

(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
2024年4月4日(04.04.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/070702 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 30/56 (2020.01) **G02B 5/04** (2006.01)
F21S 2/00 (2016.01) **G02B 5/08** (2006.01)
G02B 1/11 (2015.01) **G03B 35/00** (2021.01)
G02B 5/00 (2006.01) **G09F 9/00** (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/033389

(22) 国際出願日: 2023年9月13日(13.09.2023)

(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 2022-153813 2022年9月27日(27.09.2022) JP

(71) 出願人: T O P P A N ホールディングス株式会社 (TOPPAN HOLDINGS INC.) [JP/JP]; 〒1100016 東京都台東区台東一丁目5番1号 Tokyo (JP).

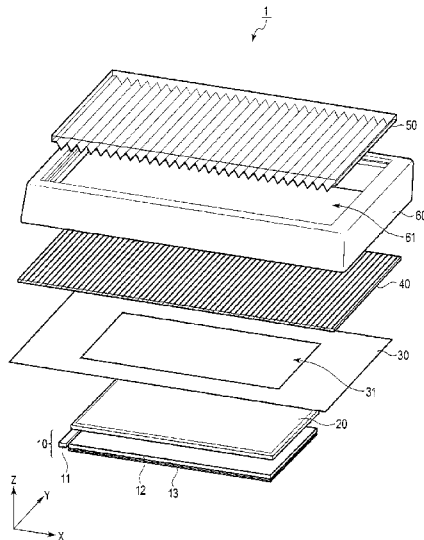
(72) 発明者: 代 工 康 宏 (DAIKU, Yasuhiro); 〒1100016 東京都台東区台東一丁目5番1号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人鈴榮特許総合事務所 (SUZUYE & SUZUYE); 〒1050014 東京都港区芝三丁目23番1号 セレスティン芝三井ビルディング11階 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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.

(54) Title: AERIAL DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 空中表示装置



(57) Abstract: This aerial display device comprises: a display element (20) that displays an image; an optical element (50) that is disposed to receive light from the display element (20), and that reflects the light from the display element (20) to the side opposite from the display element (20) to form an aerial image in air; and a housing (60) that is configured to surround the peripheries of the optical element (50) and fixes the optical element (50). The area of an element disposed opposite the optical element (50) is greater than the area of the optical element (50).

(57) 要約: 空中表示装置は、画像を表示する表示素子(20)と、表示素子(20)からの光を受け取るように配置され、表示素子(20)からの光を、表示素子(20)と反対側に反射し、空中に空中像を結像する光学素子(50)と、光学素子(50)の周囲を囲むように構成され、光学素子(50)を固定する筐体(60)とを含む。光学素子(50)と対向して配置される素子の面積は、光学素子(50)の面積より大きい。

(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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：空中表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、空中表示装置に関する。

背景技術

[0002] 画像や動画などを空中像として表示可能な空中表示装置が研究され、新しいヒューマン・マシン・インターフェースとして期待されている。空中表示装置は、例えば、2面コーナリフレクタがアレイ状に配列された2面コーナリフレクタアレイを備え、表示素子の表示面から出射される光を反射し、空中に実像を結像する。2面コーナリフレクタアレイによる表示方法は、収差が無く、面对称位置に実像（空中像）を表示することができる。

[0003] 特許文献1は、透明平板の表面から突出した透明な四角柱を2面コーナリフレクタとして使用し、複数の四角柱を平面上にアレイ状に配置した光学素子を開示している。また、特許文献2は、第1及び第2光制御パネルの各々を、透明平板の内部に垂直に複数の平面光反射部を並べて形成し、第1及び第2光制御パネルを、互いの平面光反射部が直交するように配置した光学素子を開示している。特許文献1、2の光学素子は、表示素子から出射された光を直交する反射面で2回反射させ、空中像を生成している。

[0004] 特許文献1、2の光学素子を利用した表示装置は、光学素子の斜方向から観察することで空中像を認識できるものであり、光学素子の法線方向からの観察では良好な空中像を認識することは難しい。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特開2011-191404号公報

特許文献2：日本国特開2011-175297号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、表示品質を向上させることが可能な空中表示装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の第1態様によると、画像を表示する表示素子と、前記表示素子からの光を受け取るように配置され、前記表示素子からの光を、前記表示素子と反対側に反射し、空中に空中像を結像する光学素子と、前記光学素子の周囲を囲むように構成され、前記光学素子を固定する筐体とを具備し、前記光学素子と対向して配置される素子の面積は、前記光学素子の面積より大きい、空中表示装置が提供される。

[0008] 本発明の第2態様によると、前記表示素子と前記光学素子との間に配置され、前記表示素子からの光のうち斜め方向の光成分を透過する配向制御素子をさらに具備し、前記配向制御素子の面積は、前記光学素子の面積より大きい、第1態様に係る空中表示装置が提供される。

[0009] 本発明の第3態様によると、前記配向制御素子の外周は、前記筐体まで延びる、第2態様に係る空中表示装置が提供される。

[0010] 本発明の第4態様によると、前記配向制御素子の底面に設けられ、前記表示素子からの光を通過する開口部を有し、光を吸収する光吸収層をさらに具備する、第2態様に係る空中表示装置が提供される。

[0011] 本発明の第5態様によると、前記光吸収層の外周は、前記配向制御素子の外周まで延びる、第4態様に係る空中表示装置が提供される。

[0012] 本発明の第6態様によると、前記配向制御素子は、交互に配置された複数の透明部材及び複数の遮光部材を含み、前記複数の遮光部材は、前記配向制御素子の法線方向に対して傾いている、第2態様に係る空中表示装置が提供される。

[0013] 本発明の第7態様によると、前記配向制御素子の上面に設けられた反射防止層をさらに具備する、第2態様に係る空中表示装置が提供される。

[0014] 本発明の第8態様によると、前記表示素子と前記光学素子との間に配置され、透明な支持部材をさらに具備し、前記支持部材の面積は、前記光学素子の面積より大きい、第1態様に係る空中表示装置が提供される。

- [0015] 本発明の第 9 態様によると、前記支持部材の外周は、前記筐体まで延びる、第 8 態様に係る空中表示装置が提供される。
- [0016] 本発明の第 10 態様によると、前記支持部材の底面に設けられ、前記表示素子からの光を通過する開口部を有し、光を吸収する光吸収層をさらに具備する、第 8 態様に係る空中表示装置が提供される。
- [0017] 本発明の第 11 態様によると、前記光吸収層の外周は、前記支持部材の外周まで延びる、第 10 態様に係る空中表示装置が提供される。
- [0018] 本発明の第 12 態様によると、前記支持部材の上面に設けられた反射防止層をさらに具備する、第 8 態様に係る空中表示装置が提供される。
- [0019] 本発明の第 13 態様によると、前記光学素子は、平面状の基材と、前記基材の下に設けられ、それぞれが第 1 方向に延び、前記第 1 方向に直交する第 2 方向に並んだ複数の光学要素とを含み、前記複数の光学要素の各々は、前記基材の法線方向に対してそれぞれが傾き、互いに接する入射面及び反射面を有する、第 1 態様に係る空中表示装置が提供される。
- [0020] 本発明の第 14 態様によると、前記表示素子及び前記光学素子は、互いに平行に配置される、第 1 態様に係る空中表示装置が提供される。

発明の効果

- [0021] 本発明によれば、表示品質を向上させることが可能な空中表示装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0022] [図1]図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る空中表示装置の分解図である。
- [図2]図 2 は、図 1 に示した空中表示装置の平面図である。
- [図3]図 3 は、図 2 の A - A' 線に沿った空中表示装置の断面図である。
- [図4]図 4 は、空中表示装置の光路を説明する模式的な側面図である。
- [図5A]図 5 A は、図 1 に示した配向制御素子の平面図である。
- [図5B]図 5 B は、図 5 A の B - B' 線に沿った配向制御素子の断面図である。
- 。
- [図6]図 6 は、配向制御素子の面積を説明する模式的な断面図である。

[図7]図7は、図1に示した光学素子の斜視図である。

[図8]図8は、空中表示装置のブロック図である。

[図9]図9は、光学素子における光の反射の様子を説明する斜視図である。

[図10]図10は、光学素子における光の反射の様子を説明するXZ面の側面図である。

[図11]図11は、光学素子における光の反射の様子を説明するYZ面の側面図である。

[図12]図12は、光学素子における入射面及び反射面の角度条件を説明する図である。

[図13]図13は、空中表示装置に入射する外光の様子を説明する図である。

[図14]図14は、変形例に係る空中表示装置の断面図である。

[図15]図15は、比較例に係る空中表示装置の分解図である。

[図16]図16は、比較例に係る空中表示装置のX方向に沿った部分断面図である。

[図17]図17は、空中表示装置に入射する外光の様子を説明する図である。

[図18]図18は、表示素子像と光学素子像とを説明する図である。

[図19]図19は、本発明の第2実施形態に係る空中表示装置のX方向に沿った断面図である。

[図20]図20は、空中表示装置の内部で反射される光の様子を説明する図である。

[図21]図21は、本発明の第3実施形態に係る空中表示装置の分解図である。

[図22]図22は、図21に示した空中表示装置のX方向に沿った断面図である。

[図23]図23は、空中表示装置に入射する外光の様子を説明する図である。

[図24]図24は、変形例に係る空中表示装置の断面図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、実施形態について図面を参照して説明する。ただし、図面は模式的

または概念的なものであり、各図面の寸法および比率等は必ずしも現実のものと同じとは限らない。また、図面の相互間で同じ部分を表す場合においても、互いの寸法の関係や比率が異なって表される場合もある。特に、以下に示す幾つかの実施形態は、本発明の技術思想を具体化するための装置および方法を例示したものであって、構成部品の形状、構造、配置等によって、本発明の技術思想が特定されるものではない。なお、以下の説明において、同一の機能及び構成を有する要素については同一符号を付し、重複する説明は省略する。

[0024] [1] 第1実施形態

[1-1] 空中表示装置1の構成

図1は、本発明の第1実施形態に係る空中表示装置1の分解図である。図1において、X方向は、空中表示装置1のある1辺に沿った方向であり、Y方向は、水平面内においてX方向に直交する方向であり、Z方向は、XY面に直交する方向（法線方向ともいう）である。図2は、図1に示した空中表示装置1の平面図である。図3は、図2のA-A'線に沿った空中表示装置1の断面図である。図4は、空中表示装置1の光路を説明する模式的な側面図である。

[0025] 空中表示装置1は、画像（動画を含む）を表示する装置である。空中表示装置1は、自身の光出射面の上方の空中に、空中像を表示する。「空中像を表示する」とは、「空中像を結像する」と同じ意味である。空中表示装置1の光出射面とは、空中表示装置1を構成する複数の部材のうち最上層に配置された部材の上面を意味する。空中像とは、空中に結像する実像である。

[0026] 空中表示装置1は、照明素子（バックライトともいう）10、表示素子20、光吸収層30、配向制御素子40、光学素子50、及び筐体60を備える。照明素子10、表示素子20、光吸収層30、配向制御素子40、及び光学素子50は、この順にZ方向に沿って配置され、互いに平行に配置される。照明素子10、表示素子20、及び配向制御素子40は、互いに所望の間隔を空けるようにして、図示せぬ固定部材で所望の位置に固定される。

- [0027] 照明素子 10 は、照明光を発光し、この照明光を表示素子 20 に向けて出射する。照明素子 10 は、光源部 11、導光板 12、及び反射シート 13 を備える。照明素子 10 は、例えばサイドライト型の照明素子である。照明素子 10 は、面光源を構成する。照明素子 10 は、後述する角度 θ_1 の斜め方向に光強度がピークになるように構成してもよい。
- [0028] 光源部 11 は、導光板 12 の側面に向き合うように配置される。光源部 11 は、導光板 12 の側面に向けて光を発光する。光源部 11 は、例えば白色 LED (Light Emitting Diode) からなる複数の発光素子を含む。導光板 12 は、光源部 11 からの照明光を導光し、照明光を自身の上面から出射する。反射シート 13 は、導光板 12 の底面から出射した照明光を、再び導光板 12 に向けて反射する。照明素子 10 は、導光板 12 の上面に、光学特性を向上させる部材（プリズムシート、及び拡散シートを含む）を備えていてもよい。
- [0029] 表示素子 20 は、透過型の表示素子である。表示素子 20 は、例えば液晶表示素子で構成される。表示素子 20 の駆動モードについては特に限定されず、TN (Twisted Nematic) モード、VA (Vertical Alignment) モード、又はホモジニアスモードなどを用いることができる。表示素子 20 は、照明素子 10 から出射された照明光を受ける。表示素子 20 は、照明素子 10 からの照明光を透過して光変調を行う。そして、表示素子 20 は、その表示面に所望の画像を表示する。
- [0030] 光吸収層 30 は、光を吸収するとともに、光を遮光する機能を有する。光吸収層 30 は、四角形の開口部 31 を有する。開口部 31 は、表示素子 20 の表示面とほぼ同じ面積を有し、表示素子 20 の表示面を露出する。光吸収層 30 の外周は、配向制御素子 40 の外周まで延びる。光吸収層 30 は、例えば、黒の染料又は顔料が混入された樹脂で構成される。光吸収層 30 は、フィルム状に形成され、配向制御素子 40 の底面に、透明な接着剤を用いて接着される。光吸収層 30 は、表示素子 20 の外周部分に透明な接着剤を用いて接着される。光吸収層 30 は、黒の塗料で構成され、この黒の塗料を配

向制御素子 40 の底面に塗布して形成してもよい。

[0031] 配向制御素子 40 は、不要光を低減する機能を有する。不要光とは、空中像を生成するのに寄与しない光成分であり、法線方向に光学素子 50 を透過する光成分を含む。配向制御素子 40 は、法線方向に対して角度 θ_1 の斜め方向を中心として所定の角度範囲の光成分を透過するとともに、上記角度範囲以外の光成分を遮光するように構成される。配向制御素子 40 の詳細な構成については後述する。

[0032] 配向制御素子 40 の面積は、表示素子 20 の面積より大きい。配向制御素子 40 の X 方向の長さは、表示素子 20 の X 方向の長さより長い。図 3 において、配向制御素子 40 の右側の端は、表示素子 20 の右側の端より右側に位置し、配向制御素子 40 の左側の端は、表示素子 20 の左側の端より左側に位置する。配向制御素子 40 の Y 方向の長さは、表示素子 20 の Y 方向の長さより長い。

[0033] 光学素子 50 は、底面側から入射した光を上面側に反射する。また、光学素子 50 は、底面側から斜めに入射した入射光を、例えば正面方向（法線方向）に反射する。光学素子 50 の詳細な構成については後述する。

[0034] 光学素子 50 の面積は、表示素子 20 の面積より大きく、配向制御素子 40 の面積より小さい。光学素子 50 の X 方向の長さは、表示素子 20 の X 方向の長さより長く、配向制御素子 40 の X 方向の長さより短い。図 3 において、光学素子 50 の右側の端は、表示素子 20 の右側の端と配向制御素子 40 の右側の端との間に位置し、光学素子 50 の左側の端は、表示素子 20 の左側の端と配向制御素子 40 の左側の端との間に位置する。光学素子 50 の Y 方向の長さは、表示素子 20 の Y 方向の長さより長く、配向制御素子 40 の Y 方向の長さより短い。

[0035] 光学素子 50 は、空中に空中像 2 を結像する。空中像 2 は、光学素子 50 の素子面に平行であり、2 次元の画像である。素子面とは、光学素子 50 が面内方向に広がる仮想的な平面を言う。素子面は、面内と同じ意味である。その他の素子の素子面についても同様の意味である。光学素子 50 の正面に

いる観察者3は、光学素子50によって結像された空中像2を視認することができる。

[0036] 筐体60は、四角形の枠形状を有し、4個の側板を備える。筐体60の側板は、断面形状が逆L字形を有する。筐体60の上部には、四角形の開口部61が設けられるとともに、開口部61の周囲に沿って段差が設けられる。光学素子50は、筐体60の上部の段差に載置されるとともに、開口部61に嵌め込まれる。筐体60と光学素子50とは、透明な接着剤で接着される。

[0037] 筐体60の下部の開口部の面積は、配向制御素子40の面積と同じに設定される。筐体60の下部の開口部には、配向制御素子40が嵌め込まれる。筐体60と配向制御素子40とは、透明な接着剤で接着される。

[0038] 筐体60は、光の反射を低減可能な材料で構成することが望ましい。筐体60は、例えば、黒色の樹脂で構成される。筐体60は、例えば、その内側の面が粗面処理される。粗面処理された面は、光の反射を低減することが可能である。

[0039] なお、筐体60の底部の構成については任意の構成を用いることが可能である。筐体60は、照明素子10、表示素子20、光吸収層30、配向制御素子40、及び光学素子50を収容可能な箱形状で構成してもよく、すなわち、照明素子10の下部に配置された底板を有する箱で構成してもよい。この構成例の場合、筐体60は、照明素子10、表示素子20、及び配向制御素子40を所望の位置に固定する固定部材を備える。

[0040] [1-1-1] 配向制御素子40の構成

図5Aは、図1に示した配向制御素子40の平面図である。図5Bは、図5AのB-B'線に沿った配向制御素子40の断面図である。

[0041] 基材41は、XY面において平面状に構成され、直方体を有する。基材41は、光を透過する。

[0042] 基材41上には、それぞれがY方向に延び、X方向に並んだ複数の透明部材43が設けられる。また、基材41上には、それぞれがY方向に延び、X

方向に並んだ複数の遮光部材 4 4 が設けられる。複数の透明部材 4 3 と複数の遮光部材 4 4 とは、隣接するもの同士が接するようにして交互に配置される。

[0043] 複数の透明部材 4 3 及び複数の遮光部材 4 4 上には、基材 4 2 が設けられる。基材 4 2 は、X Y 面において平面状に構成され、直方体を有する。基材 4 2 は、光を透過する。

[0044] 透明部材 4 3 は、X Z 面において、基材 4 1 の法線方向に対して角度 θ_1 の斜め方向に延びる。透明部材 4 3 は、X Z 面において、側面が角度 θ_1 だけ傾いた平行四辺形である。透明部材 4 3 は、光を透過する。

[0045] 遮光部材 4 4 は、X Z 面において、基材 4 1 の法線方向に対して角度 θ_1 の斜め方向に延びる。遮光部材 4 4 は、X Z 面において、側面が角度 θ_1 だけ傾いた平行四辺形である。遮光部材 4 4 は、光を遮光する。遮光部材 4 4 の厚みは、透明部材 4 3 の厚みより薄く設定される。

[0046] 隣接する 2 個の遮光部材 4 4 は、Z 方向において互いの端部が若干重なるように配置される。

[0047] 基材 4 1、4 2、及び透明部材 4 3 としては、ガラス、又は透明な樹脂（アクリル樹脂を含む）が用いられる。遮光部材 4 4 としては、例えば、黒の染料又は顔料が混入された樹脂が用いられる。

[0048] なお、基材 4 1、4 2 の一方又は両方を省略して、配向制御素子 4 0 を構成してもよい。複数の透明部材 4 3 と複数の遮光部材 4 4 とが交互に配置されていれば、配向制御素子 4 0 の機能を実現できる。

[0049] このように構成された配向制御素子 4 0 は、法線方向に対して角度 θ_1 の斜め方向の光強度がピークになるように、表示光を透過することができる。角度 θ_1 は、例えば 10 度以上 60 度以下に設定される。例えば、配向制御素子 4 0 は、法線方向に対して $30^\circ \pm 30^\circ$ の範囲以外の光成分を遮光するように構成される。望ましくは、配向制御素子 4 0 は、法線方向に対して $30^\circ \pm 20^\circ$ の範囲以外の光成分を遮光するように構成される。

[0050] 図 6 は、配向制御素子 4 0 の面積を説明する模式的な断面図である。本実

施形態では、光学素子50と向き合う素子である配向制御素子40は、少なくともX方向における長さが、光学素子50のX方向の長さより長く設定される。

[0051] 図6における点“o'”は、配向制御素子40から出射する光の任意の位置である。図6における点“o' ”は、光学素子50から出射された光が結像する位置であり、空中像2が形成される位置である。点“o' ”から延びる矢印は、主光線を意味する。主光線とは、放射状に拡がる光成分の中心を通る光線である。

[0052] 配向制御素子40のX方向における長さlは、以下の式(1)で表される。

$$l \leq x + 2 * x' = x + 2 * y' * \tan \theta。 \quad \dots (1)$$

$$x' = y' * \tan \theta。$$

x: 筐体60の開口部61のX方向における長さ

y: 光学素子50から空中像2までの距離

x': 光学素子50から筐体60のX方向における端部までの距離

y': 光学素子50から配向制御素子40までの距離

θ : 主光線の出射角(配向制御素子40の垂線と主光線とのなす角度)

[0053] 開口部61のX方向における長さxは、空中表示装置1に求められる仕様に基づいて設計される設計値である。光学素子50から空中像2までの距離yは、空中表示装置1に求められる仕様に基づいて設計される設計値である。光学素子50から配向制御素子40までの距離y'は、距離yに基づいて最適に設計される設計値である。

[0054] 配向制御素子40のX方向における長さlを長くするほど、筐体60のサイズが大きくなる。よって、筐体60のサイズを小さくする観点では、“ $l = x + 2 * x'$ ”が最も望ましい。

[0055] また、配向制御素子40は、Y方向における長さが、光学素子50のY方向の長さより長く設定される。

[0056] [1-1-2] 光学素子50の構成

図 7 は、図 1 に示した光学素子 50 の斜視図である。図 7 には、光学素子 50 の一部を拡大した拡大図も図示している。図 7 の拡大図は、XZ 面における側面図である。

[0057] 光学素子 50 は、基材 51、及び複数の光学要素 52 を備える。基材 51 は、XY 面において平面状に構成され、直方体を有する。

[0058] 基材 51 の底面には、複数の光学要素 52 が設けられる。複数の光学要素 52 の各々は、三角柱で構成される。光学要素 52 は、三角柱の 3 側の側面が XY 面と平行になるように配置され、1 つの側面が基材 51 に接する。複数の光学要素 52 は、それぞれが Y 方向に延び、X 方向に並んで配置される。換言すると、複数の光学要素 52 は、XZ 面において鋸歯状を有する。

[0059] 複数の光学要素 52 の各々は、入射面 53 及び反射面 54 を有する。Y 方向から見て、左側の側面が入射面 53 であり、右側の側面が反射面 54 である。入射面 53 は、表示素子 20 からの光が入射する面である。反射面 54 は、入射面 53 に外部から入射した光を、光学要素 52 の内部で反射する面である。入射面 53 と反射面 54 とは、角度 θ_0 を有する。

[0060] 基材 51 及び光学要素 52 は、透明材料で構成される。光学要素 52 は、例えば、基材 51 と同じ透明材料によって基材 51 と一体的に形成される。基材 51 と光学要素 52 とを個別に形成し、透明な接着剤を用いて基材 51 に光学要素 52 を接着してもよい。基材 51 及び光学要素 52 を構成する透明材料としては、ガラス、又は透明な樹脂（アクリル樹脂を含む）が用いられる。

[0061] このように構成された光学素子 50 は、入射光を内部で反射して、空中に実像を結像する。また、光学素子 50 は、素子面の正面の位置に、空中像を結像する。

[0062] [1-1-3] 空中表示装置 1 のブロック構成

図 8 は、空中表示装置 1 のブロック図である。空中表示装置 1 は、制御部 70、記憶部 71、入出力インターフェース（入出力 I/F）72、表示部 73、及び入力部 74 を備える。制御部 70、記憶部 71、及び入出力インタ

ーフェース 7 2 は、バス 7 5 を介して互いに接続される。

[0063] 入出力インターフェース 7 2 は、表示部 7 3、及び入力部 7 4 に接続される。入出力インターフェース 7 2 は、表示部 7 3、及び入力部 7 4 のそれぞれに対して、所定の規格に応じたインターフェース処理を行う。

[0064] 表示部 7 3 は、照明素子 1 0、及び表示素子 2 0 を備える。表示部 7 3 は、画像を表示する。

[0065] 制御部 7 0 は、CPU (Central Processing Unit) や MPU (Micro Processing Unit) 等の 1 つ以上のプロセッサにより構成される。制御部 7 0 は、記憶部 7 1 に格納されたプログラムを実行することで各種機能を実現する。制御部 7 0 は、表示処理部 7 0 A、及び情報処理部 7 0 B を備える。

[0066] 表示処理部 7 0 A は、表示部 7 3 (具体的には、照明素子 1 0、及び表示素子 2 0) の動作を制御する。表示処理部 7 0 A は、照明素子 1 0 のオン及びオフを制御する。表示処理部 7 0 A は、表示素子 2 0 に画像信号を送信し、表示素子 2 0 に画像を表示させる。

[0067] 情報処理部 7 0 B は、空中表示装置 1 が表示する画像を生成する。情報処理部 7 0 B は、記憶部 7 1 に格納された画像データを用いることが可能である。情報処理部 7 0 B は、図示せぬ通信機能を用いて外部から画像データを取得してもよい。

[0068] 記憶部 7 1 は、ROM (Read Only Memory)、HDD (Hard Disk Drive)、及びSSD (Solid State Drive) 等の不揮発性記憶装置と、RAM (Random Access Memory)、及びレジスタ等の揮発性記憶装置とを含む。記憶部 7 1 は、制御部 7 0 が実行するプログラムを格納する。記憶部 7 1 は、制御部 7 0 の制御に必要な各種データを格納する。さらに、記憶部 7 1 は、空中表示装置 1 が表示する画像のデータを格納する。

[0069] 入力部 7 4 は、例えばタッチパネルやボタンなどを含み、ユーザが入力した情報を受け付ける。情報処理部 7 0 B は、入力部 7 4 が受け付けた情報に基づいて、表示部 7 3 に表示する画像を選択することが可能である。

[0070] [1-2] 空中表示装置 1 の動作

次に、上記のように構成された空中表示装置 1 の動作について説明する。

[0071] [1-2-1] 表示動作

図 4 の矢印は、光路を示している。図 4 に示すように、表示素子 20 の任意の点 “o” から出射された光は、配向制御素子 40 に入射する。表示素子 20 から出射された光のうち角度 θ_1 の光成分（角度 θ_1 を中心とした所定の角度範囲の光成分を含む）は、配向制御素子 40 を透過する。配向制御素子 40 を透過した光は、光学素子 50 に入射する。光学素子 50 は、入射光を、配向制御素子 40 と反対側の空中に結像し、空中に空中像 2 を表示する。

[0072] 図 9 は、光学素子 50 における光の反射の様子を説明する斜視図である。

図 10 は、光学素子 50 における光の反射の様子を説明する XZ 面の側面図である。図 10 は、観察者 3 の両目（すなわち、両目を結ぶ線）が X 方向に平行な状態で光学素子 50 を見た図である。図 11 は、光学素子 50 における光の反射の様子を説明する YZ 面の側面図である。図 11 は、観察者 3 の両目が Y 方向に平行な状態で光学素子 50 を見た図である。

[0073] 配向制御素子 40 の任意の点 “o'” から出射された光は、光学素子 50 の入射面 53 に入射し、反射面 54 に到達する。反射面 54 の法線方向に対して臨界角よりも大きい角度で反射面 54 に到達した光は、反射面 54 で全反射され、光学素子 50 の光学要素 52 が形成されている側の反対側の平面から出射される。臨界角とは、その入射角を超えると全反射する最少の入射角である。臨界角は、入射面の垂線に対する角度である。

[0074] 図 10 の XZ 面では、点 “o'” から出射された光は、光学要素 52 の反射面 54 で全反射され、その光は空中で結像されて空中像を生成する。

[0075] 図 11 の YZ 面では、点 “o'” から出射された光は、光学要素 52 の反射面 54 で反射されず、その光は空中で結像することがないため空中像の生成に寄与しない。

[0076] すなわち、観察者 3 が空中像を認識できる条件は、観察者 3 の両眼が X 方向に平行、又はそれに近い状態（例えば X 方向に対して ± 10 度）である。また、観察者 3 の両眼が X 方向に平行、又はそれに近い状態で Y 方向に沿っ

て視点を移動した場合、空中像を常に認識することができる。

[0077] 図 1 2 は、光学素子 5 0 における入射面 5 3 及び反射面 5 4 の角度条件を説明する図である。

[0078] Z 方向（素子面に垂直な方向）に対する入射面 5 3 の角度を θ_2 、Z 方向に対する反射面 5 4 の角度を θ_3 、入射面 5 3 と反射面 5 4 とのなす角度を θ_p とする。角度を θ_p は、以下の式（2）で表される。

$$\theta_p = \theta_2 + \theta_3 \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

[0079] 配向制御素子 4 0 から角度 θ_1 で出射された光は、入射面 5 3 に入射する。光学素子 5 0 の材料の屈折率を n_p 、空気の屈折率を 1 とする。入射面 5 3 における入射角を θ_4 、屈折角を θ_5 とする。反射面 5 4 における入射角を θ_6 、反射角を $\theta_7 (= \theta_6)$ とする。光学素子 5 0 の上面における入射角を θ_8 、屈折角を θ_9 とする。屈折角 θ_9 が出射角である。出射角 θ_9 は、以下の式（3）で表される。

$$\theta_9 = \sin^{-1} (n_p * \sin (\sin^{-1} ((1/n_p) * \sin(90^\circ - (\theta_1 + \theta_2))) + \theta_2 + 2\theta_3 - 90^\circ)) \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

[0080] 反射面 5 4 における臨界角は、以下の式（4）で表される。

$$\text{臨界角} < \theta_6 (= \theta_7)$$

$$\text{臨界角} = \sin^{-1} (1/n_p) \quad \cdot \cdot \cdot (4)$$

[0081] すなわち、反射面 5 4 における入射角 θ_6 は、反射面 5 4 における臨界角より大きく設定される。換言すると、反射面 5 4 の角度 θ_3 は、反射面 5 4 に入射する光の入射角が臨界角より大きくなるように設定される。

[0082] また、入射面 5 3 に入射した光は、入射面 5 3 で全反射されないように設定される。すなわち、入射面 5 3 の角度 θ_2 は、入射面 5 3 に入射する光の入射角が臨界角より小さくなるように設定される。

[0083] 光学素子 5 0 の素子面と空中像 2 の面との角度、及び光学素子 5 0 の素子面と空中像 2 の面との距離は、光学素子 5 0 に入射する光の角度 θ_1 、光学素子 5 0 の屈折率、光学素子 5 0 の入射面 5 3 の角度 θ_2 、光学素子 5 0 の反射面 5 4 の角度 θ_3 を最適に設定することで調整が可能である。

[0084] [1-2-2] 外光の影響について

次に、空中表示装置 1 に入射する外光の影響について説明する。空中表示装置 1 には、外光が入射する。外光は、空中表示装置 1 の外部から空中表示装置 1 に入射する光である。外光は、太陽光、及び屋内の照明器具の光を含む。外光は、偏光していない自然光である。

[0085] 図 1 3 は、空中表示装置 1 に入射する外光の様子を説明する図である。

[0086] 平面視において空中表示装置 1 のうち表示素子 2 0 が占める領域（配向制御素子 4 0 の図 1 3 の点 “A” の領域を含む）に入射した外光は、光学素子 5 0 を透過し、配向制御素子 4 0 に入射する。配向制御素子 4 0 に入射した外光は、配向制御素子 4 0 に含まれる遮光部材 4 4 によって吸収される。よって、空中表示装置 1 のうち表示素子 2 0 が占める領域に入射した外光が空中表示装置 1 の内部で反射されて、空中表示装置 1 の上面から出射されるのを抑制できる。

[0087] 平面視において空中表示装置 1 のうち表示素子 2 0 が占める領域以外の領域（配向制御素子 4 0 の図 1 3 の点 “B” の領域を含む）に入射した外光は、光学素子 5 0 を透過し、配向制御素子 4 0 に入射する。配向制御素子 4 0 に入射した外光は、配向制御素子 4 0 に含まれる遮光部材 4 4 によって吸収される。よって、空中表示装置 1 のうち表示素子 2 0 が占める領域以外の領域に入射した外光が空中表示装置 1 の内部で反射されて、空中表示装置 1 の上面から出射されるのを抑制できる。

[0088] 結果として、空中表示装置 1 に入射した外光に起因して、空中表示装置 1 が表示する空中像 2 の品質が劣化するのを抑制できる。

[0089] さらに、空中表示装置 1 に下側から入射した光は、光吸収層 3 0 で吸収される。よって、空中表示装置 1 に下側から入射した光に起因して、空中表示装置 1 が表示する空中像 2 の品質が劣化するのを抑制できる。

[0090] [1-3] 変形例

図 1 4 は、変形例に係る空中表示装置 1 の断面図である。表示素子 2 0 と配向制御素子 4 0 とは、透明な接着剤 2 1 で接着されていてもよい。

[0091] [1-4] 比較例

次に、比較例に係る空中表示装置 1 A について説明する。

図 1 5 は、比較例に係る空中表示装置 1 A の分解図である。図 1 6 は、比較例に係る空中表示装置 1 A の X 方向に沿った部分断面図である。

[0092] 空中表示装置 1 A は、照明素子 1 0、表示素子 2 0、配向制御素子 4 0、光学素子 5 0、及び筐体 6 0 を備える。照明素子 1 0、表示素子 2 0、配向制御素子 4 0、及び光学素子 5 0 は、この順に Z 方向に沿って配置され、互いに平行に配置される。

[0093] 比較例に係る空中表示装置 1 A は、第 1 実施形態で示した光吸収層 3 0 を備えていない。配向制御素子 4 0 の面積は、表示素子 2 0 の面積とほぼ同じである。光学素子 5 0 の面積は、配向制御素子 4 0 の面積より大きい。光学素子 5 0 の X 方向の長さは、配向制御素子 4 0 の X 方向の長さより長い。

[0094] 筐体 6 0 は、四角形状を有し、4 個の側板と、底板とを有する。筐体 6 0 は、例えば、黒色の樹脂で構成される。筐体 6 0 の底板には、四角形の開口部 6 2 が設けられる。開口部 6 2 は、表示素子 2 0 から出射された光を通過する。開口部 6 2 の面積は、配向制御素子 4 0 の面積とほぼ同じである。

[0095] 図 1 7 は、空中表示装置 1 A に入射する外光の様子を説明する図である。

[0096] 平面視において空中表示装置 1 A のうち表示素子 2 0 が占める領域（配向制御素子 4 0 の図 1 7 の点 “A” の領域を含む）に入射した外光は、光学素子 5 0 を透過し、配向制御素子 4 0 に入射する。配向制御素子 4 0 に入射した外光は、配向制御素子 4 0 に含まれる遮光部材 4 4 によって吸収される。よって、空中表示装置 1 A のうち表示素子 2 0 が占める領域に入射した外光が空中表示装置 1 A の内部で反射されて、空中表示装置 1 A の上面から出射されるのを抑制できる。

[0097] 空中表示装置 1 A に入射した外光のうち筐体 6 0 の底板に到達した光成分は、筐体 6 0 の底板で拡散反射される。筐体 6 0 で拡散反射された光成分は、光学素子 5 0 で観察者側に反射され、観察者に視認される。

[0098] 図 1 8 は、表示素子像と光学素子像とを説明する図である。表示素子像と

は、表示素子 20 の表示面に表示される画像である。光学素子像は、光学素子 50 によって結像される実像（空中像）である。

[0099] 空中像には、表示素子像以外に、外光に起因して形成される枠が二重に視認される。図 18 の右側にずれた枠は、図 17 の点 “B” で右側に拡散反射された外光に基づいて視認される。図 18 の左側にずれた枠は、図 17 の点 “B” で左側に拡散反射された外光に基づいて視認される。このように、外光が空中表示装置 1 A の内部で拡散反射されると、空中表示装置 1 A によって生成される空中像の品質が劣化してしまう。

[0100] これに対し、第 1 実施形態では、光学素子 50 に対向して配置される構成要素面（配向制御素子 40 の上面）を拡張して構成している。これにより、空中表示装置の内部で外光が反射するのを抑制できる。

[0101] [1-5] 第 1 実施形態の効果

第 1 実施形態では、空中表示装置 1 は、画像を表示する表示素子 20 と、表示素子 20 からの光を受けるとように配置され、表示素子 20 からの光のうち斜め方向の光成分を透過する配向制御素子 40 と、配向制御素子 40 からの光を受けるとように配置され、配向制御素子 40 からの光を、配向制御素子 40 と反対側に反射し、空中に空中像を結像する光学素子 50 と、光学素子 50 の周囲を囲むように構成され、光学素子 50 を固定する筐体 60 とを備える。そして、光学素子 50 に対向して配置される素子（本実施形態では配向制御素子 40）の面積は、光学素子 50 の面積より大きく設定される。すなわち、光学素子 50 に対向する素子として、一様な面を有する素子が配置される。

[0102] 空中表示装置 1 には、使用環境に応じて外光が入射する。外光は、空中像 2 を形成するのに不要な光である。第 1 実施形態によれば、空中表示装置 1 に入射した外光が空中表示装置 1 の内部で反射して空中表示装置 1 から出射されるのを抑制できる。これにより、空中表示装置 1 が生成する空中像 2 の品質が劣化するのを抑制できる。結果として、表示品質を向上させることが可能な空中表示装置 1 を実現できる。

- [0103] また、配向制御素子 40 の底面には光吸収層 30 が設けられ、光吸収層 30 は、表示素子 20 からの光を通過する開口部 31 を有する。これにより、空中像 2 の表示に不要な光成分を光吸収層 30 で吸収することができる。よって、空中像 2 の品質が劣化するのを抑制できる。
- [0104] また、空中表示装置 1 は、表示素子 20 から出射された光を光学素子 50 で反射させることで、空中に空中像を表示することができる。また、空中表示装置 1 は、その正面方向において、空中像を表示することができる。
- [0105] また、観察者 3 の両眼が X 方向（すなわち、複数の光学要素 52 が並ぶ方向）に平行、又はそれに近い状態で光学素子 50 を見た場合に、観察者 3 は、空中像を視認することができる。また、観察者 3 の両眼が X 方向に平行、又はそれに近い状態で Y 方向に沿って視点を移動した場合、空中像を常に視認することができる。また、観察者 3 の両眼が X 方向に平行、又はそれに近い状態において、より広い視野角を実現できる。
- [0106] また、空中表示装置 1 を構成する複数の素子を平行に配置することができる。これにより、Z 方向に小型化が可能な空中表示装置 1 を実現できる。
- [0107] なお、第 1 実施形態では、光学素子 50 に対向して配向制御素子 40 が配置される。そして、配向制御素子 40 の面積を光学素子 50 の面積より大きくしている。空中表示装置 1 の他の構成として、光学素子 50 と対向する素子が配向制御素子 40 以外の素子である場合、光学素子と対向して配置される素子の面積は、光学素子の面積より大きく設定される。これにより、本実施形態の効果を得ることができる。
- [0108] [2] 第 2 実施形態
- 第 2 実施形態は、光学素子 50 と対向する素子の上面に反射防止層 80 を設けるようにしている。
- [0109] 図 19 は、本発明の第 2 実施形態に係る空中表示装置 1 の X 方向に沿った断面図である。図 19 は、図 2 の A-A' 線の位置の断面図に対応する。第 2 実施形態に係る空中表示装置 1 は、第 1 実施形態の構成に加えて、反射防止層 80 を備える。

[0110] 反射防止層 80 は、配向制御素子 40 上に設けられる。反射防止層 80 の面積は、配向制御素子 40 の面積と同じである。反射防止層 80 は、自身に入射した光の反射を抑制する機能を有する。反射防止層 80 は、透明な材料で構成され、例えば、屈折率の異なる複数の層が積層されて構成される。反射防止層 80 は、反射抑制層ともいう。

[0111] 図 20 は、空中表示装置 1 の内部で反射される光の様子を説明する図である。図 20 の構成例は、反射防止層 80 を備えておらず、配向制御素子 40 の上面が光学素子 50 に対向している。

[0112] 空中表示装置 1 に入射した外光は、光学素子 50 を透過する。光学素子 50 を透過した光の一部は、配向制御素子 40 の上面で反射される。光学素子 50 と配向制御素子 40 との間で反射を繰り返した光の一部（図 20 の戻り光）は、光学素子 50 を透過し、観察者に向けて出射される。よって、外光の内部反射により、空中像 2 の品質が劣化する可能性がある。

[0113] これに対して、本実施形態では、光学素子 50 と対向する面に反射防止層 80 を設けている。よって、光学素子 50 を透過した外光が内部反射するのを抑制できる。これにより、空中像 2 の品質を向上させることができる。

[0114] [3] 第 3 実施形態

第 3 実施形態は、光学素子 50 の全面に亘って対向するように、透明な支持部材 32 を配置する。さらに、支持部材 32 の底面に光吸収層 30 を配置するようにしている。そして、支持部材 32 及び光吸収層 30 を利用して、空中表示装置 1 の内部で外光が拡散反射して観察者側に出射されるのを抑制するようにしている。

[0115] [3-1] 空中表示装置 1 の構成

図 21 は、本発明の第 3 実施形態に係る空中表示装置 1 の分解図である。図 22 は、図 21 に示した空中表示装置 1 の X 方向に沿った断面図である。図 22 は、図 2 の A-A' 線の位置の断面図に対応する。

[0116] 空中表示装置 1 は、照明素子 10、表示素子 20、配向制御素子 40、光吸収層 30、支持部材 32、光学素子 50、及び筐体 60 を備える。照明素

子 1 0、表示素子 2 0、配向制御素子 4 0、光吸収層 3 0、支持部材 3 2、及び光学素子 5 0 は、この順に Z 方向に沿って配置され、互いに平行に配置される。照明素子 1 0、表示素子 2 0、及び配向制御素子 4 0 は、互いに所望の間隔を空けるようにして、図示せぬ固定部材で所望の位置に固定される。

[0117] 配向制御素子 4 0 の面積は、表示素子 2 0 の面積とほぼ同じである。配向制御素子 4 0 の X 方向の長さは、表示素子 2 0 の X 方向の長さとはほぼ同じである。配向制御素子 4 0 の Y 方向の長さは、表示素子 2 0 の Y 方向の長さとはほぼ同じである。

[0118] 光吸収層 3 0 は、四角形の開口部 3 1 を有する。開口部 3 1 は、配向制御素子 4 0 と同じ面積を有し、配向制御素子 4 0 を露出する。光吸収層 3 0 は、支持部材 3 2 の底面に設けられ、支持部材 3 2 の底面に貼り付けられる。光吸収層 3 0 の外周は、支持部材 3 2 の外周まで延びる。

[0119] 支持部材 3 2 は、配向制御素子 4 0 の上方に設けられ、例えば配向制御素子 4 0 に透明な接着剤を用いて接着される。支持部材 3 2 は、透明な材料で構成され、光を透過する。支持部材 3 2 としては、ガラス、又は透明な樹脂（アクリル樹脂を含む）が用いられる。

[0120] 支持部材 3 2 の面積は、配向制御素子 4 0 の面積より大きい。支持部材 3 2 の X 方向の長さは、配向制御素子 4 0 の X 方向の長さより長い。図 2 2 において、支持部材 3 2 の右側の端は、配向制御素子 4 0 の右側の端より右側に位置し、支持部材 3 2 の左側の端は、配向制御素子 4 0 の左側の端より左側に位置する。支持部材 3 2 の Y 方向の長さは、配向制御素子 4 0 の Y 方向の長さより長い。

[0121] 光学素子 5 0 は、支持部材 3 2 に対向して配置される。光学素子 5 0 の面積は、配向制御素子 4 0 の面積より大きく、支持部材 3 2 の面積より小さい。光学素子 5 0 の X 方向の長さは、配向制御素子 4 0 の X 方向の長さより長く、支持部材 3 2 の X 方向の長さより短い。図 2 2 において、光学素子 5 0 の右側の端は、配向制御素子 4 0 の右側の端と支持部材 3 2 の右側の端との

間に位置し、光学素子 50 の左側の端は、配向制御素子 40 の左側の端と支持部材 32 の左側の端との間に位置する。光学素子 50 の Y 方向の長さは、配向制御素子 40 の Y 方向の長さより長く、支持部材 32 の Y 方向の長さより短い。

[0122] 筐体 60 の下部の開口部の面積は、支持部材 32 の面積と同じに設定される。筐体 60 の下部の開口部には、支持部材 32 が嵌め込まれる。筐体 60 と支持部材 32 とは、透明な接着剤で接着される。

[0123] [3-2] 外光の影響について

次に、空中表示装置 1 に入射する外光の影響について説明する。図 23 は、空中表示装置 1 に入射する外光の様子を説明する図である。

[0124] 平面視において空中表示装置 1 のうち表示素子 20 が占める領域（配向制御素子 40 の図 23 の点 “A” の領域を含む）に入射した外光は、光学素子 50 を透過し、配向制御素子 40 に入射する。配向制御素子 40 に入射した外光は、配向制御素子 40 に含まれる遮光部材 44 によって吸収される。よって、空中表示装置 1 のうち表示素子 20 が占める領域に入射した外光が空中表示装置 1 の内部で反射されて、空中表示装置 1 の上面から出射されるのを抑制できる。

[0125] 平面視において空中表示装置 1 のうち表示素子 20 が占める領域以外の領域（支持部材 32 の図 23 の点 “B” の領域を含む）に入射した外光は、光学素子 50 を透過し、支持部材 32 に入射する。支持部材 32 に入射した光は、光吸収層 30 で吸収される。よって、空中表示装置 1 のうち表示素子 20 が占める領域以外の領域に入射した外光が空中表示装置 1 の内部で反射されて、空中表示装置 1 の上面から出射されるのを抑制できる。

[0126] 結果として、空中表示装置 1 に入射した外光に起因して、空中表示装置 1 が表示する空中像 2 の品質が劣化するのを抑制できる。

[0127] さらに、空中表示装置 1 に下側から入射した光は、光吸収層 30 で吸収される。よって、空中表示装置 1 に下側から入射した光に起因して、空中表示装置 1 が表示する空中像 2 の品質が劣化するのを抑制できる。

[0128] [3-3] 変形例

図24は、変形例に係る空中表示装置1の断面図である。表示素子20と配向制御素子40とは、透明な接着剤21で接着されていてもよい。配向制御素子40と支持部材32とは、透明な接着剤22で接着されていてもよい。

[0129] [3-4] 第3実施形態の効果

第3実施形態によれば、空中表示装置1が表示する空中像2の品質が劣化するのを抑制できる。その他の効果は、第1実施形態と同じである。

[0130] なお、第3実施形態に第2実施形態を適用することも可能である。すなわち、支持部材32の上面に反射防止層80をさらに設けてもよい。

[0131] また、第3実施形態において、配向制御素子40を省略して空中表示装置1を構成してもよい。

[0132] [4] その他の実施例

上記実施形態では、表示素子20と光学素子50とを平行に配置している。しかし、これに限定されず、光学素子50に対して表示素子20を斜めに配置してもよい。表示素子20と光学素子50との角度は、0度より大きく45度より小さい範囲に設定される。

[0133] 上記実施形態では、光学要素52の左側の側面が入射面53、右側の側面が反射面54として定義している。しかし、これに限定されず、入射面53と反射面54とを逆に構成してもよい。この場合、実施形態で説明した空中表示装置1の作用も左右が逆になる。

[0134] 上記実施形態では、表示素子20として液晶表示素子を例に挙げて説明しているが、これに限定されるものではない。表示素子20は、自発光型である有機EL (electroluminescence) 表示素子、又はマイクロLED (Light Emitting Diode) 表示素子などを用いることも可能である。マイクロLED表示素子は、画素を構成するR (赤)、G (緑)、B (青) をそれぞれLEDで発光させる表示素子である。自発光型の表示素子20を用いる場合、照明素子10は不要である。

[0135] 本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。また、各実施形態は適宜組み合わせて実施してもよく、その場合組み合わせた効果が得られる。更に、上記実施形態には種々の発明が含まれており、開示される複数の構成要件から選択された組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件からいくつかの構成要件が削除されても、課題が解決でき、効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

符号の説明

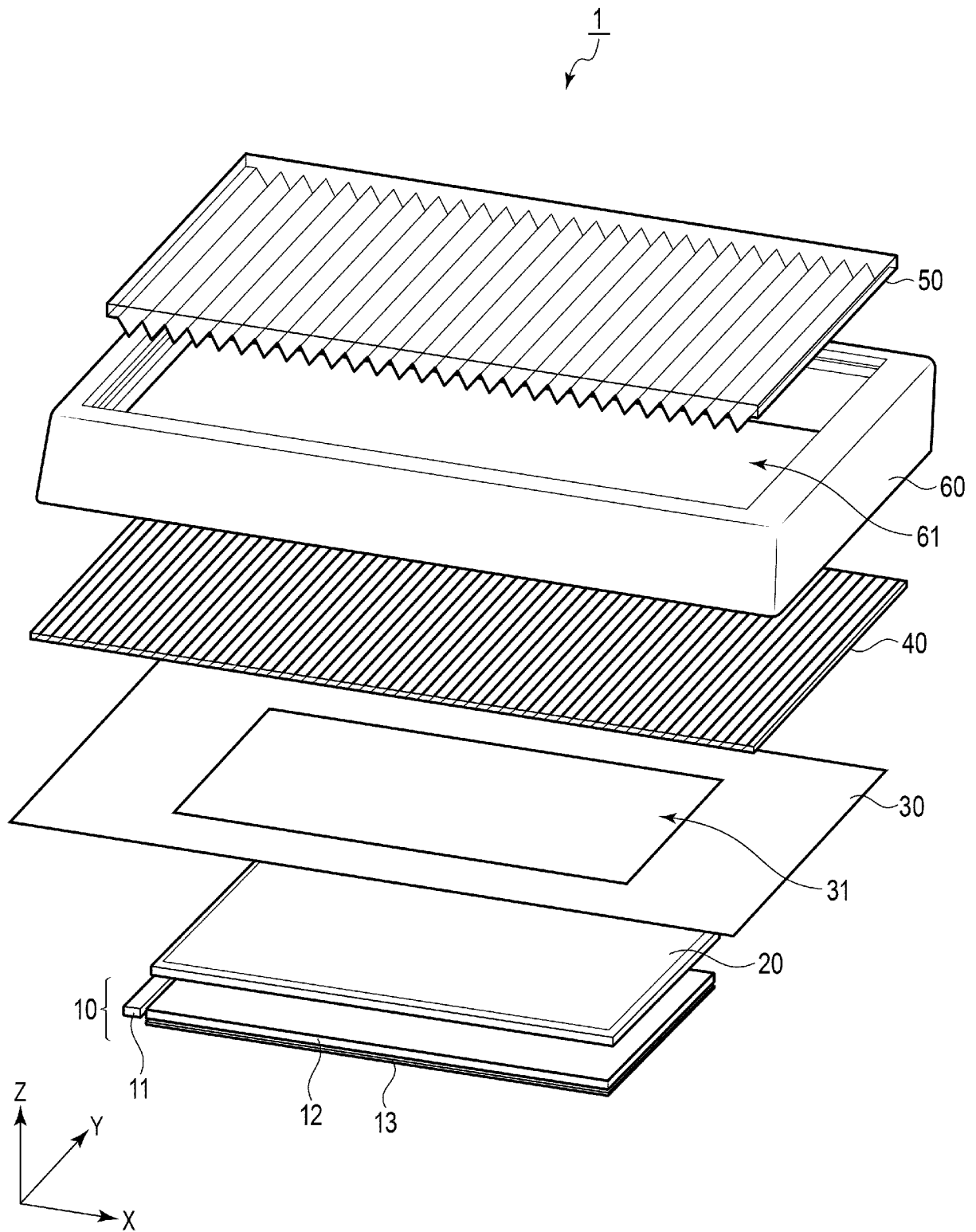
[0136] 1…空中表示装置、2…空中像、3…観察者、10…照明素子、11…光源部、12…導光板、13…反射シート、20…表示素子、21, 22…接着剤、30…光吸収層、31…開口部、32…支持部材、40…配向制御素子、41, 42…基材、43…透明部材、44…遮光部材、50…光学素子、51…基材、52…光学要素、53…入射面、54…反射面、60…筐体、61, 62…開口部、70…制御部、70A…表示処理部、70B…情報処理部、71…記憶部、72…入出力インターフェース、73…表示部、74…入力部、75…バス、80…反射防止層。

請求の範囲

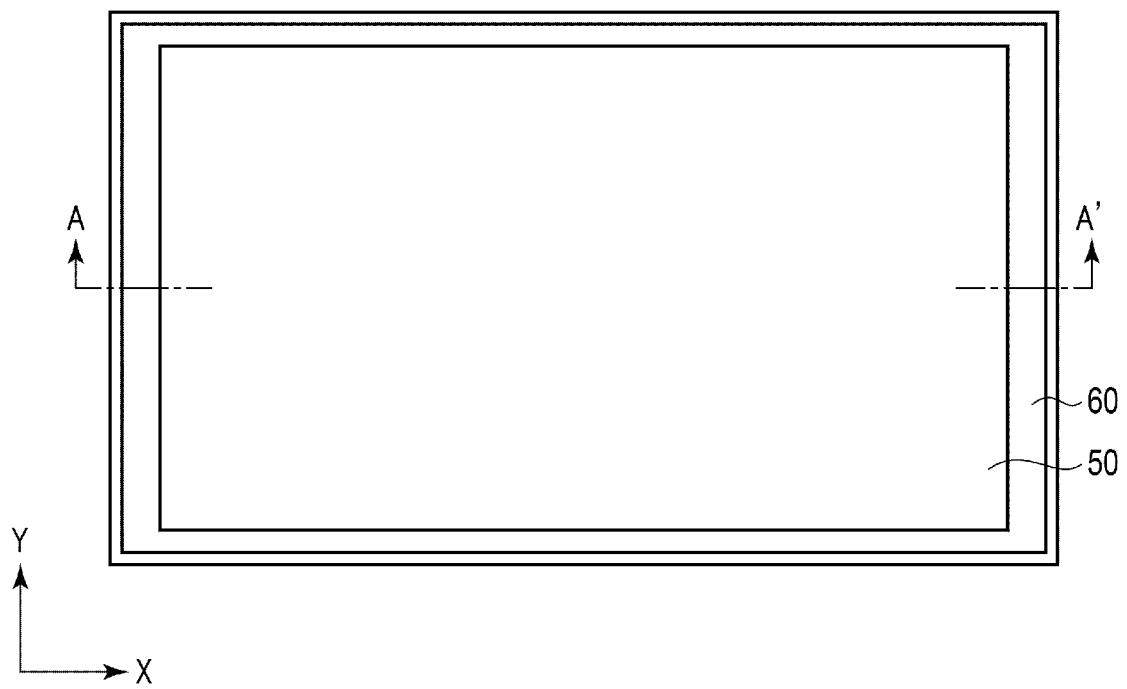
- [請求項1] 画像を表示する表示素子と、
 前記表示素子からの光を受けるように配置され、前記表示素子からの光を、前記表示素子と反対側に反射し、空中に空中像を結像する光学素子と、
 前記光学素子の周囲を囲むように構成され、前記光学素子を固定する筐体と、
 を具備し、
 前記光学素子と対向して配置される素子の面積は、前記光学素子の面積より大きい
 空中表示装置。
- [請求項2] 前記表示素子と前記光学素子との間に配置され、前記表示素子からの光のうち斜め方向の光成分を透過する配向制御素子をさらに具備し、
 、
 前記配向制御素子の面積は、前記光学素子の面積より大きい
 請求項1に記載の空中表示装置。
- [請求項3] 前記配向制御素子の外周は、前記筐体まで延びる
 請求項2に記載の空中表示装置。
- [請求項4] 前記配向制御素子の底面に設けられ、前記表示素子からの光を通過する開口部を有し、光を吸収する光吸収層をさらに具備する
 請求項2に記載の空中表示装置。
- [請求項5] 前記光吸収層の外周は、前記配向制御素子の外周まで延びる
 請求項4に記載の空中表示装置。
- [請求項6] 前記配向制御素子は、交互に配置された複数の透明部材及び複数の遮光部材を含み、
 前記複数の遮光部材は、前記配向制御素子の法線方向に対して傾いている
 請求項2に記載の空中表示装置。

- [請求項7] 前記配向制御素子の上面に設けられた反射防止層をさらに具備する請求項2に記載の空中表示装置。
- [請求項8] 前記表示素子と前記光学素子との間に配置され、透明な支持部材をさらに具備し、
前記支持部材の面積は、前記光学素子の面積より大きい請求項1に記載の空中表示装置。
- [請求項9] 前記支持部材の外周は、前記筐体まで延びる請求項8に記載の空中表示装置。
- [請求項10] 前記支持部材の底面に設けられ、前記表示素子からの光を通過する開口部を有し、光を吸収する光吸収層をさらに具備する請求項8に記載の空中表示装置。
- [請求項11] 前記光吸収層の外周は、前記支持部材の外周まで延びる請求項10に記載の空中表示装置。
- [請求項12] 前記支持部材の上面に設けられた反射防止層をさらに具備する請求項8に記載の空中表示装置。
- [請求項13] 前記光学素子は、平面状の基材と、前記基材の下に設けられ、それぞれが第1方向に延び、前記第1方向に直交する第2方向に並んだ複数の光学要素とを含み、
前記複数の光学要素の各々は、前記基材の法線方向に対してそれぞれが傾き、互いに接する入射面及び反射面を有する請求項1に記載の空中表示装置。
- [請求項14] 前記表示素子及び前記光学素子は、互いに平行に配置される請求項1に記載の空中表示装置。

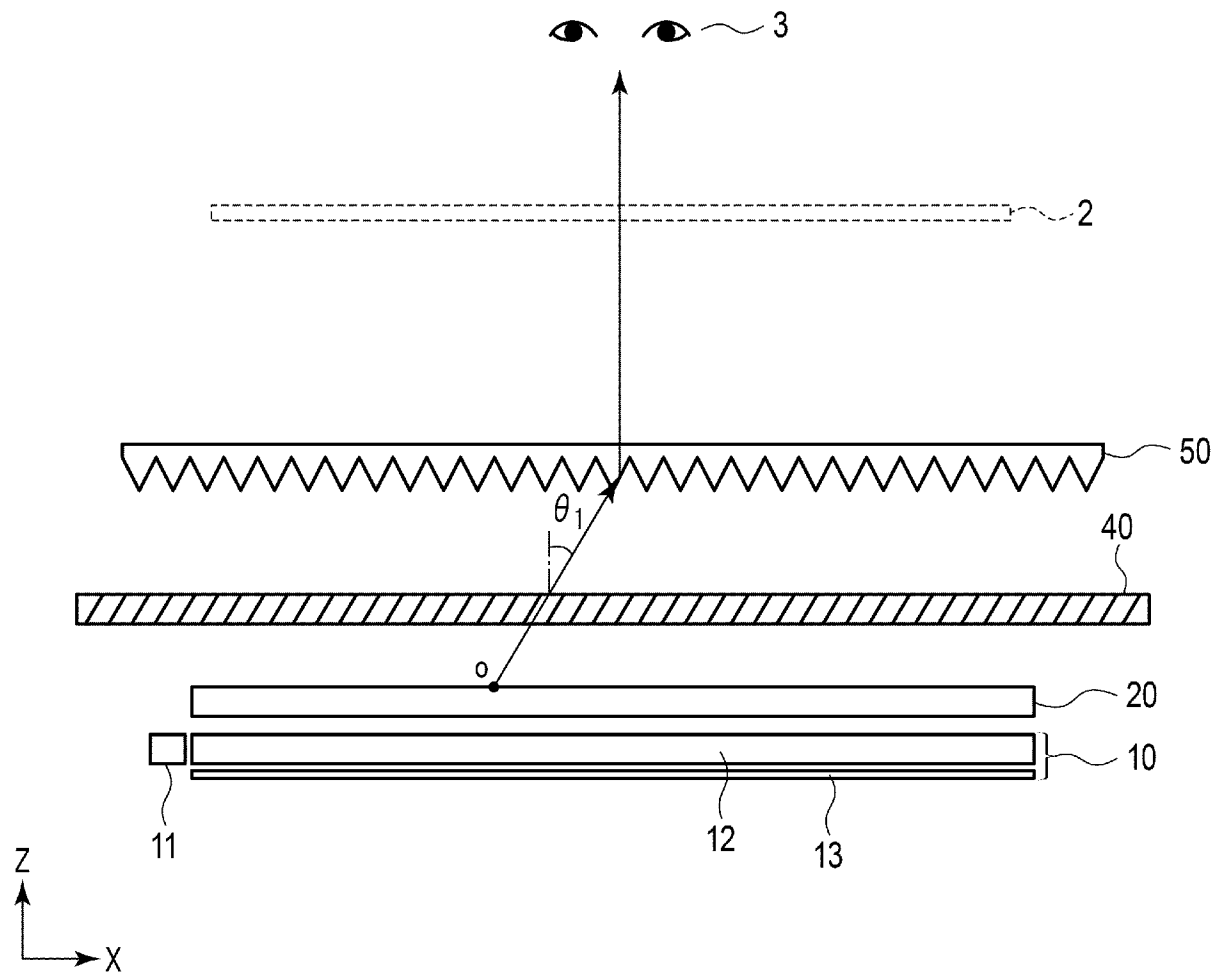
[図1]



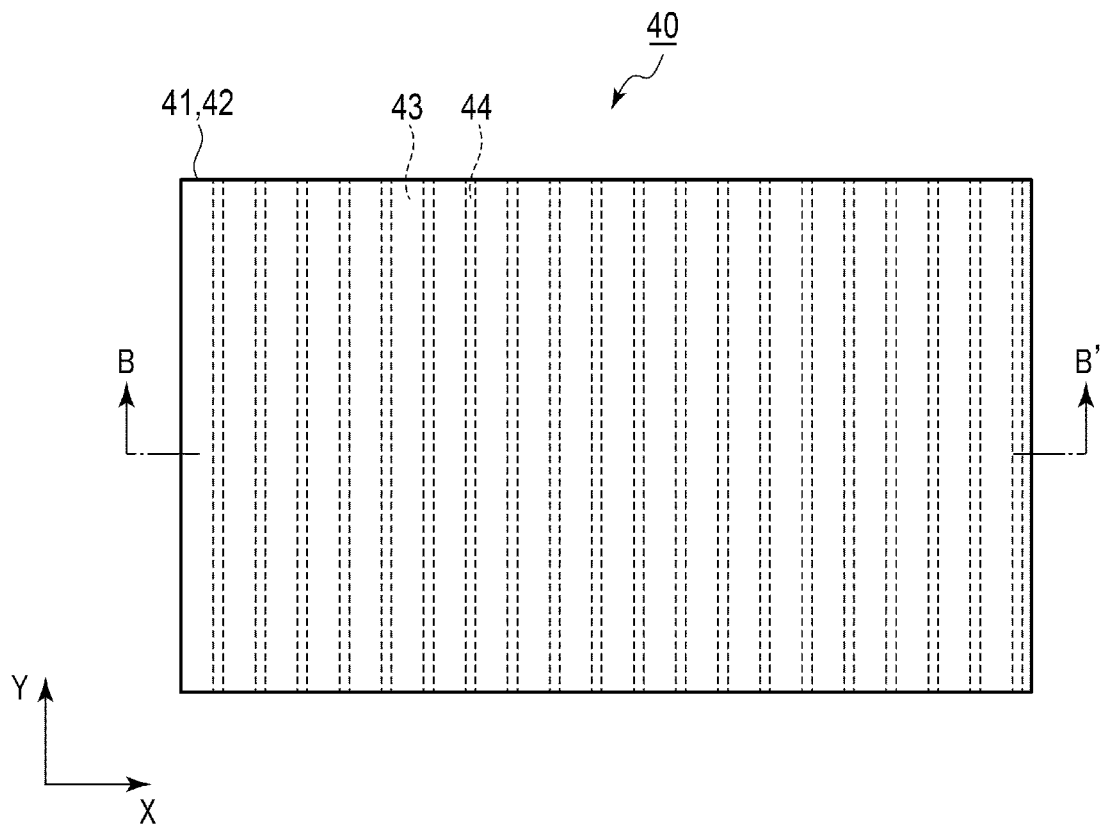
[図2]



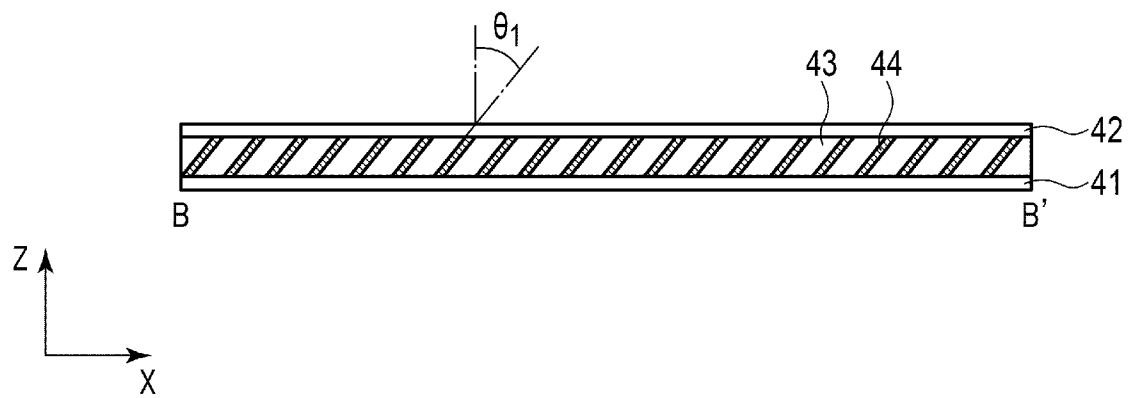
[図4]



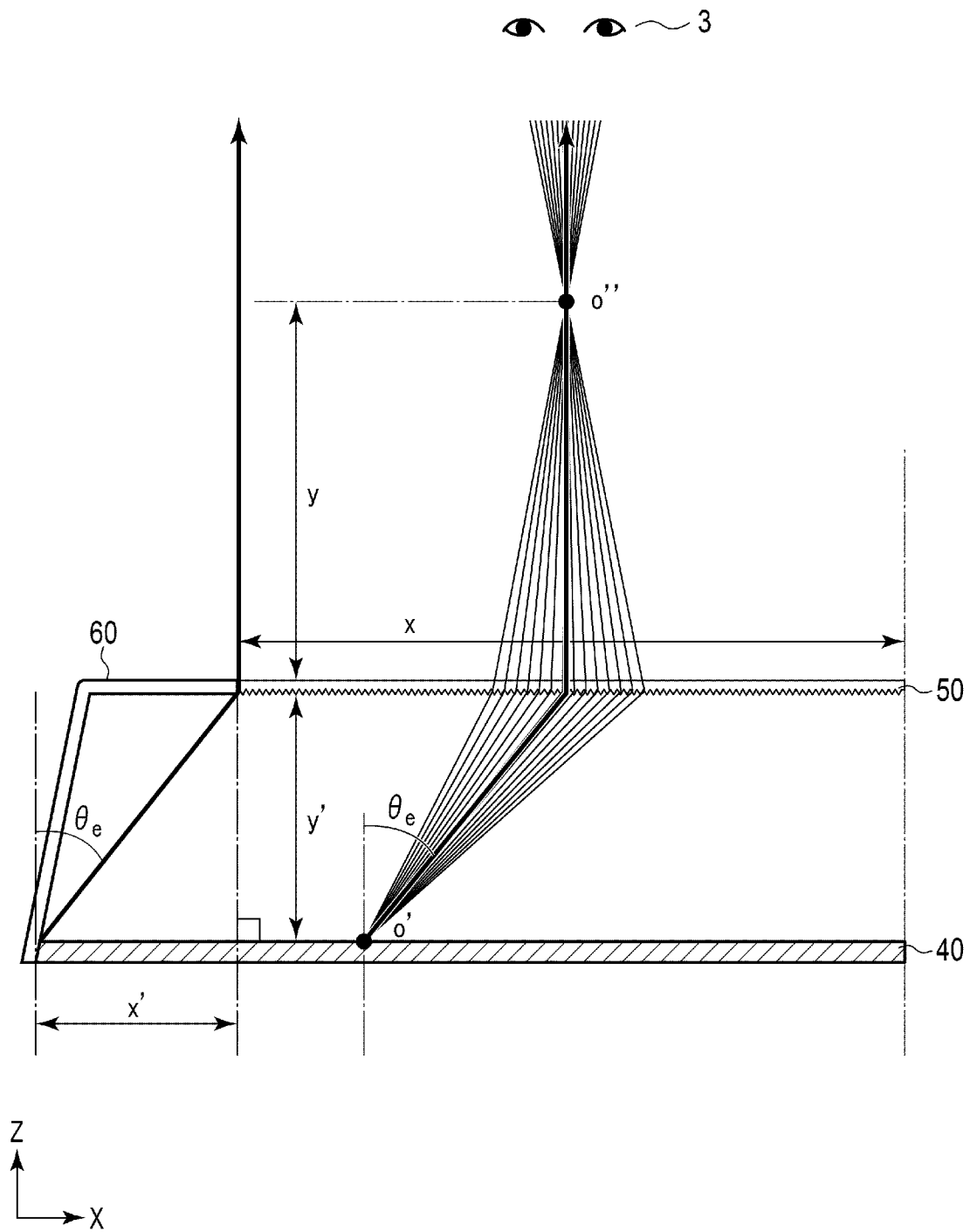
[図5A]



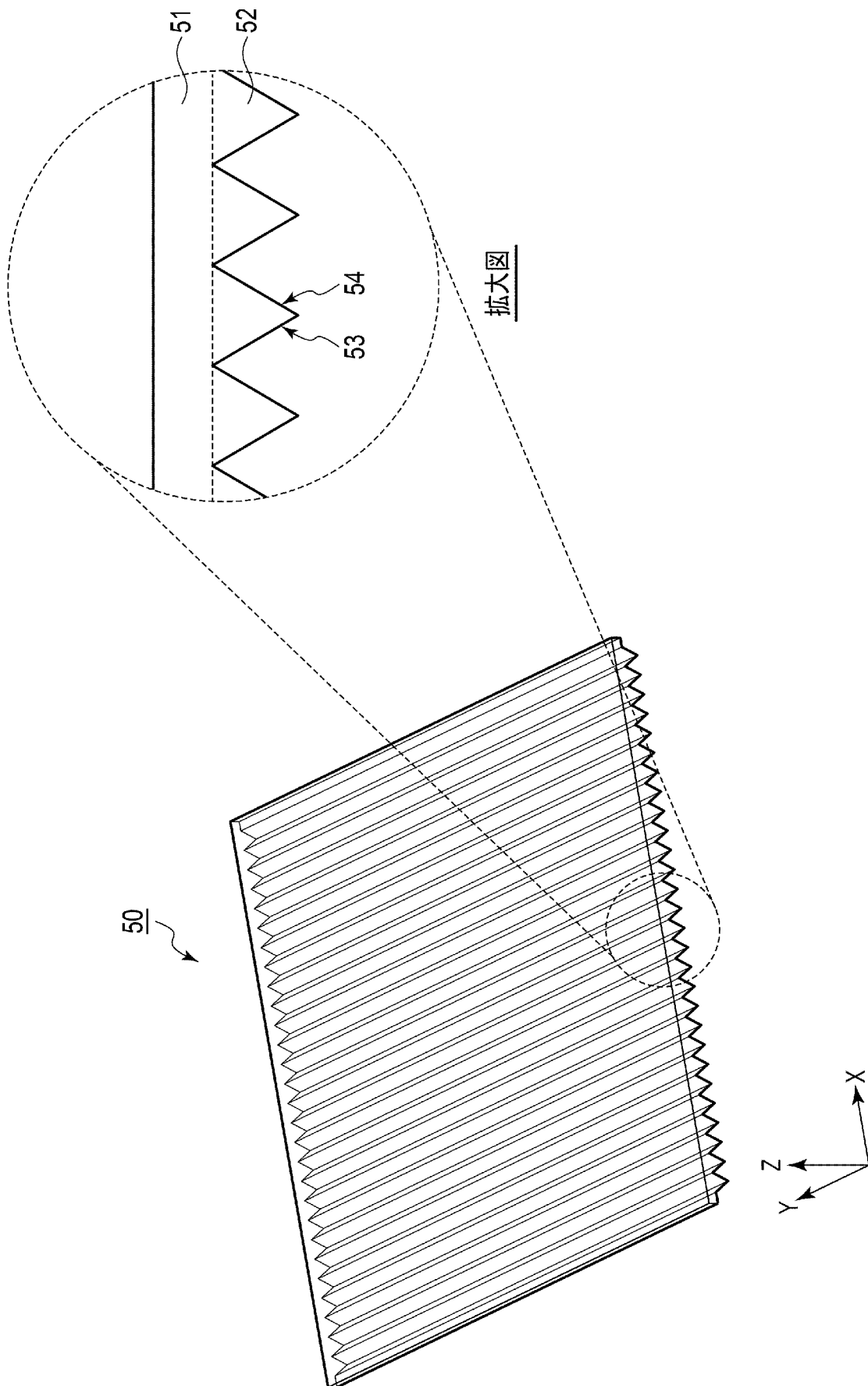
[図5B]



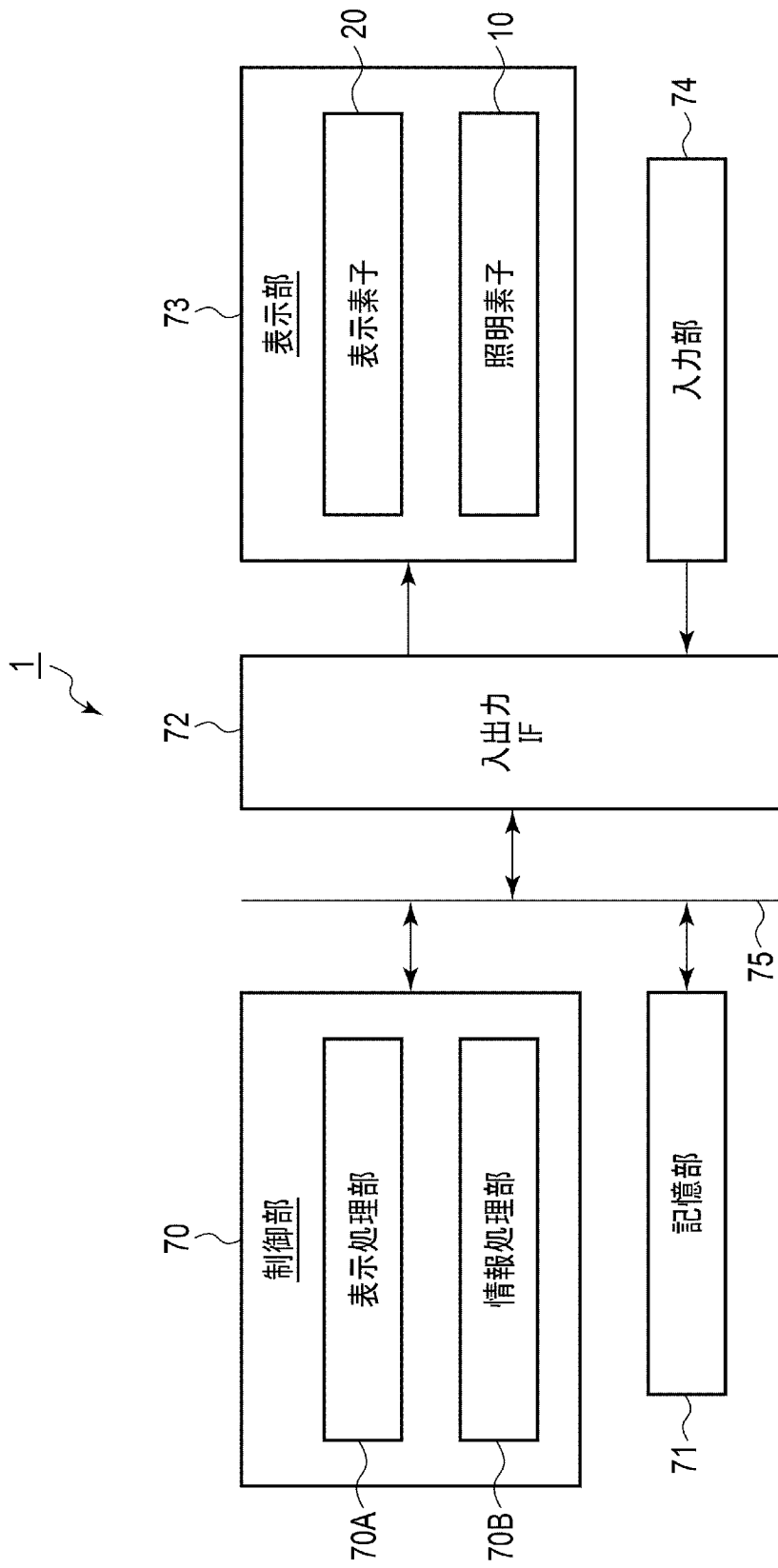
[図6]



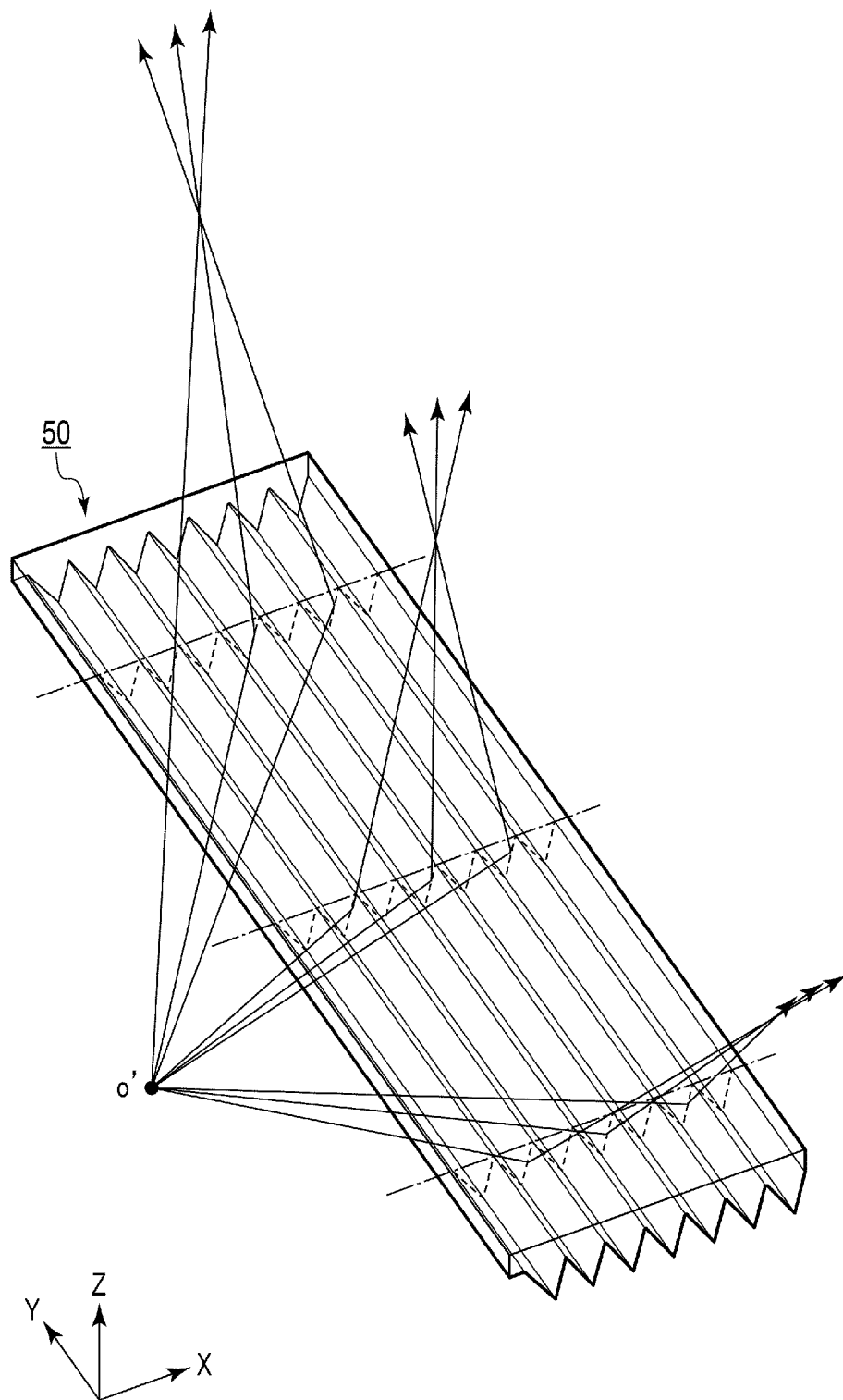
[図7]



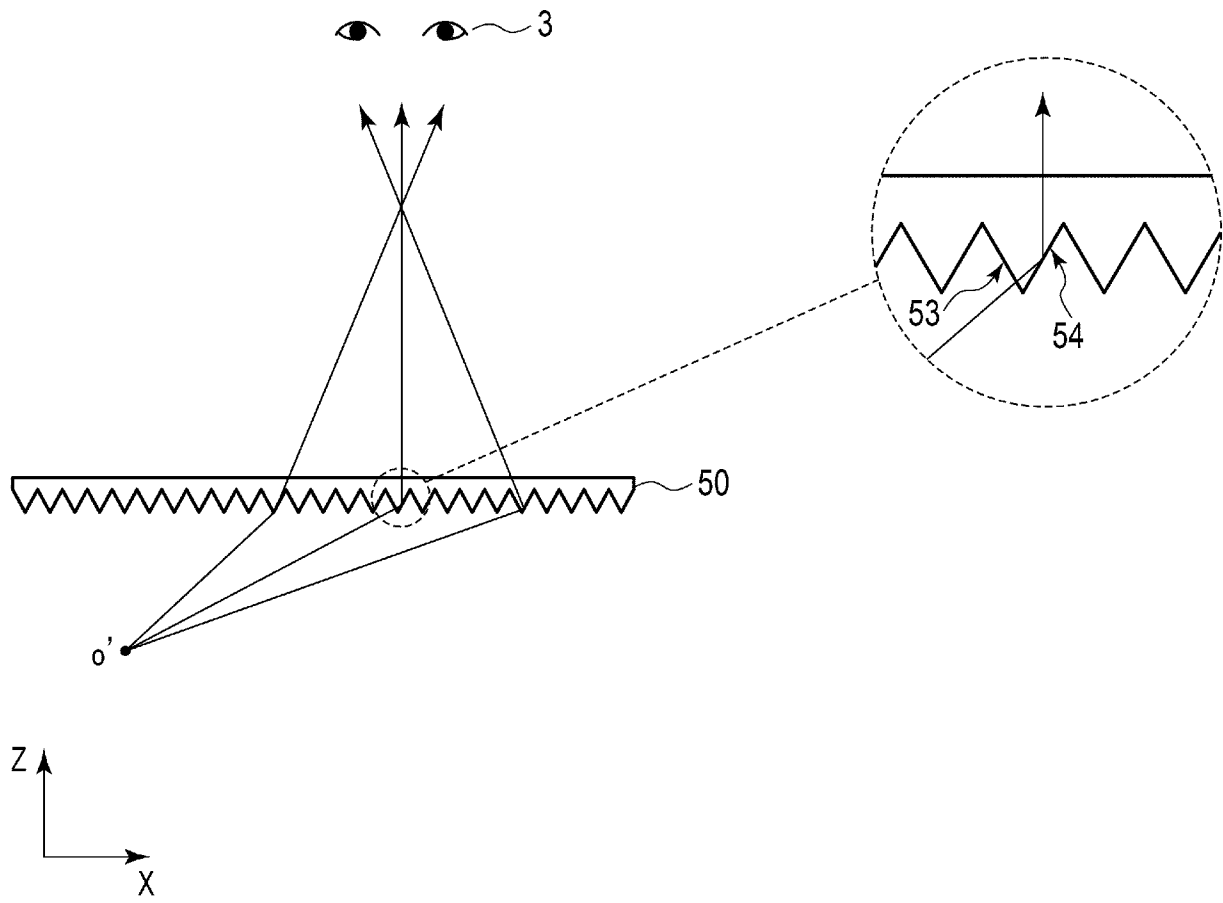
[図8]



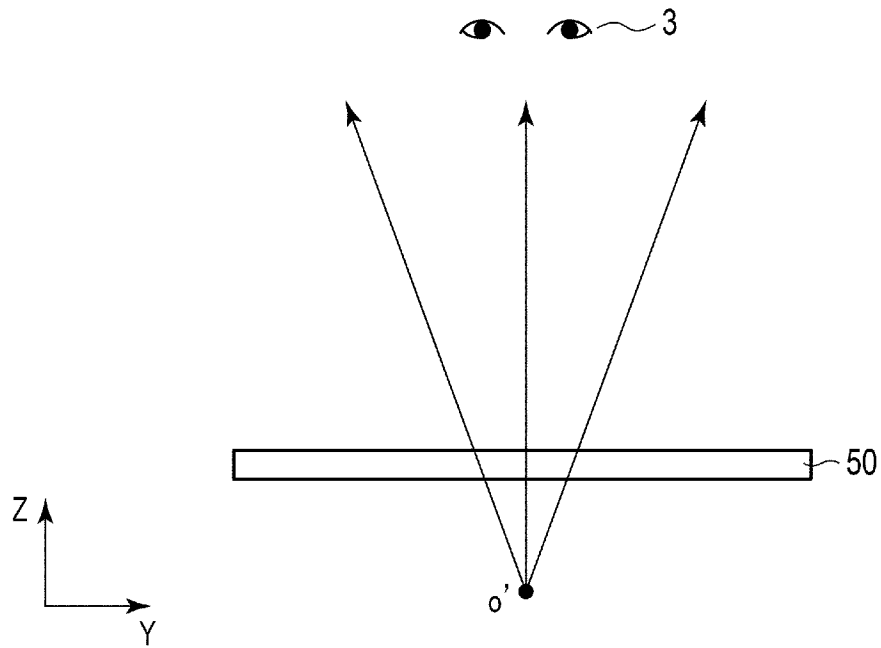
[図9]



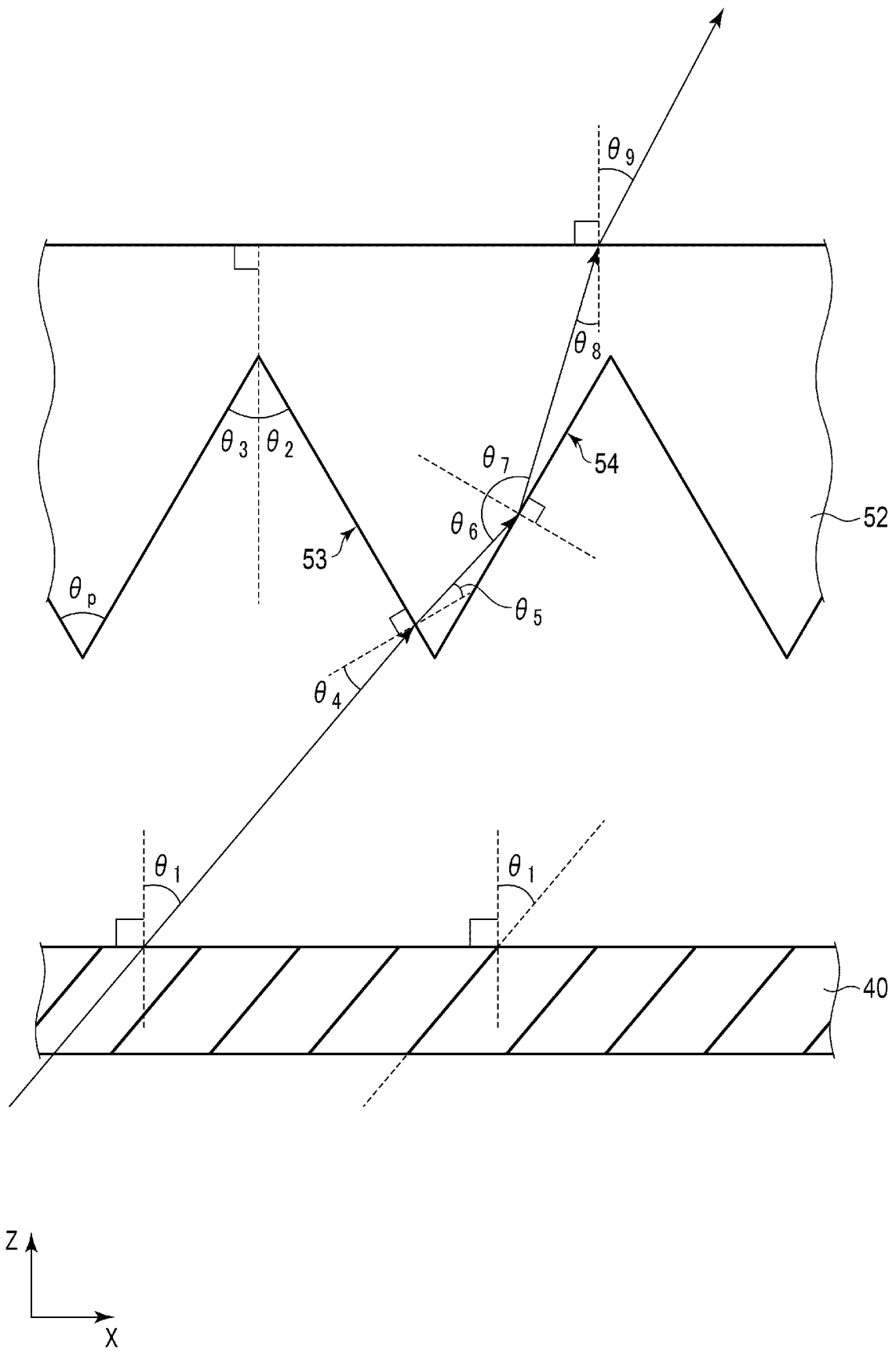
[図10]



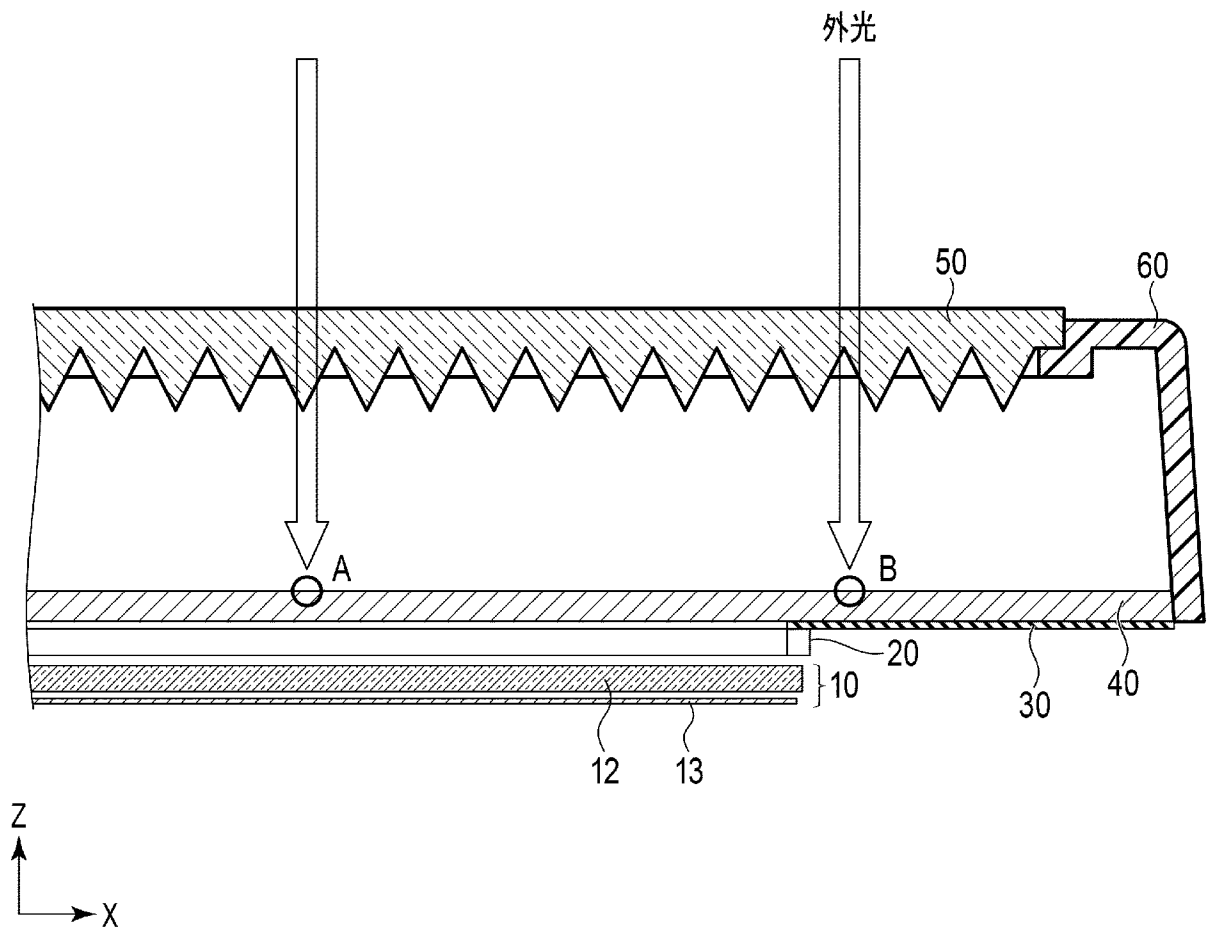
[図11]



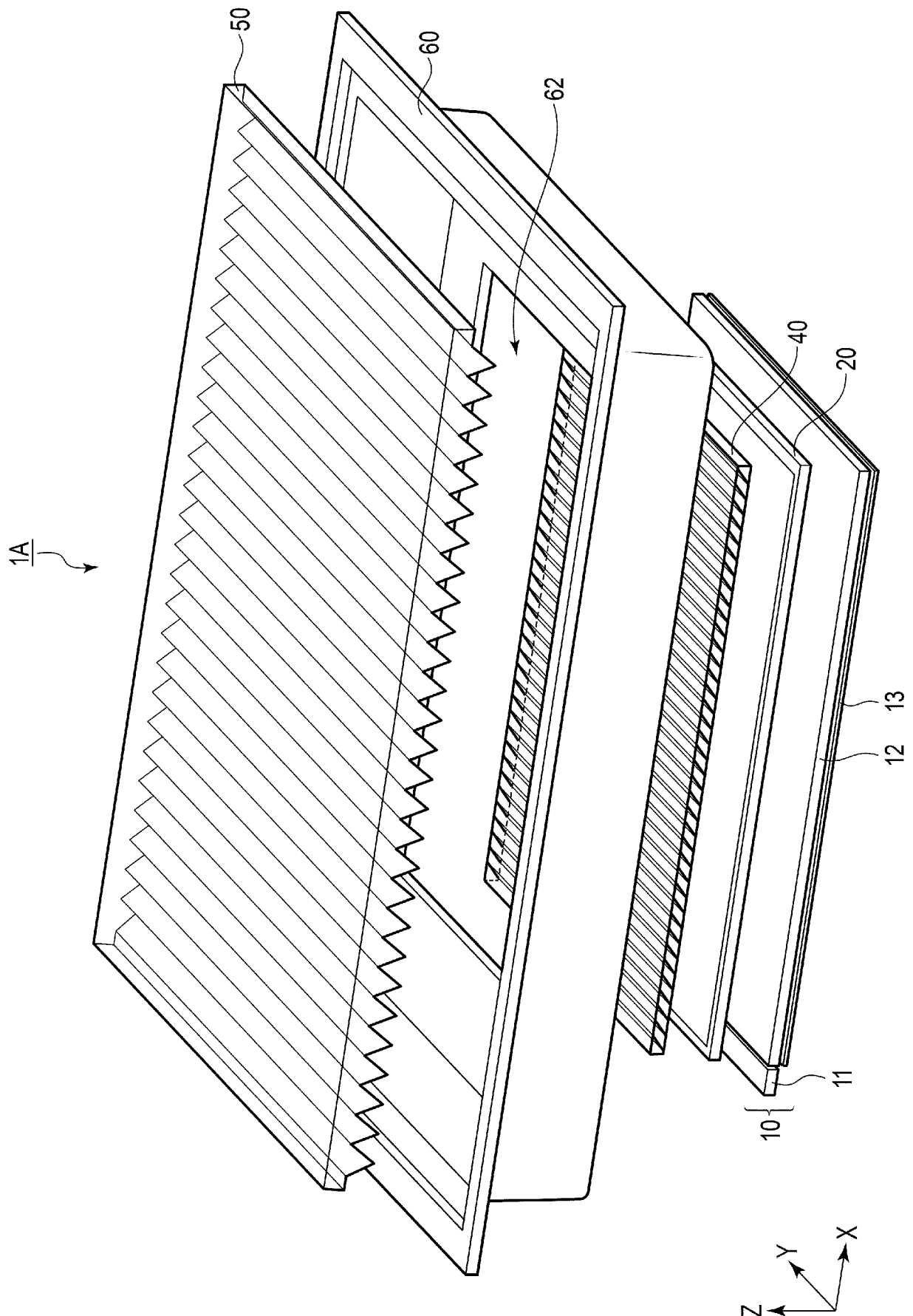
[図12]



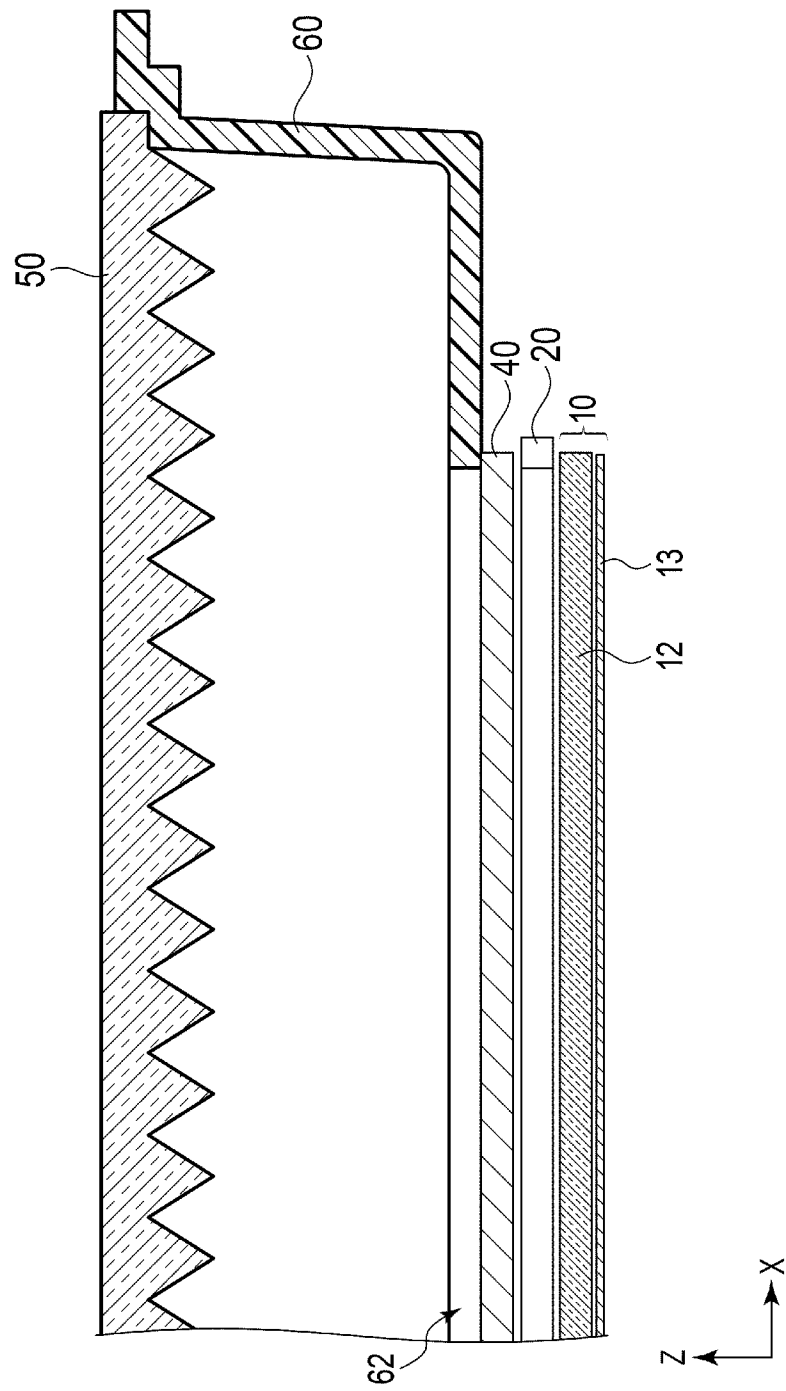
[図13]



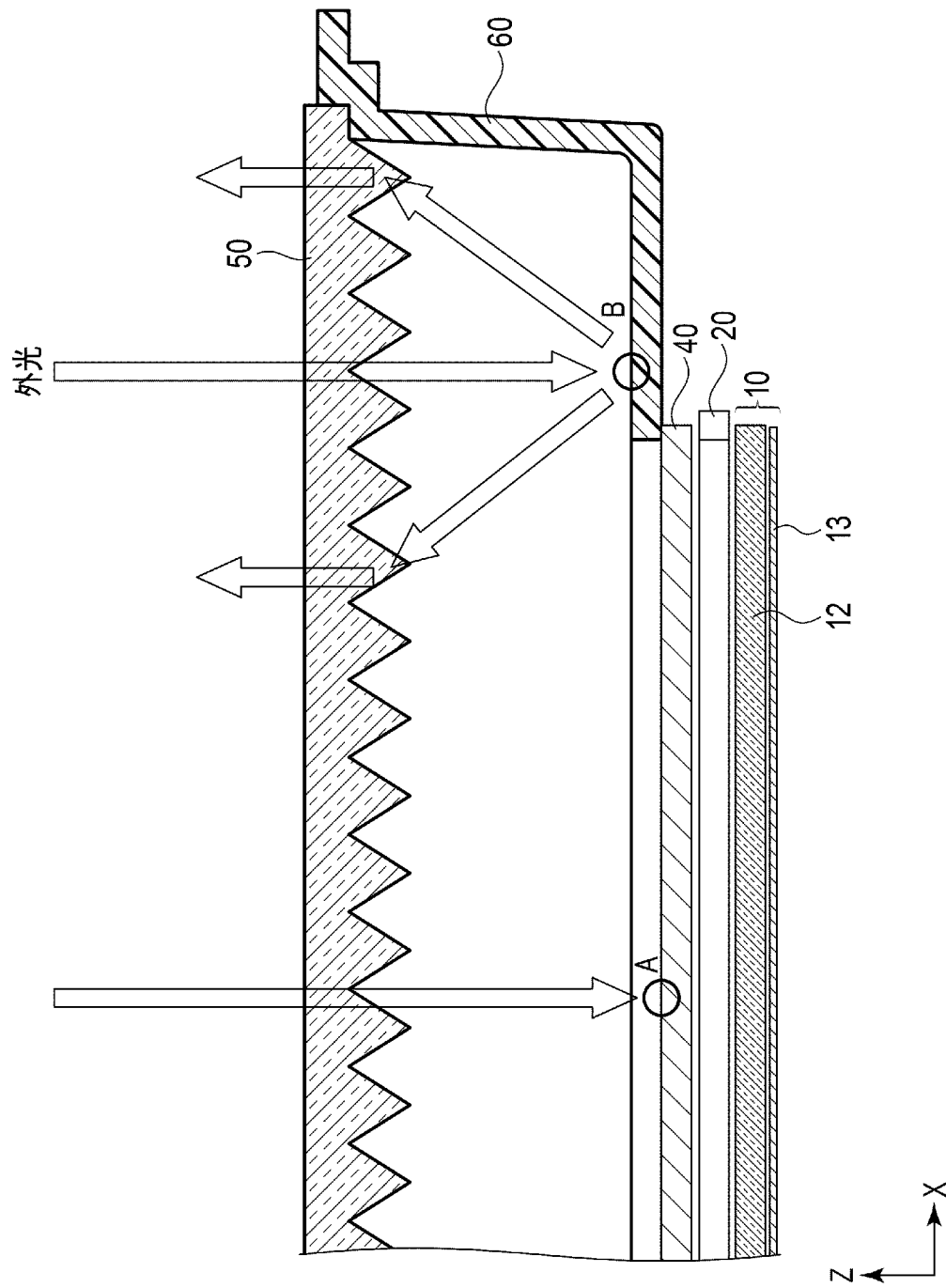
[図15]



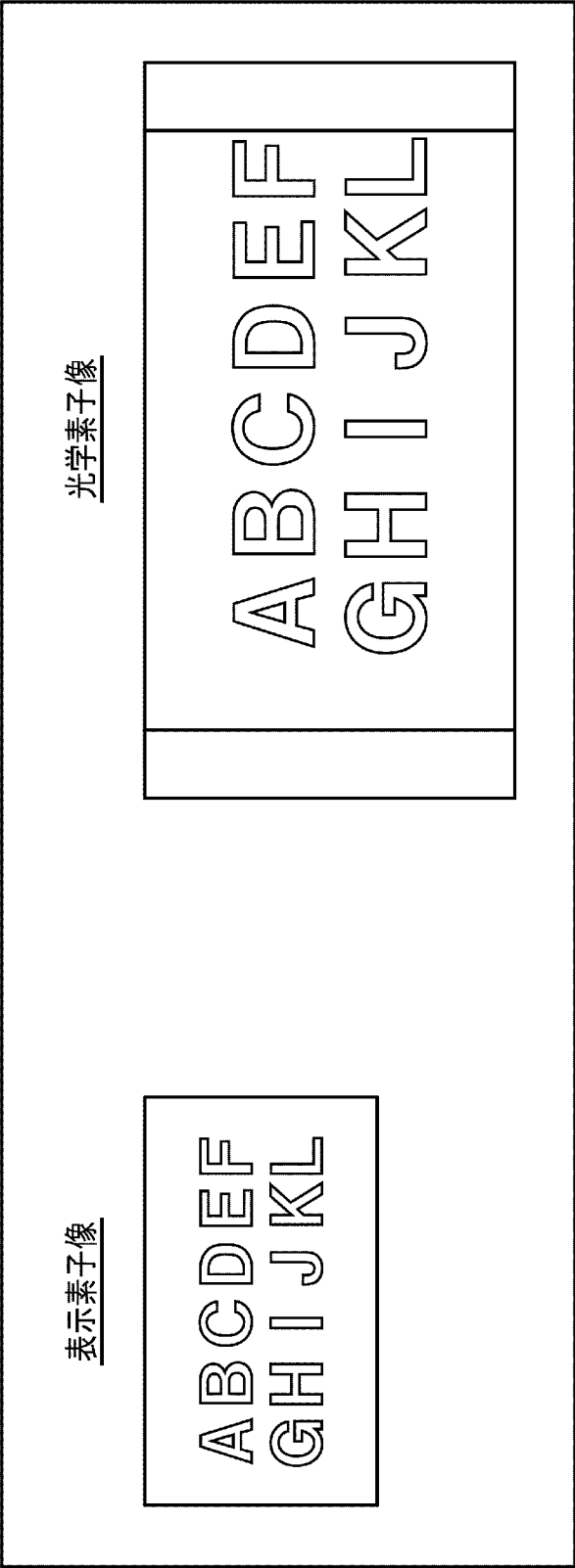
[図16]



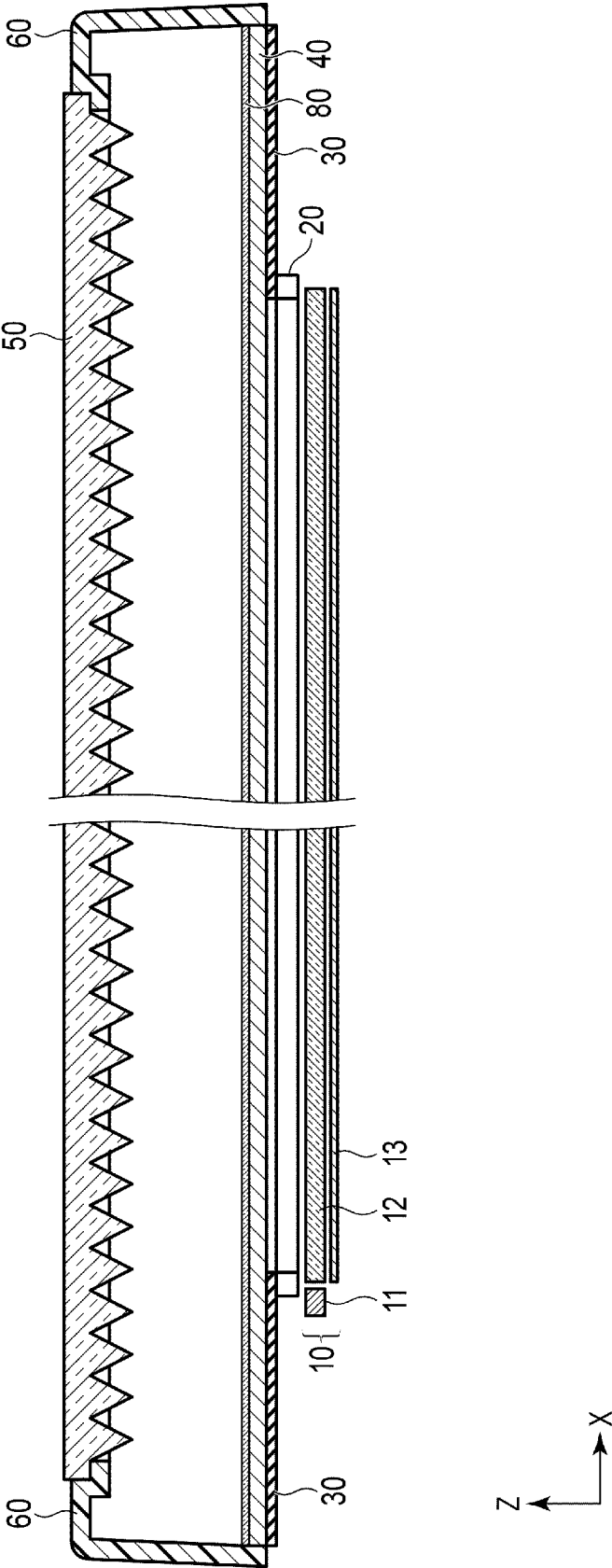
[図17]



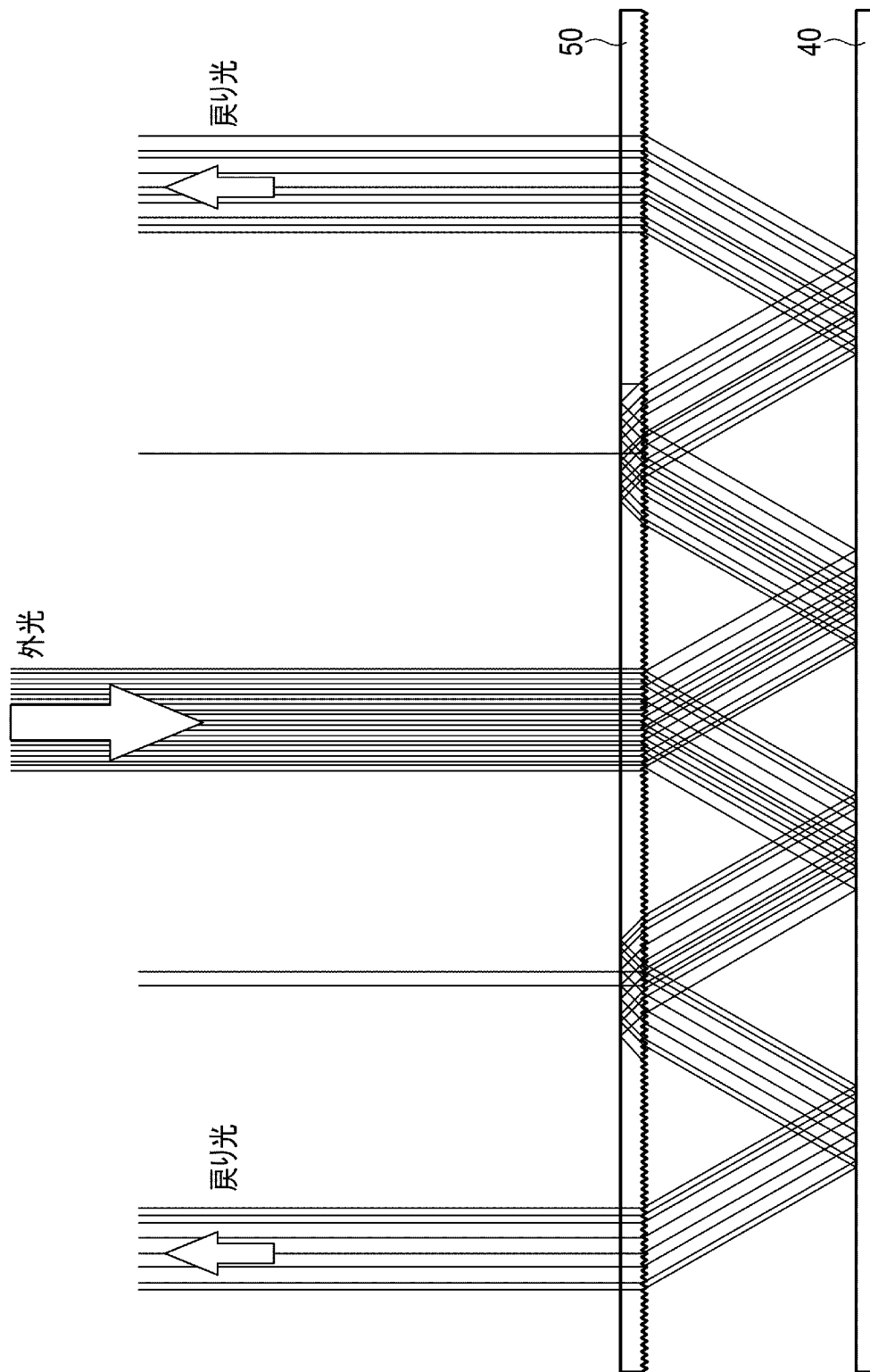
[図18]



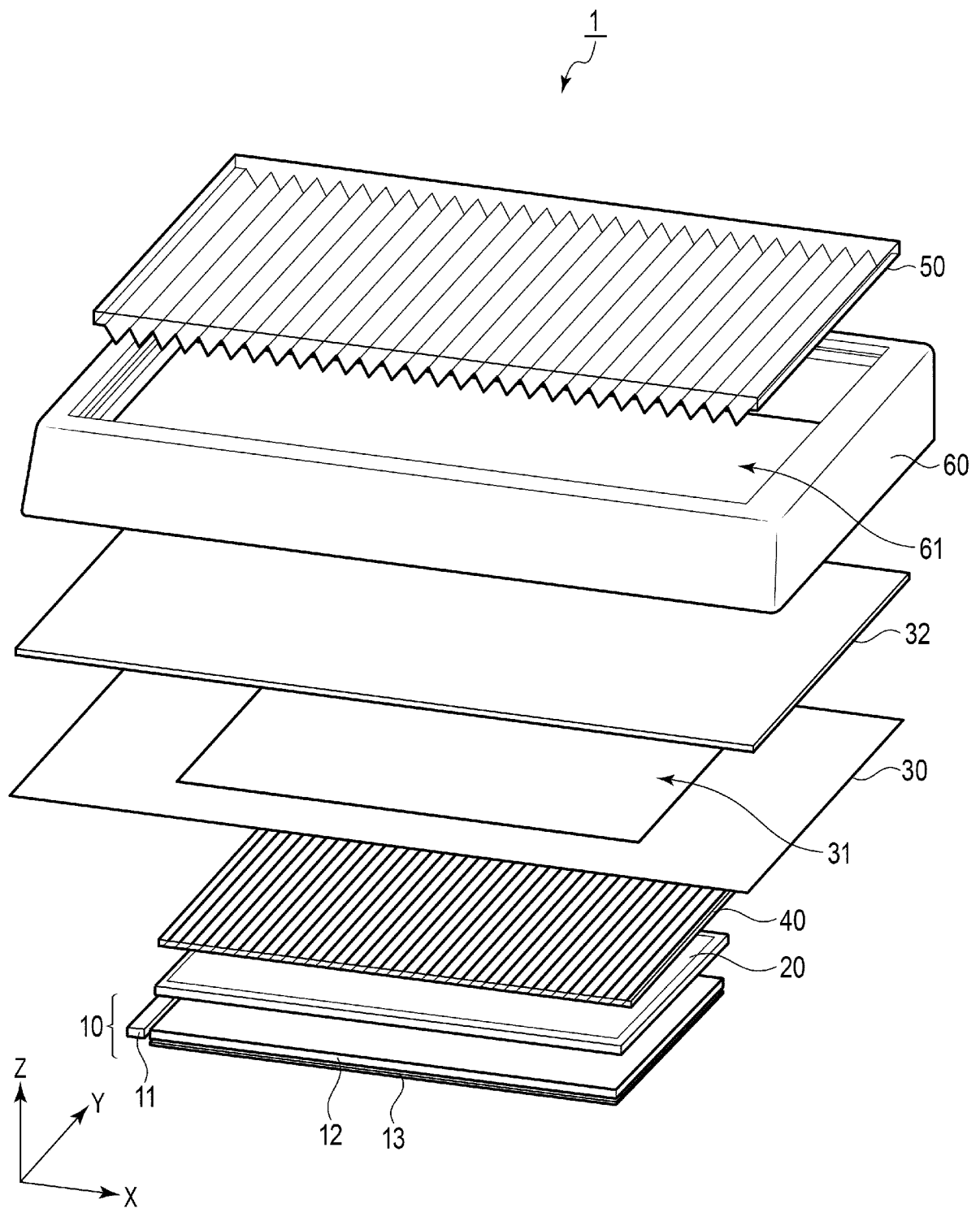
[図19]



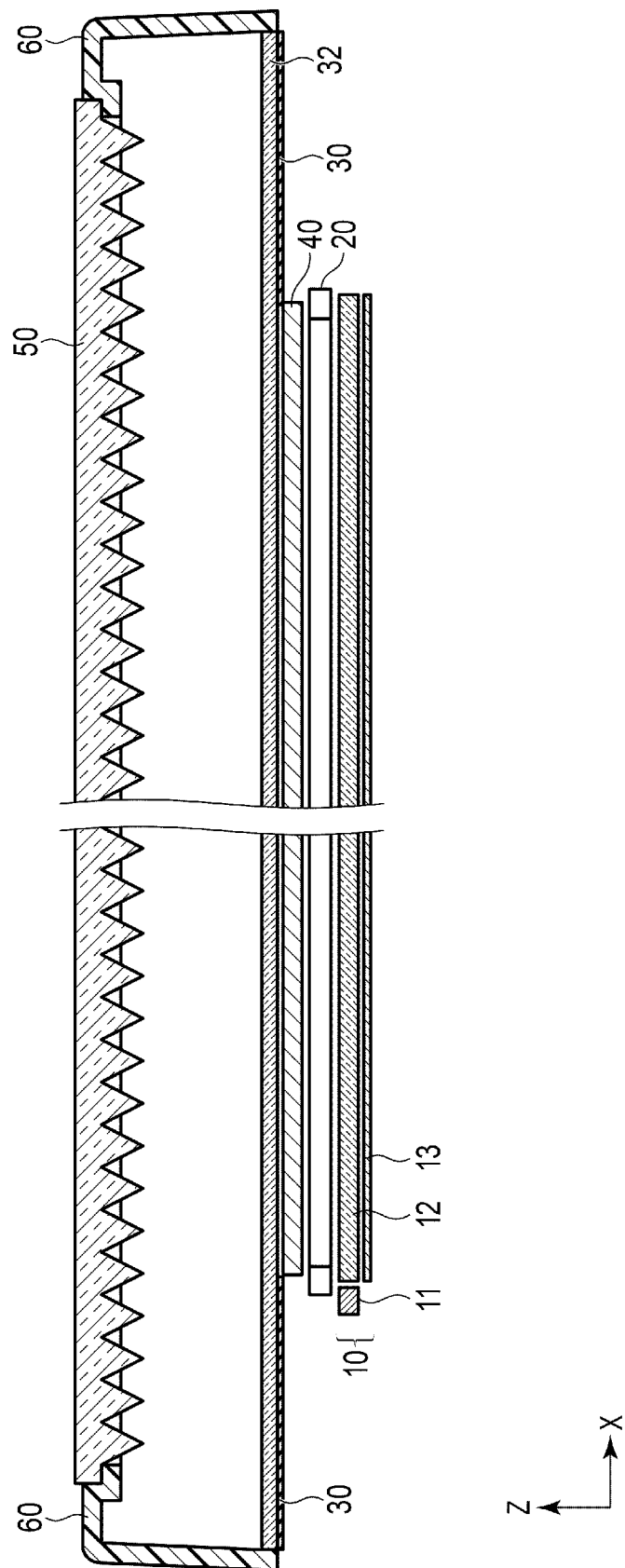
[図20]



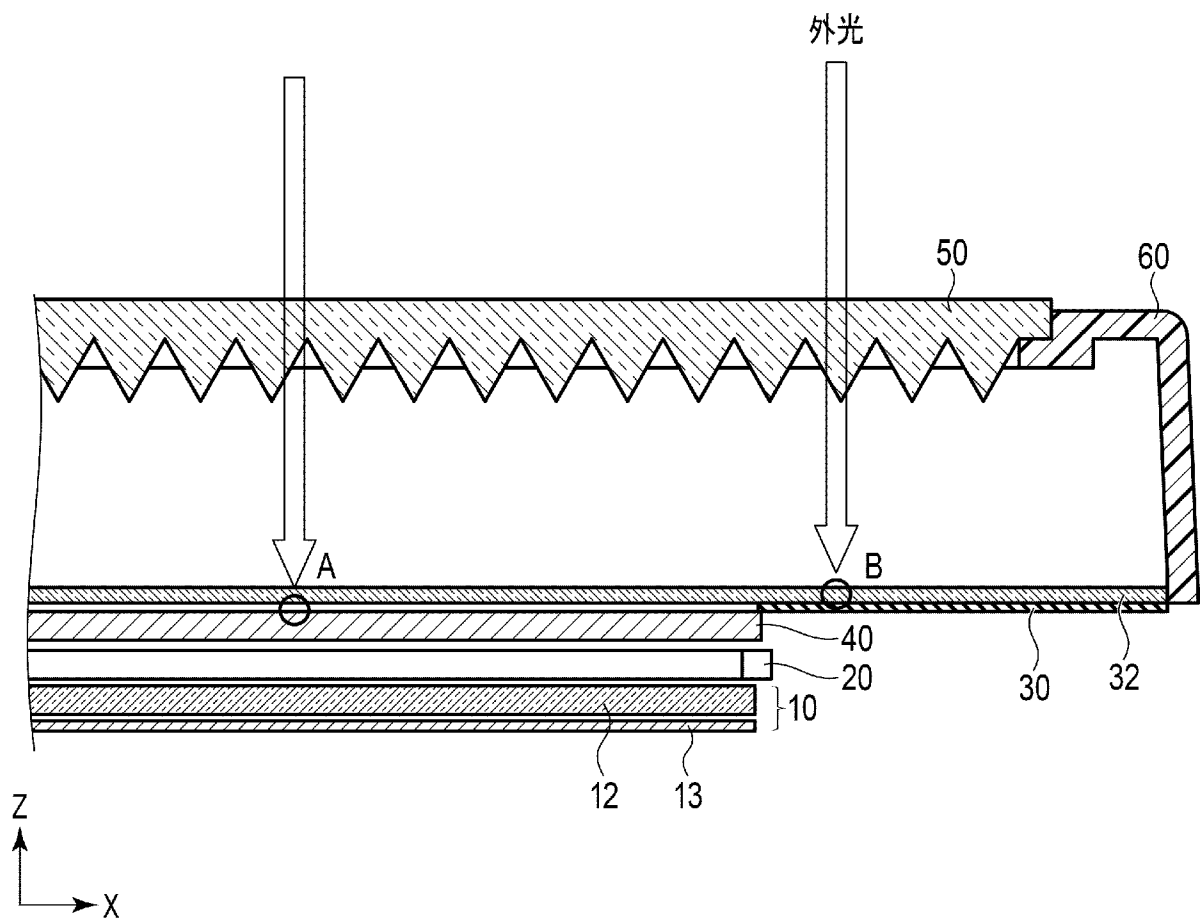
[図21]



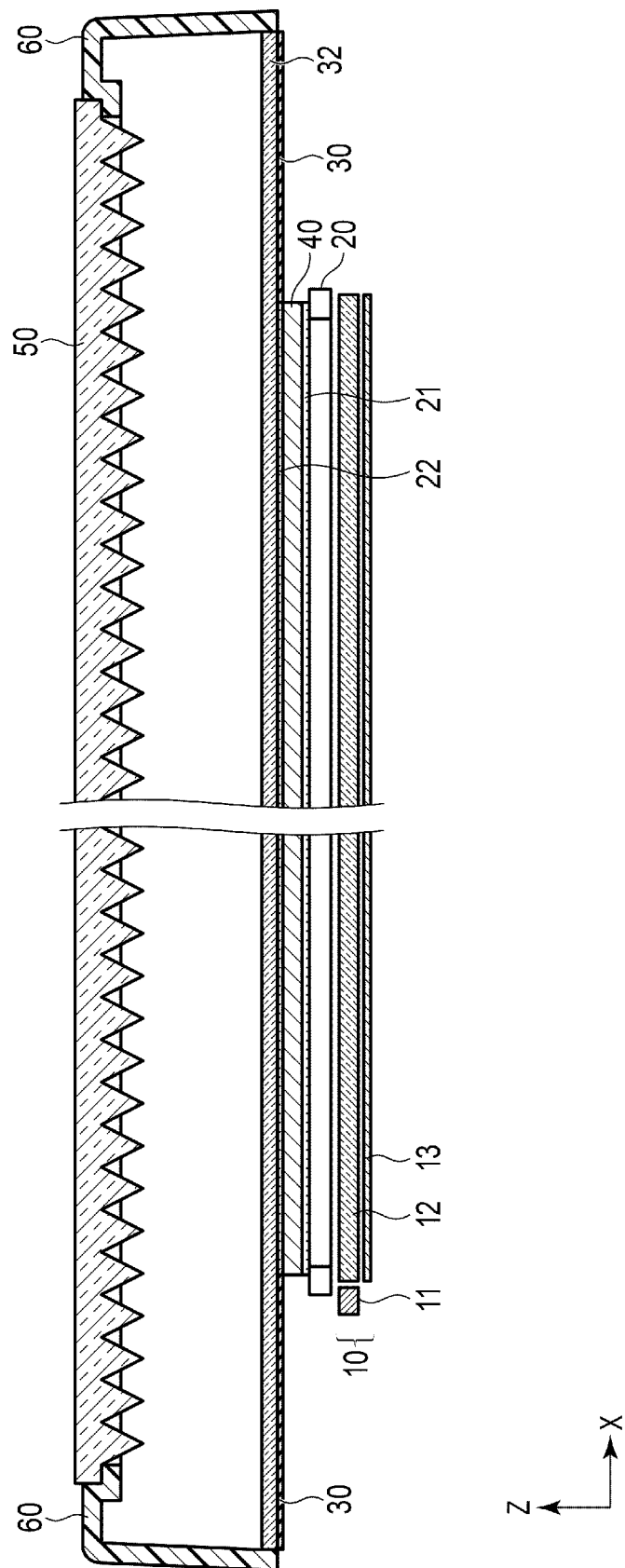
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/033389

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 30/56(2020.01)i; **F21S 2/00**(2016.01)i; **G02B 1/11**(2015.01)i; **G02B 5/00**(2006.01)i; **G02B 5/04**(2006.01)i;
G02B 5/08(2006.01)i; **G03B 35/00**(2021.01)i; **G09F 9/00**(2006.01)i

FI: G02B30/56; F21S2/00 431; G02B1/11; G02B5/00 B; G02B5/00 Z; G02B5/04; G02B5/08 Z; G03B35/00 Z; G09F9/00 313; G09F9/00 350Z

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)

G02B30/56; F21S2/00; G02B1/11; G02B5/00; G02B5/04; G02B5/08; G03B35/00; G09F9/00

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	WO 2019/030991 A1 (KONICA MINOLTA, INC.) 14 February 2019 (2019-02-14) paragraphs [0047]-[0049], [0113]-[0119], fig. 9, 34	1-3, 6-7, 14
Y		1, 4-5, 8-14
Y	JP 2019-191355 A (TOPPAN PRINTING CO., LTD.) 31 October 2019 (2019-10-31) paragraphs [0033], [0038]-[0049]	4-5, 10-11
Y	JP 2016-180785 A (KONICA MINOLTA, INC.) 13 October 2016 (2016-10-13) fig. 1	1, 8-12, 14
Y	JP 2021-139932 A (TOPPAN PRINTING CO., LTD.) 16 September 2021 (2021-09-16) fig. 2	13
P, X	WO 2023/112617 A1 (MAXELL HOLDINGS LTD.) 22 June 2023 (2023-06-22) fig. 6A, 8, 9B, 14	1-3, 6-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 October 2023

Date of mailing of the international search report

07 November 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
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/JP2023/033389

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2019/030991	A1	14 February 2019	(Family: none)	
JP	2019-191355	A	31 October 2019	US 2021/0041719 A1 paragraphs [0064], [0070]- [0081] EP 3786687 A1 CN 111989610 A	
JP	2016-180785	A	13 October 2016	(Family: none)	
JP	2021-139932	A	16 September 2021	US 2022/0413317 A1 fig. 2 WO 2021/177271 A1 EP 4116761 A1 TW 202138882 A CN 115280222 A	
WO	2023/112617	A1	22 June 2023	JP 2023-87963 A JP 2023-122179 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G02B 30/56(2020.01)i; F21S 2/00(2016.01)i; G02B 1/11(2015.01)i; G02B 5/00(2006.01)i;
 G02B 5/04(2006.01)i; G02B 5/08(2006.01)i; G03B 35/00(2021.01)i; G09F 9/00(2006.01)i
 FI: G02B30/56; F21S2/00 431; G02B1/11; G02B5/00 B; G02B5/00 Z; G02B5/04; G02B5/08 Z; G03B35/00 Z;
 G09F9/00 313; G09F9/00 350Z

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））

G02B30/56; F21S2/00; G02B1/11; G02B5/00; G02B5/04; G02B5/08; G03B35/00; G09F9/00

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 1971-2023年
 日本国実用新案登録公報 1996-2023年
 日本国登録実用新案公報 1994-2023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	WO 2019/030991 A1 (コニカミノルタ株式会社) 14.02.2019 (2019-02-14) [0047] - [0049]、[0113] - [0119]、図9、34	1-3, 6-7, 14
Y		1, 4-5, 8-14
Y	JP 2019-191355 A (凸版印刷株式会社) 31.10.2019 (2019-10-31) [0033]、[0038] - [0049]	4-5, 10-11
Y	JP 2016-180785 A (コニカミノルタ株式会社) 13.10.2016 (2016-10-13) 図1	1, 8-12, 14
Y	JP 2021-139932 A (凸版印刷株式会社) 16.09.2021 (2021-09-16) 図2	13
P, X	WO 2023/112617 A1 (マクセル株式会社) 22.06.2023 (2023-06-22) 図6A、8、9B、14	1-3, 6-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
 “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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

05.10.2023

国際調査報告の発送日

07.11.2023

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）

井 亀 諭 2L 3613

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/033389

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2019/030991	A1	14.02.2019	(ファミリーなし)	
JP	2019-191355	A	31.10.2019	US 2021/0041719 A1	
				[0064], [0070]-[0081]	
				EP 3786687 A1	
				CN 111989610 A	
JP	2016-180785	A	13.10.2016	(ファミリーなし)	
JP	2021-139932	A	16.09.2021	US 2022/0413317 A1	
				図 2	
				WO 2021/177271 A1	
				EP 4116761 A1	
				TW 202138882 A	
				CN 115280222 A	
WO	2023/112617	A1	22.06.2023	JP 2023-87963 A	
				JP 2023-122179 A	