

(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
2018年4月19日(19.04.2018)

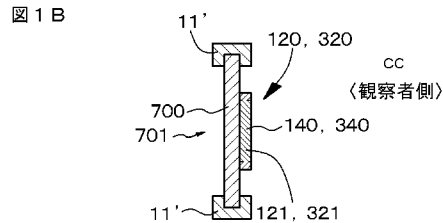
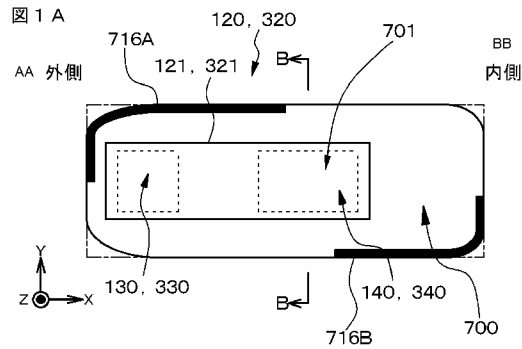


(10) 国際公開番号
WO 2018/070094 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 27/02 (2006.01) G02F 1/155 (2006.01)
G02F 1/15 (2006.01) H04N 5/64 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/028100
- (22) 国際出願日: 2017年8月2日(02.08.2017)
- (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 2016-199734 2016年10月11日(11.10.2016) 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: 角野 宏治 (KADONO Koji); 〒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). 町田 暁夫 (MACHIDA Akio); 〒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: 山本 孝久, 外 (YAMAMOTO Takahisa et al.); 〒1410032 東京都品川区大崎4丁目3番2号 秋葉ビル301号 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,

(54) Title: DISPLAY APPARATUS

(54) 発明の名称: 表示装置



AA Outside
BB Inside
CC Observer side

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a display apparatus which is capable of providing high contrast to a virtual image observed by an observer, and has a configuration and structure that enable the observer using the display apparatus to move about safely in a real-life environment while clearly perceiving the external environment. The display apparatus of the present invention is provided with: a frame worn on the head of the observer; an image display device mounted to the frame; and a dimming device (700), wherein the image display device is provided with:



WO 2018/070094 A1

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, 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)）

an image forming device; and an optical device (120) having a virtual image forming area (701) on which the virtual image is formed. The optical device (120) overlaps at least a portion of the dimming device (700), and when the dimming device (700) is operated, for example, the light shielding rate of the dimming device decreases from an outside area and an upper area of an area (701) facing the virtual image forming area toward a central portion of the area facing the virtual image forming area.

(57) 要約：本発明の目的は、観察者が観察する虚像に高いコントラストを与えることができ、しかも、使用する観察者が、外部環境を確実に認識しつつ、現実の環境において安全に行動し得る構成、構造を有する表示装置を提供することにある。本発明の表示装置は、観察者の頭部に装着されるフレーム、フレームに取り付けられた画像表示装置、及び、調光装置（700）を備えており、画像表示装置は、画像形成装置、及び、虚像が形成される虚像形成領域（701）を有する光学装置（120）を備えており、光学装置（120）は調光装置（700）の少なくとも一部分と重なっており、調光装置（700）の動作時、例えば、虚像形成領域対向領域（701）の上方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少する。

明 細 書

発明の名称：表示装置

技術分野

[0001] 本開示は、表示装置に関し、より具体的には、頭部装着型ディスプレイ（HMD, Head Mounted Display）に用いられる表示装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、現実の環境（あるいはその一部）に付加情報としてバーチャルな物体や各種情報を電子情報として合成・提示する拡張現実技術（AR技術：Augmented Reality）が、注目を浴びている。この拡張現実技術を実現するために、視覚情報を提示する装置として、例えば、頭部装着型ディスプレイが検討されている。そして、応用分野として、現実の環境における作業支援が期待されており、例えば、道路案内情報の提供、メンテナンス等を行う技術者に対する技術情報提供等を挙げることができる。特に、頭部装着型ディスプレイは、手がふさがられることがないため、非常に便利である。また、屋外を移動しながら映像や画像を楽しみたい場合にも、視界に映像や画像と外部環境とを同時に捉えることができるため、スムーズな移動が可能となる。

[0003] 画像形成装置によって形成された2次元画像を虚像光学系により拡大虚像として観察者に観察させるための虚像表示装置（表示装置）が、例えば、特開2006-162767から周知である。

[0004] 概念図を図29に示すように、この画像表示装置100'は、2次元マトリクス状に配列された複数の画素を備えた画像形成装置111、画像形成装置111の画素から出射された光を平行光とするコリメート光学系112、及び、コリメート光学系112にて平行光とされた光が入射され、導光され、出射される光学装置120を備えている。光学装置120は、入射された光が内部を全反射により伝播した後、出射される導光板121、導光板121に入射された光が導光板121の内部で全反射されるように、導光板121に入射された光を反射させる第1偏向手段130（例えば、1層の光反射

膜から成る)、及び、導光板121の内部を全反射により伝播した光を導光板121から出射させる第2偏向手段140(例えば、多層積層構造を有する光反射多層膜から成る)から構成されている。そして、このような画像表示装置100'によって、例えば、HMDを構成すれば、装置の軽量化、小型化を図ることができる。尚、図29におけるその他の構成要素を示す参照番号に関しては、図6を参照して説明する実施例1の画像表示装置を参照のこと。

[0005] あるいは又、画像形成装置によって形成された2次元画像を虚像光学系により拡大虚像として観察者に観察させるために、ホログラム回折格子を用いた虚像表示装置(表示装置)が、例えば、特開2007-094175から周知である。

[0006] 概念図を図30に示すように、この画像表示装置300'は、基本的には、画像を表示する画像形成装置111と、コリメート光学系112と、画像形成装置111に表示された光が入射され、観察者の瞳21へと導く光学装置320とを備えている。ここで、光学装置320は、導光板321と、導光板321に設けられた反射型体積ホログラム回折格子から成る第1回折格子部材330及び第2回折格子部材340を備えている。そして、コリメート光学系112には画像形成装置111の各画素から出射された光が入射され、コリメート光学系112によって導光板321へ入射する角度の異なる複数の平行光が生成され、導光板321に入射される。導光板321の第1面322から、平行光が入射され、出射される。一方、導光板321の第1面322と平行である導光板321の第2面323に、第1回折格子部材330及び第2回折格子部材340が取り付けられている。尚、図30におけるその他の構成要素を示す参照番号に関しては、図17を参照して説明する実施例3の画像表示装置を参照のこと。

[0007] そして、これらの画像表示装置100'、300'において画像に基づく虚像を形成することで、観察者は、外界の像と形成された虚像とを重畳して見ることができる。

[0008] ところで、画像表示装置100'，300'の置かれた周囲の環境が非常に明るい場合や、形成された虚像の内容に依っては、観察者が観察する虚像に十分なコントラストが与えられないといった問題が生じ得る。そこで、このような問題を解決する手段、即ち、調光装置を備えた虚像表示装置（表示装置）が、例えば、特開2012-252091から周知である。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献1：特開2006-162767
特許文献2：特開2007-094175
特許文献3：特開2012-252091

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] ここで、表示装置を使用する観察者が、外部環境を確実に認識しつつ、虚像を確実に視認でき、しかも、現実の環境において安全に行動し得ることが、表示装置には、屢々、要求される。

[0011] 従って、本開示の目的は、観察者が観察する虚像に高いコントラストを与えることができ、しかも、使用する観察者が、外部環境を確実に認識しつつ、現実の環境において安全に行動し得る構成、構造を有する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

- [0012] 上記の目的を達成するための本開示の表示装置は、
- (A) 観察者の頭部に装着されるフレーム、
 - (B) フレームに取り付けられた画像表示装置、及び、
 - (C) 外部から入射する外光の光量を調整する調光装置、
- を備えた表示装置であって、
- 画像表示装置は、
- (a) 画像形成装置、及び、

(b) 画像形成装置から出射された光に基づき虚像が形成される虚像形成領域を有する光学装置、

を備えており、

光学装置は、調光装置の少なくとも一部分と重なっており、

観察者の鼻側を内側、耳側を外側と称し、光学装置の虚像形成領域と対向する調光装置の領域を虚像形成領域対向領域と称したとき、

調光装置の動作時、

(イ) 虚像形成領域対向領域の上方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少し、又は、

(ロ) 虚像形成領域対向領域の下方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少し、又は、

(ハ) 虚像形成領域対向領域の外側領域から虚像形成領域対向領域の内側領域に向かって調光装置の遮光率が減少し、又は、

(ニ) 虚像形成領域対向領域の下方領域から虚像形成領域対向領域の上方領域に向かって調光装置の遮光率が減少し、又は、

(ホ) 虚像形成領域対向領域の外縁領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少する。

発明の効果

[0013] 本開示の表示装置には調光装置が備えられているので、観察者が観察する虚像に高いコントラストを与えることができ、しかも、表示装置を使用する観察者は外部環境を確実に認識することができる。加えて、虚像形成領域対向領域の第1の所定の領域から虚像形成領域対向領域の第2の所定の領域に向かって調光装置の遮光率の減少が始まるように規定されているので、使用する観察者が、虚像形成領域対向領域を通して、適切な濃淡を有する虚像形成領域対向領域を通して、外部環境を確実に認識しつつ、現実の環境において安全に行動することができる。尚、本明細書に記載された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、付加的な効果があってもよい。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図 1 A は、実施例 1 の表示装置における光学装置及び調光装置の模式的な正面図であり、図 1 B は、図 1 A の矢印 B - B に沿った光学装置及び調光装置の模式的な断面図である。

[図2]図 2 A は、実施例 1 の表示装置の変形例における光学装置及び調光装置の模式的な正面図であり、図 2 B は、図 2 A の矢印 B - B に沿った光学装置及び調光装置の模式的な断面図である。

[図3]図 3 は、本開示における調光装置及び光学装置を正面から眺めた模式図である。

[図4]図 4 A は、図 1 A の矢印 B - B に沿ったと同様の実施例 1 の表示装置における調光装置の模式的な断面図であり、図 4 B は、実施例 1 の表示装置の模式的な側面図である。

[図5]図 5 A は、実施例 1 の表示装置における動作前の調光装置の模式的な正面図であり、図 5 B は、動作中の調光装置の模式的な正面図である。

[図6]図 6 は、実施例 1 の表示装置における画像表示装置の概念図である。

[図7]図 7 は、実施例 1 の表示装置における画像表示装置の変形例の概念図である。

[図8]図 8 は、実施例 1 の表示装置を上方から眺めた模式図である。

[図9]図 9 は、実施例 1 の表示装置の別の変形例における光学装置及び調光装置の模式的な正面図である。

[図10]図 1 0 A 及び図 1 0 B は、実施例 1 の表示装置（但し、第 1 形態の表示装置）の変形例における光学装置及び調光装置の模式的な正面図である。

[図11]図 1 1 A、図 1 1 B 及び図 1 1 C は、実施例 1 の表示装置（但し、第 1 形態の表示装置）の別の変形例における光学装置及び調光装置の模式的な正面図である。

[図12]図 1 2 A 及び図 1 2 B は、実施例 1 の表示装置（但し、第 2 形態の表示装置）の変形例における光学装置及び調光装置の模式的な正面図である。

[図13]図 1 3 A、図 1 3 B 及び図 1 3 C は、実施例 1 の表示装置（但し、第

2形態の表示装置)の別の変形例における光学装置及び調光装置の模式的な正面図である。

[図14]図14A、図14B及び図14Cは、実施例1の表示装置(但し、第3形態の表示装置)の変形例における光学装置及び調光装置の模式的な正面図である。

[図15]図15A、図15B及び図15Cは、実施例1の表示装置(但し、第4形態の表示装置、第5形態の表示装置及び第6形態の表示装置)の変形例における光学装置及び調光装置の模式的な正面図である。

[図16]図16は、実施例2の表示装置における画像表示装置の概念図である。

[図17]図17は、実施例3の表示装置における画像表示装置の概念図である。

[図18]図18は、実施例3の表示装置における反射型体積ホログラム回折格子の一部を拡大して示す模式的な断面図である。

[図19]図19は、実施例4の表示装置における画像表示装置の概念図である。

[図20]図20は、実施例5の表示装置を上方から眺めた模式図である。

[図21]図21A及び図21Bは、それぞれ、実施例6の表示装置を上方から眺めた模式図、及び、照度センサを制御する回路の模式図である。

[図22]図22A及び図22Bは、それぞれ、実施例7の表示装置を上方から眺めた模式図、及び、照度センサを制御する回路の模式図である。

[図23]図23は、実施例1の表示装置の更に別の変形例を上方から眺めた模式図である。

[図24]図24は、図23に示した実施例1の表示装置の更に別の変形例における光学装置及び調光装置の模式的な正面図である。

[図25]図25は、実施例1の表示装置の更に別の変形例における光学装置の概念図である。

[図26]図26A、図26B、図26C、図26D、図26E、図26F、図

26G及び図26Hは、実施例1の表示装置の更に別の変形例における光学装置の概念図である。

[図27]図27A及び図27Bは、実施例5の表示装置の変形例における光学装置を上から眺めた模式図である。

[図28]図28A及び図28Bは、それぞれ、実施例5の表示装置の別の変形例における光学装置を上から眺めた模式図、及び、横から眺めた模式図である。

[図29]図29は、従来の表示装置における画像表示装置の概念図である。

[図30]図30は、従来の表示装置の変形例における画像表示装置の概念図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照して、実施例に基づき本開示を説明するが、本開示は実施例に限定されるものではなく、実施例における種々の数値や材料は例示である。尚、説明は、以下の順序で行う。

1. 本開示の表示装置、全般に関する説明
2. 実施例1（本開示の表示装置、第1形態～第7形態の表示装置、第1-A構造の光学装置、第1構成の画像形成装置）
3. 実施例2（実施例1の変形、第1-A構造の光学装置、第2構成の画像形成装置）
4. 実施例3（実施例1の別の変形、第1-B構造の光学装置、第1構成の画像形成装置）
5. 実施例4（実施例1の更に別の変形、第1-B構造の光学装置、第2構成の画像形成装置）
6. 実施例5（実施例1の更に別の変形、第2構造の光学装置、第2構成の画像形成装置）
7. 実施例6（実施例1～実施例5の変形）
8. 実施例7（実施例1～実施例5の別の変形）
9. 実施例8（実施例1～実施例7の変形）

10. 実施例9（実施例8の変形）

11. その他

[0016] 〈本開示の表示装置、全般に関する説明〉

本開示の表示装置において、調光装置は、
第1基板、
第1基板と対向する第2基板、
第2基板と対向する第1基板の対向面に設けられた第1透明電極、
第1基板と対向する第2基板の対向面に設けられた第2透明電極、及び、
第1透明電極と第2透明電極とによって挟まれた調光層、
から成る形態とすることができる。尚、調光装置は、更に、第1透明電極の一部の上に形成された第1電極を備えていてもよく、この場合、第1電極は、直接、調光装置の遮光率を制御するための制御回路（調光装置・制御回路）に接続されていてもよいし、場合によっては、第1電極に接続された第1接続部が設けられ、第1接続部が調光装置・制御回路に接続されていてもよい。あるいは、第1電極を設けることなく、第1接続部と第1透明電極とが、直接、接続されてもよい。また、第2透明電極の一部と接する第2接続部が設けられ、第2接続部が調光装置・制御回路に接続されていてもよい。あるいは又、第2透明電極の一部の上に形成された第2電極を更に備えていてもよい。そして、第2電極は、直接、調光装置・制御回路に接続されていてもよいし、場合によっては、第2電極に接続された第2接続部が設けられ、第2接続部が調光装置・制御回路に接続されていてもよい。第1接続部は、第2基板と対向する第1基板の対向面に、接続部以外は第1透明電極と接しないように設ければよい。第2接続部は、第1基板と対向する第2基板の対向面に、接続部以外は第2透明電極と接しないように設ければよい。

[0017] 調光装置・制御回路から、第1電極（場合によっては、第1接続部及び第1電極）を介して第1透明電極に電圧が印加され、第2接続部（場合によっては、第2接続部及び第2電極）を介して第2透明電極に電圧が印加される。第1透明電極の或る部位（便宜上、『部位-A』と呼ぶ）と、この部位-

Aに対向した第2透明電極の部位（便宜上、『部位-B』と呼ぶ）との間の電位差に依存して、これらの部位-Aと部位-Bによって挟まれた調光層の領域の遮光率が制御される。部位-Aの電位は、第1電極と第1透明電極の部位-Aとの間の距離に依存した電気抵抗値によって規定されるし、部位-Bの電位は、第2接続部（あるいは、第2電極）と第2透明電極の部位-Bとの間の距離に依存した電気抵抗値によって規定される。従って、前述した（イ）、（ロ）、（ハ）、（ニ）、（ホ）の遮光率の減少状態を達成するために、第1電極の位置や長さ、第2接続部の第2透明電極に対する接続位置（あるいは、第2電極の位置や長さ）を、適宜、決定すればよい。

[0018] そして、これらの場合、調光装置は、無機又は有機のエレクトロクロミック材料の酸化還元反応によって発生する物質の色変化を応用した光シャッタから成る形態とすることができる。具体的には、調光層は無機又は有機のエレクトロクロミック材料を含む形態とすることができ、更には、調光層は、第1透明電極側から、 WO_3 層/ Ta_2O_5 層/ $Ir_xSn_{1-x}O$ 層といった無機エレクトロクロミック材料層の積層構造、あるいは又、 WO_3 層/ Ta_2O_5 層/ IrO_x 層といった無機エレクトロクロミック材料層の積層構造を有する形態とすることができる。 WO_3 層の代わりに、 MoO_3 層や V_2O_5 層を用いることができる。また、 IrO_x 層の代わりに、 ZrO_2 層、リン酸ジルコニウム層を用いることができるし、あるいは又、プルシアンブルー錯体/ニッケル置換プルシアンブルー錯体等を用いることもできる。有機のエレクトロクロミック材料として、例えば、特開2014-111710号公報や特開2014-159385号公報に開示されたエレクトロクロミック材料を用いることもできる。

[0019] 以上に説明した各種好ましい形態を含む本開示の表示装置において、光学装置は調光装置に取り付けられている形態とすることができる。尚、光学装置は、密着した状態で調光装置に取り付けられていてもよいし、隙間を開けた状態で調光装置に取り付けられていてもよい。

[0020] 更には、以上に説明した各種好ましい形態を含む本開示の表示装置におい

て、フレームは、観察者の正面に配置されるフロント部、フロント部の両端に蝶番を介して回動自在に取り付けられた2つのテンプル部、及び、ノーズパッドを備えており；調光装置はフロント部に配設されている形態とすることができる。そして、この場合、フロント部はリムを有し；調光装置はリムに嵌め込まれている形態とすることができる。また、以上に説明した種々の好ましい形態を含む本開示の表示装置において、観察者側から、光学装置、調光装置の順に配してもよいし、調光装置、光学装置の順に配してもよい。

[0021] 更には、以上に説明した各種好ましい形態を含む本開示の表示装置において、光学装置は、

(b-1) 画像形成装置から入射された光が内部を全反射により伝播した後、観察者に向けて出射される導光板、

(b-2) 導光板に入射された光が導光板の内部で全反射されるように、導光板に入射された光を偏向させる第1偏向手段、及び、

(b-3) 導光板の内部を全反射により伝播した光を導光板から出射させるために、導光板の内部を全反射により伝播した光を偏向させる第2偏向手段、

を備えており、

第2偏向手段によって光学装置の虚像形成領域が構成される形態とすることができる。ここで、このような光学装置を、便宜上、『第1構造の光学装置』と呼ぶ。尚、「全反射」という用語は、内部全反射、あるいは、導光板内部における全反射を意味する。調光装置の射影像内に第2偏向手段（虚像形成領域）が位置する。更には、調光装置を構成する基板の一方によって、第2偏向手段、あるいは、第1偏向手段及び第2偏向手段は被覆されている形態とすることができる。

[0022] 以上に説明した各種好ましい形態を含む本開示の表示装置（以下、これらを総称して、『本開示の表示装置等』と呼ぶ）において、調光装置の動作時、調光装置の動作時、例えば、第1透明電極には第2透明電極よりも高い電圧が印加される。

[0023] 本開示の表示装置等にあつては、第1の所定の領域から第2の所定の領域に向かって調光装置の遮光率が変化するが、遮光率は、徐々に変化してもよいし（即ち、連続的に変化してもよいし）、電極や接続部の配置状態、形状によっては、階段状に変化する構成とすることもできるし、一定の値から連続的にあるいは階段状に変化する構成とすることもできる。即ち、調光装置を、色のグラデーションが付いた状態としてもよいし、段階的に色に変化する状態とすることもできるし、一定の色が付いた状態から連続的にあるいは段階的に色に変化する状態とすることもできる。遮光率は、第1電極及び第2接続部に印加する電圧によって制御することができる。第1透明電極と第2透明電極との間の電位差を制御してもよいし、第1電極に印加する電圧と第2接続部に印加する電圧とを独立に制御してもよい。遮光率の調整を行う場合、光学装置にテストパターンを表示してもよい。

[0024] 以下の説明を簡素化するために、光学装置における虚像形成領域、調光装置の外形形状、及び、調光装置における虚像形成領域対向領域の平面形状を四角形とする。

[0025] そして、虚像形成領域対向領域において、上辺（便宜上、『上辺（A）』と呼ぶ）と外側側辺（便宜上、『外側側辺（A）』と呼ぶ）とが交わるコーナー部を、便宜上、『第1コーナー部（A）』と呼び、下辺（便宜上、『下辺（A）』と呼ぶ）と外側側辺（A）とが交わるコーナー部を、便宜上、『第2コーナー部（A）』と呼び、下辺（A）と内側側辺（便宜上、『内側側辺（A）』と呼ぶ）とが交わるコーナー部を、便宜上、『第3コーナー部（A）』と呼び、上辺（A）と内側側辺（A）とが交わるコーナー部を、便宜上、『第4コーナー部（A）』と呼ぶ。

[0026] また、調光装置において、上辺（便宜上、『上辺（B）』と呼ぶ）と外側側辺（便宜上、『外側側辺（B）』と呼ぶ）とが交わるコーナー部を、便宜上、『第1コーナー部（B）』と呼び、下辺（便宜上、『下辺（B）』と呼ぶ）と外側側辺（B）とが交わるコーナー部を、便宜上、『第2コーナー部（B）』と呼び、下辺（B）と内側側辺（便宜上、『内側側辺（B）』と呼ぶ）

ぶ)とが交わるコーナー部を、便宜上、『第3コーナー部(B)』と呼び、上辺(B)と内側側辺(B)とが交わるコーナー部を、便宜上、『第4コーナー部(B)』と呼ぶ。

[0027] これらの四角形の4辺のそれぞれは、線分から構成されていてもよいし、曲線の一部から構成されていてもよいし、これらの四角形の頂点は丸みを帯びていてもよい。但し、光学装置における虚像形成領域の平面形状、調光装置の外形形状は、これらに限定するものではない。虚像形成領域の平面形状が四角形ではない場合、虚像形成領域の外形線に外接する矩形を想定し、この想定された矩形(『仮想矩形』と呼ぶ)の対角線と虚像形成領域の外形線とが交わる4つの点を仮想頂点(各コーナー部)とし、各仮想頂点を結ぶ虚像形成領域の外形線の部分を各辺(虚像形成領域の上辺、下辺、外側側辺及び内側側辺)とすればよい。調光装置の外形形状が四角形ではない場合、調光装置の外形線に外接する調光装置・仮想矩形を想定し、この調光装置・仮想矩形の対角線と調光装置の外形線とが交わる4つの点を仮想頂点(各コーナー部)とし、各仮想頂点を結ぶ調光装置の外形線の部分を各辺(調光装置の上辺、下辺、外側側辺及び内側側辺)とすればよい。調光装置の上辺及び下辺が延びる方向を『水平方向』と呼び、調光装置の内側側辺及び調光装置の外側側辺が延びる方向を『垂直方向』と呼ぶ。

[0028] 図3に調光装置及び光学装置を正面から眺めた模式図を示す。第1電極に関して、虚像形成領域対向領域の上辺(A)において、第1コーナー部(A)から第4コーナー部(A)までの上辺の長さを L_{11-UP} としたとき、第1コーナー部(A)から上辺(A)の位置 K_{11-UP} までの第1コーナー部(A)からの長さの百分率を k_{11-UP} ($=K_{11-UP}/L_{11-UP} \times 100\%$)と表現する。上辺(A)の位置 K_{11-UP} を通過する直線であって垂直方向に延びる直線が、調光装置の上辺(B)と交わる上辺(B)の位置を K_{12-UP} と表現する。虚像形成領域対向領域の下辺(A)において、第2コーナー部(A)から第3コーナー部(A)までの下辺の長さを L_{11-DN} としたとき、第2コーナー部(A)から下辺(A)の位置 K_{11-DN} までの第2コーナー部(A)からの長さの百分率を k_{11-DN} ($=K_{11-$

$DN / L_{11-DN} \times 100\%$) と表現する。下辺 (A) の位置 K_{11-DN} を通過する直線であって垂直方向に延びる直線が、調光装置の下辺 (B) と交わる下辺 (B) の位置を K_{12-DN} と表現する。虚像形成領域対向領域の外側側辺 (A) において、第1コーナー部 (A) から第2コーナー部 (A) までの上辺の長さを L_{11-OUT} としたとき、第1コーナー部 (A) から第2コーナー部 (A) の位置 K_{11-OUT} までの第1コーナー部 (A) からの長さの百分率を k_{11-OUT} ($= K_{11-OUT} / L_{11-OUT} \times 100\%$) と表現する。外側側辺 (A) の位置 K_{11-OUT} を通過する直線であって水平方向に延びる直線が、調光装置の外側側辺 (B) と交わる外側側辺 (B) の位置を K_{12-OUT} と表現する。長さの百分率 k_{11-UP} 、 k_{11-DN} の値は第1コーナー部 (A) を基準としたものであり、正の値は内側側辺に向かう方向を意味し、負の値は外側側辺に向かう方向を意味する。長さの百分率 k_{11-OUT} の値も第1コーナー部 (A) を基準としたものであり、正の値は下側に向かう方向を意味し、負の値は上側に向かう方向を意味する。

[0029] ここで、(イ) 虚像形成領域対向領域の上方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少する場合、調光装置の第1コーナー部 (B) から、例えば、概ね、調光装置の第3コーナー部 (B) の方向に向かって減少する。尚、このような表示装置を、便宜上、『第1形態の表示装置』と呼ぶ。第1電極は調光装置の上辺 (B) に沿って配置されており、調光装置の第1コーナー部 (B) から調光装置の上辺 (B) に沿って内側に向かって延びているが、具体的には、この部分の第1電極の内側方向端部の位置 K_{12-UP} として、例えば、 k_{11-UP} の値が10%乃至100%に対応する位置を挙げることができる。併せて、第1電極は、第1コーナー部 (B) から外側側辺 (B) に沿って下方に延びているが、具体的には、この部分の第1電極の下側方向端部の位置 K_{12-OUT} として、例えば、 k_{11-OUT} の値が10%乃至70%に対応する位置を挙げるができる。第1電極から、下辺 (B) に向かう方向に1又は複数の第1電極・枝電極を設けてもよい。第1接続部を設ける場合、例えば、外側側辺 (B) の第1電極の部分に第1接続部を接続すればよい。

[0030] そして、第1電極との関係で、虚像形成領域対向領域の上方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少するような電位勾配が得られるような位置に、第2接続部あるいは第2電極を設ければよい。具体的には、例えば、第2接続部を第3コーナ一部(B)や下辺(B)に設ければよい。あるいは又、第2電極を、第3コーナ一部(B)から下辺(B)及び内側側辺(B)に互り設けたり、第3コーナ一部(B)寄りの下辺(B)に設けたり、第3コーナ一部(B)寄りの内側側辺(B)に設けたり、第2コーナ一部(B)から下辺(B)及び外側側辺(B)に互り設けたり、第2コーナ一部(B)寄りの下辺(B)に設ければよい。

[0031] また、(口)虚像形成領域対向領域の下方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少する場合、調光装置の第2コーナ一部(B)から、例えば、概ね、調光装置の第4コーナ一部(B)の方向に向かって減少する。尚、このような表示装置を、便宜上、『第2形態の表示装置』と呼ぶ。第1電極は調光装置の下辺(B)に沿って配置されており、調光装置の第2コーナ一部(B)から調光装置の下辺(B)に沿って内側に向かって延びているが、具体的には、この部分の第1電極の内側方向端部の位置 K_{12-DN} として、例えば、 k_{11-DN} の値が10%乃至100%に対応する位置を挙げることができる。併せて、第1電極は、第2コーナ一部(B)から外側側辺(B)に沿って上方に延びているが、具体的には、この部分の第1電極の上側方向端部の位置 K_{12-OUT} として、例えば、 k_{11-OUT} の値が30%乃至90%に対応する位置を挙げることができる。第1電極から、上辺(B)に向かう方向に1又は複数の第1電極・枝電極を設けてもよい。第1接続部を設ける場合、例えば、外側側辺(B)の第1電極の部分に第1接続部を接続すればよい。

[0032] そして、第1電極との関係で、虚像形成領域対向領域の下方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少するような電位勾配が得られるような位置に、第2接続部あるいは第2電極を設ければよい。具体的には、例えば、第2接続部を第4コーナ一部(B)

や上辺（B）に設ければよい。あるいは又、第2電極を、第4コーナ一部（B）から上辺（B）及び内側側辺（B）に互り設けたり、第4コーナ一部（B）寄りの上辺（B）に設けたり、第4コーナ一部（B）寄りの内側側辺（B）に設けたり、第1コーナ一部（B）から上辺（B）及び外側側辺（B）に互り設けたり、第1コーナ一部（B）寄りの上辺（B）に設ければよい。

[0033] また、（ハ）虚像形成領域対向領域の外側領域から虚像形成領域対向領域の内側領域に向かって調光装置の遮光率が減少する場合、概ね、水平方向に沿って調光装置の遮光率が減少する。尚、このような表示装置を、便宜上、『第3形態の表示装置』と呼ぶ。第1電極は調光装置の外側側辺（B）に配置されており、調光装置の外側側辺（B）の中央部から調光装置の外側側辺（B）に沿って上方及び下方に向かって延びているが、具体的には、この部分の第1電極の上側方向端部の位置 K_{12-OUT} として、例えば、 k_{11-OUT} の値が0%乃至30%に対応する位置を挙げることができるし、下側方向端部の位置 K_{12-OUT} として、例えば、 k_{11-OUT} の値が70%乃至100%に対応する位置を挙げることができる。第1電極の上側方向端部は、調光装置の上辺（B）に位置していてもよいし、第1電極の下側方向端部は、調光装置の下辺（B）に位置していてもよい。第1接続部を設ける場合、例えば、外側側辺（B）の第1電極の部分に第1接続部を接続すればよい。そして、第1電極との関係で、虚像形成領域対向領域の外側領域から虚像形成領域対向領域の内側領域に向かって調光装置の遮光率が減少するような電位勾配が得られるような位置に、第2接続部あるいは第2電極を設ければよい。具体的には、例えば、第2接続部を内側側辺（B）の中央部に設ければよい。あるいは又、第2電極を、内側側辺（B）に互り設けたり、内側側辺（B）から上辺（B）に互り、且つ、内側側辺（B）から下辺（B）に互り設ければよい。

[0034] あるいは又、第1電極を、調光装置の第1コーナ一部（B）側の上辺（B）、及び、調光装置の第1コーナ一部（B）側の下辺（B）に配設すればよいし、必要に応じて、第2電極を、調光装置の第1コーナ一部（B）側の上辺（B）、及び、調光装置の第1コーナ一部（B）側の下辺（B）に配設す

ればよい。あるいは又、第1接続部を外側側辺(B)の第1透明電極の部分に接続し、第2接続部を外側側辺(B)の第2透明電極の部分に接続する形態としてもよい。

[0035] また、(ニ)虚像形成領域対向領域の下方領域から虚像形成領域対向領域の上方領域に向かって調光装置の遮光率が減少する場合、概ね、垂直方向に沿って調光装置の遮光率が減少する。尚、このような表示装置を、便宜上、『第4形態の表示装置』と呼ぶ。第1電極は調光装置の下辺(B)に沿って配置されているが、具体的には、この部分の第1電極の端部の位置 K_{12-DN} として、例えば、 k_{11-DN} の値が100%乃至120%に対応する位置を挙げることができる。第1電極から、上辺(B)に向かう方向に1又は複数の第1電極・枝電極を設けてもよい。第1電極を第1接続部に接続してもよい。

[0036] そして、第1電極との関係で、虚像形成領域対向領域の下方領域から虚像形成領域対向領域の上方領域に向かって調光装置の遮光率が減少するような電位勾配が得られるような位置に、第2接続部あるいは第2電極を設ければよい。具体的には、例えば、第2接続部を上辺(B)に設ければよい。あるいは又、第2電極を上辺(B)に設ければよい。

[0037] また、(ホ)虚像形成領域対向領域の外縁領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少する場合、第1電極を調光装置の上辺(B)、外側側辺(B)、下辺(B)及び内側側辺(B)に互り、即ち、調光装置の外周部に互り設ければよい。この場合、連続した第1電極を設けてもよいし、不連続な第1電極を設けてもよい。後者の場合、第1電極のセグメントを第1接続部で接続すればよい。そして、第1電極との関係で、虚像形成領域対向領域の外縁領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少するような電位勾配が得られるような位置に、第2接続部あるいは第2電極を設ければよい。具体的には、例えば、複数の第2接続部を調光装置の周辺部に設ければよい。

[0038] また、場合によっては、(ヘ)虚像形成領域対向領域の上方領域から虚像形成領域対向領域の下方領域に向かって調光装置の遮光率が減少する形態と

することもでき、この場合、概ね、垂直方向に沿って調光装置の遮光率が減少する。尚、このような表示装置を、便宜上、『第6形態の表示装置』と呼ぶ。第1電極は調光装置の上辺(B)に沿って配置されているが、具体的には、この部分の第1電極の内側方向端部の位置 K_{12-UP} として、例えば、 k_{11-UP} の値が100%乃至120%に対応する位置を挙げることができる。第1電極から、下辺(B)に向かう方向に1又は複数の第1電極・枝電極を設けてもよい。第1電極を第1接続部に接続してもよい。そして、第1電極との関係で、虚像形成領域対向領域の上方領域から虚像形成領域対向領域の下方領域に向かって調光装置の遮光率が減少するような電位勾配が得られるような位置に、第2接続部あるいは第2電極を設ければよい。具体的には、例えば、第2接続部を下辺(B)に設ければよい。あるいは又、第2電極を下辺(B)に設ければよい。

[0039] また、場合によっては、画像形成装置から出射された光に基づき虚像形成領域の一部の領域に虚像が形成される場合、係る虚像が形成される虚像形成領域の一部の領域に対向した調光装置の領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少する形態とすることもできる。尚、このような表示装置を、便宜上、『第7形態の表示装置』と呼ぶ。

[0040] 本開示の表示装置等において、表示装置の置かれた環境の照度を測定する照度センサ（環境照度測定センサ）を更に備えており；照度センサ（環境照度測定センサ）の測定結果に基づき、調光装置の遮光率を制御する形態とすることができる。あるいは又、表示装置の置かれた環境の照度を測定する照度センサ（環境照度測定センサ）を更に備えており；照度センサ（環境照度測定センサ）の測定結果に基づき、画像形成装置によって形成される画像の輝度を制御する形態とすることができる。これらの形態を組み合わせてもよい。

[0041] あるいは又、外部環境から調光装置を透過した光に基づく照度を測定する第2の照度センサ（便宜上、『透過光照度測定センサ』と呼ぶ場合がある）を更に備えており；第2の照度センサ（透過光照度測定センサ）の測定結果

に基づき、調光装置の遮光率を制御する形態とすることができる。あるいは又、外部環境から調光装置を透過した光に基づく照度を測定する第2の照度センサ（透過光照度測定センサ）を更に備えており；第2の照度センサ（透過光照度測定センサ）の測定結果に基づき、画像形成装置によって形成される画像の輝度を制御する形態とすることができる。尚、第2の照度センサ（透過光照度測定センサ）は、光学装置よりも観察者側に配置されている形態とすることが望ましい。第2の照度センサ（透過光照度測定センサ）を、少なくとも2つ、配置し、高遮光率の部分を通じた光に基づく照度の測定、低遮光率の部分を通じた光に基づく照度の測定を行ってもよい。これらの形態を組み合わせてもよい。更には、これらの形態と、上記の照度センサ（環境照度測定センサ）の測定結果に基づき制御を行う形態とを組み合わせてもよい。

[0042] 照度センサ（環境照度測定センサ、透過光照度測定センサ）は、周知の照度センサから構成すればよいし、照度センサの制御は周知の制御回路に基づき行えばよい。

[0043] 調光装置の最高光透過率は50%以上であり、調光装置の最低光透過率は30%以下である構成とすることができる。尚、調光装置の最高光透過率の上限値として99%を挙げることができるし、調光装置の最低光透過率の下限値として1%を挙げることができる。ここで、

$$(\text{光透過率}) = 1 - (\text{遮光率})$$

の関係にある。

[0044] 調光装置にコネクタを取り付け（具体的には、第1電極や第2電極、第1接続部、第2接続部にコネクタを取り付け）、調光装置の遮光率を制御するための制御回路（調光装置・制御回路であり、例えば、画像形成装置を制御するための制御装置に含まれている）にこのコネクタ及び配線を介して調光装置を電氣的に接続すればよい。

[0045] 場合によっては、調光装置を通過する光は調光装置によって所望の色に着色される構成とすることができる。そして、この場合、調光装置によって着

色される色は可変である形態とすることができるし、あるいは又、調光装置によって着色される色は固定である形態とすることができる。尚、前者の場合、例えば、赤色に着色される調光装置と、緑色に着色される調光装置と、青色に着色される調光装置とを積層する形態とすればよい。また、後者の場合、調光装置によって着色される色として、限定するものではないが、茶色を例示することができる。

[0046] 本開示の表示装置等に備えられた調光装置における調光層は、エレクトロクロミック材料を含む形態だけでなく、電気泳動分散液を含む形態とすることができるし、調光装置を、金属（例えば、銀粒子）の可逆的な酸化還元反応によって発生する電着・解離現象を応用した電着方式（エレクトロデポジション・電界析出）による光シャッタ、即ち、調光層は金属イオンを含む電解質を含む形態とすることもできる。

[0047] ここで、電気泳動分散液は、帯電した多数の電気泳動粒子、及び、電気泳動粒子とは異なる色の分散媒から構成される。例えば、第1透明電極にパターンニングを施し、第2透明電極にはパターンニングを施さない場合（所謂ベタ電極構成）であって、電気泳動粒子を負に帯電させた場合、第1透明電極に相対的に負の電圧を印加し、第2透明電極に相対的に正の電圧を印加すると、負に帯電している電気泳動粒子は第2透明電極を覆うように泳動する。従って、調光装置における遮光率は高い値となる。一方、これとは逆に、第1透明電極に相対的に正の電圧を印加し、第2透明電極に相対的に負の電圧を印加すると、電気泳動粒子は第1透明電極を覆うように泳動する。従って、調光装置における遮光率は低い値となる。このような透明電極への印加を適切に行うことで、調光装置における遮光率の制御を行うことができる。電圧は直流であってもよいし、交流であってもよい。パターンニングされた第1透明電極の形状は、電気泳動粒子が第1透明電極を覆うように泳動し、調光装置における遮光率が低い値となったとき、調光装置における遮光率の値の最適化を図れるような形状とすればよく、種々の試験を行い決定すればよい。必要に応じて、透明電極の上に絶縁層を形成してもよい。係る絶縁層を構成

する材料として、例えば、無色透明な絶縁性樹脂を挙げることができ、具体的には、例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、フッ素樹脂、シリコン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリスチレン樹脂等を挙げることができる。

[0048] 電気泳動分散液における分散液（分散媒）に対する電気泳動粒子の割合として、分散液（分散媒）100質量部に対して、電気泳動粒子、0.1質量部乃至15質量部、好ましくは、1質量部乃至10質量部を例示することができる。電気泳動粒子を分散させる分散液（分散媒）として、高絶縁性を有し、無色透明な液体、具体的には非極性分散媒、より具体的には、脂肪族炭化水素、芳香族炭化水素、ハロゲン化炭化水素、シリコンオイル等を挙げることができる。ここで、脂肪族炭化水素として、ペンタン、ヘキサン、シクロヘキサン、ヘプタン、オクタン、ノナン、デカン、ドデカン、リグロイン、ソルベントナフサ、ケロシン、ノルマルパラフィン、イソパラフィン等を挙げることができる。また、芳香族炭化水素として、ベンゼン、トルエン、キシレン、アルキルベンゼン等を挙げることができる。シリコンオイルとして、変成シリコンオイルを含む各種ジメチルポリシロキサンを挙げることができる。より具体的には、エクソンモービル有限会社社製のアイソパーG、H、L、M、エクソールD30、D40、D80、D110、D130、出光石油化学株式会社製のIPソルベント1620、2028、2835、シェルケミカルズジャパン株式会社製のシェルゾール70、71、72、A、AB、日本石油株式会社製のナフテゾルL、M、H等を挙げることができる。尚、これらを単独、又は、2種以上を混合して用いることができる。

[0049] 電気泳動分散液をマイクロカプセルに閉じ込める構造を採用してもよい。マイクロカプセルは、界面重合法、その場重合法（*in-situ*重合法）、コアセルベーション法等の周知の方法で得ることができる。マイクロカプセルを構成する材料には光を十分に透過させる特性が要求され、具体的には、尿素ホルムアルデヒド樹脂、メラミンホルムアルデヒド樹脂、ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリアミド樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリ

スチレン樹脂、ポリビニルアルコール樹脂、ゼラチン、あるいは、これらの共重合体等を例示することができる。マイクロカプセルを基板上に配置する方法は、特に制限されず、例えば、インクジェット方式を挙げることができる。尚、基板上に配置されたマイクロカプセルの位置ずれを防止する目的で、マイクロカプセルを光透過性の樹脂バインダーを用いて基板上に固定してもよい。光透過性の樹脂バインダーとして、水溶性のポリマー、具体的には、例えば、ポリビニルアルコール、ポリウレタン、ポリエステル、アクリル樹脂、シリコン樹脂等を挙げることができる。

[0050] 電気泳動粒子には帯電制御剤を用いる必要は特に無いが、電気泳動粒子を正に帯電させるために正帯電制御剤を用いる場合、正帯電制御剤として、例えば、ニグロシンベースEX（オリエント化学工業社製）等のニグロシン系染料、P-51（オリエント化学工業株式会社製）、コピーチャージPXV P435（ヘキストジャパン株式会社製）等の第4級アンモニウム塩、アルコキシ化アミン、アルキルアミド、モリブデン酸キレート顔料、PLZ10001（四国化成工業株式会社製）等のイミダゾール化合物、透明又は白色のオニウム化合物等を挙げることができる。尚、オニウム化合物としては、第1級から第4級まで、自由に選択可能であり、アンモニウム化合物、スルホニウム化合物、ホスホニウム化合物より選ばれ、例えば、窒素、硫黄あるいはリン原子に結合している置換基は、アルキル基又はアリアル基であり、塩としては、塩素に代表されるハロゲン系元素やヒドロキシ基、カルボン酸基等がカウンターイオンとして好適であるが、これらに限定されるものでない。中でも第1級から第3級アミン塩や第4級アンモニウム塩が特に好ましい。電気泳動粒子を負に帯電させるために負帯電制御剤を用いる場合、負帯電制御剤として、例えば、ボントロンS-22、ボントロンS-34、ボントロンE-81、ボントロンE-84（以上、オリエント化学工業株式会社製）、スピロンブラックTRH（保土谷化学工業株式会社製）等の金属錯体、チオインジゴ系顔料、コピーチャージNXVP434（ヘキストジャパン株式会社製）等の第4級アンモニウム塩、ボントロンE-89（オリエント化

学工業株式会社製)等のカリックスアレーン化合物、LR147(日本カーリット株式会社製)等のホウ素化合物、フッ化マグネシウム、フッ化カーボン等のフッ素化合物、ステアリン酸アルミニウム、ステアリン酸カルシウム、ラウリン酸アルミニウム、ラウリン酸バリウム、オレイン酸ソーダ、オクチル酸ジルコニウム、ナフテン酸コバルト等の公知の金属石鹼や、アジン化合物のサリチル酸系金属錯体及びフェノール系縮合物を挙げることができる。帯電制御剤の添加量として、電気泳動粒子100質量部に対して、100質量部乃至300質量部を挙げることができる。

[0051] 電気泳動分散液を構成する分散液(分散媒)として、ソルビタン脂肪酸エステル(例えば、ソルビタンモノオレエート、ソルビタンモノラウレート、ソルビタンセスキオレエート、ソルビタントリオレエート等);ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル(例えば、ポリオキシエチレンソルビタンモノステアレート、ポリオキシエチレンソルビタンモノオレエート等);ポリエチレングリコール脂肪酸エステル(例えば、ポリオキシエチレンモノステアレート、ポリエチレングリコールジイソステアレート等);ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル(例えば、ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル、ポリオキシエチレンオクチルフェニルエーテル等);脂肪族ジエタノールアミド系等のノニオン系界面活性剤を用いることができる。また、高分子系分散剤として、例えば、スチレン-マレイン酸樹脂、スチレン-アクリル樹脂、ロジン、ウレタン系高分子化合物BYK-160、162、164、182(ビックケミー社製)、ウレタン系分散剤EFKA-47、LP-4050(EFKA社製)、ポリエステル系高分子化合物ソルスパス24000(ゼネカ社製)、脂肪族ジエタノールアミド系高分子化合物ソルスパス17000(ゼネカ社製)等を挙げることができる。また、その他の高分子系分散剤として、分散媒に溶媒和する部分を形成することが可能なラウリルメタクリレート、ステアリルメタクリレート、2-エチルヘキシルメタクリレート、セチルメタクリレート等のモノマー、分散媒に溶媒和し難い部分を形成することが可能なメチルメタクリレート、エチルメタ

クリレート、イソプロピルメタクリレート、スチレン、ビニルトルエン等のモノマー及び極性の官能基を有するモノマーのランダム共重合体、特開平3-188469号公報に開示されているグラフト共重合体等を挙げることができる。極性の官能基を有するモノマーとして、アクリル酸、メタクリル酸、イタコン酸、フマル酸、マレイン酸、スチレンスルホン酸等の酸性の官能基を有するモノマー；ジメチルアミノエチルメタクリレート、ジエチルアミノエチルメタクリレート、ビニルピリジン、ビニルピロリジン、ビニルピペリジン、ビニルラクタム等の塩基性の官能基を有するモノマー；これらの塩；スチレン-ブタジエン共重合体、特開昭60-10263号公報に開示されているスチレンと長鎖アルキルメタクリレートのブロック共重合体等を挙げることができる。また、特開平3-188469号公報に開示されているグラフト共重合体といった分散剤を添加してもよい。分散剤の添加量として、電気泳動粒子100質量部に対して、0.01質量部から5質量部を挙げることができる。電気泳動粒子の電気泳動を一層効果的に生じさせるために、イオン性界面活性剤を添加してもよい。アニオン界面活性剤の具体例として、ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム、ドデシル硫酸ナトリウム、アルキルナフタレンスルホン酸ナトリウム、ジアルキルスルホコハク酸ナトリウム等を挙げることができる。また、カチオン界面活性剤の具体例として、アルキルベンゼンジメチルアンモニウムクロライド、アルキルトリメチルアンモニウムクロライド、ジステアリルアンモニウムクロライド等を挙げることができる。また、トリフルオロスルホニルイミド塩、トリフルオロ酢酸塩、トリフルオロ硫酸塩等のような、非極性分散媒に可溶性イオン性添加剤を添加してもよい。イオン性添加剤の添加量として、電気泳動粒子100質量部に対して、1質量部乃至10質量部を挙げることができる。

[0052] 電気泳動粒子として、カーボンブラック（黒色）、各種金属酸化物類、フタロシアニン染料（シアン色）、ダイレクトブルー199（プロジェクトシアン色）、マゼンタ377（マゼンタ色）、リアクティブレッド29（マゼンタ色）、リアクティブレッド180（マゼンタ色）、アゾ染料（黄色であ

り、例えば、イエロー 104、Ilford AG、Rue de l'Industrie、CH-1700 Fr ibourg、Switzerland) を例示することができる。

[0053] 調光層を金属イオンを含む電解質層から構成する場合、金属イオンは銀イオンから成り、電解質は、 LiX 、 NaX 及び KX （但し、 X はフッ素原子、塩素原子、臭素原子又はヨウ素原子である）から成る群より選ばれた少なくとも1種類の塩（『支持電解質塩』と呼ぶ）を含むことが望ましい。

[0054] 電解質中には、電気化学的な還元・酸化、及び、これに伴う析出・溶解によって発色する発色材料として金属イオンが含有されている。そして、金属イオンの電気化学的な析出・溶解反応により、発色及び消色がなされ、調光装置の遮光率が変化する。換言すると、このような表示装置における調光装置の動作は、所謂、電解メッキによる金属の析出と析出した金属の溶出反応とを可逆的に生じさせる動作であると云える。このように、電気化学的な析出・溶解によって発色と消色とが実現可能な金属イオンとして、特に限定されるものではないが、上述した銀 (Ag) 以外にも、ビスマス (Bi)、銅 (Cu)、ナトリウム (Na)、リチウム (Li)、鉄 (Fe)、クロム (Cr)、ニッケル (Ni)、カドミウム (Cd) の各イオン、これらのイオンの組合せを例示することができるが、中でも特に好ましい金属イオンは、銀 (Ag)、ビスマス (Bi) である。銀やビスマスは、可逆的な反応を容易に進めることができ、しかも、析出時の変色度が高い。

[0055] そして、電解質に金属イオンが含まれているが、具体的には、金属イオンを含む物質が電解質に溶解している。より具体的には、金属イオンを含む物質として、例えば、 AgF 、 $AgCl$ 、 $AgBr$ 、 AgI 等のハロゲン化銀の少なくとも1種、好ましくは AgI あるいは $AgBr$ を挙げることができ、この金属イオンを含む物質が電解質に溶解している。ハロゲン化銀の濃度として、例えば、0.03~2.0モル/リットルを例示することができる。

[0056] 第1基板と第2基板との間には金属イオンを含む電解質が封止されているが、ここで、電解質は、電解液あるいは高分子電解質から構成することがで

きる。ここで、電解液として、溶媒に金属塩又はアルキル四級アンモニウム塩を含有させたものを用いることができる。具体的には、電解質として、水、エチルアルコール、イソプロピルアルコール、2-エトキシエタノール、2-メトキシエタノール、プロピレンカーボネート、ジメチルカーボネート、エチレンカーボネート、 γ -ブチロラクトン、アセトニトリル、スルフォラン、ジメトキシエタン、ジメチルホルムアミド (DMF)、ジエチルホルムアミド (DEF)、ジメチルスルホキシド (DMSO)、N,N-ジメチルアセトアミド (DMAA)、N-メチルプロピオン酸アミド (MPA)、N-メチルピロリドン (MP)、ジオキソラン (DOL)、エチルアセテート (EA)、テトラヒドロフラン (THF)、メチルテトラヒドロフラン (MeTHF)、又は、これらの混合物を用いることができる。また、高分子電解質に用いるマトリクス (母材) 高分子として、主骨格単位、若しくは、側鎖単位、若しくは、主骨格単位及び側鎖単位に、アルキレンオキサイド、アルキレンイミン、アルキレンスルフィドの繰り返し単位を有する高分子材料、又は、これらの異なる単位を複数含む共重合体、又は、ポリメチルメタクリレート誘導体、ポリフッ化ビニリデン、ポリ塩化ビニリデン、ポリアクリロニトリル、ポリカーボネート誘導体、又は、これらの混合物を挙げることができる。電解質が高分子電解質から成る場合、電解質は、単一層であってもよいし、複数の高分子電解質が積層された積層構造を有していてもよい。

[0057] 水や有機溶剤を添加することで膨潤したマトリクス高分子を用いることもできる。特に応答速度等が要求されるような場合には、マトリクス高分子に水や有機溶剤を添加することにより、電解質中に含まれる金属イオンの移動がより容易になる。

[0058] 尚、マトリクス高分子の特質並びに所望の電気化学的反応に応じて、親水性を要求される場合には、水、エチルアルコール、イソプロピルアルコールあるいはこれらの混合物等を添加することが好ましく、疎水性を要求される場合には、プロピレンカーボネート、ジメチルカーボネート、エチレンカー

ボネート、γ-ブチロラクトン、アセトニトリル、スルフォラン、ジメトキシエタン、エチルアルコール、イソプロピルアルコール、ジメチルフォルムアミド、ジメチルスルフォキシド、ジメチルアセトアミド、n-メチルピロリドン、あるいは、これらの混合物を添加することが好ましい。

[0059] 上述したとおり、第1電極及び第2電極への電圧の印加に基づく、第2電極上における金属の析出及び電解質中への金属の溶解によって、調光装置（具体的には、エレクトロデポジション型の調光装置）の着色及び消色が生じる。ここで、一般に、第2電極上において析出した金属から成る層（金属層）の電解質と接する面には凹凸が生じ、黒味を帯びて見える一方、金属層の第2電極と接する面は鏡面状となる。従って、調光装置として用いる場合、金属層の電解質と接する面が観察者側を向くことが望ましい。言い換えれば、第1基板は第2基板よりも観察者側に配置されている形態とすることが好ましい。

[0060] 上述したとおり、電解質に、析出・溶解させる金属イオン種とは異なるイオン種を含む塩（支持電解質塩）を添加することにより、電気化学的な析出・溶解反応をより効果的に、且つ、安定して行うことができる。このような支持電解質塩として、上述したリチウム塩、カリウム塩、ナトリウム塩や、テトラアルキル四級アンモニウム塩を挙げることができる。ここで、リチウム塩として、具体的には、 LiCl 、 LiBr 、 LiI 、 LiBF_4 、 LiClO_4 、 LiPF_6 、 LiCF_3SO_3 等を挙げることができる。また、カリウム塩として、具体的には、 KCl 、 KI 、 KBr 等を挙げることができる。更には、ナトリウム塩として、具体的には、 NaCl 、 NaI 、 NaBr 等を挙げることができる。また、テトラアルキル四級アンモニウム塩として、具体的には、硼フッ化テトラエチルアンモニウム塩、過塩素酸テトラエチルアンモニウム塩、硼フッ化テトラブチルアンモニウム塩、過塩素酸テトラブチルアンモニウム塩、テトラブチルアンモニウムハライド塩等を挙げることができる。尚、上述の四級アンモニウム塩のアルキル鎖長は不揃いであってもよい。支持電解質塩は、金属イオンを含む物質の、例えば、1/2～5倍程

度の濃度で添加すればよい。また、高分子電解質から成る電解質に無機粒子を着色剤として混ぜてもよい。

[0061] また、電解質には、電気化学的な反応、特に金属の析出・溶解を可逆的、且つ、効率的に行うために、成長阻害剤、応力抑制剤、光沢剤、錯化剤、還元剤といった添加剤の少なくとも1種類を添加してもよい。このような添加剤としては、酸素原子又は硫黄原子を有する基を備えた有機化合物が好ましく、例えば、チオ尿素、1-アリル-2-チオ尿素、メルカプトベンゾイミダゾール、クマリン、フタル酸、コハク酸、サリチル酸、グリコール酸、ジメチルアミンボラン (DMA B)、トリメチルアミンボラン (TMA B)、酒石酸、シュウ酸及びD-グルコノ-1, 5-ラクトンから成る群より選ばれた少なくとも1種類を添加することが好ましい。特に、メルカプトアルキルイミダゾールに準じるメルカプトベンゾイミダゾールを添加することによって、可逆性が向上すると共に、長期保存性、高温保存性においても優れた効果を得ることができるため好ましい。

[0062] 調光装置を構成する透明な第1基板及び第2基板を構成する材料として、具体的には、ソーダライムガラス、白板ガラス等の透明なガラス基板や、プラスチック基板、プラスチック・シート、プラスチック・フィルムを挙げることができる。ここで、プラスチックとして、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリカーボネート、酢酸セルロース等のセルロースエステル、ポリフッ化ビニリデンあるいはポリテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンとの共重合体等のフッ素ポリマー、ポリオキシメチレン等のポリエーテル、ポリアセタール、ポリスチレン、ポリエチレン、ポリプロピレン、メチルペンテンポリマー等のポリオレフィン、ポリアミドイミドあるいはポリエーテルイミド等のポリイミド、ポリアミド、ポリエーテルサルフォン、ポリフェニレンサルファイド、ポリフッ化ビニリデン、テトラアセチルセルロース、ブロム化フェノキシ、ポリアリレート、ポリスルフォン等を挙げることができる。プラスチック・シート、プラスチック・フィルムは、容易に曲がらない剛性を有していてもよいし、可撓性を有し

ていてもよい。第1基板及び第2基板を透明なプラスチック基板から構成する場合、基板内面に無機材料あるいは有機材料から成るバリア層を形成しておいてもよい。

[0063] 第1基板と第2基板とは、外縁部において封止部材によって封止され、接着されている。シール剤とも呼ばれる封止部材として、エポキシ樹脂、ウレタン系樹脂、アクリル系樹脂、酢酸ビニル系樹脂、エンチオール系樹脂、シリコン系樹脂、変性ポリマー樹脂等の、熱硬化型、光硬化型、湿気硬化型、嫌気硬化型等の各種樹脂を用いることができる。

[0064] 調光装置を構成する基板の一方が光学装置の構成部材を兼ねる構成とすれば、表示装置全体の重量の減少を図ることができ、表示装置の使用者に不快感を感じさせる虞が無い。尚、他方の基板は一方の基板よりも薄い構成とすることができる。

[0065] 第1透明電極は、パターニングされていてもよいし、パターニングされていなくともよい。第2透明電極も、パターニングされていてもよいし、パターニングされていなくともよい。第1透明電極及び第2透明電極を構成する材料として、具体的には、インジウムスズ複合酸化物（ITO, Indium Tin Oxide, Snドープの In_2O_3 、結晶性ITO及びアモルファスITOを含む）、フッ素ドープ SnO_2 （FTO）、IFO（Fドープの In_2O_3 ）、アンチモンドープ SnO_2 （ATO）、 SnO_2 、 ZnO （Alドープの ZnO やBドープの ZnO を含む）、インジウム亜鉛複合酸化物（IZO, Indium Zinc Oxide）、スピネル型酸化物、 YbFe_2O_4 構造を有する酸化物、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン等の導電性高分子等を挙げることができるが、これらに限定されるものではなく、また、これらを2種類以上組み合わせて用いることもできる。例えば平面形状が細線状の第1電極及び第2電極は、あるいは又、第1接続部や第2接続部は、金、銀、銅、アルミニウム、ニッケル、チタン等の金属、あるいは、合金から構成することができる。第1電極及び第2電極は、あるいは又、第1接続部や第2接続部は、第1透明電極及び第2透明電極よりも電気抵抗が低いことが要求される。第1透

明電極、第2透明電極、第1電極、第2電極、第1接続部、第2接続部は、真空蒸着法やスパッタリング法等の物理的気相成長法（PVD法）、各種化学的気相成長法（CVD法）、各種塗布等に基づき形成することができる。電極や透明電極、接続部のパターンニングは、エッチング法、リフトオフ法、各種マスクを用いる方法等、任意の方法で行うことができる。

[0066] 光学装置は半透過型（シースルー型）である。具体的には、少なくとも観察者の眼球（瞳）に対向する光学装置の部分を半透過（シースルー）とし、光学装置のこの部分及び調光装置を通して外景を眺めることができる。観察者が、調光装置及び光学装置を通過した光の明るさを観察し、観察者が、スイッチやボタン、ダイヤル、スライダ、ノブ等を操作することで手動にて遮光率を制御、調整することができるし、あるいは又、前述した外部環境から調光装置を透過した光に基づく照度を測定する第2の照度センサ（透過光照度測定センサ）の測定結果に基づき、遮光率を制御、調整することができる。尚、遮光率の制御、調整は、具体的には、第1電極及び第2電極に印加する電圧を制御すればよい。第2の照度センサ（透過光照度測定センサ）を、少なくとも2つ、配置し、高遮光率の部分を通じた光に基づく照度の測定、低遮光率の部分を通じた光に基づく照度の測定を行ってもよい。表示装置は、画像表示装置を1つ備えていてもよいし、2つ備えていてもよい。画像表示装置を2つ備えている場合、一方の調光装置と他方の調光装置のそれぞれにおいて、第1電極及び第2電極に印加する電圧を調整することで、一方の調光装置における遮光率及び他方の調光装置における遮光率の均等化を図ることができる。一方の調光装置における遮光率及び他方の調光装置における遮光率は、例えば、前述した外部環境から調光装置を透過した光に基づく照度を測定する第2の照度センサ（透過光照度測定センサ）の測定結果に基づき、制御することができるし、あるいは又、観察者が、一方の調光装置及び光学装置を通過した光の明るさ及び他方の調光装置及び光学装置を通過した光の明るさを観察し、観察者が、スイッチやボタン、ダイヤル、スライダ、ノブ等を操作することで手動にて制御、調整することもできる。遮光率

の調整を行う場合、光学装置にテストパターンを表示してもよい。

[0067] 本明細書において、「半透過」という用語を用いる場合があるが、入射する光の1/2(50%)を透過し、あるいは反射することを意味するのではなく、入射する光の一部を透過し、残部を反射するといった意味で用いている。

[0068] ここで、第1構造の光学装置において、前述したとおり、第1偏向手段は、導光板に入射された光を偏向し、第2偏向手段は、導光板の内部を全反射により伝播した光を偏向する構成とすることができる。そして、この場合、第1偏向手段は反射鏡として機能し、第2偏向手段は半透過鏡として機能する構成とすることができる。尚、このような第1構造の光学装置を、便宜上、『第1-A構造の光学装置』と呼ぶ。

[0069] このような第1-A構造の光学装置において、第1偏向手段は、例えば、合金を含む金属から構成され、導光板に入射された光を反射させる光反射膜(一種のミラー)や、導光板に入射された光を回折する回折格子(例えば、ホログラム回折格子膜)から構成することができる。あるいは又、第1偏向手段は、例えば、誘電体積層膜が多数積層された多層積層構造体、ハーフミラー、偏光ビームスプリッターから構成することができる。また、第2偏向手段は、誘電体積層膜が多数積層された多層積層構造体や、ハーフミラー、偏光ビームスプリッター、ホログラム回折格子膜から構成することができる。そして、第1偏向手段や第2偏向手段は、導光板の内部に配設されている(導光板の内部に組み込まれている)が、第1偏向手段においては、導光板に入射された平行光が導光板の内部で全反射されるように、導光板に入射された平行光が反射又は回折される。一方、第2偏向手段においては、導光板の内部を全反射により伝播した平行光が複数回に互り反射又は回折され、導光板から平行光の状態で出射される。

[0070] あるいは又、第1偏向手段は、導光板に入射された光を回折し、第2偏向手段は、導光板の内部を全反射により伝播した光を回折する構成とすることができる。そして、この場合、第1偏向手段及び第2偏向手段は回折格子素

子から成る形態とすることができ、更には、回折格子素子は、反射型回折格子素子から成り、あるいは又、透過型回折格子素子から成り、あるいは又、一方の回折格子素子は反射型回折格子素子から成り、他方の回折格子素子は透過型回折格子素子から成る構成とすることができる。尚、反射型回折格子素子として、反射型体積ホログラム回折格子を挙げることができる。反射型体積ホログラム回折格子から成る第1偏向手段を、便宜上、『第1回折格子部材』と呼び、反射型体積ホログラム回折格子から成る第2偏向手段を、便宜上、『第2回折格子部材』と呼ぶ場合がある。また、このような第1構造の光学装置を、便宜上、『第1-B構造の光学装置』と呼ぶ。

[0071] 本開示の表示装置等における画像表示装置によって、単色（例えば、緑色）の画像表示を行うことができる。そして、この場合、例えば、画角を例えば二分割（より具体的には、例えば二等分割）して、第1偏向手段は、二分割された画角群のそれぞれに対応する2つの回折格子部材が積層されて成る構成とすることができる。あるいは又、カラーの画像表示を行う場合、第1回折格子部材あるいは第2回折格子部材を、異なるP種類（例えば、 $P=3$ であり、赤色、緑色、青色の3種類）の波長帯域（あるいは、波長）を有するP種類の光の回折に対応させるために、反射型体積ホログラム回折格子から成るP層の回折格子層が積層されて成る構成とすることができる。各回折格子層には1種類の波長帯域（あるいは、波長）に対応する干渉縞が形成されている。あるいは又、異なるP種類の波長帯域（あるいは、波長）を有するP種類の光の回折に対応するために、1層の回折格子層から成る第1回折格子部材あるいは第2回折格子部材にP種類の干渉縞が形成されている構成とすることもできる。あるいは又、例えば、第1導光板に、赤色の波長帯域（あるいは、波長）を有する光を回折反射させる反射型体積ホログラム回折格子から成る回折格子層から構成された回折格子部材を配し、第2導光板に、緑色の波長帯域（あるいは、波長）を有する光を回折させる反射型体積ホログラム回折格子から成る回折格子層から構成された回折格子部材を配し、第3導光板に、青色の波長帯域（あるいは、波長）を有する光を回折させる

反射型体積ホログラム回折格子から成る回折格子層から構成された回折格子部材を配し、これらの第1導光板、第2導光板及び第3導光板を隙間を開けて積層する構造を採用してもよい。あるいは又、画角を例えば三等分して、第1回折格子部材あるいは第2回折格子部材を、各画角に対応する回折格子層が積層されて成る構成とすることができる。そして、これらの構成を採用することで、各波長帯域（あるいは、波長）を有する光が第1回折格子部材あるいは第2回折格子部材において回折されるとき回折効率の増加、回折受容角の増加、回折角の最適化を図ることができる。反射型体積ホログラム回折格子が直接大気と接しないように、保護部材を配することが好ましい。調光装置を構成する第1基板あるいは第2基板が保護部材を兼用していてもよい。

- [0072] 第1回折格子部材及び第2回折格子部材を構成する材料として、フォトポリマー材料を挙げることができる。反射型体積ホログラム回折格子から成る第1回折格子部材及び第2回折格子部材の構成材料や基本的な構造は、従来の反射型体積ホログラム回折格子の構成材料や構造と同じとすればよい。反射型体積ホログラム回折格子とは、+1次の回折光のみを回折するホログラム回折格子を意味する。回折格子部材には、その内部から表面に互り干渉縞が形成されているが、係る干渉縞それ自体の形成方法は、従来の形成方法と同じとすればよい。具体的には、例えば、回折格子部材を構成する部材（例えば、フォトポリマー材料）に対して一方の側の第1の所定の方向から物体光を照射し、同時に、回折格子部材を構成する部材に対して他方の側の第2の所定の方向から参照光を照射し、物体光と参照光とによって形成される干渉縞を回折格子部材を構成する部材の内部に記録すればよい。第1の所定の方向、第2の所定の方向、物体光及び参照光の波長を適切に選択することで、回折格子部材の表面における干渉縞の所望のピッチ、干渉縞の所望の傾斜角（スラント角）を得ることができる。干渉縞の傾斜角とは、回折格子部材（あるいは回折格子層）の表面と干渉縞の成す角度を意味する。第1回折格子部材及び第2回折格子部材を、反射型体積ホログラム回折格子から成るP

層の回折格子層の積層構造から構成する場合、このような回折格子層の積層は、P層の回折格子層をそれぞれ別個に作製した後、P層の回折格子層を、例えば、紫外線硬化型接着剤を使用して積層（接着）すればよい。また、粘着性を有するフォトポリマー材料を用いて1層の回折格子層を作製した後、その上に順次粘着性を有するフォトポリマー材料を貼り付けて回折格子層を作製することで、P層の回折格子層を作製してもよい。

[0073] あるいは又、本開示の表示装置等における画像表示装置において、光学装置は、画像形成装置から出射された光が入射され、観察者の瞳に向かって出射される半透過ミラーから構成されている形態とすることができるし、偏光ビームスプリッター（PBS）から構成されている形態とすることができる。半透過ミラーあるいは偏光ビームスプリッターによって光学装置の虚像形成領域が構成される。画像形成装置から出射された光は、空气中を伝播して半透過ミラーあるいは偏光ビームスプリッターに入射する構造としてもよいし、例えば、ガラス板やプラスチック板等の透明な部材（具体的には、後述する導光板を構成する材料と同様の材料から成る部材）の内部を伝播して半透過ミラーあるいは偏光ビームスプリッターに入射する構造としてもよい。半透過ミラーあるいは偏光ビームスプリッターを、この透明な部材を介して画像形成装置に取り付けてもよいし、半透過ミラーあるいは偏光ビームスプリッターを、この透明な部材とは別の部材を介して画像形成装置に取り付けてもよい。ここで、このような光学装置を、便宜上、『第2構造の光学装置』と呼ぶ。半透過ミラーとして、第1-A構造の光学装置における第1偏向手段、例えば、合金を含む金属から構成され、光を反射させる光反射膜（一種のミラー）や、回折格子（例えば、ホログラム回折格子膜）から構成することができる。あるいは又、光学装置は、画像形成装置から出射された光が入射され、観察者の瞳に向かって出射されるプリズムから構成されている形態とすることができる。

[0074] 以上に説明した各種好ましい形態、構成を含む本開示の表示装置等における画像表示装置において、画像形成装置は、2次元マトリクス状に配列され

た複数の画素を有する形態とすることができる。尚、このような画像形成装置の構成を、便宜上、『第1構成の画像形成装置』と呼ぶ。

[0075] 第1構成の画像形成装置として、例えば、反射型空間光変調装置及び光源から構成された画像形成装置；透過型空間光変調装置及び光源から構成された画像形成装置；有機EL（Electro Luminescence）素子、無機EL素子、発光ダイオード（LED）、半導体レーザ素子等の発光素子から構成された画像形成装置を挙げることができるが、中でも、反射型空間光変調装置及び光源から構成された画像形成装置、あるいは、有機EL素子から構成された画像形成装置とすることが好ましい。空間光変調装置として、ライト・バルブ、例えば、LCOS（Liquid Crystal On Silicon）等の透過型あるいは反射型の液晶表示装置、デジタルマイクロミラーデバイス（DMD）を挙げることができる。光源として発光素子を挙げることができる。更には、反射型空間光変調装置は、液晶表示装置、及び、光源からの光の一部を反射して液晶表示装置へと導き、且つ、液晶表示装置によって反射された光の一部を通過させて光学系へと導く偏光ビームスプリッターから成る構成とすることができる。光源を構成する発光素子として、赤色発光素子、緑色発光素子、青色発光素子、白色発光素子を挙げることができるし、あるいは又、赤色発光素子、緑色発光素子及び青色発光素子から出射された赤色光、緑色光及び青色光をライトパイプを用いて混色、輝度均一化を行うことで白色光を得てもよい。発光素子として、例えば、半導体レーザ素子や固体レーザ、LEDを例示することができる。画素の数は、画像表示装置に要求される仕様に基づき決定すればよく、画素の数の具体的な値として、 320×240 、 432×240 、 640×480 、 1024×768 、 1920×1080 等を例示することができる。

[0076] あるいは又、以上に説明した好ましい形態、構成を含む本開示の表示装置等における画像表示装置において、画像形成装置は、光源、及び、光源から出射された平行光を走査する走査手段を備えた形態とすることができる。尚、このような画像形成装置の構成を、便宜上、『第2構成の画像形成装置』

と呼ぶ。

[0077] 第2構成の画像形成装置における光源として発光素子を挙げることができ、具体的には、赤色発光素子、緑色発光素子、青色発光素子、白色発光素子を挙げることができるし、あるいは又、赤色発光素子、緑色発光素子及び青色発光素子から出射された赤色光、緑色光及び青色光をライトパイプを用いて混色、輝度均一化を行うことで白色光を得てもよい。発光素子として、例えば、半導体レーザ素子や固体レーザ、LEDを例示することができる。第2構成の画像形成装置における画素（仮想の画素）の数も、画像表示装置に要求される仕様に基づき決定すればよく、画素（仮想の画素）の数の具体的な値として、 320×240 、 432×240 、 640×480 、 1024×768 、 1920×1080 等を例示することができる。また、カラーの画像表示を行う場合であって、光源を赤色発光素子、緑色発光素子、青色発光素子から構成する場合、例えば、クロスプリズムを用いて色合成を行うことが好ましい。走査手段として、光源から出射された光を水平走査及び垂直走査する、例えば、二次元方向に回転可能なマイクロミラーを有するMEMS (Micro Electro Mechanical Systems) やガルバノ・ミラーを挙げることができる。

[0078] 第1構成の光学装置を備えた画像表示装置における第1構成の画像形成装置あるいは第2構成の画像形成装置において、光学系（出射光を平行光とする光学系であり、『平行光出射光学系』と呼ぶ場合があり、具体的には、例えば、コリメート光学系やリレー光学系）にて複数の平行光とされた光を導光板に入射させるが、このような、平行光であることの要請は、これらの光が導光板へ入射したときの光波面情報が、第1偏向手段と第2偏向手段を介して導光板から出射された後も保存される必要があることに基づく。尚、複数の平行光を生成させるためには、具体的には、例えば、平行光出射光学系における焦点距離の所（位置）に、例えば、画像形成装置の光出射部を位置させればよい。平行光出射光学系は、画素の位置情報を光学装置の光学系における角度情報に変換する機能を有する。平行光出射光学系として、凸レン

ズ、凹レンズ、自由曲面プリズム、ホログラムレンズを、単独、若しくは、組み合わせた、全体として正の光学的パワーを持つ光学系を例示することができる。平行光出射光学系と導光板との間には、平行光出射光学系から不所望の光が出射されて導光板に入射しないように、開口部を有する遮光部を配置してもよい。

[0079] 導光板は、導光板の軸線（長手方向、水平方向であり、X軸に該当する）と平行に延びる2つの平行面（第1面及び第2面）を有している。尚、導光板の幅方向（高さ方向、垂直方向）はY軸に該当し、導光板の厚さ方向はZ軸に該当する。光が入射する導光板の面を導光板入射面、光が出射する導光板の面を導光板出射面としたとき、第1面によって導光板入射面及び導光板出射面が構成されていてもよいし、第1面によって導光板入射面が構成され、第2面によって導光板出射面が構成されていてもよい。回折格子部材の干渉縞は、概ねY軸と平行に延びる。導光板を構成する材料として、石英ガラスやBK7等の光学ガラスを含むガラスや、プラスチック材料（例えば、PMMA、ポリカーボネート樹脂、アクリル系樹脂、非晶性のポリプロピレン系樹脂、AS樹脂を含むスチレン系樹脂）を挙げることができる。導光板の形状は、平板に限定するものではなく、湾曲した形状を有していてもよい。

[0080] 本開示の表示装置等において、画像形成装置から出射された光が入射される光学装置の領域には、光学装置への外光の入射を遮光する遮光部材が配されている構成とすることができる。画像形成装置から出射された光が入射される光学装置の領域に、光学装置への外光の入射を遮光する遮光部材を配することで、調光装置の作動によって外光の入射光量に変化が生じても、そもそも、画像形成装置から出射された光が入射される光学装置の領域には外光が入射しないので、不所望の迷光等が発生し、表示装置における画像表示品質が低下するといったことが無い。尚、遮光部材の光学装置への射影像内に、画像形成装置から出射された光が入射される光学装置の領域が含まれる形態とすることが好ましい。

[0081] 遮光部材は、光学装置の画像形成装置が配された側とは反対側に、光学装

置と離間して配されている構成とすることができる。このような構成の表示装置にあっては、遮光部材を、例えば、不透明なプラスチック材料から作製すればよく、このような遮光部材は、画像表示装置の筐体から一体に延び、あるいは又、画像表示装置の筐体に取り付けられ、あるいは又、フレームから一体に延び、あるいは又、フレームに取り付けられている形態とすることができる。あるいは又、遮光部材は、画像形成装置が配された側とは反対側の光学装置の部分に配されている構成とすることができるし、遮光部材は、調光装置に配されている構成とすることもできる。尚、不透明な材料から成る遮光部材を、例えば、光学装置の面上に物理的気相成長法（PVD法）や化学的気相成長法（CVD法）に基づき形成してもよいし、印刷法等によって形成してもよいし、不透明な材料（プラスチック材料や金属材料、合金材料等）から成るフィルムやシート、箔を貼り合わせてもよい。遮光部材の光学装置への射影像内に、調光装置の端部の光学装置への射影像が含まれる構成とすることが好ましい。

[0082] 本開示の表示装置等において、フレームは、前述したとおり、観察者の正面に配置されるフロント部と、フロント部の両端に蝶番を介して回動自在に取り付けられた2つのテンプル部とから成る構成とすることができる。尚、各テンプル部の先端部にはモダン部が取り付けられている。画像表示装置はフレームに取り付けられているが、具体的には、例えば、画像形成装置をテンプル部に取り付ければよい。また、フロント部と2つのテンプル部とが一体となった構成とすることもできる。即ち、本開示の表示装置等の全体を眺めたとき、フレームは、概ね通常の眼鏡と略同じ構造を有する。パッド部を含むフレームを構成する材料は、金属や合金、プラスチック、これらの組合せといった、通常の眼鏡を構成する材料と同じ材料から構成することができる。更には、フロント部にノーズパッドが取り付けられている構成とすることができる。即ち、本開示の表示装置等の全体を眺めたとき、フレーム（リムを含む）及びノーズパッドの組立体は、通常の眼鏡と略同じ構造を有する。ノーズパッドも周知の構成、構造とすることができる。

[0083] また、本開示の表示装置等にあつては、デザイン上、あるいは、装着の容易性といった観点から、1つあるいは2つの画像形成装置からの配線（信号線や電源線等）が、テンプル部、及び、モダン部の内部を介して、モダン部の先端部から外部に延び、制御装置（制御回路あるいは制御手段）に接続されている形態とすることが望ましい。更には、各画像形成装置はヘッドホン部を備えており、各画像形成装置からのヘッドホン部用配線が、テンプル部、及び、モダン部の内部を介して、モダン部の先端部からヘッドホン部へと延びている形態とすることもできる。ヘッドホン部として、例えば、インナーイヤー型のヘッドホン部、カナル型のヘッドホン部を挙げることができる。ヘッドホン部用配線は、より具体的には、モダン部の先端部から、耳介（耳殻）の後ろ側を回り込むようにしてヘッドホン部へと延びている形態とすることが好ましい。また、フロント部の中央部分に撮像装置が取り付けられている形態とすることもできる。撮像装置は、具体的には、例えば、CCDあるいはCMOSセンサーから成る固体撮像素子とレンズから構成されている。撮像装置からの配線は、例えば、フロント部を介して、一方の画像表示装置（あるいは画像形成装置）に接続すればよく、更には、画像表示装置（あるいは画像形成装置）から延びる配線に含ませればよい。

[0084] 本開示の表示装置等によって、例えば、頭部装着型ディスプレイ（HMD, Head Mounted Display）を構成することができる。そして、これによって、表示装置の軽量化、小型化を図ることができるし、表示装置装着時の不快感を大幅に軽減させることが可能となり、更には、製造コストダウンを図ることも可能となる。あるいは又、車両や航空機のコックピット等に備えられるヘッドアップディスプレイ（HUD）に本開示の表示装置等を適用することができる。具体的には、画像形成装置から出射された光に基づき虚像が形成される虚像形成領域が車両や航空機のコックピット等のフロントガラスに配されたHUDにおいて、あるいは又、画像形成装置から出射された光に基づき虚像が形成される虚像形成領域を有するコンバイナが車両や航空機のコックピット等のフロントガラスに配されたHUDにおいて、係る虚像形成領

域やコンバイナを調光装置の少なくとも一部分と重ならせればよい。

実施例 1

[0085] 実施例 1 は、本開示の表示装置（具体的には、頭部装着型ディスプレイ、HMD）に関し、具体的には、第 1 構造の光学装置（より具体的には、第 1 - A 構造の光学装置）及び第 1 構成の画像形成装置を備えた第 1 形態の表示装置に関する。実施例 1 の表示装置における光学装置及び調光装置（但し、右眼用）の模式的な正面図を図 1 A に示し、図 1 A の矢印 B - B に沿った模式的な断面図を図 1 B に示し、図 1 A の矢印 B - B に沿ったと同様の調光装置の模式的な断面図を図 4 A に示し、左眼側から表示装置を眺めたときの表示装置（主に右眼用）の模式的な側面図を図 4 B に示す。また、実施例 1 の表示装置における動作前の調光装置の模式的な正面図を図 5 A に示し、動作中の調光装置の模式的な正面図を図 5 B に示す。更には、実施例 1 の表示装置における画像表示装置の概念図を図 6 及び図 7 に示し、実施例 1 の表示装置を上方から眺めた模式図を図 8 に示す。尚、図 5 B において、調光装置の遮光率の高い領域ほど、細かい斜線を付して模式的に表示した。尚、遮光率は、実際には、図 5 B に模式的に示すような階段状に変化するのではなく、徐々に変化する。即ち、調光装置は、色のグラデーションが付いた状態となる。但し、電極や接続部の配置状態、形状に依っては、階段状に変化する構成とすることもできる。即ち、調光装置は、段階的に色が変化する状態とすることもできる。

[0086] 実施例 1 あるいは後述する実施例 2 ~ 実施例 9 の表示装置は、

(A) 観察者の頭部に装着されるフレーム 10、

(B) フレーム 10 に取り付けられた画像表示装置 100, 200, 300, 400, 500、及び、

(C) 外部から入射する外光の光量を調整する調光装置 700、

を備えている。尚、実施例の表示装置は、具体的には、2つの画像表示装置を備えた両眼型としたが、1つ備えた片眼型としてもよい。また、画像形成装置 111, 211 は、単色の画像を表示する。

[0087] そして、実施例1あるいは後述する実施例2～実施例9における画像表示装置100、200、300、400、500は、

(a) 画像形成装置111、211、及び、

(b) 画像形成装置111、211から出射された光に基づき虚像が形成される虚像形成領域を有する光学装置120、320、520、

を備えている。更には、実施例1あるいは後述する実施例2～実施例4、実施例6～実施例9における画像表示装置100、200、300、400にあっては、

(c) 画像形成装置111、211から出射された光を平行光とする光学系（平行光出射光学系）112、254、

を備えており、光学系112、254にて平行光とされた光束が光学装置120、320に入射され、導光され、出射される。

[0088] 実施例1あるいは後述する実施例2～実施例4、実施例6～実施例9における光学装置120、320は、第1構造を有し、

(b-1) 画像形成装置111、211から入射された光が内部を全反射により伝播した後、観察者に向けて出射される導光板121、321、

(b-2) 導光板121、321に入射された光が導光板121、321の内部で全反射されるように、導光板121、321に入射された光を偏向させる第1偏向手段130、330、及び、

(b-3) 導光板121、321の内部を全反射により伝播した光を導光板121、321から出射させるために、導光板121、321の内部を全反射により伝播した光を偏向させる第2偏向手段140、340、

を備えている。そして、第2偏向手段140、340によって光学装置の虚像形成領域が構成される。また、調光装置700の射影像内に第2偏向手段（虚像形成領域）140、340が位置する。更には、調光装置700を構成する基板の一方によって、第2偏向手段140、340は被覆されている。光学装置120、320は、シースルー型（半透過型）である。

[0089] ここで、実施例1において、第1偏向手段130及び第2偏向手段140

は導光板 121 の内部に配設されている。そして、第 1 偏向手段 130 は、導光板 121 に入射された光を反射し、第 2 偏向手段 140 は、導光板 121 の内部を全反射により伝播した光を、複数回に亙り、透過、反射する。即ち、第 1 偏向手段 130 は反射鏡として機能し、第 2 偏向手段 140 は半透過鏡として機能する。より具体的には、導光板 121 の内部に設けられた第 1 偏向手段 130 は、アルミニウム (Al) から成り、導光板 121 に入射された光を反射させる光反射膜 (一種のミラー) から構成されている。一方、導光板 121 の内部に設けられた第 2 偏向手段 140 は、誘電体積層膜が多数積層された多層積層構造体から構成されている。誘電体積層膜は、例えば、高誘電率材料としての TiO_2 膜、及び、低誘電率材料としての SiO_2 膜から構成されている。誘電体積層膜が多数積層された多層積層構造体に関しては、特表 2005-521099 に開示されている。図面においては 6 層の誘電体積層膜を図示しているが、これに限定するものではない。誘電体積層膜と誘電体積層膜との間には、導光板 121 を構成する材料と同じ材料から成る薄片が挟まれている。尚、第 1 偏向手段 130 においては、導光板 121 に入射された平行光が導光板 121 の内部で全反射されるように、導光板 121 に入射された平行光が反射 (又は回折) される。一方、第 2 偏向手段 140 においては、導光板 121 の内部を全反射により伝播した平行光が複数回に亙り反射 (又は回折) され、導光板 121 から平行光の状態で、観察者の瞳 21 に向かって出射される。

[0090] 第 1 偏向手段 130 は、導光板 121 の第 1 偏向手段 130 を設ける部分 124 を切り出すことで、導光板 121 に第 1 偏向手段 130 を形成すべき斜面を設け、係る斜面に光反射膜を真空蒸着した後、導光板 121 の切り出した部分 124 を第 1 偏向手段 130 に接着すればよい。また、第 2 偏向手段 140 は、導光板 121 を構成する材料と同じ材料 (例えば、ガラス) と誘電体積層膜 (例えば、真空蒸着法にて成膜することができる) とが多数積層された多層積層構造体を作製し、導光板 121 の第 2 偏向手段 140 を設ける部分 125 を切り出して斜面を形成し、係る斜面に多層積層構造体を接

着し、研磨等を行って、外形を整えればよい。こうして、導光板 121 の内部に第 1 偏向手段 130 及び第 2 偏向手段 140 が設けられた光学装置 120 を得ることができる。

[0091] ここで、実施例 1 あるいは後述する実施例 2～実施例 4、実施例 6～実施例 9 において、光学ガラスやプラスチック材料から成る導光板 121, 321 は、導光板 121, 321 の内部全反射による光伝播方向 (X 軸) と平行に延びる 2 つの平行面 (第 1 面 122, 322 及び第 2 面 123, 323) を有している。第 1 面 122, 322 と第 2 面 123, 323 とは対向している。そして、光入射面に相当する第 1 面 122, 322 から平行光が入射され、内部を全反射により伝播した後、光出射面に相当する第 1 面 122, 322 から出射される。但し、これに限定するものではなく、第 2 面 123, 323 によって光入射面が構成され、第 1 面 122, 322 によって光出射面が構成されていてもよい。

[0092] 実施例 1 あるいは後述する実施例 3 において、画像形成装置 111 は、第 1 構成の画像形成装置であり、2次元マトリクス状に配列された複数の画素を有する。具体的には、図 6 に示すように、画像形成装置 111 は、反射型空間光変調装置 150、及び、白色光を出射する発光ダイオードから成る光源 153 から構成されている。各画像形成装置 111 全体は、筐体 113 (図 6 では、一点鎖線で示す) 内に納められており、係る筐体 113 には開口部 (図示せず) が設けられており、開口部を介して光学系 (平行光出射光学系、コリメート光学系) 112 から光が出射される。反射型空間光変調装置 150 は、ライト・バルブとしての LCOS から成る液晶表示装置 (LCD) 151、及び、光源 153 からの光の一部を反射して液晶表示装置 151 へと導き、且つ、液晶表示装置 151 によって反射された光の一部を通過させて光学系 112 へと導く偏光ビームスプリッター 152 から構成されている。液晶表示装置 151 は、2次元マトリクス状に配列された複数 (例えば、640×480 個) の画素 (液晶セル) を備えている。偏光ビームスプリッター 152 は、周知の構成、構造を有する。光源 153 から出射された無

偏光の光は、偏光ビームスプリッター152に衝突する。偏光ビームスプリッター152において、P偏光成分は通過し、系外に出射される。一方、S偏光成分は、偏光ビームスプリッター152において反射され、液晶表示装置151に入射し、液晶表示装置151の内部で反射され、液晶表示装置151から出射される。ここで、液晶表示装置151から出射した光の内、「白」を表示する画素から出射した光にはP偏光成分が多く含まれ、「黒」を表示する画素から出射した光にはS偏光成分が多く含まれる。従って、液晶表示装置151から出射され、偏光ビームスプリッター152に衝突する光の内、P偏光成分は、偏光ビームスプリッター152を通過し、光学系112へと導かれる。一方、S偏光成分は、偏光ビームスプリッター152において反射され、光源153に戻される。光学系112は、例えば、凸レンズから構成され、平行光を生成させるために、光学系112における焦点距離の所（位置）に画像形成装置111（より具体的には、液晶表示装置151）が配置されている。

[0093] あるいは又、図7に示すように、画像形成装置111'は、有機EL表示装置150'から構成されている。有機EL表示装置150'から出射される画像は、凸レンズ112を通過し、平行光となって、導光板121へと向かう。有機EL表示装置150'は、2次元マトリクス状に配列された複数（例えば、640×480個）の画素（有機EL素子）を備えている。

[0094] フレーム10は、観察者の正面に配置されるフロント部11と、フロント部11の両端に蝶番12を介して回動自在に取り付けられた2つのテンプル部13と、各テンプル部13の先端部に取り付けられたモダン部（先セル、耳あて、イヤープッドとも呼ばれる）14から成る。また、ノーズパッド（図示せず）が取り付けられている。即ち、フレーム10及びノーズパッドの組立体は、基本的には、通常の眼鏡と略同じ構造を有する。更には、各筐体113が、取付け部材19によって、着脱自在にテンプル部13に取り付けられている。フレーム10は、金属又はプラスチックから作製されている。尚、各筐体113は、取付け部材19によってテンプル部13に着脱できな

いように取り付けられていてもよい。また、各筐体 113 を、テンプル部 13 の内側に取り付けた状態を示しているが、テンプル部 13 の外側に取り付けてもよい。

[0095] 更には、一方の画像形成装置 111A から延びる配線（信号線や電源線等）15 が、テンプル部 13、及び、モダン部 14 の内部を介して、モダン部 14 の先端部から外部に延び、制御装置（制御回路、制御手段）18 に接続されている。更には、各画像形成装置 111A, 111B はヘッドホン部 16 を備えており、各画像形成装置 111A, 111B から延びるヘッドホン部用配線 17 が、テンプル部 13、及び、モダン部 14 の内部を介して、モダン部 14 の先端部からヘッドホン部 16 へと延びている。ヘッドホン部用配線 17 は、より具体的には、モダン部 14 の先端部から、耳介（耳殻）の後ろ側を回り込むようにしてヘッドホン部 16 へと延びている。このような構成にすることで、ヘッドホン部 16 やヘッドホン部用配線 17 が乱雑に配置されているといった印象を与えることがなく、すっきりとした表示装置とすることができる。

[0096] ここで、実施例 1 あるいは後述する実施例 2～実施例 9 の表示装置において、調光装置 700 はフロント部 11 に配設されている。そして、光学装置 120, 320 は調光装置 700 に取り付けられている。フロント部 11 はリム 11' を有し、調光装置 700 はリム 11' に嵌め込まれている。後述する第 1 電極 716A 及び第 2 電極 716B の射影像はリム 11' の射影像に含まれる。観察者側から、光学装置 120, 320、調光装置 700 の順に配されているが、調光装置 700、光学装置 120, 320 の順に配してもよい。

[0097] 実施例 1 あるいは後述する実施例 2～実施例 9 において、光学装置 120, 320, 520 は、一種の光シャッタである調光装置 700 の少なくとも一部分と重なっている。具体的には、図 1A、図 1B に示す例では、光学装置 120, 320, 520 は、調光装置 700 の一部分と重なっている。但し、これに限定するものではなく、光学装置 120, 320, 520 は、調

光装置 700 と重なっていてもよい。即ち、光学装置 120, 320, 520 (より具体的には、光学装置を構成する導光板 121, 321) や導光部材 602, 612, 622 の外形形状を、調光装置 700 の外形形状と同形とすることもできる。このような形態 (即ち、実施例 1 の表示装置の変形例) における光学装置及び調光装置の模式的な正面図を図 2A に示し、図 2A の矢印 B-B に沿った光学装置及び調光装置の模式的な断面図を図 2B に示す。この変形例にあつては、調光装置 700 と導光板 121, 321 との間に隙間が設けられており、調光装置 700 と導光板 121, 321 とは接着剤 719D によって外周部において貼り合わされている。以下に説明する実施例においても同様とすることができる。そして、これによって、導光板 121, 321 の外縁は、後述するリム 11' によって隠され、導光板 121, 321 の外縁が目視されないようになる。

[0098] ここで、観察者の鼻側を内側、耳側を外側と称し、光学装置の虚像形成領域 (第 2 偏向手段 140, 340) と対向する調光装置 700 の領域を虚像形成領域対向領域 701 と称する。そして、実施例 1 にあつては、虚像形成領域対向領域 701 の上方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域 701 の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少する。

[0099] 実施例 1 あるいは後述する実施例 2 ~ 実施例 9 の表示装置において、調光装置 700 は、

第 1 基板 711A、

第 1 基板 711A と対向する第 2 基板 711B、

第 2 基板 711B と対向する第 1 基板 711A の対向面に設けられた第 1 透明電極 712A、

第 1 基板 711A と対向する第 2 基板 711B の対向面に設けられた第 2 透明電極 712B、及び、

第 1 透明電極 712A と第 2 透明電極 712B とによって挟まれた調光層

、

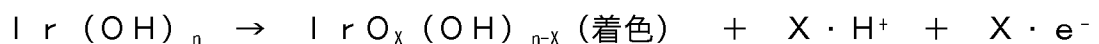
から成る。実施例 1 において、調光装置 700 は、更に、第 1 透明電極 71

2 Aの一部の上に形成された第1電極716 Aを備えている。そして、第1電極716 Aは、直接、調光装置700の遮光率を制御するための制御回路（調光装置・制御回路）に、図示しないコネクタを介して接続されている。また、第2透明電極712 Bの一部の上に形成された第2電極716 B、及び、第2電極716 Bに接続され、且つ、接続部以外は第2電極716 Bと接しないように設けられた第2接続部（図示せず）を更に備えており、第2接続部が図示しないコネクタを介して調光装置・制御回路に接続されている。場合によっては、第1電極716 Aに接続された第1接続部が設けられ、第1接続部が調光装置・制御回路に接続されていてもよい。また、場合によっては、第2電極716 Bが、直接、調光装置・制御回路に接続されていてもよいし、第2透明電極712 Bの一部と接する第2接続部が設けられ、第2接続部が調光装置・制御回路に接続されていてもよい。

[0100] 調光装置700は、エレクトロクロミック材料の酸化還元反応によって発生する物質の色変化を応用した光シャッタから成る。具体的には、調光層はエレクトロクロミック材料を含む。より具体的には、調光層は、第1透明電極側から、 WO_3 層713 / Ta_2O_5 層714 / $\text{Ir}_x\text{Sn}_{1-x}\text{O}$ 層715の積層構造を有する。 WO_3 層713は還元発色する。また、 Ta_2O_5 層714は固体電解質を構成し、 $\text{Ir}_x\text{Sn}_{1-x}\text{O}$ 層715は酸化発色する。第1透明電極712 A及び第1電極716 Aと第1基板711 Aの間には、 SiN 層、 SiO_2 層、 Al_2O_3 層、 TiO_2 層あるいはこれらの積層膜から成る保護層719 Aが形成されている。保護層719 Aを形成することで、イオンの行き来を阻止するイオン遮断性、防水性、防湿性及び耐傷性を調光装置に付与することができる。第1基板711 Aと第2透明電極712 Bとの間には下地層719 Bが形成されている。また、第1基板711 Aと第2基板711 Bとは、外縁部において、紫外線硬化型エポキシ樹脂や、紫外線と熱とによって硬化するエポキシ樹脂といった紫外線硬化型樹脂、熱硬化型樹脂から成る封止部材719 Cによって封止されている。第1基板711 A及び第2基板711 Bは、PEN（ポリエチレンナフタレート）樹脂、PES（ポリエーテルスル

ホン)樹脂、COP(シクロオレフィンポリマー)、無色透明のポリイミド樹脂、TACフィルム、高透明性自己粘着型アクリルフィルムから成るが、これらに限定するものではない。ITOから成る第1透明電極712A及び第2透明電極712Bは、パターニングされておらず、所謂ベタ電極である。また、細線状にパターニングされた第1電極716A及び第2電極716Bは、ニッケル、銅、チタン、Al/Ni積層構造等の金属材料から成る。調光装置700、それ自体は、周知の方法で作製することができる。

[0101] $Ir_xSn_{1-x}O$ 層715中では、Irと H_2O とが反応して、水酸化イリジウム $Ir(OH)_n$ として存在する。第1電極716Aに負の電位を、第2電極716Bに正の電位を加えると、 $Ir_xSn_{1-x}O$ 層715から Ta_2O_5 層714へのプロトン H^+ の移動、第2透明電極712Bへの電子放出が生じ、次の酸化反応が進んで、 $Ir_xSn_{1-x}O$ 層715は着色する。



[0102] 一方、 Ta_2O_5 層714中のプロトン H^+ が WO_3 層713中へ移動し、第1透明電極712Aから電子が WO_3 層713に注入され、 WO_3 層713では、次の還元反応が進んで WO_3 層713は着色する。



[0103] これとは逆に、第1電極716Aに正の電位を、第2電極716Bに負の電位を加えると、 $Ir_xSn_{1-x}O$ 層715では、上記と逆向きに還元反応が進み、消色し、 WO_3 層713では、上記と逆向きに酸化反応が進み、消色する。尚、 Ta_2O_5 層714には H_2O が含まれており、第1電極716A、第2電極716Bに電圧を印加することで電離し、プロトン H^+ 、 OH^- イオンの状態が含まれ、着色反応及び消色反応に寄与している。

[0104] あるいは又、実施例1の表示装置は、

(A) 観察者の頭部に装着されるフレーム10、

(B) フレーム10に取り付けられた画像表示装置100、200、300、400、500、及び、

(C) 外部から入射する外光の光量を調整する調光装置700、

を備えた表示装置である。そして、画像表示装置 100, 200, 300, 400, 500 は、

(a) 画像形成装置 111, 211、及び、

(b) 画像形成装置 111, 211 から出射された光に基づき虚像が形成される虚像形成領域を有する光学装置 120, 320, 520、

を備えている。更には、調光装置 700 は、

第 1 基板 711 A、

第 1 基板 711 A と対向する第 2 基板 711 B、

第 2 基板 711 B と対向する第 1 基板 711 A の対向面に設けられた第 1 透明電極 712 A、

第 1 基板 711 A と対向する第 2 基板 711 B の対向面に設けられた第 2 透明電極 712 B、

第 1 透明電極 712 A の一部と接して形成された第 1 電極 716 A、

第 2 透明電極 712 B の一部と接して形成された第 2 電極 716 B、及び、

第 1 透明電極 712 A と第 2 透明電極 712 B とによって挟まれた調光層

から成る。ここで、光学装置 120, 320, 520 は、調光装置 700 の少なくとも一部分と重なっており、第 1 基板 711 A への第 1 電極 716 A の射影像と、第 1 基板 711 A への第 2 電極 716 B の射影像とは、重なっていない。そして、第 1 基板 711 A への第 1 電極 716 A の射影像と、第 1 基板 711 A への第 2 電極 716 B の射影像との間に、第 1 基板 711 A への虚像形成領域（第 2 偏向手段 140, 340）の射影像が位置する。そして、第 1 電極 716 A、第 2 電極 716 B の構成、構造として、実施例 1 において説明する各種の構成、構造を適用することができる。

[0105] 実施例 1 あるいは後述する実施例 2～実施例 9 の表示装置にあつては、光学装置における虚像形成領域 140, 340、及び、調光装置 700 における虚像形成領域対向領域 701 の平面形状は矩形である。また、調光装置 7

00の外形形状は、4辺が線分から構成された四角形であり、四角形の頂点は丸みを帯びている。但し、光学装置における虚像形成領域140, 340の平面形状、調光装置の外形形状は、これらに限定するものではない。虚像形成領域対向領域701の上辺と対向する調光装置700の外形形状を構成する四角形の1辺を、便宜上、調光装置の上辺と呼び、虚像形成領域対向領域701の下辺と対向する調光装置700の外形形状を構成する四角形の1辺を、便宜上、調光装置の下辺と呼び、虚像形成領域対向領域701の内側側辺と対向する調光装置700の外形形状を構成する四角形の1辺を、便宜上、調光装置の内側側辺と呼び、虚像形成領域対向領域701の外側側辺と対向する調光装置700の外形形状を構成する四角形の1辺を、便宜上、調光装置の外側側辺と呼ぶ。尚、虚像形成領域対向領域701の上辺及び下辺は水平方向（X軸方向）に延び、虚像形成領域対向領域701の内側側辺及び外側側辺は垂直方向（Y軸方向）に延びる。

[0106] 実施例1の表示装置にあっては、調光装置の動作時、第2電極716Bには第1電極716Aよりも相対的に高い電圧が印加される。また、虚像形成領域対向領域701の上方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域701の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少する。具体的には、例えば、調光装置700の第1コーナー部（B）から、例えば、概ね、調光装置700の第3コーナー部（B）の方向に向かって減少する。調光装置700及び導光板121, 321等を正面から眺めた模式図を図3に示すように。第1電極716Aは調光装置700の上辺（B）に沿って配置されており、調光装置700の第1コーナー部（B）から調光装置700の上辺（B）に沿って内側に向かって延びている。この部分の第1電極716Aの内側方向端部の位置 K_{12-UP} として、例えば、 k_{11-UP} の値が10%乃至100%に対応する位置を挙げることができる。併せて、第1電極716Aは、第1コーナー部（B）から外側側辺（B）に沿って下方に延びているが、具体的には、この部分の第1電極716Aの下側方向端部の位置 K_{12-OUT} として、例えば、 k_{11-OUT} の値が10%乃至70%に対応する位置を挙げることができる。外側側辺（B）

の第1電極716Aの部分に図示しないコネクタが接続されている。

[0107] 一方、第1電極716Aとの関係で、虚像形成領域対向領域701の上方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域701の中央部に向かって調光装置700の遮光率が減少するような電位勾配が得られるような位置に、第2電極716Bを設ければよい。具体的には、例えば、第2電極716Bを、図1Aに示したように、第3コーナー部(B)から下辺(B)及び内側側辺(B)に互り設ければよい。

[0108] 実施例1の表示装置には調光装置が備えられているので、観察者が観察する虚像に高いコントラストを与えることができ、しかも、表示装置を使用する観察者は、虚像形成領域対向領域を通して、外部環境を確実に認識することができる。加えて、調光装置の遮光率は、虚像形成領域対向領域の第1の所定の領域(例えば、上方領域及び外側領域)から虚像形成領域対向領域の第2の所定の領域(例えば、中央部)に向かって減少する。ここで、虚像形成領域対向領域701を広角化し、虚像形成領域対向領域701の外側の領域(即ち、外側側辺(A)の近傍)あるいは下側の領域(即ち、下辺(A)の近傍)に虚像を形成することが好ましい場合において、係る虚像に高いコントラストを与えることができる。しかも、第1形態～第4形態の表示装置を使用する観察者は、足下及び体の中心側を確実に視認することが可能となり、現実の環境において安全に行動することができる。

[0109] ところで、第1電極と第2電極との間に電圧を印加すると、第1透明電極と第2透明電極との間に電位差が生じる。ここで、透明電極に生じる電位勾配に起因して、第1透明電極と第2透明電極との間に生じる電位差は、第1電極から離れるほど、小さくなる。また、第1透明電極と第2透明電極との間には、僅かではあるが漏れ電流(リーク電流)が生じる。漏れ電流(リーク電流)が生じる現象は、調光層がエレクトロクロミック材料を含む場合、顕著である。そして、これらの結果から、第1電極を設ける位置・部位と第2電極を設ける位置・部位とを最適化するだけで、具体的には、例えば、第1基板への第1電極の射影像と第1基板への第2電極の射影像とが重ならな

いように第1電極及び第2電極を配置することで、虚像形成領域対向領域の上方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって減少するように調光装置の遮光率が変化する。即ち、極めて簡素な構成、構造であるにも拘わらず、確実に、虚像形成領域対向領域の上方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率を変化させることができる。云い換えれば、調光装置は、色のグラデーションが付いた状態となる。

[0110] 実施例1の表示装置の変形例を、以下、説明する。

[0111] 光学装置及び調光装置の模式的な正面図を図9に示すように、第1電極716Aから、下辺(B)に向かう方向に1又は複数の第1電極・枝電極717Aを設けてもよい。

[0112] 前述したとおり、第1電極716Aとの関係で、虚像形成領域対向領域701の上方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域701の中央部に向かって調光装置700の遮光率が減少するような電位勾配が得られるような位置に、第2接続部あるいは第2電極716Bを設ければよい。具体的には、例えば、図1Aに示したように、第2電極716Bを、第3コーナー部(B)から下辺(B)及び内側側辺(B)に互り設ければよい。あるいは又、図10A、図10Bに示すように、第2電極716Bを、第3コーナー部(B)寄りの下辺(B)に設けたり、第3コーナー部(B)寄りの内側側辺(B)に設けてもよいし、図11Aに示すように、第2コーナー部(B)から下辺(B)及び外側側辺(B)に互り設けたり、図11B、図11Cに示すように、第2接続部718Bを、第3コーナー部(B)や下辺(B)に設けてもよい。尚、図11B、図11Cにあっては、第2電極716Bと接する第2接続部718Bの部分のみを図示した。

[0113] また、虚像形成領域対向領域701の下方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域701の中央部に向かって調光装置700の遮光率が減少する構造としてもよい。この場合、調光装置700の第2コーナー部(B)から、例えば、概ね、調光装置700の第4コーナー部(B)の方向に向かって

減少する。図12Aに示すように、第1電極716Aは調光装置700の下辺(B)に沿って配置されており、調光装置700の第2コーナー部(B)から調光装置700の下辺(B)に沿って内側に向かって延びているが、具体的には、この部分の第1電極716Aの内側方向端部の位置 K_{12-DN} として、例えば、 k_{11-DN} の値が10%乃至100%に対応する位置を挙げることができる。併せて、第1電極716Aは、第2コーナー部(B)から外側側辺(B)に沿って上方に延びているが、具体的には、この部分の第1電極716Aの上側方向端部の位置 K_{12-OUT} として、例えば、 k_{11-OUT} の値が30%乃至90%に対応する位置を挙げることができる。外側側辺(B)の第1電極716Aの部分に図示しないコネクタが接続されている。第1電極716Aから、上辺(B)に向かう方向に1又は複数の第1電極・枝電極を設けてもよい。

[0114] そして、第1電極716Aとの関係で、虚像形成領域対向領域701の下方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域701の中央部に向かって調光装置700の遮光率が減少するような電位勾配が得られるような位置に、第2接続部718Bあるいは第2電極716Bを設ければよい。具体的には、例えば、図12A及び図12Bに示すように、第2接続部を第4コーナー部(B)や上辺(B)に設ければよい。あるいは又、図13Aに示すように、第2電極716Bを、第4コーナー部(B)から上辺(B)及び内側側辺(B)に互り設けたり、第4コーナー部(B)寄りの上辺(B)に設けたり、図13Bに示すように、第4コーナー部(B)寄りの内側側辺(B)に設けたり、図13Cに示すように、第1コーナー部(B)から上辺(B)及び外側側辺(B)に互り設ければよい。

[0115] また、虚像形成領域対向領域701の外側領域から虚像形成領域対向領域701の内側領域に向かって調光装置700の遮光率が減少してもよい。この場合、概ね、水平方向に沿って調光装置700の遮光率が減少する。図14Aに示すように、第1電極716Aは調光装置700の外側側辺(B)に配置されており、調光装置700の外側側辺(B)の中央部から調光装置700の外側側辺(B)に沿って上方及び下方に向かって延びているが、具体

的には、この部分の第1電極716Aの上側方向端部の位置 K_{12-OUT} として、例えば、 k_{11-OUT} の値が0%乃至30%に対応する位置を挙げることができるし、下側方向端部の位置 K_{12-OUT} として、例えば、 k_{11-OUT} の値が70%乃至100%に対応する位置を挙げることができる。第1電極716Aの上側方向端部は、調光装置700の上辺(B)に位置していてもよいし、第1電極716Aの下側方向端部は、調光装置700の下辺(B)に位置していてもよい。

[0116] そして、第1電極716Aとの関係で、虚像形成領域対向領域701の外側領域から虚像形成領域対向領域701の内側領域に向かって調光装置700の遮光率が減少するような電位勾配が得られるような位置に、第2接続部あるいは第2電極716Bを設ければよい。具体的には、例えば、第2接続部を内側側辺(B)の中央部に設ければよい。あるいは又、図14Aに示すように、第2電極716Bを、内側側辺(B)に互り設けたり、内側側辺(B)から上辺(B)に互り、且つ、内側側辺(B)から下辺(B)に互り設ければよい。

[0117] あるいは又、図14Bに示すように、第1電極716Aを、調光装置の第1コーナー部(B)側の上辺(B)、及び、調光装置の第1コーナー部(B)側の下辺(B)に配設すればよいし、必要に応じて、第2電極を、調光装置の第1コーナー部(B)側の上辺(B)、及び、調光装置の第1コーナー部(B)側の下辺(B)に配設すればよい。あるいは又、図14Cに示すように、第1接続部718Aを外側側辺(B)の第1透明電極の部分に接続し、第2接続部(第1接続部と重なっているので、図14Cでは見えない)を外側側辺(B)の第2透明電極の部分に接続する形態としてもよい。

[0118] また、虚像形成領域対向領域701の下方領域から虚像形成領域対向領域701の上方領域に向かって調光装置700の遮光率が減少してもよい。この場合、概ね、垂直方向に沿って調光装置700の遮光率が減少する。図15Aに示すように、第1電極716Aは調光装置700の下辺(B)に沿って配置されているが、具体的には、この部分の第1電極716Aの内側方向端部の位置 K_{12-DN} として、例えば、 k_{11-DN} の値が100%乃至120%に対応す

る位置を挙げるができる。第1電極716Aに第1接続部が接続されている。第1電極716Aから、上辺(B)に向かう方向に1又は複数の第1電極・枝電極を設けてもよい。そして、第1電極716Aとの関係で、虚像形成領域対向領域701の下方領域から虚像形成領域対向領域701の上方領域に向かって調光装置700の遮光率が減少するような電位勾配が得られるような位置に、第2接続部あるいは第2電極716Bを設ければよい。具体的には、例えば、第2接続部を上辺(B)に設ければよい。あるいは又、図15Aに示すように、第2電極716Bを上辺(B)に設ければよい。

[0119] また、虚像形成領域対向領域701の外縁領域から虚像形成領域対向領域701の中央部に向かって調光装置700の遮光率が減少してもよい。この場合、図15Bに示すように、第1電極716Aを調光装置700の上辺(B)、外側側辺(B)、下辺(B)及び内側側辺(B)に互り、即ち、調光装置700の外周部に互り設ければよい。この場合、連続した第1電極716Aを設けてもよいし、不連続な第1電極716Aを設けてもよい。後者の場合、第1電極716Aのセグメントを第1接続部で接続すればよい。そして、第1電極716Aとの関係で、虚像形成領域対向領域701の外縁領域から虚像形成領域対向領域701の中央部に向かって調光装置700の遮光率が減少するような電位勾配が得られるような位置に、第2接続部あるいは第2電極716Bを設ければよい。具体的には、例えば、複数の第2接続部を調光装置700の周辺部に設ければよい。場合によっては、第1電極716Aを調光装置700の外側側辺(B)、上辺(B)及び内側側辺(B)に互り、即ち、調光装置700の外周部の一部に設ければよい。

[0120] また、場合によっては、(へ)虚像形成領域対向領域701の上方領域から虚像形成領域対向領域701の下方領域に向かって調光装置700の遮光率が減少する形態とすることもでき、この場合、概ね、垂直方向に沿って調光装置700の遮光率が減少する。図15Cに示すように、第1電極716Aは調光装置700の上辺(B)に沿って配置されているが、具体的には、この部分の第1電極716Aの内側方向端部の位置 K_{12-UP} として、例えば、 k_1

1_{-UP} の値が100%乃至120%に対応する位置を挙げるができる。第1電極716Aに第1接続部が接続されている。第1電極716Aから、下辺(B)に向かう方向に1又は複数の第1電極・枝電極を設けてもよい。そして、第1電極716Aとの関係で、虚像形成領域対向領域701の上方領域から虚像形成領域対向領域701の下方領域に向かって調光装置700の遮光率が減少するような電位勾配が得られるような位置に、第2接続部あるいは第2電極716Bを設ければよい。具体的には、例えば、第2接続部を下辺(B)に設ければよい。あるいは又、図15Cに示すように、第2電極716Bを下辺(B)に設ければよい。

[0121] また、場合によっては、画像形成装置から出射された光に基づき虚像形成領域の一部の領域に虚像が形成される場合、係る虚像が形成される虚像形成領域の一部の領域に対向した調光装置700の領域から虚像形成領域対向領域701の中央部に向かって調光装置700の遮光率が減少する形態とすることもできる。

実施例 2

[0122] 実施例2は、実施例1の変形であり、第1-A構造の光学装置及び第2構成の画像形成装置に関する。実施例2の表示装置(頭部装着型ディスプレイ)における画像表示装置200の概念図を図16に示すように、実施例2において、画像形成装置211は、第2構成の画像形成装置から構成されている。即ち、光源251、及び、光源251から出射された平行光を走査する走査手段253を備えている。より具体的には、画像形成装置211は、
光源251、
光源251から出射された光を平行光とするコリメート光学系252、
コリメート光学系252から出射された平行光を走査する走査手段253、
及び、
走査手段253によって走査された平行光をリレーし、出射するリレー光学系254、
から構成されている。尚、画像形成装置211全体が筐体213(図16で

は、一点鎖線で示す)内に納められており、係る筐体213には開口部(図示せず)が設けられており、開口部を介してリレー光学系254から光が出射される。そして、各筐体213が、取付け部材19によって、着脱自在に、テンブル部13に取り付けられている。

[0123] 光源251は、白色を発光する発光素子から構成されている。そして、光源251から出射された光は、全体として正の光学的パワーを持つコリメート光学系252に入射し、平行光として出射される。そして、この平行光は、全反射ミラー256で反射され、マイクロミラーを二次元方向に回転自在とし、入射した平行光を2次的に走査することができるMEMSから成る走査手段253によって水平走査及び垂直走査が行われ、一種の2次元画像化され、仮想の画素(画素数は、例えば、実施例1と同じとすることができる)が生成される。そして、仮想の画素からの光は、周知のリレー光学系から構成されたリレー光学系(平行光出射光学系)254を通過し、平行光とされた光束が光学装置120に入射する。

[0124] リレー光学系254にて平行光とされた光束が入射され、導光され、出射される光学装置120は、実施例1にて説明した光学装置と同じ構成、構造を有するので、詳細な説明は省略する。また、実施例2の表示装置も、上述したとおり、画像形成装置211が異なる点を除き、実質的に、実施例1の表示装置と同じ構成、構造を有するので、詳細な説明は省略する。

実施例 3

[0125] 実施例3も、実施例1の変形であるが、第1-B構造の光学装置及び第1構成の画像形成装置に関する。実施例3の表示装置(頭部装着型ディスプレイ)における画像表示装置300の概念図を図17に示す。また、反射型体積ホログラム回折格子の一部を拡大して示す模式的な断面図を図18に示す。実施例3において、画像形成装置111'は、実施例1と同様に、有機EL表示装置150'から構成されている。また、光学装置320は、第1偏向手段及び第2偏向手段の構成、構造が異なる点を除き、基本的な構成、構造は、実施例1の光学装置120と同じである。

[0126] 実施例3において、第1偏向手段及び第2偏向手段は、導光板321の表面（具体的には、導光板321の第2面323）に配設されている。そして、第1偏向手段は、導光板321に入射された光を回折し、第2偏向手段は、導光板321の内部を全反射により伝播した光を回折する。ここで、第1偏向手段及び第2偏向手段は、回折格子素子、具体的には反射型回折格子素子、より具体的には反射型体積ホログラム回折格子から成る。以下の説明において、反射型体積ホログラム回折格子から成る第1偏向手段を、便宜上、『第1回折格子部材330』と呼び、反射型体積ホログラム回折格子から成る第2偏向手段を、便宜上、『第2回折格子部材340』と呼ぶ。

[0127] そして、実施例3あるいは後述する実施例4において、第1回折格子部材330及び第2回折格子部材340は、1層の回折格子層が積層されて成る構成としている。尚、フォトポリマー材料から成る各回折格子層には、1種類の波長帯域（あるいは、波長）に対応する干渉縞が形成されており、従来の方で作製されている。回折格子層（回折光学素子）に形成された干渉縞のピッチは一定であり、干渉縞は直線状であり、Y軸に平行である。尚、第1回折格子部材330及び第2回折格子部材340の軸線はX軸と平行であり、法線はZ軸と平行である。

[0128] 図18に反射型体積ホログラム回折格子の拡大した模式的な一部断面図を示す。反射型体積ホログラム回折格子には、傾斜角（スラント角） ϕ を有する干渉縞が形成されている。ここで、傾斜角 ϕ とは、反射型体積ホログラム回折格子の表面と干渉縞の成す角度を指す。干渉縞は、反射型体積ホログラム回折格子の内部から表面に互り、形成されている。干渉縞は、ブラッグ条件を満たしている。ここで、ブラッグ条件とは、以下の式(A)を満足する条件を指す。式(A)中、 m は正の整数、 λ は波長、 d は格子面のピッチ（干渉縞を含む仮想平面の法線方向の間隔）、 Θ は干渉縞へ入射する角度の余角を意味する。また、入射角 ϕ にて回折格子部材に光が侵入した場合の、 Θ 、傾斜角 ϕ 、入射角 ϕ の関係は、式(B)のとおりである。

[0129] $m \cdot \lambda = 2 \cdot d \cdot \sin(\Theta)$ (A)

$$\Theta = 90^\circ - (\phi + \psi) \quad (B)$$

[0130] 第1回折格子部材330は、上述したとおり、導光板321の第2面323に配設（接着）されており、第1面322から導光板321に入射されたこの平行光が導光板321の内部で全反射されるように、導光板321に入射されたこの平行光を回折（具体的には、回折反射）する。更には、第2回折格子部材340は、上述したとおり、導光板321の第2面323に配設（接着）されており、導光板321の内部を全反射により伝播したこの平行光を回折（具体的には、複数回、回折反射）し、導光板321から平行光のまま第1面322から出射する。

[0131] そして、導光板321にあっても、平行光が内部を全反射により伝播した後、出射される。このとき、導光板321が薄く導光板321の内部を進行する光路が長いため、各画角によって第2回折格子部材340に至るまでの全反射回数は異なっている。より詳細に述べれば、導光板321に入射する平行光のうち、第2回折格子部材340に近づく方向の角度をもって入射する平行光の反射回数は、第2回折格子部材340から離れる方向の角度をもって導光板321に入射する平行光の反射回数よりも少ない。これは、第1回折格子部材330において回折される平行光であって、第2回折格子部材340に近づく方向の角度をもって導光板321に入射する平行光の方が、これと逆方向の角度をもって導光板321に入射する平行光よりも、導光板321の内部を伝播していく光が導光板321の内面と衝突するときの導光板321の法線と成す角度が小さくなるからである。また、第2回折格子部材340の内部に形成された干渉縞の形状と、第1回折格子部材330の内部に形成された干渉縞の形状とは、導光板321の軸線に垂直な仮想平面に対して対称な関係にある。第1回折格子部材330及び第2回折格子部材340の導光板321とは対向していない面を、透明樹脂板あるいは透明樹脂フィルムで被覆し、第1回折格子部材330及び第2回折格子部材340に損傷が生じることを防止する構造としてもよい。また、第1面322に透明な保護フィルムを貼り合わせ、導光板321を保護してもよい。

[0132] 後述する実施例4における導光板321も、基本的には、以上に説明した導光板321の構成、構造と同じ構成、構造を有する。

[0133] 実施例3の表示装置は、上述したとおり、光学装置320が異なる点を除き、実質的に、実施例1の表示装置と同じ構成、構造を有するので、詳細な説明は省略する。

実施例 4

[0134] 実施例4も、実施例1の変形であるが、第1-B構造の光学装置及び第2構成の画像形成装置に関する。実施例4の表示装置（頭部装着型ディスプレイ）における画像表示装置の概念図を図19に示す。実施例4の画像表示装置400における光源251、コリメート光学系252、走査手段253、平行光出射光学系（リレー光学系254）等は、実施例2と同じ構成、構造（第2構成の画像形成装置）を有する。また、実施例4における光学装置320は、実施例3における光学装置320と同じ構成、構造を有する。実施例4の表示装置は、以上の相違点を除き、実質的に、実施例1の表示装置と同じ構成、構造を有するので、詳細な説明は省略する。

実施例 5

[0135] 実施例5も、実施例1における画像表示装置の変形であるが、第2構造の光学装置、第2構成の画像形成装置に関する。実施例5の表示装置を上方から眺めた模式図を図20に示す。

[0136] 実施例5において、画像表示装置500を構成する光学装置520は、光源251A、251Bから出射された光が入射され、観察者の瞳21に向かって出射される半透過ミラー530A、530Bから構成されている。尚、実施例5において、筐体213内に配置された光源251から出射された光は、図示しない光ファイバの内部を伝播して、例えば、ノーズパッド近傍のリム11'の部分に取り付けられた走査手段253に入射し、走査手段253によって走査された光は半透過ミラー530A、530Bに入射する。あるいは又、筐体213内に配置された光源251A、251Bから出射された光は、図示しない光ファイバの内部を伝播して、例えば、両眼のそれぞれ

に対応するリム 1 1' の部分の上方に取り付けられた走査手段 2 5 3 に入射し、走査手段 2 5 3 によって走査された光は半透過ミラー 5 3 0 A, 5 3 0 B に入射する。あるいは又、筐体 2 1 3 内に配置された光源 2 5 1 A, 2 5 1 B から出射され、筐体 2 1 3 内に配置された走査手段 2 5 3 に入射し、走査手段 2 5 3 によって走査された光は、半透過ミラー 5 3 0 A, 5 3 0 B に、直接、入射する。そして、半透過ミラー 5 3 0 A, 5 3 0 B によって反射された光が観察者の瞳に入射する。画像形成装置は、実質的に、実施例 2 において説明した画像形成装置 2 1 1 とすることができる。実施例 5 の表示装置は、以上の相違点を除き、実質的に、実施例 1 の表示装置と同じ構成、構造を有するので、詳細な説明は省略する。

実施例 6

[0137] 実施例 6 は、実施例 1 の変形である。実施例 6 の表示装置を上方から眺めた模式図を図 2 1 A に示す。また、照度センサを制御する回路の模式図を図 2 1 B に示す。

[0138] 実施例 6 の表示装置は、表示装置の置かれた環境の照度を測定する照度センサ（環境照度測定センサ）7 2 1 を更に備えており、照度センサ（環境照度測定センサ）7 2 1 の測定結果に基づき、調光装置 7 0 0 の遮光率を制御する。併せて、あるいは、独立して、照度センサ（環境照度測定センサ）7 2 1 の測定結果に基づき、画像形成装置 1 1 1, 2 1 1 によって形成される画像の輝度を制御する。周知の構成、構造を有する環境照度測定センサ 7 2 1 は、例えば、調光装置 7 0 0 の外側端部に配置すればよい。環境照度測定センサ 7 2 1 は、図示しないコネクタ及び配線を介して制御装置 1 8 に接続されている。制御装置 1 8 には、環境照度測定センサ 7 2 1 を制御する回路が含まれる。この環境照度測定センサ 7 2 1 を制御する回路は、環境照度測定センサ 7 2 1 からの測定値を受け取り、照度を求める照度演算回路、照度演算回路によって求められた照度の値を標準値の比較する比較演算回路、比較演算回路によって求められた値に基づき、調光装置 7 0 0 及び／又は画像形成装置 1 1 1, 2 1 1 を制御する環境照度測定センサ制御回路から構成さ

れているが、これらの回路は周知の回路から構成することができる。調光装置 700 の制御にあつては、調光装置 700 の遮光率の制御を行い、一方、画像形成装置 111, 211 の制御にあつては、画像形成装置 111, 211 によって形成される画像の輝度の制御を行う。尚、調光装置 700 における遮光率の制御と画像形成装置 111, 211 における画像の輝度の制御は、それぞれ、独立して行ってもよいし、相関を付けて行ってもよい。

[0139] 例えば、照度センサ（環境照度測定センサ）721 の測定結果が所定値（第1の照度測定値）以上になったとき、調光装置 700 の遮光率を所定の値（第1の遮光率）以上とする。一方、照度センサ（環境照度測定センサ）721 の測定結果が所定値（第2の照度測定値）以下になったとき、調光装置 700 の遮光率を所定の値（第2の遮光率）以下とする。ここで、第1の照度測定値として10ルクスを挙げることができるし、第1の遮光率として99%乃至70%のいずれかの値を挙げることができるし、第2の照度測定値として0.01ルクスを挙げることができるし、第2の遮光率として49%乃至1%のいずれかの値を挙げることができる。

[0140] 尚、実施例6における照度センサ（環境照度測定センサ）721を、実施例2～実施例5において説明した表示装置に適用することができる。また、表示装置が撮像装置を備えている場合、撮像装置に備えられた露出測定用の受光素子から照度センサ（環境照度測定センサ）721を構成することもできる。

[0141] 実施例6あるいは次に述べる実施例7の表示装置にあつては、照度センサ（環境照度測定センサ）の測定結果に基づき、調光装置の遮光率を制御し、また、照度センサ（環境照度測定センサ）の測定結果に基づき、画像形成装置によって形成される画像の輝度を制御し、また、第2の照度センサ（透過光照度測定センサ）の測定結果に基づき、調光装置の遮光率を制御し、また、第2の照度センサ（透過光照度測定センサ）の測定結果に基づき、画像形成装置によって形成される画像の輝度を制御するので、観察者が観察する虚像に高いコントラストを与えることができるだけでなく、表示装置の置かれ

た周囲の環境の照度に依存して虚像の観察状態の最適化を図ることができる。

実施例 7

[0142] 実施例 7 も、実施例 1 の変形である。実施例 7 の表示装置を上方から眺めた模式図を図 2 2 A に示す。また、第 2 の照度センサを制御する回路の模式図を図 2 2 B に示す。

[0143] 実施例 7 の表示装置は、外部環境から調光装置を透過した光に基づく照度を測定する、即ち、環境光が調光装置を透過して所望の照度まで調整されて入射しているかを測定する第 2 の照度センサ（透過光照度測定センサ）7 2 2 を更に備えており、第 2 の照度センサ（透過光照度測定センサ）7 2 2 の測定結果に基づき、調光装置 7 0 0 の遮光率を制御する。併せて、あるいは、独立して、また、第 2 の照度センサ（透過光照度測定センサ）7 2 2 の測定結果に基づき、画像形成装置 1 1 1, 2 1 1 によって形成される画像の輝度を制御する。周知の構成、構造を有する透過光照度測定センサ 7 2 2 は、光学装置 1 2 0, 3 2 0, 5 2 0 よりも観察者側に配置されている。具体的には、透過光照度測定センサ 7 2 2 は、例えば、筐体 1 1 3, 2 1 3 の内側面に配置すればよい。透過光照度測定センサ 7 2 2 は、図示しないコネクタ及び配線を介して制御装置 1 8 に接続されている。制御装置 1 8 には、透過光照度測定センサ 7 2 2 を制御する回路が含まれる。この透過光照度測定センサ 7 2 2 を制御する回路は、透過光照度測定センサ 7 2 2 からの測定値を受け取り、照度を求める照度演算回路、照度演算回路によって求められた照度の値を標準値と比較する比較演算回路、比較演算回路によって求められた値に基づき、調光装置 7 0 0 及び／又は画像形成装置 1 1 1, 2 1 1 を制御する透過光照度測定センサ制御回路から構成されているが、これらの回路は周知の回路から構成することができる。調光装置 7 0 0 の制御において、調光装置 7 0 0 の遮光率の制御を行い、一方、画像形成装置 1 1 1, 2 1 1 の制御において、画像形成装置 1 1 1, 2 1 1 によって形成される画像の輝度の制御を行う。尚、調光装置 7 0 0 における遮光率の制御と画像形成装置 1

11, 211における画像の輝度の制御は、それぞれ、独立して行ってもよいし、相関を付けて行ってもよい。更に、透過光照度測定センサ722の測定結果が環境照度測定センサ721の照度から鑑みて所望の照度まで制御できていない場合、即ち、透過光照度測定センサ722の測定結果が所望の照度になっていない場合、若しくは、更に一層の微妙な照度調整が望まれる場合には、透過光照度測定センサ722の値をモニターしながら調光装置の遮光率を調整すればよい。第2の照度センサ（透過光照度測定センサ）を、少なくとも2つ、配置し、高遮光率の部分を通じた光に基づく照度の測定、低遮光率の部分を通じた光に基づく照度の測定を行ってもよい。

[0144] 尚、実施例7における第2の照度センサ（透過光照度測定センサ）722を、実施例2～実施例5において説明した表示装置に適用することができる。あるいは又、実施例7における第2の照度センサ（透過光照度測定センサ）722と実施例6における照度センサ（環境照度測定センサ）721とを組み合わせてもよく、この場合、種々の試験を行い、調光装置700における遮光率の制御と画像形成装置111, 211における画像の輝度の制御を、それぞれ、独立して行ってもよいし、相関を付けて行ってもよい。右眼用の調光装置と左眼用の調光装置のそれぞれにおいて、第1電極及び第2電極に印加する電圧を調整することで、右眼用の調光装置における遮光率及び左眼用の調光装置における遮光率の均等化を図ることができる。第1電極と第2電極との間の電位差を制御してもよいし、第1電極に印加する電圧と第2電極に印加する電圧とを独立に制御してもよい。右眼用の調光装置における遮光率及び左眼用の調光装置における遮光率は、例えば、第2の照度センサ（透過光照度測定センサ）722の測定結果に基づき、制御することができるし、あるいは又、観察者が、右眼用の調光装置及び光学装置を通過した光の明るさ及び左眼用の調光装置及び光学装置を通過した光の明るさを観察し、観察者が、スイッチやボタン、ダイヤル、スライダ、ノブ等を操作することで手動にて制御、調整することもできる。

実施例 8

- [0145] 実施例 8 は、実施例 1～実施例 7 の変形であり、実施例 8 にあっては、調光層を電気泳動分散液から構成した。以下、電気泳動分散液の調製方法を説明する。
- [0146] 先ず、最初に、電気泳動粒子としてのカーボンブラック（三菱化学株式会社製 # 40）の 10 グラムを純水 1 リットルに加えて攪拌した後、37 質量 % の塩酸 1 c m³ 及び 4-ビニルアニリン 0.2 グラムを加えて溶液-A を調製した。一方、亜硝酸ナトリウム 0.3 グラムを純水 10 c m³ に溶解させた後、40 ° C まで加熱して、溶液-B を調製した。そして、溶液-A に溶液-B をゆっくり加えて、10 時間攪拌した。その後、反応により得られた生成物を遠心分離して固形物を得た。次いで、固形物を純水で洗浄し、更に、アセトン中に分散させた後、遠心分離するといった方法で洗浄した。その後、固形物を、温度 50 ° C の真空乾燥機で一晩乾燥させた。
- [0147] 次いで、窒素パージ装置、電磁攪拌棒及び還流カラムが取り付けられた反応フラスコ中に、固形物 5 グラムと、トルエン 100 c m³ と、メタクリル酸 2-エチルヘキシル 15 c m³ と、アゾビスイソブチルニトリル (AIBN) 0.2 グラムとを入れて混合した。そして、攪拌しながら反応フラスコを窒素ガスで 30 分間パージした。その後、反応フラスコを油浴に投入し、連続攪拌しながら 80 ° C まで徐々に加熱し、この状態を 10 時間維持した。その後、室温まで冷却し、固形物を遠心分離し、固形物をテトラヒドロフラン (THF) 及び酢酸エチルと一緒に遠心分離するといった操作を 3 回行って固形物を洗浄した後、固形物を取り出して 50 ° C の真空乾燥機で一晩乾燥した。これにより、茶色の電気泳動粒子 4.7 グラムを得た。
- [0148] 一方、絶縁性液体である分散液（分散媒）として、N,N-ジメチルプロパン-1,3-ジアミン、1,2-ヒドロキシオクタデカン酸及びメトキシスルホンルオキシメタン（日本ルーブリゾール株式会社製ソルスパス 17000）を 0.5 % 含むと共にソルビタントリオレエート（スパン 85）を 1.5 % 含むアイソパー G（エクソンモービル有限会社社製）溶液を準備した。そして、分散媒 9.9 グラムに電気泳動粒子 0.1 グラムを加えて、ビ

ーズミルで5分間攪拌した。その後、混合液を遠心分離機（回転速度＝2000rpm）で5分間、遠心分離した後、ビーズを取り除いた。こうして、電気泳動分散液を得ることができた。尚、電気泳動粒子は正に帯電している。

[0149] 実施例8における調光装置700にあっては、厚さ0.5mmのガラスから成る第1基板711A及び第2基板711Bの間の間隔を50 μ mとした。第1透明電極712A及び第2透明電極712Bは、インジウムスズ複合酸化物（ITO）から構成されており、スパッタリング法といったPVD法とリフトオフ法との組合せに基づき形成されている。第1透明電極712Aは、楕形電極状にパターニングされている。一方、第2透明電極712Bはパターニングされておらず、所謂ベタ電極である。第1透明電極712A及び第2透明電極712Bは、図示しないコネクタ、配線を介して制御装置18に接続されている。

[0150] 調光装置700の遮光率（光透過率）は、第1透明電極712A及び第2透明電極712Bに印加する電圧によって制御することができる。具体的には、第1透明電極712Aに相対的に正の電圧を印加し、第2透明電極712Bに相対的に負の電圧を印加すると、正に帯電している電気泳動粒子は第2透明電極712Bを覆うように泳動する。従って、調光装置700における遮光率は高い値となる。一方、これとは逆に、第1透明電極712Aに相対的に負の電圧を印加し、第2透明電極712Bに相対的に正の電圧を印加すると、電気泳動粒子は第1透明電極712Aを覆うように泳動する。従って、調光装置700における遮光率は低い値となる。第1透明電極712A及び第2透明電極712Bに印加する電圧は制御装置18に設けられた制御ノブを観察者が操作することにより行うことができる。即ち、光学装置120、320からの虚像を観察者が観察し、調光装置700の遮光率を調整することで、虚像のコントラスト向上を図ればよい。

実施例 9

[0151] 実施例9は、実施例8の変形である。実施例8にあっては、調光装置70

0によって着色される色を、黒色の固定色とした。一方、実施例9にあっては、調光装置を通過する光は、調光装置によって所望の色に着色され、しかも、調光装置によって着色される色は可変である。具体的には、調光装置は、赤色に着色される調光装置と、黄色に着色される調光装置と、青色に着色される調光装置とが積層されて成る。ここで、赤色に着色される調光装置における電気泳動分散液は、電気泳動粒子として、スチレン系樹脂とC. I. Pigment Red 122とをヘンシェルミキサーにより予備混合した後、二軸押出機で熔融混練し、冷却後、ハンマーミルを用いて粗粉碎し、次いで、ジェットミルを用いて微粉碎した粒子を、N, N-ジメチルプロパン-1, 3-ジアミン、1, 2-ヒドロキシオクタデカン酸及びメトキシスルホニルオキシメタン（日本ルーブリゾール株式会社製ソルスパーS17000）を0.5%含むと共にソルビタントリオレエート（スパン85）を1.5%含むアイソパーG（エクソンモービル有限会社製）溶液に分散させて得られた分散液から構成されている。また、黄色に着色される調光装置における電気泳動分散液は、電気泳動粒子として、スチレン系樹脂とC. I. Pigment Yellow 12とをヘンシェルミキサーにより予備混合した後、二軸押出機で熔融混練し、冷却後、ハンマーミルを用いて粗粉碎し、次いで、ジェットミルを用いて微粉碎した粒子を、N, N-ジメチルプロパン-1, 3-ジアミン、1, 2-ヒドロキシオクタデカン酸及びメトキシスルホニルオキシメタン（日本ルーブリゾール株式会社製ソルスパーS17000）を0.5%含むと共にソルビタントリオレエート（スパン85）を1.5%含むアイソパーG（エクソンモービル有限会社製）溶液に分散させて得られた分散液から構成されている。更には、青色に着色される調光装置における電気泳動分散液は、電気泳動粒子として、スチレン系樹脂とC. I. Pigment Blue 1とをヘンシェルミキサーにより予備混合した後、二軸押出機で熔融混練し、冷却後、ハンマーミルを用いて粗粉碎し、次いで、ジェットミルを用いて微粉碎した粒子を、N, N-ジメチルプロパン-1, 3-ジアミン、1, 2-ヒドロキシオクタデカン酸及びメトキシスル

ホニルオキシメタン（日本ルーブリゾール株式会社製ソルスパーズ17000）を0.5%含むと共にソルビタントリオレート（スパン85）を1.5%含むアイソパーG（エクソンモービル有限会社製）溶液に分散させて得られた分散液から構成されている。そして、各調光装置における電極への電圧の印加を制御することで、3層の調光装置から出射される外光に所望の色を着色することができる。

[0152] 以上の点を除き、実施例9の表示装置の構成、構造は、実施例8において説明した表示装置の構成、構造と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。

[0153] 以上、本開示を好ましい実施例に基づき説明したが、本開示はこれらの実施例に限定するものではない。実施例において説明した表示装置（頭部装着型ディスプレイ）、画像表示装置の構成、構造は例示であり、適宜変更することができる。例えば、導光板に表面レリーフ型ホログラム（米国特許第20040062505A1参照）を配置してもよい。光学装置320においては、回折格子素子を透過型回折格子素子から構成することもできるし、あるいは又、第1偏向手段及び第2偏向手段の内のいずれか一方を反射型回折格子素子から構成し、他方を透過型回折格子素子から構成する形態とすることもできる。あるいは又、回折格子素子を、反射型ブレード回折格子素子とすることもできる。本開示の表示装置は、立体視ディスプレイ装置として用いることもできる。この場合、必要に応じて、光学装置に偏光板や偏光フィルムを着脱自在に取り付け、あるいは、光学装置に偏光板や偏光フィルムを貼り合わせればよい。

[0154] フレームやリムの形状、構造によってはフレームやリムに大きな曲率（小さな曲率半径）を有する部分が生じる。そして、この部分には、第1電極や第2電極によって形成される電界が集中し易い。それ故、場合によっては、このようなフレームやリムに生じた大きな曲率を有する部分には第1電極や第2電極を形成せずに第1電極や第2電極をセグメント化し、セグメント化された第1電極や第2電極を第1接続部や第2接続部で接続すればよい。

- [0155] 実施例においては、画像形成装置 1 1 1, 2 1 1 は、単色（例えば、緑色）の画像を表示するとして説明したが、画像形成装置 1 1 1, 2 1 1 はカラー画像を表示することもでき、この場合、光源を、例えば、赤色、緑色、青色のそれぞれを出射する光源から構成すればよい。具体的には、例えば、赤色発光素子、緑色発光素子、青色発光素子のそれぞれから出射された赤色光、緑色光及び青色光をライトパイプを用いて混色、輝度均一化を行うことで白色光を得ればよい。場合によっては、調光装置を通過する光を、調光装置によって所望の色に着色する構成とすることができ、この場合、調光装置によって着色される色を可変とすることができる。具体的には、例えば、赤色に着色される調光装置と、緑色に着色される調光装置と、青色に着色される調光装置とを積層すればよい。
- [0156] また、実施例 1～実施例 9 において説明した画像表示装置を、以下に説明するように、変形することも可能である。即ち、上方から眺めた模式図を図 2 3 に示し、光学装置及び調光装置の模式的な正面図を図 2 4 に示すように、第 1 回折格子部材 3 3 0 と対向する調光装置 7 0 0 の外面に、導光板 3 2 1 の外へ光が漏れ出し、光利用効率が低下することを防止するための遮光部材 7 3 1 が形成されている。
- [0157] 実施例 3～実施例 4 において説明した画像表示装置を、以下に説明するように、変形することも可能である。即ち、図 2 5 に実施例 1 の表示装置の変形例における光学装置及び調光装置の概念図を示すように、第 1 の反射型体積ホログラム回折格子 3 5 1、第 2 の反射型体積ホログラム回折格子 3 5 2 及び第 3 の反射型体積ホログラム回折格子 3 5 3 を備えていてもよい。第 1 の反射型体積ホログラム回折格子 3 5 1 にあっては、回折格子部材の干渉縞は、概ね Y 軸と平行に延びる。第 2 の反射型体積ホログラム回折格子 3 5 2 にあっては、回折格子部材の干渉縞は、斜めの方向に延びる。第 3 の反射型体積ホログラム回折格子 3 5 3 にあっては、回折格子部材の干渉縞は、概ね X 軸と平行に延びる。画像形成装置 1 1 1, 1 1 1', 2 1 1 から出射された光線は、第 1 の反射型体積ホログラム回折格子 3 5 1 によって、X 軸方向

に回折され、導光板 3 2 1 を伝播し、第 2 の反射型体積ホログラム回折格子 3 5 2 に入射する。そして、第 2 の反射型体積ホログラム回折格子 3 5 2 によって斜め下方に回折され、第 3 の反射型体積ホログラム回折格子 3 5 2 に入射する。そして、第 3 の反射型体積ホログラム回折格子 3 5 3 によって Z 軸方向に回折され、観察者の瞳に入射する。

[0158] あるいは又、実施例 3～実施例 4 において説明した画像表示装置における光学装置を、以下に説明するように、変形することも可能である。即ち、図 2 6 A に実施例 1 の表示装置の変形例における光学装置の概念図を示すように、光入射側のホログラム回折格子を透過型回折格子素子 3 6 2 とし、光出射側のホログラム回折格子を反射型回折格子素子 3 6 3 とすることができる。尚、透過型回折格子素子 3 6 2 の側から光が入射し、透過型回折格子素子 3 6 4 の側から光が出射する。あるいは又、図 2 6 B に実施例 1 の表示装置の変形例における光学装置の概念図を示すように、光入射側のホログラム回折格子を反射型回折格子素子 3 6 1 とし、光出射側のホログラム回折格子を透過型回折格子素子 3 6 4 とすることができる。あるいは又、図 2 6 C に実施例 1 の表示装置の変形例における光学装置の概念図を示すように、光入射側のホログラム回折格子を透過型回折格子素子 3 6 2 とし、光出射側のホログラム回折格子を透過型回折格子素子 3 6 4 とすることができる。あるいは又、図 2 6 D に実施例 1 の表示装置の変形例における光学装置の概念図を示すように、光入射側のホログラム回折格子を反射型回折格子素子 3 6 1 及び透過型回折格子素子 3 6 2 とし、光出射側のホログラム回折格子を反射型回折格子素子 3 6 3 とすることができる。あるいは又、図 2 6 E に実施例 1 の表示装置の変形例における光学装置の概念図を示すように、光入射側のホログラム回折格子を反射型回折格子素子 3 6 1 及び透過型回折格子素子 3 6 2 とし、光出射側のホログラム回折格子を透過型回折格子素子 3 6 4 とすることができる。あるいは又、図 2 6 F に実施例 1 の表示装置の変形例における光学装置の概念図を示すように、光入射側のホログラム回折格子を反射型回折格子素子 3 6 1 とし、光出射側のホログラム回折格子を反射型回折格子素

子 3 6 3 及び透過型回折格子素子 3 6 4 とすることができる。あるいは又、図 2 6 G に実施例 1 の表示装置の変形例における光学装置の概念図を示すように、光入射側のホログラム回折格子を透過型回折格子素子 3 6 2 とし、光出射側のホログラム回折格子を反射型回折格子素子 3 6 3 及び透過型回折格子素子 3 6 4 とすることができる。あるいは又、図 2 6 H に実施例 1 の表示装置の変形例における光学装置の概念図を示すように、光入射側のホログラム回折格子を反射型回折格子素子 3 6 1 及び透過型回折格子素子 3 6 2 とし、光出射側のホログラム回折格子を反射型回折格子素子 3 6 3 及び透過型回折格子素子 3 6 4 とすることができる。

[0159] 実施例 5 において説明した第 2 構造の光学装置を構成する光学装置の変形例を上から眺めた模式図を、図 2 7 A 及び図 2 7 B に示す。

[0160] 図 2 7 A に示す例にあっては、光源 6 0 1 からの光が導光部材 6 0 2 に侵入し、導光部材 6 0 2 内に設けられた偏光ビームスプリッター 6 0 3 に衝突する。偏光ビームスプリッター 6 0 3 に衝突した光源 6 0 1 からの光の内、P 偏光成分は偏光ビームスプリッター 6 0 3 を通過し、S 偏光成分は、偏光ビームスプリッター 6 0 3 によって反射され、ライト・バルブとしての LCOS から成る液晶表示装置 (LCD) 6 0 4 に向かう。液晶表示装置 (LCD) 6 0 4 によって画像が形成される。液晶表示装置 (LCD) 6 0 4 によって反射された光の偏光成分は P 偏光成分が占めるので、液晶表示装置 (LCD) 6 0 4 によって反射された光は、偏光ビームスプリッター 6 0 3, 6 0 5 を通過し、1/4 波長板 6 0 6 を通過し、反射板 6 0 7 に衝突して反射され、1/4 波長板 6 0 6 を通過し、偏光ビームスプリッター 6 0 5 に向かう。このときの光の偏光成分は S 偏光成分が占めるので、偏光ビームスプリッター 6 0 5 によって反射され、観察者の瞳 2 1 へと向かう。以上のとおり、画像形成装置は、光源 6 0 1 及び液晶表示装置 (LCD) 6 0 4 から構成され、光学装置は、導光部材 6 0 2、偏光ビームスプリッター 6 0 3, 6 0 5、1/4 波長板 6 0 6 及び反射板 6 0 7 から構成され、偏光ビームスプリッター 6 0 5 が光学装置の虚像形成領域に相当する。

[0161] 図27Bに示す例にあっては、画像形成装置611からの光が導光部材612を進行し、半透過ミラー613に衝突し、一部の光が半透過ミラー613を通過し、反射板614に衝突して反射され、半透過ミラー613に再び衝突し、一部の光が半透過ミラー613によって反射され、観察者の瞳21へと向かう。光学装置は、以上のとおり、導光部材612、半透過ミラー613及び反射板614から構成されており、半透過ミラー613が光学装置の虚像形成領域に相当する。

[0162] あるいは又、実施例5の表示装置の別の変形例における光学装置を上から眺めた模式図及び横から眺めた模式図を、図28A及び図28Bに示す。この光学装置は、6面体のプリズム622及び凸レンズ625から構成されている。画像形成装置621から出射された光は、プリズム622に入射し、プリズム面623に衝突して反射され、プリズム622を進行し、プリズム面624に衝突して反射され、凸レンズ625を介して観察者の瞳21に到達する。プリズム面623とプリズム面624とは、向かい合う方向に傾斜が付けられており、プリズム622の平面形状は、台形、具体的には、等脚台形である。プリズム面623、624にはミラーコーティングが施されている。瞳21と対向するプリズム622の部分の厚さ（高さ）を、人間の平均的な瞳孔径である4mmより薄くすれば、観察者は、外界の像とプリズム622からの虚像とを重畳して見ることができる。

[0163] 場合によっては、第1透明電極及び／又は第2透明電極を、複数のブロックに分割し、各ブロックにおける遮光率を制御することで、虚像形成領域対向領域の第1の所定の領域から虚像形成領域対向領域の第2の所定の領域に向かったの調光装置の遮光率を制御する形態を採用してもよい。あるいは又、第1透明電極あるいは第2透明電極を帯状の電極あるいはメッシュ状の電極とすることで、若しくは、第1透明電極あるいは第2透明電極の上に帯状の補助電極あるいはメッシュ状の補助電極を形成することで、調光装置の複数の領域における遮光率を独立して制御して、虚像形成領域対向領域の第1の所定の領域から虚像形成領域対向領域の第2の所定の領域に向かったの調

光装置の遮光率を制御する形態を採用してもよい。あるいは又、例えば、図 1 A の第 1 電極 7 1 6 A はそのままとし、第 2 電極 7 1 6 B を、第 1 電極 7 1 6 A と重なるように設ける。これによって、虚像形成領域対向領域の上方領域及び外側領域の遮光率を高くし、虚像形成領域対向領域の中央部の遮光率を低くする形態を採用してもよい。場合によっては、調光装置を、例えば、アクティブマトリクス方式や単純マトリクス方式に基づき駆動される液晶表示装置から構成し、虚像形成領域対向領域の第 1 の所定の領域から虚像形成領域対向領域の第 2 の所定の領域に向かった調光装置の遮光率を制御してもよい。

[0164] 尚、本開示は、以下のような構成を取ることにもできる。

[A 0 1] 《表示装置》

(A) 観察者の頭部に装着されるフレーム、
(B) フレームに取り付けられた画像表示装置、及び、
(C) 外部から入射する外光の光量を調整する調光装置、
を備えた表示装置であって、
画像表示装置は、
(a) 画像形成装置、及び、
(b) 画像形成装置から出射された光に基づき虚像が形成される虚像形成領域を有する光学装置、
を備えており、
光学装置は、調光装置の少なくとも一部分と重なっており、
観察者の鼻側を内側、耳側を外側と称し、光学装置の虚像形成領域と対向する調光装置の領域を虚像形成領域対向領域と称したとき、
調光装置の動作時、
(イ) 虚像形成領域対向領域の上方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少し、又は、
(ロ) 虚像形成領域対向領域の下方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少し、又は、

(ハ) 虚像形成領域対向領域の外側領域から虚像形成領域対向領域の内側領域に向かって調光装置の遮光率が減少し、又は、

(ニ) 虚像形成領域対向領域の下方領域から虚像形成領域対向領域の上方領域に向かって調光装置の遮光率が減少し、又は、

(ホ) 虚像形成領域対向領域の外縁領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少する光学装置。

[A 0 2] 調光装置は、

第 1 基板、

第 1 基板と対向する第 2 基板、

第 2 基板と対向する第 1 基板の対向面に設けられた第 1 透明電極、

第 1 基板と対向する第 2 基板の対向面に設けられた第 2 透明電極、及び、

第 1 透明電極と第 2 透明電極とによって挟まれた調光層、

から成る [A 0 1] に記載の表示装置。

[A 0 3] 調光層は、エレクトロクロミック材料を含む [A 0 2] に記載の表示装置。

[A 0 4] 調光層は、第 1 透明電極側から、 WO_3 層、 Ta_2O_5 層及び $I_{r_x}S_{n_{1-x}}O$ 層の積層構造を有する [A 0 3] に記載の表示装置。

[A 0 5] 光学装置は調光装置に取り付けられている [A 0 1] 乃至 [A 0 4] のいずれか 1 項に記載の表示装置。

[A 0 6] フレームは、観察者の正面に配置されるフロント部、フロント部の両端に蝶番を介して回動自在に取り付けられた 2 つのテンプル部、及び、ノーズパッドを備えており、

調光装置はフロント部に配設されている [A 0 1] 乃至 [A 0 5] のいずれか 1 項に記載の表示装置。

[A 0 7] フロント部はリムを有し、

調光装置はリムに嵌め込まれている [A 0 6] に記載の表示装置。

[A 0 8] 光学装置は、

(b-1) 画像形成装置から入射された光が内部を全反射により伝播した

後、観察者に向けて出射される導光板、

(b-2) 導光板に入射された光が導光板の内部で全反射されるように、導光板に入射された光を偏向させる第1偏向手段、及び、

(b-3) 導光板の内部を全反射により伝播した光を導光板から出射させるために、導光板の内部を全反射により伝播した光を偏向させる第2偏向手段、

を備えており、

第2偏向手段によって光学装置の虚像形成領域が構成される[A01]乃至[A07]のいずれか1項に記載の表示装置。

符号の説明

[0165] 10・・・フレーム、11・・・フロント部、11'・・・リム、12・・・蝶番、13・・・テンプル部、14・・・モダン部、15・・・配線（信号線や電源線等）、16・・・ヘッドホン部、17・・・ヘッドホン部用配線、18・・・制御装置（制御回路、制御手段）、19・・・取付け部材、21・・・瞳、100, 200, 300, 400, 500・・・画像表示装置、111, 111A, 111B, 111', 211, 211A, 211B・・・画像形成装置、112・・・光学系（コリメート光学系）、113, 213・・・筐体、120, 320, 520・・・光学装置、121, 321・・・導光板、122, 322・・・導光板の第1面、123, 323・・・導光板の第2面、124, 125・・・導光板の一部分、130・・・第1偏向手段、140・・・第2偏向手段（虚像形成領域）、330・・・第1偏向手段（第1回折格子部材）、340・・・第2偏向手段（第2回折格子部材、虚像形成領域）、351・・・第1の反射型体積ホログラム回折格子、352・・・第2の反射型体積ホログラム回折格子、353・・・第3の反射型体積ホログラム回折格子、361, 363・・・反射型回折格子素子、362, 364・・・透過型回折格子素子、150・・・反射型空間光変調装置、150'・・・有機EL表示装置、151・・・液晶表示装置（LCD）、152・・・偏光ビームスプリッター（PBS）、153・・・

・光源、251, 251A, 251B・・・光源、252・・・コリメート光学系、253・・・走査手段、254・・・光学系（リレー光学系）、256・・・全反射ミラー、530A, 530B・・・半透過ミラー、601・・・光源、602・・・導光部材、603, 605・・・偏光ビームスプリッター、604・・・液晶表示装置、606・・・1/4波長板、607・・・反射板、611・・・画像形成装置、612・・・導光部材612、613・・・半透過ミラー、614・・・反射板、621・・・画像形成装置、622・・・プリズム、623, 624・・・プリズム面、625・・・凸レンズ、700・・・調光装置、701・・・虚像形成領域対向領域、711A・・・第1基板、711B・・・第2基板、712A・・・第1透明電極、712B・・・第2透明電極、713・・・WO₃層、714・・・Ta₂O₅層、715・・・Ir_xSn_{1-x}O層、716A・・・第1電極、716B・・・第2電極、717A・・・第1電極・枝電極、718A・・・第1接続部、718B・・・第2接続部、719A・・・保護層、719B・・・下地層、719C・・・封止部材、719D・・・接着剤、721・・・照度センサ（環境照度測定センサ）、722・・・第2の照度センサ（透過光照度測定センサ）、731・・・遮光部材

請求の範囲

[請求項1]

(A) 観察者の頭部に装着されるフレーム、
(B) フレームに取り付けられた画像表示装置、及び、
(C) 外部から入射する外光の光量を調整する調光装置、
を備えた表示装置であって、
画像表示装置は、
(a) 画像形成装置、及び、
(b) 画像形成装置から出射された光に基づき虚像が形成される虚像形成領域を有する光学装置、
を備えており、
光学装置は、調光装置の少なくとも一部分と重なっており、
観察者の鼻側を内側、耳側を外側と称し、光学装置の虚像形成領域と対向する調光装置の領域を虚像形成領域対向領域と称したとき、
調光装置の動作時、
(イ) 虚像形成領域対向領域の上方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少し、又は、
(ロ) 虚像形成領域対向領域の下方領域及び外側領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少し、又は、
(ハ) 虚像形成領域対向領域の外側領域から虚像形成領域対向領域の内側領域に向かって調光装置の遮光率が減少し、又は、
(ニ) 虚像形成領域対向領域の下方領域から虚像形成領域対向領域の上方領域に向かって調光装置の遮光率が減少し、又は、
(ホ) 虚像形成領域対向領域の外縁領域から虚像形成領域対向領域の中央部に向かって調光装置の遮光率が減少する光学装置。

[請求項2]

調光装置は、
第1基板、
第1基板と対向する第2基板、
第2基板と対向する第1基板の対向面に設けられた第1透明電極、

第1基板と対向する第2基板の対向面に設けられた第2透明電極、及び、

第1透明電極と第2透明電極とによって挟まれた調光層、から成る請求項1に記載の表示装置。

[請求項3] 調光層は、エレクトロクロミック材料を含む請求項2に記載の表示装置。

[請求項4] 調光層は、第1透明電極側から、 WO_3 層、 Ta_2O_5 層及び $Ir_xSn_{1-x}O$ 層の積層構造を有する請求項3に記載の表示装置。

[請求項5] 光学装置は調光装置に取り付けられている請求項1に記載の表示装置。

[請求項6] フレームは、観察者の正面に配置されるフロント部、フロント部の両端に蝶番を介して回動自在に取り付けられた2つのテンプル部、及び、ノーズパッドを備えており、

調光装置はフロント部に配設されている請求項1に記載の表示装置。

[請求項7] フロント部はリムを有し、
調光装置はリムに嵌め込まれている請求項6に記載の表示装置。

[請求項8] 光学装置は、

(b-1) 画像形成装置から入射された光が内部を全反射により伝播した後、観察者に向けて出射される導光板、

(b-2) 導光板に入射された光が導光板の内部で全反射されるように、導光板に入射された光を偏向させる第1偏向手段、及び、

(b-3) 導光板の内部を全反射により伝播した光を導光板から出射させるために、導光板の内部を全反射により伝播した光を偏向させる第2偏向手段、
を備えており、

第2偏向手段によって光学装置の虚像形成領域が構成される請求項1に記載の表示装置。

[図1]

図 1 A

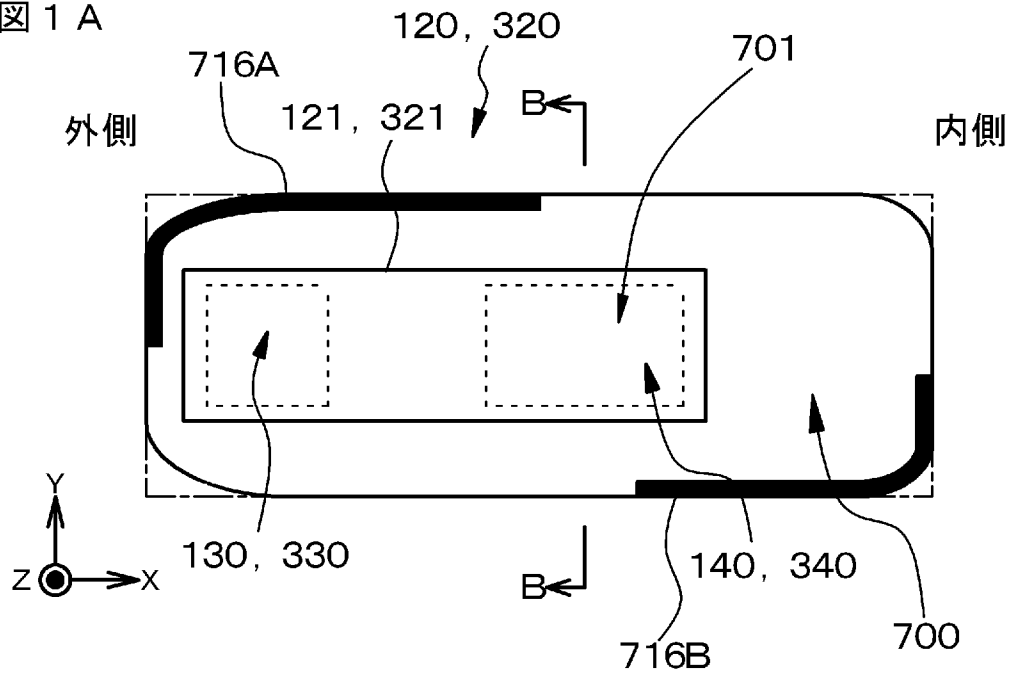
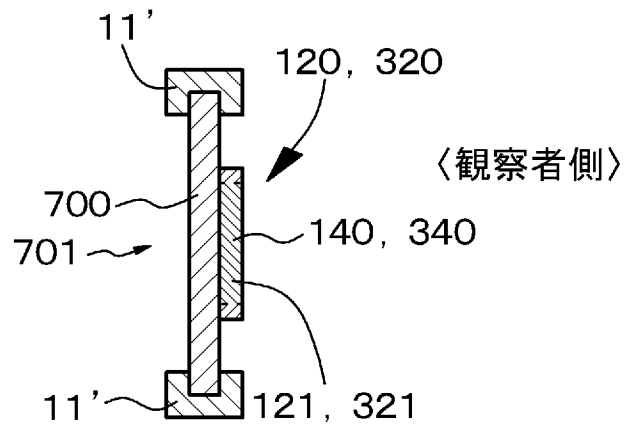


図 1 B



[図2]

図 2 A

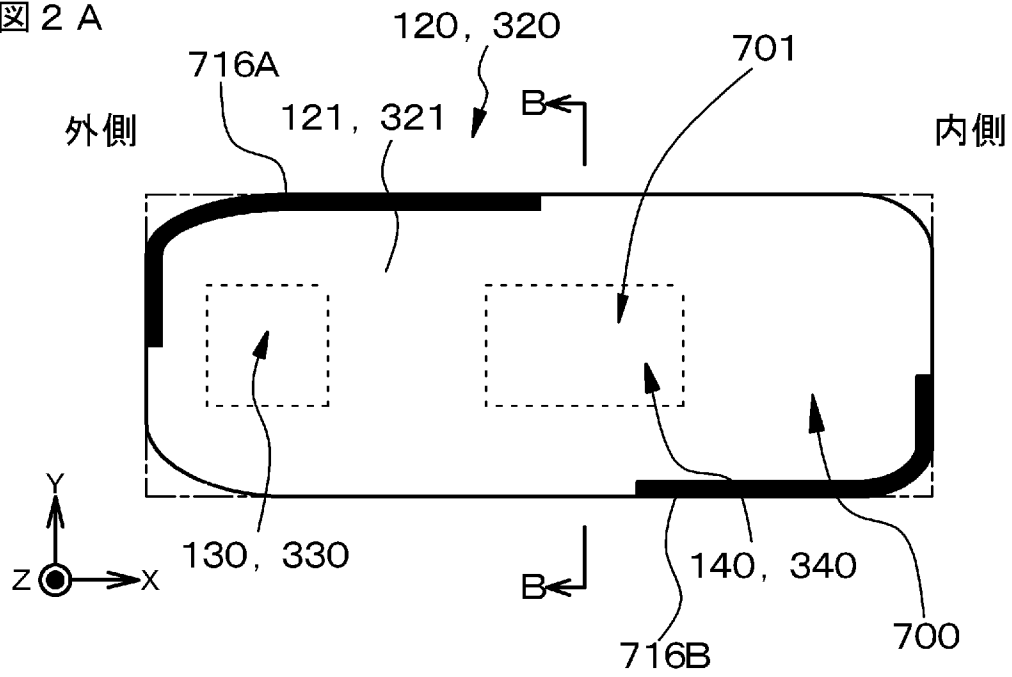
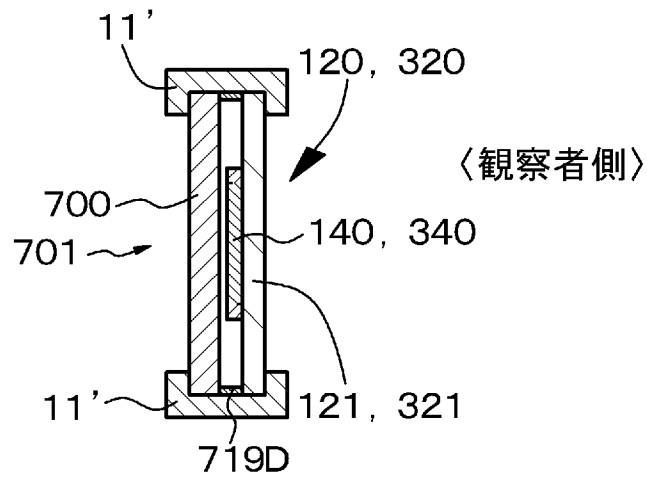
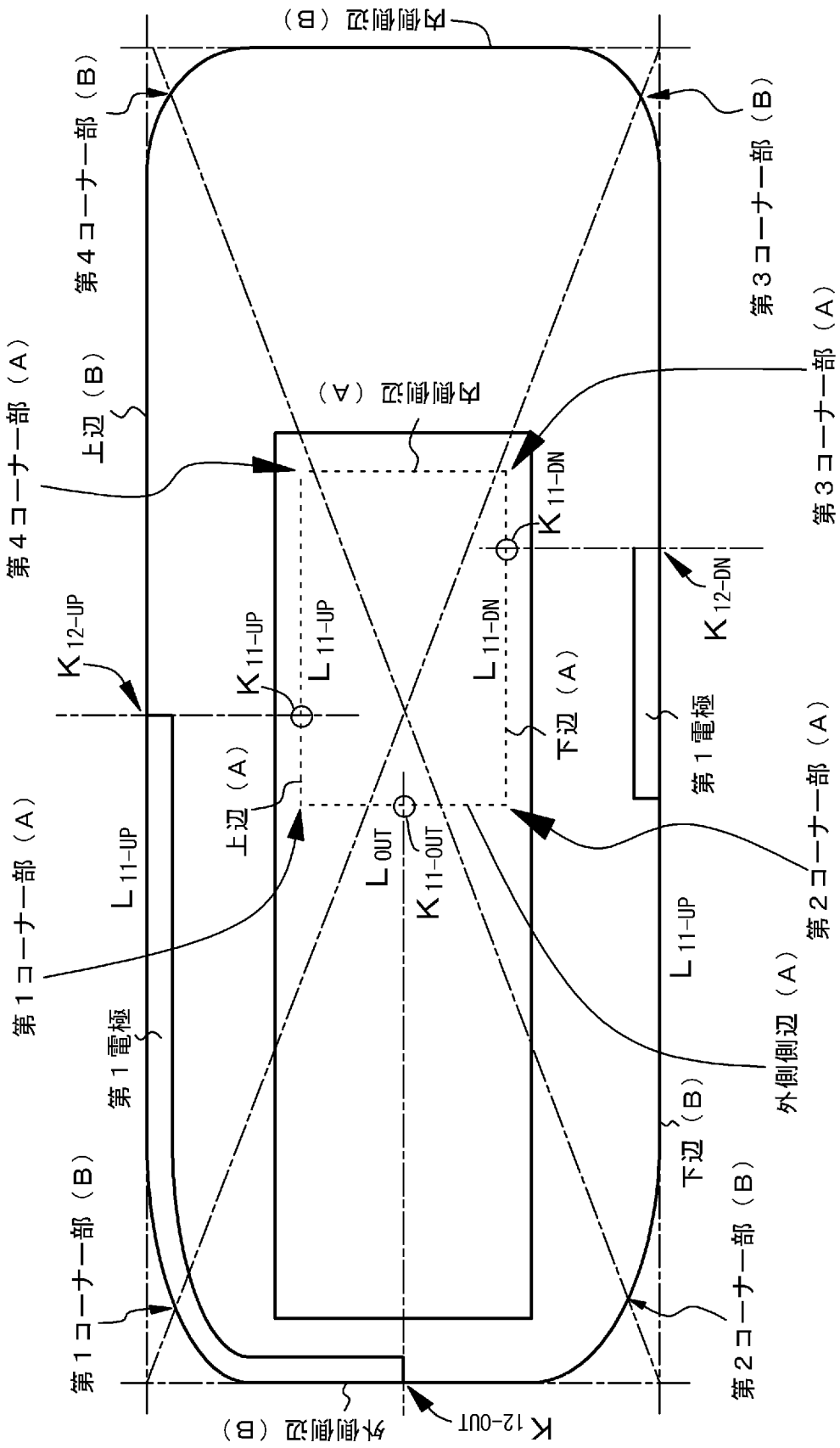


図 2 B



[図3]

図 3



[図4]

図 4 A

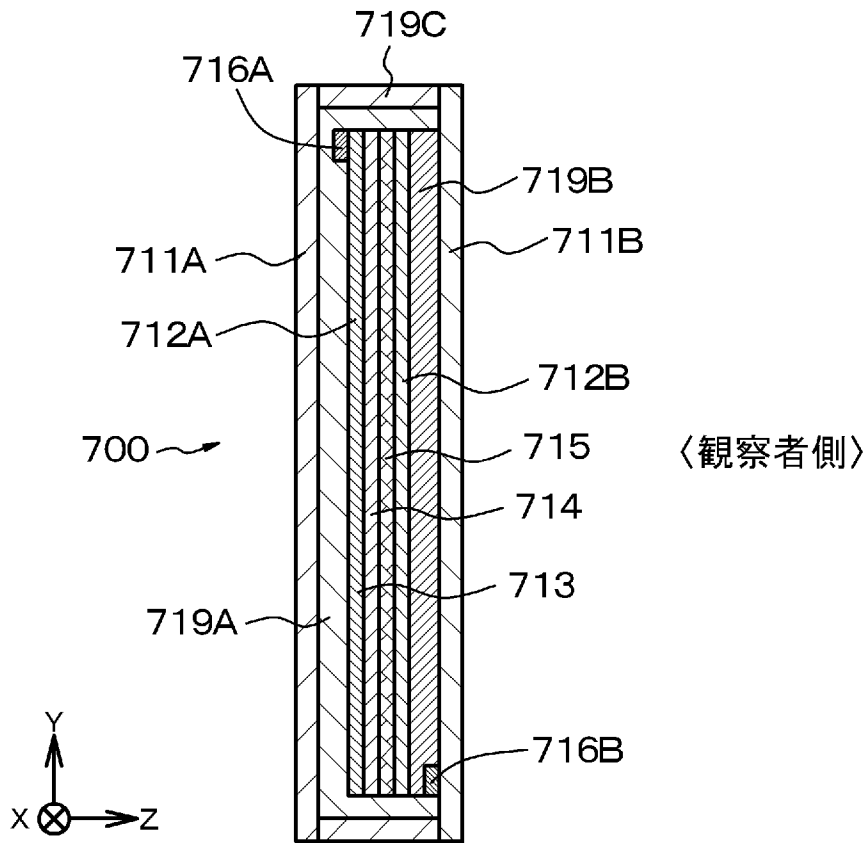
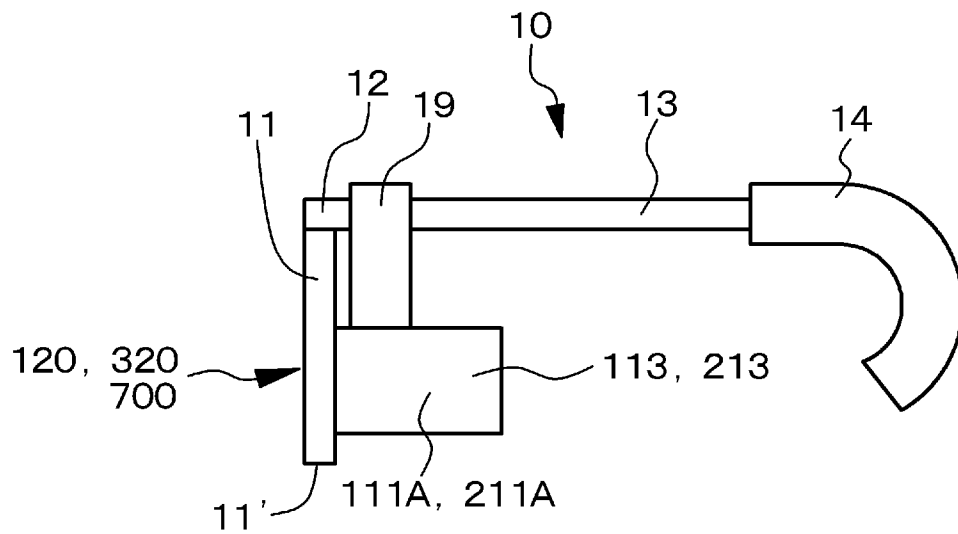


図 4 B



[図5]

図5 A

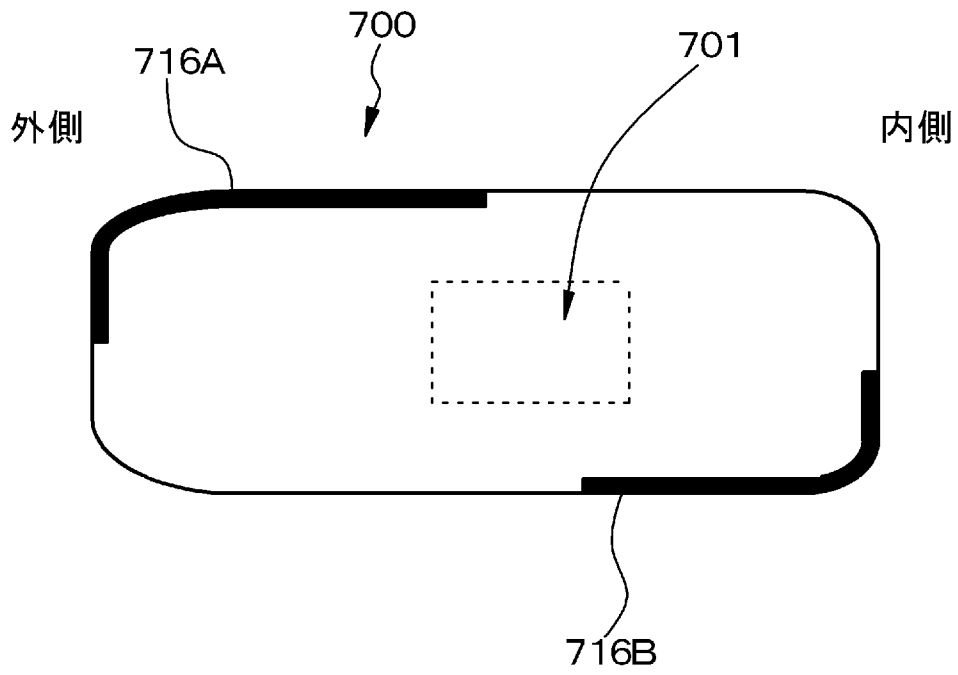
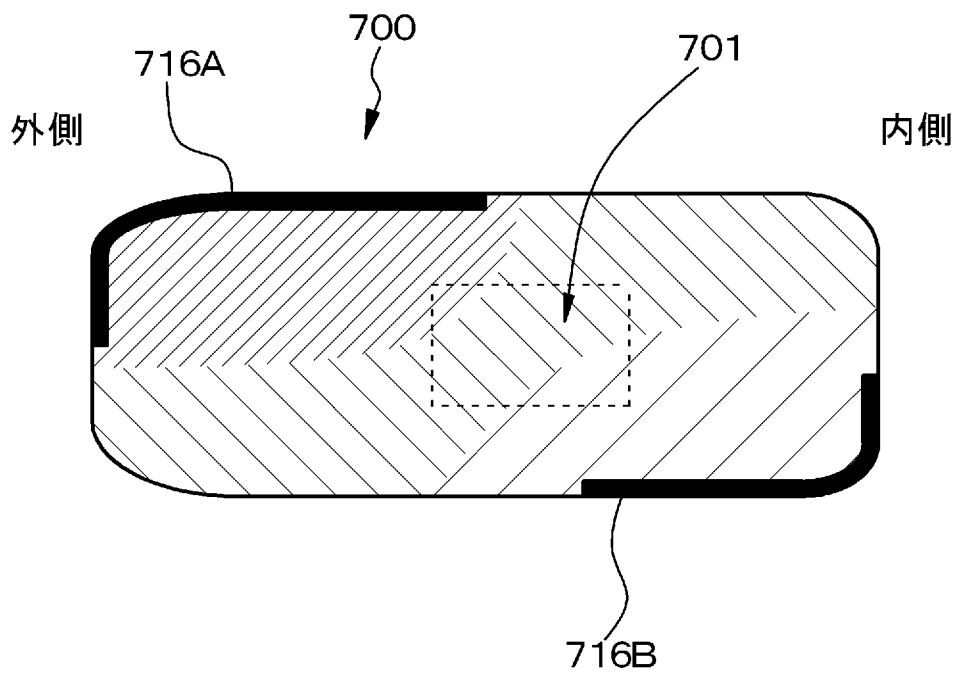
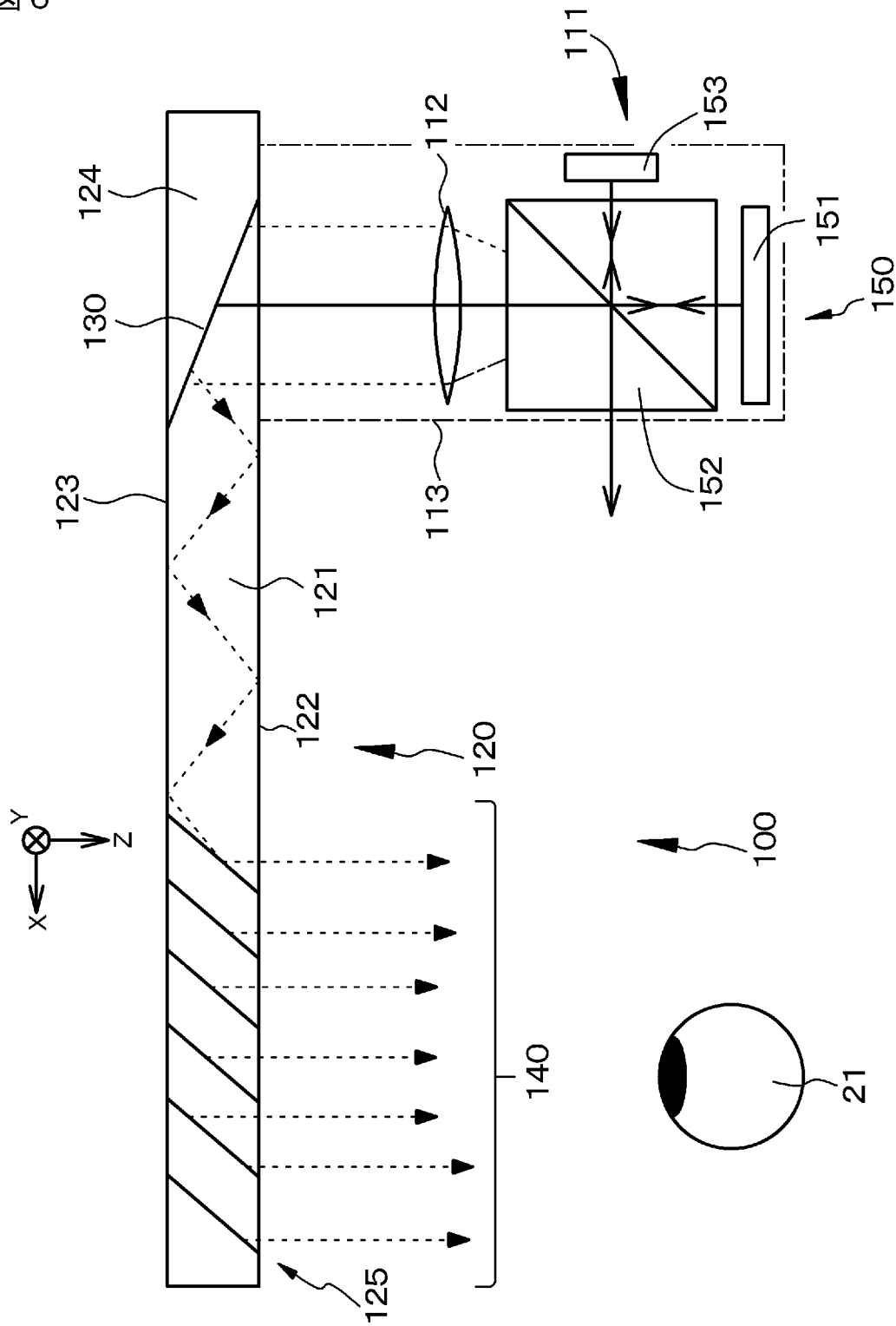


図5 B



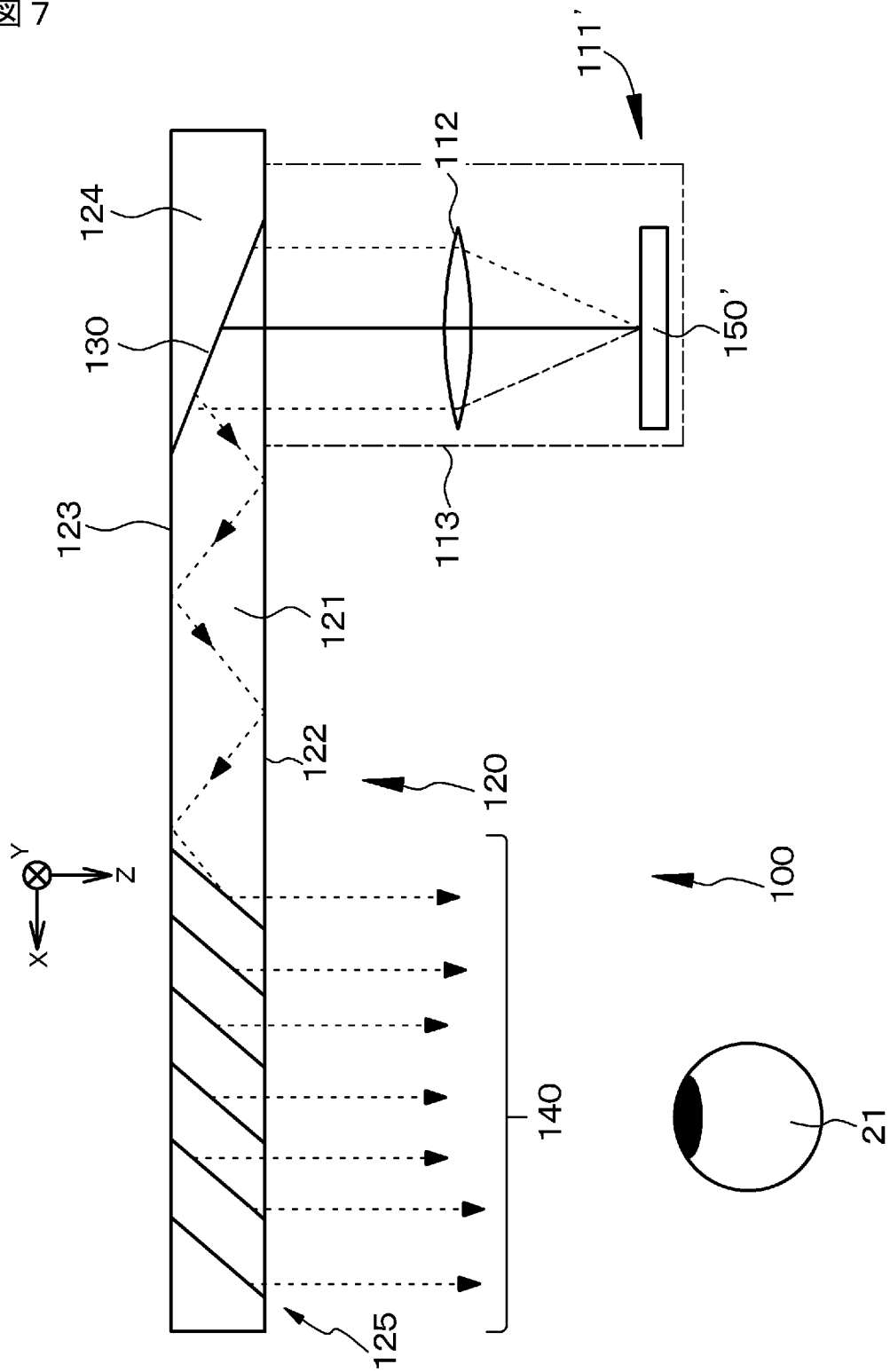
[図6]

図 6



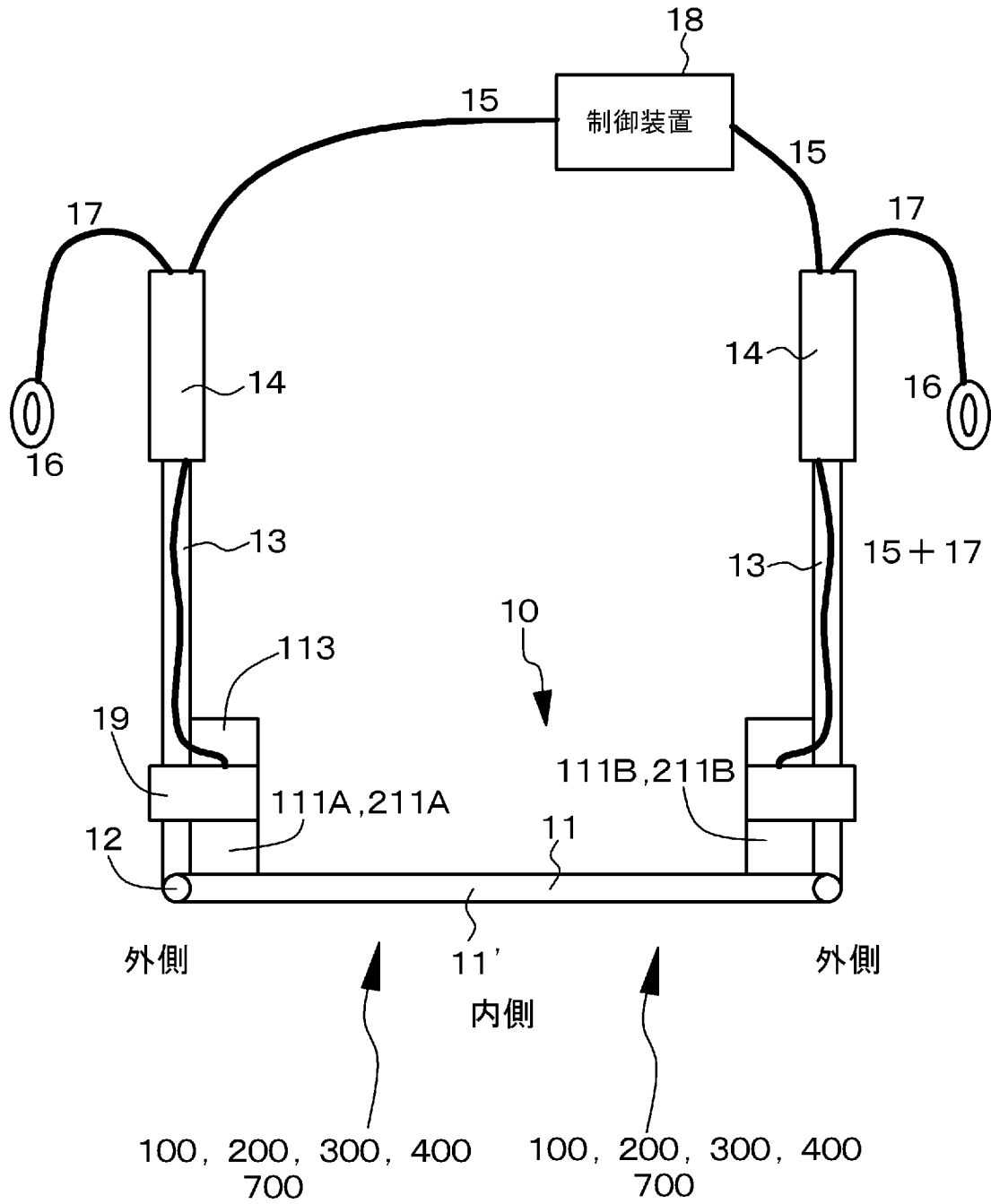
[図7]

図 7



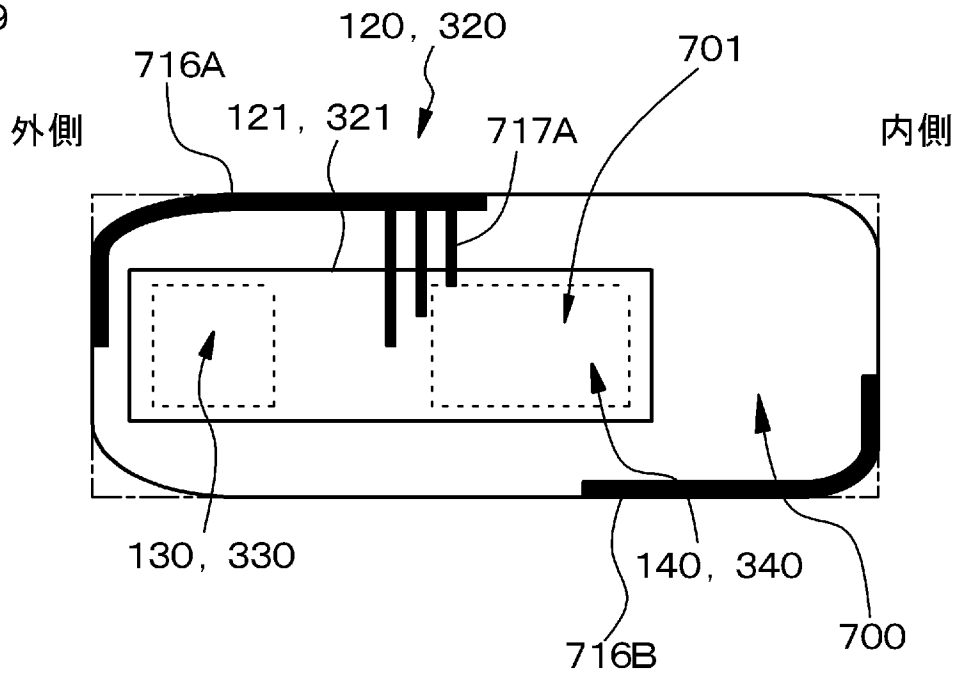
[図8]

図 8



[図9]

図 9



[図10]

図10A

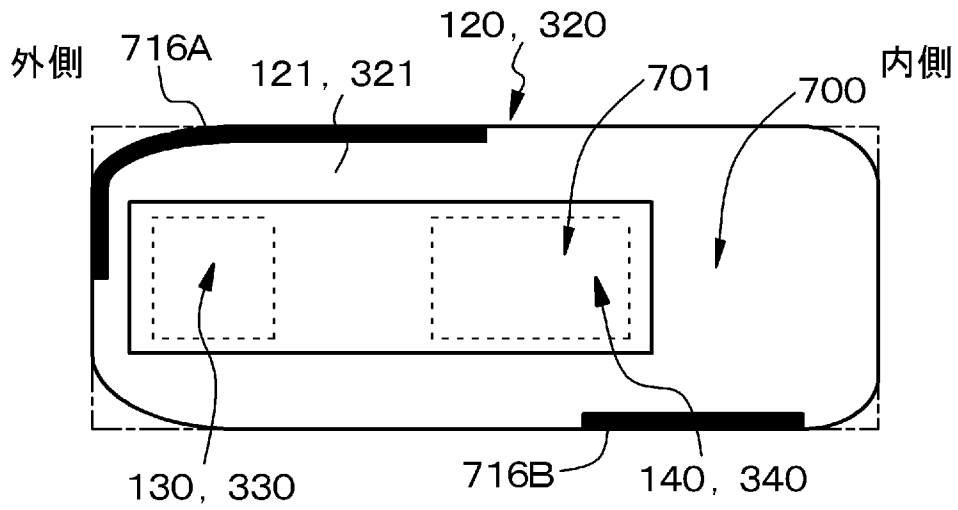
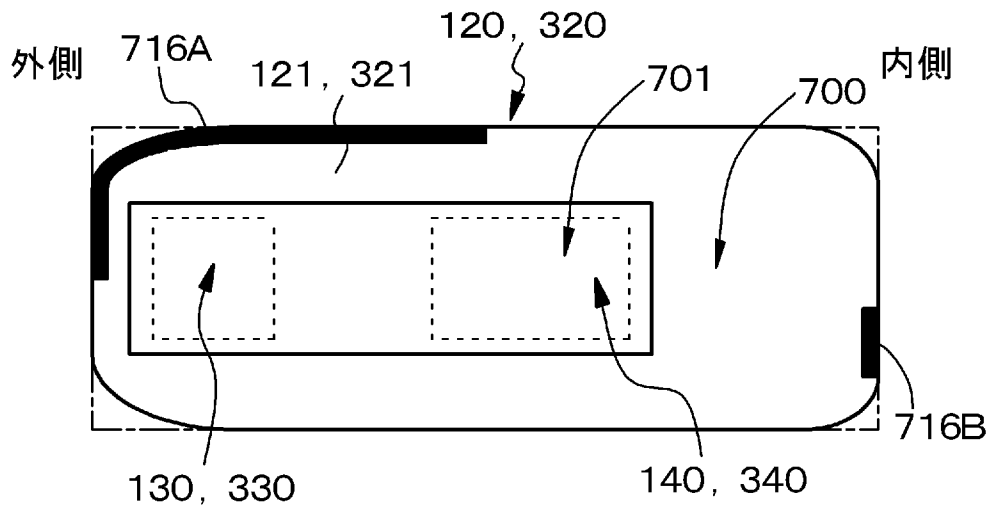


図10B



[図11]

図 1 1 A

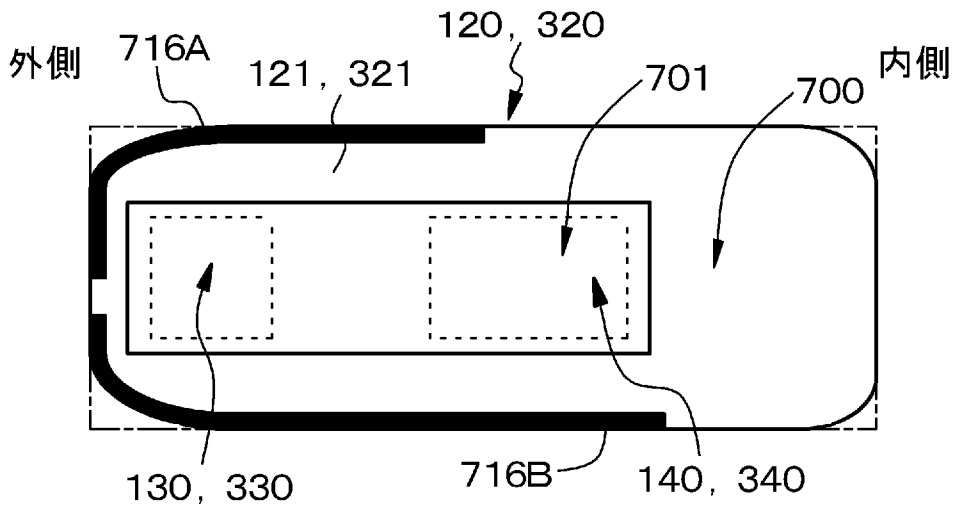


図 1 1 B

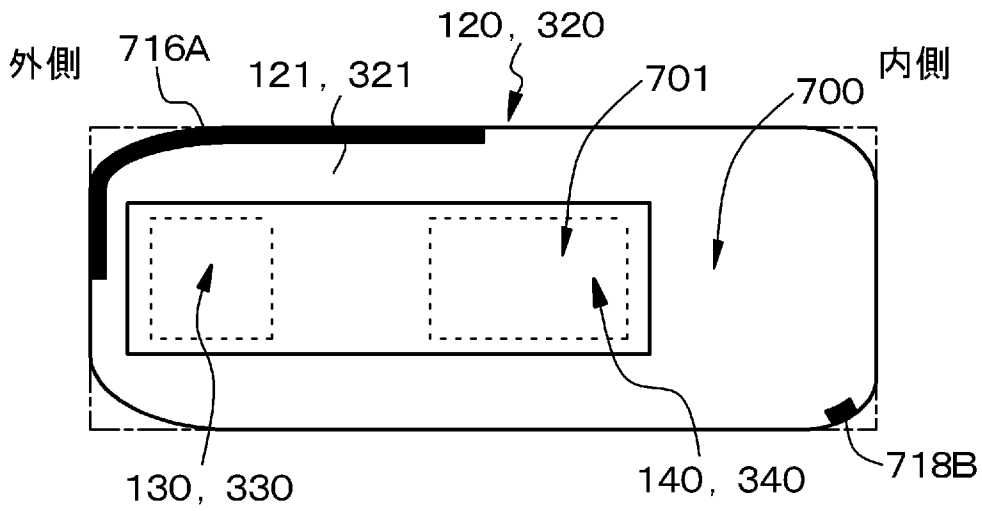
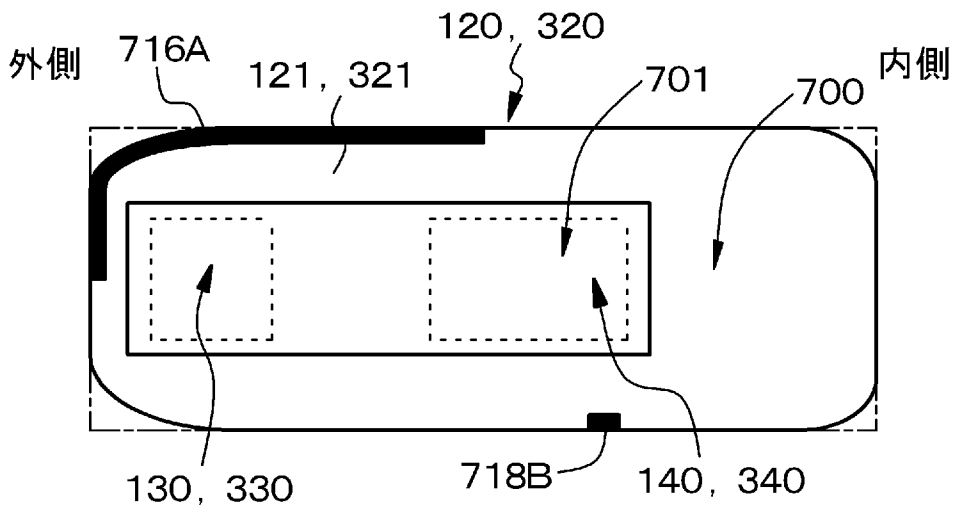


図 1 1 C



[図12]

図12A

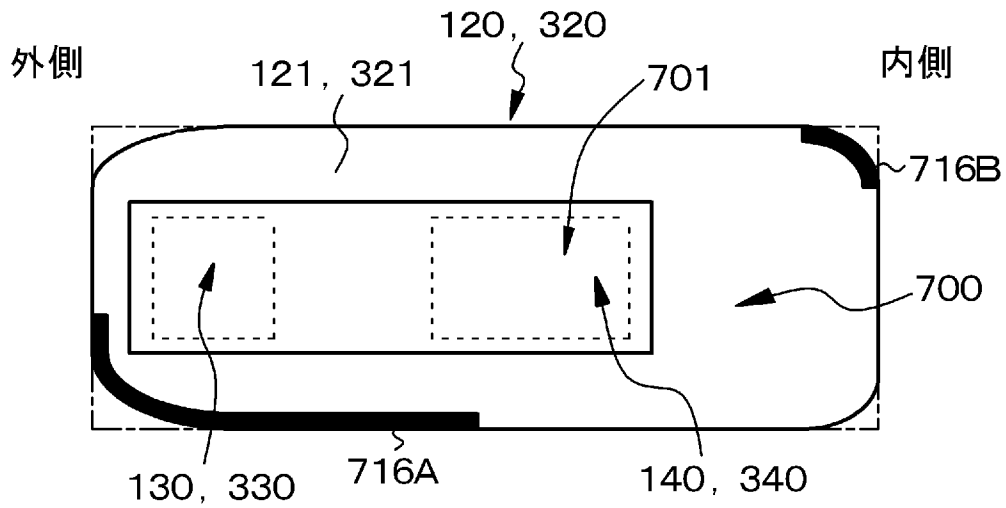
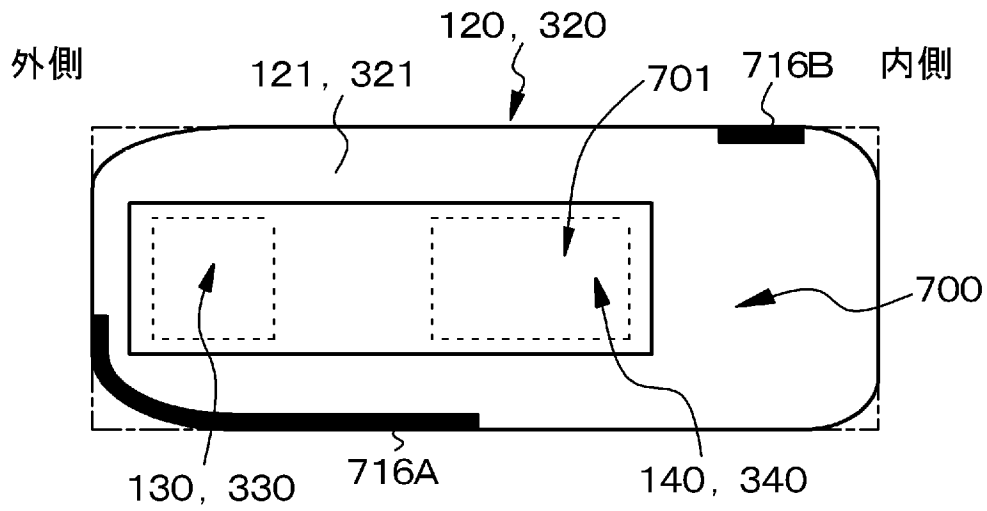


図12B



[図13]

図13A

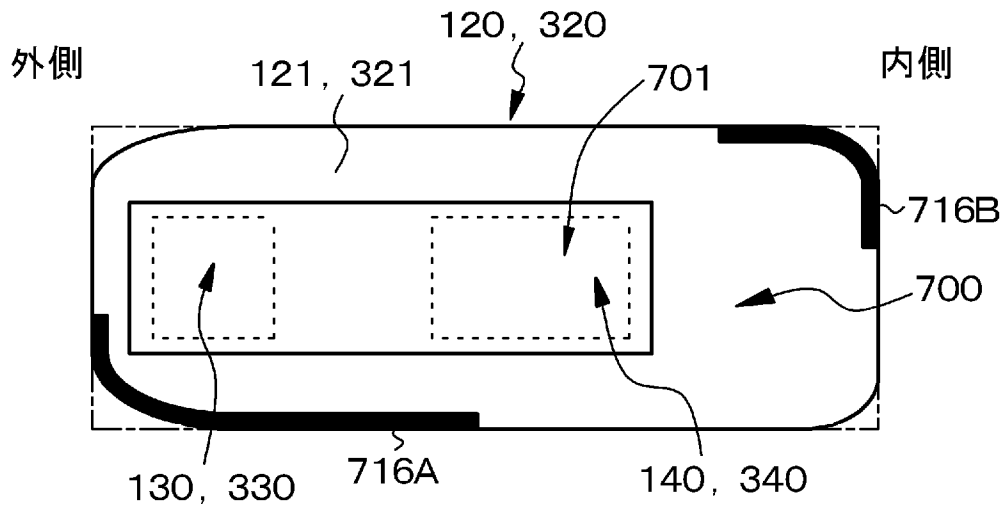


図13B

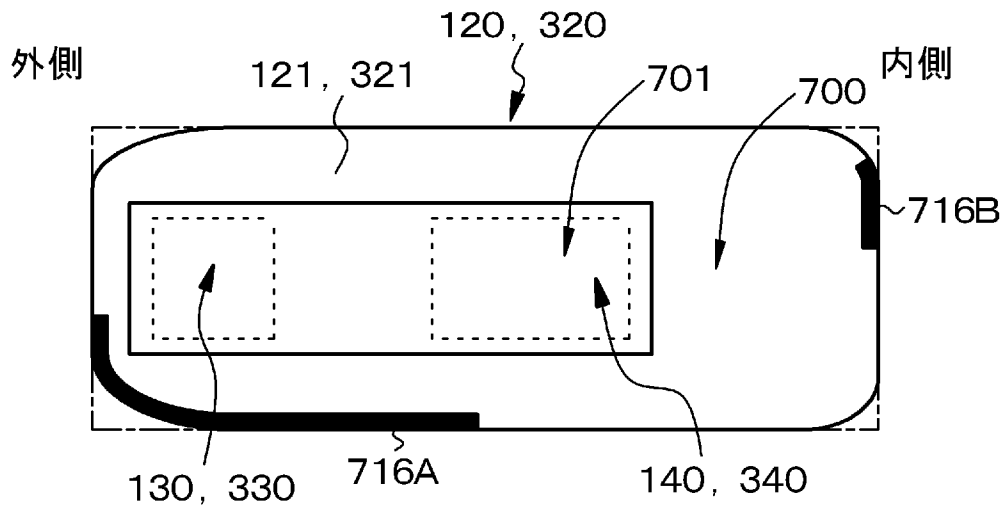
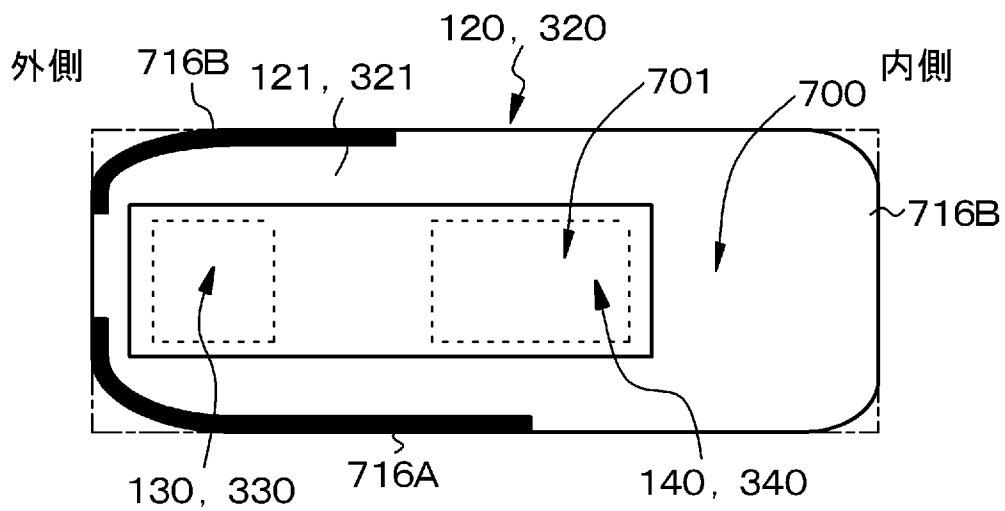


図13C



[図14]

図14A

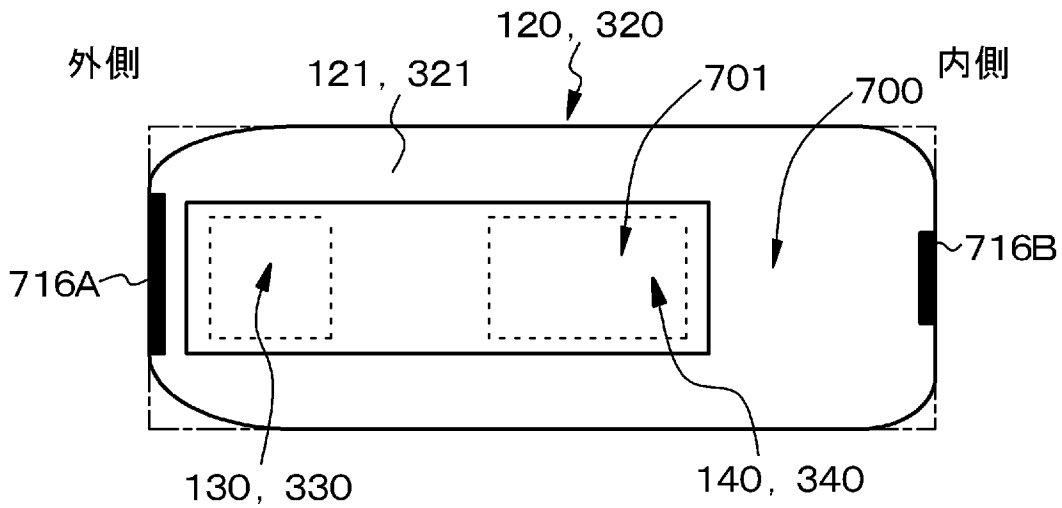


図14B

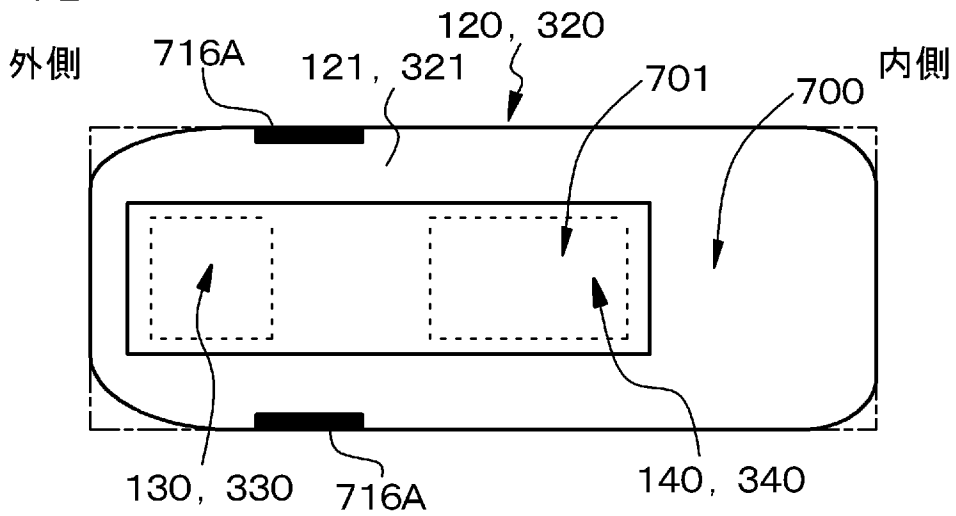
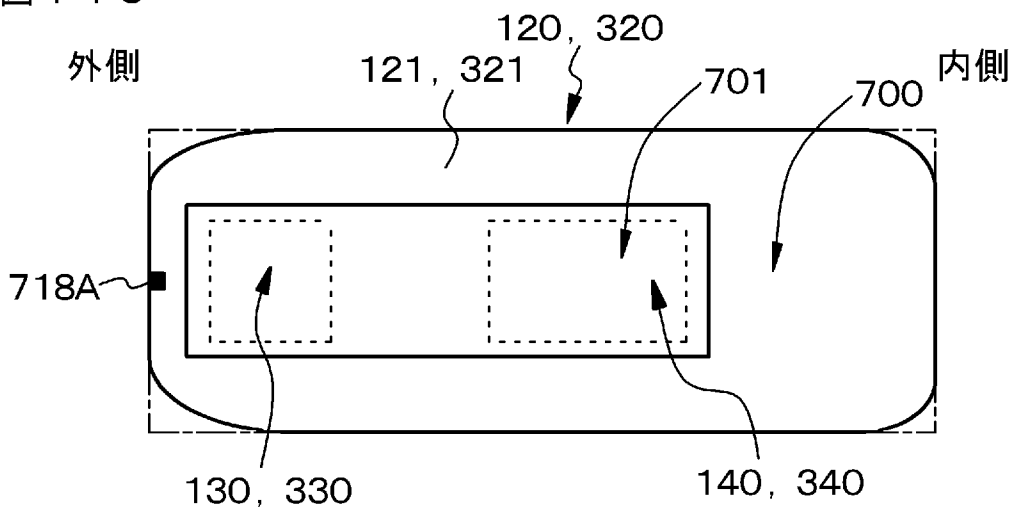


図14C



[図15]

図15A

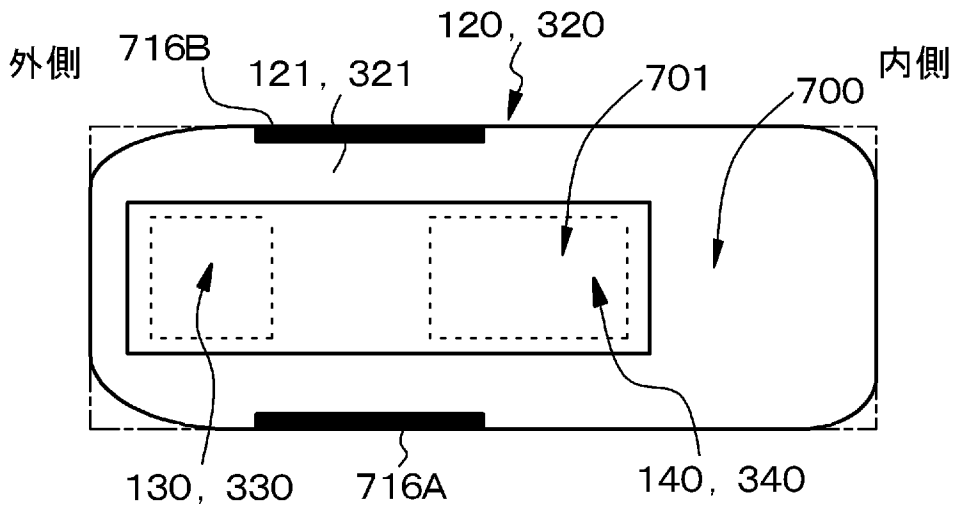


図15B

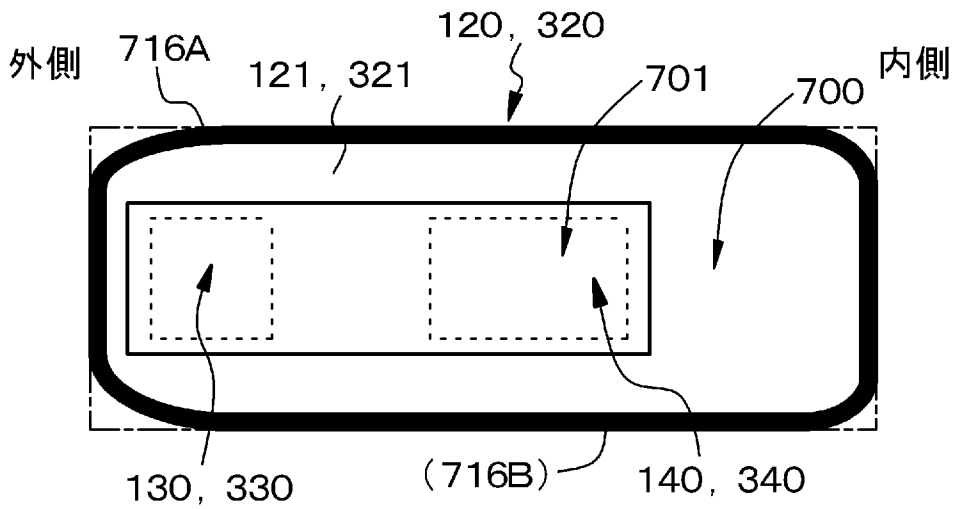
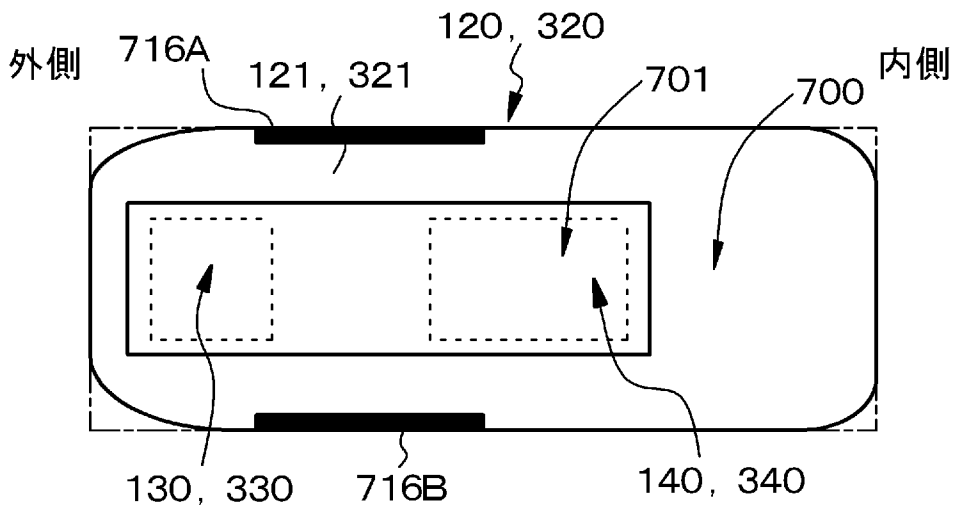
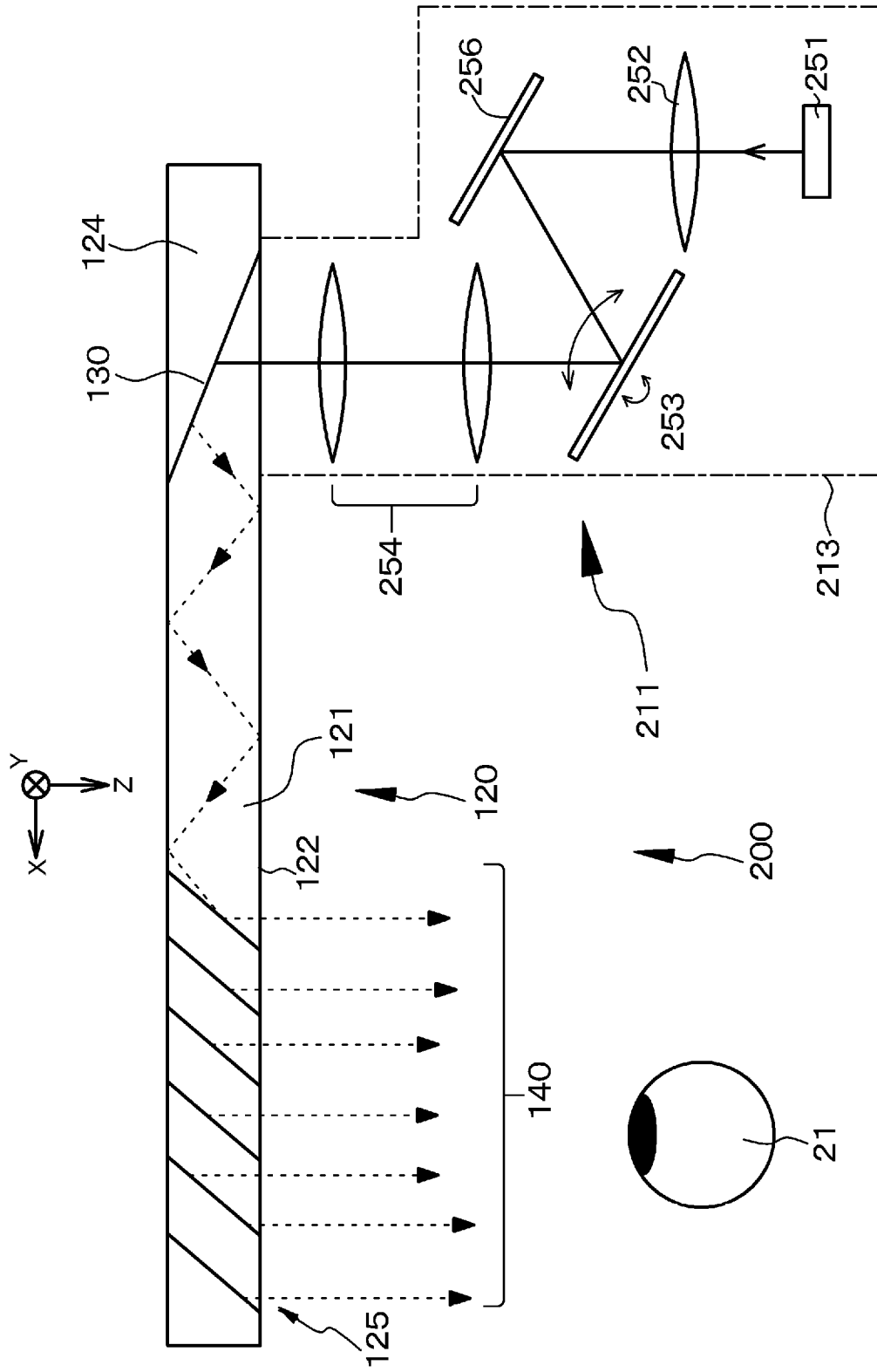


図15C



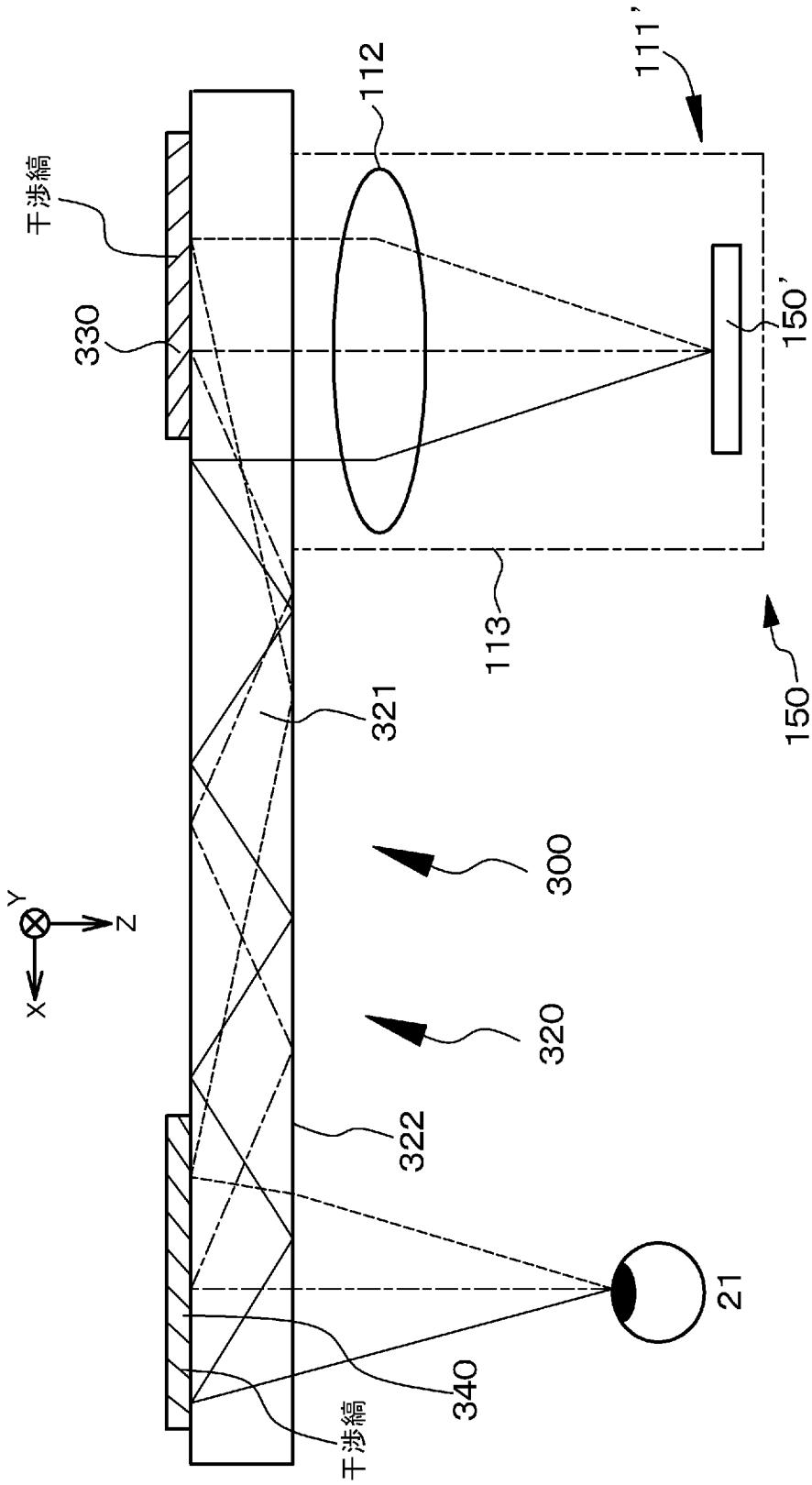
[図16]

図 16



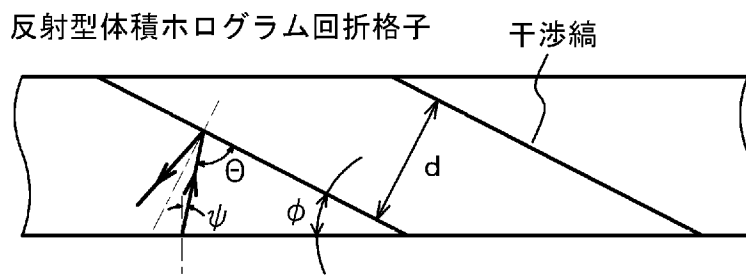
[図17]

図 1 7



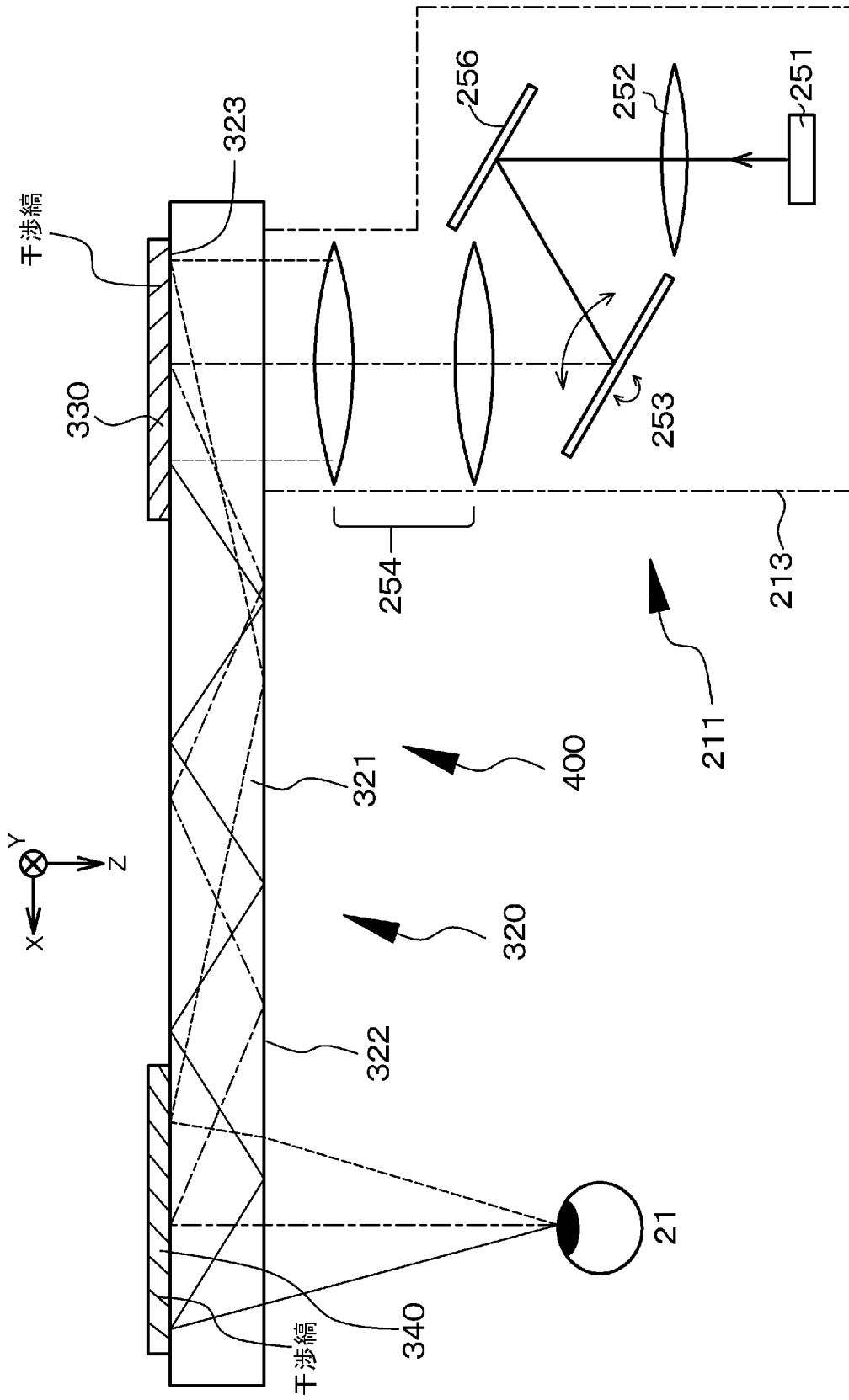
[図18]

図 1 8



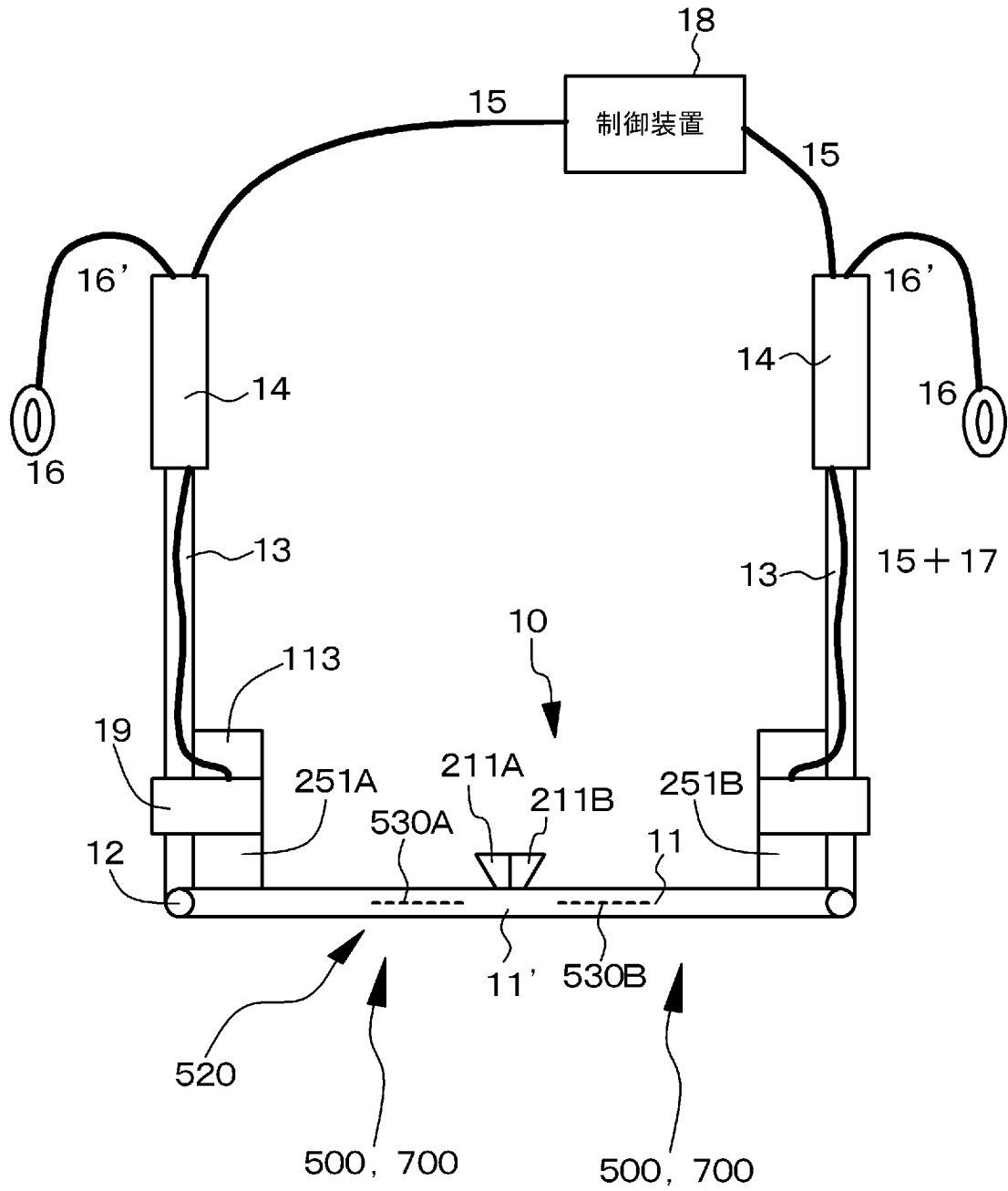
[図19]

図 19



[図20]

図 20



[図21]

図 2 1 A

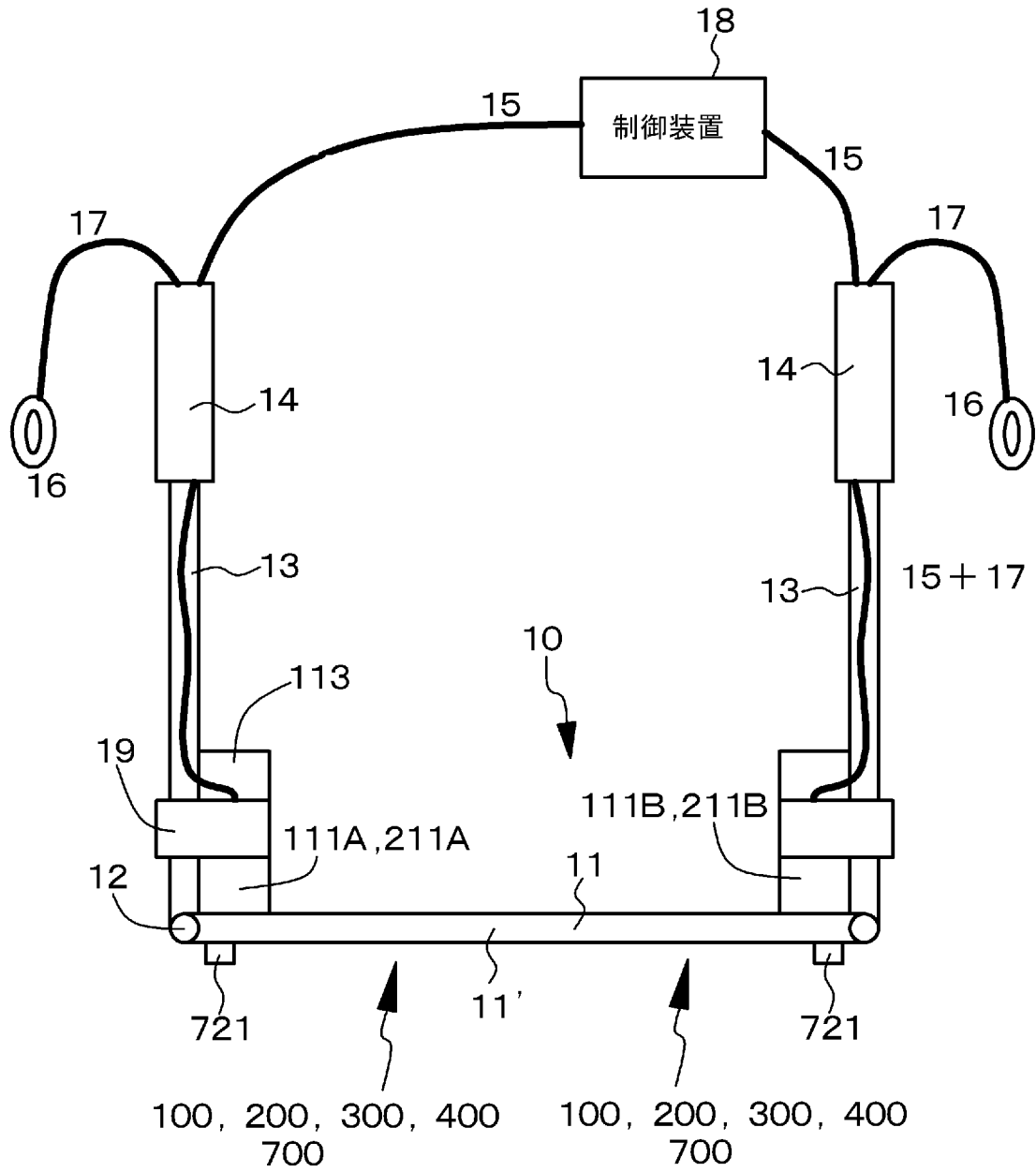
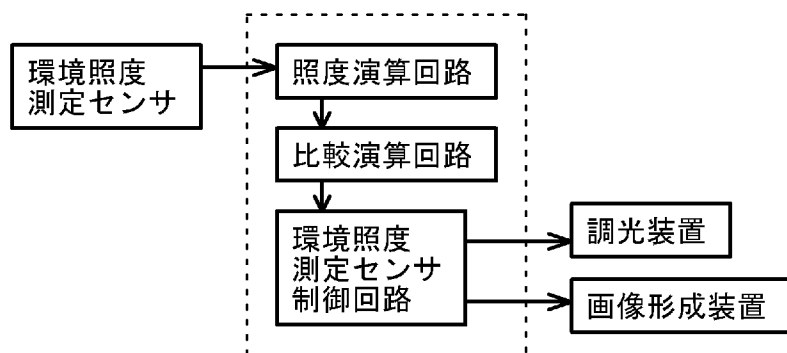


図 2 1 B



[図22]

図 2 2 A

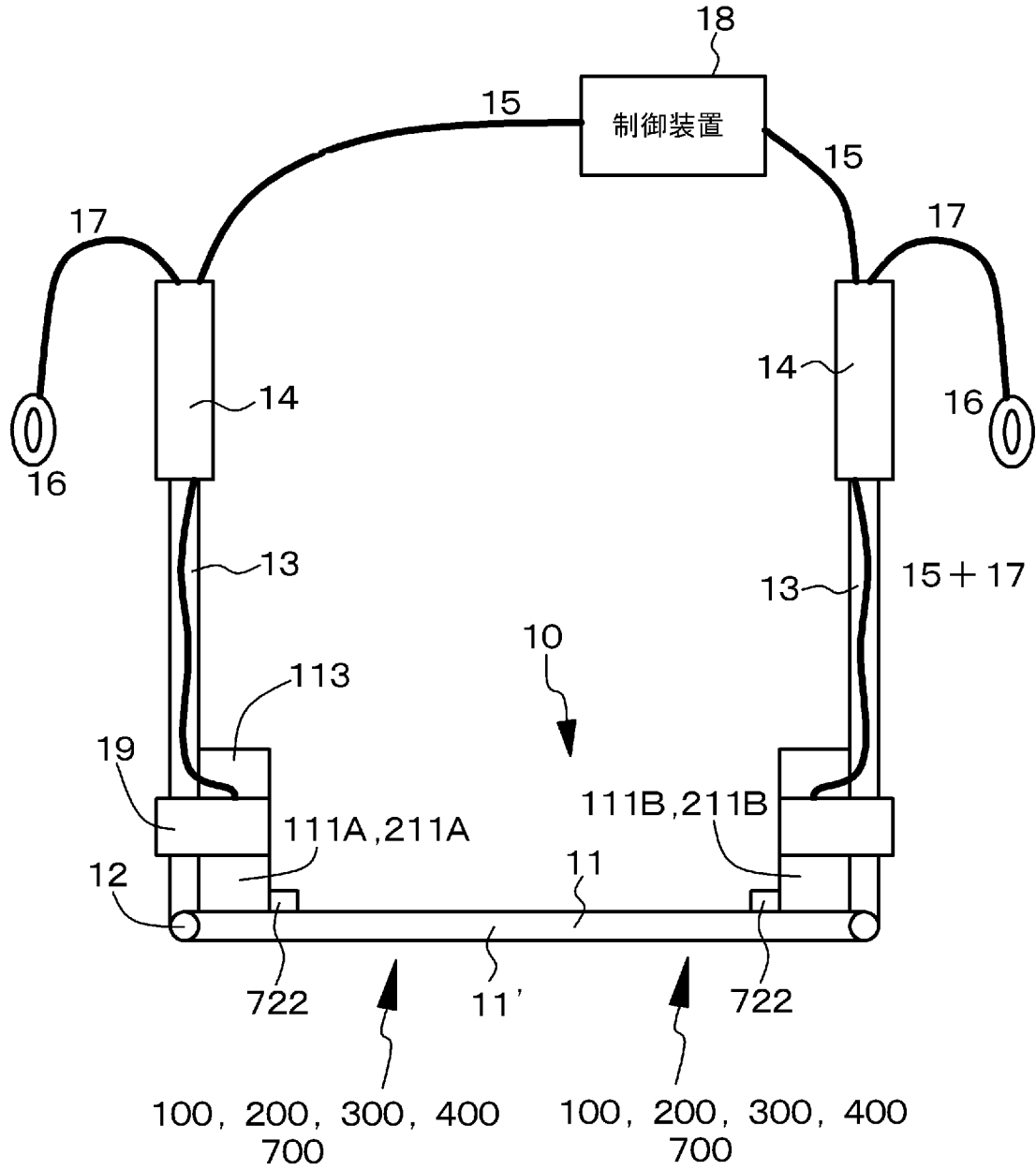
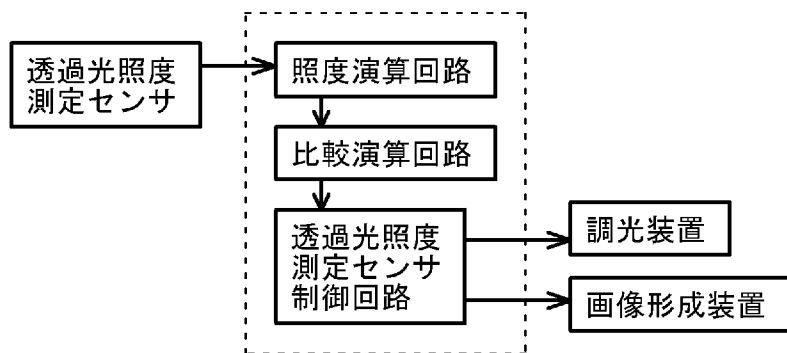
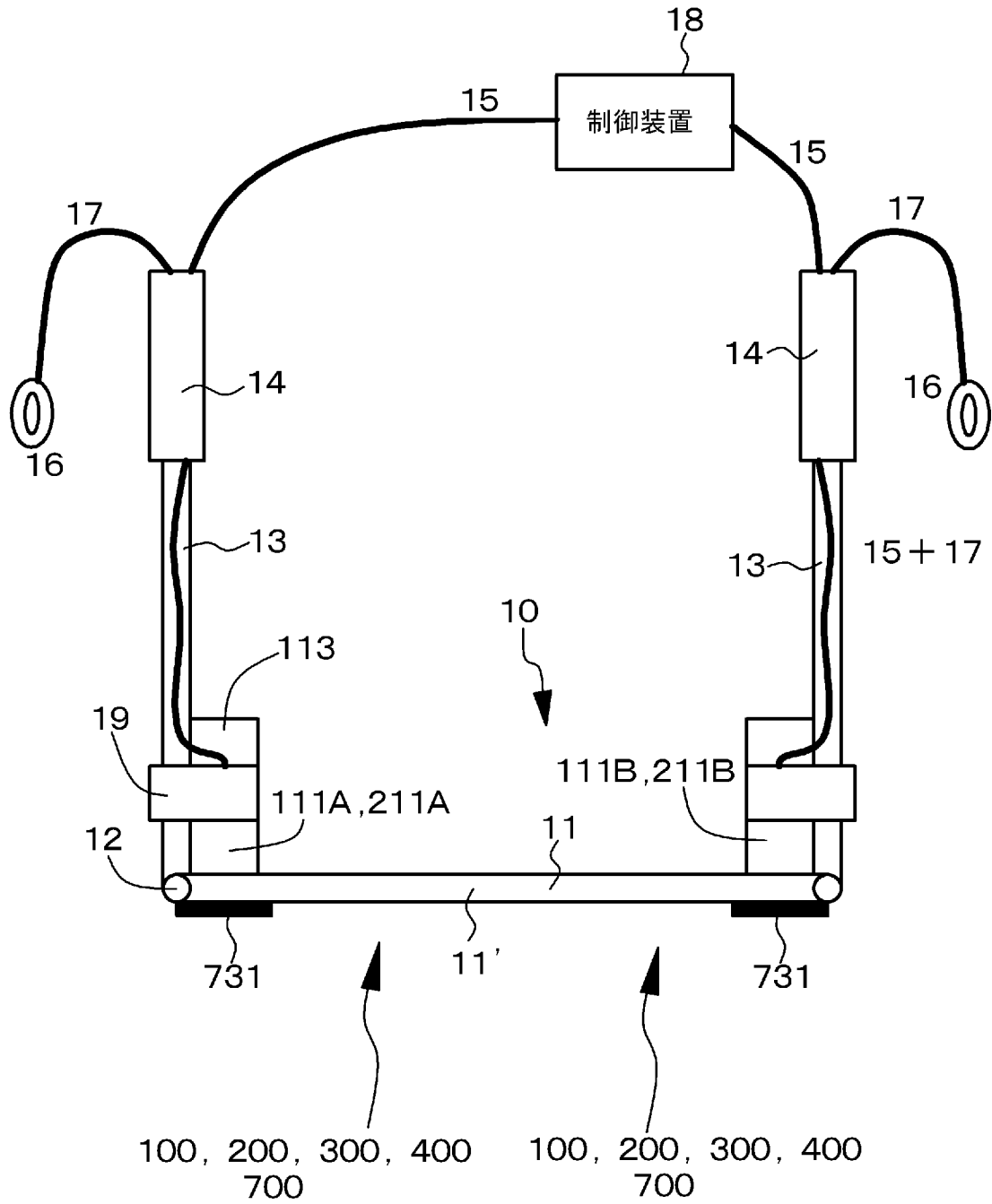


図 2 2 B



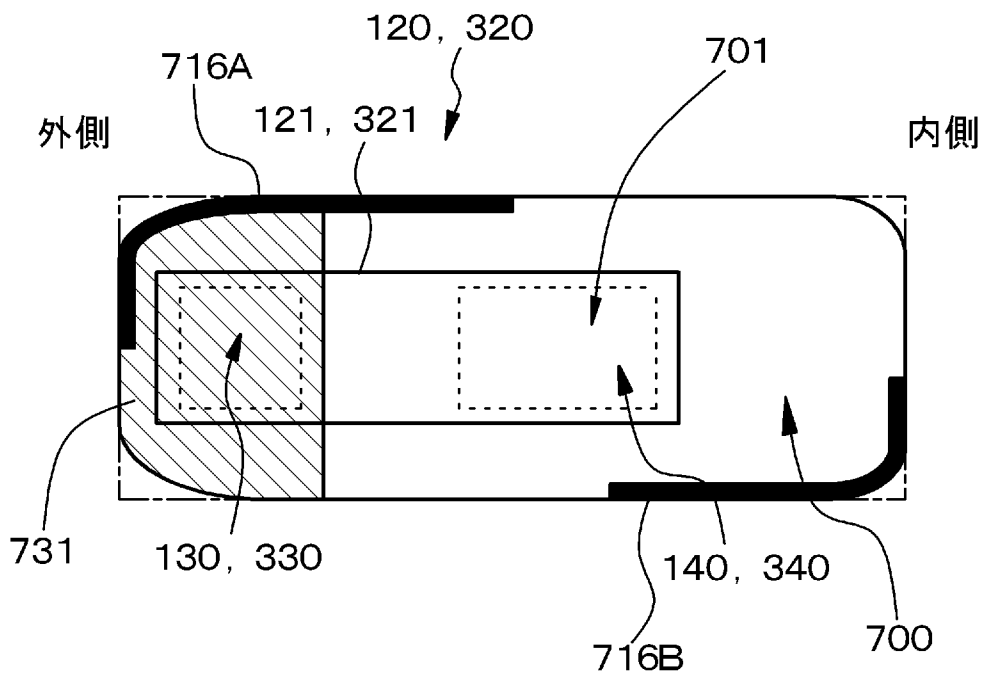
[図23]

図 23



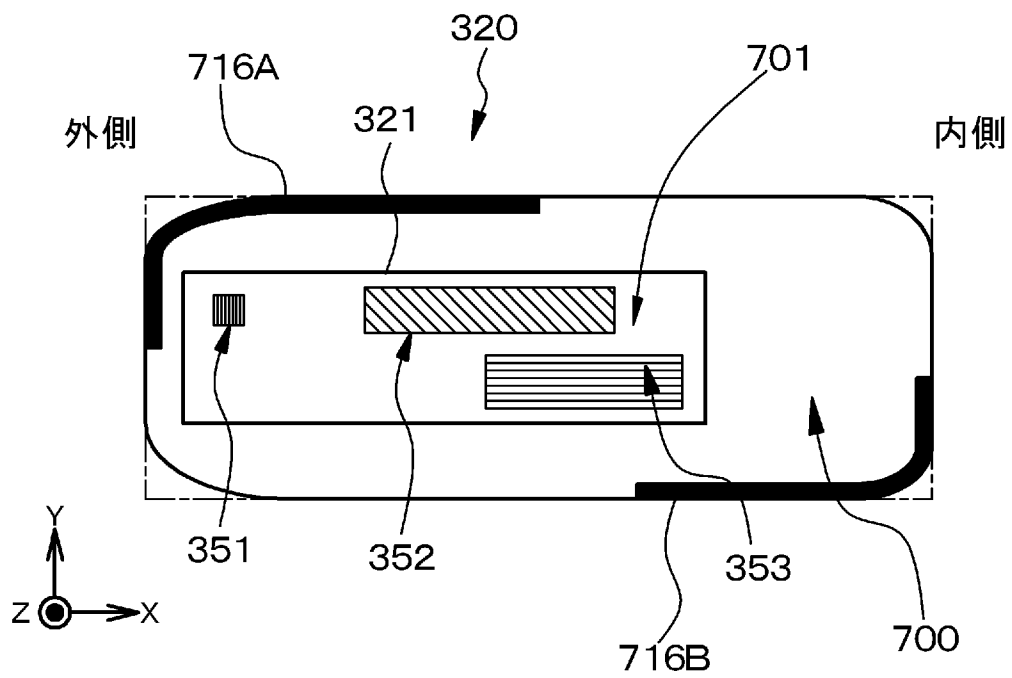
[図24]

図 2 4

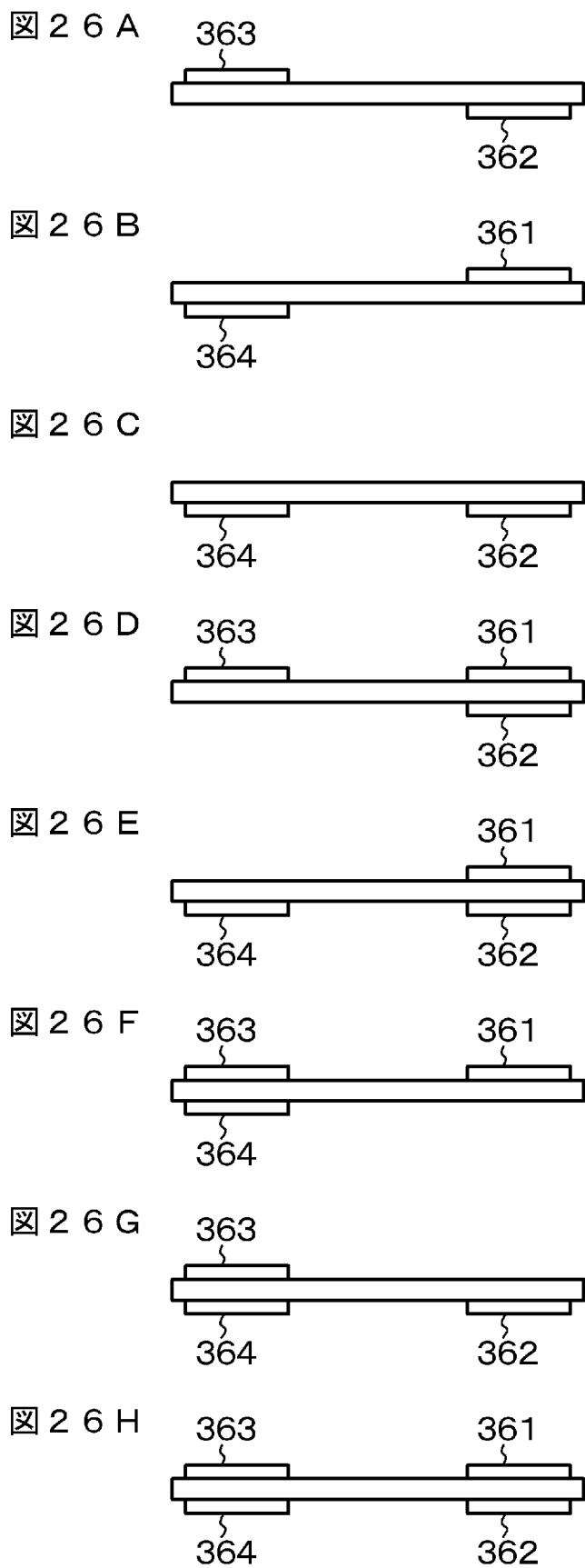


[図25]

図 2 5



[図26]



[図28]

図 2 8 A

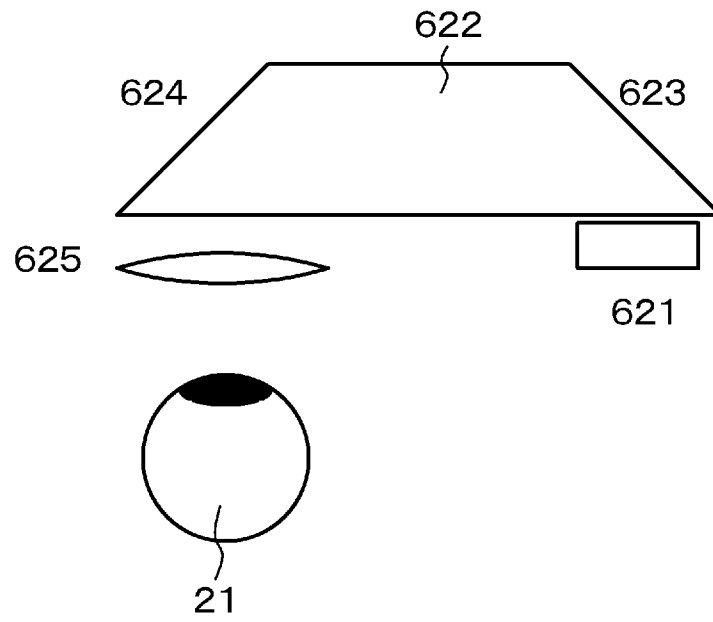
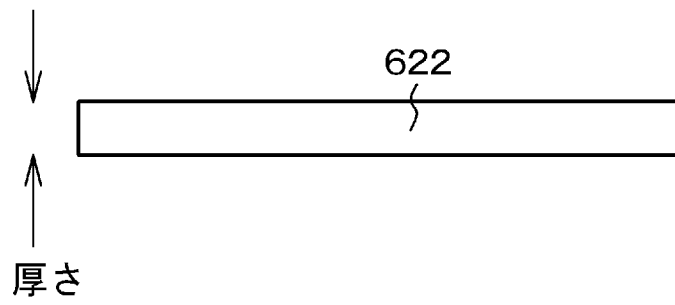
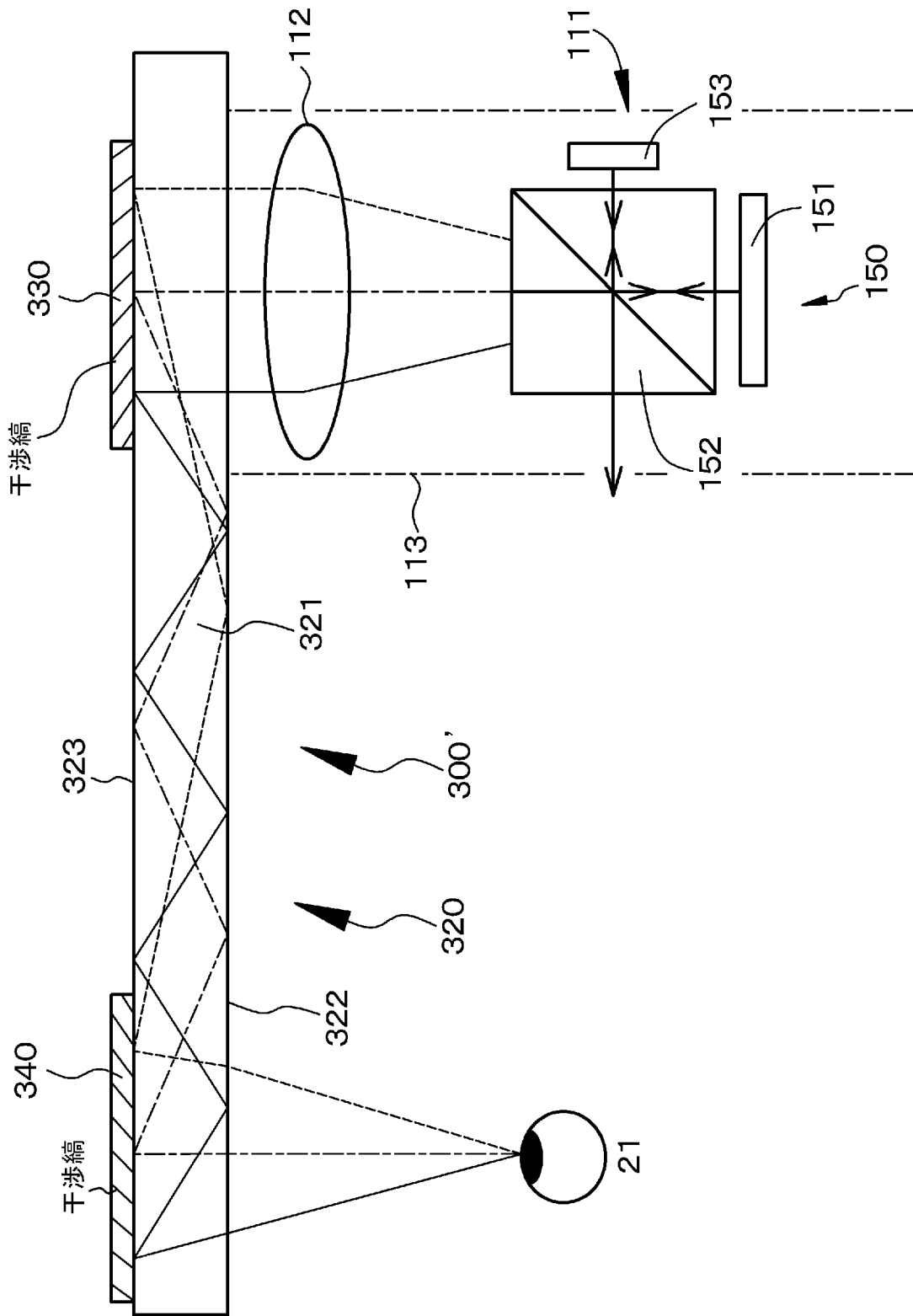


図 2 8 B



[図30]

図 30



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/028100

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B27/02(2006.01)i, G02F1/15(2006.01)i, G02F1/155(2006.01)i, H04N5/64(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02B27/02, G02F1/15, G02F1/155, H04N5/64

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	WO 2016/084831 A1 (Sony Corp.), 02 June 2016 (02.06.2016), paragraphs [0177] to [0205]; fig. 23 to 28 & CN 107003528 A	1-8
A	US 2012/0050142 A1 (BORDER, John N.), 01 March 2012 (01.03.2012), paragraphs [0048] to [0056]; fig. 6 to 11H (Family: none)	1-8
A	US 2012/0092328 A1 (FLAKS, Jason), 19 April 2012 (19.04.2012), paragraph [0050]; fig. 2A to 2E & WO 2013/155217 A1 & CN 102419631 A	1-8

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 17 October 2017 (17.10.17)	Date of mailing of the international search report 31 October 2017 (31.10.17)
---	--

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/JP2017/028100

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	WO 2016/174928 A1 (Sony Corp.), 03 November 2016 (03.11.2016), entire text; all drawings & US 2017/0199383 A1 & EP 3147699 A1	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B27/02(2006.01)i, G02F1/15(2006.01)i, G02F1/155(2006.01)i, H04N5/64(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. G02B27/02, G02F1/15, G02F1/155, H04N5/64

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	WO 2016/084831 A1 (ソニー株式会社) 2016.06.02, 段落[0177]-[0205], 図 23-28 & CN 107003528 A	1-8
A	US 2012/0050142 A1 (BORDER, John N.) 2012.03.01, 段落[0048]-[0056], 図 6-11H (ファミリーなし)	1-8
A	US 2012/0092328 A1 (FLAKS, Jason) 2012.04.19, 段落[0050], 図 2A-2E & WO 2013/155217 A1 & CN 102419631 A	1-8

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 17.10.2017	国際調査報告の発送日 31.10.2017
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 堀部 修平 電話番号 03-3581-1101 内線 3295

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
P, A	WO 2016/174928 A1 (ソニー株式会社) 2016. 11. 03, 全文, 全図 & US 2017/0199383 A1 & EP 3147699 A1	1-8