(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114615483 B
(45)授权公告日 2023.08.01

(21)申请号 202111462972.9

(22)申请日 2021.12.02

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114615483 A

(43)申请公布日 2022.06.10

(30)优先权数据
2020-201006 2020.12.03 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 山内泰介

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 李庆泽 邓毅

(51)Int.Cl.
H04N 13/10(2018.01)
H04N 13/25(2018.01)
H04N 13/30(2018.01)

(56)对比文件
CN 104036475 A,2014.09.10
JP 2015087243 A,2015.05.07
CN 108088654 A,2018.05.29
JP 2009115612 A,2009.05.28
US 2010091264 A1,2010.04.15
US 2014168662 A1,2014.06.19
US 2018180407 A1,2018.06.28

审查员 蔡巧燕

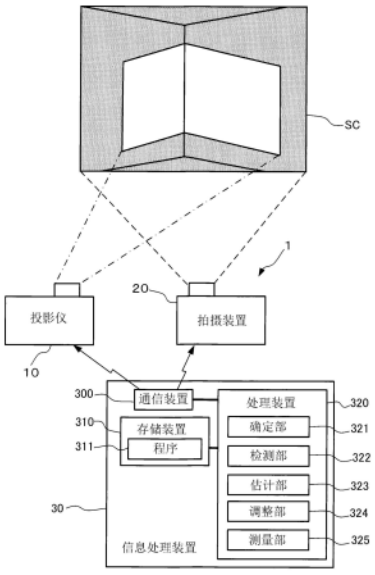
权利要求书3页 说明书12页 附图5页

(54)发明名称

调整方法、测量方法、投射系统、信息处理装置和记录介质

(57)摘要

调整方法、测量方法、投射系统、信息处理装置和记录介质。避免产生被投射了投射图像的被投射物的拍摄图像中的高光溢出或暗部缺失。信息处理装置具有确定部、检测部、估计部和调整部。确定部根据被投射了图案图像的被投射物的拍摄图像和图案图像，确定投影仪坐标系与摄像头坐标系的对应关系。检测部检测被投射了亮度均匀的单色图像的被投射物的拍摄图像中的第1区域和第2区域的亮度。估计部针对在单色图像中与第1区域对应起来的第3区域和与第2区域对应起来的第4区域，估计不使拍摄图像中的亮度饱和的亮度的范围。调整部根据估计部的估计结果，调整在投射图像中与第3区域对应的第5区域和与第4区域对应的第6区域的亮度。



CN 114615483 B

1.一种投射图像的调整方法,该投射图像从投影仪被投射到被投射物,其中,

根据从所述投影仪投射到所述被投射物的第1图像和由第1摄像头拍摄被投射了所述第1图像的状态下的所述被投射物而得到的第1拍摄图像,确定表示所述第1图像内的位置的投影仪坐标系与表示所述第1拍摄图像内的位置的摄像头坐标系的对应关系;

检测由所述第1摄像头拍摄被所述投影仪投射了第2图像的状态下的所述被投射物而得到的第2拍摄图像中的第1区域的亮度和所述第2拍摄图像中的第2区域的亮度;

针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第1区域对应起来的第3区域,根据针对所述第1区域检测出的亮度和所述第3区域的亮度,估计不使所述第1区域的亮度达到上饱和点和下饱和点的第1亮度的范围;

针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第2区域对应起来的第4区域,根据针对所述第2区域检测出的亮度和所述第4区域的亮度,估计不使所述第2区域的亮度达到上饱和点和下饱和点的第2亮度的范围;

调整所述投射图像中的与所述第3区域对应的第5区域的亮度,以使其收敛于所述第1亮度的范围,并且调整所述投射图像中的与所述第4区域对应的第6区域的亮度,以使其收敛于所述第2亮度的范围。

2.根据权利要求1所述的调整方法,其中,

所述第2图像为单色图像。

3.根据权利要求2所述的调整方法,其中,

使所述投影仪依次投射图像内的亮度均匀的第1单色图像和第2单色图像分别作为所述第2图像,所述第1单色图像和所述第2单色图像的亮度相互不同;

根据在投射了所述第1单色图像的情况下检测到的所述第1区域的亮度及在投射了所述第2单色图像的情况下检测到的所述第1区域的亮度、和所述第3区域的亮度,估计所述第1亮度的范围;

根据在投射了所述第1单色图像的情况下检测到的所述第2区域的亮度及在投射了所述第2单色图像的情况下检测到的所述第2区域的亮度、和所述第4区域的亮度,估计所述第2亮度的范围。

4.根据权利要求1～3中的任意一项所述的调整方法,其中,

所述第1图像包含第1特征点和第2特征点,

根据所述第1图像中的所述第1特征点的位置、所述第1拍摄图像中与所述第1特征点对应的第3特征点的位置、所述第1图像中的所述第2特征点的位置、所述第1拍摄图像中与所述第2特征点对应的第4特征点的位置,确定所述对应关系。

5.根据权利要求1～3中的任意一项所述的调整方法,其中,

所述投射图像是在图像内亮度周期性地变化的图像。

6.一种测量方法,将在图像内亮度周期性地变化的投射图像从投影仪投射到被投射物,根据由第1摄像头拍摄被投射了所述投射图像的状态下的所述被投射物而得到的拍摄图像和由与所述第1摄像头不同的第2摄像头拍摄被投射了所述投射图像的状态下的所述被投射物而得到的拍摄图像,测量所述被投射物的三维形状,其中,

根据从所述投影仪投射到所述被投射物的第1图像和由所述第1摄像头拍摄被投射了所述第1图像的状态下的所述被投射物而得到的第1拍摄图像,确定表示所述第1图像内的

位置的投影仪坐标系与表示所述第1拍摄图像内的位置的摄像头坐标系的对应关系；

检测由所述第1摄像头拍摄被所述投影仪投射了第2图像的状态下的所述被投射物而得到的第2拍摄图像中的第1区域的亮度和第2区域的亮度；

针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第1区域对应起来的第3区域，根据针对所述第1区域检测出的亮度和所述第3区域的亮度，估计不使所述第1区域的亮度达到上饱和点和下饱和点的第1亮度的范围；

针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第2区域对应起来的第4区域，根据针对所述第2区域检测出的亮度和所述第4区域的亮度，估计不使所述第2区域的亮度达到上饱和点和下饱和点的第2亮度的范围；

调整所述投射图像中的与所述第3区域对应的第5区域的亮度，以使其收敛于所述第1亮度的范围，并且调整所述投射图像中的与所述第4区域对应的第6区域的亮度，以使其收敛于所述第2亮度的范围。

7.一种测量方法，将在图像内亮度周期性地变化的投射图像从投影仪投射到被投射物，根据由第1摄像头拍摄被投射了所述投射图像的状态下的所述被投射物而得到的拍摄图像和所述投射图像，测量所述被投射物的三维形状，其中，

根据由所述第1摄像头拍摄被所述投影仪投射了第1图像的状态下的所述被投射物而得到的第1拍摄图像和所述第1图像，确定表示所述第1图像内的位置的投影仪坐标系与表示所述第1拍摄图像内的位置的摄像头坐标系的对应关系；

检测由所述第1摄像头拍摄被所述投影仪投射了第2图像的状态下的所述被投射物而得到的第2拍摄图像中的第1区域的亮度和第2区域的亮度；

针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第1区域对应起来的第3区域，根据针对所述第1区域检测出的亮度和所述第3区域的亮度，估计不使所述第1区域的亮度达到上饱和点和下饱和点的第1亮度的范围；

针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第2区域对应起来的第4区域，根据针对所述第2区域检测出的亮度和所述第4区域的亮度，估计不使所述第2区域的亮度达到上饱和点和下饱和点的第2亮度的范围；

调整所述投射图像中的与所述第3区域对应的第5区域的亮度，以使其收敛于所述第1亮度的范围，并且调整所述投射图像中的与所述第4区域对应的第6区域的亮度，以使其收敛于所述第2亮度的范围。

8.一种投射系统，其具有：

投影仪，其将投射图像投射到被投射物；

第1摄像头，其拍摄所述被投射物；以及

信息处理装置，

所述信息处理装置执行以下处理：

根据由所述第1摄像头拍摄被所述投影仪投射了第1图像的状态下的所述被投射物而得到的第1拍摄图像和所述第1图像，确定表示所述第1图像内的位置的投影仪坐标系与表示所述第1拍摄图像内的位置的摄像头坐标系的对应关系；

检测由所述第1摄像头拍摄被所述投影仪投射了第2图像的状态下的所述被投射物而得到的第2拍摄图像中的第1区域的亮度和第2区域的亮度；

针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第1区域对应起来的第3区域，根据针对所述第1区域检测出的亮度和所述第3区域的亮度，估计不使所述第1区域的亮度达到上饱和点和下饱和点的第1亮度的范围；

针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第2区域对应起来的第4区域，根据针对所述第2区域检测出的亮度和所述第4区域的亮度，估计不使所述第2区域的亮度达到上饱和点和下饱和点的第2亮度的范围；

调整所述投射图像中的与所述第3区域对应的第5区域的亮度，以使其收敛于所述第1亮度的范围，并且调整所述投射图像中的与所述第4区域对应的第6区域的亮度，以使其收敛于所述第2亮度的范围。

9.一种信息处理装置，其执行以下处理：

根据由第1摄像头拍摄被将投射图像投射到被投射物的投影仪投射了第1图像的状态下的所述被投射物而得到的第1拍摄图像和所述第1图像，确定表示所述第1图像内的位置的投影仪坐标系与表示所述第1拍摄图像内的位置的摄像头坐标系的对应关系；

检测由所述第1摄像头拍摄被所述投影仪投射了第2图像的状态下的所述被投射物而得到的第2拍摄图像中的第1区域的亮度和第2区域的亮度；

针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第1区域对应起来的第3区域，根据针对所述第1区域检测出的亮度和所述第3区域的亮度，估计不使所述第1区域的亮度达到上饱和点和下饱和点的第1亮度的范围；

针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第2区域对应起来的第4区域，根据针对所述第2区域检测出的亮度和所述第4区域的亮度，估计不使所述第2区域的亮度达到上饱和点和下饱和点的第2亮度的范围；

调整所述投射图像中的与所述第3区域对应的第5区域的亮度，以使其收敛于所述第1亮度的范围，并且调整所述投射图像中的与所述第4区域对应的第6区域的亮度，以使其收敛于所述第2亮度的范围。

10.一种记录介质，其记录了程序，该程序使计算机执行以下处理：

根据由第1摄像头拍摄被将投射图像投射到被投射物的投影仪投射了第1图像的状态下的所述被投射物而得到的第1拍摄图像和所述第1图像，确定表示所述第1图像内的位置的投影仪坐标系与表示所述第1拍摄图像内的位置的摄像头坐标系的对应关系；

检测由所述第1摄像头拍摄被所述投影仪投射了第2图像的状态下的所述被投射物而得到的第2拍摄图像中的第1区域的亮度和第2区域的亮度；

针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第1区域对应起来的第3区域，根据针对所述第1区域检测出的亮度和所述第3区域的亮度，估计不使所述第1区域的亮度达到上饱和点和下饱和点的第1亮度的范围；

针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第2区域对应起来的第4区域，根据针对所述第2区域检测出的亮度和所述第4区域的亮度，估计不使所述第2区域的亮度达到上饱和点和下饱和点的第2亮度的范围；

调整所述投射图像中的与所述第3区域对应的第5区域的亮度，以使其收敛于所述第1亮度的范围，并且调整所述投射图像中的与所述第4区域对应的第6区域的亮度，以使其收敛于所述第2亮度的范围。

调整方法、测量方法、投射系统、信息处理装置和记录介质

技术领域

[0001] 本发明涉及调整方法、测量方法、投射系统、信息处理装置和记录介质。

背景技术

[0002] 专利文献1公开了通过使用亮度呈正弦波状地发生变化的条纹图案的图像的相移法对测量对象物的三维形状进行测量的技术。

[0003] 专利文献1:日本特开2009-115612号公报

[0004] 在相移法中,条纹图案的图像投射到测量对象物。然后,根据拍摄被投射了条纹图案的图像的状态下的测量对象物而得到的拍摄图像,对测量对象物的三维形状进行测量。在被投射了条纹图案的图像的状态下的测量对象物的拍摄图像中,由于测量对象物的反射特性或周围的外部光等影响,即使在相同的拍摄图像内,条纹图案的亮度有时也根据区域而不同。关于条纹图案的亮度过高或过低等未在适当的亮度范围内拍摄条纹图案的区域,三维形状的测量精度可能下降。

发明内容

[0005] 为了解决上述课题,本发明的调整方法是一种投射图像的调整方法,该投射图像从投影仪被投射到被投射物,其中,根据从所述投影仪投射到所述被投射物的第1图像和由第1摄像头拍摄被投射了所述第1图像的状态下的所述被投射物而得到的第1拍摄图像,确定表示所述第1图像内的位置的投影仪坐标系与表示所述第1拍摄图像内的位置的摄像头坐标系的对应关系;检测由所述第1摄像头拍摄被所述投影仪投射了第2图像的状态下的所述被投射物而得到的第2拍摄图像中的第1区域的亮度和所述第2拍摄图像中的第2区域的亮度;针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第1区域对应起来的第3区域,根据针对所述第1区域检测出的亮度和所述第3区域的亮度,估计不使所述第1区域的亮度上下饱和的第1亮度的范围;针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第2区域对应起来的第4区域,根据针对所述第2区域检测出的亮度和所述第4区域的亮度,估计不使所述第2区域的亮度上下饱和的第2亮度的范围;以及调整所述投射图像中的与所述第3区域对应的第5区域的亮度,以使其收敛于所述第1亮度的范围,并且调整所述投射图像中的与所述第4区域对应的第6区域的亮度,以使其收敛于所述第2亮度的范围。

[0006] 此外,为了解决上述课题,在本发明的测量方法中,将在图像内亮度周期性地变化的投射图像从投影仪投射到被投射物,根据由第1摄像头拍摄被投射了所述投射图像的状态下的所述被投射物而得到的拍摄图像和由与所述第1摄像头不同的第2摄像头拍摄被投射了所述投射图像的状态下的所述被投射物而得到的拍摄图像,测量所述被投射物的三维形状,其中,根据从所述投影仪投射到所述被投射物的第1图像和由所述第1摄像头拍摄被投射了所述第1图像的状态下的所述被投射物而得到的第1拍摄图像,确定表示所述第1图像内的位置的投影仪坐标系与表示所述第1拍摄图像内的位置的摄像头坐标系的对应关系;检测由所述第1摄像头拍摄被所述投影仪投射了第2图像的状态下的所述被投射物而得

到的第2拍摄图像中的第1区域的亮度和第2区域的亮度;针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第1区域对应起来的第3区域,根据针对所述第1区域检测出的亮度和所述第3区域的亮度,估计不使所述第1区域的亮度上下饱和的第1亮度的范围;针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第2区域对应起来的第4区域,根据针对所述第2区域检测出的亮度和所述第4区域的亮度,估计不使所述第2区域的亮度上下饱和的第2亮度的范围;以及调整所述投射图像中的与所述第3区域对应的第5区域的亮度,以使其收敛于所述第1亮度的范围,并且调整所述投射图像中的与所述第4区域对应的第6区域的亮度,以使其收敛于所述第2亮度的范围。

[0007] 此外,为了解决上述课题,在本发明的测量方法中,将在图像内亮度周期性地变化的投射图像从投影仪投射到被投射物,根据由第1摄像头拍摄被投射了所述投射图像的状态下的所述被投射物而得到的拍摄图像和所述投射图像,测量所述被投射物的三维形状,其中,根据由所述第1摄像头拍摄被所述投影仪投射了第1图像的状态下的所述被投射物而得到的第1拍摄图像和所述第1图像,确定表示所述第1图像内的位置的投影仪坐标系与表示所述第1拍摄图像内的位置的摄像头坐标系的对应关系;检测由所述第1摄像头拍摄被所述投影仪投射了第2图像的状态下的所述被投射物而得到的第2拍摄图像中的第1区域的亮度和第2区域的亮度;针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第1区域对应起来的第3区域,根据针对所述第1区域检测出的亮度和所述第3区域的亮度,估计不使所述第1区域的亮度上下饱和的第1亮度的范围;针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第2区域对应起来的第4区域,根据针对所述第2区域检测出的亮度和所述第4区域的亮度,估计不使所述第2区域的亮度上下饱和的第2亮度的范围;以及调整所述投射图像中的与所述第3区域对应的第5区域的亮度,以使其收敛于所述第1亮度的范围,并且调整所述投射图像中的与所述第4区域对应的第6区域的亮度,以使其收敛于所述第2亮度的范围。

[0008] 此外,为了解决上述课题,本发明的投射系统具有:投影仪,其将投射图像投射到被投射物;第1摄像头,其拍摄所述被投射物;以及信息处理装置,所述信息处理装置执行以下处理:根据由所述第1摄像头拍摄被所述投影仪投射了第1图像的状态下的所述被投射物而得到的第1拍摄图像和所述第1图像,确定表示所述第1图像内的位置的投影仪坐标系与表示所述第1拍摄图像内的位置的摄像头坐标系的对应关系;检测由所述第1摄像头拍摄被所述投影仪投射了第2图像的状态下的所述被投射物而得到的第2拍摄图像中的第1区域的亮度和第2区域的亮度;针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第1区域对应起来的第3区域,根据针对所述第1区域检测出的亮度和所述第3区域的亮度,估计不使所述第1区域的亮度上下饱和的第1亮度的范围;针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第2区域对应起来的第4区域,根据针对所述第2区域检测出的亮度和所述第4区域的亮度,估计不使所述第2区域的亮度上下饱和的第2亮度的范围;以及调整所述投射图像中的与所述第3区域对应的第5区域的亮度,以使其收敛于所述第1亮度的范围,并且调整所述投射图像中的与所述第4区域对应的第6区域的亮度,以使其收敛于所述第2亮度的范围。

[0009] 此外,为了解决上述课题,本发明的信息处理装置执行以下处理:根据由第1摄像头拍摄被将投射图像投射到被投射物的投影仪投射了第1图像的状态下的所述被投射物而得到的第1拍摄图像和所述第1图像,确定表示所述第1图像内的位置的投影仪坐标系与表示所述第1拍摄图像内的位置的摄像头坐标系的对应关系;检测由所述第1摄像头拍摄被所

述投影仪投射了第2图像的状态下的所述被投射物而得到的第2拍摄图像中的第1区域的亮度和第2区域的亮度;针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第1区域对应起来的第3区域,根据针对所述第1区域检测出的亮度和所述第3区域的亮度,估计不使所述第1区域的亮度上下饱和的第1亮度的范围;针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第2区域对应起来的第4区域,根据针对所述第2区域检测出的亮度和所述第4区域的亮度,估计不使所述第2区域的亮度上下饱和的第2亮度的范围;以及调整所述投射图像中的与所述第3区域对应的第5区域的亮度,以使其收敛于所述第1亮度的范围,并且调整所述投射图像中的与所述第4区域对应的第6区域的亮度,以使其收敛于所述第2亮度的范围。

[0010] 此外,为了解决上述课题,本发明的记录介质记录了程序,该程序使计算机执行以下处理:根据由第1摄像头拍摄被将投射图像投射到被投射物的投影仪投射了第1图像的状态下的所述被投射物而得到的第1拍摄图像和所述第1图像,确定表示所述第1图像内的位置的投影仪坐标系与表示所述第1拍摄图像内的位置的摄像头坐标系的对应关系;检测由所述第1摄像头拍摄被所述投影仪投射了第2图像的状态下的所述被投射物而得到的第2拍摄图像中的第1区域的亮度和第2区域的亮度;针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第1区域对应起来的第3区域,根据针对所述第1区域检测出的亮度和所述第3区域的亮度,估计不使所述第1区域的亮度上下饱和的第1亮度的范围;针对所述第2图像中的根据所述对应关系与所述第2区域对应起来的第4区域,根据针对所述第2区域检测出的亮度和所述第4区域的亮度,估计不使所述第2区域的亮度上下饱和的第2亮度的范围;以及调整所述投射图像中的与所述第3区域对应的第5区域的亮度,以使其收敛于所述第1亮度的范围,并且调整所述投射图像中的与所述第4区域对应的第6区域的亮度,以使其收敛于所述第2亮度的范围。

附图说明

[0011] 图1是示出包含本发明实施方式的信息处理装置30的测量系统1的结构例的框图。

[0012] 图2是示出从投影仪10投射到测量对象物SC的点图案的图像的一例的图。

[0013] 图3是示出由拍摄装置20拍摄被投射了点图案的图像的状态下的测量对象物SC而得到的拍摄图像的一例的图。

[0014] 图4是示出信息处理装置30的处理装置320依照程序311执行的测量方法的流程的流程图的一例的图。

[0015] 图5是用于说明本发明的效果的图。

[0016] 图6是用于说明本发明的效果的图。

[0017] 标号说明

[0018] 1:测量系统;10:投影仪;20:拍摄装置;30:信息处理装置;300:通信装置;310:存储装置;320:处理装置;321:确定部;322:检测部;323:估计部;324:调整部;325:测量部;311:程序;SC:测量对象物。

具体实施方式

[0019] 以下,参照附图,对本发明的实施方式进行说明。在以下叙述的实施方式中,附加了在技术上优选的各种限定。但是,本发明的实施方式不限于以下叙述的方式。

[0020] 1.实施方式

[0021] 图1是示出本发明一个实施方式的测量系统1的结构例的图。如图1所示，测量系统1包含投影仪10、拍摄装置20和信息处理装置30。图1所示的测量系统1是用于测量物体的三维形状的系统。在测量系统1中，在信息处理装置30的控制下，从投影仪10将用于三维测量的图案图像投射到作为三维形状的测量对象的测量对象物SC。在测量系统1中，拍摄装置20拍摄被投射了图案图像的状态下的测量对象物SC的图像。在测量系统1中，由信息处理装置30执行根据图案图像和拍摄装置20的拍摄图像来对测量对象物SC的三维形状进行测量的运算。测量系统1是本发明中的投射系统的一例。测量对象物SC是本发明中的被投射物的一例。

[0022] 投影仪10例如具有用于投射图像的液晶光阀、投射透镜、液晶驱动部和作为光源的超高压汞灯。投影仪10中的光源也可以是金属卤化物灯。投影仪10例如通过电缆与信息处理装置30连接成能够进行通信。投影仪10通过经由电缆的通信，从信息处理装置30取得表示图案图像的图像数据。在本实施方式中，投影仪10与信息处理装置30之间的通信例如是依照以太网、USB(Universal Serial Bus)等标准的有线通信。另外，以太网是注册商标。投影仪10与信息处理装置30之间的通信也可以是依照Wi-Fi等标准的无线通信。投影仪10将所取得的图像数据表示的图案图像投射到测量对象物SC。

[0023] 拍摄装置20例如是具有作为将所会聚的光转换为电信号的摄像元件的CCD(Charge Coupled Device)或CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)等的摄像头。以下，为了简化说明，假设拍摄装置20拍摄静态图像。另外，拍摄装置20也可以拍摄动态图像替代拍摄静态图像。拍摄装置20拍摄测量对象物SC。与投影仪10同样，拍摄装置20例如通过电缆与信息处理装置30连接成能够进行通信。拍摄装置20向信息处理装置30发送表示拍摄出的图像的图像数据。在本实施方式中，拍摄装置20与信息处理装置30之间的通信例如是依照以太网、USB等标准的有线通信，但也可以是依照Wi-Fi等标准的无线通信。拍摄装置20是本发明中的第1摄像头的一例。

[0024] 在本实施方式中，投影仪10和拍摄装置20配置于相互不同的固定位置。投影仪10和拍摄装置20各自的配置位置预先调整为适于三维测量。此外，投影仪10校正了投射镜头的镜头畸变。同样，拍摄装置20校正了拍摄镜头的镜头畸变。此外，拍摄装置20的曝光量和增益调整为适于三维测量。在本实施方式的测量系统1中，通过相移法对测量对象物SC的三维形状进行测量。更详细地进行说明，在测量系统1中，首先，在信息处理装置30的控制下，亮度呈正弦波状地变化的条纹图案的图像从投影仪10投射到测量对象物SC。信息处理装置30使投射到测量对象物SC的条纹图案的相位以规定的相移量偏移。反复进行多次相移，直到条纹图案的相位移动1个周期的量为止。条纹图案的相移次数一般是3或4，在本实施方式中为4次。即，本实施方式中的相移量是π/2[rad]。另外，π是圆周率。信息处理装置30在每次使条纹图案的相位偏移时，使拍摄装置20拍摄被投射了条纹图案的图像的状态下的测量对象物SC，从拍摄装置20取得表示该拍摄图像的图像数据。因此，在本实施方式中，信息处理装置30取得与相移量为0、π/2、π、3π/2这样的4个条纹图案一对一地对应的4个图像数据。

[0025] 在通过拍摄被投射了相移量为0、π/2、π和3π/2的条纹图案的状态下的测量对象物SC而得到的4个图像的每一个图像中位于坐标(x,y)的像素的亮度值I0(x,y)、I1(x,y)、I2(x,y)和I3(x,y)分别通过以下的式(1)、式(2)、式(3)和式(4)表示。另外，A是条纹图案的亮

度的振幅。G是外部光等环境光的亮度。R是测量对象物SC的物体反射率。φ是呈正弦波状地变化的亮度的坐标(x,y)的相位。

[0026] [式1]

[0027] $$I0(x,y)=\{A\cdot\cos(\phi)+G\}\times R\cdots(1)$$

[0028] $$I1(x,y)=\left\{A\cdot\cos\left(\phi-\frac{\pi}{2}\right)+G\right\}\times R\cdots(2)$$

[0029] $$I2(x,y)=\{A\cdot\cos(\phi-\pi)+G\}\times R\cdots(3)$$

[0030] $$I3(x,y)=\left\{A\cdot\cos\left(\phi-\frac{2\pi}{3}\right)+G\right\}\times R\cdots(4)$$

[0031] 即使上述4个图像上的相同位置处的绝对亮度与该位置处的测量对象物SC的表面形状或颜色等对应地发生变化,亮度差也必然成为与条纹图案的相位差对应的值。例如,I0(x,y)与I1(x,y)之差为与π/2对应的值。因此,通过使信息处理装置30执行从式(1)、式(2)、式(3)和式(4)中消去A、G和R的运算、具体而言为下述的式(5)所示的运算,计算出测量对象物SC的图像中的坐标(x,y)处的相位$\varphi(x,y)$。

[0032] [式2]

[0033] $$\phi(x,y)=\arctan\{I3(x,y)-I1(x,y)\}/\{I0(x,y)-I2(x,y)\}\cdots(5)$$

[0034] 依照式(5)计算的相位$\varphi(x,y)$是按照各条纹图案的每1个周期计算的-π～π之间的值。依照式(5)计算的相位$\varphi(x,y)$表示1个周期的条纹图案内的位置,因此,也称作相对相位。在多个周期的条纹图案投射到测量对象物SC,位于坐标(x,y)的像素与第n个条纹对应的情况下,唯一地表示坐标(x,y)的相位表示为$\varphi(x,y)+2n\pi$。n是0以上的整数,称作条纹次数。条纹次数表示是从多个周期的条纹图案的一端朝向另一端计数时是第几个周期的条纹图案。考虑了条纹次数的相位也称作绝对相位。为了通过相移法对测量对象物SC的三维形状进行测量,需要计算坐标(x,y)的绝对相位。而且,为了计算坐标(x,y)的绝对相位,需要估计坐标(x,y)的条纹次数。作为条纹次数的估计方法,例如可举出如下方法:如专利文献1所述,使条纹图案的振幅按照每1个周期发生变化,并且将各周期中的振幅写入表等中,根据基于式(1)、式(2)、式(3)和式(4)计算的振幅A和上述表,估计条纹次数。信息处理装置30基于坐标(x,y)的绝对相位,利用三角测量的原理来计算坐标(x,y)处的高度,由此,对测量对象物SC的三维形状进行测量

[0035] 基于相移法的三维形状的测量的概略情况如上所述,但在被投射了条纹图案的图像的状态下的测量对象物SC的拍摄图像中,由于测量对象物SC的反射特性或周围的外部光等影响,即使在相同的拍摄图像内,条纹图案的亮度有时也根据区域而不同。另外,测量对象物SC的反射特性根据测量对象物SC的表面形状或颜色等而确定。关于条纹图案的亮度过高或过低等未在适当的亮度的范围内拍摄条纹图案的区域,测量对象物SC的三维形状的测量精度可能下降。本实施方式中的信息处理装置30构成为即使在存在测量对象物SC的反射特性或周围的外部光等影响的状况下,也能够避免测量对象物SC的三维形状的测量精度下降。以下,以信息处理装置30为中心进行说明。

[0036] 信息处理装置30例如是个人计算机。如图1所示,信息处理装置30具有通信装置

300、存储装置310和处理装置320。通信装置300经由电缆与投影仪10连接。此外，通信装置300经由电缆与拍摄装置20连接。通信装置300接收从拍摄装置20发送的图像数据。此外，通信装置300在处理装置320的控制下，向投影仪10发送表示投射到测量对象物SC的图案图像的图像数据。

[0037] 存储装置310是处理装置320能够读取的记录介质。存储装置310例如包含非易失性存储器和易失性存储器。作为非易失性存储器，例如可以是ROM(Read Only Memory)、EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory)或EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)。易失性存储器例如是RAM(Random Access Memory)。

[0038] 在存储装置310的非易失性存储器中，预先存储由处理装置320执行的程序311。存储装置310的易失性存储器作为执行程序311时的工作区被处理装置320使用。程序311也能够称作“应用程序”、“应用软件”或“应用”。程序311例如经由通信装置300从未图示的服务器等取得，然后存储到存储装置310。

[0039] 处理装置320例如构成为包含CPU(Central Processing Unit)等处理器、即计算机。处理装置320可以由单一的计算机构成，也可以由多个计算机构成。处理装置320以对未图示的输入装置进行了指示程序311的执行开始的操作为契机，从非易失性存储器向易失性存储器读出程序311。处理装置320执行所读出的程序311。依照程序311正在进行工作的处理装置320作为图1所示的确定部321、检测部322、估计部323、调整部324和测量部325发挥功能。图1所示的确定部321、检测部322、估计部323、调整部324和测量部325是通过使处理装置320依照程序311进行工作来实现的软件模块。确定部321、检测部322、估计部323、调整部324和测量部325各自负责的功能如下所述。

[0040] 确定部321确定投影仪坐标系与摄像头坐标系的对应关系。投影仪坐标系是表示投影仪10的投射图像内的位置的坐标系。作为投影仪坐标系的具体例，可举出以投影仪10的投射图像的左上角为原点的二维坐标系。摄像头坐标系是表示拍摄装置20的拍摄图像内的位置的坐标系。作为摄像头坐标系的具体例，可举出以拍摄装置20的拍摄图像的左上角为原点的二维坐标系。

[0041] 在本实施方式中，确定部321将表示图2所示的8×8的点图案的图像G1的图像数据提供给投影仪10，由此，使点图案的图像G1从投影仪10投射到测量对象物SC。另外，在图像G1中被涂黑的部分是不从投影仪10被投射光的部分，涂白的部分是从投影仪10被投射光的点的部分。点图案的图像G1是本发明中的第1图像的一例。

[0042] 此外，确定部321使拍摄装置20拍摄被投射了点图案的图像G1的状态下的测量对象物SC。被投射了点图案的图像G1的状态下的测量对象物SC的基于拍摄装置20的拍摄图像是本发明中的第1拍摄图像的一例。然后，确定部321根据被投射了点图案的图像G1的状态下的测量对象物SC的拍摄图像和点图案的图像G1，确定投影仪坐标系与摄像头坐标系的对应关系。

[0043] 作为被投射了图2所示的图像G1的状态下的测量对象物SC的拍摄图像，假设得到了图3所示的图像G2。确定部321针对图2所示的图像G1中的8×8个点的每一个点，将该点在投影仪坐标系上的位置与针对在图3所示的图像G2中和该点对应的点的摄像头坐标系上的位置对应起来，由此，确定投影仪坐标系与摄像头坐标系的对应关系。例如，针对在图像G1中位于第1行第1列的点DA11，与图像G2中的点DB11对应起来。此外，针对在图像G1中位于第

8行第8列的点DA88，与图像G2中的点DB88对应起来。点DA11是本发明中的第1特征点的一例。点DA88是本发明中的第2特征点的一例。点DB11是本发明中的第3特征点的一例。点DB88是本发明中的第4特征点的一例。

[0044] 关于从投影仪10向测量对象物SC的投射图像，能够设定以图2所示的8×8个点的每一个点为中心且不相互重叠的8×8个区域。在图2中，用虚线示出该8×8个区域中的、以点DA11为中心的区域AA11和以点DA88为中心的区域AA88。关于拍摄装置20的拍摄图像，也同样地能够设定以图3所示的8×8个的点的每一个点为中心且相互不重叠的8×8个区域。在图3中，用虚线示出该8×8个区域中的、以点DB11为中心的区域AB11和以点DB88为中心的区域AB88。针对投射图像所设定的8×8个区域的每一个区域根据由确定部321确定的对应关系，与针对拍摄图像所设定的8×8个区域的每一个区域一对一地对应起来。具体而言，针对区域AA11，与区域AB11对应起来。此外，针对区域AA88，与区域AB88对应起来。区域AB11是本发明中的第1区域的一例。区域AB88是本发明中的第2区域的一例。区域AA11是本发明中的第3区域的一例。区域AA88是本发明中的第4区域的一例。

[0045] 检测部322将表示单色图像的图像数据给与投影仪10，由此，使投影仪10将单色图像投射到测量对象物SC。然后，检测部322使拍摄装置20拍摄被投射了单色图像的状态下的测量对象物SC。该单色图像是本发明中的第2图像的一例。被投射了单色图像的状态下的测量对象物SC的拍摄图像是本发明中的第2拍摄图像的一例。在本实施方式中，检测部322使投影仪10将图像内的亮度均匀且亮度相互不同的多张单色图像的每一张投射到测量对象物SC。更详细来讲，检测部322使投影仪10将各个图像内的亮度均匀且亮度为20％、40％、60％、80％和100％的白色图像的每一个投射到测量对象物SC。检测部322针对多张单色图像的每一个，使拍摄装置20拍摄被投射了该单色图像的状态下的测量对象物SC。然后，检测部322按照每个单色图像，检测拍摄图像中的区域AB11～AB88的8×8个各区域中的亮度。

[0046] 估计部323根据检测部322的检测结果，估计表示在拍摄图像中的区域AB11～AB88的任意一个中不使亮度上下饱和的投射图像的亮度的分布的亮度分布图。更详细而言，估计部323针对区域AA11～AA88的8×8个区域的每一个，根据由检测部322按照每个单色图像检测出的亮度，估计不使根据由确定部321确定的对应关系而对应起来的区域的亮度上下饱和的亮度的范围。

[0047] 例如，针对区域AB11，亮度值相对于100％的白色图像向上饱和，并且亮度值相对于40％的白色图像向下饱和。这里，亮度值向上饱和表示亮度值为上限值，亮度值向下饱和表示亮度值为下限值。在该情况下，估计部323将不使区域AB11的亮度上下饱和的区域AA11的亮度的范围估计为60％～80％。针对区域AA11所估计的亮度的范围是本发明中的第1亮度的范围的一例。此外，针对区域AB88，亮度值相对于80％的白色图像向上饱和，并且亮度值相对于20％的白色图像向下饱和。在该情况下，估计部323将不使区域AB88的亮度上下饱和的区域AA88的亮度的范围估计为40％～60％。针对区域AA88所估计的亮度的范围是本发明中的第2亮度的范围的一例。在本实施方式中，针对区域AA11～AA88的8×8个区域的每一个，由估计部323估计不使根据由确定部321确定的对应关系而对应起来的区域的亮度上下饱和的亮度的范围，估计结果即亮度的范围的分布成为亮度分布图。

[0048] 调整部324将相位各偏移π/2的4张条纹图案的图像的每一个作为调整对象图像执行以下处理。调整部324将调整对象图像划分为与上述区域AA11～AA88的每一个区域一对

一地对应的8×8个区域。然后，调整部324按照将调整对象图像划分为8×8个而得到的每个区域，根据由估计部323估计出的亮度分布图，调整正弦波的振幅。例如，针对与区域AA11对应的区域，调整部324调整属于该区域的各像素的亮度，以使收敛到针对区域AA11所估计出的亮度的范围。在4张条纹图案的图像的每一个中与区域AA11对应的区域是本发明中的第5区域的一例。同样，针对与区域AA88对应的区域，调整部324调整属于该区域的各像素的亮度，以使收敛到针对区域AA88所估计出的亮度的范围。在4张条纹图案的图像的每一个中与区域AA88对应的区域是本发明中的第6区域的一例。

[0049] 测量部325执行使用了由调整部324按照每个区域调整了亮度的条纹图案的图像的相移法，由此，对测量对象物SC的三维形状进行测量。更详细地进行说明，测量部325使投影仪10投射由调整部324按照每个区域调整了亮度的条纹图案的图像。此外，测量部325使拍摄装置20拍摄被投射了该图案图像的状态下的测量对象物SC。然后，测量部325通过上述的式(5)所示的运算，计算坐标(x,y)的相对相位φ(x,y)。测量部325估计条纹次数，计算绝对相位。然后，测量部325基于坐标(x,y)的绝对相位，根据三角测量的原理计算坐标(x,y)处的高度，由此，对测量对象物SC的三维形状进行测量。

[0050] 此外，依照程序311正在进行工作的处理装置320执行本发明的测量方法。图4是示出本发明的测量方法的流程的流程图。如图4所示，本发明的测量方法包含确定处理SA110、检测处理SA120、估计处理SA130、调整处理SA140和测量处理SA150。

[0051] 在确定处理SA110中，处理装置320作为确定部321发挥功能。在确定处理SA110中，处理装置320使图2所示的点图案的图像G1从投影仪10投射到测量对象物SC。此外，处理装置320使拍摄装置20拍摄被投射了点图案的图像G1的状态下的测量对象物SC。然后，处理装置320根据被投射了点图案的图像G1的状态下的测量对象物SC的拍摄图像和点图案的图像G1，确定投影仪坐标系与摄像头坐标系的对应关系。

[0052] 在检测处理SA120中，处理装置320作为检测部322发挥功能。在检测处理SA120中，处理装置320将分别表示亮度值相互不同的多个单色图像的每一个的图像数据给与投影仪10，由此，使投影仪10将各单色图像投射到测量对象物SC。此外，处理装置320按照每个单色图像，使拍摄装置20拍摄被投射了单色图像的状态下的测量对象物SC。然后，处理装置320按照每个单色图像检测在拍摄图像中设定的多个区域各自中的亮度值。

[0053] 在估计处理SA130中，处理装置320作为估计部323发挥功能。在估计处理SA130中，处理装置320根据检测部322的检测结果，估计表示在拍摄图像的任何区域中都不使亮度值上下饱和的投射图像的亮度值的分布的亮度分布图。

[0054] 在调整处理SA140中，处理装置320作为调整部324发挥功能。在调整处理SA140中，处理装置320设相位各偏离π/2的4张条纹图案的图像的每一个为调整对象图像，调整正弦波的振幅，以使亮度收敛到按照调整对象图像的每个区域通过估计处理SA130而估计出的亮度分布图所表示的范围。

[0055] 在测量处理SA150中，处理装置320作为测量部325发挥功能。在测量处理SA150中，处理装置320执行使用了在调整处理SA140中按照每个区域调整了亮度的条纹图案的图像的相移法，由此，对测量对象物SC的三维形状进行测量。

[0056] 以下，以在被投射了条纹图案的图像的状态下的测量对象物SC的拍摄图像中仅区域AB11的亮度由于该区域的反射特性或外部光等影响而比其他区域高的情况为例，说明本

实施方式的效果。在现有的基于均匀亮度分布的相移方法中，由于以区域AB11中的亮度不饱和的方式抑制了整体亮度的、条纹图案的图像投射到测量对象物SC，因此，在区域AB11以外的区域中，信号值下降。在区域AB11以外的区域中，S/N比下降，因此，相对相位φ（x，y）的计算精度下降，测量对象物SC的三维形状的测量精度下降。

[0057] 另一方面，在本实施方式的测量方法中，由于仅抑制了根据投影仪坐标系与摄像头坐标系的对应关系而与区域AB11对应起来的区域AA11的亮度的、条纹图案的图像投射到测量对象物SC，因此，能够在测量对象物SC的拍摄图像的大致整体中得到较高的信号值，能够避免相对相位φ（x，y）的计算精度的下降。因此，根据本实施方式，能够避免测量对象物SC的三维形状的测量精度由于反射特性或外部光等影响而下降。

[0058] 如以上所说明那样，根据本实施方式，可投射根据测量对象物SC的反射特性或周围的外部光等影响而调整了亮度的条纹图案的图像。因此，可避免在被投射了条纹图案的图像的状态下的测量对象物SC的拍摄图像中产生由于亮度值向上饱和而引起的高光溢出或由于亮度值向下饱和而引起的暗部缺失。由于在被投射了条纹图案的图像的状态下的测量对象物SC的拍摄图像中，不产生高光溢出或暗部缺失，因此，测量对象物SC的三维形状的测量精度不会下降。这样，根据本实施方式的测量系统1，能够避免测量对象物SC的三维形状的测量精度由于测量对象物SC的反射特性或周围的外部光等影响而下降。

[0059] 另外，在本实施方式中，使用按照每个区域调整了亮度的条纹图案的图像和被投射了该条纹图案的图像的测量对象物SC的拍摄图像来根据三角测量的原理测量出测量对象物SC的三维形状。但是，也可以使用由作为第1摄像头的拍摄装置20拍摄被投射了按照每个区域调整了亮度的条纹图案的图像的测量对象物SC而得到的拍摄图像和由配置于与第1摄像头不同的位置的第2摄像头拍摄而得到的拍摄图像，对测量对象物SC的三维形状进行测量。

[0060] 在基于使用了第1摄像头和第2摄像头的相移法的三维测量中，根据第1摄像头的拍摄图像中的特征点的坐标与第2摄像头的拍摄图像中的该特征点的坐标的视差值，计算三维坐标。因此，如果第1摄像头的拍摄图像和第2摄像头的拍摄图像中的特征点的坐标的偏差较小，则能够计算方差更小的三维坐标、即提高三维测量精度。图5是示出通过现有的基于均匀亮度分布的相移法计算出的特征点的坐标的方差的一例的图。另一方面，图6是示出使用按照每个区域调整了亮度的条纹图案的图像而计算出的特征点的坐标的方差的一例的图。比较图5和图6可知，通过使用按照每个区域调整了亮度的条纹图案的图像，与现有的基于均匀亮度分布的相移相比，特征点的坐标的偏差减小。图5中的RMSE为0.260535像素，图6中的RMSE为0.112996像素。另外，RMSE是指均方误差。这样，即使在基于使用了第1摄像头和第2摄像头的相移法的三维测量中，通过使用按照每个区域调整了亮度的条纹图案的图像，也可避免由于测量对象物SC的反射特性或周围的外部光等影响而引起的测量精度的下降。

[0061] 2.变形例

[0062] 上述实施方式也可以如以下这样变更。

[0063] (1)在上述实施方式中，作为用于确定投影仪坐标系与摄像头坐标系的对应关系的图案图像，使用了点图案的图像。但是，也可以替代点图案的图像，使用格雷码图案或二

进制编码图案的图像。此外，在上述实施方式中，使用图像内的亮度呈正弦波状地发生变化的条纹图案的图像而测量出测量对象物SC的三维形状。但是，也可以替代条纹图案的图像，使用格雷码图案或二进制编码图案的图像。与条纹图案的图像同样，格雷码图案或二进制编码图案的图像的图像内的亮度周期性地变化。在使用格雷码图案或二进制编码图案的图像的情况下，针对被较明亮地拍摄的区域，白色部分的像素被调整为灰色等较暗的颜色即可。

[0064] (2)在上述实施方式中，使用亮度相互不同的4张单色图像生成了亮度分布图。但是，可以使用亮度相互不同的2张或3张单色图像来生成亮度分布图，也可以使用亮度相互不同的5张以上的单色图像来生成亮度分布图。使用亮度相互不同的2张单色图像的方式中的一个单色图像是本发明中的第1单色图像的一例。使用亮度相互不同的2张单色图像的方式中的另一个单色图像是本发明中的第2单色图像的一例。此外，也可以使用图像内的亮度均匀的1张单色图像来生成亮度分布图。具体而言，与被投射了单色图像的状态下的测量对象物SC的拍摄图像中的各区域的亮度与被预测为该拍摄图像中的亮度的基准值之差相应地生成亮度分布图即可。

[0065] (3)在上述实施方式中，程序311存储到存储装置310。但是，也可以单独地制造或发布程序311。作为程序311的具体发布方法，可考虑在闪存ROM(Read Only Memory)等计算机可读取的记录介质中写入上述程序311而发布的方式、或通过经由互联网等电通信线路的下载来发布的方式。

[0066] (4)上述实施方式中的确定部321、检测部322、估计部323、调整部324和测量部325是软件模块，但检测部322、估计部323、调整部324和测量部325的一部分或全部也可以是硬件。作为该硬件的一例，可举出DSP(Digital Signal Processor)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)、PLD(Programmable Logic Device)和FPGA(Field Programmable Gate Array)。即使检测部322、估计部323、调整部324和测量部325的一部分或全部是硬件，也可起到与上述实施方式相同的效果。另外，上述实施方式中的信息处理装置30也可以是平板终端或智能手机。

[0067] (5)也可以省略上述实施方式中的测量部325。根据具有确定部321、检测部322、估计部323和调整部324的信息处理装置，可避免产生被投影仪10投射了投射图像的被投射物的拍摄图像中的高光溢出或暗部缺失。此外，也可以组合该信息处理装置、投影仪10和拍摄装置20而构成投射系统。根据该投射系统，也可避免产生被投影仪10投射了投射图像的被投射物的拍摄图像中的高光溢出或暗部缺失。此外，也可以提供包含确定处理SA110、检测处理SA120、估计处理SA130和调整处理SA140的投射图像的调整方法。根据该调整方法，也可避免产生被投影仪10投射了投射图像的被投射物的拍摄图像中的高光溢出或暗部缺失。

[0068] (6)上述实施方式的调整部324将调整对象图像划分为与区域AA11～AA88的每一个区域一对一地对应的8×8个区域，按照每个区域，根据亮度分布图调整了区域内的各像素的亮度。但是，为了避免隔着区域的边界相邻的2个像素的亮度不连续地发生变化，也可以根据亮度分布图，对调整了各像素的亮度的调整对象图像实施移动平均滤波器等的滤波处理。

[0069] 3.根据实施方式和各变形例中的至少一个来掌握的方式

[0070] 本发明不限于上述实施方式和变形例，能够在不脱离其主旨的范围内以各种方式

实现。例如，本发明还能够通过以下的方式来实现。为了解决本发明的一部分或全部课题或者为了实现本发明的一部分或全部效果，与以下所记载的各方式中的技术特征对应的上述实施方式中的技术特征可以适当地进行替换或组合。此外，只要未说明为该技术特征是本说明书中必需的，则能够适当删除。

[0071] 为了解决上述的课题，在本发明的投射图像的调整方法中，该投射图像从投影仪10投射到被投射物，其中，该调整方法包含确定处理SA110、检测处理SA120、估计处理SA130和调整处理SA140。在确定处理SA110中，根据从投影仪10投射到被投射物的第1图像和由拍摄装置20拍摄被投射了第1图像的状态下的被投射物而得到的第1拍摄图像，确定投影仪坐标系与摄像头坐标系的对应关系。投影仪坐标系是表示第1图像内的位置的坐标系。摄像头坐标系是表示第1拍摄图像内的位置的坐标系。在检测处理SA120中，检测由拍摄装置20拍摄被投影仪10投射了第2图像的状态下的被投射物而得到的第2拍摄图像中的第1区域的亮度和该第2拍摄图像中的第2区域的亮度。另外，作为第2图像的一例，可举出单色图像。在估计处理SA130中，针对第2图像中的根据上述对应关系与第1区域对应起来的第3区域，根据针对第1区域检测出的亮度和第3区域的亮度，估计不使第1区域的亮度上下饱和的第1亮度的范围。此外，在估计处理SA130中，针对第2图像中的根据上述对应关系与第2区域对应起来的第4区域，根据针对第2区域检测出的亮度和第4区域的亮度，估计不使第2区域的亮度上下饱和的第2亮度的范围。在调整处理SA140中，调整投射图像中的与第3区域对应的第5区域的亮度，以使收敛到第1亮度的范围。此外，在调整处理SA140中，调整投射图像中的与第4区域对应的第6区域的亮度，以使收敛到第2亮度的范围。根据本方式的调整方法，可避免在由第1摄像头拍摄被投射了投射图像的状态下的被投射物时产生拍摄图像中的高光溢出或暗部缺失。

[0072] 在更优选方式的调整方法中，也可以使投影仪10依次投射图像内的亮度均匀的、亮度相互不同的第1单色图像和第2单色图像分别作为第2图像，进行第1亮度的范围和第2亮度的范围的估计。具体而言，在估计处理SA130中，根据在被投射了第1单色图像的情况下检测到的第1区域的亮度和在被投射了第2单色图像的情况下检测到的第1区域的亮度和第3区域的亮度，估计第1亮度的范围。同样，在估计处理SA130中，根据在被投射了第1单色图像的情况下检测到的第2区域的亮度和在被投射了第2单色图像的情况下检测到的第2区域的亮度和第4区域的亮度，估计第2亮度的范围。

[0073] 在其他优选方式的调整方法中，第1图像也可以是包含第1特征点和第2特征点的图像、具体而言为点图案的图像。在本方式的调整方法中的确定处理SA110中，根据第1图像中的第1特征点的位置和在第1拍摄图像中与第1特征点对应的第3特征点的位置以及第1图像中的第2特征点的位置和在第1拍摄图像中与第2特征点对应的第4特征点的位置，确定投影仪坐标系与摄像头坐标系的对应关系。

[0074] 在其他优选方式的调整方法中，从投影仪10投射到被投射物的投射图像也可以是在图像内亮度周期性地变化的图像、具体而言为条纹图案的图像。根据本方式，可避免产生被投射了在图像内亮度周期性地变化的投射图像的被投射物的拍摄图像的第5区域中的高光溢出或暗部缺失。同样，也可以避免产生第6区域中的高光溢出或暗部缺失。

[0075] 此外，本发明的测量方法的一个方式是一种测量方法，将在图像内亮度周期性地变化的投射图像从投影仪10投射到被投射物，根据由第1摄像头拍摄被投射了投射图像的

状态下的被投射物而得到的拍摄图像和由与第1摄像头不同的第2摄像头拍摄被投射了投射图像的状态下的被投射物而得到的拍摄图像，测量被投射物的三维形状。该测量方法包含上述的确定处理SA110、检测处理SA120、估计处理SA130和调整处理SA140，通过调整处理SA140调整从投影仪10投射到被投射物的投射图像的亮度。根据本方式的调整方法，可避免被投射物的三维形状的测量精度由于被投射物的反射特性或周围的外部光等影响而下降。

[0076] 此外，本发明的测量方法的一个方式是一种测量方法，将在图像内亮度周期性地变化的投射图像从投影仪10投射到被投射物，根据由该第1摄像头拍摄被投射了投射图像的状态下的被投射物而得到的拍摄图像和投射图像，测量被投射物的三维形状。该测量方法包含上述的确定处理SA110、检测处理SA120、估计处理SA130和调整处理SA140，通过调整处理SA140调整从投影仪10投射到被投射物的投射图像的亮度。根据本方式的调整方法，也可避免被投射物的三维形状的测量精度由于被投射物的反射特性或周围的外部光等影响而下降。

[0077] 此外，为了解决上述的课题，本发明的投射系统的一个方式包含投影仪10、拍摄装置20和信息处理装置30。投影仪10将投射图像投射到被投射物。拍摄装置20拍摄被投射物。拍摄装置20是本发明中的第1摄像头的一例。信息处理装置30具有执行上述的确定处理SA110、检测处理SA120、估计处理SA130和调整处理SA140的处理装置320。根据本方式，可避免产生由拍摄装置20拍摄被投射了投射图像的状态下的被投射物而得到的拍摄图像的第5区域中的高光溢出或暗部缺失。同样，也可避免产生第6区域中的高光溢出或暗部缺失。

[0078] 此外，为了解决上述的课题，本发明的信息处理装置的一个方式包含确定部321、检测部322、估计部323和调整部324。确定部321执行确定处理SA110。检测部322执行检测处理SA120。估计部323执行估计处理SA130。调整部324执行调整处理SA140。根据本方式，可避免产生由拍摄装置20拍摄被投射了投射图像的状态下的被投射物而得到的拍摄图像的第5区域中的高光溢出或暗部缺失。同样，也可以避免产生第6区域中的高光溢出或暗部缺失。

[0079] 为了解决上述的课题，本发明的程序的一个方式使计算机执行确定处理SA110、检测处理SA120、估计处理SA130和调整处理SA140。根据本方式，可避免产生由拍摄装置20拍摄被投射了投射图像的状态下的被投射物而得到的拍摄图像的第5区域中的高光溢出或暗部缺失。同样，也可以避免产生第6区域中的高光溢出或暗部缺失。

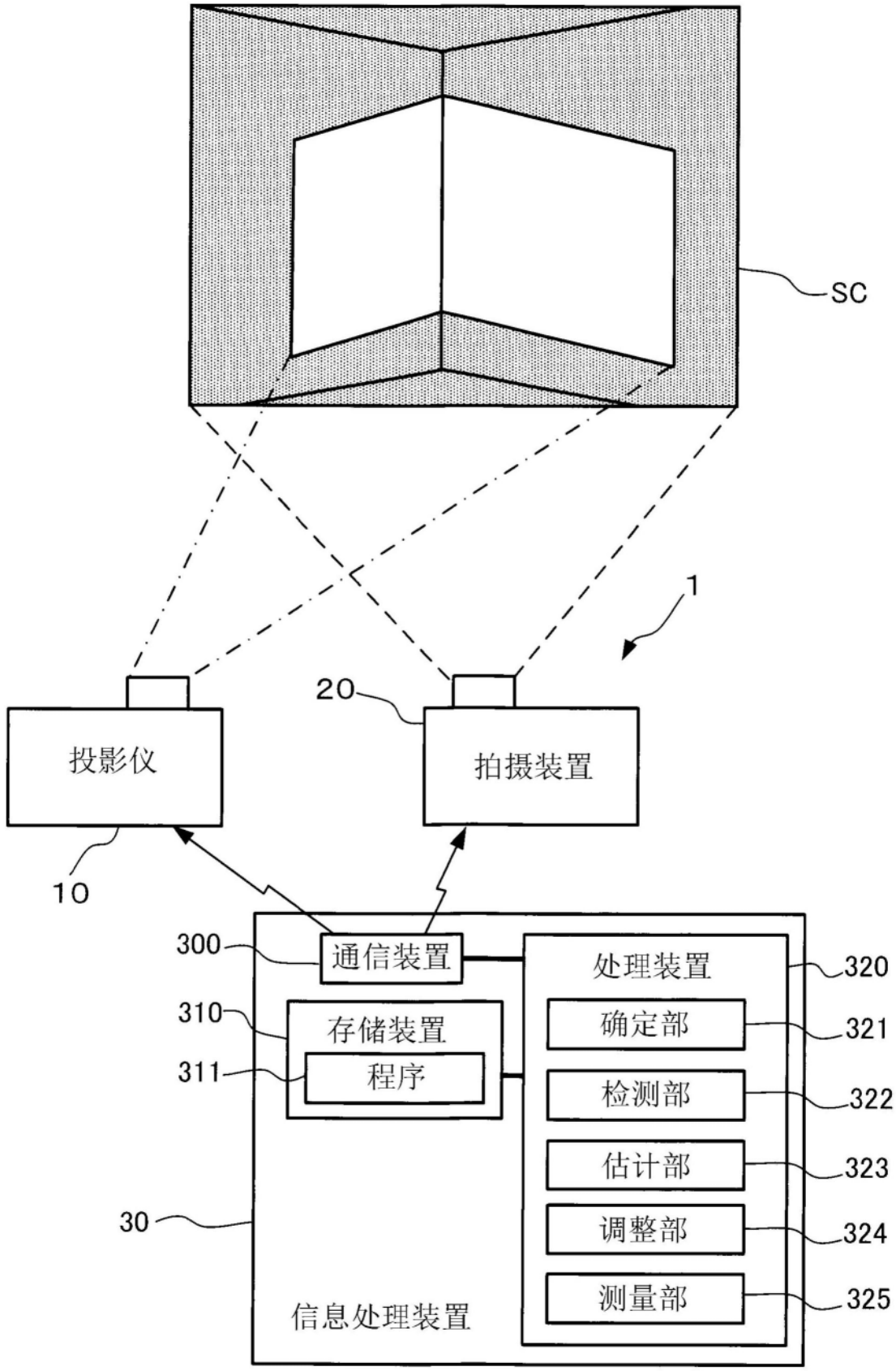

SC
1
20
投影仪
拍摄装置
10
300
通信装置
处理装置
320
310
存储装置
确定部
321
311
程序
检测部
322
估计部
323
30
调整部
324
测量部
325
信息处理装置

图1

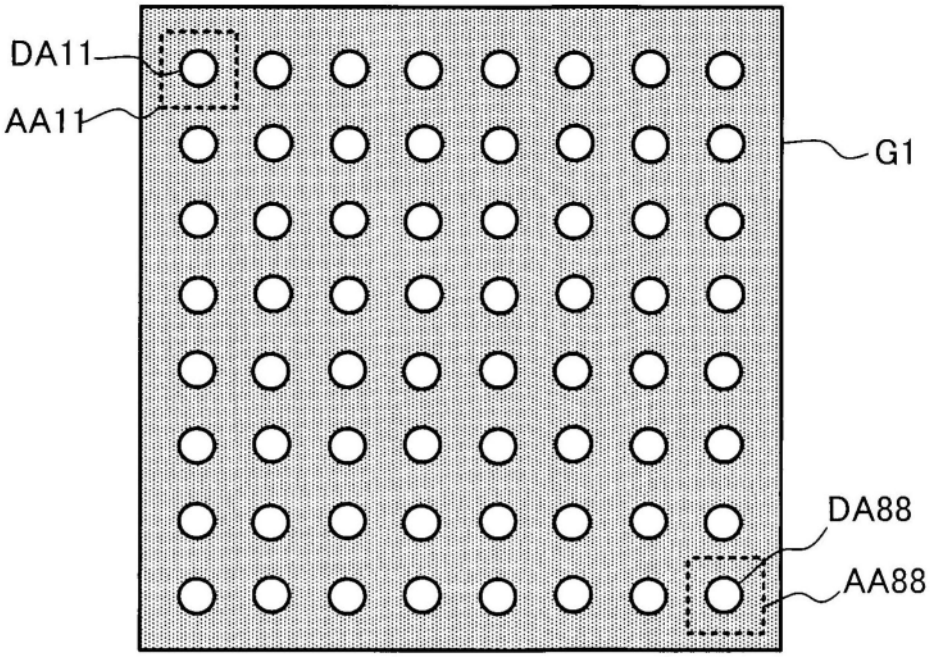


图2

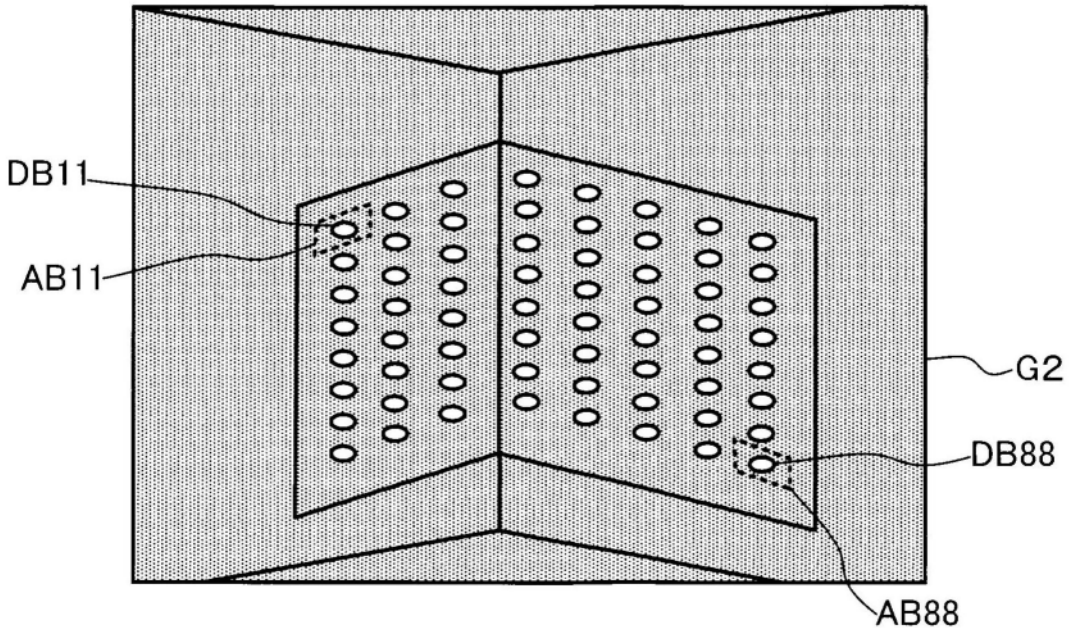


图3

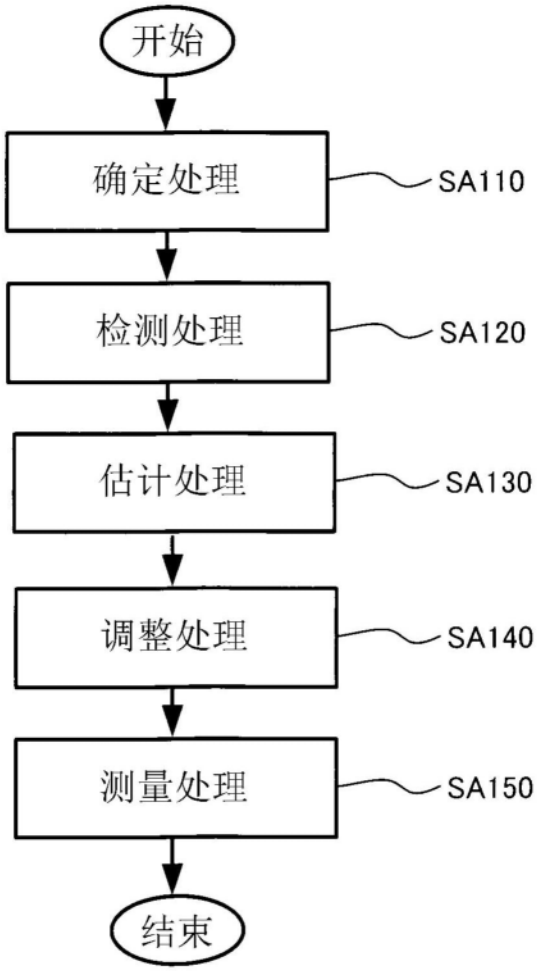


图4

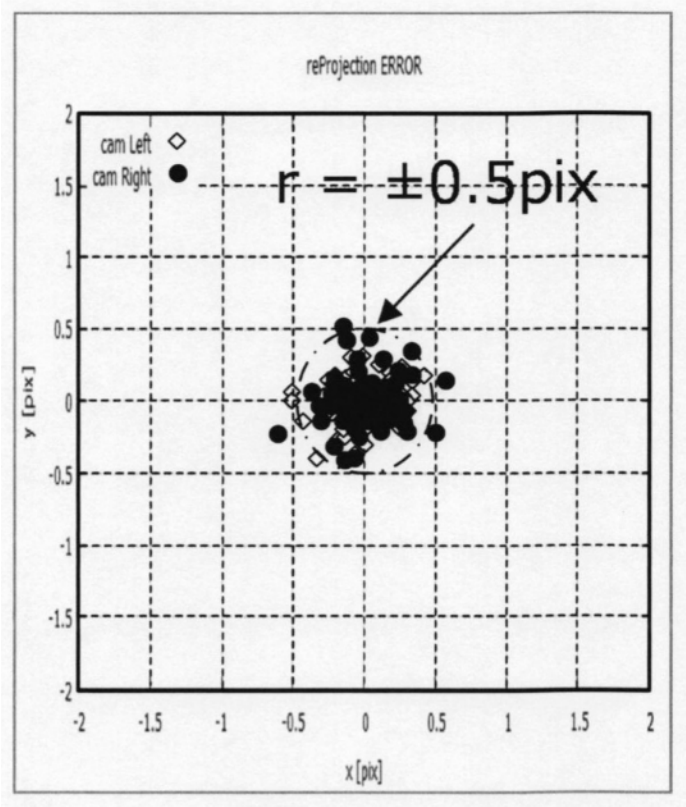

reProjection ERROR
cam Left
cam Right
r = ±0.5pix
y [pix]
x [pix]
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2
-1.5
-1
-0.5
0
0.5
1
1.5
2

图5

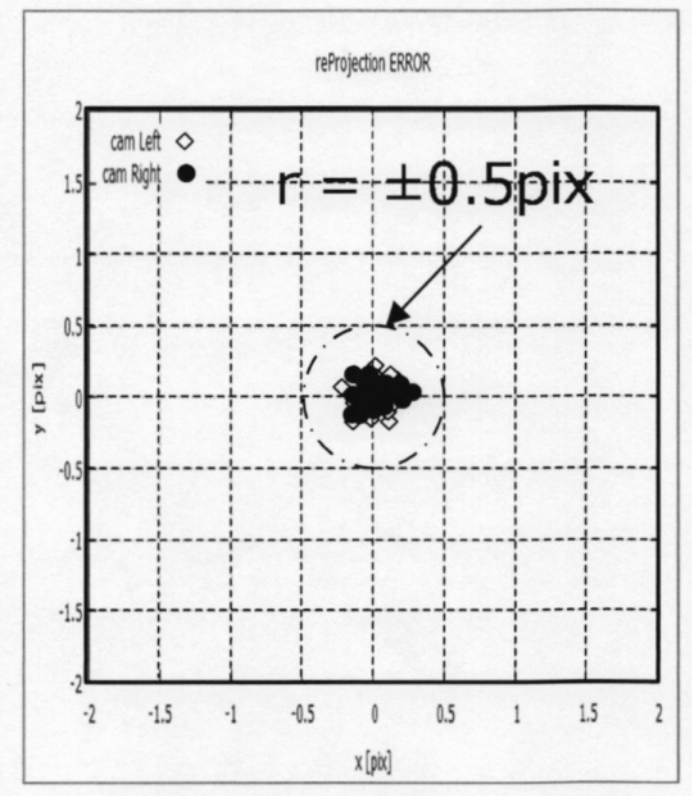

reProjection ERROR
cam Left
cam Right
r = ±0.5pix
y [pix]
x [pix]
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2
-1.5
-1
-0.5
0
0.5
1
1.5
2

图6