



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103313010 B

(45)授权公告日 2018.01.02

(21)申请号 201310078540.7

(22)申请日 2013.03.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103313010 A

(43)申请公布日 2013.09.18

(30)优先权数据

2012-056949 2012.03.14 JP

(73)专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 古井志纪

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 舒艳君 李洋

(51)Int.Cl.

H04N 5/74(2006.01)

H04N 9/31(2006.01)

G03B 21/14(2006.01)

(56)对比文件

US 2010/0128231 A1, 2010.05.27,

审查员 田小娟

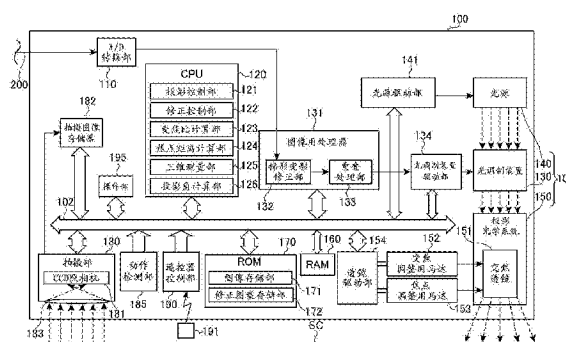
权利要求书3页 说明书13页 附图6页

(54)发明名称

投影仪以及投影仪的控制方法

(57)摘要

本发明涉及投影仪以及投影仪的控制方法。将调整用的图像投影于投影面,并基于该调整用的图像进行修正等处理的投影仪能够迅速、并且可靠地检测出投影面中的调整用的图像。该投影仪具备投影部(101),其将图像投影于投影面;投影控制部(121),其使投影部(101)投影包含第1图案以及第2图案的修正图案(177);以及修正控制部(122),其检测被投影的修正图案所包含的第1图案以及第2图案,并修正投影图像的变形,其中,修正控制部(122)检测投影到屏幕(SC)的第2图案,并基于检测出的第2图案的位置来检测第1图案的位置。



1. 一种投影仪,其特征在于,具备:
投影单元,其将图像投影于投影面;
控制单元,其使所述投影单元投影包含第1图案以及第2图案的调整用图像;以及
修正单元,其检测通过所述投影单元投影的所述调整用图像所包含的所述第1图案以及所述第2图案,并对投影图像的变形进行修正,

其中,所述修正单元检测投影到所述投影面的所述第2图案,并基于检测出的所述第2图案的位置来检测所述第1图案的位置,

所述投影单元具备投影透镜,

所述第2图案被配置为投影至所述投影透镜的光轴与所述投影面的交点的附近。

2. 根据权利要求1所述的投影仪,其特征在于,
所述第2图案的至少一部分包含由白色或者与作为所述调整用图像的背景而被投影的图像的颜色相比亮度高的颜色构成的平行的多条线。

3. 根据权利要求1所述的投影仪,其特征在于,
具备对所述投影面进行拍摄的拍摄单元,
所述修正单元从所述拍摄单元的拍摄图像检测出所述第1图案,并对投影图像的变形进行修正。

4. 根据权利要求2所述的投影仪,其特征在于,
具备对所述投影面进行拍摄的拍摄单元,
所述修正单元从所述拍摄单元的拍摄图像检测出所述第1图案,并对投影图像的变形进行修正。

5. 根据权利要求3所述的投影仪,其特征在于,
所述调整用图像包含构成为在所述拍摄单元的拍摄图像中在所述投影透镜的光轴的附近映现的规定的图形作为所述第2图案。

6. 根据权利要求4所述的投影仪,其特征在于,
所述调整用图像包含构成为在所述拍摄单元的拍摄图像中在所述投影透镜的光轴的附近映现的规定的图形作为所述第2图案。

7. 根据权利要求1~6中任意一项所述的投影仪,其特征在于,
所述修正单元在从修正所述投影图像的变形的处理的开始条件成立开始至规定的完成条件齐备为止的期间,多次执行修正所述投影图像的变形的处理。

8. 一种投影仪,其特征在于,具备:
投影单元,其将图像投影于投影面;
控制单元,其使所述投影单元投影包含第1图案以及第2图案的调整用图像;以及
修正单元,其检测通过所述投影单元投影的所述调整用图像所包含的所述第1图案以及所述第2图案,并对投影图像的变形进行修正,

其中,所述修正单元检测投影到所述投影面的所述第2图案,并基于检测出的所述第2图案的位置来检测所述第1图案的位置,

具备对所述投影面进行拍摄的拍摄单元,

所述修正单元从所述拍摄单元的拍摄图像检测出所述第1图案,并对投影图像的变形进行修正,

所述调整用图像包括配置为在所述拍摄单元的拍摄图像中在所述投影单元具备的投影透镜的光轴的核线上或者核线的附近映现的直线作为所述第2图案。

9. 根据权利要求8所述的投影仪,其特征在于,

所述调整用图像包括配置为在所述拍摄单元的拍摄图像中在所述投影透镜的光轴的核线上或者核线附近映现的规定形状的图形作为所述第2图案。

10. 根据权利要求8所述的投影仪,其特征在于,

所述调整用图像包含构成为在所述拍摄单元的拍摄图像中在所述投影透镜的光轴的附近映现的规定的图形作为所述第2图案。

11. 根据权利要求9所述的投影仪,其特征在于,

所述调整用图像包含构成为在所述拍摄单元的拍摄图像中在所述投影透镜的光轴的附近映现的规定的图形作为所述第2图案。

12. 根据权利要求8~11中的任意一项所述的投影仪,其特征在于,

所述修正单元在从修正所述投影图像的变形的处理的开始条件成立开始至规定的完成条件齐备为止的期间,多次执行修正所述投影图像的变形的处理。

13. 一种投影仪,其特征在于,具备:

投影单元,其将图像投影于投影面;

控制单元,其使所述投影单元投影包含第1图案以及第2图案的调整用图像;以及

修正单元,其检测通过所述投影单元投影的所述调整用图像所包含的所述第1图案以及所述第2图案,并对投影图像的变形进行修正,

其中,所述修正单元检测投影到所述投影面的所述第2图案,并基于检测出的所述第2图案的位置来检测所述第1图案的位置,

具备对所述投影面进行拍摄的拍摄单元,

所述修正单元从所述拍摄单元的拍摄图像检测出所述第1图案,并对投影图像的变形进行修正,

所述调整用图像包括配置为在所述拍摄单元的拍摄图像中在所述投影单元具备的投影透镜的光轴的核线上或者核线附近映现的规定形状的图形作为所述第2图案。

14. 根据权利要求13所述的投影仪,其特征在于,

所述调整用图像包含构成为在所述拍摄单元的拍摄图像中在所述投影透镜的光轴的附近映现的规定的图形作为所述第2图案。

15. 根据权利要求13或者14所述的投影仪,其特征在于,

所述修正单元在从修正所述投影图像的变形的处理的开始条件成立开始至规定的完成条件齐备为止的期间,多次执行修正所述投影图像的变形的处理。

16. 一种投影仪的控制方法,其特征在于,

对具备了将图像投影于投影面的投影单元的投影仪进行控制,

通过所述投影单元对包含第1图案以及第2图案的调整用图像进行投影,

检测通过所述投影单元投影的所述调整用图像所包含的所述第1图案以及所述第2图案,并对投影图像的变形进行修正,

检测投影在所述投影面的所述第2图案,并基于检测出的所述第2图案的位置来检测所述第1图案的位置,

从对所述投影面进行拍摄所得的拍摄图像检测出所述第1图案,并对投影图像的变形进行修正,

所述调整用图像包括配置为在所述拍摄图像中在所述投影单元具备的投影透镜的光轴的核线上或者核线附近映现的规定形状的图形作为所述第2图案。

投影仪以及投影仪的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及在投影面上投影图像的投影仪、以及投影仪的控制方法。

背景技术

[0002] 以往,在投影面上投影图像的投影仪中,已知具备了修正投影图像的梯形变形的功能的投影仪(例如,参照专利文献1)。此种投影仪投影用于修正图像的调整用图像,对投影面进行拍摄,并从拍摄图像中检测出构成图像,从而进行变形修正。这种调整用图像例如由多个白色的测量点、直线构成,投影仪在修正变形的处理中,基于拍摄图像中的测量点、直线的位置,求出投影仪相对于投影面的角度、距离。

[0003] 专利文献1:日本特开2010-128102号公报

[0004] 但是,投影面中的调整用图像的位置因投影仪的变焦比等的影响发生变化,所以在投影面与投影仪的位置关系不明确的状态下,不清楚调整用图像位于投影面的哪个位置。因此,上述以往的投影仪以投影面整体为对象来搜索调整用图像,所以成为耗费时间的过程。因此,期望一种短时间内并且可靠地检测出投影到投影面的调整用图像的手法。

发明内容

[0005] 本发明是鉴于上述情况完成的,目的在于在投影面上投影调整用图像,并基于该调整用图像进行修正等处理的投影仪能够迅速、并且准确地检测出投影面中的调整用图像。

[0006] 为了实现上述目的,本发明的特征在于,具备:投影单元,其将图像投影于投影面;控制单元,其使上述投影单元投影包含第1图案以及第2图案的调整用图像投影;以及修正单元,其检测通过上述投影单元投影的上述调整用图像所包含的上述第1图案以及上述第2图案,并对投影图像的变形进行修正,上述修正单元检测投影到上述投影面的上述第2图案,并基于检测出的上述第2图案的位置来检测上述第1图案的位置。

[0007] 根据本发明,通过检测调整用图像所包含的第2图案,能够基于该第2图案的位置检测出第1图案的位置。因此,第1图案不要求为容易检测的位置以及形状。因此,例如,若采用被配置为容易检测的第2图案和适于投影图像的变形修正的第1图案,则能够迅速地检测出调整用图像,能够迅速并且高精度地修正图像。也就是说,不管用于修正的第1图案的形状,投影仪都能够迅速地检测出调整用图像。

[0008] 另外,本发明的特征在于,在上述投影仪中,上述投影单元具备投影透镜,上述第2图案被配置为投影至上述投影透镜的光轴与上述投影面的交点的附近。

[0009] 根据本发明,调整用图像所包含的第2图案被配置为不容易受投影仪的变焦比的影响,所以该第2图案的位置不依赖于投影仪和投影面的位置关系而能够进行推测。因此,投影仪能够在投影了调整用图像的状态下迅速地检测出第2图案,并进行基于该第2图案的位置的推测,从而能够迅速地检测出第1图案。

[0010] 另外,本发明的特征在于,在上述投影仪中,上述第2图案的至少一部分包含由白

色或者与作为上述调整用图像的背景而被投影的图像中的颜色相比亮度高的颜色构成的平行的多条线。

[0011] 根据本发明,能够更迅速地检测出调整用图像所包含的第2图案。

[0012] 另外,本发明的特征在于,在上述投影仪中,具备对上述投影面进行拍摄的拍摄单元,上述修正单元从上述拍摄单元的拍摄图像中检测上述第1图案,并对投影图像的变形进行修正。

[0013] 根据本发明,能够将上述第1图案从对上述投影面进行拍摄的拍摄图像中迅速地检测出来,并修正图像。

[0014] 另外,本发明的特征在于,在上述投影仪中,上述调整用图像包含被配置为在上述拍摄单元的拍摄图像中在上述投影透镜的光轴的核线上或者核线的附近映现的直线作为上述第2图案。

[0015] 根据本发明,位于核线上或者核线的附近的第2图案不容易受投影仪的变焦比影响,在拍摄图像中处于大致相同的位置,能够容易地检测出来。因此,能够更迅速地检测出第2图案。

[0016] 另外,本发明的特征在于,在上述投影仪中,上述调整用图像包含被配置为在上述拍摄单元的拍摄图像中在上述投影透镜的光轴的核线上或者核线的附近映现的规定形状的图形作为上述第2图案。

[0017] 根据本发明,第2图案不管变焦比而在拍摄图像中的大致相同的位置上,所以能够更迅速地检测出第2图案。

[0018] 另外,本发明的特征在于,在上述投影仪中,上述调整用图像包含被构成为在上述拍摄单元的拍摄图像中在上述投影透镜的光轴附近映现的规定的图形作为上述第2图案。

[0019] 根据本发明,第2图案位于拍摄图像中的大致相同的位置上,因此能够更迅速地检测出第2图案。

[0020] 另外,本发明的特征在于,在上述投影仪中,上述修正单元从修正上述投影图像的变形的处理的开始条件成立开始至规定的完成条件齐备为止的期间,多次执行修正上述投影图像的变形的处理。

[0021] 根据本发明,从修正变形的处理的开始条件成立开始至该处理的完成条件齐备为止的期间多次执行修正变形的处理,通过该处理能够迅速、并且可靠地执行检测调整用图像的处理。因此,能够减少修正变形的处理所需要的时间以及处理的负担,例如能够将该处理在短周期内执行多次。另外,通过进行多次处理从而不产生等待时间,能够提高用户的便利性。

[0022] 另外,为了实现上述目的,本发明的特征在于,对具备了将图像投影于投影面的投影单元的投影仪进行控制,通过上述投影单元对包含第1图案以及第2图案的调整用图像进行投影,检测通过上述投影单元投影的上述调整用图像所包含的上述第1图案以及上述第2图案,并对投影图像的变形进行修正,检测投影在上述投影面的上述第2图案,并基于检测出的上述第2图案的位置来检测上述第1图案的位置。

[0023] 根据本发明,通过检测调整用图像所包含的第2图案,能够基于该第2图案的位置来检测第1图案的位置。因此,例如若采用容易检测的第2图案和适于投影图像的变形修正的第1图案,则能够迅速地检测出调整用图像,能够迅速并且高精度地修正图像。也就是说,

不管用于修正的第1图案的形状如何,投影仪都能够迅速地检测出调整用图像。

[0024] 根据本发明,能够迅速、并且正确地检测出调整用图像。

附图说明

[0025] 图1是表示实施方式所涉及的投影仪的构成的框图。

[0026] 图2是表示投影仪和屏幕的相对位置与拍摄图像的关系的说明图,图2(A)以及图2(B)表示投影仪和屏幕的相对位置,图2(C)表示拍摄图像中的核线。

[0027] 图3是表示投影仪投影的修正图案的说明图,图3(A)表示被投影的图像的例子,图3(B)表示修正图案的例子,图3(C)表示光调制装置描绘图像与修正图案的例子,图3(D)表示拍摄图像的例子。

[0028] 图4是表示投影仪的变焦比与拍摄图像的关系的说明图,图4(A)~(D)表示各种改变投影距离和变焦比的情况下的拍摄图像的例子。

[0029] 图5是表示投影仪的动作的流程图。

[0030] 图6是表示修正图案的其他例子的图,图6(A)表示修正图案的例子,图6(B)表示光调制装置描绘图像与修正图案的例子,图6(C)表示拍摄图像的例子。

具体实施方式

[0031] 以下,参照附图对应用了本发明的实施方式进行说明。

[0032] 图1是表示实施方式所涉及的投影仪100的整体构成的框图。投影仪100基于存储在内置的图像存储部171的图像,或者从个人计算机、各种视频播放器等外部的图像供给装置(省略图示)输入的图像数据,向屏幕SC投影图像。在本实施例中,屏幕SC大致直立,屏幕面成为矩形形状。

[0033] 输入到投影仪100的图像数据可以是动态图像(视频)数据也可以是静止图像数据,投影仪100能够将视频投影到屏幕SC,也能够将静止图像持续投影到屏幕SC。在以下的实施方式中,以基于经由电缆200从外部的图像供给装置输入的模拟图像信号来投影图像的情况为例进行说明。

[0034] 投影仪100大致区分为,由进行光学性的图像的形成的投影部101(投影单元)、和控制投影仪100整体的动作,并对图像信号进行电处理的图像处理系统构成。投影部101由光源140、光调制装置130、投影光学系统150构成。作为光源140,能够使用氙气灯、超高压水银灯、LED(Light Emitting Diode:发光二极管)、激光光源等。另外,光源140也可以具备将光源140发出的光导入至光调制装置130的反射镜以及辅助反射镜、使光源140发出的光在到达光调制装置130的路径上减少的调光元件(省略图示)。

[0035] 光调制装置130接收来自后述的图像处理系统的信号,将光源140发出的光调制成图像光。作为光调制装置130的具体构成,例如列举了使用与RGB的各种颜色对应的3块透射型或者反射型的液晶光阀的方式。在该情况下,在光调制装置130中,光源140发出的光通过二向色镜等被分离为R、G、B的各种颜色的光并入射,通过光调制装置130所具备的各色液晶面板调制各种颜色的光,之后,通过交叉分色棱镜合成各种颜色的光,并导入至投影光学系统150。在本实施方式中,光调制装置130构成为具备透射型液晶面板。光调制装置130被后述的光调制装置驱动部134驱动,通过使配置成矩阵状的各像素中的光的透光率变化来

形成图像。

[0036] 投影光学系统150具备进行投影的图像的放大、缩小以及焦点的调整的变焦透镜151、调整变焦的程度的变焦调整用马达152、以及进行焦距的调整的焦距调整用马达153。在投影光学系统150入射通过光调制装置130调制的光,该光经由变焦透镜151被投影在屏幕SC上,成像为投影图像。变焦透镜151由包括多个透镜的透镜组构成。通过变焦调整用马达152和焦距调整用马达153来驱动变焦透镜151,进行各透镜的位置调整等,从而执行进行屏幕SC上的投影图像的放大、缩小的变焦调整、在屏幕SC上适当地使投影图像成像的焦点调整。

[0037] 图像处理系统以统一控制投影仪100整体的CPU120和图像用处理器131为中心而构成,具备A/D转换部110、光调制装置驱动部134、光源驱动部141、透镜驱动部154、RAM160、包括图像存储部171以及修正图案存储部172的ROM170、具备CCD照相机181的拍摄部180(拍摄单元)、拍摄图像存储器182、动作检测部185、遥控器控制部190、遥控器191、操作部195等。这些构成图像处理系统的各要素经由总线102互相连接。

[0038] A/D转换部110是对从上述的外部的图像供给装置经由电缆200输入的模拟信号进行A/D转换的装置,将转换后的数字信号输出给图像用处理器131。

[0039] CPU120与图像用处理器131一起进行投影仪100中的图像处理。CPU120除了具备进行与投影仪100的投影有关的控制的投影控制部121之外,还具备修正控制部122、变焦比计算部123、焦点距离计算部124、三维测量部125、以及投影角计算部126。这些各部通过CPU120执行在ROM170中预先存储的程序来实现。CPU120的投影控制部121作为控制单元发挥作用。

[0040] 图像用处理器131具备梯形变形修正部132和重叠处理部133。图像用处理器131按照CPU120的控制,处理从A/D转换部110输入的图像数据,并生成用于通过光调制装置130描绘投影图像的图像信号,输出给光调制装置驱动部134。该图像用处理器131可以使用作为梯形变形修正用、图像处理用的DSP(数字信号处理器)而销售的通用的处理器构成,也可以作为专用的ASIC构成。另外,在投影仪100投影存储在图像存储部171的图像数据的情况下,图像用处理器131针对该图像数据进行上述的处理。

[0041] 光调制装置驱动部134基于从图像用处理器131输入的图像信号,驱动光调制装置130。由此,在光调制装置130的图像形成区域形成与输入到A/D转换部110的图像信号对应的图像,该图像经由投影光学系统150在屏幕SC上形成为投影图像。

[0042] 光源驱动部141根据从CPU120输入的指示信号对光源140施加电压,使光源140点亮以及熄灭。

[0043] 透镜驱动部154按照CPU120的控制来驱动变焦调整用马达152和焦距调整用马达153,进行变焦调整以及焦距调整。

[0044] RAM160形成暂时保存CPU120、图像用处理器131执行的程序、数据的工作区。另外,图像用处理器131也可以将自身进行的图像的显示状态的调整处理等各处理的执行时所需的工作区作为内置RAM来具备。

[0045] ROM170存储为了实现上述的各处理部而CPU120执行的程序、与该程序有关的数据等。另外,ROM170具备存储由投影部101投影的图像的图像存储部171、以及存储了上述变形修正处理所使用的修正图案的修正图案存储部172。

[0046] 拍摄部180具备使用了周知的图像传感器亦即CCD的CCD照相机181、和被配置在CCD照相机181的前方的照相机透镜183。拍摄部180被设置在投影仪100的前面,即、通过CCD照相机181能够对投影光学系统150朝向屏幕SC投影图像的方向进行拍摄的位置。也就是说,拍摄部180被设置为拍摄与投影光学系统150的投影方向相同的方向。详细地说,照相机透镜183的光轴可以与变焦透镜151的光轴平行,但也可以为照相机透镜183的光轴向变焦透镜151的光轴侧稍微倾斜的构成。

[0047] 在拍摄部180中,设定CCD照相机181以及照相机透镜183的拍摄方向以及视角,以使在被推荐的投影距离上投影到屏幕SC上的投影图像的整体至少进入到拍摄范围内。CCD照相机181除了CCD之外,还可以具备从CCD读出图像信号的控制电路等。另外,照相机透镜183除了在CCD上形成图像的单焦点透镜之外,还可以具备调整入射到CCD的光量的自动光圈等机构。CCD照相机181拍摄的拍摄图像的数据从拍摄部180输出至拍摄图像存储器182,并被重复写入到拍摄图像存储器182的规定区域。若完成1个画面的图像数据的写入,则拍摄图像存储器182将规定区域的标志依次反转,所以CPU120通过参照该标志能够得知使用拍摄部180进行的拍摄是否完成。CPU120一边参照该标志,一边访问拍摄图像存储器182来获取所需的拍摄图像数据。

[0048] 动作检测部185具备陀螺传感器、加速度传感器,检测出投影仪100的主体的动作,并将检测值输出给CPU120。对动作检测部185的检测值预先设定阈值,在通过动作检测部185检测到超过阈值的动作的情况下,CPU120判定投影仪100已动作。另外,在通过动作检测部185所检测到的动作为阈值以下,且该状态超过预先设定的待机时间而持续的情况下,CPU120判定投影仪100已静止。

[0049] 另外,也可以构成为在动作检测部185设定阈值,在动作检测部185的检测值超过了阈值的情况,以及在动作检测部185的检测值成为阈值以下并经过了待机时间的情况下,动作检测部185将检测信号输出给CPU120,在该情况下,能够减轻CPU120的负荷。

[0050] 遥控器控制部190接收从投影仪100的外部的遥控器191发送的无线信号。遥控器191具备由用户操作的操作件(省略图示),并将与针对操作件的操作对应的操作信号作为红外线信号或者使用了规定频率的电波的无线信号进行发送。遥控器控制部190具备接收红外线信号的受光部(省略图示)或接收无线信号的接收电路(省略图示),接收从遥控器191发送的信号并解析,生成表示用户的操作的内容的信号并输出给CPU120。

[0051] 操作部195例如由配置在投影仪100的主体的操作面板的操作件(省略图示)构成。若检测到针对上述操作件的操作,则操作部195将与操作件对应的操作信号输出给CPU120。作为该操作件,有指示电源开启/关闭的开关、指示变形修正处理开始的开关等。

[0052] 这里,对CPU120以及图像用处理器131的功能进行说明。

[0053] 投影控制部121基于A/D转换部110输出的图像数据来控制通过投影部101投影图像的动作。具体地说,投影控制部121进行通过光源驱动部141使光源140随着投影仪100的电源开启/关闭而点亮/熄灭的控制、使图像用处理器131处理A/D转换部110输出的图像数据的控制等。

[0054] 另外,投影控制部121具有使修正控制部122控制梯形变形修正部132,使修正梯形变形的变形修正处理开始以及结束的功能。这里,修正控制部122与梯形变形修正部132合作,作为修正单元发挥作用。

[0055] 作为开始变形修正处理的开始条件,例如预先设定有基于动作检测部185的检测值来检测投影仪100的动作,或者通过操作部195或者遥控器191的操作来指示变形修正处理。在符合设定的任意一项条件的情况下,投影控制部121判定变形修正处理的开始条件成立,控制图像用处理器131的重叠处理部133,使存储在修正图案存储部172的修正图案(调整用图像)重叠于投影中的图像并投影。由此,在屏幕SC上重叠显示从变形修正处理的开始前投影的图像与修正图案。

[0056] 投影控制部121通过修正控制部122使变形修正处理执行。若修正控制部122使变形修正处理开始,则存储在图像存储部171中的修正图案被投影在屏幕SC的状态下,使拍摄部180对屏幕SC进行拍摄,并从拍摄图像存储器182获取拍摄图像数据。修正控制部122进行根据获取的拍摄图像数据检测出修正用图案的图像的处理。并且,基于检测出的修正用图案的图像,通过变焦比计算部123、焦点距离计算部124、三维测量部125以及投影角计算部126的各处理部的动作,计算相对于屏幕SC的平面的、从投影仪100投影的投影光的光轴的倾斜度亦即投影角,以及投影仪100与屏幕SC的相对距离(以下,称为投影距离)。并且,与计算出的投影距离对应地控制透镜驱动部154,进行焦距调整。

[0057] 另外,修正控制部122基于通过变焦比计算部123、焦点距离计算部124、三维测量部125以及投影角计算部126的各处理部的动作来计算出的投影角以及投影距离,计算用于进行变形修正处理的参数。该参数是用于使通过光调制装置130描绘的图像变形以补偿屏幕SC上的投影图像的变形的参数,例如,包含定义变形的方向、变形量等的的数据。修正控制部122将计算出的参数输出给梯形变形修正部132,并使梯形变形修正部132执行变形修正处理。

[0058] 变焦比计算部123、焦点距离计算部124、三维测量部125以及投影角计算部126各处理部按照修正控制部122的控制,进行用于计算投影距离、投影角所需的处理。

[0059] 图像用处理器131是处理从A/D转换部110输入的图像数据的功能部。图像用处理器131针对投影对象的图像数据进行调整亮度、对比度、颜色的浓度、色调等的图像的显示状态的处理,并将处理后的图像数据输出给光调制装置驱动部134。

[0060] 图像用处理器131具备的梯形变形修正部132根据从修正控制部122输入的参数,进行使A/D转换部110输出的图像数据的图像变形的处理。

[0061] 重叠处理部133具有使存储在修正图案存储部172的修正图案重叠于投影图像的功能。这里,重叠处理部133连接于梯形变形修正部132的后段,在重叠处理部133输入梯形变形修正部132的处理后的图像数据。因此,无论在梯形变形修正部132进行变形修正处理的情况下,还是在未进行变形修正处理的情况下,重叠处理部133都在经过了梯形变形修正部132的图像数据上重叠修正图案。另外,根据该构成,针对重叠处理部133重叠了修正图案的图像,不实施变形修正处理。也就是说,投影仪100投影的修正图案始终处于不实施变形修正处理的状态。这种重叠处理部133使修正图案重叠的图像通过投影光学系统150投影于屏幕SC,基于该投影图像进行上述的变形修正处理。

[0062] 这里,对投影仪100基于拍摄部180的拍摄图像数据检测修正图案的动作进行详细的说明。

[0063] 图2是表示投影仪100和屏幕SC的相对位置与拍摄图像的关系的说明图,图2(A)以及图2(B)表示投影仪和屏幕的相对位置,图2(C)表示拍摄图像中的核线。另外,图2(A)表示

屏幕SC的背面。

[0064] 图2(A)是投影仪100以及屏幕SC的立体图。在该图2(A)所示的例子中,投影仪100设置在屏幕SC的大致正面,与屏幕SC正对。变焦透镜151的光轴15a与CCD照相机181的光轴18a大致平行,将光轴15a与屏幕SC的交点设为关注点CP,将光轴18a与屏幕SC的交点设为拍摄中心点CF。在变焦透镜151以及照相机透镜183被固定于投影仪100的主体的情况下,变焦透镜151与照相机透镜183的相对位置关系被固定。

[0065] 图2(B)是表示图2(A)的状态的俯视图。在屏幕SC上,从变焦透镜151向以关注点CP为中心的投影范围P投影图像。另外,拍摄部180对以拍摄中心点CF为中心的拍摄范围F进行拍摄。

[0066] 在该图2(B)所示的状态下,如图2(C)所示,在拍摄部180拍摄的拍摄图像201中映现包含关注点CP的范围。在拍摄图像201上,光轴15a相当于与关注点CP连接的直线,该直线是变焦透镜151的光轴的核线201a。在以下的说明中仅称为核线201a。但是,在实际的拍摄图像上未映现关注点CP以及核线201a作为图像,图2(C)例示核线201a以及关注点CP的位置关系。该例的核线201a相当于图2(B)中以符号L表示的范围的光轴15a。

[0067] 核线201a对应于变焦透镜151的光轴15a的位置,所以不会因投影光学系统150的变焦比而较大地移动。即,在变更变焦透镜151的变焦比,而放大/缩小图像的情况下,在屏幕SC上以光轴15a(关注点CP)为中心放大或者缩小图像。因此,即使变更变焦比,屏幕SC上的图像的放大/缩小的中心亦即关注点CP以及光轴15a的位置也不发生变化。另外,存在拍摄图像201中的关注点CP以及核线201a的位置根据投影仪100和屏幕SC之间的距离而发生变化的情况。这是由于光轴15a与光轴18a不完全一致。然而,拍摄图像201中的关注点CP以及核线201a的位置的变化量(移动量)较小,几乎不发生例如关注点CP以及核线201a从拍摄图像201的视角脱离的情况。

[0068] 图3是表示投影仪100投影的修正图案的说明图,图3(A)表示被投影的图像的例子,图3(B)表示修正图案的例子,图3(C)表示光调制装置描绘图像和修正图案的例子,图3(D)表示拍摄图像的例子。

[0069] 在本实施方式中,对如图3(A)所示,投影矩形的图像175的例子进行说明。而且,在本实施方式中,作为修正图案的例子,列举图3(B)表示的修正图案177。修正图案177中在四角附近配置正方形的黑色的标记177a(第1图案),整体具有矩形。各标记177a是在黑色的正方形中包含白色的点的图形。而且,修正图案177中配置有直线状的黑色区域177b(第2图案),并与该黑色区域177b重叠地配置有2个位置标记177c(第2图案)。位置标记177c是具有规定形状的图形,在图3的例子中是矩形。另外,位置标记177c的颜色成为白色,以能够在黑色区域177b上明确地区别。

[0070] 若重叠处理部133将修正图案177重叠于图像175,则在光调制装置130的可形成图像区域136上,描绘出图3(C)所示的图像。该图3(C)的例子表示进行修正梯形变形的处理之前的状态,广泛使用光调制装置130的可形成图像区域136描绘图像。因此,在可形成图像区域136的整体上形成(描绘)图像175,与该图像175重叠描绘修正图案177。修正图案177除了标记177a、黑色区域177b以及位置标记177c之外均为透明,所以在图像175上重叠描绘标记177a、黑色区域177b以及位置标记177c。

[0071] 这样,若将在图像175上重叠了修正图案177的图像投影于屏幕SC,并通过拍摄部

180进行拍摄,则拍摄图像如图3(D)所示。该图3(D)的拍摄图像201中映现有图像175以及修正图案177。

[0072] 并且,黑色区域177b被配置为在与核线201a重叠的位置,或者核线201a的附近映现。拍摄图像201中的核线201a的位置能够根据变焦透镜151与照相机透镜183的位置关系大致确定。另外,基于修正图案177的分辨率和可形成图像区域136的分辨率也能够确定可形成图像区域136中修正图案177的描绘位置。这样,在修正图案177中,黑色区域177b被配置为投影在与核线201a重叠的位置上,或者核线201a的附近,在该黑色区域177b上配置有位置标记177c。由此,黑色区域177b以及位置标记177c总是在拍摄图像201中大致相同的位置上映现。因此,如果修正控制部122根据从拍摄图像存储器182中获取的拍摄图像数据来搜索包含核线的狭小区域,则能够检测出黑色区域、位置标记。

[0073] 并且,如上所述,重叠处理部133连接在梯形变形修正部132的后段上,所以总是将未经过梯形变形修正部132的修正图案重叠到图像上。换言之,不对修正图案实施变形修正处理。

[0074] 可形成图像区域136是光调制装置130能够描绘图像的最大区域。若进行变形修正处理,则在该可形成图像区域136上描绘的图像的形状变形,例如,为了补偿梯形变形,在可形成图像区域136上描绘例如变形为反向的梯形的图像。在该情况下,与在可形成图像区域136全体上描绘矩形的图像的情况相比,图像的尺寸缩小。与此相对,修正图案177不经过变形修正处理而在可形成图像区域136上被描绘,所以在可形成图像区域136上描绘标记177a、黑色区域177b以及位置标记177c的位置是固定的。因此,黑色区域177b以及位置标记177c不会较大地脱离核线201a,能够从拍摄图像201迅速地检测出黑色区域177b以及位置标记177c。

[0075] 图4是表示投影仪100的变焦比与拍摄图像的关系的说明图,图4(A)~图4(D)表示各种改变投影距离与变焦比的情况下的拍摄图像的例子。

[0076] 图4(A)表示投影距离为1m,变焦比被设定为远摄侧的例子,图4(B)表示投影距离为3m,变焦比被设定为远摄侧的例子,图4(C)表示投影距离为1m,变焦比被设定为广角侧的例子,图4(D)表示投影距离为3m,变焦比被设定为广角侧的例子。

[0077] 比较图4(A)与图4(B)可知,拍摄图像201上的标记177a、黑色区域177b以及位置标记177c的位置因投影距离的不同而不同。比较图4(C)和图4(D)也一样。然而,可知黑色区域177b以及位置标记177c沿着核线201a移动,即使投影距离变化也不较大地脱离核线201a。

[0078] 另外,根据该比较可知,若变焦比固定,则即使在投影距离变化的情况下屏幕SC上的修正图案177整体的大小也不发生变化,所以标记177a、黑色区域177b以及位置标记177c相互的相对位置关系固定。因此,若能够检测出位置标记177c,则基于该位置标记177c的位置,能够以高精度估计4个标记177a的位置。

[0079] 另外,比较图4(A)与图4(C)可知,若变更变焦比,则屏幕SC上的修正图案177整体的大小变化。因此,拍摄图像201上的标记177a、黑色区域177b以及位置标记177c的位置根据变焦比而变化。比较图4(B)和图4(D)也一样。然而,可知黑色区域177b以及位置标记177c在核线201a上,所以即使变焦比变化也不较大地脱离核线201a。

[0080] 另外,根据这些比较可知,在变焦比变化的情况下,屏幕SC上的修正图案177整体的大小变化,所以标记177a、黑色区域177b以及位置标记177c相互的相对位置关系变化。例

如,2个位置标记177c的间隔根据变焦比而增减。因此,若已知变焦比与2个位置标记177c的间隔的关系,则通过检测2个位置标记177c能够根据位置标记177c彼此之间的间隔求出变焦比。即,通过预先测量变焦比和2个位置标记177c的间隔的对应关系,并将表示这些关系的系数预先存储到ROM170,从而能够检测出2个位置标记177c并迅速地计算出变焦比。并且,若已知变焦比与位置标记177c的位置,则能够以高精度估计4个标记177a的位置。

[0081] 并且,修正图案177通过在黑色的黑色区域177b上重叠白色的位置标记177c而构成,所以能够容易地检测出位置标记177c。若能够检测出沿着核线201a的方向的位置标记177c的端位置,则能够求出位置标记177c彼此的间隔,所以能够计算出变焦比。因此,没有必要检测位置标记177c的轮廓的全部,在拍摄图像201中,在核线201a延伸的方向上能够检测出位置标记177c的端即可。在本实施方式的例子中,黑色区域177b沿着核线201a配置,所以在黑色区域177b的长度方向上,能够检测出黑色区域177b与位置标记177c的边界即可。因此,本实施方式的位置标记177c为轮廓线未被着色的纯白色的矩形即可。另外,位置标记177c的颜色能够与黑色区域177b容易地区别即可,除了白色以外,只要是高亮度的颜色则也能够充分地实现其功能。

[0082] 图5是表示投影仪100的动作的流程图。

[0083] 若投影仪100的电源被转换为开启,则CPU120控制光源驱动部141使光源140点亮(步骤S11)。并且,CPU120控制透镜驱动部154使投影光学系统150中的光学调整执行,并且通过图像用处理器131使与图像的亮度或指定的色彩模式对应的调整执行(步骤S12)。其后,投影控制部121使投影部101投影从A/D转换部110输出的图像(步骤S13)。

[0084] 投影开始后,投影控制部121判定变形修正处理的开始条件是否成立(步骤S14)。变形修正处理的开始条件例如有遥控器191或者操作部195的开始指示操作,以及动作检测部185的检测值超过阈值中的任意一种。在有遥控器191或者操作部195的开始指示操作,或者动作检测部185的检测值超过阈值的情况下,投影控制部121判定变形修正处理的开始条件成立(步骤S14:“是”),并读出存储在修正图案存储部172中的修正图案177,通过重叠处理部133使其重叠于图像上,且使该修正图案177投影到屏幕SC上(步骤S15)。

[0085] 接下来,修正控制部122使拍摄部180对屏幕SC进行拍摄,从拍摄图像存储器182获取拍摄图像数据(步骤S16)。

[0086] 修正控制部122检测拍摄图像数据所包含的位置标记177c(步骤S17),接下来,基于检测出的位置标记177c的位置、以及2个位置标记177c的间隔,通过变焦比计算部123计算出变焦比(步骤S18)。并且,修正控制部122基于位置标记177c的位置、以及2个位置标记177c的间隔,估计标记177a的位置,并在估计出的位置上搜索图像数据来检测标记177a(步骤S19)。

[0087] 其后,修正控制部122基于标记177a的位置来进行变焦比计算部123、焦点距离计算部124、三维测量部125以及投影角计算部126的运算,计算用于修正在屏幕SC上的图像上产生的梯形变形的参数(步骤S20)。

[0088] 修正控制部122利用新的参数来更新在梯形变形修正部132上设定的参数(步骤S21),并使执行针对投影中的图像的变形修正处理。另外,修正控制部122基于根据标记的位置计算出的值来控制透镜驱动部154,使执行焦点调整(步骤S22)。其后,通过梯形变形修正部132来实施基于新的参数的变形修正处理,在屏幕SC上投影重叠处理部133在处理后的

图像上重叠修正图案后的图像(步骤S23)。

[0089] 投影控制部121判定完成变形修正处理的条件是否成立(步骤S24)。完成变形修正处理的条件,例如是由遥控器191或者操作部195进行完成变形修正处理的指示操作、以及动作检测部185的检测值成为阈值以下并经过待机时间中的任意一种。在该任意一种的条件都不成立的情况下(步骤S24:“否”),返回到步骤S16。与此相对,在由遥控器191或者操作部195进行完成变形修正处理的指示操作,或者动作检测部185的检测值成为阈值以下并经过了待机时间的情况下,投影控制部121判定完成变形修正处理的条件成立(步骤S24:“是”),重叠处理部133结束重叠修正图案的处理(步骤S25)。其后,投影控制部121判定投影仪100是否结束投影(步骤S26),在未结束投影的情况下(步骤S26:“否”),返回到步骤S14。另外,在按照遥控器191或者操作部195的操作而结束投影的情况下(步骤S26:“是”),投影控制部121使与投影部101的图像的投影有关的动作停止,并使光源140熄灭(步骤S27)。

[0090] 另外,在变形修正处理的开始条件不成立的情况下(步骤S14:“否”),移至步骤S26并判定投影是否结束。另外,在步骤S26中未结束投影的情况下,返回到步骤S14并反复判定开始条件是否成立,但是步骤S14的判定的周期被预先设定。也就是说,在开始条件不成立,并且未结束投影期间以所设定的周期反复执行判定。

[0091] 这样,投影仪100在通过投影控制部121的控制,判定变形修正处理的开始条件成立的情况下,在投影仪100静止之前执行变形修正处理,其后,在到齐备完成变形修正处理的条件为止的期间,以预先设定的周期反复执行变形修正处理。由此,在屏幕SC上投影周期性地执行变形修正处理的修正后的图像,所以使用投影仪100的用户即使在投影仪100静止,或者进行完成变形修正处理的操作之前,也能够观察修正的情况。另外,从投影仪100的移动停止之后,到经过上述待机时间之前,在投影仪100静止的状态下执行变形修正处理,所以按照投影仪100静止的位置在屏幕SC上投影被修正的图像。由此,在本质上,能够在经过待机时间之前投影修正完毕的图像,能够迅速地投影没有变形的图像。在该情况下,优选投影仪100反复执行变形修正处理的周期是比上述待机时间短的时间。

[0092] 这样,在连续执行多次变形修正处理的情况下,若对修正图案177也应用变形修正处理,则需要对标记177a的位置进行去除多次的变形修正的影响的运算,计算参数的处理的负担增大。于是像本实施方式这样,若不对修正图案177进行变形修正处理,则标记177a的位置总是成为偏离反映屏幕SC与投影仪100的设置角或距离的量的位置。因此,即使反复执行变形修正处理,也能够基于标记177a的位置迅速地将屏幕SC与投影仪100的设置角或距离正确地求出,能够计算出正确的参数。即使反复执行变形修正处理,计算该参数的处理的负担也不增大。

[0093] 并且,修正图案177被配置为作为基准图像的位置标记177c在拍摄部180的拍摄图像201中,位于与核线201a重叠的位置或者位于核线201a的附近,所以能够从拍摄图像201迅速地检测出位置标记177c。若检测出位置标记177c,则能够基于2个位置标记177c的间隔计算出变焦比。并且,能够从位置标记177c的位置估计出标记177a的位置,所以能够通过负担轻的处理将标记177a迅速地检测出来。由此,能够将投影到屏幕SC的标记177a迅速地检测出来并进行变形修正处理。

[0094] 这里,重叠处理部133被连接在梯形变形修正部132的后段,所以修正图案177不受梯形变形修正的影响,总是在可形成图像区域136中的相同的位置上被描绘。因此,位置标

记177c的位置不较大地偏离核线201a,能够稳定并迅速地拍摄图像201检测出位置标记177c。

[0095] 从以上说明可知,根据应用了本发明的实施方式所涉及的投影仪100,具备:投影部101,其将图像投影于屏幕SC;投影控制部121,其通过投影部101使包含作为第1图案的标记177a、作为第2图案的黑色区域177b以及位置标记177c的修正图案177投影;以及修正控制部122,其检测通过投影部101投影的修正图案177所包含的标记177a、黑色区域177b以及位置标记177c的至少一部分,并修正投影图像的变形,其中,修正控制部122检测投影到屏幕SC的位置标记177c,基于检测出的位置标记177c的位置来检测标记177a的位置。由此,能够从拍摄图像201检测出位置标记177c,并根据该位置标记177c的位置推测标记177a的位置并迅速地检测出。因此,能够缩短标记177a的检测所需要的时间。

[0096] 例如,若配置为容易检测出作为第2图案的位置标记177c,则即使不容易检测出标记177a,也能够迅速地将标记177a检测出来并进行修正。在该情况下,标记177a未被要求是容易检测的形状、位置,所以能够设为适合于图像的修正的位置以及形状,能够进一步提高修正的精度。

[0097] 另外,投影部101具备变焦透镜151,位置标记177c被配置为在变焦透镜151的光轴与屏幕SC的交点的附近投影。

[0098] 在该情况下,位置标记177c的位置不容易受投影仪100的变焦比的影响,不管投影仪100与屏幕SC的位置关系都能够推测。因此,投影仪100能够迅速地从拍摄图像201检测出位置标记177c。

[0099] 另外,位置标记177c包含由白色,或者与作为修正图案177的背景而在屏幕SC上投影的图像或者标记177a相比亮度高的颜色构成的平行的多条线,所以投影仪100能够更迅速地从拍摄图像201检测出位置标记177c。

[0100] 另外,位置标记177c与黑色区域177b一起被投影,位置标记177c由比黑色区域177b亮度高的颜色构成,所以能够更容易地检测出位置标记177c。

[0101] 并且,通过将位置标记177c重叠到以在拍摄图像201中映现到变焦透镜151的光轴的核线201a上的方式配置的直线亦即黑色区域177b上,能够更容易地检测出位置标记177c。

[0102] 这里,也可以将位置标记177c以及黑色区域177b配置为在拍摄图像201中的核线201a的附近映现,在该情况下也能够更容易地检测出位置标记177c。

[0103] 另外,换言之,也可以将位置标记177c以及黑色区域177b配置为在拍摄图像201中的变焦透镜151的光轴的附近映现,在该情况下也能够更容易地检测出位置标记177c。

[0104] 另外,上述实施方式说明的修正图案177仅表示一个例子,当然能够使用包含与上述的例子形状不同的第1图案以及第2图案的修正图案。

[0105] 图6是表示修正图案的其他例子的图,图6(A)表示修正图案178的例子,图6(B)表示光调制装置130描绘图像与修正图案178的例子,图6(C)表示拍摄图像201的例子。

[0106] 该图6(A)所示的修正图案178含有一个标记178a(第1图案)。标记178a为黑色或者低亮度的颜色,是具有规定面积的图形,在图6(A)所示的例子中是矩形。标记178a在内部含有多个白色或者高亮度的图形(在该例中为圆形)。这些白色或者高亮度的图形相当于第2图案。

[0107] 修正图案178除了标记178a之外均为透明,所以若将修正图案178重叠到图像175上并在可形成图像区域136上描绘,则如图6(B)所示,标记178a在图像175上重叠并被描绘。这里,修正图案178与修正图案177同样地不受变形修正处理的影响,所以标记178a被描绘的位置固定。

[0108] 如图6(C)所示,修正图案178所包含的标记178a在拍摄图像201中配置在与核线201a重叠的位置上。因此,与上述位置标记177c同样,不因投影仪100的变焦比而移动,即使从投影仪100到屏幕SC的距离变化,标记178a的位置也不容易变动。

[0109] 因此,修正控制部122通过在拍摄图像201中搜索核线201a的附近,能够容易地检测出标记178a所包含的高亮度颜色的图形。这里,标记178a包含的多个图形,其相互的相对位置已知。因此,例如通过检测标记178a包含的多个圆形,能够计算出变焦比。另外,若标记178a所包含的多个圆形为三维测量部125用于进行三维测量所需的特征点的数目,或者更多的数目,则通过检测标记178a进行三维测量,能够计算出变形修正处理所需的参数。

[0110] 除了该图6(A)~(C)例示的修正图案178之外,作为修正图案还能够使用包含各种图形的修正图案。

[0111] 该变形例中的标记178a包含的圆形的位置与上述位置标记177c相同,在与核线201a重叠的位置上或者核线201a的附近,或者变焦透镜151的光轴的附近即可,在该情况下,投影仪100能够容易地检测出标记178a所包含的圆形。

[0112] 另外,上述的实施方式仅是应用了本发明的具体的方式的例子,并不限定本发明,也可以作为与上述实施方式不同的方式应用本发明。例如,在上述实施方式中,举例说明了投影经由电缆200输入到A/D转换部110的图像的情况,但是本发明并不限于此,当然也能够适用于投影存储在图像存储部171中的图像或者视频的情况。另外,在上述实施方式中,与规定投影仪100的各部的动作的时间、阈值等有关的设定值被预先存储在ROM170中,但是也可以构成为将这些设定值事先存储在投影仪100外部的记录介质、装置中,根据需要通过对投影仪100获取设定值,还可以构成为每次通过遥控器191或者操作部195的操作输入设定值。并且,对于投影仪100使用的修正图案177、178等,也可以存储在投影仪100外部的装置、外部的记录介质中。

[0113] 另外,在上述实施方式中,对在投影仪100的主体上固定投影部101和拍摄部180的构成进行了说明,但是本发明并不限于此,若是变焦透镜151的主点与照相机透镜183的主点的相互位置关系已知,并且在图5的一系列的处理中不变动的构成,则也可以将投影部101和拍摄部180作为独立的设备而构成。

[0114] 另外,在上述实施方式中,对修正在屏幕SC上的图像上产生的梯形变形的处理进行了说明,但是本发明并不限于此,例如,本发明也可以适用于修正所谓的被称为桶形变形、枕形变形的变形的处理。

[0115] 另外,在上述实施方式中,对拍摄部180具有具备了CCD图像传感器的CCD照相机181的构成进行了说明,但是本发明并不限于此,也可以使用CMOS传感器作为拍摄部180的图像传感器。另外,在上述实施方式中,举例说明了使用了与RGB的各种颜色对应的3块透射型或者反射型的液晶面板作为光调制装置的构成,但是本发明并不限于此,例如,也可以通过组合了1块液晶面板和色轮的方式、使用了调制RGB各种颜色的色光的3块数字微镜设备(DMD)的方式、组合了1块数字微镜设备和色轮的方式等构成。这里,在作为显示部仅使用1

块液晶面板或者DMD的情况下,不需要相当于交叉分色棱镜等合成光学系统的部件。另外,除液晶面板以及DMD以外,如果是能够调制光源发出的光的构成,则能够毫无问题地采用。

[0116] 另外,图1所示的各功能部表示投影仪100的功能构成,具体的安装方式并不特别限定。也就是说,未必需要安装分别与各功能部对应的硬件,当然能够构成为通过一个处理器执行程序来实现多个功能部的功能。另外,也可以将在上述实施方式中由软件实现的功能的一部分由硬件实现,或者也可以将由硬件实现的功能的一部分由软件实现。

[0117] 符号说明

[0118] 100…投影仪,101…投影部(投影单元),120…CPU;121…投影控制部(控制单元),122…修正控制部(修正单元),130…光调制装置,131…图像用处理器,132…梯形变形修正部,133…重叠处理部,134…光调制装置驱动部,150…投影光学系统,151…变焦透镜(投影透镜),170…ROM,172…修正图案存储部,177…修正图案(调整用图像),177a…标记(第1图案),177b…黑色区域(第2图案),177c…位置标记(第2图案),180…拍摄部(拍摄单元),183…照相机透镜,185…动作检测部,191…遥控器,195…操作部,SC…屏幕(投影面)。

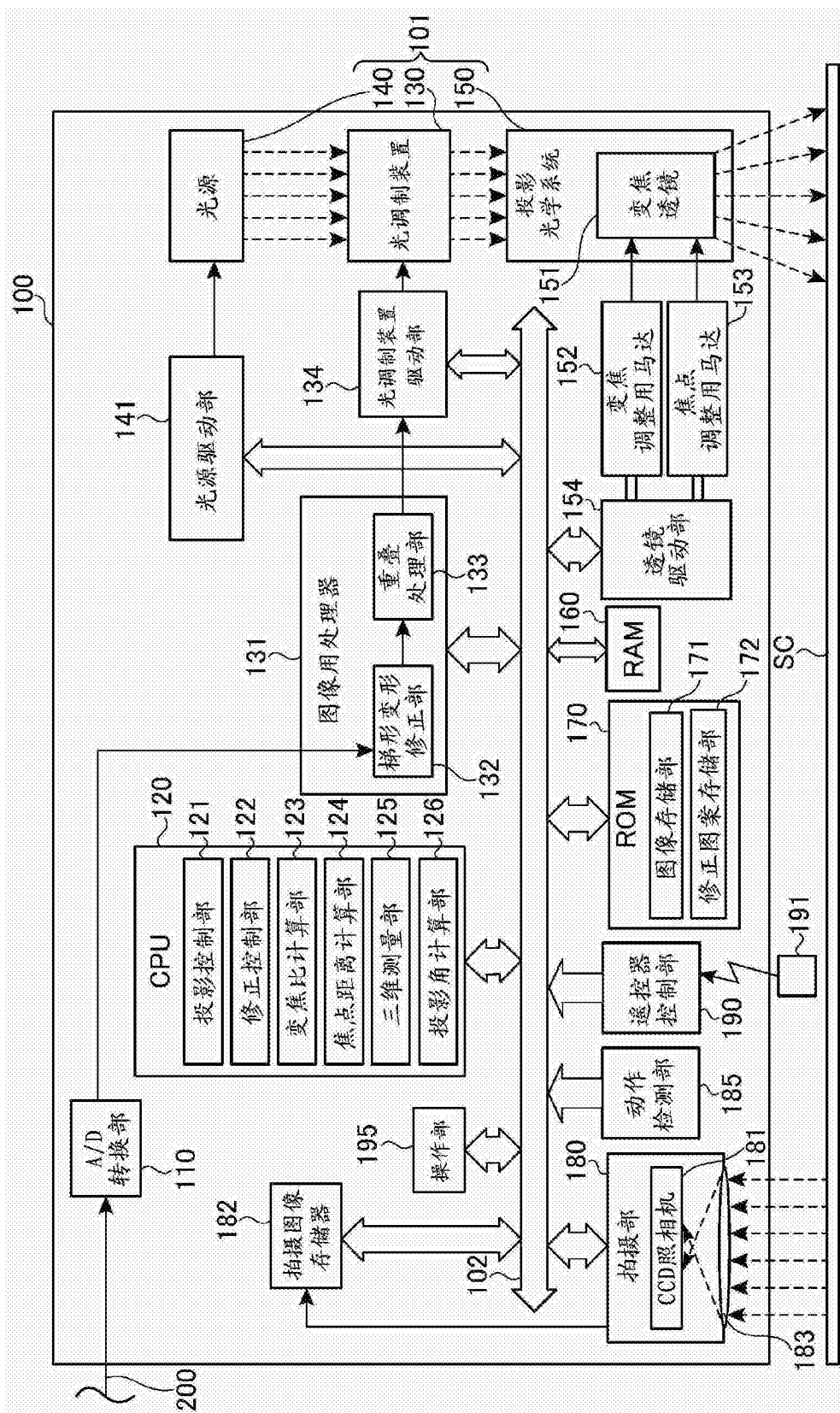


图1

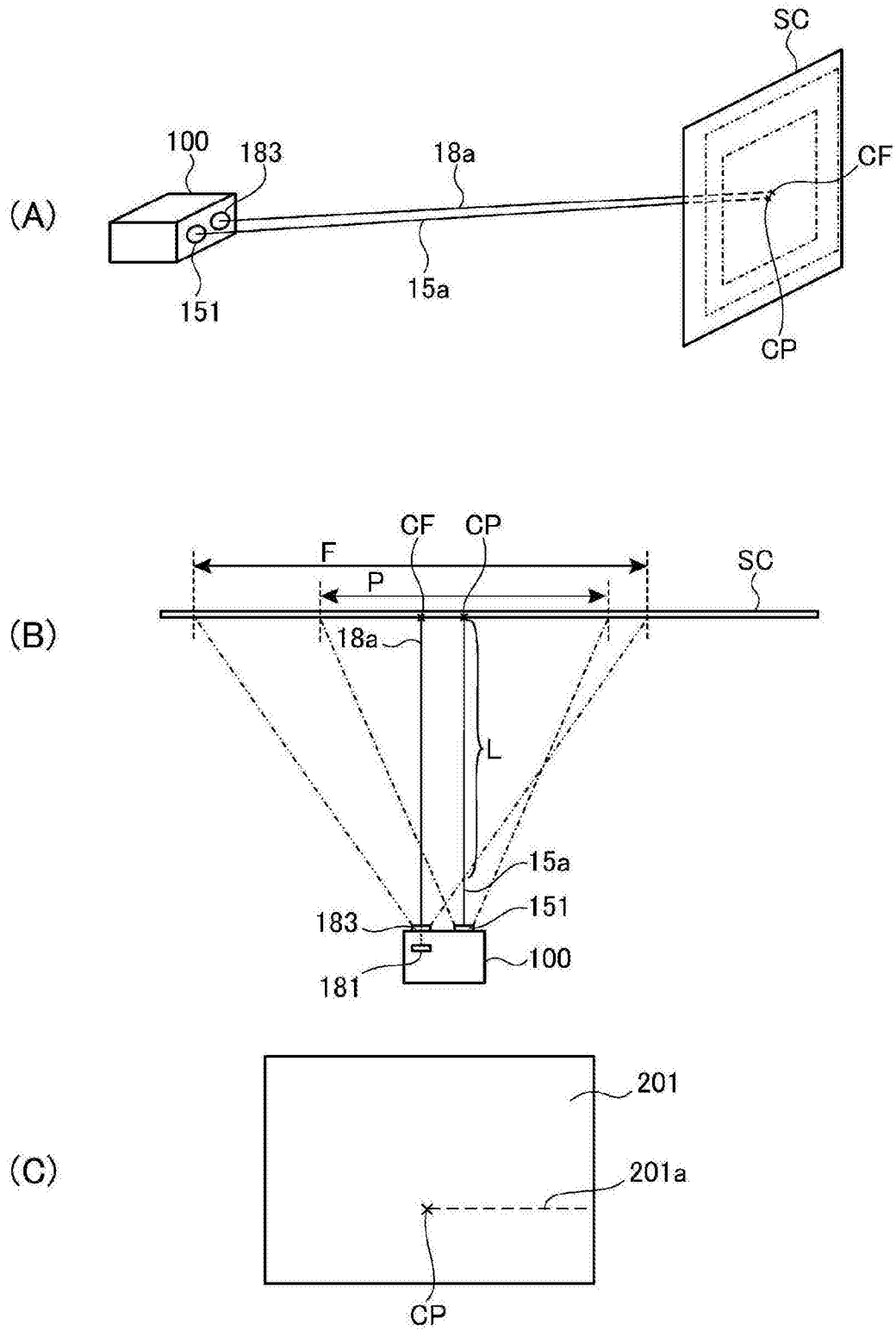


图2

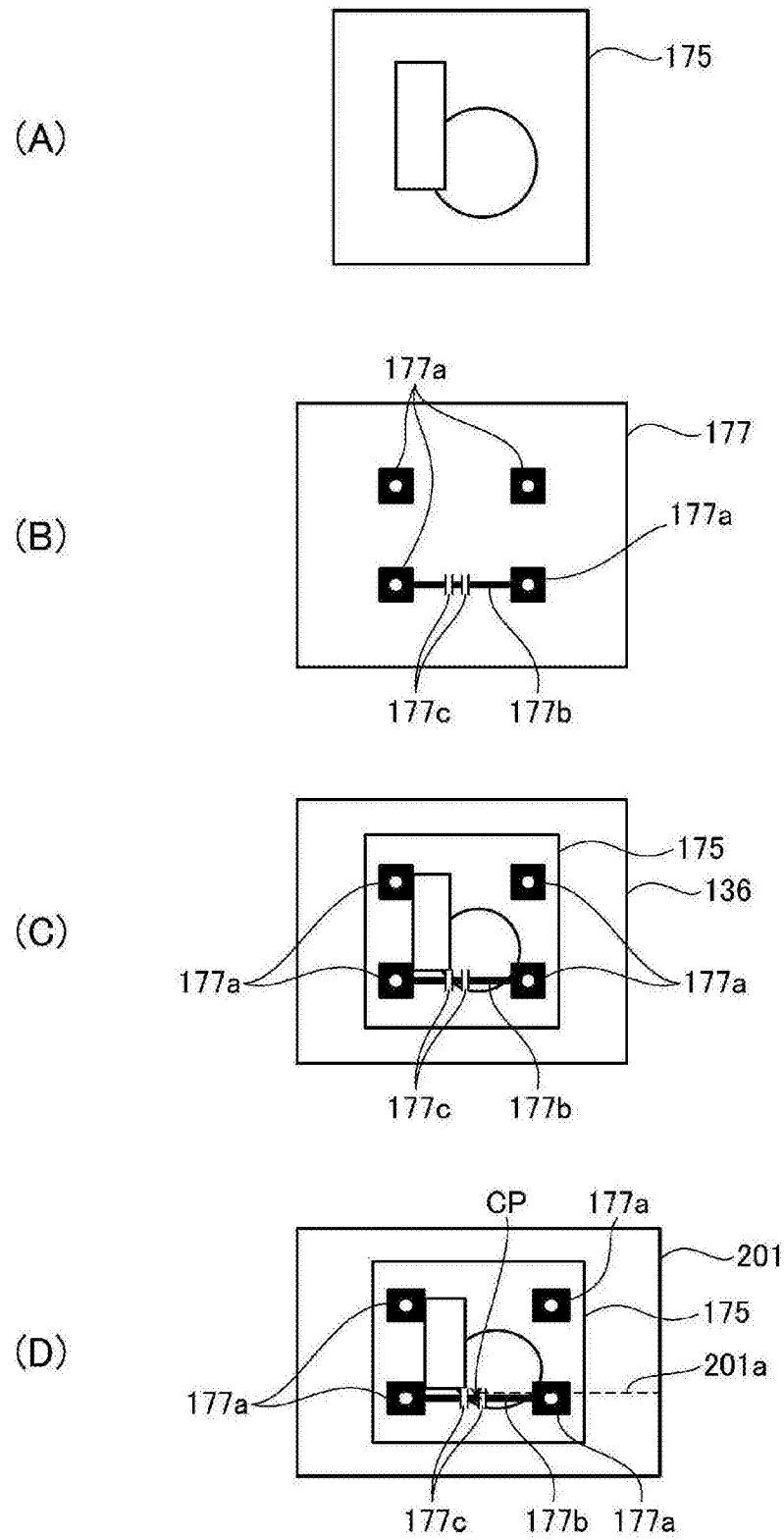


图3

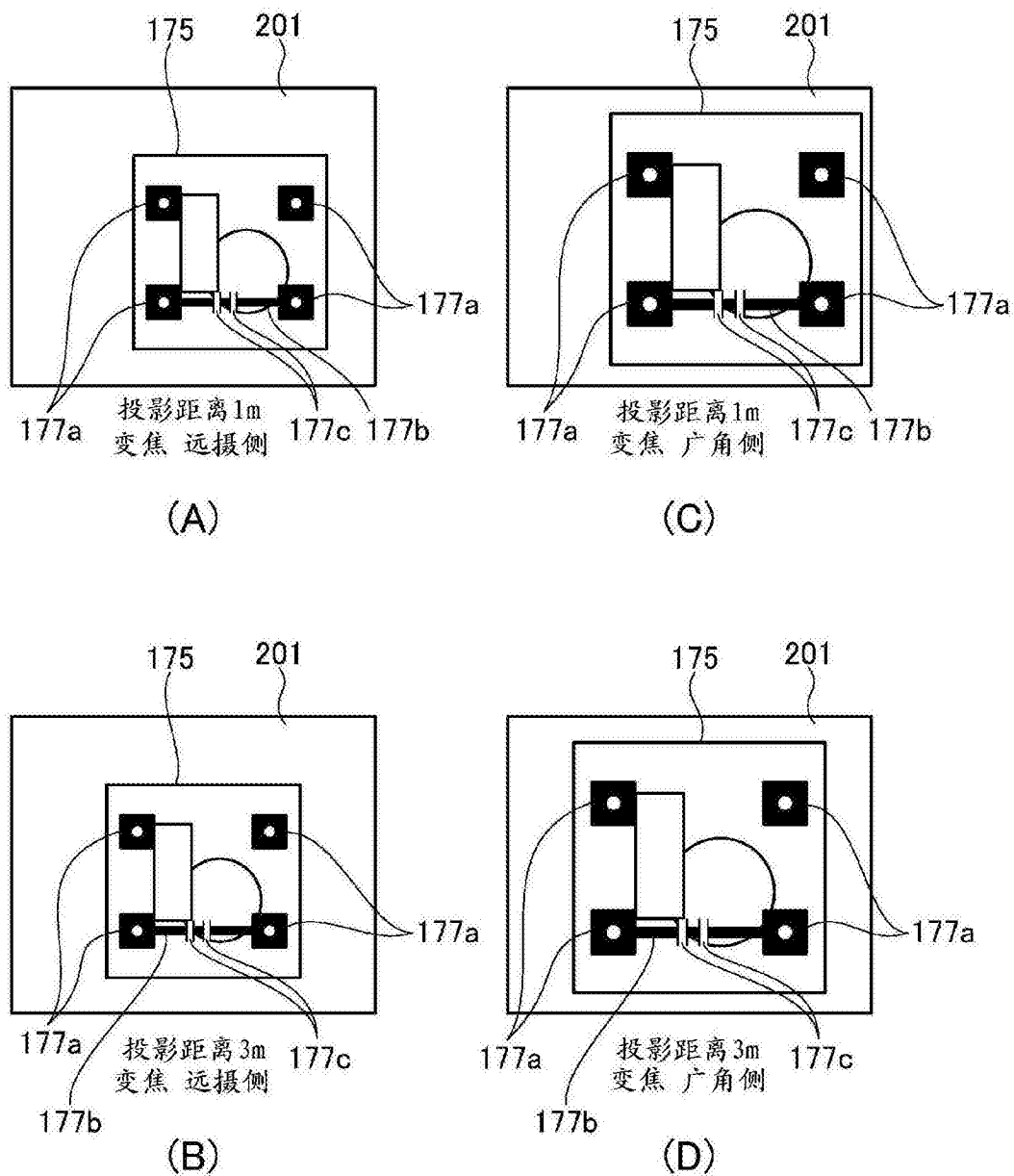


图4

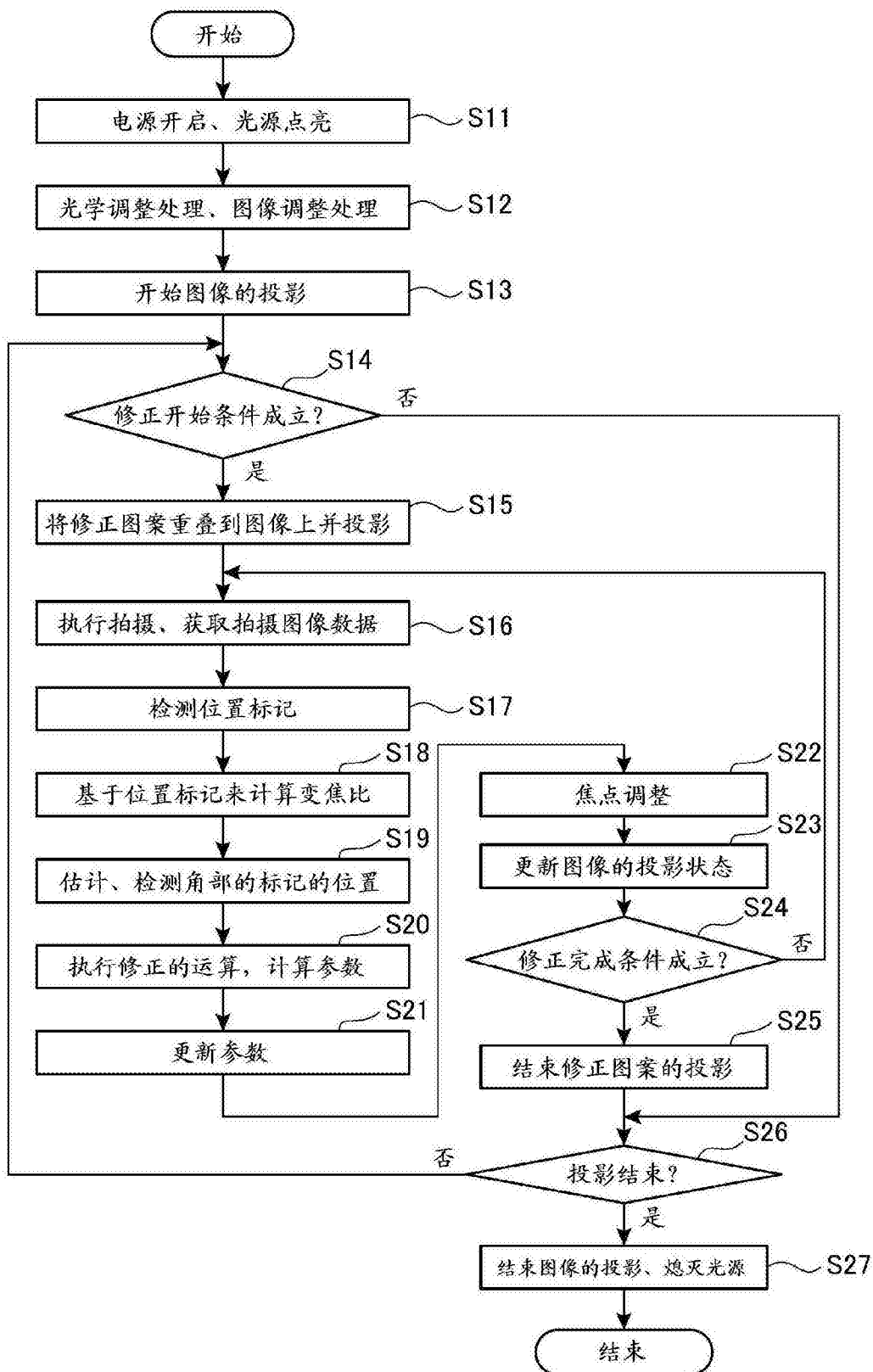
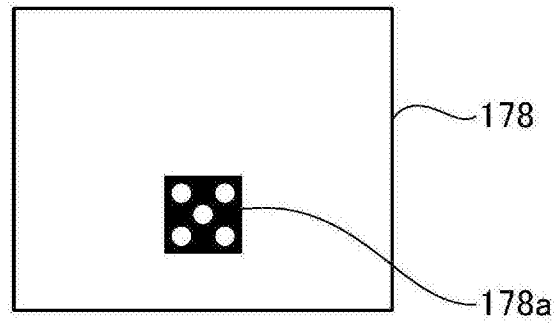
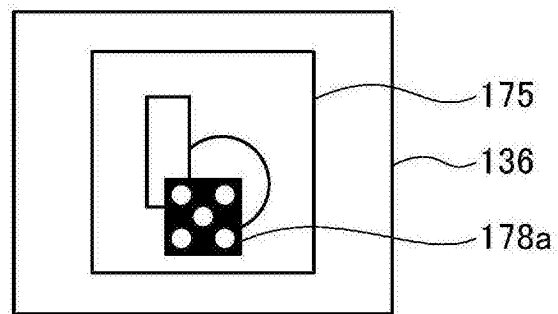


图5

(A)



(B)



(C)

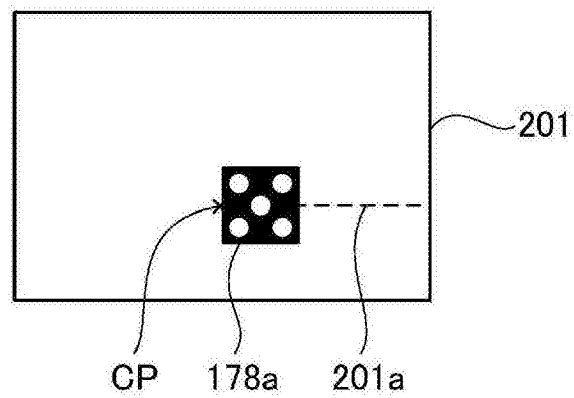


图6