

(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
2021年5月6日(06.05.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/085287 A1

(51) 国際特許分類:

<i>G03B 35/00</i> (2021.01)	<i>G02B 5/32</i> (2006.01)
<i>G03B 35/18</i> (2021.01)	<i>G02B 30/00</i> (2020.01)
<i>G03B 35/24</i> (2021.01)	<i>H04N 13/302</i> (2018.01)
<i>G03H 1/00</i> (2006.01)	<i>H04N 13/346</i> (2018.01)
<i>G02B 5/18</i> (2006.01)	<i>H04N 13/363</i> (2018.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/039677

(22) 国際出願日: 2020年10月22日(22.10.2020)

(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 2019-198429 2019年10月31日(31.10.2019) JP

(71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 三谷 諭司(MITANI, Satoshi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

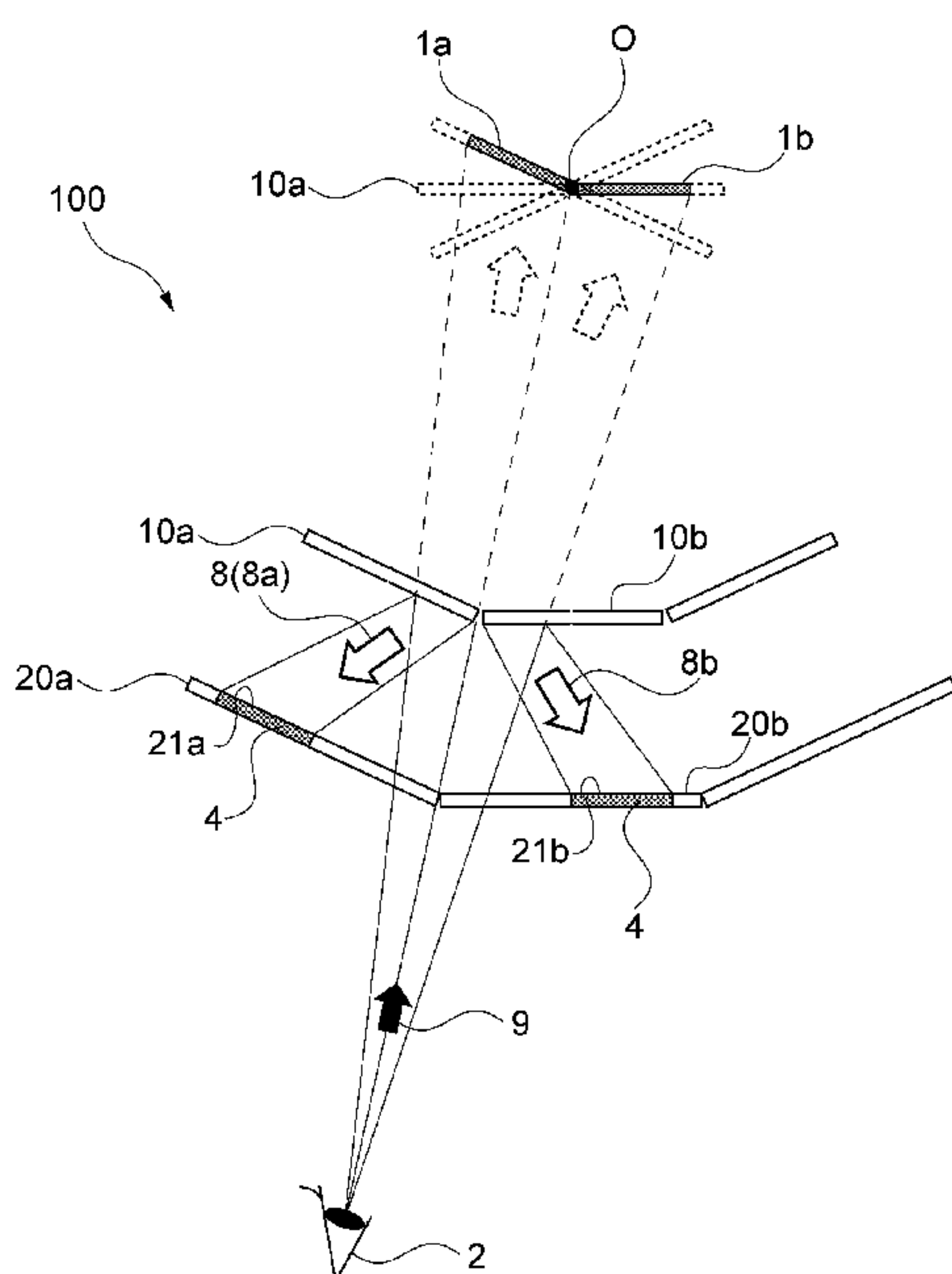
(74) 代理人: 大森 純一(OMORI, Junichi); 〒1070052 東京都港区赤坂7-5-47 U & M 赤坂ビル2F Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, 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,

(54) Title: IMAGE DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 画像表示装置



(57) Abstract: An image display device according to an embodiment of the present invention is provided with: one or more virtual image screens; a display unit; and a display control unit. The one or more virtual image screens are arranged so as to cover at least a part of the surroundings of a prescribed axis, display virtual images of a projected image around the prescribed axis, and are transparent. The display unit has one or more display surfaces on which a plurality of viewpoint images providing views, from mutually different directions, of an object to be displayed are displayed in mutually different directions, and through which the plurality of displayed viewpoint images are projected on the one or more respective virtual image screens. The display control unit displays, with respect to first directions in which the display surfaces are viewed via the virtual image screens from observation points around the virtual image screens, the viewpoint images forming virtual images, of the object to be displayed, that are viewed in second directions from the observation points toward the prescribed axis.

[続葉有]

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).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：本技術の一形態に係る画像表示装置は、1以上の虚像スクリーンと、表示部と、表示制御部とを具備する。前記1以上の虚像スクリーンは、所定の軸の周囲の少なくとも一部を覆うように配置され、投射された画像の虚像を前記所定の軸を基準として表示し、透明である。前記表示部は、表示対象を互いに異なる方向から見た画像となる複数の視点画像を互いに異なる方向に向けて表示し、前記1以上の虚像スクリーンの各々に前記表示された複数の視点画像を投射する1以上の表示面を有する。前記表示制御部は、前記虚像スクリーンの周囲の観察点から前記虚像スクリーンを介して前記表示面を見込む第1の方向に対して、前記観察点から前記所定の軸に向かう第2の方向から見える前記表示対象の虚像となる前記視点画像を表示する。

明 細 書

発明の名称： 画像表示装置

技術分野

[0001] 本技術は、立体表示に適用可能な画像表示装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、多方向から観察可能な立体表示を行う技術が開発されている。例えば特許文献1には、多角錐型のミラーを用いて立体映像を表示する立体像表示装置について記載されている。この立体像表示装置では、多角錐型のミラーがその頂点側を底面としてフラットパネルディスプレイ上に配置される。フラットパネルディスプレイには、ミラーの各面に対応して同じ物体を異なる位置から見たコマ映像が表示される。これにより、多角錐型のミラーには、物体を全周にわたる各視点から見た鏡像が表示され、物体の立体視が可能となる（特許文献1の明細書段落[0034][0077][0081][0084]図10等）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2008-224748号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載の方法では、視点の移動に伴う視差（運動視差）を向上するために多角錐型のミラーの面数を増やす必要がある。この場合、面数が増えることで各鏡像のサイズが小さくなる。また多角錐型のミラーの面数を減らすと鏡像のサイズは大きくなるが、運動視差が低下する。このため、立体表示される物体の実在感が損なわれる可能性がある。

[0005] 以上のような事情に鑑み、本技術の目的は、実在感の高い立体表示を実現することが可能な画像表示装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するため、本技術の一形態に係る画像表示装置は、1以上の虚像スクリーンと、表示部と、表示制御部とを具備する。

前記1以上の虚像スクリーンは、所定の軸の周囲の少なくとも一部を覆うように配置され、投射された画像の虚像を前記所定の軸を基準として表示し、透明である。

前記表示部は、表示対象を互いに異なる方向から見た画像となる複数の視点画像を互いに異なる方向に向けて表示し、前記1以上の虚像スクリーンの各々に前記表示された複数の視点画像を投射する1以上の表示面を有する。

前記表示制御部は、前記虚像スクリーンの周囲の観察点から前記虚像スクリーンを介して前記表示面を見込む第1の方向に対して、前記観察点から前記所定の軸に向かう第2の方向から見える前記表示対象の虚像となる前記視点画像を表示する。

[0007] この画像表示装置では、所定の軸の周囲の少なくとも一部を覆うように透明な1以上の虚像スクリーンが配置される。また表示対象の複数の視点画像を異なる方向に向けて表示する1以上の表示面が設けられる。各虚像スクリーンには複数の視点画像が投射される。この時、ある観察点から虚像スクリーンを介して表示面を見込む方向には、その観察点から所定の軸を見たときに見える表示対象の虚像となる視点画像が表示される。これにより、実在感の高い立体表示を実現することが可能となる。

[0008] 前記複数の視点画像は、前記表示対象を所定の角度ピッチでずらした方向からみた画像であってもよい。この場合、前記表示制御部は、前記観察点の移動に応じて、前記観察点から見て前記表示対象の虚像が前記所定の角度ピッチで切り替わるように前記視点画像を表示してもよい。

[0009] 前記虚像スクリーンは、前記表示面から投射された前記視点画像を反射して前記視点画像の虚像を表示してもよい。この場合、前記表示制御部は、前記第2の方向から見た前記表示対象の画像を鏡面反転させた前記視点画像を前記第1の方向に表示してもよい。

[0010] 前記虚像スクリーンは、前記表示面から投射された前記視点画像を透過し

て前記視点画像の虚像を表示してもよい。この場合、前記表示制御部は、前記第2の方向から見た前記表示対象の前記視点画像を前記第1の方向に表示してもよい。

[0011] 前記1以上の虚像スクリーンは、複数の虚像スクリーンを含み、前記所定の軸を基準として多面スクリーンを構成してもよい。

[0012] 前記虚像スクリーンは、回折光学素子又はハーフミラーのいずれか一方であってもよい。

[0013] 前記虚像スクリーンは、反射型のホログラフィック光学素子又は透過型のホログラフィック光学素子のいずれか一方であってもよい。

[0014] 前記1以上の虚像スクリーンは、前記所定の軸の全周を覆うように配置されてもよい。

[0015] 前記1以上の表示面は、前記1以上の虚像スクリーンにより表示される虚像を遮らないように配置されてもよい。

[0016] 前記1以上の表示面は、複数の表示面を含み、前記所定の軸を基準として多面ディスプレイを構成してもよい。

[0017] 前記複数の視点画像の虚像は、互いの虚像面の中心線が重なるように表示されてもよい。

[0018] 前記複数の視点画像の虚像は、互いの虚像面の一部が重なるように表示されてもよい。

が接するように表示されてもよい。

[0019] 前記虚像スクリーン及び前記表示面の少なくとも一方は、曲面形状であってもよい。

[0020] 前記表示面は、異方性拡散スクリーンの画像表示面であってもよい。この場合、前記表示部は、互いに異なる方向から前記異方性拡散スクリーンに画像を投射する複数の投射部を有してもよい。

[0021] 前記表示面は、直視型の立体表示ディスプレイの画像表示面であってもよい。

[0022] 前記立体表示ディスプレイは、レンチキュラレンズ方式、レンズアレイ方

式、及び視差バリア方式のいずれか1つの方式により前記複数の視点画像を表示してもよい。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本技術の第1の実施形態に係る画像表示装置の基本構成を示す模式図である。

[図2]視点画像の一例を示す模式図である。

[図3]画像表示装置による立体表示について説明するための模式図である。

[図4]画像表示装置の具体的な構成例を示す模式図である。

[図5]図4に示す画像表示装置の側面図である。

[図6]図4に示す画像表示装置の上面図である。

[図7]反射型の虚像スクリーンに投射される視点画像の表示方法について説明するための模式図である。

[図8]観察方向に応じて表示される視点画像の一例を示す模式図である。

[図9]比較例として示す虚像表示装置の模式図である。

[図10]第2の実施形態に係る画像表示装置の構成例を示す模式図である。

[図11]図10に示す画像表示装置の断面図である。

[図12]図10に示す画像表示装置の上面図である。

[図13]分割投射の一例を示す模式図である。

[図14]画像表示装置における虚像の表示位置の例を示す模式図である。

[図15]画像表示装置の他の構成例を示す模式図である。

[図16]第3の実施形態に係る画像表示装置の構成例を示す模式図である。

[図17]図16に示す画像表示装置の側面図である。

[図18]図16に示す画像表示装置の上面図である。

[図19]第4の実施形態に係る画像表示装置の構成例を示す模式図である。

[図20]透過型の虚像スクリーンに投射される視点画像の表示方法について説明するための模式図である。

[図21]レンズ機能を有する透過型の虚像スクリーンにより表示される虚像の一例を示す模式図である。

[図22]画像表示装置の他の構成例を示す模式図である。

[図23]第5の実施形態に係る画像表示装置の構成例を示す模式図である。

[図24]画像表示装置の他の構成例を示す模式図である。

[図25]第6の実施形態に係る画像表示装置の構成例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本技術に係る実施形態を、図面を参照しながら説明する。

[0025] <第1の実施形態>

[画像表示装置の基本構成]

図1は、本技術の第1の実施形態に係る画像表示装置の基本構成を示す模式図である。図1A及び図1Bは、画像表示装置100の側面図及び上面図である。画像表示装置100は、装置の周りにいるユーザに向けて表示対象の虚像1を立体的に表示する装置である。例えば画像表示装置100には、様々な視点2から表示対象を見た画像（虚像1）が視点2の位置に応じて表示される。従ってユーザの視点2が移動すると、移動後の視点2からみた表示対象を表す虚像1を観察することが可能である。これにより、あたかも実際の空間に表示対象が存在しているかのような立体表示が可能となる。図1には、虚像1が形成される虚像面3が点線の領域により模式的に図示されている。

[0026] 画像表示装置100は、複数の虚像スクリーン10と、多視点映像源11と、映像制御部12とを有する。画像表示装置100では、多視点映像源11により表示された表示対象の画像が、虚像スクリーン10により虚像1として表示される。また多視点映像源11に表示される画像は、映像制御部12により制御される。本開示において、画像には、静止画像及び動画像（映像）が含まれる。以下では、画像表示装置100が配置される面の方向を水平方向、それに垂直な方向を垂直方向として説明を行う。

[0027] 複数の虚像スクリーン10は、中心軸Oの周囲の少なくとも一部を覆うように配置される。ここで中心軸Oは、例えば虚像1を表示する際の基準となる軸である。中心軸Oは、典型的には垂直方向と平行に設定される。本実施

形態では、中心軸Oの周囲を部分的に囲むように、複数の虚像スクリーン10が配置される。なお、複数の虚像スクリーン10が中心軸Oの全周を覆うように配置される構成（図10等参照）でも本技術は適用可能である。本実施形態では、中心軸Oは、所定の軸に相当する。

[0028] 虚像スクリーン10は、各虚像スクリーン10に投射された画像の虚像1を中心軸Oを基準として表示する。また虚像スクリーン10は、透明である。後述するように、各虚像スクリーン10には、多視点映像源11により表示された実像である視点画像4が投射される。この視点画像4の虚像1が中心軸Oを基準に表示される。従って虚像スクリーン10は、多視点映像源11が表示した視点画像4の虚像1を、中心軸Oを基準に背景に重畳して表示する。

[0029] 本実施形態では、虚像スクリーン10として、ホログラフィック光学素子（HOE：Holographic Optical Element）が用いられる。HOEは、ホログラム技術を用いた光学素子であり、予め記録された干渉縞により光を回折することで、光の進行方向の制御（光路制御）を実現する。例えば所定の入射角度で入射した光を所定の出射角度で出射するように構成されたHOEが虚像スクリーン10として用いられる。これにより、HOE（虚像スクリーン10）に入射する光を、所望の方向に向けて出射することが可能となる。なおHOEは虚像1の位置を制御するために、平面ミラー・曲面ミラーの特性を持ってもよい。

[0030] また本実施形態では、虚像スクリーン10として、反射型のホログラフィック光学素子（反射型HOE）が用いられる。反射型HOEは、特定の角度範囲で入射した光を回折反射し、その他の角度範囲の光を透過するように構成される。例えば、反射型HOEに対して特定の角度範囲で入射した光は、その入射角度に応じた出射角度で入射した面から出射される。また特定の角度範囲以外に入射角度で入射した光は、干渉縞による回折をほとんど受けることなく、反射型HOEを透過する。これにより、透明な虚像スクリーン10を構成され、虚像スクリーン10越しに背景に重畳された虚像を表示する

ことが可能となる。このように、虚像スクリーン10は、表示対象の虚像1を背景に重畳して表示するコンバイナーとして機能する。

[0031] 虚像スクリーン10は、例えば素子内部に干渉縞が記録された体積型のH O Eを用いて構成される。また、素子表面の凹凸等により干渉縞が記録されたレリーフ型（エンボス型）のH O E等が虚像スクリーン10として用いられてもよい。これらのH O Eは、回折光学素子（D O E : Diffractive Optical Element）の一例である。このように、虚像スクリーン10は、回折光学素子を用いて構成される。なお、干渉縞を記録して光を回折するH O Eの他に、所定のパターンの回折格子等を用いて光を回折するタイプの回折光学素子等が用いられてもよい

[0032] 虚像スクリーン10の具体的な構成は限定されない。例えば虚像スクリーン10としてハーフミラーが用いられてもよい。ハーフミラーを用いた場合でも、視点画像4の虚像1を背景に重畳して表示することが可能である。なお、ハーフミラーでの反射は正反射となる。このため、図1に示すようにハーフミラー（虚像スクリーン10）が垂直に配置される構成では、虚像1の視聴範囲は、ハーフミラーを斜め上方から見込む範囲となる。この他、虚像を表示可能な任意の光学素子が虚像スクリーン10として用いられてよい。

[0033] 図1 A及び図1 Bに示すように、虚像スクリーン10は、平面視が矩形状の平板形状であり、互いに反対側の面となる表面13と裏面14とを有する。各虚像スクリーン10は、中心軸Oに各々の裏面14を向けて、所定の角度で互いに隣接して配置される。各虚像スクリーン10は、中心軸Oに向けられた裏面14側に虚像1を表示する。また各虚像スクリーン10は、中心軸O（垂直方向）と平行に配置される。なお、各虚像スクリーン10が中心軸Oに対して傾斜して配置されてもよい。図1 Bでは3つの虚像スクリーン10 a ~ 10 c が、左側からこの順番で隣接して配置される。

[0034] このように、画像表示装置100では、複数の虚像スクリーン10により、中心軸Oを基準として多面スクリーンが構成される。この多面スクリーンの内側（中心軸O側）に視点画像4の虚像1が表示される。本実施形態では

、多面スクリーンは、中心軸Oを中心とする円筒面に内設する多角面（例えば正多角柱を構成する多角面）を含むスクリーンとなる。このように、虚像スクリーン10を中心軸Oを囲むように配置することで、中心軸Oを基準とする各方位から虚像1を観察することが可能となる。虚像スクリーン10の具体的な構成については、後に詳しく説明する。

[0035] 多視点映像源11は、複数の多視点ディスプレイ20を有する。多視点ディスプレイ20は、平面視が矩形状の平板形状であり、視点画像4を表示する表示面21を有する。多視点ディスプレイ20では、表示面21を見る方向に応じて表示される視点画像4が変化する。各多視点ディスプレイ20は、対応する虚像スクリーン10の表面13に、各々の表示面21を向けて、所定の角度で互いに隣接して配置される。このように、画像表示装置100では、複数の多視点ディスプレイ20により、中心軸Oを基準として多面ディスプレイが構成される。図1Bでは3つの虚像スクリーン10a~10cに向けて、多視点ディスプレイ20a~20cがそれぞれ配置される。

[0036] また画像表示装置100では、虚像スクリーン10及び多視点ディスプレイ20のペアにより、虚像1を表示する表示ユニットが構成されるとも言える。図1Aには、虚像スクリーン10及び多視点ディスプレイ20からなる表示ユニットを側面から見た側面図が示されている。このような表示ユニットを中心軸Oの周りに回転移動させて、複数の表示ユニットを配置することで、画像表示装置が構成される。

[0037] 図1Aに示すように、多視点ディスプレイ20は、虚像スクリーン10の正面から下方にずれた位置に配置される。すなわち表示面21（多視点ディスプレイ20）は、複数の虚像スクリーン10により表示される虚像を遮らないように配置される。これにより、例えば虚像1の表示範囲等を広げることが可能となる。従って画像表示装置100は、複数の虚像スクリーン10からなる多面スクリーンの外側に、虚像1の光路を避けて、複数の多視点ディスプレイ20からなる多面ディスプレイが配置された構成となる。本実施形態では、多視点映像源11は、表示部に相当する。

[0038] 虚像スクリーン10を介して表示される虚像1は、対応する多視点ディスプレイ20の表示面21に表示された画像（視点画像4）によって構成される。つまり、虚像1を観察しているユーザは、虚像スクリーン10を介して表示面21を見ていると言える。以下では、ユーザが虚像スクリーン10を介して多視点ディスプレイ20を見込む方向を、実像観察方向と記載する。またユーザの視点2から中心軸Oに向かう方向を虚像観察方向と記載する。例えば虚像観察方向に向けられた視点2では、その視点2に対応する実像観察方向に対して表示される視点画像4が虚像1として観察される。

[0039] ここで、多視点ディスプレイ20の表示面21に表示される視点画像4について説明する。図2は、視点画像4の一例を示す模式図である。本開示において、視点画像4とは、表示対象5を互いに異なる方向から見た状態を虚像として表示することが可能な画像である。従って、視点画像4は、表示対象5を見たままの画像である必要はない。

[0040] 上記したように本実施形態では、反射型の虚像スクリーン10が用いられる。すなわち、虚像スクリーン10は、表示面21から投射された視点画像4を反射して視点画像4の虚像1を表示する。従って、虚像1として表示される画像は、表示面21に表示された視点画像4の左右が反転した画像（鏡像反転画像）となる。この場合、後述する映像制御部12は、実像観察方向から見た表示対象5の画像を鏡面反転させた視点画像4を虚像観察方向に表示する。これにより、表示対象5の虚像1の左右を反転させることなく、適正に表示することが可能となる。

[0041] 図2Aには、自身の左手にスティックを持ったキャラクター（表示対象5）を左側、正面、及び右側から撮影した撮影画像6a～6cが図示されている。また図2Bには、図2Aの撮影画像6a～6cを表示する視点画像4a～4cが図示されている。図2Aに示すように、撮影画像6は、キャラクターをそのまま撮影した画像である。これらを反射して虚像として表示する視点画像4は、撮影画像6を左右反転した鏡面反転画像となる。従って、視点画像4a～4cは、表示対象5であるキャラクターが自身の右手にスティック

クを持っている画像となる。

[0042] 視点画像4は、例えば、静止した表示対象5を、撮影距離を変更せずに撮影方向（撮影方位）を変更して撮影した画像に基づいて生成される。この時、撮影方向を変更する角度ピッチは、典型的には一定の角度に設定される。なお表示対象5は、実空間に存在する物体でもよいし、コンピュータグラフィックス等を用いて生成された3Dモデル等でもよい。また虚像1として表示される際の歪み等を補正するために変形された画像等が視点画像4として用いられてもよい。なお、後述するように、透過型の虚像スクリーンが用いられる場合には、表示対象5を見たままの画像が視点画像4として用いられる。

[0043] 図1に戻り、多視点ディスプレイ20の表示面21には、見る方向に応じて複数の視点画像4が切り替えて表示される。すなわち、表示面21は、表示対象5を互いに異なる方向から見た画像となる複数の視点画像4を互いに異なる方向に向けて表示する。図1Bには、表示面21から各視点画像4が表示される方向（以下、表示方向7と記載する）が黒い矢印を用いて模式的に図示されている。表示方向7は、例えば各視点画像4の中心を表示する光が出射される方向である。従って表示方向7が向けられた点から表示面21を直視した場合、その表示方向7に向けて出射された像光により構成される画像が観察される。表示面21は、これらの表示方向7ごとに、図2に示すような視点画像4を切り替えて表示するように構成される。

[0044] 画像表示装置100では、複数の表示面21により、複数の虚像スクリーン10の各々に、各表示面21に表示された複数の視点画像4が投射される。具体的には、1つの虚像スクリーン10に対して、表示ユニットにおけるペアとなる1つの表示面21から、複数の視点画像4が投射される。なお、1つの虚像スクリーン10に対して複数の表示面21から視点画像4が投射される場合や、複数の虚像スクリーン10に対して1つの表示面21から視点画像4が投射されるといった構成もあり得る。

[0045] このように、虚像スクリーン10に対して複数の視点画像4が投射される

。この結果、虚像スクリーン10には、虚像スクリーン10を見る方向（視点2の位置）に応じて、複数の視点画像4の虚像1が切り替わるように表示されることになる。

[0046] 映像制御部12は、多視点映像源11の各多視点ディスプレイ20（表示面21）に表示される視点画像4の表示を制御する。具体的には、表示方向ごとに表示される視点画像4の画像データ（映像データ）を生成して、各表示面21に表示させる。映像制御部12は、例えばPCやサーバ装置等のコンピュータを用いて構成される。映像制御部12の動作については後述する。

[0047] 図1に示すように、本実施形態では、各視点画像4の虚像1が形成される虚像面3が、中心軸Oを中心として、互いに重なるように、虚像スクリーン10及び多視点ディスプレイ20が構成される。これにより、表示対象5の虚像1の位置が見る方向によってずれるといった事態を回避することが可能である。なお、虚像1は必ずしも中心で重なる必要はない。例えば多視点ディスプレイ20を虚像スクリーン10に近づけると、虚像面3も虚像スクリーン10に近づく。この場合、ユーザから虚像1がつながって見えていれば視点画像4による立体表示が可能である。従って、虚像1がつながるような範囲で、多視点ディスプレイ20と虚像スクリーン10との距離を近づけることで、ディスプレイのサイズを小型化することができる。

[0048] 図3は、画像表示装置100による立体表示について説明するための模式図である。以下では図3を参照して、立体表示を行うための視点画像4の表示方法について説明する。ここでは、中心軸Oに視点2を向けたユーザにより、2つの虚像スクリーン10a及び10bを介して虚像1が観察されるものとする。例えば図3に示すように、ユーザが観察する虚像1は、多視点ディスプレイ20a及び20bに表示された視点画像4の虚像1a及び1bが合成された像となる。

[0049] ユーザが互いに隣接する2つの虚像スクリーン10a及び10bを介して表示物体を見ようとした場合、ユーザは、それぞれの虚像スクリーン10a

及び10bで反射された2つの多視点ディスプレイ20a及び20bの表示面21を異なる角度で見ることになる。つまりユーザが虚像スクリーン10を介して各表示面21を見る角度、すなわち、ユーザが各表示面21を見込む方向は、互いに異なる。

[0050] 図3には、多視点ディスプレイ20a及び20bに向けられる実像観察方向8a及び8bが白抜き矢印により模式的に図示されている。またユーザの視点2から中心軸Oに向けられる虚像観察方向9が黒塗りの矢印により模式的に図示されている。本実施形態では、実像観察方向8は、第1の方向に相当し、虚像観察方向9は、第2の方向に相当する。

[0051] 画像表示装置100では、映像制御部12により、虚像スクリーン10の周囲のユーザの視点2から虚像スクリーン10を介して表示面21を見込む実像観察方向8に対して、ユーザの視点2から中心軸Oに向かう虚像観察方向9から見た表示対象5の虚像となる視点画像4が表示される。すなわち、ある視点2から表示面21を見込む実像観察方向8に向けて表示される視点画像4は、その視点2から観察されるべき表示対象5の状態を虚像1として表示する画像となる。

[0052] 例えば映像制御部12は、ユーザが各表示面21a及び21bを見込む実像観察方向8a及び8bに対して、ユーザの視点2（虚像観察方向9）から見える表示対象5を表示する視点画像4を、各表示面21a及び21bに表示する。なお各表示面21a及び21bには、虚像1として表示される表示対象5の中心軸が合うように視点画像4がそれぞれ表示される。これにより、虚像スクリーン10の境界越しに虚像1を観察する場合であっても、ユーザの視点2から見える表示対象5の画像を虚像として適正に表示することができる。

[0053] また、ユーザの視点2で観察される虚像1が単一の虚像スクリーン10を介して表示される場合にも、対応する表示面21に向けられた実像観察方向8に対して、その視点2（虚像観察方向9）から見える表示対象5の虚像となる視点画像4が表示される。これにより、各虚像スクリーン10ごとに、

表示対象5を多方位から観察することが可能となる。この結果、画像表示装置100では、ユーザの視点2の位置に係らず、多視点映像源11が表示する角度ピッチに応じた角度分解能で表示対象5の各視点映像を表示することが可能となる。

[0054] 本実施形態では、複数の視点画像4として、表示対象5を所定の角度ピッチでずらした方向からみた画像が用いられる。また、映像制御部12は、ユーザの視点2の移動に応じて、その視点2から見て表示対象5の虚像が所定の角度ピッチで切り替わるように視点画像4を表示する。これにより、ユーザが移動した場合に、一定の角度で切り替わる視点画像4を表示することが可能となり、自然な立体表示を実現することが可能となる。

[0055] 所定の角度ピッチを設定する方法は限定されない。例えば中心軸Oから虚像スクリーン10（多視点ディスプレイ20）の両端を水平に結ぶ直線がなす角度（多角面の中心角）を整数で割った角度となるように角度ピッチが設定される。これにより、隣接する虚像スクリーン10の境界でもスムーズに視点画像4を切り替えることが可能となる。また角度ピッチは、多視点ディスプレイ20で表示可能な視点画像4の数に合わせて設定されてもよい。

[0056] このように、画像表示装置100では、虚像スクリーン10に対して、多視点映像源11の表示面21に表示された複数の視点画像4が投射される。これにより、各虚像スクリーン10ごとに、視点画像4の虚像を切り替えて表示することが可能となる。また画像表示装置100は、虚像スクリーン10と多視点ディスプレイ20とを含む表示ユニットを中心軸Oの周りに複数配置して構成される。このように配置することで、虚像スクリーン10を多方位から視聴したときに、虚像1が形成される虚像面3をある一定の範囲にとどめるとともに、途切れなく虚像1を観察することが可能となる。これにより、ユーザの移動に伴って認識される運動視差を大幅に向上することが可能となる。

[0057] またHOEの虚像スクリーン10（コンバイナー）を用いることで、例えばハーフミラーを用いたペッパーズゴースト方式の虚像表示等に比べて、透

明性や輝度を十分に向上することが可能である。また、虚像スクリーン10を垂直方向に立てて配置することが可能である。このため、スクリーンの水平幅を一定に保つことが可能となり、広い表示範囲に虚像1を表示することが可能となる。これにより、サイズが大きく明るい虚像1を、透明性の高いスクリーン越しに背景に重畳して表示することが可能となる。これにより、実在感の高い立体表示を実現することが可能となる。

[0058] 図4は、画像表示装置100の具体的な構成例を示す模式図である。図5及び図6は、図4に示す画像表示装置100の側面図及び上面図である。本実施形態では、多視点映像源11の多視点ディスプレイ20として、マルチプロジェクタ方式のディスプレイが用いられる。多視点映像源11は、複数の実像スクリーン25と、複数のプロジェクタ26とを有する。図4に示す例では、各実像スクリーン25ごとに、複数のプロジェクタ26が設けられプロジェクタアレイが構成される。この実像スクリーン25及びプロジェクタアレイが、上記した多視点ディスプレイ20として機能する。

[0059] 実像スクリーン25は、透過型の異方性拡散スクリーンであり、各プロジェクタ26から画像が投射される投射面27と、投射面とは反対側の画像表示面28とを有する。この画像表示面28が、上記した表示面21となる。複数の実像スクリーン25は、対応する虚像スクリーン10に画像表示面28（表示面21）に向けて配置される。また実像スクリーン25は、水平方向と垂直方向とで拡散度の異なる異方性の拡散特性を有する。例えば水平方向の拡散度が垂直方向よりも小さく設定され、水平方向に対して狭い拡散特性を持つように構成される。これにより、水平方向に拡散する光の角度範囲を狭めることが可能となり、複数の視点画像4を所望の方位に向けて出射することが可能となる。また垂直方向に拡散する光の角度範囲を広げることが可能となる。これにより、垂直方向に対しては、虚像スクリーン10に対する入射角度を広げることなく視点画像4を投射することが可能となる。なお、実像スクリーン25を反射型にして、装置の内側にプロジェクタ26を並べることも可能である（図10等参照）。

[0060] 実像スクリーン 25 は、例えばマイクロレンズアレイ等により水平及び垂直方向の拡散度を偏らせたレンズ拡散板等により構成される。また異方性の拡散特性を記録した透過型の H O E が実像スクリーン 25 として用いられてもよい。H O E を使用した場合は、入射・反射角の関係を制御することが可能となる。このため、虚像スクリーン 10 に対する入射角を保ったまま、プロジェクタ 26 の実像スクリーン 25 に対する投射角を小さくすることができ、これにより、多視点映像源 11 全体のサイズを小さくすることが可能である。また H O E では拡散特性を制御しやすいため、より画質の良い視点画像 4 を表示することが可能である。

[0061] 複数のプロジェクタ 26 は、実像スクリーン 25 の投射面 27 に視点画像 4 を構成する画像を投射する。具体的には、図 6 に示すように、複数のプロジェクタ 26 は、互いに異なる方向から実像スクリーン 25 に画像を投射する。例えばプロジェクタ 26 の発光点 29 が実像スクリーン 25 の中心に対して円周上になるように各プロジェクタが配置される。もしくは、複数の発光点 29 が円周状に並ぶように一体化されたプロジェクタモジュールが用いられてもよい。なお図 5 に示すように、各プロジェクタ 26 は、実像スクリーン 25 の斜め下方から画像を投射する。この投射角度は、例えば虚像スクリーン 10 に対する表示面 21 の投射角度に合わせて設定される。これらのプロジェクタ 26 により、実像スクリーン 25 の投射面 27 に画像を投射され、表示面 21 に視点画像 4 が表示される。

[0062] 例えば実像スクリーン 25（表示面 21）に表示される画像の各画素を構成する画素光は、投射面 27 に入射した方向に応じて出射される。この特性を利用して、複数のプロジェクタ 26 の各々が投射する画像の一部（典型的には短冊状の画像）を合成することで、表示方向ごとに複数の視点画像 4 を表示することが可能となる。図 4 には、投射面 27 側から見た複数の視点画像 4 が模式的に図示されている。

[0063] マルチプロジェクタ方式では、複数のプロジェクタ 26 が実像スクリーン 25 に画像を投射する角度ピッチが、多視点映像源 11 が表示できる視点画

像4の角度ピッチ（視点ピッチ）となる。この角度ピッチを、両眼の視差角度より小さくすることで、ユーザの両目にそれぞれ異なる視点画像4を表示して両眼視差を与えることが可能となり、表示対象の立体感を再現することが可能となる。なお、角度ピッチが荒い場合であっても、ユーザの視点位置の移動に応じて、視点画像4を切り替えて表示することで、表示対象5に運動視差を与え立体的に見せることが可能である。また実像スクリーン25の水平方向の拡散角度は、プロジェクタ26の角度ピッチと同等にすることが望ましい。これにより、異なる方向に向けて表示すべき視点画像4が同時に観察されるクロストーク等を回避することが可能となる。

[0064] また複数のプロジェクタ26が実像スクリーン25に画像を投射する全体の投射角度の範囲が、実像スクリーン25で表示できる視点画像の視域（視聴可能角）となる。このため、例えば表示対象5を見切れることなく表示するためには、できるだけ大きい角度で画像を投射することが望ましい。例えば各プロジェクタ26の投射画角を大きくすることで全体の投射角度を広げることが可能である。

[0065] プロジェクタ26の光源としては、レーザ光源を用いることが望ましい。これにより、波長幅の狭い色光を用いて視点画像4を表示することが可能となり、HOE（虚像スクリーン10や実像スクリーン25）での回折効率が向上し表示輝度を高めることが可能となる。またHOEでの色分散による画像のぼけや色ずれ等を回避することが可能となる。また例えば、プロジェクタ26の光源として、LED光源が用いられてもよい。この場合、波長フィルタ等を用いて色光の波長幅を制限することで、色むらの少ない画像表示を安価に実現することが可能となる。この他、プロジェクタ26の具体的な構成は限定されない。

[0066] 図7は、反射型の虚像スクリーン10に投射される視点画像の表示方法について説明するための模式図である。図7では、ユーザが、互いに隣接する虚像スクリーン10a及び10bの境界を通る虚像観察方向9に沿って虚像を観察しているものとする。また、中心軸Oから境界に向かう方向（図7に

おける虚像観察方向 9 の逆方向) を表示対象 5 を表示する際の起点となる起点方向とする。起点方向は、例えば表示対象 5 の正面が向けられる方向である。図 7 では、画像表示装置 100 の上面から見て、中心軸 O を基準に右回りに回転する方向を方位角の正方向とする

[0067] 表示対象 5 の起点方向 (例えば表示対象 5 (虚像) の正面を観察する方向) を中心軸 O を基準とする方位角で表す。ここでは、起点方向の方位角を θ_0 度とする。従って図 7 では、虚像観察方向 9 が方位角 θ_0 となる視点 2 から虚像 1 が観察されている。このとき、ユーザの視点 2 から見て左側の実像スクリーン 25 a の中心を見込む角度を θ_{i1} とする。またユーザの視点 2 から見て右側の実像スクリーン 25 b の中心を見込む角度を θ_{i2} とする。

[0068] ここでは、説明を簡単にするために、 θ_{i1} 及び θ_{i2} を、水平面内での角度として説明する。例えば、 θ_{i1} (θ_{i2}) は、虚像スクリーン 10 a (虚像スクリーン 10 b) を介して実像スクリーン 25 a (実像スクリーン 25 b) の中心に向かう光路を水平面に射影した直線が、実像スクリーン 25 a (実像スクリーン 25 b) の法線となす角度である。これらの角度は、各実像スクリーン 25 a 及び 25 b を見込む方向 (実像観察方向 8 a 及び 8 b) を表す角度と言える。

[0069] 例えば、ユーザの視点 2 が $\Delta\theta$ だけ移動して、虚像観察方向 9 の方位角が ($\theta_0 + \Delta\theta$) になったとする。すなわち視点 2 は $\Delta\theta$ だけ、中心軸 O を基準に右回りに回転したものとする。この場合、実像スクリーン 25 a を見込む角度 θ_{i1} は、($\theta_{i1} - \alpha(\theta) \times \Delta\theta$) となる。ここで $\alpha(\theta)$ は、正の係数である。この場合、 θ_{i1} は、視点 2 が $\Delta\theta$ だけ移動することで減少する。これは、上面から見た実像スクリーン 25 a を見込む方向が左回りに回転することを意味する。また実像スクリーン 25 b を見込む角度 θ_{i2} は、($\theta_{i2} + \beta(\theta) \times \Delta\theta$) となる。ここで $\beta(\theta)$ は、正の係数である。この場合、 θ_{i2} は、視点 2 が $\Delta\theta$ だけ移動することで増加する。これは、上面から見た実像スクリーン 25 b を見込む方向が左回りに回転することを意味する。

[0070] このように $\Delta\theta$ だけ変化した角度で実像スクリーン 25 の表示面 21 を見

込んだ時に、各表示面 2 1 で $\theta_0 + \Delta\theta$ 度の表示対象 5 の視点画像 4 を表示することで、ユーザにそこから見た表示対象 5 の虚像を見せることが可能となる。

[0071] なお、 $\alpha(\theta)$ は、視点 2 から見て左側の実像スクリーン 2 5 a を見込む角度 θ_{i1} の変化量にかかる係数であり、 $\beta(\theta)$ は、視点 2 から見て右側の実像スクリーン 2 5 b を見込む角度 θ_{i2} の変化量にかかる係数である。これらの係数は、射影角度変換やレンズ効果、H O E の回折収差等の影響（角度のずれ等）を補正するパラメータであり、方位角 θ_0 を基準とする視点 2 の方位角 θ の関数として表される。このような係数を用いて変化量を補正することで、表示対象 5 の虚像 1 を正しく表示させることが可能となる。

[0072] 図 8 は、観察方向に応じて表示される視点画像の一例を示す模式図である。図 8 の中央の図に示すように、起点方向に沿って虚像 1 を観察する視点 2 では、左手にスティックを持ったキャラクター（表示対象 5）を正面から見た画像が表示される。この時、各実像スクリーン 2 5 a 及び 2 5 b では、視点画像 4 a 及び 4 b として、実像観察方向 8 a 及び 8 b に向けて右手にスティックを持ったキャラクターが表示される。なお図 8 には、各実像スクリーン 2 5 a 及び 2 5 b を正面側から実像観察方向 8 a 及び 8 b に沿って見た場合に観察される視点画像 4 a 及び 4 b が図示されている。

[0073] 例えば、図 8 の中央の図に示す状態から、ユーザが右回りに移動して右側からキャラクターの虚像 1 を観察する場合、各実像スクリーン 2 5 a 及び 2 5 b には、左周りに回転したキャラクターが映った視点画像 4 a 及び 4 b が表示される。同様に、ユーザが左回りに移動して左側からキャラクターの虚像 1 を観察する場合、各実像スクリーン 2 5 a 及び 2 5 b には、右周りに回転したキャラクターを映った視点画像 4 a 及び 4 b が表示される。

[0074] このように、中心軸 O を基準にユーザが移動して表示対象 5 の虚像を観察する場合、実像スクリーン 2 5 の表示面 2 1 にはユーザの移動とは逆向きに回転した表示対象 5 が表示される。これにより、ユーザの移動に合わせて、表示対象 5 を適正に表示することが可能となる。

[0075] 以上、本実施形態に係る画像表示装置 100 では、中心軸 O の周囲の少なくとも一部を覆うように透明な複数の虚像スクリーン 10 が配置される。また表示対象 5 の複数の視点画像 4 を異なる方向に向けて表示する複数の表示面 21 が設けられる。各虚像スクリーン 10 には複数の視点画像 4 が投射される。この時、ある視点 2 から虚像スクリーン 10 を介して表示面 21 を見込む方向（実像観察方向 8）には、その視点 2 から中心軸 O を見たときに見える表示対象 5 の虚像 1 となる視点画像 4 が表示される。これにより、実在感の高い立体表示を実現することが可能となる。

[0076] 虚像を利用して物体を表示する方法として、ハーフミラーを水平に対して傾けて、物体の虚像を表示するペッパーズゴーストと呼ばれる方法が知られている。例えば 1 つのハーフミラーを介してスクリーンの奥に物体があるように虚像を表示する場合、ユーザの移動等に応じて物体の見える向きが変わるような視点映像を表現することが困難であり、物体の実在感が損なわれる可能性がある。またハーフミラーを多面化して物体の立体表示を行う方法が考えられる。この場合、隣り合う面を横切るさいに、映像の切り替わりが激しく、実在感が損なわれる恐れがある。また、ハーフミラーを用いる方法では、面数を増やすことで反射面のサイズが小さくなり映像サイズが小さくなる可能性がある。

[0077] 図 9 は、比較例として示す虚像表示装置 90 の模式図である。図 9 では、H O E 91 を用いて虚像 1 を表示する虚像表示装置 90 が模式的に図示されている。この虚像表示装置 90 では、多角柱状に配置された H O E 91 に対して、一方向から対象 92 を見た画像が投射される。このため、ユーザの視線が H O E 91 の境界を横切る際に、対象 92 の画像が急激に変化するため、立体表示の実在感を損ねる可能性がある。

[0078] 本実施形態では、複数の虚像スクリーン 10 の各々に対して、表示対象 5 の視点画像が投射される。これにより、虚像スクリーン 10 ごとに、表示対象 5 を多方向から見た視点画像が表示される。また複数の虚像スクリーン 10 は中心軸を囲うように配置される。

[0079] これにより、虚像表示による表示対象5の視点画像4を細かい間隔（角度ピッチ）で表示することが可能となる。この結果、表示対象5の向きが突然切り替わるといった不自然な表示が抑制され、実在感の高い立体表示を行うことが可能となる。

[0080] またユーザの視点2が虚像スクリーン10を介して表示面21を見込む方向（虚像観察方向9）に向けて、その視点2から見える表示対象が表示されるように、視点画像4が表示される。すなわち、ユーザから見た各々の虚像面3の観察方向の違いに応じて、その方向から見た表示対象の視点画像4が形成されるように表示面21の表示が制御される。これにより、視点2の位置に係らず、その視点で観察されるべき表示対象5の虚像1を適正に表示することが可能となる。

[0081] また本実施形態では、虚像スクリーン10としてHOEが用いられる。これにより虚像スクリーン10を垂直方向に立てて配置するといったことが可能である。この結果、映像サイズを小さくすることなく、虚像スクリーン10の境界を横切る場合も含めて表示対象5の視点画像4の再現性を高めることが可能となり、実在感のある立体表示を実現することが可能となる。

[0082] <第2の実施形態>

本技術に係る第2の実施形態の画像表示装置について説明する。これ以降の説明では、上記の実施形態で説明した画像表示装置100における構成及び作用と同様な部分については、その説明を省略又は簡略化する。

[0083] 図10は、第2の実施形態に係る画像表示装置の構成例を示す模式図である。図10Aは、画像表示装置200の斜視図であり、図10Bは、画像表示装置200の内部構成の一例を示す模式図である。図11及び図12は、図10に示す画像表示装置200の断面図及び上面図である。画像表示装置200は、複数の虚像スクリーン210と、多視点映像源211とを有し、表示対象5を全方位から見た虚像1を表示可能な全方位ディスプレイとして機能する。

[0084] 図10Aに示すように、複数の虚像スクリーン210は、中心軸Oの全周

を覆うように配置される。これらの虚像スクリーン210により、中心軸Oを基準として多角柱状の多面スクリーンが構成される。また虚像スクリーン210は、反射型のホログラフィック光学素子（HOE）である。従って、画像表示装置200では、多面スクリーンの外側から投射された表示対象5の視点画像4の虚像1が多面スクリーンの内側に表示される。なおHOEは虚像1の位置を制御するために、平面ミラー・曲面ミラーの特性を持ってもよい。

[0085] 多視点映像源211は、複数の実像スクリーン230と、各実像スクリーン230に互いに異なる方向から画像を投射する複数のプロジェクタ231とを有する。本実施形態では、実像スクリーン230と複数のプロジェクタ231とにより、多視点ディスプレイが構成される。

[0086] 本実施形態では、実像スクリーン230は、反射型の異方性拡散スクリーンである。従って、実像スクリーン230では、各プロジェクタ231から画像が投射される面が、視点画像4が表示される表示面221（画像表示面）となる。複数の実像スクリーン230は、対応する虚像スクリーン210に表示面221を向けて配置される。これらの実像スクリーン230により、中心軸Oを基準として多角柱状の多面ディスプレイが構成される。

[0087] 実像スクリーン230は、水平方向と垂直方向とで拡散度の異なる異方性の拡散特性を有し、例えば、透過型のレンズ拡散板に反射板を取り付けて構成される。また異方性の拡散特性を記録した反射型のHOEが実像スクリーン230として用いられてもよい。HOEを使用することで、多視点映像源211全体のサイズを小さくすることや、画質の良い視点画像4を表示することが可能である。

[0088] 複数のプロジェクタ231は、中心軸Oの周りに配置された複数の実像スクリーン230（多面ディスプレイ）の内側から、各表示面221に向けて画像を投射する。プロジェクタ231の光源としては、レーザ光源やLED光源が用いられる。LED光源を用いる場合には、波長フィルタ等を用いて色光の波長幅が制限されてもよい。

[0089] 以下では、プロジェクタ 231 から実像スクリーン 230 に画像を投射するための構成について説明する。図 10B には、画像表示装置 200 の内部構成の一例として、反射型の虚像スクリーン 210 と反射型の実像スクリーン 230 とを含む表示ユニットが模式的に図示されている。この表示ユニットでは、実像スクリーン 230 の内側に、複数のプロジェクタ 231 からなるプロジェクタアレイが設けられる。例えばプロジェクタ 231 のサイズが十分に小さい場合や、装置サイズが大きい場合等には、図 10B に示すように、実像スクリーン 230 に対して各プロジェクタ 231 から画像を直接投射する構成を用いることが可能である。

[0090] 図 11 には、中心軸 O を含む断面で画像表示装置 200 を切断した断面図が模式的に図示されている。図 12 には、図 11 に示す構成に対応する上面図が模式的に図示されている。図 11 及び図 12 では、図 10B とは異なる方法で実像スクリーン 230 に画像が投射される。ここでは、プロジェクタ 231 は装置の外周に沿って外側上方に向けて配置される。プロジェクタ 231 から投射された画像の光は、図示しないミラーを介して反射され、プロジェクタ 231 が配置された側とは反対側に配置された実像スクリーン 230 に入射する。すなわち、各実像スクリーン 230 には、中心軸 O を挟んで反対側の発光点 29（ミラー）から画像が投射される。これにより、投射距離を増大させて、投射される画像のサイズを大きくすることが可能である。

[0091] また投射される画像のサイズを大きくすることで、例えば 1 つのプロジェクタ 231 から複数の実像スクリーン 230 に対して画像を投射することが可能となる。図 12 に示す例では、1 つのプロジェクタ 231 から、2 つ又は 3 つの実像スクリーン 230 に対して画像が投射される。これにより、プロジェクタ 231 の数を減らすことが可能となり装置のコストを抑えることができる。

[0092] 図 12 では、各プロジェクタ 231 は、それぞれの発光点 29 が装置の外周となる円周に沿って並ぶように配置される。あるいは、複数の発光点が外周に沿って並ぶように一体型のプロジェクタモジュールが構成されてもよい。

。このようにプロジェクタ 231 を配置することで、各実像スクリーン 230 に入射するプロジェクタ 231 の光線角度の対称性を保つことができる。これにより、各実像スクリーン 230 には、各プロジェクタ 231 から対象に画像が投射されるため、複数の視点画像 4 を異なる表示方向に向けて適正に表示することが可能となる。

[0093] 複数のプロジェクタ 231 が実像スクリーン 230 に画像を投射する角度ピッチが、多視点映像源 211 が表示できる視点画像 4 の角度ピッチ（視点ピッチ）となる。例えば角度ピッチを十分に小さくすることで、両眼視差を与える立体表示等が可能となる。また複数のプロジェクタ 231 が実像スクリーン 230 に画像を投射する全体の投射角度の範囲が、実像スクリーン 230 で表示できる視点画像の視域（視聴可能角）となる。このため、各プロジェクタ 231 の投射画角を大きくすることで表示対象 5 を見切れることなく表示することが可能となる。

[0094] また 1 つのプロジェクタ 231 から出射される光を分割して投射する分割投射を行う構成が用いられてもよい。分割投射により、1 つのプロジェクタ 231 から複数の発光点 29 を作り出すことが可能である。

[0095] 図 13 は、分割投射の一例を示す模式図である。図 13 に示す例では、プロジェクタ 231 が投射する画像を分割する 3 つの分割ミラー 235 a ~ 235 c が用いられる。例えばプロジェクタ 231 から投射された画像は、各分割ミラー 235 a ~ 235 c により分割され、分割画像として 3 方向に分かれて拡大しながら投射される。この場合、各分割ミラー 235 a ~ 235 c は、分割画像を投射する発光点と見做すことが可能である。なお分割ミラー 235 の数は限定されない。分割ミラー 235 を用いることで、プロジェクタ 231 の数を減らすことが可能となり、装置のコストを抑制することが可能である。

[0096] 図 14 は、画像表示装置 200 における虚像 1 の表示位置の例を示す模式図である。図 14 A ~ 図 14 C には、多面の多視点映像源 211 により表示される視点画像 4 の虚像 1 の表示位置の一例が模式的に図示されている。例

例えば図 1 4 A に示すように、複数の視点画像 4 の虚像 1 は、互いの虚像面 3 の中心線が重なるように表示される。ここで、虚像面 3 の中心線とは、垂直方向（中心軸 O）に平行な中心線である。典型的には、各虚像面 3 の中心線は、中心軸 O と一致するように表示される。これにより、表示対象 5 の位置をずらすことなく、中心軸 O の全周にわたって高品質な立体表示を行うことが可能となる。

[0097] 図 1 4 B に示す例では、複数の視点画像 4 の虚像 1 は、互いの虚像面 3 の一部が重なるように表示される。虚像 1 は必ずしも中心を合わせる必要はなく、一部が重なっている状態でもよい。その場合、多視点映像源 2 1 1（実像スクリーン 2 3 0）を虚像スクリーン 2 1 0 に近づけることができるので、装置の小型化が可能となる。なお、画像表示装置 2 0 0 では、虚像面 3 の前後に表示対象 5 の像が観察されるように、虚像 1 を表示させることが可能である。従って、虚像面 3 が中心軸 O で重なっていない場合であっても、虚像 1 を奥側に表示することで、中心軸 O を基準とした虚像表示が可能である。

[0098] 図 1 4 C に示す例では、複数の視点画像 4 の虚像 1 は、互いの虚像面 3 が接するように表示される。これにより、実像スクリーン 2 3 0 と虚像スクリーン 2 1 0 との距離を十分に短くすることが可能となり、例えば側面の段差が小さい略筒型の画像表示装置等を実現することが可能である。

[0099] 図 1 5 は、画像表示装置の他の構成例を示す模式図である。図 1 5 に示す画像表示装置 2 0 1 では、反射型の実像スクリーンに代えて透過型の実像スクリーン 2 4 0 が用いられる。図 1 5 A 及び図 1 5 B は、透過型の実像スクリーン 2 4 0 を搭載した画像表示装置 2 0 1 の断面図及び上面図である。図 1 5 A に示す例では、実像スクリーン 2 4 0 よりも外側にプロジェクタ 2 3 1 が配置され、各プロジェクタ 2 3 1 から直接に画像が投射される。また図 1 5 B に示すように、実像スクリーン 2 4 0 の外側にプロジェクタ 2 3 1 を設けることで、プロジェクタ 2 3 1 の配置の自由度が向上し、1 つのプロジェクタ 2 3 1 から複数の実像スクリーン 2 4 0 に画像投射するといった構成

を容易に実現することが可能である。

[0100] <第3の実施形態>

図16は、第3の実施形態に係る画像表示装置の構成例を示す模式図である。図16Aは、画像表示装置300の斜視図であり、図16Bは、画像表示装置300の内部構成の一例を示す模式図である。図17及び図18は、図16に示す画像表示装置300の側面図及び上面図である。本実施形態では、直視型の立体表示ディスプレイ340を用いて、全方位ディスプレイが構成される。

[0101] 画像表示装置300は、複数の虚像スクリーン310と、複数の立体表示ディスプレイ340で構成された多視点映像源311とを有する。各虚像スクリーン310は、例えば図10等を参照して説明した画像表示装置200の虚像スクリーン210と同様に構成される。すなわち虚像スクリーン310は、反射型のHOEであり、中心軸Oの全周を覆うように配置される。

[0102] 立体表示ディスプレイ340は、専用のメガネ等を用いることなく立体像を表示可能な直視型のディスプレイである。立体表示ディスプレイ340は、立体像を表示する画像表示面341を有する。直視型の立体表示ディスプレイは、一般に、複数の表示方向にむけて複数の視点画像4を表示することで立体像を表示する。従って、本実施形態では、直視型の立体表示ディスプレイ340の画像表示面341が、視点画像4を表示する表示面となる。各立体表示ディスプレイ340は、対応する虚像スクリーン310に画像表示面341を向けて配置される。図16～図18に示すように、画像表示装置300は、図10等に示す画像表示装置200の実像スクリーン230を、立体表示ディスプレイ340で置き換えた構成であると言える。

[0103] 立体表示ディスプレイ340は、レンチキュラレンズ方式、レンズアレイ方式、及び視差バリア方式のいずれか1つの方式により複数の視点画像4を表示する。レンチキュラレンズ方式は、水平方向に光を分散させるレンチキュラレンズを用いて、互いに異なる方向に画像を表示させる方式である。レンチキュラレンズ方式を用いることで、視差バリア方式等と比べ、明るい視

点画像 4 を表示することが可能である。レンズアレイ方式は、マイクロレンズアレイを用いて垂直及び水平方向に光を分散させて視点画像 4 を表示する方式である。レンズアレイ方式を用いることで、垂直方向の多視点化が可能となり、実在感の高い表現が可能となる。視差バリア方式は、各画素の光を選択的に遮るパララックスバリア等を用いて視点画像 4 を表示する方式であり、他の方式に比べて広い視野角を実現することが可能である。

[0104] これらの方式では、LCD (Liquid Crystal Display) 等のフラットパネルディスプレイにより、視点画像 4 の元となる画像が表示される。ディスプレイのバックライトに用いられる光源は、レーザ光源であることが望ましい。なおLED光源を利用したバックライトが用いられる場合には、波長フィルタ等を用いて波長幅を狭くすることで、虚像スクリーン 310 (HOE) での色分散による画像のボケや色ずれを軽減することが可能である。この他、裸眼立体表示が可能な任意の方式が用いられてよい。なお、立体表示ディスプレイ 340 では、必ずしも立体視が可能な角度ピッチで視点画像 4 を表示する必要はない。例えばこれらの方式を使って、両眼視差が生じないレベルの視点画像を表示する多視点表示ディスプレイが用いられてもよい。

[0105] 図 17 及び図 18 に示すように、画像表示装置 300 は、多角柱型の多面スクリーン (虚像スクリーン 310) と、その周りに配置された多角柱型の多面ディスプレイ (立体表示装置) とで構成される。このように、多視点映像源 311 として、直視型の立体表示ディスプレイ 340 を用いることで、全体の装置サイズを小さくすることができる。

[0106] <第 4 の実施形態>

図 19 は、第 4 の実施形態に係る画像表示装置の構成例を示す模式図である。図 19 の左側及び右側の図は、画像表示装置 400 の断面図及び上面図である。画像表示装置 400 では、虚像スクリーン 410 として、透過型のホログラフィック光学素子 (透過型 HOE) が用いられる。

[0107] 透過型 HOE は、特定の角度範囲で入射した光を回折透過し、その他の角度範囲の光を透過するように構成される。例えば、透過型 HOE に対して特

定の角度範囲で入射した光は、H O E 本体を透過し、その入射角度に応じた出射角度で入射した面とは反対側の面から出射される。また特定の角度範囲以外の入射角度で入射した光は、干渉縞による回折をほとんど受けることなく、透過型H O E を透過する。

[0108] 図19に示すように、複数の虚像スクリーン410は、中心軸Oの全周を覆うように配置され、多角柱状の多面スクリーンを構成する。図19では、虚像スクリーン410の裏面414に斜め下方から視点画像4が投射される。裏面414に投射された視点画像4を構成する光は、虚像スクリーン410の表面413に向けて水平方向に沿って出射される。この結果、虚像スクリーン410を観察するユーザは、表面413に向けて出射された光の光路を裏面414側に延長した延長線上に、視点画像4の虚像1を観察することになる。なお画像表示装置400、各視点画像4の虚像1を形成する虚像面3が中心軸Oで交わるように構成されている。

[0109] このように、虚像スクリーン410は、画像を透過して虚像として表示する透過型のミラー（透過型ミラーH O E）であると言える。図19に示す例では、透過型の平面ミラーとして構成された虚像スクリーン410が用いられる。なおH O E にレンズ機能を持たせた透過型の曲面ミラーとして虚像スクリーン410を構成することも可能である（図22参照）。

[0110] 虚像スクリーン410は、単一の透過型H O E を用いて構成される。あるいは、2つの反射型H O E を接合して虚像スクリーン410が構成されてもよい。この場合、2度の回折反射により透過を実現することが可能である。虚像スクリーン410を透過型にすることで、例えば多視点映像源411を虚像スクリーン410よりも装置の内側に入れることが可能となり、装置の小型化を図ることが可能となる。なお、虚像スクリーン410は中心軸Oの周囲の一部を覆うように配置されてもよい。

[0111] 多視点映像源411は、複数の多視点ディスプレイ420を有する。多視点ディスプレイ420は、中心軸Oの全周を覆うように配置され、多角柱状の多面ディスプレイを構成する。また上記したように虚像スクリーン410

は透過型である。従って、多視点ディスプレイ 420 は、例えば虚像スクリーン 410 の裏面 414 に対して斜め下方から視点画像 4 を投射する必要がある。このため、画像表示装置 400 では、多視点ディスプレイ 420 は、虚像スクリーン 410 よりも中心軸 O に近い位置に配置される。多視点ディスプレイ 420 としては、上記の実施形態で説明したマルチプロジェクタ方式の実像スクリーンや、直視型の立体表示ディスプレイを用いることが可能である。

[0112] 図 19 の左側の図に示すように、透過型の虚像スクリーン 410 を用いた場合、映像源である多視点ディスプレイ 420 と虚像スクリーン 410 との距離が近くなってくるので、虚像 1 を中心軸 O に重ねるように表示することが難しい場合があり得る。このような場合であっても、各方向から見た虚像 1 がつながる様に表示することで、表示対象 5 を多視点表示するといったことが可能である。

[0113] 図 20 は、透過型の虚像スクリーン 410 に投射される視点画像 4 の表示方法について説明するための模式図である。図 20 には、ユーザが虚像スクリーン 410 を介して多視点ディスプレイ 420 を見込む方向（実像観察方向 8）、及びユーザの視点 2 から中心軸に向かう方向が、白抜き及び黒塗りの矢印を用いて模式的に図示されている。図 20 では、ユーザが、互いに隣接する虚像スクリーン 410 a 及び 410 b の境界を通る虚像観察方向 9 に沿って虚像を観察しているものとする。また、中心軸 O から境界に向かう方向（図 20 における虚像観察方向 9 の逆方向）を表示対象 5 を表示する際の起点となる起点方向とする。

[0114] 本実施形態では、透過型の虚像スクリーン 410 が用いられる。すなわち、虚像スクリーン 410 は、表示面 421 から投射された視点画像 4 を透過して視点画像 4 の虚像 1 を表示する。従って、表示面 421 に表示された視点画像 4 が、そのまま虚像 1 として表示される画像となる。この場合、図示しない映像制御部により、実像観察方向 8 から見た表示対象 5 の視点画像 4 を虚像観察方向 9 に表示する。これにより、表示対象 5 の虚像 1 を適正に表

示することが可能となる。

[0115] 表示対象5の起点方向（例えば表示対象5（虚像）の正面を観察する方向）を中心軸Oを基準とする方位角で表す。ここでは、起点方向の方位角を θ_0 度とする。従って図20では、虚像観察方向9が方位角 θ_0 となる視点2から虚像1が観察されている。このとき、ユーザの視点2から見て左側の多視点ディスプレイ420aの中心を見込む角度を θ_{i1} とする。またユーザの視点2から見て右側の多視点ディスプレイ420bの中心を見込む角度を θ_{i2} とする。

[0116] ここでは、説明を簡単にするために、 θ_{i1} 及び θ_{i2} を、水平面内での角度として説明する。例えば、 θ_{i1} （ θ_{i2} ）は、虚像スクリーン410a（虚像スクリーン410b）を介して多視点ディスプレイ420a（多視点ディスプレイ420b）の中心に向かう光路を水平面に射影した直線が、多視点ディスプレイ420a（多視点ディスプレイ420b）の法線となす角度である。これらの角度は、各多視点ディスプレイ420a及び420bを見込む方向（実像観察方向8a及び8b）を表す角度と言える。

[0117] ここで、ユーザの視点2が $\Delta\theta$ だけ移動して、虚像観察方向9の方位角が $(\theta_0 + \Delta\theta)$ になったとする。すなわち視点2は $\Delta\theta$ だけ、中心軸Oを基準に右回りに回転したものとする。この場合、多視点ディスプレイ420aを見込む角度 θ_{i1} は、 $(\theta_{i1} - \alpha'(\theta) \times \Delta\theta)$ となる。ここで $\alpha'(\theta)$ は、正の係数である。この場合、 θ_{i1} は、視点2が $\Delta\theta$ だけ移動することで減少する。これは、上面から見た多視点ディスプレイ420aを見込む方向が右回りに回転することを意味する。また多視点ディスプレイ420bを見込む角度 θ_{i2} は、 $(\theta_{i2} + \beta'(\theta) \times \Delta\theta)$ となる。ここで $\beta'(\theta)$ は、正の係数である。この場合、 θ_{i2} は、視点2が $\Delta\theta$ だけ移動することで増加する。これは、上面から見た多視点ディスプレイ420bを見込む方向が右回りに回転することを意味する。

[0118] このように $\Delta\theta$ だけ変化した角度で多視点ディスプレイ420の表示面421を見込んだ時に、各表示面421で $\theta_0 + \Delta\theta$ 度の表示対象5の視点画像

4を表示することで、ユーザにそこから見た表示対象5の虚像を見せることが可能となる。また透過型の虚像スクリーン410を用いる場合、見込む方向が回転する方向は、図7を参照して説明した反射型の虚像スクリーン410を用いる場合とは逆になる。

[0119] なお、 $\alpha'(\theta)$ 及び $\beta'(\theta)$ は、各多視点ディスプレイを見込む角度 (θ_{i1} 及び θ_{i2}) の変化量にかかる係数であり、射影角度変換やレンズ効果、HOEの回折収差等の影響（角度のずれ等）を補正するパラメータである。特に以下で説明するレンズ機能を持たせる場合には、光の進行方向が大きく変わり、収差も発生することが考えられる。これらの影響を低減するように係数を設定して変化量を補正することで、表示対象5の虚像1を正しく表示させることが可能となる。

[0120] 図21は、レンズ機能を有する透過型の虚像スクリーン410により表示される虚像の一例を示す模式図である。図21では、虚像スクリーン410を介して虚像1が観察されているものとする。例えば虚像スクリーン410にレンズ機能を加えることで、虚像1の表示位置及び虚像1のサイズが変化する。この時、レンズの中心に向けられた視点2では、虚像を表示する光路の向き等に変化はない。

[0121] 一方でレンズの端から虚像1を観察する場合、レンズ機能が加わることで、虚像1を見る方向（荒い点線の矢印）が変化する。なお、多視点ディスプレイ420を見込む方向（細かい点線の矢印）は、レンズ機能を加えても変化しない。このように、レンズ機能の追加に伴い、虚像1を表示する光の光路が変化し、かつ各種の収差が発生する場合がある。このような角度の変化や収差による変形等が抑制されるように、視点画像4が適宜補正される。

[0122] 図22は、画像表示装置の他の構成例を示す模式図である。図22Aに示す画像表示装置401は、図19に示す画像表示装置400において、虚像スクリーン410にレンズ機能を持たせた構成を示す。この構成では、虚像1の表示位置を虚像スクリーン410から遠い位置にすることで、中心軸Oで重なるように虚像1を表示させることが可能である。このように、レンズ

機能を用いて、虚像 1 の表示位置を適宜調整することが可能である。

[0123] 図 2 2 B に示す画像表示装置 4 0 2 では、虚像スクリーン 4 1 0 で構成される多面スクリーンと、多視点ディスプレイ 4 2 0 で構成される多面ディスプレイとが同一の円筒に内設するように構成される。また虚像スクリーン 4 1 0 には、中心軸 O を挟んで反対側に配置された多視点ディスプレイ 4 2 0 から視点画像 4 が投射される。このように、反対側から画像を投射する構成とすることで、投射距離を広げることが可能となる。また、段差のない筒型の画像表示装置 4 0 0 を実現することが可能である。

[0124] <第 5 の実施形態>

図 2 3 は、第 5 の実施形態に係る画像表示装置の構成例を示す模式図である。本実施形態に係る画像表示装置 5 0 0 は、曲面形状の虚像スクリーン 5 1 0 を用いて構成される。

[0125] 画像表示装置 5 0 0 は、円筒形状の虚像スクリーン 5 1 0 と、虚像スクリーン 5 1 0 よりも半径の大きい円筒形状の実像スクリーン 5 2 5 とを有する。虚像スクリーン 5 1 0 及び実像スクリーン 5 2 5 は中心軸 O を中心としてそれぞれ配置される。典型的には、実像スクリーン 5 2 5 は、虚像スクリーン 5 1 0 の下方に、虚像 1 の表示を遮らないように配置される。虚像スクリーン 5 1 0 及び実像スクリーン 5 2 5 は、例えば反射型の H O E により構成される。

[0126] また画像表示装置 5 0 0 は、実像スクリーン 5 2 5 に画像を投射する複数のプロジェクタ 5 2 6 を有する。図 2 3 には、複数のプロジェクタ 5 2 6 の各発光点 2 9 が図示されている。画像表示装置 5 0 0 は、例えば図 1 0 ~ 図 1 2 を参照して説明した画像表示装置 2 0 0 の多面スクリーン（虚像スクリーン）及び多面ディスプレイ（実像スクリーン）を、円筒にした構成であると言える。

[0127] 図 2 3 に示すように、複数のプロジェクタ 5 2 6 は、発光点 2 9 が実像スクリーン 5 2 5 に沿って円周上に並ぶように配置される。各発光点 2 9 からは、中心軸 O を挟んで反対側の実像スクリーン 5 2 5 に向けて画像が投射さ

れる。これにより、実像スクリーン５２５の内側の表示面５２１には、複数のプロジェクタ５２６から互いに異なる方向から画像が投射され、視点画像４を表示することが可能となる。表示面５２１に表示された視点画像４は、虚像スクリーン５１０に投射される。また虚像スクリーン５１０の内側には、中心軸Ｏを中心とする円筒状の虚像面３が形成される。この虚像面３に表示対象５の虚像が表示される。

[0128] 虚像スクリーン５１０を円筒型にすると、図２３に示すように虚像面３はつながった状態になる。従って画像表示装置５００では虚像スクリーン５１０の継ぎ目がなくなる。このため、表示対象５の虚像を滑らかに表示することが可能となり、実在感を十分に向上する効果がある。また、虚像スクリーン５１０を見込む角度の最大値が多角柱状の虚像スクリーン５１０を用いる場合よりも小さくなる。ここで虚像スクリーン５１０を見込む角度とは、例えば虚像スクリーン５１０の表面に対する視線方向の交点における、表面の法線方向と視線方向とのなす角度である。

[0129] 円筒形状では、視点２の移動とともに虚像スクリーン５１０を見込む角度が連続的に変化する。このため視点２を移動させたときに、面の切り替わりで起こりやすい輝度の低下や変動等が発生しなくなる。これにより、虚像の輝度が不自然に変化するという事態が回避され自然な立体表示を実現することが可能となる。なお、これらは透過型のＨＯＥが虚像スクリーン５１０として用いられる場合でも同様である。

[0130] 上記では、実像スクリーン５２５も円筒形状である場合について説明したが、これに限定されるわけではない。例えば実像スクリーン５２５は多角柱形状であってもよい。逆に、実像スクリーン５２５が円筒形状で、虚像スクリーン５１０が多角柱形状であってもよい。このように、本実施形態では、虚像スクリーン５１０及び実像スクリーン５２５（表示面）の少なくとも一方は、曲面形状である。

[0131] 図２４は、画像表示装置の他の構成例を示す模式図である。図２４に示す画像表示装置５０１は、円弧状の虚像スクリーン５１０及び実像スクリーン

５２５と、実像スクリーン５２５に向けて画像を投射する複数のプロジェクタ５２６とを有する。この構成は、例えば図２３に示す画像表示装置５００を部分的に切り出した構成となっている。このように、曲面状の虚像スクリーン５１０（実像スクリーン５２５）が中心軸Ｏの周囲の一部を覆うように配置されてもよい。この他、曲面状のスクリーンの具体的な構成は限定されない。例えば水平方向の断面が楕円形、双極線、２次曲線等の任意の曲線となるような虚像スクリーン５１０が用いられてもよい。

[0132] <第６の実施形態>

図２５は、第６の実施形態に係る画像表示装置の構成例を示す模式図である。本実施形態では、虚像スクリーン６１０としてハーフミラーが用いられる。一般にハーフミラーに入射する光は、入射角と等しい出射角で正反射される。このため、例えば水平方向に光を出射させる（虚像を表示する）場合には、垂直方向から４５度傾いたミラー面に光を入射することになる。

[0133] 図２５Ａに示す画像表示装置６００では、複数の虚像スクリーン６１０ａにより、頂点側を上方に向けて配置された多角錐状の多面スクリーンが形成される。また多面スクリーンの上方には、各面に向けて視点画像４を表示する複数の多視点ディスプレイ６２０ａがそれぞれ配置される。図２５Ｂに示す画像表示装置６０１では、頂点側を上方に向けて配置された円錐状の虚像スクリーン６１０ｂが用いられる。虚像スクリーン６１０ａの上方には、図２５Ａと同様に複数の多視点ディスプレイ６２０ｂがそれぞれ配置される。これにより、虚像スクリーン６１０ａ及び６１０ｂの外周に向けて表示対象５の虚像を表示することが可能となる。

[0134] 図２５Ｃに示す画像表示装置６０２では、頂点側を上方に向けて配置された円錐状の虚像スクリーン６１０ｃの上方に、円環状に視点画像４を表示可能な多視点ディスプレイ６２０ｃが配置される。このように、円環状の多視点ディスプレイ６２０ｃを用いることで、全周にわたって連続的に虚像１を表示することが可能となる。これにより、例えば多視点ディスプレイ６２０が分かれていることで、虚像１の表示が部分的に途切れるといった事態を回

避することが可能である。

[0135] 以上説明した本技術に係る特徴部分のうち、少なくとも2つの特徴部分を組み合わせることも可能である。すなわち各実施形態で説明した種々の特徴部分は、各実施形態の区別なく、任意に組み合わせられてもよい。また上記で記載した種々の効果は、あくまで例示であって限定されるものではなく、また他の効果が発揮されてもよい。

[0136] 本開示において、「同じ」「等しい」「直交」等は、「実質的に同じ」「実質的に等しい」「実質的に直交」等を含む概念とする。例えば「完全に同じ」「完全に等しい」「完全に直交」等を基準とした所定の範囲（例えば±10%の範囲）に含まれる状態も含まれる。

[0137] なお、本技術は以下のような構成も採ることができる。

（1）所定の軸の周囲の少なくとも一部を覆うように配置され、投射された画像の虚像を前記所定の軸を基準として表示する透明な1以上の虚像スクリーンと、

表示対象を互いに異なる方向から見た画像となる複数の視点画像を互いに異なる方向に向けて表示し、前記1以上の虚像スクリーンの各々に前記表示された複数の視点画像を投射する1以上の表示面を有する表示部と、

前記虚像スクリーンの周囲の観察点から前記虚像スクリーンを介して前記表示面を見込む第1の方向に対して、前記観察点から前記所定の軸に向かう第2の方向から見える前記表示対象の虚像となる前記視点画像を表示する表示制御部と

を具備する画像表示装置。

（2）（1）に記載の画像表示装置であって、

前記複数の視点画像は、前記表示対象を所定の角度ピッチでずらした方向からみた画像であり、

前記表示制御部は、前記観察点の移動に応じて、前記観察点から見て前記表示対象の虚像が前記所定の角度ピッチで切り替わるように前記視点画像を表示する

画像表示装置。

(3) (1) 又は (2) に記載の画像表示装置であって、

前記虚像スクリーンは、前記表示面から投射された前記視点画像を反射して前記視点画像の虚像を表示し、

前記表示制御部は、前記第2の方向から見た前記表示対象の画像を鏡面回転させた前記視点画像を前記第1の方向に表示する

画像表示装置。

(4) (1) 又は (2) に記載の画像表示装置であって、

前記虚像スクリーンは、前記表示面から投射された前記視点画像を透過して前記視点画像の虚像を表示し、

前記表示制御部は、前記第2の方向から見た前記表示対象の前記視点画像を前記第1の方向に表示する

画像表示装置。

(5) (1) から (4) のうちいずれか1つに記載の画像表示装置であって

、

前記1以上の虚像スクリーンは、複数の虚像スクリーンを含み、前記所定の軸を基準として多面スクリーンを構成する

画像表示装置。

(6) (1) から (5) のうちいずれか1つに記載の画像表示装置であって

、

前記虚像スクリーンは、回折光学素子又はハーフミラーのいずれか一方である

画像表示装置。

(7) (1) から (6) のうちいずれか1つに記載の画像表示装置であって

、

前記虚像スクリーンは、反射型のホログラフィック光学素子又は透過型のホログラフィック光学素子のいずれか一方である

画像表示装置。

(8) (1) から (7) のうちいずれか 1 つに記載の画像表示装置であって、

前記 1 以上の虚像スクリーンは、前記所定の軸の全周を覆うように配置される

画像表示装置。

(9) (1) から (8) のうちいずれか 1 つに記載の画像表示装置であって、

前記 1 以上の表示面は、前記 1 以上の虚像スクリーンにより表示される虚像を遮らないように配置される

画像表示装置。

(10) (1) から (9) のうちいずれか 1 つに記載の画像表示装置であって、

前記 1 以上の表示面は、複数の表示面を含み、前記所定の軸を基準として多面ディスプレイを構成する

画像表示装置。

(11) (1) から (10) のうちいずれか 1 つに記載の画像表示装置であって、

前記複数の視点画像の虚像は、互いの虚像面の中心線が重なるように表示される

画像表示装置。

(12) (1) から (10) のうちいずれか 1 つに記載の画像表示装置であって、

前記複数の視点画像の虚像は、互いの虚像面の一部が重なるように表示される

画像表示装置。

(13) (1) から (10) のうちいずれか 1 つに記載の画像表示装置であって、

前記複数の視点画像の虚像は、互いの虚像面が接するように表示される

画像表示装置。

(14) (1) から (13) のうちいずれか 1 つに記載の画像表示装置であって、

前記虚像スクリーン及び前記表示面の少なくとも一方は、曲面形状である画像表示装置。

(15) (1) から (14) のうちいずれか 1 つに記載の画像表示装置であって、

前記表示面は、異方性拡散スクリーンの画像表示面であり、

前記表示部は、互いに異なる方向から前記異方性拡散スクリーンに画像を投射する複数の投射部を有する

画像表示装置。

(16) (1) から (15) のうちいずれか 1 つに記載の画像表示装置であって、

前記表示面は、直視型の立体表示ディスプレイの画像表示面である画像表示装置。

(17) (16) に記載の画像表示装置であって、

前記立体表示ディスプレイは、レンチキュラレンズ方式、レンズアレイ方式、及び視差バリア方式のいずれか 1 つの方式により前記複数の視点画像を表示する

画像表示装置。

符号の説明

- [0138] 1、1 a、1 b…虚像
2…視点
3…虚像面
4、4 a～4 c…視点画像
5…表示対象
8、8 a、8 b…実像観察方向
9…虚像観察方向

1 0、2 1 0、3 1 0、4 1 0、5 1 0、6 1 0…虚像スクリーン

1 1、2 1 1、3 1 1、4 1 1…多視点映像源

1 2…映像制御部

2 0、4 2 0、6 2 0…多視点ディスプレイ

2 1、2 2 1、4 2 1、5 2 1、…表示面

2 5、2 3 0、5 2 5…実像スクリーン

2 6、2 3 1、5 2 6…プロジェクタ

2 8、3 4 1…画像表示面

1 0 0、2 0 0、2 0 1、3 0 0、4 0 0、4 0 1、4 0 2、5 0 0、5
0 1、6 0 0、6 0 1、6 0 2…画像表示装置

3 4 0…立体表示ディスプレイ

請求の範囲

[請求項1] 所定の軸の周囲の少なくとも一部を覆うように配置され、投射された画像の虚像を前記所定の軸を基準として表示する透明な1以上の虚像スクリーンと、

表示対象を互いに異なる方向から見た画像となる複数の視点画像を互いに異なる方向に向けて表示し、前記1以上の虚像スクリーンの各々に前記表示された複数の視点画像を投射する1以上の表示面を有する表示部と、

前記虚像スクリーンの周囲の観察点から前記虚像スクリーンを介して前記表示面を見込む第1の方向に対して、前記観察点から前記所定の軸に向かう第2の方向から見える前記表示対象の虚像となる前記視点画像を表示する表示制御部と

を具備する画像表示装置。

[請求項2] 請求項1に記載の画像表示装置であって、

前記複数の視点画像は、前記表示対象を所定の角度ピッチでずらした方向からみた画像であり、

前記表示制御部は、前記観察点の移動に応じて、前記観察点から見て前記表示対象の虚像が前記所定の角度ピッチで切り替わるように前記視点画像を表示する

画像表示装置。

[請求項3] 請求項1に記載の画像表示装置であって、

前記虚像スクリーンは、前記表示面から投射された前記視点画像を反射して前記視点画像の虚像を表示し、

前記表示制御部は、前記第2の方向から見た前記表示対象の画像を鏡面反転させた前記視点画像を前記第1の方向に表示する

画像表示装置。

[請求項4] 請求項1に記載の画像表示装置であって、

前記虚像スクリーンは、前記表示面から投射された前記視点画像を

透過して前記視点画像の虚像を表示し、

前記表示制御部は、前記第2の方向から見た前記表示対象の前記視点画像を前記第1の方向に表示する

画像表示装置。

[請求項5]

請求項1に記載の画像表示装置であって、

前記1以上の虚像スクリーンは、複数の虚像スクリーンを含み、前記所定の軸を基準として多面スクリーンを構成する

画像表示装置。

[請求項6]

請求項1に記載の画像表示装置であって、

前記虚像スクリーンは、回折光学素子又はハーフミラーのいずれか一方である

画像表示装置。

[請求項7]

請求項1に記載の画像表示装置であって、

前記虚像スクリーンは、反射型のホログラフィック光学素子又は透過型のホログラフィック光学素子のいずれか一方である

画像表示装置。

[請求項8]

請求項1に記載の画像表示装置であって、

前記1以上の虚像スクリーンは、前記所定の軸の全周を覆うように配置される

画像表示装置。

[請求項9]

請求項1に記載の画像表示装置であって、

前記1以上の表示面は、前記1以上の虚像スクリーンにより表示される虚像を遮らないように配置される

画像表示装置。

[請求項10]

請求項1に記載の画像表示装置であって、

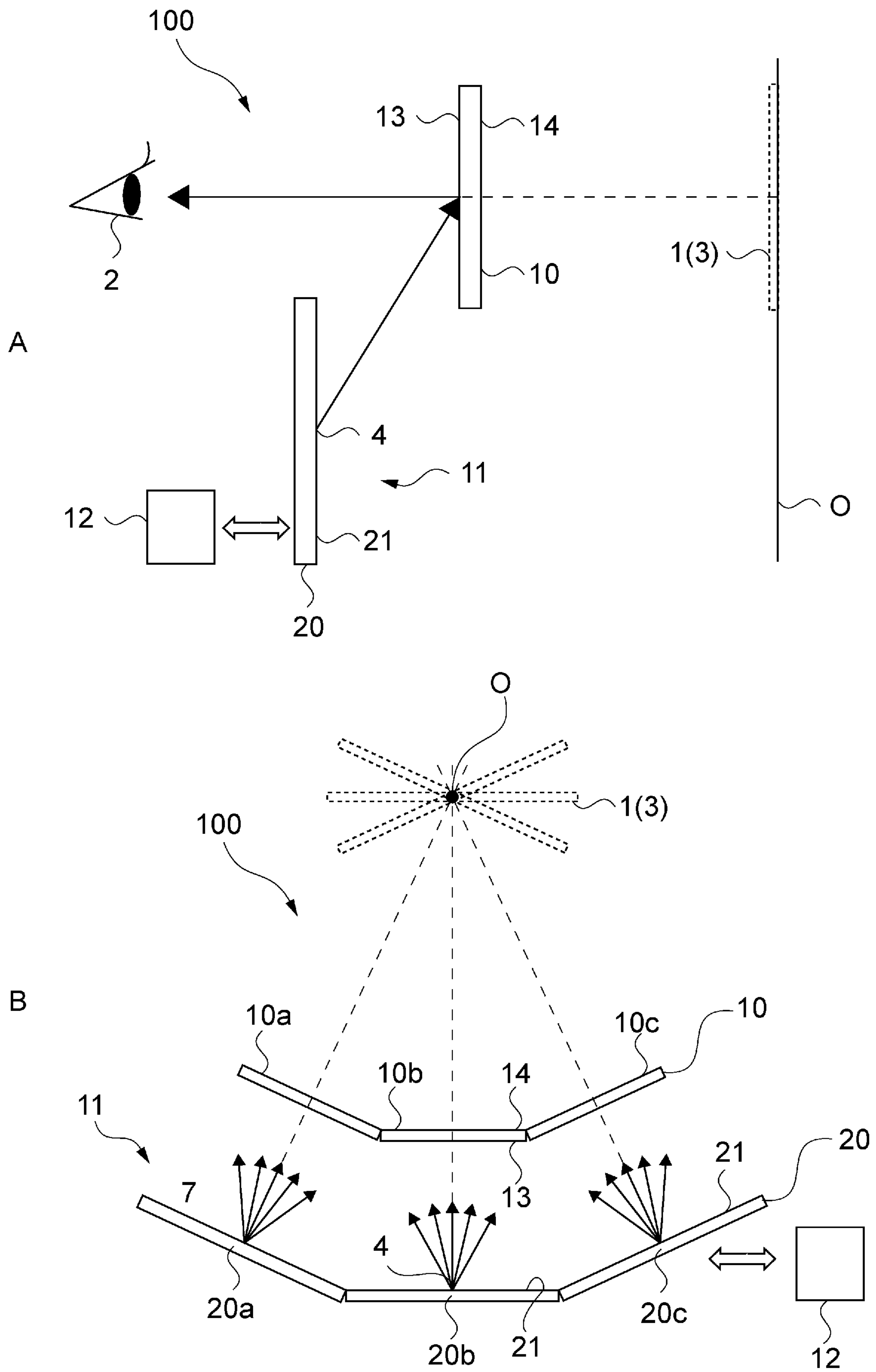
前記1以上の表示面は、複数の表示面を含み、前記所定の軸を基準として多面ディスプレイを構成する

画像表示装置。

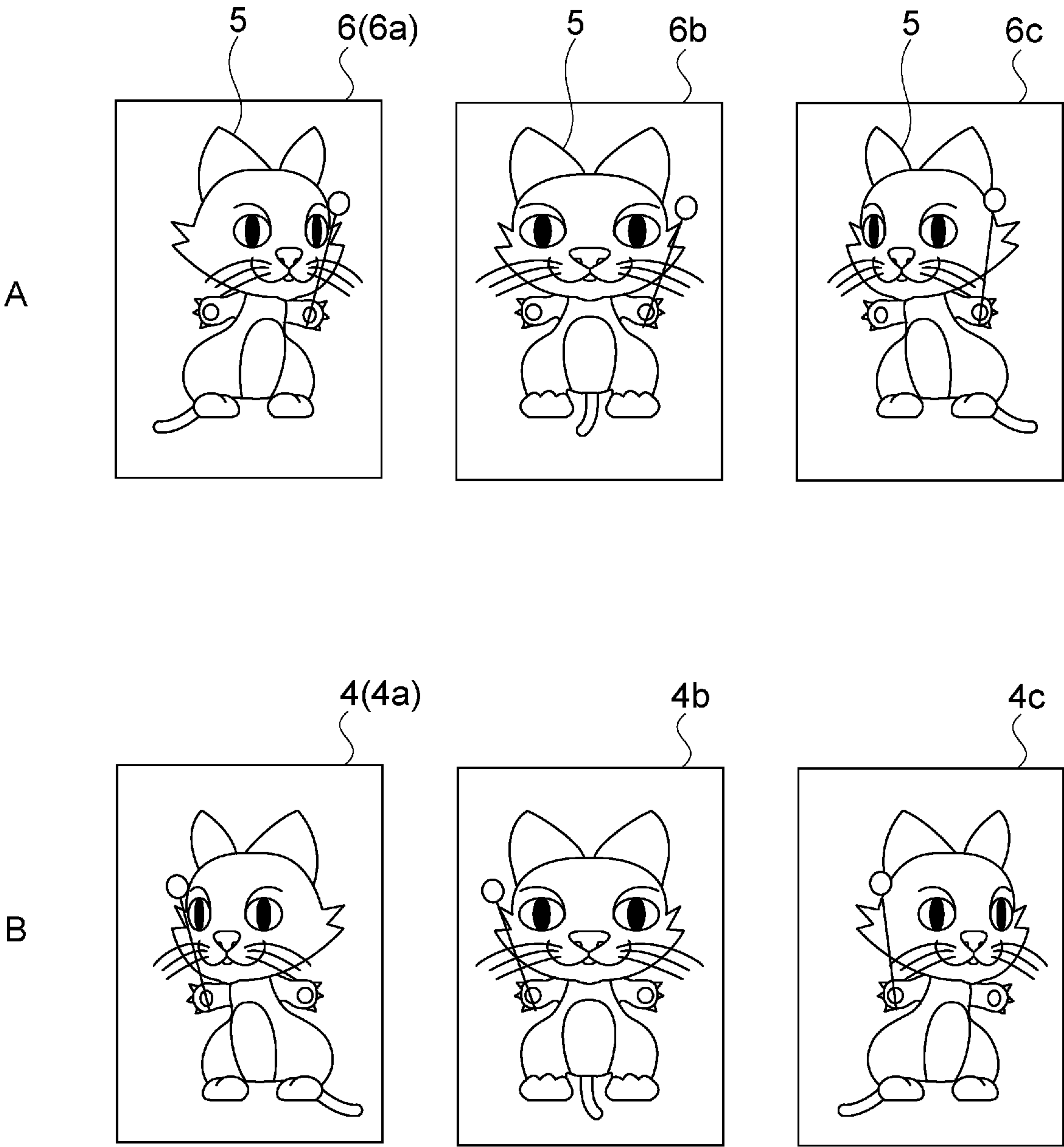
- [請求項11] 請求項 1 に記載の画像表示装置であって、
前記複数の視点画像の虚像は、互いの虚像面の中心線が重なるよう
に表示される
画像表示装置。
- [請求項12] 請求項 1 に記載の画像表示装置であって、
前記複数の視点画像の虚像は、互いの虚像面の一部が重なるように
表示される
画像表示装置。
- [請求項13] 請求項 1 に記載の画像表示装置であって、
前記複数の視点画像の虚像は、互いの虚像面が接するように表示さ
れる
画像表示装置。
- [請求項14] 請求項 1 に記載の画像表示装置であって、
前記虚像スクリーン及び前記表示面の少なくとも一方は、曲面形状
である
画像表示装置。
- [請求項15] 請求項 1 に記載の画像表示装置であって、
前記表示面は、異方性拡散スクリーンの画像表示面であり、
前記表示部は、互いに異なる方向から前記異方性拡散スクリーンに
画像を投射する複数の投射部を有する
画像表示装置。
- [請求項16] 請求項 1 に記載の画像表示装置であって、
前記表示面は、直視型の立体表示ディスプレイの画像表示面である
画像表示装置。
- [請求項17] 請求項 1 6 に記載の画像表示装置であって、
前記立体表示ディスプレイは、レンチキュラレンズ方式、レンズア
レイ方式、及び視差バリア方式のいずれか 1 つの方式により前記複数
の視点画像を表示する

画像表示装置。

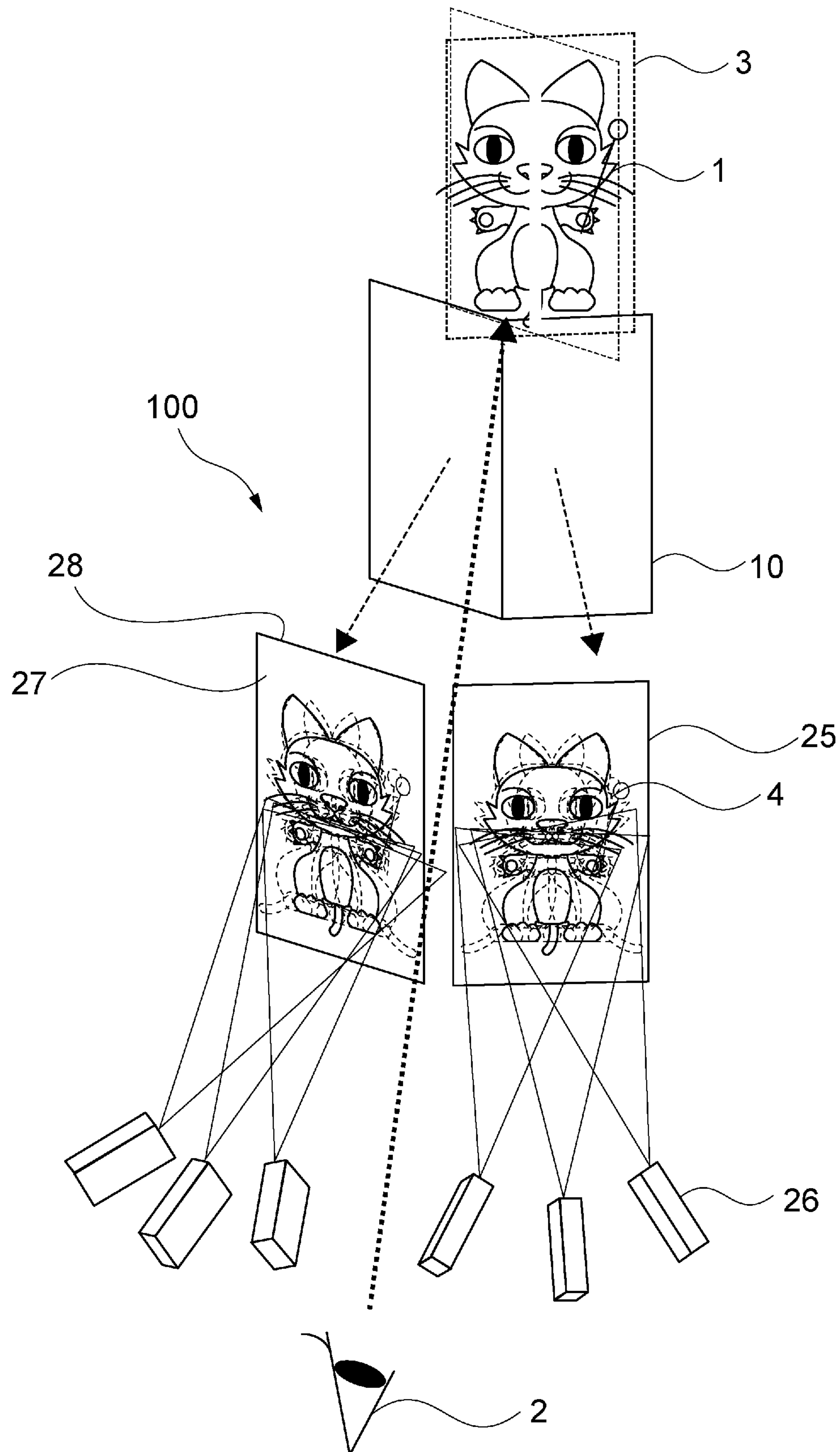
[図1]



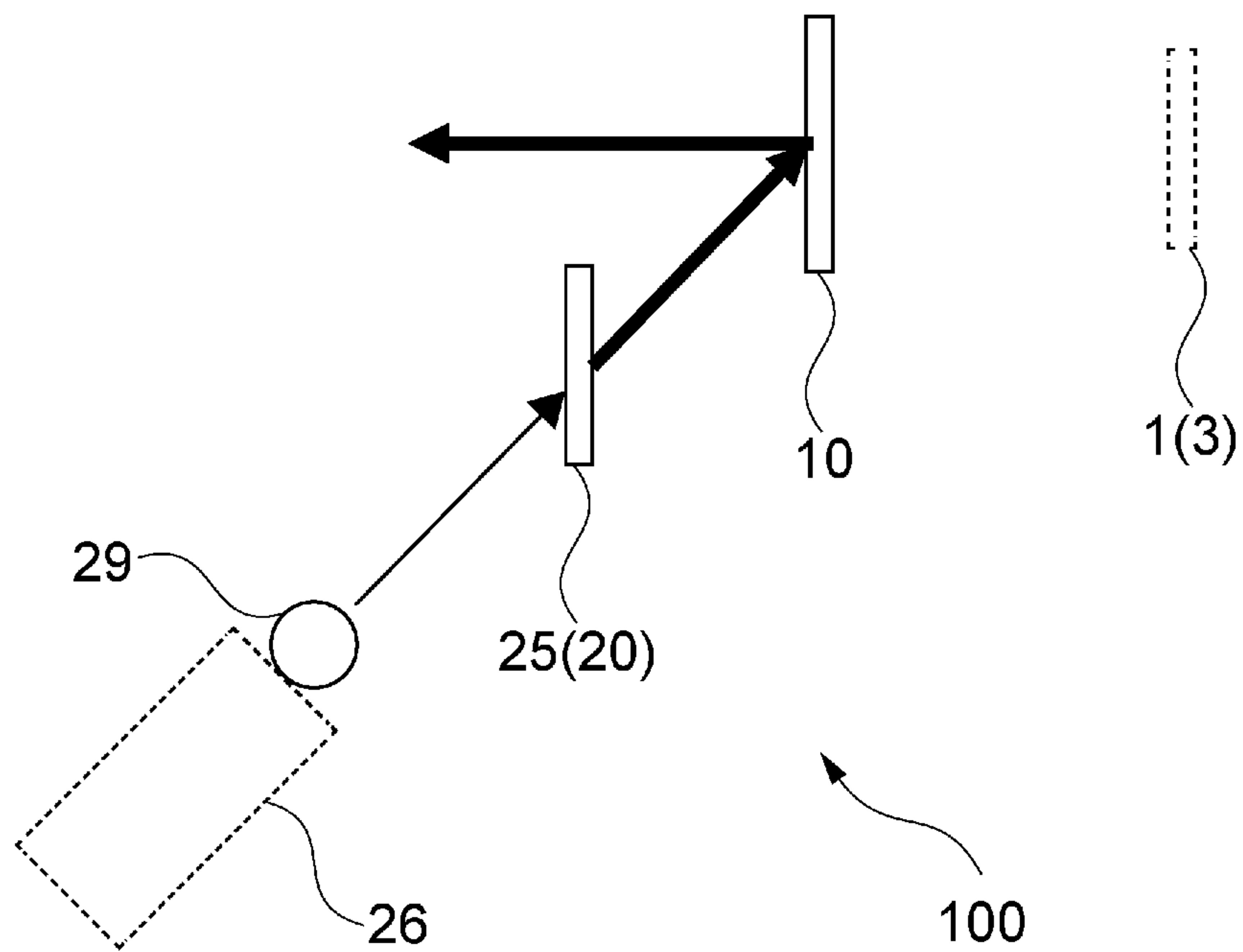
[図2]



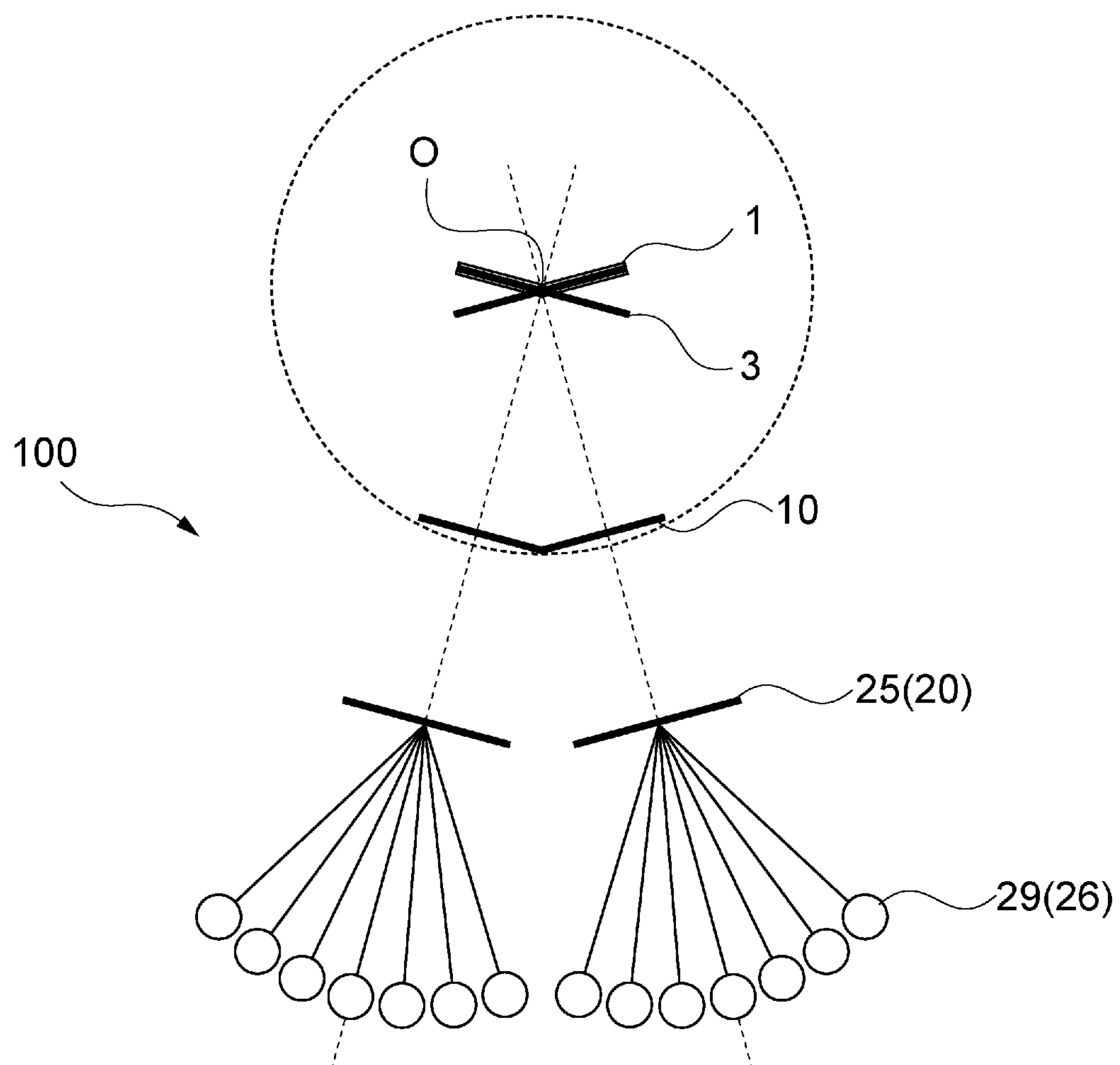
[図4]



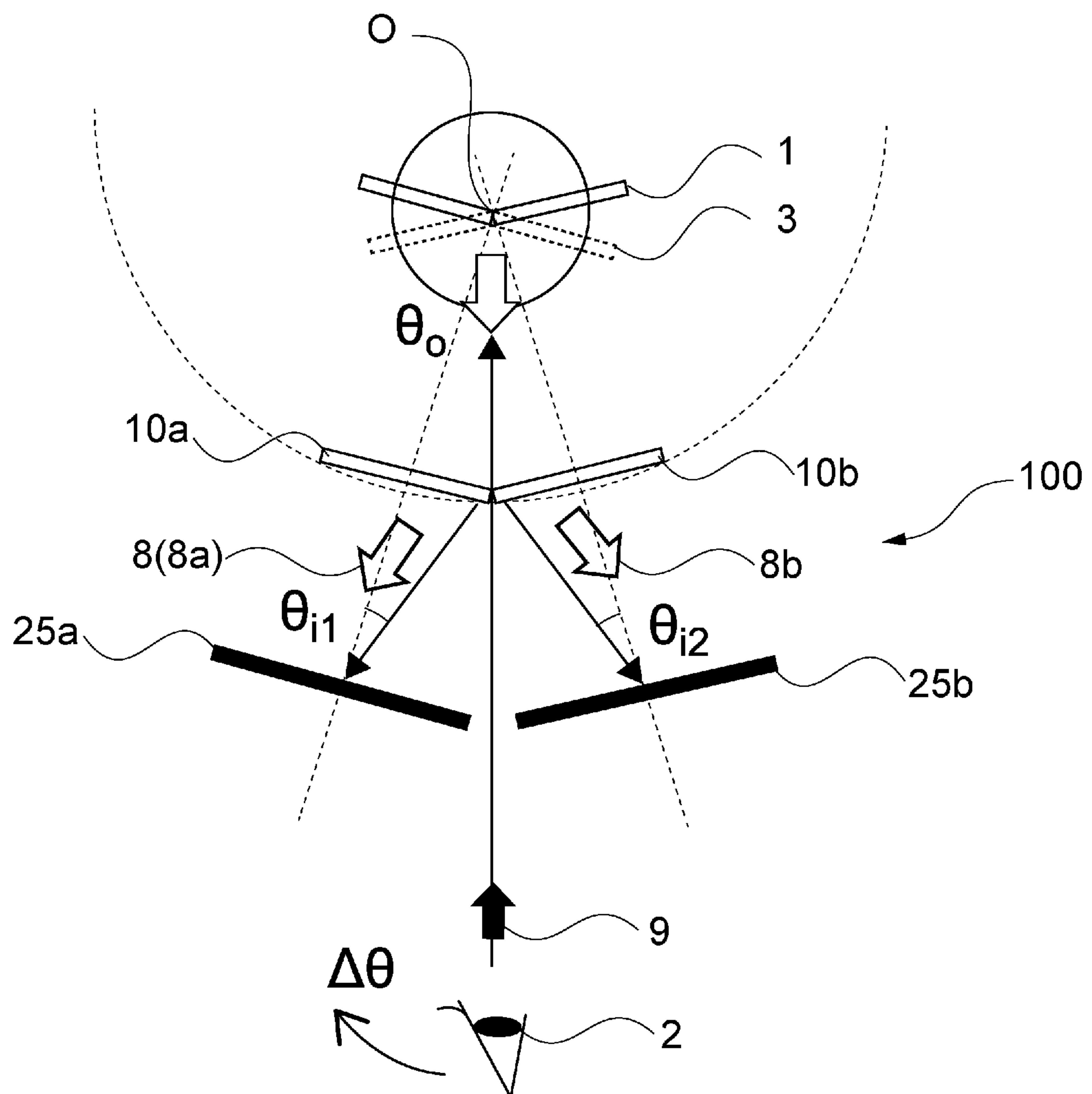
[図5]



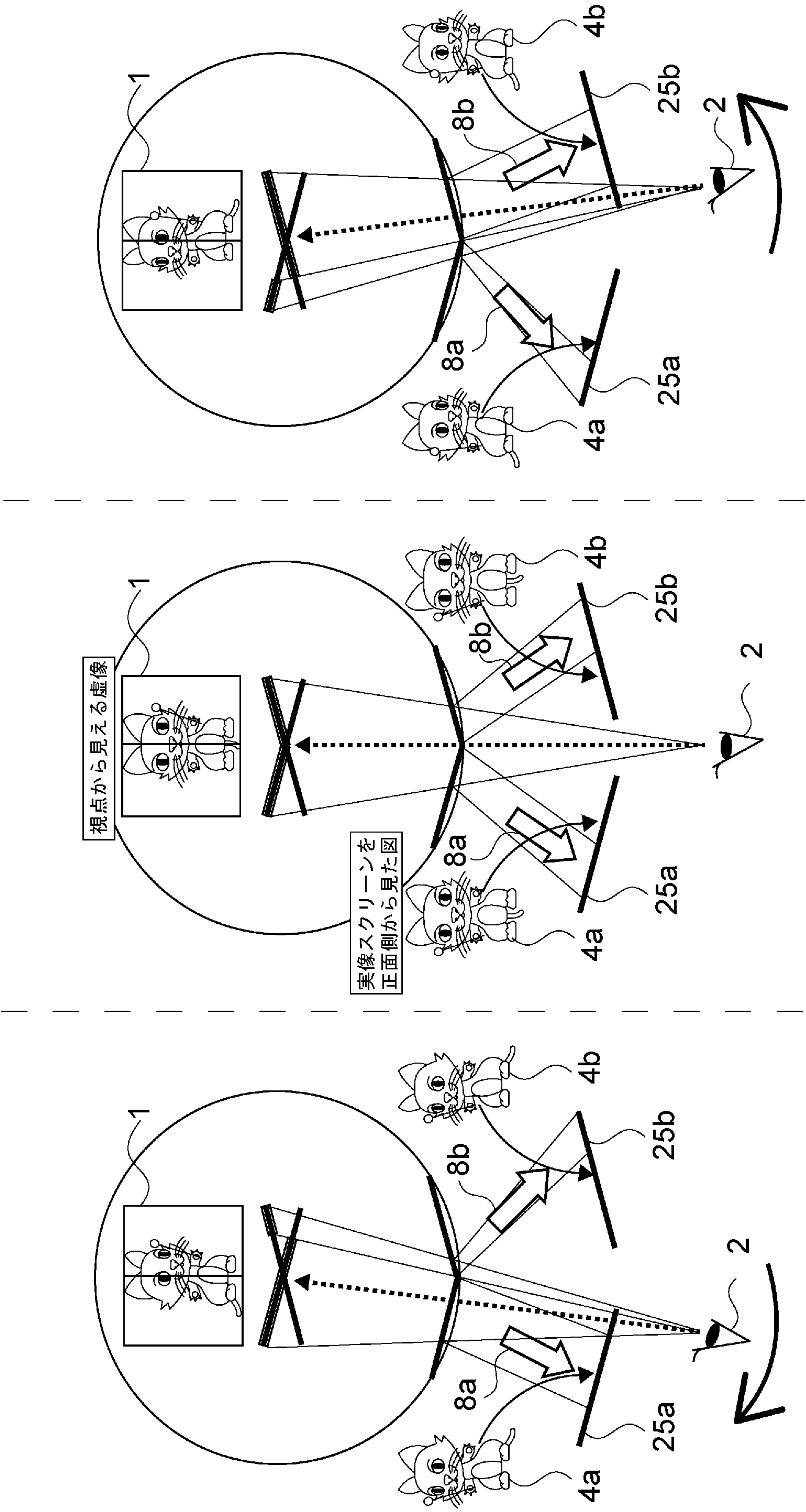
[図6]



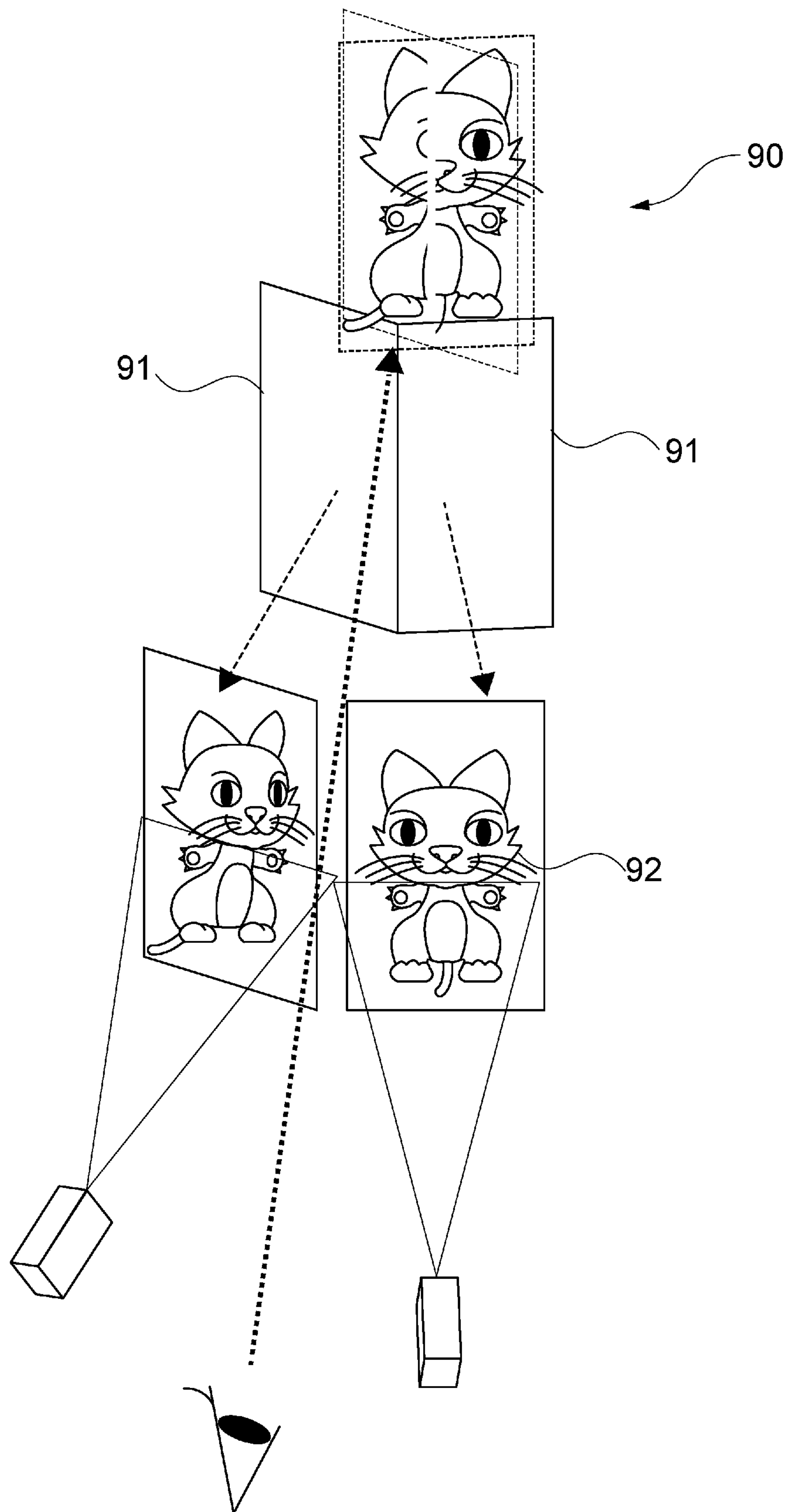
[図7]



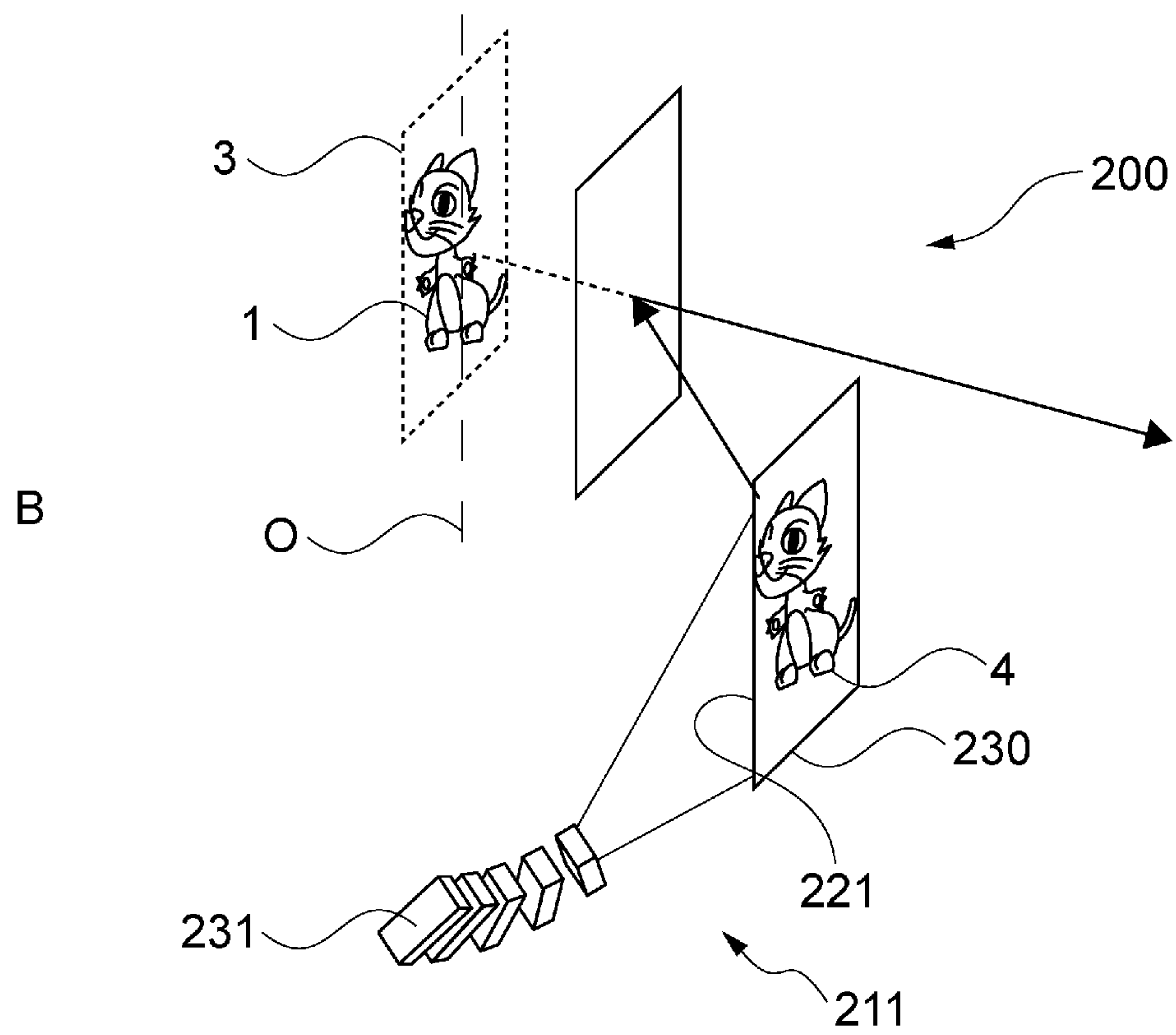
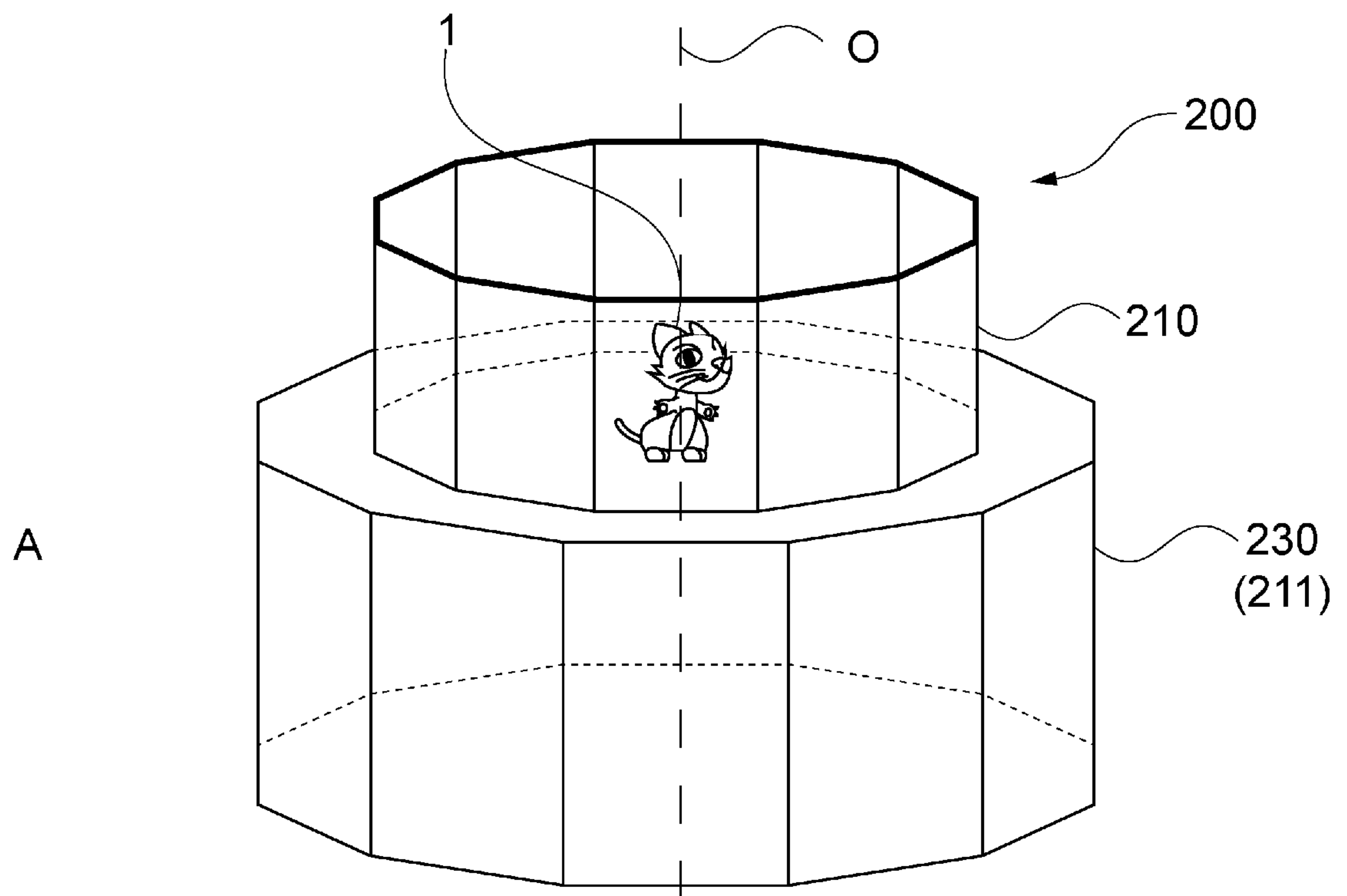
[図8]



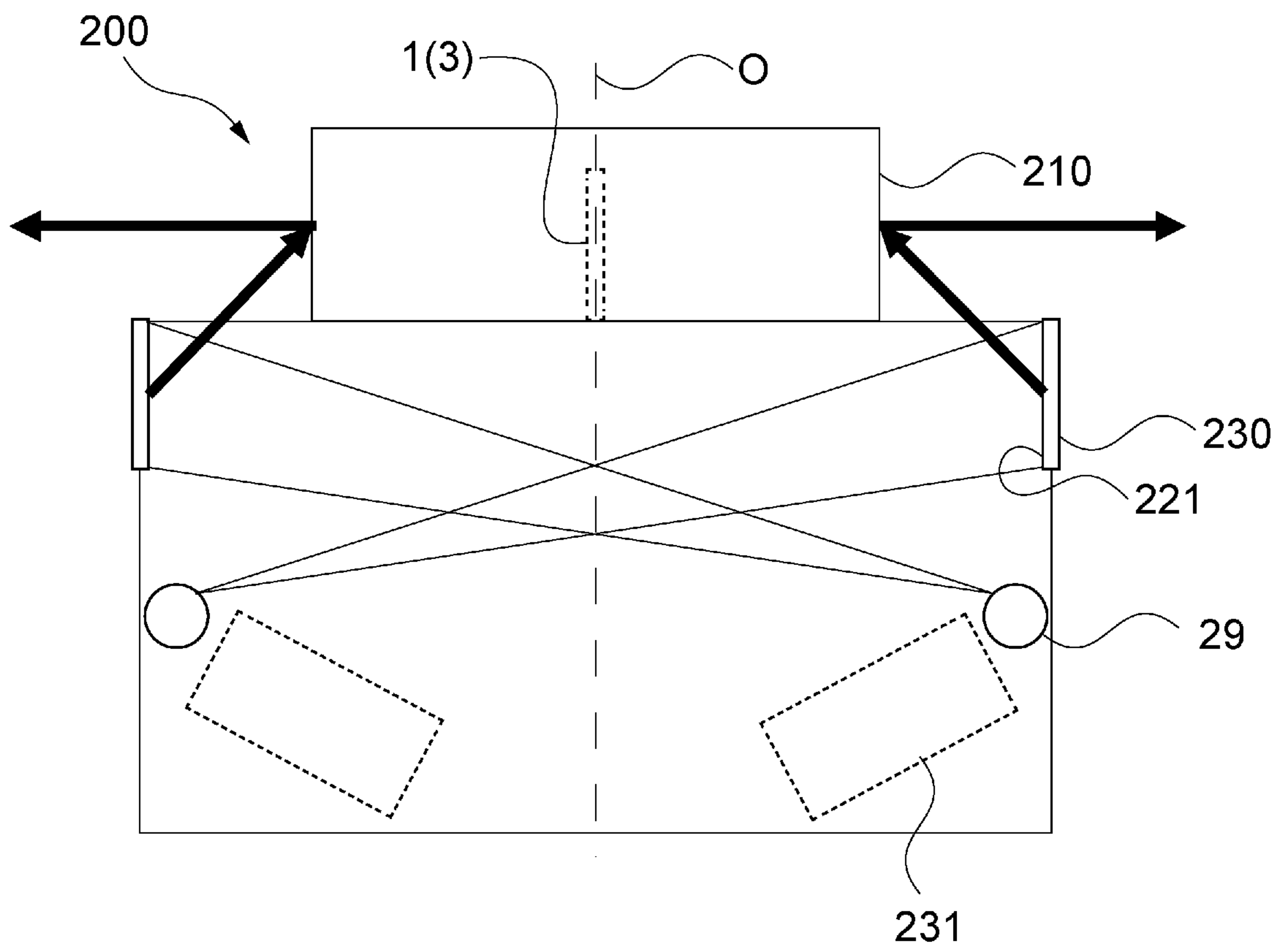
[図9]



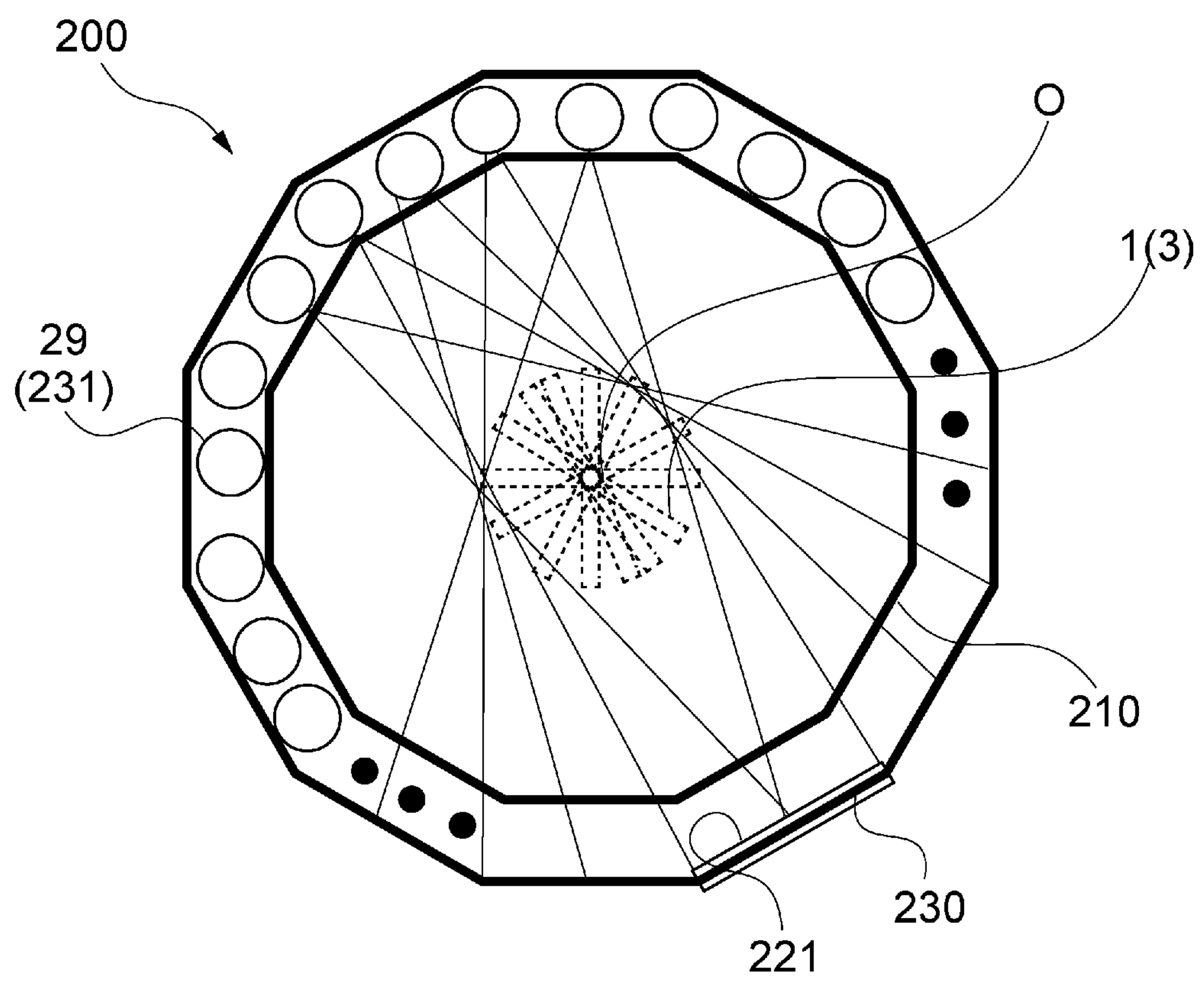
[図10]



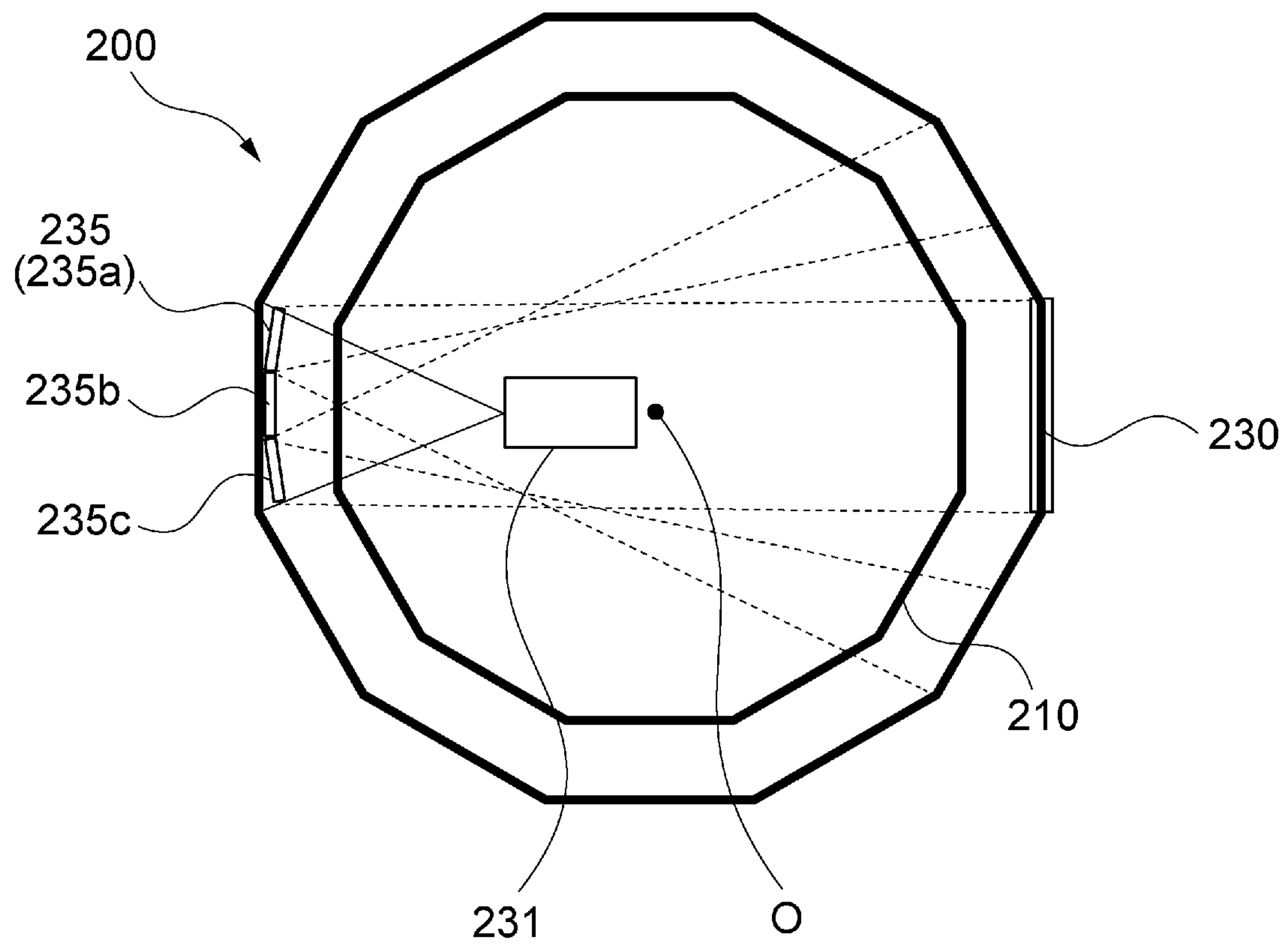
[図11]



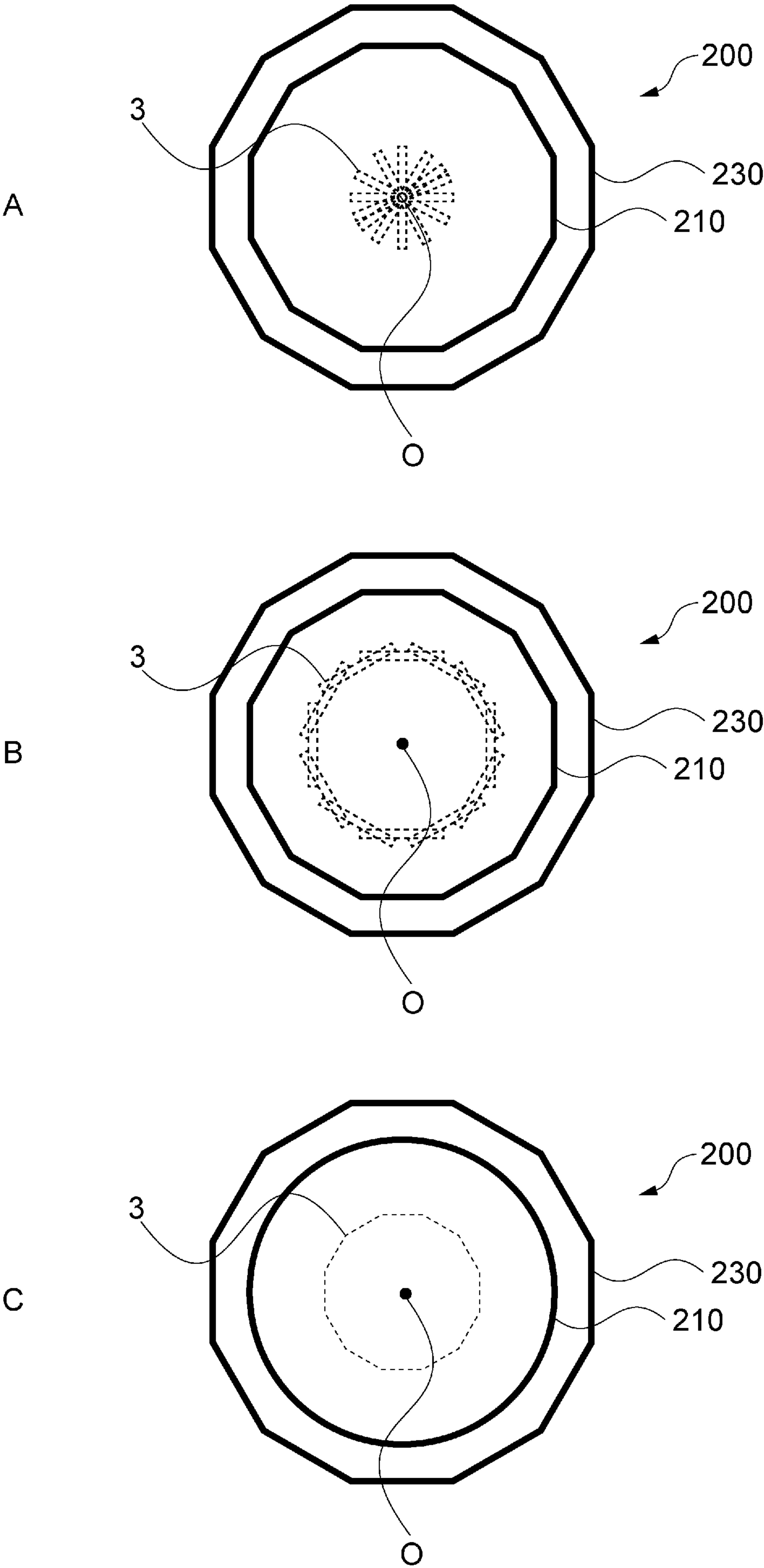
[図12]



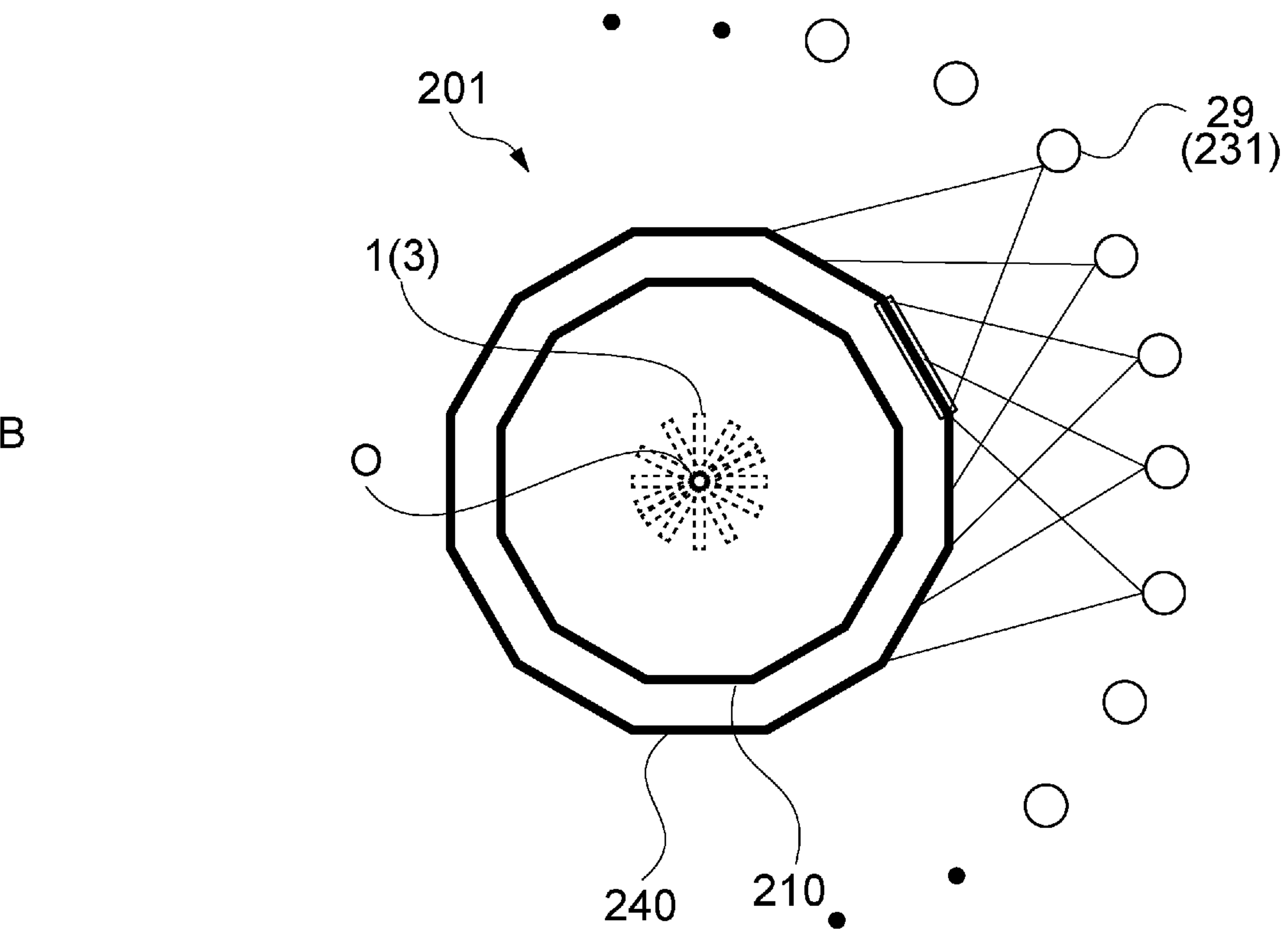
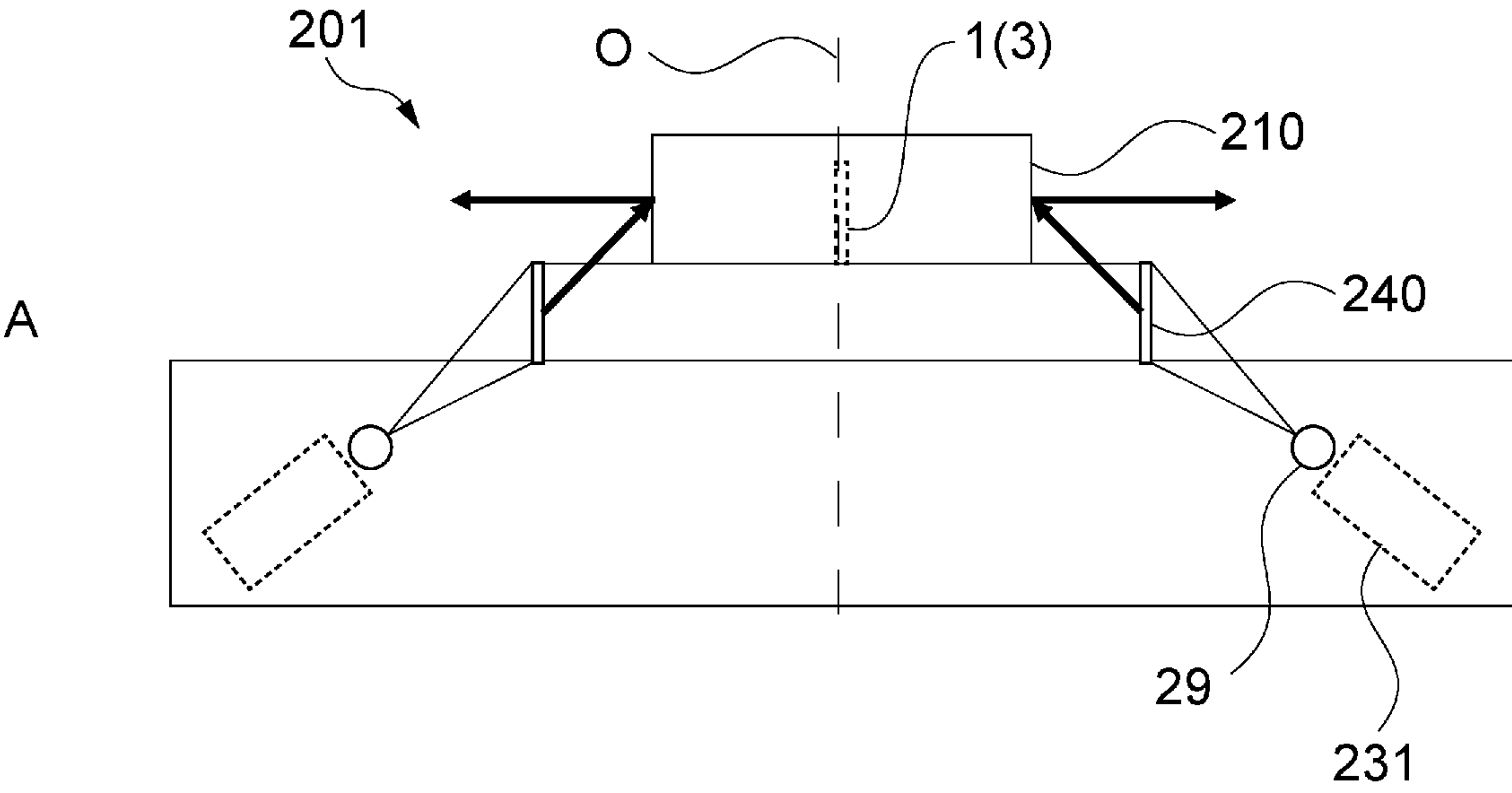
[図13]



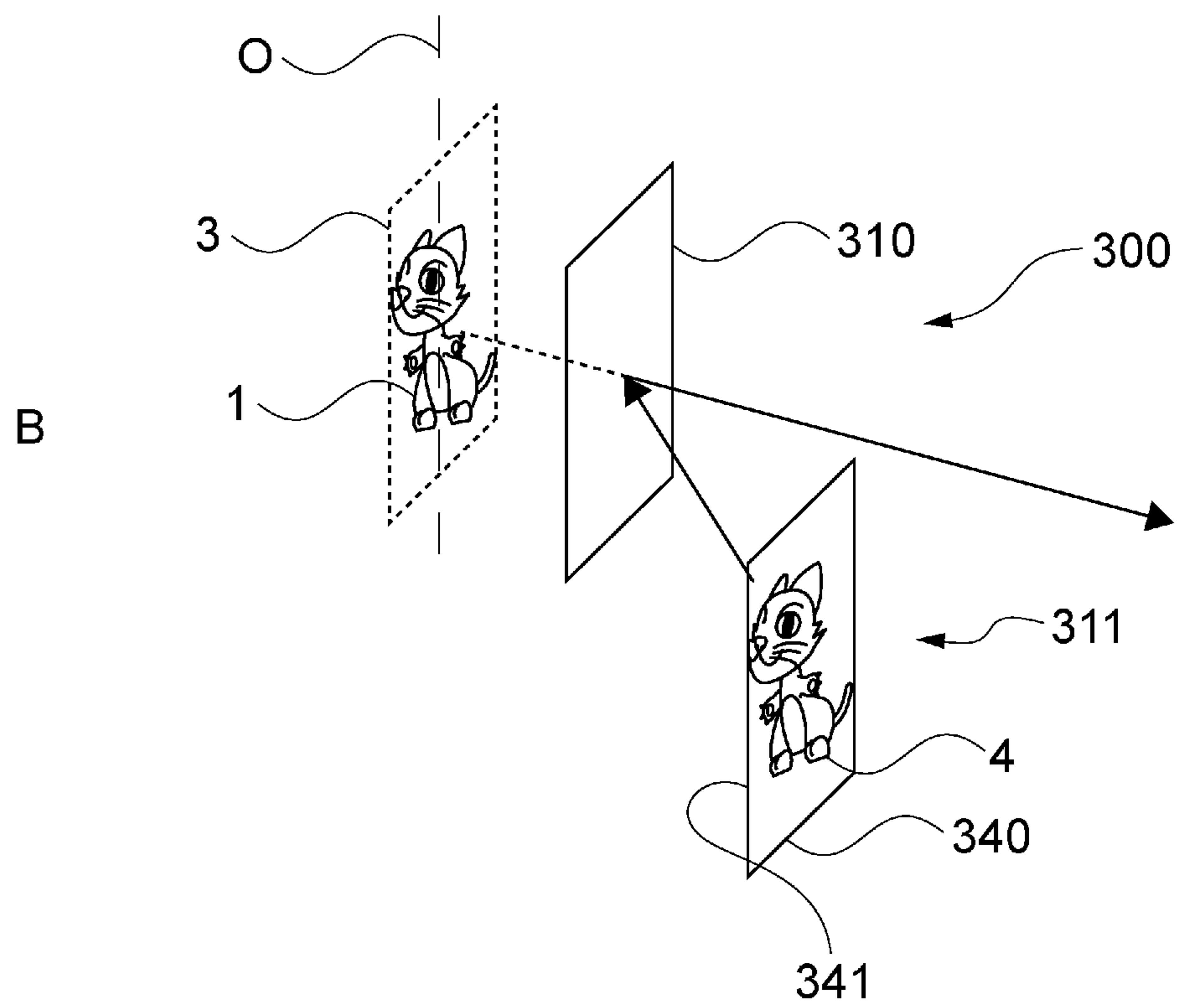
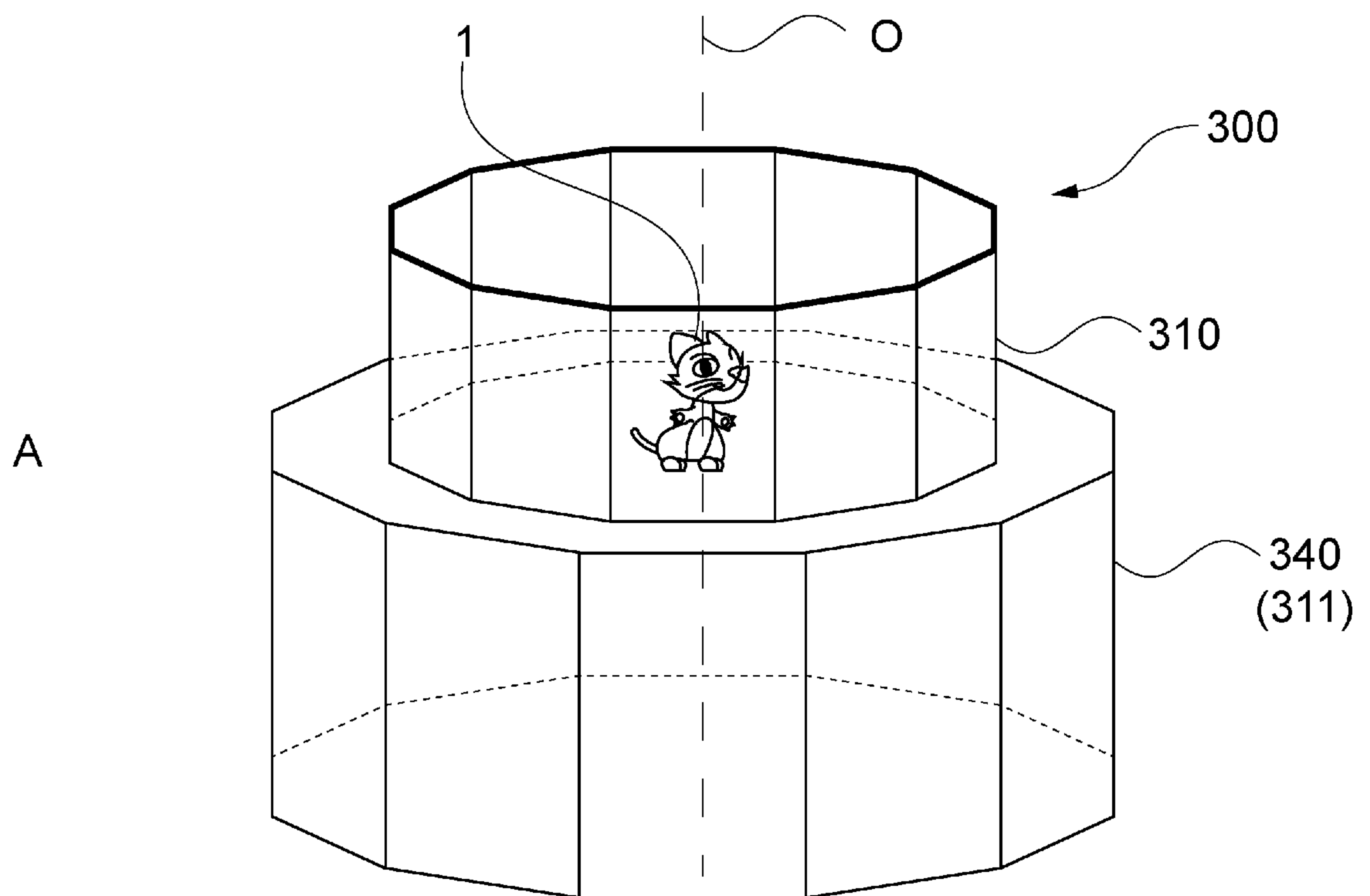
[図14]



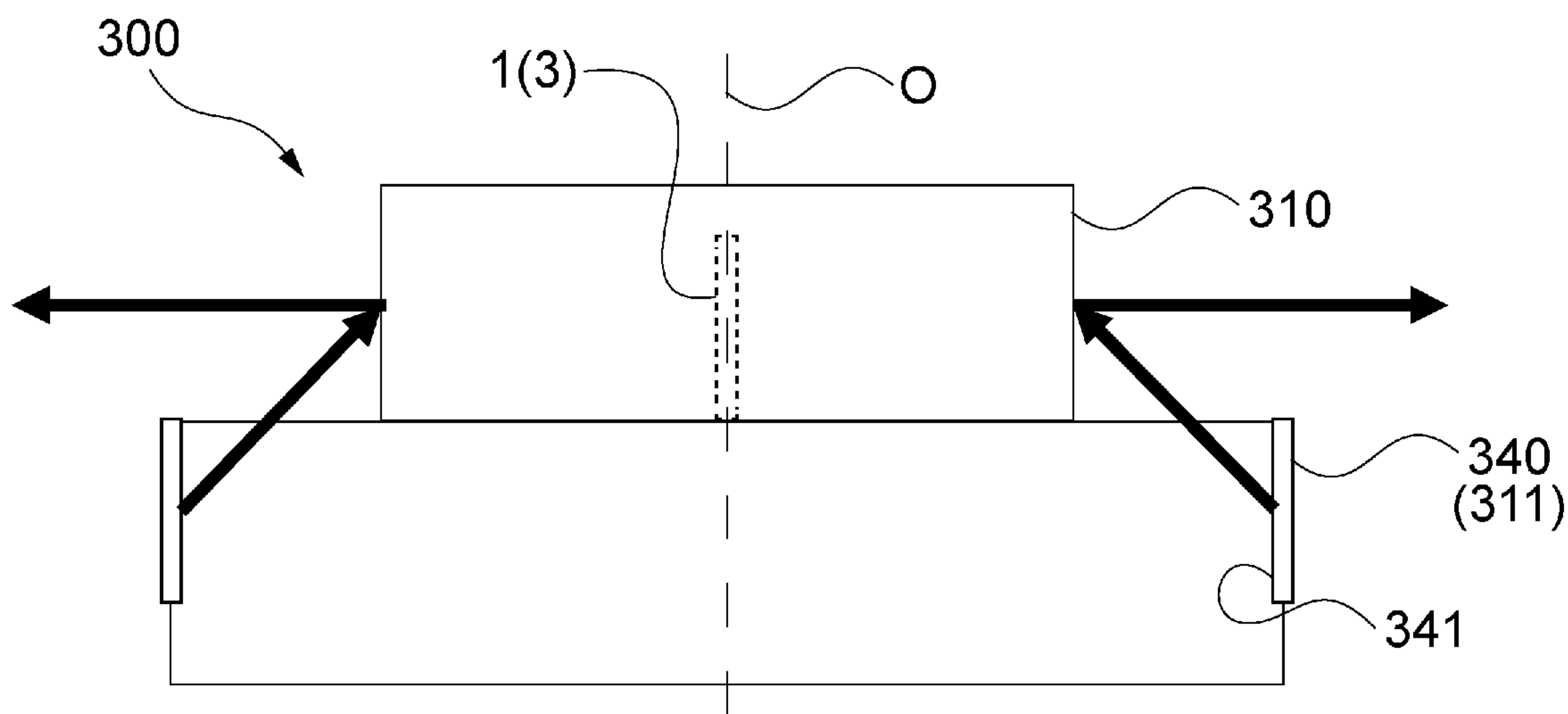
[図15]



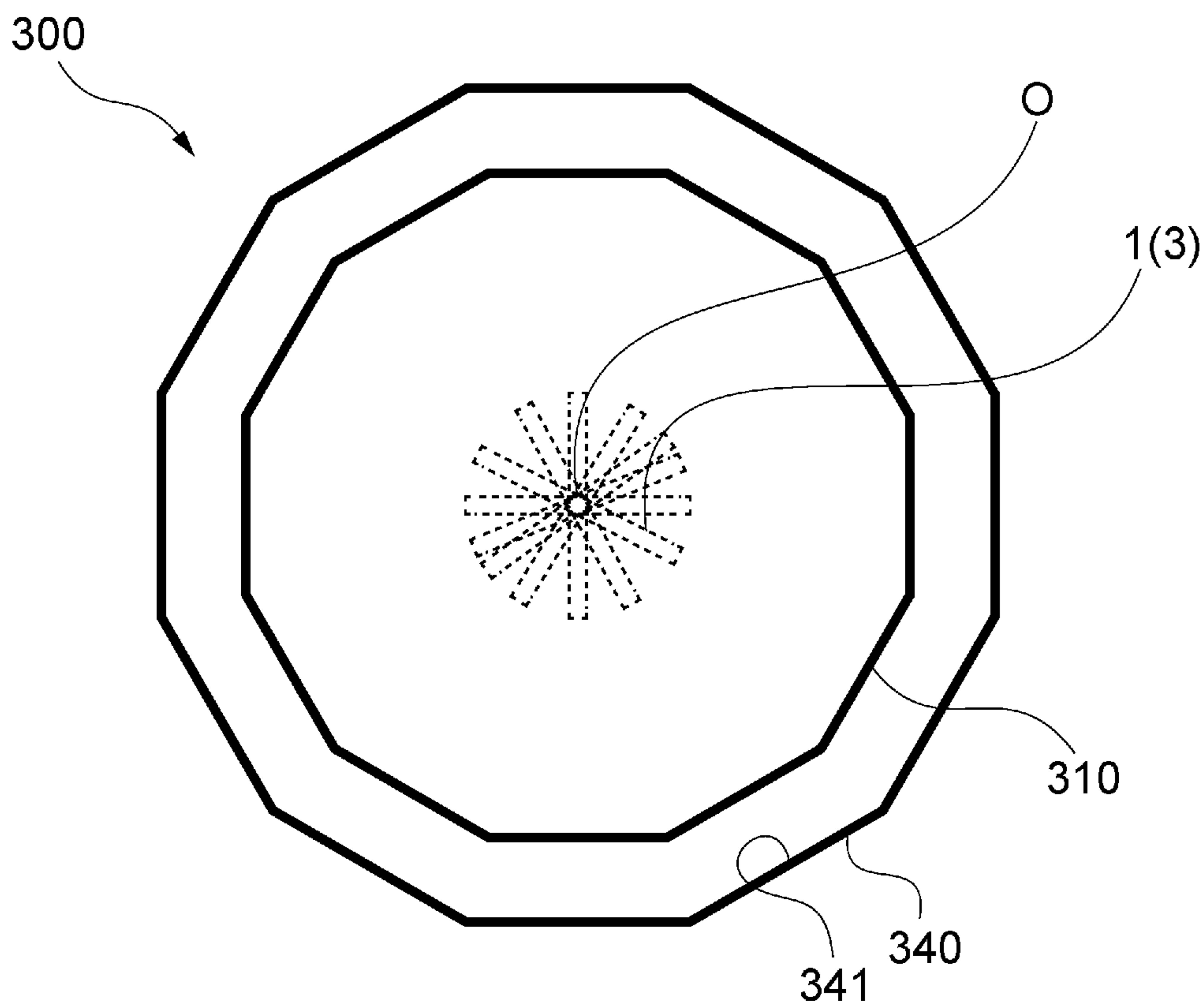
[図16]



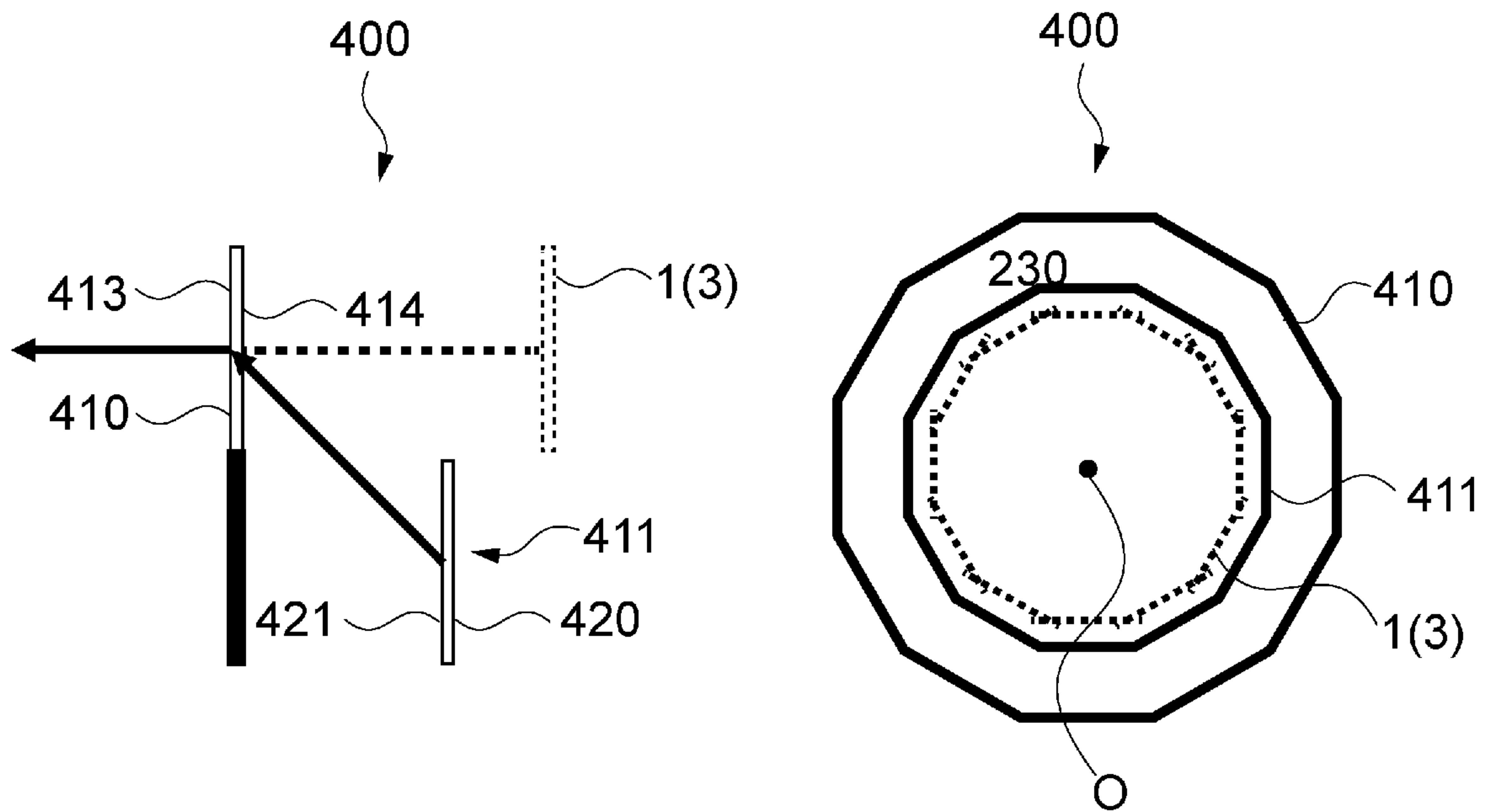
[図17]



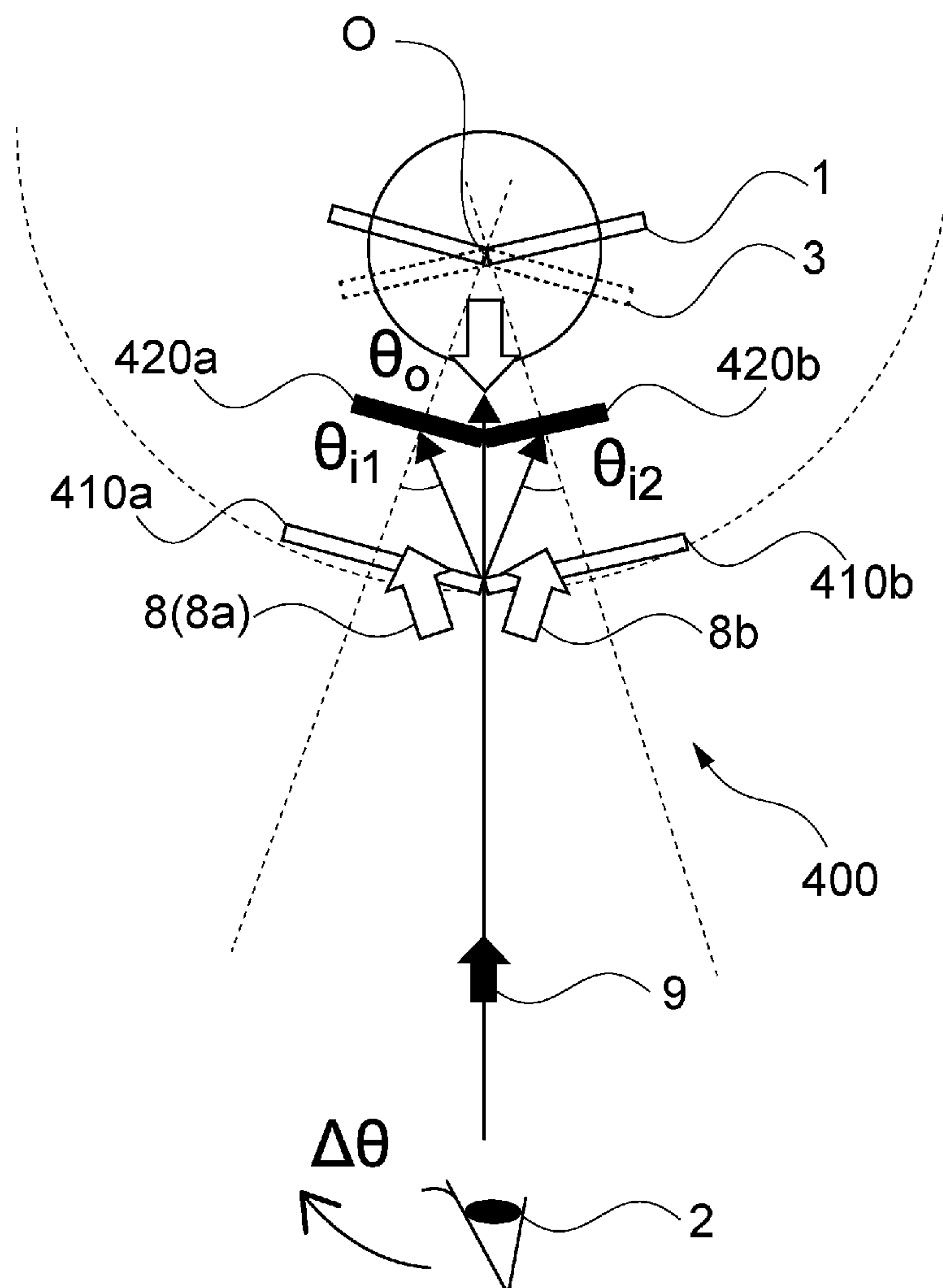
[図18]



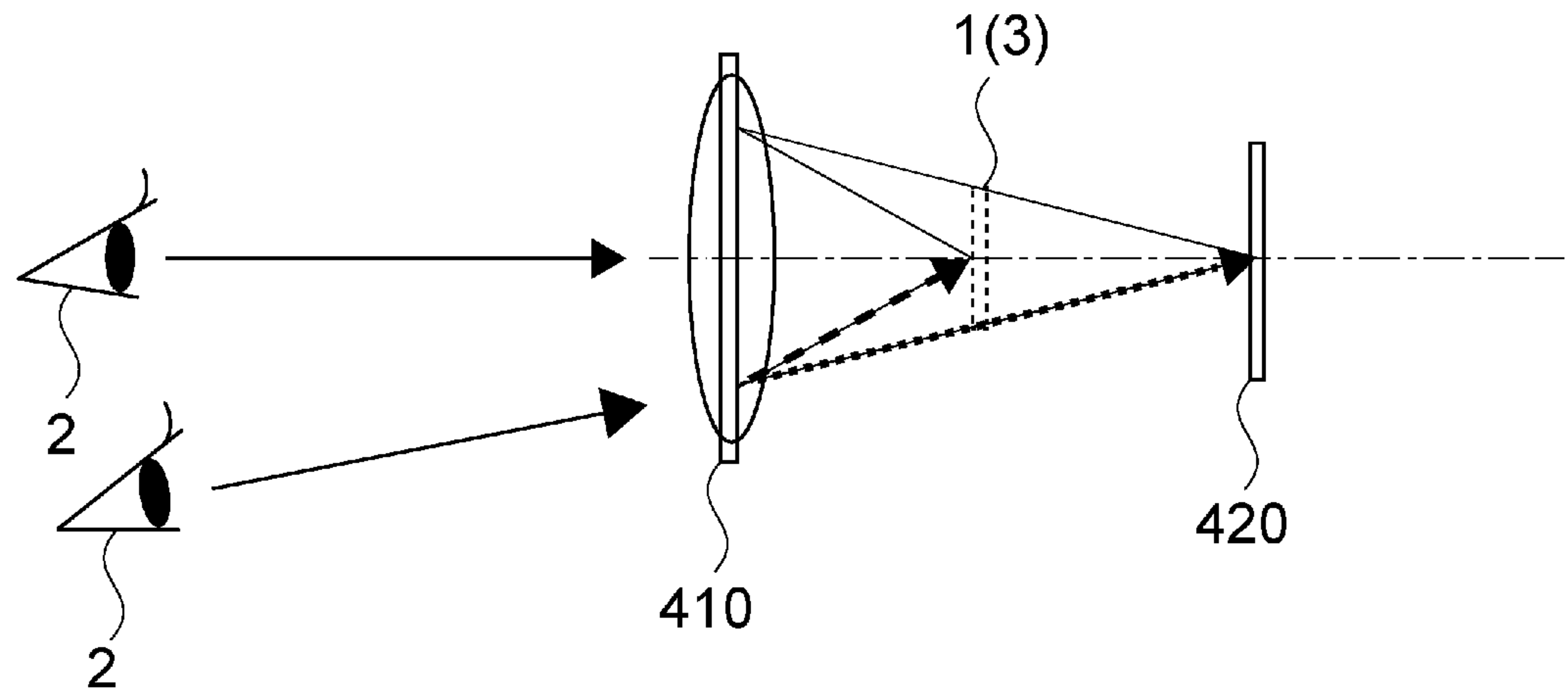
[図19]



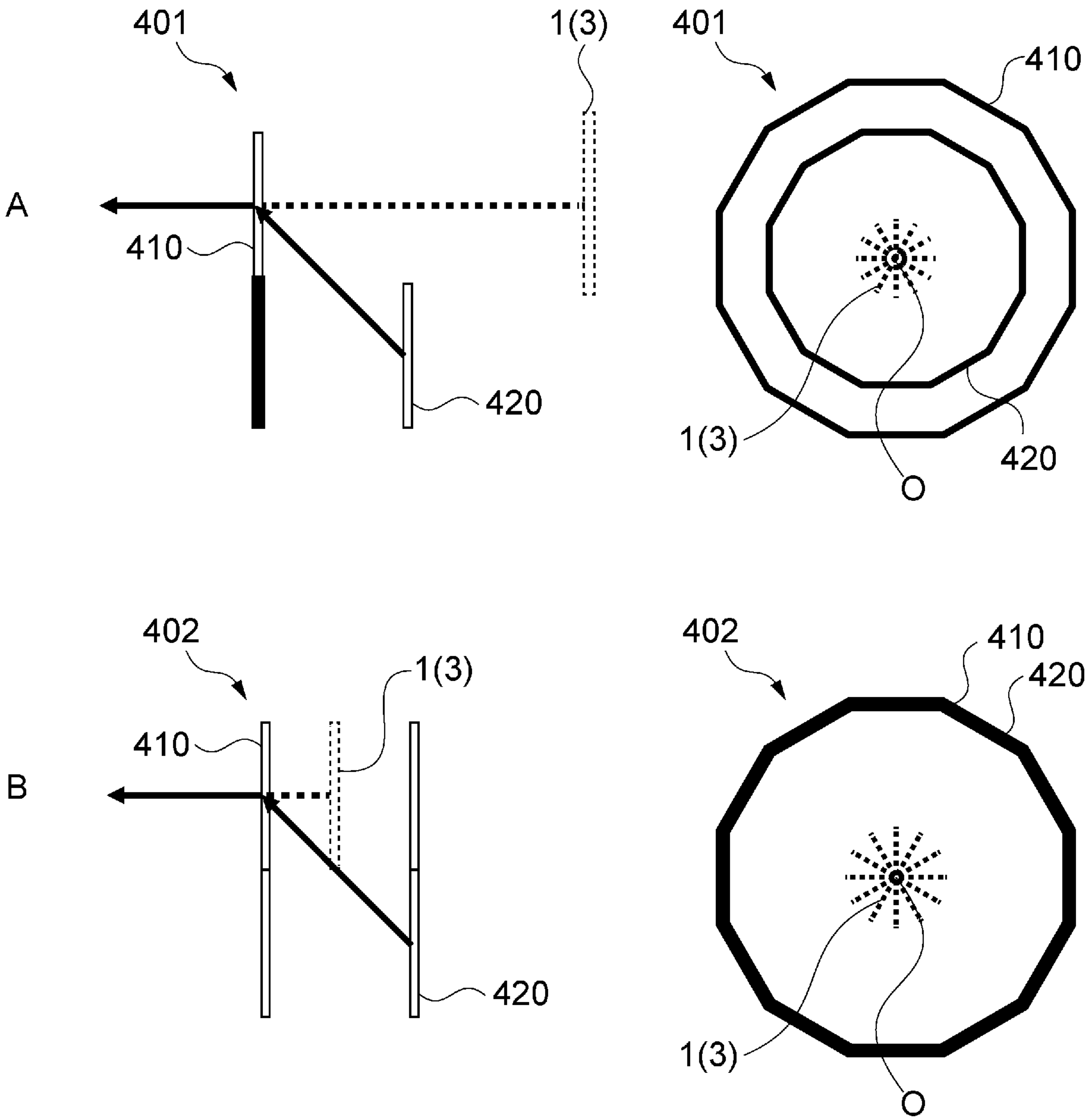
[図20]



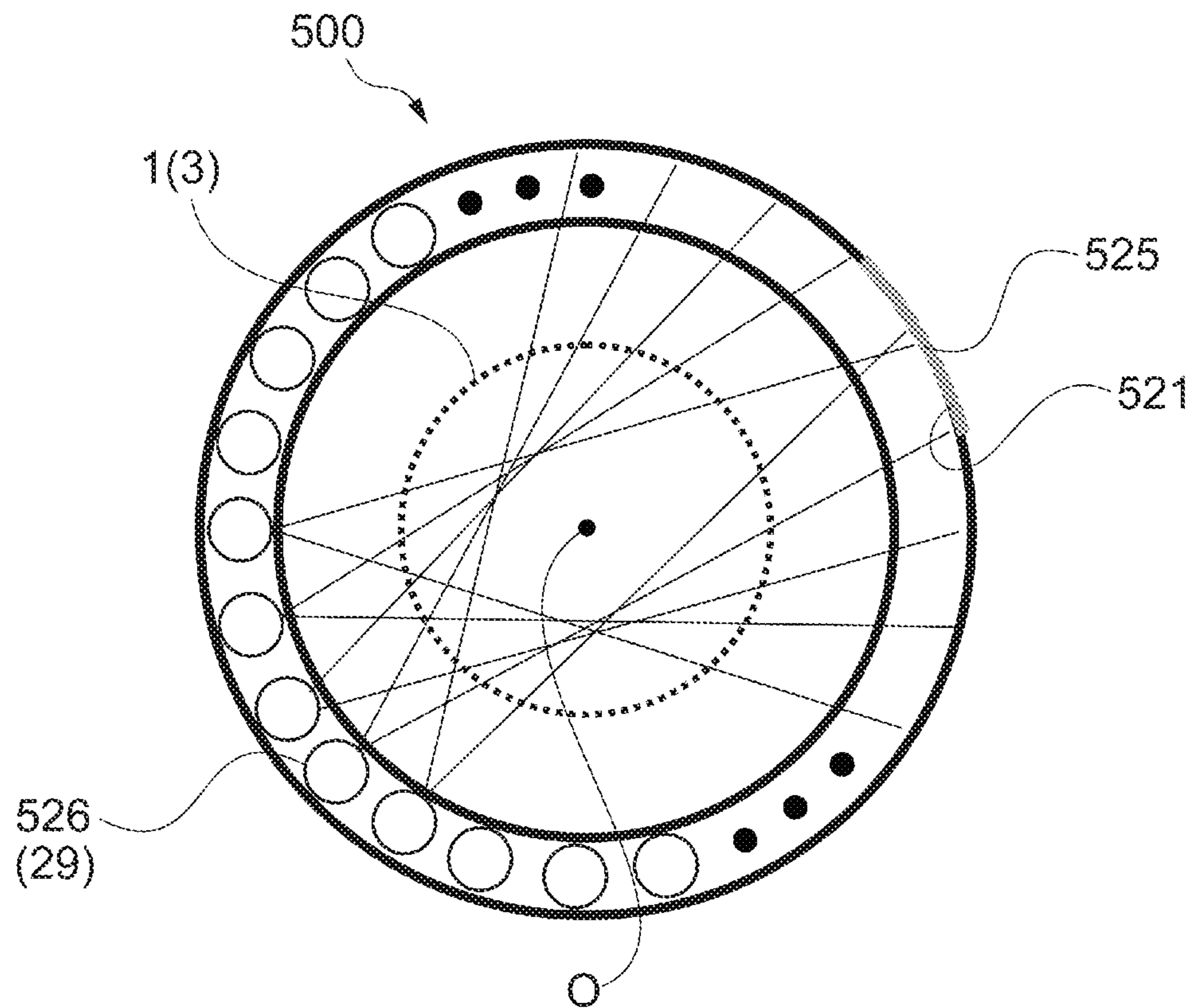
[図21]



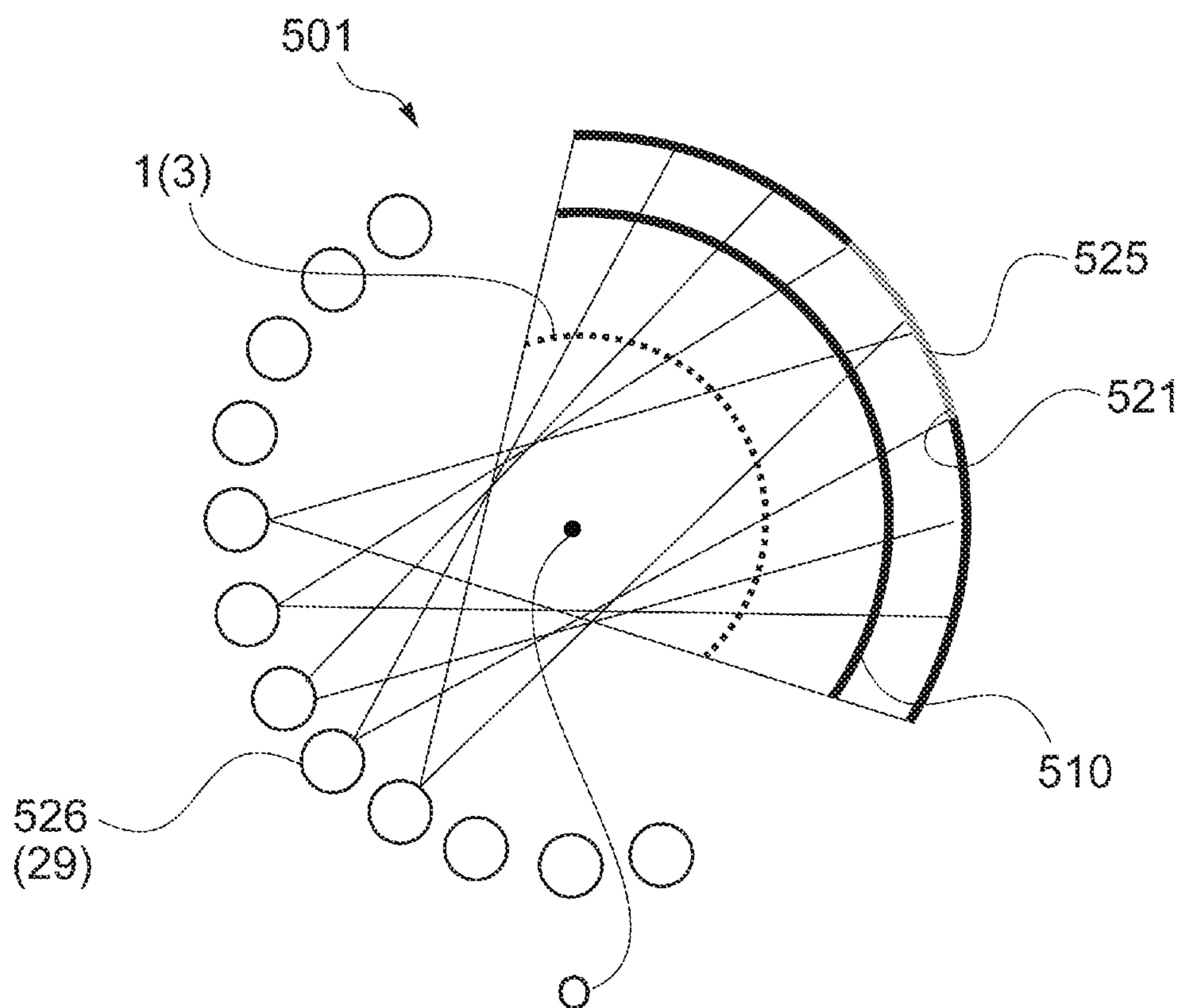
[図22]



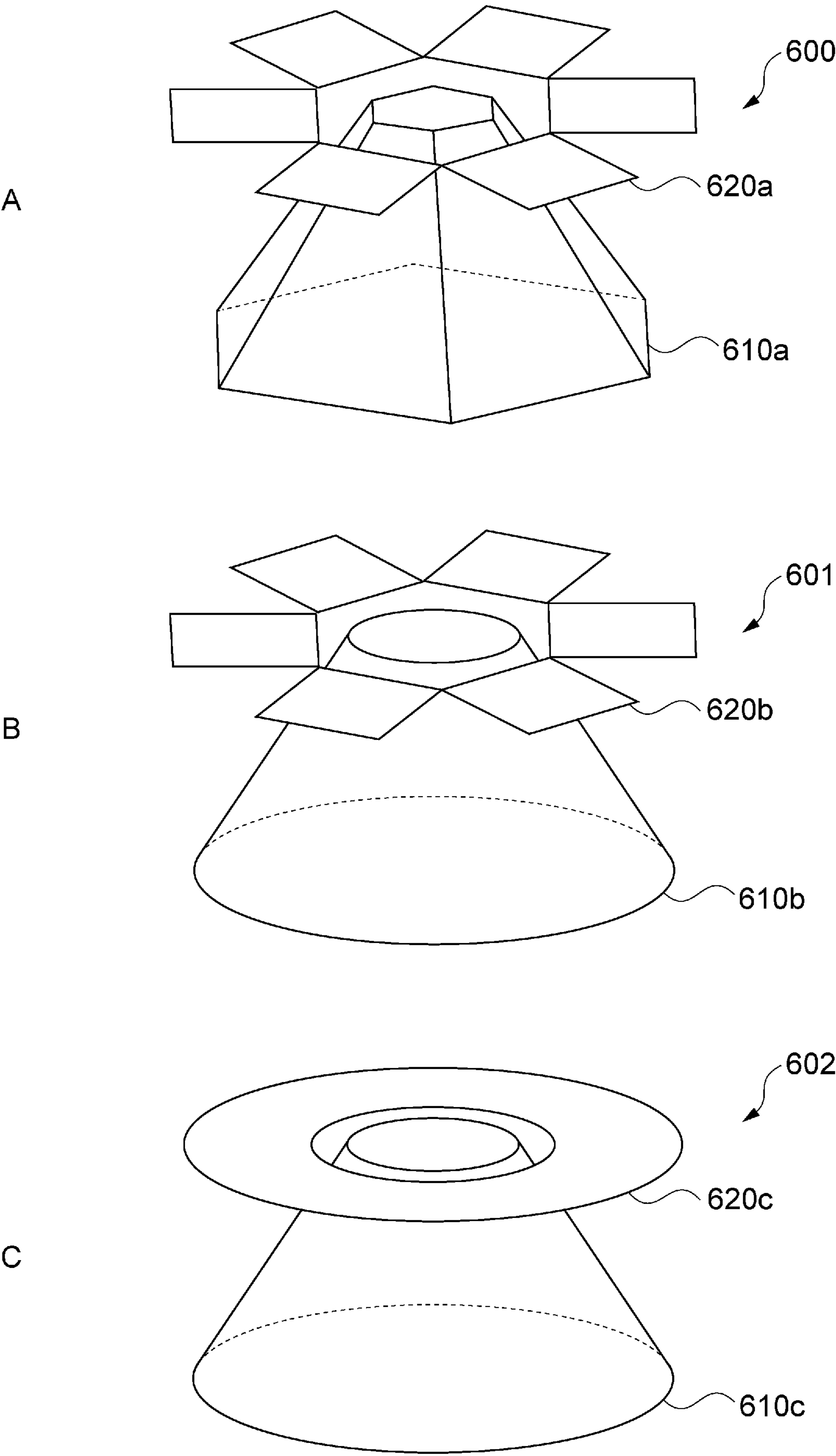
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/039677

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03B 35/00(2021.01)i; G03B 35/18(2021.01)i; G03B 35/24(2021.01)i; G03H 1/00(2006.01)i; G02B 5/18(2006.01)i; G02B 5/32(2006.01)i; G02B 30/00(2020.01)i; H04N 13/302(2018.01)i; H04N 13/346(2018.01)i; H04N 13/363(2018.01)i

FI: G02B30/00; G03B35/00 A; G03B35/18; G03B35/24; G02B5/18; G02B5/32; G03H1/00; H04N13/363; H04N13/346; H04N13/302

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)

G03B35/00; G03B35/18; G03B35/24; G03H1/00; G02B5/18; G02B5/32; G02B30/00; H04N13/302; H04N13/346; H04N13/363

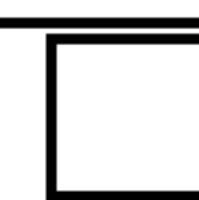
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 2008-176180 A (OLYMPUS CORP.) 31 July 2008 (2008-07-31) paragraphs [0003]-[0004], [0006], [0026]-[0051], fig. 1-14	1-17
A	JP 2017-152784 A (SEIKO EPSON CORP.) 31 August 2017 (2017-08-31) paragraphs [0069]-[0076], fig. 22-28	1-17
A	JP 2005-017894 A (TOPPAN PRINTING CO., LTD.) 20 January 2005 (2005-01-20) paragraphs [0053]-[0104], fig. 1-17	1-17
A	US 2016/0048030 A1 (DELTA ELECTRONICS, INC.) 18 February 2016 (2016-02-18) paragraphs [0028]-[0051], fig. 1-5B	1-17



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
28 December 2020 (28.12.2020)

Date of mailing of the international search report
12 January 2021 (12.01.2021)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2020/039677
--

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2008-176180 A	31 Jul. 2008	(Family: none)	
JP 2017-152784 A	31 Aug. 2017	(Family: none)	
JP 2005-017894 A	20 Jan. 2005	(Family: none)	
US 2016/0048030 A1	18 Feb. 2016	TW 201606415 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G03B 35/00(2021.01)i; G03B 35/18(2021.01)i; G03B 35/24(2021.01)i; G03H 1/00(2006.01)i; G02B 5/18(2006.01)i; G02B 5/32(2006.01)i; G02B 30/00(2020.01)i; H04N 13/302(2018.01)i; H04N 13/346(2018.01)i; H04N 13/363(2018.01)i

FI: G02B30/00; G03B35/00 A; G03B35/18; G03B35/24; G02B5/18; G02B5/32; G03H1/00; H04N13/363; H04N13/346; H04N13/302

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））

G03B35/00; G03B35/18; G03B35/24; G03H1/00; G02B5/18; G02B5/32; G02B30/00; H04N13/302; H04N13/346; H04N13/363

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 - 2020年

日本国実用新案登録公報

1996 - 2020年

日本国登録実用新案公報

1994 - 2020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 2008-176180 A（オリンパス株式会社） 31.07.2008（2008 - 07 - 31） [0003]-[0004], [0006], [0026]-[0051], 図1-14	1-17
A	JP 2017-152784 A（セイコーエプソン株式会社） 31.08.2017（2017 - 08 - 31） [0069]-[0076], 図22-28	1-17
A	JP 2005-017894 A（凸版印刷株式会社） 20.01.2005（2005 - 01 - 20） [0053]-[0104], 図1-17	1-17
A	US 2016/0048030 A1（DELTA ELECTRONICS, INC.） 18.02.2016（2016 - 02 - 18） [0028]-[0051], 図1-5B	1-17

☐ 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抵触するものではなく、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

28.12.2020

国際調査報告の発送日

12.01.2021

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)

〒100-8915

日本国

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

河村 麻梨子 2L 5555

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2015年1月）

PCT/JP2020/039677

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2008-176180	A	31.07.2008	(ファミリーなし)	
JP	2017-152784	A	31.08.2017	(ファミリーなし)	
JP	2005-017894	A	20.01.2005	(ファミリーなし)	
US	2016/0048030	A1	18.02.2016	TW	201606415 A