(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 7 月 17 日(17.07.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/109398 A1

(51) 国際特許分類:
H04N 13/04 (2006.01) *G06T 19/00* (2011.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/050357

(22) 国際出願日: 2014 年 1 月 10 日(10.01.2014)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2013-002868 2013 年 1 月 10 日(10.01.2013) JP
特願 2013-002869 2013 年 1 月 10 日(10.01.2013) JP
特願 2013-002870 2013 年 1 月 10 日(10.01.2013) JP
特願 2013-072375 2013 年 3 月 29 日(29.03.2013) JP

(71) 出願人: 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 大槻　正樹(OTSUKI Masaki); 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号　株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 栗林　英範(KURIBAYASHI Hidenori); 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号　株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 千秋　謙三(CHIAKI Kenzo); 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号　株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 志賀　正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

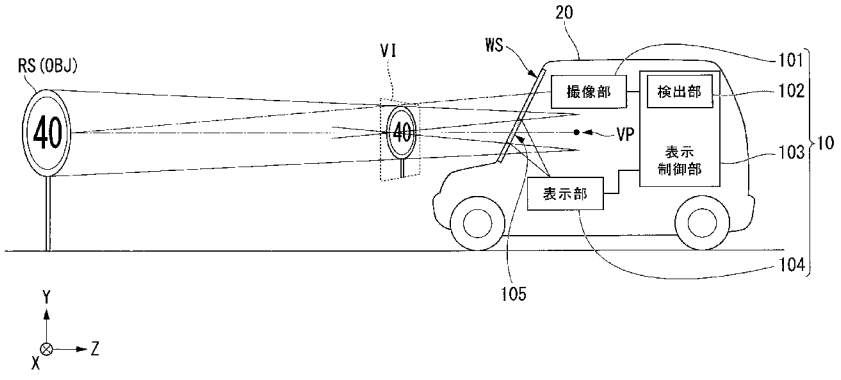
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: DISPLAY APPARATUS AND PROGRAM

(54) 発明の名称 : 表示装置及びプログラム



101 Image pickup unit
102 Detection unit
103 Display control unit
104 Display unit

(57) **Abstract**: This display apparatus is provided with: a transmissive display unit; an image pickup unit, which picks up an image of a predetermined subject, and which generates an image; and a display control unit that makes the display unit display the image generated by means of the image pickup unit such that the predetermined subject and the image generated by means of the image pickup unit overlap each other.

(57) 要約:　表示装置は、透過型の表示部と、所定の物体を撮像し、画像を生成する撮像部と、前記所定の物体と前記撮像部によって生成された前記画像とが重なるように、前記撮像部によって生成された前記画像を前記表示部へ表示させる表示制御部とを備える。

WO 2014/109398 A1

明　細　書

発明の名称 ： 表示装置及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、表示装置及びプログラムに関する。

本願は、２０１３年１月１０日に出願された特願２０１３－２８６８号、２０１３年３月２９日に出願された特願２０１３－７２３７５号、２０１３年１月１０日に出願された特願２０１３－２８７０号、２０１３年１月１０日に出願された特願２０１３－２８６９号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年、例えば、立体像（３次元画像）の奥行き位置に応じた画素値（例えば、明るさ、輝度、色相、彩度）の比を付けた複数の画像を、奥行き位置の異なる複数の表示面に表示させることによって、これら複数の画像を重ねて見たユーザに立体感を感じさせる（知覚させる）表示方法が知られている（例えば、特許文献１を参照）。

特許文献１に記載の表示方法によれば、例えば、３次元画像の奥行き位置に応じて輝度比を付けた二つの画像を、奥行き位置の異なる手前の表示面と奥の表示面とに表示して両眼視差を生じさせることにより、ユーザに立体感を知覚させることができる。

[0003] また、動きのある対象を立体像（３次元画像）として撮影して表示する装置がある（例えば、特許文献２を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第３４６４６３３号公報

特許文献2：特開平１０－２１０５０６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記のような表示方法によっては、表示面に表示されている画像については立体感を感じさせることができるものの、ユーザの眼の前にある物体について、その物体の立体感を強調してユーザに感じさせる、ということまではできないという問題があった。

[0006] また、上記のような表示方法においては、ユーザの指示に基づいて、物体（表示対象）の立体感を変化させることまではできないという問題があった。

[0007] 特許文献２に記載の装置は、動きのある対象を単に追従して撮影して立体像（３次元画像）として表示する。そのため、対象が動くことに応じて背景が変化したとしても、ユーザは、背景の変化に応じた対象の奥行き感を感じることができないことがあるという問題があった。

[0008] また、上記のような表示方法においては、ユーザから見て奥行き位置の手前にある表示面と、奥にある表示面との距離に応じた奥行き幅を有する立体像が、ユーザに知覚される。すなわち、上記のような表示方法においては、表現可能な立体像の奥行き幅の最大値（最大奥行き幅）は、奥行き方向の手前にある表示面と、奥にある表示面との距離に依存している。

[0009] しかしながら、上記のような表示方法によっては、手前にある表示面と、奥にある表示面との距離が固定されているため、立体像の最大奥行き幅が固定されてしまう。したがって、上記のような表示方法によっては、ユーザに知覚される立体像の奥行き幅を拡大することができないという問題があった。

[0010] 本発明の態様は、物体を見た場合にユーザが感じる物体の立体感を強調することができる表示装置を提供することを目的とする。

[0011] また、別の目的は、ユーザの指示に基づいて、物体（表示対象）の立体感を変化させることができる表示装置を提供することにある。

[0012] また、別の目的は、対象の奥行き感をより実感できるように表示することができる表示装置及びプログラムを提供することにある。

[0013] また、別の目的は、ユーザに知覚される立体像の奥行き幅を拡大すること

ができ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

[0014] 本発明の一態様に係る表示装置は、透過型の表示部と、所定の物体を撮像し、画像を生成する撮像部と、前記所定の物体と前記撮像部によって生成された前記画像とが重なるように、前記撮像部によって生成された前記画像を前記表示部へ表示させる表示制御部とを備える。

[0015] また、本発明の一態様に係るプログラムは、透過型の表示部と、所定の物体を撮像して画像を生成する撮像部と、を有する表示装置のコンピュータに、前記所定の物体と前記撮像部によって生成された前記画像とが重なるように、前記撮像部によって生成された前記画像を前記表示部へ表示させる表示制御ステップを実行させる。

[0016] また、本発明の一態様に係る表示装置は、透過型の表示部と、第１対象を撮像し、画像を生成する撮像部と、前記第１対象とは異なる第２対象に関する情報に基づいて、前記第１対象と前記撮像部によって生成された前記画像とが重なるように、前記撮像部によって生成された前記画像を前記表示部へ表示させる制御部とを備える。

[0017] また、本発明の一態様に係るプログラムは、透過型の表示部と、第１対象を撮像して画像を生成する撮像部と、を有する表示装置のコンピュータに、前記第１対象とは異なる第２対象に関する情報に基づいて、前記第１対象と前記撮像部によって生成された前記画像とが重なるように、前記撮像部によって生成された前記画像を前記表示部へ表示させる制御ステップを実行させる。

[0018] また、本発明の一態様に係る表示装置は、透過型の表示部と、前記表示部が表示する画像の奥行き位置を、物体の奥行き位置に基づいて設定する位置設定部と、前記物体を示す画像と前記物体とが重なるように、前記物体を示す画像を前記表示部に表示させる表示制御部とを備える。

[0019] また、本発明の一態様に係るプログラムは、透過型の表示部を有する表示装置のコンピュータに、前記表示部が表示する画像の奥行き位置を、物体の

奥行き位置に基づいて設定する位置設定ステップと、前記物体を示す画像と前記物体とが重なるように、前記物体を示す画像を前記表示部に表示させる表示制御ステップと、を実行させる。

発明の効果

[0020] 本発明の態様によれば、物体を見た場合にユーザが感じる物体の立体感を強調することができる。

また、本発明の態様によれば、ユーザの指示に基づいて、物体（表示対象）の立体感を変化させることができる。

また、本発明の態様によれば、対象の奥行き感をより実感できるように表示することができる。

また、本発明の態様によれば、ユーザに知覚される立体像の奥行き幅を拡大することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の第１の実施形態における表示装置の構成の概要の一例を示す概要図である。

[図2]本実施形態の表示部が表示する虚像と物体との位置の関係の一例を示す模式図である。

[図3]本実施形態の撮像部が撮像した画像の一例を示す模式図である。

[図4]本実施形態の表示部が表示する虚像の一例を示す模式図である。

[図5]本実施形態の物体（表示対象）の一例を示す模式図である。

[図6]本実施形態の虚像（画像）の一例を示す模式図である。

[図7]本実施形態における物体（表示対象）と虚像（画像）と視点位置との位置関係の一例を示す模式図である。

[図8]本実施形態における観察者の左右眼に見える光学像の一例を示す模式図である。

[図9]本実施形態の視点位置における光学像の明るさの一例を示すグラフである。

[図10]本実施形態における観察者が光学像に基づいて認識する物体（知覚す

る画像）の輪郭部の一例を示すグラフである。

[図11]本実施形態の表示装置の構成の一例を示す構成図である。

[図12]本実施形態の表示装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図13]本実施形態の第１の変形例による表示装置の構成の一例を示す構成図である。

[図14]本実施形態の第２の変形例による表示装置の構成の一例を示す構成図である。

[図15]本実施形態の第３の変形例による表示装置の構成の一例を示す構成図である。

[図16]本発明の第２の実施形態における表示装置の構成の一例を示す構成図である。

[図17]本発明の第３の実施形態における表示装置の構成の概要の一例を示す概要図である。

[図18]本実施形態の画像補正部が補正する画像の一例を示す模式図である。

[図19A]本実施形態の画像補正部が補正する画像の変化の一例を示す模式図である。

[図19B]本実施形態の画像補正部が補正する画像の変化の一例を示す模式図である。

[図19C]本実施形態の画像補正部が補正する画像の変化の一例を示す模式図である。

[図20]画像と物体（表示対象）とによって生じる立体像の奥行き位置の一例を示す模式図である。

[図21]本実施形態の表示装置の具体的な構成の一例を示す模式図である。

[図22]本実施形態の表示装置における画素値の補正動作の一例を示すフローチャートである。

[図23]本実施形態の第１の変形例における表示部の構成の一例を示す模式図である。

[図24]本実施形態の第２の変形例における表示部の構成の一例を示す模式図

である。

[図25]本発明の第４の実施形態における表示装置の概要を説明する図である。

[図26]背景との距離に応じた手の立体像の表示を説明する図である。

[図27]表示装置が備える表示部の構成の一例を示す斜視図である。

[図28]本実施形態における対象物の一例を示す模式図である。

[図29]本実施形態における表示画像の一例を示す模式図である。

[図30]本実施形態における表示装置によって表示される画像の一例を示す模式図である。

[図31]本実施形態における光学像の一例を示す模式図である。

[図32]本実施形態における光学像の明るさの分布の一例を示すグラフである。

[図33]本実施形態における左眼と右眼とに生じる両眼視差の一例を示すグラフである。

[図34]本実施形態における表示装置の構成の一例を示す概略ブロック図である。

[図35]本実施形態における表示装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図36A]操作釦の領域を示す情報に応じた指の立体像の表示を説明する図である。

[図36B]操作釦の領域を示す情報に応じた指の立体像の表示を説明する図である。

[図37]第５の実施形態における表示装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図38]第６の実施形態の立体像の表示を説明する図である。

[図39]第６の実施形態における表示装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図40]本発明の第１０の実施形態における表示装置の構成の概要の一例を示

す概要図である。

[図41]本実施形態の表示装置の表示対象である物体の一例を示す模式図である。

[図42]本実施形態の表示装置が表示する物体を示す画像の一例を示す模式図である。

[図43]本実施形態の表示装置が虚像を表示する構成の概要の一例を示す模式図である。

[図44]本実施形態の表示装置の構成の一例を示す構成図である。

[図45]本実施形態の表示装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図46]本発明の第１１の実施形態による表示装置の構成の一例を示す模式図である。

[図47]本実施形態の表示装置が表示する両眼視差画像の一例を示す模式図である。

[図48]本発明の第１２の実施形態による表示装置の構成の一例を示す模式図である。

[図49]本実施形態の表示装置の変形例の構成の一例を示す模式図である。

[図50]表示装置の適用例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0022] ［第１の実施形態］

以下、図面を参照して、本発明の第１の実施形態を説明する。

図１は、本発明の第１の実施形態における表示装置１０の構成の概要の一例を示す概要図である。本実施形態の表示装置１０とは、例えば、車両２０に備えられるヘッドアップディスプレイ（ＨＵＤ）を含む装置である。以下、各図の説明においてはＸＹＺ直交座標系を設定し、このＸＹＺ直交座標系を参照しつつ各部の位置関係について説明する。表示装置１０が画像を表示している方向をＺ軸の正の方向とし、このＺ軸方向に垂直な平面上の直交方向をそれぞれＸ軸方向及びＹ軸方向とする。ここでＸ軸方向は、表示装置１０の水平方向とし、Ｙ軸方向は表示装置１０の鉛直上方向とする。この図１

において、車両２０は、（－Ｚ）方向を進行方向として走行する。

[0023] 表示装置１０は、車両２０のフロントガラスＷＳの一部（または全部）である表示面１０５に画像を表示する。この表示面１０５に表示される画像とは、視点位置ＶＰから観察者（表示装置１０のユーザ。例えば、車両２０の運転者）が見た場合に、表示面１０５の位置から（－Ｚ）方向に離れた位置に虚像ＶＩを生じさせる画像である。この場合、視点位置ＶＰとは、運転席に着座する観察者の眼の位置である。この表示装置１０は、車両２０の進行方向である（－Ｚ）方向にある物体（表示対象）ＯＢＪを示す画像を、虚像ＶＩとして表示する。この物体ＯＢＪとは、例えば、車両２０が走行する道路の制限速度を示す道路標識ＲＳである。

[0024] 次に、この表示装置１０が虚像ＶＩとして物体ＯＢＪを示す画像を表示する構成の概要について説明する。表示装置１０は、撮像部１０１と、表示制御部１０３と、表示部１０４とを備えている。撮像部１０１は、車両２０の車室内の所定の位置に取り付けられており、車両２０の進行方向である（－Ｚ）方向の像を、フロントガラスＷＳを介して撮像して、画像を生成する。ここで、撮像部１０１は、車両２０の進行方向に制限速度を示す道路標識ＲＳがある場合には、その道路標識ＲＳを含む画像を生成する。すなわち、撮像部１０１は、所定の物体ＯＢＪの像を撮像して、所定の物体ＯＢＪの画像を含む画像（物体画像）を生成する。

[0025] 表示制御部１０３は、検出部１０２を備えている。この検出部１０２は、撮像部１０１が撮像して生成した画像に検出対象の物体ＯＢＪの画像が含まれている場合には、その物体ＯＢＪを検出する。具体的には、検出部１０２は、記憶部１０６に予め記憶されている物体ＯＢＪ（例えば、道路標識ＲＳ）の画素値のパターンと、撮像部１０１が生成した画像内の画素値のパターンとを比較する。次に、検出部１０２は、画素値のパターンの比較の結果に基づいて、撮像部１０１が生成した画像に含まれる検出対象の物体ＯＢＪの画像を検出する。上述したように、検出対象の物体ＯＢＪが道路標識ＲＳである場合には、検出部１０２は、撮像部１０１が生成した画像から道路標識

を示す部分の画像を検出する。

[0026] 表示制御部１０３は、検出部１０２が検出した物体ＯＢＪ（例えば、道路標識ＲＳ）を示す画像に基づいて、表示部１０４に表示させる画像を生成する。このとき表示制御部１０３は、虚像ＶＩを表示部１０４が表示した場合に、視点位置ＶＰから見て、物体ＯＢＪとしての道路標識ＲＳと、この虚像ＶＩが示す道路標識ＲＳの画像とが重なるようにして、道路標識ＲＳを示す画像を含む画像（物体画像）を生成する。すなわち、表示制御部１０３は、所定の視点位置ＶＰから表示部１０４を介して所定の物体ＯＢＪの方向を見た場合に、表示部１０４を透過する光による所定の物体ＯＢＪの像と、撮像部１０１が生成した物体画像に含まれる所定の物体ＯＢＪの画像とが重なるように、物体画像を表示部１０４に表示させる。つまり、表示制御部１０３は、所定の視点位置ＶＰから所定の物体ＯＢＪの方向を見た場合に、所定の物体ＯＢＪの像と、虚像ＶＩによる道路標識ＲＳの画像との見かけの大きさが同じになるように、物体画像を生成する。ここで、虚像ＶＩは、物体ＯＢＪの奥行き位置（Ｚ軸方向の位置）と視点位置ＶＰの奥行き位置との間の奥行き位置に表示される。したがって、視点位置ＶＰから見て、所定の物体ＯＢＪの像と、虚像ＶＩによる道路標識ＲＳの画像とが重なるように見える場合には、所定の物体ＯＢＪの像の大きさよりも、虚像ＶＩによる道路標識ＲＳの画像の大きさが小さくなっている。よって、表示制御部１０３は、視点位置ＶＰから見た、所定の物体ＯＢＪの像と、虚像ＶＩによる道路標識ＲＳの画像との見かけの大きさが同じになるように、物体ＯＢＪの像の大きさよりも、虚像ＶＩによる物体ＯＢＪの画像の大きさを小さくして、物体画像を生成する。

[0027] 表示部１０４は、表示制御部１０３が生成した道路標識ＲＳを示す画像を、フロントガラスＷＳの表示面１０５に投影する。車両２０の運転者は、表示部１０４が表示面１０５に表示する画像を視点位置ＶＰから見た場合に、道路標識ＲＳを示す虚像ＶＩを認識する。車両２０の運転者には、フロントガラスＷＳを介して進行方向である（－Ｚ）方向を見た場合に、この道路標

識ＲＳを示す虚像ＶＩと、物体ＯＢＪとしての道路標識ＲＳとが重なるように見える。

[0028] この表示部１０４が表示する虚像ＶＩと、物体ＯＢＪとの位置の関係について、図２を参照して説明する。

図２は、本実施形態の表示部１０４が表示する虚像ＶＩと物体ＯＢＪとの位置の関係の一例を示す模式図である。ここで、位置Z_0とは、視点位置ＶＰのＺ軸方向の位置である。また、位置Z_1とは、虚像ＶＩ（例えば、道路標識ＲＳを示す画像）のＺ軸方向の位置であり、位置Z_2とは、物体ＯＢＪ（例えば、道路標識ＲＳ）のＺ軸方向の位置である。

[0029] 次に、図３を参照して、撮像部１０１が撮像する物体ＯＢＪの画像ＴＩの一例について説明する。

図３は、本実施形態の撮像部１０１が撮像した画像ＴＩの一例を示す模式図である。撮像部１０１は、上述したように車両２０の進行方向を撮像した画像を生成する。具体的には、車両２０の進行方向に道路ＲＤと、道路標識ＲＳとがある場合には、撮像部１０１は、車両２０の進行方向にある道路ＲＤと、車両２０の制限速度を示す道路標識ＲＳとを含む画像を生成する。ここで、道路標識ＲＳとは、検出部１０２の検出対象として予め定められている物体ＯＢＪである。この物体ＯＢＪ（例えば、道路標識ＲＳ）は、位置Z_2にある。つまり、撮像部１０１は、位置Z_2にある道路標識ＲＳを含む画像を生成する。

[0030] 次に、表示部１０４が表示する虚像ＶＩの一例について説明する。

図４は、本実施形態の表示部１０４が表示する虚像ＶＩの一例を示す模式図である。この虚像ＶＩとは、検出部１０２が検出した物体ＯＢＪ（例えば、道路標識ＲＳ）を示す画像である。表示部１０４は、検出部１０２が検出した道路標識ＲＳを示す画像ＩＲＳをフロントガラスＷＳの表示面１０５に投影する。

[0031] 再び、図２を参照して説明を続ける。表示部１０４は、レンズなどの虚像光学系を備えている。この表示部１０４が備える虚像光学系は、車両２０の

運転者が、視点位置ＶＰから表示面１０５を見た場合に、虚像ＶＩが位置Z_1に認識されるように、フロントガラスＷＳの表示面１０５における曲率や傾斜などに基づいて、焦点が予め設計されている。

[0032] ここで、表示装置１０は、物体ＯＢＪと、その物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩ（例えば、道路標識ＲＳを示す画像ＩＲＳ）とを重ねて表示する。これにより、観察者（例えば、車両２０の運転者）が観察する物体ＯＢＪに立体感を与えることができる。つまり、観察者は、物体ＯＢＪと、その物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩとを重ねて見た場合、物体ＯＢＪがＺ軸方向に飛び出すような立体像を認識する。この表示装置１０が表示する虚像ＶＩによって観察者に立体感を与える仕組みについて、図５から図１０を参照して説明する。

[0033] 図５は、本実施形態の物体ＯＢＪの一例を示す模式図である。上述したように物体ＯＢＪは道路標識ＲＳであってもよいが、ここでは、物体ＯＢＪが、四角形のパターンである場合を一例にして、以下説明する。この四角形のパターンとは、等しい長さの４辺が各頂点においてそれぞれ直角に交わる正方形のパターンである。この四角形のパターンは、四角形のパターンの外部と内部とを分ける輪郭線としての４辺を有している。この四角形のパターンを見る観察者は、四角形のパターンの外部と内部との明るさの差が大きい場合に、この輪郭線を、四角形のパターンのエッジ部分Ｅであると認識する。つまり、エッジ部分Ｅとは、物体ＯＢＪのうち、周囲の明るさの差が他の部分の明るさの差に比して相対的に大きい部分である。四角形のパターンの場合、各辺がエッジ部分Ｅになりうるが、ここでは、各エッジ部分Ｅのうち、四角形のパターンのＹ軸方向に平行な２辺を、それぞれエッジ部分Ｅ１（左辺エッジ部分）およびエッジ部分Ｅ２（右辺エッジ部分）として説明する。

[0034] 次に、図６を参照して、この四角形のパターンに対応する虚像ＶＩの一例について説明する。

図６は、本実施形態の虚像ＶＩの一例を示す模式図である。上述したように物体ＯＢＪが四角形のパターンである場合、虚像ＶＩとは、四角形のパターンのエッジ部分Ｅ１を示すエッジ画像ＰＥ１、およびエッジ部分Ｅ２を示

すエッジ画像ＰＥ２を含む画像である。

つまり、表示部１０４は、物体ＯＢＪが上述したように四角形のパターンである場合、そのエッジ部分Ｅ１およびエッジ部分Ｅ２にそれぞれ対応するエッジ画像ＰＥ１およびエッジ画像ＰＥ２を含む虚像ＶＩを表示する。

[0035] なお、ここでは一例として、エッジ画像ＰＥとは、四角形の左辺および右辺のエッジ部分を示す画像であるとして説明するが、これに限られない。例えば、エッジ画像ＰＥとは、四角形の上辺および下辺のエッジ部分を示す画像であってもよく、また四角形のすべての各辺のエッジ部分を示す画像であってもよい。

[0036] 次に、図７を参照して、物体ＯＢＪとしての四角形のパターンの位置と、エッジ画像ＰＥ１およびエッジ画像ＰＥ２を含む虚像ＶＩの位置と、観察者の視点位置ＶＰとの位置の関係について説明する。

図７は、本実施形態における物体ＯＢＪと虚像ＶＩと視点位置ＶＰとの位置の関係の一例を示す模式図である。観察者は、位置Z_0にある視点位置ＶＰから、位置Z_1にある虚像ＶＩと、位置Z_2にある物体ＯＢＪとを重ねて見る。この虚像ＶＩとは、上述したように、物体ＯＢＪとしての四角形のパターンのエッジ部分Ｅ１およびエッジ部分Ｅ２に対応するエッジ画像ＰＥ１およびエッジ画像ＰＥ２を含む画像である。ここで、四角形のパターンのエッジ部分Ｅ１のＸ方向の位置は、位置Ｘ２であり、エッジ部分Ｅ２のＸ方向の位置は、位置Ｘ５である。上述したように、表示部１０４は、位置Ｘ２にあるエッジ部分Ｅ１と、虚像ＶＩのエッジ画像ＰＥ１とが視点位置ＶＰにおいて重なって見えるように、虚像ＶＩを表示する。同様に表示部１０４は、位置Ｘ５にあるエッジ部分Ｅ２と、虚像ＶＩのエッジ画像ＰＥ２とが視点位置ＶＰにおいて重なって見えるように、虚像ＶＩを表示する。このように表示される虚像ＶＩと、物体ＯＢＪ（例えば、四角形のパターン）とを、観察者が重ねて見ると、観察者の網膜像上では認識できないくらいの微小な輝度の段差ができる。このような場合においては、明るさ（例えば、輝度）の段差間に仮想的な輪郭（エッジ）を知覚して、虚像ＶＩと物体ＯＢＪとを１つの物

体として認識する。このとき、左眼Ｌが見る光学像ＩＭＬと、右眼Ｒが見る光学像ＩＭＲとには両眼視差が生じるため、この仮想的な輪郭にも少しだけずれが生じて両眼視差として知覚して、物体ＯＢＪの見かけの奥行き位置が変化する。以下、この左眼Ｌが見る光学像ＩＭＬ、右眼Ｒが見る光学像ＩＭＲの順に説明し、あわせて物体ＯＢＪの見かけの奥行き位置が変化する仕組みについて説明する。

[0037] 図８は、本実施形態における観察者の左右眼に見える光学像ＩＭの一例を示す模式図である。このうち、図８（Ｌ）は、観察者の左眼Ｌに見える光学像ＩＭＬの一例を示す模式図である。同図に示すように、位置Z_0にある視点位置ＶＰの左眼Ｌの位置において、物体ＯＢＪと虚像ＶＩとを見ると、エッジ画像ＰＥ１とエッジ部分Ｅ１とが、位置Ｘ２～位置Ｘ３の範囲において重なって見える。上述したように四角形のパターンのエッジ部分Ｅ１は位置Ｘ２にあるため、観察者の左眼Ｌには、エッジ画像ＰＥ１とエッジ部分Ｅ１とが、エッジ部分Ｅ１よりも四角形のパターンの内側（＋Ｘ方向）の位置において重なって見える。また、位置Z_0にある視点位置ＶＰの左眼Ｌの位置において、物体ＯＢＪと虚像ＶＩとを見ると、エッジ画像ＰＥ２とエッジ部分Ｅ２とが、位置Ｘ５～位置Ｘ６の範囲において重なって見える。上述したように四角形のパターンのエッジ部分Ｅ２は位置Ｘ５にあるため、観察者の左眼Ｌには、エッジ画像ＰＥ２とエッジ部分Ｅ２とが、エッジ部分Ｅ２よりも四角形のパターンの外側（＋Ｘ方向）の位置において重なって見える。

[0038] このとき、観察者の左眼Ｌの位置における光学像の明るさについて、図９を参照して説明する。

図９は、本実施形態の視点位置ＶＰにおける光学像ＩＭの明るさの一例を示すグラフである。このうち、図９（Ｌ）は、視点位置ＶＰの左眼Ｌの位置における光学像ＩＭＬの明るさの一例を示すグラフである。視点位置ＶＰの左眼Ｌの位置においては、物体ＯＢＪの明るさと、左眼Ｌの位置から見える虚像ＶＩＬの明るさとが合成された明るさの光学像ＩＭＬが生じる。ここで、物体ＯＢＪとしての四角形のパターンの視点位置ＶＰから見た明るさ、お

よび虚像ＶＩＬの視点位置ＶＰから見た明るさの具体例について説明する。視点位置ＶＰから見た四角形のパターンの内部の明るさは、明るさＢＲ２である。また、視点位置ＶＰから見た四角形のパターンの外部の明るさは、明るさ０（ゼロ）である。上述したように、位置Z_2における四角形のパターンのエッジ部分Ｅ１の位置は位置Ｘ２であり、エッジ部分Ｅ２の位置は位置Ｘ５である。したがって、四角形のパターンの視点位置ＶＰから見た明るさは、位置Ｘ２～位置Ｘ５において明るさＢＲ２であり、位置Ｘ２から（－Ｘ）方向、および位置Ｘ５から（＋Ｘ）方向の位置において明るさ０（ゼロ）である。

[0039] また、虚像ＶＩのエッジ画像ＰＥ１およびエッジ画像ＰＥ２の視点位置ＶＰから見た明るさは、明るさＢＲ１である。上述したように、左眼Ｌの位置から見える虚像ＶＩＬのエッジ画像ＰＥ１は、位置Ｘ２～位置Ｘ３の範囲において、四角形のパターンのエッジ部分Ｅ１と重なるように表示される。また、虚像ＶＩＬのエッジ画像ＰＥ２は、位置Ｘ５～位置Ｘ６の範囲において、四角形のパターンのエッジ部分Ｅ２と重なるように表示される。したがって、虚像ＶＩＬの視点位置ＶＰから見た明るさは、位置Ｘ２～Ｘ３および位置Ｘ５～位置Ｘ６において明るさＢＲ１であり、その他のＸ方向の位置において明るさ０（ゼロ）である。

[0040] したがって、物体ＯＢＪと虚像ＶＩＬとを視点位置ＶＰにおいて重ねて見た場合、その光学像ＩＭＬの明るさは、次に説明するようになる。すなわち光学像ＩＭＬの明るさは、位置Ｘ２～位置Ｘ３が明るさＢＲ３、位置Ｘ３～位置Ｘ５が明るさＢＲ２、位置Ｘ５～位置Ｘ６が明るさＢＲ１、位置Ｘ２から（－Ｘ）方向、および位置Ｘ６から（＋Ｘ）方向の位置において明るさ０（ゼロ）である。

[0041] 次に、光学像ＩＭＬを見た観察者が物体ＯＢＪの輪郭部を認識する仕組みについて説明する。

図１０は、本実施形態における観察者が光学像ＩＭに基づいて認識する物体ＯＢＪの輪郭部の一例を示すグラフである。このうち、図１０（Ｌ）は、

観察者の左眼Ｌの位置における光学像ＩＭＬに基づいて、観察者が認識する物体ＯＢＪの輪郭部の一例を示すグラフである。ここで、物体ＯＢＪの輪郭部とは、物体ＯＢＪを示す光学像の部分のうち、明るさの変化が周囲の部分の明るさの変化に比して大きい部分である。視点位置ＶＰにいる観察者の左眼Ｌの網膜上に結像された光学像ＩＭＬによって、観察者に認識される画像の明るさの分布は、図１０（Ｌ）の波形ＷＬのようになる。このとき、観察者は、認識した光学像ＩＭＬの明るさの変化が最大になる（つまり、波形ＷＬの傾きが最大になる）Ｘ軸上の位置を、観察している物体ＯＢＪの輪郭部であると認識する。具体的には、光学像ＩＭＬを観察している観察者は、図１０（Ｌ）に示すX_{EL}の位置（つまり、Ｘ軸の原点Ｏから距離L_{EL}の位置）を四角形のパターンの輪郭部であると認識する。

[0042] ここまで、観察者の左眼Ｌに見える光学像ＩＭＬと、光学像ＩＭＬによる輪郭部の位置とについて説明した。次に、観察者の右眼Ｒに見える光学像ＩＭＲと、光学像ＩＭＲによる輪郭部の位置とについて説明する。

[0043] 図８（Ｒ）は、本実施形態における観察者の右眼Ｒに見える光学像ＩＭＲの一例を示す模式図である。図８（Ｒ）に示すように、位置Z_0にある視点位置ＶＰの右眼Ｒの位置において、物体ＯＢＪと虚像ＶＩとを見ると、エッジ画像ＰＥ１とエッジ部分Ｅ１とが、位置Ｘ１～位置Ｘ２の範囲において重なって見える。これは、左眼Ｌの位置において、エッジ画像ＰＥ１とエッジ部分Ｅ１とが重なって見える位置が、位置Ｘ２～位置Ｘ３の範囲であることと相違する。また、上述したように四角形のパターンのエッジ部分Ｅ１は位置Ｘ２にあるため、観察者の右眼Ｒには、エッジ画像ＰＥ１とエッジ部分Ｅ１とが、エッジ部分Ｅ１よりも四角形のパターンの外側（－Ｘ方向）の位置において重なって見える。これは、観察者の左眼Ｌには、エッジ画像ＰＥ１とエッジ部分Ｅ１とが、エッジ部分Ｅ１よりも四角形のパターンの内側（＋Ｘ方向）の位置において重なって見えることと相違する。

[0044] また、位置Z_0にある視点位置ＶＰの右眼Ｒの位置において、物体ＯＢＪと虚像ＶＩとを見ると、エッジ画像ＰＥ１とエッジ部分Ｅ１とが、位置Ｘ４～

位置Ｘ５の範囲において重なって見える。これは、左眼Ｌの位置において、物体ＯＢＪと虚像ＶＩとを見ると、エッジ画像ＰＥ１とエッジ部分Ｅ１とが、位置Ｘ５～位置Ｘ６の範囲において重なって見えることと相違する。また、上述したように四角形のパターンのエッジ部分Ｅ２は位置Ｘ５にあるため、観察者の右眼Ｒには、エッジ画像ＰＥ２とエッジ部分Ｅ２とが、エッジ部分Ｅ２よりも四角形のパターンの内側（－Ｘ方向）の位置において重なって見える。これは、観察者の左眼Ｌには、エッジ画像ＰＥ２とエッジ部分Ｅ２とが、エッジ部分Ｅ２よりも四角形のパターンの外側（＋Ｘ方向）の位置において重なって見えることと相違する。

[0045] このとき、観察者の右眼Ｒの位置における光学像の明るさについて、図９（Ｒ）を参照して説明する。この図９（Ｒ）は、視点位置ＶＰの右眼Ｒの位置における光学像ＩＭＲの明るさの一例を示すグラフである。視点位置ＶＰの右眼Ｒの位置においては、物体ＯＢＪの明るさと、右眼Ｒの位置から見える虚像ＶＩＲの明るさとが合成された明るさの光学像ＩＭＲが生じる。このうち、物体ＯＢＪとしての四角形のパターンの視点位置ＶＰから見た明るさは、左眼Ｌの位置における明るさと同一である。虚像ＶＩＲの視点位置ＶＰから見た明るさの具体例について説明する。虚像ＶＩＲのエッジ画像ＰＥ１およびエッジ画像ＰＥ２の視点位置ＶＰから見た明るさは、明るさＢＲ１である。上述したように、右眼Ｒの位置から見える虚像ＶＩＲのエッジ画像ＰＥ１は、位置Ｘ１～位置Ｘ２の範囲において、四角形のパターンのエッジ部分Ｅ１と重なるように表示される。これは、左眼Ｌの位置から見える虚像ＶＩＬのエッジ画像ＰＥ１が、位置Ｘ２～位置Ｘ３の範囲において、四角形のパターンのエッジ部分Ｅ１と重なるように表示されることと相違する。また、虚像ＶＩＲのエッジ画像ＰＥ２は、位置Ｘ４～位置Ｘ５の範囲において、四角形のパターンのエッジ部分Ｅ２と重なるように表示される。これは、虚像ＶＩＬのエッジ画像ＰＥ２が、位置Ｘ５～位置Ｘ６の範囲において、四角形のパターンのエッジ部分Ｅ２と重なるように表示されることと相違する。

[0046] したがって、虚像ＶＩＲの視点位置ＶＰから見た明るさは、位置Ｘ１～Ｘ

２および位置Ｘ４～位置Ｘ５において明るさＢＲ１であり、その他のＸ方向の位置において明るさ０（ゼロ）である。これは、虚像ＶＩＬの視点位置ＶＰから見た明るさが、位置Ｘ２～Ｘ３および位置Ｘ５～位置Ｘ６において明るさＢＲ１であることと相違する。

[0047] したがって、物体ＯＢＪと虚像ＶＩＲとを視点位置ＶＰにおいて重ねて見た場合、その光学像ＩＭＲの明るさは、次に説明するようになる。すなわち光学像ＩＭＲの明るさは、位置Ｘ１～位置Ｘ２が明るさＢＲ１、位置Ｘ２～位置Ｘ４が明るさＢＲ２、位置Ｘ４～位置Ｘ５が明るさＢＲ３、位置Ｘ１から（－Ｘ）方向、および位置Ｘ５から（＋Ｘ）方向の位置において明るさ０（ゼロ）である。これは、光学像ＩＭＬの明るさが、位置Ｘ２～位置Ｘ３が明るさＢＲ３、位置Ｘ３～位置Ｘ５が明るさＢＲ２、位置Ｘ５～位置Ｘ６が明るさＢＲ１であることと相違する。

[0048] 次に、光学像ＩＭＲを見た観察者が、物体ＯＢＪの輪郭部を認識する仕組みについて説明する。図１０（Ｒ）は、観察者の右眼Ｒの位置における光学像ＩＭＲに基づいて、観察者が認識する物体ＯＢＪの輪郭部の一例を示すグラフである。視点位置ＶＰにいる観察者の右眼Ｒの網膜上に結像された光学像ＩＭＲによって、観察者に認識される画像の明るさの分布は、図１０（Ｒ）の波形ＷＲのようになる。このとき、観察者は、認識した光学像ＩＭＲの明るさの変化が最大になる（つまり、波形ＷＲの傾きが最大になる）Ｘ軸上の位置を、観察している物体ＯＢＪの輪郭部であると認識する。具体的には、光学像ＩＭＲを観察している観察者は、図１０（Ｒ）に示すX_{ER}の位置（つまり、Ｘ軸の原点Ｏから距離L_{ER}の位置）を四角形のパターンの輪郭部であると認識する。これは、光学像ＩＭＬを観察している観察者は、Ｘ軸の原点Ｏから距離L_{EL}の位置を四角形のパターンの輪郭部であると認識することと相違する。

[0049] これにより、観察者は、左眼Ｌが観察する四角形の輪郭部の位置X_{EL}と、右眼Ｒが観察する四角形の輪郭部の位置X_{ER}とを両眼視差として認識する。そして、観察者は、輪郭部の両眼視差に基づいて四角形のパターンを立体像

（３次元画像）として認識する。

[0050] ここまで、表示装置１０が、視点位置ＶＰにいる観察者（例えば、車両２０の運転者）に物体ＯＢＪ（例えば、道路標識ＲＳ）の立体像を認識させる仕組みについて説明した。

以下、この表示装置１０の具体的な構成及び動作について説明する。

[0051] まず、図１１を参照して、表示装置１０の構成について説明する。

図１１は、本実施形態の表示装置１０の構成の一例を示す構成図である。表示装置１０は、撮像部１０１と、表示制御部１０３と、表示部１０４と、記憶部１０６とを備えている。

[0052] 表示部１０４は、入射する光を透過可能な透過型の表示面１０５に対して、入力される画像情報に基づく画像を投影する。すなわち、表示部１０４は、表示面１０５に対して画像（物体画像）を投影する投影部１２０を備えている。具体的には、この表示面１０５とは、上述したように、車両２０のフロントガラスＷＳの一部（または全部）である。表示部１０４は、表示面１０５に画像を投影するためのレンズなどの不図示の虚像光学系を車両２０のダッシュボード上面に備えており、フロントガラスＷＳに向けて画像を投影する。この虚像光学系は、フロントガラスＷＳの表示面１０５における曲率や傾斜などに基づいて、上述した位置Z_1に虚像ＶＩが表示されるように、焦点が予め設計されている。

[0053] 撮像部１０１は、表示部１０４に入射する光による像を撮像した画像を生成する。具体的には、撮像部１０１は、上述したように、車両２０の車室内の所定の位置に取り付けられており、車両２０の進行方向である（－Ｚ）方向の像を、フロントガラスＷＳを介して撮像して、画像を生成する。

[0054] 表示制御部１０３が備える検出部１０２は、撮像部１０１が生成した画像から所定の物体ＯＢＪを検出する。具体的には、検出部１０２は次のようにして物体ＯＢＪを検出する。表示装置１０が備える記憶部１０６には、予め検出対象の物体ＯＢＪの形状を示す情報が記憶されている。例えば、記憶部１０６には、予め道路標識ＲＳの円形の表示板と円柱形の支柱との形状を示

す情報が記憶されている。検出部１０２は、記憶部１０６が予め記憶する道路標識ＲＳの形状を示す情報に基づいて、撮像部１０１が生成した画像のパターンマッチングを行って、撮像部１０１が生成した画像に道路標識ＲＳの画像が含まれているか否かを判定する。次に、検出部１０２は、撮像部１０１が生成した画像に道路標識ＲＳの画像が含まれていると判定した場合には、撮像部１０１が生成した画像から道路標識ＲＳの画像を抽出する。

[0055] 表示制御部１０３は、検出部１０２が検出した所定の物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩ（物体画像）を表示部１０４に表示させる。このとき表示制御部１０３は、視点位置ＶＰから表示面１０５を介して所定の物体ＯＢＪの方向を見た場合に、表示面１０５を透過する光による所定の物体ＯＢＪの像と、虚像ＶＩとが重なるように、虚像ＶＩを表示部１０４に表示させる。具体的には、表示制御部１０３は、撮像部１０１が物体ＯＢＪを撮像する位置および方向を示す情報と、表示部１０４が備える不図示の虚像光学系の特性を示す情報とに基づいて、検出部１０２が出力する道路標識ＲＳの画像が表示される位置および大きさを設定する。次に、表示制御部１０３は、設定した画像を表示部１０４に出力する。

[0056] 次に、図１２を参照して、表示装置１０の動作について説明する。

図１２は、本実施形態の表示装置１０の動作の一例を示すフローチャートである。

[0057] 撮像部１０１は、車両２０の進行方向を撮像して進行方向の画像を生成する（ステップＳ１０）。

[0058] 次に、検出部１０２は、ステップＳ１０において生成された画像から、物体ＯＢＪ（例えば、道路標識ＲＳ）を検出する。

[0059] 次に、表示制御部１０３は、ステップＳ２０において検出部１０２が検出した物体ＯＢＪ（例えば、道路標識ＲＳ）を示す画像を取得して、表示部１０４に表示させる画像を生成する（ステップＳ３０）。

[0060] 次に、表示部１０４は、ステップＳ３０において表示制御部１０３が生成した画像を、フロントガラスＷＳの表示面１０５に表示する（ステップＳ４

０）。

[0061] 以上、説明したように、本実施形態の表示装置１０は、撮像部１０１と、表示制御部１０３と、入射する光を透過可能な透過型の表示部１０４とを備えている。この撮像部１０１は、表示部１０４に入射する光による像を撮像した画像を生成する。この表示制御部１０３は、検出部１０２を備えている。検出部１０２は、撮像部１０１が生成した画像から所定の物体ＯＢＪを検出する。また表示制御部１０３は、所定の視点位置から表示部１０４の表示面１０５を介して所定の物体ＯＢＪの方向を見た場合に、表示部１０４を透過する光による所定の物体ＯＢＪの像と、検出部１０２が検出した所定の物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）とが重なるように、物体画像を表示部１０４に表示させる。

[0062] このように構成することにより、表示装置１０は、観察者（ユーザ）が視点位置ＶＰから表示面１０５を見た場合に、物体ＯＢＪと、物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）とが重なるようにして、観察者に物体ＯＢＪを示す画像を見せることができる。上述したように、この物体ＯＢＪを示す画像とは、物体ＯＢＪの輪郭部に両眼視差を与えることにより立体感を感じさせる画像である。このため、物体ＯＢＪと、物体ＯＢＪを示す画像とを重ねて見る観察者には、物体ＯＢＪの立体感が強調されて感じられる。すなわち、表示装置１０は、物体ＯＢＪを見た場合に観察者（ユーザ）が感じる物体ＯＢＪの立体感を強調することができる。

[0063] また、本実施形態の表示装置１０が備える表示部１０４は、所定の物体ＯＢＪと表示面１０５との間の位置に、物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）としての虚像ＶＩを表示する。これにより、表示部１０４は、表示面１０５の位置に制約されずに物体ＯＢＪを示す画像を表示する位置を設定することができる。ここで、物体ＯＢＪと物体ＯＢＪを示す画像とのＺ方向の距離が離れている場合、近い場合に比して物体ＯＢＪの輪郭部に生じる両眼視差を大きくすることができる。このため、物体ＯＢＪと物体ＯＢＪを示す画像とのＺ方向の距離が離れている場合には、近い場合に比して物体ＯＢＪの立体感

が強調される程度を大きくすることができる。一方、物体ＯＢＪと物体ＯＢＪを示す画像とのＺ方向の距離が離れている場合、近い場合に比して物体ＯＢＪと物体ＯＢＪを示す画像との位置を重ねることがより難しくなる。このため、物体ＯＢＪと物体ＯＢＪを示す画像とのＺ方向の距離を近づけることにより、物体ＯＢＪと物体ＯＢＪを示す画像との位置を重ねやすくすることができる。つまり、物体ＯＢＪと物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）との距離を適切な範囲に調整できれば、立体感の強調の程度と、位置の重ねやすさとを調整することができる。ここで、表示部１０４は、物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）として虚像ＶＩを表示する。これにより、表示装置１０は、物体ＯＢＪと物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）とのＺ方向の距離を、表示面１０５の位置に制約されずに容易に設定することができる。

[0064] また、本実施形態の表示装置１０が備える表示制御部１０３は、撮像部１０１が生成した画像に含まれる所定の物体ＯＢＪを示す画像の情報量を低減させた画像を、物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）として表示部１０４に表示させる。ここで、所定の物体ＯＢＪを示す画像の情報量を低減させた画像とは、所定の物体ＯＢＪを示す画像のエッジ部分Ｅを示す画像である。なお、所定の物体ＯＢＪを示す画像の情報量を低減させた画像とは、高周波成分を示す画像であってもよい。ここで、画像の情報量が多い場合には、表示制御部１０３の演算負荷が大きくなる。このため、表示制御部１０３の演算能力が低い場合には演算遅延によって表示に遅延が発生することにより、遅延が発生しない場合に比して物体ＯＢＪと物体ＯＢＪを示す画像とを重ねることが難しくなるという問題が生じる。また、演算遅延を発生させないために、表示制御部１０３の演算能力を向上させると、表示装置１０の部品コストが上昇するという問題が生じる。一方、画像の情報量が少ない場合にはこれらの問題を低減することができる。すなわち、表示装置１０は、情報量を低減させない画像を表示させる場合に比して、表示制御部１０３の演算負荷を低減させることができる。これにより、表示装置１０は、演算遅延や部品コストの上昇の程度を低減させることができる。

[0065] また、本実施形態の表示装置１０が備える表示制御部１０３は、検出部が前記所定の物体ＯＢＪを検出したタイミングに基づいて、物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）を表示部１０４に表示させてもよい。これにより、表示装置１０は、常に表示部１０４に物体ＯＢＪを示す画像を表示させるのではなく、所定の物体ＯＢＪ（例えば、道路標識ＲＳ）を検出したタイミングで物体ＯＢＪを示す画像を表示させることができる。したがって、観察者（例えば、車両２０の運転者）に注意を喚起させる物体ＯＢＪ（例えば、制限速度を示す道路標識ＲＳ）を、予め検出対象の物体ＯＢＪとして設定しておくことにより、表示装置１０は、観察者（例えば、車両２０の運転者）に注意を喚起させたいタイミングで、注意を喚起させる物体ＯＢＪを示す画像を表示させることができる。このように、表示装置１０は、観察者（例えば、車両２０の運転者）に注意を喚起させたいタイミングで、物体ＯＢＪの立体感を強調する画像を表示することにより、常に画像を表示する場合に比して観察者に注意を喚起させる程度を向上させることができる。

[0066] ［第１の変形例］

次に、本実施形態の第１の変形例による表示装置１０ａについて、図１３を参照して説明する。なお、上述した実施形態と同一の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0067] 図１３は、本実施形態の第１の変形例による表示装置１０ａの構成の一例を示す構成図である。表示装置１０ａは、撮像部１０１ａと、検出部１０２ａと、表示制御部１０３ａとを備えている。

[0068] 撮像部１０１ａは、第１カメラ１１１と、第２カメラ１１２とを備えている。この第１カメラ１１１と第２カメラ１１２とは、ステレオカメラを構成しており、物体ＯＢＪをそれぞれ撮像して、その画像を生成する。第１カメラ１１１は、第１画像を生成する。第２カメラは、第２画像を生成する。

[0069] 検出部１０２ａは、３次元形状取得部１１３を備えている。この３次元形状取得部１１３は、撮像部１０１ａの第１カメラ１１１が撮像して生成した第１画像と、第２カメラ１１２が撮像して生成した第２画像とを取得し、取

得した第１画像と第２画像とに基づいて、物体ＯＢＪの立体画像を生成する。すなわち、３次元形状取得部１１３は、検出した所定の物体ＯＢＪの３次元形状を取得する。

[0070] 表示制御部１０３ａは、物体ＯＢＪと視点位置ＶＰとの距離に基づいて画像の明るさを設定して、設定した明るさの虚像ＶＩを表示部１０４に表示させる。具体的には、表示制御部１０３ａは、３次元形状取得部１１３が取得した物体ＯＢＪの３次元形状に基づいて、物体ＯＢＪのうち視点位置ＶＰに近い部分を、遠い部分に比して明るくした虚像ＶＩを、表示部１０４に表示させる。すなわち、表示制御部１０３ａは、３次元形状取得部１１３が取得した３次元形状に基づいて生成される所定の物体ＯＢＪの立体感を強調する画像を、物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）として表示部１０４に表示させる。ここで、所定の物体ＯＢＪの立体感を強調する画像とは、例えば、所定の物体ＯＢＪのうち視点位置ＶＰとの距離が遠い部分より近い部分が明るい画像である。つまり、表示制御部１０３ａは、３次元形状取得部１１３が取得した３次元形状に基づいて、所定の物体ＯＢＪのうち視点位置ＶＰとの距離が遠い部分より近い部分が明るい画像を、物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）として表示部１０４に表示させる。

[0071] ここで、物体ＯＢＪに重ねられる物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）の明るさが明るい部分は、物体ＯＢＪが手前（＋Ｚ方向）に、暗い部分は物体ＯＢＪが奥（－Ｚ方向）にあるように観察者（ユーザ）に認識される。したがって、所定の物体ＯＢＪのうち視点位置ＶＰとの距離が遠い部分より近い部分が明るい画像を、物体ＯＢＪを示す画像として表示すると、観察者には、物体ＯＢＪの立体感がより強調されて認識される。つまり、表示装置１０ａは、物体ＯＢＪのうち視点位置ＶＰとの距離が遠い部分より近い部分が明るい画像を、物体ＯＢＪを示す画像として表示することにより、物体ＯＢＪの立体感を強調する程度を向上させることができる。

[0072] また、表示装置１０ａは、画像生成部１１４を備えていてもよい。この画像生成部１１４は、３次元形状取得部１１３が取得した３次元形状に基づい

て、所定の物体ＯＢＪの立体感を強調する画像を生成する。ここで、所定の物体ＯＢＪの立体感を強調する画像とは、例えば、所定の物体ＯＢＪのうち視点位置ＶＰとの距離が遠い部分より近い部分が明るい画像である。

[0073] これにより、表示装置１０ａは、物体ＯＢＪの３次元形状に基づいて物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）の明るさを設定することができるため、物体ＯＢＪの３次元形状に基づかない場合に比して物体ＯＢＪを示す画像の明るさを高精度に設定することができる。つまり、表示装置１０ａは、物体ＯＢＪの立体感を強調する精度を向上させることができる。

[0074] ［第２の変形例］

次に、本実施形態の第２の変形例による表示装置１０ｂについて、図１４を参照して説明する。なお、上述した実施形態および変形例と同一の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0075] 図１４は、本実施形態の第２の変形例による表示装置１０ｂの構成の一例を示す構成図である。表示装置１０ｂは、検出部１０２ｂと、表示制御部１０３ｂと、標識検出部１１６と、移動速度取得部１１７とを備えている。

[0076] 標識検出部１１６は、検出部１０２ｂが検出した道路標識ＲＳの画像の中から、速度表示を示す画像の部分を検出する。すなわち、標識検出部１１６は、道路標識ＲＳに示される速度を検出する。

[0077] 移動速度取得部１１７は、車両制御装置３０から、車両２０の移動速度を示す情報を取得する。すなわち、移動速度取得部１１７は、表示装置１０ｂ（自装置）の移動速度を取得する。

[0078] 表示制御部１０３ｂは、移動速度取得部１１７が取得した移動速度が、標識検出部１１６が検出した道路標識ＲＳに示される速度を所定の速度以上超えている場合に、道路標識ＲＳを示す画像（物体画像）を表示部１０４に表示させる。

[0079] これにより、表示装置１０ｂは、道路標識ＲＳが示す制限速度以下で移動（例えば、車両２０が走行）している場合には、物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）を表示させないでおき、制限速度を超えて移動している場合には、

物体ＯＢＪを示す画像を表示させることができる。したがって、表示装置１０ｂは、走行中の車両２０が制限速度を超えた場合に、物体ＯＢＪを示す画像を表示させることができる。これにより、表示装置１０ｂは、観察者（ユーザ。例えば、車両２０の運転者）に、制限速度を超えているとの注意を喚起することができる。

[0080] なお、検出部１０２ｂは、距離検出部１１５を備えていてもよい。この距離検出部１１５は、所定の物体ＯＢＪまでの距離を検出する。

また、表示制御部１０３ｂは、距離検出部１１５により検出された距離が所定の距離より近い場合に、物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）を表示部１０４に表示させる。

[0081] これにより、表示装置１０ｂは、物体ＯＢＪが遠くにある場合には、物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）を表示させないでおき、所定の距離まで物体ＯＢＪに近づいた場合には、物体ＯＢＪを示す画像を表示させることができる。したがって、表示装置１０ｂは、走行中の車両２０の前方に急に人が飛び出してきた場合や、前方の他の車両２０との車間距離が近すぎる場合に、物体ＯＢＪを示す画像を表示させることができる。これにより、表示装置１０ｂは、観察者（ユーザ。例えば、車両２０の運転者）に、前方に危険が迫っている場合に、注意を喚起することができる。

[0082] ［第３の変形例］

次に、本実施形態の第３の変形例による表示装置１０ｃについて、図１５を参照して説明する。なお、上述した実施形態および変形例と同一の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

図１５は、本実施形態の第３の変形例による表示装置１０ｃの構成の一例を示す構成図である。表示装置１０ｃは、表示制御部１０３ｃと、動き速度検出部１１８とを備えている。

[0083] 動き速度検出部１１８は、検出部１０２が検出した所定の物体ＯＢＪの動き速度を検出する。ここで動き速度とは、Ｘ方向またはＹ方向への物体ＯＢＪの移動速度である。

[0084] 表示制御部１０３ｃは、動き速度検出部１１８が検出した物体ＯＢＪの動き速度に基づいて、物体ＯＢＪのうちの動き速度が遅い部分の画像を、物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）として表示部１０４に表示させる。

[0085] これにより、表示装置１０ｃは、物体ＯＢＪのうち、Ｘ方向またはＹ方向への移動速度が大きい部分については、物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）を表示させないでおき、Ｘ方向またはＹ方向への移動速度が小さい部分については、物体ＯＢＪを示す画像を表示させることができる。ここで、物体ＯＢＪのうち、Ｘ方向またはＹ方向への移動速度が大きい部分については、移動速度が小さい部分に比して、物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）を重ねて表示することが難しい。例えば、物体ＯＢＪが歩道を歩く人間である場合に、移動速度が小さい体幹の部分に比して、移動速度が大きい手先や足先の部分は、物体ＯＢＪである人間を示す画像（物体画像）を重ねて表示することが難しい。このため、物体ＯＢＪのうち、Ｘ方向またはＹ方向への移動速度が大きい部分に物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）を重ねて表示しようとすると、物体ＯＢＪと、物体ＯＢＪを示す画像との重なりにずれが生じて、立体感が強調される程度が低減してしまうことがある。したがって、表示装置１０ｃは、Ｘ方向またはＹ方向への移動速度が大きい部分については、物体ＯＢＪを示す画像を表示しないようにすることで、立体感が強調される程度が低減されないようにすることができる。

[0086] また、表示装置１０ｃは、位置検出部１１９（視点位置検出部）を備えていてもよい。この位置検出部１１９は、観察者（ユーザ）の頭部または目の位置を視点位置ＶＰとして検出する。

[0087] この場合には、表示制御部１０３ｃは、位置検出部１１９が検出した視点位置ＶＰを示す情報に基づいて、表示面１０５（表示部）を透過する光による所定の物体ＯＢＪの像と、物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）とが重なるように、物体ＯＢＪを示す画像を表示部１０４に表示させる。これにより、表示装置１０ｃは、観察者（ユーザ）の位置の変化に追従して視点位置ＶＰを変化させることができる。

[0088] 以上、第１の実施形態とその変形例において、撮像部（撮像部１０１、１０１ａ）が、車両２０の車室内にあり、フロントガラスＷＳを介して物体ＯＢＪを撮像する構成について説明したが、これに限られない。撮像部（撮像部１０１、１０１ａ）は、表示制御部（表示制御部１０３、１０３ａ、１０３ｂ、１０３ｃ）が、表示部１０４に表示させる画像の位置および大きさを設定することができる所定の位置にあればよく、車両２０の車室外の位置に設置されていてもよい。例えば、撮像部（撮像部１０１、１０１ａ）は、車両２０の車室外（例えば、前照灯（不図示）の近傍）にあり、フロントガラスＷＳを介さずに物体ＯＢＪを撮像してもよい。このように構成しても、ユーザが感じる物体ＯＢＪの立体感を強調することができる。また、このように構成することにより、表示装置（表示装置１０、１０ａ、１０ｂ、１０ｃ）は、撮像部（撮像部１０１、１０１ａ）を設置する位置の自由度が低下することを防ぐことができる。

[0089] また、第１の実施形態とその変形例において、物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）が、虚像ＶＩである場合について説明したが、これに限られない。物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）は、視点位置ＶＰから見た場合に、物体ＯＢＪと重なって見えればよく、例えば、物体ＯＢＪを示す画像（物体画像）は、表示面１０５の位置に表示される実像であってもよい。このように構成しても、ユーザが感じる物体ＯＢＪの立体感を強調することができる。また、このように構成することにより、表示装置（表示装置１０、１０ａ、１０ｂ、１０ｃ）は、虚像光学系が不要になるため、表示部１０４の構成を簡略化することができる。

[0090] また、第１の実施形態とその変形例において、表示部１０４がフロントガラスＷＳの表示面１０５に画像を投影する構成について説明したが、これに限られない。表示部１０４が表示する画像は、視点位置ＶＰにおいて物体ＯＢＪと重ねて見ることができればよく、例えば、表示部１０４が透過型の液晶表示面に画像を表示する構成であってもよい。

[0091] ［第２の実施形態］

次に、本発明の第２の実施形態による表示装置１０ｄについて、図１６を参照して説明する。なお、上述した実施形態および変形例と同一の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

図１６は、本発明の第２の実施形態による表示装置１０ｄの構成の一例を示す構成図である。この表示装置１０ｄは、観察者（ユーザ）の頭部に装着されるヘッドマウントディスプレイ（ＨＭＤ）であり、入射する光を透過する表示面１０５としての接眼光学系１０５ｄを備える点が、第１の実施形態と異なる。この接眼光学系１０５ｄに表示される画像とは、視点位置ＶＰから観察者が見た場合に、表示面１０５の位置から（－Ｚ）方向に離れた位置に虚像ＶＩを生じさせる画像である。この場合、視点位置ＶＰとは、ヘッドマウントディスプレイである表示装置１０ｄを装着するユーザの眼の位置である。

[0092] この表示面１０５は、観察者の左眼に対して画像を表示する不図示の左眼表示部と、観察者の右眼に対して画像を表示する不図示の右眼表示部とを備えている。接眼光学系１０５ｄは、表示面１０５が備える左眼表示部に左眼画像を、右眼表示部に右眼画像をそれぞれ表示する。

[0093] 撮像部１０１は、ヘッドマウントディスプレイの所定の位置（例えば、左眼表示部と右眼表示部との間の位置）に備えられている。この撮像部１０１は、例えば、ビデオカメラであり、視点位置ＶＰから観察者が見る方向を撮像して画像を生成する。

[0094] 表示制御部１０３は、撮像部１０１が物体（表示対象）ＯＢＪを撮像する位置および方向を示す情報と、表示面１０５が備える不図示の左眼表示部および右眼表示部の光学系の特性を示す情報とに基づいて、道路標識ＲＳの画像が表示される位置および大きさを設定する。次に、表示制御部１０３は、設定した画像を表示部１０４に出力する。

[0095] このように構成しても、表示装置１０ｄは、上述した第１の実施形態の表示装置と同様に、観察者（ユーザ）が感じる物体ＯＢＪの立体感を強調することができる。

[0096] ［第３の実施形態］

以下、図面を参照して、本発明の第３の実施形態を説明する。

図１７は、本発明の第３の実施形態における表示装置２００１の構成の概要の一例を示す概要図である。以下、各図の説明においてはＸＹＺ直交座標系を設定し、このＸＹＺ直交座標系を参照しつつ各部の位置関係について説明する。表示装置２００１が画像を表示している方向をＺ軸の正の方向とし、Ｚ軸方向に垂直な平面上の直交方向をそれぞれＸ軸方向及びＹ軸方向とする。ここでは、Ｘ軸方向は、表示装置２００１の水平方向とし、Ｙ軸方向は表示装置２００１の鉛直上方向とする。以下、この表示装置２００１の構成の概要について説明する。

[0097] 本実施形態の表示装置２００１は、表示部２０１０を備えている。表示部２０１０は、奥行き位置Z_1に画像を表示する表示面２０１１Ｓを備えている。ユーザＵ（以下の説明において、観察者ともいう。）は、奥行き位置ＺＶＰに定められている視点位置ＶＰから、この表示面２０１１Ｓと、物体（表示対象）ＯＢＪとを見る。ここで、表示面２０１１Ｓとは、例えば、液晶ディスプレイや液晶プロジェクタなどの透過型スクリーンである。この表示面２０１１Ｓは、透過型スクリーンであるため、観察者Ｕが視点位置ＶＰから表示面２０１１Ｓを見た場合に、表示面２０１１Ｓが表示する画像と、物体ＯＢＪとが重なるように見える。

[0098] ここでは、一例として、物体ＯＢＪが、図１７に示すように、奥行き位置Z_2に置かれた球である場合について説明する。一例として、この球とは、ロボットの頭部である。

このロボットの頭部には、鼻ＮＳが付いている。表示面２０１１Ｓは、物体ＯＢＪの輪郭部を示すエッジ画像ＰＥ（輪郭画像）を含む画像Ｐ１１を表示する。この表示面２０１１Ｓは、観察者Ｕが視点位置ＶＰから表示面２０１１Ｓと物体ＯＢＪとを重ねて見た場合に、物体ＯＢＪの輪郭部と、表示面２０１１Ｓが表示する画像Ｐ１１が示すエッジ画像ＰＥとが重なるようにして、エッジ画像ＰＥを表示する。

[0099] なお、表示面２０１１Ｓが表示する画像Ｐ１１は、エッジ画像ＰＥだけでなく物体ＯＢＪをそのまま示す画像を含んでいてもよく、また、物体ＯＢＪの輪郭部分（エッジ部分）を強調して示す画像を含んでいてもよい。また、このエッジ画像ＰＥとは、物体ＯＢＪを表示する画素値の周波数成分のうち、高周波部分の画像であってもよい。以下、画像Ｐ１１が、エッジ画像ＰＥのみを含む場合について説明する。

[0100] 観察者Ｕが、視点位置ＶＰから画像Ｐ１１と物体ＯＢＪとを重ねて見ると、観察者Ｕの左眼Ｌと右眼Ｒとの間において、輪郭部の重なり方に差が生じる。すなわち、観察者Ｕが、視点位置ＶＰから奥行き位置が相違する画像Ｐ１１と物体ＯＢＪとを重ねて見ると、両眼視差が生じる。この両眼視差によって、観察者Ｕは、ロボットの頭部の立体像を知覚する。

[0101] この表示装置２００１は、物体ＯＢＪの立体像ＳＩを、観察者Ｕの指示に基づいて変形させることができる。以下、表示装置２００１が表示する画像を、観察者Ｕの指示に基づいて変形させる場合の一例について説明する。この例において、観察者Ｕは、物体ＯＢＪであるロボットの頭部の形状を右手ＲＨの人差し指で変形するように、表示装置２００１に対して指示をする。具体的には、観察者Ｕは、表示面２０１１Ｓを通して見える物体ＯＢＪのロボットの頭部を人差し指で押すように右手ＲＨを動かす。この物体ＯＢＪのロボットの頭部は、例えば、粘土など柔軟性のある材質でできている。このため、物体ＯＢＪのロボットの頭部の表面を指で押すことによって形状を変形することが可能である。仮に、物体ＯＢＪのロボットの鼻ＮＳを人差し指で直接押し込めば、ロボットの鼻ＮＳの高さが低くなるように変形する。

[0102] この表示装置２００１は、観察者Ｕが物体ＯＢＪに触れていなくても、指示を行うことにより、実際に物体ＯＢＪに触れて変形させたかのように、物体ＯＢＪの形状を変形させて表示することができる。例えば、表示装置２００１は、物体ＯＢＪに対して、観察者Ｕが押す動作（指示）をした場合に、ロボットの鼻ＮＳの高さが低くなるように見える画像を表示する。これにより、表示装置２００１は、観察者Ｕがロボットの鼻ＮＳに直接触れずに人差

し指を動かした場合であっても、観察者Ｕに対して、物体ＯＢＪが変形したように見せることができる。具体的には、表示装置２００１は、観察者Ｕが押す動作（指示）をした場合に、この指示を検出して、物体ＯＢＪに重ねて表示している画像Ｐ１１の一部の表示内容を変更する。これにより、観察者Ｕが画像Ｐ１１と物体ＯＢＪとを重ねて見た場合、あたかも物体ＯＢＪが変形したかのように見える。以下、画像Ｐ１１の表示内容の一部を変更する具体的な構成について説明する。

[0103] この表示装置２００１は、指示検出部２０２０と、画像補正部２０３０とを備えている。この指示検出部２０２０は、モーションセンサやステレオカメラなど、観察者Ｕの頭部の位置と、人指し指の動き、および位置とを検出する装置を備えており、観察者Ｕの視点位置ＶＰ、および観察者Ｕの指示を検出する。ここで、観察者Ｕの指示とは、例えば、表示装置２００１に対して、ある奥行き位置に右手ＲＨの人差し指を差し出す動作である。この例において、観察者Ｕは、物体ＯＢＪを指差すように表示装置２００１の前に右手ＲＨの人差し指を差し出す。指示検出部２０２０は、この右手ＲＨの人差し指の位置を検出することにより、物体ＯＢＪであるロボットの頭部のうち、観察者Ｕが指差している部分を検出する。また、指示検出部２０２０は、観察者Ｕの頭部の眼の位置を視点位置ＶＰとして検出する。画像補正部２０３０は、指示検出部２０２０の検出結果に基づいて、エッジ画像ＰＥを補正する。この観察者Ｕの指示による画像の補正の一例について、図１８を参照して説明する。

[0104] 図１８は、本実施形態の画像補正部２０３０が補正する画像の一例を示す模式図である。この例の場合、指示検出部２０２０は、観察者Ｕが右手ＲＨの人差し指を差し出していることを検出する。具体的には、指示検出部２０２０は、観察者Ｕの右手ＲＨの画像に基づいて、観察者Ｕの人差し指の座標を検出する。画像補正部２０３０は、指示検出部２０２０が検出した観察者Ｕの人差し指の座標に基づいて、画像Ｐ１１に含まれるエッジ画像ＰＥに対してエッジ画像ＰＥ’を付加する補正を行う。このエッジ画像ＰＥ’とは、

物体ＯＢＪの立体感を変化させることにより、ロボットの鼻ＮＳの高さを変化させる画像である。このエッジ画像ＰＥ’によりロボットの鼻ＮＳの高さ、すなわち物体ＯＢＪの立体感が変化するため、観察者Ｕは、差し出した人差し指によってロボットの鼻ＮＳの高さが変化したように感じる。次に、観察者Ｕの人差し指の奥行き位置に応じて、画像Ｐ１１が変化する様子について、図１９Ａ～１９Ｃを参照して説明する。

[0105] 図１９Ａ～１９Ｃは、本実施形態の画像補正部２０３０が補正する画像の変化の一例を示す模式図である。この具体例の場合、観察者Ｕの人差し指が奥行き位置の手前から奥に移動するにつれて、画像補正部２０３０は、図１９Ａ～１９Ｃに示すように画像を変化させる。例えば、観察者Ｕの人差し指が奥行き位置ＺＤ１（図１７を参照。）にある場合には、画像補正部２０３０は、画像Ｐ１１に含まれるエッジ画像ＰＥに対して図１９Ａに示すエッジ画像ＰＥ’Ａを付加する補正を行う。また、観察者Ｕの人差し指が奥行き位置ＺＤ２（図１７を参照。）にある場合には、画像補正部２０３０は、画像Ｐ１１に含まれるエッジ画像ＰＥに対して図１９Ｂに示すエッジ画像ＰＥ’Ｂを付加する補正を行う。また、観察者Ｕの人差し指が奥行き位置ＺＤ３（図１７を参照。）にある場合には、画像補正部２０３０は、画像Ｐ１１に含まれるエッジ画像ＰＥに対して図１９Ｃに示す画像Ｐ１３（第３画像）を付加する補正を行う。

[0106] ここで、図１９Ａに示すエッジ画像ＰＥ’Ａとは、物体ＯＢＪのロボットの頭部の立体感を変化させることにより、ロボットの鼻ＮＳの高さを変化させる画像である。また、図１９Ｂに示すエッジ画像ＰＥ’Ｂとは、図１９Ａに示すエッジ画像ＰＥ’Ａよりも物体ＯＢＪの立体感をさらに変化させた画像である。具体的には、エッジ画像ＰＥ’Ｂとは、図１９Ａに示すロボットの鼻ＮＳの高さをさらに変化させた画像である。

また、図１９Ｃに示す画像Ｐ１３（第３画像）とは、物体ＯＢＪに重ねて表示することにより、物体ＯＢＪの外観を変化させる画像である。具体的には、画像Ｐ１３（第３画像）とは、物体ＯＢＪのロボットの頭部があたかも

風船のように破裂してロボットの頭部の内部が見えた状態を示す画像である。

[0107] この画像補正部２０３０は、観察者Ｕの人差し指の奥行き位置が、奥行き位置ＺＤ１から奥行き位置ＺＤ３に移動することに伴い、物体ＯＢＪのロボットの鼻ＮＳの高さが徐々に低くなり、さらには、このロボットの頭部が破裂してロボットの頭部の内部が見える画像に変化させる。このように、観察者Ｕの指示に基づいて画像Ｐ１１を変化させることにより、表示装置２００１は、あたかも物体ＯＢＪが変形したかのように画像を表示することができる。

[0108] ここまで、表示装置２００１が表示する画像の具体例について説明した。上述したように、この表示装置２００１は、物体ＯＢＪの輪郭部に重ねてエッジ画像ＰＥを表示して、物体ＯＢＪの立体像ＳＩを生じさせることにより、物体ＯＢＪに立体感を付与する。次に、図２０を参照して、観察者Ｕが知覚する立体像ＳＩの奥行き位置について説明する。

[0109] 図２０は、画像Ｐ１１と物体ＯＢＪとによって生じる立体像ＳＩの奥行き位置の一例を示す模式図である。上述したように、表示面２０１１Ｓは、奥行き位置$Ｚ_1$に画像Ｐ１１を表示する。この表示面２０１１Ｓは、画像Ｐ１１に基づく第１光束Ｒ１１を発する。表示面２０１１Ｓから発せられた第１光束Ｒ１１は、視点位置ＶＰにいる観察者に画像Ｐ１１の光学像として観察される。同様に、物体ＯＢＪは、奥行き位置$Ｚ_2$に置かれている。この物体ＯＢＪは、第２光束Ｒ１２を発する。物体ＯＢＪから発せられた第２光束Ｒ１２は、視点位置ＶＰにいる観察者に物体ＯＢＪの光学像として観察される。観察者は、視点位置ＶＰにおいて、第１光束Ｒ１１と第２光束Ｒ１２とを同時に観察することにより、物体ＯＢＪが立体表示された立体像ＳＩを認識する。この観察者が立体像ＳＩを認識する仕組みについては、後述する。

[0110] ここで、立体像ＳＩの奥行き位置とは、観察者が認識する立体像ＳＩのＺ軸方向（奥行き方向）の位置である。具体的には、立体像ＳＩの奥行き位置は、物体ＯＢＪの奥行き位置を基準にしたＺ方向の距離によって示される。

例えば、表示面２０１１Ｓと物体ＯＢＪとの間のＺ軸方向の距離が距離Ｌｚである場合、立体像ＳＩの奥行き位置は、物体ＯＢＪの奥行き位置$Ｚ_2$を距離Ｌａ＝０とし、表示面２０１１Ｓの奥行き位置$Ｚ_1$を距離Ｌａ＝Ｌｚとした距離Ｌａによって示される。

[0111] この立体像ＳＩの奥行き位置は、表示面２０１１Ｓが表示するエッジ画像ＰＥの画素値（例えば、明るさ）に依存する。例えば、表示面２０１１Ｓが表示するエッジ画像ＰＥの明るさをより明るくすると、立体像ＳＩの奥行き位置は、距離Ｌａ＝０（すなわち、物体ＯＢＪ）に近づく。逆に、表示面２０１１Ｓが表示するエッジ画像ＰＥの明るさをより暗くすれば、立体像ＳＩの奥行き位置は、距離Ｌａ＝Ｌｚ（すなわち、表示面２０１１Ｓ）に近づく。このように、立体像ＳＩの奥行き位置は、エッジ画像ＰＥの明るさに応じて、距離Ｌａ＝０～Ｌｚの間において変化する。

[0112] 次に、図２１を参照して、表示装置２００１の具体的な構成について説明する。

図２１は、本実施形態の表示装置２００１の具体的な構成の一例を示す模式図である。表示装置２００１は、表示部２０１０と、指示検出部２０２０と、画像補正部２０３０と、記憶部２０４０とを備えている。

[0113] 記憶部２０４０には、表示部２０１０が表示する画像Ｐ１１の情報が、予め記憶されている。具体的には、記憶部２０４０には、指示検出部２０２０が検出した指示の奥行き位置を示す情報と、この奥行き位置に応じて表示される画像の情報とが関連付けられて、画像Ｐ１１の情報として記憶されている。より具体的には、記憶部２０４０には、奥行き位置ＺＤ１と、エッジ画像ＰＥ’Ａ（図１９Ａを参照。）とが関連付けられて記憶されている。また、記憶部２０４０には、奥行き位置ＺＤ２と、エッジ画像ＰＥ’Ｂ（図１９Ｂを参照。）とが、関連付けられて記憶されている。また、記憶部２０４０には、奥行き位置ＺＤ３と、エッジ画像ＰＥ’Ｃとが、関連付けられて記憶されている。

[0114] 指示検出部２０２０は、観察者Ｕによる指示を検出する。上述したように

、この指示とは、物体ＯＢＪの立体像ＳＩが生じる奥行き位置を示す指示である。具体的には、指示検出部２０２０は、観察者Ｕが人差し指を奥行き位置ＺＤ１にする指示を検出する。上述の例において、この観察者Ｕが人差し指を奥行き位置ＺＤ１にする指示とは、ロボットの鼻ＮＳの高さを変化させる画像（例えば、図１９Ａを参照。）を表示する指示である。このロボットの鼻ＮＳの高さを変化させる画像とは、物体ＯＢＪの立体像ＳＩが生じる奥行き位置を変化させた画像の一例である。すなわち、指示検出部２０２０は、物体ＯＢＪの立体像ＳＩが生じる奥行き位置を示す指示を検出する。

[0115] 画像補正部２０３０は、指示検出部２０２０が検出した観察者Ｕの指示に基づいて、表示部２０１０が表示する画像Ｐ１１を補正する。具体的には、画像補正部２０３０は、指示検出部２０２０が検出した観察者Ｕの指示の奥行き位置を示す情報を取得する。また、画像補正部２０３０は、取得した指示の奥行き位置を示す情報に関連付けて記憶されている画像の情報を記憶部２０４０から読み出す。例えば、画像補正部２０３０は、観察者Ｕが人差し指を奥行き位置ＺＤ１にする指示が検出された場合、奥行き位置ＺＤ１に関連付けて記憶されているエッジ画像ＰＥ’Ａを記憶部２０４０から読み出す。また、画像補正部２０３０は、観察者Ｕが人差し指を奥行き位置ＺＤ２にする指示が検出された場合、奥行き位置ＺＤ２に関連付けて記憶されているエッジ画像ＰＥ’Ｂを記憶部２０４０から読み出す。また、画像補正部２０３０は、観察者Ｕが人差し指を奥行き位置ＺＤ３にする指示が検出された場合、奥行き位置ＺＤ３に関連付けて記憶されているエッジ画像ＰＥ’Ｃを記憶部２０４０から読み出す。ここで、エッジ画像ＰＥ’Ａ～Ｃとは、立体像ＳＩが生じる奥行き位置が相違する画像である。すなわち、画像補正部２０３０は、立体像ＳＩが生じる奥行き位置が相違する画像のなかから、検出された指示の奥行き位置に基づく画像を選択して記憶部２０４０から読み出す。また、画像補正部２０３０は、読み出した画像を画像Ｐ１１に付加して表示部２０１０に出力する。すなわち、画像補正部２０３０は、読み出した画像によって画像Ｐ１１を補正し、補正した画像を画像Ｐ１１として表示部２

０１０に出力する。これにより、画像補正部２０３０は、検出された指示に基づいて、立体像ＳＩが生じる奥行き位置を可変することができる。すなわち、画像補正部２０３０は、検出された指示に基づいて画像を補正することにより、立体像ＳＩが生じる奥行き位置を可変にする。

[0116] 表示部２０１０は、上述したように、入射する光を透過可能であり、透過した物体ＯＢＪの光による像に対応する画像であってこの物体ＯＢＪに立体感を付与する画像を表示する。

[0117] このようにして、表示装置２００１は、物体ＯＢＪの輪郭部と、その輪郭部を示すエッジ画像ＰＥとを重ねて表示する。これにより、表示装置２００１は、観察者Ｕが観察する物体ＯＢＪに立体感を与えることができる。つまり、観察者Ｕは、物体ＯＢＪの輪郭部と、その輪郭部を示す輪郭画像とを重ねて見た場合、物体ＯＢＪがＺ軸方向に飛び出すような立体像を知覚する。この表示装置２００１が表示する画像によって観察者Ｕに立体感を与える仕組みについて、図５～図１０を参照して説明する。

[0118] 図５は、本実施形態の物体ＯＢＪの一例を示す模式図である。ここまで、物体ＯＢＪが球（例えば、鼻ＮＳが付いているロボットの頭部）である場合について説明したが、ここでは一例として、物体ＯＢＪが四角形である場合について、以下説明する。

表示面２０１１Ｓは、物体ＯＢＪとしての四角形の画像を表示する。この四角形とは、等しい長さの４辺が各頂点においてそれぞれ直角に交わる図形である。この四角形は、四角形の外部と内部とを分ける輪郭線としての４辺を有している。この四角形を見る観察者は、四角形の外部と内部との明るさの差が大きい場合に、この輪郭線を、四角形のエッジ部分Ｅであると知覚する。つまり、エッジ部分Ｅとは、物体ＯＢＪのうち、周囲の明るさの差が他の部分の明るさの差に比して相対的に大きい部分である。四角形の場合、各辺がエッジ部分Ｅになりうるが、ここでは、各エッジ部分Ｅのうち、四角形のＹ軸方向に平行な２辺を、それぞれエッジ部分Ｅ１およびエッジ部分Ｅ２として説明する。

[0119] 次に、図６を参照して、この四角形に対応する画像Ｐ１１の一例について説明する。

図６は、本実施形態の画像Ｐ１１の一例を示す模式図である。上述したように物体ＯＢＪが四角形である場合、画像Ｐ１１とは、四角形の左辺のエッジ部分Ｅ１を示すエッジ画像ＰＥ１、および四角形の右辺のエッジ部分Ｅ２を示すエッジ画像ＰＥ２を含む画像である。

[0120] すなわち、物体ＯＢＪが四角形である場合、表示面２０１１Ｓは、そのエッジ部分Ｅ１およびエッジ部分Ｅ２にそれぞれ対応するエッジ画像ＰＥ１およびエッジ画像ＰＥ２を含む画像Ｐ１１を表示する。

[0121] なお、ここでは一例として、エッジ画像ＰＥとは、四角形の左辺および右辺のエッジ部分を示す画像であるとして説明するが、これに限られない。例えば、エッジ画像ＰＥとは、四角形の上辺および下辺のエッジ部分を示す画像であってもよく、また四角形のすべての各辺のエッジ部分を示す画像であってもよい。

[0122] 次に、図７を参照して、物体ＯＢＪとしての四角形の位置と、エッジ画像ＰＥ１およびエッジ画像ＰＥ２を含む画像Ｐ１１の位置と、観察者の視点位置ＶＰとの位置関係について説明する。

[0123] 図７は、本実施形態における物体ＯＢＪと画像Ｐ１１と視点位置ＶＰとの位置関係の一例を示す模式図である。観察者は、奥行き位置Z_0にある視点位置ＶＰから、奥行き位置Z_2にある物体ＯＢＪと、奥行き位置Z_1にある画像Ｐ１１とを重ねて見る。この画像Ｐ１１とは、上述したように、エッジ画像ＰＥ１と、エッジ画像ＰＥ２とを含む画像である。

[0124] 表示面２０１１Ｓは、物体ＯＢＪである四角形のエッジ部分Ｅ１と、画像Ｐ１１のエッジ画像ＰＥ１とが視点位置ＶＰにおいて重なって見えるように、画像Ｐ１１を表示する。

また、表示面２０１１Ｓは、物体ＯＢＪである四角形のエッジ部分Ｅ２と、画像Ｐ１１のエッジ画像ＰＥ２とが視点位置ＶＰにおいて重なって見えるように、画像Ｐ１１を表示する。このようにして物体ＯＢＪと、物体ＯＢＪ

（例えば、四角形）を示す画像Ｐ１１とを、観察者が重ねて見ると、観察者の網膜像上において認識できないくらいの微小な輝度の段差ができる。このような場合においては、明るさ（例えば、輝度）の段差間に仮想的な輪郭（エッジ）を知覚して、物体ＯＢＪと画像Ｐ１１とを１つの画像として知覚する。このとき、左眼Ｌが見る光学像ＩＭＬと、右眼Ｒが見る光学像ＩＭＲとには両眼視差が生ずるため、この仮想的な輪郭にも少しだけずれが生じて両眼視差として知覚して、物体ＯＢＪの見かけの奥行き位置が変化する。以下、この左眼Ｌが見る光学像ＩＭＬ、右眼Ｒが見る光学像ＩＭＲの順に説明し、あわせて物体ＯＢＪの見かけの奥行き位置が変化する仕組みについて説明する。

[0125] 図８は、本実施形態における観察者の眼に見える光学像ＩＭの一例を示す模式図である。このうち、図８（Ｌ）は、観察者の左眼Ｌに見える光学像ＩＭＬの一例を示す模式図である。同図に示すように、奥行き位置$Ｚ_{0}$にある視点位置ＶＰの左眼Ｌの位置において、物体ＯＢＪと画像Ｐ１１Ｌとを重ねて見ると、エッジ画像ＰＥ１とエッジ部分Ｅ１とが、位置Ｘ２～位置Ｘ３の範囲において重なって見える。すなわち、エッジ画像ＰＥ１が四角形のエッジ部分Ｅ１の内側（＋Ｘ方向）に、四角形と重なって見える。また、奥行き位置$Ｚ_{0}$にある視点位置ＶＰの左眼Ｌの位置において、物体ＯＢＪと画像Ｐ１１Ｌとを重ねて見ると、エッジ画像ＰＥ２が四角形のエッジ部分Ｅ２の外側（＋Ｘ方向）の位置Ｘ５～位置Ｘ６の範囲に見える。

[0126] このとき、観察者の左眼Ｌの位置における光学像の明るさについて、図９を参照して説明する。

図９は、本実施形態の視点位置ＶＰにおける光学像ＩＭの明るさの一例を示すグラフである。このうち、図９（Ｌ）は、視点位置ＶＰの左眼Ｌの位置における光学像ＩＭＬの明るさの一例を示すグラフである。

[0127] 視点位置ＶＰの左眼Ｌの位置においては、左眼Ｌの位置から物体ＯＢＪと、画像Ｐ１１Ｌとが重なるようにして見える。この画像Ｐ１１Ｌには、エッジ画像ＰＥ１と、エッジ画像ＰＥ２とが含まれる。

[0128] このとき、視点位置ＶＰから見る観察者Ｕの左眼Ｌには、物体ＯＢＪの明るさと、画像Ｐ１１Ｌ内のエッジ画像ＰＥ１およびエッジ画像ＰＥ２の明るさとが合成された明るさの光学像ＩＭＬが生じる。ここで、物体ＯＢＪの明るさ、および画像Ｐ１１の明るさの具体例について説明する。視点位置ＶＰから見た物体ＯＢＪの四角形の内部の明るさは、明るさＢＲ２である。また、視点位置ＶＰから見た物体ＯＢＪの四角形の外部の明るさは、明るさ０（ゼロ）である。ここで、左眼Ｌの位置から四角形のエッジ部分Ｅ１を見た場合に、エッジ部分Ｅ１の奥行き位置$Ｚ_2$における見た目の位置は、位置Ｘ２である。また、左眼Ｌの位置から四角形のエッジ部分Ｅ２を見た場合に、エッジ部分Ｅ２の奥行き位置$Ｚ_2$における見た目の位置は、位置Ｘ５である。したがって、物体ＯＢＪの視点位置ＶＰから見た明るさは、位置Ｘ２～位置Ｘ５において明るさＢＲ２であり、位置Ｘ２から（－Ｘ）方向、および位置Ｘ５から（＋Ｘ）方向の位置において明るさ０（ゼロ）である。

[0129] また、画像Ｐ１１Ｌのエッジ画像ＰＥ１の視点位置ＶＰから見た明るさは、明るさＢＲ１である。同様に、画像Ｐ１１Ｌのエッジ画像ＰＥ２の視点位置ＶＰから見た明るさは、明るさＢＲ１である。このエッジ画像ＰＥ１は、位置Ｘ２～位置Ｘ３の範囲に表示される。また、エッジ画像ＰＥ２は、位置Ｘ５～位置Ｘ６の範囲に表示される。したがって、画像Ｐ１１の視点位置ＶＰから見た明るさは、位置Ｘ２～Ｘ３および位置Ｘ５～位置Ｘ６において明るさＢＲ１であり、その他のＸ方向の位置において明るさ０（ゼロ）である。

[0130] したがって、物体ＯＢＪと、画像Ｐ１１Ｌとを視点位置ＶＰにおいて重ねて見た場合、その光学像ＩＭＬの明るさは、次に説明するようになる。すなわち光学像ＩＭＬの明るさは、位置Ｘ２～位置Ｘ３が明るさＢＲ３、位置Ｘ３～位置Ｘ５が明るさＢＲ２、位置Ｘ５～位置Ｘ６が明るさＢＲ１、位置Ｘ２から（－Ｘ）方向、および位置Ｘ６から（＋Ｘ）方向の位置において明るさ０（ゼロ）である。

[0131] 次に、光学像ＩＭＬを見た観察者が画像Ｐ１１Ｌの輪郭部を知覚する仕組

みについて説明する。

図１０は、本実施形態における観察者が光学像ＩＭに基づいて知覚する画像Ｐ１１の輪郭部の一例を示すグラフである。このうち、図１０（Ｌ）は、観察者の左眼Ｌの位置における光学像ＩＭＬに基づいて、観察者が知覚する物体ＯＢＪの輪郭部の一例を示すグラフである。ここで、物体ＯＢＪの輪郭部とは、物体ＯＢＪの光学像の部分のうち、明るさの変化が周囲の部分の明るさの変化に比して大きい部分である。視点位置ＶＰにいる観察者の左眼Ｌの網膜上に結像された光学像ＩＭＬによって、観察者に認識される画像の明るさの分布は、図１０（Ｌ）の波形ＷＬのようになる。このとき、観察者は、認識した光学像ＩＭＬの明るさの変化が最大になる（つまり、波形ＷＬの傾きが最大になる）Ｘ軸上の位置を、観察している画像Ｐ１１Ｌの輪郭部であると知覚する。具体的には、光学像ＩＭＬを観察している観察者は、図１０（Ｌ）に示すX_{EL}の位置（つまり、Ｘ軸の原点Ｏから距離L_{EL}の位置）を四角形の輪郭部であると知覚する。

[0132] ここまで、観察者の左眼Ｌに見える光学像ＩＭＬと、光学像ＩＭＬによる輪郭部の位置とについて説明した。次に、観察者の右眼Ｒに見える光学像ＩＭＲと、光学像ＩＭＲによる輪郭部の位置とについて説明する。

[0133] 図８（Ｒ）に示すように、奥行き位置Z_0にある視点位置ＶＰの右眼Ｒの位置において、物体ＯＢＪと、画像Ｐ１１Ｒとを見ると、エッジ画像ＰＥ１が四角形のエッジ部分Ｅ１の外側（－Ｘ方向）の位置Ｘ１～位置Ｘ２の範囲に見える。ここで、画像Ｐ１１Ｒとは、右眼Ｒの位置から画像Ｐ１１を見た場合の画像である。また、奥行き位置Z_0にある視点位置ＶＰの右眼Ｒの位置において、物体ＯＢＪと、画像Ｐ１１Ｒとを見ると、エッジ画像ＰＥ２とエッジ部分Ｅ２とが、位置Ｘ４～位置Ｘ５の範囲において重なって見える。すなわち、エッジ画像ＰＥ２が四角形のエッジ部分Ｅ２の内側（＋Ｘ方向）に、四角形と重なって見える。これは、観察者の左眼Ｌには、エッジ画像ＰＥ２とエッジ部分Ｅ２とが、エッジ部分Ｅ２よりも四角形の外側（＋Ｘ方向）の位置Ｘ５～位置Ｘ６の範囲において重なって見えることと相違する。

[0134] 視点位置ＶＰの右眼Ｒの位置においては、画像Ｐ１１Ｒと、物体ＯＢＪとが重なるようにして見える。この画像Ｐ１１Ｒには、エッジ画像ＰＥ１と、エッジ画像ＰＥ２とが含まれる。このとき、観察者の右眼Ｒの位置における光学像の明るさについて、図９（Ｒ）を参照して説明する。

[0135] 図９（Ｒ）は、視点位置ＶＰの右眼Ｒの位置における光学像ＩＭＲの明るさの一例を示すグラフである。視点位置ＶＰから見る観察者Ｕの右眼Ｒには、物体ＯＢＪの明るさと、画像Ｐ１１Ｒ内のエッジ画像ＰＥ１およびエッジ画像ＰＥ２の明るさとが合成された明るさの光学像ＩＭＲが生じる。ここで、物体ＯＢＪの明るさ、および画像Ｐ１１Ｒの明るさの具体例について説明する。視点位置ＶＰから見た物体ＯＢＪの四角形の内部の明るさは、明るさＢＲ２である。また、視点位置ＶＰから見た物体ＯＢＪの四角形の外部の明るさは、明るさ０（ゼロ）である。ここで、右眼Ｒの位置から四角形のエッジ部分Ｅ１を見た場合に、エッジ部分Ｅ１の奥行き位置Z_2における見た目の位置は、位置Ｘ２である。また、右眼Ｒの位置から四角形のエッジ部分Ｅ２を見た場合に、エッジ部分Ｅ２の奥行き位置Z_2における見た目の位置は、位置Ｘ５である。したがって、視点位置ＶＰから見た物体ＯＢＪの明るさは、位置Ｘ２～位置Ｘ５において明るさＢＲ２であり、位置Ｘ２から（－Ｘ）方向、および位置Ｘ５から（＋Ｘ）方向の位置において明るさ０（ゼロ）である。これは、画像Ｐ１１Ｌの視点位置ＶＰから見た明るさが、位置Ｘ２～位置Ｘ５において明るさＢＲ２であり、位置Ｘ２から（－Ｘ）方向、および位置Ｘ５から（＋Ｘ）方向の位置において明るさ０（ゼロ）であることと同じである。

[0136] また、視点位置ＶＰから見たエッジ画像ＰＥ１の明るさは、明るさＢＲ１である。同様に、視点位置ＶＰから見たエッジ画像ＰＥ２の明るさは、明るさＢＲ１である。このエッジ画像ＰＥ１は、位置Ｘ１～位置Ｘ２の範囲において、四角形のエッジ部分Ｅ１の外側に表示される。また、エッジ画像ＰＥ２は、位置Ｘ４～位置Ｘ５の範囲に表示される。すなわち、画像Ｐ１１Ｒの視点位置ＶＰから見た明るさは、位置Ｘ１～位置Ｘ２および位置Ｘ４～位置

Ｘ５において明るさＢＲ１であり、その他のＸ方向の位置において明るさ０（ゼロ）である。これは、画像Ｐ１１Ｌの視点位置ＶＰから見た明るさが、位置Ｘ２～Ｘ３および位置Ｘ５～位置Ｘ６において明るさＢＲ１であり、その他のＸ方向の位置において明るさ０（ゼロ）であることと相違する。

[0137] したがって、物体ＯＢＪと画像Ｐ１１Ｒとを視点位置ＶＰにおいて重ねて見た場合、その光学像ＩＭＲの明るさは、次に説明するようになる。すなわち光学像ＩＭＲの明るさは、位置Ｘ１～位置Ｘ２が明るさＢＲ１、位置Ｘ２～位置Ｘ４が明るさＢＲ２、位置Ｘ４～位置Ｘ５が明るさＢＲ３、位置Ｘ１から（－Ｘ）方向、および位置Ｘ５から（＋Ｘ）方向の位置において明るさ０（ゼロ）である。これは、光学像ＩＭＬの明るさが、位置Ｘ２～位置Ｘ３が明るさＢＲ３、位置Ｘ３～位置Ｘ５が明るさＢＲ２、位置Ｘ５～位置Ｘ６が明るさＢＲ１であることと相違する。

[0138] 次に、光学像ＩＭＲを見た観察者が、画像Ｐ１１Ｒの輪郭部を知覚する仕組みについて説明する。図１０（Ｒ）は、観察者の右眼Ｒの位置における光学像ＩＭＲに基づいて、観察者が知覚する物体ＯＢＪの輪郭部の一例を示すグラフである。視点位置ＶＰにいる観察者の右眼Ｒの網膜上に結像された光学像ＩＭＲによって、観察者に認識される画像の明るさの分布は、図１０（Ｒ）の波形ＷＲのようになる。このとき、観察者は、認識した光学像ＩＭＲの明るさの変化が最大になる（つまり、波形ＷＲの傾きが最大になる）Ｘ軸上の位置を、観察している画像Ｐ１１Ｒの輪郭部であると知覚する。具体的には、光学像ＩＭＲを観察している観察者は、図１０（Ｒ）に示すX_{ER}の位置（つまり、Ｘ軸の原点Ｏから距離L_{ER}の位置）を四角形の輪郭部であると知覚する。これは、光学像ＩＭＬを観察している観察者は、Ｘ軸の原点Ｏから距離L_{EL}の位置を四角形の輪郭部であると知覚することと相違する。

[0139] これにより、観察者は、左眼Ｌが観察する四角形の輪郭部の位置X_{EL}と、右眼Ｒが観察する四角形の輪郭部の位置X_{ER}とを両眼視差として知覚する。そして、観察者は、輪郭部の両眼視差に基づいて四角形を立体像ＳＩ（３次元画像）として知覚する。

[0140] ここまで、表示装置１が、視点位置ＶＰにいる観察者Ｕに物体ＯＢＪの立体像を認識させる仕組みについて説明した。

[0141] 次に、表示装置２００１の動作の具体例について、図２２を参照して説明する。

[0142] 図２２は、本実施形態の表示装置２００１における画素値の補正動作の一例を示すフローチャートである。表示部２０１０は、物体ＯＢＪの輪郭部を示すエッジ画像ＰＥを表示する（ステップＳ２０１０）。具体的には、画像補正部２０３０は、記憶部２０４０から画像Ｐ１１の画像情報を読み出し、読み出した画像情報を表示部２０１０に出力する。表示部２０１０は画像補正部２０３０が出力した画像情報に基づいて、画像Ｐ１１を表示する。この画像Ｐ１１には、物体ＯＢＪの輪郭部を示すエッジ画像ＰＥが含まれている。

[0143] なお、このステップＳ２０１０において、表示部２０１０は、観察者Ｕの指示に応じて物体ＯＢＪの輪郭部を示すエッジ画像ＰＥを表示してもよい。具体的には、表示部２０１０は、指示検出部２０２０が観察者Ｕの指示を検出すると、物体ＯＢＪの輪郭部を示すエッジ画像ＰＥを表示する。

[0144] 次に、指示検出部２０２０は、観察者Ｕの指示を検出する（ステップＳ２０２０）。具体的には、指示検出部２０２０は、観察者Ｕの右手ＲＨの人差し指の動きを検出し、この人差し指が所定の座標範囲に移動した場合に、この人差し指の座標を観察者Ｕの指示として検出する。

この人差し指の座標を示す情報には、人差し指の奥行き位置を示す情報が含まれる。

[0145] 次に、画像補正部２０３０は、ステップＳ２０２０において検出された観察者Ｕの指示に基づいて、表示部２０１０に出力する画像情報を補正する（ステップＳ２０３０）。具体的には、画像補正部２０３０は、ステップＳ２０２０において検出された人差し指の奥行き位置を示す情報に基づいて、記憶部２０４０から画像の情報を読み出す。例えば、画像補正部２０３０は、観察者Ｕが人差し指を奥行き位置ＺＤ１にする指示が検出された場合、奥行

き位置ＺＤ１に関連付けて記憶されているエッジ画像ＰＥ’Ａを記憶部２０４０から読み出す。また、画像補正部２０３０は、読み出した画像を画像Ｐ１１に付加して表示部２０１０に出力する。すなわち、画像補正部２０３０は、読み出したエッジ画像ＰＥによって画像Ｐ１１を補正した補正後のエッジ画像ＰＥを表示部２０１０に出力する。

[0146] 次に、表示部２０１０は、ステップＳ２０３０において補正された、補正後のエッジ画像ＰＥを表示する（ステップＳ２０４０）。このようにして、表示装置２００１は、物体ＯＢＪの立体像ＳＩを表示する。

[0147] 以上、説明したように、本実施形態の表示装置２００１は、表示部２０１０と、指示検出部２０２０と、画像補正部２０３０とを備えている。この指示検出部２０２０と、画像補正部２０３０とを備えることにより、表示装置２００１は、観察者Ｕの指示に基づいて、物体ＯＢＪの立体感を変化させることができる。

[0148] また、表示装置２００１の表示部２０１０は、検出された指示が示す立体像ＳＩが生じる奥行き位置に基づいて、物体ＯＢＪの外観を、物体ＯＢＪの外観とは異なる外観に変化させる画像を表示する。これにより、表示装置２００１は、観察者Ｕが指示した奥行き位置に応じて物体ＯＢＪの外観を変化させることができる。

[0149] また、上述の表示装置２００１は、エッジ画像ＰＥを表示する対象が物体ＯＢＪであったが、これに限られない。例えば、表示装置２００１は、表示部２０１０以外の表示部が表示する画像に対して、エッジ画像ＰＥを表示してもよい。この場合、表示装置２００１は、表示部２０１０に加えて、第２表示部２０１２を備えていてもよい。この第２表示部２０１２は、表示部２０１０の表示面２０１１Ｓに積層される透過型の表示面２０１２Ｓを備えている。この第２表示部２０１２は、物体ＯＢＪを示す画像を第２画像として表示する。この場合、表示部２０１０は、第２表示部２０１２が表示する第２画像に対応する画像であって、この第２画像に示される物体ＯＢＪに立体感を付与する画像を第１画像として表示する。例えば、第２表示部２０１２

は、物体ＯＢＪの鼻ＮＳが付いているロボットの頭部を示す画像を表示し、表示部２０１０は、この鼻ＮＳの輪郭部を示すエッジ画像ＰＥを表示する。このように構成しても、画像補正部２０３０は、検出された指示に基づいて画像を補正することにより、立体像ＳＩが生じる奥行き位置を可変にすることができる。このように構成した場合には、表示装置２００１は、観察者Ｕの指示に基づいて、物体ＯＢＪの画像の立体感を変化させることができる。

[0150] また、表示装置２００１が第２表示部２０１２を備える場合には、第２表示部２０１２は、検出された指示に基づいて、物体ＯＢＪを示す画像であって第２画像とは異なる第３画像を表示してもよい。ここで、第２画像の一例としては、物体ＯＢＪの外観を示す画像がある。また、第３画像の一例としては、物体ＯＢＪの内部構造を示す画像がある。一例として、観察者Ｕが指示として右手ＲＨの人差し指を奥行き位置ＺＤ１に移動させた場合、第２表示部２０１２は、物体ＯＢＪの外観を示す画像を、第２画像として表示する。また、観察者Ｕが指示として右手ＲＨの人差し指を奥行き位置ＺＤ２に移動させた場合、第２表示部２０１２は、物体ＯＢＪの内部構造を示す画像を、第３画像として表示する。このように構成することにより、表示装置２００１は、観察者Ｕの指示に基づいて、物体ＯＢＪの外観や内部構造を示す画像、すなわち、物体ＯＢＪの外観とは異なる外観に変化させる画像を表示することができる。

[0151] またこれまで、一例として、物体ＯＢＪがロボットの頭部であり、表示装置２００１がロボットの頭部に対して画像を表示する場合について説明したが、これに限られない。例えば、物体ＯＢＪが電子回路の基板である場合について、以下説明する。なお、以下の説明で使用されるＺＤ１、ＺＤ２、ＺＤ３の奥行き位置関係は、図１７で使用された記号と同様の奥行き位置関係であるとして説明する。この場合、表示部２０１０は、奥行き位置ＺＤ１に対応するエッジ画像ＰＥとして、物体ＯＢＪの電子回路基板の部品の立体感を与える画像を表示する。また、表示部２０１０は、奥行き位置ＺＤ１よりも－Ｚ方向にある奥行き位置ＺＤ２に対応するエッジ画像ＰＥとして、物体

ＯＢＪの電子回路基板の部品の立体感を強調する（もしくは減少する）画像を表示する。この物体ＯＢＪの電子回路基板の部品の立体感を強調する（もしくは減少する）画像とは、物体ＯＢＪの電子回路基板の部品の立体感を与える画像よりも電子回路の基板の部品の立体感をより強く（もしくは弱く）観察者Ｕが感じることができる画像である。また、表示部２０１０は、奥行き位置ＺＤ２よりも－Ｚ方向にある奥行き位置ＺＤ３に対応する物体ＯＢＪの外観を変化させる画像Ｐ１３（第３画像）として、この電子回路基板上の部品の内部構造を示す画像を表示する。また、表示部２０１０は、奥行き位置ＺＤ３よりも－Ｚ方向にある奥行き位置ＺＤ４に対応する物体ＯＢＪの外観を変化させる画像Ｐ１３（第３画像）として、この電子回路の回路図を示す画像を表示する。

[0152] この場合、画像補正部２０３０は、観察者Ｕの人差し指の奥行き位置が、奥行き位置ＺＤ１から奥行き位置ＺＤ２に移動することに伴い、物体ＯＢＪの電子回路の立体感が増加（もしくは減少）するように画像を変化させる。また、画像補正部２０３０は、観察者Ｕの人差し指の奥行き位置が、奥行き位置ＺＤ３にある場合には、電子回路基板上の部品の内部構造を示す画像に変化させる。また、画像補正部２０３０は、観察者Ｕの人差し指の奥行き位置が、奥行き位置ＺＤ４にある場合には、この電子回路の回路図を示す画像に変化させる。この具体例の場合においても、観察者Ｕの指示に基づいて画像Ｐ１１を変化させることにより、表示装置２００１は、あたかも物体ＯＢＪが変形したかのように画像を表示することができる。

[0153] また、表示装置２００１が第２表示部２０１２を備える場合には、第２表示部２０１２は、検出された指示が示す立体像ＳＩが生じる奥行き位置に応じて、複数の画像から選択された画像を第２画像として表示してもよい。この場合、具体的には、画像補正部２０３０は、指示検出部２０２０が検出した指示の奥行き位置に基づいて、記憶部２０４０から画像を選択し、選択した画像を第２表示部２０１２に出力する。第２表示部２０１２は、画像補正部２０３０が出力した画像を表示する。このように構成することにより、表

示装置１は、観察者Ｕの指示に基づいて、物体ＯＢＪの外観とは異なる外観に変化させる画像を表示することができる。これにより、観察者Ｕが人差し指を奥行き方向に移動させた距離に応じて、物体ＯＢＪの見え方を変化させる表現が可能になる。

[0154] なお、上記において、立体像ＳＩの奥行き位置は、エッジ画像ＰＥの明るさに応じて、距離Ｌａ＝０～Ｌｚの間において変化するとしたが、これに限られない。立体像ＳＩの奥行き位置は、エッジ画像ＰＥの明るさに応じて、距離Ｌａ＝０～Ｌｚの範囲外において変化する場合もありうる。すなわち、立体像ＳＩの奥行き位置は、手前にある表示面よりも手前の奥行き位置の範囲、または奥にある表示面よりも奥の奥行き位置の範囲において変化する場合もありうる。

[0155] なお、図２３に示すように、表示装置２００１は、ヘッドマウントディスプレイ２０１０ａを備えていてもよい。このヘッドマウントディスプレイ２０１０ａは、上述した表示部２０１０に相当する表示部２１０４を備えている。この表示部２１０４は、表示面２０１１Ｓに相当する表示面２１０７としての、左眼表示面２１０７Ｌと右眼表示面２１０７Ｒとを備えている。ヘッドマウントディスプレイ２０１０ａは、この左眼表示面２１０７Ｌと右眼表示面２１０７Ｒとに画像Ｐ１１を表示する。このように構成することにより、表示装置２００１の構成を簡素化することができる。また、このように構成することにより、表示装置２００１では固定されている視点位置ＶＰを可変にすることができる。

[0156] なお、表示装置２００１の表示部２０１０、またはヘッドマウントディスプレイ２０１０ａの表示部２１０４は、検出された指示に基づいて、物体ＯＢＪの像と外観が相違する画像であって、物体ＯＢＪに関連する画像を表示してもよい。以下、表示装置２００１のヘッドマウントディスプレイ２０１０ａが表示面２１０７に対応する減光面２１０８を備えている場合について説明する。このヘッドマウントディスプレイ２０１０ａは、表示面２１０７に対応する減光面２１０８を備えている。この減光面２１０８は、例えば、

液晶パネルを備える左眼減光面２１０８Ｌと右眼減光面２１０８Ｒとを備えており、表示面２１０７を透過する光を減光する。これにより、表示装置２００１は、物体ＯＢＪからの光を減光（または、遮光）できるため、物体ＯＢＪからの光の影響を受けにくくすることができる。このため、減光面２１０８を備える表示装置２００１は、物体ＯＢＪの外観とは異なる画像を表示しやすくすることができる。さらに、この場合において、表示装置２００１は、表示面２１０７に物体ＯＢＪに関連する画像を表示することができる。例えば、表示装置２００１は、物体ＯＢＪの内部を示す画像を物体ＯＢＪに関連する画像として表示しやすくすることができる。

[0157] また、図２４に示すように表示装置２００１は、表示部としてのヘッドマウントディスプレイ２０１０ｃを備えていてもよい。この場合、ヘッドマウントディスプレイ２０１０ｃは、イメージセンサなどの検出部２１０２ｃを備えていてもよい。この検出部２１０２ｃは、物体ＯＢＪの形状を検出する。この場合には、画像補正部２０３０は、この検出部２１０２ｃが検出した物体ＯＢＪの形状に基づいて、エッジ画像ＰＥを生成する。このように構成することにより、表示装置２００１は、物体ＯＢＪが様々な形状であっても、物体ＯＢＪの立体像ＳＩを表示することができる。

[0158] また、表示部２０１０（または、表示部２１０４）は、記憶部２０４０から読み出した画像情報に含まれるエッジ画像ＰＥを表示するものとして説明したがこれに限られない。例えば、カメラなどによって撮像された物体ＯＢＪの画像が表示装置２００１に入力される場合には、表示装置２００１は、この入力される画像から物体ＯＢＪの輪郭部を検出することによりエッジ画像ＰＥを生成してもよい。また、この場合には、表示装置２００１の指示検出部２０２０が、物体ＯＢＪの輪郭部を検出する輪郭検出部を備えていてもよい。この場合、指示検出部２０２０は、物体ＯＢＪの画像を撮像するカメラを備えており、既知の微分フィルタ等のエッジ検出方法によって、このカメラが撮像した物体ＯＢＪの画像から輪郭部を検出してエッジ画像ＰＥを生成する。このように構成することにより、表示装置２００１は、記憶部２０

４０に記憶されていないエッジ画像ＰＥをも表示することができるため、さまざまな物体ＯＢＪについてエッジ画像ＰＥを表示することができる。

[0159] また、表示部２０１０（または、表示部２１０４）は、物体ＯＢＪの輪郭部を示すエッジ画像ＰＥを、この物体ＯＢＪの大きさよりも小さくして表示することができる。これにより、表示装置２００１は、観察者Ｕに対して物体ＯＢＪと、この物体ＯＢＪの輪郭部を示すエッジ画像ＰＥとの見かけの大きさを揃えて表示することができる。

[0160] ［第４の実施形態］

以下、図面を参照して、本発明の第４の実施形態を説明する。

まず、図２５及び図２６を参照して、第４実施形態の概要を説明する。図２５は、第４実施形態における表示装置３１００の概要を説明する図である。

なお、各図の説明においてはＸＹＺ直交座標系を設定し、このＸＹＺ直交座標系を参照しつつ各部の位置関係について説明する。互いに直交するＺ軸とＸ軸とが水平面に対して平行に定められ、ユーザ３００１の視点位置から表示装置３１００が画像を表示している方向をＺ軸の負の方向とする。また、水平面に垂直な軸をＹ軸とする。また、ユーザ３００１は、Ｙ軸に沿って立っている姿勢である。

[0161] 本実施形態の表示装置３１００は、ユーザ３００１に可搬される可搬型の透過型ディスプレイであって、ここでは透過型のヘッドマウントディスプレイを例として説明する。この表示装置３１００は、ユーザ３００１の頭部に装着されており、ユーザ３００１の視点位置に対して視認可能なように画像を表示するとともに、表示した画像を介してユーザ３００１の視点位置の方向（＋Ｚ方向）へ入射する光を透過する。ユーザ３００１は、背景Ｐ３０１３（第２対象、この図ではカーテン）に対して自分の手Ｐ３０１１（第１対象）をかざしており、そのかざした手Ｐ３０１１と背景Ｐ３０１３とを、表示装置３１００が表示する画像を介して視認可能である。なお、背景Ｐ３０１３（第２対象）は、ユーザ３００１の手Ｐ３０１１（第１対象）よりユー

ザ３００１に対して離れた位置（遠い位置）にある。よって、ユーザ３００１は、表示装置３１００が表示する画像を透過する光学像（光）により、背景Ｐ３０１３及び背景Ｐ３０１３の手前にかざした手Ｐ３０１１を見ることができる。また、ユーザ３００１は、手Ｐ３０１１または背景Ｐ３０１３に、表示装置３１００が表示する画像を重ねて見ることができる。

[0162] 表示装置３１００は、左眼表示部３０１２Ｌと右眼表示部３０１２Ｒとを有する表示部３０１２と、撮像部３０２０、と測距センサ３０３１と、を備えている。

表示部３０１２は、入射する光を透過可能な透過型の表示部であって、表示装置３１００を装着するユーザ３００１の眼（視点位置）の前において画像を表示する。ここで、表示部３０１２は、レンズなどの光学系（不図示）を備えており、ユーザ３００１の視点位置に対して虚像としての画像を表示する。また、表示部３０１２は、表示した画像を介してユーザ３００１の視点位置の方向（＋Ｚ方向）へ入射する光学像（光）を透過する。

[0163] 撮像部３０２０は、左眼表示部３０１２Ｌと右眼表示部３０１２Ｒとの間に設けられており、表示部３０１２が透過可能な光学像（光）の入射してくる方向、即ち、ユーザ３００１の視点位置の方向から表示部３０１２を介して見える方向（－Ｚ方向）を撮影する。測距センサ３０３１は、撮像部３０２０と同様に左眼表示部３０１２Ｌと右眼表示部３０１２Ｒとの間に設けられており、ユーザ３００１が表示装置３１００を介して見る方向（－Ｚ方向）にある背景や対象との距離を測定する。

[0164] 表示装置３１００は、撮像部３０２０が撮影した画像から検出した手Ｐ３０１１の画像に基づく画像を表示部３０１２に表示する。ここで、表示部３０１２は、撮像部３０２０が撮影した画像から検出した手Ｐ３０１１の画像に基づく画像を虚像（符号Ｐ３０１２参照）として表示する。なお、以下の説明において、表示装置３１００（表示部３０１２）が表示する画像（虚像）を表示画像Ｐ３０１２とも称する。また、手Ｐ３０１１の画像に基づく画像とは、例えば、手Ｐ３０１１のエッジ部分のエッジ画像ＰＥである。

例えば、表示装置３１００は、表示する表示画像Ｐ３０１２において、透過して見える手Ｐ３０１１（実体）の位置に対応する位置にこのエッジ画像ＰＥを表示する。ここで、手Ｐ３０１１の位置に対応する位置とは、例えば、ユーザ３００１の視点位置から表示部３０１２が表示した画像を介して手Ｐ３０１１（実体）へ向かう方向（－Ｚ方向）において、ＸＹ平面上で手Ｐ３０１１（実体）の位置に重なる位置である。なお、このとき表示されるエッジ画像ＰＥ（虚像）の奥行き方向（Ｚ方向）の位置は、手Ｐ３０１１（実体）の位置とは異なる位置（虚像として視認される位置）である。この図２５に示す例では、エッジ画像ＰＥ（虚像）は、奥行き方向（Ｚ方向）において手Ｐ３０１１（実体）の位置よりも奥側の位置に虚像として視認されるように表示される。

ユーザ３００１は、手Ｐ３０１１（実体）と手Ｐ３０１１のエッジ部分のエッジ画像ＰＥ（虚像）とを重ねて見ることにより、手Ｐ３０１１を立体像（３次元画像）として認識する。即ち、表示装置３１００は、ユーザ３００１に対して、手Ｐ３０１１を立体像（３次元画像）として認識可能なように表示する。なお、立体像（３次元画像）として認識可能なようにエッジ画像ＰＥを表示する処理について詳しくは後述する。

[0165] また、表示装置３１００は、測距センサ３０３１により測定された背景Ｐ３０１３との距離に応じて、表示部３０１２に表示した手Ｐ３０１１のエッジ部分のエッジ画像ＰＥの表示を制御する。例えば、表示装置３１００は、測距センサ３０３１により測定された背景Ｐ３０１３との距離に応じて、手Ｐ３０１１が手前又は奥の何れかに見える立体像（３次元画像）として認識可能なように表示する。具体的には、表示装置３１００は、背景Ｐ３０１３の凹凸（カーテンのひだの凹凸）に応じて、凸部に手Ｐ３０１１がある場合には手Ｐ３０１１が手前に見えるようなエッジ画像ＰＥを表示する。一方、表示装置３１００は、背景Ｐ３０１３の凹凸（カーテンのひだの凹凸）に応じて、凹部に手Ｐ３０１１がある場合には手Ｐ３０１１が奥に見えるようなエッジ画像ＰＥを表示する。

[0166] 図２６は、背景Ｐ３０１３との距離に応じた手Ｐ３０１１の立体像（３次元画像）の表示を説明する図である。この図においては、ユーザ３００１が、背景Ｐ３０１３（この図ではカーテン）の手前の位置に手Ｐ３０１１をかざしている。そして、ユーザ３００１が、そのかざした手Ｐ３０１１をユーザ３００１からの距離を実質的に保ったまま横方向（Ｘ方向）に移動させたとする。表示装置３１００は、背景Ｐ３０１３の凸部（この図ではカーテンのひだの凸部）に手Ｐ３０１１がある場合には、背景Ｐ３０１３の凹部に手Ｐ３０１１がある場合よりも手Ｐ３０１１が手前に見えるようなエッジ画像ＰＥを手Ｐ３０１１の位置に重なるように表示する。一方、表示装置３１００は、背景Ｐ３０１３の凹部（この図ではカーテンのひだの凹部）に手Ｐ３０１１がある場合には、背景Ｐ３０１３の凸部に手Ｐ３０１１がある場合よりも手Ｐ３０１１が奥に見えるようなエッジ画像ＰＥを手Ｐ３０１１の位置に重なるように表示する。これにより、ユーザ３００１は、背景Ｐ３０１３の凸部に手Ｐ３０１１がある場合には手Ｐ３０１１が手前（例えば、距離Ｌａの位置）にあるように認識し（符号Ｐ３０１１（ａ）参照）、背景Ｐ３０１３の凹部に手Ｐ３０１１がある場合には手Ｐ３０１１が奥（例えば、距離Ｌａよりも遠い距離Ｌｂの位置）にあるように認識する（符号Ｐ３０１１（ｂ）参照）。これにより、ユーザ３００１が凹凸のある背景Ｐ３０１３に手Ｐ３０１１をかざして動かした場合、表示装置３１００は、背景Ｐ３０１３の凹凸にあわせて手の奥行き感（立体感）、又は、奥行き感（立体感）の強弱を変えて表示することができる。よって、表示装置３１００は、背景Ｐ３０１３に対する手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）を実感できるようにユーザ３００１に対して表示することができる。

[0167] なお、図２６では、表示装置３１００が、測距センサ３０３１により測定された背景Ｐ３０１３との距離に応じて、手Ｐ３０１１が手前又は奥の何れかに見える立体像（３次元画像）を表示する例を示したが、手前又は奥の２値に変化することに限られるものではなく、背景Ｐ３０１３との距離に応じて段階的又は連続的に変化するようにしてもよい。

[0168] なお、本実施形態による表示装置３１００の構成では、撮像部３０２０と測距センサ３０３１とが近傍の位置にある。撮像部３０２０と測距センサ３０３１との光軸が実質的に一致しており、ユーザ３００１の左眼と右眼の中心（真正面）から撮影及び測距ができるため、手Ｐ３０１１（第１対象）に手Ｐ３０１１（第１対象）のエッジ画像ＰＥを精度よく重ねることができる。即ち、撮像部３０２０が撮影する第１対象（手Ｐ３０１１）と、その第１対象（手Ｐ３０１１）の位置に対応する第２対象（背景Ｐ３０１３）の位置との対応付けという観点では、本実施形態の表示装置３１００の構成のように撮像部３０２０と測距センサ３０３１とがより近い位置にある構成にできる。

[0169] （立体像（３次元画像）を表示する処理の説明）

次に、図２７から図３３を参照して、立体像（３次元画像）として認識可能なようにエッジ画像ＰＥを表示する処理について詳しく説明する。ここでは、説明をわかりやすくするために、手Ｐ３０１１（第１対象）を、四角形の物体（対象物）に置き換えて、対象物Ｐ３０１１と称して説明する。

[0170] まず、図２７を参照して、表示部３０１２について説明する。図２７は、表示装置３１００が備える表示部３０１２の構成の一例を示す斜視図である。表示部３０１２は、レンズなどの光学系（不図示）を備えており、ユーザ３００１に対して虚像を表示する。また、表示部３０１２は、左眼表示部３０１２Ｌと右眼表示部３０１２Ｒとを備えている。この表示部３０１２の左眼表示部３０１２Ｌは、ユーザ３００１に装着された場合に、表示画像Ｐ３０１２に含まれる左眼用画像Ｐ３０１２Ｌをユーザ３００１の左眼Ｌに視認されるように表示する。同様に、表示部３０１２の右眼表示部３０１２Ｒは、表示画像Ｐ３０１２に含まれる右眼用画像Ｐ３０１２Ｒをユーザ３００１の右眼Ｒに視認されるように表示する。

[0171] また、表示部３０１２は、例えば、対象物Ｐ３０１１の反射光である第１光束Ｒ１１（光）を透過方向（＋Ｚ方向）へ透過させる。ここで、透過方向は（＋Ｚ）方向である。例えば、表示部３０１２の左眼表示部３０１２Ｌは

、入射する第１光束Ｒ１１のうちの左眼第１光束Ｒ１１Ｌを透過させる。同様に、表示部３０１２の右眼表示部３０１２Ｒは、入射する第１光束Ｒ１１のうちの右眼第１光束Ｒ１１Ｒを透過させる。このようにして左眼表示部３０１２Ｌは、入射する左眼第１光束Ｒ１１Ｌを透過させるとともに、左眼第２光束Ｒ１２Ｌを発する。この左眼第２光束Ｒ１２Ｌ及び左眼第１光束Ｒ１１Ｌは、対応する光学像として（－Ｚ）方向を見ているユーザ３００１の左眼に視認される。同様に、右眼表示部３０１２Ｒは、入射する右眼第１光束Ｒ１１Ｒを透過させるとともに、右眼第２光束Ｒ１２Ｒを発する。つまり、この右眼第２光束Ｒ１２Ｒ及び右眼第１光束Ｒ１１Ｒは、対応する光学像として（－Ｚ）方向を見ているユーザ３００１の右眼に視認される。なお、表示部３０１２は、背景Ｐ３０１３（第２対象）の反射光である光束Ｒ（光）の少なくとも一部も、透過方向（＋Ｚ方向）へ透過させる。

[0172] 次に、図２８及び図２９を参照して、本実施形態における実体の対象物（第１対象）である対象物Ｐ３０１１と、対象物Ｐ３０１１（第１対象）のエッジ部分のエッジ画像ＰＥを含む表示画像Ｐ３０１２について説明する。なお、ここで、以下の図面において画像を示す場合には、便宜上、画像の明るさ又は対象物からの反射光が明るい（例えば、輝度が高い）部分を薄く示している。

図２８は、本実施形態における対象物Ｐ３０１１の一例を示す模式図である。図２９は、本実施形態における表示画像Ｐ３０１２の一例を示す模式図である。対象物Ｐ３０１１は、例えば、図２８に示すようにユーザ３００１から見た場合に四角形の物体（対象物）である。ここで、対象物Ｐ３０１１においては、四角形を構成する４辺がそれぞれエッジ部分になりうるが、以下の説明においては、便宜上、四角形の左辺を示す左辺エッジ部分Ｅ１及び右辺を示す右辺エッジ部分Ｅ２をエッジ部分Ｅとして説明する。

[0173] 表示画像Ｐ３０１２は、例えば、図２９に示すように対象物Ｐ３０１１の左辺エッジ部分Ｅ１を示す左辺エッジ画像ＰＥ１及び、右辺エッジ部分Ｅ２を示す右辺エッジ画像ＰＥ２を含む画像である。ここで、エッジ部分（単に

エッジ、又はエッジ領域と表現してもよい）とは、例えば、撮像部３０２０が対象物Ｐ３０１１撮影した画像の画素のうち、隣接する又は近傍の画素の明るさ（例えば、輝度）が急変する部分である。例えば、エッジ部分Ｅは、図２８に示す四角形の左辺または右辺の、幅が無い理論的な線分を示すとともに、例えば、表示部３０１２の解像度に応じた有限の幅を有するエッジ周囲の領域をも示している。表示画像Ｐ３０１２には、表示部３０１２の左眼表示部３０１２Ｌが表示する左眼用画像Ｐ３０１２Ｌと、表示部３０１２の右眼表示部３０１２Ｒが表示する右眼用画像Ｐ３０１２Ｒとが含まれる。この左眼用画像Ｐ３０１２Ｌとは、左辺エッジ画像ＰＥ１Ｌと、右辺エッジ画像ＰＥ２Ｌとを含む画像である。この右眼用画像Ｐ３０１２Ｒとは、左辺エッジ画像ＰＥ１Ｒと、右辺エッジ画像ＰＥ２Ｒとを含む画像である。これら左眼用画像Ｐ３０１２Ｌ及び右眼用画像Ｐ３０１２Ｒは、同一の画像であるため、以下の説明において両画像を特に区別しない場合には、表示画像Ｐ３０１２と総称して説明する。

[0174] 次に、図３０を参照して、表示装置３１００が、対象物Ｐ３０１１の位置に対応させて表示画像Ｐ３０１２を表示する構成について説明する。図３０は、本実施形態における表示装置３１００によって表示される画像の一例を示す模式図である。

表示部３０１２は、（－Ｚ）方向にある対象物Ｐ３０１１からの反射光（第１光束Ｒ１１）を透過して、ユーザ３００１に対して対象物Ｐ３０１１を視認可能とする。また、表示部３０１２は、ユーザ３００１に視認されるように（－Ｚ）方向に虚像としての表示画像Ｐ３０１２を表示する。この図では、表示画像Ｐ３０１２は、対象物Ｐ３０１１の位置から（＋Ｚ）方向に所定の距離Ｌｐだけ離れている位置に表示される。上述したように表示部３０１２とは、光を透過させる透過型のヘッドマウントディスプレイが備える表示部である。このため、対象物Ｐ３０１１と表示部３０１２に表示される表示画像Ｐ３０１２とは、ユーザ３００１によって重なるように視認される。ここで、所定の距離Ｌｐとは、対象物Ｐ３０１１の奥行き位置と、表示画像

Ｐ３０１２が表示されている奥行き位置の間の距離である。ここで、奥行き位置とは、Ｚ軸方向の位置である。この所定の距離Ｌｐは、対象物Ｐ３０１１のＺ軸方向の位置と、ユーザ３００１のＺ軸方向の位置とに基づいて予め定められる。

[0175] また、図３０に示すように、表示部３０１２は、対象物Ｐ３０１１の左辺エッジ部分Ｅ１と、このエッジ部分に対応している左眼用画像Ｐ３０１２Ｌの左辺エッジ画像ＰＥ１Ｌとが、対応して視認されるように左眼用画像Ｐ３０１２Ｌを表示する。同様に、表示部３０１２は、対象物Ｐ３０１１内の右辺エッジ部分Ｅ２と、このエッジ部分に対応している右眼用画像Ｐ３０１２Ｒの右辺エッジ画像ＰＥ２Ｒとが、対応して視認されるように右眼用画像Ｐ３０１２Ｒを表示する。

[0176] すなわち、表示部３０１２の左眼表示部３０１２Ｌは、ユーザ３００１の左眼Ｌに、対象物Ｐ３０１１によって示される四角形の左辺エッジ部分Ｅ１の（－Ｘ）側（つまり、四角形の外側）に、左辺エッジ部分Ｅ１と左眼用画像Ｐ３０１２Ｌの左辺エッジ画像ＰＥ１Ｌとが重なって視認されるように、虚像としての左眼用画像Ｐ３０１２Ｌを表示する。また、左眼表示部３０１２Ｌは、ユーザ３００１の左眼Ｌに、対象物Ｐ３０１１によって示される四角形の右辺エッジ部分Ｅ２の（－Ｘ）側（つまり、四角形の内側）に、右辺エッジ部分Ｅ２と左眼用画像Ｐ３０１２Ｌの右辺エッジ画像ＰＥ２Ｌとが重なって視認されるように、虚像としての左眼用画像Ｐ３０１２Ｌを表示する。同様に、表示部３０１２の右眼表示部３０１２Ｒは、ユーザ３００１の右眼Ｒに、対象物Ｐ３０１１によって示される四角形の右辺エッジ部分Ｅ２の（＋Ｘ）側（つまり、四角形の外側）に、右辺エッジ部分Ｅ２と右眼用画像Ｐ３０１２Ｒの右辺エッジ画像ＰＥ２Ｒとが重なって視認されるように、虚像としての右眼用画像Ｐ３０１２Ｒを表示する。また、右眼表示部３０１２Ｒは、ユーザ３００１の右眼Ｒに、対象物Ｐ３０１１によって示される四角形の左辺エッジ部分Ｅ１の（＋Ｘ）側（つまり、四角形の内側）に、左辺エッジ部分Ｅ１と右眼用画像Ｐ３０１２Ｒの左辺エッジ画像ＰＥ１Ｒが重なっ

て視認されるように、虚像としての右眼用画像Ｐ３０１２Ｒを表示する。このようにして、表示部３０１２（表示部）は、表示される対象物Ｐ３０１１の光を透過の方向に透過させるとともに、対象物Ｐ３０１１に対応する表示画像Ｐ３０１２を透過の方向に表示する。

[0177] 次に、ユーザ３００１によって、対象物Ｐ３０１１と表示画像Ｐ３０１２とから立体像（３次元画像）が認識される仕組みについて説明する。まず、ユーザ３００１は、対象物Ｐ３０１１と、対象物Ｐ３０１１のエッジ部分Ｅに対応するエッジ画像ＰＥとを、これらの画像の対応する部分が重なるような位置で観察する。これにより、ユーザ３００１は、対象物Ｐ３０１１とエッジ画像ＰＥとの輝度比に合わせて表示面間内の奥行き位置に像を知覚する。例えば、ユーザ３００１が四角形のパターンを観察したとき、ユーザ３００１の網膜像上では認識できないくらいの微小な輝度の段差ができる。このような場合においては、明るさ（例えば、輝度）の段差間に仮想的なエッジを知覚して１つの物体として認識する。このとき、ユーザ３００１には、左眼Ｌと右眼Ｒとにおいて認識される仮想的なエッジに微小なずれが生じて両眼視差として知覚されることにより、像の奥行き位置が変化するように認識される。次に、この仕組みについて、図３１から図３３を参照して、詳細に説明する。

[0178] 図３１は、本実施形態における光学像ＩＭの一例を示す模式図である。ここで、光学像ＩＭとは、対象物Ｐ３０１１及び表示画像Ｐ３０１２がユーザ３００１によって視認される像である。光学像ＩＭには、ユーザ３００１の左眼Ｌに視認される光学像ＩＭＬと、ユーザ１の右眼Ｒに視認される光学像ＩＭＲとが含まれる。この図では、Ｚ軸の正方向に向かって、対象物Ｐ３０１１、表示画像Ｐ３０１２、光学像ＩＭ、の順となる位置関係で示しているが、ユーザ３００１に視認されるそれぞれの像は、便宜上、ユーザ３００１の視認位置の方向（＋Ｚ方向）から見た像として表している。ここで、ユーザ３００１の左眼Ｌに視認される対象物Ｐ３０１１を対象物Ｐ３０１１Ｌとし、ユーザ３００１の右眼Ｒに視認される対象物Ｐ３０１１を対象物Ｐ３０

１１Ｒとする。

[0179] まず、ユーザ３００１の左眼Ｌに視認される光学像ＩＭＬについて説明する。図３１に示すように、ユーザ３００１の左眼Ｌにおいては、左眼Ｌに視認される対象物Ｐ３０１１Ｌと、表示画像Ｐ３０１２のうちの左眼用画像Ｐ３０１２Ｌとが合成された光学像ＩＭＬが結像する。具体的には、図３０を参照して説明したように、左眼Ｌにおいては、対象物Ｐ３０１１によって示される四角形の左辺エッジ部分Ｅ１の（－Ｘ）側（つまり、四角形の外側）に、左辺エッジ部分Ｅ１を示す画像と左辺エッジ画像ＰＥ１Ｌとが合成された光学像ＩＭＬが結像する。

また、左眼Ｌにおいては、対象物Ｐ３０１１によって示される四角形の右辺エッジ部分Ｅ２の（－Ｘ）側（つまり、四角形の内側）に、右辺エッジ部分Ｅ２を示す画像と右辺エッジ画像ＰＥ２Ｌとが合成された光学像ＩＭＬが結像する。

[0180] 次に、図３１の場合において、左眼Ｌに視認されている光学像ＩＭＬの明るさの分布を図３２を参照して説明する。図３２は、本実施形態における光学像ＩＭの明るさの分布の一例を示すグラフである。ここで、図３２に示すＸ座標$Ｘ_1$～$Ｘ_6$は、光学像ＩＭの明るさの変化点に対応するＸ座標である。ここでは、表示画像Ｐ３０１２画像の明るさ及び対象物Ｐ３０１１からの反射光の明るさの一例として、輝度値ＢＲの場合について説明する。また、左眼Ｌに視認される対象物Ｐ３０１１Ｌは、Ｘ座標$Ｘ_1$～$Ｘ_2$において輝度値ＢＲがゼロとして説明する。また、対象物Ｐ３０１１Ｌは、Ｘ座標$Ｘ_2$～$Ｘ_6$において輝度値ＢＲ２である。また、左眼用画像Ｐ３０１２Ｌは、Ｘ座標$Ｘ_1$～$Ｘ_2$及びＸ座標$Ｘ_4$～$Ｘ_5$において輝度値ＢＲ１であり、Ｘ座標$Ｘ_2$～$Ｘ_4$においてゼロである。したがって、左眼Ｌに視認される光学像ＩＭＬの明るさ（例えば、輝度）は、Ｘ座標$Ｘ_1$～$Ｘ_2$において輝度値ＢＲ１になる。また、光学像ＩＭＬの明るさは、Ｘ座標$Ｘ_2$～$Ｘ_4$及びＸ座標$Ｘ_5$～$Ｘ_6$において、輝度値ＢＲ２になり、Ｘ座標$Ｘ_4$～$Ｘ_5$において輝度値ＢＲ１と輝度値ＢＲ２とが合成された明るさである輝度値ＢＲ３になる。

[0181] 次に、ユーザ３００１の左眼Ｌにエッジ部分が視認される仕組みについて説明する。

図３３は、本実施形態における左眼Ｌと右眼Ｒとに生じる両眼視差の一例を示すグラフである。左眼Ｌの網膜上に結像された光学像ＩＭＬによって、ユーザ３００１に認識される画像の明るさの分布は、図３３の波形ＷＬのようになる。ここで、ユーザ３００１は、例えば、視認される画像の明るさの変化が最大になる（つまり、波形ＷＬの傾きが最大になる）Ｘ軸上の位置を、視認している物体のエッジ部分であると認識する。本実施形態の場合、ユーザ３００１は、例えば、左眼Ｌ側の波形ＷＬについて、図３３に示すX_{EL}の位置（つまり、Ｘ軸の原点Ｏから距離L_{EL}の位置）を視認している四角形の左辺側のエッジ部分であると認識する。

[0182] ここまで、ユーザ３００１の左眼Ｌに認識される光学像ＩＭＬについて説明した。次に、ユーザ３００１の右眼Ｒに視認される光学像ＩＭＲについての、光学像ＩＭＬとの相違点を説明し、その相違点によって立体像（３次元画像）を認識する仕組みについて、再び図３１から図３３を参照して説明する。図３１に示すように、ユーザ３００１の右眼Ｒにおいては、右眼Ｒに視認される対象物Ｐ３０１１Ｒと、右眼用画像Ｐ３０１２Ｒとが合成された光学像ＩＭＲが結像する。

また、図３２に示すように、右眼Ｒに視認される光学像ＩＭＲの明るさ（例えば、輝度値ＢＲ）は、Ｘ座標X_1～X_3及びＸ座標X_4～X_6において、左眼Ｌに視認される光学像ＩＭＬの明るさと相違している。この右眼Ｒの網膜上に合成された光学像ＩＭＲによって、ユーザ３００１に認識される画像の明るさの分布は、図３３の波形ＷＲのようになる。ここで、ユーザ３００１は、例えば、右眼Ｒ側の波形ＷＲについて、図３３に示すX_{ER}の位置（つまり、Ｘ軸の原点Ｏから距離L_{ER}の位置）を視認している四角形のエッジ部分であると認識する。これにより、ユーザ３００１は、左眼Ｌが視認する四角形のエッジ部分の位置X_{EL}と、右眼Ｒが視認する四角形のエッジ部分の位置X_{ER}とを両眼視差として認識する。そして、ユーザ３００１は、エッジ部分

の両眼視差に基づいて四角形の画像を立体像（３次元画像）として認識する。

[0183] なお、図３０から図３３を参照して、表示画像Ｐ３０１２（虚像）が、対象物Ｐ３０１１の位置から（＋Ｚ）方向に所定の距離Ｌｐだけ離れている位置に表示される例を説明した。これにより、表示装置３１００は、対象物Ｐ３０１１を実際の位置よりも前側（手前側）に出てくるような立体像（３次元画像）としてユーザ３００１に認識させてもよい。一方、表示画像Ｐ３０１２（虚像）が、対象物Ｐ３０１１の位置から（－Ｚ）方向に所定の距離だけ離れている位置に表示されるようにしてもよい。これにより、表示装置３１００は、対象物Ｐ３０１１を実際の位置よりも後ろ側（奥側）に遠ざかるような立体像（３次元画像）としてユーザ３００１に認識させてもよい。なお、図２５に示す本実施形態の例は、表示装置３１００が、表示画像Ｐ３０１２（虚像）を、対象物Ｐ３０１１の位置から（－Ｚ）方向に所定の距離だけ離れている位置に表示する例としている。

[0184] また、表示装置３１００は、表示画像Ｐ３０１２に含まれるエッジ画像ＰＥの明るさを変化させることにより、ユーザ３００１が認識する対象物Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）の度合いを設定することができる。例えば、表示装置３１００は、エッジ画像ＰＥの明るさを増加させることに応じて、ユーザ３００１が認識する対象物Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）の度合いを高めることができる。一方、表示装置３１００は、エッジ画像ＰＥの明るさを低下させることに応じて、ユーザ３００１が認識する対象物Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）の度合いを低下させることができる。

[0185] 即ち、上述の対象物Ｐ３０１１を、図２５及び図２６に示すユーザ３００１の手Ｐ３０１１に置き換えて適用すれば、表示装置３１００は、手Ｐ３０１１（実体）に手Ｐ３０１１のエッジ画像ＰＥを重ねて表示することにより、ユーザ３００１に対して、手Ｐ３０１１を立体像（３次元画像）として認識可能なように表示することができる。また、表示装置３１００は、表示画像Ｐ３０１２に含まれる手Ｐ３０１１のエッジ画像ＰＥの明るさを変化させ

ることにより、ユーザ３００１が認識する手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）の度合いを設定することができる。

[0186] なお、本実施形態の表示装置３１００は、手Ｐ３０１１（対象物Ｐ３０１１）内のエッジ部分と、エッジ画像ＰＥとが、対応して視認されるように手Ｐ３０１１（対象物Ｐ３０１１）および表示画像Ｐ３０１２を表示する。これにより、本実施形態の表示装置３１００が表示する各画像は、手Ｐ３０１１（対象物Ｐ３０１１）内のエッジ部分と、エッジ画像ＰＥとが、ユーザ３００１によって分離しないように視認される。したがって、本実施形態の表示装置３１００は、立体像を高精度に表示することができる。

[0187] （表示装置３１００の構成）

次に、図３４を参照して、表示装置３１００の構成の一例について詳しく説明する。図３４は、表示装置３１００の構成の一例を示す概略ブロック図である。表示装置３１００は、表示部３０１２と、撮像部３０２０と、距離検出部３０３０と、測距センサ３０３１と、検出部３０４０と、制御部３０５０と、を備えている。

[0188] 表示部３０１２は、入射する光を透過可能な透過型の表示部である。表示部３０１２は、図２５及び図２７を参照して説明したように左眼表示部３０１２Ｌと右眼表示部３０１２Ｒとを備え、ユーザ３００１に対して虚像を表示する。即ち、表示部３０１２は、ユーザの視点位置に対して視認可能なように画像を表示するとともに、表示した画像を介してユーザ３００１の視点位置の方向（＋Ｚ方向）へ入射する光学像（光）を透過する。

[0189] 撮像部３０２０は、左眼表示部３０１２Ｌと右眼表示部３０１２Ｒとの間に設けられており、ユーザ３００１が表示部３０１２を介して見る方向（－Ｚ方向）を撮影する。即ち、撮像部３０２０は、少なくとも表示部３０１２が透過可能な光学像（光）の入射してくる方向（－Ｚ方向）を撮影する。

例えば、撮像部３０２０は、ユーザ３００１の視点位置に対して表示部３０１２が画像（虚像）を表示する側にある第１対象（例えば、手Ｐ３０１１）を含む領域を撮影する。ここで、撮像部３０２０が撮像する領域は、表示

部３０１２の表示領域に対応している。つまり、撮像部３０２０は、表示部３０１２を介して透過してくる光学像の領域に対応した領域を撮影する。なお、撮像部３０２０は、表示部３０１２を介して透過してくる光学像の領域が少なくとも含まれる領域を撮影してもよいし、表示部３０１２を介して透過してくる光学像の領域の一部が含まれる領域を撮影してもよい。また、撮像部３０２０は、撮影した画像を検出部３０４０に供給する。

[0190] 距離検出部３０３０は、撮像部３０２０が撮影する方向にあって第１対象と異なる第２対象（背景Ｐ３０１３、例えば図２５ではカーテン）に対する距離として、表示装置３１００と第２対象との相対距離を検出する。即ち、距離検出部３０３０は、表示装置３１００を頭部に装着したユーザ３００１から第２対象（背景Ｐ３０１３）までの相対距離を検出する。これにより、距離検出部３０３０は、例えば、背景Ｐ３０１３の凹凸（図２５ではカーテンのひだの凹凸）を検出することができる。例えば、距離検出部３０３０は、検出した相対距離の変化に応じて、背景Ｐ３０１３の凹凸を検出する。なお、距離検出部３０３０は、予め定められた閾値より短い距離であるか否かに基づいて、背景Ｐ３０１３の凹凸を検出してもよい。

[0191] ここで、距離検出部３０３０は、例えば、測距センサ３０３１の検知結果に基づいて、表示装置３１００と第２対象（背景Ｐ３０１３）との相対距離を検出する。測距センサ３０３１は、左眼表示部３０１２Ｌと右眼表示部３０１２Ｒとの間に設けられている。例えば、測距センサ３０３１は、撮像部３０２０の近傍の位置に設けられていてもよいし、又は、撮像部３０２０と一体化されて設けられていてもよい。ここで、測距センサ３０３１は、例えば、赤外線の反射を利用して対象までの距離を検知する赤外線方式のセンサとしてもよいし、赤外線方式に限らずレーザ方式や超音波方式等のセンサとしてもよい。

[0192] 検出部３０４０は、撮像部３０２０が撮影した画像から第１対象の画像を検出する。例えば、検出部３０４０は、撮像部３０２０が撮影した画像から第１対象としてユーザ１の手Ｐ３０１１の画像（画像領域）を検出する。ま

た、検出部３０４０は、検出したユーザ３００１の手Ｐ３０１１の画像（画像領域）を示す情報を、制御部３０５０に供給する。

[0193] 制御部３０５０は、第２対象（背景Ｐ３０１３）に関する情報に応じて、表示部３０１２において第１対象（手Ｐ３０１１）の位置（表示部３０１２を介して透過してくる手Ｐ３０１１の光学像の位置）に対応する位置に、撮像部３０２０が撮影した第１対象（手Ｐ３０１１）の画像に基づく画像を表示させる。即ち、制御部３０５０は、撮像部３０２０が撮影する方向（－Ｚ方向）にあって第１対象と異なる第２対象に関する情報に応じて、第１対象の位置に対応する位置に第１対象の画像に基づく画像を表示部３０１２に表示させる。

[0194] ここで、第１対象（手Ｐ３０１１）の位置に対応する位置とは、例えば、ユーザ３００１の視点位置から表示部３０１２が表示した画像を介して第１対象（手Ｐ３０１１）へ向かう方向（－Ｚ方向）において第１対象（手Ｐ３０１１）に重なる位置である。即ち、ユーザ３００１の視点位置から表示部３０１２が表示した画像を介して第１対象（手Ｐ３０１１）の方向を見た場合に、表示部３０１２において第１対象（手Ｐ３０１１）に重なるような位置である。つまり、制御部３０５０は、ユーザ３００１の視点位置から、表示部３０１２が表示した画像を介して第１対象（手Ｐ３０１１）の方向を見た場合に、表示部３０１２において第１対象（手Ｐ３０１１）に重なるような位置に第１対象（手Ｐ３０１１）の画像に基づく画像を表示させる。

[0195] なお、例えば、表示装置３１００を装着したユーザ３００１の視点位置に対して表示部３０１２が表示する画像（虚像）の表示領域と、撮像部３０２０の撮影領域（画角）とが、予め対応付けられている。これにより、制御部３０５０は、撮像部３０２０が撮影した画像から検出した第１対象（手Ｐ３０１１）の画像に基づく画像を、第１対象（手Ｐ３０１１）に重なるような位置に表示する。

[0196] また、第１対象（手Ｐ３０１１）の画像に基づく画像とは、例えば、第１対象（手Ｐ３０１１）の画像のエッジ部分を示すエッジ画像ＰＥである。制

御部３０５０は、検出部３０４０の検出結果に基づいて、撮像部３０２０が撮影した画像から第１対象（手Ｐ３０１１）の画像のエッジ部分を抽出したエッジ画像ＰＥを生成する。ここで、制御部３０５０は、撮像部３０２０が撮影した画像に対して、例えば、パターンマッチング等により輪郭のエッジ処理を行うことによってエッジ部分を抽出したエッジ画像ＰＥを生成する。なお、制御部３０５０は、撮像部３０２０が撮影した画像に対して、ラプラシアンフィルタなどの微分フィルタを適用することによってエッジ部分を抽出したエッジ画像ＰＥを生成してもよい。また、制御部３０５０は、抽出したエッジ部分を示すエッジ画像ＰＥを、第１対象（手Ｐ３０１１）の画像に基づく画像として生成する。

[0197] また、第２対象（背景Ｐ３０１３）に関する情報とは、例えば、第２対象（背景Ｐ３０１３）に対する距離を示す情報である。具体的には、第２対象（背景Ｐ３０１３）に関する情報とは、例えば図２５に示すように、背景Ｐ３０１３の凹凸（カーテンのひだの凹凸）を示す情報である。制御部３０５０は、距離検出部３０３０の検出結果に基づいて、ユーザ３００１が手Ｐ３０１１をかざした背景Ｐ３０１３に対する距離を取得する。これにより、制御部３０５０は、例えば、手Ｐ３０１１をかざした位置における背景Ｐ３０１３が凹部又は凸部の何れであるかを取得する。

[0198] このように、制御部３０５０は、距離検出部３０３０の検出結果（例えば、背景Ｐ３０１３の凹凸を示す情報）に応じて、表示部３０１２において第１対象（手Ｐ３０１１）の位置に対応する位置（第１対象（手Ｐ３０１１）に重なるような位置）に第１対象（手Ｐ３０１１）の画像に基づく画像（例えば、手Ｐ３０１１のエッジ画像ＰＥ）を表示させる。

[0199] また、制御部３０５０は、第２対象（背景Ｐ３０１３）に関する情報（例えば、背景Ｐ３０１３の凹凸を示す情報）に応じて、エッジ画像ＰＥのエッジ部分の明るさを設定する。例えば、制御部３０５０は、背景Ｐ３０１３の凹凸を示す情報に応じて、表示画像Ｐ３０１２に含まれるエッジ画像ＰＥのエッジ部分の明るさを変化させる。これにより、制御部３０５０は、背景Ｐ

３０１３の凹凸に応じて、ユーザ３００１が認識する第１対象（手Ｐ３０１１）の奥行き感（立体感）の度合いを設定する。

[0200] 具体的には、例えば、制御部３０５０は、背景Ｐ３０１３の凹部においては、表示部３０１２に表示させる手Ｐ３０１１のエッジ画像ＰＥのエッジ部分の明るさを増加させる。これにより、制御部３０５０は、ユーザ３００１が認識する手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）の度合いを高めて、手Ｐ３０１１の位置が実際の位置よりも奥にあるようにユーザ３００１に認識させる。

[0201] 一方、制御部３０５０は、背景Ｐ３０１３の凸部においては、表示部３０１２に表示させる手Ｐ３０１１のエッジ画像ＰＥのエッジ部分の明るさを低下させる。これにより、制御部３０５０は、ユーザ３００１が認識する手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）の度合いを低下させて、手Ｐ３０１１の位置が実際の位置と同様の位置にあるようにユーザ３００１に認識させる。

[0202] （表示装置３１００の動作の説明）

次に、本実施形態における表示装置３１００の動作を説明する。

図３５は、本実施形態における表示装置３１００の動作の一例を示すフローチャートである。

[0203] まず、撮像部３０２０は、ユーザ３００１が表示部３０１２を介して見る方向（－Ｚ方向）を撮影する。検出部３０４０は、撮像部３０２０が撮影した画像から第１対象（例えば、ユーザ１の手Ｐ３０１１）の画像を検出する。そして、検出部３０４０は、検出した第１対象（例えば、ユーザ３００１の手Ｐ３０１１）の画像（画像領域）を示す情報を、制御部３０５０に供給する（ステップＳ１１０）。

[0204] 次に、距離検出部３０３０は、第１対象と異なる第２対象（背景Ｐ３０１３、例えば図２５ではカーテン）に対する距離として、表示装置３１００と第２対象（背景Ｐ３０１３）との相対距離を検出する。また、距離検出部３０３０は、検出した相対距離の変化に応じて、背景Ｐ３０１３の凹凸を検出する。また、距離検出部３０３０は、検出結果を制御部３０５０に供給する

（ステップＳ１２０）。

[0205] 続いて、制御部３０５０は、検出部３０４０の検出結果に基づいて、撮像部３０２０が撮影した画像から第１対象（手Ｐ３０１１）の画像のエッジ部分を抽出する（ステップＳ１３０）。また、制御部３０５０は、距離検出部３０３０の検出結果に基づいて、背景Ｐ３０１３の凹凸に応じてエッジ部分の明るさを設定して、第１対象（手Ｐ３０１１）のエッジ画像ＰＥを生成する（ステップＳ１４０）。

[0206] そして、制御部３０５０は、表示部３０１２において第１対象（手Ｐ３０１１）に重なるような位置に、生成したエッジ画像ＰＥ（エッジ画像ＰＥを含む表示画像Ｐ３０１２）を表示させて、処理を終了する（ステップＳ１５０）。

[0207] 以上説明したように、本実施形態の表示装置３１００は、入射する光を透過可能な透過型の表示部３０１２と、少なくとも表示部３０１２が透過可能な光の入射してくる方向を撮影する撮像部３０２０と、撮像部３０２０が撮影した画像から第１対象（例えば、手Ｐ３０１１）の画像を検出する検出部３０４０と、を備えている。また、表示装置３１００が備えている制御部３０５０は、撮像部３０２０が撮影する方向にあって第１対象と異なる第２対象（例えば、背景Ｐ３０１３）に関する情報に応じて、表示部３０１２において第１対象の位置に対応する位置に第１対象の画像に基づく画像を表示させる。

これにより、表示装置３１００は、第２対象（例えば、背景Ｐ３０１３）に関する情報に応じた第１対象（例えば、手Ｐ３０１１）の奥行き感（立体感）をユーザ３００１に認識させるような画像を表示することができる。例えば、表示装置３１００は、手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）を背景Ｐ３０１３に関する情報に応じて設定（変更）することにより、手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）を強調してユーザ３００１に視認させることができる。よって、本実施形態によれば、第１対象（例えば、手Ｐ３０１１）の奥行き感をより実感できるように表示することができる。

[0208] なお、本実施形態において、第２対象（例えば、背景Ｐ３０１３）に関する情報は、例えば、第２対象に対する距離を示す情報である。これにより、表示装置３１００は、第２対象（例えば、背景Ｐ３０１３）に対する距離を示す情報に応じた第１対象（例えば、手Ｐ３０１１）の奥行き感（立体感）をユーザ３００１に認識させるような画像を表示することができる。例えば、表示装置３１００は、手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）を背景Ｐ３０１３の凹凸に応じて変更することにより、手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）を強調してユーザ３００１に視認させることができる。

[0209] また、制御部３０５０は、第１対象の画像のエッジ部分を示すエッジ画像ＰＥを、第１対象の画像に基づく画像として生成する。これにより、表示装置３１００は、第１対象（例えば、手Ｐ３０１１）の位置に対応する位置に第１対象（例えば、手Ｐ３０１１）の画像のエッジ部分を示すエッジ画像ＰＥを表示することによって、ユーザ３００１に対して第１対象（例えば、手Ｐ３０１１）を立体像（３次元画像）として認識させることができる。

[0210] また、制御部３０５０は、第２対象に関する情報に応じて、エッジ画像ＰＥのエッジ部分の明るさを設定する。これにより、表示装置３１００は、第２対象に関する情報に応じて、ユーザ３００１に対して第１対象の奥行き感（立体感）を設定することができる。例えば、表示装置３１００は、背景Ｐ３０１３の凹凸に応じて、手Ｐ３０１１のエッジ画像ＰＥのエッジ部分の明るさを設定することができる。要するに、表示装置３１００は、背景Ｐ３０１３の凹凸に応じてエッジ画像ＰＥのエッジ部分の明るさを変更することによって、手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）を変更することができる。よって、表示装置３１００は、背景Ｐ３０１３の凹凸に応じて、手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）を強調してユーザ３００１に視認させることができる。

[0211] このように、本実施形態の表示装置３１００は、第２対象に対する距離（背景Ｐ３０１３の凹凸）に応じて、第１対象（例えば、手Ｐ３０１１）の奥行き感をより実感できるように表示することができる。

[0212] なお、上記実施形態では、表示部３０１２に対する手Ｐ３０１１の位置よ

り、表示する表示画像Ｐ３０１２（虚像）の位置が遠い場合を例に説明したが、表示部３０１２に対する手Ｐ３０１１の位置よりも表示する表示画像Ｐ３０１２（虚像）の位置が近いように構成してもよい。そして、手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）の度合いを高めることにより、手Ｐ３０１１の位置が実際の位置よりも手前にあるようにユーザ３００１に認識させてもよい。具体的には、例えば、制御部３０５０は、背景Ｐ３０１３の凹部においては、表示部３０１２に表示させる手Ｐ３０１１のエッジ画像ＰＥのエッジ部分の明るさを低下させてもよい。これにより、制御部３０５０は、ユーザ３００１が認識する手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）の度合いを低下させて、手Ｐ３０１１の位置が実際の位置と同様の位置にあるようにユーザ３００１に認識させることができる。一方、制御部３０５０は、背景Ｐ３０１３の凸部においては、表示部３０１２に表示させる手Ｐ３０１１のエッジ画像ＰＥのエッジ部分の明るさを増加させてもよい。これにより、制御部３０５０は、ユーザ３００１が認識する手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）の度合いを高めて、手Ｐ３０１１の位置が実際の位置よりも手前にあるようにユーザ３００１に認識させることができる。

[0213] また、表示部３０１２が備えている左眼表示部３０１２Ｌと右眼表示部３０１２Ｒとが互いに両眼視差を有する画像をそれぞれ表示する構成としてもよい。例えば、表示装置３１００は、この左眼表示部３０１２Ｌと右眼表示部３０１２Ｒとに両眼視差を有するエッジ画像を表示するとともに、その視差量を変えることによって、ユーザ３００１が認識する手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）の度合いを変えてもよい。

[0214] ［第５の実施形態］

次に、本発明の第５実施形態を説明する。第５実施形態は、制御部３０５０が、第２対象に関する情報に応じて、エッジ画像ＰＥのエッジ部分の明るさを設定するのに代えて、エッジ部分の位置を設定することが、第４実施形態と異なる。なお、上述した各実施形態と同一の構成については同一の符号を付してその説明を省略する。

[0215] 制御部３０５０は、第２対象（背景Ｐ３０１３）に関する情報（例えば、背景Ｐ３０１３の凹凸を示す情報）に応じて、表示部３０１２に表示させる表示画像Ｐ３０１２（虚像）内のエッジ画像ＰＥのエッジ部分の位置を設定する。ここで、制御部３０５０が設定するエッジ画像ＰＥのエッジ部分の位置とは、ユーザ３００１の視点位置から表示部３０１２を介して手Ｐ３０１１（実体）の方向（－Ｚ方向）を見た場合に、手Ｐ３０１１（実体）に重なって見えるエッジ画像ＰＥ（虚像）のエッジ部分の、手Ｐ３０１１（実体）の位置に対する表示位置（ＸＹ平面上の位置）である。

例えば、制御部３０５０は、背景Ｐ３０１３の凹凸を示す情報に応じて、表示画像Ｐ３０１２に含まれるエッジ画像ＰＥのエッジ部分の位置を変化させる。これにより、制御部３０５０は、背景Ｐ３０１３の凹凸に応じて、ユーザ３００１が認識する第１対象（手Ｐ３０１１）の奥行き感（立体感）の度合いを設定する。

[0216] 例えば、制御部３０５０は、第１対象（手Ｐ３０１１）のエッジ画像ＰＥのエッジ部分の位置に対して外側や内側に設定する。これにより、表示装置３１００は、ユーザ３００１が第１対象（手Ｐ３０１１）と表示画像Ｐ３０１２（エッジ画像ＰＥ）とを重ねて見た場合に感じる奥行き感（立体感）の度合いを設定する。具体的には、制御部３０５０は、例えば、奥行き感（立体感）の度合いを高める場合には、両眼視差が大きくなるようにエッジ部分の位置を設定し、奥行き感（立体感）の度合いを低下させる場合には、両眼視差が小さくなるようにエッジ部分の位置を設定する。

[0217] 次に、本実施形態における表示装置３１００の動作について説明する。本実施形態において、第２対象に関する情報に応じてエッジ部分の位置を設定する処理の動作は、図３５において、ステップＳ１４０のエッジ部の明るさを設定する処理に代えて、エッジ部分の位置を設定する処理を実行することにより実現できる。

[0218] まず、表示装置３１００は、図３５に示すステップＳ１１０、Ｓ１２０、Ｓ１３０と同様の処理を実行する。次に、図３５に示すステップＳ１４０の

処理に代えて、制御部３０５０は、距離検出部３０３０の検出結果に基づいて、背景Ｐ３０１３の凹凸に応じて第１対象（手Ｐ３０１１）のエッジ画像ＰＥのエッジ部分の位置を設定する。そして、図３５に示すステップＳ１５０の処理と同様に、制御部３０５０は、表示部３０１２において第１対象（手Ｐ３０１１）に重なるような位置に、エッジ画像ＰＥ（エッジ画像ＰＥを含む表示画像Ｐ３０１２）を表示させて、処理を終了する。

[0219] 以上説明したように、制御部３０５０は、第１対象の画像のエッジ部分を示すエッジ画像を、第１対象の画像に基づく画像として生成するとともに、第２対象に関する情報に応じて、エッジ画像のエッジ部分の位置を設定する。これにより、表示装置３１００は、第２対象に関する情報に応じて、ユーザ３００１に対して第１対象の奥行き感（立体感）を設定することができる。例えば、表示装置３１００は、背景Ｐ３０１３の凹凸に応じて、手Ｐ３０１１のエッジ画像ＰＥのエッジ部分の位置を設定することができる。要するに、表示装置３１００は、背景Ｐ３０１３の凹凸に応じてエッジ画像ＰＥのエッジ部分の位置を変更することによって、手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）を変更することができる。よって、表示装置３１００は、背景Ｐ３０１３の凹凸に応じて、ユーザ３００１に対して手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）を強調して視認させることができる。

[0220] このように、本実施形態の表示装置３１００は、上記第４実施形態と同様に、第２対象に対する距離（例えば、背景Ｐ３０１３の凹凸）に応じて、第１対象（例えば、手Ｐ３０１１）の奥行き感をより実感できるように表示することができる。

[0221] なお、表示装置３１００は、例えば、表示部３０１２が表示画像Ｐ３０１２（虚像）を表示する光学系（不図示）を駆動する駆動部（不図示）を備えて、表示部３０１２に表示する表示画像Ｐ３０１２（虚像）の奥行き方向（Ｚ方向）の位置を移動させてもよい。そして、制御部３０５０は、第２対象に対する距離（背景Ｐ３０１３の凹凸）を示す情報に応じて、この光学系（不図示）を駆動する駆動部（不図示）を制御することにより、手Ｐ３０１１

（実体）の位置の手前側又は奥側に表示画像Ｐ３０１２（虚像）の位置を移動させてもよい。これにより、表示装置３１００は、第２対象に対する距離（背景Ｐ３０１３の凹凸）に応じて、ユーザ３００１が認識する手Ｐ３０１１の奥行き感（立体感）の度合いを変化させることができる。よって、表示装置３１００は、第２対象に対する距離（背景Ｐ３０１３の凹凸）に応じて、第１対象（例えば、手Ｐ３０１１）の奥行き感をより実感できるように表示することができる。

[0222] ［第６の実施形態］

次に、本発明の第６実施形態を説明する。

本実施形態における表示装置３１００は、図２５を用いて説明した第４実施形態における表示装置３１００に対して、撮像部３０２０及び測距センサ３０３１の配置が異なる。ここでは、表示装置３１００は、表示部３０１２の右側面（右眼表示部３０１２Ｒの右側の外面）に撮像部３０２０を備え、表示部３０１２の左側面（左眼表示部３０１２Ｌの左側の外面）に測距センサ３０３１を備えている。

[0223] このような配置による構成であっても、表示装置３１００は、図２５に示す表示装置３１００の撮像部３０２０及び測距センサ３０３１と同様の機能を実現できるため、図２５に示す表示装置３１００と同様に、第２対象（背景Ｐ３０１３）に関する情報に応じて表示部３０１２において第１対象（手Ｐ３０１１）の位置に対応する位置に第１対象の画像に基づく画像を表示する処理を実行することができる。よって、本実施形態の表示装置３１００は上述した各実施形態の表示装置３１００と同様に、第２対象に対する距離（背景Ｐ３０１３の凹凸）に応じて、第１対象（例えば、手Ｐ３０１１）の奥行き感をより実感できるように表示することができる。

[0224] なお、本実施形態における表示装置３１００の構成では、表示部３０１２の一方の側（右側）に撮像部３０２０が配置され、他方の側（左側）に測距センサ３０３１が配置されている。ここで、撮像部３０２０、測距センサ３０３１、及び、表示部３０１２、のそれぞれの光軸が横から（＋Ｘ方向又は

－Ｘ方向から）見て一致した方が正確に位置情報を取得することができるため、この構成は、正確に位置情報を取得することができる構成である。

[0225] ［第７の実施形態］

次に、本発明の第７実施形態を説明する。

本実施形態における表示装置３１００は、図２５を用いて説明した第４実施形態における表示装置３１００に対して、測距センサ３０３１を備えていないこと、及び、撮像部３０２０が２つの撮像部を有することが異なる。撮像部３０２０は、例えばステレオカメラであって、表示部３０１２の右側面（右眼表示部３０１２Ｒの右側の外面）に右側撮像部を備え、表示部３０１２の左側面（左眼表示部３０１２Ｌの左側の外面）に左側撮像部を備えている。本実施形態における表示装置３１００は、この２つの撮像部が撮影した画像に基づいて、三角測量の原理を利用して第２対象までの距離を検出する。

[0226] 具体的には、撮像部３０２０は、右側撮像部が撮影した画像と左側撮像部が撮影した画像とを、距離検出部３０３０に供給する。つまり、距離検出部３０３０には、測距センサ３０３１の検知結果に代えて、右側撮像部が撮影した画像と左側撮像部が撮影した画像とが供給される。

[0227] そして、距離検出部３０３０は、撮像部３０２０から供給される右側撮像部が撮影した画像と左側撮像部が撮影した画像とに基づいて、三角測量の原理を利用して、表示装置３１００と第２対象（背景Ｐ３０１３、例えば図２５ではカーテン）との相対距離を検出する。

[0228] このように、本実施形態の表示装置３１００において、距離検出部３０３０は、図２５に示す表示装置３１００の測距センサ３０３１の検知結果に代えて、撮像部３０２０が備える２つの撮像部が撮影した画像に基づいて、表示装置３１００と第２対象との相対距離を検出する構成である。

すなわち、距離検出部３０３０は、このような構成であっても、図３４に示す距離検出部３０３０と同様に、第２対象（背景Ｐ３０１３、例えば図２５ではカーテン）に対する距離として、表示装置３１００と第２対象との相

対距離を検出することができる。そのため、本実施形態の表示装置３１００は、第２対象（背景Ｐ３０１３）に関する情報に応じて表示部３０１２において第１対象（手Ｐ３０１１）の位置に対応する位置に第１対象の画像に基づく画像を表示する処理を実行することができる。よって、本実施形態の表示装置３１００は上述した各実施形態の表示装置３１００と同様に、第２対象に対する距離（背景Ｐ３０１３の凹凸）に応じて、第１対象（例えば、手Ｐ３０１１）の奥行き感をより実感できるように表示することができる。

[0229] なお、本実施形態における表示装置３１００の構成では、２つの撮像部（左側撮像部、右側撮像部）のそれぞれが、表示部３０１２の左側と右側とにそれぞれ配置されている。２つの撮像部を用いて三角測量の原理を利用して測距する場合には、２つの撮像部の互いの距離が離れている方が正確に距離を測定するのに有利である。そのため、このように、２つの撮像部のそれぞれが表示部３０１２の左側と右側とに距離が離れた状態でそれぞれ配置されている構成にできる。また、撮影及び測距を行う撮像部３０２０、及び、表示部３０１２の各光軸が、横から（＋Ｘ方向又は－Ｘ方向から）見て一致した方が正確に位置情報を取得することができるため、この図に示す構成も、正確に位置情報を取得することができる構成である。

[0230] ［第８の実施形態］

次に、本発明の第８実施形態を説明する。

本実施形態における表示装置３１００は、第２対象（例えば、背景）に関する情報を、第２対象に対する距離を示す情報に代えて、第２対象の特徴を示す情報とする点が、上述した各実施形態と異なる。例えば、本実施形態における表示装置３１００は、撮像部３０２０が撮像した画像から第２対象の特徴を抽出する抽出部を備えている。以下、この抽出部の機能を、制御部３０５０が備えているものとして説明する。なお、本実施形態における表示装置３１００は、図３４に示す表示装置３１００の構成における、表示部３０１２と、撮像部３０２０と、検出部３０４０と、制御部３０５０と、を備えており、距離検出部３０３０と、測距センサ３０３１と、を備えていない構

成であってもよい。図３４に示す各構成と同様の構成についてはその説明を省略する。

[0231] 制御部３０５０は、第２対象の特徴として、撮像部３０２０が撮像した画像から第２対象の特徴（第２対象の画像の特徴）を抽出する。制御部３０５０は、抽出した第２対象の特徴を示す情報に応じて、表示部３０１２において第１対象の位置に対応する位置に第１対象の画像に基づく画像を表示させる。例えば、制御部３０５０は、第２対象の特徴を示す情報に応じて、ユーザ３００１が認識する第１対象の奥行き感（立体感）の度合いを設定する。

[0232] ここで、第２対象の画像の特徴とは、例えば、第２対象（例えば、背景）の模様や所定の領域（特徴的な領域）等である。一例として、第２対象（例えば、背景）の画像の特徴とは、以下に説明するようなタッチパネルにおける操作釦（操作釦の領域）である。また、一例として、この場合の第一対象とは、タッチパネルを操作する指である。この例において、制御部３０５０は、タッチパネルにおける操作釦（操作釦の領域）を示す情報に応じて、表示部３０１２において指の位置に対応する位置に指のエッジ画像ＰＥを表示させる。

[0233] なお、制御部３０５０は、撮像部３０２０が撮像した画像から第２対象の画像の特徴を抽出する場合、テンプレートマッチングにより抽出する処理、特徴点に関する評価値により抽出する処理、相関関数により抽出する処理、等何れの処理を行ってもよい。

[0234] 図３６Ａ、３６Ｂを参照して、第２対象としての背景にタッチパネルＰ１６があって、タッチパネルＰ１６の手前にユーザ３００１の指Ｐ１５がある場合の立体像（３次元画像）の表示の一例を説明する。図３６Ａ、３６Ｂは、操作釦の領域を示す情報に応じた指の立体像（３次元画像）の表示を説明する図である。図３６Ａに示すように、ユーザ３００１は、操作釦が表示されたタッチパネルＰ１６の表面に沿って、指Ｐ１５を動かしている。この図において、指Ｐ１５が、操作釦の上にある状態（符号Ｐ１５（ｃ）参照）と、操作釦と操作釦との間にある状態（符号Ｐ１５（ｄ）参照）とを示してい

る。

[0235] 図３６Ｂを参照して、指Ｐ１５の立体像（３次元画像）を説明する。表示装置３１００は、タッチパネルＰ１６の操作釦の上に指Ｐ１５がある場合には、操作釦と操作釦との間に指Ｐ１５がある場合よりも指Ｐ１５が手前に見えるようなエッジ画像ＰＥを指Ｐ１５の位置に重なるように表示する。一方、表示装置３１００は、タッチパネルＰ１６の操作釦と操作釦との間に指Ｐ１５がある場合には、操作釦の上に指Ｐ１５がある場合よりも指Ｐ１５が奥に見えるようなエッジ画像ＰＥを指Ｐ１５の位置に重なるように表示する。これにより、ユーザ３００１は、タッチパネルＰ１６の操作釦の上に指Ｐ１５がある場合には指Ｐ１５が手前（例えば、距離Ｌｃの位置）にあるように認識し（符号Ｐ１５（ｃ）参照）、タッチパネルＰ１６の操作釦と操作釦との間に指Ｐ１５がある場合には指Ｐ１５が奥（例えば、距離Ｌｃよりも遠い距離Ｌｄの位置）にあるように認識する（符号Ｐ１５（ｄ）参照）。これにより、表示装置３１００は、ユーザ３００１がタッチパネルＰ１６の操作釦に対する指Ｐ１５の奥行き感（立体感）を実感できるように表示することができる。

[0236] 次に、本実施形態における表示装置３１００の動作を説明する。図３７は、本実施形態における表示装置３１００の動作の一例を示すフローチャートである。ここでは、上述した図３６Ａ、３６Ｂに示すように、例えば、第１対象がユーザ３００１の指Ｐ１５、第２対象がタッチパネルＰ１６、及び、第２対象の特徴がタッチパネルＰ１６の操作釦（操作釦の領域）、として説明する。

[0237] まず、撮像部３０２０は、ユーザ３００１が表示部３０１２を介して見る方向（－Ｚ方向）を撮影する。検出部３０４０は、撮像部３０２０が撮影した画像から第１対象（例えば、指Ｐ１５）の画像を検出する。そして、検出部３０４０は、検出した第１対象（例えば、ユーザ１の指Ｐ１５）の画像（画像領域）を示す情報を、制御部３０５０に供給する（ステップＳ２１０）。

[0238] 次に、制御部３０５０は、第１対象と異なる第２対象（例えば、タッチパネルＰ１６）の特徴として、例えば、タッチパネルＰ１６における操作釦（操作釦の領域）を抽出する。また、制御部３０５０は、抽出した第２対象の特徴（例えば、操作釦（操作釦の領域））を示す情報を制御部３０５０に供給する（ステップＳ２２０）。

[0239] 続いて、制御部３０５０は、抽出した第２対象の特徴（例えば、タッチパネルＰ１６の操作釦（操作釦の領域））を示す情報と、検出部３０４０が検出した第１対象（例えば、指Ｐ１５）の画像（画像領域）を示す情報とに基づいて、それぞれの位置関係を検出する。即ち、制御部３０５０は、第２対象の特徴（例えば、操作釦（操作釦の領域））の位置と、第１対象（例えば、指Ｐ１５）の位置と、の位置関係（相対位置関係）を検出する（ステップＳ２２３）。

[0240] 次に、制御部３０５０は、検出部３０４０の検出結果に基づいて、撮像部３０２０が撮影した画像から第１対象（例えば、指Ｐ１５）の画像のエッジ部分を抽出する（ステップＳ２３０）。

また、制御部３０５０は、ステップＳ２２３において検出した位置関係に応じてエッジ部分の明るさを設定して、第１対象（例えば、指Ｐ１５）のエッジ画像ＰＥを生成する（ステップＳ２４０）。

[0241] 具体的には、制御部３０５０は、タッチパネルＰ１６の操作釦の上に指Ｐ１５がある場合には指Ｐ１５が手前に見えるようにエッジ部分の明るさを設定した（例えば、明るさを低下させた）エッジ画像ＰＥを生成する。一方、制御部３０５０は、タッチパネルＰ１６の操作釦と操作釦との間に指Ｐ１５がある場合には指Ｐ１５が奥に見えるようにエッジ部分の明るさを設定した（例えば、明るさを増加させた）エッジ画像ＰＥを生成する。

[0242] そして、制御部３０５０は、表示部３０１２において第１対象（例えば、指Ｐ１５）に重なるような位置に、生成したエッジ画像ＰＥ（エッジ画像ＰＥを含む表示画像Ｐ１２）を表示させて、処理を終了する（ステップＳ２５０）。

[0243] 以上説明したように、制御部３０５０は、第２対象の特徴（例えば、タッチパネルＰ１６の操作釦）を示す情報に応じて、表示部３０１２において第１対象（例えば、指Ｐ１５）の位置に対応する位置に第１対象の画像に基づく画像を表示させる。例えば、制御部３０５０は、第２対象の特徴（例えば、タッチパネルＰ１６の操作釦）を示す情報に応じて、第１対象（例えば、指Ｐ１５）の位置に対応する位置に第１対象のエッジ画像ＰＥを表示させる。

[0244] これにより、表示装置３１００は、第２対象の特徴（例えば、タッチパネルＰ１６の操作釦）を示す情報に応じた第１対象（例えば、指Ｐ１５）の奥行き感（立体感）をユーザ３００１に認識させるような画像を表示することができる。例えば、表示装置３１００は、指Ｐ１５のエッジ画像ＰＥのエッジ部分の明るさをタッチパネルＰ１６の操作釦に対する指Ｐ１５の位置に応じて設定（変更）することができる。よって、表示装置３１００は、操作釦に対する指Ｐ１５の位置に応じて、ユーザ３００１に対して操作釦に対する指Ｐ１５の位置に応じて指Ｐ１５の奥行き感（立体感）を強調して視認させることができる。

[0245] このように、本実施形態の表示装置３１００は、第２対象の特徴（例えば、タッチパネルＰ１６の操作釦）に応じて、第１対象（例えば、指Ｐ１５）の奥行き感をより実感できるように表示することができる。よって、本実施形態によれば、第１対象（例えば、指Ｐ１５）の奥行き感をより実感できるように表示することができる。

[0246] なお、本実施形態において、制御部３０５０が、第２対象の特徴（例えば、タッチパネルＰ１６の操作釦）を示す情報に応じて、エッジ画像ＰＥのエッジ部分の明るさを設定する例を説明したが、上記第５実施形態で説明したように、エッジ画像ＰＥのエッジ部分の位置を設定してもよい。

[0247] ［第９の実施形態］

次に、図３８及び図３９を参照して、本発明の第９実施形態を説明する。なお、上述した各実施形態と同一の構成については同一の符号を付してその

説明を省略する。本実施形態の表示装置３１００は、上述した第８実施形態の表示装置３１００と同様に、タッチパネルＰ１６と指Ｐ１５との位置関係に応じてエッジ部分の明るさを設定する。加えて、本実施形態の表示装置３１００は、指Ｐ１５の動き（例えば、操作釦の押下）に応じて、エッジ部分の明るさを設定する。

[0248] 図３８は、本実施形態の立体像（３次元画像）の表示を説明する図である。図３６Ｂに示した例と同様に、表示装置３１００は、操作釦の上に指Ｐ１５がある場合には指Ｐ１５が手前に見えるようなエッジ画像ＰＥを表示し、操作釦と操作釦との間に指Ｐ１５がある場合には指Ｐ１５が奥に見えるようなエッジ画像ＰＥを表示する。さらに、表示装置３１００は、操作釦の上に指Ｐ１５があって、且つ、指Ｐ１５が操作釦を押下した場合には、押下した指Ｐ１５の動きをさらに強調するようにエッジ画像ＰＥを表示する。例えば、表示装置３１００は、押下した指Ｐ１５の動きをさらに強調するように、操作釦と操作釦との間に指Ｐ１５がある場合よりも指Ｐ１５が奥に見えるようにエッジ部分の明るさを設定したエッジ画像ＰＥを表示する。

[0249] これにより、例えばこの図３８に示すように、ユーザ３００１は、タッチパネルＰ１６の操作釦の上に指Ｐ１５があって、且つ、指Ｐ１５が操作釦を押下した場合には、操作釦と操作釦との間に指Ｐ１５がある場合よりも指Ｐ１５が奥（例えば、距離Ｌｄよりも遠い距離Ｌｅの位置）にあるように認識する（符号Ｐ１５（ｅ）参照）。

[0250] ここで、表示装置３１００は、撮像部３０２０が撮像した画像から検出された指Ｐ１５の画像に基づいて、指Ｐ１５が操作釦を押下したか否かを検出する。例えば、制御部３０５０は、検出部３０４０が検出した指Ｐ１５の画像領域の大きさや形の変化に基づいて、指Ｐ１５が操作釦を押下する動きが生じたか否かを検出する。なお、表示装置３１００は、２つの撮像部を有する構成（例えば、第６実施形態による撮像部３０２０を備える構成）であってもよく、その２つの撮像部が撮影した画像に基づいて、三角測量の原理を利用して指Ｐ１５までの距離を検出してもよい。例えば、制御部３０５０は

、２つの撮像部が撮影した画像に基づいて検出した（例えば、第６実施形態による距離検出部３０３０が検出した）指Ｐ１５までの距離の変化に基づいて、指Ｐ１５が操作釦を押下する動きが生じたか否かを検出してもよい。なお、表示装置３１００は、測距センサ（例えば、図３４に示す、測距センサ３０３１）を備えた構成であってもよく、その測距センサの検知結果に基づいて、指Ｐ１５までの距離を検出してもよい。

[0251] 次に、本実施形態における表示装置３１００の動作を説明する。図３９は、本実施形態における表示装置３１００の動作の一例を示すフローチャートである。この図３９に示す処理は、図３７に示す処理に対してステップＳ２２５、Ｓ２２７、Ｓ２４０Ａの処理が異なる。

[0252] 制御部３０５０は、ステップＳ２２３において検出した位置関係に基づいて、第２対象の特徴（例えば、操作釦（操作釦の領域））の位置と、第１対象（例えば、指Ｐ１５）の位置と、が所定値以上重なっているか否かを判定する（ステップＳ２２５）。ここで、上述の所定値とは、例えば、操作釦に対する指Ｐ１５の位置の重なり度合いを示す値であって、指Ｐ１５の位置が操作釦を押下可能な位置に重なっているか否かを判定する値として予め定められている。

[0253] ステップＳ２２５において第２対象の特徴（例えば、操作釦（操作釦の領域））の位置と、第１対象（例えば、指Ｐ１５）の位置と、の重なりが所定値以上であると判定された場合、制御部３０５０は、第１対象（例えば、指Ｐ１５）の動きを検出する。例えば、制御部３０５０は、撮像部３０２０が撮像した画像から検出された指Ｐ１５の画像に基づいて、指Ｐ１５が操作釦を押下する動きが生じたか否かを検出する（ステップＳ２２７）。

[0254] 一方、ステップＳ２２５において第２対象の特徴（例えば、操作釦（操作釦の領域））の位置と、第１対象（例えば、指Ｐ１５）の位置と、の重なりが所定値未満であると判定された場合、制御部３０５０は、第１対象（例えば、指Ｐ１５）の動きを検出するステップＳ２２７の処理を実行せずに、ステップＳ２３０の処理に進める。

[0255] 次に、制御部３０５０は、検出部３０４０の検出結果に基づいて、撮像部３０２０が撮影した画像から第１対象（例えば、指Ｐ１５）の画像のエッジ部分を抽出する（ステップＳ２３０）。

また、制御部３０５０は、ステップＳ２２３において検出した位置関係と、ステップＳ２２７において検出した第１対象（例えば、指Ｐ１５）の動きと、に応じてエッジ部分の明るさを設定して、第１対象（例えば、指Ｐ１５）のエッジ画像ＰＥを生成する（ステップＳ２４０Ａ）。

[0256] 具体的には、制御部３０５０は、タッチパネルＰ１６の操作釦と操作釦との間に指Ｐ１５がある場合には、操作釦の上に指Ｐ１５があって、且つ、指Ｐ１５が操作釦を押下する動きがない場合よりも指Ｐ１５が奥に見えるようにエッジ部分の明るさを設定した（例えば、明るさを増加させた）エッジ画像ＰＥを生成する。一方、制御部３０５０は、タッチパネルＰ１６の操作釦の上に指Ｐ１５があって、且つ、指Ｐ１５が操作釦を押下する動きがない場合には、操作釦と操作釦との間に指Ｐ１５がある場合よりも指Ｐ１５が手前に見えるようにエッジ部分の明るさを設定した（例えば、明るさを低下させた）エッジ画像ＰＥを生成する。さらに、制御部３０５０は、タッチパネルＰ１６の操作釦の上に指Ｐ１５があって、且つ、指Ｐ１５が操作釦を押下する動きがあった場合には、押下した指Ｐ１５の動きをさらに強調するようなエッジ画像ＰＥを生成する。例えば、制御部３０５０は、押下した指Ｐ１５の動きをさらに強調するように、操作釦と操作釦との間に指Ｐ１５がある場合よりも指Ｐ１５が奥に見えるようにエッジ部分の明るさを設定した（例えば、操作釦と操作釦との間に指Ｐ１５がある場合よりも明るさをさらに増加させた）エッジ画像ＰＥを生成する。

[0257] そして、制御部３０５０は、表示部３０１２において第１対象（例えば、指Ｐ１５）に重なるような位置に、生成したエッジ画像ＰＥ（エッジ画像ＰＥを含む表示画像Ｐ１２）を表示させて、処理を終了する（ステップＳ２５０）。

[0258] 以上説明したように、制御部３０５０は、第２対象に関する情報と第１対

象の動きとに応じて、表示部３０１２において第１対象の位置に対応する位置に第１対象の画像に基づく画像を表示させる。例えば、制御部３０５０は、第２対象の特徴（例えば、タッチパネルＰ１６の操作釦）を示す情報と第１対象の動き（例えば、指Ｐ１５が操作釦を押下する動き）とに応じて、第１対象（例えば、指Ｐ１５）の位置に対応する位置に表示する第１対象（例えば、指Ｐ１５）のエッジ画像ＰＥのエッジ部分の明るさを設定する。

[0259] これにより、表示装置３１００は、第２対象の特徴（例えば、タッチパネルＰ１６の操作釦）を示す情報と第１対象の動き（例えば、指Ｐ１５が操作釦を押下する動き）とに応じた第１対象（例えば、指Ｐ１５）の奥行き感（立体感）をユーザ３００１に認識させるような画像を表示することができる。例えば、表示装置３１００は、指Ｐ１５のエッジ画像ＰＥのエッジ部分の明るさを、タッチパネルＰ１６の操作釦に対する指Ｐ１５の動きに応じて設定（変更）することができる。よって、表示装置３１００は、操作釦に対する指Ｐ１５の動きに応じて、ユーザ３００１に対して指Ｐ１５の奥行き感（立体感）を強調して視認させることができる。

[0260] このように、本実施形態の表示装置３１００は、第２対象の特徴（例えば、タッチパネルＰ１６の操作釦）と第１対象（例えば、指Ｐ１５）の動きに応じて、第１対象（例えば、指Ｐ１５）の奥行き感をより実感できるように表示することができる。よって、本実施形態によれば、第１対象（例えば、指Ｐ１５）の奥行き感をより実感できるように表示することができる。なお、表示装置３１００は、エッジ画像ＰＥのエッジ部分の明るさを設定するのに代えて、エッジ画像ＰＥのエッジ部分の位置（ＸＹ平面上の位置）を設定してもよい。また、表示装置３１００は、第２対象の特徴（例えば、タッチパネルＰ１６の操作釦）を示す情報、または、第１対象の動き（例えば、指Ｐ１５が操作釦を押下する動き）に応じて、表示部３０１２に表示するエッジ画像ＰＥ（虚像）の奥行き方向（Ｚ方向）の位置を移動させてもよい。

[0261] なお、制御部３０５０が、エッジ画像ＰＥを含む表示画像Ｐ３０１２を表示部３０１２に表示させる例を説明したが、これに限られない。制御部３０

５０は、第１対象（例えば、手Ｐ３０１１又は指Ｐ１５）に対応してユーザ３００１に視認される表示画像Ｐ３０１２の画素の画素値が、ユーザ３００１に視認される立体像の奥行き位置に応じて設定されている表示画像Ｐ３０１２を表示部３０１２に表示させてもよい。ここで、画素値には、画素の輝度値が含まれる。

また、制御部３０５０は、エッジ画像ＰＥに代えて、第１対象（例えば、手Ｐ３０１１又は指Ｐ１５）の画像（撮影画像）そのもの、を含む表示画像Ｐ３０１２を表示部３０１２に表示させてもよい。例えば、制御部３０５０は、第２対象に関する情報（例えば、背景Ｐ３０１３の凹凸、タッチパネルＰ１６の操作釦）に応じて、第１対象（例えば、手Ｐ３０１１又は指Ｐ１５）と重なる位置に、第１対象（例えば、手Ｐ３０１１又は指Ｐ１５）の画像そのものを表示させてもよい。

また、第１対象（例えば、手Ｐ３０１１又は指Ｐ１５）に対応してユーザ３００１に視認される表示画像Ｐ３０１２は、例えば、表示部３０１２が表示する画像の面（虚像面）に対して第１対象（例えば、手Ｐ３０１１又は指Ｐ１５）が射影された画像であってもよい。この場合には、ユーザ３００１は、第１対象（例えば、手Ｐ３０１１又は指Ｐ１５）が射影された画像であって、且つ、各画素の画素値が第１対象（例えば、手Ｐ３０１１又は指Ｐ１５）の各部分の反射光と異なる輝度に設定されている表示画像Ｐ３０１２と、第１対象（例えば、手Ｐ３０１１又は指Ｐ１５）とを重ねて視認する。

これにより、制御部３０５０は、ユーザ３００１が精密な立体像を視認することができる表示画像Ｐ３０１２を表示部３０１２に表示させることができる。つまり、表示装置３１００は、精密な立体像を表示することができる。

[0262] なお、上記実施形態では、表示装置３１００が、二眼タイプのヘッドマウントディスプレイを例に説明したが、これに限られるものではなく、例えば、一眼タイプのヘッドマウントディスプレイであってもよい。

[0263] なお、上記実施形態では、第１対象として手Ｐ３０１１又は指Ｐ１５を例

として説明したが、これに限られるものではない。例えば、第１対象は、他の人体の一部であってもよいし、人体の一部に限らず、指示棒等の物体、又は、光学的に投影されるポインタやカーソル等であってもよいし、また、それ以外の何れの対象であってもよい。また、第２対象は、背景Ｐ３０１３としてのカーテン又はタッチパネルＰ１６に限られるものではなく、それ以外の何れの対象物であってもよい。

[0264] ［第１０の実施形態］

以下、図面を参照して、本発明の第１０の実施形態を説明する。

図４０は、本発明の第１０の実施形態における表示装置４０１０の構成の概要の一例を示す概要図である。本実施形態の表示装置４０１０とは、例えば、観察者Ｕ（ユーザ）の頭部に装着されるヘッドマウントディスプレイＨＭＤを含む装置である。以下、各図の説明においてはＸＹＺ直交座標系を設定し、このＸＹＺ直交座標系を参照しつつ各部の位置関係について説明する。表示装置４０１０が画像を表示している方向をＺ軸の正の方向とし、このＺ軸方向に垂直な平面上の直交方向をそれぞれＸ軸方向及びＹ軸方向とする。ここでＸ軸方向は、表示装置４０１０の水平方向とし、Ｙ軸方向は表示装置４０１０の鉛直上方向とする。この図４０において、観察者Ｕは、ヘッドマウントディスプレイＨＭＤを装着して奥行き方向（－Ｚ）方向を観察する。

[0265] 表示装置４０１０は、ヘッドマウントディスプレイＨＭＤが備える表示面４１０５に画像を表示する。この表示面４１０５に表示される画像とは、視点位置ＶＰから観察者Ｕ（表示装置４０１０のユーザ）が見た場合に、表示面４１０５の位置から（－Ｚ）方向に離れた位置に虚像ＶＩを生じさせる画像である。この場合、視点位置ＶＰとは、観察者Ｕの眼の位置である。この表示装置４０１０は、観察者Ｕからみて奥行き方向（－Ｚ）方向にある物体ＯＢＪを示す画像を、虚像ＶＩとして表示する。この物体ＯＢＪとは、例えば、壁面に掛けられているパネルＰＮＬに描かれている絵である。このパネルＰＮＬには、Ｘ方向に物体ＯＢＪ１、物体ＯＢＪ２、物体ＯＢＪ３が描か

れている。

[0266] 表示装置４０１０は、物体ＯＢＪ１～３に対応する虚像ＶＩ１～３を、表示面４１０５の位置から（－Ｚ）方向に離れた位置に虚像ＶＩを表示する。この物体ＯＢＪと虚像ＶＩとの具体例について、図４１を参照して説明する。

[0267] 図４１は、本実施形態の表示装置４０１０の表示対象である物体ＯＢＪの一例を示す模式図である。上述したように、パネルＰＮＬには、物体ＯＢＪ１～３がそれぞれ描かれている。

ここでは、物体ＯＢＪ１～３とは、それぞれ円形、四角形、三角形のパターン（図形）である。

[0268] 次に、図４２を参照して、表示装置４０１０が表示する物体ＯＢＪを示す画像（虚像ＶＩ）について説明する。

図４２は、本実施形態の表示装置４０１０が表示する物体ＯＢＪを示す画像の一例を示す模式図である。表示装置４０１０は、図４２（ａ）に示すように、物体ＯＢＪ１を示す虚像ＶＩ１としての円形の輪郭（エッジ）画像を表示する。ここで、輪郭（エッジ）画像とは、物体ＯＢＪの輪郭部を示す画像である。同様に、表示装置４０１０は、図４２（ｂ）（ｃ）に示すように、物体ＯＢＪ２～３を示す虚像ＶＩ２～３としての四角形および三角形の輪郭（エッジ）画像を表示する。

[0269] 次に、図４３を参照して、この表示装置４０１０が物体ＯＢＪを示す画像（虚像ＶＩ）を表示する構成の概要について説明する。

図４３は、本実施形態の表示装置４０１０が虚像ＶＩを表示する構成の概要の一例を示す模式図である。表示装置４０１０は、接眼光学系ＯＰとしての液晶パネルＬＰと、レンズ群ＬＳと、ハーフミラーＨＭとを備えている。液晶パネルＬＰが物体ＯＢＪを示す画像の光を発すると、この物体ＯＢＪを示す画像の光は、レンズ群ＬＳを介してハーフミラーＨＭに照射される。このとき、視点位置ＶＰから、ハーフミラーＨＭに照射される光を観察すると、ハーフミラーＨＭを介して（－Ｚ）方向、つまり奥行き方向に虚像ＶＩが

生じる。このようにして表示装置４０１０は、物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩを表示する。

[0270] また、表示装置４０１０は、接眼光学系ＯＰを制御することにより、虚像ＶＩが表示される奥行き方向の位置を変化させることができる。具体的には、表示装置４０１０は、液晶パネルＬＰのＹ方向の位置を位置$Ｙ_{0}$～$Ｙ_{2}$に設定する。これにより、虚像ＶＩの奥行き方向の位置は、位置$Ｚ_{v0}$～$Ｚ_{v2}$に変化する。このようにして、表示装置４０１０は、虚像ＶＩが表示される奥行き方向の位置を可変にする。

[0271] ここで、表示装置４０１０は、物体ＯＢＪと、その物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩとを重ねて表示する。これにより、観察者Ｕが観察する物体ＯＢＪに立体感を与えることができる。つまり、観察者Ｕは、物体ＯＢＪと、その物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩとを重ねて見た場合、物体ＯＢＪがＺ軸方向に飛び出すような立体像を認識する。この表示装置４０１０が表示する虚像ＶＩによって観察者Ｕに立体感を与える仕組みは、第１の実施形態と同様であり、説明を省略する。

[0272] 以下、この表示装置４０１０の具体的な構成及び動作について説明する。

[0273] まず、図４４を参照して、表示装置４０１０の構成について説明する。

図４４は、本実施形態の表示装置４０１０の構成の一例を示す構成図である。表示装置４０１０は、位置設定部４１０１と、表示制御部４１０３と、表示部４１０４と、記憶部４１０６とを備えている。

[0274] 表示部４１０４は、入射する光を透過可能な透過型の表示面４１０５に対して、入力される画像情報に基づく画像を投影する。具体的には、表示部４１０４は、表示面４１０５に対して画像（物体画像）を投影する不図示の投影部を備えている。図４３を参照して説明したように、この投影部とは、例えば、液晶パネルＬＰやレンズ群ＬＳなどを備える接眼光学系ＯＰである。

[0275] 位置設定部４１０１は、図４０に示したように、物体ＯＢＪからＺ方向（奥行き方向）に距離ｄｚだけ離れた位置に、虚像ＶＩが表示される位置を設定する。このとき、位置設定部４１０１は、観察者Ｕが視点位置ＶＰから表

示面４１０５を介して虚像ＶＩと物体ＯＢＪとを重ねて見た場合に、物体ＯＢＪの立体像が再現可能な奥行き方向の範囲に、虚像ＶＩが表示される位置を設定する。

[0276] 表示制御部４１０３は、物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩを表示部４１０４に表示させる。このとき表示制御部４１０３は、観察者Ｕが表示部４１０４を介して物体ＯＢＪを視認する場合に、位置設定部４１０１が設定する奥行き位置に表示される物体ＯＢＪを示す画像である虚像ＶＩと、表示部４１０４を介して視認される物体ＯＢＪとが重なるようにして、物体ＯＢＪを示す画像である虚像ＶＩを表示部４１０４に表示させる。例えば、表示制御部４１０３は、観察者Ｕが視点位置ＶＰから表示面４１０５を介して所定の物体ＯＢＪの方向を見た場合に、表示面４１０５を透過する光による所定の物体ＯＢＪの像と、虚像ＶＩとが重なるように、虚像ＶＩを表示部４１０４に表示させる。具体的には、表示制御部４１０３は、記憶部４１０６に予め記憶されている物体ＯＢＪの輪郭（エッジ）部分を示す画像（エッジ画像）の情報を取得する。次に、表示制御部４１０３は、位置設定部４１０１が設定した虚像ＶＩが表示される奥行き位置と、表示部４１０４が備える接眼光学系ＯＰの特性を示す情報とに基づいて、取得したエッジ画像が虚像ＶＩとして表示されるＸＹ平面上の位置と大きさとを設定する。次に、表示制御部４１０３は、設定した画像を表示部４１０４に出力する。すなわち、視点位置ＶＰから表示部４１０４を介して物体ＯＢＪを見た場合に、位置設定部４１０１が設定する奥行き位置に表示される物体ＯＢＪを示す画像と、物体ＯＢＪの像とが重なるようにして、物体ＯＢＪを示す画像を表示部４１０４に表示させる。この物体ＯＢＪの像とは、表示部４１０４を透過する光による像である。

[0277] ここで、観察者Ｕに観察される物体ＯＢＪの立体像は、物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩと、物体ＯＢＪとの間に生じる。具体的には、物体ＯＢＪの立体像は、虚像ＶＩが表示される奥行き位置と、物体ＯＢＪの奥行き位置との間に生じる。したがって、物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩと、物体ＯＢＪとの間の奥

行き方向の距離（すなわち、距離ｄｚ）を大きくすれば、立体像の奥行き幅を大きくすることができる。なお、ここで立体像の奥行き幅とは、観察者Ｕに認識される立体像のうちの、最も手前（＋Ｚ方向）の位置と、最も奥（－Ｚ方向）の位置との差である。一方、物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩと、物体ＯＢＪとの奥行き方向の距離ｄｚが離れていると、距離ｄｚが近い場合に比べて、虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像とが重なって見える視点位置ＶＰの範囲（例えば、視野角）が狭くなる。ここで、虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像とが重ならずに分離して観察者Ｕに観察された場合には、観察者Ｕが立体像を認識できなくなることがある。すなわち、物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩと、物体ＯＢＪとの奥行き方向の距離ｄｚが離れるほど、観察者Ｕが立体像を認識することができる視点位置ＶＰの範囲（例えば、視野角）が狭くなる。観察者Ｕが立体像を認識することができる視点位置ＶＰの範囲（例えば、視野角）が狭くなると、観察者Ｕの位置が少し変化しただけで、観察者Ｕが立体像を認識することができなくなることがある。このため、立体像の奥行き幅を大きくするためには、虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像とが分離しない距離ｄｚの範囲内において、虚像ＶＩと、物体ＯＢＪとの奥行き方向の距離ｄｚを大きくすることができる。ここで、虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像とが分離しない距離ｄｚの最大値を最大値ｄｚｍａｘとすると、虚像ＶＩと物体ＯＢＪとの距離ｄｚが最大値ｄｚｍａｘである場合に、立体像の奥行き幅が最大になる。

[0278] 本実施形態においては、物体ＯＢＪの奥行き位置と、視点位置ＶＰとの距離に基づいて、この最大値ｄｚｍａｘが予め定められている。この最大値ｄｚｍａｘは、記憶部４１０６に予め記憶されている。位置設定部４１０１は、記憶部４１０６に記憶されている最大値ｄｚｍａｘに基づいて、虚像ＶＩの奥行き位置を設定する。すなわち、位置設定部４１０１は、表示部４１０４が表示する虚像ＶＩ（画像）の奥行き位置を、物体ＯＢＪの奥行き位置に基づいて設定する。

[0279] また、表示部４１０４は、視点位置ＶＰにいる観察者Ｕから見て、物体ＯＢＪより奥（－Ｚ方向）側にも、虚像ＶＩを表示することができる。つまり

、表示部４１０４は、物体ＯＢＪの奥行き位置を基準にして、手前（＋Ｚ方向）と、奥（－Ｚ方向）とに、それぞれ虚像ＶＩを表示することができる。また、虚像ＶＩが物体ＯＢＪよりも手前（＋Ｚ方向）にある場合であっても、虚像ＶＩが物体ＯＢＪよりも奥（－Ｚ方向）にある場合であっても、虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像とを視点位置ＶＰから重ねて見た観察者Ｕは、物体ＯＢＪの立体像を認識する。

[0280] そこで、位置設定部４１０１は、物体ＯＢＪの奥行き位置を基準にして、手前（＋Ｚ方向）の範囲と、奥（－Ｚ方向）の範囲とに、虚像ＶＩが表示される奥行き位置を設定する。

すなわち、位置設定部４１０１は、物体ＯＢＪの奥行き位置よりも手前（＋Ｚ方向）の第１の奥行き位置と、物体ＯＢＪの奥行き位置よりも奥（－Ｚ方向）の第２の奥行き位置との間に、物体ＯＢＪを示す画像としての虚像ＶＩの奥行き位置を設定する。ここで、物体ＯＢＪの奥行き位置を基準にして、手前（＋Ｚ方向）の範囲、および奥（－Ｚ方向）の範囲とは、物体ＯＢＪの奥行き位置を挟む奥行き方向の範囲である。すなわち、位置設定部４１０１は、物体ＯＢＪの奥行き位置を挟む奥行き方向の範囲に、物体ＯＢＪを示す画像の奥行き位置を設定する。

[0281] 上述したように、観察者Ｕが虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像とを視点位置ＶＰから重ねて見た場合に、虚像ＶＩと物体ＯＢＪとの距離ｄｚが最大値ｄｚｍａｘ以下であれば、これらの像が分離せずに観察者Ｕに知覚される。したがって、位置設定部４１０１は、物体ＯＢＪの奥行き位置を基準にして、手前（＋Ｚ方向）に最大値ｄｚｍａｘだけ離れた位置と、奥（－Ｚ方向）に最大値ｄｚｍａｘだけ離れた位置との間において、虚像ＶＩが表示される奥行き位置を設定する。

[0282] 次に、図４５を参照して、表示装置４０１０の動作について説明する。

図４５は、本実施形態の表示装置４０１０の動作の一例を示すフローチャートである。

[0283] 位置設定部４１０１は、虚像ＶＩが表示される奥行き位置を設定する（ス

テップＳ４０１０）。具体的には、位置設定部４１０１は、物体ＯＢＪの奥行き位置と、視点位置ＶＰとに基づいて予め定められている最大値ｄｚｍａｘを、記憶部４１０６から読み出す。ここで、最大値ｄｚｍａｘとは、物体ＯＢＪと虚像ＶＩとの距離ｄｚの最大値である。次に、位置設定部４１０１は、物体ＯＢＪの奥行き位置を基準にして、手前（＋Ｚ方向）に最大値ｄｚｍａｘだけ離れた位置と、奥（－Ｚ方向）に最大値ｄｚｍａｘだけ離れた位置との間に、虚像ＶＩが表示される奥行き位置を設定する。位置設定部４１０１は、このようにして設定した奥行き位置に基づいて、表示部４１０４が備える接眼光学系ＯＰを制御して、虚像ＶＩを設定した奥行き位置に表示させる。

[0284] 次に、表示制御部４１０３は、ステップＳ４０１０において位置設定部４１０１が設定した虚像ＶＩの奥行き位置に基づいて、虚像ＶＩのＸＹ平面内の位置と大きさとを設定する（ステップＳ４０２０）。ここで、パネルＰＮＬから距離ｄｚの奥行き位置に表示される虚像ＶＩのＸＹ平面内の位置および大きさは、上述した図７に示したように、視点位置ＶＰと、物体ＯＢＪのＸＹ平面内の位置および大きさと、距離ｄｚとに基づく幾何学的な演算（例えば、三角関数を用いた演算）によって算出することができる。すなわち、視点位置ＶＰと、物体ＯＢＪのＸＹ平面内の位置および大きさとが予め測定されている場合に、表示制御部４１０３は、距離ｄｚをパラメータにした幾何学的な演算によって、虚像ＶＩのＸＹ平面内の位置と大きさとを設定する。

[0285] 次に、表示制御部４１０３は、ステップＳ４０２０において設定した虚像ＶＩのＸＹ平面内の位置と大きさとに基づいて、物体ＯＢＪを示す画像の位置と大きさを設定する（ステップＳ４０３０）。具体的には、表示制御部４１０３は、物体ＯＢＪを示す画像の情報を記憶部４１０６から読み出す。次に、表示制御部４１０３は、ステップＳ４０２０において設定した虚像ＶＩのＸＹ平面内の位置と大きさとに基づいて、読み出した画像の位置と大きさを変換して、物体ＯＢＪを示す画像の位置と大きさを設定する。ここで、表

示制御部４１０３は、例えばアフィン変換によって、読み出した画像の位置と大きさを変換する。

[0286] 次に、表示制御部４１０３は、ステップＳ４０３０において位置と大きさとを設定した虚像ＶＩの画像の情報を表示部４１０４に供給する（ステップＳ４０４０）。

[0287] 次に、表示部４１０４は、ステップＳ４０４０において表示制御部４１０３から供給される画像の情報に基づいて、虚像ＶＩを表示する（ステップＳ４０５０）。

[0288] 以上、説明したように、本実施形態の表示装置４０１０は、位置設定部４１０１と、表示制御部４１０３と、入射する光を透過可能な透過型の表示部４１０４とを備えている。この位置設定部４１０１は、所定の視点位置ＶＰから所定の物体ＯＢＪへの方向を奥行き方向にして、表示部４１０４が表示する画像の奥行き位置を、物体ＯＢＪの奥行き位置に基づいて設定する。また、表示制御部４１０３は、視点位置ＶＰから表示部４１０４を介して物体ＯＢＪを見た場合に、位置設定部４１０１が設定する奥行き位置に表示される物体ＯＢＪを示す画像と、表示部４１０４を透過する光による物体ＯＢＪの像とが重なるようにして、物体ＯＢＪを示す画像を表示部４１０４に表示させる。

[0289] 上述したように、この位置設定部４１０１は、表示部４１０４が表示する虚像ＶＩ（画像）の奥行き位置を、物体ＯＢＪの奥行き位置に基づいて設定する。これにより、表示装置４０１０は、虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像とを分離させないようにして、観察者Ｕに、虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像とを視点位置ＶＰから重ねて見せる。このように表示装置４０１０は、位置設定部４１０１を備えることにより、この虚像ＶＩの奥行き位置を可変にして設定することができる。これにより、表示装置４０１０は、立体像を表示する為の表示面の奥行き位置が固定されていないため、観察者（ユーザ）に知覚される立体像の奥行き幅を拡大することができる。

[0290] また、この位置設定部４１０１は、物体ＯＢＪの奥行き位置を基準にして

、手前（＋Ｚ方向）に最大値ｄｚｍａｘだけ離れた位置と、奥（－Ｚ方向）に最大値ｄｚｍａｘだけ離れた位置との間において、虚像ＶＩが表示される奥行き位置を設定する。すなわち、位置設定部４１０１は、物体ＯＢＪの奥行き位置を挟む奥行き方向の範囲に、物体ＯＢＪを示す画像の奥行き位置を設定する。このように、表示装置４０１０は、虚像ＶＩを物体ＯＢＪの手前（＋Ｚ方向）側に表示するだけでなく、虚像ＶＩを物体ＯＢＪの奥（－Ｚ方向）側にも表示する。これにより、表示装置４０１０は、虚像ＶＩを物体ＯＢＪの手前（＋Ｚ方向）側だけに表示する場合と比較して、立体像の奥行き幅を広くすることができる。具体的には、表示装置４０１０は、虚像ＶＩを物体ＯＢＪの手前（＋Ｚ方向）側だけに表示する場合と比較して、立体像の奥行き幅を２倍にすることができる。つまり、表示装置４０１０は、観察者（ユーザ）に知覚される立体像の奥行き幅を拡大することができる。

[0291] なお、これまで物体ＯＢＪ１～３を同じ奥行き位置に立体表示する場合を一例として説明したが、これに限られない。例えば、表示装置４０１０は、物体ＯＢＪ１～３を、それぞれ互いに異なる奥行き位置に立体表示させることもできる。この場合には、表示装置４０１０は、物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩをフレーム画像（コマ画像）として表示する。また、このとき位置設定部４１０１は、物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩの奥行き位置を、フレームごとに設定する。具体的には、位置設定部４１０１は、図４２（ａ）～（ｃ）に示した虚像ＶＩ１を第１フレームに、虚像ＶＩ２を第２フレームに、虚像ＶＩ３を第３フレームにして、フレームごとに虚像ＶＩの奥行き位置を設定する。すなわち、表示制御部４１０３は、物体ＯＢＪを示す画像をフレームごとに表示部４１０４に表示させ、位置設定部４１０１は、物体ＯＢＪを示す画像の奥行き位置をフレームごとに設定する。これにより、表示装置４０１０は、物体ＯＢＪの立体像の奥行き幅をフレームごとに変化させることができる。

[0292] なお、これまでパネルＰＮＬに描かれた物体ＯＢＪを（つまり静止画を対象にして）、表示装置４０１０が立体像を表示する場合を一例として説明し

たが、これに限られない。表示装置４０１０が立体像を表示する対象の物体ＯＢＪは、動く物体であってもよい。例えば、パネルＰＮＬは、映画やデジタルサイネージなどの表示面であってもよく、物体ＯＢＪは、表示面に表示される動画像であってもよい。例えば、図４１に示したＯＢＪ１～３は、パネルＰＮＬ上のＸＹ平面内を動くパターンであってもよい。この場合には、表示装置４０１０は、物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩを物体の動きに追従するフレーム画像として表示する。

[0293] なお、上述において表示制御部４１０３は、記憶部４１０６に記憶されている画像の位置と大きさとを変換することによって、物体ＯＢＪを示す画像の表示位置と大きさとを設定する場合を一例として説明したが、これに限られない。例えば、記憶部４１０６には、物体ＯＢＪを示す画像の情報として、様々な位置と大きさとに変換済みの画像の情報が、予め記憶されていてもよい。この場合には、表示制御部４１０３は、ステップＳ４０２０において設定された虚像ＶＩのＸＹ平面内の位置と大きさとに対応する位置と大きさの画像の情報を、記憶部４１０６から読みだす。このようにしても、表示制御部４１０３は、物体ＯＢＪを示す画像の位置と大きさを設定することができる。

[0294] ［第１１の実施形態］

次に、本発明の第１１の実施形態による表示装置４０１０ａについて、図４６および図４７を参照して説明する。本実施形態の表示装置４０１０ａは、両眼視差を有する虚像ＶＩを表示することができる点において、上述した実施形態と相違する。なお、上述した実施形態と同一の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0295] 図４６は、本発明の第１１の実施形態による表示装置の構成の一例を示す模式図である。

この表示装置４０１０ａは、例えば、観察者（ユーザ）の頭部に装着されるヘッドマウントディスプレイＨＭＤであり、位置設定部４１０１ａと、視差画像表示部４１０７とを備えている点において、上述の実施形態と異なる

。

[0296] この表示装置４０１０ａ（ヘッドマウントディスプレイＨＭＤ）は、表示部４１０４としての、両眼視差を有する視差画像によって虚像ＶＩを表示可能な視差画像表示部４１０７を備えている。具体的には、このヘッドマウントディスプレイＨＭＤは、装着する観察者Ｕの左眼Ｌと右眼Ｒとに、それぞれ互いに異なる画像を表示することができる。すなわち、視差画像表示部４１０７は、観察者Ｕの左眼Ｌに画像を表示する左眼表示部４１０７Ｌと、観察者Ｕの右眼Ｒに画像を表示する右眼表示部４１０７Ｒとを備えている。視差画像表示部４１０７は、左眼Ｌに表示する画像と、右眼Ｒに表示する画像とに視差を付与することにより、両眼視差を有する視差画像によって虚像ＶＩを表示する。この表示装置４０１０ａが表示する虚像ＶＩの一例を図４７に示す。

[0297] 図４７は、本発明の第１１の実施形態による表示装置４０１０ａが表示する両眼視差画像の一例を示す模式図である。この視差画像表示部４１０７は、左眼Ｌに対して、図４７（Ｌ）に示す虚像ＶＩを表示する。また、視差画像表示部４１０７は、右眼Ｒに対して、図４７（Ｒ）に示す虚像ＶＩを表示する。

[0298] このとき位置設定部４１０１ａは、左眼Ｌに表示する画像について、図４７（Ｌ）に示すように、物体ＯＢＪ１を示す虚像ＶＩ１Ｌを、虚像ＶＩ１の中心線ＣＬ１に対して左側（－Ｘ方向）にずらして表示位置を設定する。また、視差画像表示部４１０７は、図４７（Ｒ）に示すように、右眼Ｒに表示する画像について、物体ＯＢＪ１を示す虚像ＶＩ１Ｒを、虚像ＶＩ１の中心線ＣＬ１に対して右側（＋Ｘ方向）にずらして表示位置を設定する。位置設定部４１０１ａは、物体ＯＢＪ２～３を示す虚像ＶＩについても、それぞれ両眼視差を設定する。このようにして位置設定部４１０１ａは、両眼視差を設定することにより、視差画像表示部４１０７が表示する視差画像による虚像ＶＩの奥行き位置を設定する。これにより、表示装置４０１０ａは、図４３に示すような虚像ＶＩの位置を可変にする接眼光学系を備えていなくても

、虚像ＶＩの奥行き位置を可変に設定することができる。

[0299] なお、これまで表示装置４０１０ａが、観察者Ｕの両眼に画像を表示する両眼型のヘッドマウントディスプレイＨＭＤである場合を一例として説明したが、これに限られない。例えば、表示装置４０１０ａは、観察者Ｕの左眼Ｌ、右眼Ｒのいずれかの一方の眼に画像を表示する片眼型のヘッドマウントディスプレイＨＭＤであってもよい。この場合には、観察者Ｕの一方の眼に虚像ＶＩを表示し、他方の眼に虚像ＶＩを表示しないことにより両眼視差を生じさせることができる。したがって、このように構成しても、表示装置４０１０ａは、虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像とを重ねて見る観察者Ｕに、物体ＯＢＪの立体像を知覚させることができる。

[0300] ［第１２の実施形態］

次に、本発明の第１２の実施形態による表示装置４０１０ｂについて、図４８を参照して説明する。本実施形態の表示装置４０１０ｂは、視点位置ＶＰから物体ＯＢＪまでの奥行き方向の距離を検出する検出部４１０２を備える点において、上述した各実施形態と相違する。なお、上述した各実施形態と同一の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0301] 図４８は、本発明の第１２の実施形態による表示装置４０１０ｂの構成の一例を示す模式図である。表示装置４０１０ｂは、検出部４１０２を備えている。この検出部４１０２は、測距センサを備えており、図４８（ａ）に示す視点位置ＶＰから物体ＯＢＪまでの奥行き方向の距離ｄＶＰを検出する。

[0302] ここで、表示装置４０１０ｂの視点位置ＶＰと、表示される虚像ＶＩとの奥行き方向の距離ｄＶＩが固定されて変化しない場合には、表示装置４０１０ｂの奥行き位置が変化すると、その奥行き位置の変化に伴って、虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像との距離ｄｚも変化する。例えば、表示装置４０１０ｂを装着した観察者Ｕが、パネルＰＮＬから遠ざかる方向（＋Ｚ方向）に移動すると、虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像との距離ｄｚも大きくなる。したがって、観察者Ｕが移動すると、距離ｄｚが上述した最大値ｄｚｍａｘを超えてしまうことがある。この最大値ｄｚｍａｘとは、視点位置ＶＰから重ねて見た虚

像ＶＩと物体ＯＢＪの像とが、分離せずに観察者Ｕに知覚される限界の距離ｄｚである。したがって、観察者Ｕが移動して、虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像との距離ｄｚが、上述した最大値ｄｚｍａｘを超えてしまうと、物体ＯＢＪの立体像を観察者Ｕが知覚できない状況が生ずる。

[0303] そこで、表示装置４０１０ｂの位置設定部４１０１（または、位置設定部４１０１ａ。以下の説明において同じ。）は、検出部４１０２が検出した距離ｄＶＰに基づいて、物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩの奥行き位置を設定する。具体的には、図４８（ｂ）に示すように、位置設定部４１０１は、検出部４１０２が検出した距離ｄＶＰが小さくなれば、視点位置ＶＰと虚像ＶＩとの距離ｄＶＩを小さくして、虚像ＶＩの奥行き位置を設定する。また、位置設定部４１０１は、図４８（ｃ）に示すように、検出部４１０２が検出した距離ｄＶＰが大きくなれば、視点位置ＶＰと虚像ＶＩとの距離ｄＶＩを大きくして、虚像ＶＩの奥行き位置を設定する。すなわち、位置設定部４１０１は、検出部４１０２が検出した距離に基づいて、物体ＯＢＪを示す画像の奥行き位置と物体ＯＢＪとの距離が所定の範囲内になるようにして、物体ＯＢＪを示す画像の奥行き位置を設定する。

[0304] これにより、表示装置４０１０ｂは、表示装置４０１０ｂを装着した観察者Ｕが移動した場合であっても、位置設定部４１０１が設定可能な虚像ＶＩの奥行き位置の範囲内において、観察者Ｕに物体ＯＢＪの立体像を知覚させることができる。つまり、表示装置４０１０ｂは、検出部４１０２を備えない場合に比較して物体ＯＢＪの立体像の表示範囲を拡張することができる。

[0305] ［変形例］

次に、上述した表示装置４０１０ｂの変形例について、図４９を参照して説明する。本実施形態の表示装置４０１０ｂは、虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像との距離ｄｚを可変にして、虚像ＶＩの奥行き位置を設定する点において、上述した各実施形態と相違する。なお、上述した各実施形態と同一の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0306] 図４９は、本実施形態の表示装置４０１０ｂの変形例の構成の一例を示す

模式図である。位置設定部４１０１は、検出部４１０２が検出する距離ｄＶＰに基づいて、虚像ＶＩの奥行き位置を設定する。具体的には、位置設定部４１０１は、図４９（ａ）に示すように、距離ｄＶＰが小さい場合には、虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像との距離ｄｚを小さくして、虚像ＶＩの奥行き位置を設定する。また、位置設定部４１０１は、図４９（ｂ）に示すように、距離ｄＶＰが大きい場合には、虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像との距離ｄｚを大きくして、虚像ＶＩの奥行き位置を設定する。すなわち、位置設定部４１０１は、検出部４１０２が検出した距離に基づいて、物体ＯＢＪを示す画像の奥行き位置と物体ＯＢＪとの距離が所定の範囲内になるようにして、物体ＯＢＪを示す画像の奥行き位置を設定する。また、この所定の範囲とは、物体ＯＢＪの像と物体ＯＢＪを示す画像とを視点位置ＶＰから重ねて見た場合に、物体ＯＢＪの立体像が生じる範囲である。

[0307] ここで、視点位置ＶＰから重ねて見た虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像とが、分離せずに観察者Ｕに知覚される限界の距離ｄｚ、すなわち最大値ｄｚｍａｘは、表示装置４０１０ｂの視点位置ＶＰと物体ＯＢＪの像との距離ｄＶＰに依存して変化する。具体的には、距離ｄＶＰが小さい場合には、最大値ｄｚｍａｘが小さくなり、距離ｄＶＰが大きい場合には、最大値ｄｚｍａｘが大きくなる。これは、距離ｄＶＰが小さい場合（例えば、図４９（ａ）の場合）には、距離ｄＶＰが大きい場合（例えば、図４９（ｂ）の場合）と比較すると、観察者Ｕから見込んだ場合の輻輳角（同図の角θ）が大きくなり、虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像とが分離しやすくなるためである。

[0308] このように、表示装置４０１０ｂは、検出部４１０２が検出する距離ｄＶＰに基づいて最大値ｄｚｍａｘを可変に設定する。すなわち、位置設定部４１０１は、検出部４１０２が検出した距離に基づいて、立体像が生じる範囲に物体ＯＢＪを示す画像の奥行き位置を設定する。

これにより、表示装置４０１０ｂは、観察者Ｕの位置が変化した場合に物体ＯＢＪの立体像が知覚される範囲に虚像ＶＩを表示しつつ、立体像の奥行き幅を拡張することができる。

[0309] ［第１３の実施形態］

次に、本発明の第１３の実施形態による表示装置４０１０ｃについて、図２４を参照して説明する。上述した各実施形態においては、パネルＰＮＬに表示される静止画または動画などの平面状の物体ＯＢＪについて説明した。本実施形態の表示装置４０１０ｃは、物体ＯＢＪが立体物である点において、上述した各実施形態と相違する。なお、上述した各実施形態と同一の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0310] 図２４は、本発明の第１３の実施形態による表示装置４０１０ｃの構成の一例を示す模式図である。表示装置４０１０ｃは、例えば、球状の立体物である物体ＯＢＪに対して、虚像ＶＩを表示する。表示装置４０１０ｃが備える検出部４１０２ｃは、例えば、３次元形状センサを備えており、表示装置４０１０ｃと、立体物である物体ＯＢＪとの間の距離を、物体ＯＢＪの表面の各点において検出する。位置設定部４１０１は、検出部４１０２ｃが検出した、表示装置４０１０ｃと、立体物である物体ＯＢＪとの間の距離に基づいて、物体ＯＢＪの表面の各点から所定の距離だけ離れた位置に、虚像ＶＩの表示位置を設定する。具体的には、位置設定部４１０１は、虚像ＶＩを表示する画像について、物体ＯＢＪの表面の各点に対応する画素ごとに両眼視差を設定することにより、虚像ＶＩの表示位置を設定する。

[0311] このように構成しても、表示装置４０１０ｃは、物体ＯＢＪの立体像を観察者Ｕに知覚させることができる。つまり、表示装置４０１０ｃは、観察者Ｕに知覚される物体ＯＢＪの立体感を変化させる（例えば、強調する）ことができる。

[0312] なお、表示装置４０１０ｃは、観察者Ｕの眼の焦点距離の範囲に基づいて、虚像ＶＩの奥行き位置を設定してもよい。ここで、観察者Ｕの眼の焦点距離の範囲、つまり、観察者Ｕの眼が焦点を合わせることが可能な範囲は、例えば、奥行き方向に２～３ｍ以内である。この焦点距離の範囲よりも遠くにある物体ＯＢＪについては、両眼視差による奥行き位置の差が生じにくくなる。したがって、この焦点距離の範囲よりも遠くにある物体ＯＢＪに対して

虚像ＶＩを表示しても、観察者Ｕには、虚像ＶＩと物体ＯＢＪの像とが一体となって認識されてしまうため、立体像が知覚されないことがある。そこで、表示装置４０１０ｃは、観察者Ｕの眼の焦点距離の範囲内に物体ＯＢＪがない場合には、虚像ＶＩを表示しないように構成してもよい。

[0313] 具体的には、表示装置４０１０ｃは、眼の焦点距離の範囲を示す焦点距離情報が記憶されている記憶部４１０６を備えている。この記憶部４１０６には、焦点距離情報として、眼の焦点距離の範囲の最大値（例えば、３ｍ）を示す情報が記憶されている。位置設定部４１０１は、記憶部４１０６から焦点距離情報を読み出して、検出部４１０２ｃが検出した表示装置４０１０ｃと立体物である物体ＯＢＪとの間の距離と、読み出した焦点距離情報が示す眼の焦点距離の範囲の最大値とを比較する。位置設定部４１０１は、表示装置４０１０ｃと立体物である物体ＯＢＪとの間の距離が、焦点距離の範囲の最大値よりも小さい場合には、虚像ＶＩを表示する。また、位置設定部４１０１は、表示装置４０１０ｃと立体物である物体ＯＢＪとの間の距離が、焦点距離の範囲の最大値よりも大きい場合には、虚像ＶＩを表示しない。すなわち、位置設定部４１０１は、記憶部４１０６に記憶される焦点距離情報と、検出部４１０２ｃが検出した距離とに基づいて、物体ＯＢＪを示す画像の奥行き位置を設定する。

[0314] このように構成しても、表示装置４０１０ｃは、物体ＯＢＪの立体像を観察者Ｕに知覚させることができる。つまり、表示装置４０１０ｃは、観察者Ｕに知覚される物体ＯＢＪの立体感を変化させる（例えば、強調する）ことができる。

[0315] この表示装置４０１０の具体的な適用例について図５０を参照して説明する。

図５０は、表示装置４０１０の適用例を示す模式図である。ここでは、一例として、表示装置４０１０を映画館に適用した場合について説明する。なお、上述した各表示装置（表示装置４０１０ａ、４０１０ｂ、４０１０ｃ）も同様に適用することができる。この映画館には、上述したパネルＰＮＬと

してのスクリーンＳＣが設置されており、観察者Ｕは、ヘッドマウントディスプレイＨＭＤである表示装置４０１０を頭部に装着して、このスクリーンＳＣを見る。このスクリーンＳＣには、不図示の映写機によって画像が表示される。この画像には、物体ＯＢＪを示す画像が含まれている。この物体ＯＢＪとは、例えば、映画の主人公の顔の画像である。

[0316] 表示装置４０１０は、視点位置ＶＰからこの物体ＯＢＪの画像を見た場合に、物体ＯＢＪの画像と物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩとが重なるようにして、物体ＯＢＪを示す虚像ＶＩを表示する。ここで、表示装置４０１０は、スクリーンＳＣの奥行き位置Ｚ２から手前方向（＋Ｚ方向）に距離ｄｚだけ離れた奥行き位置$Ｚ_1$に、虚像ＶＩを表示する。これにより、観察者Ｕは、奥行き位置$Ｚ_1$と奥行き位置$Ｚ_2$との間の奥行き位置に、すなわち、スクリーンＳＣよりも手前（＋Ｚ方向）の奥行き位置に、物体ＯＢＪの立体像を知覚する。なお、表示装置４０１０は、スクリーンＳＣの奥行き位置$Ｚ_2$から奥方向（－Ｚ方向）に距離ｄｚだけ離れた奥行き位置に、虚像ＶＩを表示してもよい。この場合には、観察者Ｕは、スクリーンＳＣよりも奥（－Ｚ方向）の奥行き位置に、物体ＯＢＪの立体像を知覚する。

[0317] この表示装置４０１０によれば、スクリーンＳＣに表示される画像に重ねるようにして虚像ＶＩを表示することにより、スクリーンＳＣに表示されるオブジェクトＯＢＪの画像の立体感を強調することができる。例えば、スクリーンＳＣに画像として表示される映画の主人公がスクリーンＳＣの手前（＋Ｚ方向）に移動する場合に、表示装置４０１０は、スクリーンＳＣよりも手前（＋Ｚ方向）の奥行き位置に虚像ＶＩを表示する。これにより、表示装置４０１０は、映画の主人公がスクリーンＳＣの手前（＋Ｚ方向）に移動していることを強調することができる。また、スクリーンＳＣに画像として表示される映画の主人公がスクリーンＳＣの奥（－Ｚ方向）に移動する場合に、表示装置４０１０は、スクリーンＳＣよりも奥（－Ｚ方向）の奥行き位置に虚像ＶＩを表示する。これにより、表示装置４０１０は、映画の主人公がスクリーンＳＣの手前（－Ｚ方向）に移動していることを強調することがで

きる。なお、この物体ＯＢＪとは、飛行機、宇宙船または隕石などの画像であってもよい。物体ＯＢＪが、飛行機、宇宙船または隕石などの画像である場合には、飛行機、宇宙船または隕石などがスクリーンＳＣの手前（＋Ｚ方向）に飛来する（または、奥（－Ｚ方向）に遠ざかる）ように立体感を強調することができる。

[0318] また、この表示装置４０１０によれば、スクリーンＳＣに、例えば映画の主人公と背景とが表示されている場合には、主人公のみを示す虚像ＶＩを表示することにより、背景の立体感を強調することなく、主人公の立体感を強調することができる。また、この表示装置４０１０は、スクリーンＳＣに、例えば映画の主人公が表示されておらず、背景のみが表示されている場合には、虚像ＶＩを表示しないこともできる。また、この表示装置４０１０は、スクリーンＳＣに、例えば背景が表示されている場合には、虚像ＶＩの奥行き位置をスクリーンＳＣの奥行き位置に一致させるようにして表示することもできる。このように背景の立体感を強調せずに、主人公の立体感を強調することができるため、表示装置４０１０は、スクリーンＳＣに映画の主人公と背景とが表示される場合に、主人公のみの立体感を強調することができる。

[0319] また、表示装置４０１０を映画館に適用する場合に、複数のヘッドマウントディスプレイＨＭＤを用いることもできる。複数のヘッドマウントディスプレイＨＭＤを用いることにより、ヘッドマウントディスプレイＨＭＤごとに視点位置ＶＰを設定することができる。したがって、複数の観察者Ｕが、それぞれの視点位置ＶＰから１つのスクリーンＳＣを見た場合においても、表示装置４０１０は、それぞれの観察者Ｕについて、スクリーンＳＣに表示されるオブジェクトＯＢＪの画像の立体感を強調することができる。

[0320] なお、表示装置４０１０を映画館に適用した場合について説明したが、これに限られない。

例えば、表示装置４０１０をゲーム装置に適用することにより、このゲーム装置が表示する画像の立体感を強調することができる。

[0321] 以上、本発明の実施形態を図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更を加えることができる。上述した各実施形態に記載の構成を組み合わせてもよい。

[0322] なお、上記の実施形態における各表示装置（表示装置１０、１０ａ、１０ｂ、１０ｃ、１０ｄ、２００１、４０１０、４０１０ａ、４０１０ｂ、４０１０ｃ。以下、これらを総称して表示装置と記載する。）が備える各部、及び距離検出部３０３０、検出部３０４０、又は、制御部３０５０は、専用のハードウェアにより実現されるものであってもよく、また、メモリおよびマイクロプロセッサにより実現させるものであってもよい。

[0323] なお、表示装置が備える各部、及び距離検出部３０３０、検出部３０４０、又は、制御部３０５０は、メモリおよびＣＰＵ（中央演算装置）により構成され、上述の各部の機能を実現するためのプログラムをメモリにロードして実行することによりその機能を実現させるものであってもよい。

[0324] また、表示装置が備える各部、及び距離検出部３０３０、検出部３０４０、又は、制御部３０５０の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより、上述の各部による処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、ＯＳや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

[0325] また、「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含むものとする。

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ＲＯＭ、ＣＤ－ＲＯＭ等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバ

やクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよい。

符号の説明

[0326] １０、１０ａ、１０ｂ、１０ｃ、１０ｄ…表示装置、１０１、１０１ａ…撮像部、１０２、１０２ａ、１０２ｂ…検出部、１０３、１０３ａ、１０３ｂ、１０３ｃ…表示制御部、１０４…表示部、１０６…記憶部、１１１…第１カメラ、１１２…第２カメラ、１１３…３次元形状取得部、１１４…画像生成部、１１５…距離検出部、１１６…標識検出部、１１７…移動速度取得部、１１８…動き速度検出部、１１９…位置検出部。

２００１…表示装置、２０１０、２１０４…表示部、２０２０…指示検出部、２０３０…画像補正部。

３００１　ユーザ、３０１２　表示部、３０２０　撮像部、３０３０　距離検出部、３０４０　検出部、３０５０　制御部、３１００　表示装置。

４０１０、４０１０ａ、４０１０ｂ、４０１０ｃ…表示装置、４１０１、４１０１ａ…位置設定部、４１０２、４１０２ｃ…検出部、４１０３…表示制御部、４１０４…表示部、４１０６…記憶部、４１０７…視差画像表示部。

請求の範囲

[請求項1] 透過型の表示部と、

所定の物体を撮像し、画像を生成する撮像部と、

前記所定の物体と前記撮像部によって生成された前記画像とが重なるように、前記撮像部によって生成された前記画像を前記表示部へ表示させる表示制御部とを備える

ことを特徴とする表示装置。

[請求項2] 請求項１に記載の表示装置であって、

前記表示制御部は、前記所定の物体と前記表示部との間に、前記画像を虚像として前記表示部に表示させる

ことを特徴とする表示装置。

[請求項3] 請求項１または請求項２に記載の表示装置であって、

前記表示制御部は、前記撮像部によって生成された前記画像の情報量が低減された画像を前記表示部に表示させる

ことを特徴とする表示装置。

[請求項4] 請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の表示装置であって、

前記表示部を装着するユーザの視点位置を検出する視点位置検出部とを備え、

前記表示制御部は、前記視点位置検出部によって検出された前記ユーザの視点位置に基づいて、前記所定の物体と前記撮像部によって生成された前記画像とが重なるように、前記撮像部によって生成された前記画像を前記表示部へ表示させる

ことを特徴とする表示装置。

[請求項5] 請求項１から請求項４のいずれか一項に記載の表示装置であって、

前記表示制御部は、前記画像の明るさを設定して、前記画像を前記表示部に表示させる

ことを特徴とする表示装置。

[請求項6] 請求項３に記載の表示装置であって、

前記画像の情報量が低減された画像とは、前記画像のエッジ部分を示す画像、もしくは前記画像の高周波成分を示す画像である

ことを特徴とする表示装置。

[請求項7] 請求項５に記載の表示装置であって、

前記表示制御部は、前記表示部に表示される前記画像の明るさを制御して、観察者に認識される前記所定の物体の奥行き位置を変化させる

ことを特徴とする表示装置。

[請求項8] 請求項１から請求項７のいずれか一項に記載の表示装置であって、

前記表示制御部は、観察者が知覚する前記画像の大きさが前記所定の物体の大きさより小さくなるように、前記画像を前記表示部に表示させる

ことを特徴とする表示装置。

[請求項9] 請求項２に記載の表示装置であって、

前記虚像の大きさが前記所定の物体の大きさよりも小さい

ことを特徴とする表示装置。

[請求項10] 透過型の表示部と、所定の物体を撮像して画像を生成する撮像部と、を有する表示装置のコンピュータに、

前記所定の物体と前記撮像部によって生成された前記画像とが重なるように、前記撮像部によって生成された前記画像を前記表示部へ表示させる表示制御ステップ

を実行させるためのプログラム。

[請求項11] 透過型の表示部と、

第１対象を撮像し、画像を生成する撮像部と、

前記第１対象とは異なる第２対象に関する情報に基づいて、前記第１対象と前記撮像部によって生成された前記画像とが重なるように、前記撮像部によって生成された前記画像を前記表示部へ表示させる制御部とを備える

ことを特徴とする表示装置。

[請求項12] 請求項１１に記載の表示装置であって、

前記第２対象に関する情報は、前記第２対象の特徴を示す情報であり、

前記撮像部によって撮像された画像から前記第２対象の特徴を示す情報を取得する取得部とを備える

ことを特徴とする表示装置。

[請求項13] 請求項１２に記載の表示装置であって、

前記制御部は、前記第２対象の特徴を示す情報と前記第１対象の動きとに応じて、前記第１対象と前記撮像部によって生成された前記画像とが重なるように、前記撮像部によって生成された前記画像を前記表示部へ表示させる

ことを特徴とする表示装置。

[請求項14] 請求項１２または請求項１３に記載の表示装置であって、

前記制御部は、前記第１対象の位置と前記第２対象の位置との重なり度合いが所定の値以上である場合、前記表示部に表示される前記画像の明るさを第１の明るさに設定し、前記第１対象の位置と前記第２対象の位置との重なり度合いが前記所定の値未満である場合、前記表示部に表示される前記画像の明るさを前記第１の明るさとは異なる第２の明るさに設定する

ことを特徴とする表示装置。

[請求項15] 請求項１４に記載の表示装置であって、

前記第１対象の位置と前記第２対象の位置との重なり度合いが所定の値以上である場合に、前記第１対象が所定の動作をしているか否かを検出する検出部とを備え、

前記制御部は、前記検出部による検出があった時に、前記画像の明るさを前記第１の明るさから第３の明るさに設定する

ことを特徴とする表示装置。

[請求項16] 請求項１１に記載の表示装置であって、

前記第２対象に関する情報は、前記第２対象と前記表示部との距離であり、

前記第２対象と前記表示部との距離を取得するための取得部とを備える

ことを特徴とする表示装置。

[請求項17] 透過型の表示部と、第１対象を撮像して画像を生成する撮像部と、を有する表示装置のコンピュータに、

前記第１対象とは異なる第２対象に関する情報に基づいて、前記第１対象と前記撮像部によって生成された前記画像とが重なるように、前記撮像部によって生成された前記画像を前記表示部へ表示させる制御ステップ

を実行させるためのプログラム。

[請求項18] 透過型の表示部と、

前記表示部が表示する画像の奥行き位置を、物体の奥行き位置に基づいて設定する位置設定部と、

前記物体を示す画像と前記物体とが重なるように、前記物体を示す画像を前記表示部に表示させる表示制御部とを備える

ことを特徴とする表示装置。

[請求項19] 請求項１８に記載の表示装置であって、

前記位置設定部は、前記物体の奥行き位置よりも手前の第１の奥行き位置と、前記物体の奥行き位置よりも奥の第２の奥行き位置との間に、前記物体を示す画像の奥行き位置を設定する

ことを特徴とする表示装置。

[請求項20] 請求項１８または請求項１９に記載の表示装置であって、

前記表示制御部は、前記物体を示す画像をフレームごとに前記表示部に表示させ、

前記位置設定部は、前記物体を示す画像の奥行き位置を、前記フレ

ームごとに設定する

ことを特徴とする表示装置。

[請求項21] 請求項１８から請求項２０のいずれか一項に記載の表示装置であって、

前記物体を示す画像とは、前記物体を示す虚像であって、

前記表示部は、前記位置設定部が設定する前記奥行き位置に、前記物体を示す画像としての虚像を表示する

ことを特徴とする表示装置。

[請求項22] 請求項１８から請求項２１のいずれか一項に記載の表示装置であって、

視点位置から前記物体までの奥行き方向の距離を検出する検出部とを備え、

前記検出部が検出した前記距離に基づいて、前記物体を示す画像の奥行き位置と前記物体との距離が所定の範囲内になるように、前記物体を示す画像の前記奥行き位置を設定し、

前記所定の範囲とは、前記物体の像と前記物体を示す画像とを前記視点位置から重ねて見た場合に、前記物体の立体像が生じる範囲であり、

前記位置設定部は、前記検出部が検出した前記距離に基づいて、前記立体像が生じる範囲に前記物体を示す画像の前記奥行き位置を設定する

ことを特徴とする表示装置。

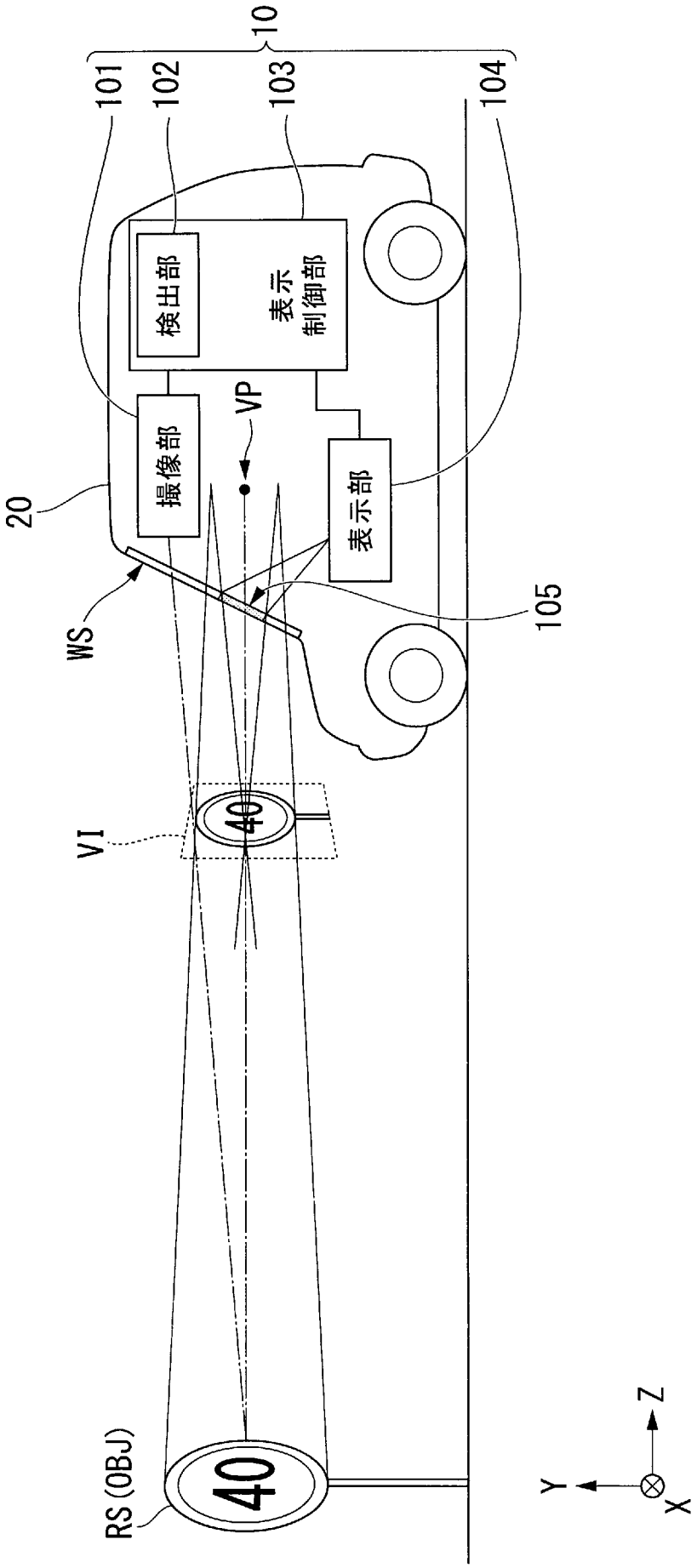
[請求項23] 透過型の表示部を有する表示装置のコンピュータに、

前記表示部が表示する画像の奥行き位置を、物体の奥行き位置に基づいて設定する位置設定ステップと、

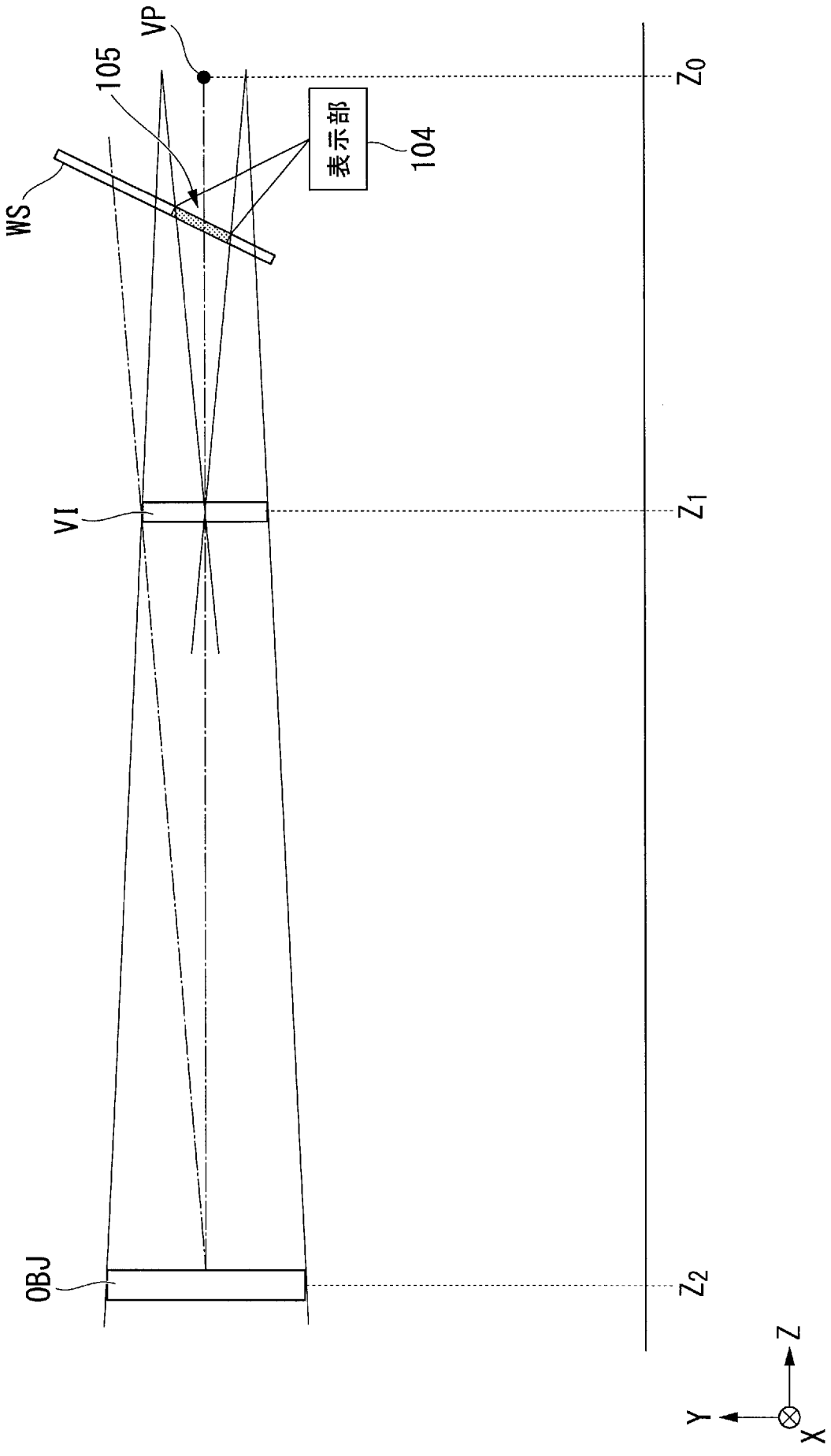
前記物体を示す画像と前記物体とが重なるように、前記物体を示す画像を前記表示部に表示させる表示制御ステップと、

を実行させるためのプログラム。

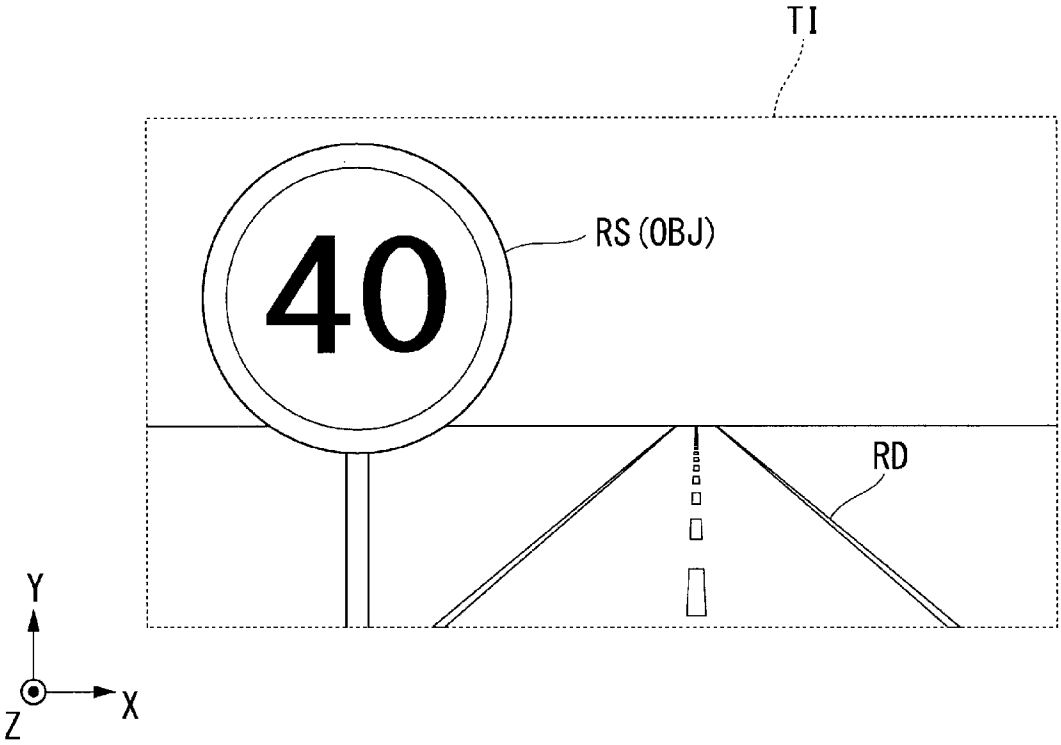
[図1]


10
101
102
103
104
検出部
表示
制御部
撮像部
VP
表示部
20
WS
105
VI
40
RS (OBJ)
40
Z
Y
X

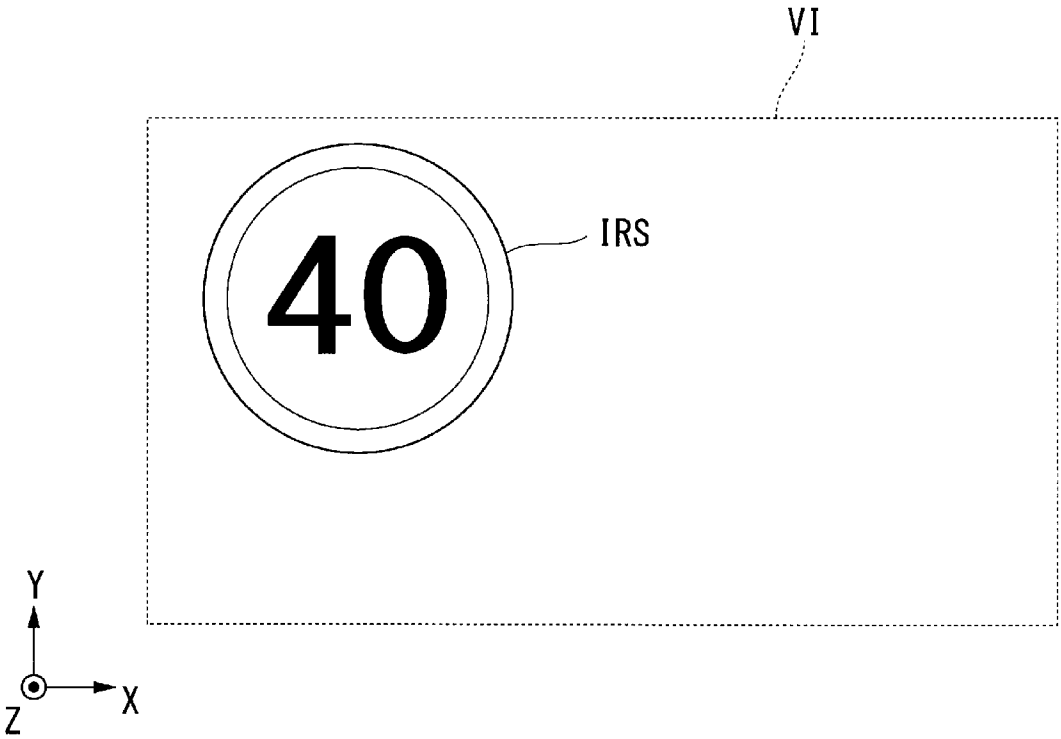
[図2]



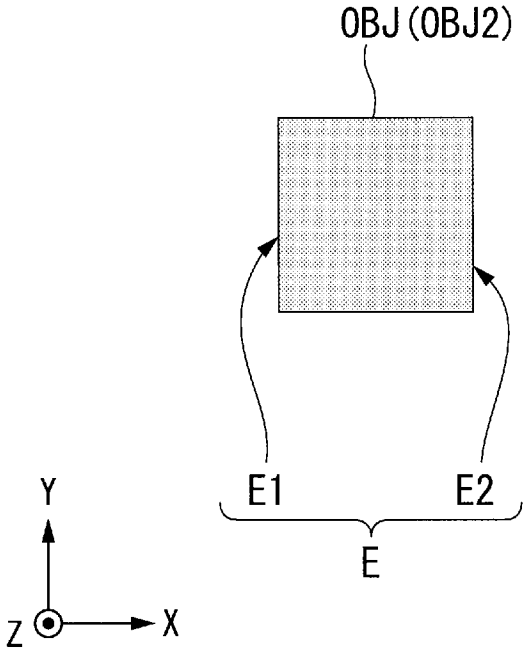
[図3]



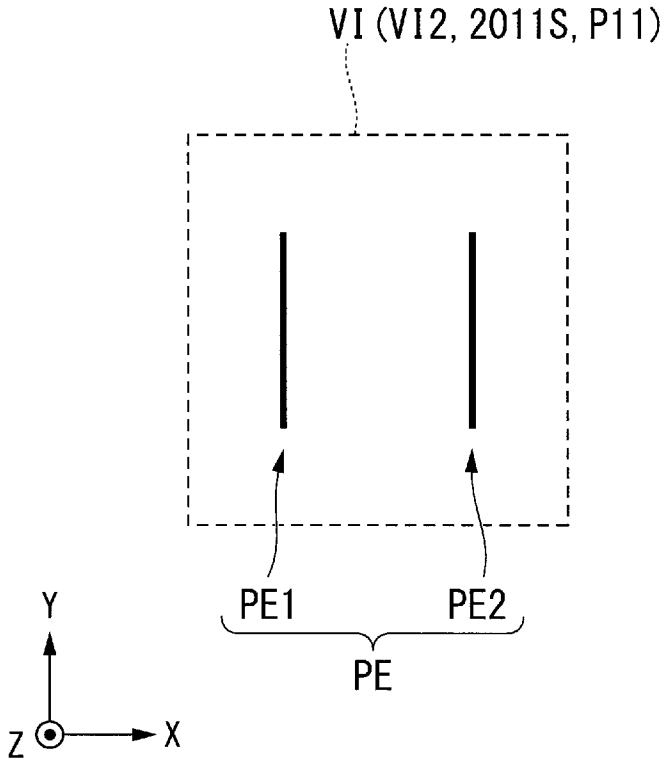
[図4]



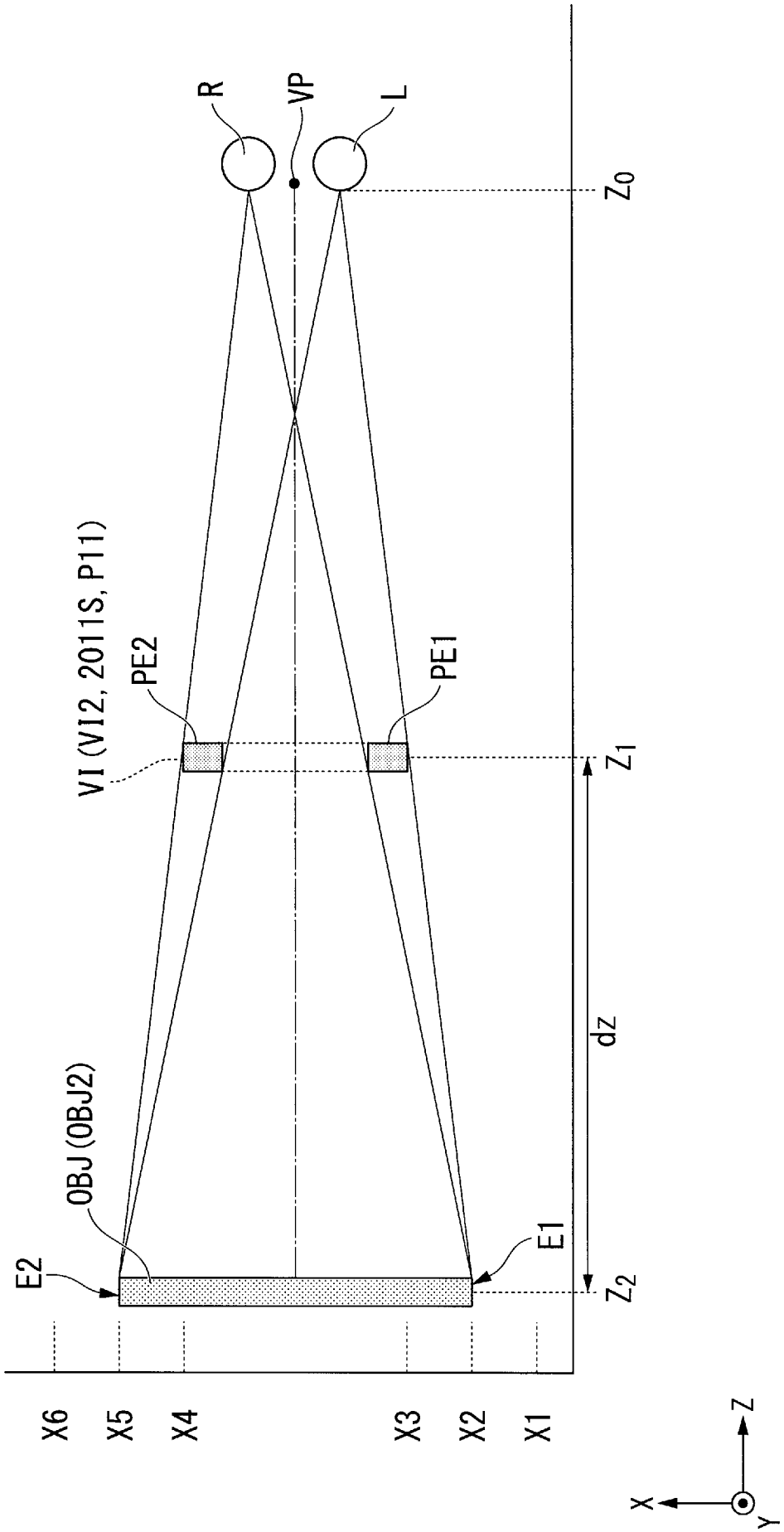
[図5]



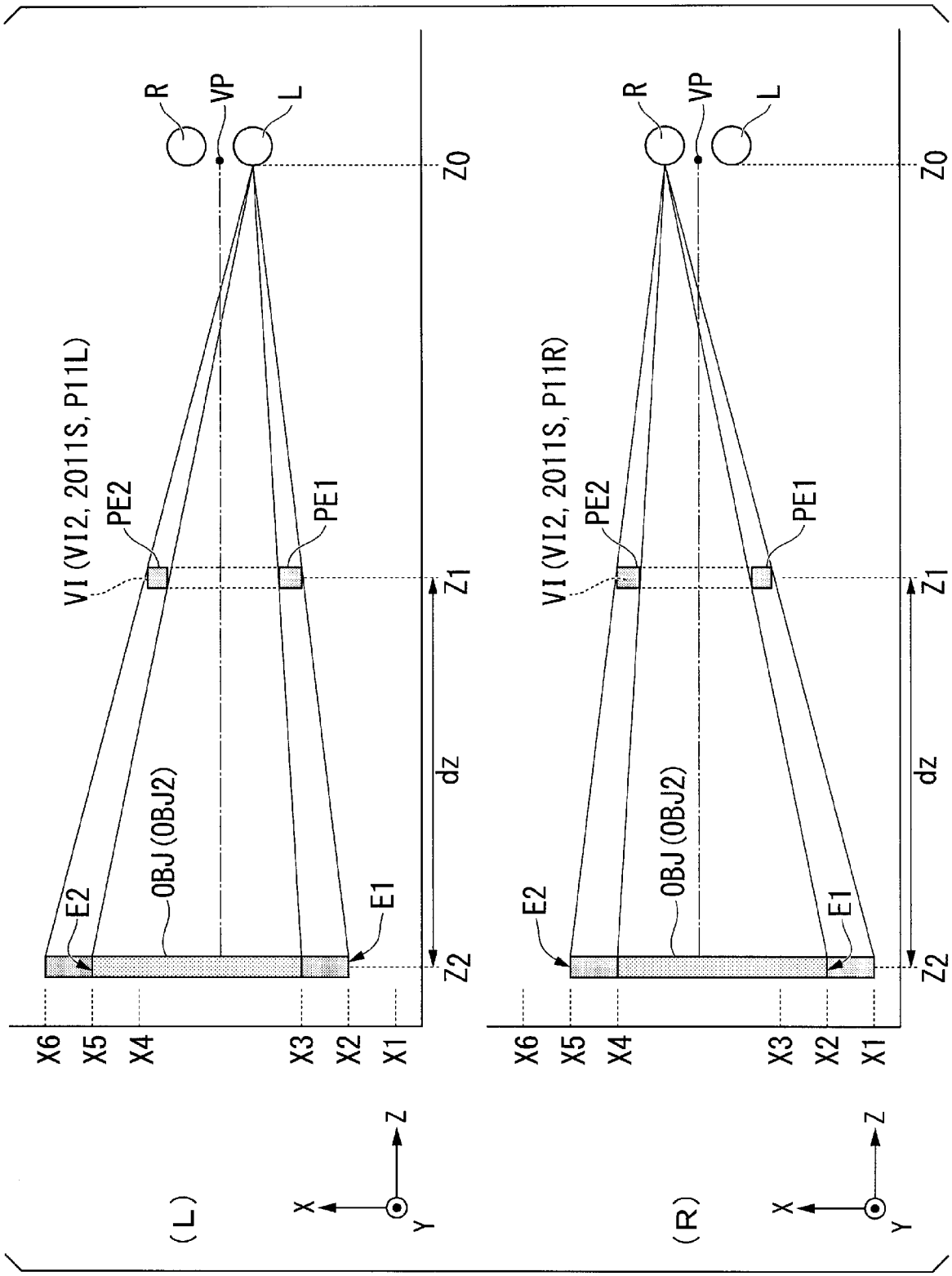
[図6]



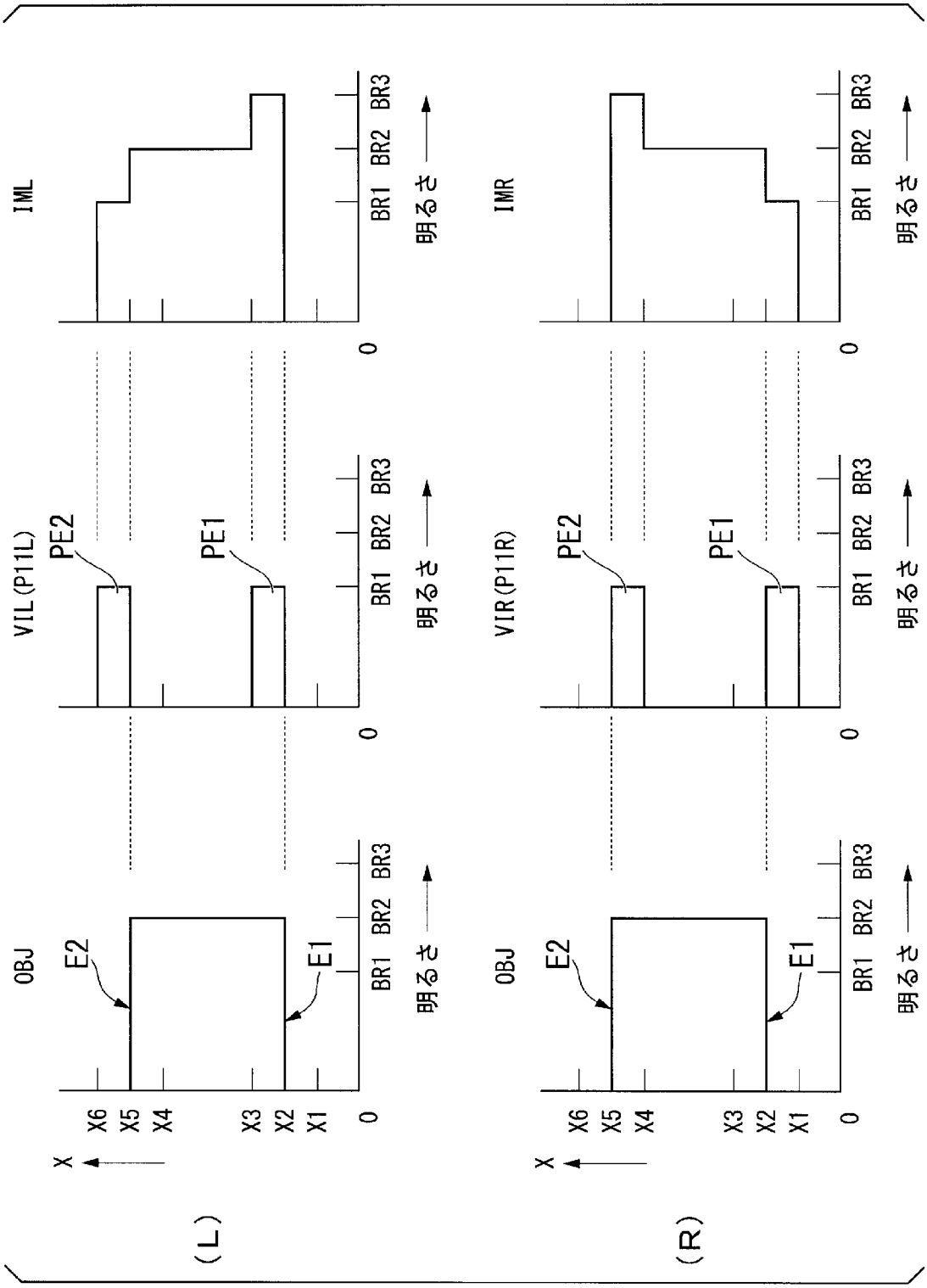
[図7]


R
VP
L
Z0
VI (VI2, 2011S, P11)
PE2
PE1
Z1
dz
OBJ (OBJ2)
E2
E1
Z2
X6
X5
X4
X3
X2
X1
Z
X
Y

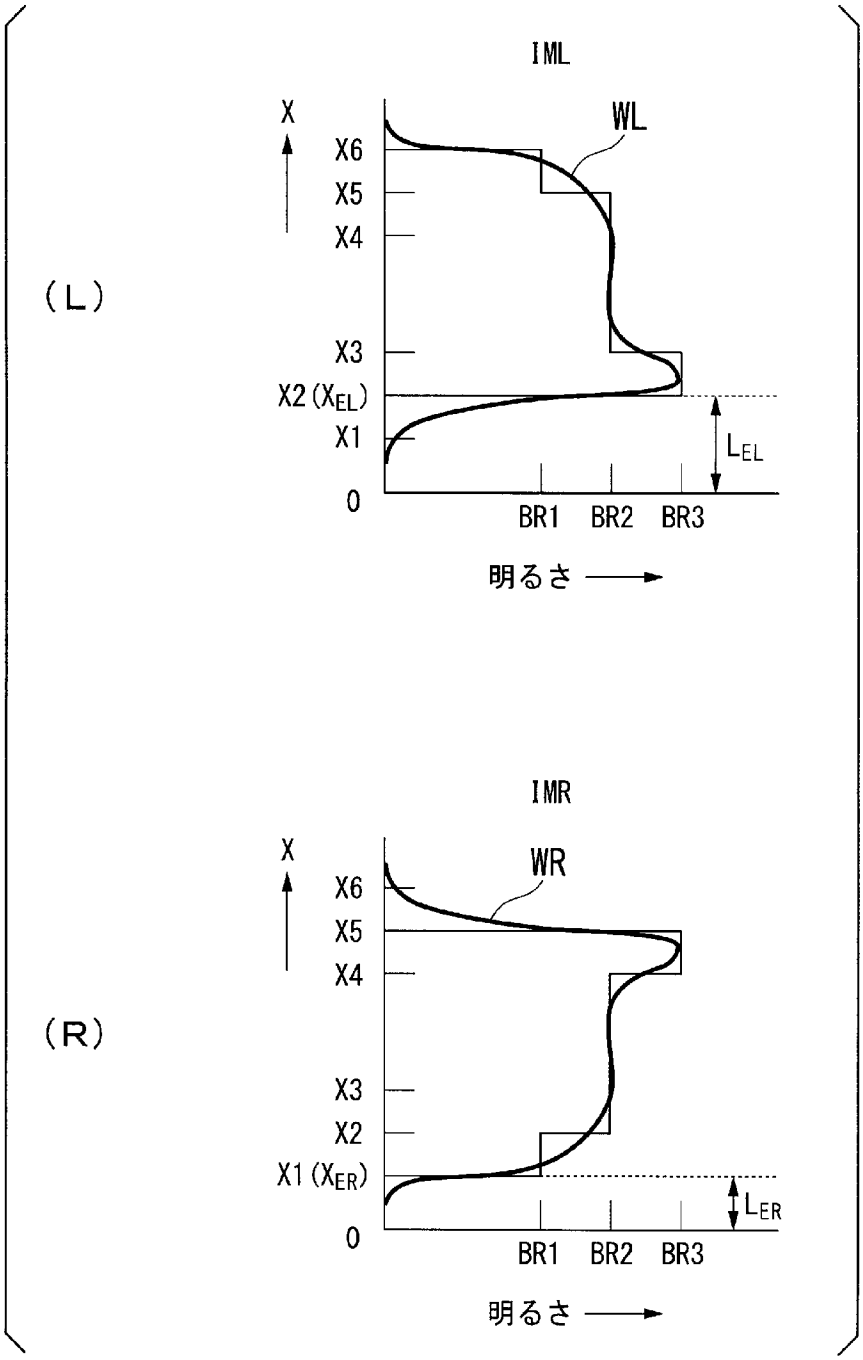
[図8]


R
VP
L
Z0
VI (V12, 2011S, P11L)
PE2
PE1
Z1
dz
OBJ (OBJ2)
E2
E1
Z2
X6
X5
X4
X3
X2
X1
(L)
Z
X
Y
R
VP
L
Z0
VI (V12, 2011S, P11R)
PE2
PE1
Z1
dz
OBJ (OBJ2)
E2
E1
Z2
X6
X5
X4
X3
X2
X1
(R)
Z
X
Y

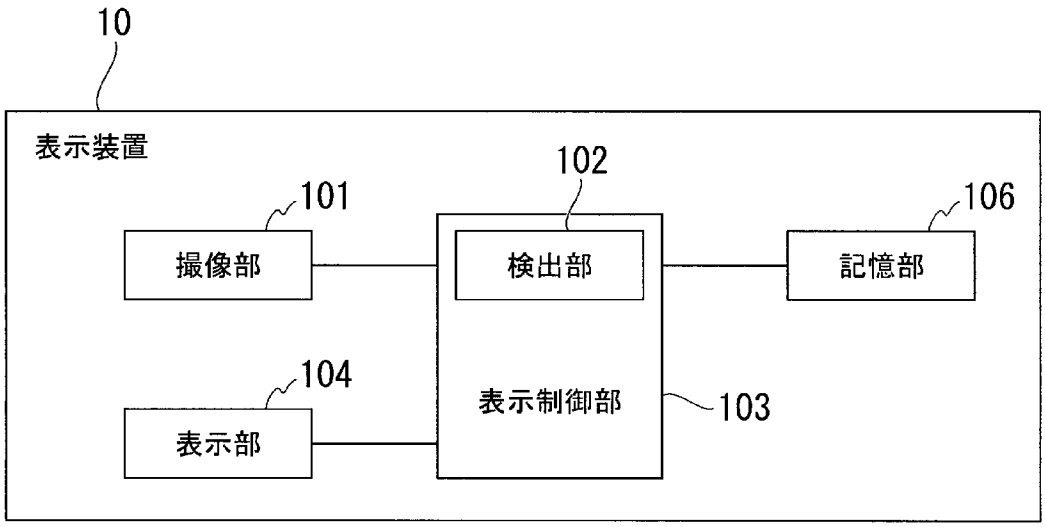
[図9]


(L)
(R)
OBJ
VIL(P11L)
VIR(P11R)
IML
IMR
E1
E2
PE1
PE2
X1
X2
X3
X4
X5
X6
X
0
BR1
BR2
BR3
明るさ

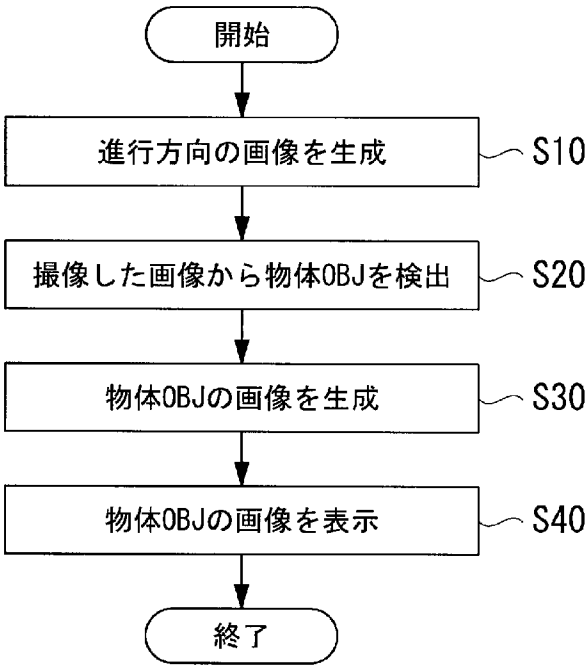
[図10]


(L)
IML
X
WL
X6
X5
X4
X3
X2 (XEL)
X1
0
LEL
BR1
BR2
BR3
明るさ
(R)
IMR
X
WR
X6
X5
X4
X3
X2
X1 (XER)
0
LER
BR1
BR2
BR3
明るさ

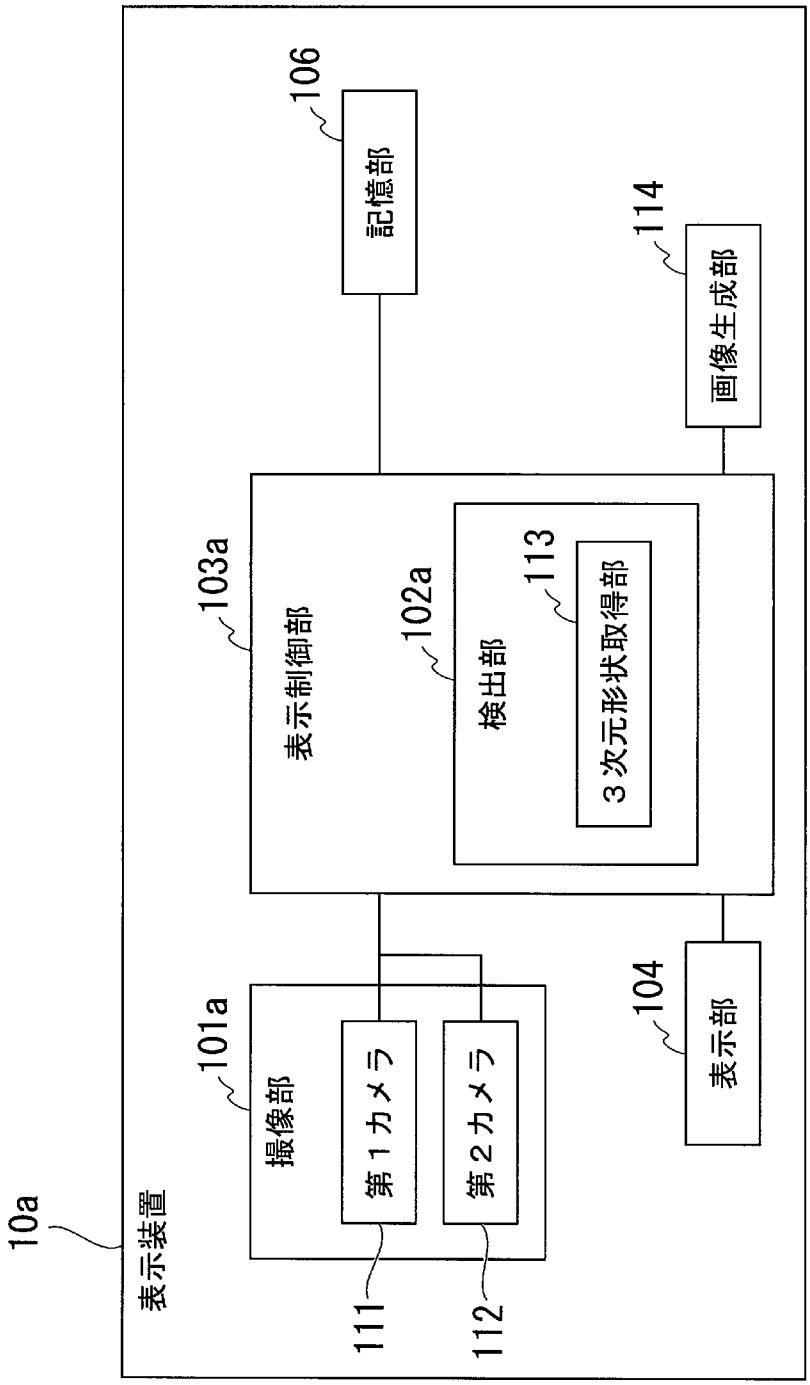
[図11]


10
表示装置
101
撮像部
102
検出部
106
記憶部
104
表示部
表示制御部
103

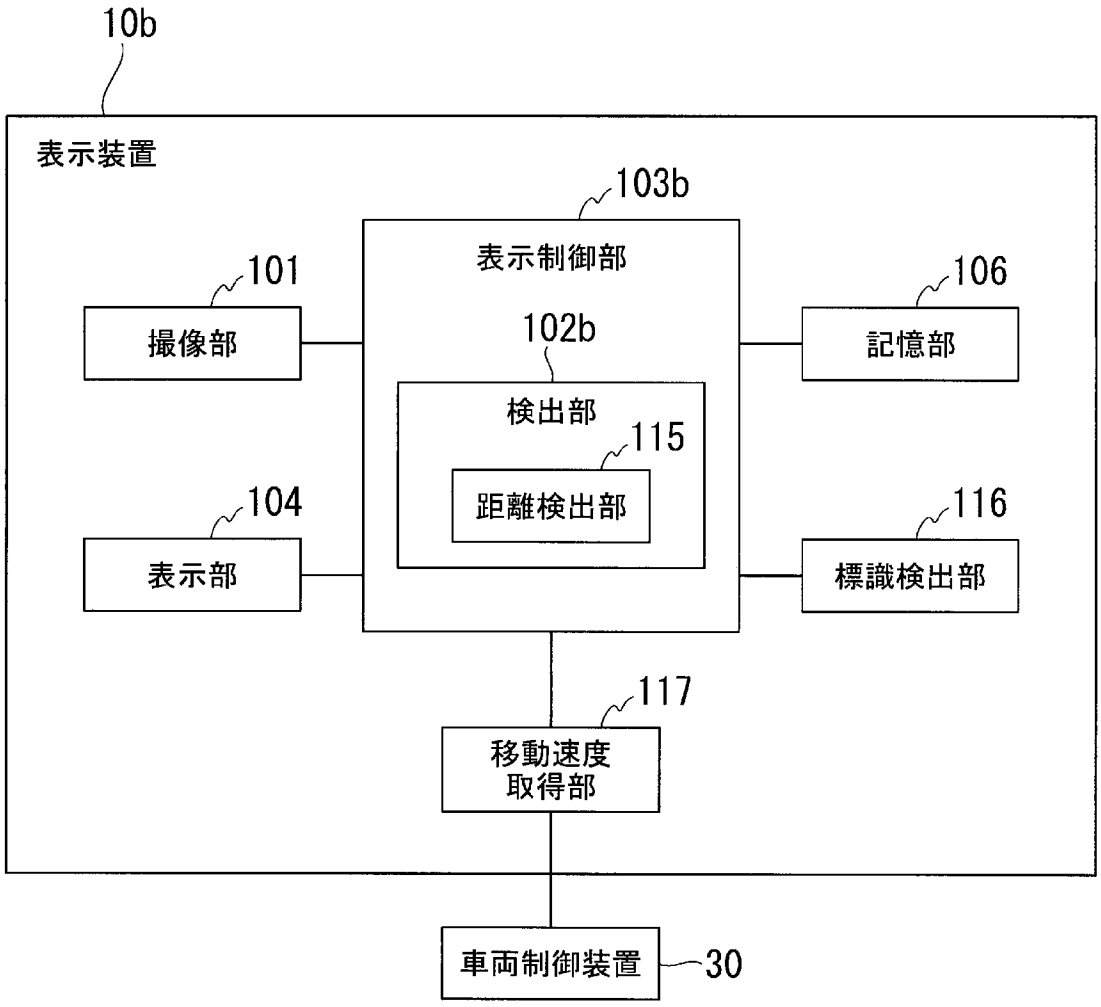
[図12]


開始
進行方向の画像を生成
S10
撮像した画像から物体OBJを検出
S20
物体OBJの画像を生成
S30
物体OBJの画像を表示
S40
終了

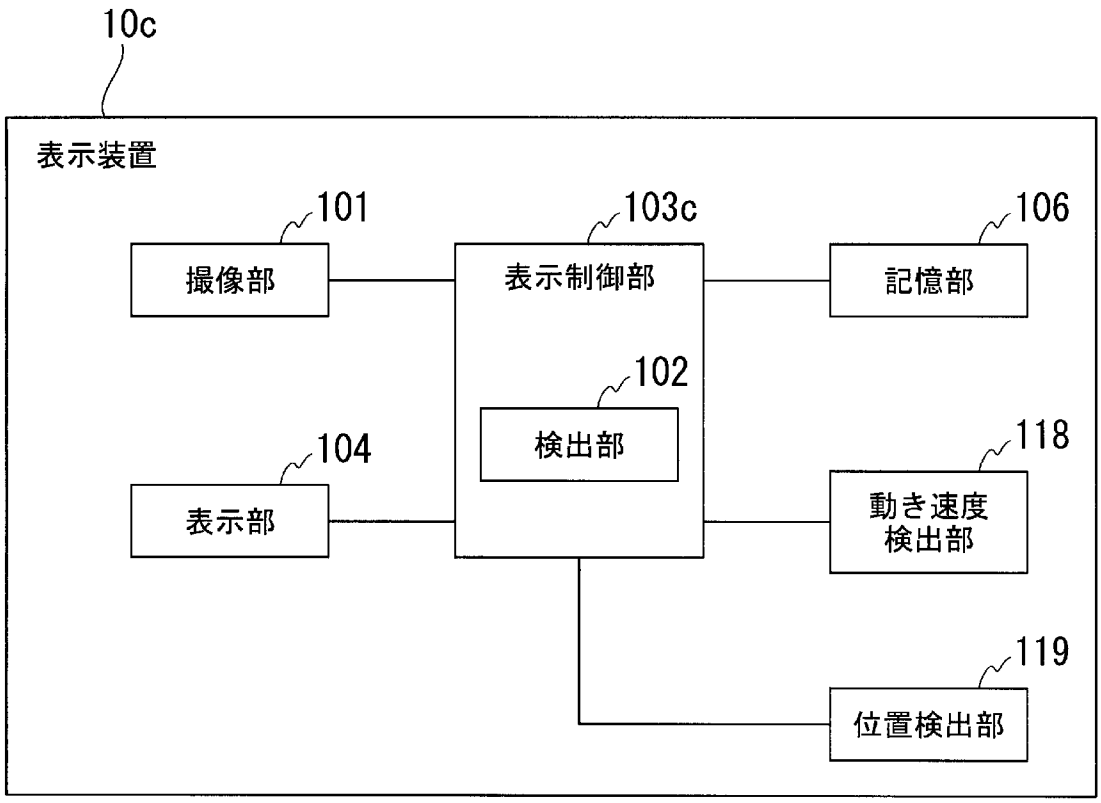
[図13]


10a
表示装置
101a
撮像部
第１カメラ
第２カメラ
111
112
103a
表示制御部
102a
検出部
113
３次元形状取得部
106
記憶部
114
画像生成部
104
表示部

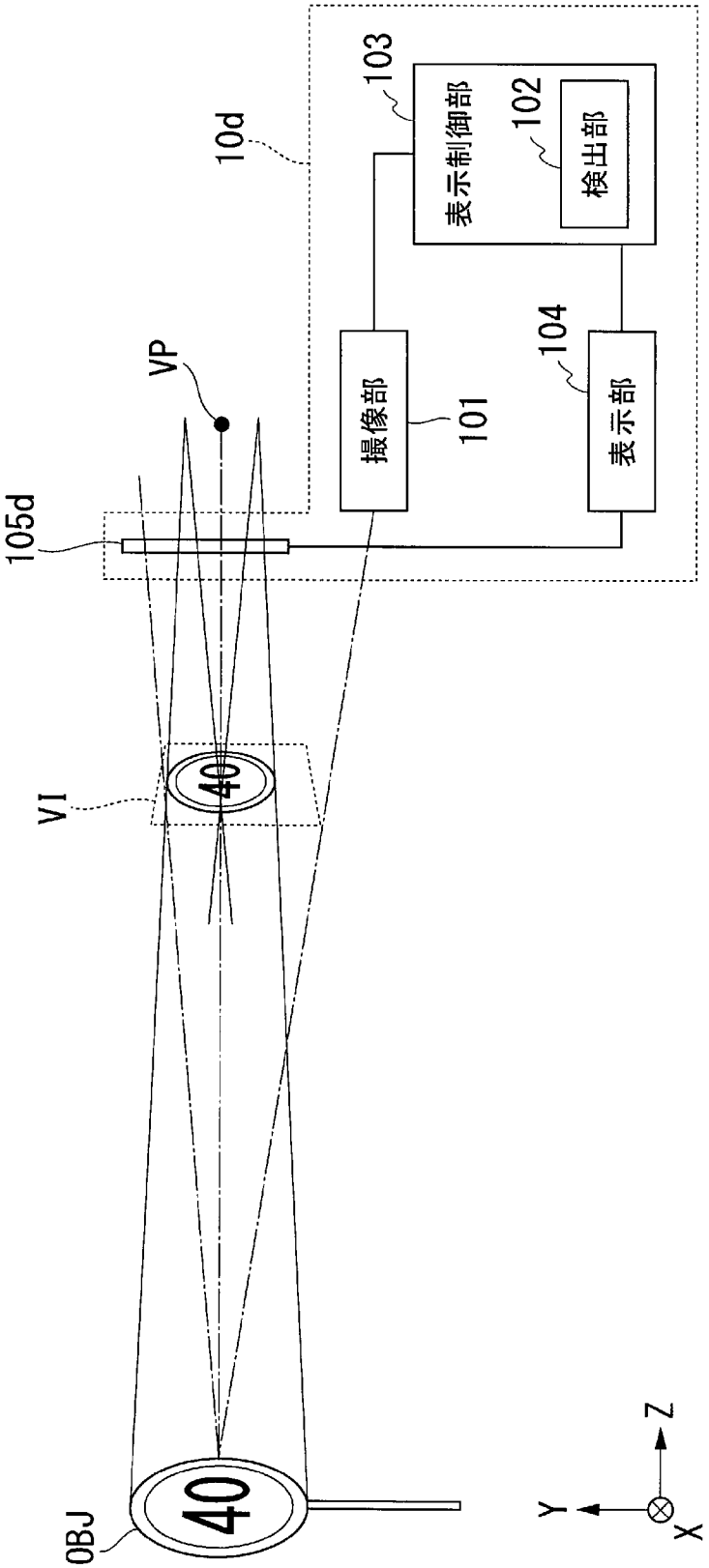
[図14]


10b
表示装置
103b
表示制御部
101
撮像部
102b
検出部
115
距離検出部
106
記憶部
104
表示部
116
標識検出部
117
移動速度
取得部
車両制御装置
30

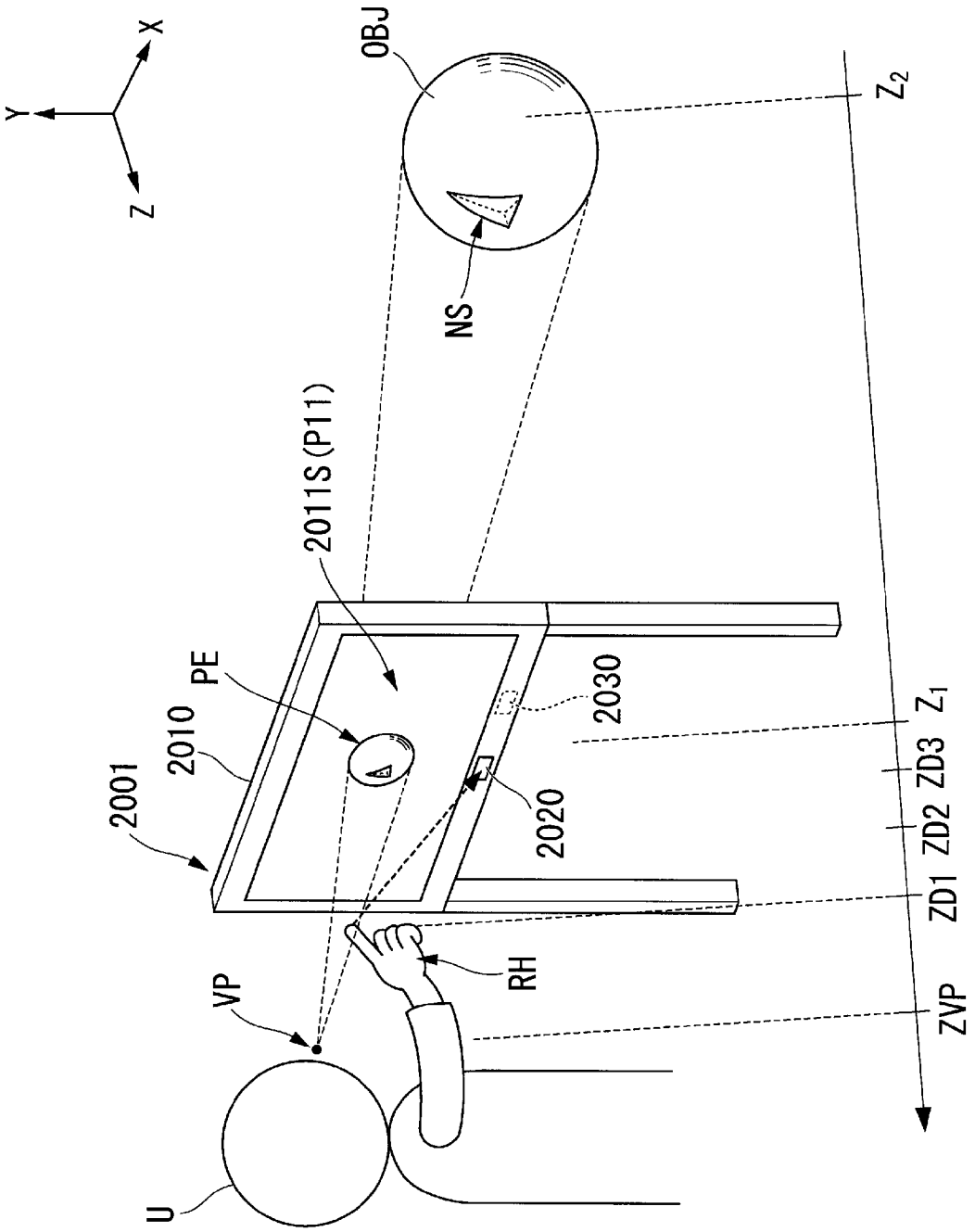
[図15]


10c
表示装置
101
撮像部
103c
表示制御部
106
記憶部
102
検出部
104
表示部
118
動き速度
検出部
119
位置検出部

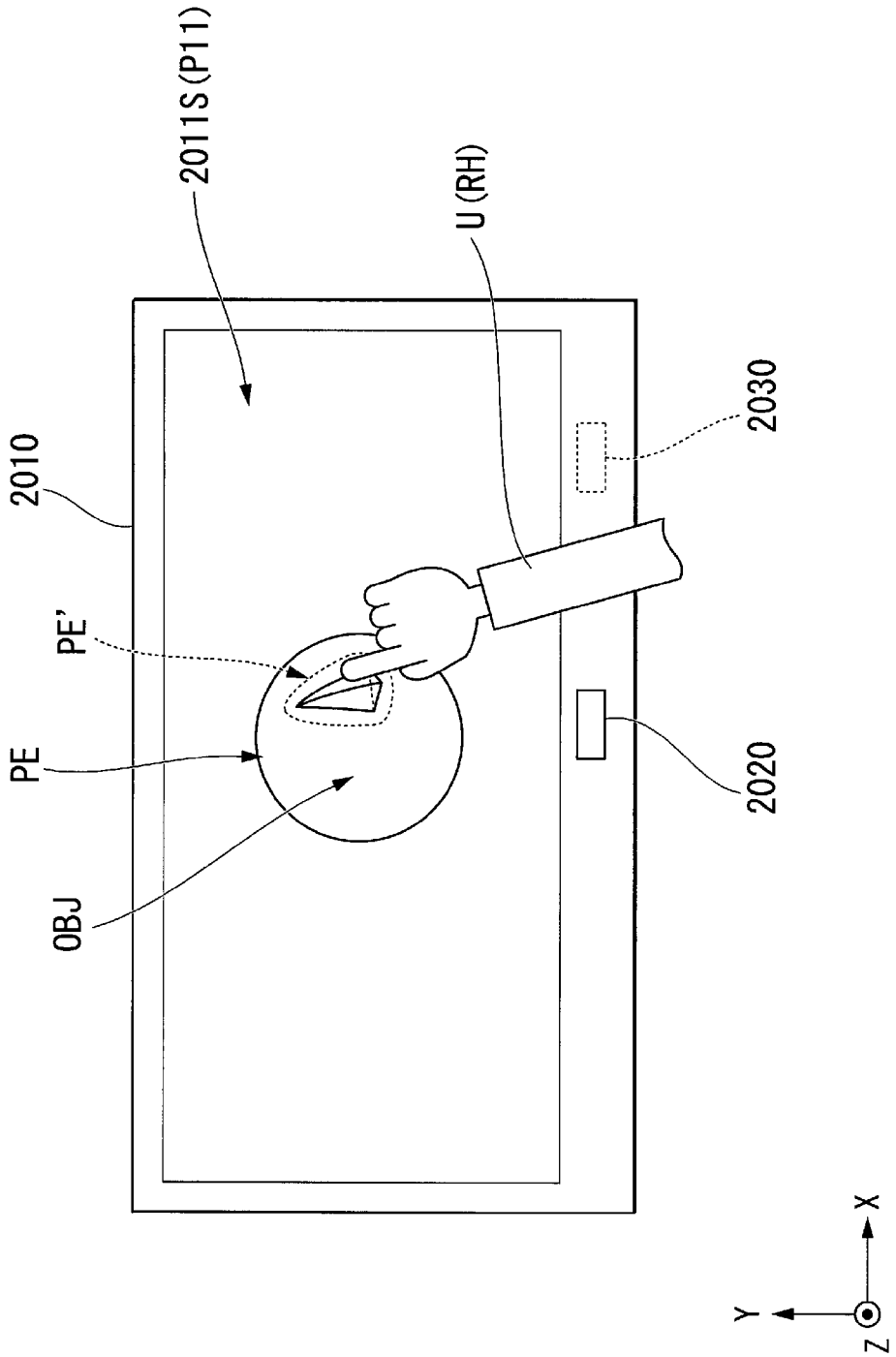
[図16]



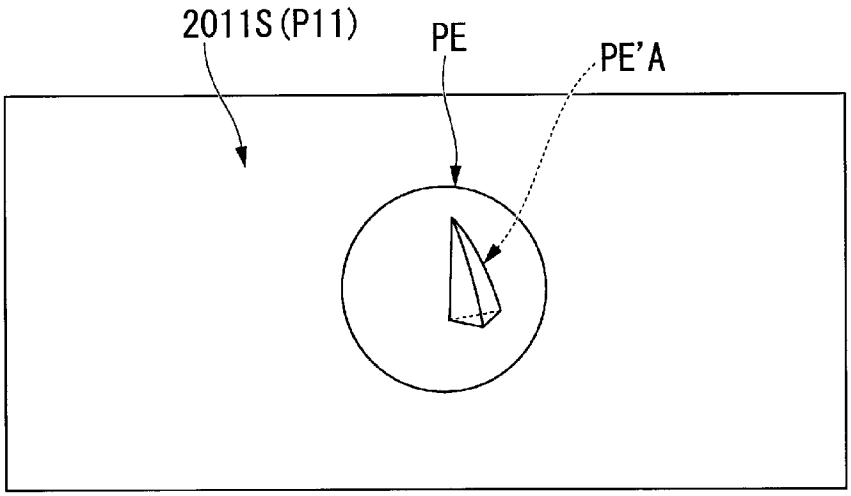
[図17]


X
Y
Z
OBJ
NS
Z_2
2011S(P11)
PE
2010
2001
2030
2020
Z_1
ZD3
ZD2
ZD1
RH
VP
ZVP
U

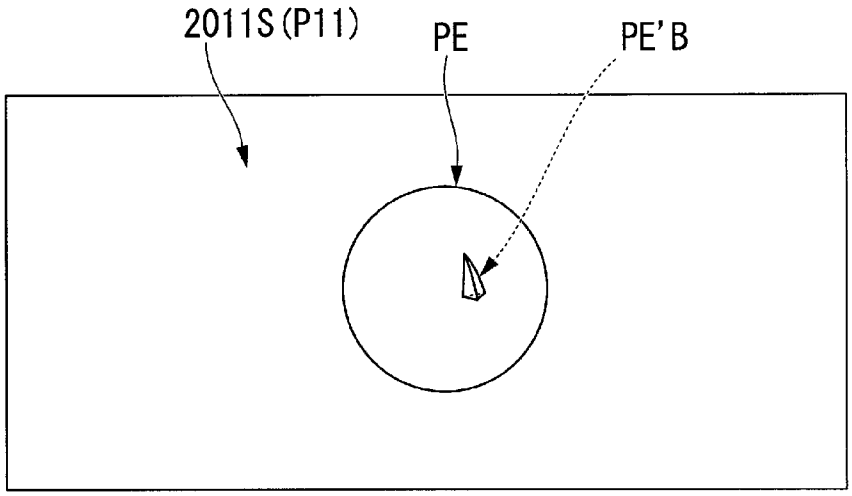
[図18]



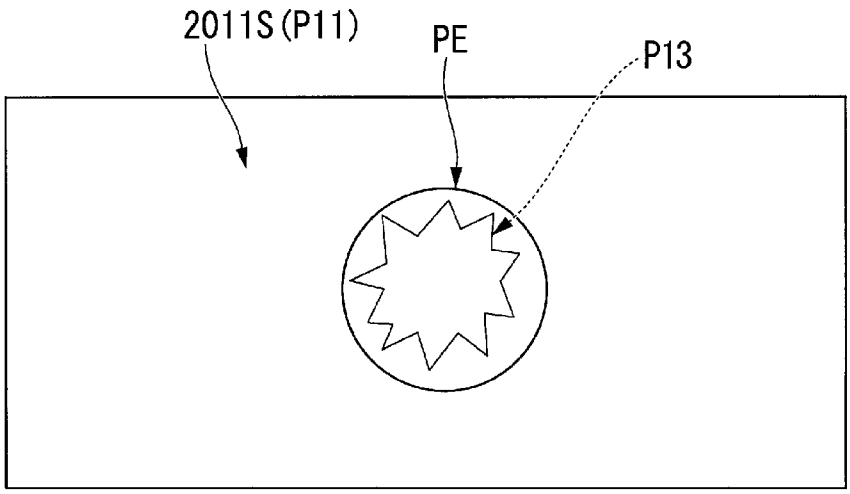
[図19A]



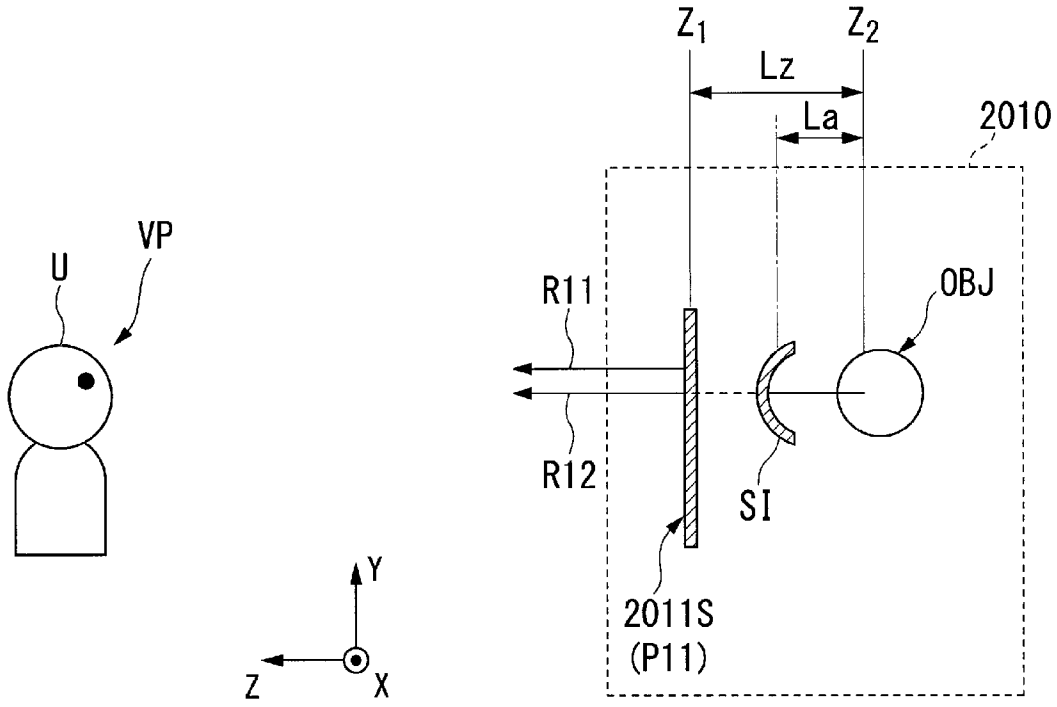
[図19B]



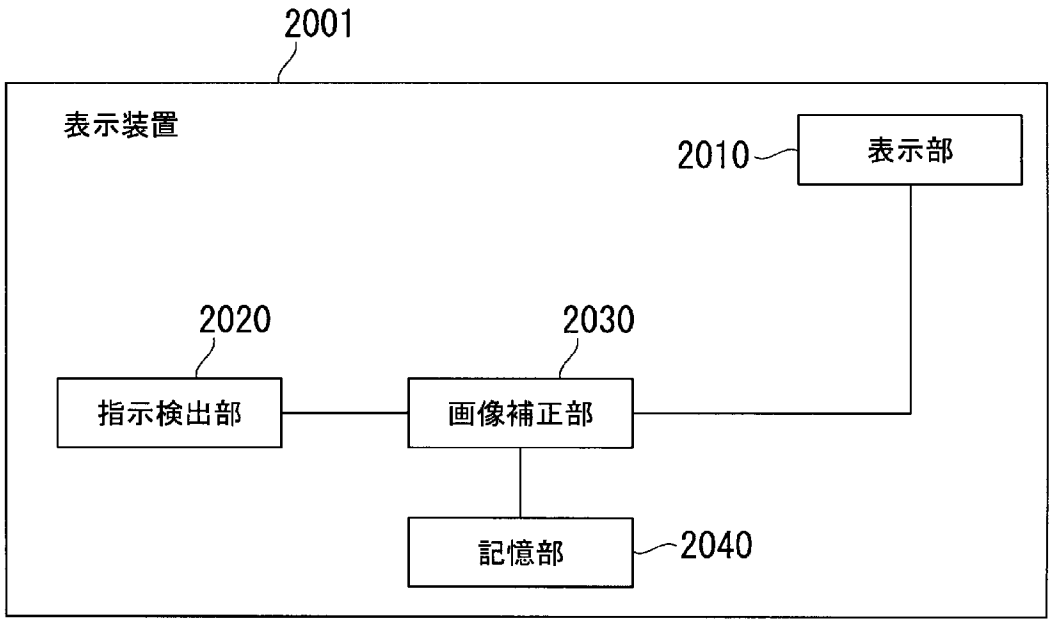
[図19C]



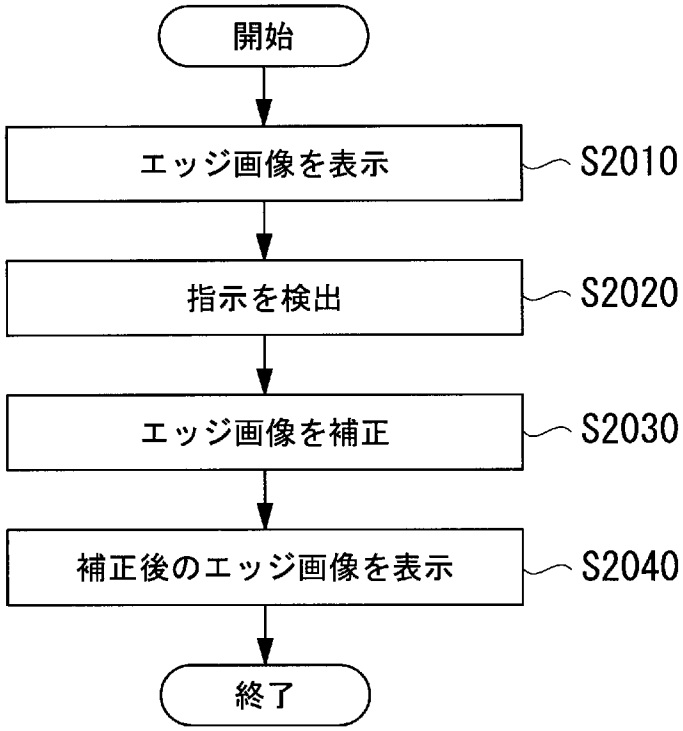
[図20]


U
VP
Y
Z
X
Z_1
Z_2
Lz
La
2010
R11
R12
OBJ
SI
2011S
(P11)

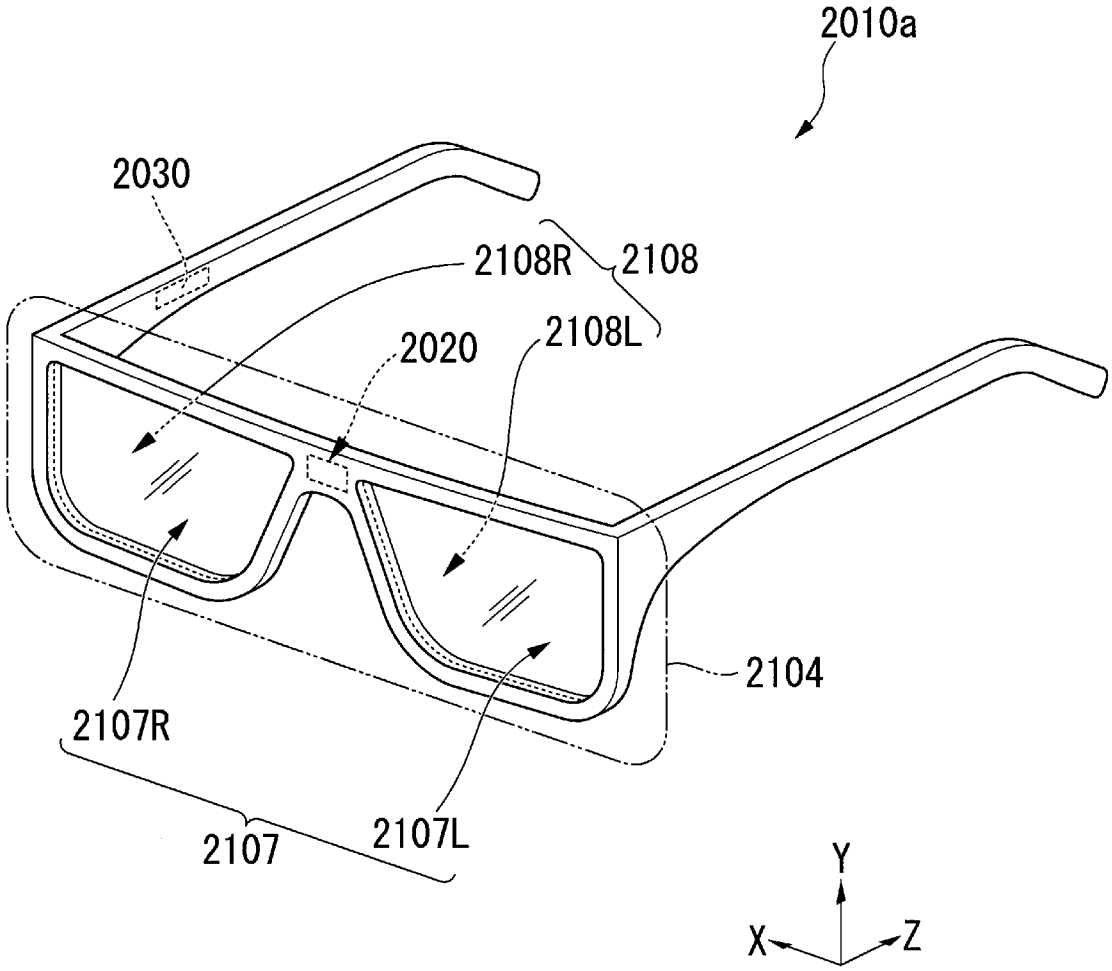
[図21]


2001
表示装置
2010
表示部
2020
2030
指示検出部
画像補正部
記憶部
2040

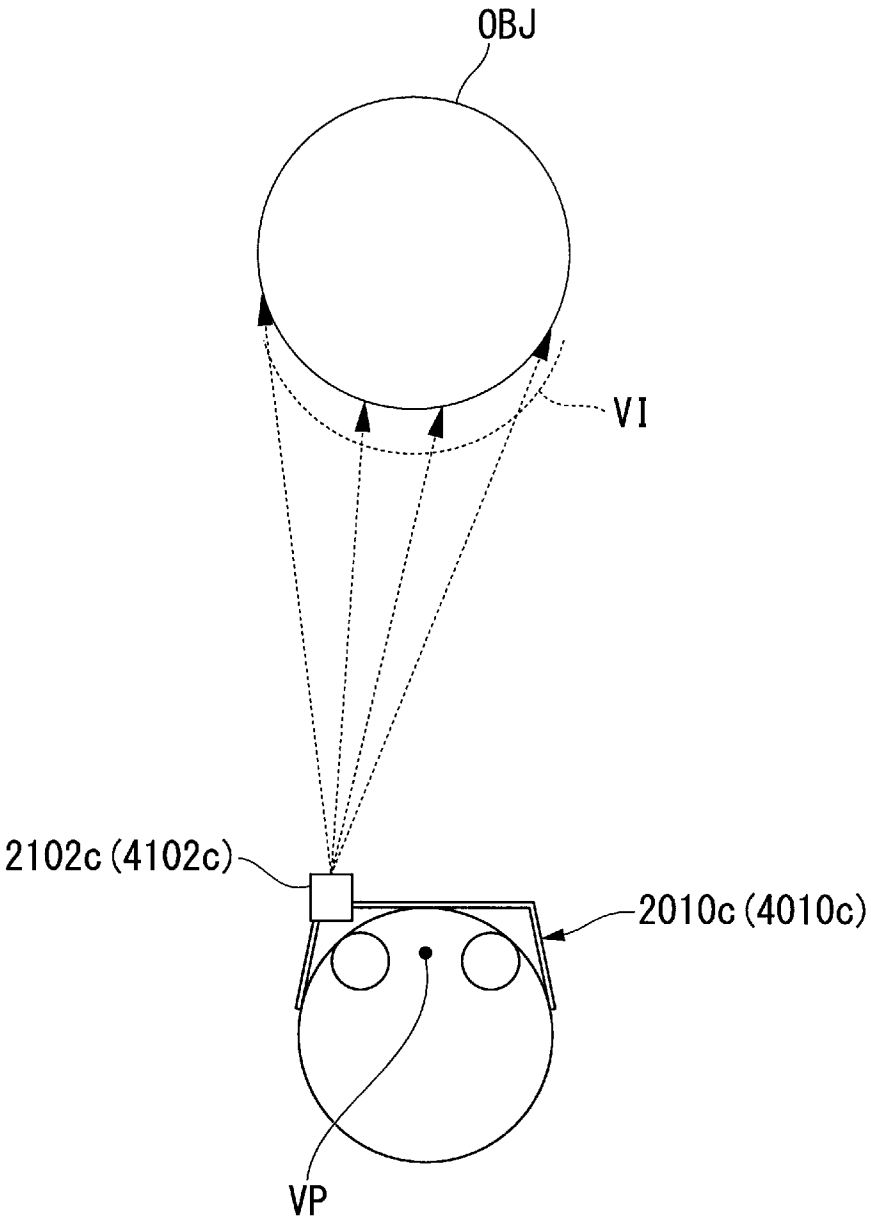
[図22]


開始
エッジ画像を表示
S2010
指示を検出
S2020
エッジ画像を補正
S2030
補正後のエッジ画像を表示
S2040
終了

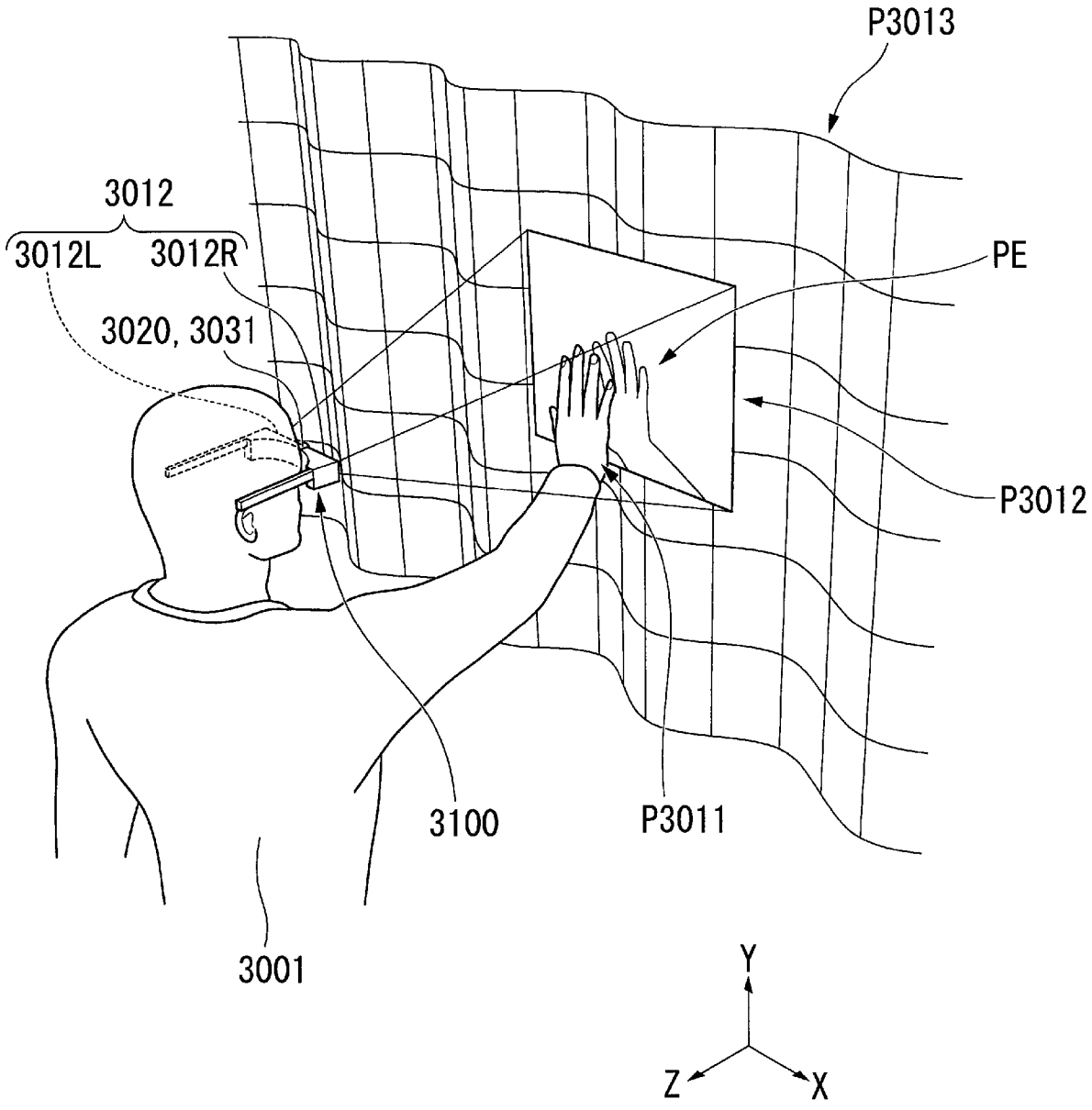
[図23]



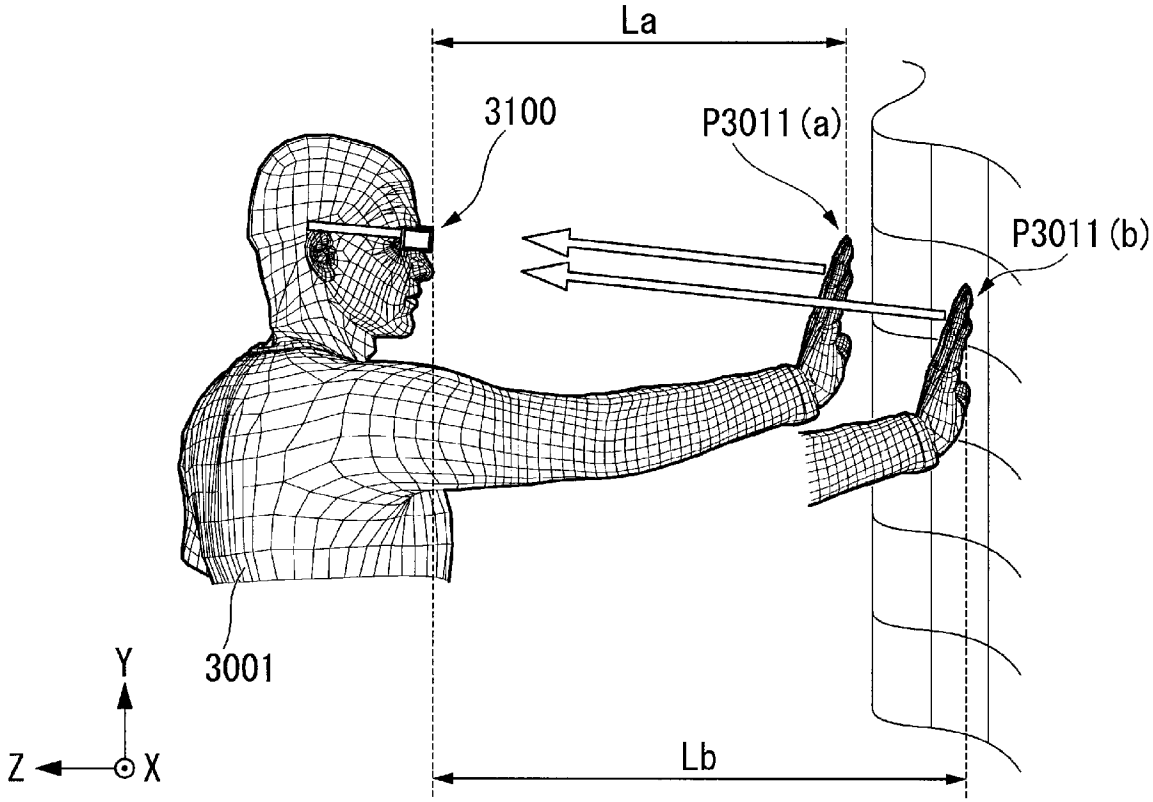
[図24]



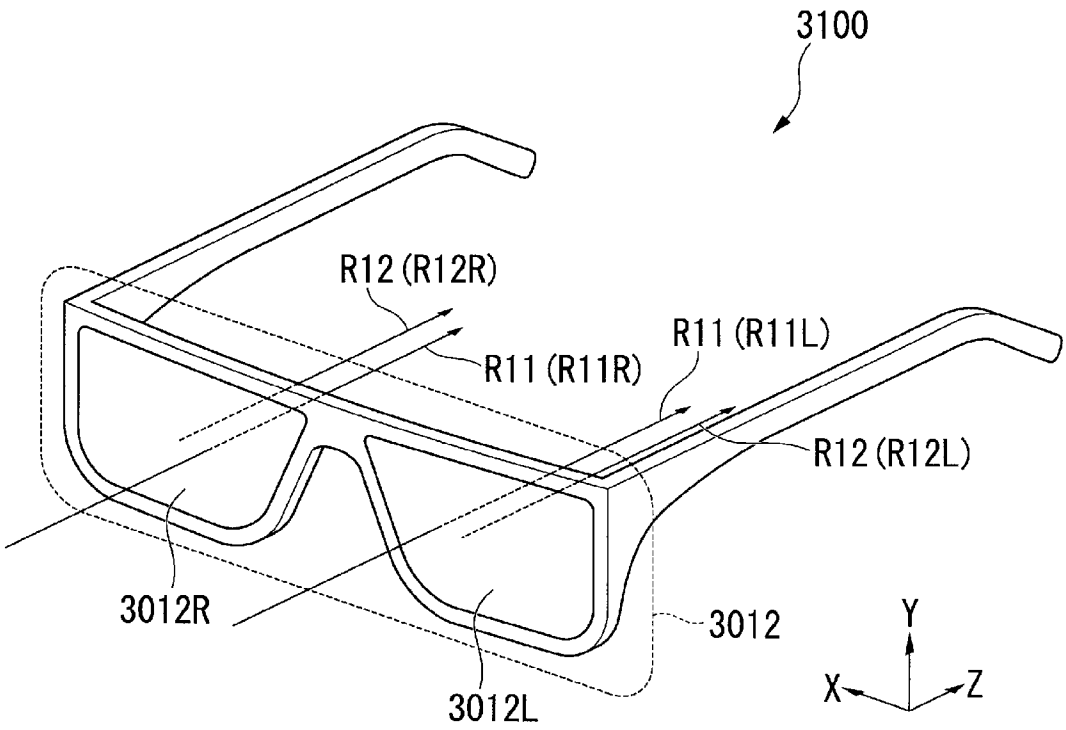
[図25]


P3013
3012
3012L
3012R
PE
3020, 3031
P3012
3100
P3011
3001
Y
Z
X

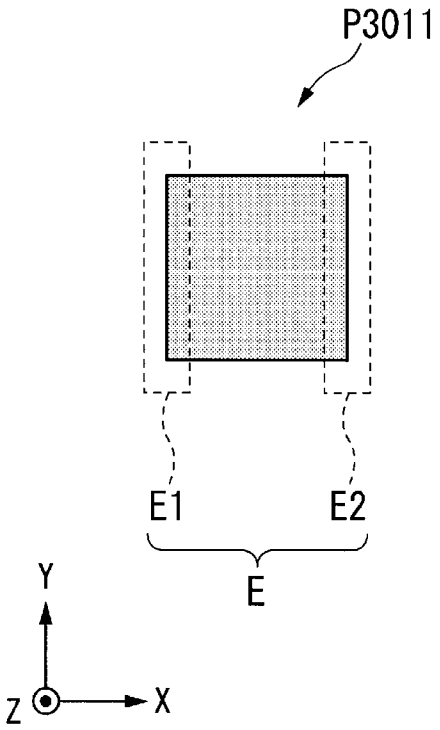
[図26]


La
3100
P3011 (a)
P3011 (b)
3001
Y
Z
X
Lb

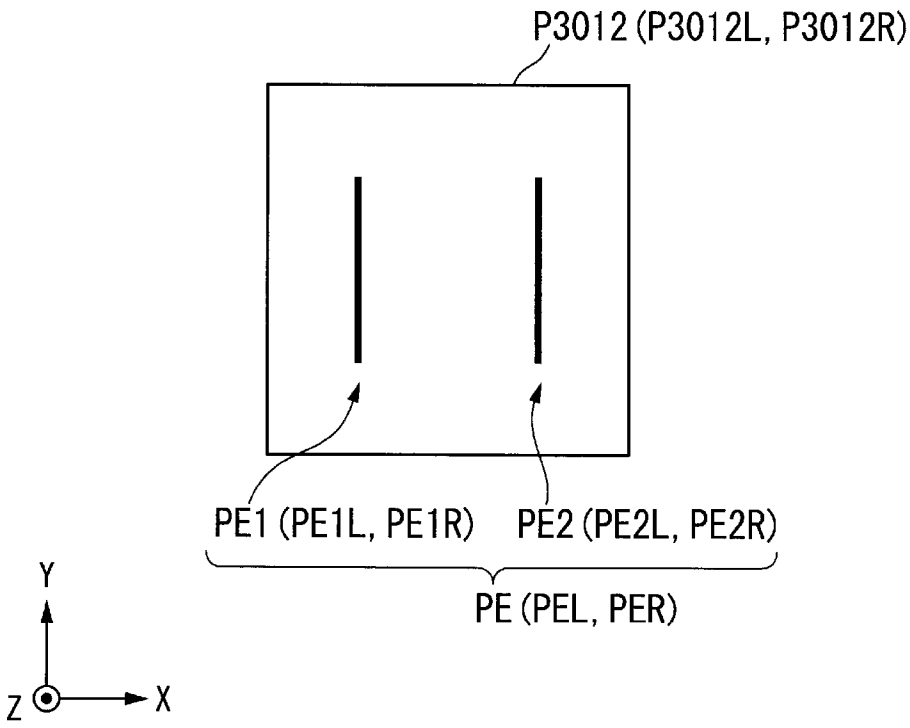
[図27]


3100
R12 (R12R)
R11 (R11R)
R11 (R11L)
R12 (R12L)
3012R
3012
3012L
Y
X
Z

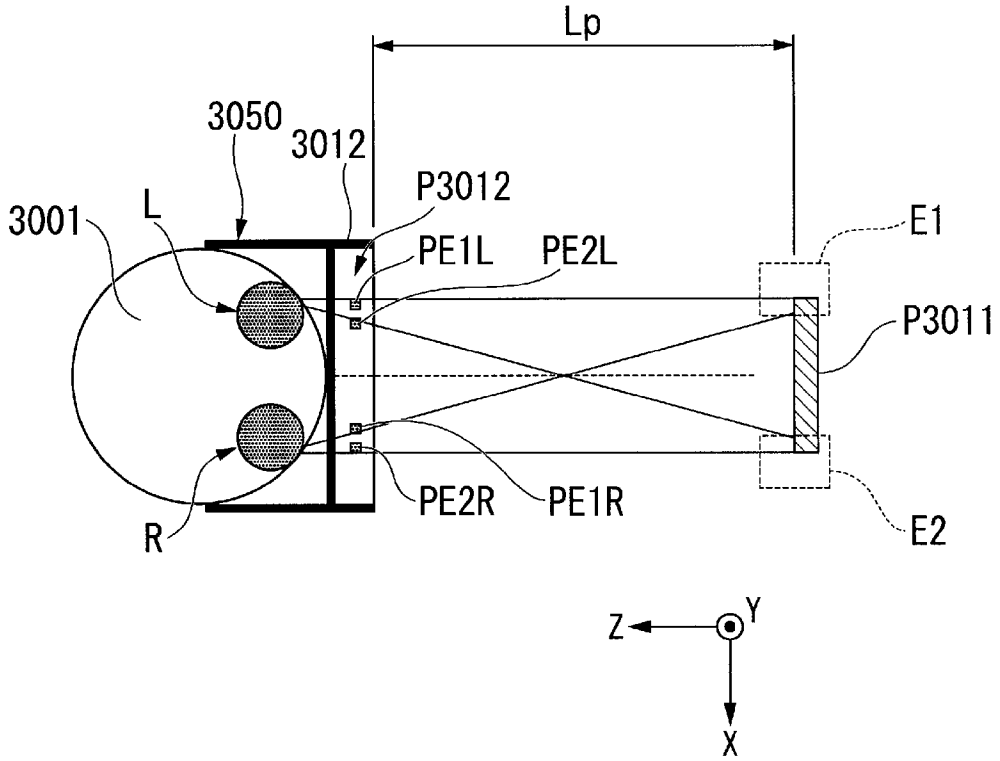
[図28]


P3011
E1
E2
E
Y
Z
X

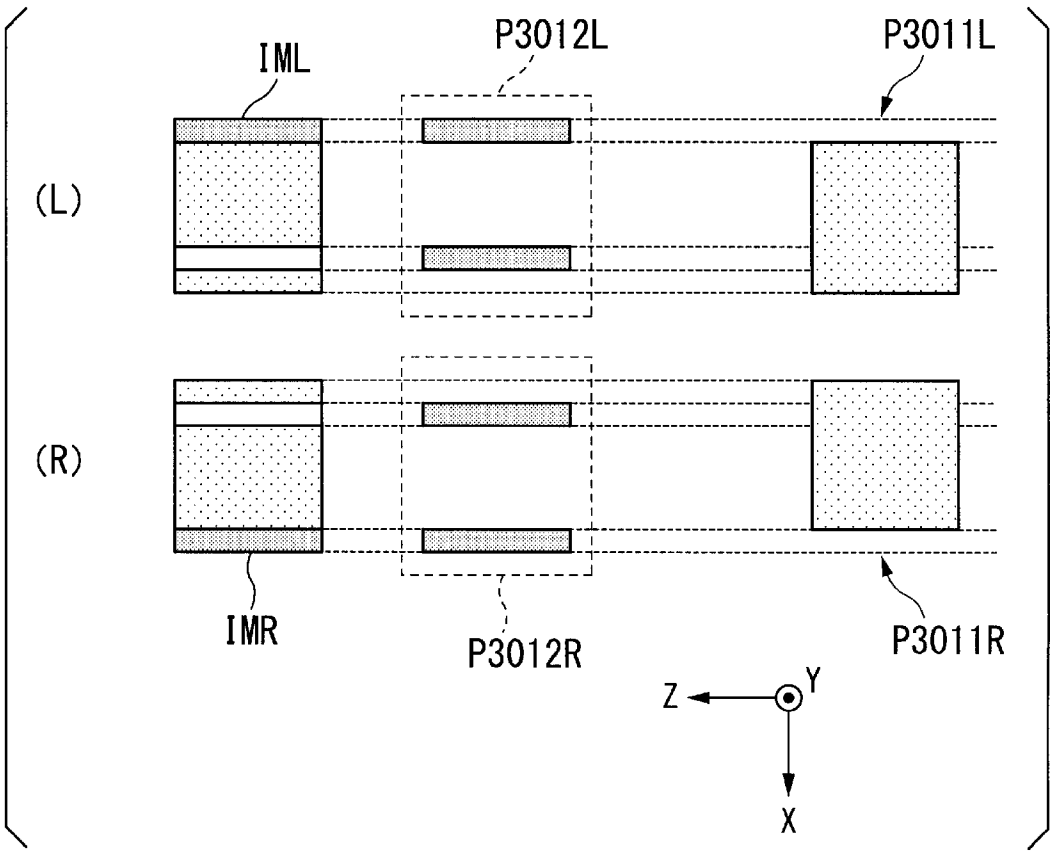
[図29]


P3012 (P3012L, P3012R)
PE1 (PE1L, PE1R)
PE2 (PE2L, PE2R)
PE (PEL, PER)
Y
Z
X

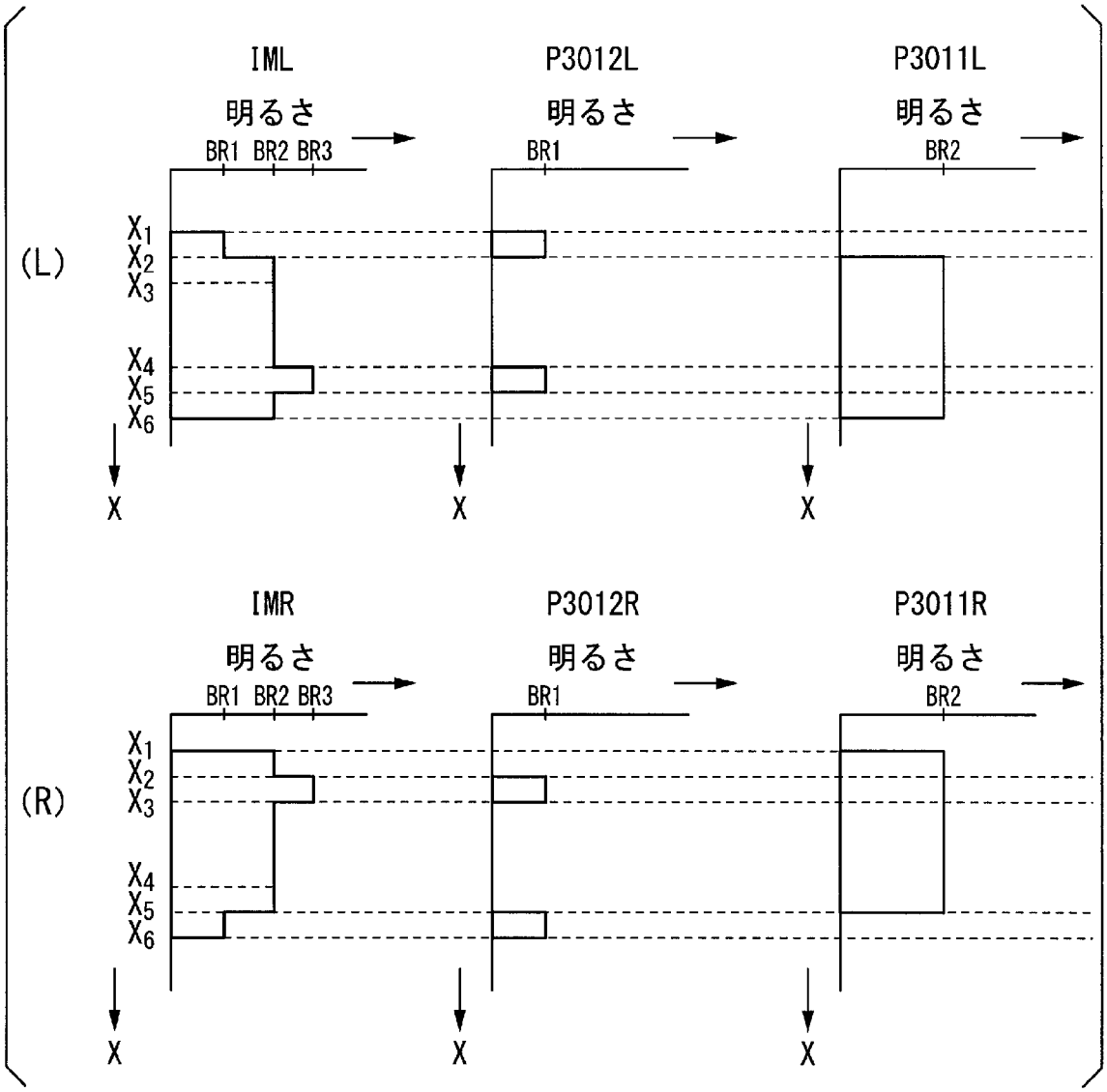
[図30]


Lp
3050
3012
P3012
3001
L
PE1L
PE2L
E1
P3011
PE2R
PE1R
E2
R
Z
Y
X

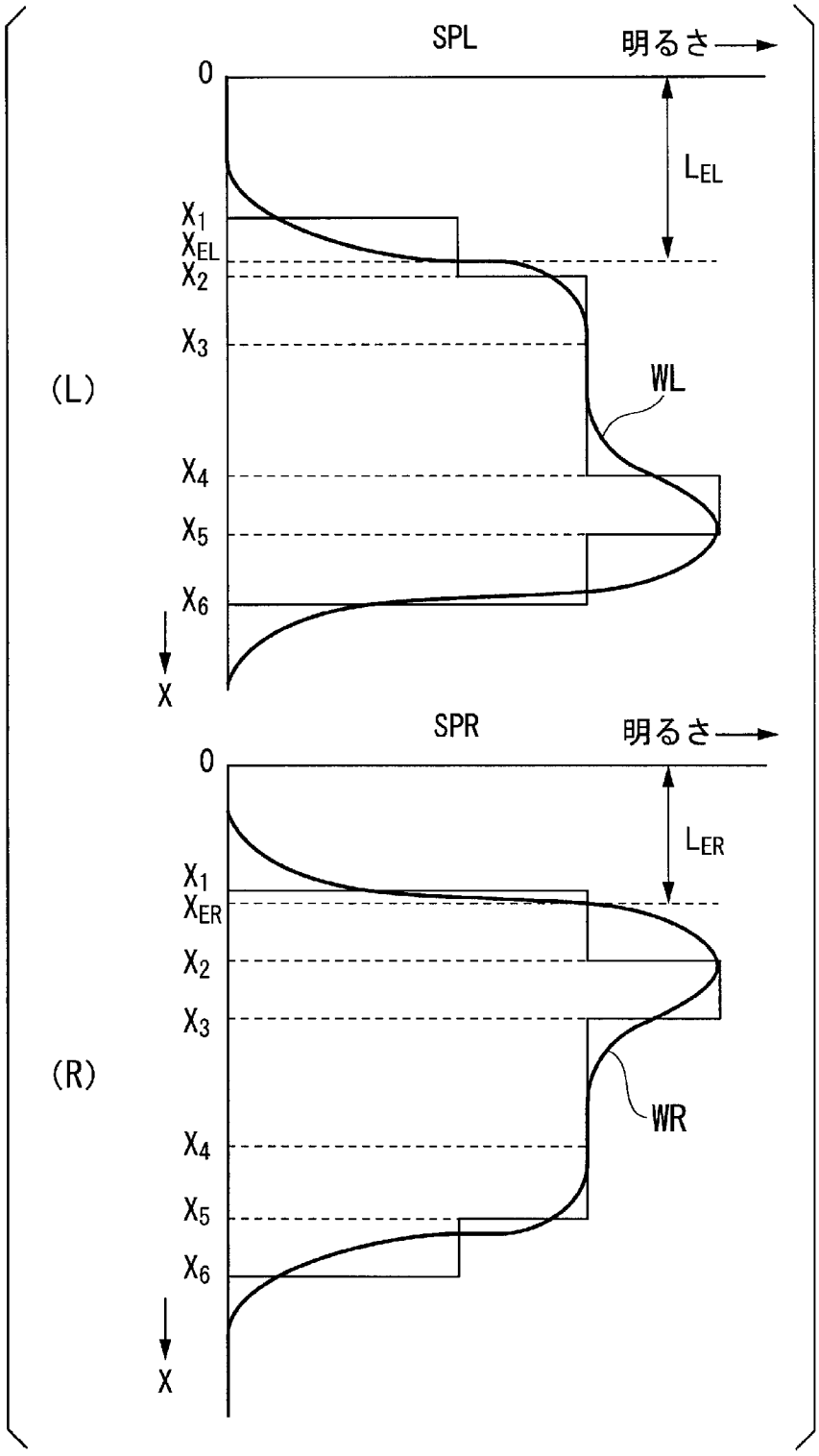
[図31]


IML
P3012L
P3011L
(L)
(R)
IMR
P3012R
P3011R
Z
Y
X

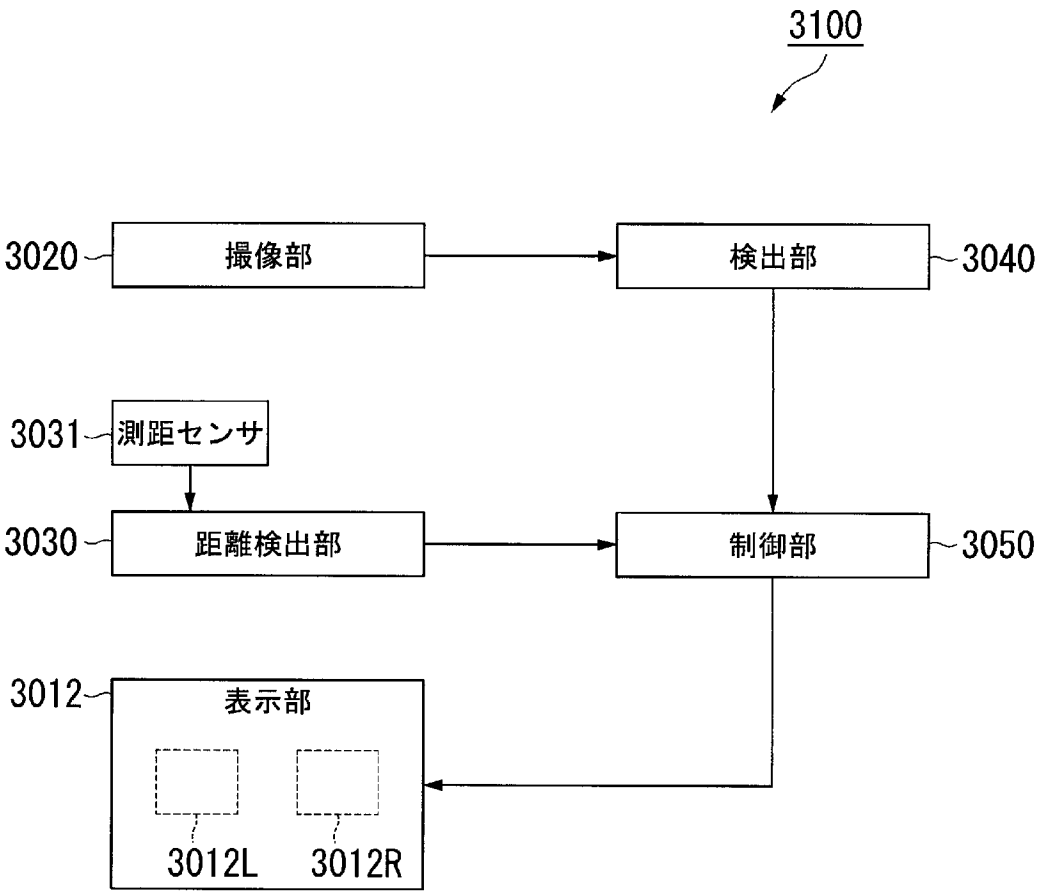
[図32]


IML
明るさ
BR1 BR2 BR3
P3012L
明るさ
BR1
P3011L
明るさ
BR2
(L)
X1
X2
X3
X4
X5
X6
X
X
X
IMR
明るさ
BR1 BR2 BR3
P3012R
明るさ
BR1
P3011R
明るさ
BR2
(R)
X1
X2
X3
X4
X5
X6
X
X
X

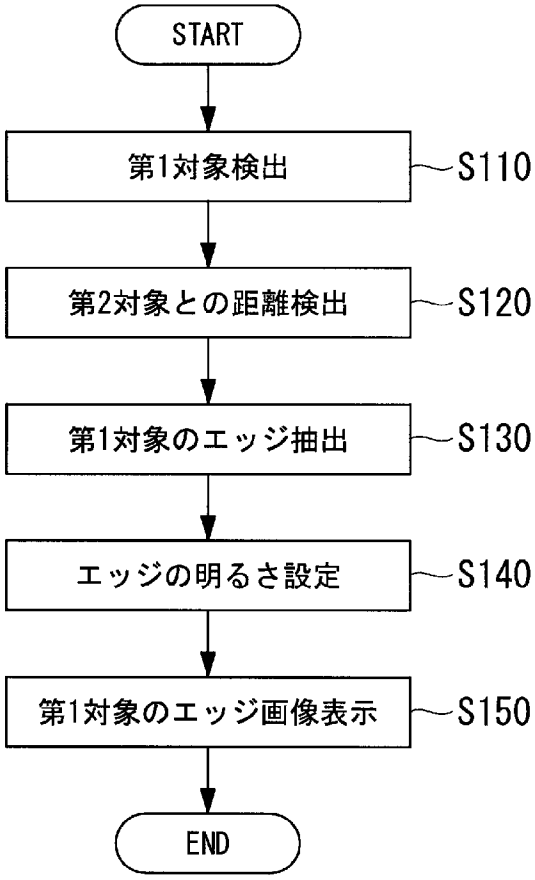
[図33]


SPL
明るさ
0
L_{EL}
X_1
X_{EL}
X_2
X_3
(L)
WL
X_4
X_5
X_6
X
SPR
明るさ
0
L_{ER}
X_1
X_{ER}
X_2
X_3
(R)
WR
X_4
X_5
X_6
X

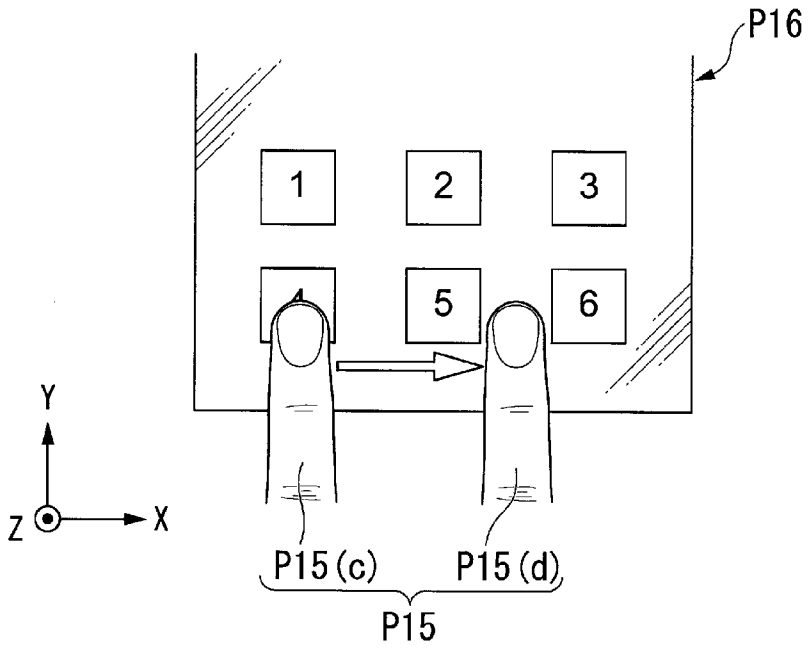
[図34]


3100
3020
撮像部
検出部
3040
3031
測距センサ
3030
距離検出部
制御部
3050
3012
表示部
3012L
3012R

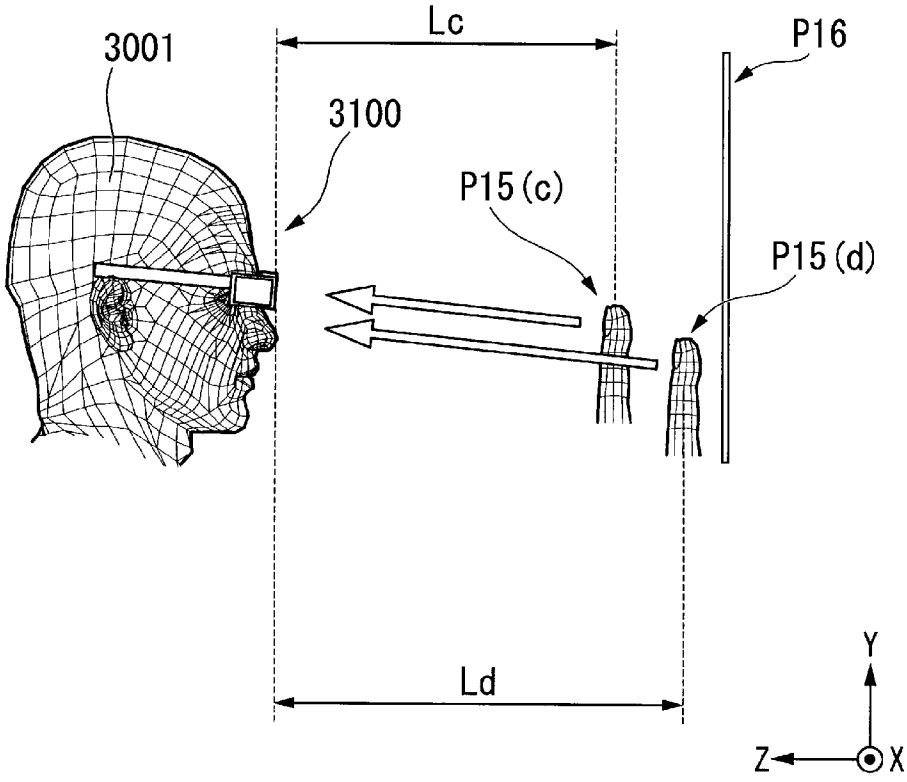
[図35]


START
第1対象検出
S110
第2対象との距離検出
S120
第1対象のエッジ抽出
S130
エッジの明るさ設定
S140
第1対象のエッジ画像表示
S150
END

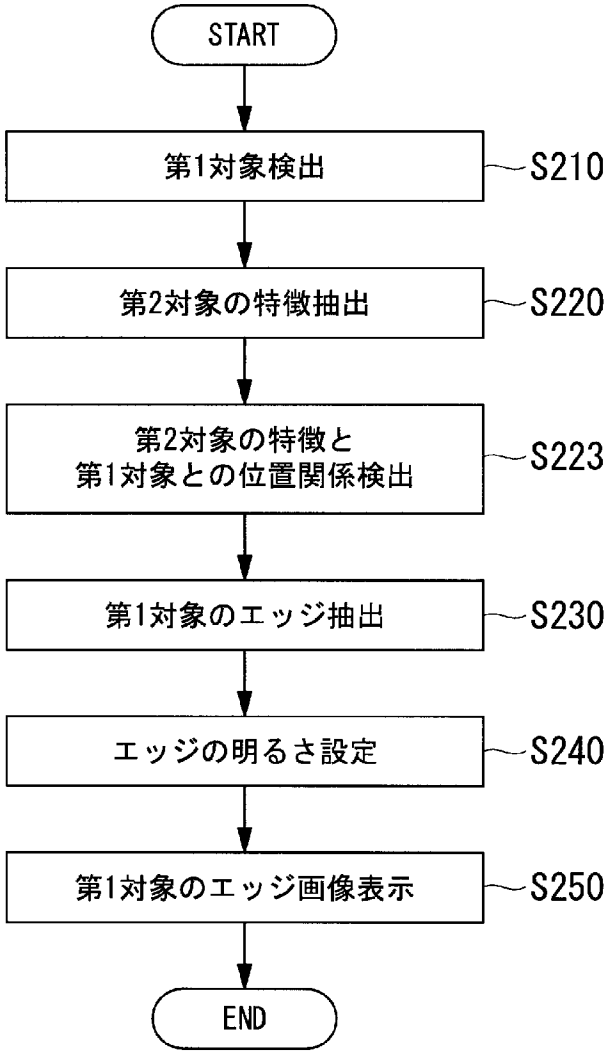
[図36A]



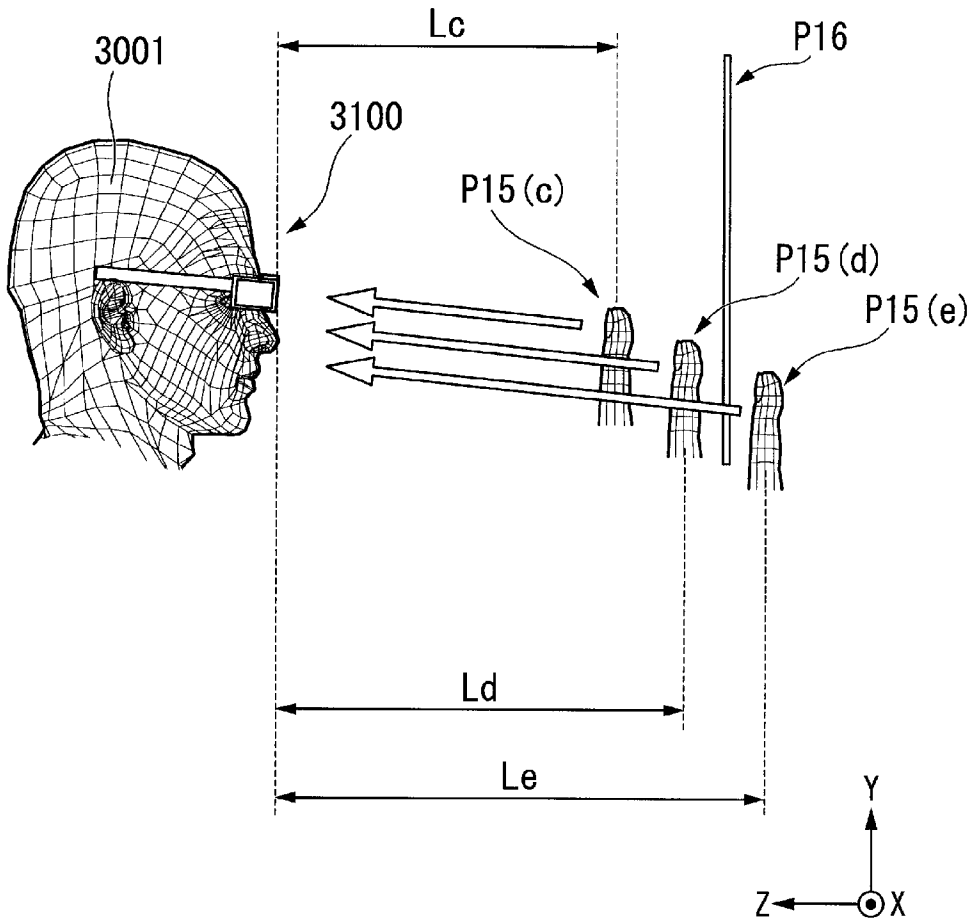
[図36B]



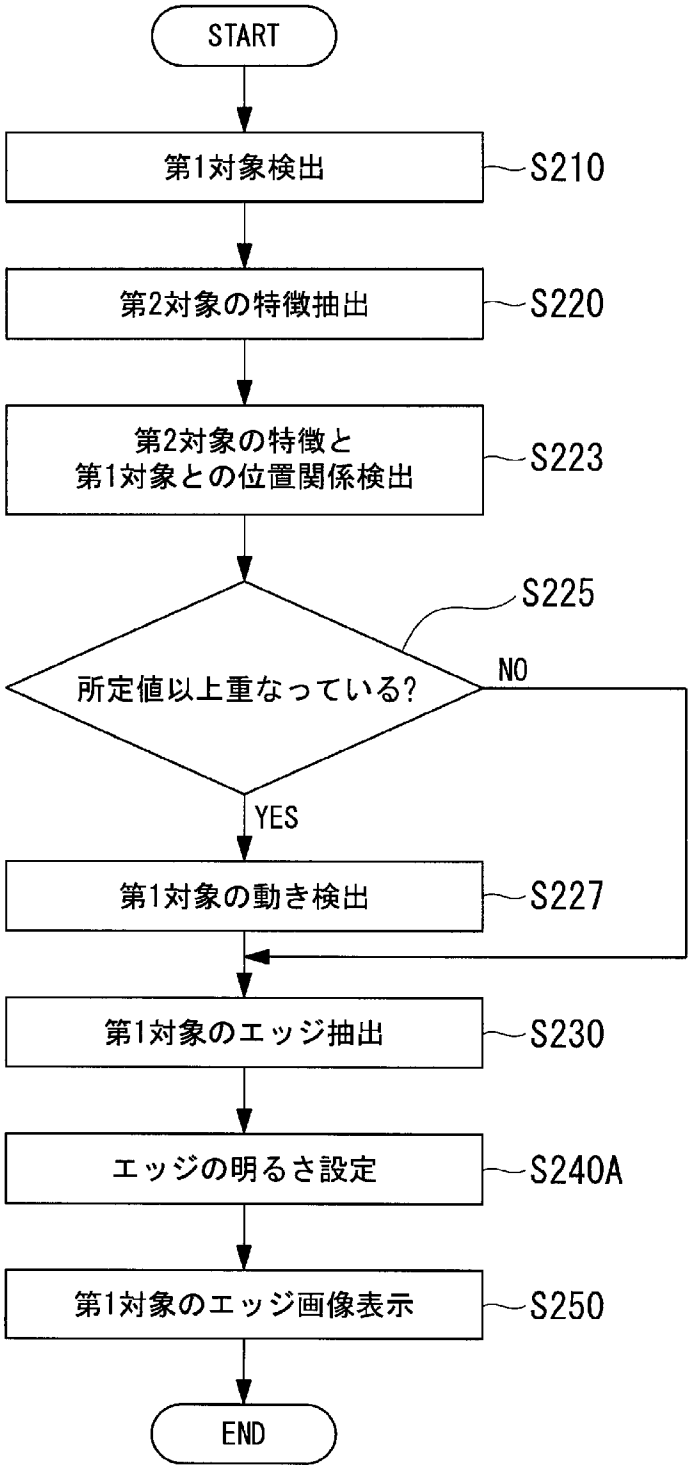
[図37]


START
第1対象検出
S210
第2対象の特徴抽出
S220
第2対象の特徴と
第1対象との位置関係検出
S223
第1対象のエッジ抽出
S230
エッジの明るさ設定
S240
第1対象のエッジ画像表示
S250
END

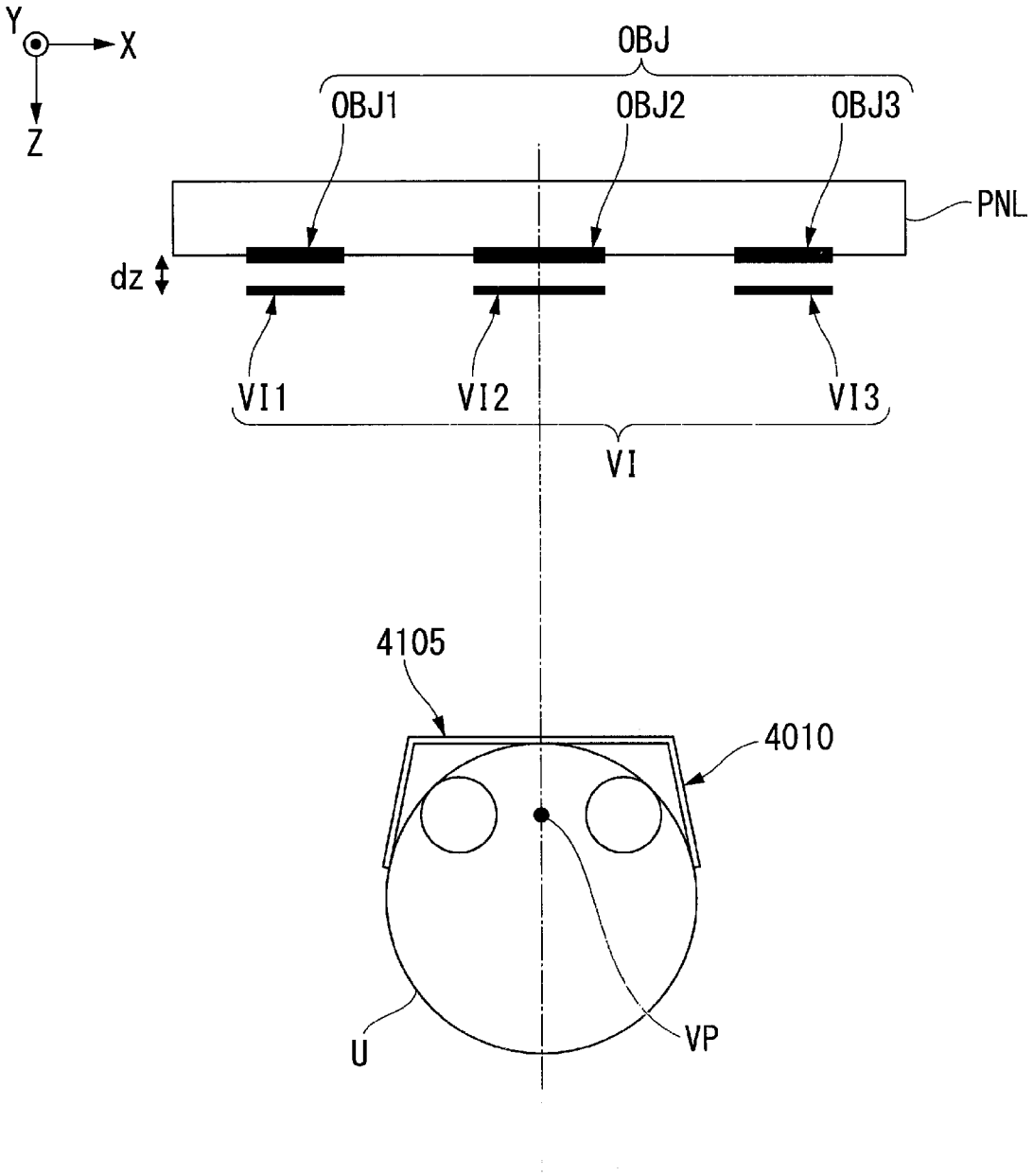
[図38]



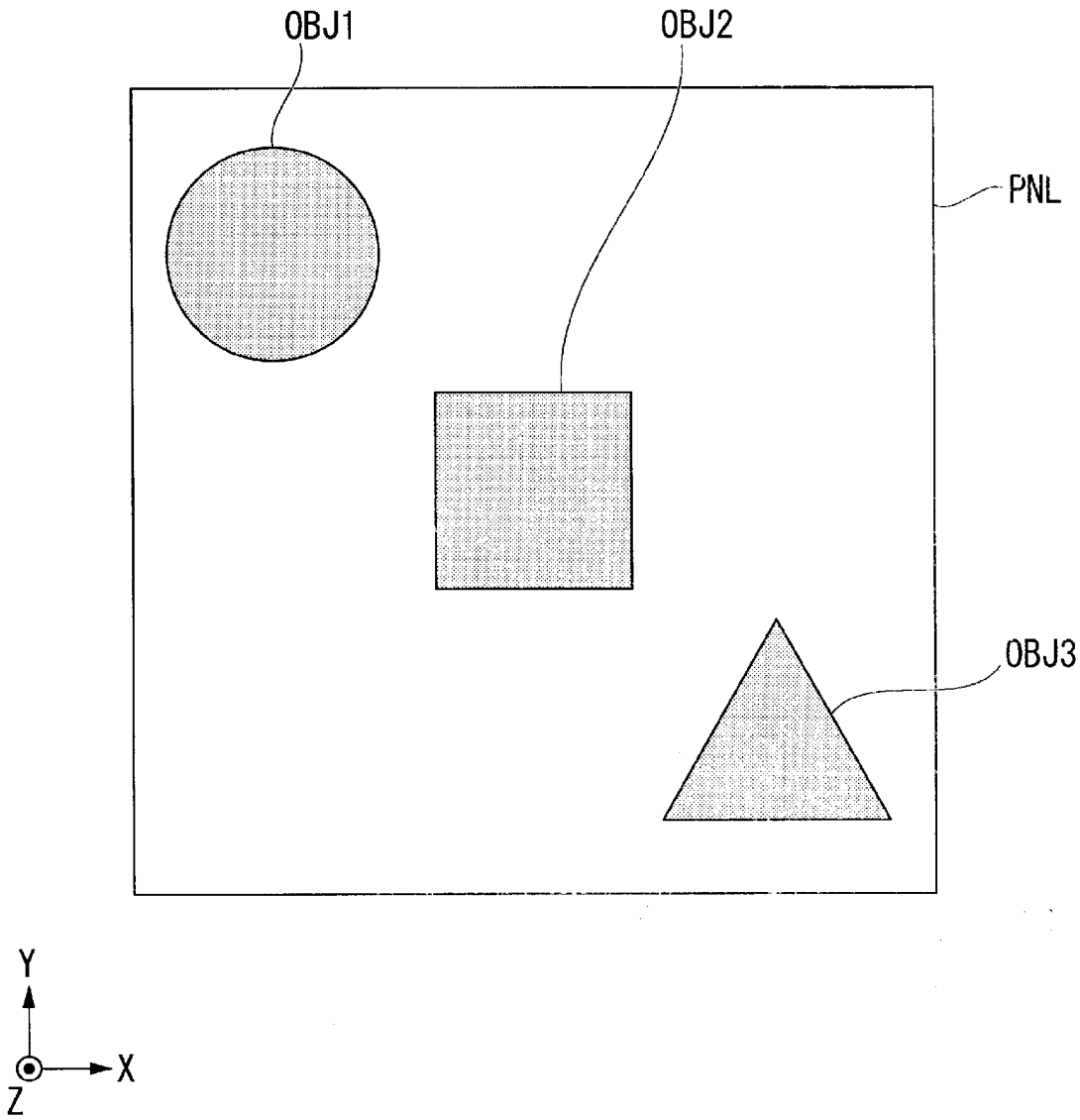
[図39]


START
第1対象検出
S210
第2対象の特徴抽出
S220
第2対象の特徴と
第1対象との位置関係検出
S223
S225
所定値以上重なっている?
NO
YES
第1対象の動き検出
S227
第1対象のエッジ抽出
S230
エッジの明るさ設定
S240A
第1対象のエッジ画像表示
S250
END

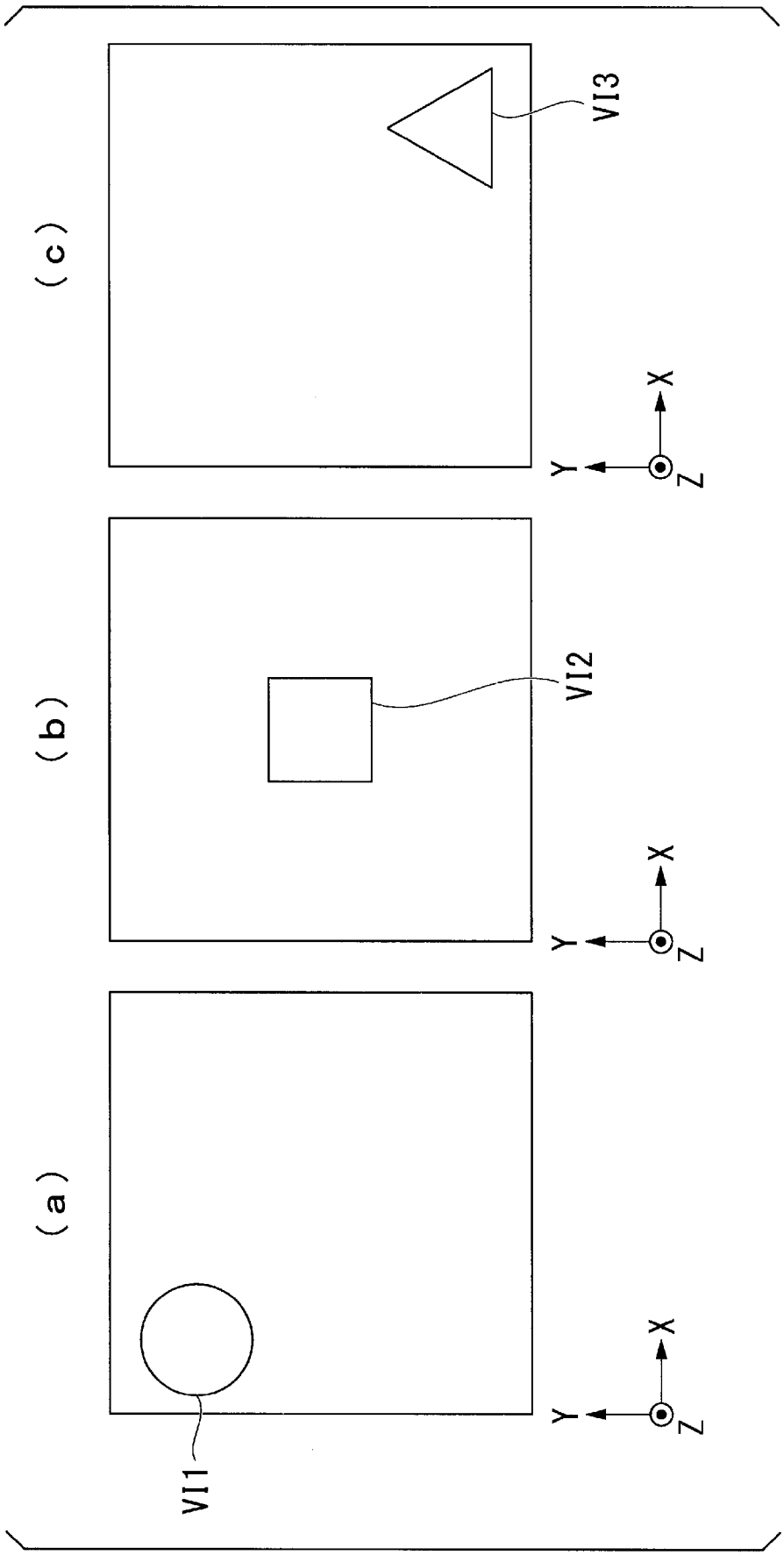
[図40]



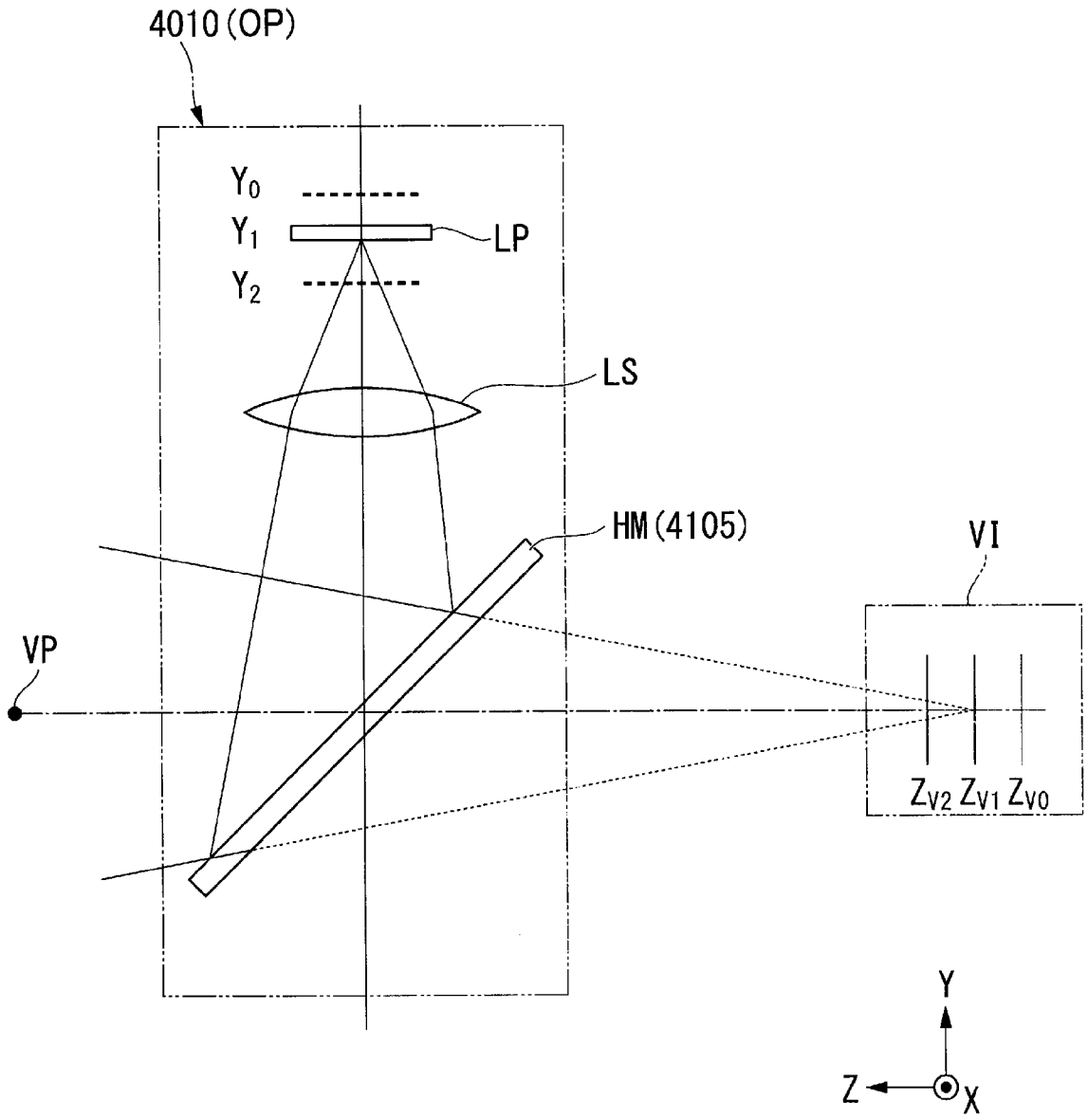
[図41]



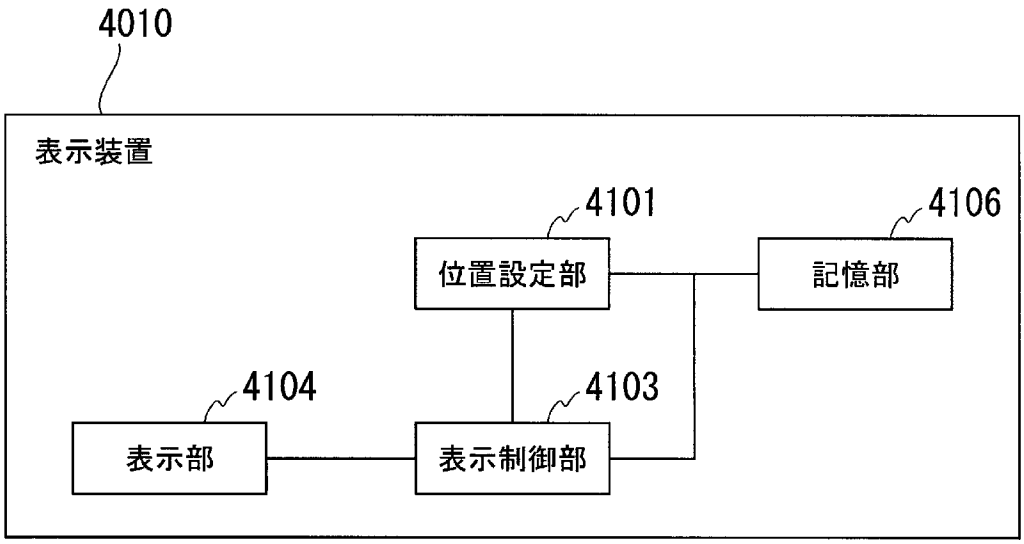
[図42]



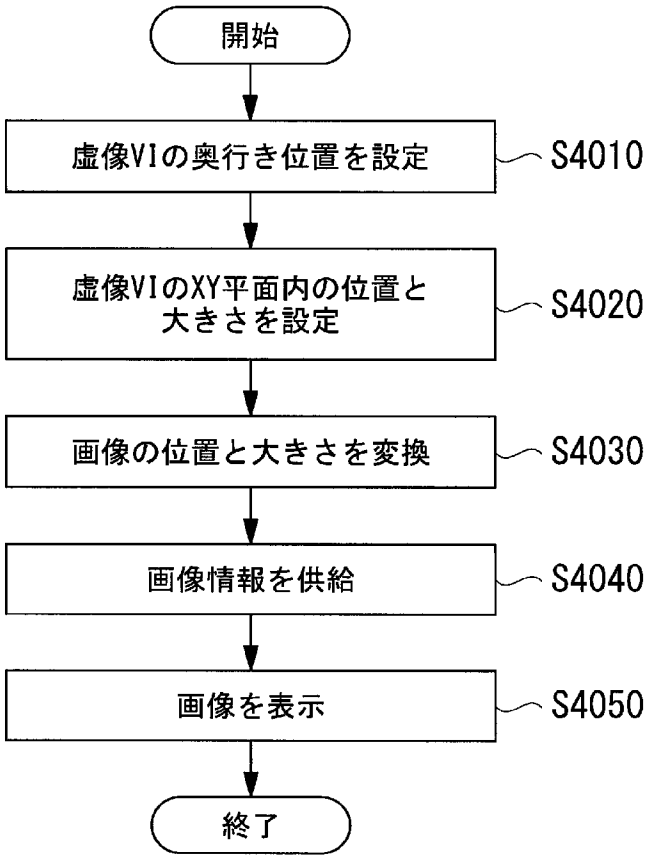
[図43]



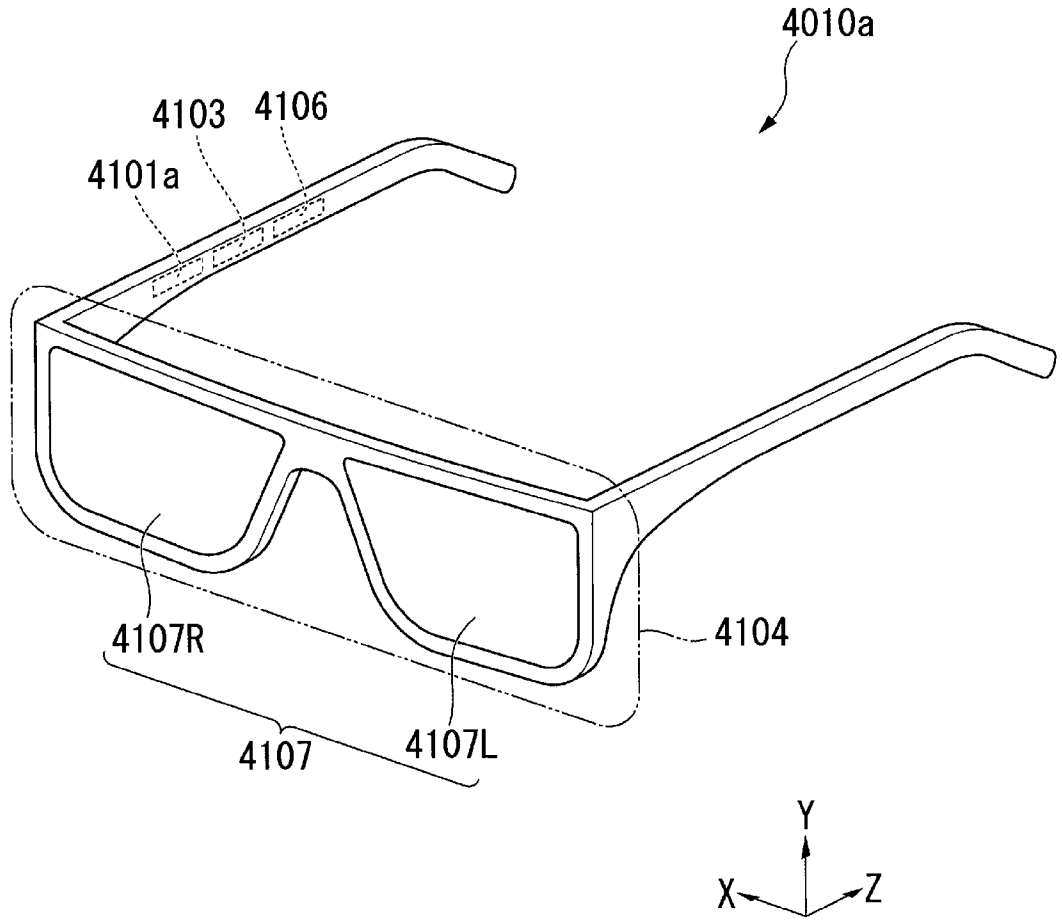
[図44]


4010
表示装置
4101
位置設定部
4106
記憶部
4104
表示部
4103
表示制御部

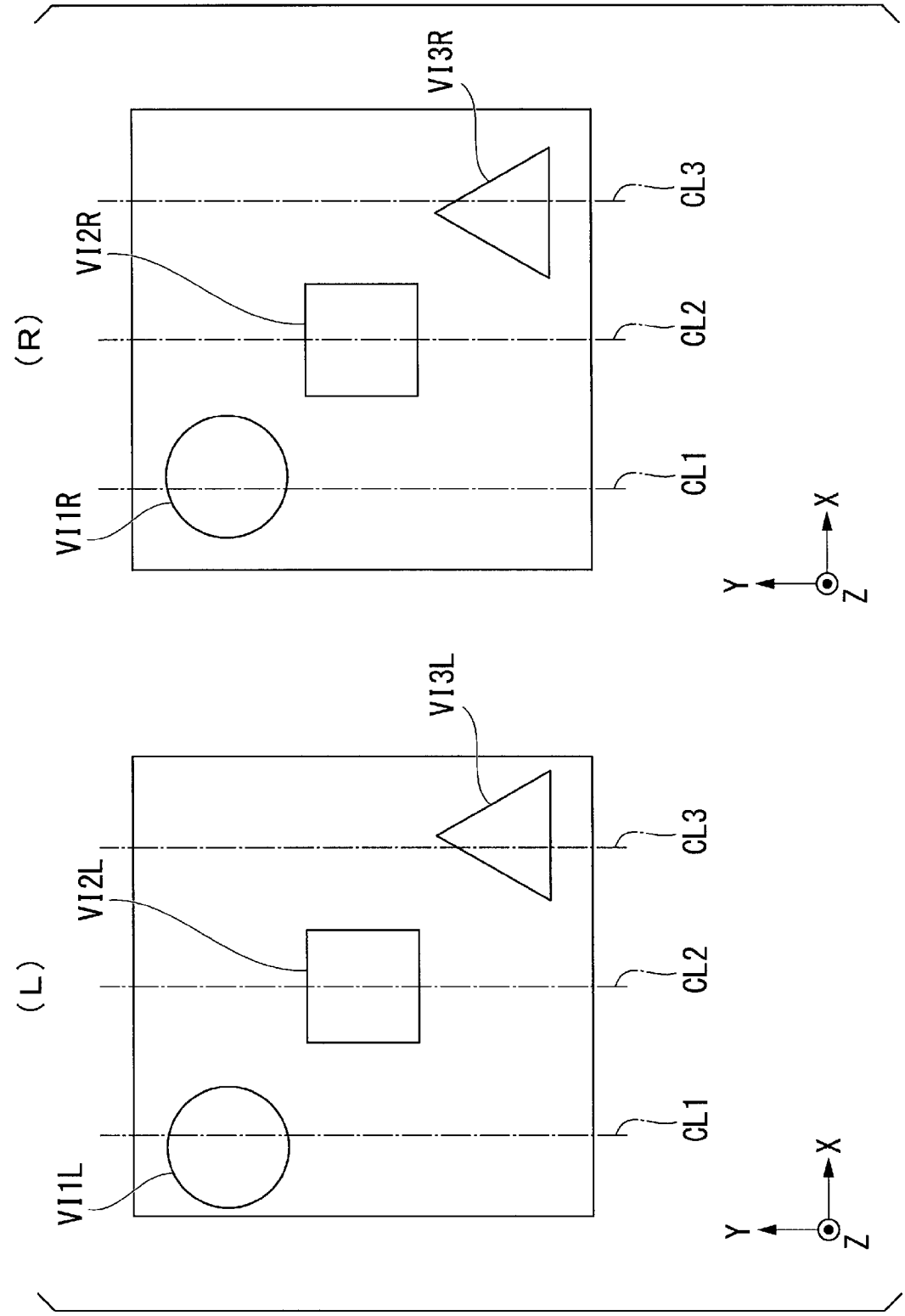
[図45]


開始
虚像VIの奥行き位置を設定
S4010
虚像VIのXY平面内の位置と
大きさを設定
S4020
画像の位置と大きさを変換
S4030
画像情報を供給
S4040
画像を表示
S4050
終了

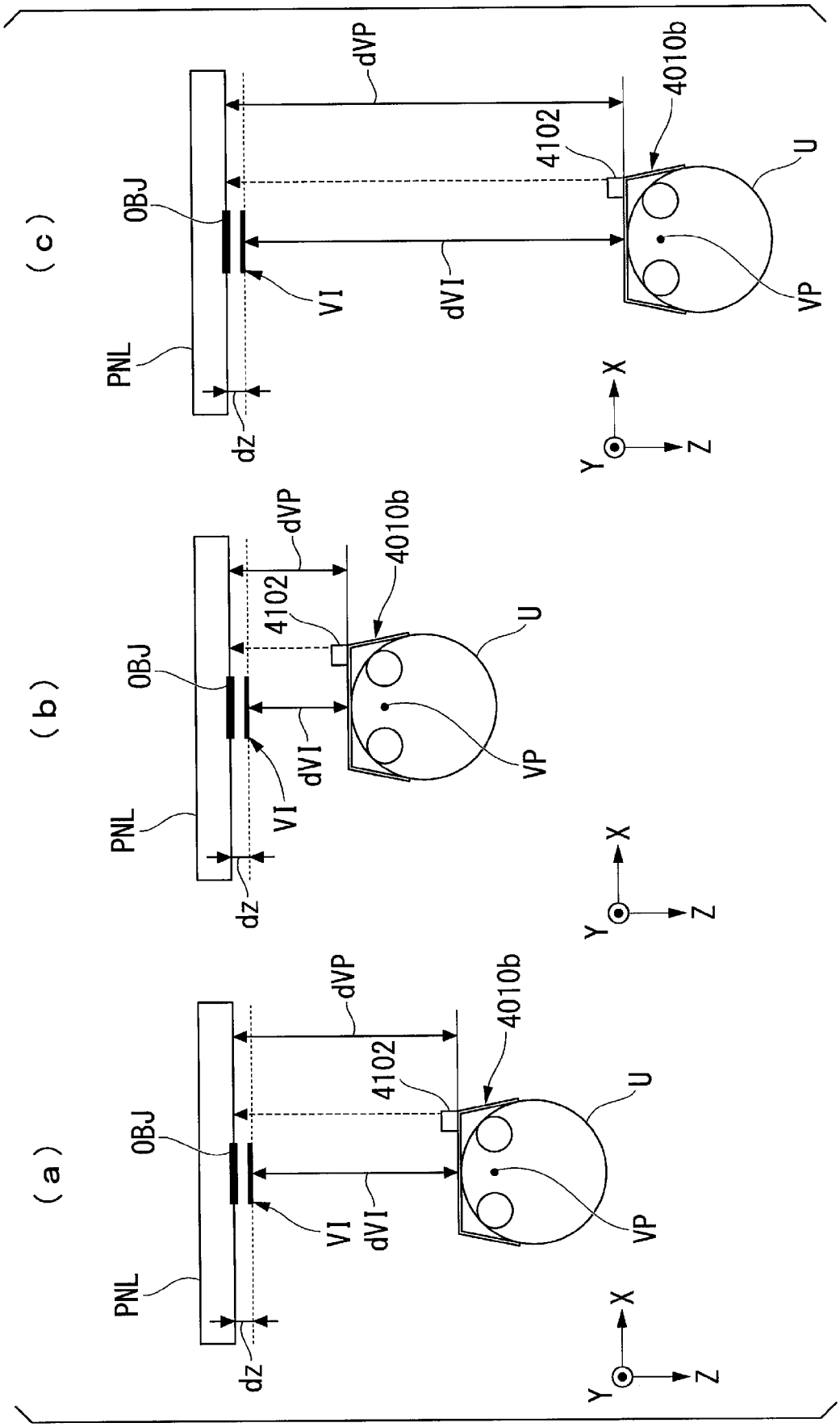
[図46]



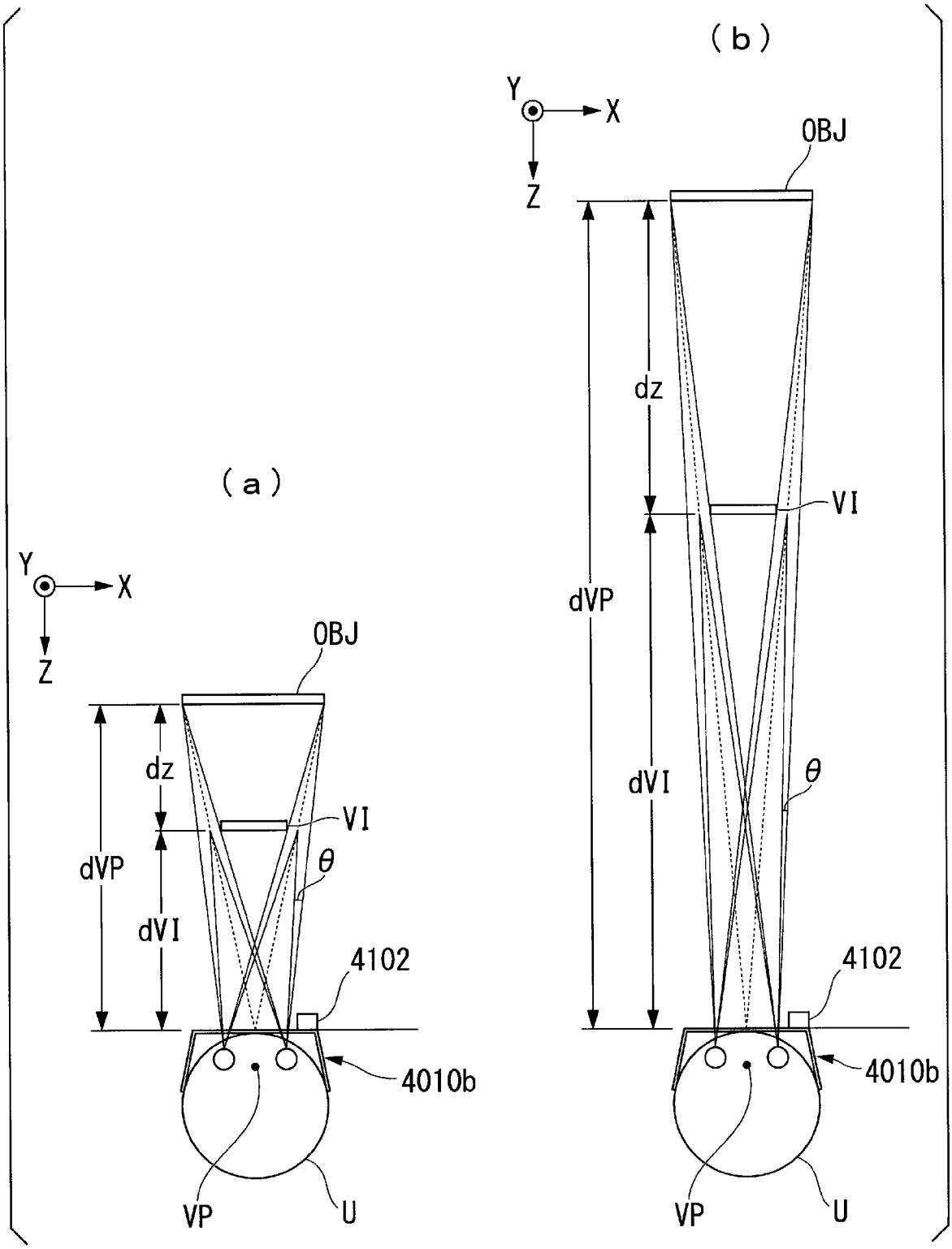
[図47]


(R)
VI3R
VI2R
VI1R
CL3
CL2
CL1
X
Y
Z
(L)
VI3L
VI2L
VI1L
CL3
CL2
CL1
X
Y
Z

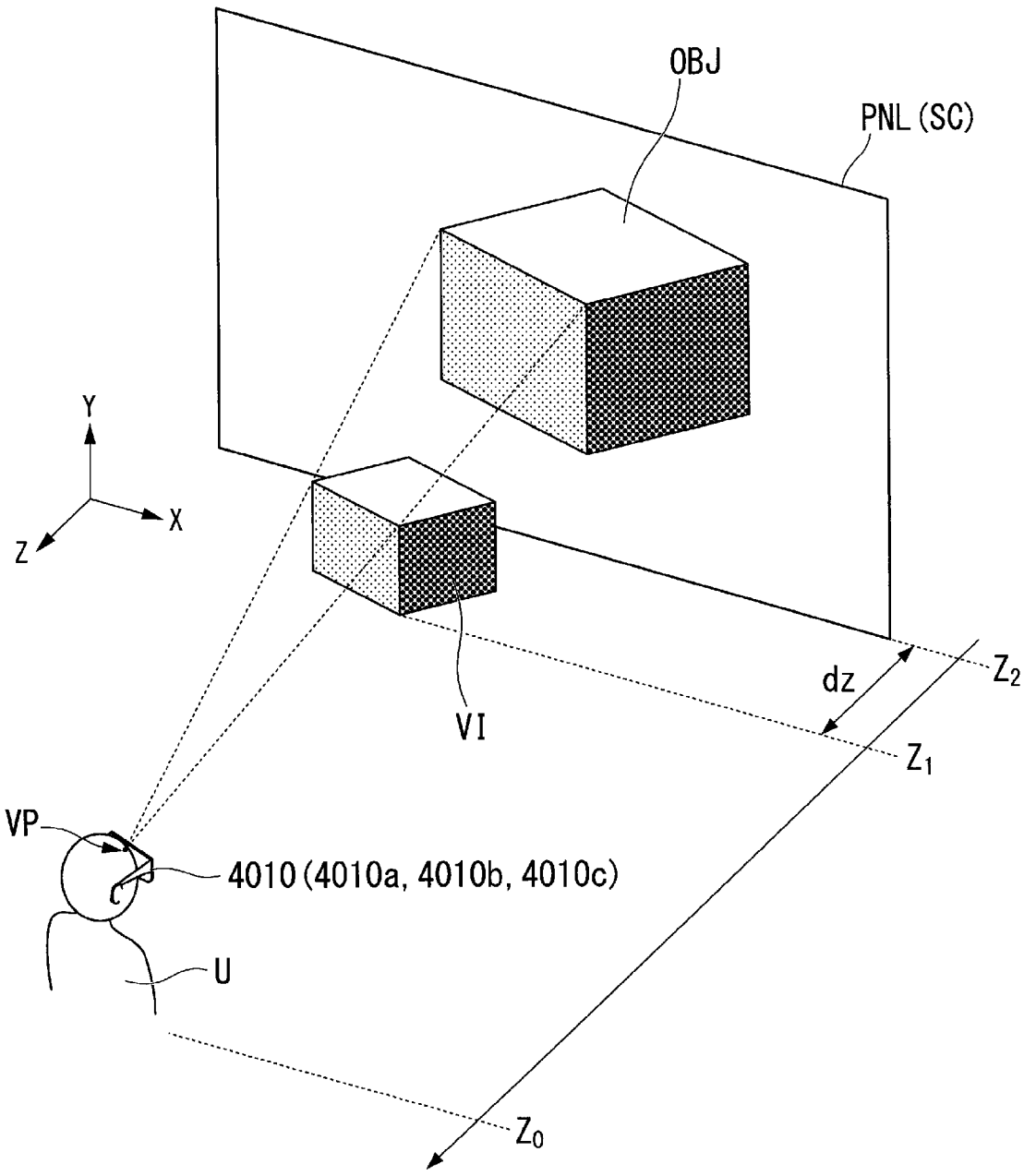
[図48]


(c)
dVP
4010b
4102
U
OBJ
VI
dVI
VP
PNL
dz
X
Y
Z
(b)
dVP
4010b
4102
U
OBJ
dVI
VI
VP
PNL
dz
X
Y
Z
(a)
dVP
4010b
4102
U
OBJ
VI
dVI
VP
PNL
dz
X
Y
Z

[図49]


(a)
Y
X
Z
OBJ
dz
VI
dVP
θ
dVI
4102
4010b
VP
U
(b)
Y
X
Z
OBJ
dz
VI
dVP
dVI
θ
4102
4010b
VP
U

[図50]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/050357

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04N13/04(2006.01)i, *G06T19/00*(2011.01)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)
H04N13/04, G06T19/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2006-208451 A (Konica Minolta Photo Imaging, Inc.), 10 August 2006 (10.08.2006), paragraphs [0020] to [0063]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-3,5,6,10 4,18-21,23 7-17,22
Y	JP 2000-155855 A (Tobishima Corp.), 06 June 2000 (06.06.2000), paragraphs [0019] to [0034]; fig. 1 to 3 (Family: none)	4,18-21,23

☐ 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	Date of mailing of the international search report
24 February, 2014 (24.02.14)	04 March, 2014 (04.03.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０５０３５７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04N13/04(2006.01)i, G06T19/00(2011.01)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.　H04N13/04, G06T19/00

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	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y A	JP 2006-208451 A (コニカミノルタフォトイメージング株式会社) 2006.08.10, 段落[0020]－[0063], 図１－図８ (ファミリーなし)	1-3, 5, 6, 10 4, 18-21, 23 7-17, 22
Y	JP 2000-155855 A (飛島建設株式会社) 2000.06.06, 段落[0019]－[0034], 図１－図３ (ファミリーなし)	4, 18-21, 23

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２４．０２．２０１４	０４．０３．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｐ　４５４７
菅　和幸
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５８１