(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
2020年1月9日(09.01.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/008993 A1

(51) 国際特許分類:
G03B 21/14 (2006.01) *G03B 21/604* (2014.01)
G03B 21/28 (2006.01) *G03B 21/62* (2014.01)
G03B 21/60 (2014.01) *H04N 5/74* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/025605

(22) 国際出願日： 2019年6月27日(27.06.2019)

(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 2018-128345 2018年7月5日(05.07.2018) 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: 中村 知晴 (**NAKAMURA, Tomoharu**); 〒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).

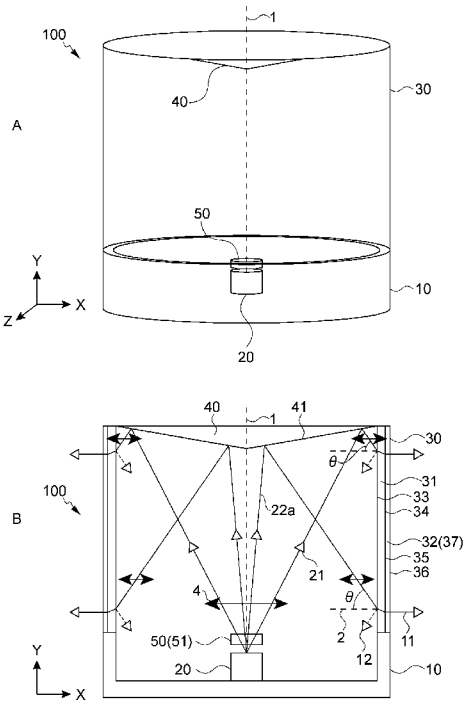
(74) 代理人: 大森 純一 (**OMORI, Junichi**); 〒1070052 東京都港区赤坂７－５－４７ Ｕ＆Ｍ赤坂ビル２Ｆ Tokyo (JP).

(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, 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, 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, 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: an emission unit; an object to be irradiated; an optical unit; and a polarization control unit. The emission unit emits image light along a prescribed axis. The object to be irradiated is disposed at least at a portion around the prescribed axis. The optical unit is disposed oppositely to the emission unit with respect to the prescribed axis as a reference, and causes the emitted image light to enter the object to be irradiated. The polarization control unit controls, in accordance with the shape of the object to be irradiated, the polarized state of the image light which enters the object.

(57) 要約：本技術の一形態に係る画像表示装置は、出射部と、照射対象物と、光学部と、偏光制御部とを具備する。前記出射部は、所定の軸に沿って画像光を出射する。前記照射対象物は、前記所定の軸の周囲の少なくとも一部に配置される。前記光学部は、前記所定の軸を基準として前記出射部に対向して配置され、前記出射された画像光を前記照射対象物に入射させる。前記偏光制御部は、前記照射対象物に入射する前記画像光の偏光状態を、前記照射対象物の形状に合わせて制御する。

WO 2020/008993 A1

［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)）

明　細　書

発明の名称 ： 画像表示装置

技術分野

[0001] 本技術は、スクリーン等に画像を表示する画像表示装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、スクリーン等に画像を投射することで画像を表示する技術が知られている。特許文献１には、表面が平滑な透明スクリーンでの鏡面反射を低減する映像表示システムが記載されている。この映像表示システムでは、超短焦点のプロジェクタにより透明スクリーンの斜め下方から映像光が投射される。プロジェクタと透明スクリーンとの間には、特定の方向に偏光した光を透過する偏光板が配置される。偏光板は、透明スクリーンの中央部分でＰ偏光成分が支配的になるように映像光を調整する。これにより、透明スクリーンでの鏡面反射が低減され、映像光の反射に伴う不要像の発生を抑制することが可能となっている（特許文献１の明細書段落［００２２］［００２４］［００２６］［００３６］図１等）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第６１６７３４０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 近年、全周スクリーン等を用いて全周画像等を表示する技術が開発されている。こうした全周スクリーン等においても、反射による影響を抑制することが重要であり、全周スクリーン等に対して高品質な画像表示を実現することが可能な技術が求められている。

[0005] 以上のような事情に鑑み、本技術の目的は、全周スクリーン等に対して高品質な画像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、出射部と、照射対象物と、光学部と、偏光制御部とを具備する。

前記出射部は、所定の軸に沿って画像光を出射する。

前記照射対象物は、前記所定の軸の周囲の少なくとも一部に配置される。

前記光学部は、前記所定の軸を基準として前記出射部に対向して配置され、前記出射された画像光を前記照射対象物に入射させる。

前記偏光制御部は、前記照射対象物に入射する前記画像光の偏光状態を、前記照射対象物の形状に合わせて制御する。

[0007] この画像表示装置では、出射部から所定の軸に沿って出射された画像光が、出射部に対向して配置された光学部に入射する。光学部は、出射された画像光を、所定の軸の周囲の少なくとも一部に配置された照射対象物に入射させる。また偏光制御部により、照射対象物に入射する画像光の偏光状態が、照射対象物の形状に合わせて制御される。これにより、全周スクリーン等に対して高品質な画像表示を実現することが可能となる。

[0008] 前記偏光制御部は、前記画像光の偏光状態として前記画像光の偏光方向を制御してもよい。

これにより、照射対象物に入射する画像光の偏光方向が制御され、画像光の反射等を抑制することが可能となる。この結果、明るい画像表示等を実現することが可能となる。

[0009] 前記照射対象物は、前記画像光が入射する界面を有してもよい。この場合、前記偏光制御部は、前記界面に対する前記画像光の入射方向と前記画像光の入射位置における前記界面の法線方向とを含む入射面の法線方向に対する前記画像光の偏光方向の角度が略一定となるように、前記画像光の偏光方向を制御してもよい。

これにより、界面での画像光の反射のむら等を抑制することが可能となる。この結果、全周スクリーン等に対して輝度むらのない高品質な画像表示を実現することが可能となる。

[0010] 前記偏光制御部は、前記入射面と前記画像光の偏光方向とが平行となるように、前記画像光の偏光方向を制御してもよい。

これにより、界面での画像光の反射を大幅に抑制することが可能となる。この結果、全周スクリーン等に対して輝度の高い高品質な画像表示を実現することが可能となる。

[0011] 前記照射対象物の形状は、前記所定の軸を略中心軸とする回転対称な形状を含んでもよい。この場合、前記偏光制御部は、前記画像光の偏光方向の分布が前記所定の軸に対して対称となるように前記偏光状態を制御してもよい。

これにより、例えば回転対称な形状を持ったスクリーンによる反射を一様に抑制することが可能となる。この結果、画像表示の輝度むら等を十分に抑制することが可能となる。

[0012] 前記偏光制御部は、前記画像光をラジアル偏光に変換してもよい。

これにより、例えば回転対称な形状を持ったスクリーンによる反射を十分に抑制することが可能となる。この結果、画像表示の輝度を大幅に向上することが可能となる。

[0013] 前記照射対象物は、前記所定の軸の周囲の全周にわたって配置されてもよい。

これにより、所定の軸の周りに全周スクリーンが構成され、明るい全周画像等を楽しむことが可能となる。

[0014] 前記照射対象物は、前記所定の軸を略中心軸とする円筒形状で構成されてもよい。

これにより、円筒形の全周スクリーン等に対して高品質な画像表示を実現することが可能となる。

[0015] 前記光学部は、前記出射された画像光の前記照射対象物に対する入射角度を制御してもよい。

これにより、照射対象物による画像光の反射量等を容易に制御することが可能となり、輝度むらや輝度の低下等を容易に抑制することが可能となる。

[0016] 前記光学部は、前記画像光の前記照射対象物に対する前記入射角度を４５°以上７５°以下で制御してもよい。

これにより、照射対象物による画像光の反射量等を十分に抑制することが可能となり、輝度むらや輝度の低下等を回避して高品質が画像表示を実現することが可能となる。

[0017] 前記光学部は、前記画像光の前記照射対象物に対する前記入射角度を略一定にしてもよい。

これにより、輝度むらや輝度の低下等を十分に抑制することが可能となる。この結果、全周スクリーン等に対して十分に高品質な画像表示を実現することが可能となる。

[0018] 前記光学部は、前記出射部により出射された前記画像光を、前記照射対象物に反射する
反射面を有してもよい。

これにより、反射面を介して画像光を容易に照射対象物に照射することが可能となる。

[0019] 前記偏光制御部は、前記照射対象物の形状に合わせて、各点に入射する光の偏光方向をそれぞれ回転させる回転部を有してもよい。

これにより、例えば画像光の偏光方向を高精度に制御することが可能となる。この結果、照射対象物での反射による影響が抑制され、高品質な画像表示を実現可能となる

[0020] 前記偏光制御部は、入射する光の偏光方向を揃えて直線偏光を出射する偏光板を有してもよい。この場合、前記回転部は、各点に入射する前記直線偏光の偏光方向をそれぞれ回転させてもよい。

これにより、例えば特定の偏光方向を持たない無偏光の画像光が用いられる場合であっても、画像光の偏光方向を高精度に制御することが可能となる。

[0021] 前記偏光制御部は、前記所定の軸を基準として前記出射部に対向して配置されてもよい。

これにより、例えば偏光制御部を容易に配置することが可能となり、画像光の偏光状態を容易に制御することが可能となる。

[0022] 前記偏光制御部は、前記出射部の内部に配置されてもよい。この場合、前記出射部は、前記所定の軸に沿って前記偏光状態が制御された前記画像光を出射してもよい。

これにより、偏光状態が制御された画像光を精度よく生成することが可能となり、画像表示の品質を十分に向上することが可能となる。

[0023] 前記偏光制御部は、前記偏光状態が制御された前記画像光を出射する発光素子を含んでもよい。

これにより、偏光状態が制御された画像光を容易に生成することが可能となり、画像表示の品質を容易に向上することが可能となる。

[0024] 前記照射対象物は、回折光学素子を用いたスクリーンであってもよい。

回折光学素子を用いることで、十分に高品質な画像表示を実現することが可能となる。

[0025] 前記照射対象物は、前記画像光を透過する透過型スクリーン及び前記画像光を反射する反射型スクリーンの少なくとも一方を含んでもよい。

これにより、例えば画像が表示される面を任意に設定することが可能となる。この結果、例えば外向きの全周画像や内向きの全周画像等を表示することが可能となる。

[0026] 前記照射対象物は、光透過性を有してもよい。

これにより、背景が透けて見える全周スクリーン等を実現することが可能となり、シースルーな全周画像等を表示することが可能となる。

発明の効果

[0027] 以上のように、本技術によれば、全周スクリーン等に対して高品質な画像表示を実現することが可能となる。なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]本技術の一実施形態に係る画像表示装置の構成例を示す概略図である。

[図2]軸対称波長板の構成例を示す模式図である。

[図3]軸対称波長板から出射される光の偏光方向を示す模式図である。

[図4]偏光制御部による偏光変換の一例を示す模式図である。

[図5]画像表示装置の画像光の光路の一例を示す模式図である。

[図6]界面での反射率特性を示すグラフである。

[図7]界面に入射する光の偏光方向について説明するための模式図である。

[図8]スクリーンに入射する画像光の偏光方向の分布を示す模式図である。

[図9]図８に示すスクリーンに入射する画像光の光路の一例を示す模式図である。

[図10]比較例として挙げるプロジェクタにより出射される画像光の一例を示す模式図である。

[図11]比較例として挙げる円筒スクリーンに入射する画像光の偏光状態の一例を示す模式図である。

[図12]偏光制御部による偏光変換の他の一例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0029] 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。

[0030] ［画像表示装置の構成］

図１は、本技術の一実施形態に係る画像表示装置の構成例を示す概略図である。図１Ａは、画像表示装置１００の外観を示す斜視図である。図１Ｂは、画像表示装置１００の構成を模式的に示す断面図である。

[0031] 本実施形態では、画像表示装置１００が配置される面（ＸＺ平面）の方向を水平方向、それに垂直な方向（Ｙ方向）を上下方向として説明を行う。もちろん画像表示装置１００が配置される向きにかかわらず、本技術は適用可能である。

[0032] 画像表示装置１００は、台座１０と、出射部２０と、スクリーン３０と、反射ミラー４０と、偏光制御部５０とを有する。

[0033] 台座１０は、円筒形状であり画像表示装置１００の下方の部分に設けられ

る。台座１０は、図示しない任意の保持機構により、出射部２０、スクリーン３０、反射ミラー４０、及び偏光制御部５０を保持する。また台座１０には、図示しないバッテリー等の電源供給源やスピーカ、その他画像表示装置１００の動作に必要な素子や、音声認識、画像認識等の認識処理を行うセンシングデバイス等が適宜設けられる。台座１０の形状等は限定されず、例えば直方体等の任意の形状が用いられてよい。

[0034] 出射部２０は、円筒形状の台座１０の略中心の位置に、上方に向けて設置される。出射部２０は、上下方向（Ｙ方向）に延在する光軸１に沿って、画像を構成する画像光２１を出射する。画像光２１は、例えば各画素を表示するための光（光線）により構成される。本実施形態では、光軸１は、所定の軸に相当する。なお画像光２１は、後述する偏光制御部５０を通過して、画像表示装置１００の上方に向けて出射される。

[0035] 図１Ｂには、光軸１を含む任意の面方向で切断した画像表示装置１００の断面が図示されている。出射部２０は、光軸１に沿って画像光２１を放射状に出射する。従って図１Ｂに示すように、光軸１を含む任意の面においては、出射部２０からは所定の画角で画像光２１が出射される。図１Ｂでは、出射角度が小さく光軸１に近い内側の光路２２ａと、出射角度が大きく光軸１から離れた外側の光路２２ｂとが模式的に図示されている。ここで出射角度とは、例えば光軸１と画像光２１の各画素に対応する光の光路とがなす角度である。

[0036] 出射部２０としては、例えばＲＧＢの各色に対応したレーザ光をスキャンして各画素を表示するレーザ走査方式のカラープロジェクタ等が用いられる。出射部２０の具体的な構成は限定されず、例えば小型のモバイルプロジェクタ（ピコプロジェクタ）や単色のレーザ光を用いたプロジェクタ等が、画像表示装置１００のサイズや用途等に応じて適宜用いられてよい。この他、画像光２１を投射可能な任意のプロジェクタが用いられてよい。

[0037] 例えば出射部２０として、レーザダイオード（ＬＤ：Laser Diode）、ＬＥＤ（Light Emitting Diode）等を用いた発光素子と、ＭＥＭＳ（Micro Elect

ro Mechanical Systems）、ＤＭＤ（Digital Mirror Device）、反射型液晶、透過型液晶等を用いた光変調素子を有する投射装置（プロジェクタ）が適宜用いられてよい。すなわち、ＬＤ＋ＭＥＭＳ、ＬＤ＋ＤＭＤ、ＬＤ＋反射型液晶、ＬＤ＋透過型液晶、ＬＥＤ＋ＭＥＭＳ、ＬＥＤ＋ＤＭＤ、ＬＥＤ＋反射型液晶、ＬＥＤ＋透過型液晶といった構成を有する投射装置等が用いられてよい。もちろん、他の構成を有する投射装置が用いられる場合にも、本技術は適用可能である。

[0038] 本実施形態では、画像光２１として、一定の方向に偏光した直線偏光が出射されるものとする。従って、例えば画像光２１の各画素に対応する光は、互いに同様の方向に偏光された直線偏光となる。

[0039] スクリーン３０は、円筒形状であり光軸１の周囲の全周にわたって配置される。本実施形態では、スクリーン３０（円筒形状）の中心軸と出射部２０の光軸１とが略一致するようにスクリーン３０が設けられる。このように、スクリーン３０は、光軸１を略中心軸とする回転対称な形状を含む。

[0040] 図１Ａに示す例では、台座１０と同様の直径を有するスクリーン３０が示されている。これに限定されず、スクリーン３０の直径や高さ等は適宜設定されてよい。なお図１Ａでは、スクリーン３０の厚さ方向（断面）の構造が簡略化して図示されている。本実施形態では、スクリーン３０は、照射対象物に相当する。

[0041] スクリーン３０は、円筒基材３１と、光学フィルム３２とを有する。円筒基材３１は、光を透過する光透過性を持った円筒型の基材である。円筒基材３１は、円筒の内側の面である第１の面３３と、外側の面である第２の面３４とを有する。円筒基材３１は、光学フィルム３２を支持する支持部材として機能する。円筒基材３１は、例えば透明性を有する材料（アクリル等のプラスチック材料やガラス等）を用いて構成される。円筒基材３１の具体的な構成は限定されない。例えば、透過率が高く十分に透明な材料や、所定の透過率（例えば３０％等）が設定された半透明な材料等を用いて円筒基材３１が構成されてよい。

[0042] 光学フィルム３２は、画像を表示するための光学機能を備えたフィルムである。光学フィルム３２は、表裏対向する第３の面３５及び第４の面３６を有する。光学フィルム３２は、第３の面３５が円筒基材３１の外側の第２の面３４に接するように、円筒基材３１に貼合して配置される。すなわち、光学フィルム３２は、円筒基材３１の外側に全周にわたって貼り付けられる。また光学フィルム３２は、光透過性のある材料により構成される。従ってスクリーン３０は、光透過性を有し、例えば背景が透けて見える円筒スクリーンとなる。

[0043] 本実施形態では、回折光学素子により構成された光学フィルム３２が用いられる。従って、スクリーン３０は、回折光学素子を用いたスクリーンとなる。回折光学素子（ＤＯＥ：Diffractive Optical Element）とは、光を回折する光学素子である。回折光学素子としては、例えばホログラムに記録された干渉縞を用いて光を回折するホログラフィック光学素子等（ＨＯＥ：Holographic Optical Element）が用いられる。

[0044] 回折光学素子の具体的な構成は限定されない。例えば素子内部に干渉縞が記録された体積型ＨＯＥや、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）ＨＯＥ等が用いられてよい。これらのＨＯＥは、例えばフォトポリマー（感光材料等）やＵＶ硬化樹脂等の材料を用いて構成することが可能である。また干渉縞による回折の他に、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。

[0045] 本実施形態では、回折光学素子として、透過型ホログラム（透過型ＨＯＥ３７）が用いられる。透過型ＨＯＥ３７は、一方の面から入射する光の進行方向を制御して他方の面から出射するホログラムである。従って例えば、スクリーン３０の内側から入射した光は、スクリーン３０の外側に向けて出射されることになる。従ってスクリーン３０は、画像光２１を透過する透過型スクリーンとなる。

[0046] 透過型ＨＯＥ３７には、例えば拡散板による拡散光の干渉縞が記録されており、入射する光を回折して拡散光１１として出射する拡散機能を備える。

拡散光１１を出射することで、透過型ＨＯＥ３７（スクリーン３０）上に画像を表示することが可能となる。図１Ｂには、透過型ＨＯＥ３７から出射される拡散光１１が模式的に図示されている。

[0047] このように、スクリーン３０は、内側に透明な円筒基材３１が配置され、その外側に透過型ＨＯＥ３７（光学フィルム３２）が配置された２重構造となる。この構造では、円筒基材３１の内側の第１の面３３が、画像光２１が入射する面となり、透過型ＨＯＥ３７の第４の面３６が、画像光２１が出射する面となる。本実施形態では、第１の面３３は、画像光が入射する界面に相当する。

[0048] なお、スクリーン３０の具体的な構成は限定されず、例えば円筒基材３１の内側に光学フィルム３２が配置されてもよい。またフィルムを貼り付ける代わりに、干渉縞を記録可能な材料（フォトポリマー等）を直接円筒基材に塗布して、透過型ＨＯＥ３７が構成されてもよい。また、円筒基材３１の表面に対して、干渉縞が記録された凹凸等を直接記録することでレリーフ型のホログラムとして機能させる。このような構成も可能である。

[0049] 反射ミラー４０は、出射部２０により出射された画像光２１をスクリーン３０に反射する反射面４１を有する。反射ミラー４０は、反射面４１が出射部２０に向くように、光軸１を基準として出射部２０に対向して配置される。

[0050] 反射ミラー４０に入射した画像光２１は、反射面４１により反射されてスクリーン３０に向けて出射される。すなわち、反射ミラー４０は、出射部２０から出射された画像光２１をスクリーン３０に入射させる。本実施形態では、反射ミラー４０は、光学部に相当する。

[0051] 本実施形態では反射面４１は、光軸１を基準とした回転対称な形状を有する。具体的には、反射面４１は、放物線の一部を切り出した曲線を光軸１を基準として回転した回転面を含む。回転面は、放物線の凹状である側（放物線の焦点側）が光を反射する側（反射面４１）となるように、また放物線の軸と光軸１とが異なるように構成される。なお図１Ｂでは、反射面４１の断

面形状が直線を用いて模式的に図示されている。

[0052] 図１Ｂに示すように、本実施形態では、反射面４１は光軸１上に頂点を有する形状である。すなわち反射面４１は、回転面と光軸１とが交わる点が出射部２０から見て凸状となっている。また反射ミラー４０の断面形状において、光軸１を挟んで左側及び右側の曲線は、出射部２０から見て凹状となる放物線の形状となる。

[0053] このように放物線を用いた放物面を反射面４１とすることで、画像光２１が反射する方向、すなわちスクリーン３０に対する入射方向を制御することが可能である。従って、反射ミラー４０は、出射部２０から出射された画像光２１のスクリーン３０に対する入射角度θを制御することが可能である。

[0054] ここで入射角度θとは、スクリーン３０上の画像光２１の入射ポイントにおける法線方向２に対する、画像光２１の入射方向（例えば光路２２ａ及び２２ｂの各々の方向）の角度である。

[0055] 反射ミラー４０の具体的な構成等は限定されない。例えば、反射ミラー４０を構成する材料として、アクリル等の樹脂、ガラス、金属等の任意の材料が用いられてよい。例えばこれらの材料に対して、表面粗さＲａ＜０．１μｍ程度となるような鏡面加工を材料表面に施すことにより反射ミラー４０が構成される。この他、例えば加工精度や生産性等に応じて任意の材料が反射ミラー４０に用いられてよい。

[0056] また例えば反射ミラー４０の反射面４１には、アルミや銀等の薄膜を用いた高反射率コーティング等が施されてもよい。これにより反射面４１に入射した画像光２１を高い効率で反射することが可能となる。また反射面４１の表面には、ＳｉＯ２膜や重合膜等の薄膜を用いた反射面４１を保護する保護コーティング等が適宜施されてよい。この他、高反射コーティング及び保護コーティング等の材質等は限定されない。

[0057] 偏光制御部５０は、光軸１を基準として出射部２０に対向して配置される。偏光制御部５０は、例えば出射部２０から放射状に出射される画像光２１全体が偏光制御部５０を通過可能となる位置に配置される。

[0058] 偏光制御部５０は、出射部２０から出射された画像光２１の偏光状態を制御する。具体的には、偏光制御部５０は、画像光２１の偏光状態として画像光２１の偏光方向を制御する。例えば、偏光制御部５０により、画像光２１の各画素に対応する光（光線）の各々の偏光方向が制御される。従って偏光制御部５０を通過した光には、異なる方向に偏光された直線偏光が含まれることになる。

[0059] 本実施形態では、偏光制御部５０は、軸対称波長板５１を用いて構成される。図２は、軸対称波長板５１の構成例を示す模式図である。図３は、軸対称波長板５１から出射される光の偏光方向を示す模式図である。

[0060] 軸対称波長板５１は、例えば中心軸５２を中心とする円板形状であり、中心軸５２が光軸１と一致するように配置される。図２には、光軸１と平行な方向に沿って出射部２０から見た軸対称波長板５１が模式的に図示されている。以下では、図２の上側を画像表示装置１００の前側として説明を行う。従って図中の上下方向は、画像表示装置１００の前後方向（Ｚ軸方向）に対応し、図中の左右方向が、前側から画像表示装置１００を見た場合の左右方向（Ｘ軸方向）に対応する。

[0061] 軸対称波長板５１は、入射する光の偏光方向を入射位置に応じた回転量で回転する。具体的には、軸対称波長板５１は、スクリーン３０の形状に合わせて、各点に入射する光の偏光方向をそれぞれ回転させる。本実施形態では、軸対称波長板５１は、回転部に相当する。

[0062] 軸対称波長板５１は、中心軸５２（光軸１）を中心として、１／２波長板の光学軸５３が回転するように連続的に変化した構造を有する。図３には、各位置ごとの光学軸５３が矢印を用いて模式的に図示されている。

[0063] 一般に１／２波長板に入射した直線偏光３の偏光方向は、光学軸５３との交差角度αの２倍の角度２αだけ回転されて出射される。軸対称波長板５１では、この光学軸５３が０°～１８０°の範囲で、中心軸５２の全周に渡って連続的に変化するように設定されている。以下では、０°に設定された光学軸５３の方向を基準方向と記載する。図２に示す例では、基準方向が前後

方向（Ｚ軸方向）と平行に設定されている。

[0064] 例えば、基準方向と平行な偏光方向を有する直線偏光３が、軸対称波長板５１の全面に入射したとする。この場合、光学軸５３が０°に設定された位置（前側）及び光学軸５３が９０°に設定された位置（後側）に入射した直線偏光３は、偏光方向が回転されることなくそのまま出射される。この結果、図３に示すように、軸対称波長板５１の前側及び後側からは、前後方向（Ｚ軸方向）に平行な直線偏光３ａ及び３ｂが出射される。

[0065] また例えば、光学軸５３が４５°に設定された位置（左側）及び光学軸５３が１３５°に設定された位置（右側）に入射した直線偏光３は、９０°及び２７０°回転される。従って図３に示すように、軸対称波長板５１の左側及び右側からは、左右方向（Ｘ軸方向）に平行な直線偏光３ｃ及び３ｄが出射される。他の位置に入射した直線偏光３も入射位置に設定された光学軸５３の角度に応じて偏光方向が回転される。

[0066] このように、基準方向と平行な直線偏光３は、光軸１を基準とする対角線に平行な方向（径方向）に偏光した直線偏光３として出射される。従って図３に示すように、軸対称波長板５１は、基準方向と平行な直線偏光３を、光軸１を中心とする径方向に沿って偏光方向が放射状に分布したラジアル偏光４に変換する。

[0067] なお、基準方向とずれた直線偏光３が入射される場合にも、光軸１を基準として対角線上にある位置からは、互いに平行な方向に偏光した直線偏光３が出射される。従って、軸対称波長板５１は、入射する直線偏光３を光軸１（中心軸５２）に対して回転対称な偏光方向に回転する軸対称偏光変換素子であるとも言える。

[0068] 図４は、偏光制御部５０による偏光変換の一例を示す模式図である。図４には、出射部２０から出射された画像光２１の偏光状態と、偏光制御部５０より変換された画像光２１の偏光状態とが矢印により模式的に図示されている。

[0069] 上記したように、本実施形態では、出射部２０から一定の方向に偏光した

画像光２１（直線偏光３）が軸対称波長板５１に向けて出射される。そして軸対称波長板５１（偏光制御部５０）により、画像光２１の偏光方向の分布が光軸１に対して対称となるように偏光状態が制御される。この光軸１に対称に偏光された画像光２１は、反射面４１により反射され、光軸１を中心として放射状にスクリーン３０に入射する。

[0070] このように、画像光２１を光軸１に対して対称な偏光方向に変換することで、円筒形状のスクリーン３０に対する画像光２１の偏光状態（偏光方向等）を揃えることが可能である。

[0071] また軸対称波長板５１の基準方向は、出射部２０から出射される画像光２１の偏光方向と一致するように設定される。従って軸対称波長板５１からは、ラジアル偏光４（図３参照）が出射される。すなわち、軸対称波長板５１は、画像光２１をラジアル偏光４に変換する。

[0072] なお偏光制御部５０の具体的な構成は限定されない。例えば軸対称波長板５１として、中心軸５２を中心として領域ごとに光学軸５３が段階的に回転するように設定された、領域分割の波長板等が用いられてもよい。

[0073] また軸対称波長板５１に代えて、他の光学素子が、偏光制御部５０として用いられてもよい。例えば、液晶の配列を調整することでラジアル偏光化を行う液晶コンバータ等が用いられてもよい。液晶コンバータを用いることで、画像光２１のラジアル偏光化を高精度に実現することが可能である。この他、ラジアル偏光４等を生成可能な任意の光学素子が用いられてよい。

[0074] 図５は、画像表示装置１００の画像光２１の光路の一例を示す模式図である。出射部２０から上方に向けて一定の方向に偏光した画像光２１が、光軸１に沿って放射状に出射される。出射された画像光２１は、偏光制御部５０（軸対称波長板５１）に入射し、光の偏光方向が光軸１に対して放射状に分布したラジアル偏光４に変換される。

[0075] ラジアル偏光化された画像光２１の偏光方向は、光軸１を含む断面において断面に平行な方向となる。例えば図５では、偏光制御部５０を通過した画像光２１は、ＸＹ平面（紙面）と平行な方向に偏光された直線偏光となる。

図１及び図５にはＸＹ平面に平行な偏光方向５がＸ方向に平行な矢印を用いて模式的に図示されている。

[0076] なお、直線偏光の偏光方向は、進行方向と直交する方向となる。従ってラジアル偏光化された画像光２１の実際の偏光方向５は、ＸＹ平面に平行で、かつ進行方向（光路）と直交する方向となる。

[0077] ラジアル偏光化された画像光２１は、反射ミラー４０の反射面４１に入射する。上記したように反射面４１は、放物線形状の回転面を有する。このため、例えば図１Ｂに示すように、反射面４１により反射された画像光２１は、スクリーン３０に対する入射角度θが略一定となる。すなわち、反射ミラー４０により、画像光２１のスクリーン３０に対する入射角度θが略一定に制御される。

[0078] なお本開示において、略一定の入射角度θには、画像表示を適正に実行することが可能となる角度範囲（許容角度範囲）内の入射角度θが含まれる。この許容角度範囲は、例えばスクリーン３０（円筒基材３１）での反射特性（図６参照）や、スクリーン３０（透過型ＨＯＥ３７）の回折特性等に応じて設定さる。

[0079] また、反射面４１での反射の前後では、光の偏光状態は保存される。従って画像光２１の進行方向に対する偏光方向５の回転等は生じない。例えば図５に示すように、ＸＹ平面に沿って反射面４１に入射した画像光２１の偏光方向５は、反射面４１により反射された後も、ＸＹ平面に平行な方向となる。

[0080] すなわち、反射の前後ではＺ軸方向（紙面に直交する方向）の偏光成分等は発生しない。もちろん、ＸＹ平面に限らず、光軸１含む任意の面に沿って入射する画像光２１についても、反射の前後で偏光方向５は保存される。なお、反射の前後で画像光２１の進行方向は変化するため、光軸１を含む面内での偏光方向５の向きは、反射方向に応じて変化する。

[0081] 反射面４１により反射された画像光２１は、所定の入射角度θで円筒基材３１の内側の第１の面３３に入射する。この時、入射界面となる第１の面３

３では、空気と円筒基材３１との屈折率の差（界面屈折率差）に応じた表面反射が発生する場合がある。図１及び図５には、表面反射により生じる反射光１２が点線の矢印を用いて模式的に図示されている。

[0082] 図６は、界面での反射率特性を示すグラフである。図６には、互いに屈折率の異なる材質が接する界面に光が入射した場合の、界面での反射率特性が示されている。グラフの横軸は、界面に対する入射角度であり、縦軸は、界面での反射率である。グラフでは、Ｐ偏光の反射率（実線）と、Ｓ偏光の反射率（点線）と、無偏光の反射率（一点鎖線）とが示されている。

[0083] Ｐ偏光は、界面に入射する光の入射面に対して平行な方向に偏光した直線偏光である。またＳ偏光は、入射面に対して直交する方向に偏光した直線偏光である。従ってＰ偏光及びＳ偏光は、互いに直交する偏光方向を持った直線偏光となる。また無偏光は、特定の偏光方向を持たない偏光である。例えばＰ偏光及びＳ偏光を合成した光は無偏光となる。

[0084] 図７は、界面に入射する光の偏光方向について説明するための模式図である。図７Ａは、界面８に入射する光（直線偏光３）についての入射面６を示す模式図である。図７Ｂは、入射面６と直線偏光３の偏光方向５との関係を示す模式図である。

[0085] 入射面６とは、例えば光の入射方向と、光が界面８に入射した位置（入射位置Ｐ）での界面８の法線方向２とを含む面である。図７Ａに示すように、界面により反射・屈折される光は、この入射面６に沿って進行することになる。また、各入射位置Ｐに入射する光の偏光方向５は、入射面６を基準に規定することが可能である。

[0086] 本開示において、偏光方向の向きは、入射面６の法線方向９に対する偏光方向５の角度φにより表される。図７Ｂの中央には、入射面６の法線方向９に対する偏光方向５の角度φが図示されている。なお図中の縦方向は入射面６の法線方向９であり、横方向は入射面６の面内方向である。また光の進行方向は、紙面に対して垂直な方向である。

[0087] 図７Ｂの左側及び右側には、Ｐ偏光及びＳ偏光となる光の偏光方向５が図

示されている。例えばＰ偏光はφ＝９０°となる偏光であり、入射面６に沿って振動する。またＳ偏光はφ＝０°となる偏光であり、入射面６に対して垂直に振動する。

[0088] 図６のグラフに示すように、入射角度が０°の場合、すなわち界面に対して光が垂直に入射する場合、光の偏光状態（Ｐ偏光、Ｓ偏光、及び無偏光）に係りなく略一定の反射率で光が反射される。入射角度が大きくなると、Ｐ偏光の反射率はある入射角度（ブリュースター角）まで減少し、その後増大する。一方でＳ偏光の反射率は、入射角度の増加に伴い減少することなく増大する。

[0089] また図６に示すように、０°～９０°までの入射角度の範囲において、Ｓ偏光の反射率は、Ｐ偏光の反射率に比べ高い値となっている。従って、Ｓ偏光を界面に入射した場合、Ｐ偏光に比べ表面反射の強度が高くなると言える。なお無偏光の反射率は、およそＰ偏光とＳ偏光との平均となる。従って、無偏光を界面に入射した場合にも、無偏光に含まれるＳ偏光成分の分だけ、Ｐ偏光に比べ表面反射の強度が高くなる。

[0090] 従って界面での反射では、Ｐ偏光を入射した場合が最も表面反射の強度が小さくなる。表面反射の強度が小さくなることで、相対的に界面を透過する光の強度が増大する。従って、Ｐ偏光を用いることで、界面の透過率が高くなるとも言える。

[0091] なおＰ偏光及びＳ偏光以外の直線偏光には、Ｐ偏光及びＳ偏光の成分がともに含まれることになる。このような直線偏光の反射率は、Ｐ偏光及びＳ偏光の割合に応じた値となる。このように、界面では、入射面に対する偏光方向の角度（Ｐ偏光及びＳ偏光の割合）に応じた反射率で表面反射等が発生する。

[0092] 画像表示装置１００では、図５に示すように、第１の面３３に対する画像光２１の入射方向と画像光２１の入射位置Ｐにおける第１の面３３の法線方向とを含む面が入射面６となる。従って図５に示す光路に沿ってスクリーン３０（第１の面３３）に入射する画像光２１の入射面６は、ＸＹ平面となる

。なお、スクリーン３０は、光軸１を中心とした回転対称な形状である。このため、例えば光軸１を含む任意の面が、その面に沿ってスクリーン３０に入射する画像光２１の入射面６となる。

[0093] 入射面６の法線方向（紙面方向）に対する画像光２１の偏光方向５は、偏光制御部５０により設定される。図３を参照して説明したように、偏光制御部５０（軸対称波長板５１）では、画像光２１の偏光方向５の分布が光軸１に対して対称な分布に変換される。例えば図３において、ある位置での画像光２１の偏光方向５（直線偏光３）が、その位置での径方向（入射面６）に対して略一定の角度で交差する場合、他の位置においても偏光方向５と径方向とが同様の角度で交差することになる。

[0094] このように、偏光制御部５０では、入射面６の法線方向に対する画像光２１の偏光方向５の角度が略一定となるように、画像光２１の偏光方向が制御される。なお本開示において、略一定の角度（入射面６と画像光５との角度）には、画像表示を適正に実行することが可能となる角度範囲内の許容角度が含まれる。この角度範囲は、例えば所望の輝度で画像表示が可能となるように適宜設定される。

[0095] このように、偏光方向５の入射面６に対する角度が略一定となることで、例えばスクリーン３０の３６０°周囲方向に対して、Ｐ偏光及びＳ偏光が同様の割合で含まれるような画像光を入射することが可能となる。この結果、周囲方向の輝度むら等を十分に抑制することが可能となる。

[0096] 本実施形態では、偏光制御部５０は、画像光２１をラジアル偏光化する。従って、図３に示すように、偏光制御部５０から出射された画像光２１の偏光方向５と径方向との交差角度は０°となり、偏光方向５と径方向とが平行になる。このように、偏光制御部５０により、入射面６と画像光２１の偏光方向５とが平行となるように、画像光２１の偏光方向５が制御される。

[0097] 上記したように、画像光２１の偏光方向５が入射面６に対して平行である場合、画像光２１は第１の面３３に対してＰ偏光となる。従って偏光制御部５０は、スクリーン３０に入射する画像光２１がスクリーン３０に対してＰ

偏光となるように、画像光２１の偏光状態を制御するとも言える。

[0098] 図８は、スクリーン３０に入射する画像光２１の偏光方向の分布を示す模式図である。図８には、光軸１に垂直な方向（ＸＺ平面に平行な方向）に沿って切断したスクリーン３０を、画像表示装置１００の上方から見た場合の模式的な断面図が示されている。

[0099] スクリーン３０を上方から見た場合、第１の面３３に入射する画像光２１の偏光方向５の分布は、光軸１に対して回転対称な分布となる。また第１の面３３の各位置に入射する画像光２１は、各々の入射面６（光軸１を含む面）に対して平行なＰ偏光となる。

[0100] 図９は、図８に示すスクリーン３０に入射する画像光２１の光路の一例を示す模式図である。図９Ａは、ＸＹ平面に平行に光軸に沿って切断した画像表示装置１００の断面図である。図９Ａには、図８に示す視点Ａ（画像表示装置１００の前方側）から見た装置内の光路の一例が模式的に図示されている。また図９Ｂは、ＹＺ平面に平行に光軸に沿って切断した画像表示装置の断面図である。図９Ｂには、図８に示す視点Ｂ（画像表示装置１００の右側）から見た装置内の光路の一例が模式的に図示されている。

[0101] 例えば、出射部２０から出射される画像光２１は、Ｚ軸方向に平行（ＸＹ平面に垂直）な方向に偏光した直線偏光３である。従って、図９Ａに示すように、画像表示装置１００を前方側から見た場合、出射部２０から出射される画像光２１は、紙面（ＸＹ平面）に垂直な直線偏光３となる。

[0102] この画像光２１のうち、光軸１を挟んで図中の右側（画像表示装置の右側）に出射される光は、軸対称波長板５１の光学軸５３が１３５°に設定された位置に入射する（図２参照）。この結果、Ｚ軸方向に偏光した画像光２１は、２７０°（＝１３５°×２）回転されて、ＸＹ平面に平行な直線偏光３ｄとして出射される。従ってＸＹ平面に平行な経路では、ＸＹ平面に平行に偏光した画像光２１、すなわちＰ偏光が第１の面３３に入射することになる。

[0103] また、図９Ｂに示すように、画像表示装置１００を左側から見た場合、出

射部２０から出射される画像光２１は、図中の左右方向（Ｚ軸方向）に平行な直線偏光３となる。これは、図９Ａに示す偏光方向５を光軸１の周りに９０°ずれた位置から見ている場合に対応する。

[0104] この画像光２１のうち、光軸１を挟んで図中の右側（画像表示装置１００の後側）に出射される光は、軸対称波長板５１の光学軸５３が０°に設定された位置に入射する（図２参照）。この結果、Ｚ軸方向に偏光した画像光２１は、回転されることなく、ＹＺ平面に平行な直線偏光３ｂとして出射される。従ってＹＺ平面に平行な経路では、ＹＺ平面に平行に偏光した画像光２１、すなわちＰ偏光が第１の面３３に入射することになる。

[0105] また他の位置に入射する画像光２１も、偏光制御部５０（軸対称波長板５１）によりスクリーン３０に対してＰ偏光となるように変換される。なお本開示において、Ｐ偏光には、実質的にＰ偏光である光等が含まれる。すなわち、スクリーンに入射する画像光には、例えば画像表示を適正に実行可能となる範囲でＳ偏光等が含まれてもよい。別の観点では、スクリーンに対してＰ偏光となる画像光とは、スクリーンに対する偏光成分のうち、Ｐ偏光成分が主要な偏光成分となっている光であるとも言える。

[0106] このように、偏光制御部５０は、スクリーン３０に入射する画像光２１の偏光状態を、スクリーン３０の形状に合わせて制御する。これにより、図８に示すように、スクリーン３０の３６０°周囲方向に対してＰ偏光を入射することが可能となる。

[0107] この結果、スクリーン３０の界面（第１の面３３）での表面反射を大幅に低減することが可能となる。すなわち表面反射成分が減少し、第１の面３３を通過する通過成分が増大する。この結果、スクリーン３０の外側に向けて出射される画像光２１の強度が増大し、スクリーン３０に表示される画像の輝度を大幅に向上することが可能となる。

[0108] また、スクリーン３０のどの場所でもＰ偏光を入射することが可能であることから、周囲方向の輝度むら等を十分に抑制することが可能となる。これにより、場所ごとに表示される画像の明るさが異なるといった問題を回避す

ることが可能となる。この結果、全周スクリーン３０に対して高品質な画像表示を実現することが可能となる。

[0109] また本実施形態では、反射ミラー４０により画像光２１の入射角度θが、略一定に制御される。従ってスクリーン３０の上側から下側にかけて略同様の角度で画像光２１を入射することが可能である（図１Ｂ参照）。これにより、スクリーン３０の上下方向の輝度むら等を十分に抑制することが可能となる。

[0110] 本実施形態では、画像光２１のスクリーン３０に対する入射角度θが４５°以上７５°以下で制御される。すなわち、反射ミラー４０は、４５°以上７５°以下の範囲で設定された入射角度θで画像光２１をスクリーンに入射するように構成される。

[0111] 図６のグラフに示すように、入射角度θが４５°以上の範囲では、例えばＰ偏光を用いることで、Ｓ偏光や無偏光を入射する場合と比べ十分に反射率を減少させることが可能である。例えば入射角度θが４５°の場合、反射率を１％以下に抑えることが可能である。一方でθ＝４５°ではＳ偏光の反射率は約１０％、無偏光の反射率は約５％となり、Ｐ偏光との差が顕著になる。このように、Ｐ偏光を４５°以上の入射角度θに設定することで、効果的に輝度を改善することが可能となる。

[0112] また例えば、入射角度θが７５°以下の範囲では、例えばＰ偏光を用いることで、反射率の増大を抑えつつ、スクリーン３０に対して十分に広角に画像光２１を入射することが可能である。例えば入射角度θが大きい広角な画像投影を行うことで、画像表示が可能な範囲を上下方向に広げることが可能である。これにより、例えばスクリーン３０の上端から下端までの全域に画像を表示することが可能となり、全周スクリーンの特性を十分に発揮することが可能となる。

[0113] なお入射角度θの範囲や、入射角度を設定する方法や限定されない。例えば、入射角度θが５５°以上７５°以下の範囲で制御されてもよい。例えば入射角度θが５５°の場合、Ｐ偏光の反射率は約０％となる。この場合、Ｐ

偏光は、ほとんど表面反射を受けることなくスクリーン３０の外側に出射される。従って入射角度θを５５°以上７５°以下の範囲に設定することで、輝度が高く表示範囲の広い画像表示を実現することが可能となる。

[0114] また例えば、入射角度θが４０°以上８０°以下の範囲で制御されてもよい。これにより、例えば様々な形状のスクリーン３０に対応することが可能となり、装置のヴァリエーションを拡張することが可能である。

[0115] また入射角度θが、回折光学素子である透過型ＨＯＥ３７の特性等に合わせて設定されてもよい。また例えば、円筒基材３１の材質等に応じて入射角度θが設定されてもよい。あるいは、後述する反射率の値等に基づいて、所望とする輝度を実現可能なように入射角度θが設定されてもよい。この他、入射角度θを設定する任意の方法が用いられてよい。

[0116] 図５に戻り、スクリーン３０の内側の第１の面３３を通過した画像光２１は、円筒基材３１により屈折されて円筒基材３１内を進行する。屈折された画像光２１は、円筒基材３１の第２の面３４（光学フィルム３２の第３の面）を通過する。なお、円筒基材３１及び光学フィルム３２（透過型ＨＯＥ３７）は、屈折率マッチングにより互いに屈折率が同様に設定される。従って第２の面３４及び第３の面３５が接触する界面では、反射等はほとんど生じない。

[0117] 第３の面３５から侵入した画像光２１は、透過型ＨＯＥ３７に記憶された干渉縞により回折される。透過型ＨＯＥ３７には、例えば所定の出射方向に向けて所定の拡散角で拡散する拡散光１１を出射するための干渉縞が記録される。この干渉縞により回折された画像光２１は、拡散光１１として第４の面３６から出射される。これによりスクリーン３０上に画像光２１によって構成される画像が表示される。

[0118] なお、第４の面３６から出射する祭、透過型ＨＯＥ３７と空気との屈折率の差（界面屈折率差）に応じた反射が発生する場合がある。この場合であっても、画像光２１はＰ偏光であるため、第４の面３６で反射される反射光の強度を十分に抑えることが可能である。すなわち、画像光２１をＰ偏光にす

ることで、出射時の反射等が抑制され、輝度の高い画像表示を実現することが可能となる。

[0119] 以上、本実施形態に係る画像表示装置１００では、出射部２０から光軸１に沿って出射された画像光２１が、出射部２０に対向して配置された反射ミラー４０に入射する。反射ミラー４０は、出射された画像光２１を、光軸１の周囲の少なくとも一部に配置されたスクリーン３０に入射させる。また偏光制御部５０により、スクリーン３０に入射する画像光２１の偏光状態が、スクリーン３０の形状に合わせて制御される。これにより、全周スクリーン等に対して高品質な画像表示を実現することが可能となる。

[0120] 全周スクリーン等に対して画像を表示する際に、プロジェクタから出射された光の偏光方向を調整することなくそのまま投影するといった方法が考えられる。このような場合、全周スクリーン等での表面反射により、画像の輝度低下や、輝度むら等の問題が生じる可能性があり、画像を適正に表示することが難しくなるといった場合があり得る。

[0121] 図１０は、比較例として挙げるプロジェクタにより出射される画像光２１の一例を示す模式図である。図１１は、比較例として挙げる円筒スクリーンに入射する画像光２１の偏光状態の一例を示す模式図である。

[0122] 図１０Ａでは、プロジェクタ６０ａにより無偏光７の画像光２１が出射される。無偏光７は、特定の偏光方向を持たず、様々な方向に偏光した光が合成された光である。図１０Ａには、互いに直交する縦方向及び横方向に偏光した直線偏光３ｅ及び３ｆが合成された無偏光が模式的に図示されている。

[0123] 図１１Ａには、図１０Ａに示す無偏光７の画像光２１が円筒スクリーン６１に投影された場合の偏光の状態（偏光方向の分布）が模式的に図示されている。プロジェクタ６０ａから出射された無偏光の画像光２１は、反射ミラー等により円筒スクリーン６１に向けて放射状に反射される。これにより、図１１Ａに示すように、円筒スクリーン６１の各入射位置には、無偏光７の画像光２１が入射する。

[0124] 無偏光７の画像光２１は、円筒スクリーン６１の各入射位置に対して、Ｐ

偏光及びＳ偏光の成分が同様の割合で含まれる光となる。従って、各入射位置では、Ｓ偏光成分が多く反射されることになる。この結果、表面反射の強度が増加し、反対に画像の表示輝度が低下する。このように、無偏光７の画像光２１を用いて円筒スクリーン６１に対する画像表示等を行う場合には、Ｓ偏光成分の表面反射に伴い画像の輝度低下を招く可能性がある。

[0125] 図１０Ｂでは、プロジェクタ６０ｂにより、図中の左右方向（横方向）に偏光した直線偏光３ｅの画像光２１が出射される。図１１Ｂには、図１０Ｂに示す横方向の直線偏光３ｅの画像光２１が円筒スクリーン６１に投影された場合の偏光方向の分布が模式的に図示されている。

[0126] 図１１Ｂに示すように、横方向の直線偏光３ｅが用いられる場合、円筒スクリーン６１の左側及び右側（図中の左側及び右側）には、画像光２１がＰ偏光として入射する。一方で、円筒スクリーン６１の前側及び後側（図中の側及び右側）には、画像光２１がＳ偏光として入射する。

[0127] 従って図１１Ｂでは、円筒スクリーン６１の左右では、表面反射の強度が低く、前後では表面反射の強度が高くなる。この結果、円筒スクリーン６１の左側や右側に表示される画像の輝度に対して、前側や後側に表示される画像の輝度が低下する。従って円筒スクリーン６１には輝度むらのある画像が表示されることになり、画像の品質が低下する恐れがある。

[0128] また図１０Ｃでは、プロジェクタ６０ｃにより、図中の上下方向（縦方向）に偏光した直線偏光３ｆの画像光２１が出射される。図１１Ｃには、図１０Ｃに示す縦方向の直線偏光３ｆの画像光２１が円筒スクリーン６１に投影された場合の偏光方向の分布が模式的に図示されている。

[0129] 図１１Ｃに示すように、縦方向の直線偏光３ｆが用いられる場合には、円筒スクリーン６１の左右にＳ偏光が入射し、前後にＰ偏光が入射する。この結果、円筒スクリーン６１の前後に表示される画像の輝度に対して、左右に表示される画像の輝度が低下し、全周に渡って輝度むらが発生する。

[0130] このように、直線偏光３の画像光２１がそのまま円筒スクリーン６１に投影される場合、円筒スクリーン６１に対する画像光２１のＰ偏光成分及びＳ

偏光成分の割合が、各入射位置で異なってくる。この結果、表示位置ごとに輝度の分布が発生し、適正な画像表示が難しくなる場合があり得る。

[0131] 本実施形態では、偏光制御部５０により、円筒形状のスクリーン３０に対して全周に渡ってＰ偏光が入射するように、出射部２０から出射された画像光２１の偏光状態が制御される。これにより、無偏光７の画像光２１を入射する場合（図１１Ａ参照）の輝度低下や、直線偏光３の画像光２１を入射する場合（図１１Ｂ及び図１１Ｃ参照）の輝度むらの発生等を十分に回避することが可能となる。

[0132] 例えば図６に示すように、全周に渡ってＰ偏光を入射することで、無偏光７を入射する場合に比べ任意の入射角度θで輝度を改善することが可能である。すなわち、無偏光７に含まれるＳ偏光成分による表面反射等を回避し、画像光２１を効率的に表示させることが可能である。このように輝度を増大させることで、明るい環境下でも浮遊感の高い映像表現を実現することが可能である。

[0133] 一例として、例えば入射角度θが５５°の場合、無偏光入射時の反射率が７％であるのに対して、ラジアル偏光化してＰ偏光を入射すると反射率を略０％とすることが可能である。この場合、透過率換算で約７％の輝度改善を実現可能である。また、入射角度θが７５°の場合、無偏光入射時の反射率が２６％であるのに対して、Ｐ偏光入射時の反射率は約１１％となる。この場合、透過率換算で約２０％の輝度改善が実現可能である。

[0134] また例えば、図１１Ｂ及び図１１Ｃに示すように、直線偏光３をそのまま用いるような構成では、Ｐ偏光及びＳ偏光の反射率（透過率）の差に応じた輝度比での輝度むらが生じる。例えば入射角度θが５５°の場合、Ｐ偏光の反射率は約０％となり、Ｓ偏光の反射率は約１４％となる。この場合、透過率換算の輝度比は約１４％となる。さらに例えば、入射角度θが７５°の場合、Ｐ偏光の反射率は約１１％となり、Ｓ偏光の反射率が約４０％となる。この場合、透過率換算の輝度比は約４８％となる。このように、輝度むら（輝度比）は、入射角度θが大きく広角になるほど増大する。

[0135] 本実施形態では、偏光制御部５０を用いて画像光２１のラジアル偏光化をすることで、スクリーン３０の全周に渡ってＰ偏光を入射することが可能である。これにより、スクリーン３０の位置ごとに輝度が異なるといった事態を回避することが可能となる。例えば、入射角度θが大きい広角な構成が用いられる場合であっても、輝度むら等を発生させることなく、適正な画像表示を実現することが可能となる。この結果、全周スクリーン等に対して高品質が画像表示を実現することが可能となる。

[0136] また本実施形態では、スクリーン３０に入射する画像光２１の入射角度θが略一定に制御される。これにより、スクリーン３０のどの位置においても同様の入射角度θでＰ偏光を入射することが可能となる。この結果、スクリーン３０の上下方向での輝度むら等を改善することが可能となり、高品質な全周画像等を表示することが可能となる。

[0137] ＜その他の実施形態＞

本技術は、以上説明した実施形態に限定されず、他の種々の実施形態を実現することができる。

[0138] 上記の実施形態では、画像光２１として直線偏光３を出射する出射部２０が用いられた。これに限定されず、例えば画像光として無偏光を出射する出射部等が用いられる場合であっても、偏光制御部を適宜構成することで、画像光２１のラジアル偏光化等を実現することが可能である。

[0139] 図１２は、偏光制御部による偏光変換の他の一例を示す模式図である。図１２には、画像表示装置２００に設けられた出射部２２０及び偏光制御部２５０が模式的に図示されている。出射部２２０は、光軸１に沿って無偏光７の画像光２１を出射するように構成される。

[0140] 偏光制御部２５０は、軸対称波長板２５１と、偏光板２５２とを有する。軸対称波長板２５１は、中心軸を中心とする円板形状であり、光軸１と中心軸とが一致するように配置される。軸対称波長板２５１は、例えば図２等を参照して説明した軸対称波長板５１と同様に構成される。なお軸対称波長板２５１には、回転の基準となる基準方向（例えば図２におけるＺ軸方向）が

設定される。

[0141] 偏光板２５２は、軸対称波長板２５１と出射部２２０との間に出射部２２０に対向して配置される。偏光板２５２は、入射する光の偏光方向を揃えて直線偏光３を出射する。例えば偏光板２５２を通過した光は、偏光板２５２の光軸方向に偏光した直線偏光３に変換される。なお、偏光板２５２は、その光軸方向が、上記した軸対称波長板２５１の基準方向と平行となるように配置される。偏光板２５２としては、例えばワイヤグリット偏光子や偏光フィルム等が用いられる。偏光板２５２の具体的な構成は限定されない。

[0142] 図１２に示すように、出射部２２０から出射された無偏光７の画像光２１は、偏光板２５２に入射する。偏光板２５２に入射した画像光２１は、直線偏光３に変換されて軸対称波長板２５１に向けて出射する。従って軸対称波長板２５１の各点には、所定の方向に偏光した直線偏光３が入射する。

[0143] 軸対称波長板２５１は、各点に入射する直線偏光３の偏光方向をそれぞれ回転させる。直線偏光３の偏光方向（偏光板２５２の光軸方向）は、軸対称波長板２５１の基準方向と一致している。従って直線偏光３の画像光２１は、軸対称波長板２５１によりラジアル偏光４に変換される。これにより、円筒形状のスクリーン２３０に対してＰ偏光の画像光２１を入射することが可能となる。この結果、全周スクリーン等に対して高品質な画像表示を実現することが可能となる。

[0144] 上記では、出射部の外側に偏光制御部が配置されて、画像光の偏光方向が制御された。これに限定されず、例えば偏光制御部が、出射部の内部に配置されてもよい。

[0145] 例えば、出射部内にて合成プリズム等を用いて合成された画像光の光路上に、偏光制御部として機能する軸対称波長板や偏光板等が適宜配置される。例えば、合成された画像光が直線偏光である場合には、軸対称波長板が用いられる。また例えば、合成された画像光が無偏光である場合には、偏光板及び軸対称波長板が用いられる。偏光制御部を設ける位置等は限定されず、例えば画像光の偏光状態を適正に制御することが可能な位置に適宜配置されて

よい。

[0146] また出射部として、レーザ光線等のビーム光（画像光）を走査して画像表示を行う走査型のプロジェクタ等が用いられる場合にも、偏光制御部を内蔵させることが可能である。この場合、例えばスクリーンの各位置に入射するビーム光がＰ偏光となるように、時分割でビーム光の偏光方向を制御する素子（液晶コンバータ等）が偏光制御部として用いられてもよい。例えばこのような構成が用いられてもよい。

[0147] このように偏光制御部を内蔵した出射部からは、光軸に沿って偏光状態が制御された画像光が出射される。例えば円筒形状のスクリーンが用いられる場合には、出射部から直接ラジアル偏光化した画像光が出射される。出射部と偏光制御部とを一体的に構成することで、画像光の偏光方向等を精度よく制御することが可能となる。また部材点数を減らすことが可能となり、画像表示装置の構成をシンプルにすることが可能となる。

[0148] レーザダイオード（ＬＤ）等の発光素子は、所定の偏光状態であるレーザ光を出射する。例えば出射部において、偏光を揃えているＲＧＢレーザ光源（発光素子）が用いられてもよい。例えば各発光素子を適宜構成することで、偏光状態が制御された画像光を出射することが可能となる。例えば、複数のＬＤを同心円状に配置し、各ＬＤの偏光方向を径方向に沿って揃えることで、領域別にラジアル偏光化した光を出射することが可能である。この場合、各発光素子は、画像光の偏光状態を制御する偏光制御部として機能する。例えばこのような構成が採用されてもよい。

[0149] 上記では、放物面により構成された反射面を備えた反射ミラーが用いられた。反射面の形状等は限定されず、例えばスクリーンの形状等に合わせて画像光を反射することが可能な任意の反射面が用いられてよい。例えば、反射面は放物面とは異なる非球面（自由曲面等）として構成されてもよい。自由曲面は、例えばスクリーンに対する画像光の入射角度θを略一定にするように構成される。このような曲面は、例えば光路シミュレーション等に基づいて設計することが可能である。

[0150] また入射角度θを略一定にする場合に限定されず、反射面は、所定の角度範囲で入射角度θが分布するように画像光を反射してもよい。この場合、例えばスクリーンの上下方向には、異なる入射角度θで画像光が入射される。このような場合であっても、ラジアル偏光化された画像光等を反射することで、スクリーンに対してＰ偏光の画像光を入射することが可能となり、輝度の低下や周方向の輝度むら等を十分に抑制することが可能である。

[0151] また画像光を反射する反射ミラーに代えて、画像光を屈折する光学素子等を用いて、画像光をスクリーンに入射させてもよい。例えばフレネルレンズ等の透過型の光学素子を用いることで、画像光がスクリーンに入射するように進行方向を制御することが可能である。この場合にも、画像光の偏光方向を適宜制御することで、スクリーンに対してＰ偏光の画像光を入射させることが可能である。

[0152] 上記の実施形態では、円筒形状のスクリーンが用いられた。これに限定されず、例えば光軸の周りに配置された任意の形状のスクリーンに対して、本技術は適用可能である。

[0153] 例えば、光軸を中心とした半円筒形状のスクリーンや、断面が円弧状となるようなスクリーンが構成されてもよい。また円形を基準とした形状の他に、楕円形状や双曲線形状の断面を有するスクリーンが構成されてもよい。また三角形状や四角形状等の断面をもった角柱上のスクリーンが構成されてもよい。このような場合であっても、偏光制御部をスクリーンの形状に合わせて適宜構成することで、スクリーンの各点に対してＰ偏光の画像光を入射させることが可能である。

[0154] 上記では、透過型ＨＯＥを用いた画像光を透過する透過型スクリーンが用いられた。例えばスクリーンとして、反射型ＨＯＥが用いられてもよい。反射型ＨＯＥでは、ある面から入射した光がホログラムに記録された干渉縞により回折されて、入射した面と同じ面から出射される。すなわち、反射型ＨＯＥは、回折により光を反射する素子である。この場合、スクリーンは、画像光を反射する反射型スクリーンとなる。

[0155] 例えば半円筒形状のスクリーン等を反射型ＨＯＥを用いて構成することが可能である。この場合、スクリーンに入射した画像光は、反射型ＨＯＥ内で回折されて、画像光が入射した面から出射される。このような場合であっても、スクリーンに対してＰ偏光の画像光を入射することで、スクリーンと空気との界面での表面反射を抑制し、反射型ＨＯＥに侵入する画像光の強度を増加させることが可能である。これにより、スクリーンに表示される画像の輝度を向上することや、輝度むら等を軽減することが可能である。

[0156] また、上記の実施形態では、偏向状態がＰ偏光入射（ラジアル偏光入射）の構成で説明したが、Ｓ偏光入射（アジマス偏光入射）としてもよい。Ｓ偏光入射の場合は、Ｐ偏光入射同様に全周方向の輝度むら低減効果がある。さらにＰ偏光と比べてＳ偏光の方が円筒最外面（拡散光が出射する面）における反射率が増加することで、入射光のうち拡散しないで透過する透過光の光量が減り、テーブル等に投影される映像ノイズを低減できる効果がある。また、円筒最内面にモスアイフィルム等の反射低減フィルムを貼ることでＳ偏光入射でも反射率が大幅に低減し、Ｐ偏光入射と同程度の明るさを確保することが可能となる。

[0157] 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、任意に組み合わされてもよい。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。

[0158] なお、本技術は以下のような構成も採ることができる。

（１）所定の軸に沿って画像光を出射する出射部と、

前記所定の軸の周囲の少なくとも一部に配置される照射対象物と、

前記所定の軸を基準として前記出射部に対向して配置され、前記出射された画像光を前記照射対象物に入射させる光学部と、

前記照射対象物に入射する前記画像光の偏光状態を、前記照射対象物の形状に合わせて制御する偏光制御部と

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、

前記偏光制御部は、前記画像光の偏光状態として前記画像光の偏光方向を制御する

画像表示装置。

（３）（２）に記載の画像表示装置であって、

前記照射対象物は、前記画像光が入射する界面を有し、

前記偏光制御部は、前記界面に対する前記画像光の入射方向と前記画像光の入射位置における前記界面の法線方向とを含む入射面の法線方向に対する前記画像光の偏光方向の角度が略一定となるように、前記画像光の偏光方向を制御する

画像表示装置。

（４）（３）に記載の画像表示装置であって、

前記偏光制御部は、前記入射面と前記画像光の偏光方向とが平行となるように、前記画像光の偏光方向を制御する

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、

前記照射対象物の形状は、前記所定の軸を略中心軸とする回転対称な形状を含み、

前記偏光制御部は、前記画像光の偏光方向の分布が前記所定の軸に対して対称となるように前記偏光状態を制御する

画像表示装置。

（６）（５）に記載の画像表示装置であって、

前記偏光制御部は、前記画像光をラジアル偏光に変換する

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、

前記照射対象物は、前記所定の軸の周囲の全周にわたって配置される

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、

前記照射対象物は、前記所定の軸を略中心軸とする円筒形状で構成される

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、

前記光学部は、前記出射された画像光の前記照射対象物に対する入射角度を制御する

画像表示装置。

（１０）（９）に記載の画像表示装置であって、

前記光学部は、前記画像光の前記照射対象物に対する前記入射角度を４５°以上７５°以下で制御する

画像表示装置。

（１１）（９）又は（１０）に記載の画像表示装置であって、

前記光学部は、前記画像光の前記照射対象物に対する前記入射角度を略一定にする

画像表示装置。

（１２）（９）から（１１）のうちいずれか１つに記載の画像表示装置であって、

前記光学部は、前記出射部により出射された前記画像光を、前記照射対象物に反射する

反射面を有する

画像表示装置。

（１３）（１）から（１２）のうちいずれか１つに記載の画像表示装置であって、

前記偏光制御部は、前記照射対象物の形状に合わせて、各点に入射する光

の偏光方向をそれぞれ回転させる回転部を有する

画像表示装置。

（１４）（１３）に記載の画像表示装置であって、

前記偏光制御部は、入射する光の偏光方向を揃えて直線偏光を出射する偏光板を有し、

前記回転部は、各点に入射する前記直線偏光の偏光方向をそれぞれ回転させる

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、

前記偏光制御部は、前記所定の軸を基準として前記出射部に対向して配置される

画像表示装置。

（１６）（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、

前記偏光制御部は、前記出射部の内部に配置され、

前記出射部は、前記所定の軸に沿って前記偏光状態が制御された前記画像光を出射する

画像表示装置。

（１７）（１６）に記載の画像表示装置であって、

前記偏光制御部は、前記偏光状態が制御された前記画像光を出射する発光素子を含む

画像表示装置。

（１８）（１）から（１７）のうちいずれか１つに記載の画像表示装置であって、

前記照射対象物は、回折光学素子を用いたスクリーンである

画像表示装置。

（１９）（１）から（１８）のうちいずれか１つに記載の画像表示装置であ

って、

前記照射対象物は、前記画像光を透過する透過型スクリーン及び前記画像光を反射する反射型スクリーンの少なくとも一方を含む

画像表示装置。

（２０）（１）から（１９）のうちいずれか１つに記載の画像表示装置であって、

前記照射対象物は、光透過性を有する

画像表示装置。

符号の説明

[0159] １…光軸

２…法線方向

４…ラジアル偏光

５…偏光方向

６…入射面

２０、２２０…出射部

２１…画像光

３０、２３０…スクリーン

３１…円筒基材

３２…光学フィルム

３３…第１の面

３７…透過型ＨＯＥ

４０…反射ミラー

４１…反射面

５０、２５０…偏光制御部

５１、２５１…軸対称波長板

２５２…偏光板

１００、２００…画像表示装置

請求の範囲

[請求項1] 所定の軸に沿って画像光を出射する出射部と、

前記所定の軸の周囲の少なくとも一部に配置される照射対象物と、

前記所定の軸を基準として前記出射部に対向して配置され、前記出射された画像光を前記照射対象物に入射させる光学部と、

前記照射対象物に入射する前記画像光の偏光状態を、前記照射対象物の形状に合わせて制御する偏光制御部と

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、

前記偏光制御部は、前記画像光の偏光状態として前記画像光の偏光方向を制御する

画像表示装置。

[請求項3] 請求項２に記載の画像表示装置であって、

前記照射対象物は、前記画像光が入射する界面を有し、

前記偏光制御部は、前記界面に対する前記画像光の入射方向と前記画像光の入射位置における前記界面の法線方向とを含む入射面の法線方向に対する前記画像光の偏光方向の角度が略一定となるように、前記画像光の偏光方向を制御する

画像表示装置。

[請求項4] 請求項３に記載の画像表示装置であって、

前記偏光制御部は、前記入射面と前記画像光の偏光方向とが平行となるように、前記画像光の偏光方向を制御する

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、

前記照射対象物の形状は、前記所定の軸を略中心軸とする回転対称な形状を含み、

前記偏光制御部は、前記画像光の偏光方向の分布が前記所定の軸に対して対称となるように前記偏光状態を制御する

画像表示装置。

[請求項6] 請求項５に記載の画像表示装置であって、

前記偏光制御部は、前記画像光をラジアル偏光に変換する

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、

前記照射対象物は、前記所定の軸の周囲の全周にわたって配置される

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、

前記照射対象物は、前記所定の軸を略中心軸とする円筒形状で構成される

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、

前記光学部は、前記出射された画像光の前記照射対象物に対する入射角度を制御する

画像表示装置。

[請求項10] 請求項９に記載の画像表示装置であって、

前記光学部は、前記画像光の前記照射対象物に対する前記入射角度を４５°以上７５°以下で制御する

画像表示装置。

[請求項11] 請求項９に記載の画像表示装置であって、

前記光学部は、前記画像光の前記照射対象物に対する前記入射角度を略一定にする

画像表示装置。

[請求項12] 請求項９に記載の画像表示装置であって、

前記光学部は、前記出射部により出射された前記画像光を、前記照射対象物に反射する反射面を有する

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、

前記偏光制御部は、前記照射対象物の形状に合わせて、各点に入射する光の偏光方向をそれぞれ回転させる回転部を有する

画像表示装置。

[請求項14] 請求項１３に記載の画像表示装置であって、

前記偏光制御部は、入射する光の偏光方向を揃えて直線偏光を出射する偏光板を有し、

前記回転部は、各点に入射する前記直線偏光の偏光方向をそれぞれ回転させる

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、

前記偏光制御部は、前記所定の軸を基準として前記出射部に対向して配置される

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、

前記偏光制御部は、前記出射部の内部に配置され、

前記出射部は、前記所定の軸に沿って前記偏光状態が制御された前記画像光を出射する

画像表示装置。

[請求項17] 請求項１６に記載の画像表示装置であって、

前記偏光制御部は、前記偏光状態が制御された前記画像光を出射する発光素子を含む

画像表示装置。

[請求項18] 請求項１に記載の画像表示装置であって、

前記照射対象物は、回折光学素子を用いたスクリーンである

画像表示装置。

[請求項19] 請求項１に記載の画像表示装置であって、

前記照射対象物は、前記画像光を透過する透過型スクリーン及び前

記画像光を反射する反射型スクリーンの少なくとも一方を含む

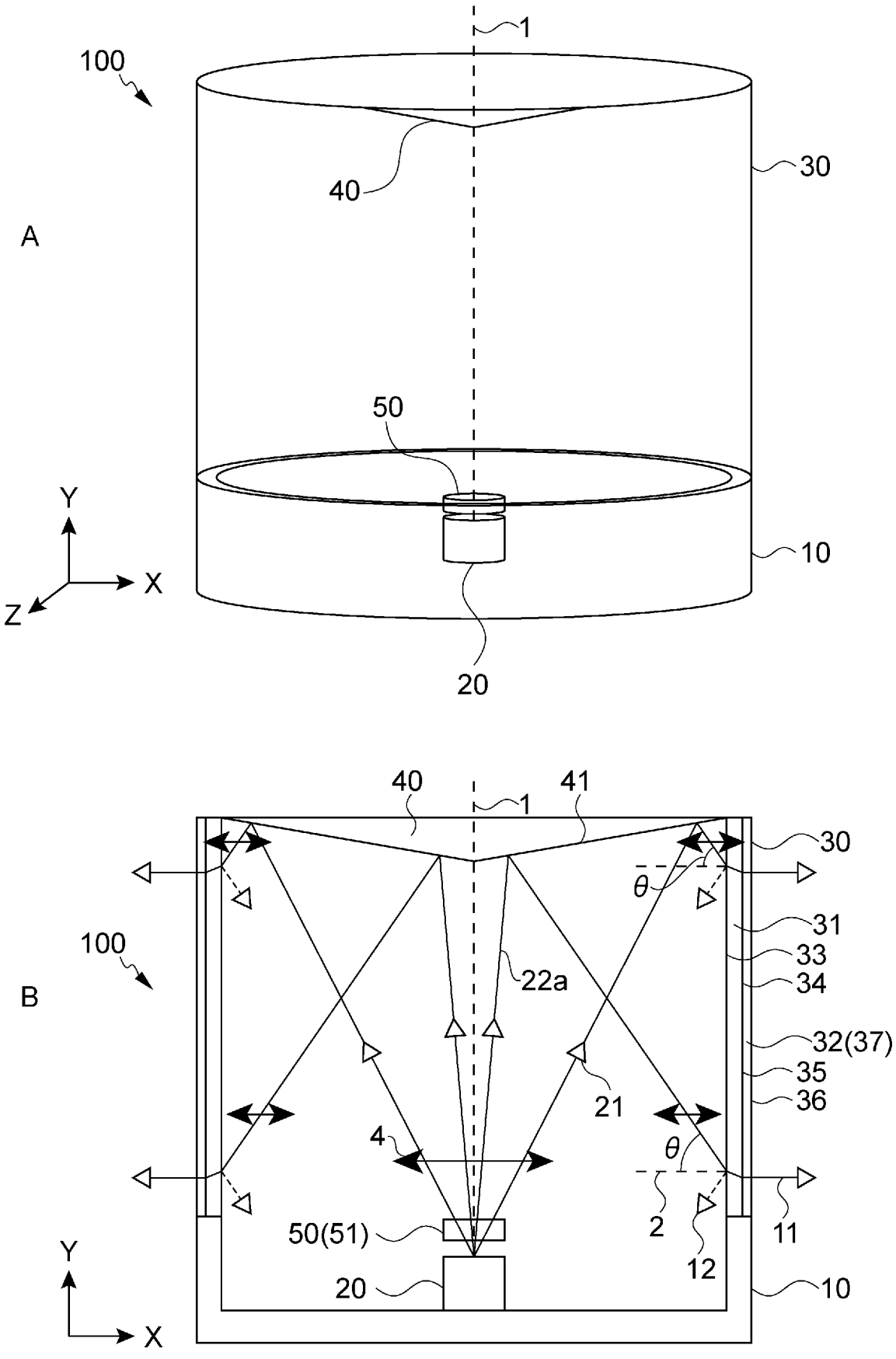
画像表示装置。

[請求項20] 請求項１に記載の画像表示装置であって、

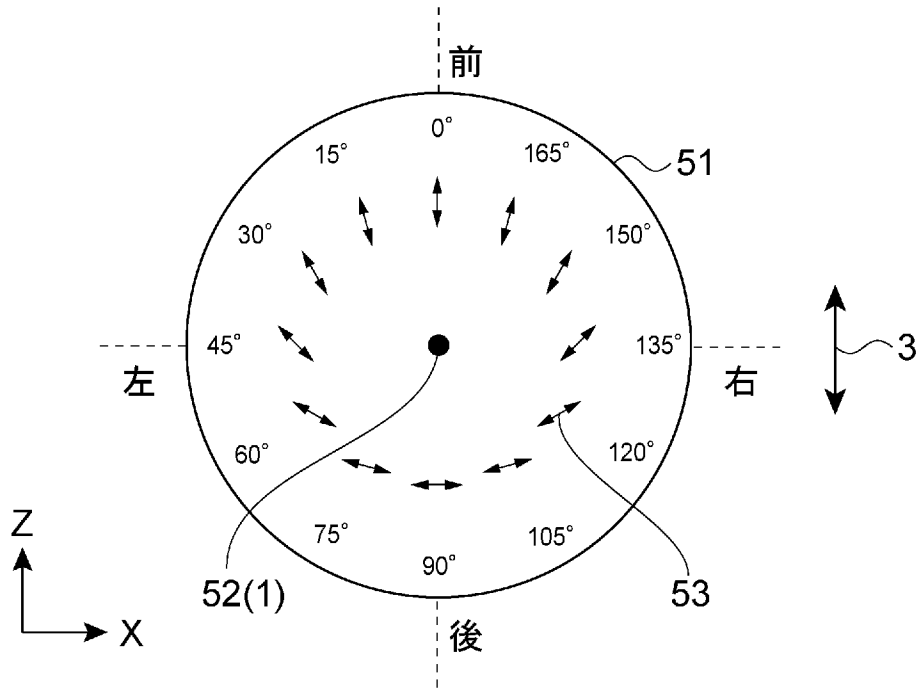
前記照射対象物は、光透過性を有する

画像表示装置。

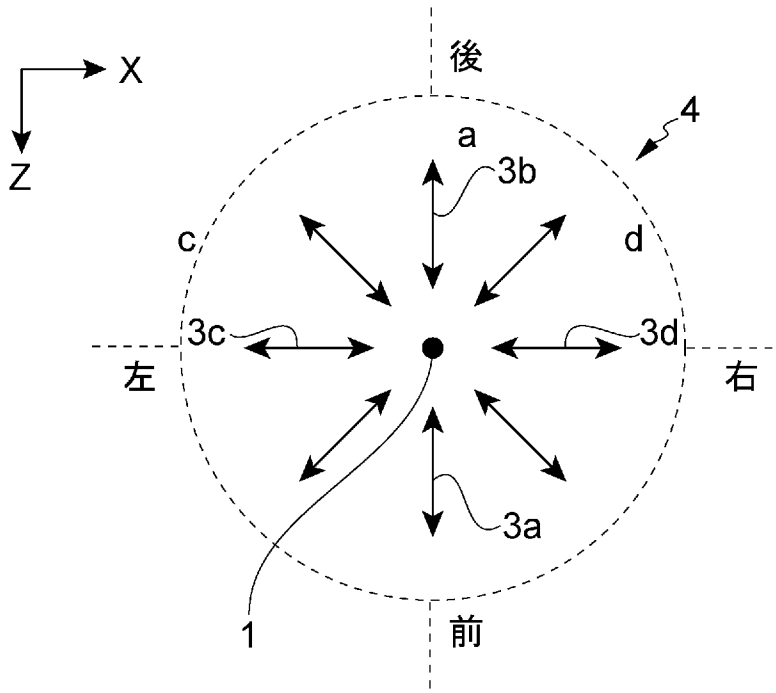
[図1]


A
100
1
40
30
50
10
20
Y
X
Z
B
100
40
1
41
30
θ
31
33
34
22a
32(37)
35
36
21
4
θ
50(51)
2
11
12
20
10
Y
X

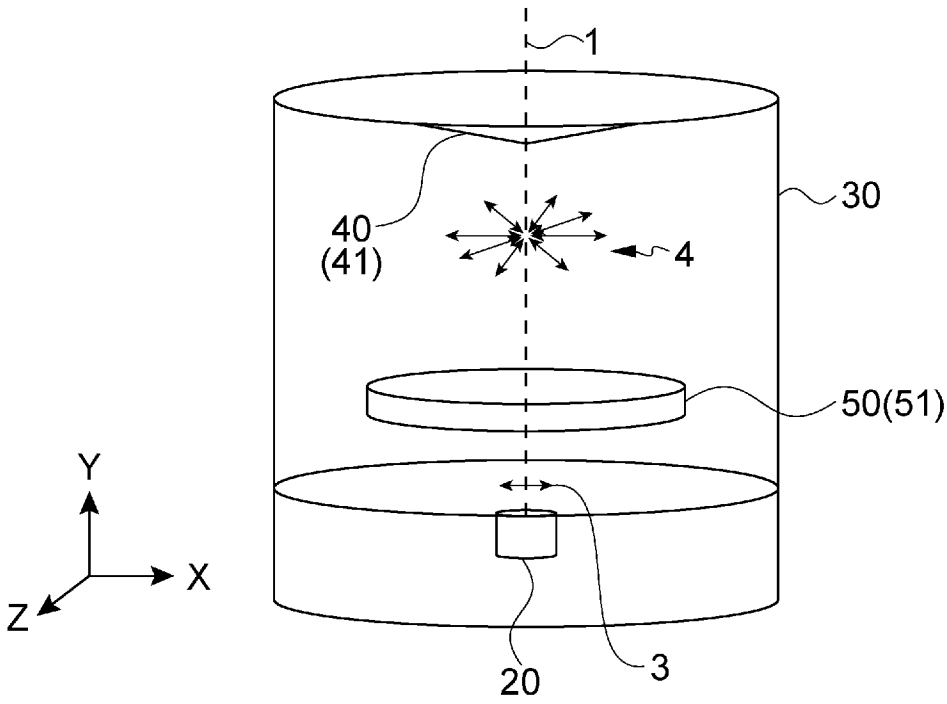
[図2]


前
0°
15°
165°
51
30°
150°
45°
135°
3
左
右
60°
120°
75°
105°
90°
Z
X
52(1)
53
後

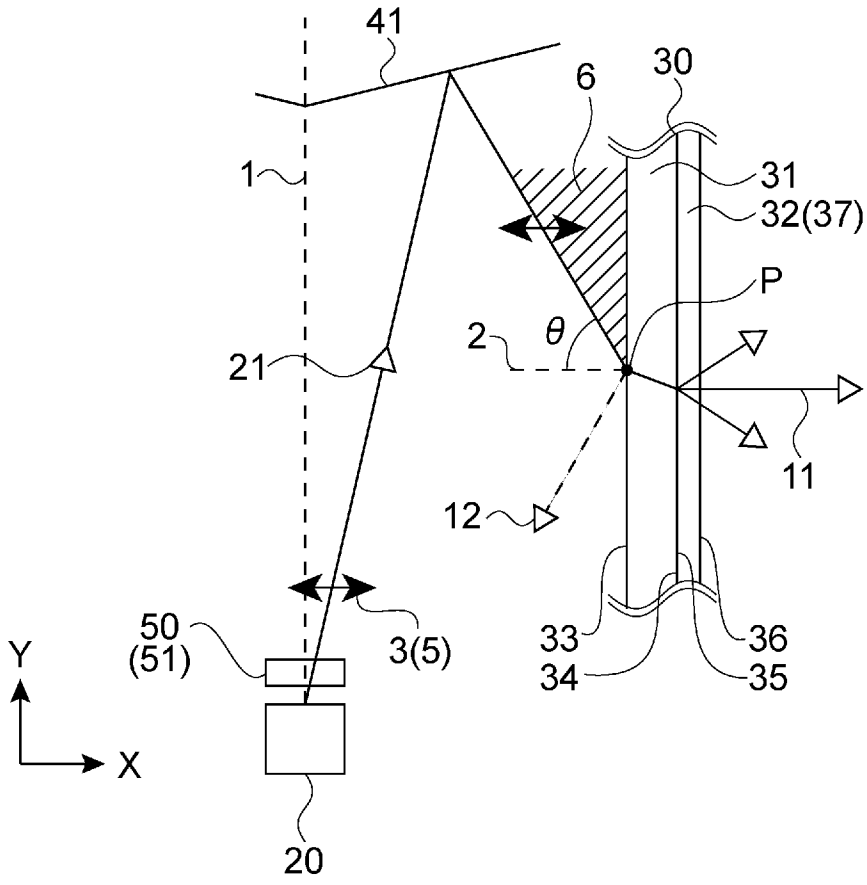
[図3]


X
Z
後
4
a
3b
c
d
3c
3d
左
右
3a
1
前

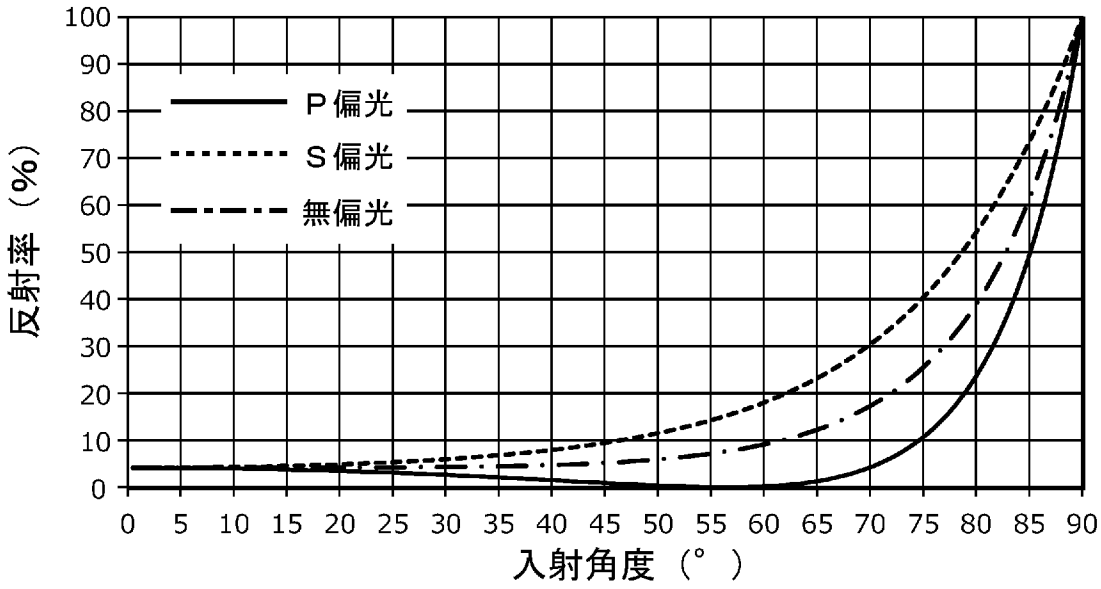
[図4]


1
30
40
(41)
4
50(51)
Y
X
Z
20
3

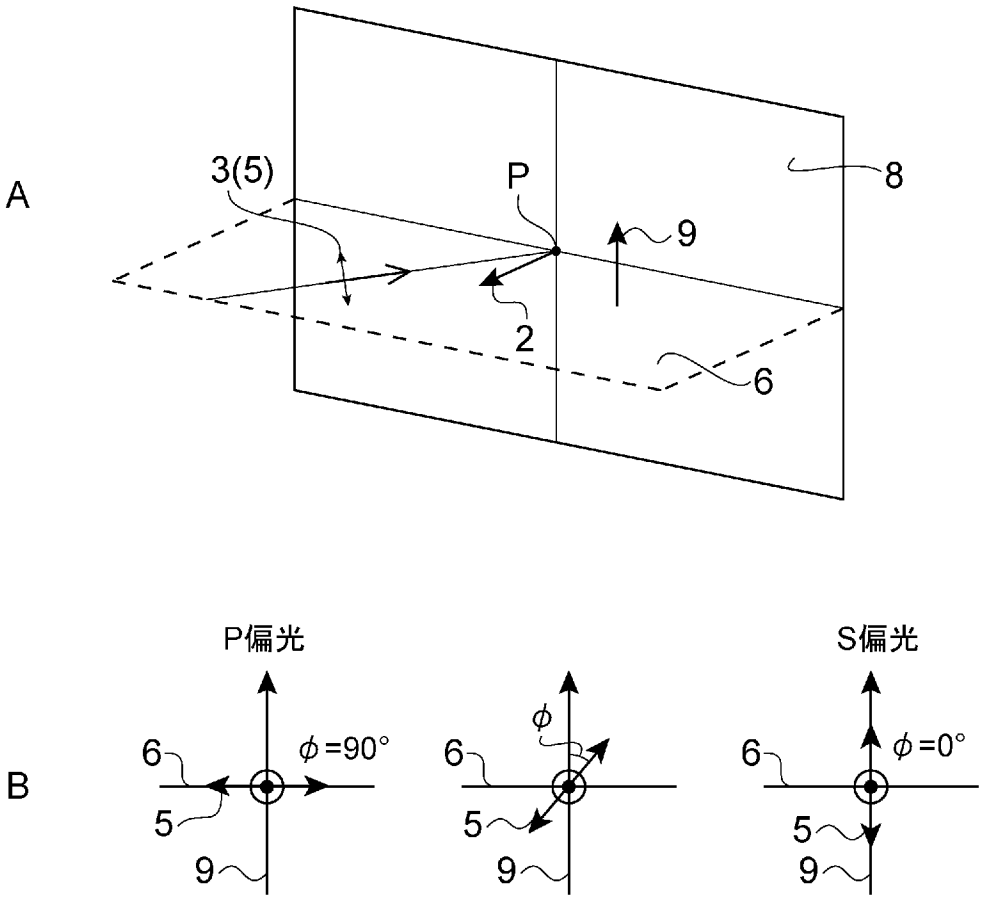
[図5]


41
6
30
1
31
32(37)
P
2
θ
21
11
12
50
(51)
3(5)
33
34
36
35
Y
X
20

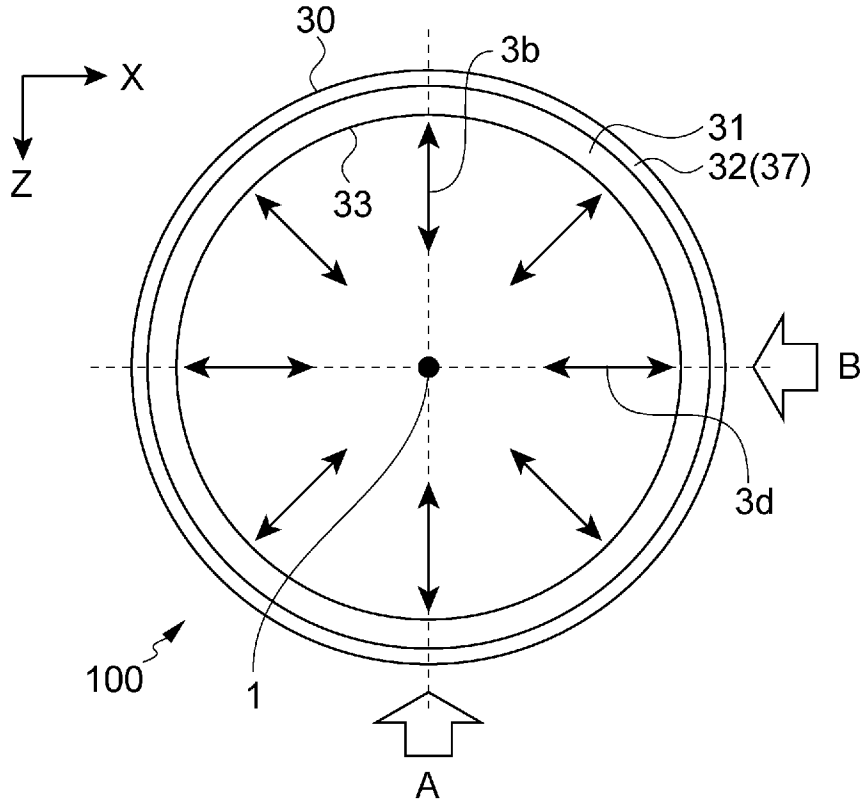
[図6]


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
反射率（%）
P偏光
S偏光
無偏光
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90
入射角度（°）

[図7]

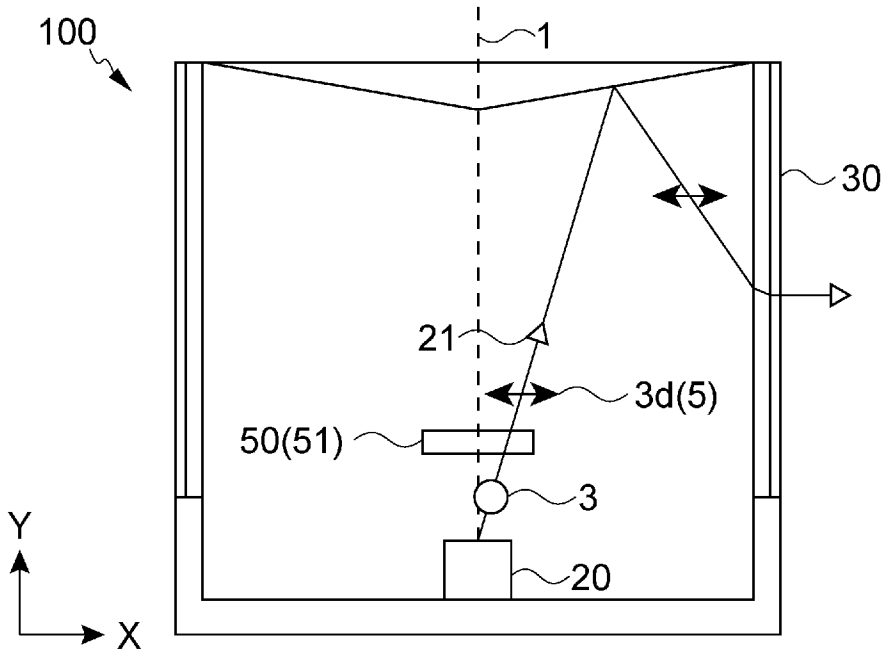

A
3(5)
P
8
9
2
6
B
P偏光
S偏光
6
φ=90°
5
9
φ
φ=0°

[図8]

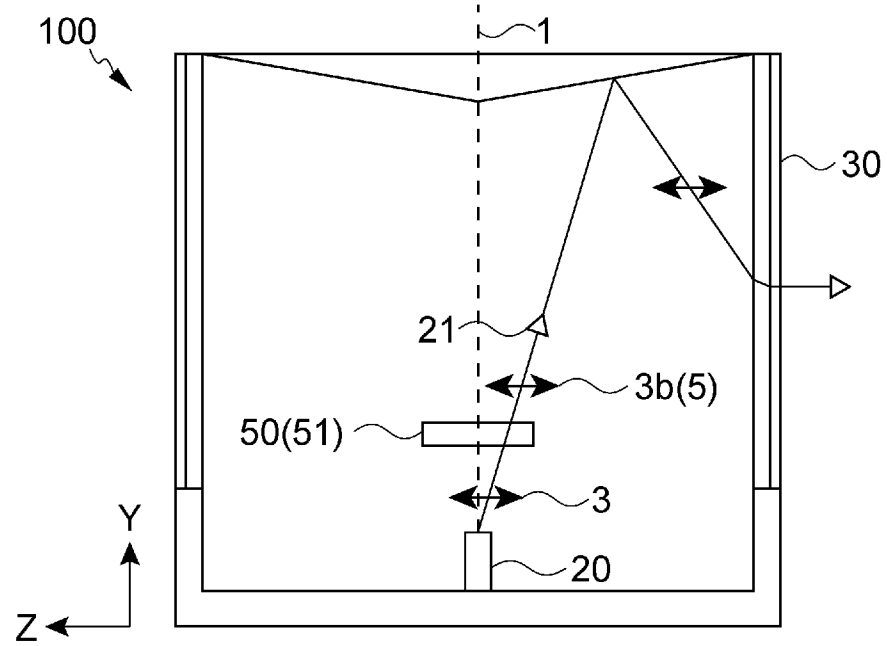


[図9]

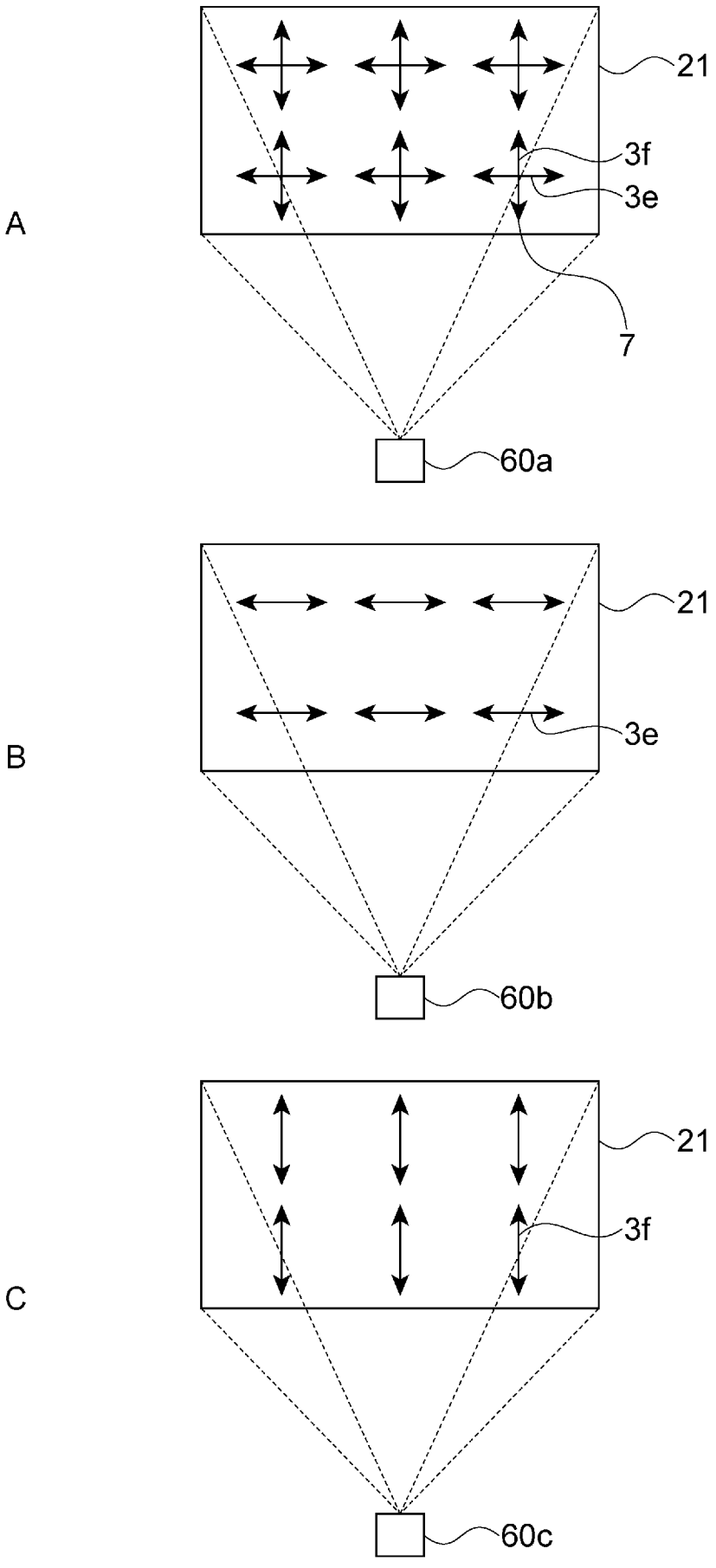
A



B

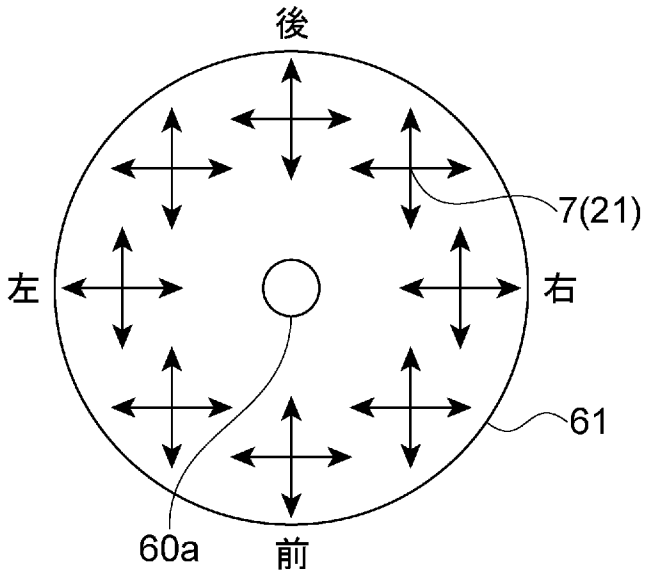


[図10]

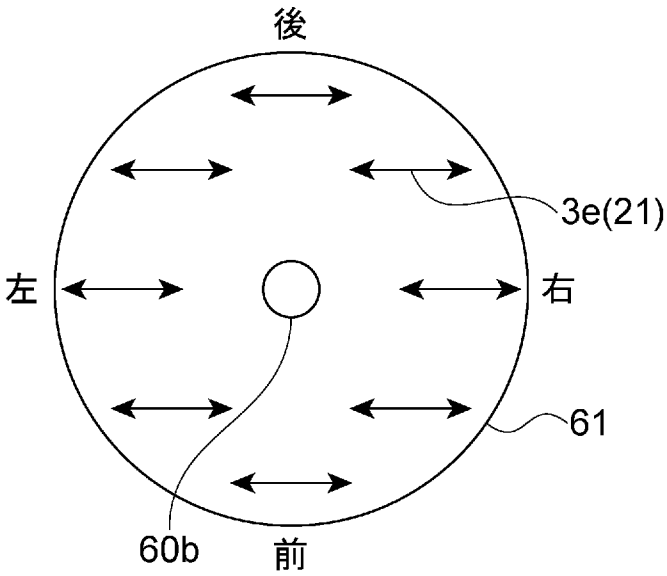


[図11]

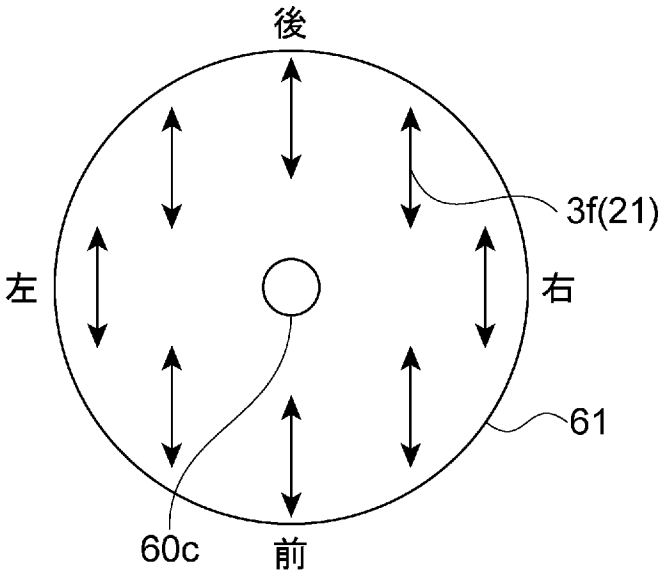
A



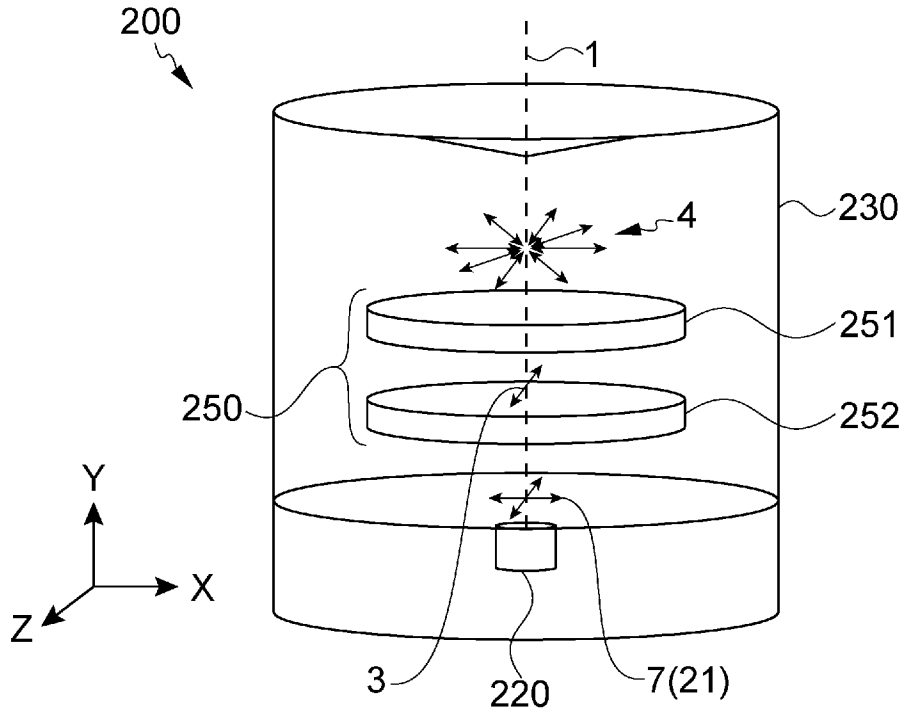
B



C



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/025605

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G03B21/14(2006.01)i, G03B21/28(2006.01)i, G03B21/60(2014.01)i, G03B21/604(2014.01)i, G03B21/62(2014.01)i, H04N5/74(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)
Int.Cl. G02B5/00-5/136, G02B5/30, G02B6/35, G02B26/00-27/64, G03B21/00-21/10, G03B21/12-21/30, G03B21/56-21/64, G03B33/00-33/16, G09F19/18, G09F19/22, H04N5/222-5/257, H04N5/66-5/74

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
X Y	JP 2001-42260 A (LABORATORIES OF IMAGE INFORMATION SCIENCE & TECHNOLOGY) 16 February 2001, paragraphs [0016]-[0024], fig. 1-3 (Family: none)	1-2, 9-12, 15-16, 19 17-18, 20
X Y	JP 2006-243429 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 14 September 2006, paragraphs [0014]-[0028], fig. 1 (Family: none)	1-2, 9-12, 15, 19-20 18

☒ 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 05.08.2019	Date of mailing of the international search report 20.08.2019
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

International application No.
PCT/JP2019/025605

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2001-330891 A (CANON INC.) 30 November 2001, paragraphs [0013]-[0018], fig. 1 (Family: none)	1-2, 9-12, 15, 19-20 18
Y	WO 2014/188978 A1 (SHARP CORPORATION) 27 November 2014, paragraph [0088], fig. 14 & US 2016/0139497 A1, paragraph [0112], fig. 14	17
Y	JP 2014-191177 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 06 October 2014, paragraphs [0038]-[0048], fig. 1 (Family: none)	17
Y	JP 11-338056 A (NISSHO GIKEN KK) 10 December 1999, paragraphs [0025]-[0036], [0047]-[0049], fig. 1, 4 (Family: none)	18
Y	WO 2011/070777 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 16 June 2011, paragraphs [0012]-[0014], [0025], [0052], [0053], fig. 1, 6, 11 & US 2012/0224109 A1, paragraphs [0062]-[0064], [0075], [0102], [0103], fig. 1, 6, 11 & CN 102652272 A	18
Y	JP 2017-111429 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 22 June 2017, paragraph [0019], fig. 1 & US 2017/0168294 A1, paragraph [0032], fig. 1	20
Y	JP 2016-200682 A (DAI NIPPON PRINTING CO., LTD.) 01 December 2016, paragraphs [0010], [0011], fig. 1 (Family: none)	20
A	JP 2013-250561 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 12 December 2013, entire text, all drawings & US 2009/0096992 A1	1-20
A	JP 2017-173788 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 28 September 2017, entire text, all drawings & US 2017/0269360 A1	1-20
A	JP 2003-344962 A (CANON INC.) 03 December 2003, entire text, all drawings (Family: none)	1-20
A	JP 2007-218945 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 30 August 2007, entire text, all drawings (Family: none)	1-20
A	JP 2006-308745 A (CASIO COMPUTER CO., LTD.) 09 November 2006, entire text, all drawings (Family: none)	1-20

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０２５６０５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G03B21/14(2006.01)i, G03B21/28(2006.01)i, G03B21/60(2014.01)i, G03B21/604(2014.01)i, G03B21/62(2014.01)i, H04N5/74(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B5/00-5/136, G02B5/30, G02B6/35, G02B26/00-27/64, G03B21/00-21/10, G03B21/12-21/30, G03B21/56-21/64, G03B33/00-33/16, G09F19/18, G09F19/22, H04N5/222-5/257, H04N5/66-5/74

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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
X	JP 2001-42260 A (財団法人イメージ情報科学研究所) 2001.02.16, 段落[0016]-[0024], 図 1-3 (ファミリーなし)	1-2, 9-12, 15-16, 19
Y		17-18, 20
X	JP 2006-243429 A (セイコーエプソン株式会社) 2006.09.14, 段落[0014]-[0028], 図 1 (ファミリーなし)	1-2, 9-12, 15, 19-20
Y		18

☑　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	国際調査報告の発送日
０５．０８．２０１９	２０．０８．２０１９

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）　２Ｉ　８３５４
石本　努
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７３

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	関連する請求項の番号
X	JP 2001-330891 A (キヤノン株式会社) 2001.11.30, 段落[0013]-[0018],図1 (ファミリーなし)	1-2,9-12,15, 19-20
Y		18
Y	WO 2014/188978 A1 (シャープ株式会社) 2014.11.27, 段落[0088], 図14 & US 2016/0139497 A1,段落[0112],図14	17
Y	JP 2014-191177 A (セイコーエプソン株式会社) 2014.10.06, 段落[0038]-[0048],図1 (ファミリーなし)	17
Y	JP 11-338056 A (日照技研株式会社) 1999.12.10, 段落[0025]-[0036],[0047]-[0049],図1,4 (ファミリーなし)	18
Y	WO 2011/070777 A1 (三菱電機株式会社) 2011.06.16, 段落[0012]-[0014],[0025],[0052]-[0053],図1,6,11 & US 2012/0224109 A1,段落[0062]-[0064],[0075],[0102]-[0103], 図1,6,11 & CN 102652272 A	18
Y	JP 2017-111429 A (パナソニックＩＰマネジメント株式会社) 2017.06.22, 段落[0019],図1 & US 2017/0168294 A1,段落[0032], 図1	20
Y	JP 2016-200682 A (大日本印刷株式会社) 2016.12.01, 段落[0010]-[0011],図1 (ファミリーなし)	20
A	JP 2013-250561 A (三洋電機株式会社) 2013.12.12, 全文, 全図 & US 2009/0096992 A1	1-20
A	JP 2017-173788 A (パナソニックＩＰマネジメント株式会社) 2017.09.28, 全文, 全図 & US 2017/0269360 A1	1-20
A	JP 2003-344962 A (キヤノン株式会社) 2003.12.03, 全文,全図 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2007-218945 A (セイコーエプソン株式会社) 2007.08.30, 全文,全図 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2006-308745 A (カシオ計算機株式会社) 2006.11.09, 全文,全図 (ファミリーなし)	1-20