

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 27/18 (2006.01)

G03B 21/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410006023.X

[45] 授权公告日 2008 年 6 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 100394249C

[22] 申请日 2004.2.27

[21] 申请号 200410006023.X

[30] 优先权

[32] 2003.2.27 [33] KR [31] 12292/2003

[73] 专利权人 LG 电子有限公司

地址 韩国首尔

[72] 发明人 权纯炯

[56] 参考文献

US 2002/0008856A1 2002.1.24

US 2002/0149939A1 2002.10.17

US 6129437A 2000.10.10

审查员 郭 栋

[74] 专利代理机构 北京金信立方知识产权代理有限公司

代理人 张金海

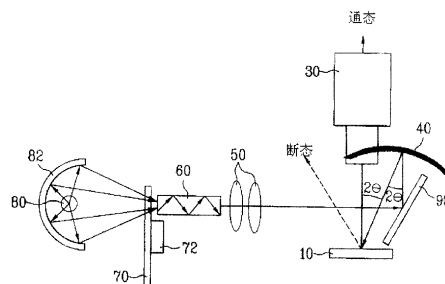
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 5 页

[54] 发明名称

显示光学系统

[57] 摘要

本发明提供一种投影型显示光学系统以解决梯形失真的问题，并改善照射效率及图象的对比度均匀性。该投影型显示光学系统包括：光源；作为图象显示装置的 DMD，光源发射的光束照射其上；和安装在光源和图象显示装置之间的照射单元，包括：棒状透镜，作为光学器件用于统一来自光源的入射光亮度分布并发出亮度均匀的光线；第一透镜，用于传送棒状透镜发射的光线；第二透镜，从第一透镜传送的光线入射到它上面；和投影部件用于放大和投射在图象显示装置上形成的图象到屏幕上，其中第一和第二透镜以第一透镜的光轴与第二透镜的光轴彼此不重合的方式设置，因此，在棒状透镜的发射表面传送第一和第二透镜组时形成的表面图象不倾斜于图象显示装置的表面。



1、一种显示光学系统，包括：

光源；

图象显示装置，其接收光源发射的光束；

安装在光源和图象显示装置之间的照射单元，包括：光学装置，用于输出从光源输入的光束；第一透镜，用于传送由光学装置发射的光线；以及第二透镜，从第一透镜传送的光线入射到它上面；和

投影部件，用于投射在图象显示装置上形成的图象到屏幕上，

其中第一透镜、第二透镜和投影部件的投影透镜的光轴均为平行。

2、如权利要求1所述的显示光学系统，所述的图象显示装置是数字微镜装置。

3、如权利要求1所述的显示光学系统，所述的光学装置是棒状透镜，其统一来自光源的入射光线的亮度分布并发出亮度均匀的光线。

4、如权利要求3所述的显示光学系统，其中，第二透镜的中心轴相对于第二透镜和棒状透镜光轴之间的交叉点是偏心的。

5、如权利要求4所述的显示光学系统，其中第二透镜的中心轴相对于第二透镜和棒状透镜光轴之间的交叉点是向上偏心的，并且第一透镜的光轴与棒状透镜的光轴是重合的。

6、如权利要求5所述的显示光学系统，其中第一透镜的光轴与棒状透镜的中心轴是重合的。

7、如权利要求1所述的显示光学系统，其中第二透镜的光轴与第一透镜光轴不重合，因此，在从棒状透镜的表面射出的光线透过第一和第二透镜时形成的表面图象不倾斜于图象显示装置的表面。

8、如权利要求 1 所述的显示光学系统，其中第二透镜相对于第一透镜的光轴是偏心的，因此，在从棒状透镜的表面射出的光线透过第一和第二透镜时形成的表面图象不倾斜于图象显示装置的表面，并且第二透镜的光轴平行于第一透镜光轴。

9、如权利要求 1 所述的显示光学系统，其中，如果光线沿第一透镜的光轴入射到第二透镜并由第二透镜发射，在第二透镜的发射光线与第一透镜的光轴之间的角度等于接通状态的图象显示装置的发射光线与第二透镜的发射光线之间的角度。

10、如权利要求 9 所述的显示光学系统，其中用于改变光线的光路的反射镜安装在第一透镜与第二透镜之间。

11、如权利要求 1 所述的显示光学系统，其中第二透镜是反射型透镜。

12、如权利要求 11 所述的显示光学系统，其中第二透镜具有非球面。

13、一种显示光学系统，包括：

光源；

图象显示装置，其包括接收光源发射的光束的数字微镜装置；和

安装在光源和图象显示装置之间的照射单元，包括：棒状透镜，作为光学器件用于统一来自光源的入射光线的亮度分布并发出亮度均匀的光线；第一透镜，用于传送棒状透镜发射的光线；第二透镜，从第一透镜传送的光线入射到它上面；和

投影部件，用于放大和投射在图象显示装置上形成的图象到屏幕上，

其中第一透镜和第二透镜以该第二透镜的光轴与第一透镜的光轴平行但不相互重合的方式设置，因此，在从棒状透镜射出的光线透过第一透镜和该第二透镜时形成的表面图象不倾斜于图象显示装置的表面。

14、一种显示光学系统，包括：

发光的光源；

数字微镜装置，其有选择地反射部分光；和

设置在光源和数字微镜装置之间的多个光学元件，其中所述光通过该多个光学元件并且该多个光学元件将所述光充分地均匀投射到所述数字微镜装置的表面，以便所述光与数字微镜装置的表面区域充分重合，其中所述多个光学元件包括：

接收从光源发出光的棒状透镜，其统一光的亮度分布并发出亮度均匀的光束；

第一透镜，用于传送由棒状透镜接收的光束；以及

反射从第一透镜接收的光束的非球面镜，其中棒状透镜和第一透镜被沿着它们的光轴设置，以便棒状透镜和第一透镜的中心轴重合；和

该非球面镜离开棒状透镜和第一透镜的光轴设置，以便该非球面镜的中心轴与棒状透镜和第一透镜的光轴及中心轴不重合，并且棒状透镜和第一透镜的光轴与该非球面镜的中心轴是平行的。

显示光学系统

技术领域

本发明一般地涉及显示光学系统,尤其涉及基于 DMD 的采用投影型显示光学系统的照射装置。

背景技术

随着图象投影设备,也称作投影仪在很多领域的广泛使用,目前已有各种类型的投影仪投入市场或在开发中。近来在图象投影设备的技术中的发展趋势是提高亮度并开发小巧/轻便的图象投影设备。

图象投影设备的光学系统包括用作光源的灯,照射单元,其用于将灯发出的光源照射到图象显示设备上,和投影单元,其用于放大和投射显示在图象显示装置上的图象到屏幕上。

高压水银灯通常用作这种灯。至于图象显示装置,液晶显示装置和 DMD (数字微镜装置)被广泛使用。

上面所述的 DMD,其具有各具有一微镜的许多象素的二维阵列,DMD 通过由为每个象素而各自排列的存储元件引起的静电场效应分别地控制各反射镜的倾斜并改变反射光线的反射角度从而导致开/关状态。

根据在投影型显示中所使用的图象显示装置的数量,该光学系统被分为单板、双板和三板光学系统。与近来的追求小巧/轻便和低价位的趋势保持一致,现采用单芯片图象显示装置。

有三种构造采用单芯片图象显示装置的图象投影设备的方法。

首先，显示装置包括红、绿、和蓝（R，G，B）滤色器。其次，光在外部可被分成 R，G，和 B 色且同时照射到显示装置上。第三，光可被分成 R，G，和 B 三色且以一定的间隔照射。

与上述方法不同，本发明将基于第三种方法，也就是，光可被分成 R，G，和 B 三色且以一定的间隔照射。

由于采用第三种方法，单板图象显示装置所需的响应速度至少要比三板图象显示装置快三倍。在目前所使用的图象显示装置中 DMD™ 将满足这个条件。

图 1 所示为现有技术的 DMD 的简化结构，和作为显示装置的 DMD 的光学工作状态。

如图 1 所示，DMD10 由微镜 12（每个微镜代表一个象素）构成，并且各微镜 12 根据电信号以 $\pm \theta$ 角倾斜。目前已上市的产品中微镜的倾角为 10 或 12 度。

尽管，实际中，微镜 12 沿方形象素的对角线倾斜，但为便于描述，在此假定微镜 12 相对于垂直轴发生倾斜。

典型地，当从微镜 12 反射的光线指向投影透镜 30 并在屏幕上形成放大的图象时，DMD10 的表面和投影透镜 30 光轴应定位在垂直方向。一般来说，在 DMD10 的水平方向，DMD10 的中心和投影透镜 30 的光轴相互重合。在 DMD10 的垂直方向，另一方面，为了利于偏离光心而采用向上投射。然而，在图 1 所示现有技术的 DMD 中，假设没有偏离光心。

参照图 1, 对于在上述情况下处于光学开状态(白)的 DMD 微镜, 照射光线的主光线应当以主光线可垂直发射到 DMD10 的表面上方式入射到 DMD10 的表面上, 尤其是当 DMD10 的微镜 12 的倾斜角为 $+\theta$ 时。这种情况下, 照射光线在 DMD 表面上的入射角应为 2θ 。

在上述用于 DMD 型投影光学系统的结构条件下, 处于关状态的光线与投影透镜 30 的光轴成 4θ 的倾斜角发射。因而, 光线不能传送到投影透镜 30, 也就不能投射光线到屏幕上, 导致黑屏。

图 2a 是基于单片 DMD 的现有技术的投影光学系统实施例的平面视图, 图 2b 所示为分时系统的普通的滤色器的色轮的平面视图和侧视图。

如图 2a 所示, 其上附有一个椭圆形的反射镜 82 的灯 80 用作光源, 从光源发出的光线聚焦在棒状透镜 60 的入射表面。

安置在灯 80 和棒状透镜 60 之间的色轮 70 用于将光顺序分成 R、G、和 B 三色。

如图 2b 所示, 色轮 70 连接在圆盘状的转动马达 72 上, 并随着马达转动而顺序过滤光线的 R、G、和 B 三色。

因为具有最小的滤色的区域是从灯 80 发出的光线聚焦在棒状透镜 60 的入射表面的区域, 所以色轮 70 定位于棒状透镜 60 的入射表面之前。

因此, 当经色轮 70 过滤为特定颜色的光线入射到棒状透镜 60 上时, 光线在棒状透镜 60 内部经过多次反射, 并透过棒状透镜 60。于是, 透射的光线分散在整个发光表面。

换句话说,从光源发出的光线前进或偏离照射到棒状透镜 60 的发光表面,其结果是,发光表面变成具有二级的均一对比度分布的表面光源。

从棒状透镜 60 发出的光经第一和第二照射透镜组 50 和 40 和 TIR(全内反射)棱镜 20 传送,并在图象显示装置上形成棒状透镜 60 的发光表面的适当尺寸的图象,称为 DMD 表面。以这种方式,DMD 表面获得均一对比度分布。

参照图 2a,TIR 棱镜 20 通过设置两个其间具有微小的空隙的棱镜形成。因此,入射光完全被第一棱镜表面反射,并入射到 DMD10。然后,DMD10 通过处于开状态(白)的倾斜的象素微镜以不同的发射角发出入射光,因而光线不经历全内反射而是又被传送到外面。

因此,所发射的光透过投影透镜 30 并在屏幕上形成放大的图象。

考虑到从照射光线的第一边界表面的全内反射和用于从 DMD10 通过第二边界表面传送白色光的 TIR 棱镜 20 的工作特性,维持照射光线的焦阑特性是重要的。

然而,图 2a 所示的现有技术的投影光学系统有几个缺陷。例如,与照射光线的波束角无关的变化的反射率和透射率使光传送效率下降,和由于照射光线的焦阑特性而加大的投影透镜 30 的直径使造价提高。另外,DMD10 的微镜被置于零状态,由于衍射而产生噪声,并且随着光传输的增加其对比度也下降。

图 3 所示为采用单片 DMD 的现有技术的投影型光学系统另一实施例。

特别地，图 3 所示为没有 TIR 棱镜 20 的图象投影装置，以克服图 2 所示的投影型光学系统具有的缺陷。

对于没有 TIR 棱镜 20 的图象投影装置，第二照射透镜组 40 可使用或者透镜型或者反射镜型。由于光学原理基本相同，更有必要的是讨论反射镜透镜的结构。

图 2 所示的投影光学系统的同样的工作原理也被用于图 3 的投影光学系统，更具有地说，直到系统中棒形管棒状透镜 60。另外，照射透镜 80 保证从棒状透镜 60 发射的照射光线的主光线以 2θ 的角度入射在 DMD 表面上。

然而，图 3 中的投影光学系统与图 2 所示的投影光学系统不同之处在于，用于改变光路的全反射镜 90 被安装在第一照射透镜组 50 和第二照射透镜组 40 之间。结果，第一照射透镜组 50 的光路与第二照射透镜组 40 和 DMD10 之间的光路交迭，使得整个光学系统变得更加紧凑。

另外，图 3 所示的光学系统由于不包含 TIR 棱镜 20 不再受照射光线的焦阑限制。因此，当入射到 DMD10 的表面上时，在棒状透镜 60 发光表面的每个目标空间处的主光线不必与其它光线维持焦阑关系，但可在 DMD 表面会聚。

在实际应用上，为减小投影透镜 30 入射表面的尺寸有必要设计会聚的照明，从而不会由于投影透镜 30 和反射镜型透镜（第二照射透镜组）40 交迭而引起光干扰。

没有 TIR 棱镜 20 的光学系统，与有 TIR 棱镜 20 光学系统相比，体积更小，成本更低，并具有改良的对比度和亮度的一致性。

然而，当采用反射镜型透镜作为第二照射透镜组 40 时，棒状透镜 60，第一照射透镜组 50 的光轴，以及第二反射镜型透镜组 40 的光轴可以是重合的。在这种情况下，从反射镜型透镜 40 的反射光线反向传播到第一照射透镜组 50 的光轴的方向，其结果引起光干扰。

为了避免上述问题，图 4a 示出了现有技术的投影型光学系统的另一实施例，提出一种通过相对于在反射镜型透镜组 40 和棒状透镜 60 的光轴之间的交叉点以 $\psi/2$ 的角度转动反射镜型透镜组 40，以角度 ψ 扭转反射光的方向的设想。

此时，在棒状透镜 60 发射表面上的基于明亮的图象的表面事实上以一定的角度倾斜于 DMD 表面。因此，在 DMD10 表面上的明亮的图象开始显现出扰乱的梯形失真形状，如图 4 所示。

当照射区域与实际有效的 DMD 表面不在一个角度时将引起梯形失真（即虽然投影图象应该是矩形但看起来像梯形）。这种情况下，光线的损失是不可避免的。

同样，梯形失真问题根据 DMD10 的位置使照度产生差异，这使得屏幕上的亮度均匀性变差。

因为第一照射透镜的轴与 DMD 表面轴不垂直及因为照射光线以 2θ 角度入射到 DMD 的表面上，所以这种梯形失真也存在于图 2a 所示的具有 TIR 棱镜 20 的光学系统中。

发明内容

本发明的目的是至少解决上述问题和/或缺点并至少提供下文描述的优点。

因此，本发明的目的之一是通过提供具有改良的亮度均匀性和照射效率的投影型光学系统，使梯形失真问题最小化以解决前述问题。

前述的和其他的目的及优点可通过提供投影型显示光学系统来实现，该系统包括：光源；作为图象显示装置的 DMD，其接收光源发射的光束；和安装在光源和图象显示装置之间的照射单元，且该照射单元包括：棒状透镜，作为光学器件用于统一来自光源的入射光的亮度分布均匀度并发出亮度均匀的光线；第一透镜，用于传送棒状透镜发射的光线；第二透镜，从第一透镜传送的光线入射在它上面；和投影部件，用于放大和投射形成在图象显示装置上的图象到屏幕上，其中第一和第二透镜以第一透镜的光轴与第二透镜的光轴彼此不重合的方式设置，因此，在棒状透镜的发射表面透过第一和第二透镜组时形成的表面图象不倾斜于图象显示装置的表面。

在所列举的本发明的实施例中，第二透镜偏离第一透镜的光轴，因此，在棒状透镜的发射表面传送第一和第二透镜组时形成的表面图象不倾斜于图象显示装置的表面，且第二透镜的光轴与第一透镜的光轴不重合。

在所列举的本发明的实施例中，第二透镜的光轴与第一透镜的光轴的光路平行。

在所列举的本发明的实施例中，第一透镜的光轴与棒状透镜的中心轴重合。

在所列举的本发明的实施例中，第一透镜的光轴与第二透镜的光轴相互平行。

在所列举的本发明的实施例中，如果沿第一透镜的光轴的光线入射到第二透镜上并由第二透镜发射，从第二透镜发射的光线与第一透镜的光轴之间的角度等于从处于开状态的图象显示装置发射的光线与从第二透镜发射的光线之间的角度。

在所列举的本发明的实施例中，第二透镜是反射镜型透镜。

在所列举的本发明的实施例中，其中用于改变光线的光路的反射镜安装在第一透镜与第二透镜之间。

在所列举的本发明的实施例中，其中第二透镜具有非球面的表面。

因此，本发明所述的投影型显示光学系统可有利地用于解决梯形失真问题和提高照射效率和对比度均匀性。

本发明附加的优点、目的和特征一部分在下面描述中说明，并且一部分在该领域的普通技术人员对下文面的考察的基础上将是显而易见的或从本发明的实施中学到。按照在附加的权利要求中特别指出的特征可实现和得到本发明目的和优点。

附图说明

参照下列附图对本发明予以详细的描述，附图中，相同的部分采用相同的参考编号，其中

图 1 所示为现有技术的 DMD 的简明结构，和作为显示装置的 DMD 的光学工作状态；

图 2a 为基于单片 DMD 的现有技术的投影光学系统一实施例的平面视图；

图 2b 是分时系统的普通的滤色器的色轮的平面视图和侧视图；

图 3 所示为采用单片 DMD 的现有技术的投影型光学系统另一实施例；

图 4a 和 4b 为现有技术的单片 DMD 投影型光学系统的照明工作原理示意图，和具有梯形失真的图象的照射示意图；

图 5 所示为根据本发明的优选实施例采用单片 DMD 的投影型光学系统；

图 6a 和 6b 为现有技术的单片 DMD 投影型光学系统的照明工作原理示意图，和通过梯形失真矫正后的矫正图象照射示意图。

具体实施方式

下面参照附图根据本发明的优选实施例对投影型光学系统予以详细描述。

图 5 所示为根据本发明的优选实施例采用单片 DMD 的投影型光学系统。

本发明的投影型光学系统与采用现有技术的投影型光学系统不同之处在于，本发明的能提高照射效率和亮度均匀度的第二照射透镜组 40，被设置在不同位置。

参照图 5，其上附有一个椭圆形的反射镜 82 的灯 80 用作光源，从光源发出的光线聚焦在棒状透镜 60 的入射表面上。

安置在灯 80 和棒状透镜 60 之间的色轮 70 用于将光顺序分成红、绿、蓝三色。

如图 2b 所示, 色轮 70 连接在圆盘状的旋转马达 72 上, 并随着马达转动而顺序过滤光线的红、绿、蓝三色光线。

因为最少滤色区域是从灯 80 发出的光线聚焦在棒状透镜 60 的入射表面的区域, 所以色轮 70 定位于棒状透镜 60 的入射表面之前。

因此, 当经色轮 70 过滤为特定颜色的光线入射到棒状透镜 60 上时, 光线在棒状透镜 60 内部经多次反射, 并透过棒状透镜 60。于是, 透射的光线分散在整个发光表面。

换句话说, 从光源发出的光线前进或偏离照射到棒状透镜 60 的发光表面, 其结果是, 发光表面变成具有二级均一对比度分布的表面光源。

棒状透镜 60 主要有两种类型。第一, 棒状透镜 60 可以是中空的透镜, 其内表面用反射镜覆盖以使得其可以进行镜面反射。第二, 棒状透镜 60 可以是一种具有高折射率的玻璃以使得其可以进行全内反射。

从棒状透镜 60 发出的光透过第一和第二照射透镜组 50 和 40, 并在图象显示装置上形成棒状透镜 60 的发光表面的适当尺寸的图象, 称为 DMD 表面。以这种方式, DMD 表面获得均一对比度分布。

同时, 用于改变光路全反射镜 90 安装在第一照射透镜组 50 和第二照射透镜组 40 之间。结果, 从棒状透镜 60 发出的光线的路径与第二照射透镜组 40 和 DMD10 之间光路空间交迭, 使得整个光学系统变得更加紧凑。

在实际应用中，为减小投影透镜 30 入射表面的尺寸有必要设计会聚的照明，从而不会由于投影透镜 30 和反射镜型透镜（第二照射透镜组）40 交迭而引起光干扰。

上述的本发明的投影型光学系统，与现有技术的有 TIR 棱镜（图 2 中的 20）光学系统相比，体积更小，成本更低，并具有改良的对比度和亮度的一致性。

然而，当采用反射镜型透镜作为第二照射透镜组 40 时，棒状透镜 60，第一照射透镜组 50 的光轴，以及第二照射透镜组 40 的光轴可以重合。在这种情况下，从反射透镜组 40 的反射光反向传播到第一照射透镜组 50 的轴的方向，其结果引起光干扰。

作为上述问题的解决方案，图 6a 所示的本发明的另一实施例提出相对于反射透镜 40 和棒状透镜 60 光轴之间的交叉点，第二照射透镜组 40 的中心轴应偏离，且第一照射透镜组 50 的光轴与棒状透镜 60 光轴相重合。

这里，反射透镜组 40 可以具有非球面的表面。

因此，第二照射透镜组 40 的光轴不与第一照射透镜组 50 的光轴的光学平行。

虽然在图 6a 的实施例中偏离的是第二照射透镜组 40 的中心轴，第二照射透镜组 40 的光轴也可以被偏离。

更特别地，棒状透镜 60 光轴与第一照射透镜组 50 的光轴彼此重合，第二照射透镜组 40 的光轴与重合的光轴平行。

此外，从第二照射透镜组 40 发射的光线与第一照射透镜组 50 的光轴之间的角度（即 2Θ ）等于从处于开状态的 DMD10 发射的光线与从第二照射透镜组 40 发射的光线之间的角度（即 2Θ ）。

简而言之，第一照射透镜组 50 的光轴与投影透镜 30 的光轴平行。

基于上述结构，棒状透镜 60 的发光表面与 DMD 表面相一致，因此如图 6 所示，在 DMD10 有效表面附近形成明亮的图象。结果，照明损耗减少及在屏幕（即棒状透镜 60 的发光表面）上的对比度分布均匀。

在棒状透镜 60 的发光表面和 DMD10 表面之间的物体/图象的关系可通过由第一照射透镜组 50 在棒状透镜 60 的发光表面上形成的第一图象与棒状透镜 60 的光轴垂直的现象加以解释，并且用第一图象作为第二物体，由与图象垂直的第二照射透镜组 40 在 DMD 表面上形成图象。

因此发出的光线透过投影透镜 30，并在屏幕上形成图象。

总之，根据本发明的显示光学系统，第二透镜偏离第一透镜的光轴，因此，在棒状透镜的发射表面透过第一和第二透镜组时形成的表面图象不倾斜于图象显示装置的表面，且第二照射透镜组的光轴偏离第一照射透镜组的光轴。以这种方式，解决梯形失真问题，并大大提高照射效率和图象对比度均匀性。

虽然是参照其特定的优选实施例来描述和展示本发明，该领域的普通技术人员可以理解，在不脱离在附加的权利要求确定的本发明的精神和范围的情况下可以做形式和细节上的各种改变。

前述实施方式和优点仅是示范性的，并不形成对本发明的限制。本技术可以容易地应用到其他类型的装置中。本发明的说明书用作解释的，并不限制本发明的权利要求的范围。许多的修改，变化和变换对于该领域的普通技术人员是明显的。在权利要求书中，装置加功能的条款涵盖所描述的执行所述功能的结构，不仅包括结构等效物而且包括等效的结构。

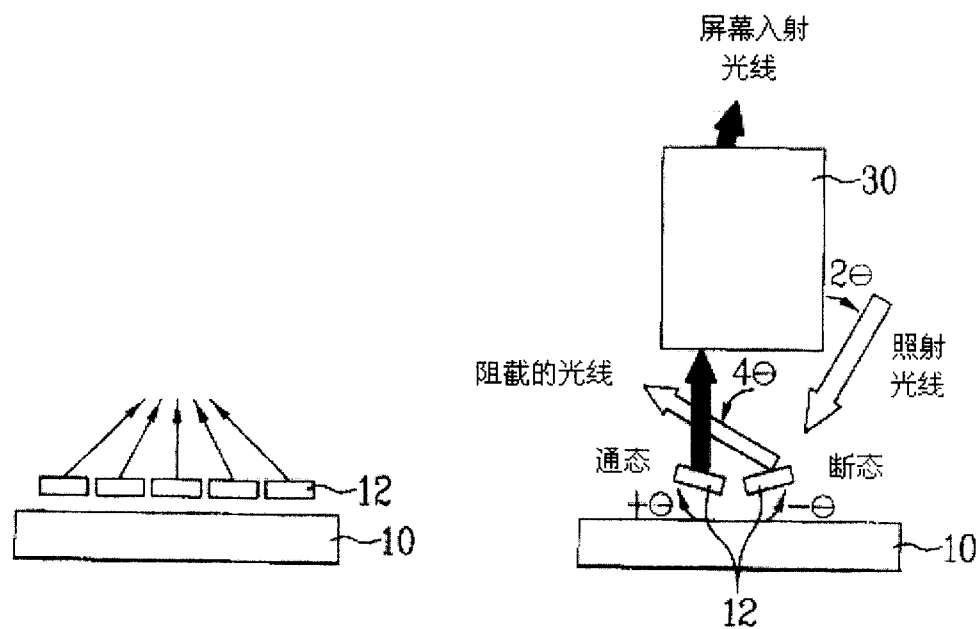


图 1

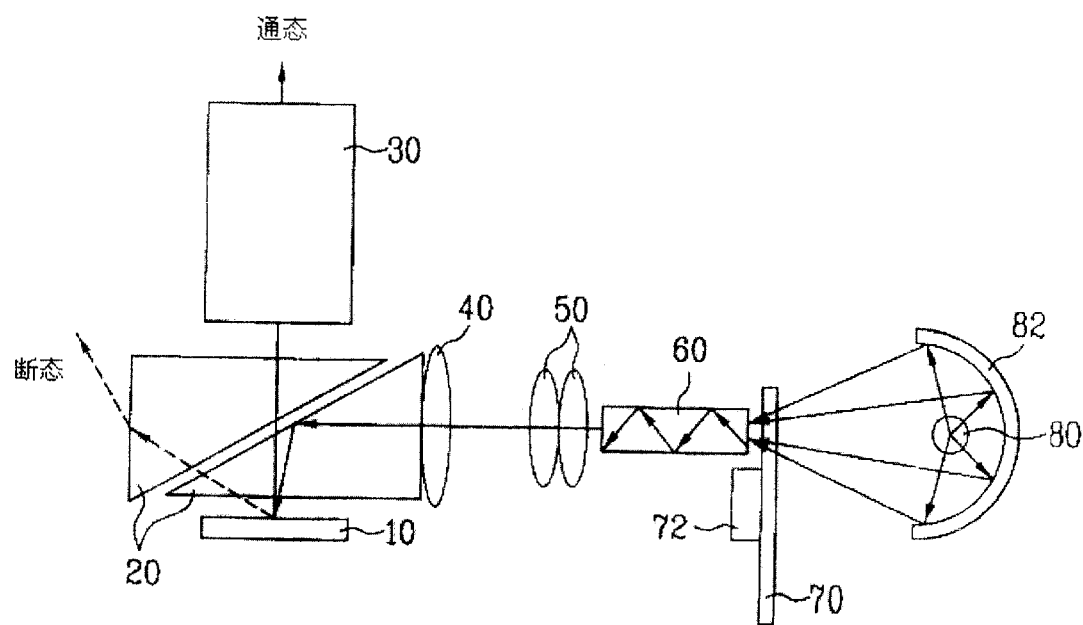


图 2a

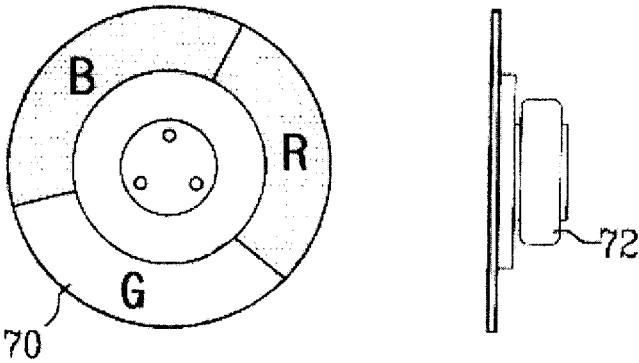


图 2b

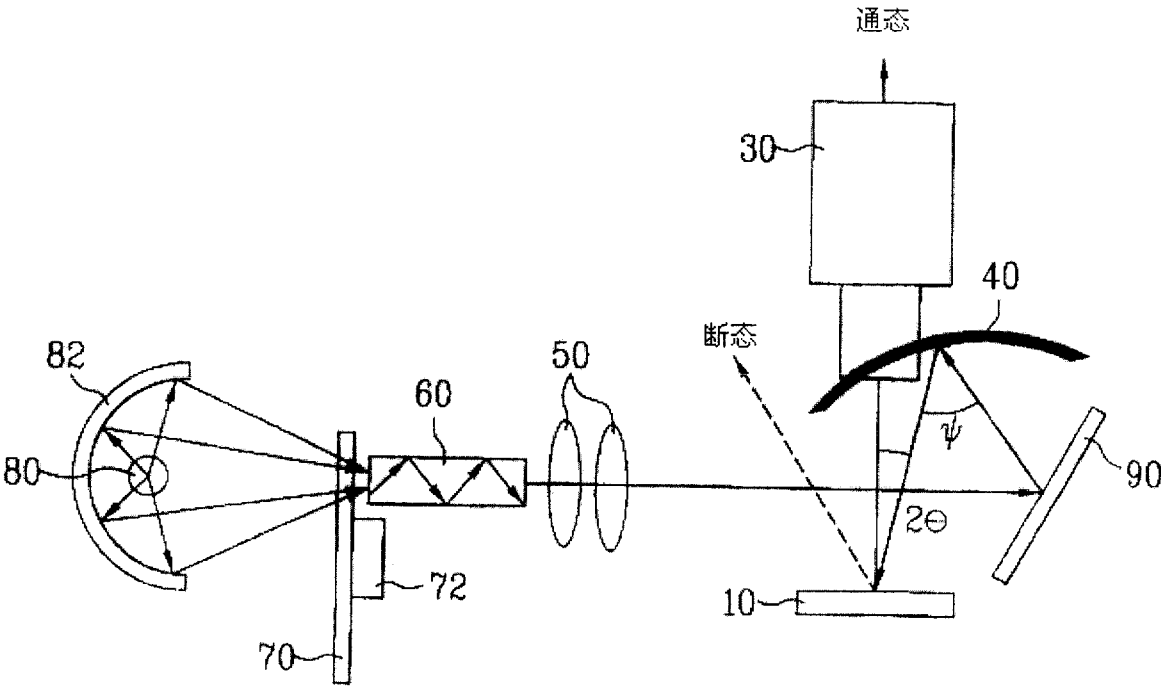


图 3

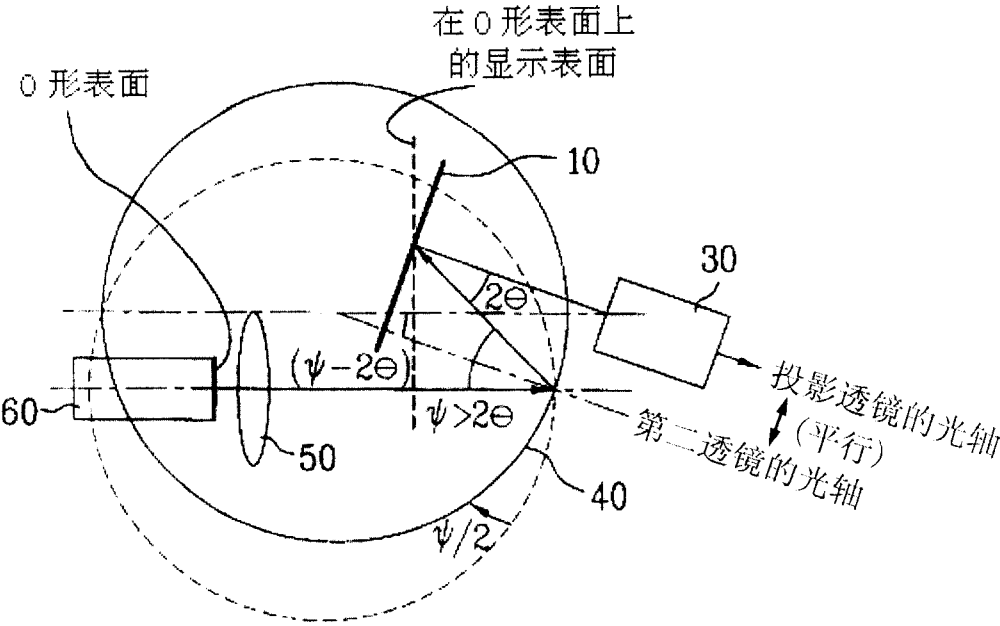


图 4a

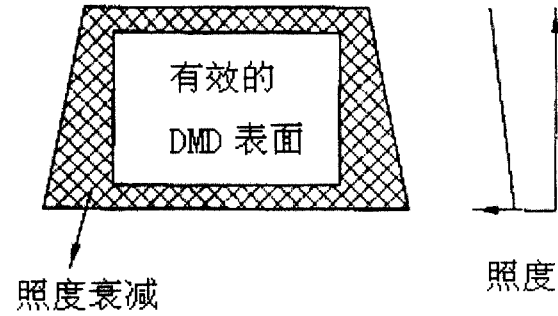


图 4b

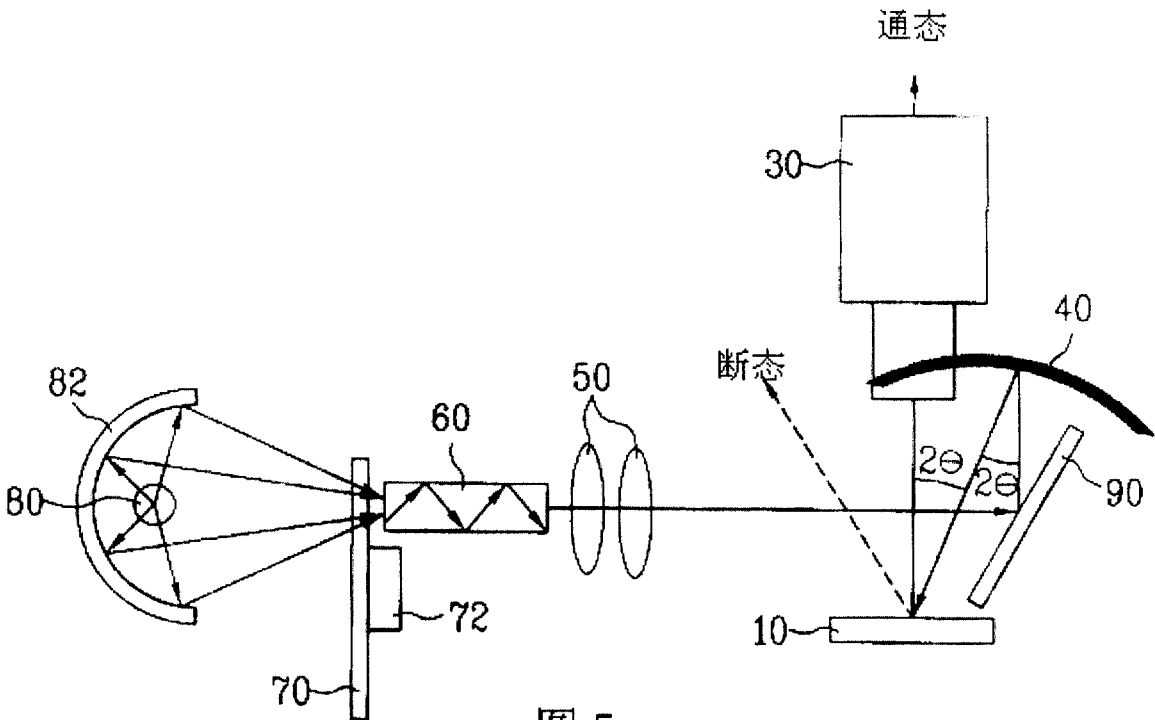


图 5

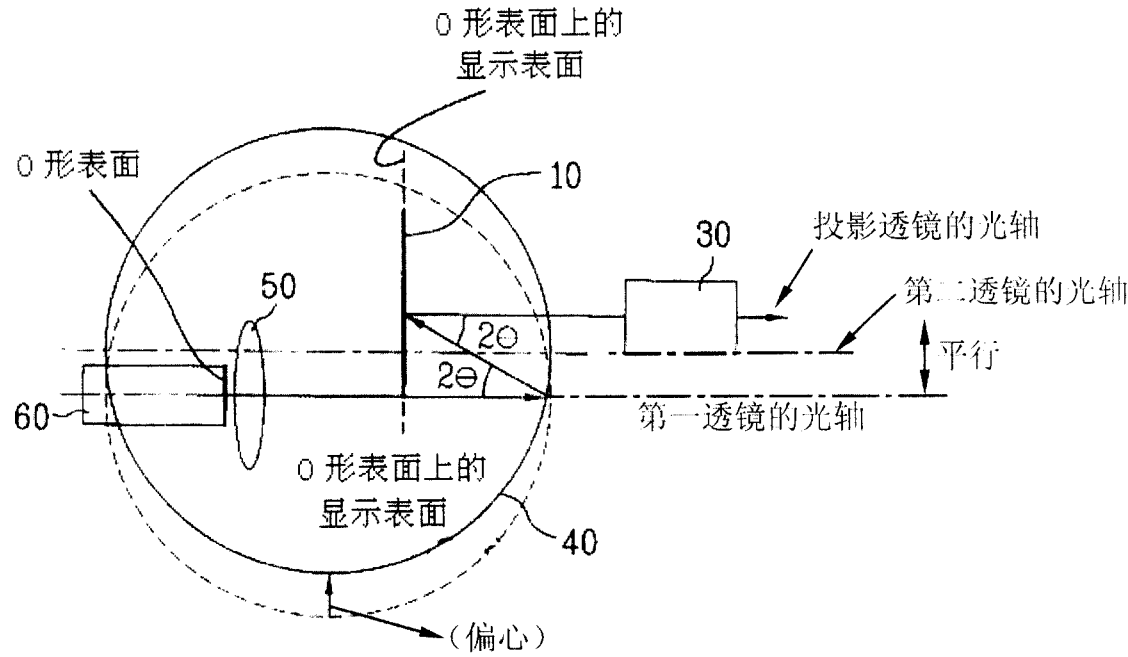


图 6a

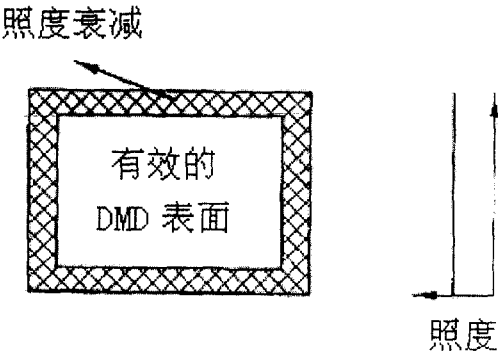


图 6b