

[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 200480007346.9

[51] Int. Cl.

G11B 7/135 (2006.01)

G11B 7/09 (2006.01)

G11B 7/125 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 11 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 100347773C

[22] 申请日 2004.3.17

[21] 申请号 200480007346.9

[30] 优先权

[32] 2003.3.20 [33] EP [31] 03100719.8

[86] 国际申请 PCT/IB2004/050276 2004.3.17

[87] 国际公布 WO2004/084188 英 2004.9.30

[85] 进入国家阶段日期 2005.9.19

[73] 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 B·H·W·亨德里克斯

[56] 参考文献

JP2001-307370 A 2001.11.2

CN 1296614 A 2001.5.23

JP9-306013 A 1997.11.28

US 6369954 B1 2002.4.9

JP2001-228307 A 2001.8.24

US 6064529 A 2000.5.16

JP2001-174614 A 2001.6.29

审查员 刘莹

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 程天正 梁永

权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 2 页

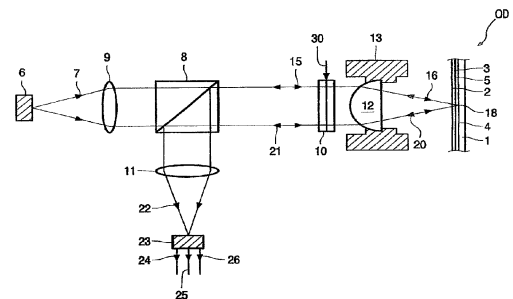
[54] 发明名称

光学扫描设备

[57] 摘要

一种光学扫描设备，用于在多层光学记录载体位于该设备的扫描位置时扫描该多层光学记录载体，该设备适宜扫描位于该记录载体中第一信息层深度的第一信息层，和位于该记录载体中第二信息层深度的第二信息层。该设备包括：用于产生辐射束的辐射源；物镜，位于辐射源和扫描位置之间的光路中，用于使辐射束会聚于信息层上的一点；光学切换装置，可在将该设备设置为扫描所述第一信息层的第一状态和将该设备设置为扫描所述第二信息层的第二状态之间切换。该光学切换装置包括补偿器，该补偿器设置为当其处于所述第一状态时和处于所述第二状态时在辐射束中产生不同量的球差。该补偿器进一步设置为当其处于所述第一状态时和处于所述第二状态时在辐射束中产生不同量的聚散度。选择不同量的球差和聚散度，从而当在

所述第一状态和第二状态之间切换时，所述物镜和所述光学记录载体之间的自由工作距离基本上保持不变。



1. 一种光学扫描设备，用于在多层光学记录载体位于该设备的扫描位置时扫描该多层光学记录载体，该设备适宜扫描位于该记录载体中第一信息层深度的第一信息层，和位于该记录载体中第二信息层深度的第二信息层，该设备包括：

- 用于产生辐射束的辐射源；
- 物镜，位于辐射源和扫描位置之间的光路中，用于使辐射束会聚于信息层上的一点；以及
- 光学切换装置，位于辐射源和物镜之间的光路中，可在将该设备设置为扫描所述第一信息层的第一状态和将该设备设置为扫描所述第二信息层的第二状态之间切换，

其中，该光学切换装置包括补偿器，该补偿器设置为当其处于所述第一状态时和处于所述第二状态时在辐射束中产生不同量的球差，

其特征在于，进一步将该补偿器设置为当其处于所述第一状态时和处于所述第二状态时在辐射束中产生不同量的聚散度，

选择不同量的聚散度，从而使得当在所述第一状态和第二状态之间切换时，所述物镜和所述光学记录载体之间的自由工作距离基本上保持不变，并且选择不同量的球差，以补偿光点处的球差。

2. 根据权利要求1的光学扫描设备，其中当在所述第一和第二状态之间转换时，自由工作距离的变化 Δfwd 小于第一信息层深度和第二信息层深度之间的差值 Δd 的5%。

3. 根据权利要求2的光学扫描设备，其中自由工作距离的变化 Δfwd 小于第一信息层深度和第二信息层深度之间的差值 Δd 的1%。

4. 根据权利要求1至3中任一项权利要求的光学扫描设备，其中，当在所述第一和第二状态之间切换时，自由工作距离的变化 Δfwd 小于聚焦容差 Δz ：

$$\Delta z = 0.5 \frac{\lambda}{NA^2}$$

其中 λ 是所述辐射束的波长，NA是物镜的数值孔径。

5. 根据权利要求1至3中任一项权利要求的光学扫描设备，其中所述补偿器包括具有可转换结构的一组流体。

6. 根据权利要求5的光学扫描设备，其中所述流体组提供流体弯

月面，当在所述第一和第二状态之间转换时，该弯月面的形状改变，从而提供不同量的球差和聚散度。

7. 根据权利要求1至3中任一项权利要求的光学扫描设备，其中所述补偿器包括光栅元件，该光栅元件设置为提供不同量的球差和聚散度。

8. 根据权利要求1至3中任一项权利要求的光学扫描设备，其中所述补偿器包括具有非周期图案的相结构，所述图案在补偿器上沿径向方向不规则地重复，该相结构设置为提供不同量的球差和聚散度。

9. 一种操作前面任一项权利要求的光学扫描设备的方法，包括在一个信息层上进行扫描操作的过程中从记录载体读取数据，并且在另一个层上进行下一个扫描操作时改变光学切换装置的光学特性，以便补偿在记录载体中产生的波前像差。

10. 一种操作权利要求1至8中任一项的光学扫描设备的方法，包括在一个信息层上进行扫描操作的过程中向记录载体写入数据，并且在另一个信息层上进行下一个扫描操作时改变光学切换装置的光学特性，以便补偿在记录载体中产生的波前像差。

11. 一种适合于用在光学扫描设备中的光学元件，该扫描设备用于在多层光学记录载体位于该设备的扫描位置时扫描该多层光学记录载体，该设备适宜扫描位于该记录载体中第一信息层深度的第一信息层，和位于该记录载体中第二信息层深度的第二信息层，该设备包括：

- 用于产生辐射束的辐射源；
- 物镜，位于辐射源和扫描位置之间的光路中，用于使辐射束会聚于信息层上的一点；以及
- 光学切换装置，位于辐射源和物镜之间的光路中，可在将该设备设置为扫描所述第一信息层的第一状态和将该设备设置为扫描所述第二信息层的第二状态之间切换，

其中，该光学元件设置为包括在所述切换装置中，并且设置为当光学切换装置处于所述第一状态时和处于所述第二状态时在辐射束中产生不同量的球差，

其特征在于，进一步将该光学元件设置为当处于所述第一状态时和处于所述第二状态时在辐射束中产生不同量的聚散度，

选择不同量的聚散度，从而使得当在所述第一状态和第二状态之

间切换时，所述物镜和所述光学记录载体之间的自由工作距离基本上保持不变，并且选择不同量的球差，以补偿光点处的球差。

光学扫描设备

本发明涉及一种用于扫描多层光学记录载体（如光盘）的光学扫描设备，和用在其中的光学元件，该设备适宜扫描位于该记录载体中第一信息层深度的第一信息层，和位于该记录载体中第二信息层深度的第二信息层。特别是，但不专门是，本发明涉及一种包括补偿器的光学扫描设备，该补偿器设置为补偿由不同光路长度（这里称作信息层深度）产生的球差，所述不同光路长度是指光束在光盘中传播到达不同信息层以及离开不同信息层所行经的光路长度。

需要生产大容量的光学记录载体。因此，利用波长相对较短的辐射束（例如 400nm 的辐射束）、大数值孔径（NA）的物镜系统（NA 至少为 0.7，例如 NA=0.85）、和例如 80 μm 厚的薄防护覆盖层的光学扫描设备是理想的。而且，通过提供双层盘可增大容量。在提及的波长和 NA 处，为了将相干串扰减小到可接受的程度，希望层间隔（layer separation）至少为 20-30 μm 。在不对测量进行补偿的情况下，从一层到另一层的重调焦距会导致球差，产生 200-300m λ （rms）的波前误差，这降低了所形成的光点的分辨率。

为了提供球差补偿，已经知道要机械地调整复合物镜中的两个或多个透镜元件的间距。另一种补偿方法是通过机械地调整准直透镜相对于辐射源的位置，使辐射束以会聚或发散而不是准直光束入射到物镜上。这些方法中的每一种方法都补偿了在扫描设备的光学系统中产生的球差，从而至少大致地抵消了在被扫描的光盘中产生的球差。伴随球差产生的是，当光点重聚焦在被切换到的那一层上时，利用聚焦致动器使物镜轴向移动，从而改变物镜的自由工作距离。

WO-A-124174 中描述了另一种已知的光学扫描设备，其中辐射束穿过扭转向列（TN）液晶盒，该液晶盒将入射光的偏振选择性地旋转 90°。然后，当处于会聚状态时，光束穿过双折射板以在其中产生球差。双折射板根据 TN 盒的状态产生不同量的球差，以补偿不同的信息层厚度。伴随 TN 盒的切换的是，利用聚焦致动器使物镜轴向移动，以改变其自由工作距离，并使光点重新聚焦在被切换到的那一层上。

本发明的一个目的是提供一种光学扫描设备中改进的球差补偿系

统，所述光学扫描设备能够扫描多层光学记录载体。

依照本发明的一个方面，提供一种光学扫描设备，用于在多层光学记录载体位于该设备的扫描位置时扫描该多层光学记录载体，该设备适宜扫描位于该记录载体中第一信息层深度的第一信息层，和位于该记录载体中第二信息层深度的第二信息层，该设备包括：

- 用于产生辐射束的辐射源；

- 物镜，位于辐射源和扫描位置之间的光路中，用于使辐射束在信息层上会聚于一点；以及

- 光学切换装置，位于辐射源和物镜之间的光路中，可在将该设备设置为扫描所述第一信息层的第一状态和将该设备设置为扫描所述第二信息层的第二状态之间切换，

其中，该光学切换装置包括补偿器，该补偿器设置为在其处于所述第一状态时和处于所述第二状态时产生不同量的球差，

其特征在于，进一步将该补偿器设置为当其处于所述第一状态时和处于所述第二状态时在辐射束中产生不同量的聚散度，

- 选择不同量的聚散度，从而当在所述第一状态和第二状态之间切换时，所述物镜和所述光学记录载体之间的自由工作距离基本上保持不变，并且选择不同量的球差，以补偿光点处的球差。

根据本发明，该补偿器既引入球差，又改变光束的聚散度。在优选实施例中，聚散度的变化使得不需要物镜重新聚焦，而通过该补偿器产生的球差量使得用由于聚散度变化而由补偿器和物镜产生的球差量来补偿由覆盖层变化产生的球差量。由该补偿器产生的球差量优选至少为 $10m\lambda$ ，更优选至少为 $30m\lambda$ 。

所需的光束聚散度变化是根据旁轴计算得出的。然后获知由物镜产生的球差量。这样，可相应地确定剩余的需要由该补偿器产生的球差量。

这样，可以在信息层之间切换时向位于光盘不同深度的信息层提供球差补偿，而不需要移动物镜。因此，可以减少物镜的移动范围（“冲程”），从而可以使用不太复杂的物镜致动装置。而且，与在层之间进行切换的过程中物镜移动量的减少相对应，可减少所需电能。

通过说明，现在将本发明与用于在信息层之间切换的两种常规方

法进行比较。这里，我们考虑例如在 US6,510,011 (第 8 栏) 中描述的物镜，该物镜与覆盖层厚度为 0.07mm 和层之间的间隔 (Δd) 为 0.03mm 的双层盘一起使用。

一种已知的球差补偿方法是改变共轭物距。通过改变物距，进入物镜的光束的聚散度改变。由于聚散度改变，物镜产生额外的球差量。在某一聚散度下，球差量恰好足以补偿由覆盖层厚度差产生的球差。对于上面这种透镜，这发生在共轭距离 $L=+88.9\text{mm}$ 时 (“正”共轭距离表示进入物镜的光束是会聚的)。为了使光点在新的层上聚焦，将物镜移动 0.0027mm 的距离。因此，通过移动物镜来增大自由工作距离，即物镜的背面与盘的正面之间的距离，从而产生自由工作距离的变化 Δf_{wd} 。注意：

$$\frac{\Delta f_{wd}}{\Delta d} = \frac{2.7}{30} = 0.09$$

因此，物镜的轴向运动是覆盖层厚度变化的 9%。

另一种已知的方法是如上面引用的 WO-A-124174 中所述通过波前调节器来增加球差。在这种情况下，位于物镜前面的波前调节器直接引入一些球差，同时保持光束的聚散度基本上不变。在这种情况下，该透镜必须移动 0.0205mm 的距离。因此，必须增大自由工作距离。注意：

$$\frac{\Delta f_{wd}}{\Delta d} = \frac{20.5}{30} = 0.68$$

因此，物镜的轴向运动是覆盖层厚度变化的 68%。

在本发明中，将光学切换装置设计为使其引入光束的聚散度变化，并引入球差，从而在从第一层切换到第二层时，自由工作距离，以及因此物镜的轴向位置基本上保持恒定。自由工作距离的变化 Δf_{wd} 优选小于覆盖层厚度变化 Δd 的 5%。在更优选的情况下， Δf_{wd} 小于 1%，并且在甚至更优选的情况下，其小于 0.5%。

而且，将聚焦容差 Δz (当盘上的光点保持受衍射限制时物镜能够移动的距离) (参见 Born 和 Wolf 的《光学原理》第 441 页 (Principles of Optics, p441)) 定义为：

$$\Delta z = 0.5 \frac{\lambda}{NA^2} \quad (1)$$

其中， λ 是光束的波长，NA是物镜的数值孔径。自由工作距离的变化应优选小于 Δz ，因此

$$\Delta f_{wd} < \Delta z$$

(2)

应该注意，日本专利申请 JP2001-307370 公开了一种用于多层光学记录载体的光学扫描设备。该设备使用两个单独的辐射束，第一个辐射束用于读取和写入该记录载体的不同信息层，第二个辐射束用于跟踪该记录载体引导层上的轨道。该设备包括补偿器，用于产生聚散度的变化，并在进入物镜的第一辐射束中引入不同的球差量，从而使得第一辐射束的焦点的位置从第一信息层变到第二信息层。通过第二辐射束形成的聚焦误差信号来控制在这种已知装置中的物镜位置。物镜保持与记录载体的引导层之间的距离不变，从而使物镜和记录载体之间的自由工作距离保持恒定值。该设备没有公开使读取和写入光束的焦点保持在被扫描的信息层上的聚焦系统。该设备也没有公开对聚散度的特殊选择能够保持物镜与记录载体的距离不变。

根据本发明的另一个方面，提供一种方法，包括在一个信息层上进行扫描操作的过程中从记录载体读取数据，并且在另一个层上进行下一个扫描操作，例如写入操作时，改变光学切换装置的光学特性，以便补偿在记录载体中产生的波前像差。

根据本发明的另一个方面，提供一种方法，包括在一个信息层上进行扫描操作的过程中向记录载体写入数据，并且在另一个信息层上进行下一个扫描操作，例如读取操作时，改变光学切换装置的光学特性，以便补偿在记录载体中产生的波前像差。

这样，例如在层之间切换以交替进行读取和写入操作时，可以使用该方法，该方法也能够同时进行延时记录和重放的录像机形式的光学扫描设备中进行。

本发明的各个实施例的其他方面、特征和优点将从下面参考附图并仅仅作为例子给出的本发明优选实施例的描述中变得显而易见，其中：

图 1 是依照本发明实施例的光学扫描设备的示意图；以及
图 2 和 3 是用在类似于图 1 的设备中的光学部件的示意图。

图 1 是依照下面作为例子描述的本发明每个实施例的用于扫描光学记录载体的设备所共有的部件的示意图。该记录载体例如是下面将

要作为例子描述的光盘。

光盘 OD 包括基底 1 和透明层 2，两个信息层 3、4 置于透明层 2 后面，位于该光盘中的不同深度，相隔 $30\ \mu\text{m}$ ($\pm 10\ \mu\text{m}$)。另一个透明层 5 分开这两个信息层。透明层 2 的厚度大约为 $70\ \mu\text{m}$ ($\pm 30\ \mu\text{m}$)，具有保护最上面的信息层 3 的功能，而基底 1 提供机械支撑。

可以将信息以基本上平行、同心或螺旋轨道排列的光学可检测标记的形式存储在光盘的信息层 3、4 中，图 1 中未示出。这些标记可以是任何光学可读的形式，例如反射系数或磁化方向不同于其周围环境的多个凹坑或多个区域的形式，或这些形式的组合。

该扫描设备包括安装在径向可动臂上的光学拾取单元 (OPU)。该 OPU 包括图 1 中示出的除了盘 OD 之外的所有部件。辐射源 6 例如是单个半导体激光器，发射波长为 400nm ($\pm 10\text{nm}$) 的发散的辐射束 7。分束器 8 反射透镜系统中的辐射，在该例子中，分束器 8 是偏振分束器。透镜系统包括准直透镜 9、物镜 12 和聚光透镜 11。物镜 12 刚性地安装在固定在机械致动器 (未示出) 中的可动架 13 上，该机械致动器用于对物镜 12 的位置进行径向跟踪伺服和聚焦伺服调整。该设备还包括下面将要进一步详细讨论的光学切换装置，该光学切换装置包括补偿器 10，在该实施例中，补偿器 10 是可切换的流体盒 (fluid cell)。

准直透镜 9 将发散的辐射束 7 折射以形成准直光束 15。我们意在通过准直来表示基本上平行的光束，为此，该复合物镜的横向放大率基本上等于零。

物镜 12 将准直的辐射束 15 转变成大数值孔径 (NA) 的会聚光束 16，在该例子中，数值孔径为 0.85，该会聚光束 16 成为被扫描的信息层 3 或 4 上的光点 18。注意，尽管用单透镜表示物镜，但是该物镜也可以是包括两个或多个透镜元件的复合透镜。

由信息层 3 或 4 反射的会聚光束 16 的辐射形成发散的反射光束 20，该反射光束 20 沿着前面的会聚光束的光路返回。物镜 12 将该反射光束 20 转变为基本上准直的反射光束 21，分束器 8 通过朝聚光透镜 11 透射至少一部分反射光束 21 而将前进的光束与该反射光束分开。

聚光透镜 11 将入射光束转变为聚焦在检测系统上的会聚的反射光束 22，尽管检测系统使用多个检测器元件，但是一般由单个元件 23 来表示。检测系统捕获该辐射，并将其变为电信号。这些信号之一是

信息信号 24, 其值代表从被扫描的信息层读取的信息。另一个信号是聚焦误差信号 25, 其值代表光点 18 和被扫描的各个信息层 3、4 之间的轴向高度差。再一个信号是跟踪误差信号 26, 其值代表光点与被扫描的轨道的径向偏差。将信号 25、26 中的每一个输入到在扫描过程中控制架 13 的位置的聚焦伺服和跟踪伺服机械致动器。

输入到补偿器 10 中的另一个信号是层切换信号 30。该层切换信号 30 代表当前被扫描的光盘中选择的信息层 3 或 4。

图 2 和 3 示出与图 1 中所示装置类似设置的光学扫描设备的一些元件。在该实施例中, 该设备用于从双层光盘 OD 记录和/或重放, 该双层光盘 OD 例如是双层 Blu-ray™ 盘 (例如参见 K. Schep, B. Stek, R. van Woudenberg, M. Blum, S. Kobayashi, T. Narahara, T. Yamagami, H. Ogawa 撰写的文章“Format description and evaluation of the 22.5 GB DVR disc”, Technical Digest, ISOM 2000, Chitose, Japan, Sept. 5-8, 2000)。该设备包括复合物镜, 例如, 其数值孔径为 0.85, 包括刚性前透镜 102 和刚性后透镜 104, 例如在国际专利申请 WO 01/73775 中所描述的, 用于将例如波长为 405nm 且由基本上平行的光线组成的入射准直光束聚焦为当前被扫描的信息层的平面中的光点。

在该实施例中, 这两个信息层位于 0.1mm 和 0.08mm 的深度处; 因此它们相隔 $\Delta d=0.02\text{mm}$ 。当从一层到另一层重新聚焦时, 由于信息层深度差, 出现大约 $200\text{m}\lambda$ 的不需要的球面波前像差, 需要补偿该球面波前像差。

由于盘和物镜保持在同一位置, 因此光束离开物镜的聚焦位置必须改变 Δl 的量, 该 Δl 由下式给出:

$$\Delta l = \frac{\Delta d}{n} \quad (3)$$

其中 Δd 是覆盖层的厚度变化, n 是覆盖层的折射率。在聚碳酸酯的情况下, 该折射率 $n=1.622$ 。那么根据该透镜方程式得出该光束的聚散度变化。设 F 是物镜的焦距。设对位于信息层深度 0.1mm 的信息层来说共轭距离是无限大。为了切换到 0.08mm 的信息层深度, 为保持焦点对准, 利用薄透镜近似, 新的共轭距离 L 成为:

$$L = \left(\frac{1}{F + \Delta l} - \frac{1}{F} \right)^{-1} \quad (4)$$

利用上面的参数, $L=+250\text{mm}$ 。L 为正值表示进入物镜的光束是会聚的, 而 L 为负值表示该光束是发散的。根据光线跟踪计算, 由此得出, 为了在切换到位于 0.08mm 深度的信息层时避免对物镜移动的需要, 改变该光束的聚散度使得, 至少近似地 $L=+235\text{mm}$ 。通过这种聚散度变化而产生的球差的量是 $-243\text{m}\lambda \text{ OPDrms}$ 。因此, 单独通过聚散度变化使球差被过校正。因此, 在该实施例中, 补偿器也直接产生至少大约 $+43\text{m}\lambda \text{ OPDrms}$ 的球差。

在一个实施例中, 利用可切换的流体盒 110 作为补偿器。该盒 110 包括第一和第二不混溶流体, 通过曲率可变的弯月面将这两种流体分开, 该弯月面接触圆柱形疏水侧壁, 并具有通过电润湿切换的结构。这种流体盒在我们先前的专利申请欧洲专利申请第 02075649.0 中描述, 该申请的内容在此引入作为参考。可以使用如聚二甲基 (8-12%) - 苯基甲基硅氧烷共聚物的油作为一种流体, 可以使用导电的盐水溶液作为另一种流体。

盒 110 包括电压控制电路 122, 用于根据当前被扫描的信息层而分别向圆柱电极 124 和环形电极 126 施加两个选定电压之一。在一种状态下, 在扫描位于较小信息层深度的信息层的过程中, 施加相对较低的选定电压, 以产生如图 3 中所示的球形弯月面曲率。在另一种状态中, 在扫描位于较大信息层深度的信息层的过程中, 施加相对较高的选定电压, 以产生如图 2 中所示基本上平坦的弯月面。

在一个实施例中, 该双层盘具有 0.07mm 的覆盖层, 层间隔 Δd 是 0.03mm 。在该实施例中, 在图 2 和 3 的左侧示出的液体是选定具有折射率 $n=1.372$ 的油。在图 2 和 3 的右侧示出的液体是折射率 $n=1.350$ 的水。对于信息层深度为 0.1mm 的盘的第一层来说, 该弯月面如图 2 所示基本上是平坦的。对于信息层深度为 0.07mm 的第二层来说, 弯月面的曲率如图 3 中所示是 -4.283mm 。由于两种液体的折射率的选择, 流体盒 110 引入球差, 并引入聚散度变化, 从而使自由工作距离在两种情况下保持相等, 同时补偿因覆盖层厚度不同而引起的球差。

在一个例子中, $\lambda=400\text{nm}$, $\text{NA}=0.85$, 因此, 利用上面的方程式 (1)

和(2), $\Delta f_{wd} < 0.27$ 微米。因此, 与上面的实施例相比, 自由工作距离的变化 (Δf_{wd}) 优选小于信息层深度变化 Δd 的 0.9%。

注意, 电润湿切换几乎是无动力的, 因此, 与现有技术的装置中利用聚焦致动器移动物镜相比, 本发明使用更少的动力。

此外, 由于少量的聚散度变化以及由补偿器产生的少量球差, 元件的偏心容差大于 100 微米。

上面的各个实施例理解为本发明的说明性实施例。此外, 可以拓展本发明的实施例。在一个可替换的实施例中, 提供双折射光栅形式的补偿器, 利用偏振切换装置进行切换。

在另一个实施例中, 也利用偏振切换装置, 提供具有非周期(即沿径向方向无规则地重复)图案的双折射相结构形式的补偿器, 因此不形成衍射级。因此, 该相结构不具有光栅的固有损耗。这样, 补偿器引入所需的波前变化而没有辐射能的明显损失。在我们早期的欧洲专利申请第 01204786.6 中描述了一种包括具有非周期图案的相结构的可切换光学元件, 其能够改变聚散度并增加球差。

应当理解, 关于一个实施例描述的任何特征也可以用在其他实施例中。而且, 也可以采用不背离本发明范围的上面未记载的等效方案和修改, 本发明的范围在随附的权利要求书中限定。

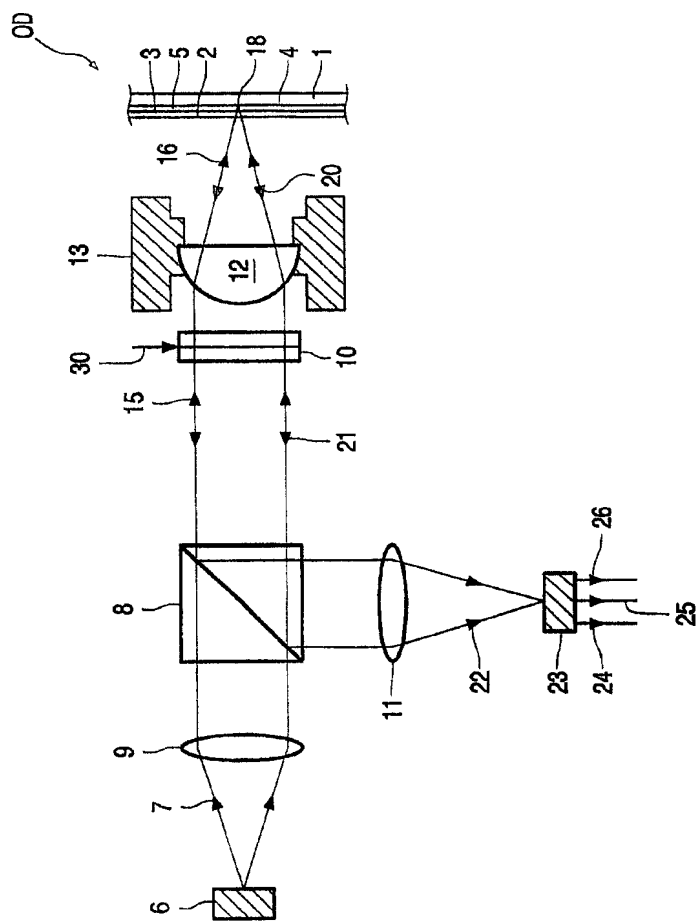


图 1

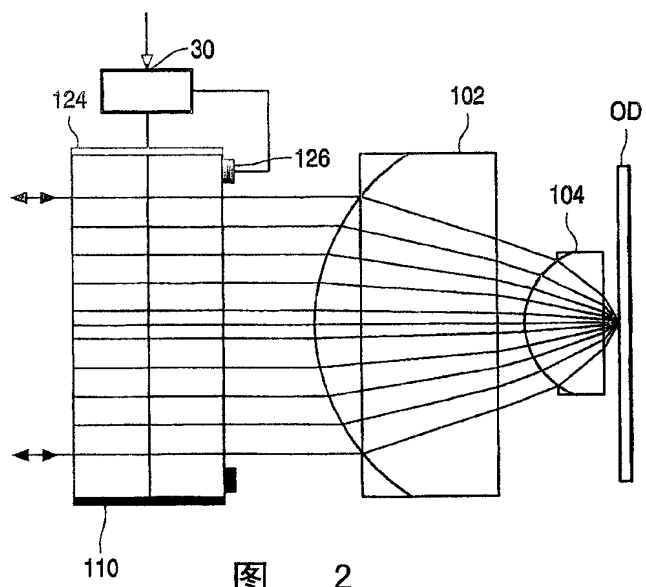


图 2

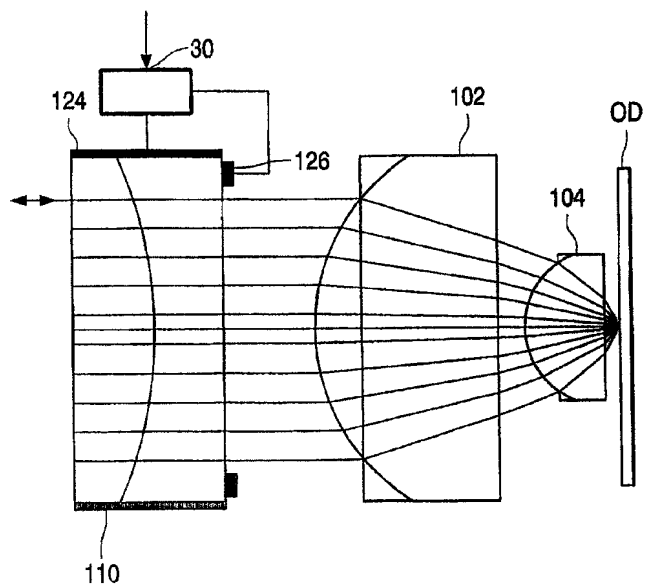


图 3