

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 27/09 (2006.01)

G03H 1/12 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810110973.5

[43] 公开日 2009 年 1 月 7 日

[11] 公开号 CN 101339298A

[22] 申请日 2008.6.18

[21] 申请号 200810110973.5

[30] 优先权

[32] 2007. 7. 2 [33] EP [31] 07111524.0

[71] 申请人 汤姆逊许可公司

地址 法国布洛涅

[72] 发明人 乔基姆·克尼特尔

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司
代理人 章社杲

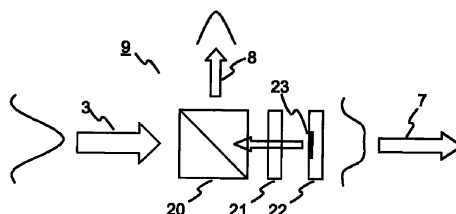
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称

用于光存储系统的光束整形器

[57] 摘要

本发明涉及一种光束整形器(9)和一种使用该光束整形器(9)从光学存储介质(11)读取和/或向光学存储介质(11)写入的设备。根据本发明,一种用于从入射光(3)生成第一整形光束(7)的光束整形器(9)包括具有光学特性的光束整形元件(22, 30),该光束整形元件的光学特性随着入射光(3)的波面的不同而在空间内变化。



1. 一种用于从入射光(3)生成第一整形光束(7)的光束整形器(9), 包括具有随着入射光(3)的波面的不同而在空间内变化的光学特性的光束整形元件(22, 30), 其中, 空间内可变的光学特性是空间内可变的反射率和对入射光(3)的偏振在空间内可变的影响其中之一。

2. 如权利要求1所述的光束整形器, 其中, 光束整形元件(22)的反射率从光束整形元件(22)的中心处向光束整形元件(22)的边缘处递减。

3. 如权利要求1所述的光束整形器(9), 其中, 光束整形元件(30)具有局域波片(31), 该局域波片的定位相对于入射光(3)的偏振方向的变化而在空间内变化。

4. 如权利要求3所述的光束整形器, 其中, 局域波片(31)是半波片。

5. 如权利要求1至4中的任一项所述的光束整形器, 进一步包括用于从入射光(3)生成第二整形光束(8)的光束分离器(20)。

6. 如权利要求5所述的光束整形器, 其中, 光束分离器(20)是一个偏振光束分离器。

7. 如权利要求6所述的光束整形器, 进一步包括用于旋转来自光束整形元件(22, 30)的光束的偏振方向的四分之一波片(21)。

8. 一种从光存储介质(11)读取和/或向光存储介质(11)写入的设备, 包括如权利要求1至4的任一项所述的用于从入射光(3)生成第一整形光束(7)的光束整形器(9)。

9. 如权利要求 8 所述的设备, 进一步包括用于从入射光 (3) 生成第二整形光束 (8) 的光束分离器 (20)。

10. 如权利要求 8 或 9 所述的设备, 其中, 该设备适用于从全息存储介质读取和/或向全息存储介质写入。

11. 如权利要求 10 所述的设备, 其中, 第一整形光束 (7) 和第二整形光束 (8) 是物光和参考光。

12. 一种光学装置, 包括如权利要求 1 至 7 的任一项所述的用于从入射光 (3) 生成第一整形光束 (7) 或生成第一和第二整形光束 (7, 8) 的光束整形器 (9)。

13. 一种用于从入射光 (3) 生成第一整形光束 (7) 的方法, 包括用具有随着入射光 (3) 的波面的不同在空间内变化的光学特性的光束整形元件 (22, 30) 调整入射光 (3) 的束波面的步骤 41, 其中, 空间可变的光学特性是空间内可变的反射率和对入射光 (3) 的偏振在空间内可变的影响之一。

用于光存储系统的光束整形器

技术领域

本发明涉及一种在如全息存储介质的光存储介质中读取和/或写入的设备，具体而言，涉及一种在该设备中使用的光束整形器。

背景技术

在全息数据存储中，通过记录在两相干激光束叠加中所产生的干涉图来存储数字数据，其中所谓“物光”的一束光，由空间光调制器予以调整，并携带需要记录的信息。第二束光充当参考光。干涉图依靠干涉图的区域光强调整存储材料的特性。通过使用在与记录过程同等的条件下的参考光照亮全息图来读取已记录的全息图。这导致记录的物光的重构。

全息数据存储的优点之一在于增加了数据容量。与传统的光存储介质不同，全息存储介质的卷（volume）用于存储信息，而不只是一个或几个二维层。全息数据存储的另一优点是可以实现在同一卷内存储多个数据，比如，通过改变两束光的角度或者通过使用移位复用等。另外，把数据存储为数据页而不是单一的比特。典型地，数据页包括一个进行多比特编码的明暗图矩阵，即，一个二维二进阵列或者一个灰度值阵列。这不仅可以增强存储密度，还能提高数据速率。数据页通过空间光调制器（Spatial light modulator, SLM）附在物光上，并由检测器阵列予以检测。

典型的激光二极管发射具有高斯光强分布的椭圆光束。这导致用于在

全息存储系统中生成数据页的空间光调制器上的能量分布不均匀。为了提高数据页的信噪比，进而提高容量，最好使用均匀的光强分布。椭圆分布很容易被消除，比如，通过使用棱镜对。非球面的专用的光学镜片能够减少高斯分布。然而，光束整形的光学镜片价格昂贵，且对失准极其敏感。

例如，US 6,654,183 中描述了一种用于把一个如高斯光束的基本不均匀的光学输入光束转换成一个基本均匀的输出光束的系统。为此目的，该系统配备了两个按开普勒结构或伽利略结构分布的非球面光学元件。

发明内容

本发明的一个目的是提出一个光束整形器的简单方案，该光束整形器用于一种从光存储介质读取和/或向光存储介质写入的设备。

根据本发明，是通过一个用于从入射光束生成第一整形光束的光束整形器来达到该目的。该光束整形器具有一个光束整形元件，该光束整形元件的光学特性随着入射光的波面（profile）的不同而在空间内变化。该空间变化的光学特性可轻易地把入射的光强分布转换成预期的光强分布，例如，把高斯分布转换成一个几乎平顶的分布。同时，该光束整形器对细微的失准相对不敏感。

有益的是，该光束整形元件的反射率可在空间内变化。例如，光束整形元件的反射率从光束整形元件的中心向其边缘处递减。以这一方式，当光束在光束整形元件中传输时，把入射光的中心光峰变为平顶。

可选择地，光束整形元件对入射光的偏振有空间内可变的影响。例如，光束整形元件具有如半波片的局域波片（local wave plate），该局域波片的方向相对于入射光的偏振方向在空间内变化。这允许调整传输光束的局域

偏振。通过使用偏振光束分离器或偏振相关光束块发送生成的光束，或通过把生成的光束发送到偏振相关反射镜上，能够按照预期来修改传输光束的光强分布。

上述方案同样适用于把椭圆光强分布转换成旋转对称光强分布。这足以使空间变化的光学特性适用于特殊的光强分布。然而，在此情况下，光束整形器变得对失准更敏感。

根据本发明的另一方面，用于从入射光生成第一整形光束的方法包括使用光束整形元件调整入射光的束波面的步骤，比如通过局部地改变光强或偏振来调整光束波面。该光束整形元件的光学特性随着入射光的波面的不同而在空间内变化。

有益的是，提供了一种光束分离器，用于把入射光生成第二整形光束。优选地，该光束分离器把一部分不被用作第一整形光束的入射光从第一整形光束的光路中引导出来。如果光束整形元件的反射率是在空间内可变的，那么该光束整形元件所反射的光束自然就构成了第二整形光束。

优选地，该光束分离器是一个偏振光束分离器。当光束整形元件影响入射光的偏振使其在空间内变化的时候，偏振光束分离器尤显优势。在此情况下，该偏振光束分离器根据偏振方向把第一整形光束和第二整形光束分离开。但是，偏振光束分离器同样也可以和其反射率可在空间内变化的光束整形元件结合起来使用。此时，最好提供一个四分之一波片，用于旋转光束整形器所反射的光束的偏振方向。

更好的是，根据本发明的光束整形器适用于一种从光存储介质读取和/或向光存储介质写入的设备。当然，该光束整形器同样适用于其他必须从

入射光生成整形光束的光学装置。其优势在于，以一种非常简单的方式获得该整形光束的预期的光强分布。另外，由于该光束整形器对细微的失准相对不敏感，从而简化了对整个光学装置的校准操作。

有利地，光束分离器从入射光生成第二整形光束。例如，在一种从全息存储介质读取和/或向全息存储介质写入的设备中，第一整形光束和第二整形光束被分别用作物光和参考光。这样，就以节省能量的方式生成了物光和参考光。在全息数据存储中，目前而言，数据速率受到有效的激光能量的限制，所以说，是可以获得更高的数据速率的。此外，如果入射的高斯光强分布被转换成几乎平顶的分布，那么信噪比也会显著增加。

优选地，一种从光存储介质读取和/或向光存储介质写入的设备，比如一种对全息存储介质读写的设备，其包括根据本发明的用于整形光束的光束整形器。

附图说明

为了更好地理解本发明，现将参照附图在以下描述中进行更加详细的说明。可以明确的是，本发明不限于此示例实施例，并且在不背离本发明的范围的情况下，可以适当地组合和/或修改所详细说明的特征。在附图中：

图 1 示出了一种从全息存储介质读取和/或向全息存储介质写入的设备的示例装置，

图 2 示意性地示出了根据本发明的，使用部分反射镜的光束整形器的第一实例，

图 3 示出了图 2 的部分反射镜的反射率，

图 4 示出了生成的第一整形光束的光强分布，

图 5 示出了生成的第二整形光束的光强分布，

图 6 示出了根据本发明的，使用衍射光学元件的光束整形器的第二实例，

图 7 示意性地示出了图 5 中的衍射光学元件的特性，以及

图 8 示出了根据本发明的，用于从入射光生成第一整形光束的方法。

具体实施方式

下面，本发明针对从全息存储介质读取和/或向全息存储介质写入的设备进行阐释。当然，本发明不限于此应用。

在全息数据存储中，通过记录在两束相干激光叠加中所产生的干涉图来存储数字数据。图 1 示出了从全息存储介质读取和/或向全息存储介质写入的设备 1 的示例装置。诸如激光二极管 2 的一个相干光源发射光束 3，所述光束由校准透镜 4 予以校准，之后被分成两个不同的光束 7 和光束 8。此实例中，使用第一光束分离器 5 来划分光束 3。当然，同样也可使用其他光学部件来实现此目的。空间光调制器(spatial light modulator, SLM)6 调整两个光束之一的所谓的“物光”7，使其附带一个二维的数据图。物镜 10 把物光 7 和另一束所谓的“参考光束”8 聚焦到全息存储介质 11 上，例如，聚焦到一个全息光盘上。干涉图出现在物光 7 和参考光 8 的交叉处，且被记录在全息存储介质 11 的光敏层上。提供了光束整形器 9，用于把激光二极管 2 所发射的光束 3 的高斯光强分布转换成一个几乎平顶的光强分布。

仅仅通过用参考光 8 照亮已记录的全息图就可以从全息存储介质 11 中获得所存储的数据。全息结构衍射参考光 8 进而生成一个同构于原始物光 7 的重构物光 12。该重构物光 12 由物镜 10 校准，且由第二光束分离器 13 导向一个诸如 CCD 阵列的二维阵列检测器 14 中。该阵列检测器 14 允许重构已记录的数据。

图 2 示出了根据本发明所述的光束整形器 9 的第一实例。该实例中，使用光束整形器 9 生成分别作为第一整形光束和第二整形光束的物光 7 和参考光 8。将具有环形高斯光强分布的线性偏振激光 3 经由偏振光束分离器（PBS）20 和四分之一波片 21，发送到部分反射镜（partially reflective mirror）22 上。选取的部分反射镜 22 的反射率的分布能满足：中心 23 处具有高反射率，最好大于 50%，而边缘处的反射率递减到一较低值，最好接近于 0%。这样则可以减弱入射激光束 30 的中心光峰，从而使光强分布变为平顶分布。通过反射层的控制溅射（controlled sputtering）能容易地生成具有这种反射率分布的部分反射镜 22。该传输光束充当物光 7。为了使偏振旋转 90°，反射光经由四分之一波片 21 再次发送，并由偏振光束分离器 20 予以反射。这一反射光被用作全息存储系统 1 的参考光 8。

图 2 中，偏振光束分离器（PBS）20 和四分之一波片 21 用于生成物光 7 和参考光 8。当然，也可以用其他不同的方式生成参考光，比如，在光束整形前通过光束分离器偏转入射光 3 的一部分来生成参考光。此时并不使用部分反射镜 22 所反射的光。可供选择地，部分反射镜 22 可相对入射光束 3 略微倾斜。这样地，把反射光从入射光 3 的光路中引导出去，从而足以提供一个生成参考光 8 的光镜。

图 3 示出了部分反射镜 22 的示例反射率分布。图 4 和图 5 分别示出了生成的物光 7 和参考光 8 的光强分布（一维）。需要注意的是，光束是圆形的。因此，不必要求参考光 8 和物光 7 的面积相等就能获取相等的能量。

入射光 3 的光强分布为 $\text{Exp}(-r^2)$ 。该公式仅仅用在最多半径 $r=1.268$ ，以便可以使用总能量的 80%。部分反射镜 22 的反射率分布为：当半径 $r \leq 1.16$ 时， $R(r)=1-0.26 \text{Exp}(r^2)$ ；当半径 $r>1.16$ 时， $R(r)=0$ 。根据该反射率分布，可以获得物光 7 和参考光 8 的如图 4 和图 5 所示的光强分布。光束 7 和光束 8 能量相等，从而使所记录的全息图具有高对比度。此外，虽然使用了全部可用能量的 80%，物光 7 仍具有几乎平顶的光强分布。

图 6 示出了光束整形器 9 的第二实施例。该实施例中，采用具有偏振亚波长结构 31 的衍射光学元件（diffractive optical element, DOE）30，来生成平顶物光 7。在此情况下，需要对入射光 3 进行偏振（线性偏振或圆偏振）。近来，研究表明可以实现具有亚波长结构的波片，比如半波片，例如，可参见《Proc. Of SPIE》卷 5623（2005），第 259 页，Wang J.J.等的文章“创新型纳米光学器件，集成和纳米技术（Innovative nano-optical devices, integration and nano-fabrication technologies）”。对于这些结构，可以进行低成本的批量生产。把这种结构 31 安置在玻璃基片 32 上，并局部旋转结构 31，这样就调整了传输光束的局部偏振。图 7 示意性地示出了上述过程。通过使用偏振光束分离器 20 来传输所生成的光束，则能够任意地调整传输光束 7 和 8 的光强分布。也可以把结构 31 直接安置在偏振光束分离器 20 上，从而使系统更为紧凑。

图 7 示意性地示出了衍射光学元件 30 的特性。箭头代表了局域半波片结构 31 的方向。旋转角从内向外变化。因而，偏振光束分离器 20 所传输的光量随着光束的直径的变化而变化，进而调整了光强分布。

上述实施例中，假定了一个圆形高斯光强分布。当然，本发明也可应用于其他类型的光强分布，如，一个椭圆的高斯分布，或者一个非高斯分布。这足以能适应如反射率或对偏振的影响的可变化特性到具体的光强分布。同样，输出波面也不限于几乎平顶的波面，也可生成其他类型的波面。

在图 8 中，示意性地示出了根据本发明的，从入射光 3 生成第一整形光束 7 的方法。第一步骤 40 中，入射光 3 被照射进光束整形器 9。在步骤 41 中，具有随着入射光 3 的波面的不同而在空间内变化的光学特性的光束整形元件 22, 30 通过例如局部地改变入射光 3 的光强或偏振的方法来调整入射光 3 的束波面。随后，在步骤 42 中，生成第一整形光束 7，比如通过传输调整后的束波面，或者通过用偏振光束分离器 20 反射一部分的调整后的束波面。可选地，如虚线矩形框中所示，在步骤 43 中例如通过使用不被用作第一整形光束 7 的入射光 3 的剩余部分生成第二整形光束 8。

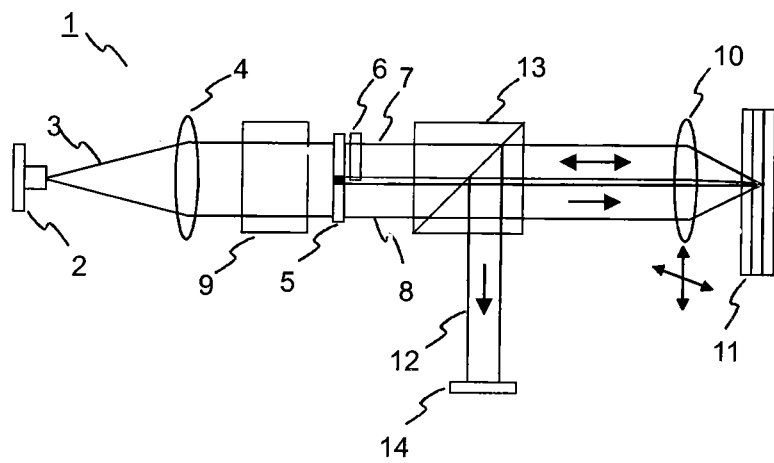


图 1

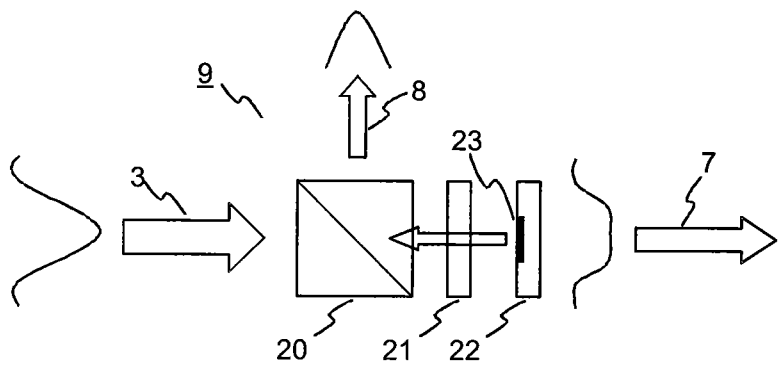


图 2

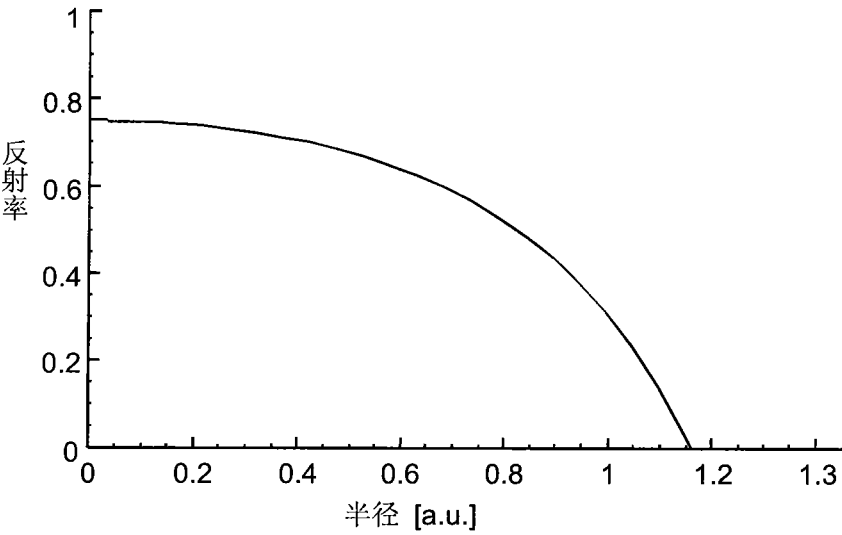


图 3

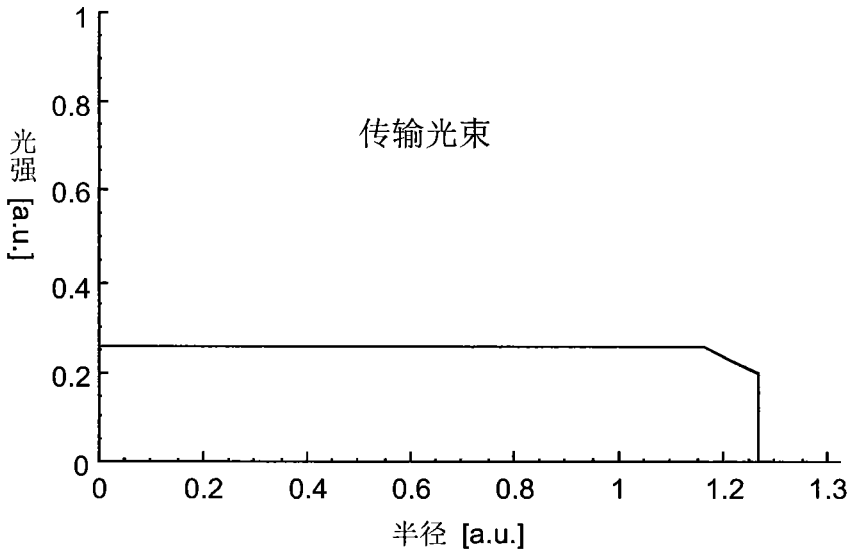


图 4

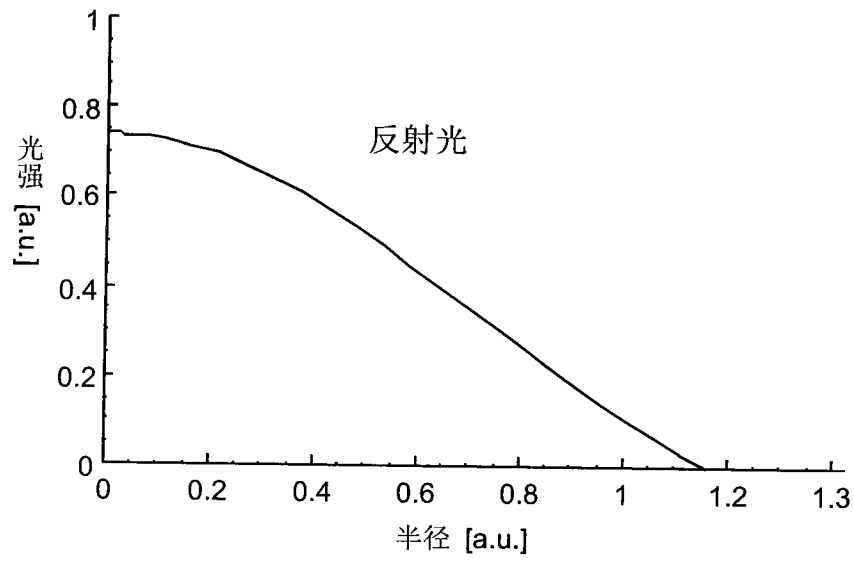


图 5

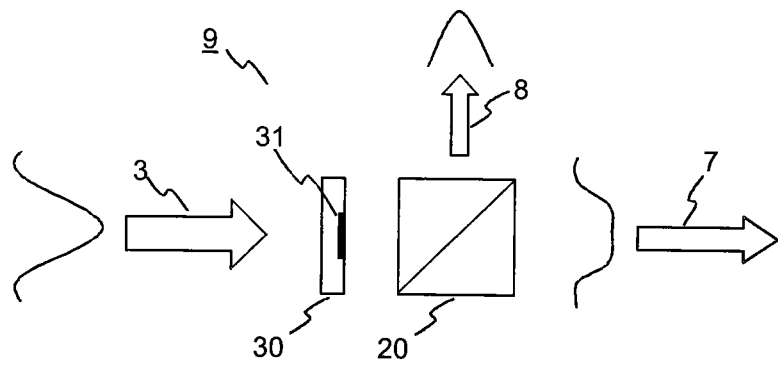


图 6

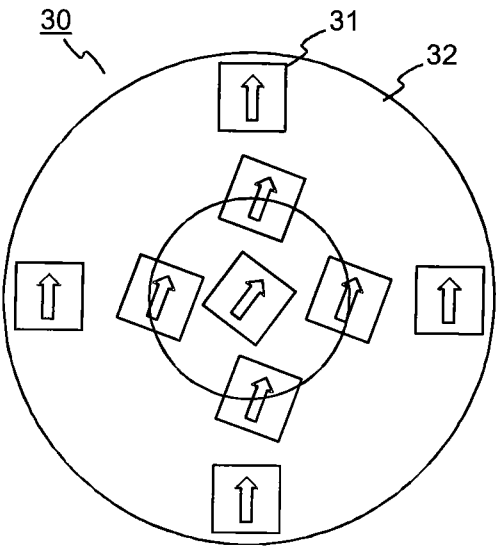


图 7

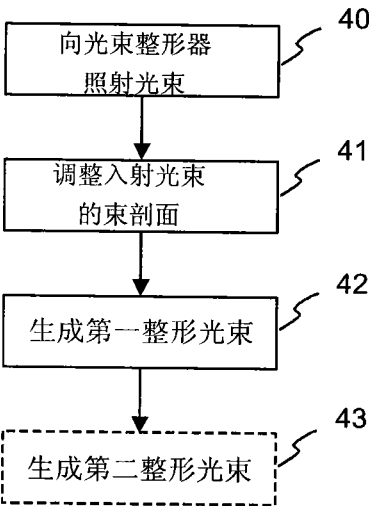


图 8