



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111416968 B

(45) 授权公告日 2022. 01. 11

(21) 申请号 202010009345.9

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2020.01.06

H04N 9/31 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111416968 A

审查员 廖紫纤

(43) 申请公布日 2020.07.14

(30) 优先权数据

2019-001033 2019.01.08 JP

2019-001032 2019.01.08 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 真野哲雄 久保田真司 市枝博行

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 李庆泽 邓毅

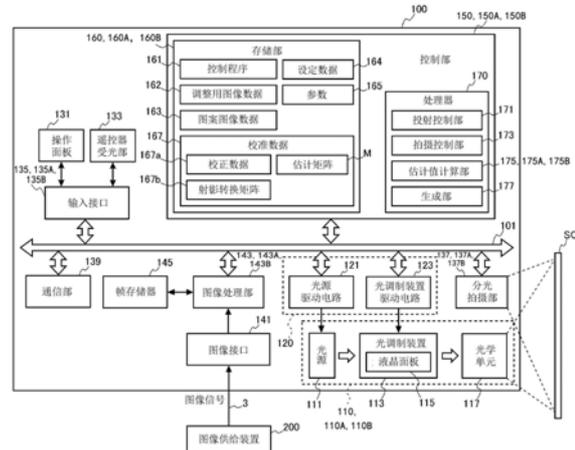
权利要求书4页 说明书29页 附图13页

(54) 发明名称

投影仪、显示系统、图像校正方法

(57) 摘要

投影仪、显示系统、图像校正方法以及测色方法。提高了测色精度。投影仪(100)具有投射部(110)、分光拍摄部(137)和控制部(150),控制部(150)将投射部(110)投射的图像的颜色和灰度变更为第1颜色和第1灰度、第1颜色和第2灰度、第2颜色和第3灰度、第2颜色和第4灰度,使投射部(110)投射与变更后的颜色以及灰度对应的调整用图像,将与颜色对应的测量条件设定在分光拍摄部(137)中,使分光拍摄部(137)拍摄投射部(110)所投射的调整用图像而获得分光摄像数据。



1. 一种投影仪,其具有:

投射部;

分光拍摄部,其具有拍摄元件和分光元件;以及

控制部,其对所述投射部和所述分光拍摄部进行控制,

所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为第1颜色和第1灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第1颜色以及所述第1灰度对应的第1图像,

所述控制部将与所述第1颜色的波长范围对应的第1测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第1图像并取得第1拍摄图像信息,

所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为所述第1颜色和第2灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第1颜色以及所述第2灰度对应的第2图像,

所述控制部将所述第1测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第2图像并取得第2拍摄图像信息,

所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为第2颜色和第3灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第2颜色以及所述第3灰度对应的第3图像,

所述控制部将与所述第2颜色的波长范围对应的第2测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第3图像并取得第3拍摄图像信息,

所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为所述第2颜色和第4灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第2颜色以及所述第4灰度对应的第4图像,

所述控制部将所述第2测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第4图像并取得第4拍摄图像信息。

2. 根据权利要求1所述的投影仪,其中,

所述控制部根据所取得的所述第1拍摄图像信息、所述第2拍摄图像信息、所述第3拍摄图像信息和所述第4拍摄图像信息,生成对作为所述投射部投射的图像的基础的图像数据进行校正的校正参数。

3. 根据权利要求1所述的投影仪,其中,

作为所述第1测量条件,所述控制部设与所述第1颜色对应的波长范围为拍摄范围,每隔第1波长间隔变更所述分光元件的分光波长并使所述分光拍摄部执行拍摄,取得与所述分光波长对应的光的强度作为所述第1拍摄图像信息和所述第2拍摄图像信息,

作为所述第2测量条件,所述控制部设与所述第2颜色对应的波长范围为拍摄范围,每隔所述第1波长间隔变更所述分光元件的分光波长并使所述分光拍摄部执行拍摄,取得与所述分光波长对应的光的强度作为所述第3拍摄图像信息和所述第4拍摄图像信息。

4. 根据权利要求3所述的投影仪,其中,

所述控制部根据作为所述第1拍摄图像信息、所述第2拍摄图像信息、所述第3拍摄图像信息和所述第4拍摄图像信息而取得的每隔所述第1波长间隔的光的强度、和用于估计光谱的估计矩阵,计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值,所述第2波长间隔比所述第1波长间隔短。

5. 根据权利要求4所述的投影仪,其中,

所述估计矩阵是根据所述分光拍摄部输出的所述第1拍摄图像信息、所述第2拍摄图像信息、所述第3拍摄图像信息和所述第4拍摄图像信息计算出的。

6. 根据权利要求5所述的投影仪,其中,

所述估计矩阵是这样的矩阵式:使利用专用的测量装置每隔所述第2波长间隔测量所述第1图像、所述第2图像、所述第3图像和所述第4图像而获得的测量数据与所述估计值的平方误差成为最小。

7. 根据权利要求3所述的投影仪,其中,

所述分光元件具有:相互对置的一对反射膜;以及间隙变更部,其变更所述一对反射膜之间的距离,

所述控制部使所述间隙变更部变更所述一对反射膜之间的距离而变更所述分光元件的分光波长。

8. 根据权利要求1所述的投影仪,其中,

所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为第3颜色和第5灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第3颜色 and 所述第5灰度对应的第5图像,

所述控制部将与所述第3颜色的波长范围对应的第3测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第5图像并取得第5拍摄图像信息,

所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为所述第3颜色和第6灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第3颜色以及所述第6灰度对应的第6图像,

所述控制部将所述第3测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第6图像并取得第6拍摄图像信息。

9. 根据权利要求8所述的投影仪,其中,

所述第1颜色为红色,所述第1灰度的灰度值比所述第2灰度低,

所述第2颜色为绿色,所述第3灰度的灰度值比所述第4灰度低,

所述第3颜色为蓝色,所述第5灰度的灰度值比所述第6灰度低,

所述第1测量条件为与红色对应的波长范围,

所述第2测量条件为与绿色对应的波长范围,

所述第3测量条件为与蓝色对应的波长范围。

10. 根据权利要求8所述的投影仪,其中,

所述第1灰度、所述第3灰度以及所述第5灰度的灰度值相等,

所述第2灰度、所述第4灰度以及所述第6灰度的灰度值相等。

11. 根据权利要求8所述的投影仪,其中,

所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为第1颜色和第7灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第1颜色以及所述第7灰度对应的第7图像,

所述控制部将所述第1测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第7图像并取得第7拍摄图像信息,

所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为所述第2颜色和第8灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第2颜色以及所述第8灰度对应的第8图像,

所述控制部将所述第2测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第8图像并取得第8拍摄图像信息,

所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为所述第3颜色和第9灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第3颜色以及所述第9灰度对应的第9图像,

所述控制部将所述第3测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第9图像并取得第9拍摄图像信息,

所述第7灰度为所述第1灰度与所述第2灰度之间的灰度,

所述第8灰度为所述第3灰度与所述第4灰度之间的灰度,

所述第9灰度为所述第5灰度与所述第6灰度之间的灰度。

12. 一种显示系统,其具有第1投影仪和第2投影仪,其中,

所述第1投影仪具有:

第1投射部;

第1分光拍摄部,其具有第1拍摄元件和第1分光元件;以及

第1控制部,其确定使所述第1投射部投射的图像的颜色和灰度,使所述第1投射部投射与所确定的颜色以及灰度对应的图像,将根据所确定的所述图像的颜色波长范围而确定的测量条件设定在所述第1分光拍摄部中,使所述第1分光拍摄部拍摄由所述第1投射部投射的所述图像并取得第1拍摄图像信息,

所述第2投影仪具有:

第2投射部;

第2分光拍摄部,其具有第2拍摄元件和第2分光元件;以及

第2控制部,其确定使所述第2投射部投射的图像的颜色和灰度,使所述第2投射部投射与所确定的颜色以及灰度对应的图像,将根据所确定的所述图像的颜色波长范围而确定的测量条件设定在所述第2分光拍摄部中,使所述第2分光拍摄部拍摄由所述第2投射部投射的所述图像并取得第2拍摄图像信息,

所述第1控制部多次变更使所述第1投射部投射的图像的颜色和灰度中的至少一方,取得所述第1分光拍摄部输出的多个第1拍摄图像信息,

所述第2控制部多次变更使所述第2投射部投射的图像的颜色和灰度中的至少一方,取得所述第2分光拍摄部输出的多个第2拍摄图像信息,

所述第1控制部根据所取得的多个所述第1拍摄图像信息和从所述第2控制部接收到的多个所述第2拍摄图像信息,生成对所述第1投影仪投射的图像进行校正的第1校正参数和对所述第2投影仪投射的图像进行校正的第2校正参数。

13. 一种显示系统中的图像校正方法,该显示系统具有第1投影仪和第2投影仪,所述第1投影仪具有第1投射部以及第1分光拍摄部,所述第1分光拍摄部具有第1拍摄元件和第1分光元件,所述第2投影仪具有第2投射部以及第2分光拍摄部,所述第2分光拍摄部具有第2拍摄元件和第2分光元件,

所述图像校正方法在所述第1投影仪中包括:

第1确定步骤,确定使所述第1投射部投射的图像的颜色和灰度;

第1投射步骤,使所述第1投射部投射与所确定的颜色以及灰度对应的图像;以及

第1取得步骤,将根据所确定的所述图像的颜色波长范围而确定的测量条件设定在所述第1分光拍摄部中,使所述第1分光拍摄部拍摄由所述第1投射部投射的所述图像并取得第1拍摄图像信息,

所述图像校正方法在所述第2投影仪中包括:

第2确定步骤,确定使所述第2投射部投射的图像的颜色和灰度;

第2投射步骤,使所述第2投射部投射与所确定的颜色和灰度对应的图像;以及

第2取得步骤,将根据所确定的所述图像的颜色波长范围而确定的测量条件设定在所述第2分光拍摄部中,使所述第2分光拍摄部拍摄由所述第2投射部投射的所述图像并取得第2拍摄图像信息,

在所述第1投影仪中,通过所述第1确定步骤多次变更使所述第1投射部投射的图像的颜色和灰度中的至少一方,通过所述第1投射步骤使所述第1投射部投射对颜色和灰度中的至少一方进行变更后的图像,通过所述第1取得步骤使所述第1分光拍摄部拍摄所述第1投射部投射的图像并取得多个所述第1拍摄图像信息,

在所述第2投影仪中,通过所述第2确定步骤多次变更使所述第2投射部投射的图像的颜色和灰度中的至少一方,通过所述第2投射步骤使所述第2投射部投射对颜色和灰度中的至少一方进行变更后的图像,通过所述第2取得步骤使所述第2分光拍摄部拍摄所述第2投射部投射的图像并取得多个所述第2拍摄图像信息,

在所述第1投影仪中,具有生成步骤,在该生成步骤中,根据所取得的多个所述第1拍摄图像信息和从所述第2投影仪接收到的多个所述第2拍摄图像信息,生成对所述第1投影仪投射的图像进行校正的第1校正参数和对所述第2投影仪投射的图像进行校正的第2校正参数。

## 投影仪、显示系统、图像校正方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及投影仪、显示系统、投影仪的控制方法、图像校正方法、测色方法、图像显示方法、测色装置以及图像显示装置。

### 背景技术

[0002] 以往,已知有如下技术:拍摄所显示的图像,根据摄影结果校正图像。例如,专利文献1所公开的校正数据取得方法中,在图像显示部上依次显示黑色信号电平的偏移图像、任意的信号电平的原色像、使每个原色的信号电平变化后的灰度图像。然后,一边利用具有与红色、绿色以及蓝色的各原色对应的波段的滤光器的校准照相机对波段进行切换,一边进行拍摄。根据所拍摄的摄影数据计算偏移校正数据。

[0003] 专利文献1:日本特开2005-20581号公报

[0004] 但是,存在如下课题:即使是能够在多个波段中进行拍摄的照相机,也无法获得较高的测色结果。

### 发明内容

[0005] 解决上述课题的一个方式具有:投射部;分光拍摄部,其具有拍摄元件和分光元件;以及控制部,其对所述投射部和所述分光拍摄部进行控制,所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为第1颜色和第1灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第1颜色以及所述第1灰度对应的第1图像,所述控制部将与所述第1颜色对应的第1测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第1图像并取得第1拍摄图像信息,所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为所述第1颜色和第2灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第1颜色以及所述第2灰度对应的第2图像,所述控制部将与所述第1颜色对应的所述第1测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第2图像并取得第2拍摄图像信息,所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为第2颜色和第3灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第2颜色以及所述第3灰度对应的第3图像,所述控制部将与所述第2颜色对应的第2测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第3图像并取得第3拍摄图像信息,所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为所述第2颜色和第4灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第2颜色以及所述第4灰度对应的第4图像,所述控制部将与所述第2颜色对应的所述第2测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第4图像并取得第4拍摄图像信息。

[0006] 在上述投影仪中,也可以构成为,所述控制部根据所取得的所述第1拍摄图像信息、所述第2拍摄图像信息、所述第3拍摄图像信息和所述第4拍摄图像信息,生成对作为所述投射部投射的图像的基础的图像数据进行校正的校正参数。

[0007] 在上述投影仪中,也可以构成为,作为所述第1测量条件,所述控制部设与所述第1颜色对应的波长范围为拍摄范围,每隔第1波长间隔变更所述分光元件的分光波长并使所

述分光拍摄部执行拍摄,取得与所述分光波长对应的光的强度作为所述第1拍摄图像信息和所述第2拍摄图像信息,作为所述第2测量条件,所述控制部设与所述第2颜色对应的波长范围为拍摄范围,每隔所述第1波长间隔变更所述分光元件的分光波长并使所述分光拍摄部执行拍摄,取得与所述分光波长对应的光的强度作为所述第3拍摄图像信息和所述第4拍摄图像信息。

[0008] 在上述投影仪中,也可以构成为,所述控制部根据作为所述第1拍摄图像信息、所述第2拍摄图像信息、所述第3拍摄图像信息和所述第4拍摄图像信息而取得的每隔所述第1波长间隔的光的强度、和用于估计光谱的估计矩阵,计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值,所述第2波长间隔比所述第1波长间隔短。

[0009] 在上述投影仪中,也可以构成为,所述估计矩阵是根据所述分光拍摄部输出的所述第1拍摄图像信息、所述第2拍摄图像信息、所述第3拍摄图像信息和所述第4拍摄图像信息计算出的。

[0010] 在上述投影仪中,也可以构成为,所述估计矩阵是这样的矩阵式:使利用专用的测量装置每隔所述第2波长间隔测量所述第1图像、所述第2图像、所述第3图像和所述第4图像而获得的测量数据与所述估计值的平方误差成为最小。

[0011] 在上述投影仪中,也可以构成为,所述分光元件具有:相互对置的一对反射膜;以及间隙变更部,其变更所述一对反射膜之间的距离,所述控制部使所述间隙变更部变更所述一对反射膜之间的距离而变更所述分光元件的分光波长。

[0012] 在上述投影仪中,也可以构成为,所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为第3颜色和第5灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第3颜色和所述第5灰度对应的第5图像,所述控制部将与所述第3颜色对应的第3测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第5图像并取得第5拍摄图像信息,所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为所述第3颜色和第6灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第3颜色以及所述第6灰度对应的第6图像,所述控制部将与所述第3颜色对应的所述第3测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第6图像并取得第6拍摄图像信息。

[0013] 在上述投影仪中,也可以构成为,所述第1颜色为红色,所述第1灰度的灰度值比所述第2灰度低,所述第2颜色为绿色,所述第3灰度的灰度值比所述第4灰度低,所述第3颜色为蓝色,所述第5灰度的灰度值比所述第6灰度低,所述第1测量条件为与红色对应的波长范围,所述第2测量条件为与绿色对应的波长范围,所述第3测量条件为与蓝色对应的波长范围。

[0014] 在上述投影仪中,也可以构成为,所述第1灰度、所述第3灰度以及所述第5灰度的灰度值相等,所述第2灰度、所述第4灰度以及所述第6灰度的灰度值相等。

[0015] 在上述投影仪中,也可以构成为,所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为第1颜色和第7灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第1颜色以及所述第7灰度对应的第7图像,所述控制部将与所述第1颜色对应的第1测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第7图像并取得第7拍摄图像信息,所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为所述第2颜色和第8灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第2颜色以及所述第8灰度对应的第8图像,所述控制部将与所

述第2颜色对应的所述第2测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第8图像并取得第8拍摄图像信息,所述控制部将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为所述第3颜色和第9灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第3颜色以及所述第9灰度对应的第9图像,所述控制部将与所述第3颜色对应的所述第3测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第9图像并取得第9拍摄图像信息,所述第7灰度为所述第1灰度与所述第2灰度之间的灰度,所述第8灰度为所述第3灰度与所述第4灰度之间的灰度,所述第9灰度为所述第5灰度与所述第6灰度之间的灰度。

[0016] 解决上述课题的另一方式是一种显示系统,其具有第1投影仪和第2投影仪,其中,所述第1投影仪具有:第1投射部;第1分光拍摄部,其具有第1拍摄元件和第1分光元件;以及第1控制部,其确定使所述第1投射部投射的图像的颜色和灰度,使所述第1投射部投射与所确定的颜色以及灰度对应的图像,将根据所确定的所述图像的颜色而确定的测量条件设定在所述第1分光拍摄部中,使所述第1分光拍摄部拍摄由所述第1投射部投射的所述图像并取得第1拍摄图像信息,所述第2投影仪具有:第2投射部;第2分光拍摄部,其具有第2拍摄元件和第2分光元件;以及第2控制部,其确定使所述第2投射部投射的图像的颜色和灰度,使所述第2投射部投射与所确定的颜色以及灰度对应的图像,将根据所确定的所述图像的颜色而确定的测量条件设定在所述第2分光拍摄部中,使所述第2分光拍摄部拍摄由所述第2投射部投射的所述图像并取得第2拍摄图像信息,所述第1控制部多次变更使所述第1投射部投射的图像的颜色和灰度中的至少一方,取得所述第1分光拍摄部输出的多个第1拍摄图像信息,所述第2控制部多次变更使所述第2投射部投射的图像的颜色和灰度中的至少一方,取得所述第2分光拍摄部输出的多个第2拍摄图像信息,所述第1控制部根据所取得的多个所述第1拍摄图像信息和从所述第2控制部接收到的多个所述第2拍摄图像信息,生成对所述第1投影仪投射的图像进行校正的第1校正参数和对所述第2投影仪投射的图像进行校正的第2校正参数。

[0017] 解决上述课题的另一方式是一种投影仪的控制方法,该投影仪具有:投射部;以及分光拍摄部,其具有拍摄元件和分光元件,所述控制方法包括:将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为第1颜色和第1灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第1颜色以及所述第1灰度对应的第1图像,将与所述第1颜色对应的第1测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第1图像并取得第1拍摄图像信息,将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为第1颜色和第2灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第1颜色以及所述第2灰度对应的第2图像,将与所述第1颜色对应的所述第1测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第2图像并取得第2拍摄图像信息,将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为第2颜色和第3灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第2颜色以及所述第3灰度对应的第3图像,将与所述第2颜色对应的第2测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第3图像并取得第3拍摄图像信息,将所述投射部投射的图像的颜色和灰度设定为第2颜色和第4灰度,使所述投射部投射与所设定的所述第2颜色以及所述第4灰度对应的第4图像,将与所述第2颜色对应的所述第2测量条件设定在所述分光拍摄部中,使所述分光拍摄部拍摄所述投射部所投射的所述第4图像并取得第4拍摄图像信息。

[0018] 解决上述课题的另一方式是一种显示系统中的图像校正方法,该显示系统具有第1投影仪和第2投影仪,所述第1投影仪具有第1投射部以及第1分光拍摄部,所述第1分光拍摄部具有第1拍摄元件和第1分光元件,所述第2投影仪具有第2投射部以及第2分光拍摄部,所述第2分光拍摄部具有第2拍摄元件和第2分光元件,所述图像校正方法在所述第1投影仪中包括:第1确定步骤,确定使所述第1投射部投射的图像的颜色和灰度;第1投射步骤,使所述第1投射部投射与所确定的颜色以及灰度对应的图像;以及第1取得步骤,将根据所确定的所述图像的颜色而确定的测量条件设定在所述第1分光拍摄部中,使所述第1分光拍摄部拍摄由所述第1投射部投射的所述图像并取得第1拍摄图像信息,所述图像校正方法在所述第2投影仪中包括:第2确定步骤,确定使所述第2投射部投射的图像的颜色和灰度;第2投射步骤,使所述第2投射部投射与所确定的颜色和灰度对应的图像;以及第2取得步骤,将根据所确定的所述图像的颜色而确定的测量条件设定在所述第2分光拍摄部中,使所述第2分光拍摄部拍摄由所述第2投射部投射的所述图像并取得第2拍摄图像信息,在所述第1投影仪中,通过所述第1确定步骤多次变更使所述第1投射部投射的图像的颜色和灰度中的至少一方,通过所述第1投射步骤使所述第1投射部投射对颜色和灰度中的至少一方进行变更后的图像,通过所述第1取得步骤使所述第1分光拍摄部拍摄所述第1投射部投射的图像并取得多个所述第1拍摄图像信息,在所述第2投影仪中,通过所述第2确定步骤多次变更使所述第2投射部投射的图像的颜色和灰度中的至少一方,通过所述第2投射步骤使所述第2投射部投射对颜色和灰度中的至少一方进行变更后的图像,通过所述第2取得步骤使所述第2分光拍摄部拍摄所述第2投射部投射的图像并取得多个所述第2拍摄图像信息,在所述第1投影仪中,具有生成步骤,在该生成步骤中,根据所取得的多个所述第1拍摄图像信息和从所述第2投影仪接收到的多个所述第2拍摄图像信息,生成对所述第1投影仪投射的图像进行校正的第1校正参数和对所述第2投影仪投射的图像进行校正的第2校正参数。

[0019] 解决上述课题的一个方式是一种测色方法,利用具有拍摄元件和分光元件的分光拍摄装置进行测色,所述测色方法具有:拍摄步骤,针对所显示的图像,在根据所述图像而设定的波长范围内,每隔第1波长间隔变更所述分光元件的分光波长并利用所述分光拍摄装置进行拍摄,生成摄像数据;计算步骤,根据通过所述拍摄步骤生成的所述摄像数据和用于估计光谱的估计矩阵,计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值,所述第2波长间隔比所述第1波长间隔短;以及生成步骤,根据通过所述计算步骤计算出的所述光谱的估计值,生成对作为所显示的图像的基础的图像数据进行校正的校正参数。

[0020] 在上述测色方法中,也可以构成为,所述估计矩阵是根据分光拍摄装置拍摄出的所述摄像数据计算出的。

[0021] 在上述测色方法中,也可以构成为,所述估计矩阵是这样的矩阵式:使利用专用的测量装置每隔所述第2波长间隔测量所显示的所述图像而得到的测量数据与所述光谱的估计值的平方误差成为最小。

[0022] 在上述测色方法中,也可以构成为,在所述拍摄步骤中,变更所述分光元件具备的相互对置的一对反射膜之间的距离而变更所述分光元件的分光波长,每隔所述第1波长间隔输出所述摄像数据。

[0023] 在上述测色方法中,也可以构成为,在所述计算步骤中,根据利用校正所述拍摄元件中产生的灵敏度分布的校正数据进行校正后的所述摄像数据和所述估计矩阵,计算所述

估计值。

[0024] 解决上述课题的另一方式是一种图像显示方法,包括:显示步骤,显示图像;拍摄步骤,利用具有拍摄元件和分光元件的分光拍摄部拍摄所显示的所述图像,在根据所显示的所述图像而设定的波长范围内,每隔第1波长间隔变更所述分光元件的分光波长并利用所述分光拍摄部进行拍摄,生成摄像数据;计算步骤,根据通过所述拍摄步骤而生成的所述摄像数据和用于估计光谱的估计矩阵,计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值,所述第2波长间隔比所述第1波长间隔短;生成步骤,根据通过所述计算步骤计算出的所述光谱的估计值,生成对作为在所述显示步骤中显示的图像的基础的图像数据进行校正的校正参数;以及校正步骤,利用所生成的所述校正参数对作为在所述显示步骤中显示的所述图像的基础的图像数据进行校正,通过所述显示步骤显示基于通过所述校正步骤校正后的所述图像数据的图像。

[0025] 解决上述课题的另一方式是一种测色装置,该测色装置具有:分光拍摄部,其具有拍摄元件和分光元件,拍摄所显示的图像而输出分光摄像数据;控制部,其在根据所显示的所述图像而设定的波长范围内,将所述分光元件的分光波长设定为每隔第1波长间隔的分光波长,使所述分光拍摄部生成摄像数据;存储部,其存储用于估计光谱的估计矩阵;估计值计算部,其根据所述分光拍摄部所输出的摄像数据和所述估计矩阵,计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值,所述第2波长间隔比所述第1波长间隔短;以及生成部,其根据所述估计值计算部计算出的所述估计值,生成对图像数据进行校正的校正参数。

[0026] 解决上述课题的另一方式是图像显示装置,该图像显示装置具有:显示部,其显示图像;分光拍摄部,其具有拍摄元件和分光元件,拍摄所述图像而输出分光摄像数据;控制部,其在根据所述图像而设定的波长范围内,每隔第1波长间隔设定所述分光元件的分光波长,使所述分光拍摄部生成摄像数据;存储部,其存储用于估计光谱的估计矩阵;估计值计算部,其根据所述分光拍摄部所输出的摄像数据和所述估计矩阵,计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值,所述第2波长间隔比所述第1波长间隔短;生成部,其根据所述估计值计算部计算出的所述估计值,生成对图像数据进行校正的校正参数;以及图像处理部,其利用所述生成部所生成的所述校正参数对所述图像数据进行校正。

[0027] 解决上述课题的另一方式是一种显示系统,该显示系统具有:显示装置,其显示图像;以及测色装置,其对所述图像进行测色,所述测色装置具有:分光拍摄部,其具有拍摄元件和分光元件,拍摄所述图像而输出分光摄像数据;控制部,其在根据所述图像而设定的波长范围内,每隔第1波长间隔设定所述分光元件的分光波长,使所述分光拍摄部生成摄像数据;存储部,其存储用于估计光谱的估计矩阵;估计值计算部,其根据所述分光拍摄部所输出的摄像数据和所述估计矩阵,计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值,所述第2波长间隔比所述第1波长间隔短;以及生成部,其根据所述估计值计算部计算出的所述估计值,生成对图像数据进行校正的校正参数。

[0028] 解决上述课题的另一方式是一种显示系统,其具有第1显示装置和第2显示装置,所述第1显示装置具有:第1显示部,其显示图像;第1分光拍摄部,其具有第1拍摄元件和第1分光元件,拍摄所述第1显示部所显示的所述图像而输出分光摄像数据;第1控制部,其在根据所述第1显示部所显示的所述图像而设定的波长范围内,每隔第1波长间隔设定所述第1分光元件的分光波长,使所述第1分光拍摄部生成摄像数据;第1存储部,其存储用于估计光

谱的估计矩阵;以及第1估计值计算部,其根据所述第1分光拍摄部所输出的摄像数据和所述估计矩阵,计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值,所述第2波长间隔比所述第1波长间隔短,所述第2显示装置具有:第2显示部,其显示图像;第2分光拍摄部,其具有第2拍摄元件和第2分光元件,拍摄所述第2显示部所显示的所述图像而输出分光摄像数据;第2控制部,其在根据所述第2显示部所显示的所述图像而设定的波长范围内,每隔所述第1波长间隔设定所述第2分光元件的分光波长,使所述第2分光拍摄部生成摄像数据;第2存储部,其存储用于估计光谱的估计矩阵;以及第2估计值计算部,其根据所述第2分光拍摄部所输出的摄像数据和所述估计矩阵,计算每隔所述第2波长间隔的光谱的估计值,所述第1控制部根据所述第1估计值计算部计算出的所述光谱的估计值和所述第2估计值计算部计算出的所述光谱的估计值,生成对作为所述第1显示装置显示的图像的基础的图像数据进行校正的第1校正参数,生成对作为所述第2显示装置显示的图像的基础的图像数据进行校正的第2校正参数。

## 附图说明

[0029] 图1是示出投影仪的结构的结构框图。

[0030] 图2是分光拍摄部的概略结构图。

[0031] 图3是示出调整用图像的显示条件和测量条件的图。

[0032] 图4是示出第1实施方式的投影仪的动作用的流程图。

[0033] 图5是示出根据分光摄像数据而获得的每个分光频率的光强度的图。

[0034] 图6是示出每个第2波长间隔的光谱的估计值的图。

[0035] 图7是示出显示系统的系统结构的图。

[0036] 图8是示出主设备的投影仪的动作用的流程图。

[0037] 图9是示出从设备的投影仪的动作用的流程图。

[0038] 图10是第3实施方式的系统结构图。

[0039] 图11是示出测色装置的结构框图。

[0040] 图12是示出第3实施方式的投影仪的动作用的流程图。

[0041] 图13是示出测色装置的动作用的流程图。

[0042] 图14是第4实施方式的系统结构图。

[0043] 标号说明

[0044] 3:线缆;10、20:投射区域;100、100A、100B:投影仪;101:总线;110、110A、110B:投射部;111:光源;113:光调制装置;115、115A、115B:液晶面板;117:光学单元;120、120A、120B:驱动部;121、121A、121B:光源驱动电路;123、123A、123B:光调制装置驱动电路;131、131A、131B:操作面板;133、133A、133B:遥控器受光部;135、135A、135B:输入接口;137、137A、137B:分光拍摄部;139、139A、139B:通信部;141、141A、141B:图像接口;143、143A、143B:图像处理部;145、145A、145B:帧存储器;150、150A、150B:控制部;160、160A、160B:存储部;161:控制程序;162:调整用图像数据;163:图案图像数据;164:设定数据;165:参数;167:校准数据;167a:校正数据;167b:射影转换矩阵;M:估计矩阵;170:处理器;171:投射控制部;173:拍摄控制部;175:估计值计算部;177:生成部;200:图像供给装置;301:入射光学系;302:分光元件;303:拍摄元件;304:反射膜;305:反射膜;306:间隙变更部;400:测色装

置;410:通信部;420:分光拍摄部;430:控制部;440:存储部;441:控制程序;443:校正数据;450:处理器;451:拍摄控制部;453:估计值计算部;455:生成部。

## 具体实施方式

[0045] [第1实施方式]

[0046] 以下,参照附图说明实施方式。

[0047] 图1是示出投影机100的结构的结构框图。投影机100对应于本发明的“图像显示装置”的一例。投影机100具有生成图像光并投射到屏幕SC上的图像投射系统、对作为光学图像的基础的图像数据进行电处理的图像处理系统、拍摄显示在屏幕SC上的投射图像的分光拍摄部137和对这些各部进行控制的控制部150,作为主要结构。

[0048] [图像投射系统]

[0049] 图像投射系统具有投射部110和驱动部120。投射部110对应于本发明的“显示部”的一例。投射部110具有光源111、光调制装置113和光学单元117。驱动部120具有光源驱动电路121和光调制装置驱动电路123。光源驱动电路121以及光调制装置驱动电路123与总线101连接,经由总线101与同样连接于总线101的投影机100的其它构成部分相互进行数据通信。其它构成部分例如对应于图1所示的控制部150、图像处理部143等。

[0050] 光源111可以使用LED(Light Emitting Diode)、激光光源等固体光源。此外,作为光源111,还可以使用卤素灯、氙气灯、超高压汞灯等灯。

[0051] 光源111与光源驱动电路121连接。光源驱动电路121向光源111供给驱动电流、脉冲而使光源111点亮,使所供给的驱动电流、脉冲停止而使光源111熄灭。

[0052] 光调制装置113具有光调制元件,该光调制元件对光源111发出的光进行调制,生成图像光。光调制元件例如可以使用透射型、反射型的液晶面板、数字微镜器件等。在本实施方式中,以光调制装置113具有透射型的液晶面板115作为光调制元件的情况为例进行说明。光调制装置113与红色、绿色、蓝色的3原色对应地具有3个液晶面板115。由液晶面板115调制后的光作为图像光入射到光学单元117。以下,将红色记作“R”、绿色记作“G”、蓝色记作“B”。

[0053] 光调制装置113与光调制装置驱动电路123连接。光调制装置驱动电路123对光调制装置113进行驱动而在液晶面板115上以帧为单位描绘图像。

[0054] 光学单元117具有透镜、反射镜等光学元件,将由光调制装置113调制后的图像光朝向屏幕SC投射。在屏幕SC上形成基于由光学单元117投射的图像光的图像。将投射部110投射的图像光在屏幕SC上形成的图像称作投射图像。

[0055] [操作输入系统]

[0056] 投影机100具有操作面板131、遥控器受光部133和输入接口135。输入接口135与总线101连接,经由总线101与控制部150等相互地进行数据通信。

[0057] 操作面板131例如配置在投影机100的壳体上,具有各种开关。在对操作面板131的开关进行了操作时,输入接口135将与所操作的开关对应的操作信号输出到控制部150。

[0058] 遥控器受光部133接收由遥控器发送的红外线信号。遥控器受光部133输出与接收到的红外线信号对应的操作信号。输入接口135将所输入的操作信号输出到控制部150。该操作信号是与所操作的遥控器的开关对应的信号。

[0059] [分光拍摄部]

[0060] 分光拍摄部137拍摄由投射部110显示在屏幕SC上的投射图像,输出分光摄像数据。

[0061] 图2是分光拍摄部137的概略结构图。

[0062] 参照图2说明分光拍摄部137的结构。分光拍摄部137对应于本发明的“分光拍摄装置”的一例。分光拍摄部137具有:入射光学系统301,其入射外界光;分光元件302,其对入射光进行分光;以及拍摄元件303,其拍摄由分光元件302分光后的光。

[0063] 入射光学系统301例如由远心光学系统等构成,以使光轴与主光线平行或大致平行的方式将入射光引导至分光元件302和拍摄元件303。分光元件302是如下波长可变干扰滤光器,其具有:相互对置的一对反射膜304、305;以及间隙变更部306,其能够变更这些反射膜304、305之间的距离。间隙变更部306例如由静电致动器构成。此外,波长可变干扰滤光器也称作标准具(Etalon)。

[0064] 分光元件302通过控制部150的控制来变更施加到间隙变更部306的电压,由此,能够变更透过反射膜304、305的光的波长即分光波长 $\lambda_i$  ( $i=1,2,\dots,N$ )。拍摄元件303是拍摄透过分光元件302的光的装置,例如由CCD、CMOS等构成。分光拍摄部137依照控制部150的控制对分光元件302所分光的光的波长依次进行切换,由拍摄元件303拍摄透过分光元件302的光而输出分光摄像数据。分光拍摄部137所输出的分光摄像数据输入到控制部150。分光摄像数据是按照拍摄元件303的每个像素输出的数据,是表示该像素接收到的光的强度、即光量的数据。另外,分光拍摄部137可以是立体照相机,也可以是单眼照相机。

[0065] [通信部]

[0066] 如图1所示,投影机100具有通信部139。通信部139与总线101连接。如后述的图7所示,通信部139作为将多台投影机100连接起来并在投影机100之间相互进行数据通信的情况下的接口发挥功能。本实施方式的通信部139是连接线缆的有线接口,但也可以是执行无线LAN、Bluetooth等无线通信的无线通信接口。“Bluetooth”是注册商标。

[0067] [图像处理系统]

[0068] 接着,对投影机100的图像处理系统进行说明。

[0069] 如图1所示,投影机100具有图像接口141、图像处理部143和帧存储器145,作为图像处理系统。图像处理部143与总线101连接,经由总线101与控制部150等相互地进行数据通信。

[0070] 图像接口141是接收图像信号的接口,具有与线缆3连接的连接器和经由线缆3接收图像信号的接口电路。图像接口141从接收到的图像信号取出图像数据、同步信号,将所取出的图像数据和同步信号输出到图像处理部143。此外,图像接口141将同步信号输出到控制部150。控制部150与同步信号同步地对投影机100的其它构成部分进行控制。图像处理部143与同步信号同步地对图像数据进行图像处理。

[0071] 图像供给装置200经由线缆3与图像接口141连接。图像供给装置200例如能够使用笔记本型PC(Personal Computer)、台式PC、平板终端、智能手机、PDA(Personal Digital Assistant)。此外,图像供给装置200也可以为视频再现装置、DVD播放器、蓝光光盘播放器等。此外,输入到图像接口141的图像信号既可以是动态图像,也可以是静态图像,数据的格式是任意的。

[0072] 图像处理部143和帧存储器145例如由集成电路构成。集成电路中包括LSI (Large-Scale Integrated Circuit)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、PLD (Programmable Logic Device)、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、SoC (System-on-a-chip) 等。此外,也可以在集成电路的结构的一部分中包括逻辑电路。

[0073] 图像处理部143与帧存储器145连接。图像处理部143将从图像接口141输入的图像数据展开到帧存储器145中,对所展开的图像数据进行图像处理。

[0074] 图像处理部143例如执行包括对投射图像的梯形畸变进行校正的几何校正处理、对OSD (On Screen Display) 图像进行重叠的OSD处理等在内的各种处理。此外,图像处理部143执行调整图像数据的亮度、色调的图像调整处理、与光调制装置113对应地调整图像数据的纵横比、分辨率的分辨率转换处理、帧率转换等图像处理。

[0075] 图像处理部143将结束图像处理后的图像数据输出到光调制装置驱动电路123。光调制装置驱动电路123根据从图像处理部143输入的图像数据,按照每个红、绿和蓝的颜色生成驱动信号。光调制装置驱动电路123根据所生成的各颜色的驱动信号,对光调制装置113的对应的颜色的液晶面板115进行驱动,在各颜色的液晶面板115上描绘图像。从光源111射出的光通过液晶面板115,由此,生成与图像数据的图像对应的图像光。

[0076] [控制部/存储部]

[0077] 控制部150具有存储部160和处理器170。

[0078] 存储部160例如由闪存、EEPROM等非易失性半导体存储器、利用闪存的SSD (Solid State Drive) 构成。在本实施方式中,说明控制部150具有存储部160的情况,但是,例如,也可以是将由硬盘驱动器构成的存储部160设置于控制部150的外部的结构。存储部160存储控制程序161、调整用图像数据162、图案图像数据163等图像数据、设定数据164、参数165和校准数据167。控制部150和分光拍摄部137对应于本发明的“测色装置”的一例。

[0079] 控制程序161是处理器170执行的OS (Operating System)、应用程序等程序。

[0080] 存储部160所存储的图像数据是作为投影仪100显示在屏幕SC上的图像的基础的数据,例如,包括图案图像数据163、调整用图像数据162。图案图像数据163是在生成后述的射影转换矩阵167b时使用的图像数据,是将规定形状的标志配置于图案图像数据163的四个角的图像数据。调整用图像数据162为R、G和B的各颜色的单色的图像数据。存储部160存储不同的多个灰度的调整用图像数据162。按照相同的灰度准备了R、G和B的各颜色的调整用图像数据162。此外,也可以准备黑色和白色的调整用图像数据162作为调整用图像数据162。该情况下,按照与R、G、B的调整用图像数据162相同的灰度准备白色的调整用图像数据162,按照1个灰度准备黑色的调整用图像数据162。

[0081] 设定数据164是设定了处理器170执行的各种处理的处理条件的数据。参数165例如是使图像处理部143执行的图像处理的参数。

[0082] 校准数据167包括校正数据167a、射影转换矩阵167b和估计矩阵M。校正数据167a是对拍摄元件303的灵敏度分布进行校正并使拍摄元件的输出均匀的方式对分光摄像数据进行校正的数据。

[0083] 拍摄元件303由于入射光学系统301中包括的透镜的透镜像差等的影响,构成拍摄元件的各像素的输出不均匀,根据像素的位置而不同。即,拍摄元件产生灵敏度分布。该灵敏度分布的输出在周边部分比拍摄元件303的中心下降。因此,在根据由分光拍摄部137拍

摄出的分光摄像数据对图像的色调、亮度等进行校正的情况下,有时由于误差的影响而无法准确地进行校正。此外,分光拍摄部137的灵敏度分布受到涂敷在透镜表面上的使紫外线、红外线截止的光学滤光器的影响。即,分光拍摄部137的输出也根据分光拍摄部137拍摄的图像的颜色而不同。

[0084] 校正数据167a在投影机100的制造时生成,并且按照拍摄元件303的每个像素生成。此外,与投射部110投射的R、G、B的各色光和设定在分光拍摄部137中的分光波长 $\lambda_i$ 对应地生成多个校正数据167a。通过按照每个色光和设定在分光拍摄部137中的每个分光波长生成多个校正数据167a,能够提高分光拍摄部137的分光灵敏度的校正精度。

[0085] 并且,与分光拍摄部137的入射光学系统301的焦距对应地生成多个校正数据167a。通过生成与入射光学系统301的焦距对应的校正数据167a,可变更分光拍摄部137的入射光学系统301,即使变更了焦距,也能够使用与变更后的焦距对应的校正数据167a对分光摄像数据进行校正。

[0086] 射影转换矩阵167b是将设定在光调制装置113的液晶面板115上的坐标转换为设定在分光摄像数据中的坐标的转换矩阵。液晶面板115具有呈矩阵状地配置多个像素的结构。设定在液晶面板115上的坐标是用于确定该呈矩阵状地配置的各个像素的坐标。以下,将设定在液晶面板115上的坐标称作面板坐标。此外,设定为分光摄像数据的坐标是用于确定构成拍摄元件303的各个像素的坐标。以下,将设定在分光摄像数据中的坐标称作摄像坐标。

[0087] 估计矩阵M是用于估计光谱的矩阵。估计矩阵M在投影机100的制造时生成,作为校准数据167的一部分存储在存储部160中。根据分光拍摄部137拍摄出的分光摄像数据,生成估计矩阵M。在光学单元117上搭载光学部件,此外,将从光源111射出的光引导至光调制装置113的液晶面板115的部件也使用光学部件。此外,作为光学部件的液晶面板115的构成液晶面板115的各像素具有分光特性,透过的图像光的波长由于像素而产生误差。由于这些光学部件的光学特性,分光拍摄部137生成的分光摄像数据的值产生误差,测色精度下降。因此,通过根据分光拍摄部137所生成的分光摄像数据和光谱测量装置测量出的光谱测色数据来计算估计矩阵M,能够获得可校正光学特性的矩阵式。光谱测量装置是光谱测量专用的装置,并且是与投影机100不同的外部装置。以下,示出估计矩阵M的计算过程。

[0088] [控制部/存储部/估计矩阵M的计算过程]

[0089] 首先,在屏幕SC上显示调整用图像。控制部150从存储部160读出调整用图像数据162,输出到图像处理部143。此外,控制部150对图像处理部143、驱动部120进行控制而使投射部110投射图像光,在屏幕SC上显示调整用图像。

[0090] 接着,利用分光拍摄部137拍摄所显示的调整用图像,生成分光摄像数据,此外,利用光谱测量装置测量调整用图像的光谱,生成光谱测色数据。光谱测量装置是光谱测量专用的装置,是与投影机100不同的外部装置。光谱测色数据由构成该光谱测色数据的各像素的光谱或代表光谱构成。代表光谱例如可以是预先设定的像素的光谱,也可以是所选择的多个像素的光谱的平均值。

[0091] 接着,使控制部150变更显示在屏幕SC上的调整用图像的颜色、灰度,利用分光拍摄部137拍摄所显示的调整用图像,并利用光谱测量装置进行测量。按照存储部160所存储的调整用图像数据162的全部颜色和全部灰度进行该处理,按照预先准备的调整用图像数

据162的颜色和灰度分别获得分光摄像数据和光谱测量数据。

[0092] 接着,对分光拍摄部137所输出的分光摄像数据与光谱测量装置测量出的光谱测量数据进行比较,根据分光摄像数据生成计算光谱估计数据的估计矩阵M。这里,要比较的分光摄像数据与光谱估计数据是拍摄或测量相同的颜色和相同的灰度的颜色光而获得的数据。

[0093] 估计矩阵M通过最小二乘法来计算。将利用光谱测量装置测量出的光谱测量数据记作“Y”、根据分光拍摄部137的分光摄像数据而求出的 $N \times 16$ 的光谱记作“X”。此外,“N”表示学习数量。例如,在显示R、G和B的3色以及各颜色为7个灰度的图像作为调整用图像并利用分光拍摄部137和光谱测量装置进行测量的情况下,学习数量“N”为 $3 \times 7$ 、即21。以使对根据分光拍摄部137的分光摄像数据而求出的 $N \times 16$ 的光谱乘以估计矩阵M而求出的光谱估计值“XM”与光谱测量数据“Y”的平方误差 $\Delta$ 为最小的方式确定估计矩阵M的值。式(1a)表示平方误差 $\Delta$ 的计算式。此外,(1b)示出设“M”为变量对式(1a)的两边进行偏微分的式子。

$$[0094] \quad \Delta = \sum |Y - XM|^2 \cdots (1a)$$

$$[0095] \quad \frac{\partial \Delta}{\partial M} = X^T(Y - XM) \cdots (1b)$$

[0096] 在上述式(1b)中,在将平方误差 $\Delta$ 的最小值假设为“0”的情况下,以下的式(2)成立。

$$[0097] \quad X^T Y = X^T X M \cdots (2)$$

[0098] 式(1b)、(2)所示的“ $X^T$ ”为X的转置矩阵。

[0099] 此外,根据式(2),估计矩阵M的值为以下的式(3)。

$$[0100] \quad M = (X^T X)^{-1} X^T Y \cdots (3)$$

[0101] 此外,在上述的学习数量“N”的值较少的情况下,会陷入仅通过学习数据才能使光谱估计发挥功能的状态。具体而言,估计矩阵M的要素的绝对值非常大,对噪声过度反应。因此,在学习数量“N”的值较少的情况下,将正则项“ $\beta$ ”导入上述的式(1a)所示的平方误差 $\Delta$ 的计算式。正则项“ $\beta$ ”中使用通过实验选择出的值。式(4a)表示导入正则项“ $\beta$ ”后的平方误差 $\Delta$ 。此外,(4b)示出设“M”为变量对式(4a)的两边进行偏微分的式子。

$$[0102] \quad \Delta = \sum |Y - XM|^2 + \beta M^T M \cdots (4a)$$

$$[0103] \quad \frac{\partial \Delta}{\partial M} = X^T(Y - XM) + \beta M \cdots (4b)$$

[0104] 在上述式(4b)中,在将平方误差 $\Delta$ 的最小值假设为“0”的情况下,以下的式(5)成立。

$$[0105] \quad X^T Y = X^T X M - \beta M \cdots (5)$$

[0106] 因此,根据式(5),估计矩阵M的值为以下的式(6)。

$$[0107] \quad M = (X^T X - \beta I)^{-1} X^T Y \cdots (6)$$

[0108] 式(6)所示的“ $I$ ”表示单位矩阵。

[0109] [控制部/处理器]

[0110] 处理器170例如是由CPU(Central Processing Unit)、DSP(Digital Signal Processor)、微型计算机等构成的运算处理装置。处理器170可以由单个处理器构成,也可以组合多个处理器来构成。

[0111] 控制部150的处理器170依照控制程序161执行运算处理,实现各种功能。图1示出

分别与控制部150具备的多个功能对应的功能块。控制部150具有投射控制部171、拍摄控制部173、估计值计算部175和生成部177作为功能块。

[0112] [控制部/处理器/投射控制部]

[0113] 投射控制部171调整由投射部110显示在屏幕SC上的图像的色调、亮度等。具体而言,投射控制部171对图像处理部143进行控制,执行针对从图像接口141输入的图像数据的图像处理。这时,投射控制部171也可以从存储部160读出使图像处理部143执行的处理所需的参数165,输出到图像处理部143。

[0114] 此外,投射控制部171控制光源驱动电路121而使光源111的光源点亮或熄灭,并且,调整光源111的亮度。

[0115] 此外,投射控制部171在开始了后述的画质调整的处理时,从存储部160读出图案图像数据163、调整用图像数据162,使图像处理部143执行处理。此外,投射控制部171对图像处理部143、驱动部120进行控制,将与图案图像数据163对应的图案图像、与调整用图像数据162对应的调整用图像显示在屏幕SC上。

[0116] 并且,在将调整用图像数据162显示在屏幕SC上的情况下,投射控制部171选择由投射部110投射的调整用图像的颜色和灰度,从存储部160读出所选择的颜色和灰度的调整用图像数据162,使图像处理部143进行处理。

[0117] 例如,假设存储部160存储了R、G和B的3色作为调整用图像数据162。此外,假设各颜色的调整用图像数据162按照7个灰度值准备了调整用图像数据162。此外,假设设定R、G、B的顺序作为调整用图像的显示顺序,设定为从灰度值较小的调整用图像起依次显示。

[0118] 投射控制部171首先从存储部160读出R的调整用图像数据162中的、灰度值最小的调整用图像数据162,对图像处理部143、驱动部120进行控制,将与所读出的调整用图像数据162对应的调整用图像显示在屏幕SC上。R对应于本发明的“第1颜色”的一例。

[0119] 当使分光拍摄部137拍摄所显示的调整用图像并将分光摄像数据存储到存储部160中时,投射控制部171变更显示在屏幕SC上的R的调整用图像的灰度值。投射控制部171从存储部160读出灰度值第2小的R的调整用图像数据162,对图像处理部143、驱动部120进行控制,将与所读出的调整用图像数据162对应的调整用图像显示在屏幕SC上。然后,投射控制部171反复相同的处理,按照预先准备的全部7个灰度值将R的调整用图像显示在屏幕SC上。

[0120] 本发明的“第1灰度”、“第2灰度”和“第7灰度”的灰度值的大小关系处于“第1灰度” $<$ “第7灰度” $<$ “第2灰度”的关系。例如,在假设为灰度值最小的R的调整用图像数据162的灰度值对应于本发明的“第1灰度”的一例的情况下,例如,灰度值第2~第6小的R的调整用图像数据162的灰度值对应于本发明的“第7灰度”的一例。同样,灰度值第3~第7小的R的调整用图像数据162的灰度值对应于本发明的“第2灰度”的一例。

[0121] 此外,根据灰度值最小的R的调整用图像数据162来显示在屏幕SC上的图像对应于本发明的“第1图像”的一例,利用分光拍摄部137拍摄显示有基于该调整用图像数据162的图像的屏幕SC而获得的分光摄像数据对应于本发明的“第1拍摄图像信息”的一例。

[0122] 此外,根据灰度值第2~第6小的R的调整用图像数据162来显示在屏幕SC上的图像对应于本发明的“第7图像”的一例,利用分光拍摄部137拍摄显示有基于该调整用图像数据162的图像的屏幕SC而获得的分光摄像数据对应于本发明的“第7拍摄图像信息”的一例。

[0123] 此外,根据灰度值第3~第7小的R的调整用图像数据162来显示在屏幕SC上的图像对应于本发明的“第2图像”的一例,利用分光拍摄部137拍摄显示有基于该调整用图像数据162的图像的屏幕SC而获得的分光摄像数据对应于本发明的“第2拍摄图像信息”的一例。

[0124] 在将R的调整用图像按照全部7个灰度显示在屏幕SC上时,投射控制部171将显示在屏幕SC上的调整用图像的颜色从R变更为G。G对应于本发明的“第2颜色”的一例。投射控制部171从存储部160读出G的调整用图像数据162中的、灰度值最小的调整用图像数据162,对图像处理部143、驱动部120进行控制,将与所读出的调整用图像数据162对应的调整用图像显示在屏幕SC上。在使分光拍摄部137拍摄所显示的调整用图像并将分光摄像数据存储到存储部160中时,投射控制部171变更显示在屏幕SC上的G的调整用图像的灰度值。投射控制部171从存储部160读出灰度值第2小的G的调整用图像数据162,对图像处理部143、驱动部120进行控制,将与所读出的调整用图像数据162对应的调整用图像显示在屏幕SC上。然后,投射控制部171反复相同的处理,按照预先准备的全部7个灰度值将G的调整用图像显示在屏幕SC上。

[0125] 本发明的“第3灰度”、“第4灰度”和“第8灰度”的灰度值的大小关系处于“第3灰度” $<$ “第8灰度” $<$ “第4灰度”的关系。例如,在假设为灰度值最小的G的调整用图像数据162的灰度值对应于本发明的“第3灰度”的一例的情况下,例如,灰度值第2~第6小的G的调整用图像数据162的灰度值对应于本发明的“第8灰度”的一例。同样,灰度值第3~第7小的G的调整用图像数据162的灰度值对应于本发明的“第4灰度”的一例。

[0126] 此外,根据灰度值最小的G的调整用图像数据162来显示在屏幕SC上的图像对应于本发明的“第3图像”的一例,利用分光拍摄部137拍摄显示有基于该调整用图像数据162的图像的屏幕SC而获得的分光摄像数据对应于本发明的“第3拍摄图像信息”的一例。

[0127] 此外,根据灰度值第2~第6小的G的调整用图像数据162来显示在屏幕SC上的图像对应于本发明的“第8图像”的一例,利用分光拍摄部137拍摄显示有基于该调整用图像数据162的图像的屏幕SC而获得的分光摄像数据对应于本发明的“第8拍摄图像信息”的一例。

[0128] 此外,根据灰度值第3~第7小的G的调整用图像数据162来显示在屏幕SC上的图像对应于本发明的“第4图像”的一例,利用分光拍摄部137拍摄显示有基于该调整用图像数据162的图像的屏幕SC而获得的分光摄像数据对应于本发明的“第4拍摄图像信息”的一例。

[0129] 投射控制部171也对B的调整用图像同样进行处理。B对应于本发明的“第3颜色”的一例。

[0130] 本发明的“第5灰度”、“第6灰度”和“第9灰度”的灰度值的大小关系处于“第5灰度” $<$ “第9灰度” $<$ “第6灰度”的关系。例如,在假设灰度值最小的B的调整用图像数据162的灰度值对应于本发明的“第5灰度”的一例的情况下,例如,灰度值第2~第6小的B的调整用图像数据162的灰度值对应于本发明的“第9灰度”的一例。同样,灰度值第3~第7小的B的调整用图像数据162的灰度值对应于本发明的“第6灰度”的一例。

[0131] 此外,根据灰度值最小的B的调整用图像数据162来显示在屏幕SC上的图像对应于本发明的“第5图像”的一例,利用分光拍摄部137拍摄显示有基于该调整用图像数据162的图像的屏幕SC而获得的分光摄像数据对应于本发明的“第5拍摄图像信息”的一例。

[0132] 此外,根据灰度值第2~第6小的B的调整用图像数据162来显示在屏幕SC上的图像对应于本发明的“第9图像”的一例,利用分光拍摄部137拍摄显示有基于该调整用图像数据

162的图像的屏幕SC而获得的分光摄像数据对应于本发明的“第9拍摄图像信息”的一例。

[0133] 此外,根据灰度值第3~第7小的B的调整用图像数据162来显示在屏幕SC上的图像对应于本发明的“第6图像”的一例,利用分光拍摄部137拍摄显示有基于该调整用图像数据162的图像的屏幕SC而获得的分光摄像数据对应于本发明的“第6拍摄图像信息”的一例。

[0134] 另外,也可以将R的调整用图像数据162的灰度值即“第1灰度”、G的调整用图像数据162的灰度值即“第3灰度”和B的调整用图像数据162的灰度值即“第5灰度”设定为相同的灰度值。此外,也可以将R的调整用图像数据162的灰度值即“第2灰度”、G的调整用图像数据162的灰度值即“第4灰度”和B的调整用图像数据162的灰度值即“第6灰度”设定为相同的灰度值。同样,也可以将R的调整用图像数据162的灰度值即“第7灰度”、G的调整用图像数据162的灰度值即“第8灰度”和B的调整用图像数据162的灰度值即“第9灰度”设定为相同的灰度值。通过按照R、G、B的各颜色以相同的灰度进行拍摄,能够提高颜色校正的校正精度。

[0135] [控制部/处理器/拍摄控制部]

[0136] 拍摄控制部173使分光拍摄部137执行拍摄。分光拍摄部137依照拍摄控制部173的控制进行拍摄,输出分光摄像数据。

[0137] 此外,在使分光拍摄部137拍摄显示在屏幕SC上的调整用图像的情况下,摄像控制部173设定利用分光拍摄部137进行拍摄的波长范围。在使分光拍摄部137拍摄R的调整用图像的情况下,拍摄控制部173例如将620nm以上、750nm以下的范围设定为进行拍摄的波长范围。在使分光拍摄部137拍摄G的调整用图像的情况下,拍摄控制部173例如将495nm以上、570nm以下的范围设定为进行拍摄的波长范围。在使分光拍摄部137拍摄B的调整用图像的情况下,拍摄控制部173例如将450nm以上、495nm以下的范围设定为进行拍摄的波长范围。

[0138] 例如,在使分光拍摄部137拍摄R的调整用图像的情况下设定的620nm以上、750nm以下的波长范围对应于本发明的“第1测量条件”的一例。此外,在使分光拍摄部137拍摄G的调整用图像的情况下设定的495nm以上、570nm以下的波长范围对应于本发明的“第2测量条件”的一例。此外,拍摄B的调整用图像的情况下的450nm以上、495nm以下的波长范围对应于本发明的“第3测量条件”的一例。

[0139] 并且,拍摄控制部173变更施加到间隙变更部306的电压而变更分光元件302的分光波长 $\lambda_i$ 。由此,分光拍摄部137每隔预先设定的第1波长间隔变更分光波长 $\lambda_i$ 并进行拍摄。在本实施方式中,对分光拍摄部137以20nm的波长间隔执行拍摄的情况进行说明。“20nm”对应于本发明的“第1波长间隔”的一例。例如,在拍摄红色的调整用图像的情况下,拍摄控制部173在620nm以上、750nm以下的波长范围内,使分光拍摄部137以20nm的间隔执行拍摄。拍摄控制部173输入从分光拍摄部137输出的分光摄像数据,使存储部160临时存储所输入的分光摄像数据。

[0140] 在本实施方式中,投影机100能够变更由投射部110显示在屏幕SC上的调整用图像的颜色、灰度并将与调整用图像的颜色对应的测量条件设定在分光拍摄部137中,生成分光摄像数据。能够针对多个不同的颜色,每隔第1波长间隔测量光的强度。因此,投影机100能够提高测色的精度,从而高效地提高投影机100投射的图像的校正精度。

[0141] 为了提高测色的精度,需要投射多个颜色、灰度的调整用图像,在大范围和详细范围内测量调整用图像,但是需要时间等,效率恶化。此外,当使用专用的长度测量仪时,控制变得复杂,并且,效率恶化。

[0142] 本实施方式的投影仪100具有投射部110和分光拍摄部137,利用投射部110使例如调整用图像的颜色成为R、G和B的3色,在各颜色中连续地投射至少2个灰度的调整用图像,分光拍摄部137在与投射的调整用图像对应的测量波长范围内拍摄。

[0143] 图3是示出调整用图像的显示条件和测量条件的图。

[0144] 在本实施方式中,如图3和下述(A)~(C)所示,各颜色的调整用图像数据162以7个灰度值准备调整用图像数据162,设定R、G、B的顺序作为调整用图像的显示顺序,从灰度值较小的调整用图像起依次显示,按照与所投射的调整用图像对应的测量条件进行测量。在本实施方式中,设灰度值较小的图像为暗的图像、灰度值较大的图像为明亮的图像,但是,也可以设灰度值较小的图像为明亮的图像、灰度值较大的图像为暗的图像。此外,各灰度也可以采用在各颜色之间相同的灰度值。

[0145] (A) 首先,将调整用图像的颜色设定为R,(1) 投射灰度为灰度TR1的全红图像IR1,在与红色对应的波长范围即620nm以上、750nm以下的范围内测量。此外,(2) 投射灰度为灰度TR2的全红图像IR2,在与红色对应的波长范围即620nm以上、750nm以下的范围内测量。此外,(3) 投射灰度为灰度TR3的全红图像IR3,在与红色对应的波长范围即620nm以上、750nm以下的范围内测量。此外,(4) 投射灰度为灰度TR4的全红图像IR4,在与红色对应的波长范围即620nm以上、750nm以下的范围内测量。此外,(5) 投射灰度为灰度TR5的全红图像IR5,在与红色对应的波长范围即620nm以上、750nm以下的范围内测量。此外,(6) 投射灰度为灰度TR6的全红图像IR6,在与红色对应的波长范围即620nm以上、750nm以下的范围内测量。此外,(7) 投射灰度为灰度TR7的全红图像IR7,在与红色对应的波长范围即620nm以上、750nm以下的范围内测量。

[0146] 这里,灰度值处于 $TR1 < TR2 < TR3 < TR4 < TR5 < TR6 < TR7$ 的关系,图像的明亮度处于 $IR1 < IR2 < IR3 < IR4 < IR5 < IR6 < IR7$ 的关系。

[0147] (B) 将调整用图像的颜色设定为G,(1) 投射灰度为灰度TG1的全绿图像IG1,在与绿色对应的波长范围即495nm以上、570nm以下的范围内测量。此外,(2) 投射灰度为灰度TG2的全绿图像IG2,在与绿色对应的波长范围即495nm以上、570nm以下的范围内测量。此外,(3) 投射灰度为灰度TG3的全绿图像IG3,在与绿色对应的波长范围即495nm以上、570nm以下的范围内测量。此外,(4) 投射灰度为灰度TG4的全绿图像IG4,在与绿色对应的波长范围即495nm以上、570nm以下的范围内测量。此外,(5) 投射灰度为灰度TG5的全绿图像IG5,在与绿色对应的波长范围即495nm以上、570nm以下的范围内测量。此外,(6) 投射灰度为灰度TG6的全绿图像IG6,在与绿色对应的波长范围即495nm以上、570nm以下的范围内测量。此外,(7) 投射灰度为灰度TG7的全绿图像IG7,在与绿色对应的波长范围即495nm以上、570nm以下的范围内测量。

[0148] 这里,灰度值处于 $TG1 < TG2 < TG3 < TG4 < TG5 < TG6 < TG7$ 的关系,图像的明亮度处于 $IG1 < IG2 < IG3 < IG4 < IG5 < IG6 < IG7$ 的关系。

[0149] (C) 将调整用图像的颜色设定为B,(1) 投射灰度为灰度TB1的全蓝图像IB1,在与蓝色对应的波长范围即450nm以上、495nm以下的范围内测量。此外,(2) 投射灰度为灰度TB2的全蓝图像IB2,在与蓝色对应的波长范围即450nm以上、495nm以下的范围内测量。此外,(3) 投射灰度为灰度TB3的全蓝图像IB3,在与蓝色对应的波长范围即450nm以上、495nm以下的范围内测量。此外,(4) 投射灰度为灰度TB4的全蓝图像IB4,在与蓝色对应的波长范围即

450nm以上、495nm以下的范围内测量。此外，(5) 投射灰度为灰度TB5的全蓝图像IB5，在与蓝色对应的波长范围即450nm以上、495nm以下的范围内测量。此外，(6) 投射灰度为灰度TB6的全蓝图像IB6，在与蓝色对应的波长范围即450nm以上、495nm以下的范围内测量。此外，(7) 投射灰度为灰度TB7的全蓝图像IB7，在与蓝色对应的波长范围即450nm以上、495nm以下的范围内测量。

[0150] 这里，灰度值处于 $TB1 < TB2 < TB3 < TB4 < TB5 < TB6 < TB7$ 的关系，图像的明亮度处于 $IB1 < IB2 < IB3 < IB4 < IB5 < IB6 < IB7$ 的关系。

[0151] [控制部/处理器/估计值计算部]

[0152] 估计值计算部175从存储部160读出分光摄像数据和估计矩阵M，根据所读出的分光摄像数据和估计矩阵M，计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值，第2波长间隔的间隔比第1波长间隔短。估计值计算部175对根据分光摄像数据而获得的波长 $\lambda$ 成分的强度I乘以估计矩阵M，从而计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值。

[0153] [控制部/处理器/生成部]

[0154] 生成部177根据估计值计算部175计算出的光谱的估计值，生成用于供图像处理部143进行图像处理的校正参数。在图像处理部143对从图像接口141输入的图像数据进行处理时使用该校正参数。参照以下的图4所示的流程图，说明校正参数的具体生成方法。

[0155] [投影仪的动作]

[0156] 图4是示出第1实施方式的投影仪100的动作用的流程图。

[0157] 参照图4的流程图，说明投影仪100的动作。

[0158] 控制部150首先判定是否受理了选择画质调整的操作(步骤S1)。控制部150根据从输入接口135输入的操作信号判定是否受理了选择画质调整的操作(步骤S1)。在未受理选择画质调整的操作的情况下(步骤S1/否)，控制部150等待动作的开始直到受理了操作为止。此外，在受理了指示其它处理的执行的操作的情况下，控制部150执行与所受理的操作对应的动作，返回步骤S1的判定。

[0159] 画质调整是对显示在屏幕SC上的投射图像的画质劣化进行校正并返回投影仪100的制造时的画质的调整。例如，光源111的特性根据温度变化、随时间劣化等而发生变化，因此，需要对光量进行校正，以能够获得期望的图像亮度。此外，投影仪100的画质调整中存在对屏幕SC、环境照明的色调进行校正从而将投射图像的色调校正为预先设定的色调的调整、使由多台投影仪100显示的投射图像的色调一致的调整等。针对这些画质调整，也能够通过以下所示的相同的过程生成校正数据167a。

[0160] 在受理了选择画质调整的操作的情况下(步骤S1/是)，控制部150首先计算射影转换矩阵167b。射影转换矩阵167b是将液晶面板115的面板坐标转换为分光拍摄部137生成的分光摄像数据的摄像坐标的矩阵。控制部150从存储部160读出图案图像数据163，对图像处理部143、驱动部120进行控制，以使与图案图像数据163对应的图案图像显示在屏幕SC上(步骤S2)。

[0161] 接着，控制部150对分光拍摄部137进行控制，拍摄显示有图案图像的屏幕SC。这里，分光拍摄部137拍摄的摄像数据优选为在分光元件302未对光的波长进行分光的状态下拍摄的数据。分光拍摄部137生成摄像数据(步骤S3)，将所生成的摄像数据输出到控制部150。控制部150将所输入的摄像数据存储到存储部160中。

[0162] 接着,控制部150进行摄像坐标与面板坐标的对应(步骤S4)。控制部150从存储部160读出摄像数据,对所读出的摄像数据进行分析,检测规定形状的标志。控制部150在从摄像数据检测出标志时,进行标志的检测位置的像素与描绘有该标志的液晶面板115的像素的对应。即,控制部150进行标志的检测位置的像素的坐标与描绘有标志的液晶面板115的像素的坐标的对应。此外,控制部150在从摄像数据检测出4个标志时,根据对应起来的4个标志的摄像坐标和面板坐标,求出将液晶面板115的面板坐标转换为摄像坐标的射影转换矩阵167b。

[0163] 在该流程图中,说明在使调整用图像显示在屏幕SC上之前进行求出射影转换矩阵167b的处理的情况,但是,也可以预先计算射影转换矩阵167b并存储到存储部160中。此外,在该流程图中,说明了将摄像坐标与面板坐标对应起来的情况,但是也可以将摄像坐标与设定于帧存储器145的像素的坐标对应起来。

[0164] 接着,控制部150根据在步骤S3中拍摄出的摄像数据的视场角信息,确定分光拍摄部137的焦距(步骤S5)。在确定了焦距时,控制部150根据所确定的焦距,调整分光拍摄部137的入射光学系统301的透镜位置、变焦倍率。此外,在分光拍摄部137具有多个单焦点透镜的情况下,控制部150根据所确定的焦距选择一个单焦点透镜。

[0165] 接着,控制部150选择调整用图像的颜色和灰度,从存储部160读出所选择的颜色和灰度的调整用图像数据162。控制部150在从存储部160读出了调整用图像数据162时,对图像处理部143、驱动部120进行控制,以将与调整用图像数据162对应的调整用图像显示在屏幕SC上(步骤S6)。步骤S6对应于本发明的“第1投射步骤”和“第2投射步骤”的一例。这里,用于生成作为调整用图像的基础的图像光的光例如优选为通过积分球等对波长进行均匀化后的均匀光。通过对波长进行均匀化后的光投射在屏幕SC上,能够提高画质调整的精度。

[0166] 接着,控制部150根据在步骤S6中显示的调整用图像的颜色,确定使分光拍摄部137执行拍摄的波长范围(步骤S7)。控制部150在确定了波长范围时,将设定在分光元件302中的设定分光波长 $\lambda_i$ 设定为所确定的波长范围内的最小值,使分光拍摄部137执行拍摄,生成分光摄像数据(步骤S8)。步骤S8对应于本发明的“拍摄步骤”、“第1取得步骤”和“第2取得步骤”的一例。

[0167] 接着,控制部150将设定分光波长 $\lambda_i$ 的值变更为以预先设定的值增大的值(步骤S9),判定设定分光波长 $\lambda_i$ 是否超过波长范围(步骤S10)。在设定分光波长 $\lambda_i$ 未超过波长范围的情况下(步骤S10/否),控制部150将设定分光波长 $\lambda_i$ 设定在分光元件302中,使分光拍摄部137执行拍摄而生成分光摄像数据(步骤S8)。

[0168] 此外,在设定分光波长 $\lambda_i$ 超过波长范围的情况下(步骤S10/是),控制部150判定是否使全部颜色的调整用图像以全部灰度显示在屏幕SC上并由分光拍摄部137进行了拍摄(步骤S11)。在存在未由分光拍摄部137拍摄的灰度或颜色的调整用图像的情况下(步骤S11/否),控制部150确定下一个显示的调整用图像的颜色和灰度(步骤S12)。控制部150变更调整用图像的颜色和灰度中的至少一个,将变更后的颜色和灰度确定为下一个显示的调整用图像的颜色和灰度。步骤S12对应于本发明的“第1确定步骤”和“第2确定步骤”的一例。控制部150从存储部160读出所确定的颜色和灰度的调整用图像数据162,对图像处理部143、驱动部120进行控制,以将与调整用图像数据162对应的调整用图像显示在屏幕SC上。

[0169] 此外,控制部150以全部灰度显示全部颜色的调整用图像,在生成了分光摄像数据的情况下(步骤S11/是),判定为测色处理已完成。控制部150从存储部160读出分光摄像数据,对所读出的分光摄像数据进行校正(步骤S13)。控制部150首先选择一个面板坐标,求出与所选择的面板坐标对应的摄像坐标。控制部150利用在步骤S4中生成的射影转换矩阵167b将所选择的面板坐标转换为摄像坐标。将所选择的面板坐标记作 $(x_p, y_p)$ ,将摄像坐标记作 $(x_c, y_c)$ 。此外,将射影转换矩阵167b记作“ $\Phi$ ”。控制部150根据以下所示的式(7)计算摄像坐标。

$$[0170] \quad (x_c, y_c) = \Phi \cdot (x_p, y_p) \cdots (7)$$

[0171] 接着,控制部150从存储部160读出与计算出的摄像坐标对应的校正数据167a,利用所读出的校正数据167a对分光摄像数据进行校正(步骤S13)。以下的式(8)表示利用校正数据167a对分光摄像数据进行校正的式子。

$$[0172] \quad \text{post}(x_c, y_c, r, \lambda, I) = \text{pre}(x_c, y_c, r, \lambda, I) \cdot k(x_c, y_c, r, \lambda, \text{coeff}) \cdots (8)$$

[0173] 在式(8)中,“ $\text{post}(x_c, y_c, r, \lambda, I)$ ”表示分光摄像数据中所拍摄的波长 $\lambda$ 成分的强度 $I$ 、即基于校正数据167a的校正后的值。

[0174] 此外,“ $\text{pre}(x_c, y_c, r, \lambda, I)$ ”是拍摄R光的调整用图像而得到的分光摄像数据的摄像坐标 $(x_c, y_c)$ 处的波长 $\lambda$ 成分的强度 $I$ 。

[0175] 此外,“ $k(x_c, y_c, r, \lambda, \text{coeff})$ ”是在摄像坐标 $(x_c, y_c)$ 处对拍摄R光而得到的分光摄像数据的波长 $\lambda$ 成分进行校正的校正数据167a。

[0176] 式(8)表示对拍摄R光的调整用图像而得到的分光摄像数据的波长 $\lambda$ 成分的强度 $I$ 进行校正的情况,但是,控制部150针对拍摄R光、G光和B光的调整用图像而得到的分光摄像数据,按照全部波长 $\lambda_i$ 进行基于校正数据167a的校正。

[0177] 接着,控制部150对利用校正数据167a进行校正后的分光摄像数据乘以估计矩阵 $M$ ,估计每隔第2波长间隔的光谱(步骤S14)。以下的(9)示出求出每隔第2波长间隔的光谱的估计值的式子。

$$[0178] \quad \text{Spectral}(x_c, y_c, \lambda) = M \cdot \text{post}(x_c, y_c, \lambda) \cdots (9)$$

[0179] 在式(9)中, $\text{Spectral}(x_c, y_c, \lambda)$ 表示坐标 $(x_c, y_c)$ 处的光谱的估计值。通过将 $\text{post}(x_c, y_c, \lambda)$ 乘以估计矩阵 $M$ ,例如能够求出按照1nm的波长间隔估计光的强度 $I$ 的估计值。

[0180] 图5是示出根据分光摄像数据而获得的每个分光频率的光强度的图。图5的横轴表示波长nm,纵轴表示光强度 $I$ 。图5所示的黑圈表示根据分光摄像数据而获得的值。图5示出根据按照20nm的分光波长间隔拍摄出的分光摄像数据而获得的光强度。

[0181] 此外,图6是示出控制部150计算出的光谱的估计值的图。图6的横轴表示波长nm,纵轴表示光强度 $I$ 。图6示出按照1nm的波长间隔而获得的光谱的估计值。

[0182] 接着,控制部150根据光谱的估计值和CIE1931XYZ等色函数 $x(\lambda)$ 、 $y(\lambda)$ 、 $z(\lambda)$ ,将光谱的估计值转换为XYZ表色系统的三刺激值 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ (步骤S15)。将转换为三刺激值 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 的转换式示作式(10a)、(10b)和(10c)。

$$[0183] \quad X(x_p, y_p) = \int \text{Spectral}(x_c, y_c, \lambda) x(\lambda) d\lambda \cdots (10a)$$

$$[0184] \quad Y(x_p, y_p) = \int \text{Spectral}(x_c, y_c, \lambda) y(\lambda) d\lambda \cdots (10b)$$

$$[0185] \quad Z(x_p, y_p) = \int \text{Spectral}(x_c, y_c, \lambda) z(\lambda) d\lambda \cdots (10c)$$

[0186] 在式(10a)、(10b)和(10c)中, $X(x_p, y_p)$ 、 $Y(x_p, y_p)$ 、 $Z(x_p, y_p)$ 表示与摄像坐标 $(x_c,$

yc) 对应的面板坐标 (xp, yp) 处的刺激值。控制部150将计算出的三刺激值X(xp, yp)、Y(xp, yp)、Z(xp, yp) 存储到存储部160中。下面, 将X(xp, yp), Y(xp, yp), Z(xp, yp) 统称作Fin\_XYZ(xp, yp)。

[0187] 接着, 控制部150判定是否在液晶面板115的全部面板坐标处计算出三刺激值Fin\_XYZ(xp, yp) (步骤S16)。在未在全部面板坐标处计算出三刺激值Fin\_XYZ(xp, yp) 的情况下 (步骤S16/否), 控制部150返回步骤S13, 选择面板坐标, 利用与所选择的面板坐标对应的校正数据167a对分光摄像数据进行校正。

[0188] 此外, 在全部面板坐标处计算出三刺激值Fin\_XYZ(xp, yp) 的情况下 (步骤S16/是), 控制部150从存储部160取得画质调整的目标值 (步骤S17)。这里, 说明将通过上述的式(10a)、(10b) 和 (10c) 对由光谱测量装置测量出的光谱测色数据进行转换后的三刺激值作为目标值使用的情况。除此以外, 也可以利用通过前次的画质调整而求出的校正参数对调整用图像进行校正, 将根据校正后的调整用图像而求出的三刺激值设定为画质调整的目标值。即, 利用通过前次的画质调整而求出的校正参数对调整用图像的灰度值进行校正, 将校正灰度值后的调整用图像显示在屏幕SC上并利用分光拍摄部137进行拍摄, 生成分光摄像数据。然后, 依照上述的步骤S13~S15的过程求出三刺激值Fin\_XYZ(xp, yp), 将所求出的三刺激值设定为画质调整的目标值。

[0189] 接着, 控制部150求出在步骤S15中计算出的三刺激值Fin\_XYZ(xp, yp) 的反函数。此外, 控制部150将所求出的反函数乘以在步骤S17中取得的目标值, 计算R、G、B的每个颜色的调整比率。将在步骤S17中所取得的目标值记作Target\_XYZ。以下的式(11)表示校正参数的计算式。

$$[0190] \quad \text{Coef\_RGB}(xp, yp) = \text{Fin\_XYZ}(xp, yp)^{-1} \cdot \text{Target\_XYZ} \cdots (11)$$

[0191] 接着, 控制部150参考伽马校正表而取得对图像数据的灰度值进行校正的校正数据167a。伽马校正表是存储在存储部160中的表, 对应地登记有图像数据的灰度值和液晶面板115的透射率。控制部150参考伽马校正表, 取得与在步骤S6中使调整用图像显示在屏幕SC时的液晶面板115的透射率对应的图像数据的灰度值。此外, 控制部150参考伽马校正表, 取得与基于所计算出的调整比率的调整后的液晶面板115的透射率对应的图像数据的灰度值。控制部150计算所取得的图像数据的灰度值的差作为校正图像数据的校正参数 (步骤S18)。校正参数是对构成图像数据的各像素的RGB的比率进行校正的参数。步骤S18对应于本发明的“生成步骤”的一例。

[0192] 控制部150也可以将构成液晶面板115的像素作为1个单位而生成校正参数, 也可以将多个像素作为1个单位而生成校正参数。在将多个像素作为1个单位而生成校正参数的情况下, 未生成校正参数的像素的校正参数例如也可以通过基于直线插值的插值运算来求出。

[0193] 接着, 控制部150判定计算出的校正参数是否是有效数据 (步骤S19)。例如, 控制部150计算在前次的画质调整中计算出的校正参数与本次计算出的校正参数的值的差, 将计算出的值的差与预先准备的第1阈值以及第2阈值进行比较。在计算出的值的差大于第1阈值的情况下, 控制部150判定为本次计算出的校正参数无效。在计算出的值的差小于第2阈值的情况下, 控制部150也判定为本次计算出的校正参数无效。另外, 第2阈值是值小于第1阈值的阈值。

[0194] 在计算出的校正参数为有效数据的情况下,控制部150将计算出的校正参数存储到存储部160中(步骤S20)。此外,在计算出的校正参数不是有效数据的情况下,控制部150也可以从步骤S2或S6起再次重新进行处理。

[0195] 在从图像供给装置200开始了图像信号的供给时,控制部150从存储部160读出校正参数并输出到图像处理部143。图像处理部143在图像接口141开始图像信号的接收并从图像接口141输入了图像数据时,将所输入的图像数据在帧存储器145中展开。图像处理部143利用从控制部150输入的校正参数对图像数据进行校正(步骤S21)。步骤S21对应于本发明的“校正步骤”的一例。

[0196] 图像处理部143将结束图像处理后的图像数据输出到光调制装置驱动电路123。光调制装置驱动电路123根据从图像处理部143输入的图像数据生成驱动信号,根据所生成的驱动信号对液晶面板115进行驱动,在液晶面板115上描绘图像。从光源111射出的光通过液晶面板115,由此,可生成与图像数据的图像对应的图像光,利用光学单元117将所生成的图像光投射到屏幕SC上(步骤S22)。

[0197] 如以上所说明那样,第1实施方式的投影仪100具有投射部110、分光拍摄部137和控制部150。分光拍摄部137具有拍摄元件303和分光元件302。控制部150对投射部110与分光拍摄部137进行控制。

[0198] 控制部150将调整用图像的颜色和灰度设定为第1颜色和第1灰度,使投射部110投射与所设定的第1颜色以及第1灰度对应的调整用图像。此外,控制部150将与第1颜色对应的第1测量条件设定在分光拍摄部137中,使分光拍摄部137拍摄投射部110所投射的调整用图像并取得分光摄像数据。

[0199] 此外,控制部150将调整用图像的颜色以及灰度设定为第1颜色以及第2灰度,使投射部110投射与所设定的第1颜色以及第2灰度对应的调整用图像。此外,控制部150将与第1颜色对应的第1测量条件设定在分光拍摄部137中,使分光拍摄部137拍摄投射部110所投射的调整用图像而取得分光摄像数据。

[0200] 此外,控制部150将调整用图像的颜色和灰度设定为第2颜色和第3灰度,使投射部110投射与所设定的第2颜色以及第3灰度对应的调整用图像。控制部150将与第2颜色对应的第2测量条件设定在分光拍摄部137中,使分光拍摄部137拍摄投射部110所投射的调整用图像而取得分光摄像数据。

[0201] 此外,控制部150将调整用图像的颜色和灰度设定为第2颜色和第4灰度,使投射部110投射与所设定的第2颜色以及第4灰度对应的调整用图像。此外,控制部150将与第2颜色对应的第2测量条件设定在分光拍摄部137中,使分光拍摄部137拍摄投射部110所投射的调整用图像而取得分光摄像数据。

[0202] 因此,在本实施方式中,能够变更显示在屏幕SC上的调整用图像的颜色、灰度并将与调整用图像的颜色对应的测量条件设定在分光拍摄部中,使分光拍摄部生成分光摄像数据。因此,能够提高测色的精度,从而提高投影仪投射的图像的颜色校正的精度。

[0203] 此外,控制部150分别以所取得的第1颜色和第1灰度、第1颜色和第2灰度、第2颜色和第3灰度、第2颜色和第4灰度使分光拍摄部137执行拍摄,获得分光摄像数据。根据所获得的多个分光摄像数据,生成对作为投射部110投射的图像的基础的图像数据进行校正的校正参数。因此,能够根据测色结果高精度地进行图像的颜色校正。

[0204] 作为第1测量条件,控制部150将与第1颜色表示的颜色对应的波长范围作为拍摄范围,每隔第1波长间隔变更分光元件302的分光波长并使分光拍摄部137执行拍摄。然后,控制部150取得与分光波长对应的光的强度作为分光摄像数据。

[0205] 此外,作为第2测量条件,控制部150将与第2颜色表示的颜色对应的波长范围作为拍摄范围,每隔第1波长间隔变更分光元件302的分光波长并使分光拍摄部137执行拍摄。然后,控制部150取得与分光波长对应的光的强度作为分光摄像数据。

[0206] 因此,能够以多个不同的颜色,每隔第1波长间隔测量光的强度。

[0207] 此外,控制部150根据利用分光摄像数据取得的每个第1波长间隔的光的强度、和用于估计光谱的估计矩阵M,计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值,第2波长间隔的间隔比第1波长间隔短。

[0208] 能够计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值,能够高精度地进行图像的测色,其中,第2波长间隔的间隔比由分光拍摄部137拍摄的第1波长间隔短。此外,由于能够按照间隔比第2波长间隔长的第1波长间隔进行分光拍摄部137的拍摄,所以,能够缩短生成分光摄像数据的花费时间。并且,通过根据计算出的光谱的估计值计算对图像数据进行校正校正参数,能够高精度地进行图像的颜色校正。

[0209] 此外,估计矩阵M根据分光拍摄部137拍摄出的分光摄像数据来计算。根据投影仪100具备的光学部件的光学特性,在分光拍摄部137生成的分光摄像数据中包含误差。但是,通过根据分光拍摄部137所生成的分光摄像数据和专用的光谱测量装置测量出的光谱测色数据来计算估计矩阵M,能够对光学特性进行校正并求出高精度的光谱的估计值。

[0210] 此外,估计矩阵M是使利用专用的光谱测量装置每隔第2波长间隔测量显示在屏幕SC上的调整用图像而获得的测量数据与根据分光摄像数据而求出的光谱的估计拍摄元件值的平方误差成为最小的矩阵式。

[0211] 因此,能够抑制分光拍摄部137生成的分光摄像数据中产生的误差,计算高精度的光谱的估计值。

[0212] 此外,分光拍摄部137变更分光元件302具备的、相互对置的一对反射膜304、305之间的距离而变更分光元件302的分光波长,输出每隔第1波长间隔的分光摄像数据。

[0213] 因此,能够提高分光元件302的分光波长的设定精度。

[0214] 如以上所说明那样,第1实施方式的投影仪100利用具有拍摄元件303和分光元件302的分光拍摄部137进行测色。

[0215] 投影仪100执行拍摄步骤、计算步骤和生成步骤的各步骤。

[0216] 在拍摄步骤中,在根据调整用图像设定的波长范围内,每隔第1波长间隔变更分光元件302的分光波长 $\lambda_i$ 并利用分光拍摄部137拍摄由投射部110显示在屏幕SC上的调整用图像,生成分光摄像数据。

[0217] 在计算步骤中,根据通过拍摄步骤而生成的分光摄像数据和用于估计光谱的估计矩阵M,计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值,第2波长间隔的间隔比第1波长间隔短。

[0218] 在生成步骤中,根据通过计算步骤而计算出的光谱的估计值,生成对作为所显示的图像的基础的图像数据进行校正的校正参数。

[0219] 因此,能够计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值,能够高精度地进行图像的测色,其中,第2波长间隔的间隔比由分光拍摄部137拍摄的第1波长间隔短。此外,由于能够按

照间隔比第2波长间隔长的第1波长间隔进行分光拍摄部137的拍摄,所以,能够缩短生成分光摄像数据的花费时间。并且,通过根据计算出的光谱的估计值计算对图像数据进行校正的校正参数,能够高精度地进行图像的校正。

[0220] 估计矩阵M根据分光拍摄部137拍摄出的分光摄像数据来计算。虽然根据投影机100具备的光学部件的光学特性,在分光拍摄部137生成的分光摄像数据中包含误差,但是,通过根据分光拍摄部137所生成的分光摄像数据和光谱测量装置测量出的光谱测色数据计算估计矩阵M,能够对光学特性进行校正并求出高精度的光谱的估计值。

[0221] 此外,估计矩阵M是使利用光谱测量装置每隔第2波长间隔测量显示在屏幕SC上的调整用图像而获得的测量数据与根据分光摄像数据而求出的光谱的估计值的平方误差成为最小的矩阵式。

[0222] 因此,能够抑制分光拍摄部137生成的分光摄像数据中产生的误差,计算高精度的光谱的估计值。

[0223] 在拍摄步骤中,分光拍摄部137变更分光元件302具备的、相互对置的一对反射膜304、305之间的距离而变更分光元件302的分光波长,输出每隔第1波长间隔的分光摄像数据。

[0224] 因此,能够提高分光元件302的分光波长的设定精度。

[0225] 在计算步骤中,根据利用校正数据167a进行校正后的分光摄像数据和估计矩阵M来计算估计值,该校正数据167a对在拍摄元件303中产生的灵敏度分布进行校正。

[0226] 因此,能够减少拍摄元件303中产生的灵敏度分布。

[0227] [第2实施方式]

[0228] 参照附图对第2实施方式进行说明。第2实施方式是对应于“显示系统”和“图像校正方法”的实施方式。

[0229] 第2实施方式是利用线缆3将多台投影机100连接并在投影机100之间进行数据通信的显示系统1的实施方式。在第2实施方式中,在多台投影机100之间进行数据通信,进行各投影机100所显示的图像的颜色匹配。另外,在第2实施方式中,对以有线的方式连接多台投影机100的情况进行说明,但是,投影机100之间的连接也可以是无线的。

[0230] 图7是显示系统1的系统结构图。

[0231] 显示系统1具有2台投影机100。将在从与屏幕SC相对的方向观察时在屏幕SC的左侧显示图像的投影机100记作投影机100A、在屏幕SC的右侧显示图像的投影机100记作投影机100B。投影机100A和投影机100B分别构成在屏幕SC的左侧和右侧显示图像并进行1个图像显示的多投影系统。图7示出显示系统1具有2台投影机100的结构,但是投影机100的连接台数不限于2台,也可以将n台投影机100连接起来。另外,“n”为2以上的自然数。

[0232] 投影机100A以及投影机100B的结构与图1所示的投影机100的结构大致相同,因此,省略针对投影机100A和投影机100B的结构说明。此外,对图1的框图所示的投影机100的结构要素中的、投影机100A的结构要素标注“A”的标号,对投影机100B的结构要素标注“B”的标号。例如,将投影机100A的控制部150记作“控制部150A”、投影机100B的控制部150记作“控制部150B”。投影机100A以及投影机100B分别经由线缆3与图像供给装置200连接,将基于从图像供给装置200供给的图像信号的图像显示在屏幕SC上。

[0233] 投影机100A作为主设备进行动作,投影机100B作为从设备进行动作。即,投影机

100B依照投影机100A的控制进行动作。主设备即投影机100A对投影机100B指示第1实施方式所说明的三刺激值的计算,或者生成校正参数并发送到投影机100B。

[0234] 将投影机100A投射图像光的区域称作投射区域10、投影机100B投射图像光的区域称作投射区域20。关于投射区域10与投射区域20,区域的一部分重叠。

[0235] 在第2实施方式中,投影机100A对应于本发明的“第1显示装置”和“第1投影机”的一例,投影机100B对应于本发明的“第2显示装置”和“第2投影机”的一例。此外,投射部110A对应于本发明的“第1投射部”和“第1显示部”的一例,投射部110B对应于本发明的“第2投射部”和“第2显示部”的一例。此外,分光拍摄部137A对应于本发明的“第1分光拍摄部”的一例,分光拍摄部137B对应于本发明的“第2分光拍摄部”的一例。此外,拍摄元件303A对应于本发明的“第1拍摄元件”的一例,拍摄元件303B对应于本发明的“第2拍摄元件”的一例。分光元件302A对应于本发明的“第1分光元件”,分光元件302B对应于本发明的“第2分光元件”。此外,控制部150A对应于本发明的“第1控制部”的一例,控制部150B对应于本发明的“第2控制部”的一例。此外,估计值计算部175A对应于本发明的“第1估计值计算部”的一例,估计值计算部175B对应于本发明的“第2估计值计算部”的一例。此外,存储部160A对应于本发明的“第1存储部”的一例,存储部160B对应于本发明的“第2存储部”的一例。

[0236] 图8是示出投影机100A的动作用的流程图。

[0237] 参照图8所示的流程图并说明投影机100A的动作。

[0238] 控制部150A判定是否受理了选择颜色匹配的操作(步骤T1)。控制部150A根据从输入接口135A输入的操作信号判定是否受理了选择颜色匹配的操作(步骤T1)。在未受理选择颜色匹配的操作的情况下(步骤T1/否),控制部150A等待动作的开始直至受理了操作为止。此外,在受理了指示其它处理的执行的操作的情况下,控制部150A执行与所受理的操作对应的动作,返回步骤T1的判定。

[0239] 在受理了选择颜色匹配的操作的情况下(步骤T1/是),控制部150A执行图4所示的步骤S2~S16的处理,在液晶面板115A的全部面板坐标处计算三刺激值(步骤T2)。步骤T2包含本发明的“第1确定步骤”、“第1投射步骤”和“第1取得步骤”。

[0240] 接着,控制部150A将指示三刺激值的计算的信号发送到投影机100B,对投影机100B指示三刺激值的计算(步骤T3)。控制部150A在对投影机100B指示了三刺激值的计算时,判定是否从投影机100B接收到通知三刺激值的计算的完成的信号(步骤T4)。在未接收到通知完成的信号的情况下(步骤T4/否),控制部150A等待直至接收到信号为止。

[0241] 此外,控制部150A在从投影机100B接收到通知完成的信号时(步骤T4/是),将计算出的三刺激值的取得请求发送到投影机100B(步骤T5)。控制部150A判定是否从投影机100B接收到三刺激值(步骤T6)。在未从投影机100B接收到三刺激值的情况下(步骤T6/否),控制部150A等待直至接收到三刺激值为止。

[0242] 此外,控制部150A在从投影机100B接收到三刺激值时,将接收到的三刺激值存储到存储部160A中。接着,控制部150A设定颜色匹配的目标值(步骤T7)。控制部150A对从投影机100B接收到的三刺激值与控制部150A所生成的三刺激值进行比较,确定亮度最低的面板坐标。例如,控制部150A也可以对三刺激值中的、具有亮度信息的Y值进行比较,确定与值最小的Y值对应的面板坐标。此外,在存在多个亮度最低的面板坐标的情况下,可以针对X值、Z值等其它刺激值也进行比较,确定亮度最低的面板坐标。

[0243] 控制部150A在确定了亮度最低的面板坐标时,将所确定的亮度最低的面板坐标的三刺激值设定为目标值。控制部150A将所设定的目标值作为Target\_XYZ,通过上述的式(11)计算对其它面板坐标的三刺激值进行校正的校正参数(步骤T8)。此外,控制部150A针对从投影机100B接收到的、分别与投影机100B的面板坐标对应的三刺激值,也同样通过式(11)生成校正参数(步骤T8)。步骤T8对应于本发明的“生成步骤”的一例。

[0244] 控制部150A针对投影机100A的各个面板坐标生成校正参数,将所生成的校正参数存储到存储部160A中(步骤T9)。这里生成的校正参数对应于本发明的“第1校正参数”的一例。此外,控制部150A也针对投影机100B的各个面板坐标生成校正参数,将所生成的校正参数发送到投影机100B(步骤T10)。这里生成的校正参数对应于本发明的“第2校正参数”的一例。

[0245] 然后,在从图像供给装置200开始了图像信号的供给时,控制部150A使图像处理部143A利用所生成的校正参数对图像数据进行校正(步骤T11)。然后,控制部150A利用投射部110A将基于校正后的图像数据的图像光投射到屏幕SC上。由此,在屏幕SC上显示基于利用校正参数对色调进行校正后的图像数据的图像(步骤T12)。

[0246] 图9是示出投影机100B的动作的流程图。

[0247] 参照图9所示的流程图对投影机100B的动作进行说明。

[0248] 控制部150B判定是否从投影机100A接收到指示三刺激值的计算的信号(步骤U1)。在未接收到指示计算的信号的情况下(步骤U1/否),控制部150B等待直至接收到信号为止。

[0249] 此外,控制部150B在从投影机100A接收到指示三刺激值的计算的信号时(步骤U1/是),执行图4所示的步骤S2~S16的处理,在液晶面板115B的全部面板坐标处计算三刺激值(步骤U2)。控制部150B在三刺激值的计算完成时,将通知计算完成的信号发送到投影机100A(步骤U3)。步骤U2包含本发明的“第2确定步骤”、“第2投射步骤”和“第2取得步骤”。

[0250] 接着,控制部150B判定是否从投影机100A接收到三刺激值的取得请求(步骤U4)。在未接收到三刺激值的取得请求的情况下(步骤U4/否),控制部150B等待直至接收到取得请求为止。

[0251] 在接收到三刺激值的取得请求的情况下(步骤U4/是),控制部150B将按照每个面板坐标计算出的三刺激值发送到投影机100A(步骤U5)。然后,控制部150B判定是否从投影机100A接收到校正参数(步骤U6)。在未接收到校正参数的情况下(步骤U6/否),控制部150B等待直至接收到校正参数为止。

[0252] 控制部150B在从投影机100A接收到校正参数时(步骤U6/是),将接收到的校正参数存储到存储部160B中(步骤U7)。然后,在从图像供给装置200开始了图像信号的供给时,控制部150B使图像处理部143B利用所生成的校正参数对图像数据进行校正(步骤U8)。然后,控制部150B利用投射部110B将基于校正后的图像数据的图像光投射到屏幕SC上。由此,在屏幕SC上显示基于利用校正参数对色调进行校正后的图像数据的图像(步骤U9)。

[0253] 如以上所说明那样,第2实施方式的显示系统1具有投影机100A和投影机100B。

[0254] 投影机100A具有投射部110A、分光拍摄部137A、控制部150A、存储部160A和估计值计算部175A。

[0255] 投射部110A将图像光投射到屏幕SC上,在屏幕SC上显示调整用图像。

[0256] 分光拍摄部137A具有拍摄元件303A和分光元件302A,拍摄调整用图像并输出分光

摄像数据。

[0257] 控制部150A确定使投射部110A投射的调整用图像的颜色和灰度,并使投射部110A投射与所确定的颜色以及灰度对应的调整用图像。此外,控制部150A将根据所确定的调整用图像的颜色确定的测量条件设定在分光拍摄部137A中,使分光拍摄部137A拍摄由投射部110A投射的调整用图像并取得分光摄像数据。

[0258] 投影机100B具有投射部110B、分光拍摄部137B、控制部150B、存储部160B和估计值计算部175B。

[0259] 投射部110B将图像光投射到屏幕SC上,将调整用图像显示在屏幕SC上。

[0260] 分光拍摄部137B具有拍摄元件303B和分光元件302B,拍摄调整用图像并输出分光摄像数据。

[0261] 控制部150B确定使投射部110B投射的调整用图像的颜色和灰度,使投射部110B投射与所确定的颜色以及灰度对应的调整用图像。此外,控制部150B将根据所确定的调整用图像的颜色确定的测量条件设定在分光拍摄部137B中,使分光拍摄部137B拍摄由投射部110B投射的调整用图像并取得分光摄像数据。

[0262] 因此,在本实施方式中,能够高精度地进行投影机100A投射的调整用图像的测色和投影机100B投射的调整用图像的测色。此外,能够根据调整用图像的测色结果,高精度地进行投影机100A显示的图像与投影机100B显示的图像的颜色匹配。此外,投影机100A与投影机100B能够分别利用分光拍摄部137A和分光拍摄部137B计算三刺激值,能够在未收发校正参数的情况下高精度地进行投影机100A显示的图像与投影机100B显示的图像的颜色匹配。

[0263] 上述的实施方式是本发明的优选实施方式。另外,本发明不限于上述的实施方式,能够在不脱离本发明的主旨的范围内实施各种变形。

[0264] 例如,在上述的实施方式中,以显示R、G、B的各颜色的单色图像作为调整用图像的情况为例进行了说明,但是,也可以构成为在1个调整用图像中包括R的区域、G的区域和B的区域。

[0265] 如以上所说明那样,第2实施方式的显示系统1具有投影机100A和投影机100B。

[0266] 投影机100A具有投射部110A、分光拍摄部137A、控制部150A、存储部160A和估计值计算部175A。

[0267] 投射部110A将图像光投射到屏幕SC上,在屏幕SC上显示调整用图像。

[0268] 分光拍摄部137A具有拍摄元件303A和分光元件302A,拍摄调整用图像并输出分光摄像数据。

[0269] 控制部150A在根据调整用图像设定的波长范围内,每隔第1波长间隔设定分光元件302A的分光波长,使分光拍摄部137A生成摄像数据。

[0270] 存储部160A存储用于估计光谱的估计矩阵M。

[0271] 估计值计算部175A根据分光拍摄部137A所输出的分光摄像数据和估计矩阵M,计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值,第2波长间隔的间隔比第1波长间隔短。

[0272] 投影机100B具有投射部110B、分光拍摄部137B、控制部150B、存储部160B和估计值计算部175B。

[0273] 投射部110B将图像光投射到屏幕SC上,将调整用图像显示在屏幕SC上。

[0274] 分光拍摄部137B具有拍摄元件303B和分光元件302B,拍摄调整用图像并输出分光摄像数据。

[0275] 控制部150B在根据调整用图像设定的波长范围内,每隔第1波长间隔设定分光元件302B的分光波长,使分光拍摄部137B生成摄像数据。

[0276] 存储部160B存储用于估计光谱的估计矩阵M。

[0277] 估计值计算部175B根据分光拍摄部137B所输出的分光摄像数据和估计矩阵M,计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值,第2波长间隔的间隔比第1波长间隔短。

[0278] 此外,控制部150A根据估计值计算部175A计算出的光谱的估计值和估计值计算部175B计算出的光谱的估计值,生成对作为投影机100A显示的图像的基础的图像数据进行校正的校正参数。此外,控制部150A生成对作为投影机100B显示的图像的基础的图像数据进行校正的校正数据167a。

[0279] 因此,能够进行由投影机100A显示的图像与由投影机100B显示的图像的颜色匹配。

[0280] [第3实施方式]

[0281] 图10是示出第3实施方式的系统结构的图。

[0282] 在上述的第1实施方式中,说明了使用投影机100所搭载的分光拍摄部137对图像的色调进行校正的方法。在该第3实施方式中,对与投影机100C分开地设置有具有分光拍摄部420的测色装置400的显示系统1A的结构进行说明。

[0283] 投影机100C在屏幕SC上显示调整用图像,测色装置400利用分光拍摄部420拍摄所显示的调整用图像,生成分光摄像数据。校正参数的生成可以由投影机100C进行,也可以由测色装置400进行。测色装置400可以将所生成的分光摄像数据发送到投影机100C,也可以根据分光摄像数据生成校正参数,将所生成的校正参数发送到投影机100C。在本实施方式中,对测色装置400生成校正参数并发送到投影机100C的情况进行说明。

[0284] 图11是示出测色装置400的结构的框图。

[0285] 测色装置400具有通信部410、分光拍摄部420和控制部430。

[0286] 通信部410经由线缆3与投影机100C连接,与投影机100C之间相互进行数据通信。图11示出利用线缆3将测色装置400与投影机100C连接的情况,但是,测色装置400与投影机100C的连接也可以是无线。

[0287] 分光拍摄部420具有与图1以及图2所示的投影机100的分光拍摄部137相同的结构。省略针对分光拍摄部420的结构的详细内容的说明。分光拍摄部420依照控制部430的控制变更分光波长 $\lambda_i$ 并拍摄调整用图像,输出分光摄像数据。测色装置400设置于可拍摄包括屏幕SC的范围的位置。

[0288] 控制部430具有存储部440和处理器450。存储部440存储控制程序441和校正数据443。校正数据443与第1实施方式的校准数据167相同。

[0289] 此外,处理器450执行控制程序441,作为拍摄控制部451、估计值计算部453和生成部455发挥功能。

[0290] 拍摄控制部451对分光拍摄部420进行控制,使分光拍摄部420生成摄像数据。此外,拍摄控制部451从投影机100C接收表示投射在屏幕SC上的调整用图像的颜色颜色信息,根据接收到的颜色信息确定使分光拍摄部137拍摄的波长范围。拍摄控制部451在确定

了波长范围时,在所确定的波长范围内,按照第1波长间隔变更分光波长 $\lambda_i$ 并使分光拍摄部420执行拍摄。

[0291] 估计值计算部453与第1实施方式的估计值计算部175同样地计算每隔第2波长间隔的光谱的估计值,生成部455与第1实施方式的生成部177同样地生成校正参数。生成部455利用通信部410将所生成的校正参数发送到投影仪100C。

[0292] 投影仪100C的结构与图1所示的第1实施方式的投影仪100大致相同,省略针对结构的说明。投影仪100C也可以不具有分光拍摄部137。

[0293] 图12是示出第3实施方式的投影仪100C的动作用的流程图。

[0294] 控制部150首先判定是否受理了选择画质调整的操作(步骤V1)。在受理了选择画质调整的操作的情况下(步骤V1/是),控制部150向测色装置400通知画质调整的开始(步骤V2)。

[0295] 在该流程图中,省略计算在图3的流程图中说明的射影转换矩阵167b的过程的说明。即,假设事先计算射影转换矩阵167b并存储到测色装置400的存储部440中而进行说明。

[0296] 接着,控制部150确定显示在屏幕SC上的调整用图像的颜色和灰度(步骤V3)。控制部150在确定了调整用图像的颜色和灰度时,从存储部160读出所确定的颜色和灰度的调整用图像数据162。控制部150使图像处理部143处理所读出的调整用图像数据162,对驱动部120、投射部110进行控制,以在屏幕SC上显示与调整用图像数据162对应的调整用图像(步骤V4)。

[0297] 接着,控制部150将所显示的调整用图像的颜色和灰度的信息发送到测色装置400(步骤V5)。控制部150在将调整用图像的颜色和灰度的信息发送到测色装置400时,等待直至从测色装置400通知拍摄结束为止(步骤V6)。控制部150在从测色装置400接收到拍摄结束的通知时(步骤V6/是),判定是否按照全部灰度显示了全部颜色的调整用图像(步骤V7)。在未按照全部灰度显示全部颜色的调整用图像的情况下(步骤V7/否),控制部150返回步骤V3,选择显示在屏幕SC上的调整用图像的颜色和灰度(步骤V3)。

[0298] 此外,在按照全部灰度显示了全部颜色的调整用图像的情况下(步骤V7/是),控制部150将测色的完成通知发送到测色装置400(步骤V8)。在将测色的完成通知发送到测色装置400时,控制部150判定是否从测色装置400接收到校正参数(步骤V9)。在未接收到校正参数的情况下(步骤V9/否),控制部150等待直至接收到校正参数为止。此外,控制部150在接收到校正参数时(步骤V9/是),将接收到的校正参数存储到存储部160中(步骤V10)。

[0299] 然后,在从图像供给装置200开始了图像信号的供给时,控制部150使图像处理部143利用所生成的校正参数对图像数据进行校正(步骤V11),利用投射部110将基于校正后的图像数据的图像光投射到屏幕SC上。由此,在屏幕SC上显示基于利用校正参数对色调进行校正后的图像数据的图像(步骤V12)。

[0300] 图13是示出测色装置400的动作用的流程图。

[0301] 控制部430首先判定是否从投影仪100C接收到画质调整的开始通知(步骤W1)。在未接收到画质调整的开始通知的情况下(步骤W1/否),控制部430等待直至接收到开始通知为止。

[0302] 在接收到画质调整的开始通知的情况下(步骤W1/是),控制部430判定是否从投影仪100C接收到显示在屏幕SC上的调整用图像的颜色和灰度的信息(步骤W2)。在未从投影仪

100C接收到调整用图像的颜色和灰度的信息的情况下(步骤W2/否),控制部430转移至步骤W8的判定。

[0303] 此外,在从投影仪100C接收到调整用图像的颜色和灰度的信息的情况下(步骤W2/是),控制部430根据接收到的调整用图像的颜色信息,确定使分光拍摄部420拍摄的波长范围(步骤W3)。控制部430在确定了波长范围时,将设定在分光元件302中的设定分光波长 $\lambda_i$ 设定为波长范围内的最小值,使分光拍摄部420执行拍摄而生成分光摄像数据(步骤W4)。

[0304] 接着,控制部430将设定在分光拍摄部420中的设定分光波长 $\lambda_i$ 的值变更为以预先设定的值增大的值(步骤W5),判定设定分光波长 $\lambda_i$ 是否超过波长范围(步骤W6)。在设定分光波长 $\lambda_i$ 未超过波长范围的情况下(步骤W6/否),控制部430将设定分光波长 $\lambda_i$ 设定在分光元件302中,使分光拍摄部420执行拍摄并生成分光摄像数据(步骤W4)。

[0305] 此外,在设定分光波长 $\lambda_i$ 超过波长范围的情况下(步骤W6/是),控制部430将拍摄的结束通知发送到投影仪100C(步骤W7)。然后,控制部430返回步骤W2的判定。

[0306] 此外,在步骤W2的判定为否定判定的情况下(步骤W2/否),控制部430判定是否从投影仪100C接收到测色的完成通知(步骤W8)。在未从投影仪100C接收到测色的完成通知的情况下(步骤W8/否),控制部430返回步骤W2的判定。此外,在从投影仪100接收到测色的完成通知的情况下(步骤W8/是),控制部430计算校正参数(步骤W9)。校正参数的计算过程在图4中已经进行了说明,因此,省略说明。控制部430在计算出校正参数时,将计算出的校正参数发送到投影仪100C(步骤W10)。

[0307] 在第3实施方式中,也能够获得与第1实施方式相同的效果。

[0308] [第4实施方式]

[0309] 图14是示出第4实施方式的系统结构的图。

[0310] 在上述的第2实施方式中,对使用投影仪100A、100B所搭载的分光拍摄部137A、137B对图像的色调进行校正的方法进行了说明。在该第4实施方式中,对与投影仪100D、100E分开地设置有具有分光拍摄部420的测色装置400的结构进行说明。测色装置400、投影仪100D、100E是通过线缆3连接并在测色装置400、投影仪100D、100E之间进行数据通信的显示系统1B的实施方式。在第4实施方式中,在多台投影仪100之间进行数据通信,进行各投影仪100所显示的图像的颜色匹配。另外,在第4实施方式中,对以有线的方式将测色装置400、投影仪100D、100E之间连接起来的情况进行说明,但是,测色装置400、投影仪100D、100E之间的连接也可以是无线的。

[0311] 投影仪100D以及投影仪100E分别经由线缆3与图像供给装置200连接,将基于从图像供给装置200供给的图像信号的图像显示在屏幕SC上。

[0312] 投影仪100D作为主设备进行动作,投影仪100E作为从设备进行动作。即,投影仪100E依照投影仪100D的控制进行动作。主设备即投影仪100C对投影仪100D指示第1实施方式所说明的三刺激值的计算,或者生成校正参数并发送到投影仪100D。

[0313] 将投影仪100D投射图像光的区域称作投射区域10D、投影仪100E投射图像光的区域称作投射区域20E。关于投射区域10D与投射区域20E,区域的一部分重叠。

[0314] 投影仪100D、100E在屏幕SC上显示调整用图像,测色装置400利用分光拍摄部420拍摄所显示的调整用图像,生成分光摄像数据。校正参数的生成可以由投影仪100D、100E进行,也可以由测色装置400进行。测色装置400可以将所生成的分光摄像数据发送到投影仪

100D、100E,也可以根据分光摄像数据生成校正参数,将所生成的校正参数发送到投影仪100D、100E。

[0315] 测色装置400设置于可拍摄包括屏幕SC的范围的位置。在投影仪100D投射调整用图像的情况下,测色装置400拍摄投射区域10D,在投影仪100E投射调整用图像的情况下,测色装置400拍摄投射区域20E。

[0316] 上述的实施方式是本发明的优选实施方式。另外,本发明不限于上述的实施方式,能够在不脱离本发明的主旨的范围内实施各种变形。

[0317] 例如,在上述的实施方式中,以显示R、G、B的各颜色的单色图像作为调整用图像的情况为例进行了说明,但是,也可以构成为在1个调整用图像中包括R的区域、G的区域和B的区域。

[0318] 此外,在上述的实施方式中,以使用与RGB的各颜色对应的3片的透射型液晶面板作为对光源发出的光进行调制的光调制装置113的结构为例进行了说明,但是,本发明不限定于此。例如,也可以形成为使用3片的反射型液晶面板的结构,也可以使用组合1片的液晶面板和色轮的方式。或者,也可以由使用了3个数字反射镜器件(DMD)的方式、组合1个数字反射镜器件和色轮的DMD方式等构成。在使用仅1个液晶面板或者DMD作为光调制装置的情况下,无需相当于十字分色棱镜等合成光学系统的部件。此外,除了液晶面板和DMD以外,只要是能够对光源发出的光进行调制的光调制装置,都可以无问题地采用。

[0319] 此外,图4、图8、图9、图12和图13所示的流程图的处理单位是为了容易理解处理而根据主要的处理内容进行了分割的处理单位,本发明不受处理单位的分割方法或名称限定。可以与处理内容对应地分割为更多的处理单位,也可以将1个处理单位分割成包含更多的处理。此外,该处理的顺序也可以在不妨碍本发明的主旨的范围内适当地调换。

[0320] 此外,图1和图11所示的各功能部表示功能性结构,具体的安装方式没有特别限定。即,当然还可以设为如下结构:不一定需要装配与各功能部单独对应的硬件,而由一个处理器执行程序来实现多个功能部的功能。此外,上述的实施方式中通过软件实现的功能的一部分也可以通过硬件来实现,并且通过硬件实现的功能的一部分也可以通过软件来实现。此外,关于投影仪100的其他各部的具体细节结构,也能够在不脱离本发明主旨的范围任意变更。

[0321] 此外,在利用计算机实现本发明的投影仪的控制方法、测色方法和图像校正方法的情况下,还可以由记录介质或传输程序的传输介质的方式构成使该计算机执行的程序。记录介质可以使用磁、光学记录介质或半导体存储器器件。具体而言,记录介质中可举出软盘、HDD(Hard Disk Drive)、CD-ROM(Compact Disk Read Only Memory)、DVD(Digital Versatile Disk)、Blu-ray(注册商标)Disc、光磁盘。此外,作为记录介质,还可以举出闪存、卡型记录介质等可移动型或固定式的记录介质。此外,上述记录介质可以是作为显示装置具备的内部存储装置的RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)、HDD等非易失性存储装置。

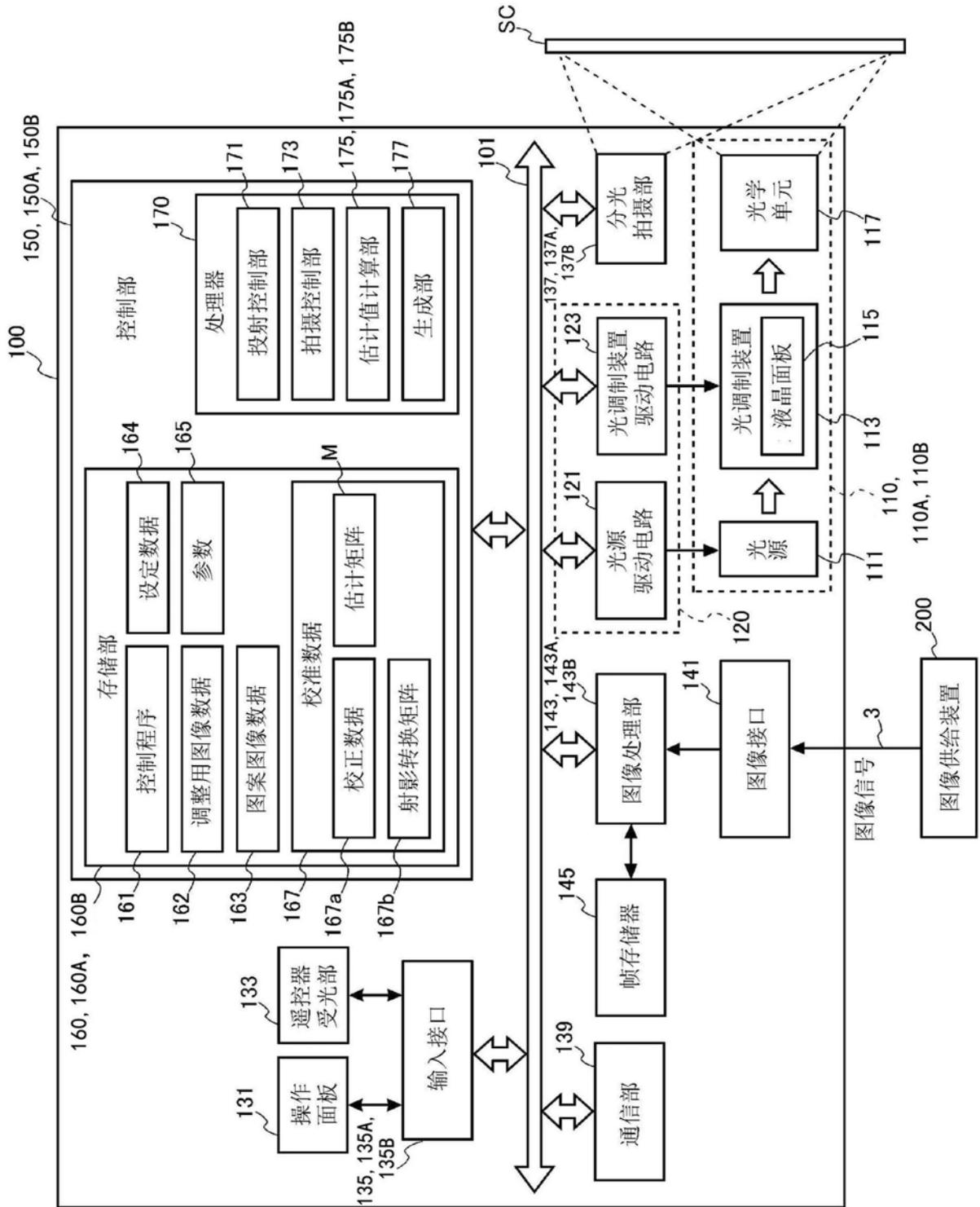


图1

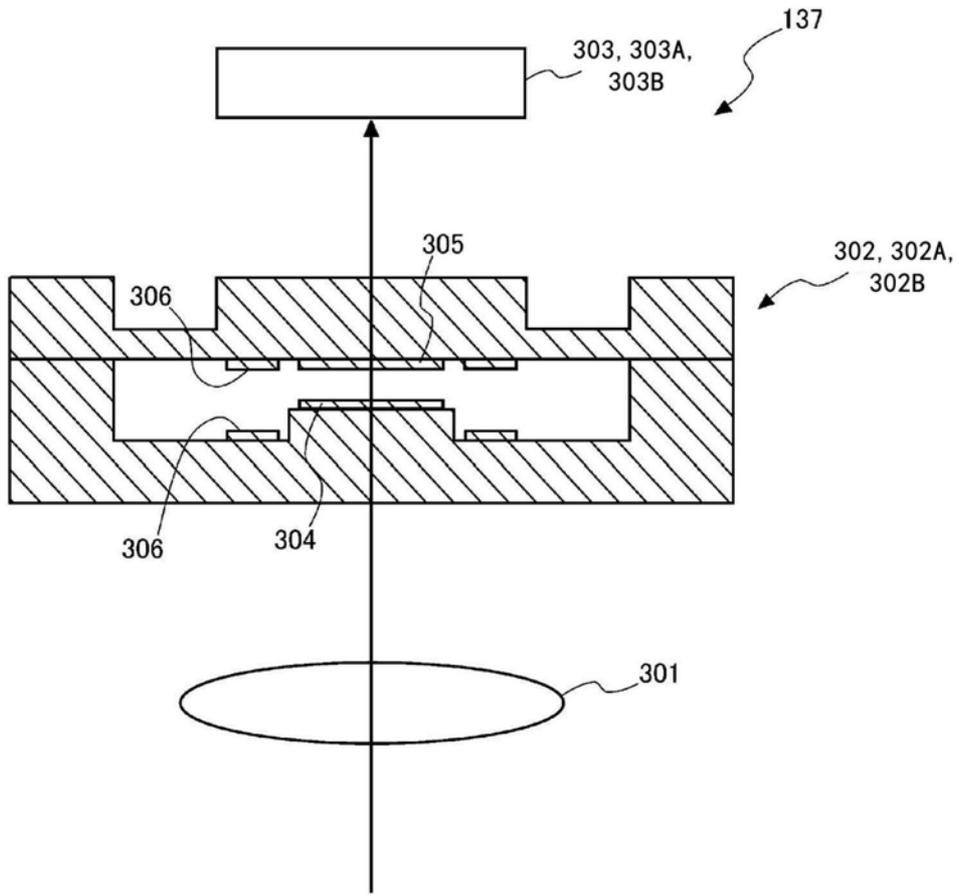


图2

顺序	图像	调整用图像 显示条件	测量条件	
		颜色和灰度	测量波长范围	测量波长单位
1	全红图像IR1	红 (R), 灰度TR1	620nm-750nm	20nm
2	全红图像IR2	红 (R), 灰度TR2	620nm-750nm	20nm
3	全红图像IR3	红 (R), 灰度TR3	620nm-750nm	20nm
4	全红图像IR4	红 (R), 灰度TR4	620nm-750nm	20nm
5	全红图像IR5	红 (R), 灰度TR5	620nm-750nm	20nm
6	全红图像IR6	红 (R), 灰度TR6	620nm-750nm	20nm
7	全红图像IR7	红 (R), 灰度TR7	620nm-750nm	20nm
8	全绿图像IG1	绿 (G), 灰度TG1	495nm-570nm	20nm
9	全绿图像IG2	绿 (G), 灰度TG2	495nm-570nm	20nm
10	全绿图像IG3	绿 (G), 灰度TG3	495nm-570nm	20nm
11	全绿图像IG4	绿 (G), 灰度TG4	495nm-570nm	20nm
12	全绿图像IG5	绿 (G), 灰度TG5	495nm-570nm	20nm
13	全绿图像IG6	绿 (G), 灰度TG6	495nm-570nm	20nm
14	全绿图像IG7	绿 (G), 灰度TG7	495nm-570nm	20nm
15	全蓝图像IB1	蓝 (B), 灰度TB1	450nm-495nm	20nm
16	全蓝图像IB2	蓝 (B), 灰度TB2	450nm-495nm	20nm
17	全蓝图像IB3	蓝 (B), 灰度TB3	450nm-495nm	20nm
18	全蓝图像IB4	蓝 (B), 灰度TB4	450nm-495nm	20nm
19	全蓝图像IB5	蓝 (B), 灰度TB5	450nm-495nm	20nm
20	全蓝图像IB6	蓝 (B), 灰度TB6	450nm-495nm	20nm
21	全蓝图像IB7	蓝 (B), 灰度TB7	450nm-495nm	20nm

图3

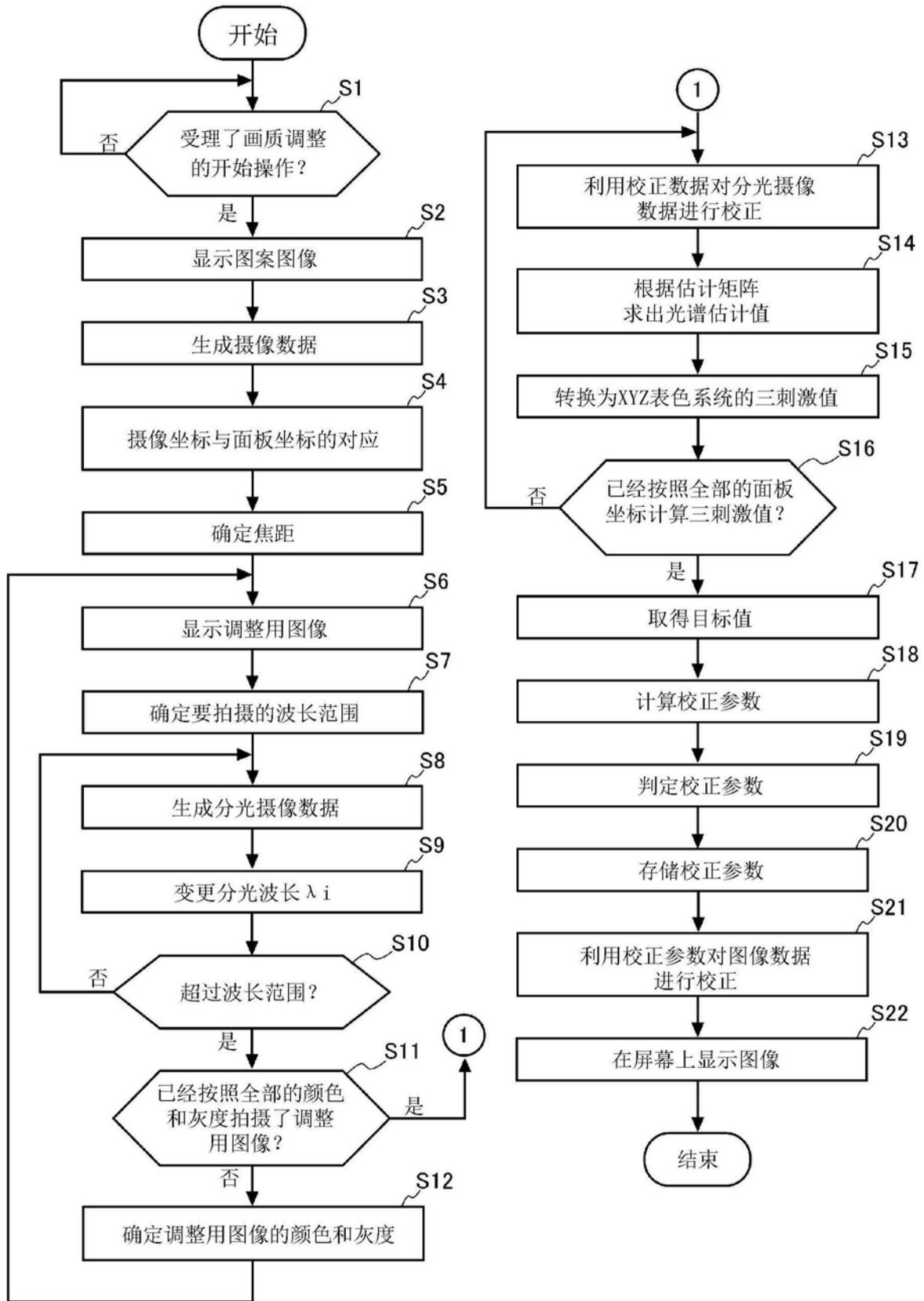


图4

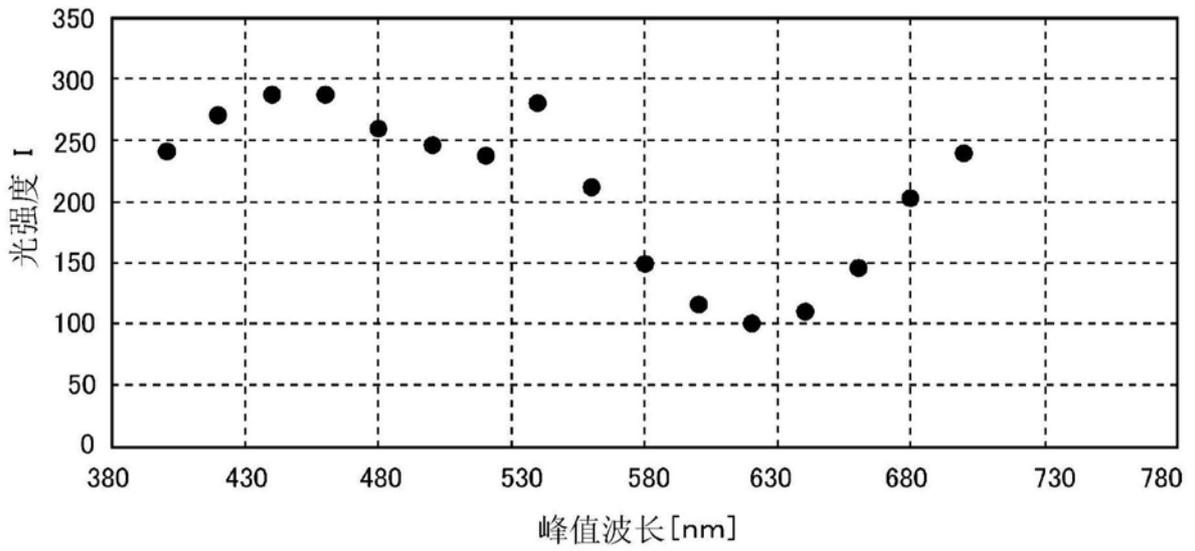


图5

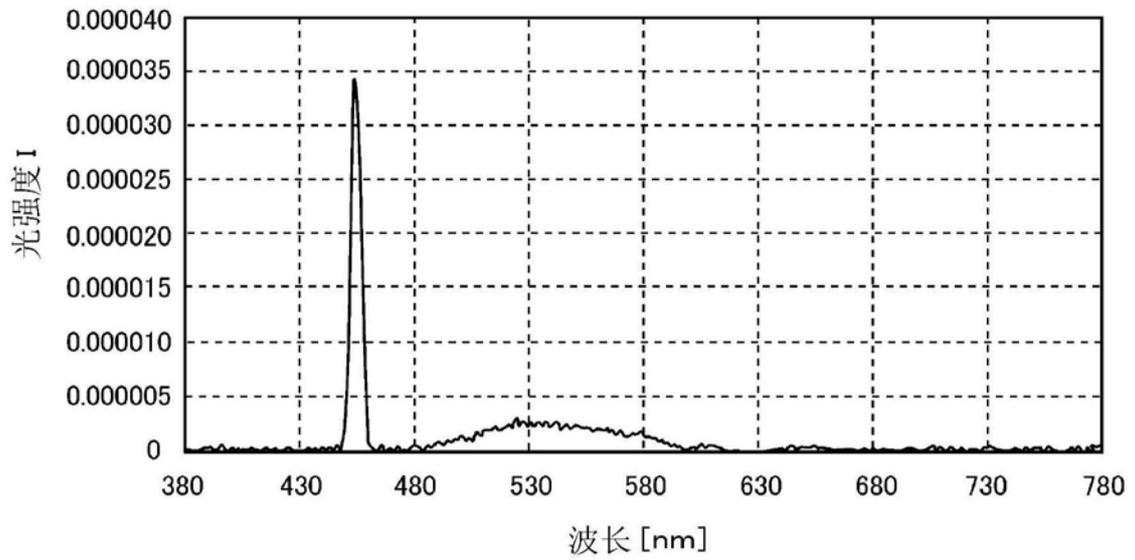


图6

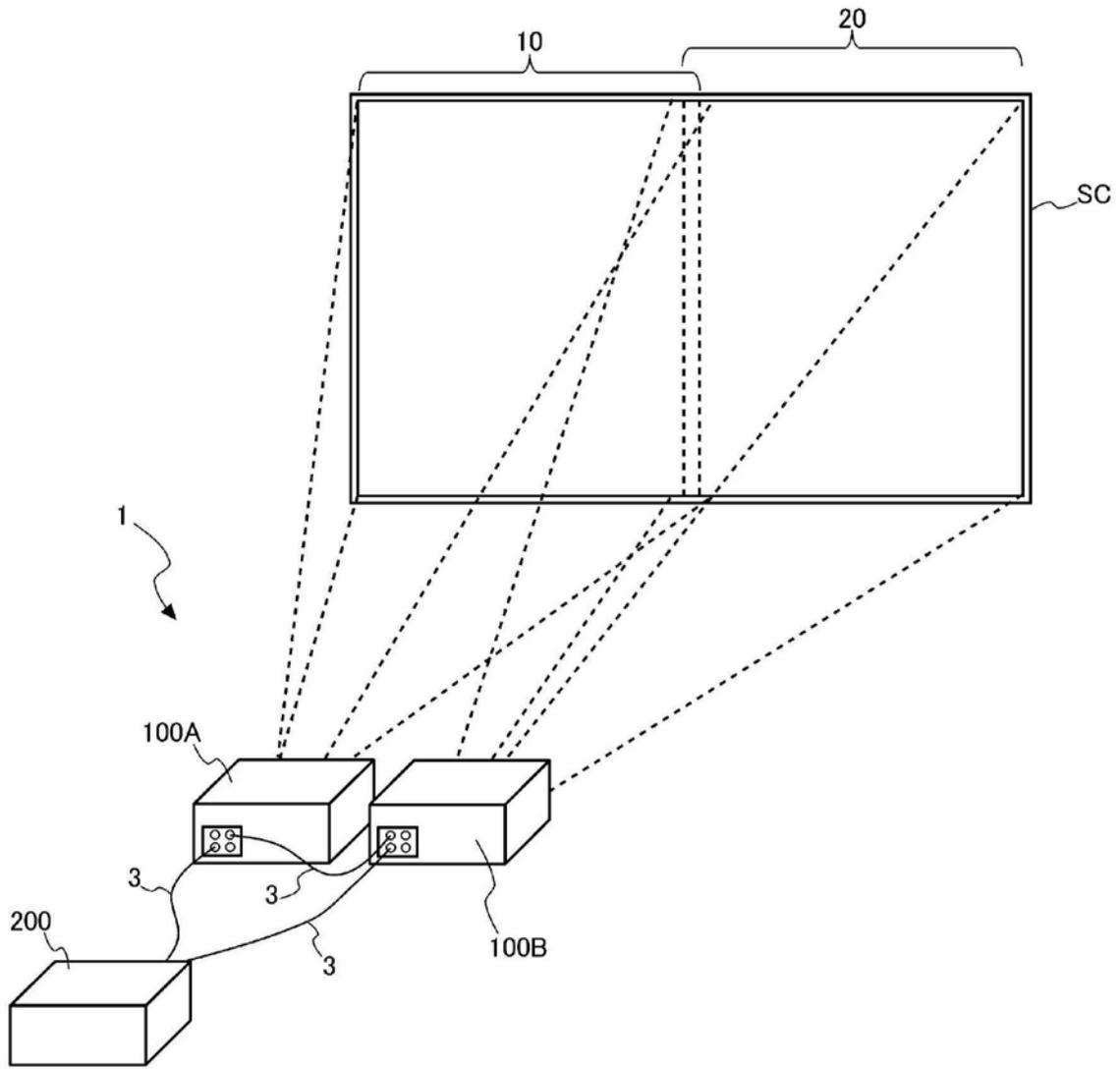


图7

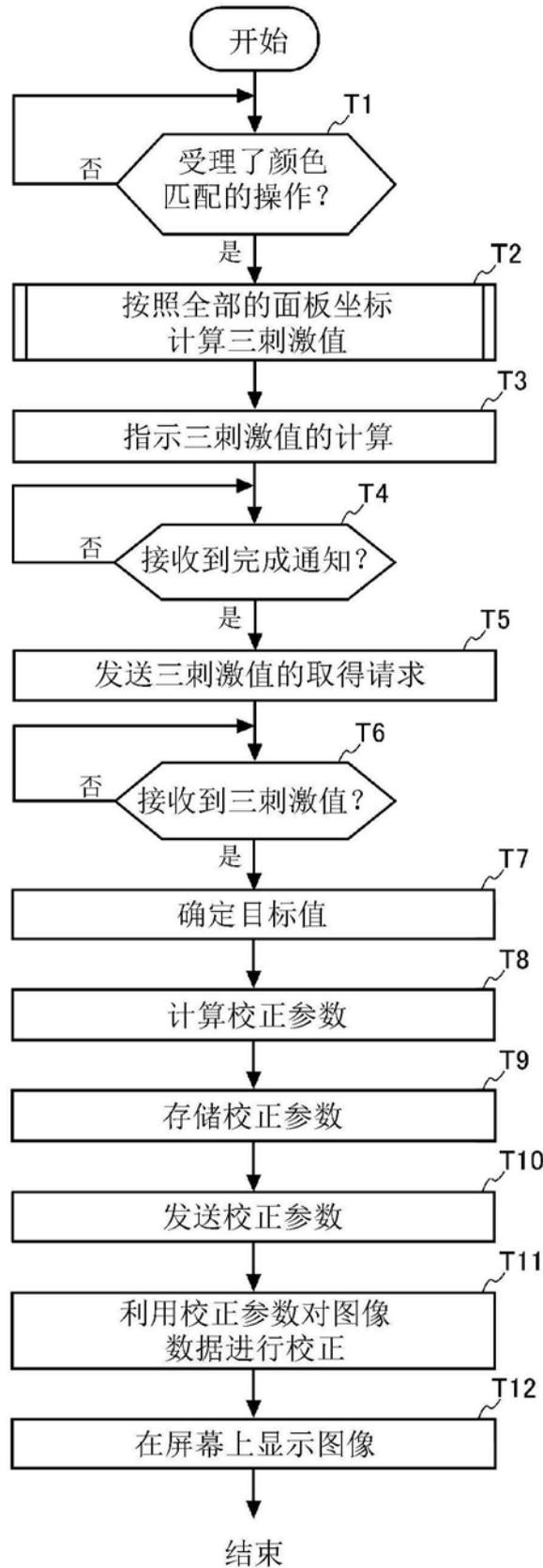


图8

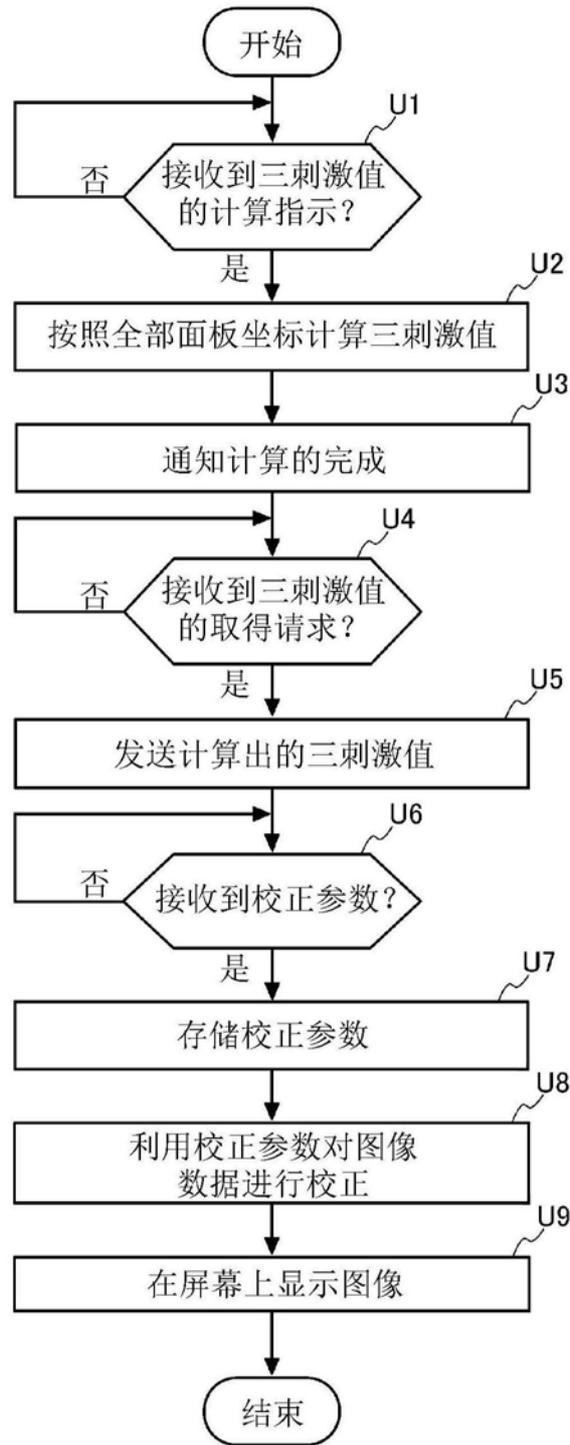


图9

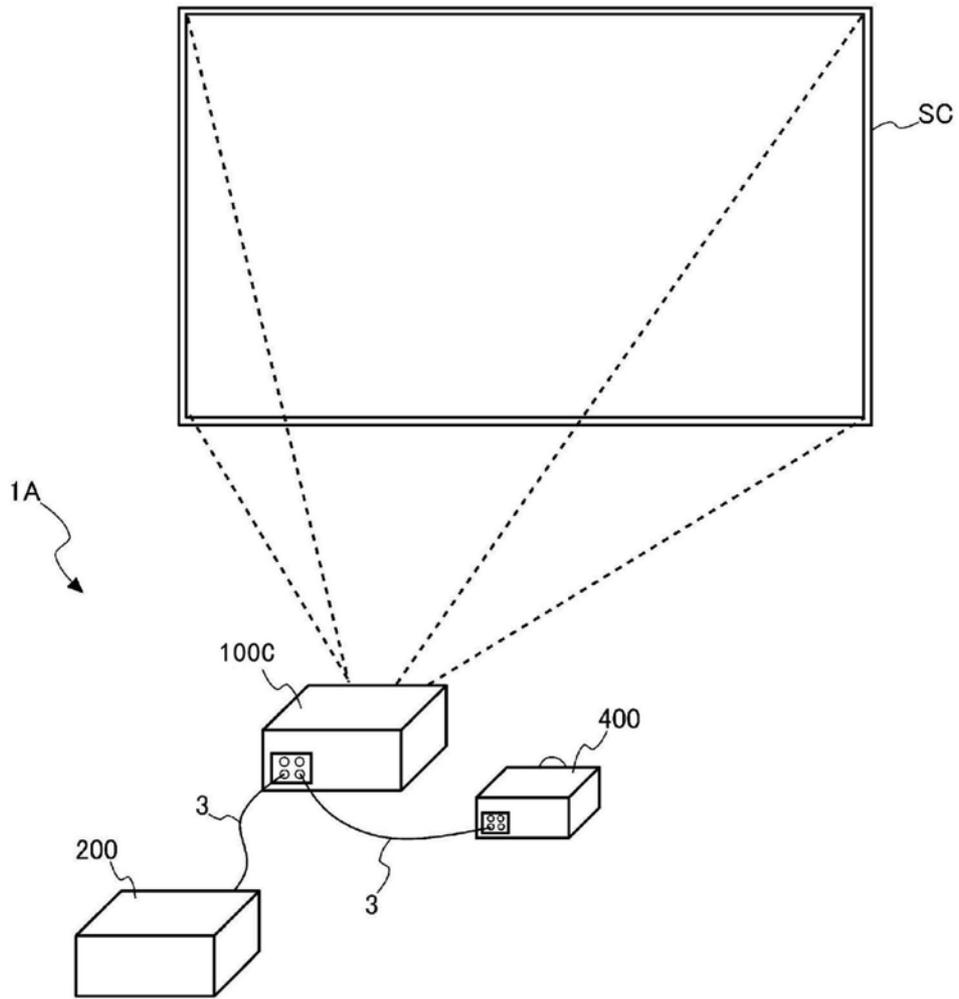


图10

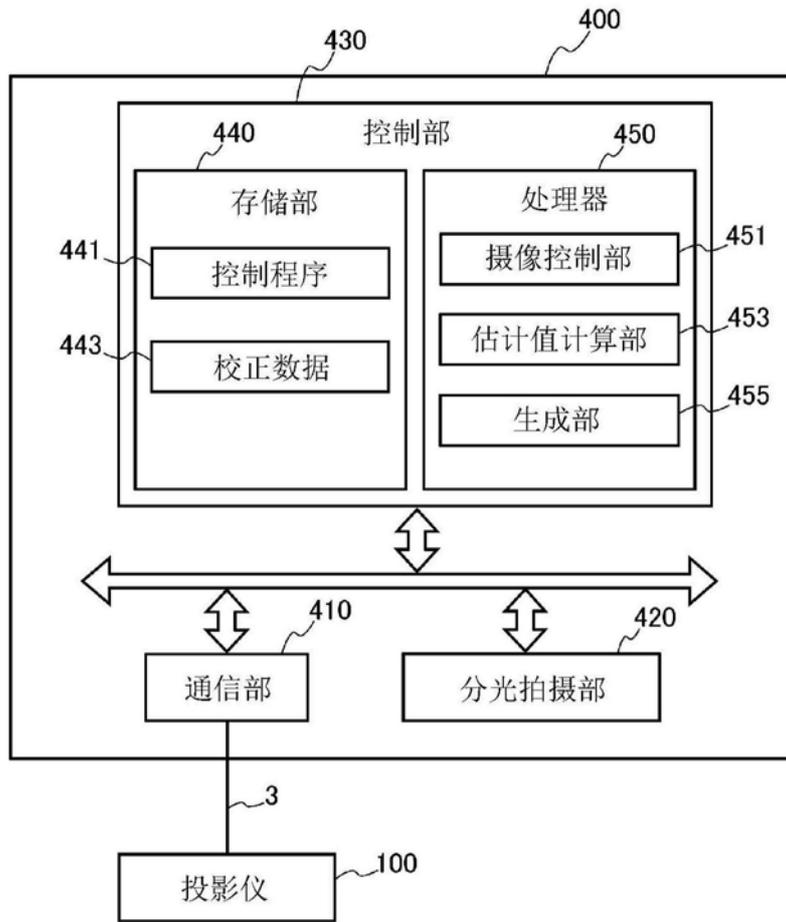


图11

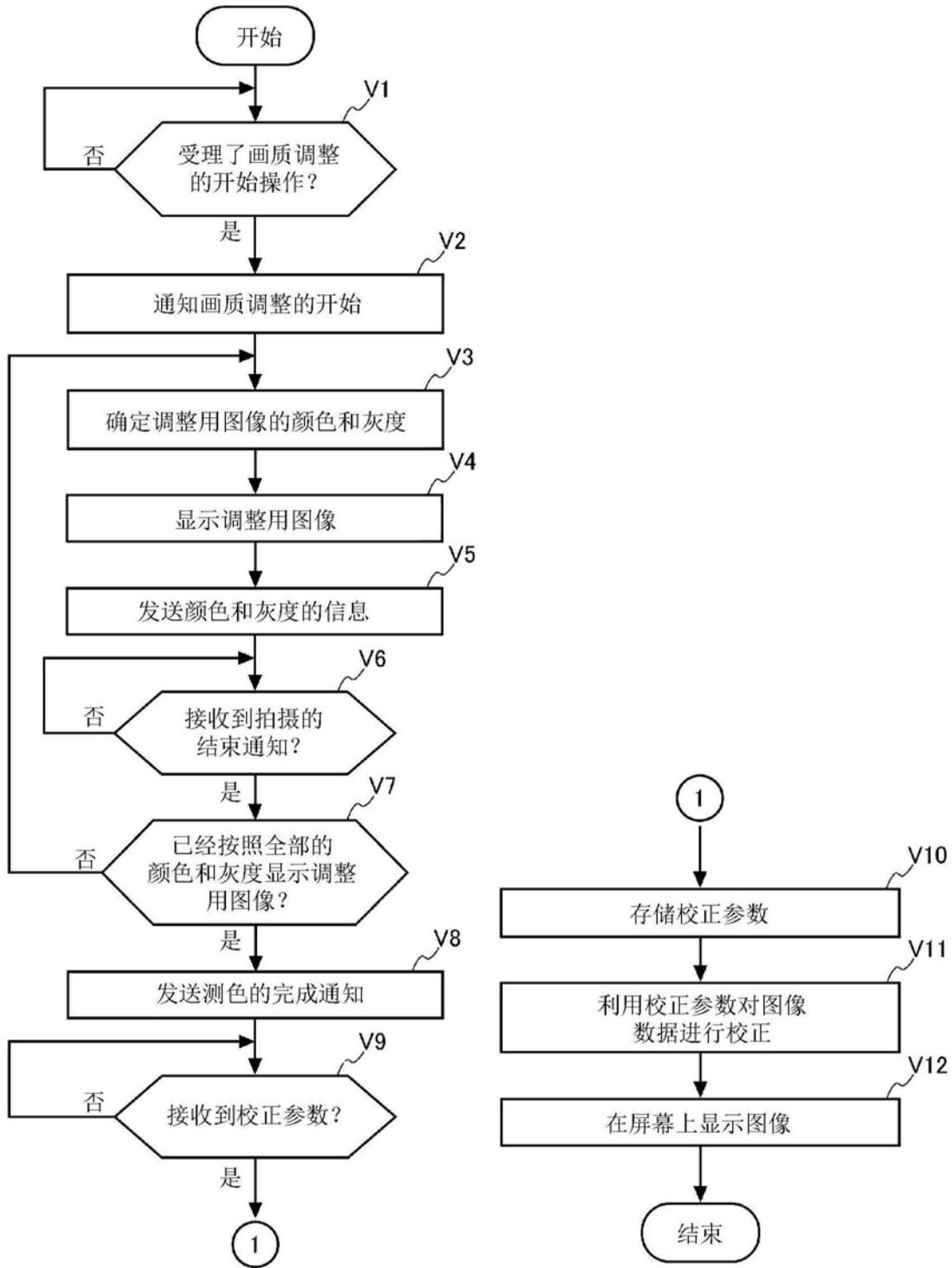


图12

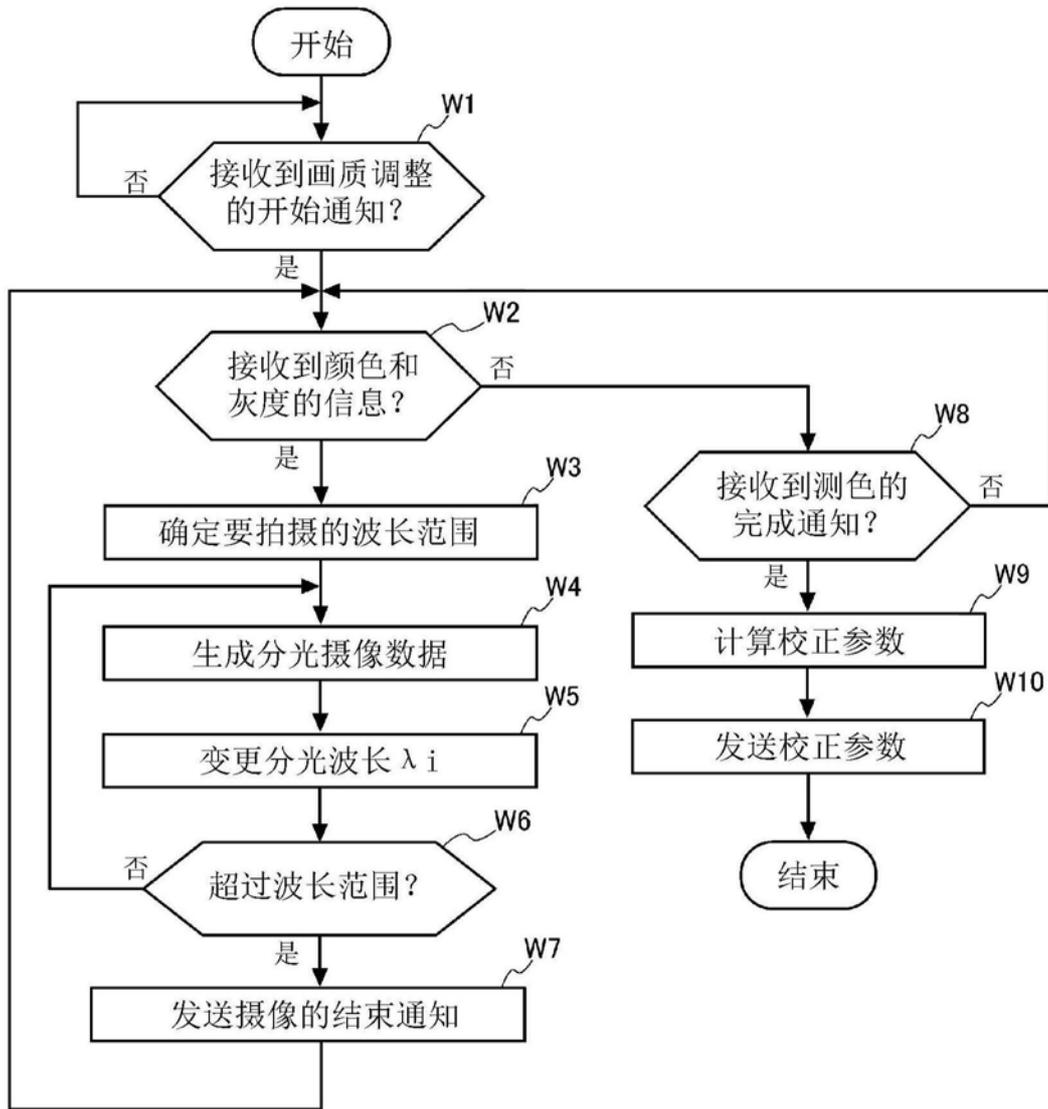


图13

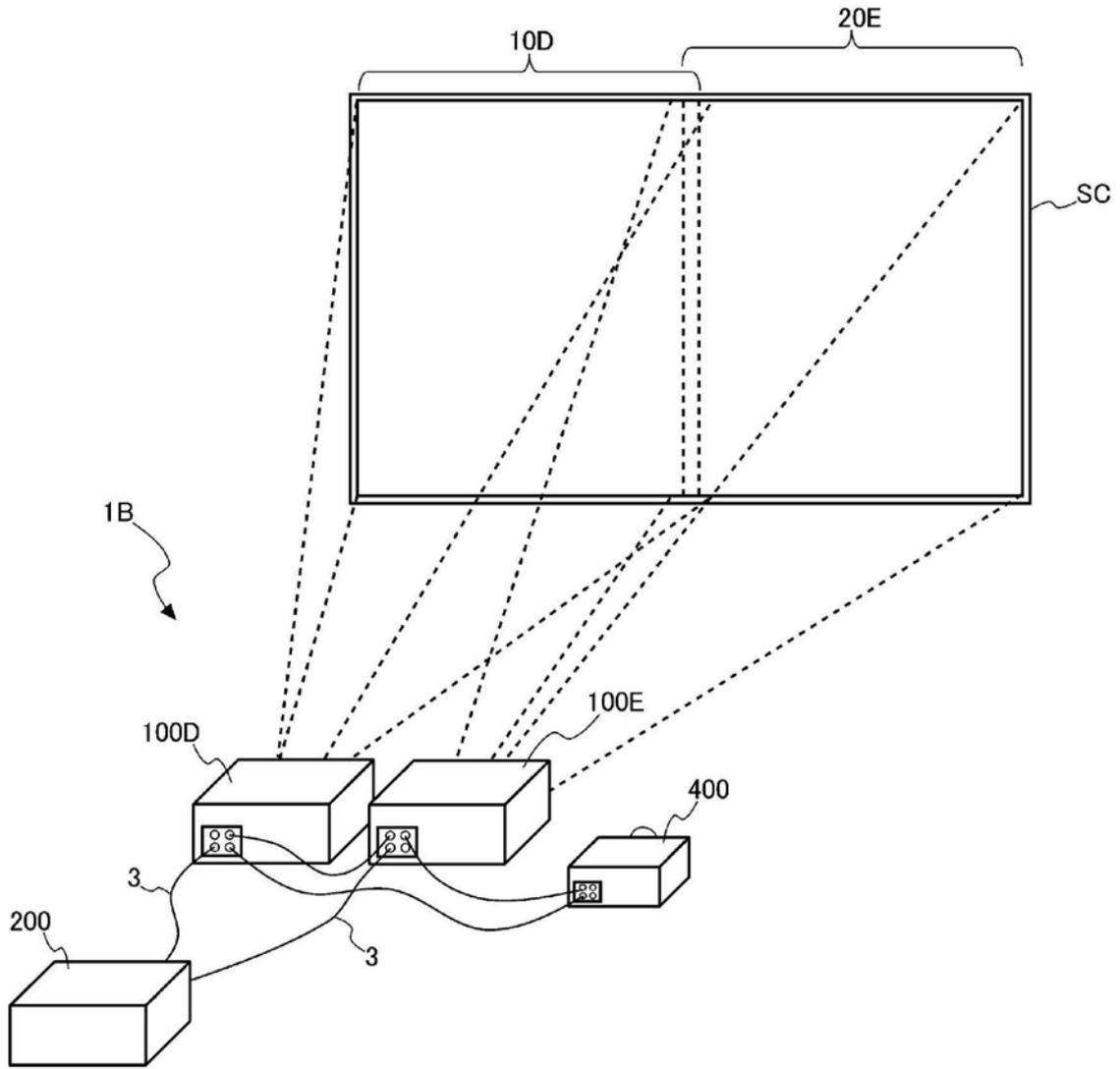


图14