

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410101675.1

[51] Int. Cl.

G02B 27/18 (2006.01)

G02F 1/01 (2006.01)

G03B 21/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 1 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 100363779C

[22] 申请日 2004.12.20

[21] 申请号 200410101675.1

[30] 优先权

[32] 2003.12.24 [33] JP [31] 427208/2003

[32] 2004.2.2 [33] JP [31] 025409/2004

[32] 2004.10.13 [33] JP [31] 299285/2004

[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 伊藤嘉高 吉田昇平 内山正一

中村旬一 新田隆志 旭常盛

[56] 参考文献

CN1323409A 2001.11.21

JP2001-100689 A 2001.4.13

WO 02/069030 A2 2002.9.6

JP62-125791A 1987.6.8

JP2003-121926A 2003.4.23

JP62-169594A 1987.7.25

Innovative Products - Optics - Bilateral Telecentric Lens. Laurin Publishing, Pittsfield, MA, USA. PHOTONICS SPECTRA. 2001

审查员 黄金龙

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 陈海红 段承恩

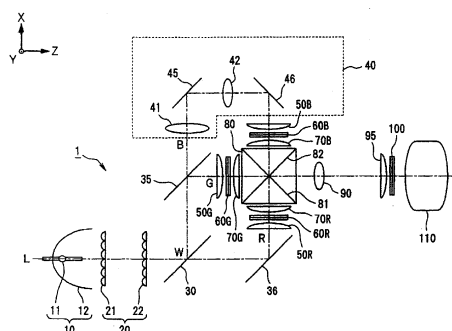
权利要求书 3 页 说明书 44 页 附图 19 页

[54] 发明名称

光学显示装置及投影型显示装置

[57] 摘要

本发明涉及一种投影型显示装置。其构成为：该投影型显示装置 1 包括光源(10)、积分器(20)、分色镜(30, 35)、反射镜(36)、中继光学系统(40)、平行化透镜(50B, 50G, 50R)、液晶光阀(60B, 60G, 60R)、入射侧透镜(70B, 70G, 70R)、光合成用十字分色棱镜(80)、中继透镜(90)、出射侧透镜(95)、液晶光阀(100)和投影透镜(110)，将液晶光阀(100)设置在液晶光阀(60B, 60G, 60R)的后级。



1. 一种光学显示装置，其根据显示图像数据调制来自光源的光以显示图像，其特征在于具备：

控制来自上述光源的光的光传播特性的多个第1光调制元件；

合成来自上述各个第1光调制元件的光的光合成单元；

控制通过上述光合成单元所合成的合成光的光传播特性的第2光调制元件；

和将在上述第1光调制元件上形成的光学像传递到上述第2光调制元件上的至少一个中继元件，

包含上述中继元件的中继光学系统具有两侧远心性。

2. 一种光学显示装置，其根据显示图像数据调制来自光源的光以显示图像，其特征在于具备：

把来自上述光源的光分离成不同的多个特定波长区域的光的光分离单元；

多个分别控制来自上述光分离单元的分离光的光传播特性的第1光调制元件；

合成来自上述多个第1光调制元件的光的光合成单元；

控制通过上述光合成单元合成的合成光的光传播特性的第2光调制元件；

和将在上述第1光调制元件上形成的光学像传递到上述第2光调制元件上的至少一个中继元件，

包含上述中继元件的中继光学系统具有两侧远心性。

3. 如权利要求2所述的光学显示装置，其特征在于：

上述光分离单元具有入射来自上述光源的光的入射面和射出上述各分离光的多个出射面；

上述光合成单元，具有对应于上述光分离单元的各出射面的多个入射面和射出上述合成光的出射面；

在上述光分离单元的出射面中的每一个上设置有光传递装置，以便将从该出射面射出的分离光传递到上述光合成单元的对应的入射面上且使该分离光的光路长度与其他的分离光的光路长度相等或基本相等，并且在上述光分离单元的出射面及对应于该出射面的上述光合成单元的入射面的各光路上配置上述第1光调制元件。

4. 如权利要求3所述的光学显示装置，其特征在于：

上述光分离单元，由具有包括第1~第4侧面的多面体形状的且在其内部形成有反射或透射特定的波长区域的光的膜的棱镜构成，将从上述第1侧面入射的来自上述光源的光分离成三个不同的特定波长区域的光，且将该分离光从上述第2~第4侧面射出；

上述光合成单元，由具有包括第1~第4侧面的多面体形状的且在其内部形成有反射或透射特定的波长区域的光的膜的棱镜构成，将从上述第2~第4侧面入射的光合成且从上述第1侧面射出；

设置有上述光传递装置，以便将从上述光分离单元的上述第2~第4侧面分别射出的上述分离光传递到上述光合成单元的上述第2~第4侧面上，且使得上述三个分离光的光路长度分别相等或基本相等。

5. 如权利要求3所述的光学显示装置，其特征在于：上述光分离单元和上述光合成单元，通过将分色镜构成为剖面呈X字型的十字分色镜而构成。

6. 如权利要求4所述的光学显示装置，其特征在于：上述光分离单元

和上述光合成单元，两者被一体化地构成。

7. 如权利要求1所述的光学显示装置，其特征在于：在上述各个第1光调制元件和上述光合成单元之间设置有第1聚光透镜。

8. 如权利要求7所述的光学显示装置，其特征在于：在上述各特定波长区域的光的每一个中分别设置有特性不同的上述第1聚光透镜。

9. 如权利要求1所述的光学显示装置，其特征在于：在上述中继元件和上述第2光调制元件之间设置有第2聚光透镜。

10. 如权利要求1所述的光学显示装置，其特征在于：使对应于上述各特定波长区域的光的上述第1光调制元件和上述第2光调制元件之间的距离，在各特定波长区域的光的每一个中不同。

11. 如权利要求1所述的光学显示装置，其特征在于：在上述第1光调制元件之后的光路上设置有1个或1个以上的非球面透镜。

12. 如权利要求1所述的光学显示装置，其特征在于：在上述第1光调制元件之后的光路上设置有1个或1个以上的消色差透镜。

13. 如权利要求1所述的光学显示装置，其特征在于：上述第2光调制元件的显示分辨率比上述第1光调制元件的显示分辨率高。

14. 如权利要求1所述的光学显示装置，其特征在于：上述第1光调制元件的显示分辨率比上述第2光调制元件的显示分辨率高。

15. 如权利要求1所述的光学显示装置，其特征在于：上述第1光调制元件的显示面的尺寸比上述第2光调制元件的显示面的尺寸大。

16. 如权利要求1所述的光学显示装置，其特征在于：上述第2光调制元件的显示面的尺寸比上述第1光调制元件的显示面的尺寸大。

17. 一种投影型显示装置，其特征在于具备：权利要求1所述的光学显示装置和将来自该光学显示装置的输出光投影的投影单元。

光学显示装置及投影型显示装置

技术领域

本发明涉及通过多个光调制元件调制来自光源的光以显示图像的装置，特别是涉及适于实现增大辉度动态范围及灰度等级数的光学显示装置及投影型显示装置。

背景技术

近些年来，LCD（液晶显示器）、EL、等离子体显示器、CRT（阴极射线管）、投影机等的光学显示装置的画质改善是显著的，就分辨率和色域来说，正在实现与人的视觉大体上相匹敌的性能。但是，就辉度动态范围来看，其再现范围最多也就限于 $1 \sim 10^2$ [nit] 左右，此外，灰度等级数一般是 8 位。另一方面，人的视觉一次可以感觉到的辉度动态范围是 $10^{-2} \sim 10^4$ [nit] 左右，此外，辉度识别能力为 0.2 [nit] 左右，将之变换成灰度等级数时，相当于 12 位。通过这样的视觉特性来看现在的光学显示装置的显示图像的话，辉度动态范围的狭窄程度很显眼，除此之外，由于阴影部分或高亮度部分的灰度等级不足，故结果就变成为对于显示图像的实时性或感人的力度令人感到不足。

此外，在电影或游戏中使用的计算机绘图(以下，缩写为 CG)中，正在成为主流的是使显示数据(以下，叫做 HDR(高动态范围)显示数据)具有接近于人的视觉的辉度动态范围或灰度等级数以追求描写的实时性的倾向。但是，由于对之进行显示的光学显示装置的性能不足，故存在着不能

充分地发挥 CG 内容本来所具有的表现力的问题。

进而，在下一代 OS(操作系统)中，预定要采用 16 位色空间，与现在的 8 位色空间比较，辉度动态范围及灰度等级数都会飞跃地增大。因而，就可以期望实现能够灵活利用 16 位色空间的光学显示装置。

在光学显示装置中，液晶投影机、DLP(数字光处理、TI 公司的商标)投影机的投影式显示装置，可进行大画面显示，在再现显示图像的实时性或感人的力度方面效果良好。在该领域中，为解决上述的问题，人们提出了如下的方案。

作为高动态范围的投影式显示装置，例如有在专利文献 1(特开 2001-100689 号公报)中公开的技术，具备光源、调制光的全波长区域的辉度的第 2 光调制元件和对于光的波长区域之中的 RGB 三原色的各个波长区域调制该波长区域的辉度的第 1 光调制元件的装置，其用第 2 光调制元件调制来自光源的光而形成所希望的辉度分布，使其光学像在第 1 光调制元件的显示面上成像并进行色调制，投影 2 次调制后的光。第 2 光调制元件和第 1 光调制元件的各个像素，可根据由 HDR 显示数据决定的第 1 控制值和第 2 控制值分别独立地进行控制。作为光调制元件，可以使用具有透射率可独立地进行控制的像素结构或区段(segment)结构、可以控制二维的透射率分布的透射型调制元件。作为其代表例，可以举出液晶光阀。此外，也可以不使用透射型调制元件而代之以使用反射型调制元件，作为其代表例可以举出 DMD(数字微镜元件)元件。

现在，考虑使用暗显示的透射率为 0.2%，亮显示的透射率为 60%的光调制元件的情况。在光调制元件个体中，辉度动态范围变成为 $60/0.2=300$ 。上述现有的投影型显示装置，由于相当于把辉度动态范围为 300 的光调制元件光学上串联地配置，故可以实现 $300 \times 300=90000$ 的辉度

动态范围。此外，对于灰度等级数，与此同等的考虑也成立，采用把8位灰度等级的光调制元件光学上串联地进行配置的办法，就可以得到超过8位的灰度等级数。

但是，在文献1所述的发明中，例如，为了减少显示不均必须增大第2光调制元件的划分数（分辨率），但由于在第2光调制元件和第1光调制元件之间配置有多个光学元件，故存在着难以将具有所希望的光强度分布的照明光准确地传递到第1光调制元件上的问题。

此外，在由液晶光阀、DMD元件等构成的第1光调制元件及第2光调制元件的配置中，由于两者间的距离隔开，故在第2光调制元件中与被进行辉度调制的各像素对应的调制光的像差就会在到达与第1光调制元件对应的像素的阶段中与上述距离的大小成比例地变大。因此，可以考虑例如通过将第2光调制元件的各像素根据上述距离所产生的像差增大来允许像差大小的偏差的方法，但如果采用这种方法的话，就会产生无法避免第1光调制元件的大型化的问题。另一方面，也可以考虑在第1光调制元件和第2光调制元件之间夹置光学元件来修正上述像差的方法，但会产生由于无法避免因照明光学系统的复杂化及高价光学元件的使用而导致的装置的高成本化的问题。

此外，由于分离成3原色的光之后的各分离光的照明光路的光学长度，对于某一色的分离光而言与其他的二色的分离光不同，故会产生由该光路长度差引起的分离光之间的辉度差。该辉度差，在分离光合成后的光学像中，成为色的弥散、色模糊等的原因。

发明内容

因此，本发明着眼于这样的现有技术中的未解决的问题而提出，其目

的在于提供一种适于实现照明光的高精度的传递、辉度动态范围的扩大及显示图像的高画质化且可以实现装置整体小型化的光学显示装置及投影型显示装置。

为了实现上述目的，本发明的第1光学显示装置，是根据显示图像数据调制来自光源的光以显示图像的装置，其特征在于具备：

多个控制来自上述光源的光的光传播特性的第1光调制元件；

合成来自上述各第1光调制元件的光的光合成单元；

控制通过上述光合成单元合成的合成光的光传播特性的第2光调制元件；

和将在上述第1光调制元件上形成的光学像传递到上述第2光调制元件上的至少一个中继元件。

如果采用这样的结构的话，可以通过多个第1光调制元件控制从上述光源发出的光的光传播特性，可以通过光合成单元合成来自上述各个第1光调制元件的光，可以通过第2光调制元件控制由上述光合成单元合成的合成光的光传播特性，还可以通过至少一个的中继元件将上述第1光调制元件上所形成的光学像传递到上述第2光调制元件上。

因此，由于通过第1光调制元件及第2光调制元件调制来自光源的光，故可以达到实现比较高的辉度动态范围及灰度等级数的效果。

此外，由于通过中继元件将第2光调制元件设置在光合成单元的后级，故可以使两者的距离变短，由此可以减小合成光传递时的光学像差。也就是说，由于可以以比较高的精度把来自光合成单元的合成光传递到第2光调制元件，故与现有的技术相比可以达到提高上述合成光的向第2光调制元件的成像精度的效果。

在此，所谓的光传播特性指的是给光的传播造成影响的特性，例如包

括光的透射率、反射率、折射率以及其他的传播特性。以下，在本发明的第3光学显示装置中是相同的。

此外，光源可以采用只要是产生光的媒介的任一种，例如可以是在电灯那样的光学系统内内装的光源，也可以利用太阳或室内灯那样的外界光。以下，在本发明的第3光学显示装置中相同。

此外，光源例如可以采用对应于光的三原色的 RGB 的各色中的每一个的三个光源，也可以利用是以个体射出白色光的光源等的任一种光源。但是，在采用白色光光源的情况下，将用于表现显示图像的色的光的三原色等从白色光中分离的光分离单元是必备装置。以下，在本发明的第3光学显示装置中相同。

此外，中继元件，可以是透射型的光学元件（透镜等）和反射型的光学元件（反射镜等）中的任一种。

进而，本发明的第2光学显示装置，其特征在于：在本发明的第1光学显示装置中，包含上述中继元件的中继光学系统具有两侧远心（telecentric）性。

如果采用这样的结构的话，成为可以可靠地实现在第2光调制元件的像素面上成像的像的亮度、色彩、对比度等的均一化，图像显示质量良好的光学显示装置。

此外，根据上述结构，可以将与第2光调制元件的光轴方向的配置位置相关的允许误差范围取得较大，可以实现设计和结构的简单化、降低制造成本。

另一方面，为了实现上述目的，本发明的第3光学显示装置，基于显示图像数据调制来自光源的光来显示图像，其特征在于具备：

将来自上述光源的光分离成不同的多个特定波长区域的光的光分离单

元;

多个分别控制来自上述光分离单元的分光的光传播特性的第1光调制元件;

合成来自上述多个第1光调制元件的光的光合成单元;

控制通过上述光合成单元合成的合成光的光传播特性的第2光调制元件;

和将在上述第1光调制元件上形成的光学像传递到上述第2光调制元件上的至少一个的中继元件。

如果是这样的结构的话,可以通过光分离单元把来自上述光源的光分离成其波长成分中的多个特定波长区域的光,可以通过多个第1光调制元件把来自上述光分离单元的上述多个特定波长区域的光,在该光的特定波长区域中的每一个区域中控制其光传播特性,可以通过光合成单元合成上述多个光传播特性被控制的特定波长区域的光,可以通过第2光调制元件控制由上述光合成单元合成的合成光的光传播特性,还可以通过至少一个的中继元件将在上述第1光调制元件上形成的光学像传递到上述第2光调制元件上。

因此,由于通过第1光调制元件及第2光调制元件调制来自光源的光,故可以实现比较高的辉度动态范围及灰度等级数的效果。

此外,由于通过中继元件将第2光调制元件设置在光合成单元的后级,故可以使两者的距离变短,由此可以减小合成光传递时的光学像差。也就是说,由于可以以较高的精度将来自光合成单元的合成光传递到第2光调制元件,故与现有的相比可以达到提高上述合成光的向第2光调制元件的成像精度的效果。

此外,中继元件,也可以是透射型的光学元件(透镜等)及反射型的

光学元件（反射镜等）中的任一种。

进而，本发明的第4光学显示装置，其特征在于：在本发明的第3光学显示装置中，包含上述中继元件的中继光学系统具有两侧远心性。

如果采用这样的结构的话，成为可以可靠地实现在第2光调制元件的像素面上成像的像的亮度、色彩、对比度等的均一化，图像显示质量良好的光学显示装置。

此外，根据上述结构，可以将与第2光调制元件的光轴方向的配置位置相关的允许误差范围取得较大，可以实现设计和结构的简单化、降低制造成本。

进而，本发明的第5光学显示装置，其特征在于：

在本发明的第3光学显示装置中，上述光分离单元具有入射来自上述光源的光的入射面和射出上述各分离光的多个出射面；

上述光合成单元，具有对应于上述光分离单元的各出射面的多个入射面和射出上述合成光的出射面；

在上述光分离单元的出射面中的每一个上设置有光传递单元，以便将从该出射面射出的分离光传递到上述光合成单元所对应的入射面且使该分离光的光路长度与其他的分离光的光路长度相等或基本相等，与此同时，在上述光分离单元的出射面及对应于该出射面的上述光合成单元的入射面的各光路上配置上述第1光调制元件。

如果采用这样的结构的话，就可以通过光传递单元，将从上述光分离单元射出的各分离光分别经过上述各个第1光调制元件传递到上述光合成单元所对应的各个入射面上，以使得上述各分离光的光路长度与其他的分离光的光路长度相等或基本相等。

因此，由于从光分离单元到光合成单元的多个特定波长区域的光的光

路长度变得相等或基本相等，故可以在色光间减小从多个第1光调制元件传递到第2光调制元件的各特定波长区域的光的辉度差，由此可以达到降低所传递的光学像中的色的弥散、色模糊等提高图像质量。

进而，本发明的第6光学显示装置，其特征在于：

在本发明的第5光学显示装置中，上述光分离单元，设置为由具有包含第1~第4侧面的多面体形状的且在其内部形成有反射或透射特定的波长区域的光的膜的棱镜构成，将从上述第1侧面入射的来自上述光源的光分离成不同的三个特定波长区域的光，且将该分离光从上述第2~第4侧面射出；

上述光合成单元，设置为由具有包含第1~第4侧面的多面体形状的且在其内部形成有反射或透射特定的波长区域的光的膜的棱镜构成，将从上述第2~第4侧面入射的光合成且从上述第1侧面射出；

且设置有上述光传递装置，以便将从上述光分离单元的上述第2~第4侧面分别射出的上述分离光传递到上述光合成单元的上述第2~第4侧面上，且使得上述三个分离光的光路长度分别相等或基本相等。

如果采用这样的结构的话，可以通过上述光传递装置，将从上述光分离单元的上述第2~第4侧面分别射出的上述分离光传递到上述光合成单元的上述第2~第4侧面上，且使得上述三个分离光的光路长度分别相等或基本相等。

因此，由于从光分离单元到光合成单元的多个特定波长区域的光的光路长度变得相等或基本相等，故可以在色光间减小从多个第1光调制元件传递到第2光调制元件的各特定波长区域的光的辉度差，由此可以达到降低所传递的光学像中的色的弥散、色模糊等提高图像质量的效果。

进而，本发明的第7光学显示装置，其特征在于：在本发明的第5光

学显示装置中，上述光分离单元和上述光合成单元，由将分色镜构成剖面 X 字形的十字分色镜构成。

如果采用这样的结构的话，由于上述光分离单元和上述光合成单元由分色镜构成，故可以达到比较低价地构成上述光分离单元和上述光合成单元的效果。

进而，本发明的第 8 光学显示装置，其特征在于：在本发明的第 6 光学显示装置中，上述光分离单元和上述光合成单元，两者被一体化地构成。

如果采用这样的结构的话，在上述光分离单元及上述光合成单元的制造工序中，可以减少其工序数，由此可以达到比较低价地构成上述光分离单元和上述光合成单元的效果。

进而，本发明的第 9 光学显示装置，其特征在于：在本发明的第 1 光学显示装置中，在上述各个第 1 光调制元件和上述光合成单元之间设置有第 1 聚光透镜。

如果采用这样的结构的话，通过第 1 聚光透镜，可以提高各特定波长区域的光的每一个的入射中继元件的效率。

也就是说，第 1 聚光透镜是具有聚光入射的光的功能的透镜。

进而，本发明的第 10 光学显示装置，其特征在于：在本发明的第 9 光学显示装置中，在上述各特定波长区域的光的每一个中设置有特性分别不同的上述第 1 聚光透镜。

如果采用这样的结构的话，通过对应于各特定波长区域的光的性质，分别设置具有适于提高各光向中继元件入射的入射效率的特性的第 1 聚光透镜，就可以达到提高各特定波长区域的光的传递精度的效果。

在此，所谓的第 1 聚光透镜的特性，指的是透镜的形状、材质、曲率、折射率等。

进而，本发明的第 11 光学显示装置，其特征在于：在本发明的第 1 光学显示装置中，在上述中继元件和上述第 2 光调制元件之间设置有第 2 聚光透镜。

如果采用这样的结构的话，可以通过第 2 聚光透镜，将来自上述中继元件的合成光的向第 2 光调制元件入射的入射角度分布调整成合适的角度分布。

也就是说，第 2 聚光透镜是具有调整入射的光的射出角度的分布的功能的透镜。

进而，本发明的第 12 光学显示装置，其特征在于：在本发明的第 1 光学显示装置中，使对应于上述各特定波长区域的光的上述第 1 光调制元件和上述第 2 光调制元件之间的距离，在各特定波长区域的每一个光中不同。

如果采用这样的结构的话，通过在各自己的特定波长区域的每一个光中调整上述第 1 光调制元件和上述第 2 光调制元件之间的距离，可以例如进行焦点位置的调整。因此，可以达到简单地进行倍率色像差等的光学像差的修正的效果。

进而，本发明的第 13 光学显示装置，其特征在于：在本发明的第 1 光学显示装置中，在上述第 1 光调制元件往后的光路上设置有 1 个或 1 个以上的非球面透镜。

如果采用这样的结构的话，可以通过非球面透镜修正各传递光的焦点位置的偏移，由此可以达到提高光的成像精度的效果。

进而，本发明的第 14 光学显示装置，其特征在于：在本发明的第 1 光学显示装置中，在上述第 1 光调制元件往后的光路上设置有 1 个或 1 个以上的消色差透镜。

如果采用这样的结构的话，可以通过消色差透镜修正各传递光的焦点位置的偏移，由此可以达到提高光的成像精度的效果。

在此，所谓的消色差透镜，指的是将折射率和色分散不同的两个透镜（凸透镜和凹透镜）粘接，来修正例如两色（通常是红色和蓝色）的焦点位置的偏移的透镜。也就是说，由于光具有折射率因波长而不同的性质，故例如透射一个透镜的可视光，波长短的蓝色光在近侧成像，红色光在远侧成像（将此称为“轴上色差”），因此像的颜色弥散。也就是说，消色差透镜适于抑制该弥散。当然，即使设置在上述第1光调制元件之后的光路上的透镜是由三个或三个以上的透镜构成的组透镜也可以得到与消色差透镜、非球面透镜相同的效果。

进而，本发明的第15光学显示装置，其特征在于：在本发明的第1光学显示装置中，上述第2光调制元件具有比上述第1光调制元件的显示分辨率高的显示分辨率。

如果采用这样的结构的话，由于没有必要高地设定从第1光调制元件到第2光调制元件的光传播中的MTF（Modulation Transfer Function），故可以达到从第1光调制元件到第2光调制元件之间的必要光学元件的低成本化的效果。此外，由于多个某些第1光调制元件的分辨率比第2光调制元件的低，故可以比第2光调制元件更小型地制造第1光调制元件，因此可以达到降低与其相应的成本的效果。

进而，本发明的第16光学显示装置，其特征在于：在第1发明光学显示装置中，上述第1光调制元件具有比上述第2光调制元件的显示分辨率高的显示分辨率。

如果采用这样的结构的话，在生成与各光调制元件对应的显示图像数据的过程中，由于只要将与比第2光调制元件的显示分辨率高的第1光调

制元件的显示分辨率相对应地准备的显示图像数据与第2调制元件的显示分辨率相对应地仅进行一次图像处理即可，故可以达到易于生成显示图像数据的效果。也就是说，在第2光调制元件的显示分辨率比第1光调制元件高的情况下，有必要在多个某些第1光调制元件中进行多次的图像处理。此外，在将本发明用于投影机等的投影型显示装置时，由于第2光调制元件比第1光调制元件的显示分辨率低，故可以使其尺寸比第1光调制元件小，与之相应地可以实现投影透镜等的投影单元的小型化，故还可以得到降低成本的效果。

、进而，本发明的第17光学显示装置，其特征在于：在本发明的第1光学显示装置中，使上述第1光调制元件的显示面（图像显示区域）的尺寸比上述第2光调制元件的显示面（显示图像区域）的尺寸大。

如果采用这样的结构的话，例如，在第1光调制元件及第2光调制元件中采用液晶光阀时，由液晶光阀的多个象素构成的显示面的尺寸的大小关系，变为“第1光调制元件的显示面>第2光调制元件的显示面”，可以将第2光调制元件比第1光调制元件更小型地构成。因此，由于与第2光调制元件的小型化相对应地使投影透镜等的投影单元也可以小型化，故可以降低成本。此外，根据第1光调制元件及第2光调制元件的上述的显示面的尺寸关系形成的结构，在使第1光调制元件及第2光调制元件的分辨率之间的关系为：“第2光调制元件的分辨率<第1光调制元件的分辨率”时适用。

在此，所谓的显示面（图像显示区域），根据作为光调制元件使用的元件的不同而不同，如果是液晶光阀的话，就形成为上述显示面，如果是DMD元件的话，就形成为由多个微镜构成的反射面。此外，上述显示面整体的尺寸，因象素自身的尺寸、个数而改变，上述反射面的尺寸因微镜

的尺寸、个数而改变。以下，在本发明的第 18 光学显示装置中相同。

进而，本发明的第 18 光学显示装置，其特征在于：在第 1 发明光学显示装置中，使上述第 2 光调制元件的显示面（图像显示区域）的尺寸比上述第 1 光调制元件的显示面（图像显示区域）的尺寸大。

如果采用这样的结构的话，例如，在第 1 光调制元件及第 2 光调制元件中采用液晶光阀时，由液晶光阀的多个象素构成的显示面的尺寸的大小关系，成为“第 2 光调制元件的显示面>第 1 光调制元件的显示面”，可以将第 1 光调制元件比第 2 光调制元件更小型地构成。因此，例如，由于可以在控制 RGB 三原色的色光的传播特性时使三个必要的第 1 光调制元件小型化，故可以降低与之相应的成本。此外，第 1 光调制元件及第 2 光调制元件的上述尺寸关系在“第 1 光调制元件的分辨率<第 2 光调制元件的分辨率”的关系时适用。

另一方面，为了实现上述目的，本发明的第 19 投影型显示装置，其特征在于具备：本发明的第 1 光学显示装置和将从该光学显示装置发出的输出光投影的投影单元。

如果采用这样的结构的话，可以达到将由上述本发明的第 1 光学显示装置成像的高精度的光学像投影到屏幕上等来显示图像的效果。

附图说明

图 1 是表示本发明涉及的投影型显示装置 1 的主要的光学结构的图。

图 2 是表示分色棱镜 80 的结构图。

图 3 是表示等倍传递光学像的中继光学系统的一个例子的图。

图 4 是表示具有两侧远心性的中继光学系统的结构的例子的图。

图 5 是表示图 4 的中继光学系统的工作原理的图。

图 6A 是表示具有两侧远心性的中继光学系统的图。

图 6B 是表示一般的中继光学系统的图。

图 7A 是表示具有两侧远心性的中继光学系统的图。

图 7B 是表示一般的中继光学系统的图。

图 8 是表示显示控制装置 200 的硬件结构的框图的图。

图 9 是表示控制值注册表 400 的数据结构的图。

图 10 是表示控制值注册表 420R 的数据结构的图。

图 11 是表示显示控制处理的流程图的图。

图 12 是用于说明色调映像处理的图。

图 13 是表示临时决定色调调制光阀的透射率 $T2$ 的情况的图。

图 14 是表示以色调调制光阀的像素单位计算辉度调制光阀的透射率 $T1'$ 的情况的图。

图 15A、15B 及图 15C 是表示决定辉度调制光阀的各像素的透射率 $T1$ 的情况的图。

图 16A、16B 及图 16C 是表示决定色调调制光阀的各像素的透射率 $T2$ 的情况的图。

图 17 是表示本发明涉及的投影型显示装置 130 的主要的光学结构的图。

图 18 是表示本发明涉及的投影型显示装置 140 的主要的光学结构的图。

图 19 是表示改变合成用的十字分色棱镜 80 和液晶光阀 60B, 60G, 60R 的各自的距离的一个结构例的图。

图 20 是表示十字分色镜 85 的结构图。

图 21 是表示本发明涉及的投影型显示装置 150 的主要的光学结构的图。

图。

图 22 是表示本发明涉及的液晶显示装置 160 的主要的光学结构的图。

图 23 是模式地表示由反射镜构成的反射型中继光学系统的结构例子的图。

图 24 是模式地表示由反射镜构成的反射型中继光学系统的结构例子的图。

图 25 是模式地表示由反射镜构成的反射型中继光学系统的结构例子的图。

具体实施方式

接下来,根据附图对本发明的实施形态进行说明。

第 1 实施形态

图 1~图 12 是表示本发明涉及的光学显示装置及投影型显示装置的第 1 实施形态。

首先,根据图 1~图 3 说明本发明的第 1 实施形态涉及的投影型显示装置 1 的结构。图 1 表示本发明涉及的投影型显示装置 1 的主要的光学结构,图 2 表示分色棱镜 80 的结构,图 3 表示等倍传递光学像的中继光学系统的一例。

如图 1 所示,投影型显示装置 1 构成为包含光源 10、积分器 20、分色镜 30、35、反射镜 36、中继光学系统 40、平行化透镜 50B,50G,50R、液晶光阀 60B,60G,60R、入射侧透镜 70B,70G,70R、光合成用十字分色棱镜 80、中继透镜 90、出射侧透镜 95、液晶光阀 100 和投影透镜 110 的结构。

光源 10,由超高压水银灯及氙灯等所构成的光源灯 11 和将来自光源的光聚光的反射镜 12 构成。

积分器 20，由蝇眼透镜等组成的第 1 透镜阵列 21 和第 2 透镜阵列 22 构成，是用于分散光源 10 的辉度不均，在照射面上得到均一的照度分布的单元。

分色镜 30，是在玻璃板等上面反射蓝色光及绿色光，形成透射红色光性质的分色膜的单元，对从光源 10 发出的白色光，反射该白色光中包含的蓝色光及绿色光，透射红色光。

分色镜 35，是在玻璃板等上面反射绿色光，形成透射蓝色光性质的分色膜的单元，在透射分色镜 30 后的绿色光及蓝色光中，将绿色光反射传递到平行化透镜 50G，将蓝色光透射传递到中继光学系统 40 中。

反射镜 36，将透射分色镜 30 后的红色光反射传递到平行化透镜 50R 上。

中继光学系统 40 由入射侧透镜 41、中继透镜 42 和反射镜 45，46 构成。

中继透镜 42 由于是将入射侧透镜 41 附近的光（光强度分布）传递到平行化透镜 50B 附近的单元，因此入射侧透镜 41 具有使光高效地入射到中继透镜 42 的功能。通过该中继光学系统 40，入射到入射侧透镜 41 的蓝色光，在其强度分布大致被保存的状态下，且几乎不伴随着光损失地被传递到空间上隔开的液晶光阀 60B 上。

平行化透镜 50B，将通过反射镜 46 传递的蓝色光基本平行地向液晶光阀 60B 射出。

平行化透镜 50G，将通过分色镜 35 传递的绿色光基本平行化地向液晶光阀 60G 射出。

平行化透镜 50R，将通过反射镜 36 传递的红色光基本平行化地向液晶光阀 60R 射出。

上述三个平行化透镜 50B,50G,50R 具有将入射到对应的液晶光阀 60B,60G,60R 的各色光基本平行化地缩小入射光的角度分布、提高液晶光阀 60B,60G,60R 的显示特性的功能。

液晶光阀 60B, 是具有将可独立控制透射率的多个像素矩阵状地排列的结构, 根据显示图像数据对通过平行化透镜 50B 被基本平行化地入射的蓝色光进行光调制, 射出包含光学像的调制光。

液晶光阀 60G, 是具有将可独立控制透射率的多个像素矩阵状地排列的结构的单元, 根据显示图像数据对由平行化透镜 50G 被基本平行化地入射的绿色光进行光调制, 射出包含光学像的调制光。

液晶光阀 60R, 是具有将可独立控制透射率的多个像素矩阵状地排列的结构的单元, 根据显示图像数据对由平行化透镜 50R 被基本平行化地入射的红色光进行光调制, 射出包含光学像的调制光。

入射侧透镜 70B,70G,70R, 是具有将由对应的各液晶光阀 60B,60G,60R 被调制的各色的调制光高效地入射到中继透镜 90 的功能的单元, 将各种调制光聚光, 经过光合成用十字分色棱镜 80 入射到中继透镜 90 中。

如图 2 所示, 光合成用十字分色棱镜 80, 具有将四个三棱柱状的棱镜接合而成的六面体形状, 内部蓝光反射分色膜 81 和红光反射分色膜 82 的剖面成 X 字形地配置。通过将入射的蓝色光及红色光利用对应的分色膜入射到中继透镜 90 一侧, 另一方面, 将入射的绿色光原封不动地透射到中继透镜 90 一侧, 将 RGB 三原色的光合成射出到中继透镜 90 一侧。在此, 为了减少光学像差, 优选将配置在光传递途中的光合成用十字分色棱镜 80 用分散性低的光学材料 (例如, 零分散或低分散玻璃等) 形成。

中继透镜 90, 是具有使形成于三处液晶光阀 60B,60G,60R 的显示面上的三种光学像 (光学强度分布) 边在途中的光合成用十字分色棱镜 80 处合

成,边经过出射侧透镜 95 地在后述的液晶光阀 100 的显示面上基本保存其强度分布的状态下,且几乎没有光损失地准确地传递的功能的单元,把来自光合成用十字分色棱镜 80 的合成光向出射侧透镜 95 射出。

出射侧透镜 95,将通过中继透镜 90 导入的合成光基本平行地向液晶光阀 100 射出。由于配置在出射侧透镜 95 的后级的液晶光阀 100 及投影透镜 110 在其显示特性上具有对光的入射角的依存性,故配置出射侧透镜 95 以便抑制对这些光学元件入射的光的角度分布的扩展、提高显示性能及光的利用效率。因此,也可以通过出射侧透镜 95 之后的光学元件而省去出射侧透镜 95。

液晶光阀 100,是具有将可独立控制透射率的多个象素矩阵状地排列的结构单元,根据显示图像数据对来自出射侧透镜 95 的涉及整个波长区域的合成光进行光调制,射出包含最终的光学像的调制光。

投影透镜 110,将形成于液晶光阀 100 的显示面上的光学像投影到未图示的屏幕上以显示彩色图像。

在此,液晶光阀 60B,60G,60R,100,是一种有源矩阵型的液晶显示元件,其具有将象素电极及用于驱动像素电极的薄膜晶体管或薄膜二极管等的开关元件矩阵状地形成的玻璃基板、遍及整个表面形成共用电极的玻璃基板和夹置在这些基板之间的 TN 型液晶,在外表面的两侧配置有偏振板。根据控制值(施加电压)改变透射率可以调制透射液晶光阀的光的强度。例如,在不施加电压的状态下形成为白/亮(透射)状态、在施加电压的状态下变成为黑/暗(非透射)状态,根据所提供的控制值(施加电压)模拟地控制其间的灰度等级。液晶光阀 60B,60G,60R 及液晶光阀 100,在任何一种都调制透射光的强度、包含与其调制程度对应的光学像的方面是相同的,但在后者的液晶光阀 100 调制整个波长区域的光(白色光),而前者

的液晶光阀 60B,60G,60R 调制被作为光分离单元的分色镜 30, 35 分离后的特定波长区域的光 (R,G,B 等色光), 在这点上两者不同。因此, 以下将通过液晶光阀 60B,60G,60R 所进行的光强度调制简称为色调制, 将通过液晶光阀 100 进行的光强度调制简称为辉度调制以示区别。此外, 从同样的观点出发, 也有把液晶光阀 60B,60G,60R 简称为色调制光阀, 把液晶光阀 100 简称为辉度调制光阀以示区别的情况。随后, 对输入到色调制光阀及辉度调制光阀的控制数据的内容稍后进行详细说明。此外, 在本实施形态中, 色调制光阀具有比辉度调制光阀高的分辨率, 因此, 设想色调制光阀决定显示分辨率 (观测者看到投影型显示装置 1 的显示图像时感知的分辨率) 的情况。当然, 显示分辨率的关系不限于此, 也可以是辉度调制光阀决定显示分辨率的结构。

接下来, 说明投影型显示装置 1 的整体的光传递的过程。来自光源 10 的白色光通过分色镜 30、35 被分离成红色 (R)、绿色 (G) 及蓝色 (B) 的三原色光, 且通过平行化透镜 50R、50G、中继光学系统 40 和平行化透镜 50B, 入射到液晶光阀 60B、60G、60R (色调制光阀)。入射到液晶光阀 60B、60G、60R 的各种色光根据与各自的波长区域对应的外部数据被色调制, 作为包含光学像的调制光射出。从液晶光阀 60B,60G,60R 射出的各调制光, 分别通过入射侧透镜 70B,70G,70R 入射到分色棱镜 80 中, 在此被合成为一种光, 通过中继透镜 90 及出射侧透镜 95 入射到光阀 100。入射到液晶光阀 100 中的合成光, 根据与整个波长区域对应的外部数据被进行辉度调制, 作为包含最终的光学像的调制光向投影部 110 射出。随后, 在投影部 110 中, 把来自液晶光阀 100 的最终合成光投影到未图示的屏幕上以显示期望的图像。

在投影型显示装置 1 中, 采用利用通过第 1 光调制元件的液晶光阀

60B,60G,60R 形成光学像(图像)的调制光,通过作为第2光调制元件的液晶光阀100形成最终的显示图像的形态,通过这两步骤的图像形成过程形成灰度等级表现性优良(具有高辉度动态范围)的显示图像。因此,有必要将通过液晶光阀60B,60G,60R形成的光学像(图像)准确且高效地传递到液晶光阀100上。为此,在由入射侧透镜70B,70G,70R、中继透镜90及出射侧透镜95所构成的光传递系统中,添加消色差透镜及非球面透镜,或者采用消色差透镜及非球面透镜用作入射侧透镜70B,70G,70R、中继透镜90及出射侧透镜95,都很有效。进而,也可以将入射侧透镜70B,70G,70R的材质或透镜曲率等的光学特性等个别地优化。通过采用这样的构成,可以抑制光学像(图像)传递过程中的光学像差的产生,可以实现正确且高效的光学像(光强度分布)的传递。

此外,在液晶光阀60B,60G,60R及液晶光阀100的分辨率及尺寸相互相同的情况下,可以将由入射侧透镜70B,70G,70R、中继透镜90及出射侧透镜95构成的中继光学系统形成成为等倍的中继光学系统。在形成成为等倍的中继光学系统的情况下,如图3所示,液晶光阀60B,60G,60R上所形成的光学像可以在翻转的同时不改变大小地(作为等倍倒立像)正确地传递到液晶光阀100上。此外,优选使上述中继光学系统具有两侧远心性。

在此,图4是表示具有两侧远心性的中继光学系统的结构的例子的图。

如图4所示,中继光学系统是由相对于孔径光阑基本对称配置的前级透镜群及后级透镜群形成的等倍成像透镜系统。前级透镜群及后级透镜群由多个凸透镜和1个凹透镜构成。但是,透镜的形状、大小、配置间隔及个数、远心性、倍率和其他的透镜特性,可以根据所要求的特性进行合适的变更,不限于图4的例。

图5是表示图4的中继光学系统的工作原理的图。

如图 5 所示, 由于中继光学系统典型地采用了等倍成像元件, 故即使使液晶光阀 60B,60G,60R 及液晶光阀 100 的象素密度相同, 也可以使液晶光阀 60B,60G,60R 的象素和液晶光阀 100 的象素一对一地对应。此外, 中继光学系统由于由多个透镜构成, 故像差修正良好, 可以正确地把通过液晶光阀 60B,60G,60R 形成的辉度分布传递到液晶光阀 100 上。

图 6A、6B、图 7A 及图 7B, 是远心性的说明图, 图 6A、图 7A 是表示具有两侧远心性的中继光学系统的图, 图 6B、图 7B 是表示一般的中继光学系统的图。

如图 6A 所示, 所谓的远心光学系统, 是指粗实线所示的主光线在物体一侧(前级光阀侧)空间或像一侧(后级光阀侧)空间相对于光轴平行的光学系统, 将在物体一侧(前级光阀侧)及像一侧(后级光阀侧)的任一侧上都有远心性的装置称为两侧远心光学系统。在具有两侧远心性的中继光学系统中, 从前级光阀(在本例中是液晶光阀)射出的主光线从前级光阀的任一部位基本垂直地射出, 基本垂直地入射后级光阀(在本例中是液晶光阀)。因此, 将从离前级光阀的光轴远的位置(A)射出的光束的出射角度分布和从离光轴近的位置(B)射出的光束的出射角度分布相比较, 二者基本相等。

另一方面, 如图 6B 所示, 在一般的中继光学系统中, 粗实线所示的主光线, 根据前级光阀的出射位置而出射角度不同, 向后级光阀入射的入射角度也因入射位置而不同。因此, 将从离前级光阀的光轴远的位置(A)射出的光束的出射角度分布和从离光轴近的位置(B)射出的光束的出射角度分布相比较, 二者差异很大。

此外, 一般而言, 液晶光阀具有视角依存性。即, 根据从液晶光阀射出的光线的角度, 对比度特性、亮度特性和分光特性等不同。因此, 在图

6B 所示的一般的中继光学系统中，在前级光阀（液晶光阀）的各区域中射出光束的出射角度成分不同，其结果是存在着在后级光阀（液晶光阀）的画面内，显示图像的亮度、色彩、对比度上出现分布（不均一性），导致投影机的图像显示质量降低的可能性。

与此相对地，在如图 6A 所示的具有两侧远心性的中继光学系统中，由于从前级光阀（液晶光阀）的任一区域射出的出射光束的出射角度分布都基本相同，故后级光阀（液晶光阀）的画面内的显示图像的亮度、色彩、对比度基本均一，投影机的图像显示质量良好。

进而，如图 7A 所示，在具有两侧远心性的中继光学系统中，由于即使后级光阀的光轴方向的配置位置上产生误差（图 7A 所示， $PS1 \rightarrow PS2$ ）主光线也相对光轴平行，故，虽然前级光阀的像会稍微变得模糊但大小几乎不会改变（如图 7A 所示， $AL1 \div AL2$ ）。即，即使稍微存在着后级光阀的配置误差，投影机的图像显示质量也不怎么降低，故制造宽余度广。

另一方面，如图 7B 所示，在一般的中继光学系统中，在后级光阀上存在着与上述同等的配置误差（图 7B 所示， $PS1 \rightarrow PS2$ ）的情况下，由于主光线相对光轴不平行，故在前级光阀的像上变得模糊且产生大小的变化（如图 7B 所示， $AL1 < AL2$ ），其结果是存在着图像显示质量大幅度降低的可能性。

接下来，参照图 8～图 12 详细地说明显示控制装置 200 的结构。

图 8 是表示显示控制装置 200 的硬件结构的框图。

如图 8 所示，显示控制装置 200，由根据控制程序运算及控制系统整体的 CPU170、预先将 CPU170 的控制程序等存储到预定区域的 ROM172、用于存储从 ROM172 等读取的数据及在 CPU170 的运算过程中必要的运算结果的 RAM174 和相对于外部装置对数据的输入输出起媒介作用的 I/F178

构成，这些单元通过作为用于传递数据的信号线的总线 179 相互且可收发传输数据地连接。

在 I/F178 上，作为外部装置，连接有驱动辉度调制光阀（液晶光阀 100）及色调调制光阀（液晶光阀 60B,60G,60R）的光阀驱动装置 180、将数据或表格等作为文件存储的存储装置 182 和用于连接到外部的网络 199 上的信号线。

存储装置 182，存储用于驱动辉度调制光阀及色调调制光阀的 HDR 显示数据。

HDR 显示数据，是可实现利用现有的 sRGB 等的图像格式无法实现的高辉度动态范围的图像数据，将表示像素的亮度级的像素值对图像的所有像素进行存储。在本实施形态中，作为 HDR 显示数据采用将表示，对于 1 个像素在 RGB 三原色的每一色中的亮度级的像素值作为浮动小数点值存储的形式。例如，作为 1 个像素的像素值存储（1.2,5.4,2.3）这样的值。

在此，若设 HDR 显示数据中的像素 p 的亮度级为 R_p ，设与第 2 光调制元件的像素 p 对应的像素的透射率为 T_1 ，设与第 1 光调制元件的像素 p 对应的像素的透射率为 T_2 ，则下式(1)、(2)成立。

$$R_p = T_p \times R_s \quad \dots(1)$$

$$T_p = T_1 \times T_2 \times G \quad \dots(2)$$

但是，在上式(1)、(2)中， R_s 是光源辉度， G 是增益，都是常数。此外， T_p 是光调制率。

此外，对于 HDR 显示数据的详细的生成方法，例如，在公开文献 1

‘P.E.Debevec,J.Malik, “ Recovering High Dynamic Range Radiance Maps from Photographs ” , Proceedings of ACM SIGGRAPH97,pp.367-378(1997)’ 所记载的技术。

此外，存储装置 182，存储注册辉度调制光阀的控制值的控制值注册表 400。

图 9 是表示控制值注册表 400 的数据结构的图。

如图 9 所示，控制值注册表 400 中，对于辉度调制光阀的各个控制值中的每一个都注册有一个记录。各个记录的构成为包括注册有辉度调制光阀的控制值的域和注册有辉度调制光阀的透射率的域。

在图 9 的例子中，在第 1 区段的记录中，作为控制值注册有 '0'，作为透射率注册有 '0.003'。这表明如果对于辉度调制光阀输出控制值 '0'，则辉度调制光阀的透射率就变成为 0.3%。另外，图 9 虽然表示的是辉度调制光阀的灰度等级数为 4 位(0~15 值)的情况，但是，也就是说却可以注册与辉度调制光阀的灰度等级数相当的记录。例如，在灰度等级数为 8 位的情况下，可以注册 256 个记录。

此外，存储装置 182，对于各个色调制光阀中的每一种，都存储有注册有该色调制光阀的控制值的控制值注册表。

图 10 是表示注册液晶光阀 60R 的控制值的控制值注册表 420R 的数据结构的图。

在控制值注册表 420R 中，如图 10 所示，对于液晶光阀 60R 的各个控制值中的每一个都注册有一个记录。各个记录的构成为包括注册有液晶光阀 60R 的控制值的域和注册有液晶光阀 60R 的透射率的域。

在图 10 的例子中，在第 1 区段的记录中，作为控制值注册有 '0'，作为透射率注册有 '0.004'。这表明如果对于液晶光阀 60R 输出控制值 '0'，则液晶光阀 60R 的透射率就变成为 0.4%。另外，图 10 虽然表示的是色调制光阀的灰度等级数为 4 位(0~15 值)的情况，但是，也就是说，却可以注册与色调制光阀的灰度等级数相当的记录。例如，在灰度等级数为 8 位的

情况下，可以注册 256 个记录。

此外，至于与液晶光阀 60B,60G 对应的控制值注册表的数据结构，虽然没有特别加以图示，但是，具有与控制值注册表 420R 同样的数据结构。但是，与控制值注册表 420R 不同的在于对于同一控制值注册不同的透射率这一点上。

其次，说明 CPU170 的结构和可用 CPU170 执行的处理。

CPU170，由微处理单元(MPU)等构成，使存储在 ROM172 的预定区域内的预定的程序起动，根据该程序执行图 11 的流程图所示的显示控制处理。

图 11 是表示显示控制处理的流程图。

显示控制处理，是分别根据 HDR 显示数据决定辉度调制光阀和色调调制光阀的控制值，根据所决定控制值驱动辉度调制光阀和色调调制光阀的处理，如果在 CPU170 中执行该处理，则如图 11 所示，规定为首先要转移到步骤 S100。

在步骤 S100 中，从存储装置 182 读出 HDR 显示数据。

接着，转移到步骤 S102，对所读出的 HDR 显示数据进行解析，计算像素值的直方图、亮度级的最大值、最小值和平均值等。该解析结果，用来使比较暗的地方变亮，或使过亮的地方变暗，或用来协调中间部分的对比度等的自动图像修正，或用来进行色调映像。

接着，转移到步骤 S104，根据步骤 S102 的解析结果，把 HDR 显示数据的亮度级色调映像到投影型显示装置 1 的辉度动态范围内。

图 12 是用来说明色调映像处理的图。

设对 HDR 显示数据进行解析后的结果，包含于 HDR 显示数据中的亮度级的最小值为 S_{min} ，最大值为 S_{max} 。此外，设投影型显示装置 1 的

辉度动态范围的最小值为 D_{min} ，最大值为 D_{max} 。在图 12 的例子中，由于 S_{min} 比 D_{min} 小， S_{max} 比 D_{max} 大，故若不加变动，则不能正确地显示 HDR 显示数据。于是，要归一化为使得 $S_{min} \sim S_{max}$ 的直方图被收纳于 $D_{min} \sim D_{max}$ 的范围内。

另外，至于色调映像的细节，已登载于例如众所周知的文献 2 ‘F.Drago, K.Myszkowski, T.Annen, N.Chiba, “Adaptive Logarithmic Mapping For Displaying High Contrast Scenes”, Eurographics 2003,(2003)’ 中。

接着，转移到步骤 S106，与色调制光阀的分辨率相吻合地对 HDR 图像进行缩放尺寸(扩大或缩小)。这时，要完全保持 HDR 图像的长宽比不变地缩放 HDR 图像。作为缩放尺寸的方法，例如，可以举出平均值法、中间值法和最近领域法（最近旁法）。

接着，转移到步骤 S108，根据缩放尺寸图像的像素的亮度级 R_p 和光源 10 的辉度 R_s ，借助于上式(1)，对缩放尺寸图像的各个像素中的每一个像素计算光调制率 T_p 。

接下来，转移到步骤 S110，作为色调制光阀的各像素的透射率 T_2 赋予初值（例如 0.2），临时决定色调制光阀的各像素的透射率 T_2 。

接着，转移到步骤 S112，根据所计算出的光调制率 T_p 、临时决定的透射率 T_2 和增益 G ，借助于上式(2)，以色调制光阀的像素单位计算辉度调制光阀的透射率 T_1' 。在此，由于色调制光阀由三块液晶光阀 60B,60G,60R 构成，故对于同一像素，要对 RGB 三原色中的每一种原色计算透射率 T_1' 。相对于此，由于辉度调制光阀由一块液晶光阀 100 构成，故要把它们的平均值等作为该像素的 T_1' 计算。

接着，转移到步骤 S114，对辉度调制光阀的各个像素中的每一像素，把对于与该像素在光路上彼此重叠的色调制光阀的像素所计算的透射率

T1'的加权平均值作为该像素的透射率 T1 计算。加权要借助于彼此重叠的像素的面积比进行。

接着,转移到步骤 S116,对辉度调制光阀的各个像素中的每一个像素,从控制值注册表 400 中读出与对该像素所计算出的透射率 T1 对应的控制值,把所读出的控制值决定为该像素的控制值。在控制值的读出中,先要从控制值注册表 400 中检索与所计算的透射率 T1 最为基本的透射率,然后读出与借助于检索所检索出的透射率对应的控制值。该检索,通过例如采用使用 2 分探索法进行的办法实现快速的检索。

接着,转移到步骤 S118,对色调调制光阀的各个像素中的每一像素,计算对于与该像素在光路上彼此重叠的辉度调制光阀的像素所决定的透射率 T1 的加权平均值,根据所计算的平均值、在步骤 S108 中所计算出的光调制率 T_p 和增益 G,借助于上式(2),计算该像素的透射率 T2。加权要借助于彼此重叠的像素的面积比进行。

接着,转移到步骤 S120,对色调调制光阀的各个像素中的每一个像素,从控制值注册表中读出与对该像素所计算出的透射率 T2 对应的控制值,把所读出的控制值决定为该像素的控制值。在控制值的读出中,先要从控制值注册表中检索与所计算出的透射率 T2 最为基本的透射率,然后读出与借助于检索所检索出的透射率对应的控制值。该检索,通过例如采用使用进行的办法实现快速的检索。

接着,转移到步骤 S122,向光阀驱动装置 180 输出在步骤 S116、S120 中所决定的控制值,分别驱动色调调制光阀和辉度调制光阀投影显示图像,结束一连串的处理后返回到开始的处理。

接下来,根据图 13 ~ 图 16 说明写入色调调制光阀(液晶光阀 60B,60G,60R)及辉度调制光阀(液晶光阀 100)的图像数据的生成过程。

以下，以色调制光阀（液晶光阀 60B,60G,60R）中的任一个，都具有横 18 个像素×纵 12 个像素的分辨率和 4 位的灰度等级数，辉度调制光阀（液晶光阀 100）具有横 15 个像素×纵 10 个像素的分辨率和 4 位灰度等级数的情况为例进行说明。

在显示控制装置 200 中，经由步骤 S100～S104，读出 HDR 显示数据，对所读出的 HDR 显示数据进行解析，根据该解析结果，把 HDR 显示数据的亮度级色调映像到投影型显示装置 1 的辉度动态范围内。接着，经由步骤 S106，与色调制光阀的分辨率相吻合地对 HDR 图像进行缩放尺寸。

接着，经由步骤 S108，对缩放尺寸图像的各个像素中的每一个像素，计算光调制率 T_p 。例如，缩放尺寸图像的像素 p 的光调制率 T_p ，在设像素 p 的亮度级 $R_p(R、G、B)$ 为 (1.2, 5.4, 2.3)，光源 10 的辉度 $R_s(R、G、B)$ 为 (10000、10000、10000) 时，则变成为 $(1.2, 5.4, 2.3)/(10000、10000、10000)=(0.00012、0.00054、0.00023)$ 。

图 13 是示出了临时决定色调制光阀的透射率 T_2 的情况的图。

接着，经由步骤 S110，临时决定色调制光阀的各个像素的透射率 T_2 。在把色调制光阀的左上 4 个区的像素设定为 p_{21} (左上)、 p_{22} (右上)、 p_{23} (左下)、 p_{24} (右下) 的情况下，对于像素 $p_{21} \sim p_{24}$ 的透射率 T_2 ，如图 13 所示，可以赋予初值 T_{20} 。

图 14 是示出了以色调制光阀的像素单位计算辉度调制光阀的透射率 T_1' 的情况的图。

接着，经由步骤 S112，以色调制光阀的像素单位计算辉度调制光阀的透射率 T_1' 。在着眼于像素 $p_{21} \sim p_{24}$ 的情况下，与之对应的辉度调制光阀的透射率 $T_{11} \sim T_{14}$ ，如图 14 所示，若设像素 $p_{21} \sim p_{24}$ 的光调制率为 $T_{p1} \sim T_{p4}$ 、设增益 G 为 [1]，则可以借助于下式(3)～(6)计算。

用数值进行实际计算。在 $T_{p1}=0.00012$, $T_{p2}=0.05$, $T_{p3}=0.02$, $T_{p4}=0.01$, $T_{20}=0.1$ 的情况下, 借助于下式(3)到(6), 就变成 $T_{11}=0.0012$, $T_{12}=0.5$, $T_{13}=0.2$, $T_{14}=0.1$ 。

$$T_{11}=T_{p1}/T_{20} \quad (3)$$

$$T_{12}=T_{p2}/T_{20} \quad (4)$$

$$T_{13}=T_{p3}/T_{20} \quad (5)$$

$$T_{14}=T_{p4}/T_{20} \quad (6)$$

图 15A、15B 及图 15C 是示出了决定辉度调制光阀的各个像素的透射率 T_1 的情况的图。

接着, 经由步骤 S114, 决定辉度调制光阀的各个像素的透射率 T_1 。由于色调调制光阀和辉度调制光阀, 通过由入射侧透镜 70B, 70G, 70R、中继透镜 90 及出射侧透镜 95 构成的中继光学系统而具有相互倒立的关系, 故色调调制面板左上 4 个区域的象素在辉度调制光阀的右下部成像。在把辉度调制光阀的右下 4 个区的像素设定为 p_{11} (右下)、 p_{12} (左下)、 p_{13} (右上)、 p_{14} (左上)的情况下, 像素 p_{11} , 如图 15A 所示, 由于色调调制光阀与辉度调制光阀的分辨率不同, 故与像素 $p_{21} \sim p_{24}$ 在光路上彼此重叠。由于色调调制光阀的分辨率为 18×12 , 辉度调制光阀的分辨率为 15×10 , 故像素 p_{11} 可根据色调调制光阀的象素数的最小公倍数划分成 6×6 个矩形区域。此外, 像素 p_{11} 与像素 $p_{21} \sim p_{24}$ 之间的彼此重叠的面积比, 如图 15B 所示, 就变成 25: 5: 5: 1。因此, 像素 p_{11} 的透射率 T_{15} , 如图 15C 所示, 就可以用下式(7)计算。

用数值进行实际计算。在 $T_{11}=0.0012$, $T_{12}=0.5$, $T_{13}=0.2$, $T_{14}=0.002$ 的情况下, 借助于下式(7), 就变成 $T_{15}=0.1008$ 。

$$T_{15}=(T_{11} \times 25+T_{12} \times 5+T_{13} \times 5+T_{14} \times 1)/36 \quad \dots(7)$$

对于像素 $p_{12} \sim p_{14}$ 的透射率 $T_{16} \sim T_{18}$, 与像素 p_{11} 同样, 也可以采

用计算由面积比得到加权平均值的办法求得。

接着, 经由步骤 S116, 对辉度调制光阀的各个像素中的每一个像素, 从控制值注册表 400 中读出与对该像素所计算的透射率 T1 对应的控制值, 把所读出的控制值决定为该像素的控制值。例如, 由于 $T15=0.1008$, 故如果参照控制值注册表 400, 则如图 9 所示, 0.09 就变成为最为基本的值。因此, 从控制值注册表 400 中, 作为像素 p11 的控制值就可以读出 '8'。

图 16A、图 16B 及 16C 是示出了决定色调调制光阀的各个像素的透射率 T2 的情况的图。

接着, 经由步骤 S118, 决定色调调制光阀的各个像素的透射率 T2。像素 p24, 如图 16A 所示, 由于色调调制光阀与辉度调制光阀的分辨率不同, 故与像素 p11~p14 在光路上彼此重叠。由于色调调制光阀的分辨率为 18×12 , 辉度调制光阀的分辨率为 15×10 , 故像素 p24 可根据辉度调制光阀的象素数的最小公倍数划分成 5×5 个矩形区域。此外, 像素 p24 与像素 p11~p14 之间的彼此重叠的面积比, 如图 16B 所示, 就变成为 1:4:4:16。因此, 在着眼于像素 p24 的情况下, 与之对应的辉度调制光阀的透射率 T19, 可以通过下式 (8) 计算。此外, 像素 P24 的透射率 T24, 若设增益 G 为 [1], 则如图 16C 所示, 就可以用下式(9)计算。

用数值进行实际计算。在 $T15=0.09$, $T16=0.33$, $T17=0.15$, $T18=0.06$, $Tp4=0.01$ 的情况下, 借助于下式(8)、(9), 就变成为 $T19=0.1188$, $T24=0.0842$ 。

$$T19=(T15 \times 1+T16 \times 4+T17 \times 4+T18 \times 16)/25 \quad \dots(8)$$

$$T24=Tp4/T19 \quad \dots(9)$$

对于像素 p21~p23 的透射率 T21~T23, 与像素 p24 同样, 也可以采用计算由面积比得到加权平均值的办法求得。

接着, 经由步骤 S120, 对色调调制光阀的各个像素中的每一个像素, 从

控制值注册表中读出与对该像素所计算的透射率 T_2 对应的控制值，把所读出的控制值决定为该像素的控制值。例如，对于液晶光阀 60R 的像素 p24，在 $T_{24}=0.0842$ 的情况下，当参照控制值注册表 420R 时，如图 10 所示，0.07 就变成为最为基本的值。因此，从控制值注册表 420R 中，作为像素 p24 的控制值就可以读出 ‘7’。

然后，经由步骤 S122，向光阀驱动装置 180 输出所决定的控制值。借助于此，分别驱动辉度调制光阀（液晶光阀 100）和色调调制光阀（液晶光阀 60B,60G,60R），将显示图像投影到屏幕上。

根据以上这样结构的投影型显示装置 1 可以达到以下效果：由于在作为第 1 光调制元件的液晶光阀 60B,60G,60R 及光合成用十字分色棱镜 80 的后级上将入射侧透镜 70B,70G,70R、中继透镜 90 及出射侧透镜 95 夹在中间地配置有作为第 2 光调制元件的液晶光阀 100，故在将液晶光阀 100 和分色镜 30, 35、配置在液晶光阀 60B,60G,60R 的前级的与现有的类似的光学系统相比较的情况下，由于没有夹置反射镜 36、中继光学系统 40、平行化透镜 50B,50G,50R 等的光学系统，故可以缩短两个光调制元件间的距离。从而，可以减小传递光的光学像差，可以提高成像（传达）精度，且由于不需要用于修正光学像差的复杂的光学系统故还可以降低成本。

此外，由于通过被串联配置的两个光调制元件（色调调制光阀和辉度调制光阀）来调制来自光源 10 的光，故可以实现比较高的辉度动态范围及灰度等级数。

第 1 实施形态的变形例 1

在上述第 1 实施形态中，采用了在设光合成用十字分色棱镜 80 的中心和四处液晶光阀 60B,60G,60R 的距离分别为 LB, LG, LR 时，使得 $LB=LG=LR$ （等距离）地来配置各液晶光阀 60B,60G,60R 的结构，但不限

于此。由于形成各透镜及光合成用的十字分色棱镜等的材质具有各种波长依存性（例如，折射率），故为了实现在第1光调制元件和第2光调制元件之间正确且高效地传递光学像（光强度分布），有必要减小波长依存性的影响及在传递过程中易于产生的光学像差。作为实现该目的的一种方法，可以采用使得上述3个距离LB, LG, LR相互不同地相对光合成用十字分色棱镜80配置三处液晶光阀60B, 60G, 60R的结构。例如，在构成上述光合成用十字分色棱镜80的材质的折射率的波长依存性，在短波长一侧折射率大，在长波长一侧折射率小的情况下（大部分的玻璃存在这种倾向），通过将液晶光阀60B, 60G, 60R和液晶光阀100之间的距离形成为越与波长短的光对应的光阀其与液晶光阀100的距离就越短，可以减小因折射率的波长依存性引起的光学像差。因此，如图19所示，可以形成为使得在每一种色光中光路被分离的光合成用十字分色棱镜80和三处液晶光阀60B, 60G, 60R的各个距离变成为 $LB < LG < LR$ 的关系地配置液晶光阀60B, 60G, 60R的结构。

第2实施形态

进而，根据图17说明本发明涉及的光学显示装置及投影型显示装置的第2实施形态。图17是表示其可将通过分光用十字分色棱镜分光的三种色光分别以相同的光路长度传递到进行色光合成的光合成用十字分色棱镜的投影型显示装置130的主要的光学结构的图，在此，对与上述第1实施形态的投影型显示装置1同样的构成元件赋予相同符号，省略其说明。

投影型显示装置130，构成为包含光源10、作为光分离单元的分光用十字分色棱镜300、液晶光阀60B, 60G, 60R、入射侧透镜370B, 370G, 370R、中继透镜375B, 375G, 375R、反射镜380B, 380G, 380R, 385B, 385G, 385R、作为光合成单元的光合成用十字分色棱镜80、出射侧透镜95、液晶光阀

100 和投影透镜 110 的结构。

分光用十字分色棱镜 300，与光合成用十字分色棱镜 80 同样地，具有接合三棱柱形状四个棱镜而成的六面体形状，内部蓝光反射分色膜和红光反射分色膜的剖面配置成 X 字形。即，在液晶光阀 60B 的某方向上用于反射蓝色光的蓝光反射分色膜 310 形成于棱镜的结合面上，在液晶光阀 60R 的某方向上用于反射红色光的红光反射分色膜 320 形成于棱镜的结合面上。从而，将来自于光源 10 的白色光分光成光的三原色的 RGB 三种色光，将各种色光向对应的液晶光阀 60B,60G,60R 射出。在此，在上述的六个面中，把入射来自光源 10 的白色光的面称为入射面 300a，把将白色光分光成三原色的光后的射出蓝色光的面称为第 1 出射面 300b，把射出绿色光的面称为第 2 出射面 300c 及把射出红色光的面称为第 3 出射面 300d。此外，在光合成用十字分色棱镜 80 的上述的六个面中，把射出合成光的面称为出射面 80a，把入射蓝色光的面称为第 1 入射面 80b，把入射绿色光的面称为第 2 入射面 80c 及把入射红色光的面称为第 3 入射面 80d。

分光用十字分色棱镜 300 和光合成用十字分色棱镜 80 以下述位置关系配置：使存在于各自的内部的两个分色膜的交线的延长线基本位于同一线上，且使分光用十字分色棱镜 300 的入射面 300a 和光合成用十字分色棱镜 80 的出射面 80a 基本位于同一平面上，换言之，使其以在 Y 轴方向上堆叠的位置关系配置。通过该配置关系，可以使入射面 300a 和出射面 80a、第 1 出射面 300b 和第 1 入射面 80b、第 2 出射面 300c 和第 2 入射面 80c、第 3 出射面 300d 和第 3 入射面 80d，形成为分别成对地位于靠近 Y 轴方向上的位置，可将从分光用十字分色棱镜 300 到光合成用十字分色棱镜 80 的三种色光的光路设定为基本相同的长度。

入射侧透镜 370B,370G,370R 是具有与投影型显示装置 1 的入射侧透

镜 70B,70G,70R 同样的功能的单元,即,具有使通过对应的各液晶光阀 60B, 60G,60R 而被调制的各色调制光高效地入射到位于各自的光路上的中继透镜 375B,375G,375R 的功能,将各种调制光会聚且使其入射到对应的中继透镜 375B,375G,375R 中。

反射镜 380B,380G,380R,具有使来自各入射侧透镜 370B,370G,370R 的色光的光路弯曲地导入到对应的中继透镜 375B,375G,375R 的功能。同样地,反射镜 385B,385G,385R,也具有使来自各中继透镜 375B,375G,375R 的色光的光路弯曲地导入到光合成用十字分色棱镜 80 的对应的第 1 入射面 80b、第 2 入射面 80c、第 3 入射面 80d 的功能。

中继透镜 375B,375G,375R,是具有与投影型显示装置 1 的中继透镜 90 同样的功能的单元,即,具有使形成于三处液晶光阀 60B,60G,60R 的显示面上的三种光学像(光学强度分布)在液晶光阀 100 的显示面上基本保存其强度分布的状态下,且几乎没有光损失地准确地传递的功能,将来自液晶光阀 60B,60G,60R 的各色光经过入射侧透镜 370B,370G,370R 及光合成用十字分色棱镜 80 等导入到液晶光阀 100 中。

在此,设从三处液晶光阀 60B,60G,60R 到液晶光阀 100 的各色光的光路长度为 $L1$ (蓝光)、 $L2$ (绿光)、 $L3$ (红光)。例如,所谓的蓝光的光路长度 $L1$ 是指从液晶光阀 60B 的显示面经过反射镜 380B、中继透镜 375B、反射镜 385B、光合成用十字分色棱镜 80 到达液晶光阀 100 的显示面的光路长度。此外,在投影型显示装置 130 中,使得三种光路长度基本相等地($L1=L2=L3$)来配置中继透镜 375B, 375G, 375R 和反射镜 380B, 380G, 380R, 385B, 385G, 385R。

接下来,说明投影型显示装置 130 的整体的光传递的过程。来自光源 10 的白色光从分光用十字分色棱镜 300 的入射面 300a 入射,被分光用十

字分色棱镜 300 分光成红色 (R)、绿色 (G) 及蓝色 (B) 的三原色光, 且将这些被分光的三原色的光中的蓝色光、绿色光和红色光分别从第 2~第 4 出射面 300b~300d 射出。从第 2~第 4 出射面 300b~300d 射出的蓝色光、绿色光和红色光, 分别入射到液晶光阀 60B,60G,60R (色调制光阀) 中。

入射到液晶光阀 60B、60G、60R 的各种色光基于与各自的波长区域对应的外部数据被色调制, 作为包含光学像的调制光而射出。从液晶光阀 60B,60G,60R 射出的各调制光, 通过配置在各光路上的入射侧透镜 370B,370G,370R、反射镜 380B, 380G, 380R、中继透镜 375B,375G,375R、反射镜 385B, 385G, 385R 入射到光合成用分色棱镜 80 的第 1~第 3 入射面 80b~80d。

入射到光合成用分色棱镜 80 的第 1~第 3 入射面 80b~80d 的三种色光在此被合成为一种色光, 通过出射侧透镜 95 入射到液晶光阀 100。入射到液晶光阀 100 中的合成光, 根据与整个波长区域对应的外部数据被进行辉度调制, 作为包含最终的光学像的调制光向投影部 110 射出。随后, 在投影部 110 中, 把来自液晶光阀 100 的最终合成光投影到未图示的屏幕上以显示期望的图像。

此外, 投影型显示装置 130, 与上述第 1 实施形态的投影型显示装置 1 同样地, 具有控制液晶光阀 60B,60G,60R 及液晶光阀 100 的显示控制装置 200 (未图示), 但由于其工作原理与上述第 1 实施形态的投影型显示装置 1 相同, 故省略说明。

根据以上那样构成的投影型显示装置 130 可以达到以下效果。由于把将两种分色膜剖面成 X 字形地内装的分光用十字分色棱镜 300 用作光分离单元, 故可以将光源 10 和三处液晶光阀 60B,60G,60R 的距离基本相等地

设定,可以使将光强度分布集中的照明光入射到通过光调制进行图像形成的各液晶光阀 60B,60G,60R 中。由此,可以减少易于在三处液晶光阀 60B,60G,60R 之间发生的照度不均(其最终变成色调不均而被观察到),从而可以形成高质量的图像。

此外,由于将分光用十字分色棱镜 300 和光合成用十字分色棱镜 80 以在 Y 轴方向堆叠的位置关系配置,故在各色光间可以很容易地使从三处液晶光阀 60B,60G,60R 到液晶光阀 100 的光路长度相等。借助于此,可以使通过作为第 1 光调制元件的三处液晶光阀 60B,60G,60R 形成的光学像(光强度分布)正确且有效地传递到作为第 2 光调制元件的液晶光阀 100 上。

此外,在两个光调制元件之间的传递过程中,光学像差的发生容易导致传递精度的劣化。对于该问题,着眼于作为棱镜及透镜的构成材料的玻璃及塑料在其光学特性上具有波长依存性的这一点上,关键是将入射侧透镜 370B,370G,370R、中继透镜 375B,375G,375R 和出射侧透镜 95 等的材质及透镜曲率(包括非球面化及消色差化)等的光学特性和光合成用十字分色棱镜 80 的材质及尺寸形状等分别优化,减小产生的光学像差,提高传递精度和传递效率。进而,从同样的观点出发,也可以将各光路长度 $L1 \sim L3$ 相互稍不同地设置。

第 2 实施形态的变形例

如在图 18 表示出其主光学结构的投影型显示装置 140 那样地,也可以将在第 2 实施形态中所说明的投影型显示装置 130 的分光用十字分色棱镜和光合成用十字分色棱镜一体化地构成。内装在投影型显示装置 130 的分光用十字分色棱镜 300 和光合成用十字分色棱镜 80 中的两个分色膜,沿 Y 轴方向观察时处于同一配置关系。换言之,分光用十字分色棱镜 300 中的蓝光反射分色膜和光合成用十字分色棱镜 80 的蓝光反射分色膜位于大

致同一平面上，红光反射分色膜也同样。因此，可以将投影型显示装置 130 的分光用十字分色棱镜 300 和光合成用十字分色棱镜 80 一体化形成分光及合成用十字分色棱镜 390。由此，可以减少光学部件，实现装置的低成本化。

其他变形例 1

在上述第 1 实施形态中采用十字分色棱镜构成光合成单元，此外，在上述第 2 实施形态中采用十字分色棱镜构成光分离单元及光合成单元，但不限于此，也可以采用图 20 所示那样的十字分色镜 85 取代十字分色棱镜。十字分色镜 85，是将形成蓝光反射分色膜 81 及红光反射分色膜 82 的玻璃或塑料等的板状透明介质 86 成 X 字形配置的光学元件，基本具有与十字分色棱镜同等的功能。由此，与采用十字分色棱镜的情况相比，可以使光合成单元和光分离单元轻质化、且可以低价地构成。此外，也可以将十字分色镜 85 配置于在内部填充有透明液体的立方体中，即所谓的液浸构造的十字分色镜中。在这种情况下，可以比十字分色棱镜低价地实现与十字分色棱镜相同的光学性能。

其他变形例 2

在上述第 1 实施形态及上述第 2 实施形态中，作为第 1 光调制元件的液晶光阀 60B,60G,60R（色调调制光阀）和作为第 2 光调制元件的液晶光阀 100（辉度调制光阀），都采用相同的尺寸形状（显示面的尺寸形状相同）的液晶光阀，但不限于此。例如，如图 21 所示的投影型显示装置 150 那样地，也可以将上述第 1 实施形态及上述第 2 实施形态的作为各投影型显示装置的辉度调制光阀的液晶光阀 100 的尺寸构成得比色调调制光阀的三色液晶光阀 60B,60G,60R 的尺寸小。此时，如果色调调制光阀和辉度调制光阀的分辨率相同的话，则色调调制光阀的显示面的尺寸和辉度调制光阀的显

示面的尺寸变得不一致，故有必要在传递过程中将光学像的大小与传递目的地的辉度调制光阀的大小对应地改变。

根据以上这样构成的投影型显示装置 150，可以与辉度调制光阀的小型化相应地使投影透镜 110 小型化，因此，可以得到降低投影透镜 110 的成本及实现其轻量化的效果。

此外，与投影型显示装置 150 相反地，也可以将辉度调制光阀的尺寸构成得比色调调制光阀大。对具备这样的结构的例子在后面说明。

其他变形例 3

在上述第 1 实施形态中，以作为第 1 光调制元件的液晶光阀 60B,60G,60R（色调调制光阀）的分辨率比作为第 2 光调制元件的液晶光阀 100（辉度调制光阀）的高的情况为例进行了说明，但即使两个光调制元件（色调调制光阀和辉度调制光阀）的分辨率相同，或者不同也是可以的。但是，在两者的分辨率不同的情况下，如第 1 实施形态所说明那样地，有必要变换显示图像数据的分辨率。

例如，如果辉度调制光阀具有比色调调制光阀高的显示分辨率的话，由于没有必要把从色调调制光阀到辉度调制光阀的光传递中的 MTF 设定得高，故没有必要把夹置在之间的中继光学系统的传递性能设定得那么高，可以比较低价地构成中继光学系统。

另一方面，如果色调调制光阀具有比辉度调制光阀高的显示分辨率的话，由于通常是与色调调制光阀的显示分辨率对应地准备显示图像数据，故只要与辉度调制光阀的显示分辨率对应地进行一次分辨率的变换处理即可，因此显示图像数据的变换处理变得容易。

第 3 实施形态

本发明还可以适用于不放大在第 2 光调制元件上形成的最终的光学

像（显示画面）地直接观看的所谓的直视型的液晶显示装置（光学显示装置）。即，如图 22 所示，也可以去掉上述第 1 实施形态及上述第 2 实施形态所说明的各投影型显示装置的投影透镜 110 地形成液晶显示装置（光学显示装置）160。在这样的构成中，液晶显示装置 160，由于辉度调制光阀成为图像的显示画面，故优选其构成为：使其尺寸比色调调制光阀大，且分辨率也高。

在液晶显示装置 160 中，尽管与色调调制光阀的大型化相对应地，有必要将出射侧透镜 95 也设定得大，但如图 22 所示，可以通过将出射侧透镜 95 形成为菲涅耳透镜化后的出射侧透镜 96，抑制成本增加。

在以上的实施形态及变形例中，图 1 所示的光源 10 对应于本发明的第 1~4 中任一种的一个光源，图 1 所示的投影透镜 110 对应于本发明的第 14 投影单元。

此外，图 1 及图 3 所示的液晶光阀 60B,60G,60R 对应于本发明的第 1、2、7 及 10~16 中的任一个的一个第 1 光调制元件；中继透镜 90 对应于本发明的第 1、2 及 9 中任一个的一个中继透镜；液晶光阀 100 对应于本发明的第 1、2、9、10 及 13~16 中任一个的一个第 2 光调制元件；通过分色镜 30、35、反射镜 36 和中继光学系统 40 进行的将来自光源 10 的白色光分别分光成 RGB 三原色的光的处理，对应于本发明的 2 的光分离单元；入射侧透镜 70B,70G,70R 对应于本发明的第 7 或 8 的第 1 聚光透镜；出射侧透镜 95 对应于本发明的第 9 的第 2 聚光透镜。

此外，图 1~图 3 所示的光合成用十字分色棱镜 80 对应于本发明的第 1、2 及 7 中任一个的一个光合成单元。

此外，图 17 及图 18 所示的光源 10 对应于本发明的第 2、3 及 4 中任一个的一个光源；液晶光阀 60B,60G,60R 对应于本发明的第 2、3、7 及

10~16 中任一个的一个第 1 光调制元件; 入射侧透镜 370B,370G,370R 和中继透镜 375B,375G,375R 对应于本发明的第 7 或 8 的第 1 聚光透镜; 反射镜 380B,380G,380R,385B,385G,385R 对应于本发明的第 3 或 4 的光传递装置; 出射侧透镜 95 对应于本发明的第 9 的第 2 聚光透镜; 液晶光阀 100 对应于本发明的第 2、6、9、10 及 13~16 中任一个的一个第 2 光调制元件; 投影透镜 110 对应于本发明的第 17 的投影单元。

此外, 图 17 所示的分光用十字分色棱镜 300 对应于本发明的第 2~4 中任一个的一个光分离单元; 图 17 所示的光合成用十字分色棱镜 80 对应于本发明的第 2~4 中任一个的一个光合成单元。

此外, 图 18 所示的分光及合成用十字分色棱镜 390 对应于本发明的第 6 的光分离单元及光合成单元。

此外, 图 19 所示的液晶光阀 60B,60G,60R 对应于本发明的第 1、2、3、7 及 10~16 中任一个的一个第 1 光调制元件; 入射侧透镜 70B,70G,70R 对应于本发明的第 7 或 8 的第 1 聚光透镜; 光合成用十字分色棱镜 80 对应于本发明的第 1、2 及 7 中任一个的一个光合成单元; 中继透镜 90 对应于本发明的第 1、2 及 7 中任一个的一个中继透镜; 出射侧透镜 95 对应于发明 7 的第 2 聚光透镜; 液晶光阀 100 对应于本发明的第 1、2、9、10 及 13~16 中任一个的一个第 2 光调制元件; 投影透镜 110 对应于本发明的第 17 的投影单元。

此外, 图 20 所示的十字分色镜 85 对应于本发明的第 5 的十字分色镜。

图 21 所示的液晶光阀 60B,60G,60R 对应于本发明的第 1、2、3、7 及 10~16 的任一个的一个第 1 光调制元件; 入射侧透镜 70B,70G,70R 对应于本发明的第 7 或 8 的第 1 聚光透镜; 光合成用十字分色棱镜 80 对应于

本发明的第 1、2 及 7 中任一个的一个光合成单元；中继透镜 90 对应于本发明的第 1、2 及 7 中任一个的一个中继透镜；出射侧透镜 95 对应于本发明的第 9 的第 2 聚光透镜；液晶光阀 100 对应于本发明的第 1、2、9、10 及 13~16 中任一个的一个第 2 光调制元件；投影透镜 110 对应于本发明的第 17 的投影单元。

此外，图 22 所示的光源 10 对应于本发明的第 1~4 中任一个的一个光源；液晶光阀 60B,60G,60R 对应于本发明的第 1、2、3、7 及 10~16 中任一个的一个第 1 光调制元件；入射侧透镜 70B,70G,70R 对应于本发明的第 7 或 8 的第 1 聚光透镜；光合成用十字分色棱镜 80 对应于本发明的第 1、2 及 7 中任一个的一个光合成单元；中继透镜 90 对应于本发明的第 1、2 及 7 中任一个的一个中继透镜；出射侧透镜 96 对应于本发明的第 9 的第 2 聚光透镜；液晶光阀 100 对应于本发明的第 1、2、9、10 及 13~16 中任一个的一个第 2 光调制元件。

此外，本文中所述的用于由中继透镜 90 及出射侧透镜 95 所构成的光传递系统中的非球面透镜对应于本发明的第 11 的非球面透镜；适用于包含中继透镜 90 及出射侧透镜 95 所构成的光传递系统中的消色差透镜对应于本发明的第 12 的消色差透镜。

此外，在上述实施形态中，构成为使用辉度调制光阀和色调调制光阀两级地对光的辉度进行调制，但不限于此，也可以构成为采用两套辉度调制光阀分两级地对光的辉度进行调制。

此外，在上述实施形态中，将有源矩阵型的液晶显示元件用作液晶光阀 60B,60G,60R,100 地构成，但不限于此，也可以将无源矩阵型的液晶显示元件及分节型的液晶显示元件用作液晶光阀 60B,60G,60R,100 地构成。有源矩阵型的液晶显示具有可以进行精密的灰度等级显示的优点，无

源矩阵型的液晶显示元件及分节型的液晶显示元件具有可以低价地制造的优点。

此外,在上述实施形态中,投影型显示装置 1, 130~150 及液晶显示装置 160,设置透射型的光调制元件而构成,但不限于此,也可以用 DMD (数字微镜元件)等的反射型的光调制元件构成由辉度调制光阀或色调制光阀。

此外,在上述实施形态中,在进行图 11 的流程图所示的处理时,对运行预先存储在 ROM172 中的控制程序的情况进行了说明,但不限于此,也可以从存储表示这些步骤的程序的存储媒介中将该程序读入到 RAM174 中加以运行。

在此,所谓的存储媒介是指 RAM、ROM 等的半导体存储媒介,FD、HD 等的磁存储型存储媒介,CD、CDV、LD、DVD 等的光读取方式存储媒介,MO 等的磁存储型/光读取方式存储媒介,无论是电、磁、光等的读取方法中的哪一种方式,只要是用计算机可读取的存储媒介,所有的存储媒介都被包括在其中。

此外,在上述实施形态中,将射出白色光的单个的光源用作光源 10,将该白色光分光成 RGB 三原色的光地进行,但不限于此,也可以采用与 RGB 三原色分别对应地射出红色光的光源、射出蓝色光的光源和射出绿色光的光源的三个光源,而省去对白色光进行分光的装置的结构。

此外,在上述实施形态中,作为用于将前级的液晶光阀的光学像在后级的液晶光阀上成像的中继光学系统主要采用了透射型的中继元件(透镜),但不限于此,也可以主要采用反射型的中继元件(反射镜)。

图 23~图 25 模式地表示由反射镜构成的反射型中继光学系统结构的例子。

图 23 的中继光学系统,由经由 1 个凹面镜 500 使前级光阀 501 的光学像成像于后级光阀 502 上的结构形成。即,在该中继光学系统中,通过一次反射完成成像关系(两个光阀 501, 502 形成基本共轭的关系)。凹面镜 500 可以是球面镜,也可以是不具备轴对称性的非球面镜。

图 24 及图 25 的中继光学系统,为了得到高的成像性能,由通过多次反射完成成像关系的结构形成。也就是说,在图 24 及图 25 的中继光学系统中,通过在光路上配置有多个反射型光学元件(镜),进行像差修正,使中继光学系统的成像性能提高。进而,在这种情况下,通过包括有平面镜,可以提高配置的自由度。

具体而言,图 24 的中继光学系统,具有两个凹面镜 510, 511 和用于将凹面镜 510 的反射光导入到凹面镜 511 上的平面镜 512。从前级光阀 501 射出的光束,按照凹面镜 510、平面镜 512、凹面镜 511 的顺序被反射后,入射到后级光阀 502。此外,在本例中,平面镜 512 具有相当于光阑的功能。此外,也可以将凹面镜 510 和凹面镜 511 一体地构成。

图 25 的中继光学系统,具有两个凹面镜 520, 521 和两个平面镜 522, 523。从前级光阀 501 射出的光束,按照凹面镜 520、平面镜 522、平面镜 523、凹面镜 521 的顺序被反射后,入射到后级光阀 502。也可以在平面镜 522 和平面镜 523 之间的光路上配置光阑。

这样形成的反射型中继光学系统有利于减小像差(例如色像差)。即,在反射型的中继光学系统中,可以避免因采用透射型的中继元件(透镜)而引起的像差(例如色像差)的产生。

此外,图 24 及图 25 所示的中继光学系统,通过采用多个反射镜而具有两侧远心性。因此,可以可靠地实现在后级光阀的画面上成像的像的亮度、色彩和对比度等的均一化,可以得到显示质量良好的图像。

此外，在图 24 及图 25 的中继光学系统中，通过采用凹面镜或凸面镜（分别包括非球面镜）来取代平面镜，也可以形成易于进行像面的像差修正的结构。

此外，用于上述反射型的中继光学系统的反射镜，除了在基板上形成铝或银等的金属膜的形态之外，也可以采用具有电介质多层膜的反射膜（增反射膜）的形态和将两者组合的形态等。电介质多层膜的反射膜，例如，可以通过在玻璃或硅等的基板上将高折射率膜和低折射率膜交互叠层而形成，可以利用膜分界面上的反射光的干涉得到高反射率。

以上，对本发明的优选实施形态进行了说明，但本发明不限于这些实施形态。在不偏离本发明的主旨的范围内，可以进行结构的添加、省略、置换及其他的变更。本发明不限定于前述的说明，仅由附加的技术方案的范围限定。

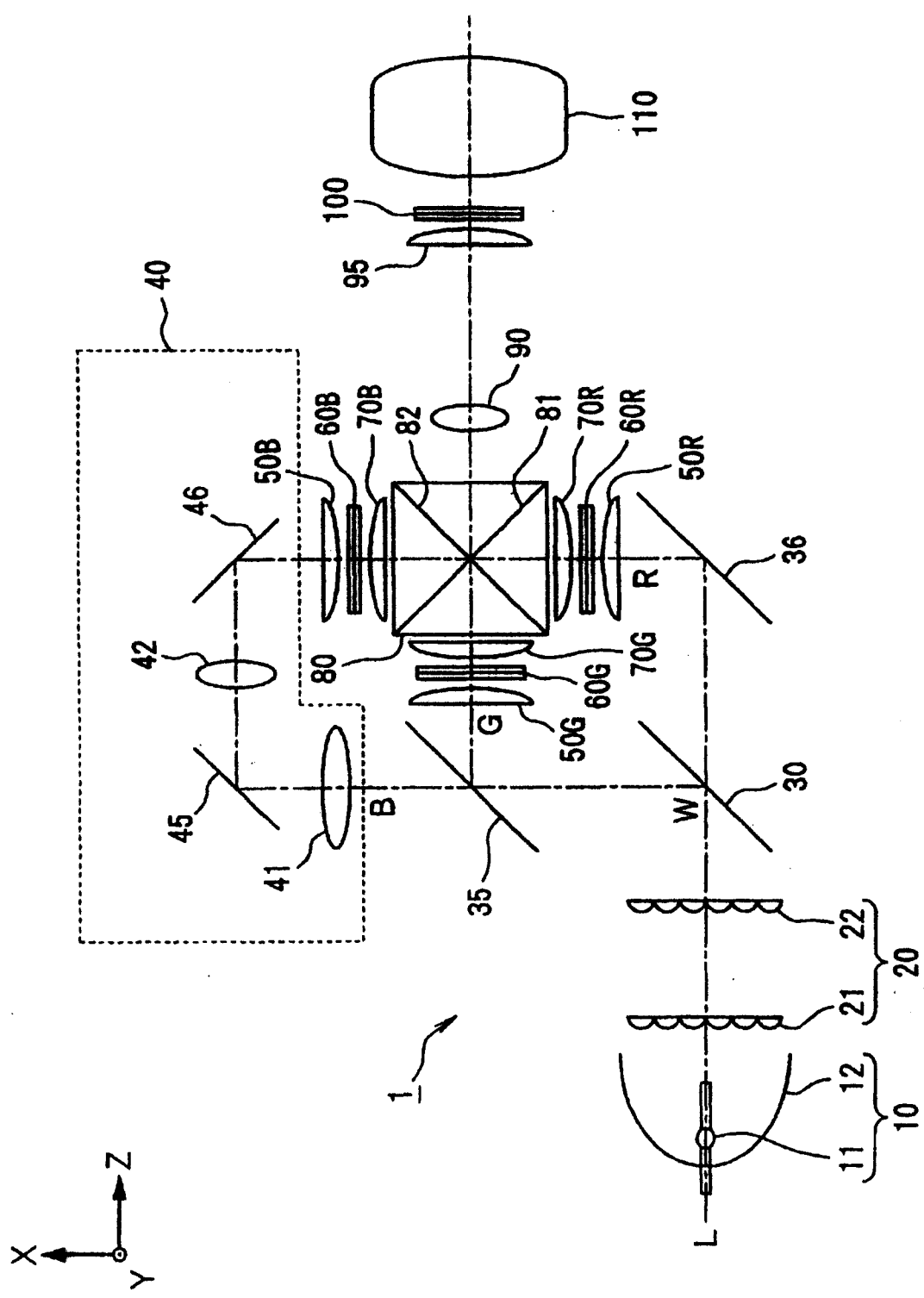


图 1

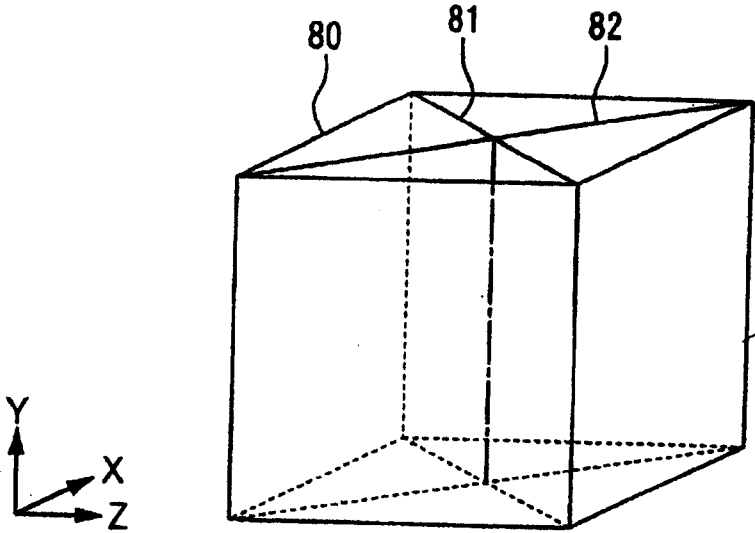


图 2

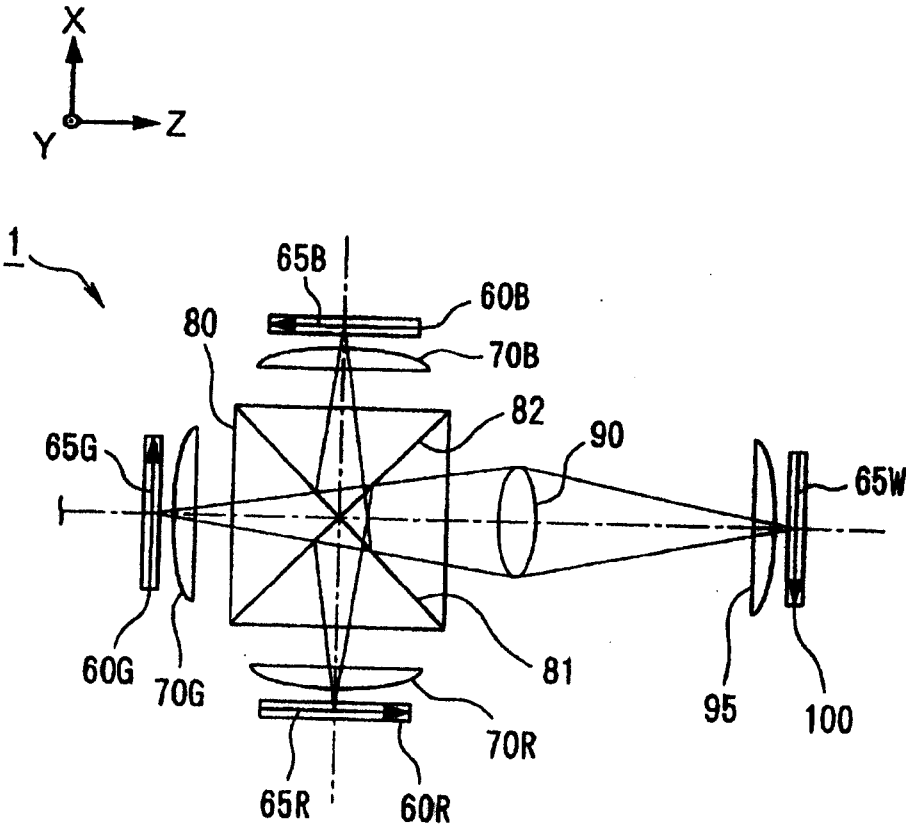


图 3

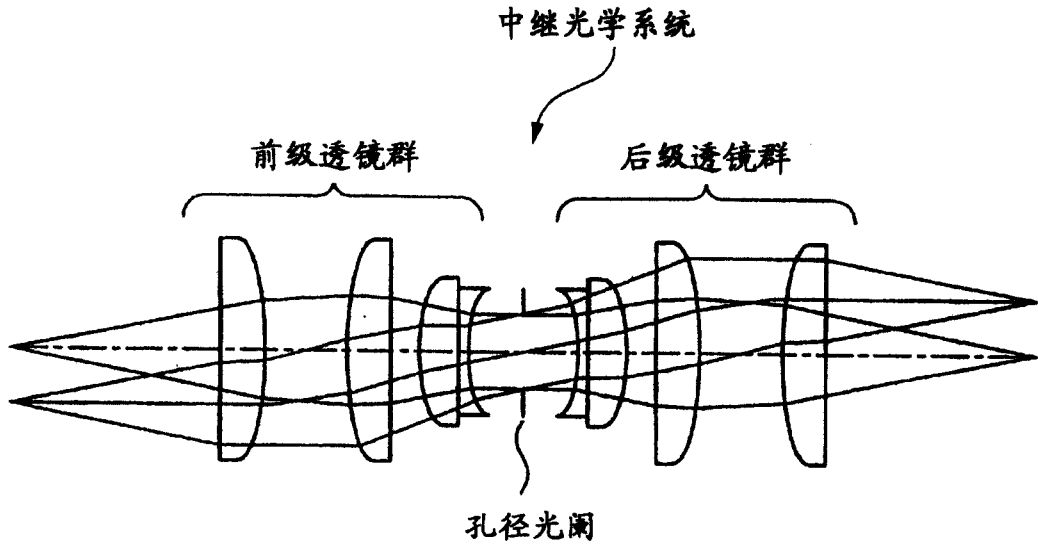


图 4

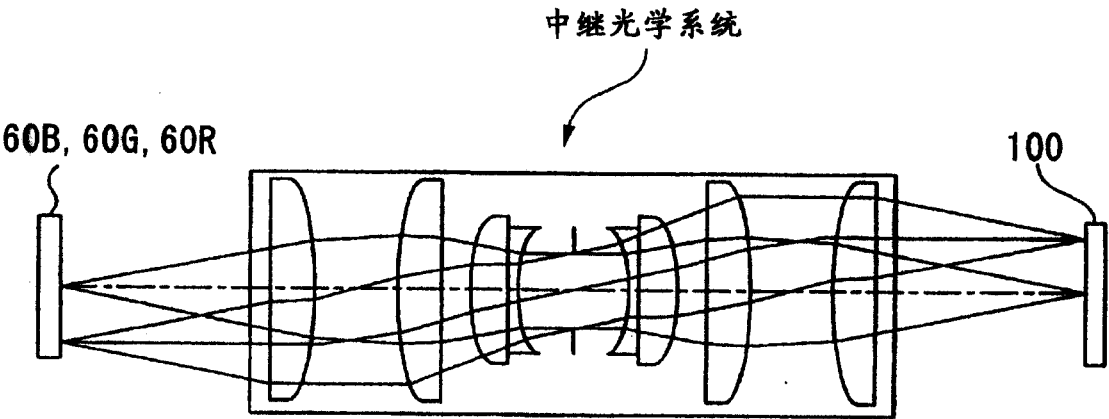


图 5

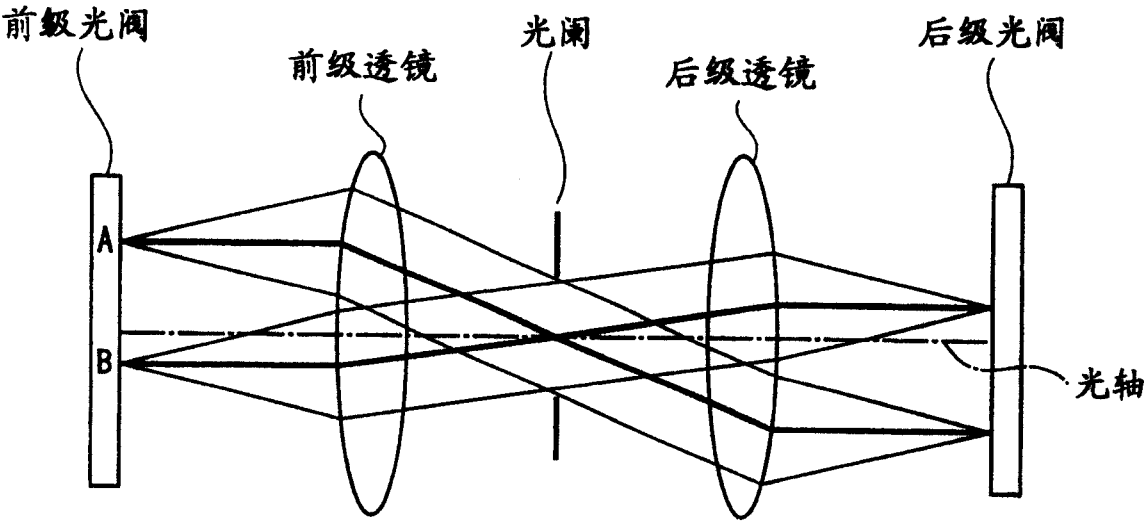


图 6A

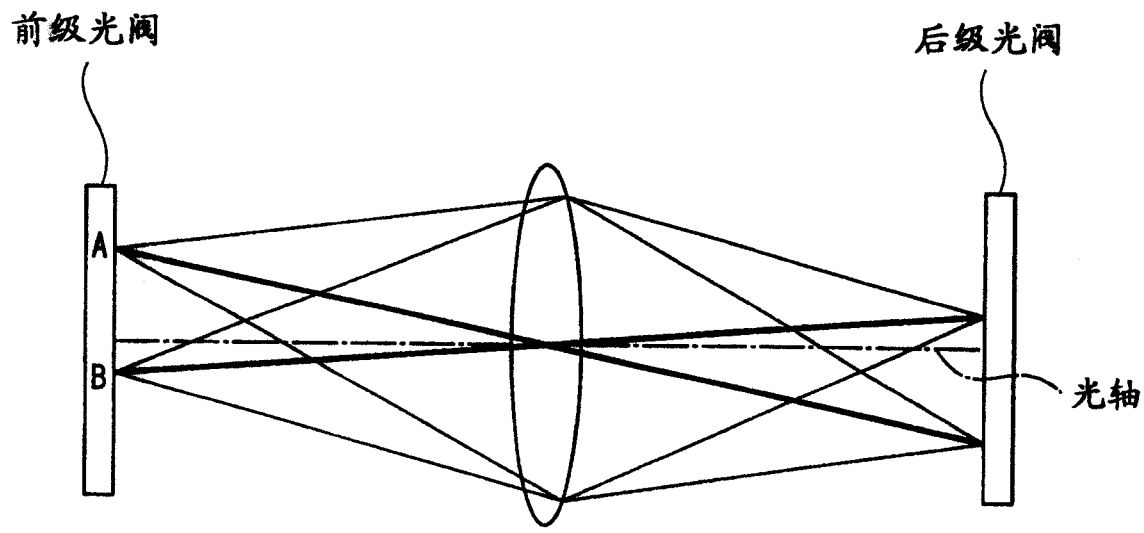


图 6B

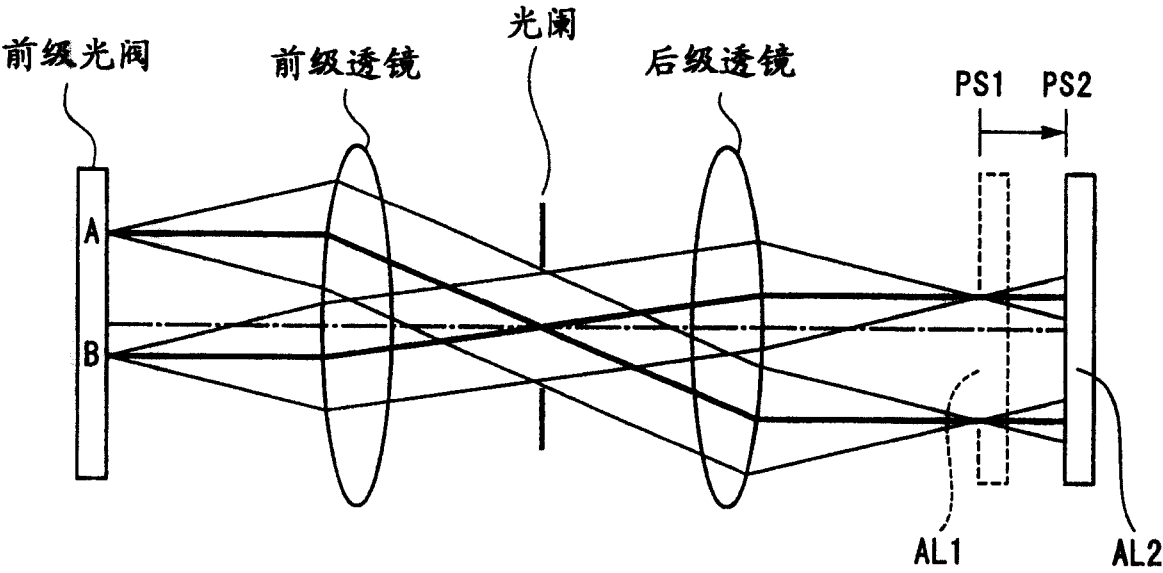


图 7A

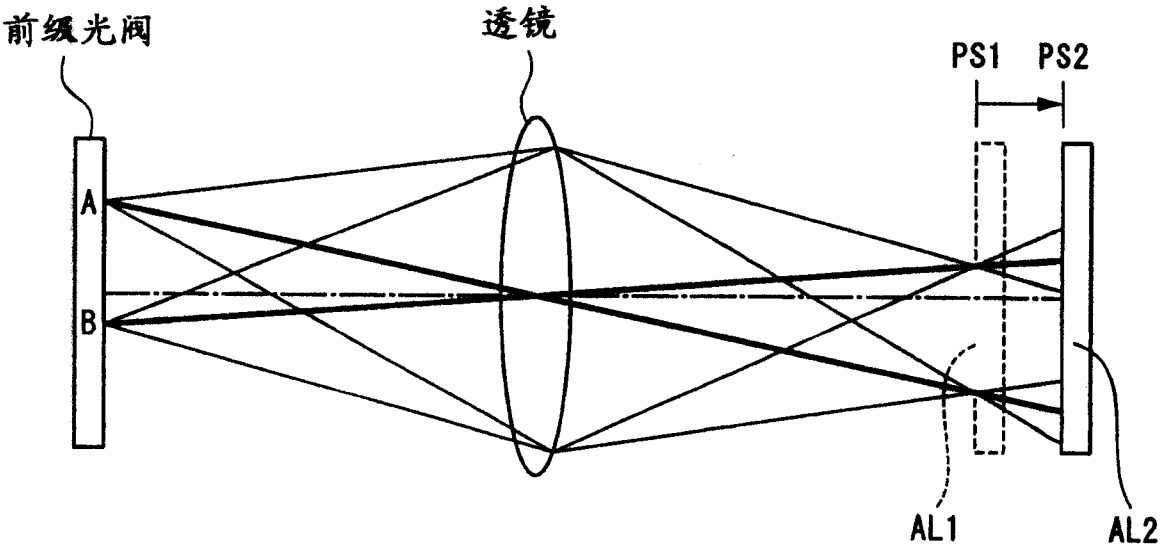


图 7B

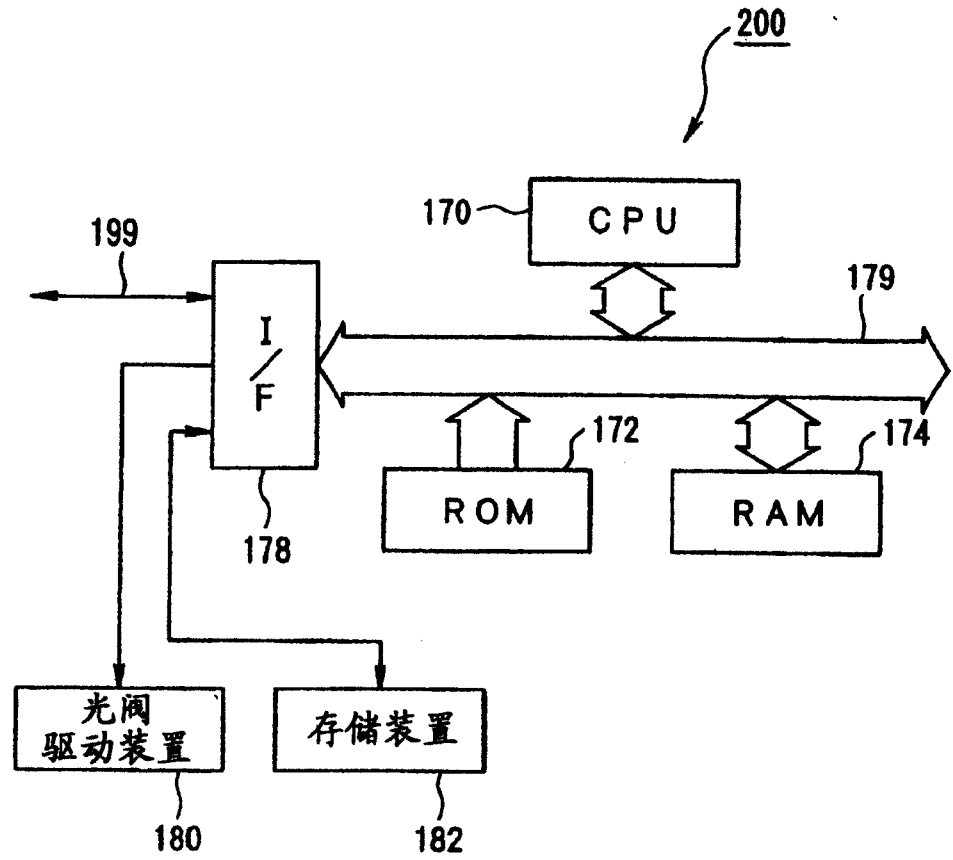


图 8

400

控制值	0	1	2	3	4	5
透射率	0.003	0.006	0.009	0.012	0.017	0.025
控制值	6	7	8	9	10	11
透射率	0.038	0.06	0.09	0.15	0.23	0.33
控制值	12	13	14	15		
透射率	0.44	0.52	0.57	0.6		

图 9

420R
↙

控制值	0	1	2	3	4	5
透射率	0.004	0.007	0.010	0.013	0.018	0.028
控制值	6	7	8	9	10	11
透射率	0.04	0.07	0.10	0.16	0.24	0.35
控制值	12	13	14	15		
透射率	0.45	0.52	0.57	0.6		

图 10

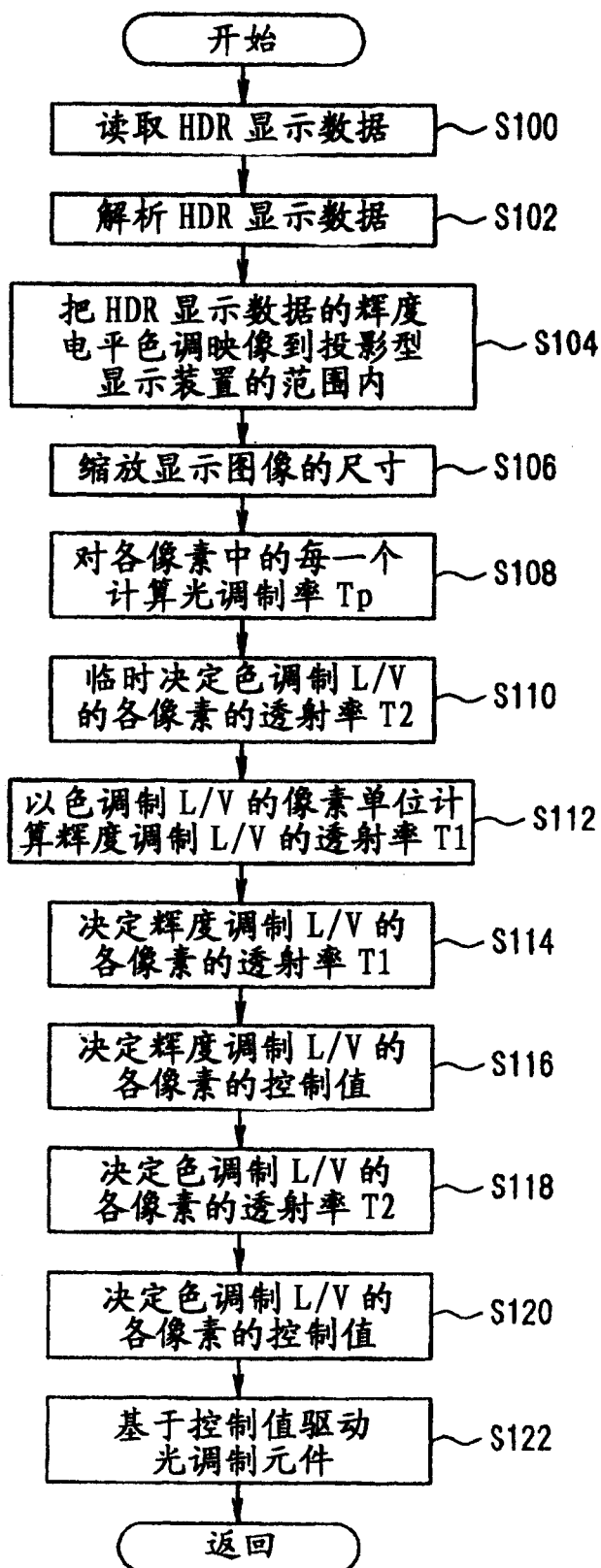


图 11

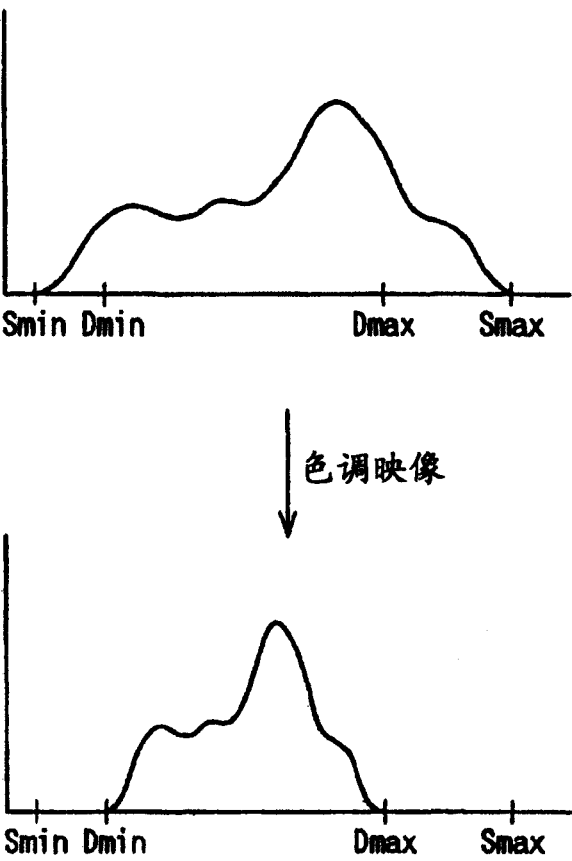


图 12

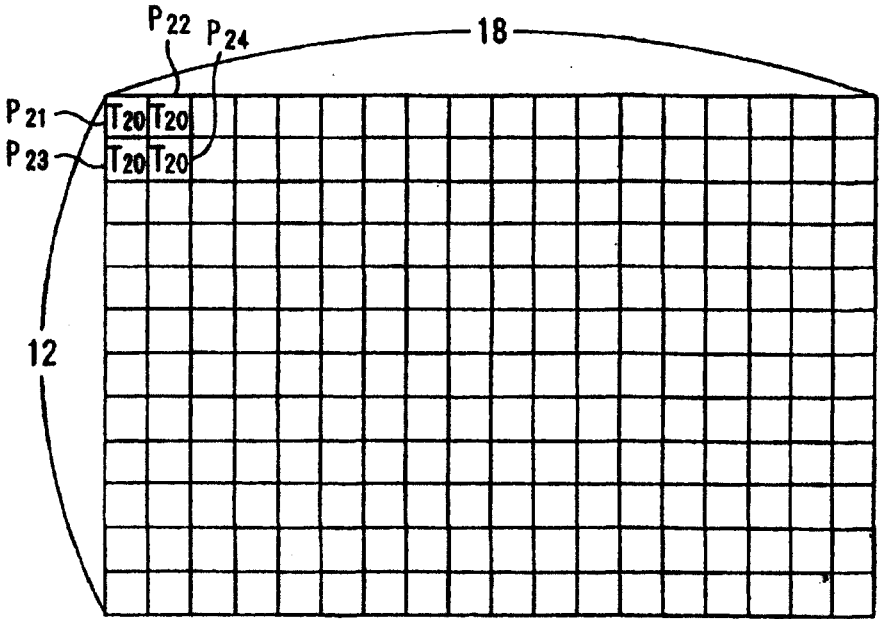


图 13

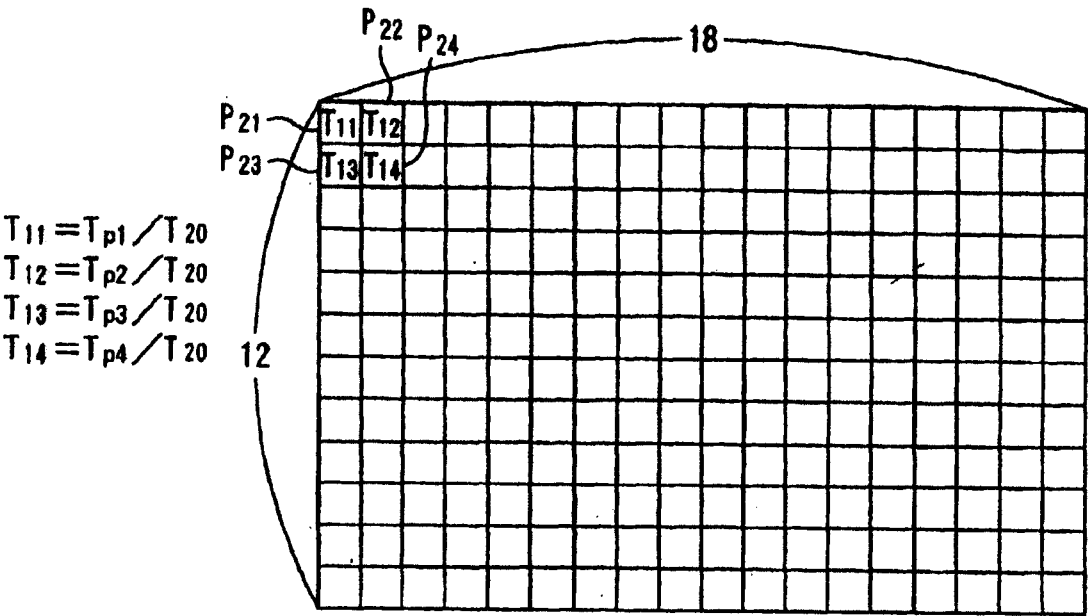
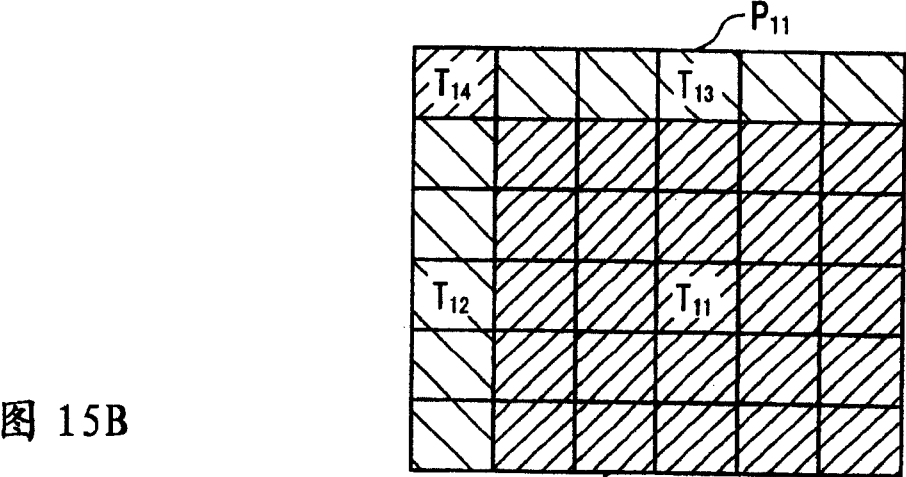
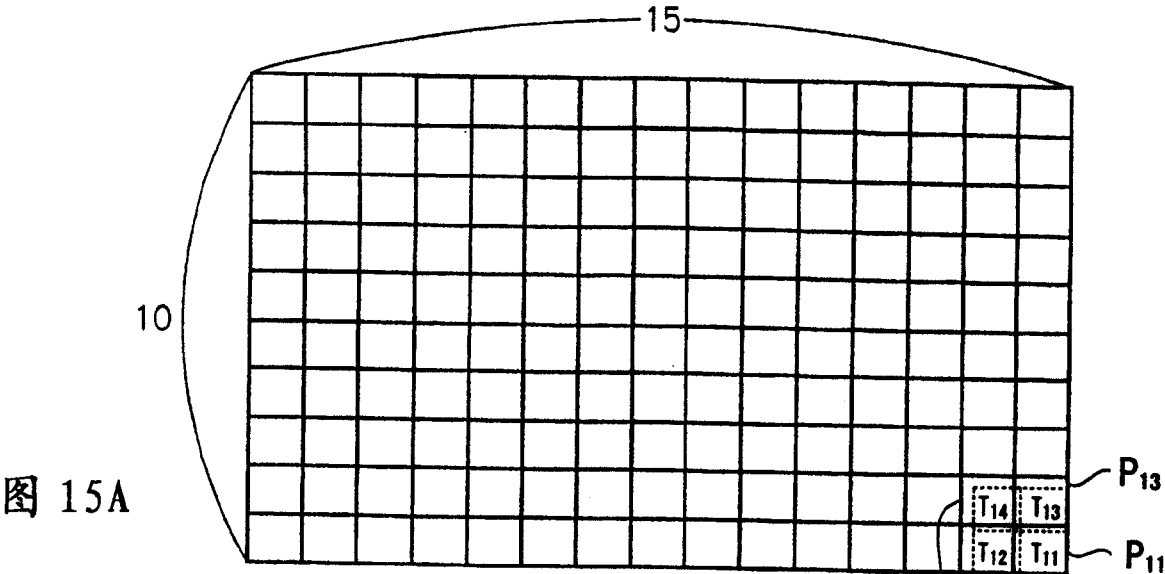
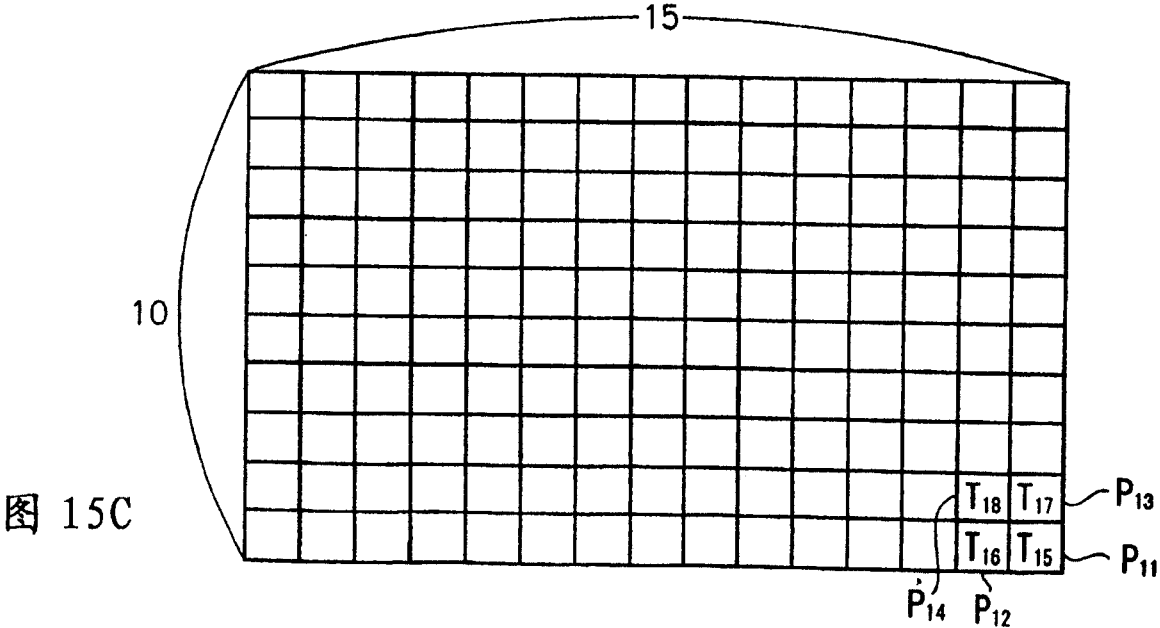
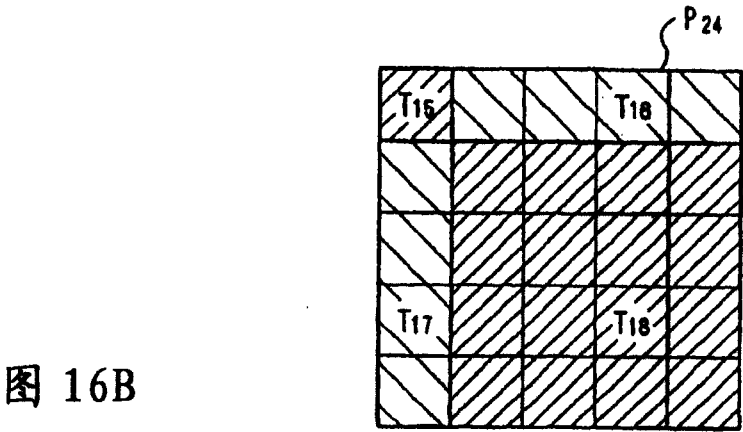
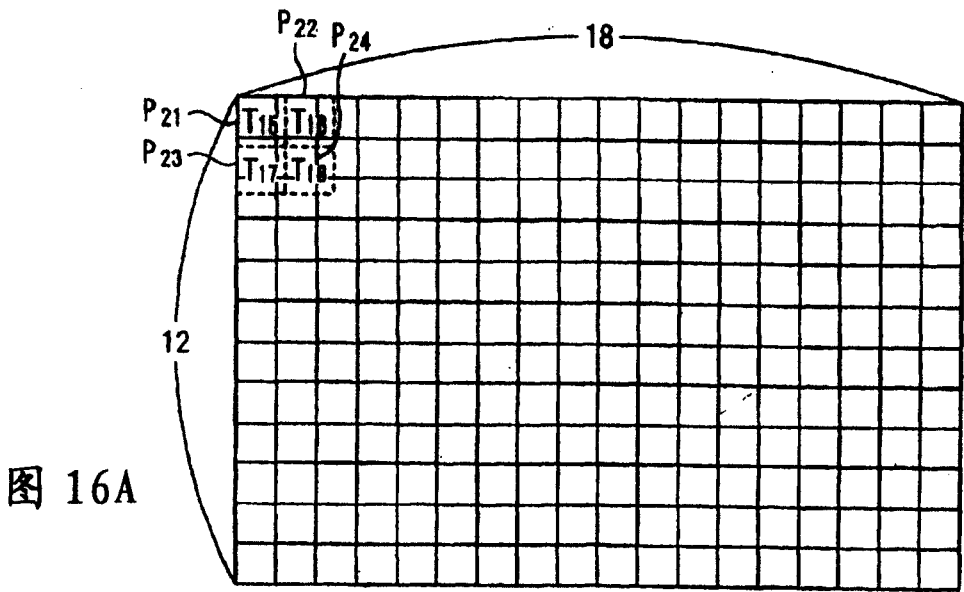


图 14

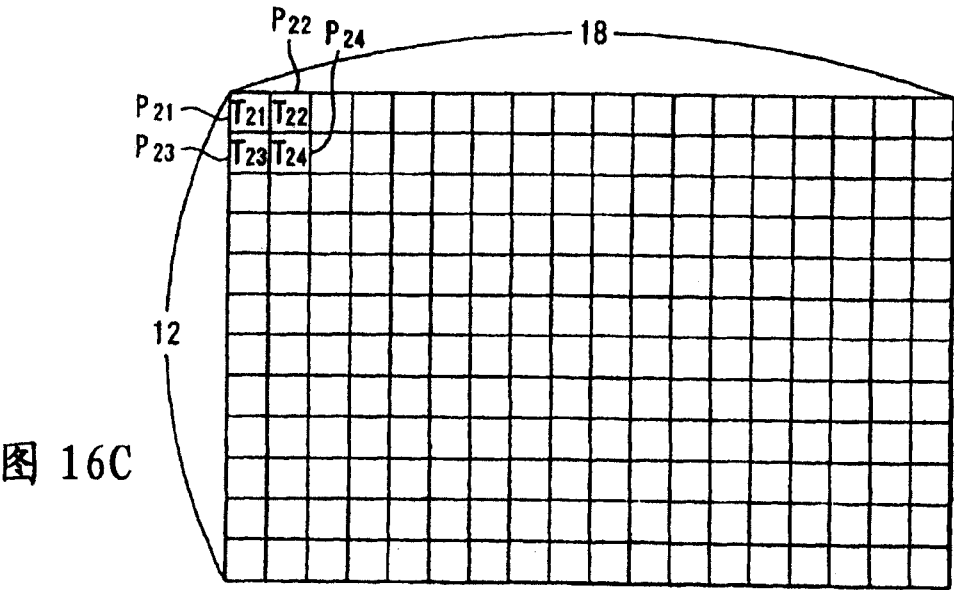


$$T_{15} = (T_{11} \times 25 + T_{12} \times 5 + T_{13} \times 5 + T_{14} \times 1) / 36$$





$$T_{19} = (T_{15} \times 1 + T_{16} \times 4 + T_{17} \times 4 + T_{18} \times 16) / 25$$



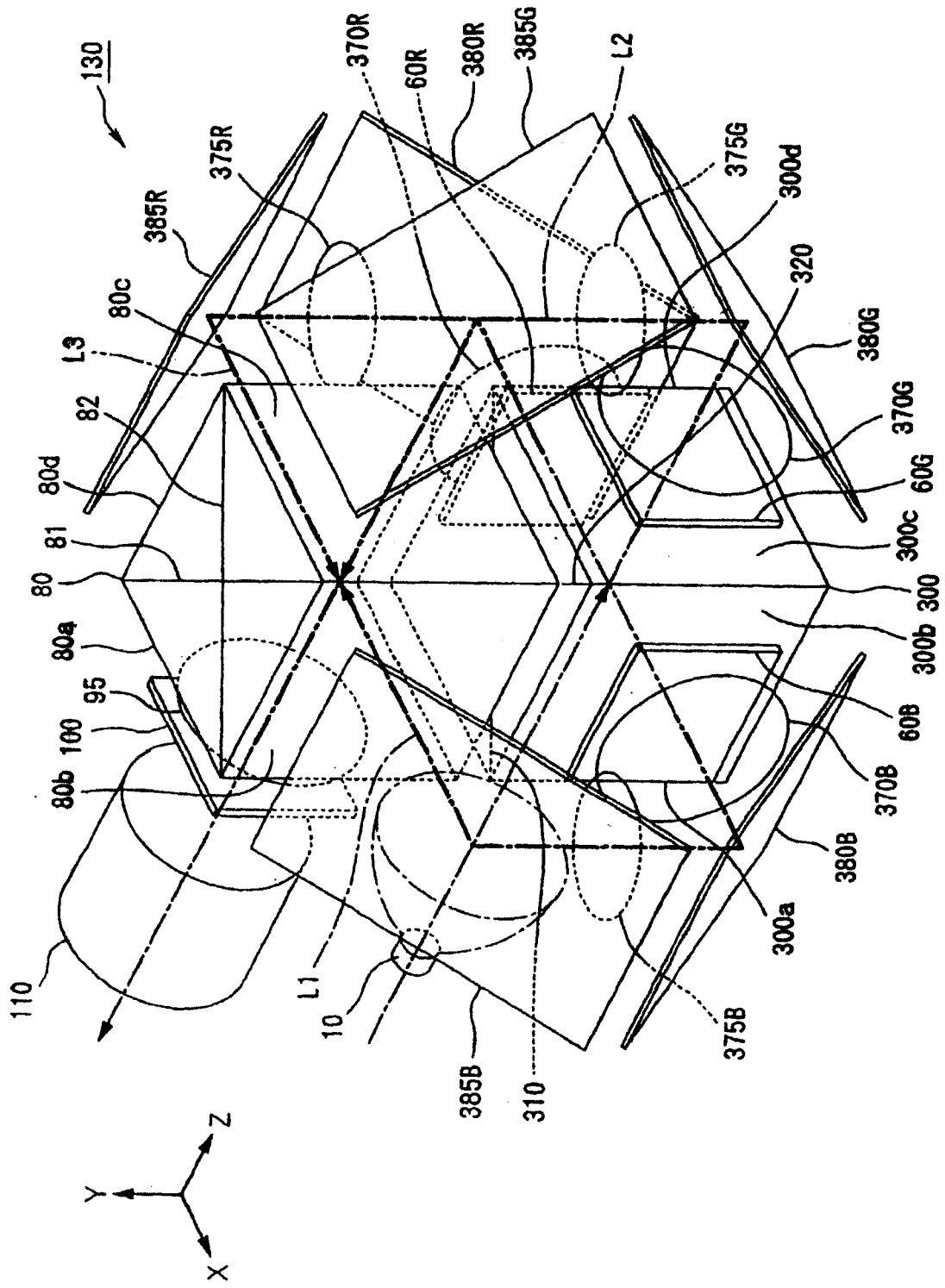


图 17

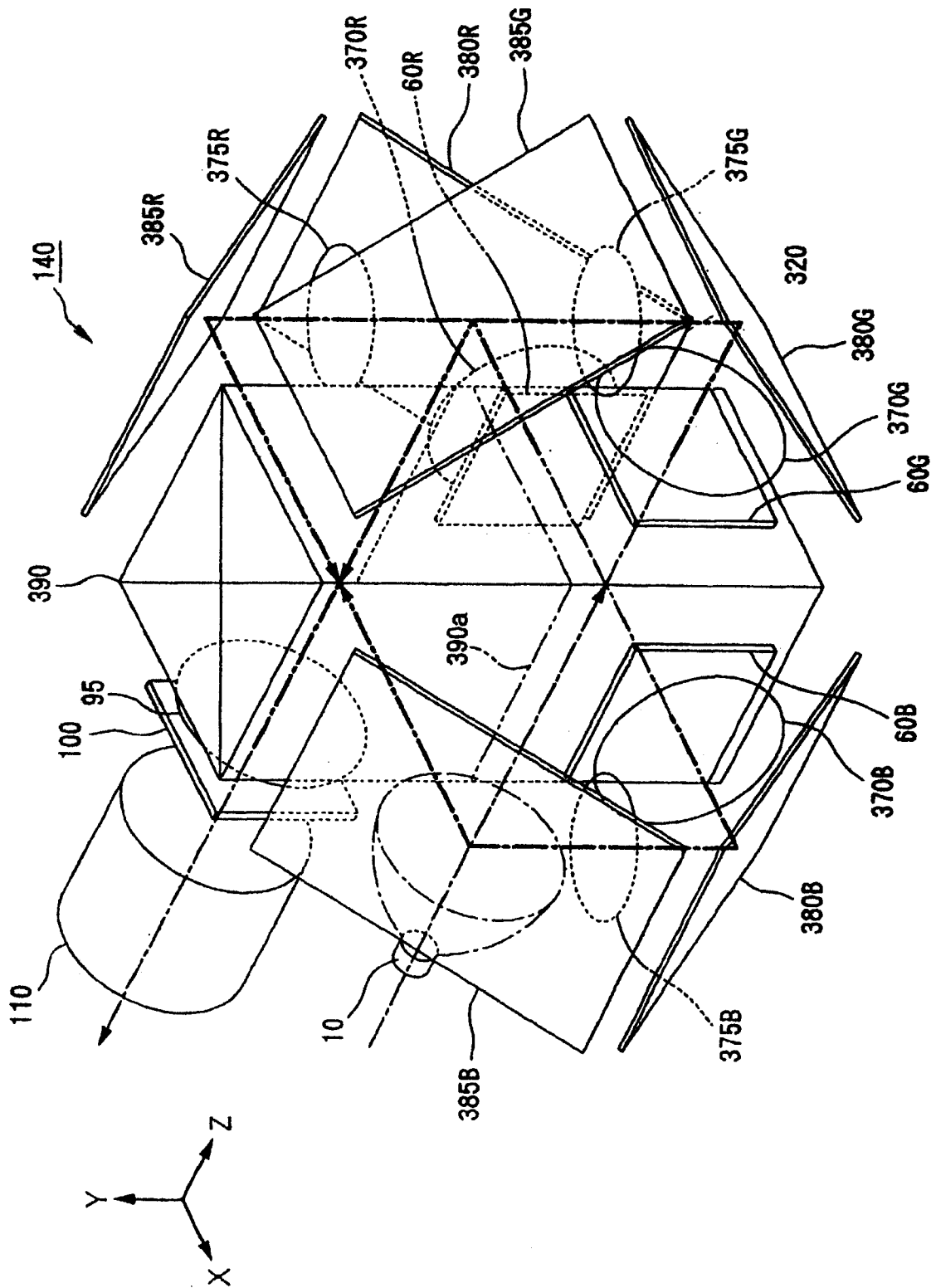


图 18

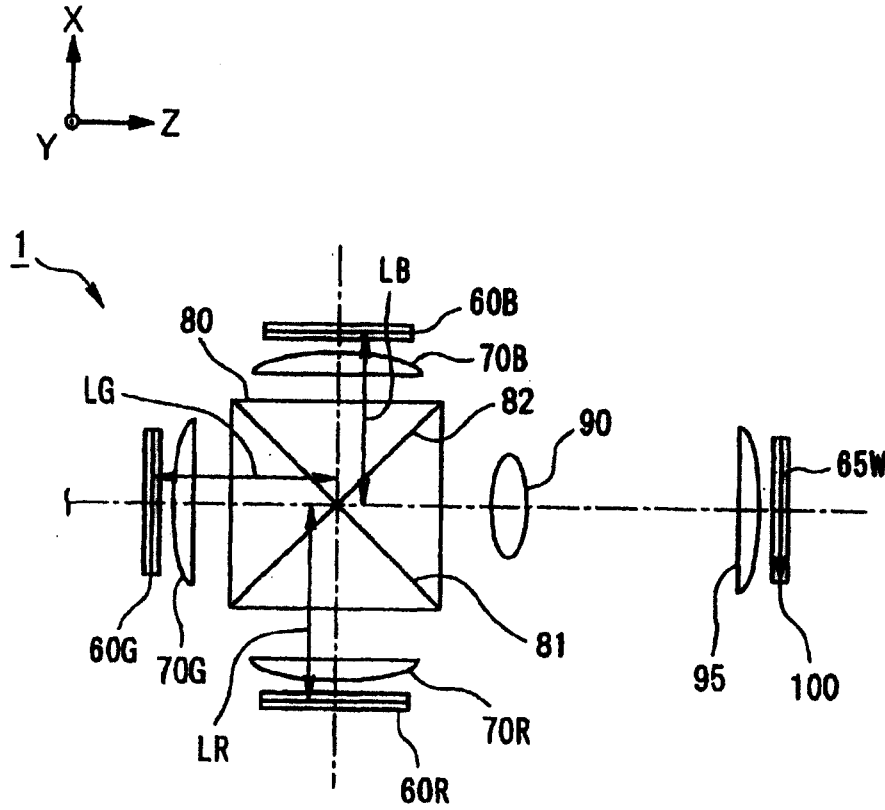


图 19

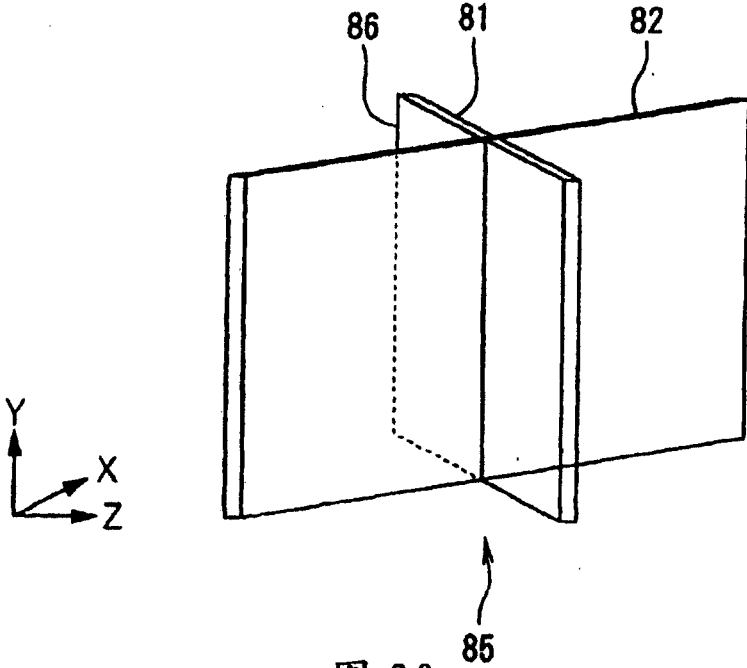


图 20

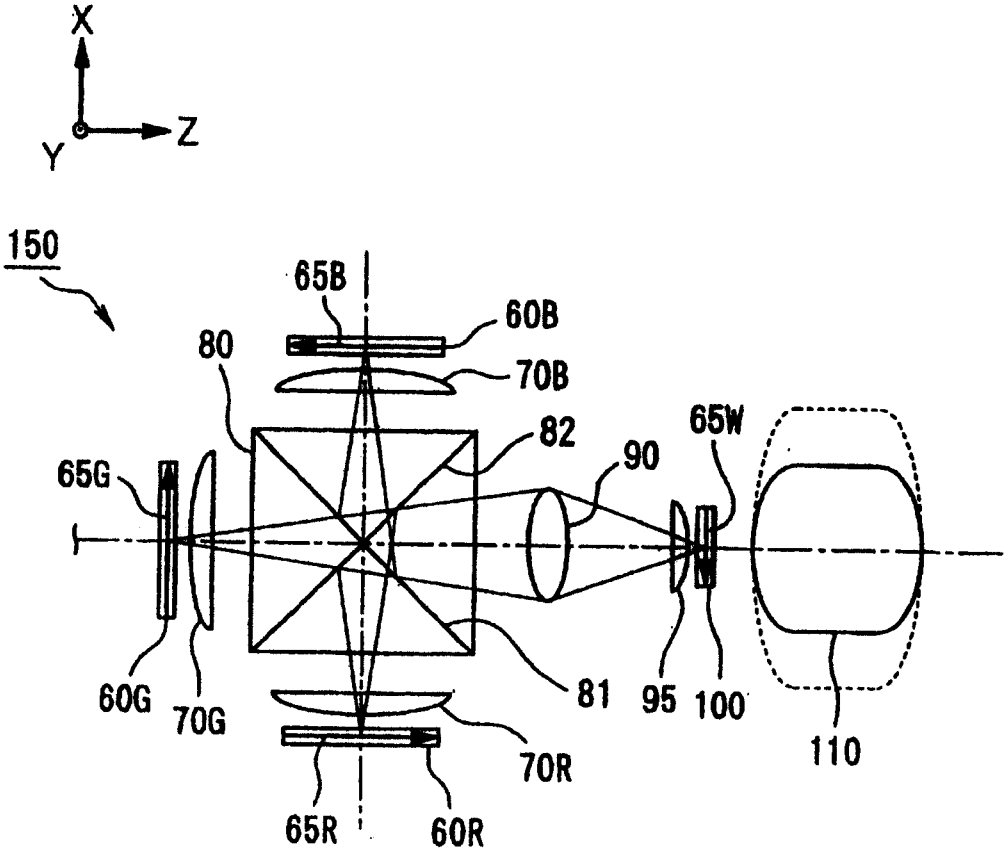


图 21

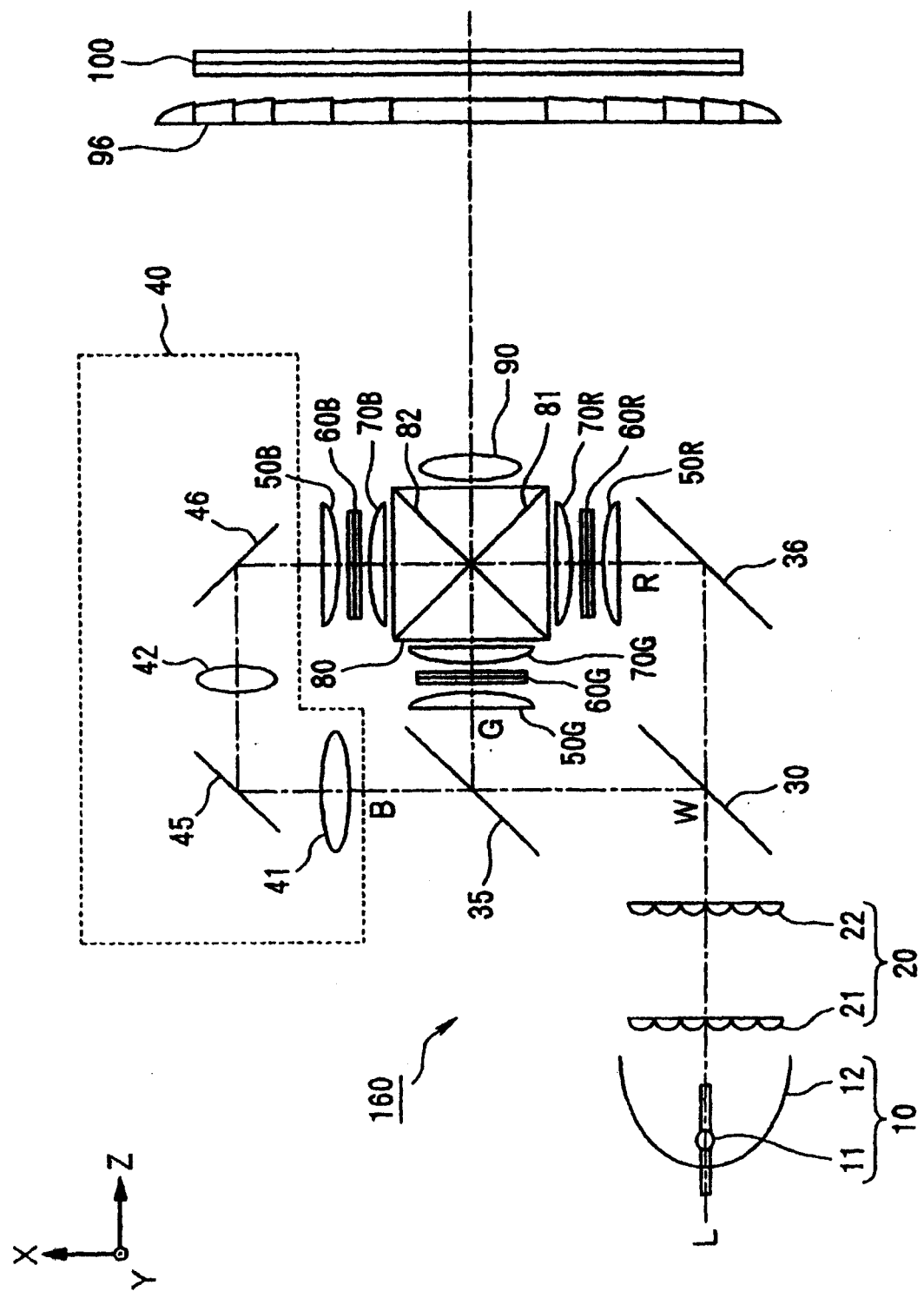


图 22

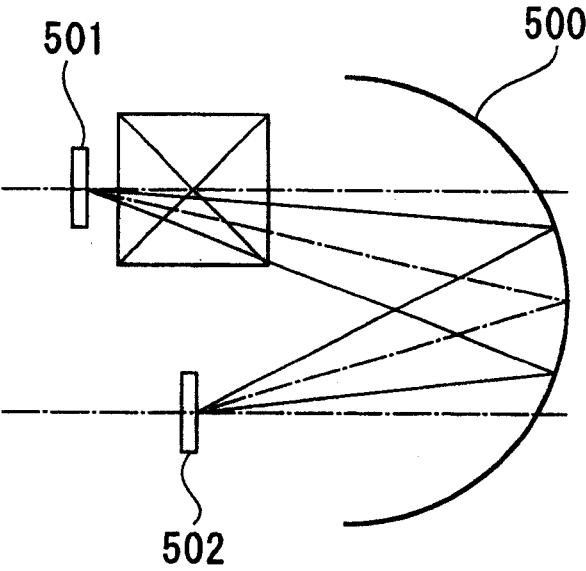


图 23

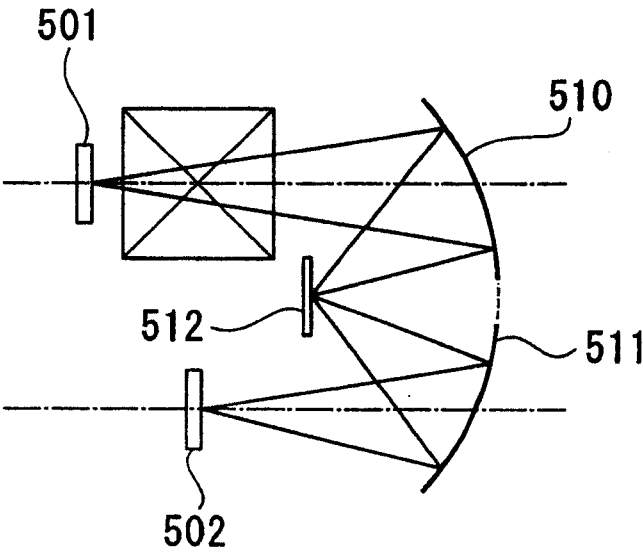


图 24

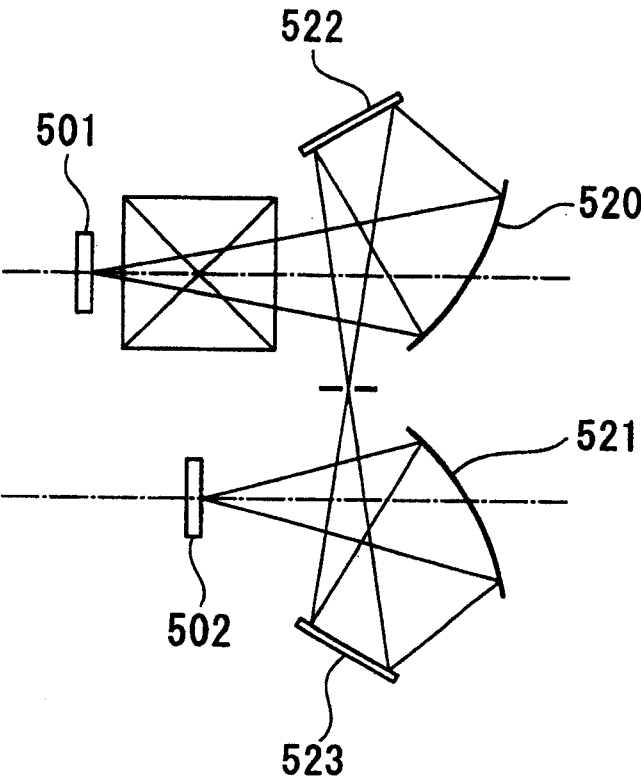


图 25