



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107430465 B

(45)授权公告日 2020.06.09

(21)申请号 201680012869.5

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

(22)申请日 2016.03.18

代理人 李辉 邓毅

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107430465 A

(51)Int.Cl.

G06F 3/042(2006.01)

(43)申请公布日 2017.12.01

G06F 3/03(2006.01)

(30)优先权数据

G06F 3/0346(2006.01)

2015-065669 2015.03.27 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.08.30

(56)对比文件

US 2002021287 A1,2002.02.21,

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2016/001606 2016.03.18

US 2013162538 A1,2013.06.27,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/157807 JA 2016.10.06

CN 1459705 A,2003.12.03,

(73)专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

CN 102566827 A,2012.07.11,

(72)发明人 田中健儿 K·帕夫拉克

T·诺斯塔德

CN 102841733 A,2012.12.26,

CN 103477311 A,2013.12.25,

US 6275214 B1,2001.08.14,

US 5914783 A,1999.06.22,

审查员 陈新宇

权利要求书2页 说明书11页 附图6页

## (54)发明名称

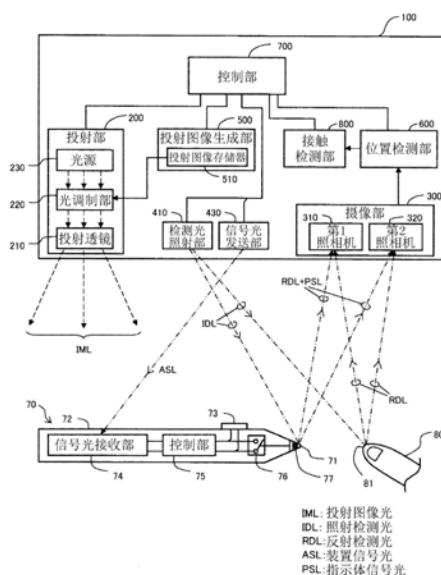
置检测不发光指示体与投射画面的接触。

交互式投影仪、交互式投影系统和交互式投

影仪的控制方法

## (57)摘要

提高指示体与屏幕面的接触的检测精度。交互式投影仪能够同时使用具有发光部的自发光指示体和不具有发光部的不发光指示体双方作为指示体，发光部在自发光指示体与投射画面接触时和不接触时以不同的发光模式发出指示体信号光，交互式投影仪具有：投射部，其在屏幕上投射投射画面；包含第1照相机和第2照相机在内的多台照相机，它们对投射画面的区域进行摄像；位置检测部，其根据由多台照相机进行摄像而得到的包含指示体的多个图像，检测指示体相对于投射画面的三维位置；以及接触检测部，其检测指示体与投射画面的接触，接触检测部根据发光模式检测自发光指示体与投射画面的接触，CN 107430465 B



1. 一种交互式投影仪，其能够接受用户的指示体对投射画面的指示，其中，

能够同时使用具有发光部的自发光指示体和不具有所述发光部的不发光指示体双方作为所述指示体，所述发光部在所述自发光指示体与所述投射画面接触时和不接触时以不同的发光模式发出指示体信号光，

所述交互式投影仪具有：

投射部，其在屏幕面上投射所述投射画面；

包含第1照相机和第2照相机在内的多台照相机，它们对所述投射画面的区域进行摄像；

位置检测部，其根据由所述多台照相机进行摄像而得到的包含所述指示体的多个图像，检测所述指示体相对于所述投射画面的三维位置；以及

接触检测部，其检测所述指示体与所述投射画面的接触，

所述接触检测部根据所述发光模式检测所述自发光指示体与所述投射画面的接触，

所述接触检测部根据由所述位置检测部检测到的所述三维位置检测所述不发光指示体与所述投射画面的接触，

所述交互式投影仪还具有检测光照射部，该检测光照射部向所述投射画面照射所述不发光指示体的检测中使用的检测光，

所述多台照相机接收包含所述指示体信号光和所述检测光的波长的波段的光，对所述投射画面的区域进行摄像，

所述检测光照射部间歇地向所述投射画面照射所述检测光，

所述位置检测部根据在照射所述检测光的第1期间内进行摄像而得到的第1图像和在不照射所述检测光的第2期间内进行摄像而得到的第2图像，判别所述自发光指示体和所述不发光指示体。

2. 一种交互式投影系统，其具有：

权利要求1所述的交互式投影仪；

屏幕，其具有被投射所述投射画面的屏幕面；以及

自发光指示体，其具有发光部，该发光部在所述自发光指示体与所述投射画面接触时和不接触时以不同的发光模式发出指示体信号光。

3. 一种交互式投影仪的控制方法，该交互式投影仪能够接受用户的指示体对投射画面的指示，其中，

所述交互式投影仪能够同时使用具有发光部的自发光指示体和不具有所述发光部的不发光指示体双方作为所述指示体，该发光部在所述自发光指示体与所述投射画面接触时和不接触时以不同的发光模式发出指示体信号光，

在该控制方法中，

在屏幕面上投射所述投射画面；

通过包含第1照相机和第2照相机在内的多台照相机对所述投射画面的区域进行摄像；

根据由所述多台照相机进行摄像而得到的包含所述指示体的多个图像，检测所述指示体相对于所述投射画面的三维位置；

根据所述发光模式检测所述自发光指示体与所述投射画面的接触；

根据所述指示体的所述三维位置检测所述不发光指示体与所述投射画面接触；

向所述投射画面照射所述不发光指示体的检测中使用的检测光，所述多台照相机接收包含所述指示体信号光和所述检测光的波长的波段的光，对所述投射画面的区域进行摄像；以及

间歇地向所述投射画面照射所述检测光，根据在照射所述检测光的第1期间内进行摄像而得到的第1图像和在不照射所述检测光的第2期间内进行摄像而得到的第2图像，判别所述自发光指示体和所述不发光指示体。

## 交互式投影仪、交互式投影系统和交互式投影仪的控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及能够接受用户的指示体对投射画面的指示的交互式投影仪及其系统。

### 背景技术

[0002] 在专利文献1、2中公开了如下的投射型显示装置(投影仪)：能够将投射画面投射到屏幕上，并且，利用照相机对包含手指或发光的笔等对象物(object)的图像进行摄像，使用该摄像图像检测对象物的位置。手指等对象物被用作对投射画面进行指示的指示体。即，投影仪在对象物的前端接触屏幕时识别为对投射画面输入了描绘等规定指示，根据该指示再次描绘投射画面。因此，用户能够使用投射画面作为用户界面而输入各种指示。这样，将能够利用屏幕上的投射画面作为可输入用户界面的类型的投影仪称为“交互式投影仪”。并且，将为了对投射画面进行指示而利用的对象物称为“指示体(pointing element)”。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本特开2012-150636号公报

[0006] 专利文献2：日本特表2008-520034号公报

### 发明内容

[0007] 发明要解决的课题

[0008] 在典型的交互式投影仪中，根据指示体的前端是否接触屏幕，判定是否通过指示体进行了指示。能够根据指示体的前端与屏幕之间的距离来检测指示体的接触。但是，在使用多台照相机检测指示体的前端的三维位置的结构的交互式投影仪中，在使用发光的笔作为指示体的情况下，在笔与屏幕面接触的状态下，笔发出的光在屏幕面进行反射，所以，笔的前端位置的检测精度不高，笔的接触的检测精度不充分。因此，期望提高发光的笔等自发光指示体的接触的检测精度。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 本发明是为了解决上述课题的至少一部分而完成的，能够作为以下方式或应用例来实现。

[0011] (1) 根据本发明的一个方式，提供能够接受用户的指示体对投射画面的指示的交互式投影仪。该交互式投影仪能够同时使用具有发光部的自发光指示体和不具有所述发光部的不发光指示体双方作为所述指示体，所述发光部在所述自发光指示体与所述投射画面接触时和不接触时以不同的发光模式发出指示体信号光，所述交互式投影仪具有：投射部，其在屏幕上投射所述投射画面；包含第1照相机和第2照相机在内的多台照相机，它们对所述投射画面的区域进行摄像；位置检测部，其根据由所述多台照相机进行摄像而得到的包含所述指示体的多个图像，检测所述指示体相对于所述投射画面的三维位置；以及接触检测部，其检测所述指示体与所述投射画面的接触，所述接触检测部根据所述发光模式检测所述自发光指示体与所述投射画面的接触，所述接触检测部根据由所述位置检测部检测

到的所述三维位置检测所述不发光指示体与所述投射画面的接触。

[0012] 在该交互式投影仪中,对于自发光指示体和不发光指示体,利用不同的方法检测指示体与投射画面的接触。根据发光模式检测自发光指示体与投射画面的接触,所以,能够提高指示体与投射画面的接触的检测精度。

[0013] (2)在上述交互式投影仪中,也可以是,所述交互式投影仪还具有检测光照射部,该检测光照射部向所述投射画面照射所述不发光指示体的检测中使用的检测光,所述多台照相机接收包含所述指示体信号光和所述检测光的波长的波段的光,对所述投射画面的区域进行摄像。

[0014] 根据该结构,例如,使用近红外光作为检测光,能够容易地高精度地检测不发光指示体。并且,交互式投影仪具有检测光照射部,由此,通过投影仪将检测光的照射时刻与照相机的摄像时刻关联起来,能够容易地进行控制。

[0015] (3)在上述交互式投影仪中,也可以是,所述检测光照射部间歇地向所述投射画面照射所述检测光,所述位置检测部根据在照射所述检测光的第1期间内进行摄像而得到的第1图像和在不照射所述检测光的第2期间内进行摄像而得到的第2图像,判别所述自发光指示体和所述不发光指示体。

[0016] 根据该结构,间歇地照射检测光,所以,能够根据与是否照射检测光对应的图像,容易地判别自发光指示体和不发光指示体。

[0017] 本发明能够通过各种方式来实现,例如,能够通过具有自发光指示体、平面状或曲面状的屏幕、交互式投影仪的系统;交互式投影仪的控制方法或控制装置;用于实现这些方法或装置的功能的计算机程序、记录有该计算机程序的非暂时性记录介质(*non-transitory storage medium*)等各种方式来实现。

## 附图说明

[0018] 图1是交互式投影系统的立体图。

[0019] 图2是交互式投影系统的侧视图和主视图。

[0020] 图3是示出交互式投影仪和自发光指示体的内部结构的框图。

[0021] 图4是示出利用了自发光指示体和不发光指示体的操作的状况的说明图。

[0022] 图5是示出投影仪和指示体的发光时刻的时序图。

[0023] 图6是示出投影仪和指示体的发光时刻的另一例的时序图。

## 具体实施方式

[0024] A1. 系统的概要:

[0025] 图1是本发明的一个实施方式中的交互式投影系统900的立体图。该系统900具有交互式投影仪100、屏幕板920、自发光指示体70。屏幕板920的前表面被用作投射屏幕面SS(*projection Screen Surface*)。投影仪100通过支承部件910固定在屏幕板920的前方且上方。另外,在图1中,铅直地配置投射屏幕面SS,但是,也可以水平地配置投射屏幕面SS来使用该系统900。

[0026] 投影仪100将投射画面PS(*Projected Screen*)投射到投射屏幕面SS上。投射画面PS通常包含有在投影仪100内描绘的图像。在没有在投影仪100内描绘的图像的情况下,从

投影仪100对投射画面PS照射光，显示白色图像。在本说明书中，“投射屏幕面SS”（或“屏幕面SS”）意味着被投射图像的部件的表面。并且，“投射画面PS”意味着通过投影仪100投射到投射屏幕面SS上的图像的区域。通常，将投射画面PS投射到投射屏幕面SS的一部分。

[0027] 自发光指示体70是具有能够发光的前端部71、供使用者保持的轴部72、设置在轴部72上的按钮开关73的笔型指示体。自发光指示体70的结构和功能在后面叙述。在该系统900中，能够与一个或多个自发光指示体70一起利用一个或多个不发光指示体80（不发光的笔或手指等）。下面，在不区分自发光指示体70和不发光指示体80的情况下，简称为指示体780。

[0028] 图2(A)是交互式投影系统900的侧视图，图2(B)是其主视图。在本说明书中，将沿着屏幕面SS的左右的方向定义为X方向，将沿着屏幕面SS的上下的方向定义为Y方向，将沿着屏幕面SS的法线的方向定义为Z方向。另外，为了简便，将X方向称为“左右方向”，将Y方向称为“上下方向”，将Z方向称为“前后方向”。并且，将Y方向（上下方向）中的、从投影仪100观察时投射画面PS所处的方向称为“下方向”。另外，在图2(A)中，为了便于图示，对屏幕板920中的投射画面PS的范围标注阴影。

[0029] 投影仪100具有将投射画面PS投射到屏幕面SS上的投射透镜210、对投射画面PS的区域进行摄像的第1照相机310和第2照相机320、以及用于对指示体780照射检测光的检测光照射部410。例如，使用近红外光作为检测光。2台照相机310、320至少具有接收包含检测光的波长的波段的光并进行摄像的第1摄像功能。2台照相机310、320中的至少一方还具有接收包含可见光的光并进行摄像的第2摄像功能，优选构成为能够切换这2个摄像功能。例如，优选2台照相机310、320分别具有近红外滤波器切换机构（未图示），该近红外滤波器切换机构能够将遮断可见光而仅使近红外光穿过的近红外滤波器配置在透镜的前方或者使其从透镜的前方后退。2台照相机310、320配置成左右方向（X方向）的位置相同、在前后方向（Z方向）上隔开规定距离进行排列。2台照相机310、320不限于本实施方式。例如，也可以配置成前后方向（Z方向）的位置相同、在左右方向（X方向）上隔开规定距离进行排列。并且，也可以在X、Y、Z全部方向上使位置不同。当改变Z方向的位置（在前后方向上错开）来配置2台照相机时，基于三角测量的三维位置的计算中的Z坐标的精度较高，所以是优选的。

[0030] 图2(B)的例子示出交互式投影系统900在白板模式下进行动作的状况。白板模式是用户能够使用自发光指示体70或不发光指示体80在投射画面PS上任意描绘的模式。包含工具箱TB的投射画面PS被投射到屏幕面SS上。该工具箱TB包含使处理返回到原来的取消按钮UDB、选择鼠标指针的指针按钮PTB、选择描绘用的笔工具的笔按钮PEB、删除所描绘的图像的橡皮工具的橡皮按钮ERB、使画面进入下一页或返回前一页的前方/后方按钮FRB。用户使用指示体触摸这些按钮，由此，能够进行与该按钮对应的处理，或者选择工具。另外，在系统900的刚刚启动之后，也可以选择鼠标指针作为默认工具。在图2(B)的例子中描述如下状况：在用户选择笔工具后，使自发光指示体70的前端部71在与屏幕面SS接触的状态下在投射画面PS内移动，由此在投射画面PS内描绘线。通过投影仪100的内部的投射图像生成部（后述）进行该线的描绘。

[0031] 另外，交互式投影系统900还能够在白板模式以外的其他模式下进行动作。例如，该系统900还能够在PC交互式模式下进行动作，该PC交互式模式是在投射画面PS中显示从个人计算机（未图示）经由通信线路传输的数据的图像的模式。在PC交互式模式中，例如显

示表计算软件等数据的图像,能够利用该图像内显示的各种工具和图标进行数据的输入、生成、修正等。

[0032] 图3是示出交互式投影仪100和自发光指示体70的内部结构的框图。投影仪100具有控制部700、投射部200、投射图像生成部500、位置检测部600、接触检测部800、摄像部300、检测光照射部410、信号光发送部430。

[0033] 控制部700进行投影仪100内部的各部的控制。并且,控制部700根据由位置检测部600检测到的指示体780的三维位置和基于接触检测部800的指示体780的接触检测,判定由指示体780在投射画面PS上进行的指示的内容,并且,指示投射图像生成部500根据该指示的内容生成或变更投射图像。

[0034] 投射图像生成部500具有存储投射图像的投射图像存储器510,具有生成通过投射部200投射到屏幕面SS上的投射图像的功能。优选投射图像生成部500还具有作为对投射画面PS(图2(B))的梯形畸变进行校正的梯形失真(keystone)校正部的功能。

[0035] 投射部200具有将由投射图像生成部500生成的投射图像投射到屏幕面SS上的功能。投射部200除了具有图2中说明的投射透镜210以外,还具有光调制部220和光源230。光调制部220根据从投射图像存储器510提供的投射图像数据对来自光源230的光进行调制,由此形成投射图像光IML。典型地讲,该投射图像光IML是包含RGB这3个颜色的可见光的彩色图像光,通过投射透镜210投射到屏幕面SS上。另外,作为光源230,除了超高压汞灯等光源灯以外,还能够采用发光二极管、激光二极管等各种光源。并且,作为光调制部220,能够采用透射型或反射型的液晶面板或数字反射镜器件等,也可以构成为按照每个颜色光具有多个调制部220。

[0036] 检测光照射部410向屏幕面SS及其前方的空间照射用于检测指示体780的前端部的照射检测光IDL。例如使用近红外光作为照射检测光IDL。检测光照射部410中的照射检测光IDL的照射时刻在后面详细叙述。

[0037] 信号光发送部430具有发送同步用近红外光信号即装置信号光ASL的功能。当投影仪100启动后,信号光发送部430定期发出装置信号光ASL。自发光指示体70的前端发光部77与装置信号光ASL同步地发出具有预先设定的发光模式(发光顺序)的近红外光即指示体信号光PSL(在后面详细叙述)。并且,摄像部300的照相机310、320在进行指示体780的位置检测时,在与装置信号光ASL同步的规定的时刻执行摄像。

[0038] 摄像部300具有图2中说明的第1照相机310和第2照相机320。如上所述,2台照相机310、320具有接收包含检测光的波长的波段的光并进行摄像的功能。在图3的例子中描述如下状况:由检测光照射部410照射的照射检测光IDL被指示体780反射,通过2台照相机310、320接收其反射检测光RDL并进行摄像。2台照相机310、320还接收从自发光指示体70的前端发光部77发出的近红外光即指示体信号光PSL并进行摄像。在从检测光照射部410照射照射检测光IDL的第一期间和不从检测光照射部410照射照射检测光IDL的第二期间这两个期间中,执行2台照相机310、320的摄像。

[0039] 另外,优选2台照相机310、320中的至少一方除了具有使用包含近红外光的光进行摄像的功能以外,还具有使用包含可见光的光进行摄像的功能。这样,利用该照相机对投射到屏幕面SS上的投射画面PS进行摄像,投射图像生成部500能够利用其图像执行梯形失真校正。利用1台以上的照相机的梯形失真校正的方法是公知的,所以,这里省略其说明。

[0040] 位置检测部600具有对由2台照相机310、320进行摄像而得到的图像(以下称为“摄像图像”。)进行分析、利用三角测量来计算指示体780的前端部的三维位置坐标的功能。此时,位置检测部600对上述第1期间和第2期间内的摄像图像进行比较,由此,判定图像内包含的各个指示体780是自发光指示体70和不发光指示体80中的哪个(在后面详细叙述)。

[0041] 接触检测部800根据位置检测部600对摄像图像的分析结果(位置坐标),检测指示体780与投射画面PS(屏幕面SS)的接触。在本实施方式的交互式投影仪100中,接触检测部800根据自发光指示体70发出的指示体信号光PSL的发光模式执行自发光指示体70与投射画面PS的接触的检测,根据由位置检测部600检测到的三维位置坐标执行不发光指示体80与投射画面PS的接触的检测。接触检测部800中的指示体780的接触的检测方法在后面详细叙述。

[0042] 在自发光指示体70中,除了按钮开关73以外,还设置有信号光接收部74、控制部75、前端开关76、前端发光部77。信号光接收部74具有接收从投影仪100的信号光发送部430发出的装置信号光ASL的功能。前端开关76是在按压自发光指示体70的前端部71时成为接通状态、在释放前端部71时成为断开状态的开关。前端开关76通常处于断开状态,当自发光指示体70的前端部71与屏幕面SS接触时,由于其接触压力而成为接通状态。在前端开关76为断开状态时,控制部75使前端发光部77以表示前端开关76处于断开状态的特定的第1发光模式进行发光,由此发出具有第1发光模式的指示体信号光PSL。另一方面,在前端开关76成为接通状态后,控制部75使前端发光部77以表示前端开关76处于接通状态的特定的第2发光模式进行发光,由此发出具有第2发光模式的指示体信号光PSL。这些第1发光模式和第2发光模式相互不同,所以,接触检测部800从位置检测部600取得由2台照相机310、320进行摄像而得到的图像的分析结果,根据分析结果,能够识别前端开关76是接通状态还是断开状态。

[0043] 自发光指示体70的按钮开关73具有与前端开关76相同的功能。因此,控制部75在用户按压了按钮开关73的状态下使前端发光部77以上述第2发光模式进行发光,在未按压按钮开关73的状态下使前端发光部77以上述第1发光模式进行发光。换言之,控制部75在前端开关76和按钮开关73中的至少一方接通的状态下使前端发光部77以上述第2发光模式进行发光,在前端开关76和按钮开关73双方断开的状态下使前端发光部77以上述第1发光模式进行发光。

[0044] 但是,也可以对按钮开关73分配与前端开关76不同的功能。例如,在对按钮开关73分配了与鼠标的右击按钮相同的功能的情况下,当用户按压按钮开关73时,右击的指示被传递到投影仪100的控制部700,执行与该指示对应的处理。这样,在对按钮开关73分配了与前端开关76不同的功能的情况下,前端发光部77根据前端开关76的接通/断开状态和按钮开关73的接通/断开状态,以相互不同的4个发光模式进行发光。该情况下,自发光指示体70能够区分前端开关76和按钮开关73的接通/断开状态的4个组合并传递到投影仪100。

[0045] 图4是示出利用了自发光指示体70和不发光指示体80的操作的状况的说明图。在该例子中,自发光指示体70的前端部71和不发光指示体80的前端部81均从屏幕面SS离开。自发光指示体70的前端部71的XY坐标( $X_{71}, Y_{71}$ )位于工具箱TB的橡皮按钮ERB上。并且,这里,选择鼠标指针PT作为表示自发光指示体70的前端部71的功能的工具,以使得鼠标指针PT的前端OP<sub>71</sub>存在于橡皮按钮ERB上的方式,在投射画面PS上描绘鼠标指针PT。如上所述,通

过使用由2台照相机310、320进行摄像而得到的图像的三角测量来决定自发光指示体70的前端部71的三维位置。因此,以使得在通过三角测量决定的前端部71的三维坐标( $X_{71}, Y_{71}, Z_{71}$ )中的XY坐标( $X_{71}, Y_{71}$ )的位置处配置位于鼠标指针PT的前端的操作点OP<sub>71</sub>的方式,在投射画面PS上描绘鼠标指针PT。即,鼠标指针PT的前端OP<sub>71</sub>配置在自发光指示体70的前端部71的三维坐标( $X_{71}, Y_{71}, Z_{71}$ )中的XY坐标( $X_{71}, Y_{71}$ )处,在该位置处进行用户的指示。例如,用户在该状态下使自发光指示体70的前端部71与投射画面PS接触,能够选择橡皮工具。并且,用户通过在该状态下按压自发光指示体70的按钮开关73,也能够选择橡皮工具。这样,在本实施方式中,在处于自发光指示体70从屏幕面SS离开的状态的情况下,通过按压按钮开关73,也能够对投影仪100赋予与配置在前端部71的XY坐标( $X_{71}, Y_{71}$ )的操作点OP<sub>71</sub>处的投射画面PS的内容对应的指示。

[0046] 在图4(B)中,还选择笔工具PE作为表示不发光指示体80的前端部81的功能的工具,在投射画面PS上描绘笔工具PE。如上所述,通过使用由2台照相机310、320进行摄像而得到的图像的三角测量来决定不发光指示体80的前端部81的三维位置。因此,以使得在通过三角测量决定的前端部81的三维坐标( $X_{81}, Y_{81}, Z_{81}$ )中的XY坐标( $X_{81}, Y_{81}$ )的位置处配置位于笔工具PE的前端的操作点OP<sub>81</sub>的方式,在投射画面PS上描绘笔工具PE。但是,在用户利用不发光指示体80对投影仪100赋予指示时,在使不发光指示体80的前端部81与投射画面PS接触的状态下进行该指示(描绘或工具的选择等)。

[0047] 在图4的例子中,在指示体780的前端部从投射画面PS离开的情况下,也在投射画面PS上描绘由各个指示体选择出的工具(鼠标指针PT或笔工具PE)并进行显示。因此,用户在指示体的前端部不与投射画面PS接触的情况下,也容易理解通过该指示体选择了哪个工具,具有操作容易的优点。并且,以使得工具的操作点OP配置在指示体的前端部的三维坐标中的XY坐标的位置的方式描绘该工具,所以,具有用户能够适当识别利用中的工具的位置的优点。

[0048] 另外,该交互式投影系统900也可以构成为能够同时利用多个自发光指示体70。该情况下,优选上述指示体信号光PSL的发光模式是能够识别多个自发光指示体70的固有的发光模式。更具体而言,在能够同时利用N个(N为2以上的整数)自发光指示体70的情况下,优选指示体信号光PSL的发光模式能够区分N个自发光指示体70。另外,在一组发光模式中包含多次的单位发光期间的情况下,在一次的单位发光期间内,能够表现发光和不发光这2个值。这里,一次的单位发光期间相当于表现自发光指示体70的前端发光部77接通/断开的1位的信息的期间。在一组发光模式由M个(M为2以上的整数)单位发光期间构成的情况下,能够通过一组发光模式区分 $2^M$ 个状态。因此,优选构成一组发光模式的单位发光期间的数量M设定为满足下式。

$$N \times Q \leq 2^M \cdots (1)$$

[0050] 此处,Q是由自发光指示体70的开关73、76区分的状态的数量,在本实施方式的例子中,Q=2或Q=4。例如,优选的是,在Q=4的情况下,在N=2时,将M设定为3以上的整数,在N=3~4时,将M设定为4以上的整数。此时,在位置检测部600(或控制部700)识别N个自发光指示体70和各自发光指示体70的开关73、76的状态时,使用在一组发光模式的M个单位发光期间内由各照相机310、320分别进行摄像而得到的M张图像执行该识别。另外,该M位的发光模式是在使照射检测光IDL维持断开状态的状态下将指示体信号光PSL设定为接通或断开

的模式，在由照相机310、320进行摄像而得到的图像中不映出不发光指示体80。因此，为了对用于检测不发光指示体80的位置的图像进行摄像，优选进一步追加使照射检测光IDL成为接通状态的1位的单位发光期间。但是，在位置检测用的单位发光期间内，指示体信号光PSL可以是接通/断开中的任意一方。在该位置检测用的单位发光期间内得到的图像也能够用于自发光指示体70的位置检测。

[0051] 对图3中描绘的5种信号光的具体例进行总结，如下所述。

[0052] (1) 投射图像光IML：为了将投射画面PS投射到屏幕面SS上而由投射透镜210投射到屏幕面SS上的图像光(可见光)。

[0053] (2) 照射检测光IDL：为了检测指示体780(自发光指示体70和不发光指示体80)的前端部而由检测光照射部410向屏幕面SS及其前方的空间照射的近红外光。

[0054] (3) 反射检测光RDL：作为照射检测光IDL进行照射的近红外光中的、由指示体780(自发光指示体70和不发光指示体80)反射并由2台照相机310、320接收的近红外光。

[0055] (4) 装置信号光ASL：为了取得投影仪100与自发光指示体70的同步而从投影仪100的信号光发送部430定期发出的近红外光。

[0056] (5) 指示体信号光PSL：在与装置信号光ASL同步的时刻从自发光指示体70的前端发光部77发出的近红外光。指示体信号光PSL的发光模式根据自发光指示体70的开关73、76的接通/断开状态进行变更。并且，具有识别多个自发光指示体70的固有的发光模式。

[0057] 在本实施方式中，分别如下所述执行自发光指示体70和不发光指示体80的前端部的位置检测、以及由自发光指示体70和不发光指示体80指示的内容的判别。

[0058] A2. 指示体的位置检测和接触检测：

[0059] 图5是示出投影仪和指示体的发光时刻的时序图。在本实施方式的交互式投影系统900中，按照图5所示的顺序进行指示体780(自发光指示体70、不发光指示体80)的位置检测和接触检测(指示体780的前端与屏幕面SS的接触的检测)。图5所示的顺序具有第1周期CY1～第4周期CY4这4个周期，各周期具有第1阶段PH1～第4阶段这4个阶段。即，在本顺序中，通过重复4次第1阶段PH1～第4阶段PH4，能够区分多个自发光指示体70和不发光指示体80来确定位置，并且能够区分多个自发光指示体70来检测接触。1个阶段相当于上述的单位发光期间。在图5中，示出使用笔1、笔2作为自发光指示体70的例子。笔1的笔ID是“10”，笔2的笔ID是“01”。将其与按钮开关标志(OFF=“0”、ON=“1”)以及接触标志(不接触=“0”、接触=“1”)相加后的模式作为上述的发光模式(发光ID)。自发光指示体70在第3阶段PH3内，按照所设定的发光ID进行发光。另外，摄像部300的照相机310、320与装置信号光ASL同步地，在第2阶段PH2、第3阶段、第4阶段内执行摄像。在图5中，图示了按钮开关标志为“0”、接触标志为“0”的情况。

[0060] 在本实施方式的交互式投影系统900中，自发光指示体70以及检测光照射部410分别与交互式投影仪100的信号光发送部430发出的装置信号光ASL(同步信号)同步地发光。

[0061] 当投影仪100启动后，从投影仪100的信号光发送部430发出同步用的装置信号光ASL，第1周期CY1的第一阶段PH开始。信号光发送部430在各周期的第一阶段PH1的开始的时刻发出装置信号光ASL。在本实施方式中，发出2个同步突发信号作为装置信号光ASL。

[0062] 自发光指示体70在信号光接收部74接收装置信号光ASL后，在第2阶段PH2和第4阶段PH4内发出指示体信号光PSL。在本顺序中，第1～第4阶段的各时间设定为同一时间，所

以,自发光指示体70在信号光接收部74中接收装置信号光ASL而识别第1阶段的开始时刻后,能够识别第2~第4阶段的开始时刻。

[0063] 并且,如上所述,自发光指示体70在第3阶段内,按照所设定的发光ID进行发光。即,在第3阶段PH3内,根据自发光指示体70的个体和有无接触,发光/不发光按照每个周期而不同。即,如后所述,第3阶段PH3是进行自发光指示体70的个体的判别和自发光指示体70的接触的检测的阶段。

[0064] 交互式投影仪100的检测光照射部410与装置信号光ASL同步地,在第2阶段PH2和第4阶段PH4内发出照射检测光IDL,在第3阶段PH3内不发出照射检测光IDL。照射检测光IDL由指示体780反射,所以,在第2阶段PH2和第4阶段PH4内产生反射检测光RDL。本实施方式中的第2阶段PH2和第4阶段PH4相当于权利要求中的第1期间,第3阶段PH3相当于权利要求中的第2期间。

[0065] 摄像部300的照相机310、320与装置信号光ASL同步地,在第2阶段PH2、第3阶段、第4阶段内执行摄像。照相机310、320在与自发光指示体70的发光对应的时刻执行摄像。此时,优选的是,以比指示体信号光PSL的脉冲宽度稍长的曝光时间执行摄像。通过这样设定曝光时间,能够抑制来自其他光源的噪声。在本实施方式中,将在第k周期(k=1、2、3、4)的第h阶段(h=1、2、3、4)内由摄像部300进行摄像而得到的图像称为摄像图像M<sub>kh</sub>(图5)。

[0066] 第2阶段PH2和第4阶段PH4是位置检测的阶段。在第2阶段PH2和第4阶段PH4内由第1照相机310、320进行摄像而得到的图像中包含自发光指示体70发出的指示体信号光PSL和指示体780(自发光指示体70、不发光指示体80)的反射光RDL。位置检测部600根据由2台照相机310、320进行摄像而得到的图像,通过三角测量来检测指示体780(自发光指示体70、不发光指示体80)的前端的三维位置。

[0067] 在自发光指示体70的情况下,在摄像图像中包含从配置在自发光指示体70的前端部71的前端发光部77发出的指示体信号光PSL。因此,根据摄像图像中包含的亮点,通过三角测量来计算自发光指示体70的前端部71的三维位置。

[0068] 另一方面,在不发光指示体80的情况下,在摄像图像中包含由不发光指示体80反射的反射检测光RDL。能够利用模板匹配或特征提取等公知技术来决定由2台照相机310、320进行摄像而得到的2张图像中的不发光指示体80的前端部81的位置。例如,在通过模板匹配来识别手指即不发光指示体80的前端部81的情况下,预先准备与手指有关的多个模板,在由2台照相机310、320进行摄像而得到的图像中检索符合这些模板的部分,由此能够识别手指的前端部81。根据通过模板匹配等而识别出的前端部81,通过三角测量来计算不发光指示体80的前端部81的三维位置。

[0069] 第3阶段PH3是进行指示体780的判别的阶段。如上所述,在第3阶段PH3内,交互式投影仪100的检测光照射部410不照射照射检测光IDL。因此,不会产生照射检测光IDL的反射光即反射检测光RDL。另一方面,如上所述,自发光指示体70在第3阶段PH3内,按照发光ID进行发光,所以,发光/不发光按照每个周期而不同。即,在第3阶段PH3内由摄像部300进行摄像而得到的图像中包含的光是自发光指示体70发出的指示体信号光PSL。在图5所示的例子的情况下,笔1在第1周期CY1的第3阶段PH3内发光,笔2在第2周期CY2的第3阶段PH3内发光。因此,例如,在第2阶段PH2和第4阶段PH4内进行摄像而得到的图像中包含3个光(关于反射检测光RDL,通过图案匹配等检测到的不发光指示体80的前端部81的光)的情况下,位置

检测部600判别为这3个光中的、与在第1周期CY1的第3阶段PH3内进行摄像而得到的图像中包含的光的三维位置(坐标)大致一致的坐标的光是笔1的三维位置(坐标)。这里,根据X、Y、Z坐标各自的2点间的距离是否为2mm以内,判别2个位置是否大致一致。在本实施方式中,将判定为2个位置大致一致的阈值设定为2mm,但是不限于此。例如,优选使用2mm~6mm左右的较小的值。同样,位置检测部600判别为与在第2周期CY2的第3阶段PH3内进行摄像而得到的图像中包含的光的三维位置(坐标)大致一致的坐标的光是笔2的三维位置(坐标)。位置检测部600在自发光指示体70的判别结束后,判别为在第2阶段PH2和第4阶段PH4内进行摄像而得到的图像中包含的3个光中的其余1点的三维位置是不发光指示体80的前端部81的三维位置。并且,在自发光指示体70的按钮开关73接通的情况下,在第3周期CY3的第3阶段内发光。位置检测部600与上述同样地区分笔1和笔2,判别按钮开关73的接通/断开。

[0070] 并且,第3阶段PH3还是进行检测自发光指示体70的前端部71与屏幕面SS的接触的接触检测的阶段。如上所述,自发光指示体70发出的指示体信号光PSL的发光ID的第4位是接触标志。因此,根据在第4周期CY4的第3阶段PH3内进行摄像而得到的图像(摄像图像M43)中是否包含光,能够检测自发光指示体70的接触。接触检测部800根据位置检测部600对摄像图像M13、23、43(图5)进行分析后的结果,区分自发光指示体70的个体(笔1、2)来检测接触。接触检测部800在判定为摄像图像43中不包含光时,判定为笔1、2均不接触。在摄像图像M43中包含一个光的情况下,接触检测部800判定为笔1、2中的任意一方接触。具体而言,接触检测部800在摄像图像M43中包含的光的三维位置与摄像图像M13(第1周期第3阶段)中包含的光的三维位置大致一致的情况下,判定为“笔1接触”、“笔2不接触”。另一方面,在摄像图像M43中包含的光的三维位置与摄像图像M23(第2周期第3阶段)中包含的光的三维位置大致一致的情况下,判定为“笔1不接触”、“笔2接触”。在摄像图像43中包含2个光的情况下,判定为“笔1、2均接触”。这样,接触检测部800根据自发光指示体70发出的指示体信号光PSL的发光模式(发光ID),检测自发光指示体70的接触。

[0071] 接触检测部800针对不发光指示体80的接触检测,根据通过三角测量决定的前端部81的Z坐标值与屏幕面SS的表面的Z坐标值之差是否为微小的容许差以下、即前端部81是否足够接近屏幕面SS的表面来进行检测。在本实施方式中,将容许差设定为2mm,但是不限于此。例如,优选使用2mm~6mm左右的较小的值。

[0072] 当指示体780的前端部的三维位置检测和接触检测以及按钮开关73的接通/断开判别结束后,控制部700根据位置检测部600和接触检测部800的检测结果,判别指示体780(自发光指示体70、不发光指示体80)的指示内容,使投射图像生成部500生成与指示内容对应的图像,通过投射部200在屏幕面SS上投射与指示内容对应的图像。例如,在前端部71的XY坐标的位置位于工具箱TB(图2(B))内的任意一个按钮上的状态下前端开关76或按钮开关73接通的情况下,选择该按钮的工具。并且,如图2(B)所示的那样,在前端部71的XY坐标位于投射画面PS内的工具箱TB以外的位置的状态下前端开关76或按钮开关73接通的情况下,选择基于所选择出的工具的处理(例如描绘)。控制部700利用自发光指示体70的前端部71的XY坐标( $X_{71}, Y_{71}$ )、不发光指示体80的前端部81的XY坐标( $X_{81}, Y_{81}$ ),以使得预先选择的该指针或标记配置在投射画面PS内的位置( $X_{71}, Y_{71}$ )、( $X_{81}, Y_{81}$ )的方式,使投射图像生成部500描绘该指针或标记。并且,控制部700执行与由自发光指示体70、不发光指示体80指示的内容对应的处理,使投射图像生成部500描绘包含其处理结果的图像。

[0073] 如上所述,在本实施方式中,根据自发光指示体70发出的指示体信号光PSL的发光模式进行自发光指示体70的接触检测。能够通过使用由2台照相机310、320进行摄像而得到的图像的三角测量求出自发光指示体70的前端部71的三维位置,所以,能够使用该三维位置执行自发光指示体70的前端部71的接触检测。但是,在自发光指示体70与屏幕面SS接触的状态下,自发光指示体70发出的指示体信号光PSL在屏幕面SS反射,所以,存在基于三角测量的自发光指示体70的前端位置的Z坐标的检测精度比不发光指示体80低的倾向。与此相对,根据本实施方式的交互式投影仪100,根据自发光指示体70发出的指示体信号光PSL的发光模式进行自发光指示体70的接触检测,所以,能够更高精度地执行自发光指示体70的接触检测。

[0074] A3. 另一例:

[0075] 图6是示出投影仪和指示体的发光时刻的另一例的时序图。在图6所示的顺序中,1个周期具有第1阶段PH1~第5阶段PH5这5个阶段。在该例子中,通过执行一次第1阶段PH1~第5阶段PH5,能够区分多个自发光指示体70和不发光指示体80而确定位置,并且能够区分多个自发光指示体70而检测接触。在该例子中,示出自发光指示体70不具有上述例子中的按钮开关73的结构。在图6中,示出使用笔21、笔22作为自发光指示体70的例子。笔21的笔ID是“10”,笔22的笔ID是“11”。将其与接触标志(不接触=“0”、接触=“1”)相加后的模式作为上述的发光模式(发光ID)。自发光指示体70在第2阶段PH2~第4阶段PH4内,按照所设定的发光ID进行发光。摄像部300的照相机310、320与装置信号光ASL同步地,在第2阶段PH2~第5阶段PH5内执行摄像。在图6中,图示了接触标志为“0”的情况。

[0076] 在该例子中,第2阶段PH2是进行自发光指示体70和不发光指示体80的判别的阶段。例如,在第2阶段PH2内进行摄像而得到的摄像图像M12和第5阶段PH5内进行摄像而得到的摄像图像M15中均包含光的情况下,位置检测部600判别为摄像图像M15中包含的光是自发光指示体70的反射检测光RDL。另一方面,在摄像图像M12中不包含光、摄像图像M15中包含光的情况下,位置检测部600判别为摄像图像M15中包含的光是不发光指示体80的反射检测光RDL。

[0077] 第3阶段PH3是进行笔21和笔22的判别的阶段。如上所述,在第3阶段PH3内,笔21不发光,笔22发光。因此,例如,在使用笔21、22双方的情况下,通过对摄像图像M13中包含的亮点的三维位置(坐标)和摄像图像M15中包含的亮点的三维位置(坐标)进行比较,能够进行笔21和笔22的判别。

[0078] 第4阶段PH4是进行检测自发光指示体70的前端部71与屏幕面SS的接触的接触检测的阶段。能够与上述例子同样地检测接触。第5阶段PH5是位置检测的阶段。能够与上述例子同样地检测三维位置。这样,在该例子中,通过执行一次第1阶段PH1~第5阶段PH5(1个周期),能够区分指示体780(笔21、笔22、不发光指示体80)来检测三维位置和接触。

[0079] B. 变形例:

[0080] 另外,本发明不限于上述实施例和实施方式,能够在不脱离其主旨的范围内以各种方式进行实施,例如还能够进行以下变形。

[0081] ■变形例1:

[0082] 在上述实施方式中,作为自发光指示体70发出的指示体信号光PSL的发光模式(发光ID),例示了4位的发光ID,但是,指示体信号光PSL的发光模式不限于上述实施方式,只要

构成为能够识别多个自发光指示体70并判定接触/不接触即可。并且,在上述实施方式中,根据按照图5所示的顺序进行摄像而得到的图像来执行指示体780的位置检测和接触判定,但是,不限于图5所示的顺序。例如,也可以省略第4阶段PH4。

[0083] ■ 变形例2:

[0084] 在上述实施方式中,设摄像部300具有2台照相机310、320,但是,摄像部300也可以具有3台以上的照相机。后者的情况下,根据利用m台(m为3以上的整数)照相机进行摄像而得到的m个图像,决定三维坐标(X,Y,Z)。例如,可以使用从m个图像中任意选择2个图像而得到的 $mC_2$ 个组合而分别求出三维坐标,使用它们的平均值决定最终的三维坐标。这样,能够进一步提高三维坐标的检测精度。

[0085] ■ 变形例3:

[0086] 在上述实施方式中,设交互式投影系统900能够在白板模式和PC交互式模式下进行动作,但是,系统也可以构成为仅在其中一个模式下进行动作。并且,交互式投影系统900也可以构成为仅在这2个模式以外的其他模式下进行动作,进而,还可以构成为能够在包含这2个模式的多个模式下进行动作。

[0087] ■ 变形例4:

[0088] 在上述实施方式中,设图3所示的照射检测光IDL、反射检测光RDL、装置信号光ASL、指示体信号光PSL全部是近红外光,但是,也可以是,其中一部分或全部为近红外光以外的光。

[0089] ■ 变形例5:

[0090] 在上述实施方式中,设投射画面被投射到平面状的屏幕板920上,但是,投射画面也可以被投射到曲面状的屏幕上。该情况下,能够使用通过2台照相机进行摄像而得到的图像,利用三角测量来决定指示体的前端部的三维位置,所以,能够决定指示体的前端部和投射画面的位置关系。

[0091] ■ 变形例6:

[0092] 在上述实施方式中,例示了交互式投影仪100具有检测光照射部410的结构,但是,也可以构成为不具有检测光照射部410。在交互式投影仪100不具有检测光照射部410的情况下,支承部件910等也可以具有向屏幕面SS及其前方的空间照射用于检测不发光指示体80的前端的照射检测光的结构。并且,也可以构成为2台照相机310、320双方具有接收包含可见光的光并进行摄像的摄像功能,根据接收包含可见光的光并进行摄像而得到的摄像图像来检测不发光指示体80的前端。

[0093] 以上根据若干个实施例对本发明的实施方式进行了说明,但是,上述发明的实施方式用于容易理解本发明,并不限定本发明。本发明能够在不脱离其主旨和权利要求的前提下进行变更、改良,并且,在本发明中当然包含其等效物。

[0094] 标号说明

[0095] 70:自发光指示体;71:前端部;72:轴部;73:按钮开关;74:信号光接收部;75:控制部;76:前端开关;77:前端发光部;80:不发光指示体;81:前端部;100:交互式投影仪;200:投射部;210:投射透镜;220:光调制部;230:光源;300:摄像部;310:第1照相机;320:第2照相机;410:检测光照射部;430:信号光发送部;500:投射图像生成部;510:投射图像存储器;600:位置检测部;700:控制部;900:交互式投影系统;910:支承部件;920:屏幕板。

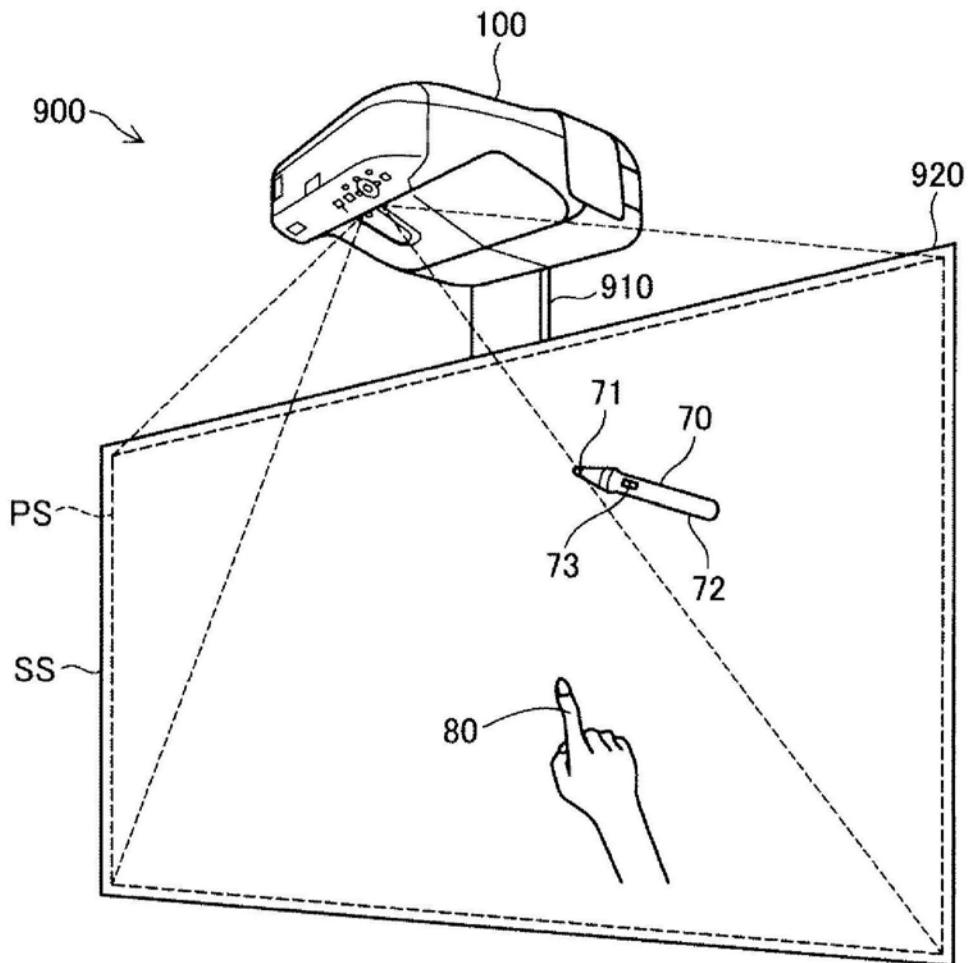


图1

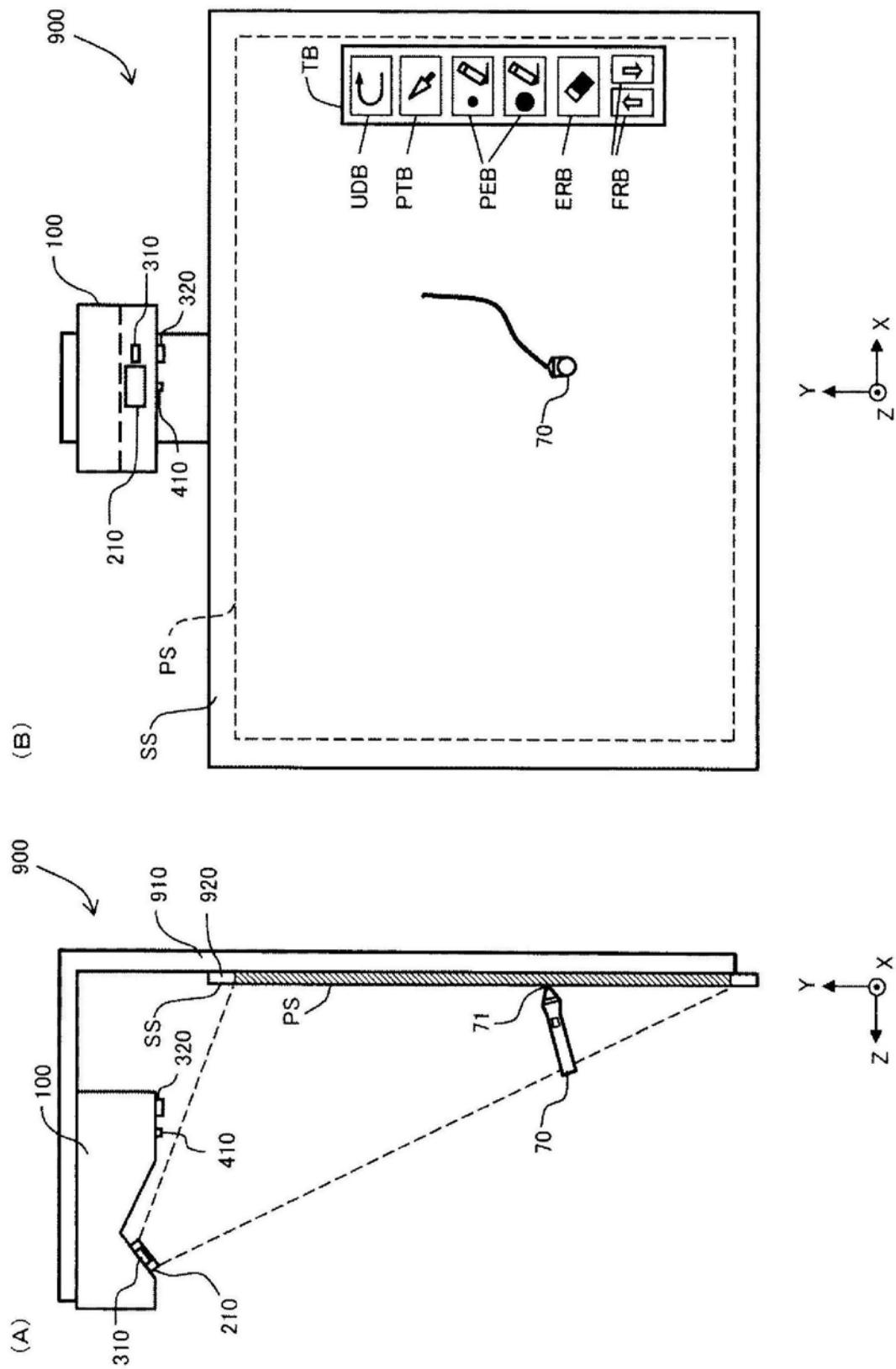
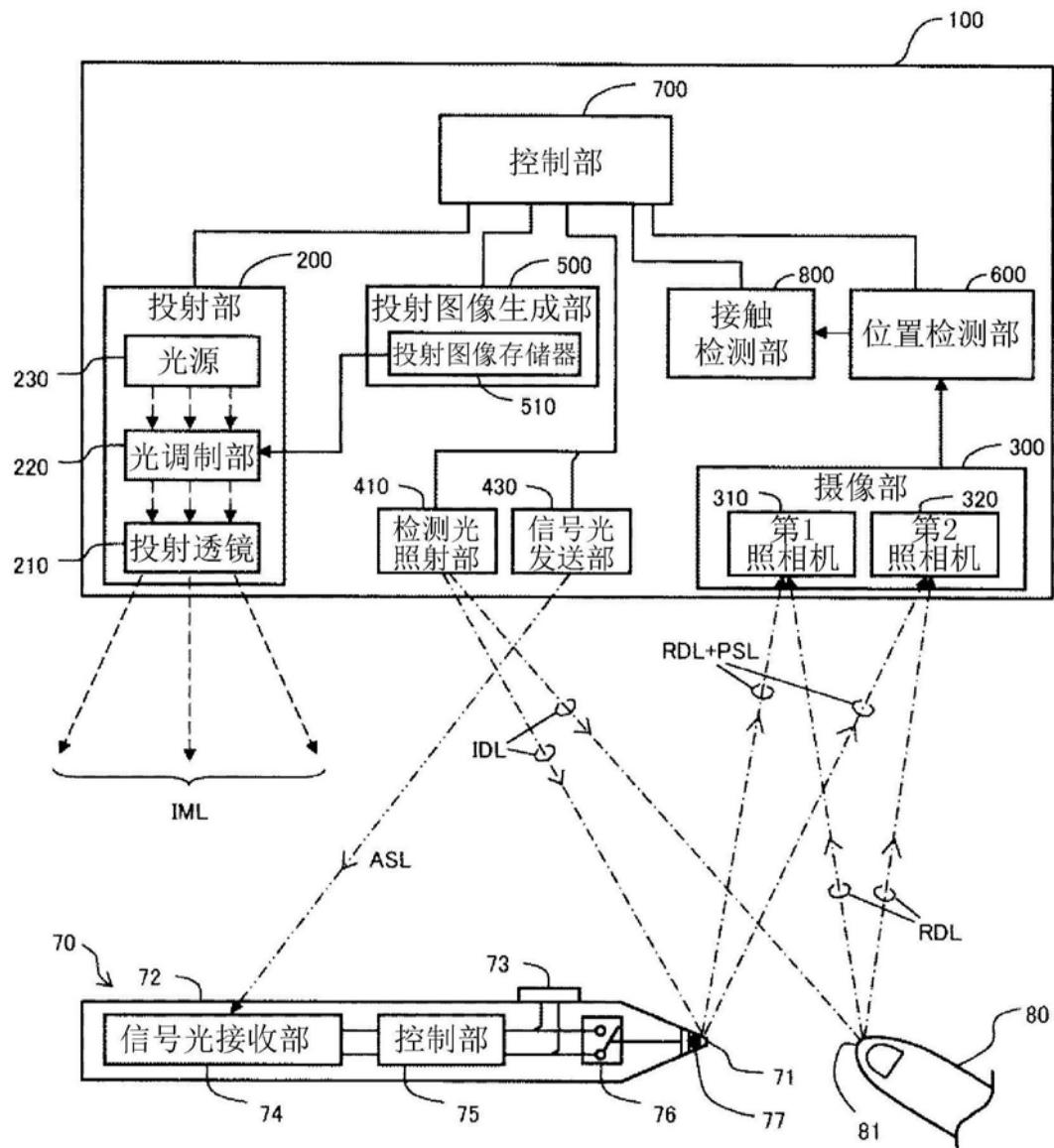


图2



IML: 投射图像光  
 IDL: 照射检测光  
 RDL: 反射检测光  
 ASL: 装置信号光  
 PSL: 指示体信号光

图3

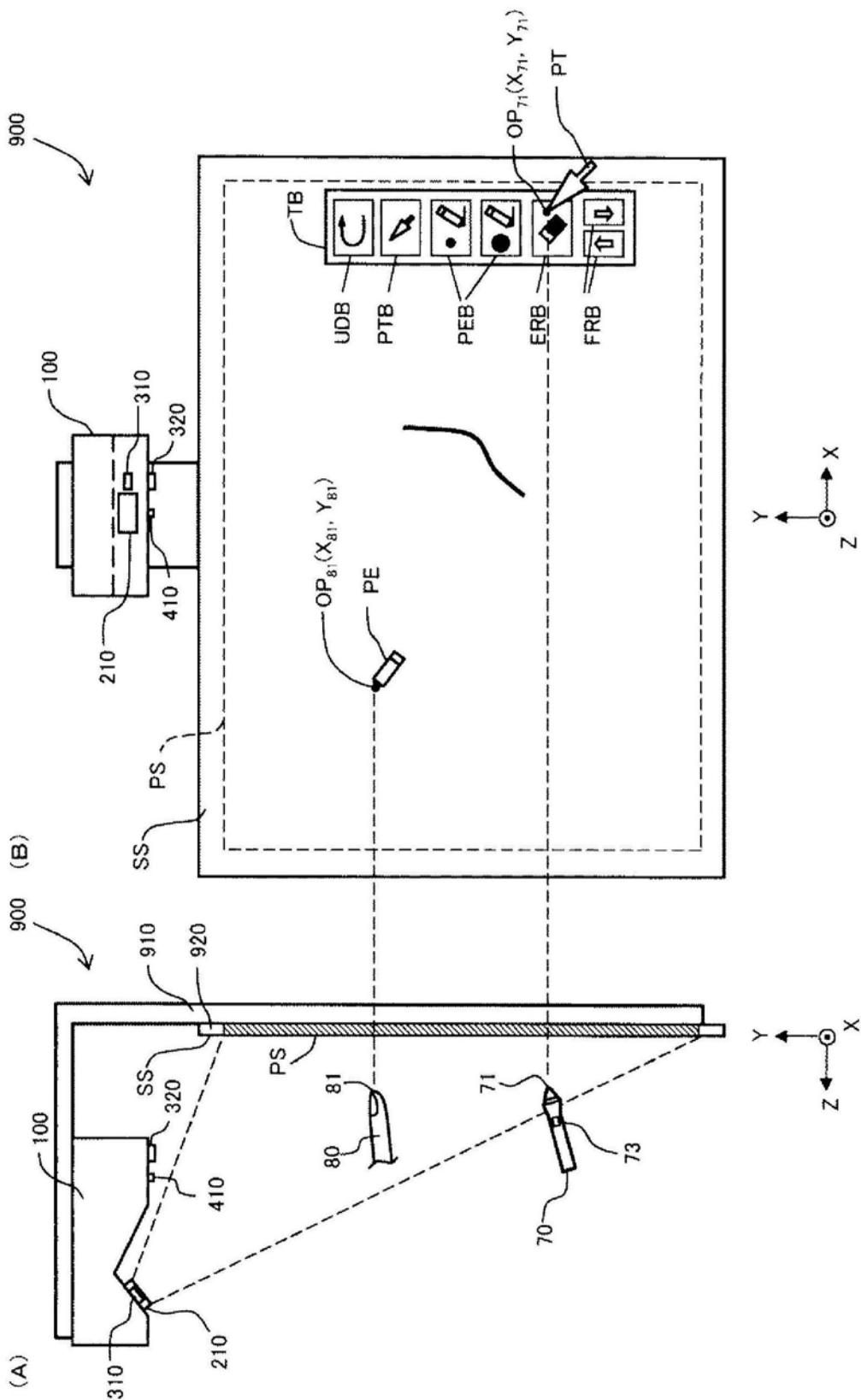


图4

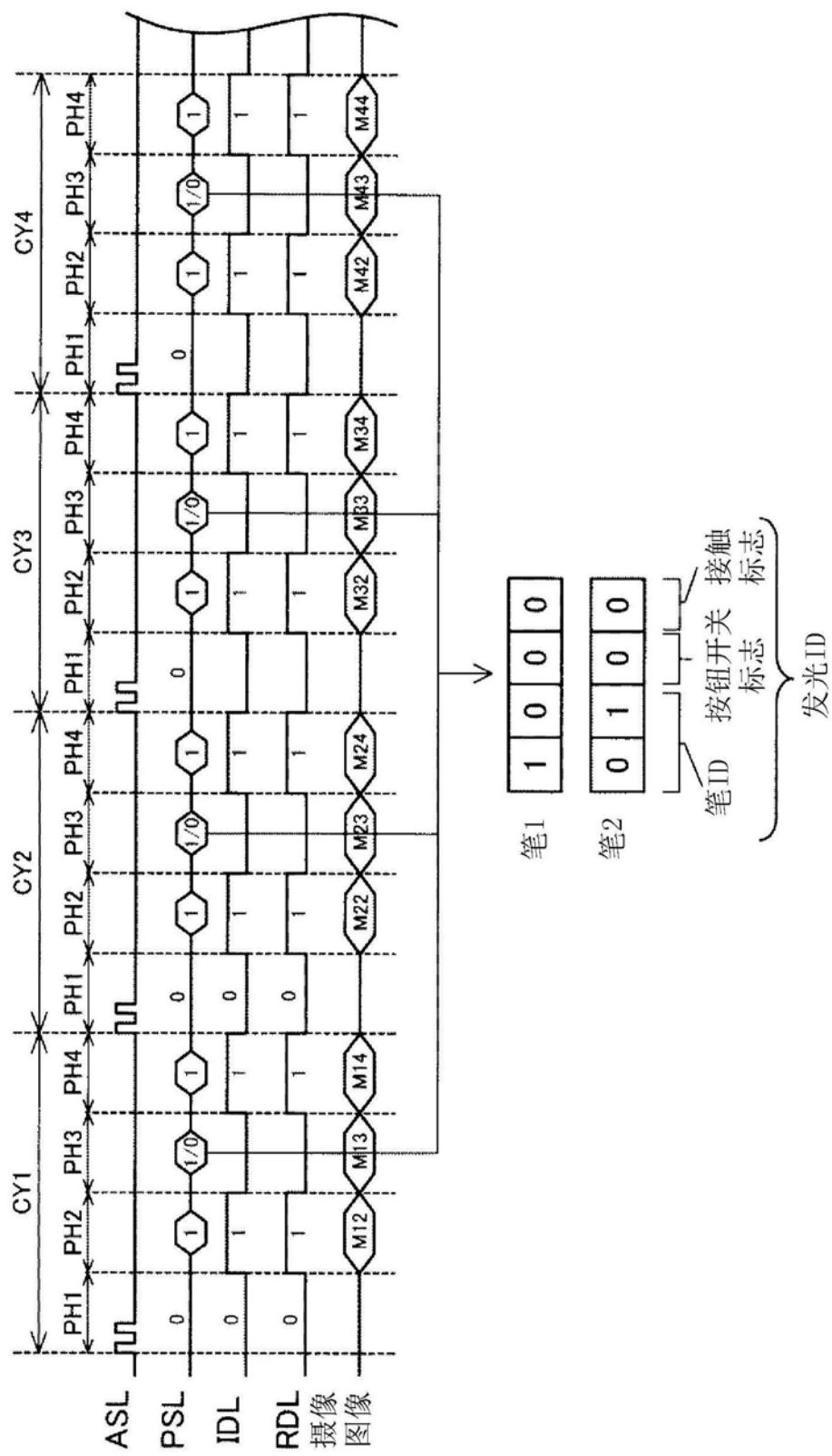


图5

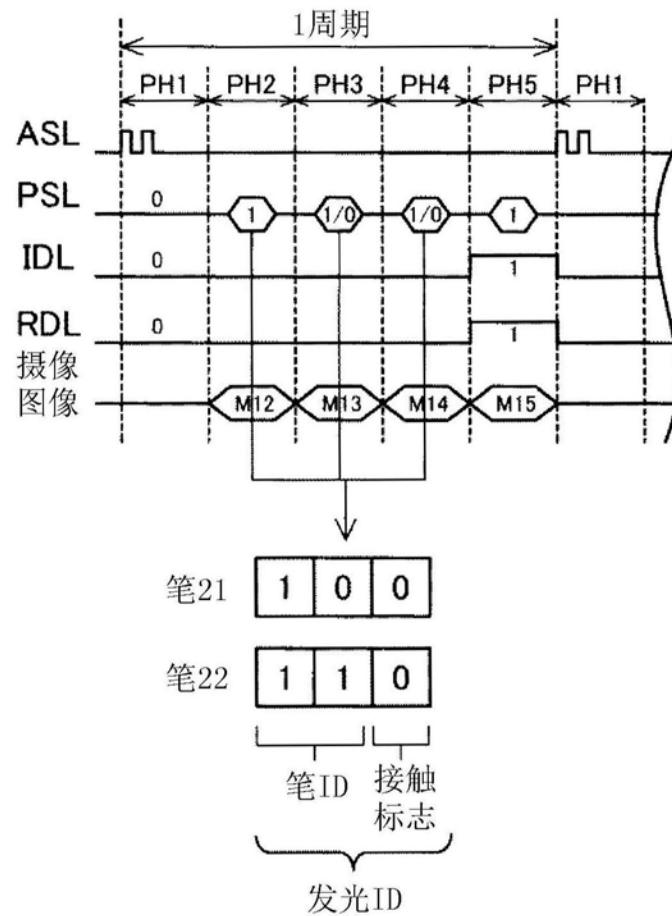


图6