 ϕo は、各光学素子 32 の素子幅 W （好ましくは、後に詳述する小素子幅 Wb ）の半値以上に、設定される。尚、各光学素子 32 は、図 6 に示すように全て一体物として形成されていてもよいし、あるいは別体に形成されて共通基材に保持されていてもよい。

[0029] 図 1, 2 に示すように光学系 40 は、凹面鏡 42 及びその駆動部（図示しない）を有している。凹面鏡 42 は、樹脂基材乃至はガラス基材の表面にアルミニウムを蒸着させること等によって、形成されている。凹面鏡 42 は、走査面 31 にて拡散されたレーザ光を反射面 42a によって反射することで、当該レーザ光を投影面 91 側へと導いて表示画像 71 を投影する。反射面 42a は、走査面 31 及び投影面 91 から遠ざかる方向に中心部が凹む凹面として、滑らかな曲面状に形成されることで、表示画像 71 を拡大して投影可能となっている。

[0030] 光学系 40 の駆動部は、電氣的に接続されたコントローラ 29 からの制御信号に従って、凹面鏡 42 を図 1 の揺動軸 42b まわりに揺動駆動する。かかる揺動により、投影された表示画像 71 の虚像 70 の結像位置が上下するのに応じて、視認領域 60 も上下する。ここで視認領域 60 の位置は、アイ

リップス 6 2 を考慮して規定されている。具体的にアイリップス 6 2 とは、車両 1 の室内のうち、運転席に着座した任意の視認者を想定したときにアイポイント 6 1 が存在可能な空間領域を、表している。そこで、凹面鏡 4 2 の揺動に応じて上下する視認領域 6 0 は、当該揺動の範囲では少なくとも一部がアイリップス 6 2 内へ入るように、想定されている。

[0031] 尚、光学系 4 0 については、凹面鏡 4 2 以外の光学要素を凹面鏡 4 2 に代えて、又は加えて設けてもよい。また、光学系 4 0（凹面鏡 4 2）を設けないうで、各光学素子 3 2 により拡散されたレーザ光を、直接に投影面 9 1 へ投射してもよい。

[0032] （光学素子の詳細特徴）

次に、第一実施形態による光学素子 3 2 の詳細な特徴を説明する。

[0033] 図 5，6 に示すように各光学素子 3 2 の表面は、互いに共通の湾曲形態として凸状に湾曲する凸状湾曲の形態を呈することで、円弧面状等の湾曲面 3 3 を形成している。各光学素子 3 2 表面において湾曲面 3 3 は、方向 x ， y との直交方向 z （図 2 も参照）のうち、レーザスキャナ 1 0 及び光学系 4 0 と向き合う側へ突出し、最突出点を面頂点 3 4 としている。即ち、各光学素子 3 2 表面の湾曲面 3 3 は、スクリーン部材 3 0 を厚さ方向（即ち、ここでは方向 z ）に挟んだ両側のうち、レーザスキャナ 1 0 及び光学系 4 0 と向き合う側の走査面 3 1 に、形成されている。かかる構成により、レーザスキャナ 1 0 から走査面 3 1 へ投射されるレーザ光は、光学素子 3 2 表面の湾曲面 3 3 により反射されることで、当該湾曲面 3 3 から拡散して光学系 4 0 側へと出射される。

[0034] 各方向 x ， y において隣接する光学素子 3 2 同士は、それぞれの湾曲面 3 3 の外縁（輪郭）を互いに重ねることで、相互間に境界 3 5 を形成している。ここで、各光学素子 3 2 表面の湾曲面 3 3 については、方向 z にて基準となる面頂点 3 4 から境界（縦断面における変曲点）3 5 までのずれ量である深さを、サグ量 S と定義する。尚、図 5 では、理解を容易にするために、一部の符号のみを付して示している。

[0035] このような各光学素子 3 2 によりレーザ光を拡散して出射させるスクリーン部材 3 0 に関して、本発明者らは鋭意研究を行ってきた。その結果、隣接する光学素子 3 2 間の境界 3 5 を通じてレーザ光が出射される際、当該境界 3 5 での回折により、出射角に応じて波打つ強度分布が出射光に生じ、そうした境界回折（開口回折）に起因して輝度ムラが惹起されるという知見を、本発明者らは得た。

[0036] 具体的に、特許文献 1 の HUD 装置に準じた構成の図 7 の比較例では、隣接する光学素子 1 3 2 同士にて素子幅 W がいずれの方向 x , y でも等しくなるように、各光学素子 1 3 2 が形成されている。かかる比較例の場合、図 8 に示すように、各光学素子 1 3 2 からの出射角 θ （本比較例では、反射角としての θ ）に応じた強度分布の波は、互いに重なることで、ピーク強度を強め合う。故に、各光学素子 1 3 2 からの出射光を重ね合わせた強度分布では、境界 1 3 5（図 7 参照）に対応する出射角 θ_b での波打ち量が大きくなるため、回折光を虚像 7 0 として視認する視認者は、当該波打ち量に応じた輝度ムラを感じることになる。

[0037] これに対し、図 5, 6 に示すように第一実施形態では、走査面 3 1 全域のいずれの方向 x , y においても、面頂点 3 4 を通る縦断面での境界 3 5 間の素子幅 W が隣接素子 3 2 同士にて相異なるように、各光学素子 3 2 が形成されている。即ち、各光学素子 3 2 は、格子状配列の一配列方向 x に隣接する光学素子 3 2 とは当該隣接方向 x の素子幅 W が相異なり、且つ格子状配列の他配列方向 y に隣接する光学素子 3 2 とは当該隣接方向 y の素子幅 W が相異なるように、形成されている。特に第一実施形態の素子幅 W としては、大小二種類の素子幅 W_a , W_b が設定されており、大素子幅 W_a の光学素子 3 2 と小素子幅 W_b の光学素子 3 2 とは、いずれの方向 x , y においても交互に配列されている。かかる配列形態により各光学素子 3 2 は、水平方向 x において隣接する光学素子 3 2 と比較した素子幅 W の大小関係と、垂直方向 y において隣接する光学素子 3 2 と比較した素子幅 W の大小関係とにつき、一致させられている。

[0038] こうした第一実施形態の場合、図9に示すように、各光学素子32からの出射角 θ （第一実施形態では、反射角としての θ ）に応じた強度分布の波は、大素子幅 W_a の光学素子32の場合（グラフ中、実線）と小素子幅 W_b の光学素子32（グラフ中、一点鎖線）の場合とで、互いにずれてピーク強度を強め合い難い。故に、それら各素子幅 W_a , W_b の光学素子32から出射されるレーザ光を重ね合わせた図10の強度分布では、境界35に対応する出射角 θ_b 付近での波打ち量が小さくなるため、視認者の感じる輝度ムラが当該波打ち量に応じて抑制され得る。ここで特に、本発明者らの鋭意研究によれば、素子幅 W_a , W_b の平均値（本実施形態では、後に詳述するピークピッチ P と一致する）に対して、各素子幅 W_a , W_b が $\pm 3.5\% \sim \pm 5\%$ の範囲内となるように設定されることが、輝度ムラの抑制に好ましい。

[0039] さて、本発明者らは、隣接する光学素子32表面の湾曲面33を通じて出射されたレーザ光同士が干渉し合うことで、出射角に応じて複数次数の回折ピークを与える強度分布の回折光が生じ、そうした多重回折に起因して輝度ムラが惹起されるという知見も得た。

[0040] そこで、図6に示すように第一実施形態では、隣接する光学素子32同士にて相異なるサグ量 S が、走査面31全域で設定されている。特に第一実施形態のサグ量 S としては、大小二種類のサグ量 S_a , S_b が設定されており、大サグ量 S_a の光学素子32と小サグ量 S_b の光学素子32とは、いずれの方向 x , y においても交互に配列されている。かかる配列形態により、隣接する光学素子32同士は、サグ量 S_a , S_b の差（ $S_a - S_b$ ）に応じて、方向 z の段差を形成している。

[0041] こうした第一実施形態において、隣接する各光学素子32表面の湾曲面33から出射角 θ （第一実施形態では、反射角としての図9の θ ）にて出射されることで干渉し合うレーザ光同士の光路長差 ΔL は、例えば図11の如く発生する。ここで隣接素子32同士について、面頂点34間の距離をピークピッチ P （図5, 6参照）、サグ量 S_a , S_b の差を ΔS と定義したとき、光路長差 ΔL は、 $\sin \theta \doteq \theta$ [rad] の近似の元、当該 ΔS より十分大

きなピークピッチ P を用いて下記の式 1 又は式 2 により表される。具体的に式 1 は、大サグ量 S_a の一光学素子 32 と、その片側（例えば図 6 の右側）に隣接する小サグ量 S_b の光学素子 32 との間で成立する。また一方で式 2 は、大サグ量 S_a の一光学素子 32 と、その逆側（例えば図 6 の左側）に隣接する小サグ量 S_b の光学素子 32 との間で成立する。さらに、レーザ光の波長を λ と定義したとき、光路長差 ΔL が当該波長 λ 分変化する出射角 θ の角度差 α 、即ち回折ピークの次数が 1 変化する出射角 θ の角度差 α は、 $\sin \alpha \div \alpha$ の近似の元、ピークピッチ P を用いた下記の式 3 により表される。

$$\Delta L = P \cdot \theta - 2 \cdot \Delta S \quad \cdots (\text{式 } 1)$$

$$\Delta L = P \cdot \theta + 2 \cdot \Delta S \quad \cdots (\text{式 } 2)$$

$$\alpha = \lambda / P \quad \cdots (\text{式 } 3)$$

これら式 1, 2, 3 に基づいて、第一実施形態での光路長差 ΔL が 0, $\pm \lambda$ となるときの、即ち回折ピークの次数が 0, ± 1 となるときの強度分布を考えてみると、図 12 の如く出射角 θ の角度差 α に応じた強度分布となることが分かる。かかる強度分布では、式 1, 3 に従って大サグ量 S_a の一光学素子 32 が小サグ量 S_b の片側隣接素子 32 との間で生じさせる回折ピークは、0 に対して $2 \cdot \Delta S \cdot \alpha / \lambda$ 分ずれた 0 次回折角 θ_0 から $\pm \alpha$ 毎の出射角 θ を、中心に生じる（グラフ中、実線）。また一方で、式 2, 3 に従って大サグ量 S_a の一光学素子 32 が小サグ量 S_b の逆側隣接素子 32 との間で生じさせる回折ピークは、0 に対して $-2 \cdot \Delta S \cdot \alpha / \lambda$ 分ずれた 0 次回折角 $-\theta_0$ から $\pm \alpha$ 毎の出射角 θ を、中心に生じる（グラフ中、一点鎖線）。尚、図 12 は、 $\Delta S = \lambda / 8$ と設定したことにより、回折ピークが $\theta_0 = \alpha / 4$ 及び $-\theta_0 = -\alpha / 4$ の各々から $\pm \alpha$ 毎に生じている例を、示している。また、図 12 のグラフの実線に付されたポイント A ~ G は、図 11 に例示した各光路長差 ΔL を発生する回折光の方向 A ~ G に、それぞれ対応している。

[0042] このように第一実施形態では、一光学素子 32 がその両側の隣接素子 32 との間で生じさせる回折光の回折ピークは、相異なる出射角 θ を中心に生じ

ることで、互いにずれる。このずらし作用の結果、一光学素子 3 2 といずれか一方の隣接素子 3 2 との間で生じる回折ピークは、一光学素子 3 2 といずれか他方の隣接素子 3 2 との間で生じる回折バレーと重なることになるので、強度を強め合い難い。

[0043] 以上より、一光学素子 3 2 が両側隣接素子 3 2 との間で生じさせる回折光（グラフ中、二点鎖線）を重ね合わせた図 1 3 の強度分布（グラフ中、実線）では、各回折ピーク中心の出射角 θ （ $\theta 0$ 、 $-\theta 0$ の各々から $\pm \alpha$ 毎）と、その間の出射角 θ とで、強度差 ΔI が小さくなる。例えば、図 1 2 と同様に $\Delta S = \lambda / 8$ とした図 1 3 の場合には、 $\alpha / 4$ 、 $-\alpha / 4$ の各々から $\pm \alpha$ 毎の出射角 θ と、0 から $\pm \alpha / 2$ 毎の出射角 θ とで、強度差 ΔI を小さくできる。故に、視認者の感じる輝度ムラを、小さな強度差 ΔI に応じて抑制し得る。

[0044] ここで、上述したように第一実施形態では、湾曲面 3 3 での反射により各光学素子 3 2 がレーザ光を拡散して出射する構成を、採用している。こうした構成において、1 以上の任意の奇数を m と定義したとき、隣接する光学素子 3 2 同士のサグ量の差 ΔS が $m \cdot \lambda / 4$ と一致すると、一光学素子 3 2 がその両側の隣接素子 3 2 との間で生じさせる回折ピークは、図 1 4 の如く互いに重なる恐れがある。これは、 $\Delta S = m \cdot \lambda / 4$ の場合（図 1 4 の例は、 $\Delta S = \lambda / 4$ の場合）、回折ピークが $\theta 0 = \alpha / 2$ 且つ $-\theta 0 = -\alpha / 2$ の各々から $\pm \alpha$ 毎に生じるためである。

[0045] そこで、第一実施形態において隣接する光学素子 3 2 同士のサグ量差 ΔS は、下記の式 4 を成立させる値に設定される。さらに、式 4 が成立する限りにてサグ量差 ΔS は、下記の式 5 を成立させる値に設定されることが好ましく、その中でも特に、下記の式 6 を成立させる値に設定されることがより好ましい。

$$\Delta S \neq m \cdot \lambda / 4 \quad \cdots \text{ (式 4)}$$

$$(2m - 1) \cdot \lambda / 16 < \Delta S < (2m + 1) \cdot \lambda / 16 \quad \cdots \text{ (式 5)}$$

$$\Delta S = m \cdot \lambda / 8 \quad \cdots \text{ (式 6)}$$

尚、複数色のレーザ光を使用する第一実施形態では、式 4, 5, 6 の波長 λ は、少なくとも一色のレーザ光に対して想定される。例えば一色のレーザ光に対してのみ想定する場合、視感度の高い緑色レーザ光のピーク波長、あるいは回折角の大きな赤色レーザ光のピーク波長を、波長 λ として想定することが好ましい。また、二色以上のレーザ光に対して想定する場合には、各色毎に相異なる m を設定することで、式 4, 5, 6 の成立が可能となる。

[0046] 以上、式 4, 5, 6 のいずれかを成立させる第一実施形態では、少なくとも一色のレーザ光について、隣接する光学素子 32 同士のサグ量差 ΔS が $m \cdot \lambda / 4$ からずれて、回折ピークの重なりが確実に回避され得る。尚、図 6 では、理解を容易にするために、サグ量差 ΔS を実際よりも大きく示している。

[0047] そして、ここまで説明の特徴を全て実現するために第一実施形態では、図 6 に示すように、大素子幅 W_a の光学素子 32 に大サグ量 S_a が設定され、且つ小素子幅 W_b の光学素子 32 に小サグ量 S_b が設定されている。また、走査面 31 全域のいずれの方向 x , y においても各光学素子 32 表面の湾曲面 33 には、面頂点 34 を通る縦断面にて互いに等しい曲率半径 R が、設定されている。さらに図 5, 6 に示すように、走査面 31 全域のいずれの方向 x , y においても各光学素子 32 には、隣接する光学素子 32 同士の面頂点 34 間の距離として、互いに等しいピークピッチ P が設定されている。またさらに、いずれの方向 x , y においてもピークピッチ P の二倍値は、大素子幅 W_a 及び小素子幅 W_b の和 ($W_a + W_b$) と等しく設定されている。

[0048] これらの設定下、小素子幅 W_b の光学素子 32 は、図 5 の如く方向 z から見て正形状を呈することで、線状の境界 35 を介して大素子幅 W_a の四素子 32 と隣接している。したがって、小素子幅 W_b の光学素子 32 において各角部の内角 ϕ_b は、図 15 の如く 90° となる。また一方、大素子幅 W_a の光学素子 32 は、図 5 の如く方向 z から見て正形状の四隅をカットした略八角形状を呈することで、線状の境界 35 を介して小素子幅 W_b の四素子 32 と隣接しているのみならず、大素子幅 W_a の別の四素子 32 ととも隣接し

ている。したがって、大素子幅 W_a の光学素子32において各角部の内角 ϕ_a は、図15の如く 135° となる。

[0049] (作用効果)

以下、上述した第一実施形態の作用効果を説明する。

[0050] 第一実施形態では、隣接する光学素子32間の境界35を通じて出射されるレーザ光が回折により干渉し合うことで、それら各光学素子32からの出射光には、波打つ強度分布が生じる。しかし、格子状配列の一配列方向及び他配列方向である水平方向 x 及び垂直方向 y にて隣接する光学素子32同士では、素子幅 W (W_a , W_b) の差に応じて強度分布の波が互いにずれることになる。これによれば、隣接する各光学素子32からの出射光は、強度分布の波がずれた状態で視認者により虚像70として視認され得るので、視認者の感じる輝度ムラのさらなる抑制効果を発揮できる。

[0051] ここで特に第一実施形態では、スクリーン部材30のうち各光学素子32表面の湾曲面33を形成する側となる走査面31の全域にて、隣接する光学素子32同士での相異なる素子幅 W (W_a , W_b) が実現されている。これによれば、強度分布の波ずれを走査面31での素子位置によらず生じさせて、視認者の感じる輝度ムラの高い抑制効果を達成可能となる。

[0052] また、第一実施形態では、各光学素子32は、水平方向 x において隣接する光学素子32と比較した素子幅 W の大小関係と、垂直方向 y において隣接する光学素子32と比較した素子幅 W の大小関係を、一致させられる。これによれば、各方向 x , y での配列に必要な各光学素子32の形状を可及的に単純化し得るので、スクリーン部材30の構造を簡素にして、設計容易性乃至は製造容易性を高めることができる。

[0053] さらに、第一実施形態の各光学素子32は、隣接する光学素子32同士にて湾曲面33の面頂点34から相互間の境界35までのサグ量 S (S_a , S_b) が相異なるように形成される。こうした相異なるサグ量 S (S_a , S_b) の設定によると、一光学素子32がその両側の隣接素子32との間で生じさせる回折光の回折ピークは、互いにずらされる。このずらし作用を利用し

て、一光学素子 32 と片側の隣接素子 32 との間で生じる回折光の回折ピークを、一光学素子 32 と逆側の隣接素子 32 との間で生じる回折光の回折バレーと重ねることによれば、それら回折光を虚像 70 として視認する視認者の感じる輝度ムラを、抑制できる。

[0054] (第二実施形態)

図 16 に示すように、本開示の第二実施形態は第一実施形態の変形例である。第二実施形態では、ピークピッチ P が互いに等しく且つ素子幅 W (W_a , W_b) が相異なる各光学素子 2032 の湾曲面 2033 について、隣接素子 2032 同士で相異なる曲率半径 R が、走査面 31 の全域にて設定されている。特に第二実施形態の曲率半径 R としては、大小二種類の曲率半径 R_a , R_b が設定されており、大曲率半径 R_a の光学素子 2032 と小曲率半径 R_b の光学素子 2032 とは、いずれの方向 x , y においても交互に配列されている。かかる配列形態により各光学素子 2032 は、水平方向 x において隣接する光学素子 2032 と比較した曲率半径 R の大小関係と、垂直方向 y において隣接する光学素子 2032 と比較した曲率半径 R の大小関係とにつき、一致させられている。

[0055] また、第二実施形態では、大素子幅 W_a の光学素子 2032 に大曲率半径 R_a が設定され、且つ小素子幅 W_b の光学素子 2032 に小曲率半径 R_b が設定されている。さらに、第二実施形態の方向 z にて湾曲面 2033 の面頂点 2034 から境界 2035 までのサグ量 S は、走査面 31 の全域において、隣接する光学素子 2032 同士で互いに等しくなるように、設定されている。

[0056] これらの設定下にあっても、第一実施形態と同様に小素子幅 W_b の光学素子 2032 は、方向 z から見て正形状 (図示しない) を呈することで、線状の境界 2035 を介して大素子幅 W_a の四素子 2032 と隣接している。また、第一実施形態と同様に大素子幅 W_a の光学素子 2032 は、方向 z から見て正形状の四隅をカットした略八角形状 (図示しない) を呈することで、線状の境界 2035 を介して小素子幅 W_b の四素子 2032 と隣接して

いるのみならず、大素子幅 W_a の別の四素子2032とも隣接している。

[0057] このような第二実施形態では、隣接する光学素子2032同士の曲率半径 R が相異ならされることで、輝度ムラを抑制可能な相異の素子幅 W (W_a , W_b) が確実に確保され得る。それと共に第二実施形態では、隣接する光学素子2032同士にて湾曲面2033の面頂点2034から相互間の境界2035までのサグ量 S が等しくなることで、各光学素子2032の形状は可及的に単純化され得る。故に、スクリーン部材30の構造を簡素にして、設計容易性乃至は製造容易性を高めることができる。

[0058] (第三実施形態)

図17に示すように、本開示の第三実施形態は第一実施形態の変形例である。第三実施形態において各光学素子3032の表面は、互いに共通の湾曲形態として凹状に湾曲する凹状湾曲形態を呈することで、円弧面状等の湾曲面3033を形成している。各光学素子3032表面において湾曲面3033は、方向 x , y との直交方向 z のうち、レーザスキャナ10及び光学系40と向き合う側から反対側へ凹陷し、最凹陷点を面頂点3034としている。即ち、各光学素子3032表面の湾曲面3033は、スクリーン部材30を厚さ方向(即ち、ここでは方向 z)に挟んだ両側のうち、レーザスキャナ10及び光学系40と向き合う側の走査面31に、形成されている。かかる構成により、レーザスキャナ10から走査面31へ投射されるレーザ光は、光学素子3032表面の湾曲面3033により反射されることで、当該湾曲面3033から拡散して光学系40側へと出射される。

[0059] 各方向 x , y において隣接する光学素子3032同士は、それぞれの湾曲面3033の外縁(輪郭)を互いに重ねることで、相互間に境界3035を形成している。ここで、第三実施形態における各光学素子3032表面の湾曲面3033については、方向 z にて基準となる面頂点3034から境界(縦断面における変曲点)3035までのずれ量である高さが、サグ量 S と定義される。

[0060] 以上説明の特徴を除いて第一実施形態と同様の特徴を備える第三実施形態

によれば、第一実施形態と同様の作用効果を発揮することが、可能となる。

[0061] (第四実施形態)

図18に示すように、本開示の第四実施形態は第一実施形態の変形例である。第四実施形態の各光学素子4032表面において湾曲面4033は、方向 x 、 y との直交方向 z のうち、レーザスキャナ10及び光学系40と向き合う側とは反対側へ突出し、最突出点を面頂点4034としている。即ち、各光学素子4032表面の湾曲面4033は、スクリーン部材30を厚さ方向（即ち、ここでは方向 z ）に挟んだ両側のうち、レーザスキャナ10及び光学系40と向き合う側の光学面4036とは反対側の走査面4031に、形成されている。かかる構成により、レーザスキャナ10から光学面4036へ投射されるレーザ光は、スクリーン部材30内を透過して、光学素子4032表面の湾曲面4033に入射する。その結果としてレーザ光は、図19に示すように、光学素子4032表面の湾曲面4033により反射されてスクリーン部材30内を透過することで、光学面4036から拡散して光学系40側へと出射される。

[0062] 第四実施形態の各方向 x 、 y においても、図18に示すように隣接する光学素子4032同士は、それぞれの湾曲面4033の外縁（輪郭）を互いに重ねることで、相互間に境界4035を形成している。また、各光学素子4032表面の湾曲面4033についても、方向 z にて基準となる面頂点4034から境界（縦断面における変曲点）4035までのずれ量である高さが、サグ量 S と定義される。ここで、隣接する光学素子4032同士には、相異なるサグ量 S 、即ち第一実施形態に準ずる大小二種類のサグ量 S_a 、 S_b が、走査面4031の全域にて設定されている。それと共に、隣接する光学素子4032同士には、第一実施形態に準じて面頂点4034を通る縦断面での相異なる素子幅 W 、即ち大小二種類の素子幅 W_a 、 W_b が、走査面4031の全域にて設定されている。

[0063] 第四実施形態では、隣接する各光学素子4032表面の湾曲面4033により反射されて、光学面4036から出射角 θ にて出射されることで、干

渉し合うレーザ光同士の光路長差 ΔL は、例えば図19の如く発生する。ここで光路長差 ΔL は、隣接素子4032同士のサグ量 S_a 、 S_b の差 ΔS と定義したとき、第一実施形態と同様な式1又は式2により表すことができる。また、光路長差 ΔL が波長 λ 分変化する出射角 θ の角度差 α は、第一実施形態と同様な式3により表すことができる。

[0064] このような第四実施形態においても、一光学素子4032がその両側の隣接素子4032との間で生じさせる回折光の回折ピークは、第一実施形態と同様の原理により、相異なる出射角 θ を中心に生じることで、互いにずれる。このずらし作用の結果、一光学素子4032といずれか一方の隣接素子4032との間で生じる回折ピークは、一光学素子4032といずれか他方の隣接素子4032との間で生じる回折バレーと重なることになるので、強度を強め合い難い。したがって、図示はしないが、一光学素子4032が両側隣接素子4032との間で生じさせる回折光を重ね合わせた強度分布では、各回折ピーク中心の出射角 θ と、その間の出射角 θ とで、強度差が小さくなる。故に、視認者の感じる輝度ムラを、小さな強度差に応じて抑制し得る。

[0065] また、上述したように第四実施形態では、湾曲面4033での反射により各光学素子4032がレーザ光を拡散して当該湾曲面4033とは反対側の光学面4036から出射する構成を、採用している。こうした構成において、1以上の任意の奇数を m と定義し且つスクリーン部材30の屈折率を n と定義したとき、隣接する光学素子4032同士のサグ量の差 ΔS が $m \cdot \lambda / 4 / n$ と一致する場合を想定する。この場合、一光学素子4032がその両側の隣接素子4032との間で生じさせる回折ピークは、互いに重なる恐れがある。これは、 $\Delta S = m \cdot \lambda / 4 / n$ の場合、回折ピークが $\theta_0 = \alpha / 2 / n$ 且つ $-\theta_0 = -\alpha / 2 / n$ の各々から $\pm \alpha$ 毎に生じるためである。

[0066] そこで、第四実施形態において隣接する光学素子4032同士のサグ量差 ΔS は、下記の式7を成立させる値に設定される。さらに、式7が成立する限りにてサグ量差 ΔS は、下記の式8を成立させる値に設定されることが好ましく、その中でも特に、下記の式9を成立させる値に設定されることがよ

り好ましい。これら式 7, 8, 9 のうちいずれかの成立により第四実施形態では、隣接する光学素子 4032 同士のサグ量 S (S_a , S_b) の差 ΔS を $m \cdot \lambda / 4 / n$ と一致させずに、回折ピークの重なりを確実に回避し得る。

$$\Delta S \neq m \cdot \lambda / 4 / n \quad \dots (\text{式 } 7)$$

$$(2m-1) \cdot \lambda / 16 / n < \Delta S < (2m+1) \cdot \lambda / 16 / n \quad \dots (\text{式 } 8)$$

$$\Delta S = m \cdot \lambda / 8 / n \quad \dots (\text{式 } 9)$$

尚、第四実施形態においても、第一実施形態と同様に、複数色のレーザ光を使用することから、式 7, 8, 9 の波長 λ は、少なくとも一色のレーザ光に対して想定される。例えば一色のレーザ光に対してのみ想定する場合、緑色レーザ光、あるいは赤色レーザ光のピーク波長を、波長 λ として想定することが好ましい。また、二色以上のレーザ光に対して想定する場合には、各色毎に相異なる m を設定することで、式 7, 8, 9 の成立が可能となる。

[0067] 以上説明の特徴を除いて第一実施形態と同様の特徴を備える第四実施形態によれば、第一実施形態と同様の作用効果を発揮することが、可能となる。

[0068] (他の実施形態)

以上、本開示の複数の実施形態について説明したが、本開示は、それらの実施形態に限定して解釈されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲内において種々の実施形態及び組み合わせに適用することができる。

[0069] 具体的に、第一、第三及び第四実施形態に関する変形例 1 としては、図 20, 21 に示すように、隣接する光学素子 32, 4032 同士で相異なる曲率半径 R (R_a , R_b) を、第二実施形態に準じて設定してもよい。尚、図 20 は、第一実施形態に適用した変形例 1 を、示しており、図 21 は、第四実施形態に適用した変形例 1 を、示している。

[0070] 第二及び第四実施形態に関する変形例 2 としては、図 22, 23 に示すように、第三実施形態に準じて凹状に湾曲する凹状湾曲形態の湾曲面 2033, 4033 を、採用してもよい。尚、図 22 は、第二実施形態に適用した変形例 2 を、示しており、図 23 は、第四実施形態に適用した変形例 2 を、示

している。

[0071] 第一～第四実施形態に関する変形例3としては、図24に示すように、方向x, yのうち一方にて隣接する光学素子32, 2032, 3032, 4032同士では素子幅Wが相異なる(Wa, Wb)が、方向x, yのうち他方にて隣接する光学素子32, 2032, 3032, 4032同士では素子幅Wが等しい構成を、採用してもよい。尚、図24は、方向xにて相異なる素子幅W(Wa, Wb)、且つ方向yにて等しい素子幅W(例えば図24の如きWa)となる第一実施形態の変形例3を、示している。

[0072] 第一～第四実施形態に関する変形例4としては、図25に示すように、略八角形状を呈する大素子幅Waの光学素子32, 2032, 3032, 4032を、平面部37(図25の格子状ハッチ部分)を介して大素子幅Waの別の四素子32, 2032, 3032, 4032と隣接させてもよい。この場合、小素子幅Wbの光学素子32, 2032, 3032, 4032も、小素子幅Wbの別の四素子32, 2032, 3032, 4032に対して、平面部37を介して隣接する。尚、図25は、第一実施形態に適用した変形例4を、示している。

[0073] 第一～第四実施形態に関する変形例5としては、図26に示すように、走査面31, 4031のうち一部にて、隣接する光学素子32, 2032, 3032, 4032同士の素子幅Wが相異なっていれば、同面31, 4031のうち残部にて、当該隣接素子同士の素子幅Wを等しく設定してもよい。尚、図26は、第一実施形態に適用した変形例5を、示している。

[0074] 第四実施形態に関する変形例6としては、図21, 27に示すように第二実施形態に準じて、隣接する光学素子4032同士のサグ量Sを、走査面4031全域にて等しく設定してもよい。尚、図21は、第四実施形態に適用した変形例6も、同時に示しており、図27は、第四実施形態に対して変形例2と共に適用した変形例6を、示している。

[0075] 第一～第四実施形態に関する変形例7としては、図26に示すように、走査面31, 4031のうち一部にて、隣接する光学素子32, 2032, 3

032, 4032 同士のサグ量 S を相異ならせる一方、同面 31, 4031 のうち残部にて、当該隣接素子同士のサグ量 S を等しく設定してもよい。尚、図 26 は、第一実施形態に適用した変形例 7 も、同時に示している。

[0076] 第一～第四実施形態に関する変形例 8 としては、図 24 に示すように、同一の光学素子 32, 2032, 3032, 4032 に対して、水平方向 x と垂直方向 y とで相異なる素子幅 W (W_a 又は W_b) を設定してもよい。尚、図 24 は、第一実施形態に適用した変形例 8 も、同時に示している。

[0077] 第一～第四実施形態に関する変形例 9 としては、同一の光学素子 32, 2032, 3032, 4032 に対して、水平方向 x と垂直方向 y とで相異なる曲率半径 R (R_a 又は R_b) を設定してもよい。

[0078] 第一～第四実施形態に関する変形例 10 としては、三種類以上の素子幅 W を設定してもよい。また、第一、第三及び第四実施形態に関する変形例 11 としては、三種類以上のサグ量 S を設定してもよい。さらにまた、第一～第四実施形態に関する変形例 12 としては、走査面 31, 4031 に投射されたレーザ光を透過することで、当該レーザ光を拡散させて出射する湾曲面 33, 2033, 3033, 4033 を、マイクロレンズとしての光学素子 32, 2032, 3032, 4032 の表面に形成してもよい。

[0079] 第一～第四実施形態に関する変形例 13 としては、「投射器」であるレーザスキャナ 10 の MEMS 26 として、二軸まわりに回転可能な一つの走査ミラーを採用してもよい。また、第一～第四実施形態に関する変形例 14 としては、車両 1 の投影面 91 を形成する「表示部材」にウインドシールド 90 以外の要素を採用してもよく、例えば、ウインドシールド 90 の室内側の面に貼りつけた又はウインドシールド 90 とは別体に形成されたコンバイナ等を、採用してもよい。さらにまた、第一～第四実施形態に関する変形例 15 としては、車両 1 以外の船舶乃至は飛行機等の各種移動体（輸送機器）に、本開示を適用してもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 移動体（１）の投影面（９１）に表示画像（７１）を投影することにより、前記表示画像の虚像（７０）を前記移動体の室内から視認可能に表示するヘッドアップディスプレイ装置であって、
- 前記表示画像となるレーザ光を投射する投射器（１０）と、
- 格子状に配列される複数の光学素子（３２，２０３２，３０３２，４０３２）を、有し、前記投射器から前記光学素子に入射される前記レーザ光を拡散して前記投影面側に導くスクリーン部材（３０）とを、備え、
- 各前記光学素子は、凸状湾曲及び凹状湾曲のうちのいずれか一方であり互いに共通の湾曲形態を呈する湾曲面（３３，２０３３，３０３３，４０３３）を、表面に形成し、当該湾曲面を通じて前記投影面側に出射させる前記レーザ光を、拡散し、
- 且つ各前記光学素子は、格子状配列の少なくとも一配列方向に隣接する前記光学素子とは当該隣接方向の素子幅（ W ， W_a ， W_b ）が相異なるように、形成されているヘッドアップディスプレイ装置。
- [請求項2] 各前記光学素子は、格子状配列の一配列方向に隣接する前記光学素子とは当該一配列方向の前記素子幅が相異なり、且つ格子状配列の他配列方向に隣接する前記光学素子とは当該他配列方向の前記素子幅が相異なるように、形成されている請求項１に記載のヘッドアップディスプレイ装置。
- [請求項3] 各前記光学素子は、格子状配列の一配列方向において隣接する前記光学素子と比較した前記素子幅の大小関係と、格子状配列の他配列方向において隣接する前記光学素子と比較した前記素子幅の大小関係とが一致するように、形成されている請求項２に記載のヘッドアップディスプレイ装置。
- [請求項4] 各前記光学素子（３２，３０３２，４０３２）は、隣接するもの同士にて前記湾曲面（３３，３０３３，４０３３）の面頂点（３４，３

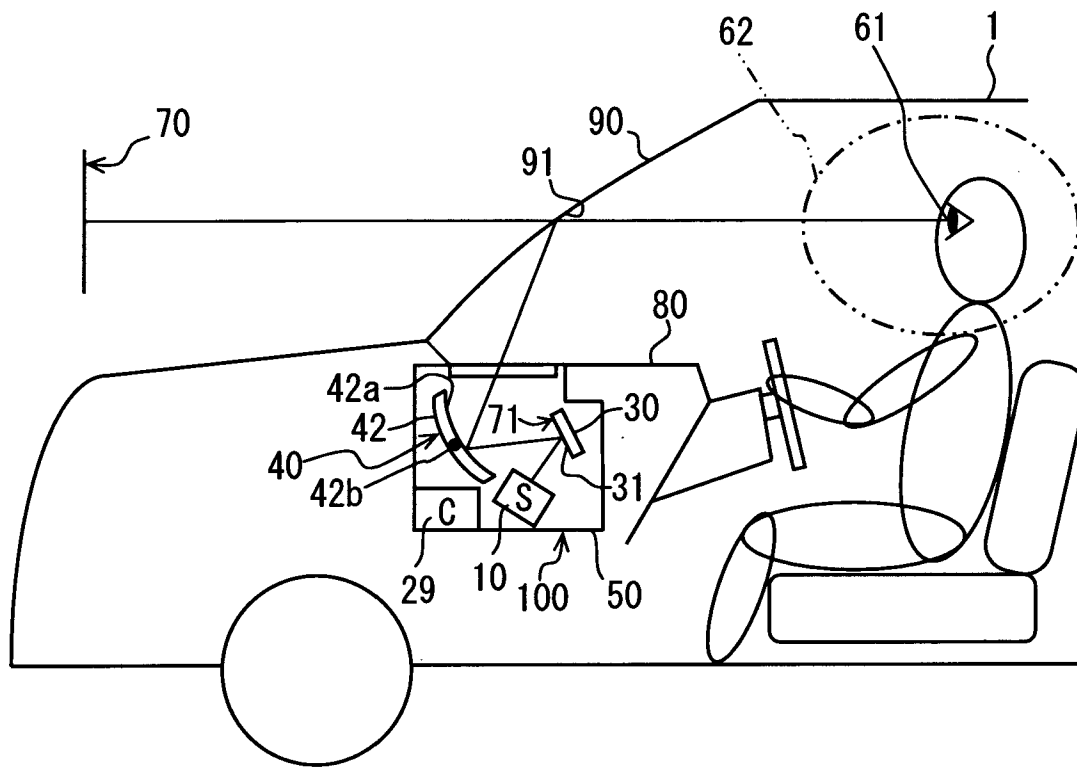
034, 4034) から相互間の境界 (35, 3035, 4035) までのサグ量 (S, S_a, S_b) が相異なるように、形成されている請求項1～3のいずれか一項に記載のヘッドアップディスプレイ装置。

[請求項5] 各前記光学素子 (2022) は、隣接するもの同士にて前記湾曲面 (2033) の面頂点 (2034) から相互間の境界 (2035) までのサグ量 (S) が等しくなるように、形成されている請求項1～3のいずれか一項に記載のヘッドアップディスプレイ装置。

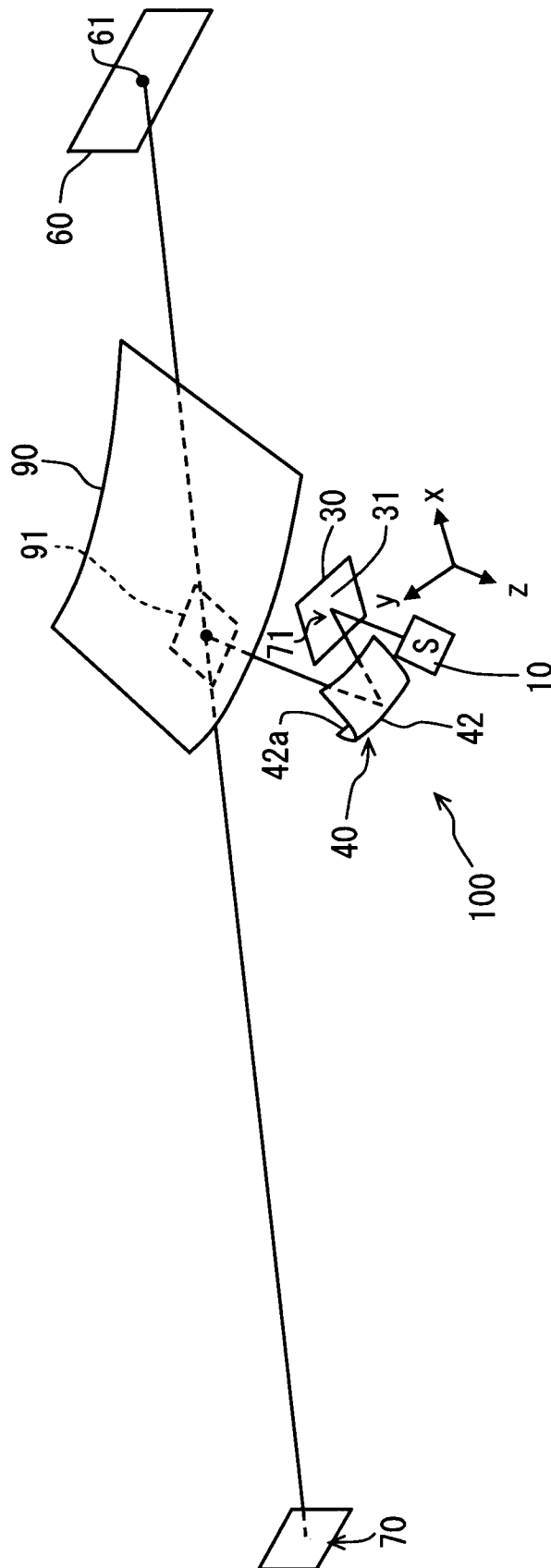
[請求項6] 前記各光学素子 (2022) は、隣接するもの同士にて前記湾曲面 (2033) の曲率半径 (R, R_a, R_b) が相異なるように、形成されている請求項1～5のいずれか一項に記載のヘッドアップディスプレイ装置。

[請求項7] 隣接する前記光学素子 (32, 2032, 3032, 4032) 同士の前記素子幅は、前記スクリーン部材のうち各前記光学素子表面の前記湾曲面を形成する側の面 (31, 4031) の全域において、相異なる請求項1～6のいずれか一項に記載のヘッドアップディスプレイ装置。

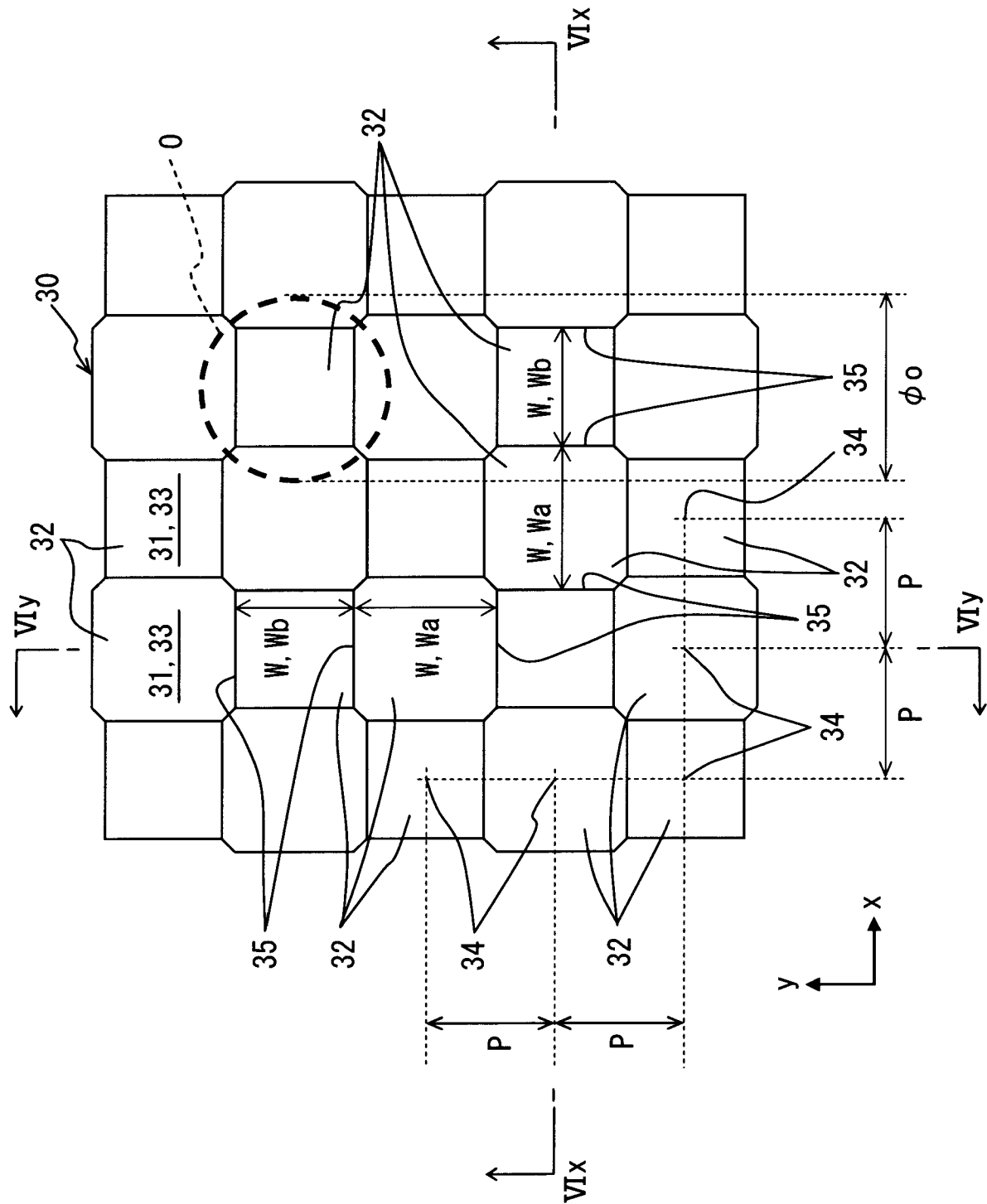
[図1]



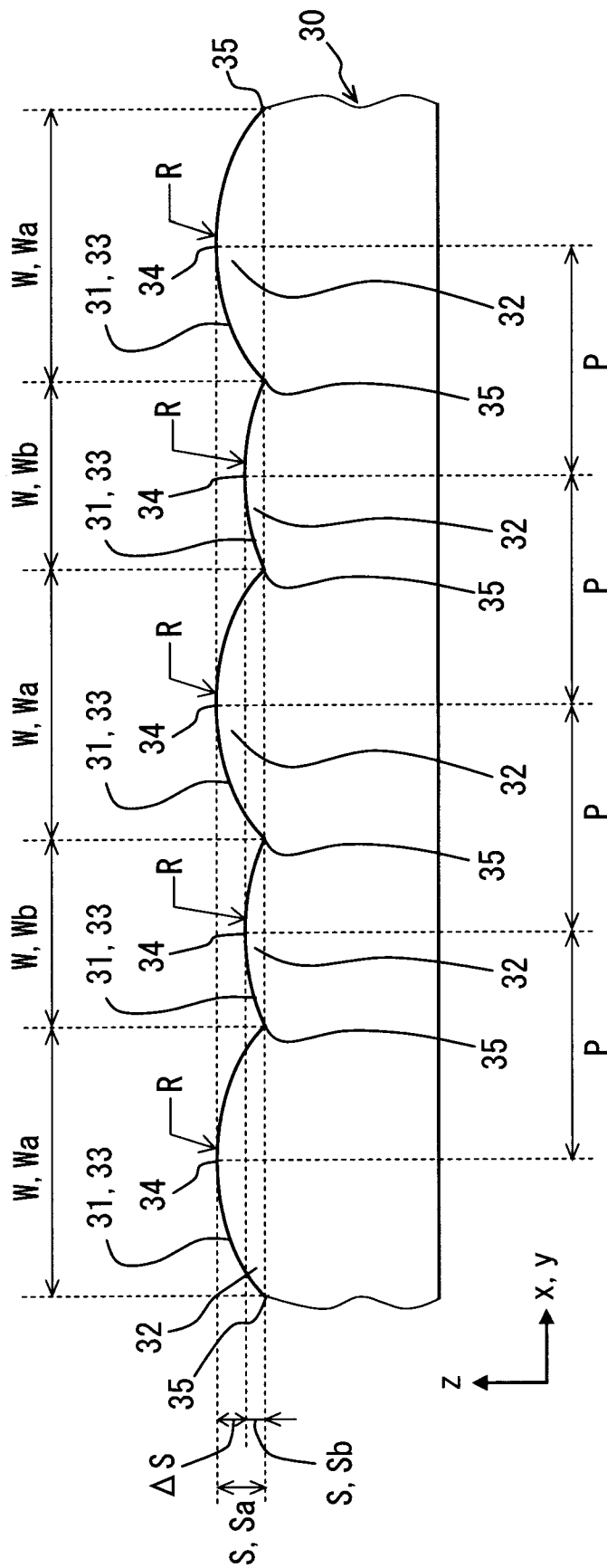
[図2]



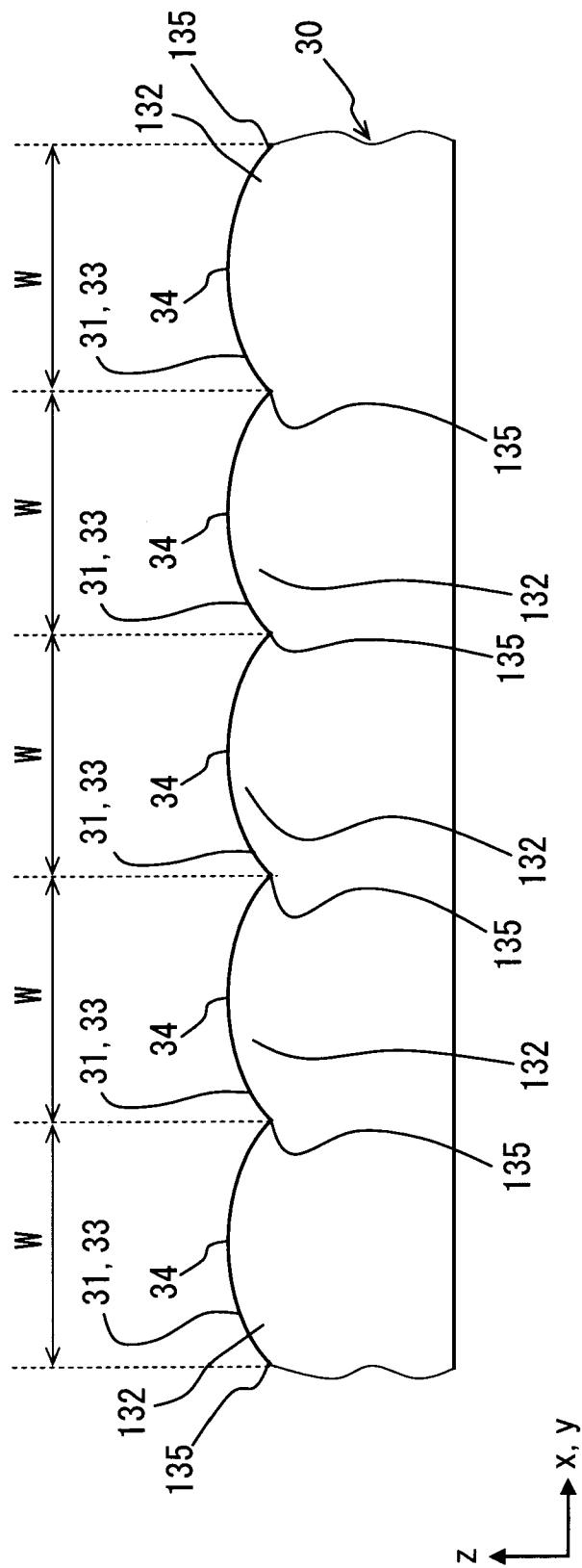
[図5]



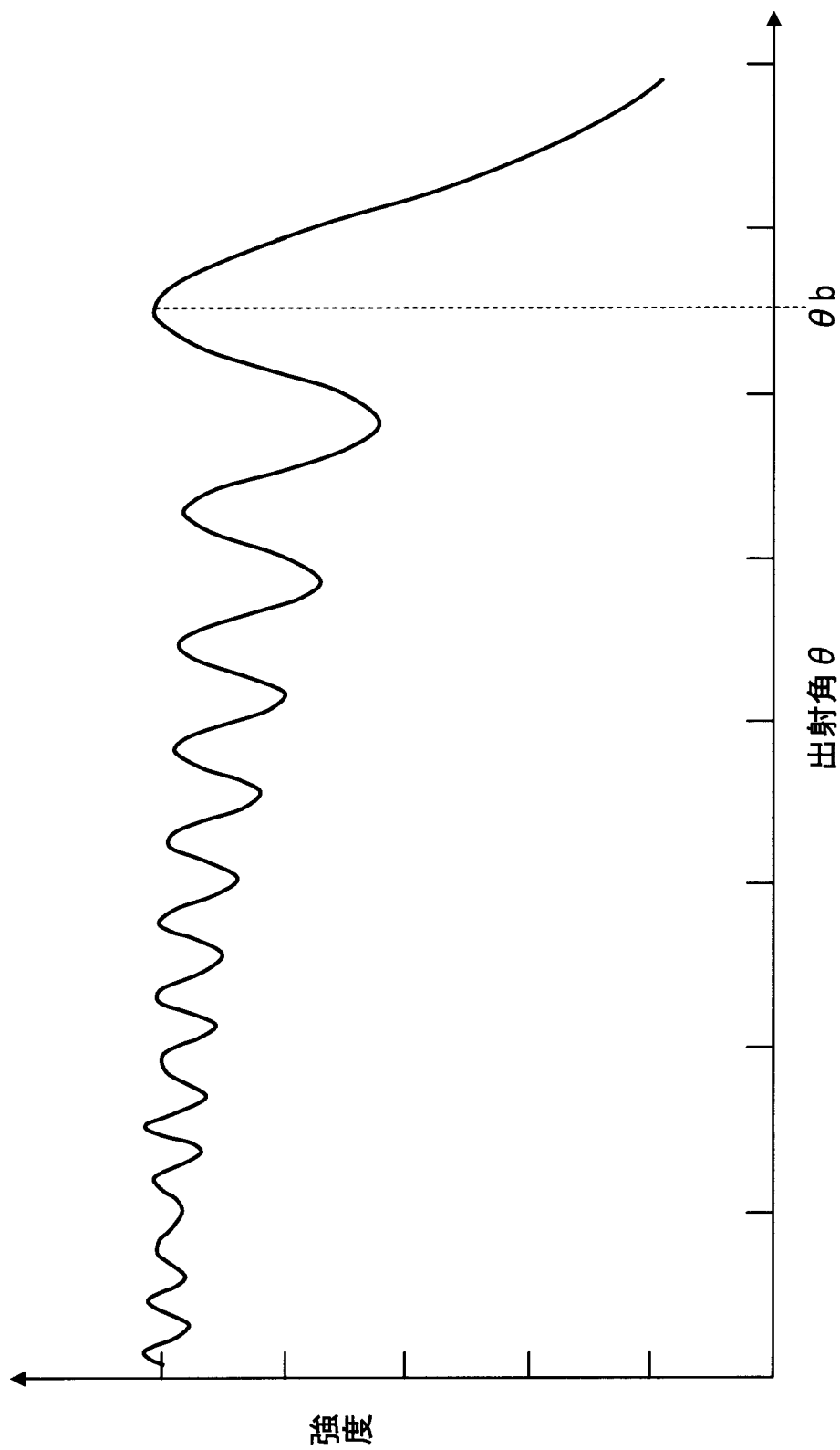
[図6]



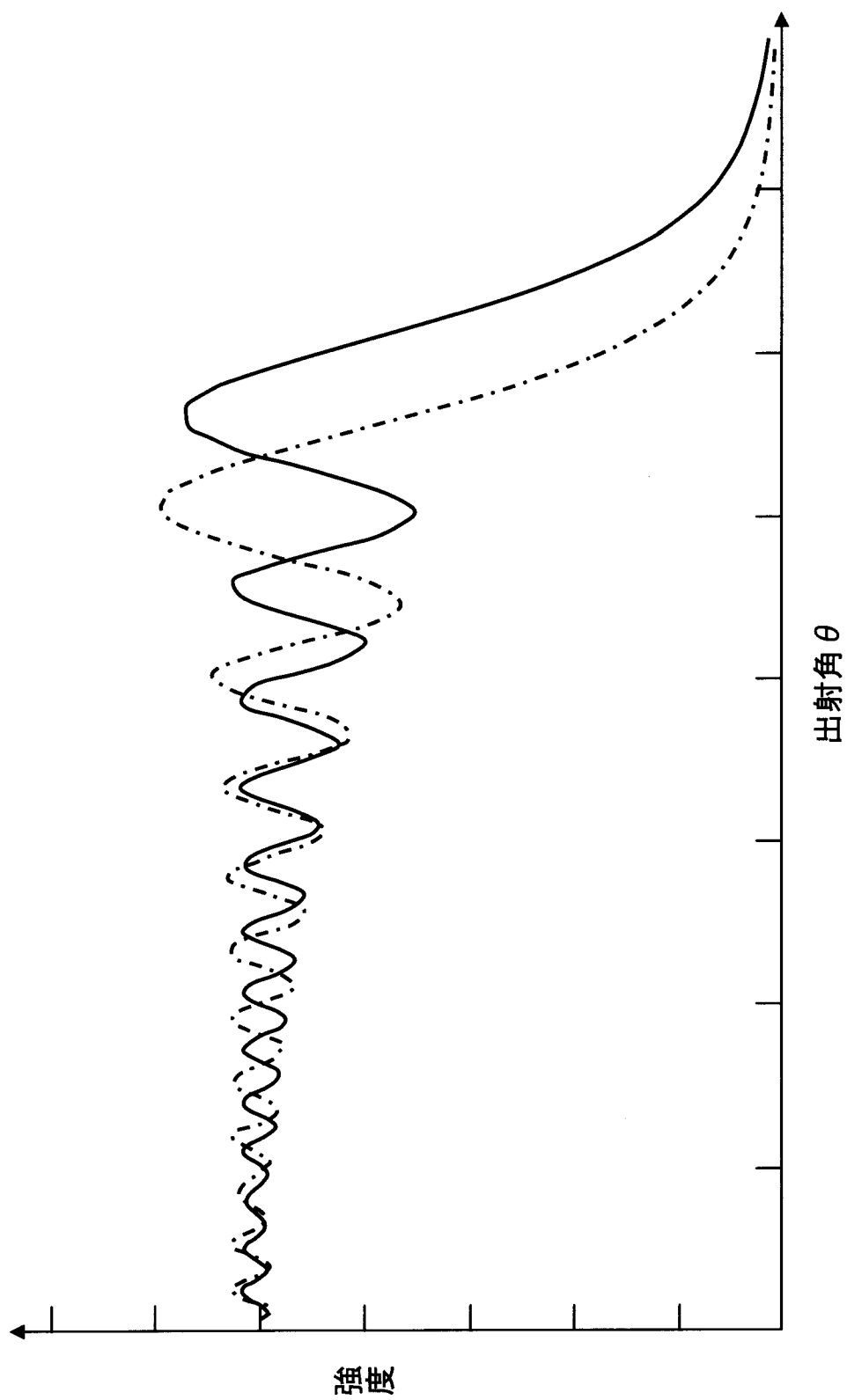
[図7]



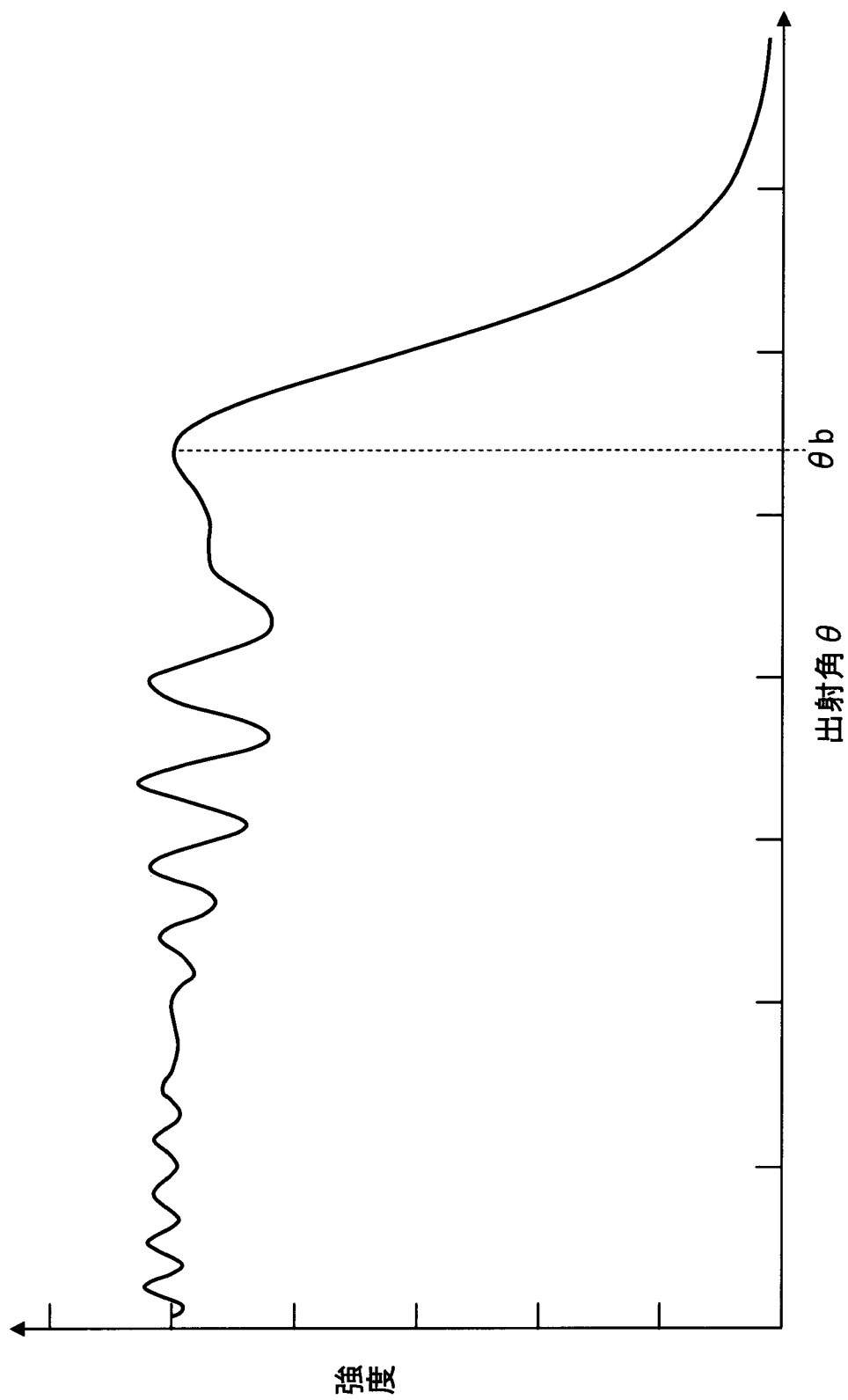
[図8]



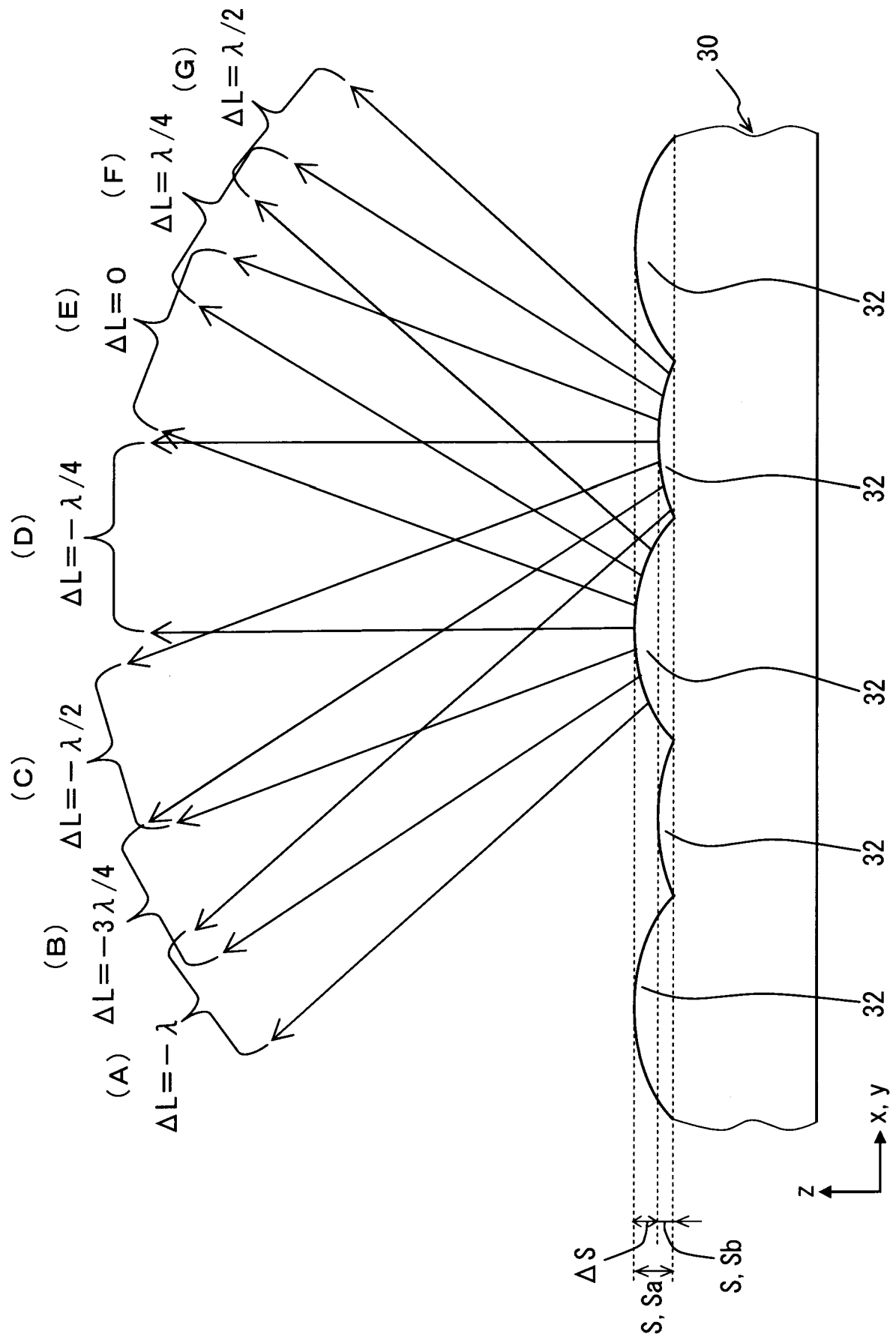
[図9]



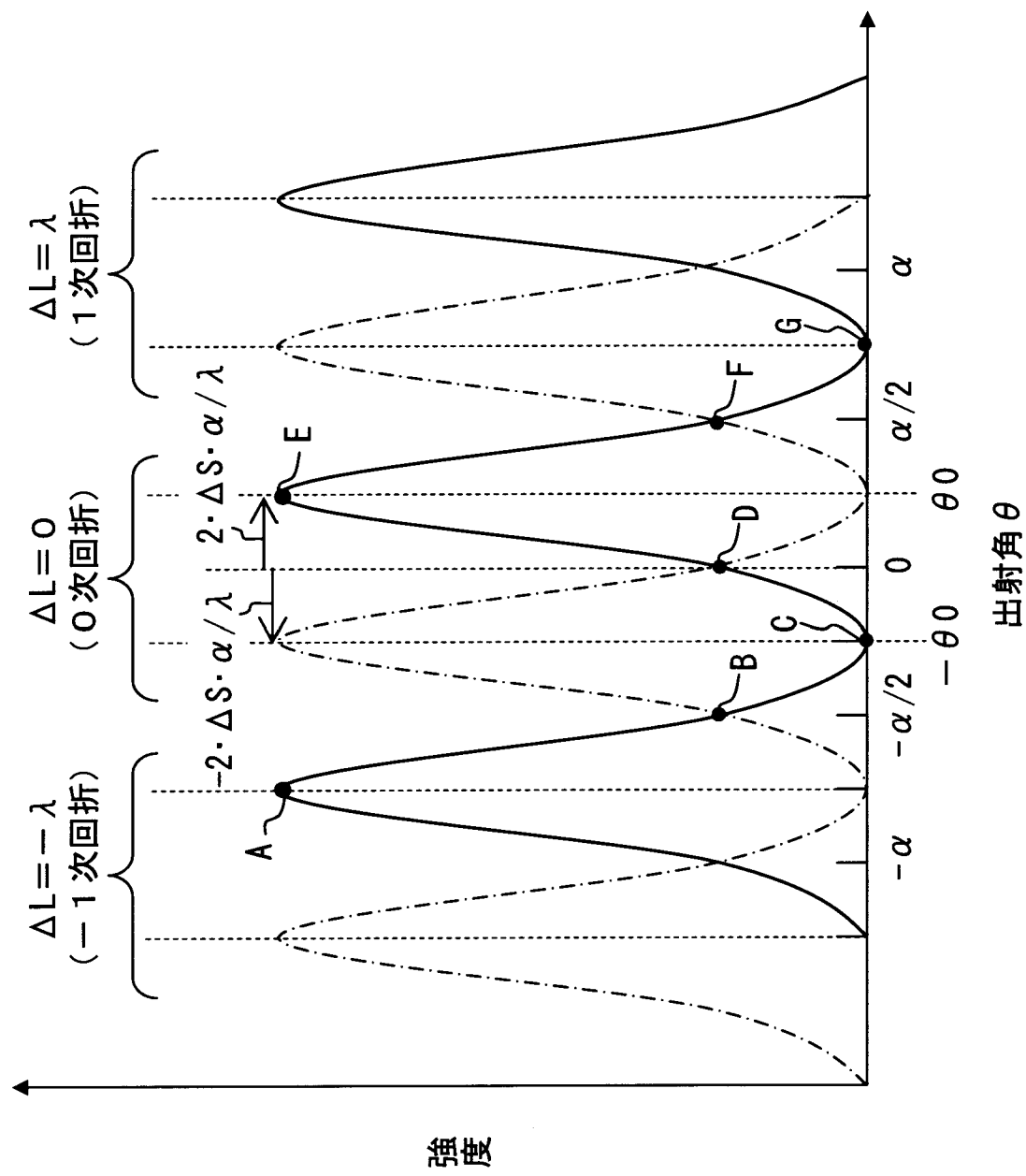
[図10]



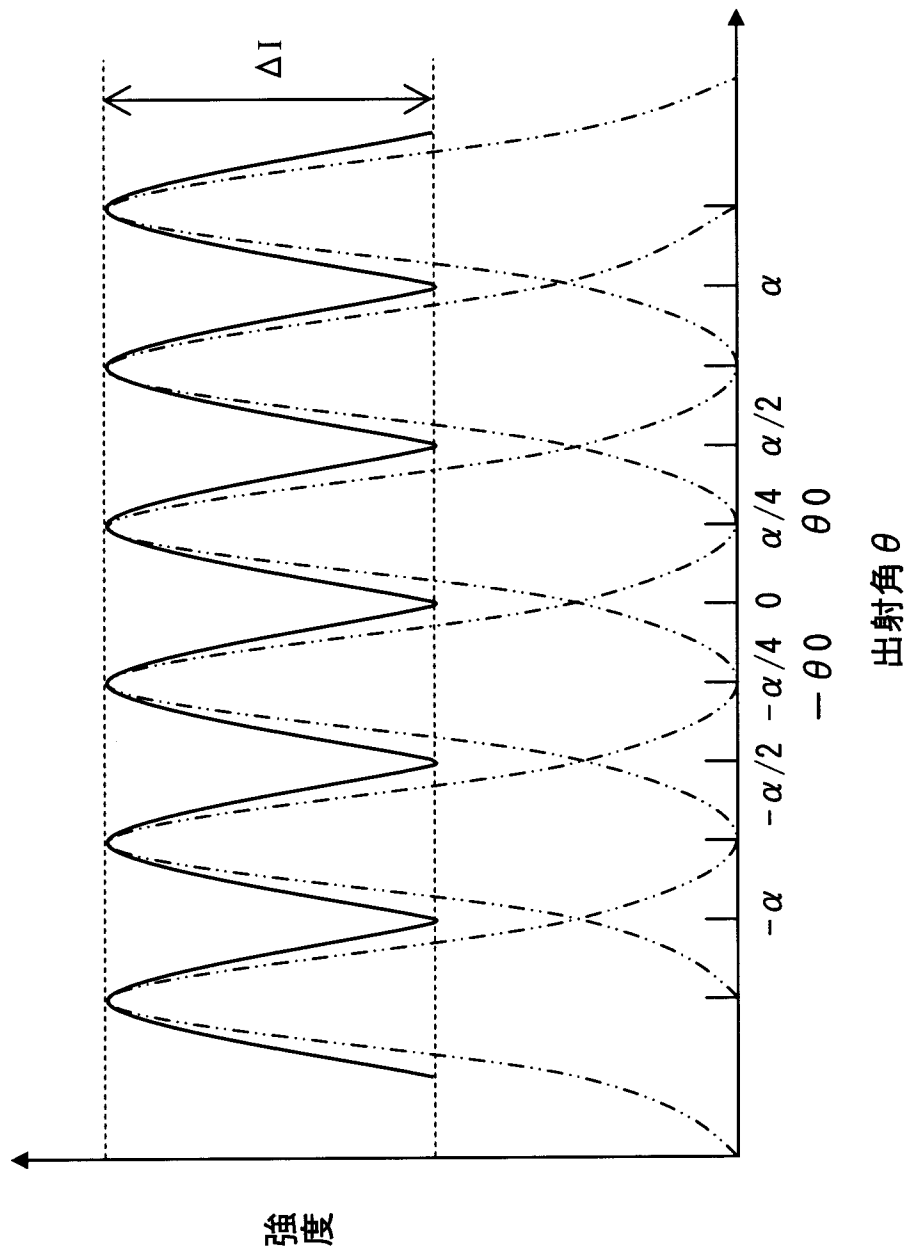
[図11]



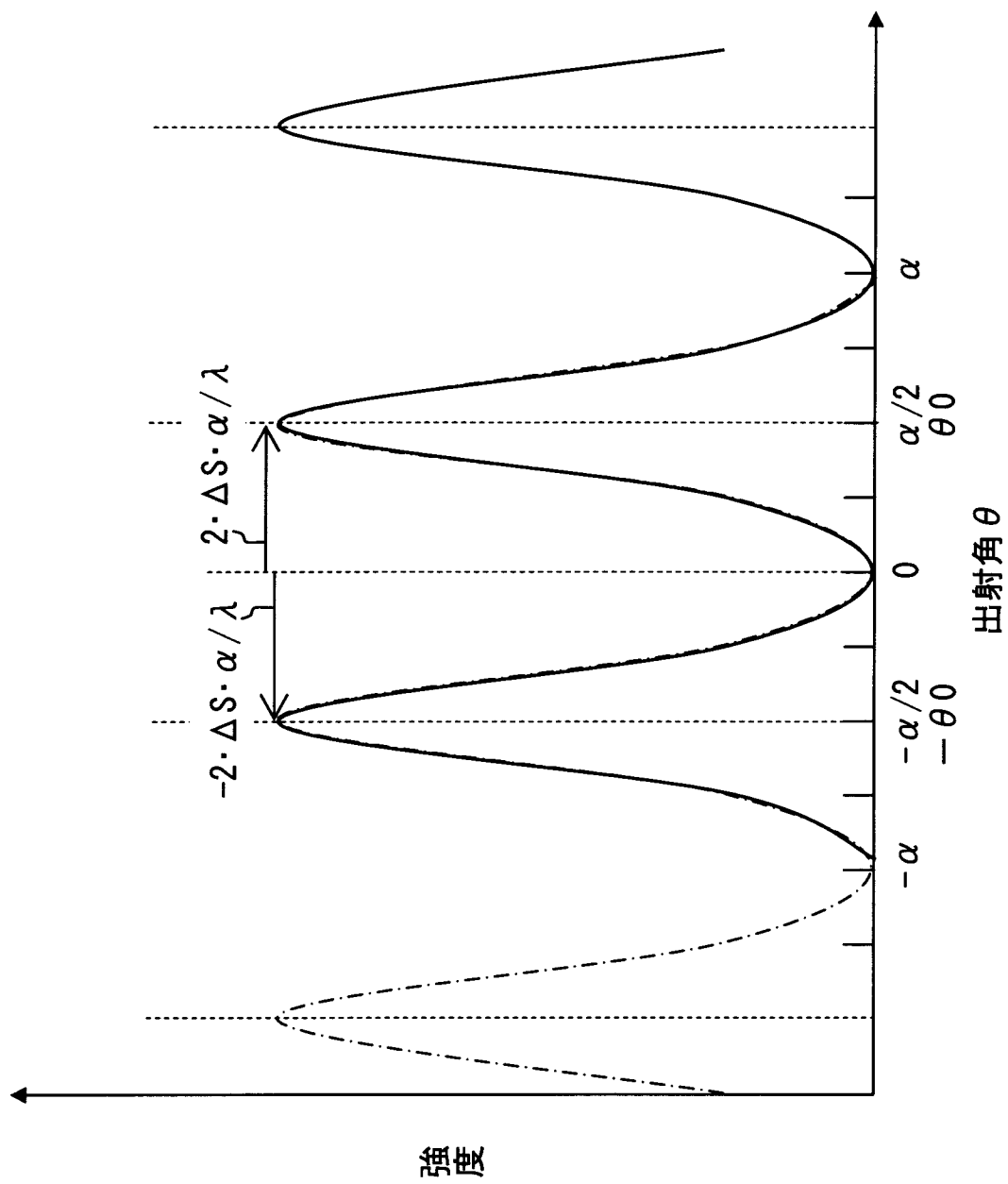
[図12]



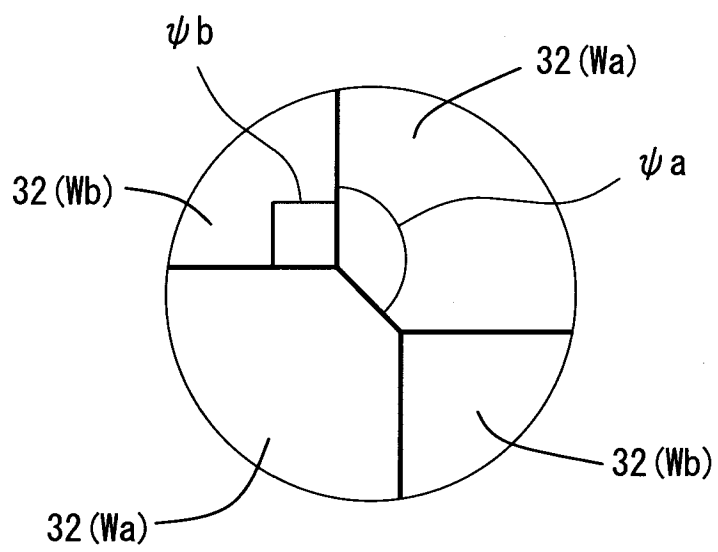
[図13]



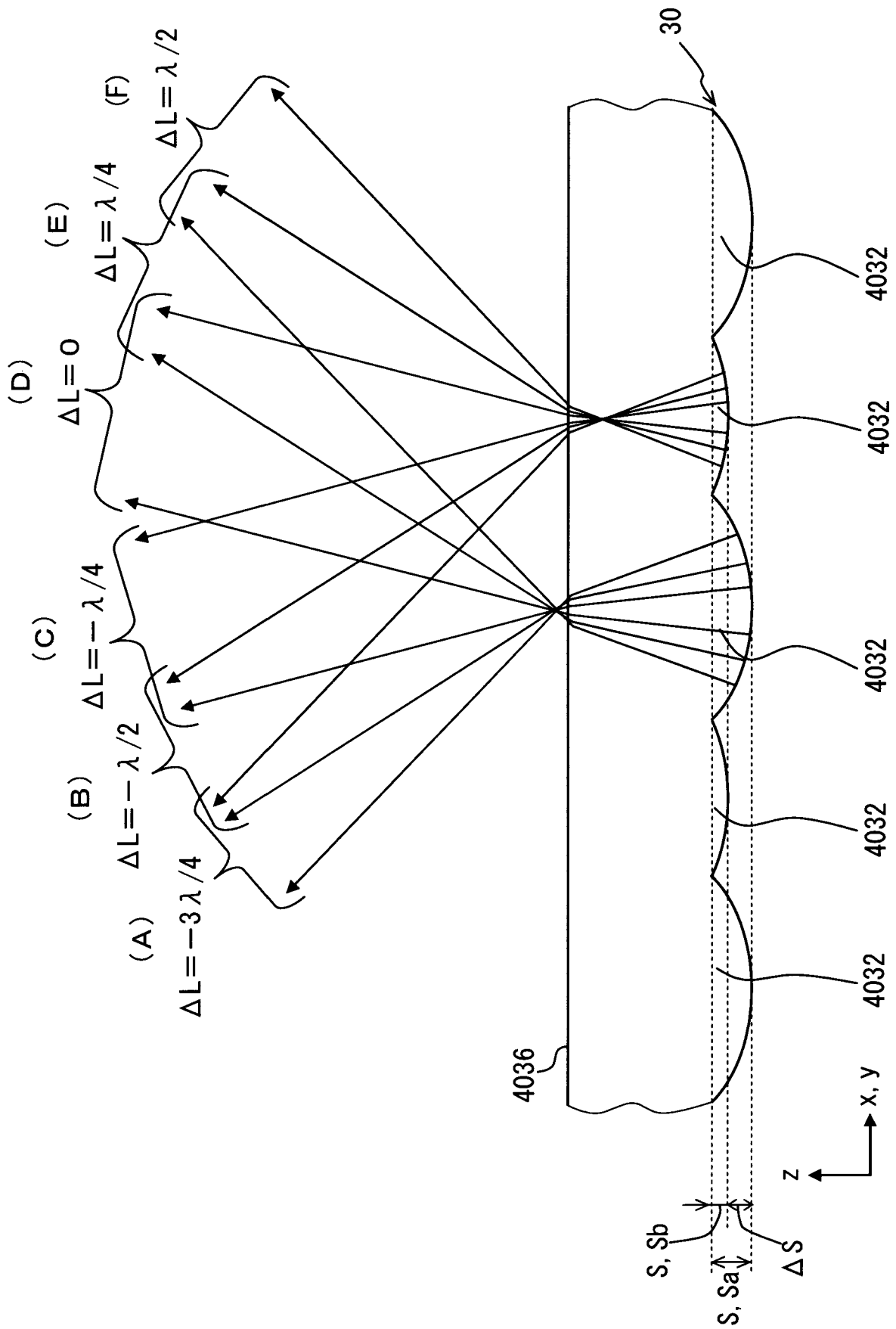
[図14]



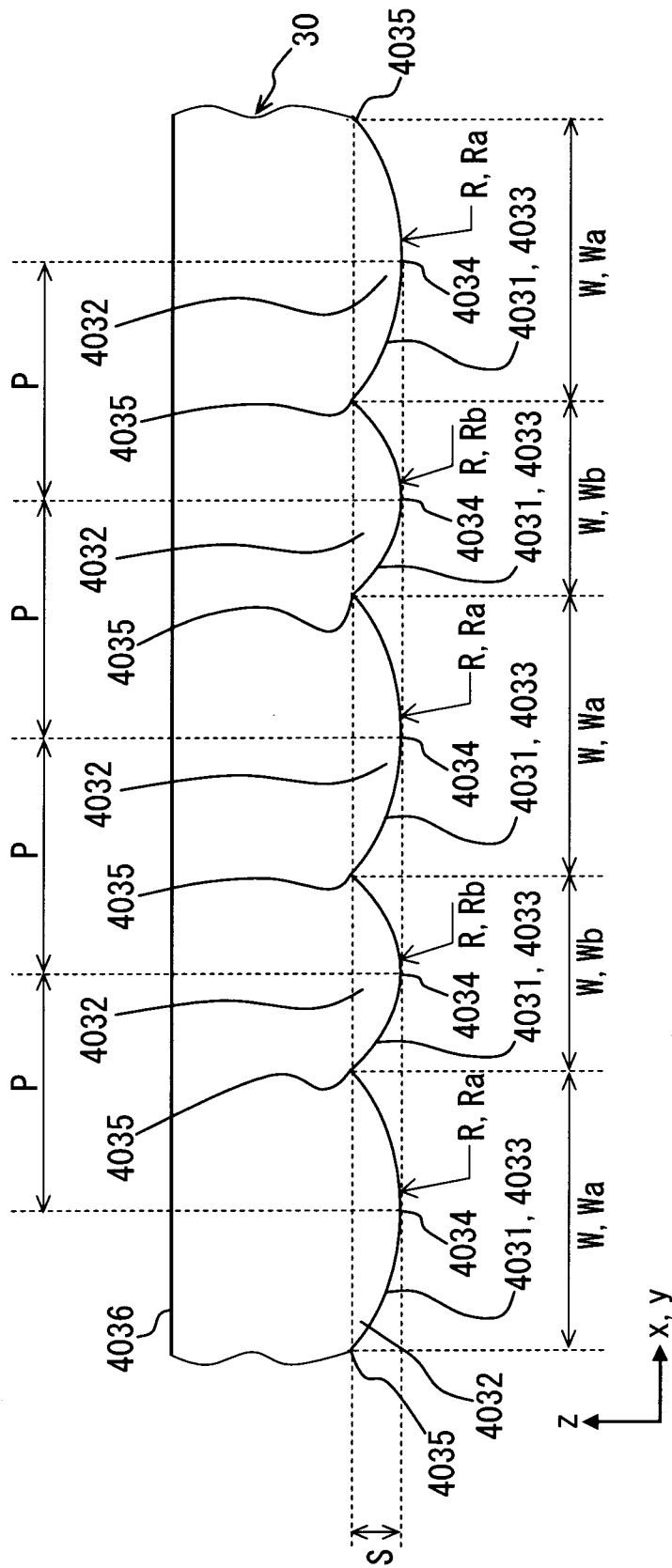
[図15]



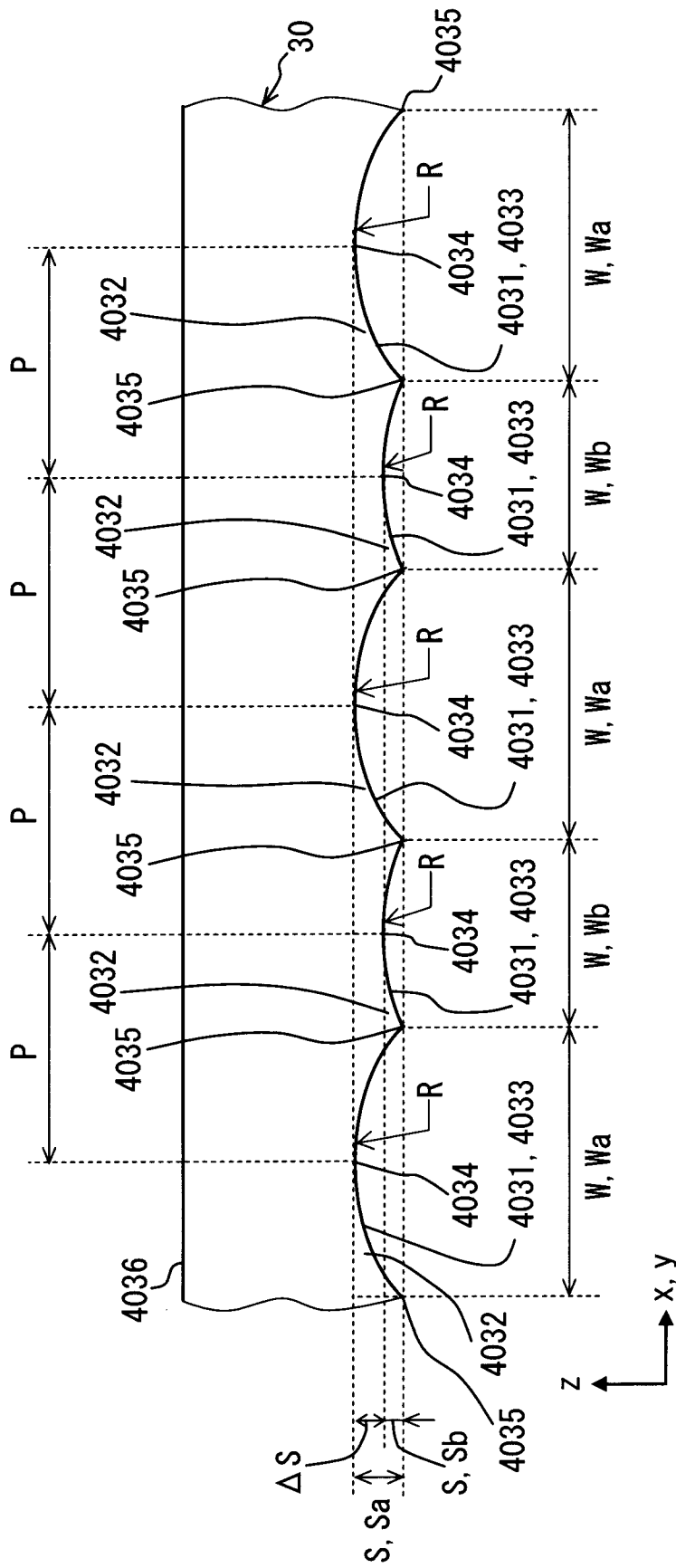
[図19]



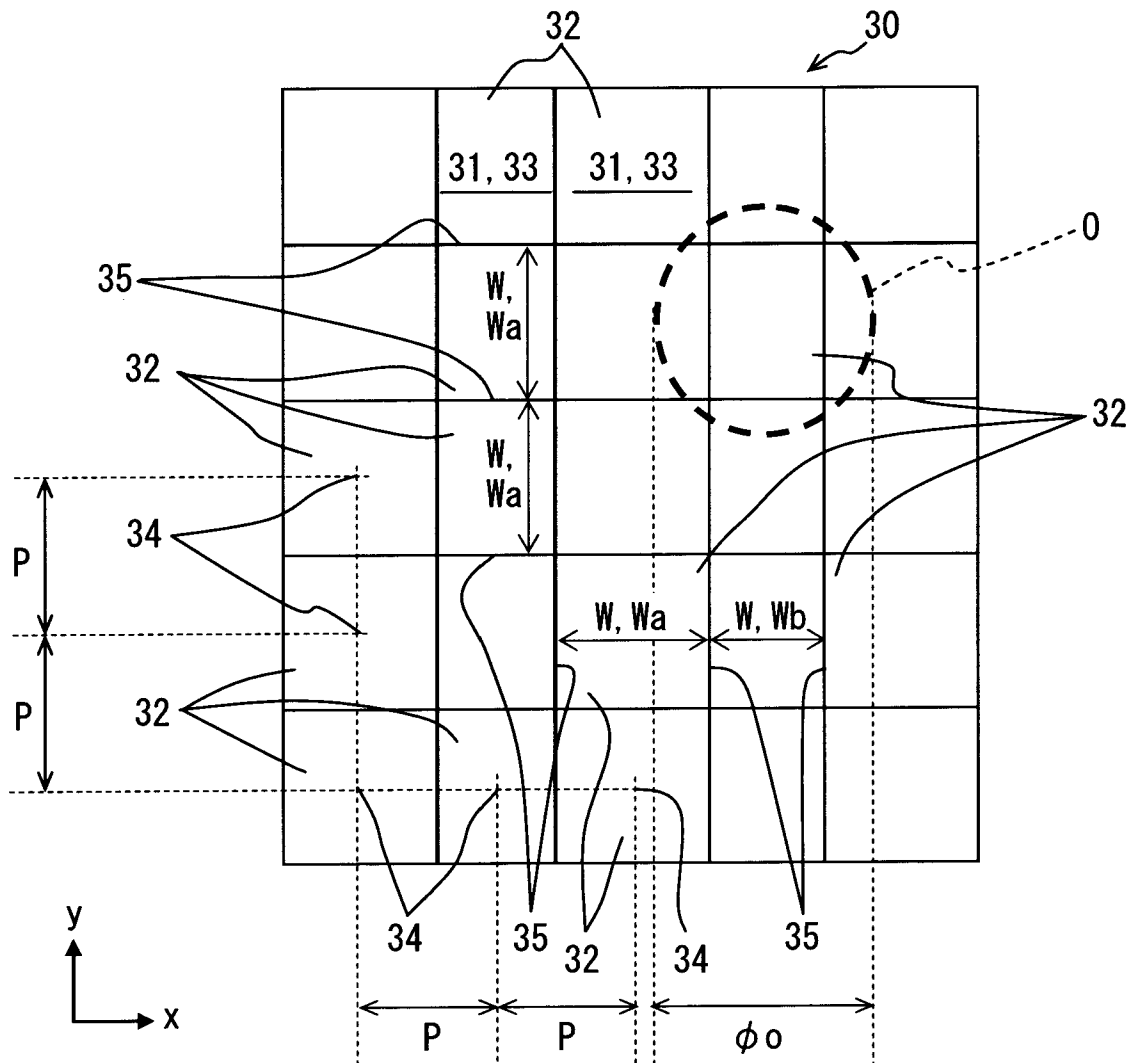
[図21]



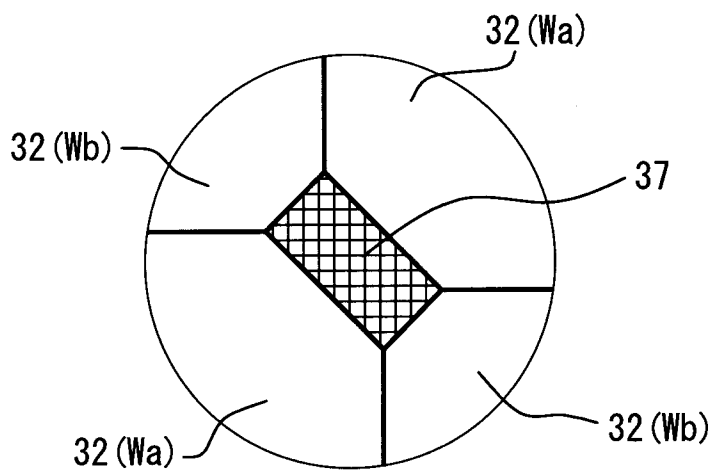
[図23]



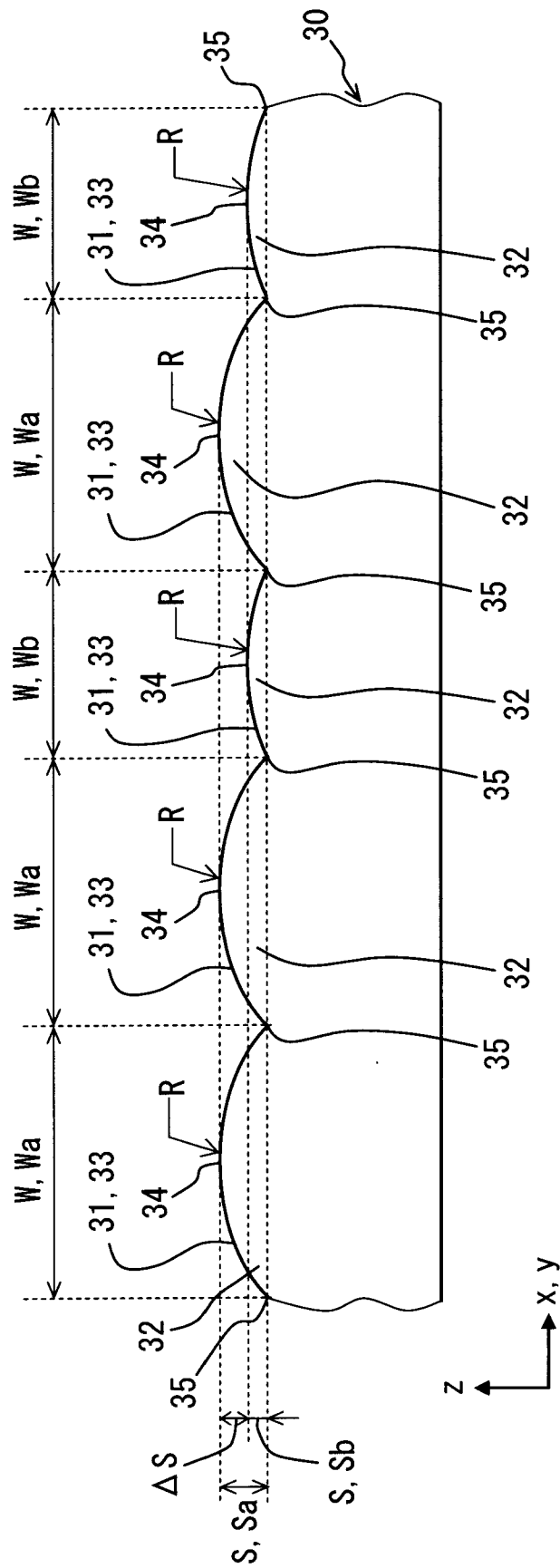
[図24]



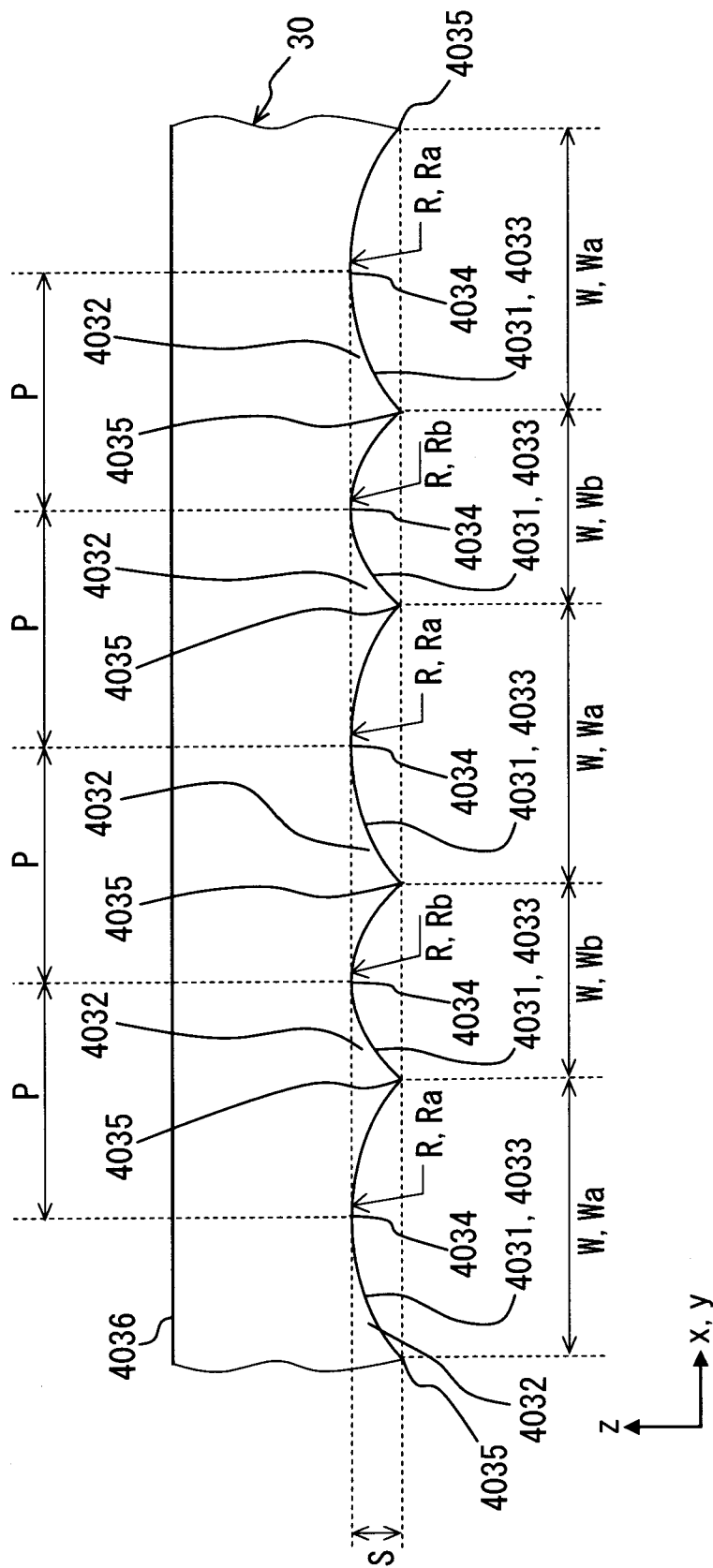
[図25]



[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/000554

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B27/01(2006.01)i, B60K35/00(2006.01)i, G03B21/14(2006.01)i

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)

G02B27/01, B60K35/00, G03B21/14

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-163613 A (Denso Corp.), 30 August 2012 (30.08.2012), paragraph [0040] to [0067]; fig. 3 (Family: none)	1-7
A	JP 2010-145746 A (Equos Research Co., Ltd.), 01 July 2010 (01.07.2010), paragraphs [0014] to [0033]; fig. 7 (Family: none)	1-7

☐ 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
02 April, 2014 (02.04.14)

Date of mailing of the international search report
15 April, 2014 (15.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B27/01(2006.01)i, B60K35/00(2006.01)i, G03B21/14(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. G02B27/01, B60K35/00, G03B21/14

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	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014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 請求項の番号
A	JP 2012-163613 A（株式会社デンソー）2012.08.30, 段落【0040】－【00067】、図3（ファミリーなし）	1－7
A	JP 2010-145746 A（株式会社エクォス・リサーチ）2010.07.01, 段落【0014】－【0033】、図7（ファミリーなし）	1－7

☐ 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

02.04.2014

国際調査報告の発送日

15.04.2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）

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）

稲荷 宗良

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

2 L

4846