

(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  
2012年11月22日(22.11.2012)



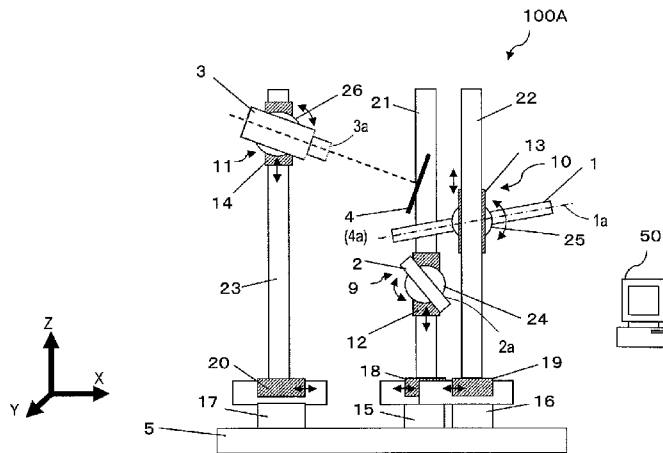
(10) 国際公開番号  
WO 2012/157632 A1

- (51) 国際特許分類:  
G02B 17/00 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/062378
  - (22) 国際出願日: 2012年5月15日(15.05.2012)
  - (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 2011-110061 2011年5月17日(17.05.2011) JP
  - (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):  
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)  
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町  
2番2号 Osaka (JP).
  - (72) 発明者; および
  - (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 辻 和也  
(TSUJINO Kazuya).
  - (74) 代理人: 奥田 誠司(OKUDA Seiji); 〒5410041 大阪  
府大阪市中央区北浜一丁目8番16号 大阪証  
券取引所ビル10階 奥田国際特許事務所  
Osaka (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, 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, IS,  
JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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: AERIAL IMAGE EVALUATION APPARATUS

(54) 発明の名称: 空中映像評価装置

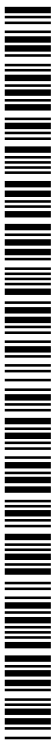
[図1]



(57) Abstract: The aerial image evaluation apparatus (100A) according to an embodiment of the present invention is an apparatus for evaluating images formed in the air by a reflective image-forming element (1), and comprises: a first support part (9) which supports a display panel (2) having a display surface (2a) for forming images; a second support part (10) which supports the reflective image-forming element (1) that defines an image-forming symmetrical plane (1a); a third support part (11) which supports a photoreceiver (3) having a light-receiving surface (3a); and holding mechanisms (12 to 14) that hold at least one of the support parts among the first to third support parts (9 and 10) in a movable manner, such that light is emitted from the display surface (2a) of the display panel (2), and, with the image-forming symmetrical plane (1a) of the reflective image-forming element (1) as a symmetrical plane, light constituting an aerial image (4), which is formed on an image-forming plane (4a) at a surface symmetrical position with respect to the display surface (2a), is received by the light-receiving surface (3a).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/157632 A1

---

本発明の実施形態による空中映像評価装置（100A）は、反射型結像素子（1）によって空中に結像された映像を評価する装置であって、映像を形成する表示面（2a）を有する表示パネル（2）を支持する第1支持部（9）と、結像対称面（1a）を規定する反射型結像素子（1）を支持する第2支持部（10）と、受光面（3a）を有する受光器（3）を支持する第3支持部（11）と、表示パネル（2）の表示面（2a）から出射され、反射型結像素子（1）の結像対称面（1a）を対称面として、表示面（2a）に対して面対称な位置の結像面（4a）に結像された空中映像（4）を構成する光を、受光面（3a）で受光するように、第1から第3支持部（9～10）の内の少なくとも1つの支持部を移動可能に保持する保持機構（12～14）とを有する。

## 明 細 書

**発明の名称**：空中映像評価装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、空中映像を評価する空中映像評価装置に関する。

### 背景技術

[0002] 最近、反射型結像素子を用いて空間に被投影物を結像させる光学システムが提案されている（例えば、特許文献1～3）。光学システムは反射型結像素子と被投影物とを有し、空間に表示される像（以下、「空中映像」という。）は、反射型結像素子を対称面とする面对称な位置に、被投影物の像が結像したものである。この光学システムは、反射型結像素子の鏡面反射を利用しており、原理上、被投影物の像と空間に映し出される像との大きさの比は、1：1である。

[0003] 反射型結像素子としては、平板状の基板の厚さ方向に貫通させた複数の穴を備え、各穴の内壁に直交する2つの鏡面要素から構成される光学素子を有するもの（例えば、特許文献1の図4参照）、あるいは基板の厚さ方向に突出させた複数の透明な筒状体を備え、各筒状体の内壁面に直交する2つの鏡面要素から構成される光学素子を有するものが開示されている（例えば、特許文献1の図7参照）。

[0004] 特許文献1に開示されている反射型結像素子は、厚さが50 $\mu\text{m}$ ～200 $\mu\text{m}$ の基板に、一辺が約50 $\mu\text{m}$ ～200 $\mu\text{m}$ の正方形の穴が数万から数十万個形成されており、各穴の内面には、電鍍法、ナノプリント法やスパッタ法によって鏡面コーティングが施されている。

[0005] 参考のために、特許文献1から3の開示内容の全てを本明細書に援用する。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0006] 特許文献1：特開2008-158114号公報

特許文献2：国際公開第2009／136578号

特許文献3：国際公開第2007／116639号

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明者は、上記光学システムについて様々な検討を行っている。これまで、本発明者は、空中映像の表示品位を、主に目視で評価しており、定量的な評価を行っていなかった。これは、空中映像は無体物であり、空中映像の位置を特定しにくく、空中映像を基準として所望の位置に測定装置を配置することが困難だからである。

[0008] 本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、空中映像の評価を定量的に行える空中映像評価装置を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0009] 本発明による実施形態における空中映像評価装置は、反射型結像素子によって空中に結像された映像を評価する装置であって、映像を形成する表示面を有する表示パネルを支持する第1支持部と、結像対称面を規定する反射型結像素子を支持する第2支持部と、受光面を有する受光器を支持する第3支持部と、前記表示パネルの前記表示面から出射され、前記反射型結像素子の前記結像対称面を対称面として、前記表示面に対して面对称な位置の結像面に結像された空中映像を構成する光を、前記受光面で受光するように、前記第1から第3支持部の内の少なくとも1つの支持部を移動可能に保持する保持機構とを有する。

[0010] ある実施形態において、前記空中映像評価装置は、前記表示パネルの前記表示面の位置情報と、前記反射型結像素子の前記結像対称面の位置情報とに基づいて、前記結像面の位置情報を求める演算部をさらに有し、前記保持機構は、前記結像面の前記位置情報に応じて、前記第3支持部を移動させることができる。

[0011] ある実施形態において、前記空中映像評価装置は、前記受光器の前記受光面の位置情報に基づいて、前記結像面の位置情報を求める演算部をさらに有

し、前記保持機構は、前記結像面の前記位置情報に応じて、前記第1および第2支持部を移動させることができる。

[0012] ある実施形態において、前記保持機構は、前記結像面の法線と、前記受光面の法線とが互いに平行になるように、前記表示面、前記結像対称面、および前記受光面の内の少なくとも1つを回転させることができる。

### 発明の効果

[0013] 本発明の実施形態により、空中映像の評価を定量的に行える空中映像評価装置が提供される。

### 図面の簡単な説明

[0014] [図1]映像評価装置100Aの模式的な側面図であり、Y軸方向から見た図である。

[図2]映像評価装置100Aの模式的な側面図であり、X軸方向から見た図である。

[図3] (a) ~ (d) は、保持具31、32を説明する図である。

[図4]映像評価装置100Aにおける、演算部50で演算される反射型結像素子1と表示パネル2と受光器3との配置関係を説明する図である。

[図5]映像評価装置100Bの模式的な側面図である。

[図6] (a) および (b) は、空中映像4の特性を説明する図である。

[図7]映像評価装置100Bにおける、演算部50で演算される反射型結像素子1と表示パネル2と受光器3との配置関係を説明する図である。

[図8] (a) および (b) は、反射型結像素子1、液晶表示パネル2cおよび輝度計3cの配置関係を説明する図である。

### 発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明するが、本発明は例示する実施形態に限定されない。

[0016] 図1および図2を参照して、本発明による実施形態における映像評価装置100Aを説明する。図1および図2は、映像評価装置100Aの模式的な側面図である。

[0017] 図1に示す映像評価装置100Aは、反射型結像素子1によって空中に結像された映像（空中映像）4を評価する装置である。映像評価装置100Aは、映像を形成する表示面2aを有する表示パネル（例えば、液晶表示パネル）2を支持する第1支持部9と、結像対称面1aを規定する反射型結像素子1を支持する第2支持部10と、受光面3aを有する受光器3を支持する第3支持部11とを有する。さらに、映像評価装置100Aは、第1支持部9から第3支持部11の内の少なくとも1つの支持部を移動可能に保持する保持機構（本実施形態において、第1保持機構12、第2保持機構13、および第3保持機構14）を有する。映像評価装置100Aは、表示パネル2の表示面2aから出射され、反射型結像素子1の結像対称面1aを対称面として、表示面2aに対して面对称な位置の結像面4aに結像された空中映像4を構成する光を、受光器3の受光面3aで受光し、空中映像の光学的な評価を定量的に行える。なお、結像対称面1aとは、表示面2aに表示された映像を表示面2aに対して面对称な位置に結像させる仮想的な鏡面（面对称の対称面に相当する）を指し、典型的には、反射型結像素子1を厚さ方向に二等分する面（中心面）であるが、反射型結像素子1の構造によっては、中心面と一致しないことがある。受光器3の受光面3aとは、例えば、受光器3が有するレンズの最表面である。

[0018] 図1に示すように、映像評価装置100Aは、表示パネル2の表示面2aの位置情報と、反射型結像素子1の結像対称面1aの位置情報とに基づいて、結像面4aの位置情報を求める演算部50をさらに有する。詳細は後述するが、演算部50により、例えば、表示パネル2の表示面2aの位置情報、および反射型結像素子1の結像対称面1aの位置情報に基づいて、受光器3の受光面3aの配置位置が算出され、算出された結果に基づいて第3支持部11が移動する。

[0019] 図1に示すように、映像評価装置100Aは、水平台5を有し、水平台5上に配置された、第1垂直柱21、第2垂直柱22、および第3垂直柱23を有する。さらに、映像評価装置100Aは、第1垂直柱21に取り付けら

れた第1移動機構15、第2垂直柱22に取り付けられた第2移動機構16、および第3垂直柱23に取り付けられた第3移動機構17を有する。第1移動機構15、第2移動機構16および第3移動機構17は、例えば図1に示すY方向にそれぞれ独立に移動する。さらに、第1移動機構15上には第4移動機構18が配置され、第2移動機構16上には第5移動機構19が配置され、第3移動機構17上には第6移動機構20が配置されている。第4移動機構18、第5移動機構19、および第6移動機構20は、例えば図1に示すX方向にそれぞれ独立に移動する。第4移動機構18は第1垂直柱21に取り付けられ、第5移動機構19は第2垂直柱22に取り付けられ、第6移動機構20は第3垂直柱23に取り付けられている。第1保持機構12、第2保持機構13、および第3保持機構14はそれぞれ、対応する第1垂直柱21、第2垂直柱22および第3垂直柱23に移動可能なように取り付けられており、対応する第1垂直柱21、第2垂直柱22および第3垂直柱23に沿って、例えば図1に示すZ方向にそれぞれ独立に移動する。さらに、第1保持機構12、第2保持機構13、および第3保持機構14の少なくとも1つの保持機構は回転機構（映像評価装置100Aにおいては、回転機構24から26）を有し、例えば、結像面4aの法線と、受光面3aの法線とが互いに平行になるように表示パネル2、反射型結像素子1または受光器3をそれぞれ独立に回転させることができる。このような、回転機構を有すると、例えば、空中映像4の視野角特性の評価が可能となる。

[0020] 図2は、図1のX方向から見たときの映像評価装置100Aの模式的な側面図である。ただし、図2には、受光器3および受光器3に関連する構成要素（第3保持機構14など）は示していない。

[0021] 図2に示すように、第1支持部9は第1回転機構24に取り付けられており、第2支持部10は第2回転機構25に取り付けられており、これらの回転機構24および25により、それぞれ対応する支持部9および10に支持された表示パネル2および反射型結像素子1が、例えば、図2に示すY方向を軸としてそれぞれ独立に回転できる。さらに、第1移動機構15および第

2 移動機構 1 6 により、表示パネル 2 および反射型結像素子 1 は、例えば、図 2 に示す Y 方向にそれぞれ独立に移動できる。空中映像 4 を評価する際には、表示パネル 2 の表示面 2 a の Y 方向の長さを 2 等分し図 2 の Z 方向に伸びる軸 9 1 と、反射型結像素子 1 の Y 方向の長さを 2 等分し図 2 の Z 方向に伸びる軸 9 2 とが一致するように表示パネル 2 と反射型結像素子 1 とを配置するとよい。このように表示パネル 2 および反射型結像素子 1 を配置すると、表示パネル 2 の表示面 2 a から発せられた光が反射型結像素子 1 に多く入射するので、評価する対象として望ましいからである。ただし、このような表示パネル 2 および反射型結像素子 1 の配置以外でも、Y 方向において表示パネル 2 の表示面 2 a と反射型結像素子 1 とが重なっていれば、空中映像の評価は可能である。

[0022] 次に、保持具 3 1、3 2 について図 3 を参照しながら説明する。図 3 (a) および図 3 (b) はそれぞれ、保持具 3 1、3 2 の模式的な平面図であり、図 3 (c) および図 3 (d) はそれぞれ、保持具 3 1、3 2 の模式的な側面図である。

[0023] 図 3 (a) ~ 図 3 (d) に示すように、表示パネル 2 と反射型結像素子 1 とは、それぞれ独立に保持具 3 1、3 2 に保持されて対応する保持機構 1 2、1 3 と接続されることが好ましい。保持具 3 1、3 2 により、表示パネル 2 および反射型結像素子 1 がたわむことを防ぐことができる。保持具 3 2 には、開口部 3 3 を設けることが好ましい。この開口部 3 3 から表示パネル 2 に接続されている配線（例えば、電源用配線）を下方向（水平台 5 側方向）へ引き出すと、表示パネル 2 からの光が配線により遮られなくなる。なお、表示パネル 2 と外部回路などを接続する配線がない場合、開口部 3 3 は設けなくてもよい。

[0024] 反射型結像素子 1 は、例えば特許文献 1 に開示されている反射型結像素子である。

[0025] 表示パネル 2 は、例えば液晶表示パネルである。また、液晶表示パネルの代わりに、有機 E L (Electro Luminescence) 表示パネルやプラズマディスプレイ

プレイなどの表示パネルを用いることもできる。また、国際公開第2011/052588号に開示されているファイバーフェイスプレートを備える表示パネルを用いてもよい。

[0026] 受光器3は、例えば輝度計である。輝度計を用いた場合、空中映像の輝度が測定される。輝度計として、色彩輝度計、分光放射輝度計、またはEZContrast (ELDIM社製、米国特許6804001号明細書に開示されている。) が用いられる。

[0027] 第1保持機構12、第2保持機構13、第3保持機構14、第1移動機構15、第2移動機構16、第3移動機構17、第4移動機構18、第5移動機構19、および第6移動機構20は、例えば、ステッピングモーター駆動による自動ステージを有し、不図示の制御回路が第1保持機構12、第2保持機構13、第3保持機構14、第1移動機構15、第2移動機構16、第3移動機構17、第4移動機構18、第5移動機構19、および第6移動機構20をそれぞれ独立に制御している。

[0028] 第1回転機構24、第2回転機構25、および第3回転機構26は、例えば、ステッピングモーター駆動による自動回転ステージを有し、不図示の制御回路が第1回転機構24、第2回転機構25、および第3回転機構26をそれぞれ独立に制御している。

[0029] 次に、図4を参照しながら、演算部50で演算される具体的な内容を説明する。

[0030] 図4は、反射型結像素子1 (結像対称面1a) と表示パネル2 (表示面2a) と受光器3 (受光面3a) との配置関係を説明する図である。映像評価装置100Aにおける演算部50では、反射型結像素子1の位置情報と表示パネル2の位置情報とから受光器3の位置情報を演算によって求める。なお、図4に示されている角度 $\theta_1 \sim \theta_4$ 、角度 $\theta_3'$ 、角度 $\theta_7$ 、および角度 $\theta_9 \sim \theta_{11}$ は、それぞれ水平面 (図中の破線) を基準としている。また、角度 $\theta_1 \sim \theta_4$ 、角度 $\theta_3'$ 、角度 $\theta_7$ 、および角度 $\theta_9 \sim \theta_{11}$ は、水平面に対して反時計回りを正の方向とし、時計回りを負の方向としている。さらに、図4に示されている

、点Aは反射型結像素子1の結像対称面1 a上の点であり、点Bは表示パネル2の表示面2 a上の点であり、点Cは空中映像4の結像面4 a上の点である。

[0031] 空中映像4の結像面4 aに対して、角度 $\theta_3$ 傾いた方向からの空中映像の光学特性（例えば、輝度）を評価するとする。このとき、反射型結像素子1の特性から、角度 $\theta_3$ は、表示パネル2から出射される光の方向と表示パネル2の表示面2 aとのなす角度 $\theta_3'$ と等しい（図4参照）。また、水平面と、反射型結像素子1および表示パネル2の表示面2 aとがなす角度をそれぞれ、角度 $\theta_1$ 、角度 $\theta_2$ とする。

[0032] まず、点Aの座標（ $X_a$ ,  $Y_a$ ,  $Z_a$ ）、点Bの座標（ $X_b$ ,  $Y_b$ ,  $Z_b$ ）、反射型結像素子1の傾斜角度 $\theta_1$ 、表示パネル2の傾斜角度 $\theta_2$ 、および角度 $\theta_3$ を、評価したい光学システムの構成にあわせて設定する。

[0033] 次に、設定された点Aおよび点Bの座標、ならびに角度 $\theta_1$ 、角度 $\theta_2$ および角度 $\theta_3$ の情報は、演算部（電子計算機等）50に送られる。

[0034] 点Bから出射され、点Aに照射され、空中に出射された光と結像面4 aとの交点を点C、結像面4 aの水平面に対する角度を $\theta_4$ とすると、点Cの座標および角度 $\theta_4$ は以下のように求められる。

[0035] 反射型結像素子1が面对称の位置に結像させるという性質を有するので、表示パネル2の表示面2 aと反射型結像素子1の結像対称面1 aとがなす角度と、結像面4 aと反射型結像素子1の結像対称面1 aとがなす角度は等しく、角度 $\theta_4$ は、下記式（1）を満たす。

$$\theta_4 = \theta_1 + (\theta_1 - \theta_2) = 2\theta_1 - \theta_2 \quad (1)$$

[0036] 次に、点Aから垂直におろした直線と点Bを含む水平面との交点を点Gとする。直角三角形AGBから、線分BAの長さ $d_1$ は、下記式（2）を満たす。

[数1]

$$d_1 = \sqrt{(X_a - X_b)^2 + (Z_a - Z_b)^2} \quad (2)$$

[0037] 点Cから垂直におろした直線と点Aを含む水平面との交点を点Eとすると、三角形ACEにおいて、幾何計算により、点Cの座標 ( $X_c$ ,  $Y_c$ ,  $Z_c$ ) は、以下のように表される。

$$X_c = X_a - d_2 \times \sin \theta_7$$

$$Y_c = Y_b$$

$$Z_c = Z_a + d_2 \times \cos \theta_7$$

[0038] ここで、 $d_2$ は、線分ACの長さであり、角度 $\theta_7$ は、線分CEと線分CAとのなす角度である。

[0039] 反射型結像素子が面对称の位置に結像するという性質を有するので、線分ACの長さ ( $d_2$ ) = 線分BAの長さ ( $d_1$ ) を満たす。

[0040] さらに、幾何計算により、 $\theta_7 = 90^\circ - \theta_9$ 、 $\theta_9 = \theta_{10} = 180^\circ - (\theta_3 + \theta_4)$ 、 $\theta_4 = 2\theta_1 - \theta_2$ の関係を満たすので、下記式(3)が導かれる。

$$\theta_9 = \theta_{10} = 180^\circ - (\theta_3 + 2\theta_1 - \theta_2) \quad (3)$$

[0041] ここで、角度 $\theta_9$ は水平面と線分CAとのなす角度であり、角度 $\theta_{10}$ は水平面と、受光器3の光軸とのなす角度である。

[0042] 上記式(3)から、角度 $\theta_7$ は、下記式(4)を満たす。

$$\theta_7 = 90^\circ - \{180^\circ - (\theta_3 + 2\theta_1 - \theta_2)\} = \theta_3 + 2\theta_1 - \theta_2 - 90^\circ \quad (4)$$

[0043] 従って、点Cの座標 ( $X_c$ ,  $Y_c$ ,  $Z_c$ ) は、以下のように求められる。

$$X_c = X_a - d_1 \times \sin (\theta_3 + 2\theta_1 - \theta_2 - 90^\circ)$$

$$Y_c = Y_b$$

$$Z_c = Z_a + d_1 \times \cos (\theta_3 + 2\theta_1 - \theta_2 - 90^\circ)$$

[0044] 以上により、結像面4a上の点Cの座標 ( $X_c$ ,  $Y_c$ ,  $Z_c$ ) および角度 $\theta_4$ が求められる。

[0045] 次に、結像面4aに対して角度 $\theta_3$ 傾いた方向から光学特性(例えば、輝度)を測定するための受光器3の位置を演算にて求める。具体的には、受光器3の光軸上の点Dの座標 ( $X_d$ ,  $Y_d$ ,  $Z_d$ ) および受光器3の設置角度 $\theta_{11}$ を求める。

[0046] まず、設置角度  $\theta_{11}$  は、幾何計算より、 $\theta_{11} = \theta_{10} = 180^\circ - (\theta_3 + 2\theta_1 - \theta_2)$  を満たす。

[0047] 次に、点Dから垂直におろした直線と点Cを含む水平面との交点をFとすると、三角形DFCにより、

$$X_d = X_c - d_3 \times \cos \theta_{10}$$

$$Y_d = Y_c$$

$$Z_d = Z_c + d_3 \times \sin \theta_{10}$$

が求められる。ここで  $d_3$  は、線分CDの長さであり、長さ  $d_3$  は、受光器3の種類および設定条件によって決まる定数である。また、 $\theta_{10} = 180^\circ - (\theta_3 + 2\theta_1 - \theta_2)$  であるので点Dの座標は以下のように求められる。

$$X_d = X_a - d_1 \times \sin (\theta_3 + 2\theta_1 - \theta_2 - 90^\circ) - d_3 \times \cos \{180^\circ - (\theta_3 + 2\theta_1 - \theta_2)\}$$

$$Y_d = Y_b$$

$$Z_d = Z_a + d_1 \times \cos (\theta_3 + 2\theta_1 - \theta_2 - 90^\circ) + d_3 \times \sin \{180^\circ - (\theta_3 + 2\theta_1 - \theta_2)\}$$

[0048] 以上より、点Dの座標、および設置角度  $\theta_{11}$  が求められたので、それに合わせて、受光器3を移動させれば、結像面4aに対して角度  $\theta_3$  からの空中映像4の光学特性の評価を行うことができる。特に、角度  $\theta_3$  を  $90^\circ$  ( $\theta_3 = 90^\circ$ ) に設定すると、空中映像4の結像面4aの法線方向における空中映像4の光学特性の評価を行うことができる。また、 $\theta_3 = 90^\circ$  を中心に、空中映像4の光学特性の視野角依存性を評価することができる。

[0049] 次に、本発明による他の実施形態における映像評価装置100Bを図5～図7を参照しながら説明する。映像評価装置100Aと共通する構成要素には同じ参照符号を付し、説明の重複を避ける。図5は、映像評価装置100Bの模式的な側面図である。図6(a)および図6(b)は、空中映像4の光学特性を説明する図である。図7は、反射型結像素子1と表示パネル2と受光器3との配置関係を説明する図である。

[0050] 図5に示すように、映像評価装置100Bは、映像評価装置100Aが有

する第3保持機構14、第3移動機構17、第6移動機構20、および回転機構26を有しない。従って、受光器3の配置位置は固定されている。さらに、映像評価装置100Bにおける演算部50で行われる演算の対象は、映像評価装置100Aにおける演算部50で行われる演算の対象と異なる。具体的には、映像評価装置100Aでは、演算部50において反射型結像素子1および表示パネル2のそれぞれの相対的な位置情報から受光器3の位置情報を演算により求めていた。一方、映像評価装置100Bにおける演算部50は、受光器3の受光面3aの位置情報に基づいて結像面4aの位置情報を演算し、さらにその結果に基づいて反射型結像素子1および表示パネル2のそれぞれの位置情報を演算する。映像評価装置100Bでは、その演算された反射型結像素子1および表示パネル2のそれぞれの位置情報に応じて、第1および第2支持部9および10を移動させることができる。

[0051] 次に、図6を参照しながら空中映像4の特性について説明する。

[0052] 図6(a)に示すように、反射型結像素子1と水平面(破線)とのなす角度を角度 $\theta_1$ 、表示パネル2と水平面とのなす角度を角度 $\theta_2$ とする。そして、表示パネル2の表示面2a上の点Bから垂直に伸ばした直線と反射型結像素子1の結像対称面1aとの交点を点Aとする。

[0053] 図6(a)に示した、反射型結像素子1と水平面(破線)とのなす角度 $\theta_1$ 、および表示パネル2と水平面とのなす角度 $\theta_2$ にそれぞれ $+20^\circ$ 加えると、図6(b)のようになる。

[0054] 図6(a)と図6(b)とは、反射型結像素子1および表示パネル2のそれぞれの絶対的な位置は異なるが、線分ABの長さ、および角度差( $\theta_1 - \theta_2$ )は同じである。また、反射型結像素子1を介して空中に結像させる空中映像4の光学特性(例えば、輝度、またはコントラスト比など)は、反射型結像素子1および表示パネル2の相対的な位置関係、すなわち、線分ABの長さ、および角度差( $\theta_1 - \theta_2$ )で決まる。従って、図6(a)に示した空中映像4の光学特性の測定結果と、図6(b)に示した空中映像4の光学特性の測定結果とは、原理上同じである。映像評価装置100Bは、このような特

性を利用したものである。

[0055] 次に、図7を参照しながら、演算部50で行われる演算の具体的な内容を説明する。

[0056] まず、受光器3の配置位置を決める。そうすると、受光器3の光軸上の点Dの座標( $X_d$ ,  $Y_d$ ,  $Z_d$ )と水平面(破線)に対する角度 $\theta_{11}$ が決まる。点Dとしては、例えば、受光器3の対物レンズの焦点とすればよい。また、結像面4aに対して角度 $\theta_3$ 傾いた方向から空中映像4を評価するとする。結像面4a上の点Cと点Dとの距離 $d_3$ は、受光器3の種類および設定条件によって決まる。

[0057] 次に、点Dから垂直におろした直線と点Cを含む水平面との交点を点Fとすると、 $\angle DCF$ の角度 $\theta_{10}$ は、幾何計算により、 $\theta_{10} = \theta_{11}$ と求められる。

[0058] 結像面4a上の点Cの座標( $X_c$ ,  $Y_c$ ,  $Z_c$ )は、幾何計算により、次のように求められる。

$$X_c = X_d + d_3 \times \cos \theta_{10} = X_d + d_3 \times \cos \theta_{11}$$

$$Y_c = Y_d$$

$$Z_c = Z_d - d_3 \times \sin \theta_{10} = Z_d - d_3 \times \sin \theta_{11}$$

[0059] 次に、結像面4aの水平面に対する角度 $\theta_4$ は、幾何計算により、 $\theta_{10} + \theta_3 + \theta_4 = 180^\circ$ 、および $\theta_{10} = \theta_{11}$ から、 $\theta_4 = 180^\circ - \theta_{11} - \theta_3$ と求められる。

[0060] 次に、評価したい光学システムの反射型結像素子1および表示パネル2の相対的な配置関係、すなわち、線分ABの長さ $d_1$ と、角度差 $\Delta\theta = (\theta_1 - \theta_2)$ を任意に設定し、上記で求めた結像面4aの位置(点C)に合うように、反射型結像素子1および表示パネル2の配置位置(点A、点Bの各座標、角度 $\theta_1$ 、および角度 $\theta_2$ )を求める。

[0061] 面对称の位置に結像させるという反射型結像素子1の特性から、角度差 $\Delta\theta$ は、 $\Delta\theta = \theta_4 - \theta_1$ を満たす。上述したように、 $\theta_4 = 180^\circ - \theta_{11} - \theta_3$ があるので、 $\theta_1 = 180^\circ - \theta_{11} - \theta_3 - \Delta\theta$ が求められる。そして、 $\Delta\theta = (\theta_1 - \theta_2)$ であるので、 $\theta_2 = \theta_1 - \Delta\theta = 180^\circ - \theta_{11} - \theta_3 - 2 \times \Delta\theta$ を満

たし、この式から角度 $\theta_2$ が求められる。

[0062] 次に、点Cから垂直におろした直線と点Aを含む水平面との交点を点Eとする。 $\angle ACE$ の角度 $\theta_7$ は、 $\theta_7 = 90^\circ - \theta_9$ を満たす。ここで、幾何計算により、 $\theta_9 = \theta_{10} = \theta_{11}$ を満たす。従って、 $\theta_7 = 90^\circ - \theta_9 = 90^\circ - \theta_{11}$ と求められる。

[0063] また、反射型結像素子1は、面对称の位置に結像させるという特性から、線分ACの長さは線分ABの長さ( $d_1$ )と等しい。反射型結像素子1の結像対称面1a上の点Aの座標( $X_a, Y_a, Z_a$ )は、幾何計算により、次のように求められる。

$$X_a = X_c + d_1 \times \sin \theta_7 = X_d + d_3 \times \cos \theta_{11} + d_1 \times \sin (90^\circ - \theta_{11})$$

$$= X_d + (d_3 + d_1) \cos \theta_{11}$$

$$Y_a = Y_d$$

$$Z_a = Z_c - d_1 \times \cos \theta_7 = Z_d - d_3 \times \sin \theta_{11} - d_1 \times \cos (90^\circ - \theta_{11})$$

$$= Z_d - (d_3 + d_1) \sin \theta_{11}$$

[0064] 点Aから垂直におろした直線と点Bを含む水平面との交点を点Gとする。 $\angle ABG$ の角度 $\theta_{12}$ は、幾何計算により、 $\theta_{12} = 180^\circ - \theta_2 - \theta_3 = 180^\circ - (180^\circ - \theta_{11} - \theta_3 - 2 \times \Delta \theta) - \theta_3 = \theta_{11} + 2 \times \Delta \theta$ を満たす。この式から、表示パネル2上の点Bの座標( $X_b, Y_b, Z_b$ )は次のように求められる。

$$X_b = X_a - d_1 \times \cos \theta_{12} = X_d + (d_3 + d_1) \cos \theta_{11} - d_1 \times \cos (\theta_{11} + 2 \times \Delta \theta)$$

$$Y_b = Y_a = Y_d$$

$$Z_b = Z_a - d_1 \times \sin \theta_{12} = Z_d - (d_3 + d_1) \sin \theta_{11} - d_1 \times \sin (\theta_{11} + 2 \times \Delta \theta)$$

[0065] 以上より、反射型結像素子1の位置情報(点Aの座標および角度 $\theta_1$ )、ならびに表示パネル2の位置情報(点Bの座標および角度 $\theta_2$ )が求められる。

求められた位置へ反射型結像素子 1 および表示パネル 2 を移動させた後、空中映像 4 の光学特性の測定を行えばよい。特に、角度  $\theta_3$  を  $90^\circ$  ( $\theta_3 = 90^\circ$ ) に設定すると、空中映像 4 の結像面 4 a の法線方向における空中映像 4 の光学特性の評価を行うことができる。映像評価装置 100B では、受光器 3 を移動させる機構を有しないので、映像評価装置 100B を安価に製造できるという利点が得られる。

[0066] 次に、本発明者が検討した空中映像 4 の輝度測定の結果を図 8 を参照しながら説明する。図 8 (a) および図 8 (b) は、映像評価装置 100A を利用して空中映像 4 の輝度測定を行ったときの反射型結像素子 1 (対称結像面 1 a)、表示パネル 2 (表示面 2 a) および受光器 3 (受光面 3 a) の配置関係を説明する図である。なお、空中映像 4 (結像面 4 a) の輝度測定を行うに際し、本発明者は、表示パネル 2 として、2.7 インチの VA (Vertical Alignment) 型の液晶表示パネル 2 c を用い、受光器 3 として輝度計 (TOPCON 社製、型番: SR-3A) 3 c を用いた。反射型結像素子 1 として、大きさが縦 5 cm × 横 5 cm で、特許文献 1 の図 4 に開示されている反射型結像素子を用いた。液晶表示パネル 2 c の設置角度は、 $60^\circ$  である。反射型結像素子 1 は、水平面 (破線) と平行になるように配置されている。

[0067] 図 8 (a) を参照しながら、映像評価装置 100A を利用して、結像面 4 a の法線方向から空中映像 4 の輝度を測定した結果について説明する。

[0068] 液晶表示パネル 2 c の表示面 2 a の中心点 B から法線方向に伸びる線と、反射型結像素子 1 の結像対称面 1 a とが交わる点を点 A とする。点 A B 間の距離 (線分 A B の長さ) を 90 mm に設定し、点 B の座標を (0, 0, 0) とし、点 A の座標を  $(45\sqrt{3}, 0, 45)$  とする (各座標の単位は、mm である。)

[0069] 上述した式から、輝度計 3 c の設置角度 (図 4 の  $\theta_{11}$  に対応) は、 $90^\circ - \{0^\circ + (0 + 60^\circ)\} = 30^\circ$  と求められる。

[0070] 点 C の座標 (図 4 の点 C に対応) は、上述した式から、

$$X_c = 45\sqrt{3} - 90 \times \sin(60^\circ) = 45\sqrt{3} - 90 \times \sqrt{3}/2 =$$

0

$$Y_c = 0$$

$$Z_c = 45 + 90 \times \cos(60^\circ) = 90$$

を満たし、 $C(0, 0, 90)$ と求められる。

[0071] 次に、点Dを輝度計3cの光軸と輝度計3cが有する対物レンズ表面との交点とし、線分CDの距離 $d_3$ を500mmと設定すると、点Dの座標は、上述した式から、

$$X_d = X_c - d_3 \times \cos 30^\circ = 0 - 500 \times \sqrt{3}/2 = -250\sqrt{3}$$

$$Y_d = 0$$

$$Z_d = Z_c + d_3 \times \sin 30^\circ = 90 + 500 \times 1/2 = 340$$

であるので、 $D(-250\sqrt{3}, 0, 340)$ と求められる。

[0072] 以上のように求めた点D、および輝度計3cの光軸と水平面との角度が $30^\circ$ になるように輝度計3cが配置され、その位置から空中映像4の輝度を測定すると、 $115.38 \text{ cd/m}^2$ という結果が得られた。

[0073] 次に、図8(b)を参照しながら、映像評価装置100Aを利用して、空中映像4の結像面4aの法線方向以外から空中映像4の輝度を測定する場合について説明する。ここでは、空中映像4の結像面4aに対して $85^\circ$ 傾いた方向から空中映像4の輝度を測定した例を説明する。液晶表示パネル2cの表示面2aの中心点Bから表示面2aに対して $85^\circ$ 方向に伸びる線と、反射型結像素子1の結像対称面1aとの交点を点E(点Eは、例えば結像対称面1aの中心)とし、点BE間の距離を90mmに設定し、点Bの座標を $(0, 0, 0)$ 、点Eの座標を $(90 \times \cos 35^\circ, 0, 90 \times \sin 35^\circ)$ とする。

[0074] 上述した式から、輝度計3cの設置角度(図4の $\theta_{11}$ に対応)は、 $180^\circ - \{85^\circ + 2 \times 0 - (-60^\circ)\} = 35^\circ$ と求められる。点Cの座標は、

$$X_c = 90 \times \cos 35^\circ - 90 \times \sin(85^\circ + 2 \times 0 + 60^\circ - 90^\circ)$$

$$= 90 (\cos 35^\circ - \sin 55^\circ) = 0$$

$$Y_c = 0$$

$$Z_c = 90 \times \sin 35^\circ + 90 \times \cos 55^\circ = 180 \times \sin 35^\circ$$

であるので、 $C(0, 0, 180 \times \sin 35^\circ)$ と求められる。

[0075] そして、点Gを輝度計3cの光軸と輝度計3cが有する対物レンズ表面との交点とし、線分CGの距離 $d_3$ を500mmと設定すると、点Gの座標( $X_g, Y_g, Z_g$ )は、

$$X_g = 0 - 500 \times \cos \{180^\circ - (85^\circ + 60^\circ)\} = -500 \times \cos 35^\circ$$

$$Y_g = 0$$

$$Z_g = 180 \times \sin 35^\circ + 500 \times \sin 35^\circ = 680 \times \sin 35^\circ$$

であるので、 $G(-500 \times \cos 35^\circ, 0, 680 \times \sin 35^\circ)$ と求められる。

[0076] 以上のように求めた点G、および輝度計3cの光軸と水平面との角度が $35^\circ$ となるように輝度計3cが設置され、空中映像4の輝度を測定すると、 $103.73 \text{ cd/m}^2$ という結果が得られた。

[0077] これらの結果から分かるように、空中映像4の結像面4aの法線方向から測定した空中映像4の輝度と、空中映像4の結像面4aの法線方向から $5^\circ$ 傾いた方向から空中映像4の輝度とを比較すると、約1割程度の輝度の差があり、輝度計3cを精度よく設置しないと、空中映像4の輝度の測定にばらつきが生じるということが分かる。

[0078] 以上、本発明の実施形態により、空中映像の評価を定量的に行える映像評価装置が提供される。

### 産業上の利用可能性

[0079] 本発明は、空間に被投影物の像を結像させることができる反射型結像素子と、表示パネルとを有する光学システムを評価する際に、広く適用される。

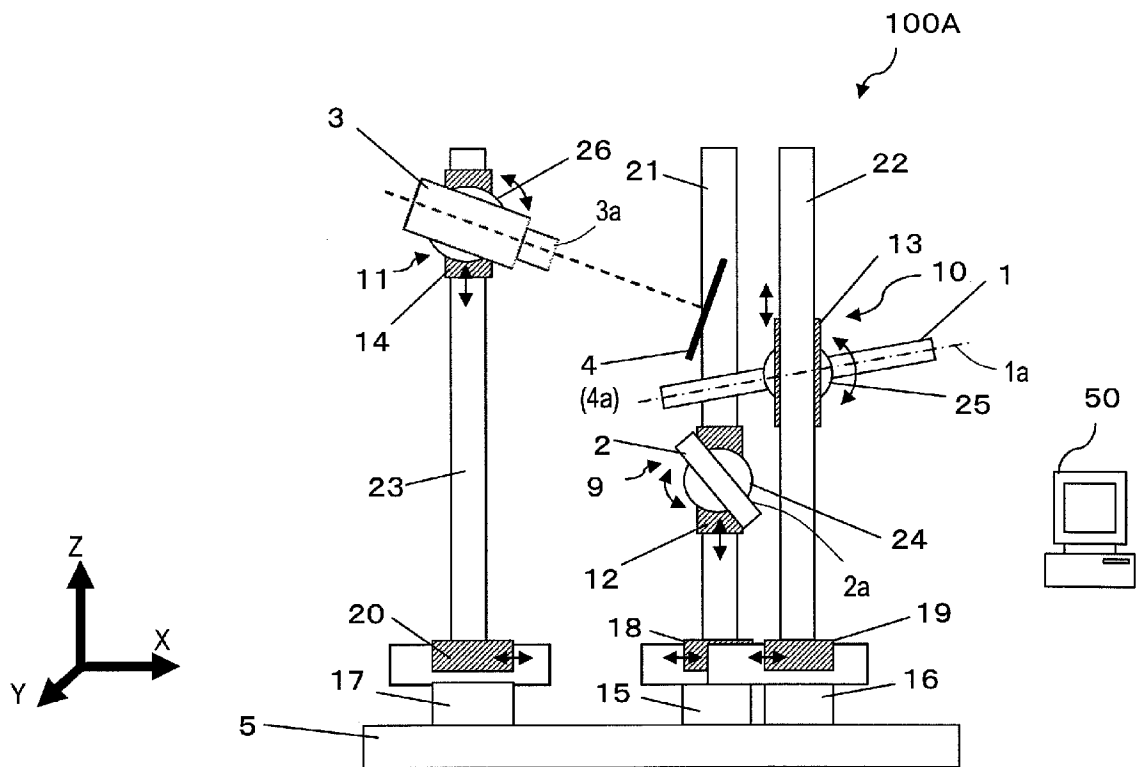
### 符号の説明

[0080]	1	反射型結像素子	
	1 a	結像対称面	
	2	表示パネル	
	2 a	表示面	
	3	受光器	
	3 a	受光面	
	4	空中映像	
	4 a	結像面	
	5	水平台	
	9、10、11	支持部	
	12、13、14	保持機構	
	15、16、17、18、19、20	移動機構	
	21、22、23	垂直柱	
	24、25、26	回転機構	
	50	演算部	
	100A、100B	空中映像評価装置	

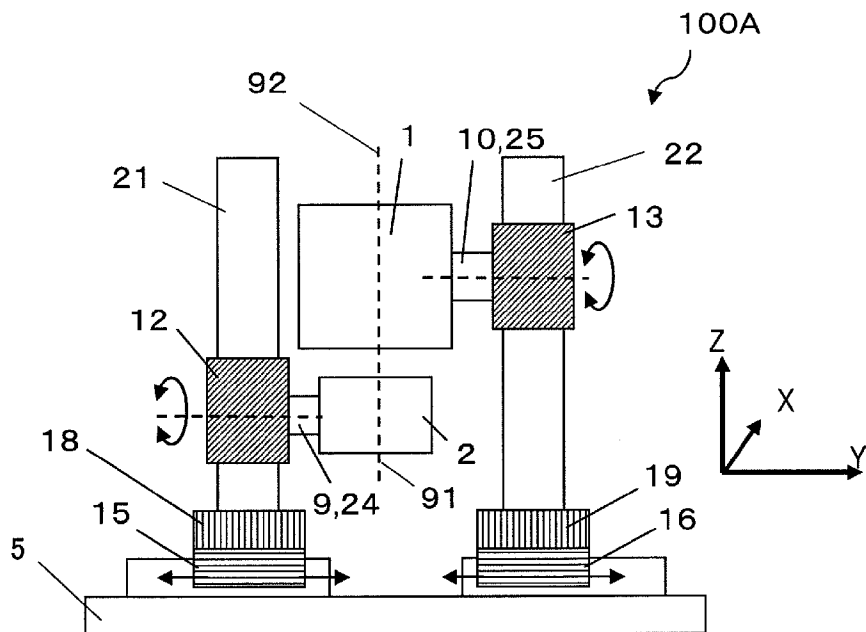
## 請求の範囲

- [請求項1] 反射型結像素子によって空中に結像された映像を評価する装置であって、  
映像を形成する表示面を有する表示パネルを支持する第1支持部と、  
結像対称面を規定する反射型結像素子を支持する第2支持部と、  
受光面を有する受光器を支持する第3支持部と、  
前記表示パネルの前記表示面から出射され、前記反射型結像素子の前記結像対称面を対称面として、前記表示面に対して面对称な位置の結像面に結像された空中映像を構成する光を、前記受光面で受光するように、前記第1から第3支持部の内の少なくとも1つの支持部を移動可能に保持する保持機構とを有する、空中映像評価装置。
- [請求項2] 前記表示パネルの前記表示面の位置情報と、前記反射型結像素子の前記結像対称面の位置情報とに基づいて、前記結像面の位置情報を求める演算部をさらに有し、  
前記保持機構は、前記結像面の前記位置情報に応じて、前記第3支持部を移動させることができる、請求項1に記載の空中映像評価装置。
- [請求項3] 前記受光器の前記受光面の位置情報に基づいて、前記結像面の位置情報を求める演算部をさらに有し、  
前記保持機構は、前記結像面の前記位置情報に応じて、前記第1および第2支持部を移動させることができる、請求項1に記載の空中映像評価装置。
- [請求項4] 前記保持機構は、前記結像面の法線と、前記受光面の法線とが互いに平行になるように、前記表示面、前記結像対称面、および前記受光面の内の少なくとも1つを回転させることができる、請求項1から3のいずれかに記載の空中映像評価装置。

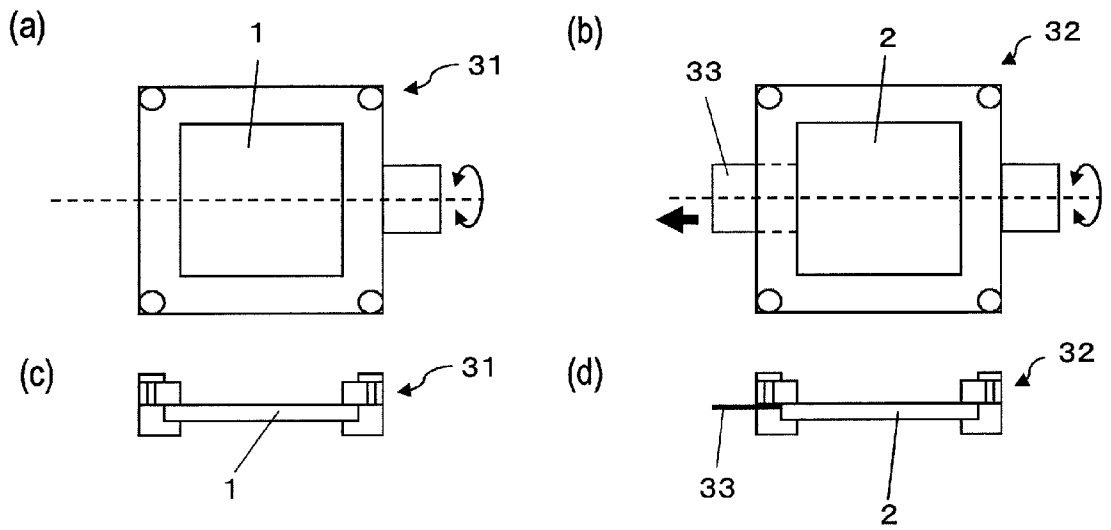
[図1]



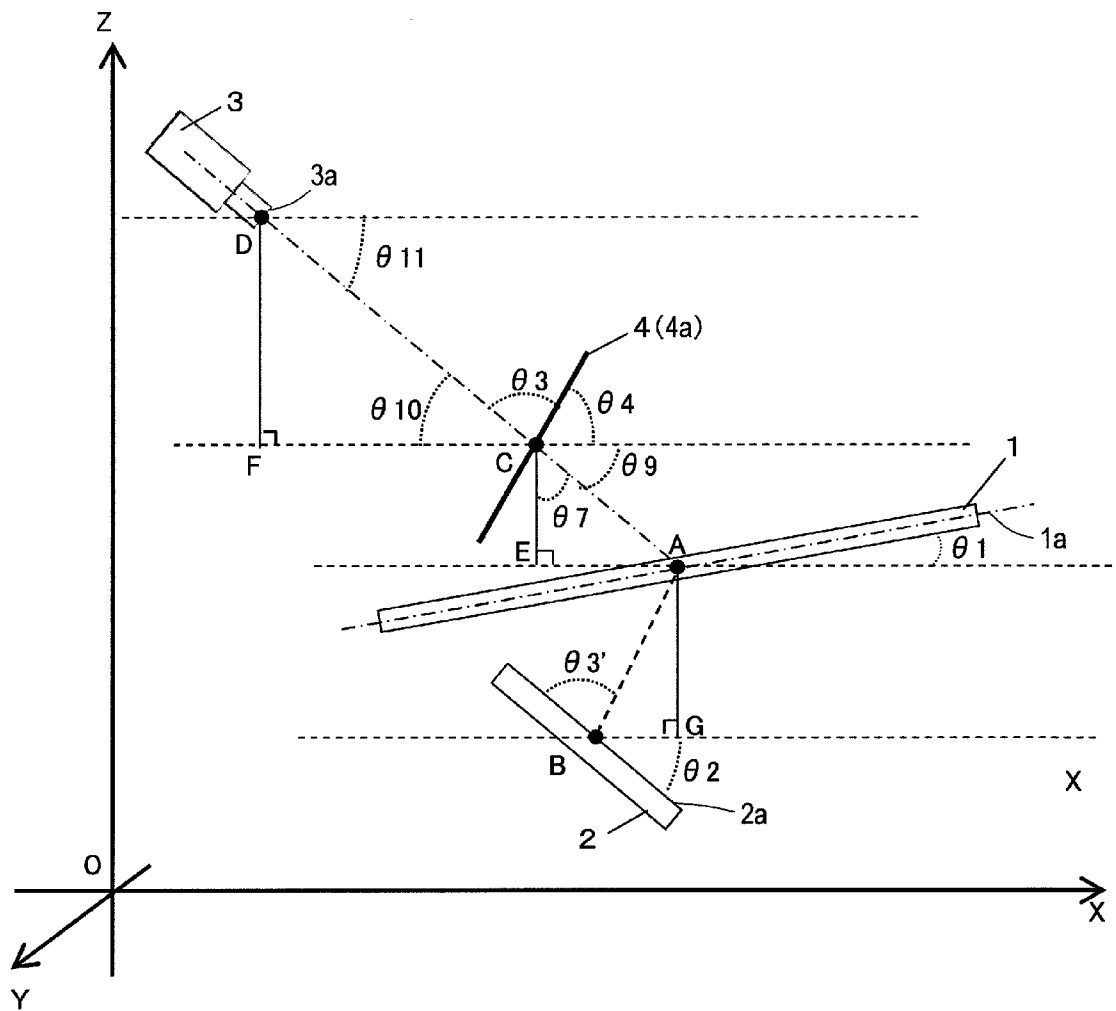
[図2]



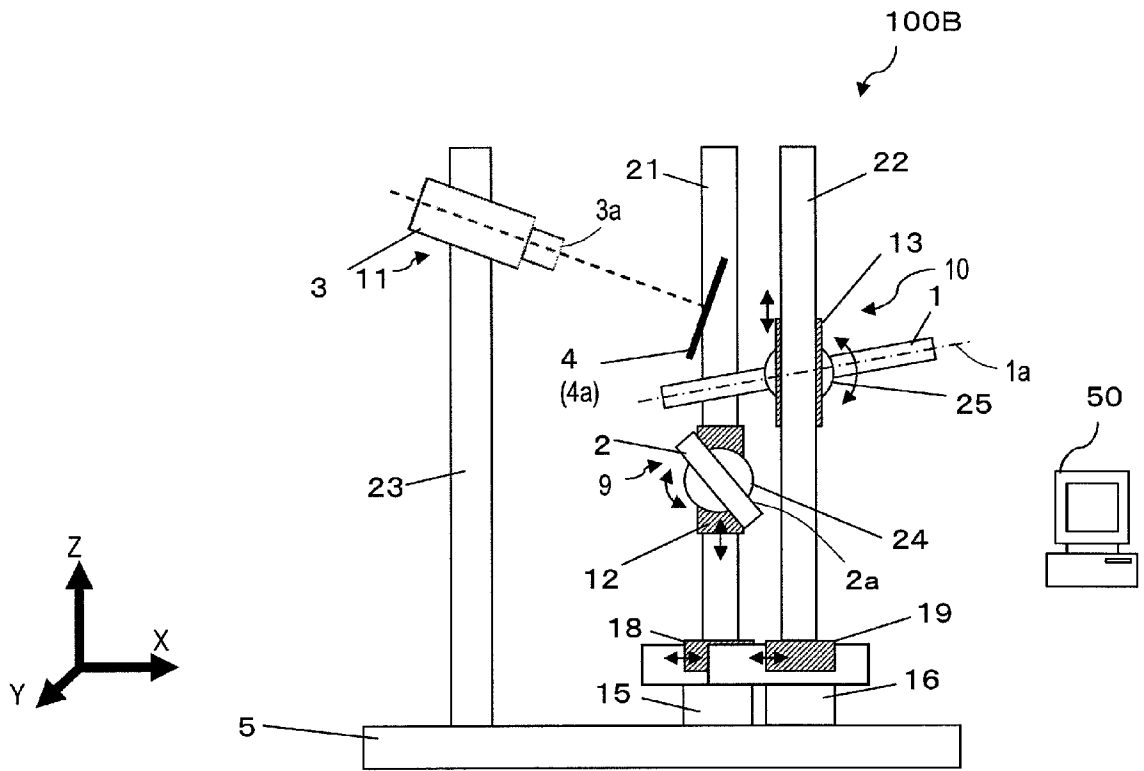
[図3]



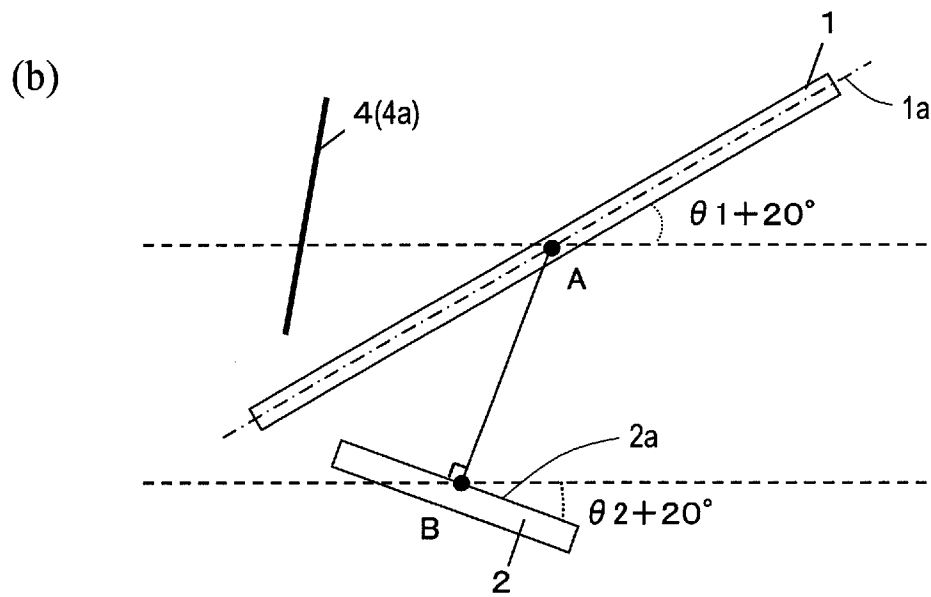
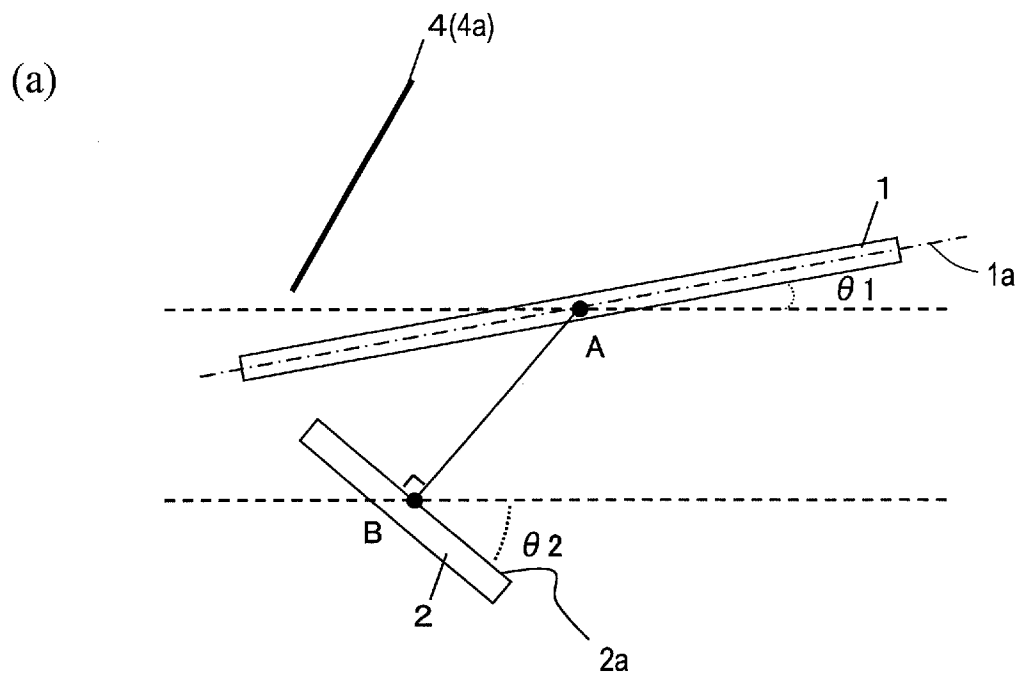
[図4]



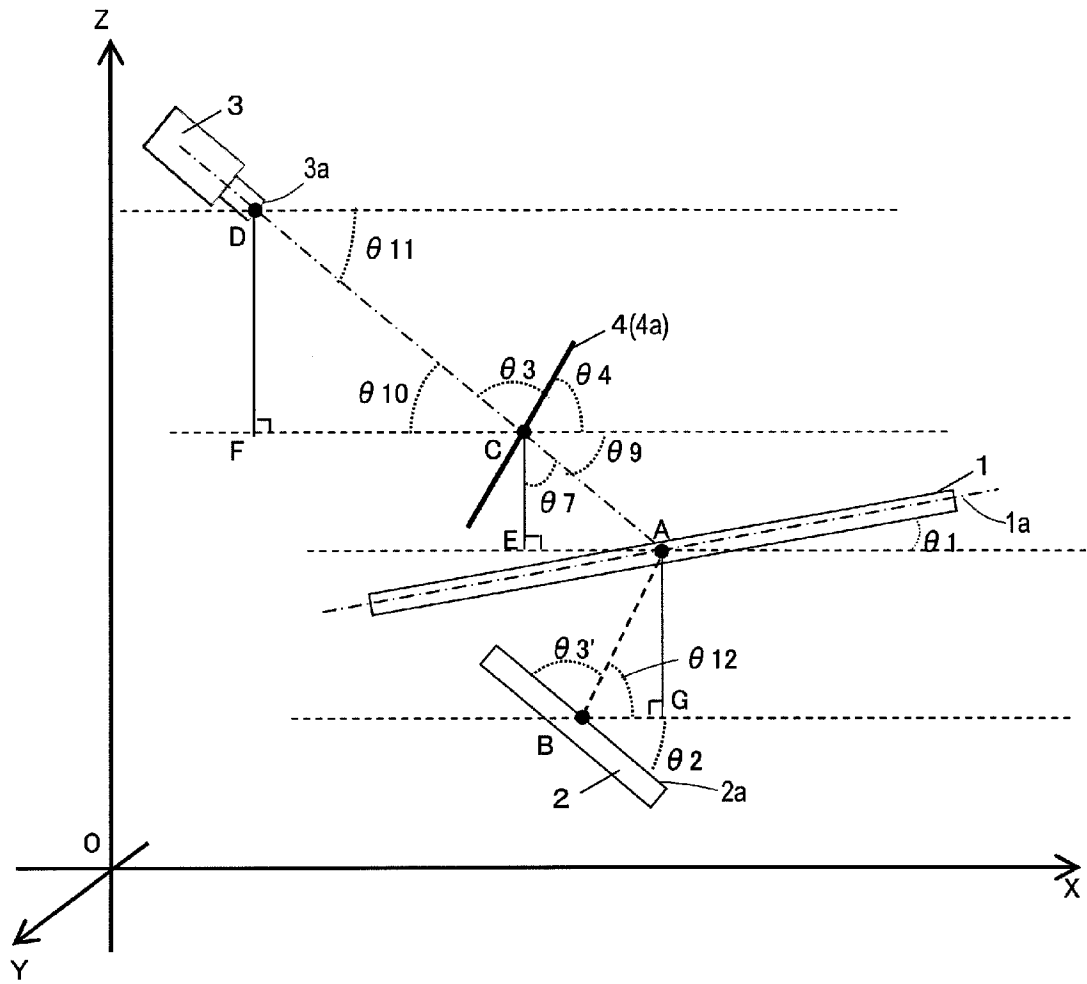
[図5]



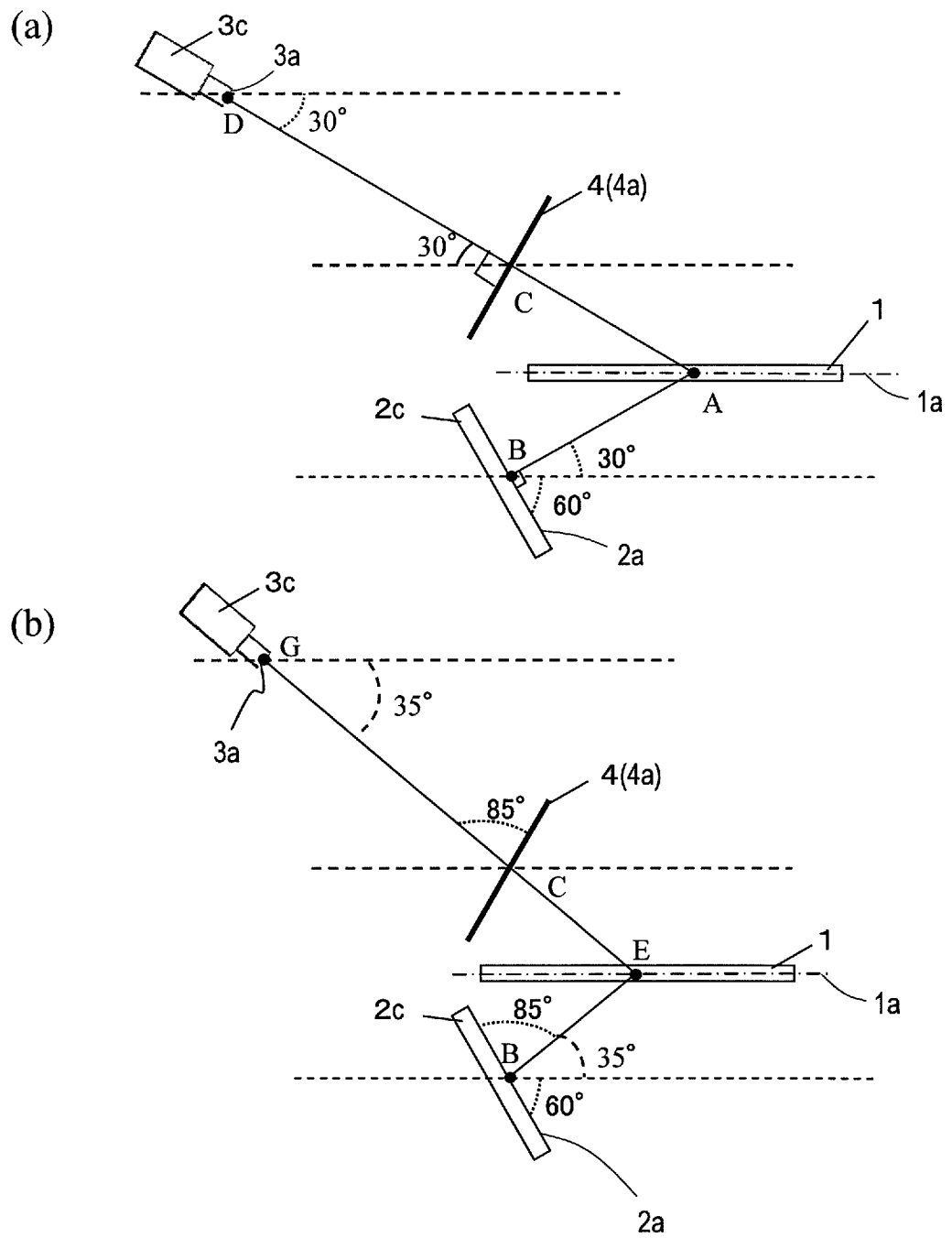
[図6]



[図7]



[図8]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/062378

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G02B17/00 (2006.01) i

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B17/00

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
Y A	WO 2011/052588 A1 (Sharp Corp.), 05 May 2011 (05.05.2011), entire text (particularly, paragraphs [0023], [0041], [0045]; carrying-out mode; fig. 1, 2, 5) (Family: none)	1 2-4
Y A	JP 2008-158114 A (National Institute of Information and Communications Technology), 10 July 2008 (10.07.2008), entire text (particularly, carrying-out mode) & US 2009/0310231 A1 & EP 2105778 A1 & WO 2008/075700 A1 & CN 101563636 A	1 2-4

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  
25 June, 2012 (25.06.12)

Date of mailing of the international search report  
10 July, 2012 (10.07.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/062378

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2007/116639 A1 (National Institute of Information and Communications Technology), 18 October 2007 (18.10.2007), entire text (particularly, carrying-out mode) & EP 2009469 A1 & WO 2007/116639 A1 & CN 101405627 A & KR 10-2009-0008265 A & KR 10-1018523 B	1 2-4
Y A	WO 2009/136578 A1 (Hirokazu HASHIKAWA), 12 November 2009 (12.11.2009), entire text (particularly, examples) & US 2011/0181949 A1 & WO 2009/136578 A1	1 2-4
Y A	JP 2011-10266 A (Chunghwa Picture Tubes, Ltd.), 13 January 2011 (13.01.2011), entire text (particularly, paragraphs [0003] to [0006]; carrying-out mode; fig. 1A (particularly, Image Detection Device 120, Movable Table 140); fig. 1B) & US 2010/0328653 A1 & TW 201101803 A	1 2-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B17/00(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B17/00		
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 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012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
Y A	WO 2011/052588 A1 (シャープ株式会社) 2011.05.05, 全文 (特に段落【0023】、【0041】、【0045】、実施形態、図1、2、5参照) (ファミリーなし)	1 2-4
Y A	JP 2008-158114 A (独立行政法人情報通信研究機構) 2008.07.10, 全文 (特に実施形態参照) & US 2009/0310231 A1 & EP 2105778 A1 & WO 2008/075700 A1 & CN 101563636 A	1 2-4
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 25.06.2012	国際調査報告の発送日 10.07.2012	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 原田 英信 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	2V 3702

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	WO 2007/116639 A1 (独立行政法人情報通信研究機構) 2007. 10. 18, 全文 (特に実施形態参照) & EP 2009469 A1 & WO 2007/116639 A1 & CN 101405627 A & KR 10-2009-0008265 A & KR 10-1018523 B	1 2-4
Y A	WO 2009/136578 A1 (橋川広和) 2009. 11. 12, 全文 (特に実施例参照) & US 2011/0181949 A1 & WO 2009/136578 A1	1 2-4
Y A	JP 2011-10266 A (中華映管股▲ふん▼有限公司) 2011. 01. 13, 全文 (特に段落【0003】 - 【0006】、実施形態、図1 A (特に画像 検出装置120、可動台140)、図1 B参照) & US 2010/0328653 A1 & TW 201101803 A	1 2-4