

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G11B 7/00 (2006.01)

G11B 7/135 (2006.01)

G11C 13/04 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01804485.9

[45] 授权公告日 2006年4月19日

[11] 授权公告号 CN 1252686C

[22] 申请日 2001.2.5 [21] 申请号 01804485.9

[30] 优先权

[32] 2000.2.4 [33] HU [31] P0000518

[86] 国际申请 PCT/HU2001/000011 2001.2.5

[87] 国际公布 WO2001/057859 英 2001.8.9

[85] 进入国家阶段日期 2002.8.2

[71] 专利权人 拜尔创新有限责任公司

地址 德国杜塞尔多夫

[72] 发明人 G·斯泽瓦斯 E·勒林滋

P·里奇特 P·科帕 G·艾德尔

J·福多尔 P·卡尔洛 A·塞特

L·多姆詹 F·厄赫伊

审查员 王永真

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 杨凯 张志醒

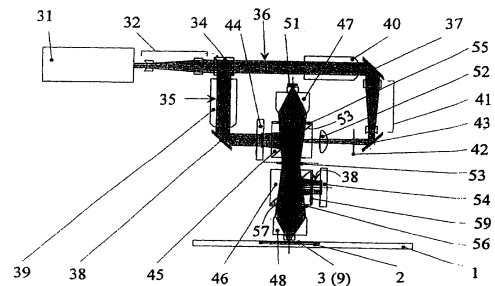
权利要求书3页 说明书17页 附图6页

[54] 发明名称

用于媒体上数据标记的分布的方法以及用于全息记录和读出数据的方法和装置

[57] 摘要

本发明涉及用于在媒体上分布数据标记的方法。数据源(44)的图像被记录在光学媒体(2)上。借助于检测图像上的标识标记来读出数据。要记录的数据用禁止具有相同状态的数据的紧密相连超过预定次数的编码方法来编码。在数据源的矩阵中,定义具有预定大小和位置的阵列,所述阵列包含标识数据标记和用户数据标记。还公开了具有二维数据源(44)和用于把数据源通过物体光束(35)和参考光束(36)在光学媒体(2)上成像的光学系统的装置。所述光学媒体位于与数据源(44)的图像相关的傅里叶平面内。除全息图的傅里叶平面之外,所述光学系统还包括在数据源(44)和全息图(9)之间的另一个傅里叶平面(51),并且在另一傅里叶平面中设有空间滤波装置。



1. 用于从光数据存储媒体中读出数据的方法，其中具有二维矩阵结构的数据源的图像被记录在光学媒体中的全息图中，使得数据被用
5 具有至少两种状态的数据标记编码，其中所述数据标记是由所述数据源通过包括以下步骤的方法产生的：

a, 通过一种编码方法对要记录的数据进行编码，该编码方法禁止具有一致状态的数据的紧密相连超过预定的次数，

b, 在所述数据源的矩阵中，定义具有预定尺寸和位置的标识阵列
10 和数据阵列，所述标识阵列含有标识数据标记而所述数据阵列含有用户数据标记，

c, 以这样的方式确定所述标识阵列的尺寸，使得所述编码方法不在数据阵列内产生这样的数据集，该数据集含有尺寸和状态与所述标识阵列的标识数据标记相同的数据标记，以及

15 d, 用具有相同状态的标识数据标记填满所述标识阵列，以及在读出期间，通过光学方法在读出期间再生所述数据源的图像，用具有检测器像素的二维检测器检测所述再生的图像，以及借助于所述检测图像上的标识标记从所述再生图像中读出所述数据，其中搜索所述标识阵列并确定它们的位置，以及
20 相对于所述标识阵列的位置，确定含有所述数据标记的阵列的位置，

其特征在于，所述方法还包括以下步骤：

根据所述标识阵列的位置计算与所述数据阵列的数据标记相关的那些检测器像素的位置，

25 通过所述计算的像素位置中的检测器像素从数据标记中重新得到所存储的数据。

2. 如权利要求1所述的方法，其特征在于：把所述数据标记作为单数据源矩阵元的图像记录在所述媒体中，其中数据标记包含至少两

个用灰度编码的数据位。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于：

选择所述检测器沿着一维的像素的数目为所述数据源的矩阵元数目的倍数，以及

5 识别与所述数据源的矩阵元相关的所述检测器像素的阵列，并且把由此识别的阵列的中心区域中的一个或多个检测器像素所检测的值作为读出值。

4. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于：选择所述检测器沿着一维的像素的数目为所述数据源的所述矩阵元数目的 2-5 倍。

10 5. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于：所述标识阵列是用相关确定方法来搜索的。

6. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，含有所述数据的所述全息图被框环绕，且进一步包括以下步骤：

首先搜索所述框，以及

15 搜索标识所述全息图相对于所述框的预定点的确切位置的标识阵列。

7. 如权利要求 6 所述的方法，其特征在于：通过把所述数据源的像点聚焦在所述存储媒体上来产生搜索光束。

20 8. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述读出是通过包括以下部分的光学系统来完成的：

随机相位掩蔽，用于至少部分地中和由所述数据源的周期性和所述数据源的孔径衍射引起的傅里叶波峰，所述相位掩蔽包括位于中心的区域，该中心区域缺少相位调制，以及

25 偏振分束器，该分束器包括偏振层，而且所述偏振层包括不具有偏振和/或分束特性的中心区域，

所述方法还包括引导所述搜索光束通过所述相位掩蔽的所述中心区域和所述偏振层的所述中心区域的步骤。

9. 如权利要求 8 所述的方法，其特征在于：所述定位框被放在所

述搜索光束的所述光学系统的傅里叶平面中，并且通过监测所反射的搜索光束的总强度和检测所监测的强度的急剧变化，检测是否正跨越所述定位框。

10. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于：安排所述标识
5 阵列相互靠近成这样，使得两个相邻标识阵列之间的成像失真不大于内插的误差，所述内插定义与各像点相关的检测器像素的位置。

用于媒体上数据标记的分布的方法以及 用于全息记录和读出数据的方法和装置

5

技术领域

本发明涉及一种用于在媒体上分布数据标记以及读出光记录中的数据的方法。本发明的方法可以应用于这种情况，其中，用具有二维矩阵结构的数据源产生用具有至少两种状态的数据标记编码的数据，把数据源的图像记录在光学媒体上，在读出过程中，通过光学方法再生数据源的图像，用二维检测器检测再生图像，借助于检测图像上的标识标记从再生图像中读出数据。

本发明还涉及用于全息记录和读出数据的改进的方法和装置。本发明是这种类型的，其中，二维数据源的图像记录在光学媒体上的全息图中，所述全息图是在与数据源图像相关的傅里叶平面(成像系统的焦平面)中由物体光束与参考光束之间干涉而产生的，而且在读出过程中，通过二维检测器来检测所记录的全息图。

背景技术

其中，WO 99/57719 讲述了一种方法和装置，其中二维数据阵列是通过全息技术记录和读出的。这类系统的实际实现产生了若干问题。一个此类问题是重新插入可移去可替换的数据存储媒体的准确性，这极大地影响读出的成功与否。确保读出位图图像的各个图像像素总是准确地落在一个、且仅仅是一个检测器像素上是非常困难或者往往无法实现的。若重新插入的媒体相对于其原始位置旋转了小的角度，而且读出图像也会在读出检测器上旋转，则这个问题就特别严重。由于光学系统的成像误差，单个图像像素之间的距离也可能在像空间的不同部分有所变化。大数据密度使得具有大量像素

的检测器和数据源的使用变得必要，因此，即使旋转了小的角度，也会导致位图图像的某些像点与检测器像素之间的“漂移”，或者插到其它行或列上，那么数据的再生就非常困难或者无法实现。为此，需要用适当的算法来为读出位图的像点确定相关的数据源像点。

5 还存在这样的问题，即在写入(记录)和读出紧密排列的全息图的过程中，成像光束的边缘也落在相邻全息图上(所谓的页间干扰)。为了避免这种情况，应当用适当的孔从全息图的面中滤除干扰光束。实际上这无法实现。

10 本发明的目的是提供对上述问题的解决方案，或者至少部分地消除上述问题。

发明概述

根据本发明，由再次插入(重定位)引起的问题通过上述类型的方法来解决，其中：

15 a, 通过一种编码方法对要记录的数据进行编码，该编码方法禁止具有一致状态的数据的紧密相连超过预定的次数，

b, 在数据源的矩阵中，定义具有预定尺寸和位置的阵列，所述阵列含有标识数据标记和用户数据标记，

20 c, 标识阵列的尺寸是以这样的方式确定的，使得编码不在含有用户数据标记的阵列内产生这样的数据集，该数据集含有大小和状态与标识阵列的数据标记相同的数据标记，以及

d, 标识阵列用具有相同状态的标识数据标记填满。

25 最好将数据以这样的方式编码，使得单数据源矩阵元的图像包含至少一个、但最好是一个以上的数据位，1 字节是较为有利的，用灰度对数据位进行编码。

根据本发明，建议从含有通过本发明的方法记录的数据标记的媒体中读出数据是通过以下步骤来执行的：

搜索标识阵列，并确定它们的位置，以及

确定含有数据标记的阵列相对于标识阵列的位置。

5 经证明，如果所选择的检测器沿着一维的矩阵元数目是数据源的矩阵元的数目的倍数，最好是其 2-5 倍，则特别有利。在这种情况下，可以预见，识别出属于数据源的矩阵元的检测器矩阵元的阵列，这样识别的阵列的中心区中的一个检测器单元或多个单元所检测的值被认为是读出值。这具有以下优点：从过抽样的大数据集中滤出最小噪声、充满差错的数据，并且进行按照 10-100 的因子的数据简化。

10 此外，按照本发明，提出一种用于避免全息图之间串扰的方法，在介绍中提及的方法的意义上，其中在成像期间，除全息图的傅里叶平面之外，在成像设置中，在数据源与全息图之间建立另一个傅里叶平面，并且在这另一个傅里叶平面中进行空间滤波。最好是，用孔来完成空间滤波。为了提供一种紧凑的光学系统，已经证明，如果在另一傅里叶平面中放置镜子而且由镜子构成所述孔，则特别
15 有利。

本发明还涉及用于全息记录和读出数据、特别是用于实现本发明所建议的空间滤波方案的装置。本发明的装置包括：二维数据源，以及

20 光学系统，用于使数据源通过物体光束和参考光束在光学媒体上成像，并且用于在所述媒体上建立物体光束与参考光束的干涉图样。光学媒体被定位在与数据源的图像相关的傅里叶平面内。在本发明的意义上，除全息图的傅里叶平面以外，光学系统包括数据源与全息图之间的另一个傅里叶平面，并且在另一个傅里叶平面中有空间滤波装置。

25 所述光学系统最好还包括另一个与作为物体的数据源相关的像平面，并且还包括中和装置，用于至少部分地中和由数据源的周期性和数据源的孔径衍射引起的傅里叶波峰。所述中和装置最好是随机相位掩蔽。

附图简介

现在参照附图更详细地说明本发明，图中示出本发明的非限定性实施例。

5 图 1 是用于执行本发明的数据组织方法的装置中的卡的透视图，
图 2 是图 1 中所示卡的侧视图和俯视图，

图 3 以剖视图表示图 1 中所示卡的媒体的结构，

图 4a-d 说明媒体上采用的数据结构的一些具体情况，

图 5 是表示实现本发明的成像改善方法的光学系统的原理图，

10 图 6a-b 是图 5 中所示光学系统中物体光束和参考光束的光线传播的原理图，

图 7 说明采用所述成像改善方法的读出头的光学系统，

图 8 是类似于图 5 的修改的光学系统的示意光学布局图，

图 9 是图 5 的光学系统中偏振层的示意说明，

图 10 是图 8 的光学系统中使用的检测器的示意说明，

15 图 11 是图 10 中所示检测器的另一实施例，

图 12 和 13 说明用于实现本发明的数据组织方法的光学系统中数据源和检测器的比例。

实现本发明的最佳方式

20 通过用在图 1 中所示的光卡 1 上的数据结构来说明实现本发明的数据组织方法。卡 1 具有适合于全息记录的光学媒体 2。光学媒体 2 还用作机械基底层，它支撑光学层结构 3。具体的物理数据存储媒体实际上是光学层结构 3。由此处未示出的光记录装置对光卡 1 进行记录 and 读出。该装置包括适当的写/读光学单元。下文会结合第二发明方法的描述来说明读-写光学单元的具体细节。
25

卡 1 可以被多次写入(记录)、读出和擦除，后者是通过光学层结构 3 中存储层的材料来确保的。在光学媒体 2 上的光学层结构 3 内有分开的载体(衬底)层 5。载体层 5 提供光学质量的表面，并且通过

5 粘合层 4 与卡表面相连。载体层 5 上覆盖了镜面层 6、存储层 7 和保护层 8。卡 1 的大小如同标准信用卡，但是其它尺寸也是适用的。图中，层结构 3 从卡 1 的表面突出来，但这不是必需的。作为选择，层结构 3 的顶层、即保护层 8 可以完全与卡 1 的面平齐，或者甚至低于这个面。在这种情况下，媒体 2 陷入卡 1 中。

10 环绕着为写入准备的方块 10 的是大约 0.5 毫米宽的框 11。如稍后说明的，框 11 用于卡 1 的定位。定位框 11 以外是也大约 0.5 毫米宽的另一区域 12，这里，光学装置当搜索定位框 11 时仍会移动。不使用媒体 2 上的方块 12 之外的区域。方块 12 的大小是大约 12×12 毫米。为媒体 2 规定的机械和光学公差应该保持在 12×12 毫米的这个区域内。将光学层结构 3 设在方块 10 内是足够的，而且层结构 3 不需要超过方块 10 的边界。

15 把数据存储和组织成各个块 13(页)的系统中。各个块 13 物理上由单个全息图 9 构成，该图是通过单个写入脉冲记录的。光学系统同时在整个块 13 上记录或读出。在块 13 内，数据被组织成简单的文件结构。

在方块 10 内，块 13 按照预定的方式几何排列。在这种情况下，示出方阵排列，它实际上填满了方块 10。但是，块 13 可以是其它形式的，例如六边形的，因此，它们可以蜂巢形式填满整个媒体 2。

20 最好保留块 13a 用于卡的实际系统数据的存储，该块 13a 位于边界明确的位置、例如在记录区的一角上。这是所谓的描述块，它含有与卡 1 有关的数据，比如在每个写操作期间记录的各块以及故障块。同时相邻记录的块构成简单的文件系统，文件的名称、长度和物理位置记录在描述块中。当插入卡 1 时，系统首先读出这个块，
25 如果卡已被记录，则系统删除和重写这个数据块。控制程序保护已记录的区域。

第一发明思想实际上涉及记录有单个全息图 9 的这种块 13 的数据分布。图 4b、4c 和 4d 说明了这一点。根据本发明，用具有至少

两种状态的数据标记对数据编码，换言之，存储在全息图中的图像像素表示至少一位。最容易检测这些，因为与图像像素相关的检测光强度只需要与阈值比较。通过具有较大动态范围和/或较小散射的全息材料，理论上有可能在单个图像像素中存储若干位。如图 4c 所示，在此实施例中，采用四级灰度(白、浅灰、深灰和黑)，这允许在5 每个图像像素中存储两位。通过适当的材料，有可能在每个图像像素中存储多达一字节。

现在回到全息图 9 中存储的数据的结构，图 4b 和 4c 表示通过具有二维矩阵结构的数据源产生数据。图 4b 可视为数据源本身的示意说明，或者在写读系统的检测器上成像的全息图 9 中存储的重构图像，它作为图像(强度分布)出现在检测器上。二维数据源是 SLM(空间光调制器)矩阵，其图像被记录在光学媒体上，即卡 1 上的全息图中。在读出期间，通过光学方法再生数据源的图像，通过具有矩阵结构的二维检测器检测再生图像，即从全息图中再生由 SLM 产生的15 位图，并成像在 CCD(电荷耦合器件)检测器上。任务是识别成像的位图上像素的位置，因为必须从这样产生的图像中恢复原始数据。

因此，可以预见如下进行：由 SLM 产生的位图中出现的数据、即被直接物理记录的数据用这样的编码方法来编码，即禁止具有相同状态的数据的紧密相联超过预定次数。其中，已知的汉明和里德-索罗蒙纠错码禁止这种特性。这防止位图上出现仅由深色或者仅由20 浅色像素构成的区域。

此外，在数据源的矩阵中，定义具有预定大小和位置的阵列，该阵列包含标识数据标记和用户数据标记。如图 4b 和 4c 中清楚看到的，整个图像 9b 由若干相同的子块 14 构成。在块 13 的中心部分中，由于稍后说明的光学设置而省去四个子块(2×2)。由数据阵列 15 构成子块 14 的较大部分，但在子块 14 的角上的某个区域被指定为标识阵列 16。实际数据、即用户数据被存储在数据阵列 15 中。以这样的25 方式确定标识阵列 16 的大小，使得编码决不会在数据阵列 15 中

产生这样的数据集，该数据集可能含有与标识阵列 16 的数据标记大小一样的数据标记，而标识阵列 16 中所有数据标记会具有一样的状态。

标识阵列 16 中填满具有同样状态的数据标记。这些是标识数据
5 标记，而且没有有用的用户数据与标识数据标记相关。换言之，标识阵列 16 中的图像像素 17 统一具有相同的状态，例如它们都是浅色的(见图 4d)。在所示实施例中，整个 SLM 矩阵含有 320×240 像素(像点或图像像素)。其中， 300×200 像素的区域用于数据编码。子块 14 的大小为 25×22 像素，而其中又定义了 5×5 像素构成的标识
10 阵列 16(在图 4c 所示子块 14 的左上角)。

根据本发明用以下方法读出以这种方式分布的数据，其中，搜索标识阵列 16 并确定它们的位置，然后确定数据阵列 15 相对于标识阵列 16 的位置。这是这样完成的：首先用光学装置搜索框 11，从而以一定的精度固定光学系统相对于卡 1 的媒体 2 上的方块 10 的坐
15 标系。此后，读出光学装置的移动和控制系统应当能够找到具有某个地址的全息图。读出光学装置的定位精度足以使读出光学装置找到具有任意地址的块 13，并使其内容成像、即所存储的全息图 9 在写/读系统的检测器上的图像。此后，相关算法识别出具有 5×5 像素并且具有一致内容的标识阵列 16 的位置。更准确地说，相关算法识别出与标识阵列 16 的像点相关的那些 CCD 检测器像素。知道了标识阵列 16 的位置，就有可能通过线性内插法，根据两个相邻标识阵列 16 的像点 17 的数据，计算出与两个相邻标识阵列 16 之间的像点 18 相关的那些 CCD 检测器像素的位置。
20

各标识阵列 16 最好是彼此足够接近，使得对于内插而言，两个
25 相邻标识阵列 16 之间的失真小得足以明确定义与各像点 18 相关的检测器像素。

如果确实知道卡的旋转足够小，则可以仅根据单个标识阵列 16 来围绕标识阵列 16 定义单个像点 18 的位置。在这种情况下，标识

阵列 16 不是定义在子块 14 的角上, 而是定义在其中心, 因为以这种方式, 从给定的标识阵列 16 到距离该标识阵列 16 最远的像点 18 的距离最小, 其中根据标识阵列 16 的位置已计算了像点 18 的位置。在给定的情况下, 像点 18 的位置可以这样确定, 使得它的位置是根据两个相邻标识阵列 16 来确定的, 但与其它标识阵列的位置无关, 而且, 如果两个结果之间的距离保持在预定值以内, 则两个之间的位置被认为是实际位置。如是差异太大, 则卡被相对于光学装置机械地重新放置。

根据本发明, 如果检测器沿着一维的矩阵元的数目选择为数据源的矩阵元数目的倍数, 最好是其 2-5 倍, 则可以大大提高读出的精度。这导致用一组检测器像素覆盖从全息图恢复的某个像点。

因此, 可以预见, 识别属于数据源的矩阵元的检测器矩阵元的阵列, 特别是与标识阵列 16 的像点 17 相关的检测器矩阵元的阵列。这可以通过如上述为了找到标识阵列 16 的位置而执行的相关计算来实现。在像素块的中心区域中的检测器的一个或多个单元所检测的值被视为读出值。例如, 如果读出 CCD 检测器像素的数目是数据源 SLM 沿一侧的像素数目的五倍(即在整个面上为 $5 \times 5 = 25$ 倍), 则单个像点 17 落在 CCD 检测器上 5×5 像素的区域上。这参考具有同样比例的图 12 和 13 来说明。图 12 所示的数据源像点 18 或 17 的图像(实际上是数据源 SLM 的单个单元)成像在一组像素 27 上, 见图 13。显然, 数据源像点 18 或 17 对应于由 5×5 像素构成的像素组 27。由于成像的不准确性, 通过边缘像素检测的强度值可能相当不确定。如图 13 所示, 角上的像素检测的强度与理论强度值不同(在图 13 中, 检测强度用像素 27 的颜色来说明)。但是, 3×3 像素的内部像素组 28 很有可能仅检测到白像点(在所示实例中, 仅内部组 28 的右上角受到噪声影响)。最里面的单个像素 29 实际上确实检测了相关像点的强度。如果光学成像足够好, 则至少一个 3×3 像素的像素集可根据 5×5 像素的理论像素集来识别。将其中的中心像素用于线性内插, 则

可以足够精确地确定与中间像点 18 相关的 CCD 像素，至少是这么精确，使得 3×3 (或 5×5)像素的检测器像素组的中央像素确实检测到所找像点的强度，其中像素组通过计算与像点相关。

5 如上所述，含有数据的全息图 9 被框 11 围绕。在搜索期间，首先，找到这个框 11，随之使卡与移动系统的坐标系和固定到移动系统的光学装置的坐标系彼此相关。然后，寻找相对于检测器矩阵一角的标识阵列 16。标识阵列 16 然后标识出从全息图 9 重构的图像 9b 的准确位置。

10 外部或内部微处理器控制写/读单元，微处理器与实现上述方法的系统软件一起工作。写和读指令、要写的数据以及用于写入的区域被从微处理器发到写/读系统。纠错编码和解码可以由微处理器来执行，但是，更为可取的是采用适当的专用硬件(例如用于汉明和/或里德-索罗蒙编码的硬件，以便维持适当的传输速率)。这种专用硬件用于把最终数据读出 BER(误码率)从大约 10^{-2} - 10^{-3} 的原 BER 提高到
15 至少 10^{-12} 的值。

写-读单元可包含保护模块，它防止在读出期间擦除数据。这可能是必要的，因为对于某些存储材料，参考光束可能在读出期间会删除一部分已记录的信号。在一定次数的读出之后，信号电平可能恶化，使得无法读取数据。保护模块负责在读出期间测量全息图的
20 信号电平的任务，若读出信号电平低于临界电平，则保护模块对全息图中的信息进行刷新(删除和重写)。

下面，提供根据本发明用于数据的全息记录和读出的方法。这是这样的方法，其中，把二维数据源的图像记录在光学媒体上的全息图中。(在以上所示实例中，二维数据源是 SLM 矩阵)。记录的全息图是从与数据源的图像相关的傅里叶平面中物体光束与参考光束
25 之间的干涉图样得来的。在本实例中，光学媒体是光卡 1。在读出期间，通过二维检测器检测所记录的全息图 9，更准确地说是从全息图 9 中恢复的图像 9b。根据本发明的方法，除了全息图的傅里叶平面

之外，在成像设置中还在数据源与全息图之间建立又一个傅里叶平面。在这又一个傅里叶平面中，执行空间滤波。本发明是通过提出实现该方法的装置来说明的。

5 这里不再详细表示上述实例中提到的卡的写/读系统的写/读单元，它包括图 5 中简单示出的光学系统。光学系统的光源是由激光器 31 构成的，在本实例中是绿色二极管激光器。激光器 31 的光束具有高斯分布，而且通过球面光束扩展器 32 把光束扩展到适当的尺寸。为了得到较好的波阵面，还可能通过针孔法把空间滤波运用在这个位置中。

10 不用绿色激光器，也可以设想采用蓝色二极管激光器，特别是 DPSS(二极管抽运固态)激光器。

中性分束器立方体 34 把光束分成具有适当强度的两个光束、即物体光束 35 和参考光束 26。作为选择，物体光束与参考光束之间的强度比可以通过分束器立方体 34 的分割比来修改。

15 物体光束 35 和参考光束 36 沿着矩形的边传播，矩形的相对各边构成干涉仪的两条臂。矩形的三个角上的光束转向是由具有介质镜面层的平面反射镜 37、38 和 40 完成的。通过适当地调整矩形的边长，可以确保物体和参考光束到层结构 3 的光路等长。

20 在物体光束臂中，通过光束成形光学装置 39 把具有高斯分布的扩展的物体光束 35 转换成全息平面波。所述光学装置 39 是具有两个非球面的单片透镜。类似地，在参考臂中，通过光束成形光学装置 40 把扩展的高斯光束转换成全息平面波。通过球面光束转换器 41 把全息光束压缩为适当的尺寸。作为选择，可以省略非球面光束成形光学装置 40，或者用平面平行板来代替，该板允许在参考臂中使用具有高斯分布的照明光束。在这种情况下，在设计光束转换器 41 时必须把这个因素考虑进去。

25 在参考臂中，在光束转换器 41 之后有另一个镜子 43，接着是方孔 42。孔 42 通过参考光束 36 在卡 1 上成像。在本实例中，所用的

孔 42 是方形的,但是圆形或其它形状的孔同样能够适用。物体光束 35 和参考光束 36 的耦合是沿着矩形一边完成的。通过镜子 38 把物体光束 35 耦合到 SLM 44 上。SLM 44 构成二维数据源(在本实施例中,采用基于 LCD 传输模式的 SLM)。SLM 44 的有效区域的全息图被记录在卡 1 上的层结构 3 的记录层 7 中。

提供物体/图像成像的傅里叶全息光学装置的光轴垂直于照着 SLM 44 和孔 42 的光束。SLM 44 构成全息光学系统的物体,而孔 42 用作全息光学系统的参考。

这种傅里叶全息系统的原理表示在图 6a 和 6b 的折叠(folded-out)位置中。由物体光束 35 构成的物体/图像臂被以所谓的 8f 系统的形式实现,这表示在图 6a 中。这个物体臂还包括偏振分束棱镜 45 和 46(偏振分束棱镜未在图 6a 和 6b 中示出,因为它们对成像本身不起作用,而仅用于把物体光束和参考光束耦合到光路中。写/读系统包括两个一样的傅里叶物镜 47 和 48。在傅里叶物镜 47 和 48 的每个傅里叶平面(焦平面)49 和 50 中有一个镜子,所以这样有可能为 8f 系统仅使用两个傅里叶物镜,而不是理论上所需的四个物镜。第一个镜子是镜子 51,它也用作空间滤波装置。另一个镜子是记录在全息卡的层结构 3 中的全息图 9 本身、以及层结构 3 中全息图 9 下面的镜面层 6(也见于图 3)。如从图 5 中清楚看到的,分束棱镜 45 和 46 在两个傅里叶物镜 47 和 48 之间。

由参考光束 36 构成的参考臂是所谓的 4f 系统(同样见于图 6b),它使参考孔 42 的图像成像在全息图 9 上。该系统包括在设计和焦距上有所不同的两个傅里叶物镜。第一傅里叶物镜 52 是单件光学装置,它设置在参考孔 42 与耦合偏振分束棱镜 45 之间。第二物镜与物体/图像臂的第二傅里叶物镜 48 共用。通过适当地选择傅里叶物镜 52 和 48 的焦距,参考孔 42 可以经适当放大或缩小而在全息卡 1 上成像。

物体光束 35 和参考光束 36 通过第一偏振分束棱镜 45 耦合在一

起。偏振分束层 53 使物体光束 35 向上朝着第一傅里叶物镜 47 偏转，而把参考光束 36 向下引向傅里叶物镜 52 和 48 的共同焦平面。

5 构成物体的 SLM 44 位于由第一傅里叶物镜 47 实现的光学成像系统的第一焦平面中。镜子 51 位于后焦平面中，在所谓的傅里叶平面中。在本实施例中，镜子 51 是具有预定大小的平面反射镜。与以前知道的方案相比，除产生全息图本身所必需的傅里叶平面以外，通过产生另一傅里叶平面来修改光学系统。这另一个傅里叶平面是在全息图之前在光路上形成的。镜子 51 设置在这另一个傅里叶平面中。

10 在写入全息图的过程中，镜子 51 在全息光学系统中起到空间滤波装置的作用，换言之，起到孔径光阑的作用。这种空间滤波装置的重要性在于：它实际上代替了全息图 9 的平面中的孔，否则，由于光学系统的尺寸限制，则不可能设置一个孔。因此，镜子 51 作为限定孔，减少了落在相邻全息图上的光。换言之，这种空间滤波减小了所谓的页间干扰。此外，孔径效应有助于滤除散射光，而且限制了记录物体光束的锥角。

15 另一个好处是，通过适当尺寸的镜子 51 和适当设计的光学系统，可以从物体光束 35 中滤除干扰的傅里叶分量。例如，SLM 44 的周期性结构在成像光学装置中像格栅一样。这种格栅导致傅里叶平面内大的波峰。如果这些大波峰落在全息图上，则它们会明显降低可达到的全息图的 SNR(信噪比)。但是，有可能用镜子 51 滤除这些大波峰中的一些。

20 另一优点是，这种空间滤波还影响可获得的数据密度，因为镜子 51 的尺寸刚好等于记录全息图的尺寸。换言之，较小的镜子产生较小的全息图。在同等尺寸的 SLM 下，较小的全息图意味着较大的数据密度。当然，通过此方法能达到的数据密度有一个上限，因为随着傅里叶分量的滤除，也降低了成像的分辨率。

25 最后，必须要提到的是，所述系统允许设计具有两个完全相同

的傅里叶物镜的光学系统。因此，光学系统的具体制造成本会少一些。一般，与已知方案、例如 WO99/57719 中已知的光学系统相比，分束棱镜还具有更简单的结构。

5 傅里叶物镜 47 和 48、镜子 51 和全息图 9 构成对称的光学系统，并且在此系统的中部(在偏振分束棱镜 45 和 46 之间)，产生 SLM 44 的实像。在此像平面内，设置具有某种像素安排的随机分布相位掩蔽 53。相位掩蔽 53 的像素的位置、尺寸和数目与 SLM 44 的相应数据一样。相位掩蔽 53 在物体光束 35 中添加在每个像素中改变的随机相移。通过这种相位掩蔽 53，防止了由写在 SLM 44 上的位图图像
10 的周期性产生的大的傅里叶分量的出现，而且还消除了由 SLM 44 的孔上的衍射产生的、出现在零空间频率周围的那些大的分量。

参考臂中的孔 42 的傅里叶变换出现在相位掩蔽 53 的中间。为此，在相位掩蔽 53 的中心区中没有相位调制。

15 但是，还有可能为了参考光束 36 的傅里叶滤波，在相位掩蔽 53 的表面上采用第二相位和/或振幅掩蔽，使得这个第二掩蔽独立于物体光束 35 所用的周边相位掩蔽。

在相位掩蔽 53 之后，物体光束和参考光束透过第二偏振分束棱镜和第二傅里叶物镜 48，以便产生/重构/擦除卡上的全息图。在读出期间，全息图 9 的重构图像是通过第二傅里叶物镜 48 成像的，并且
20 通过第二偏振分束棱镜 46 使其转向检测器矩阵。在本实施例中由 CCD 检测器矩阵 54 来实现检测器矩阵或阵列。在偏振分束棱镜之后，设有 $\lambda/4$ 片 55 和 56，用于分别完成线-圆和圆-线偏振转换。因此，穿过 $\lambda/4$ 片 55、在镜子 51 上反射、然后又穿过 $\lambda/4$ 片 55 的光会具有与其以前的偏振状态垂直的线偏振。

25 在与卡 1 较近的第二分束棱镜 46 的偏振层 57 中，具有未设分束层的小的中心区域 61。这也示于图 9 中。这个中心区域 61 用于引导参考光束 36 通过。以这种方式，具有相对于物体光束 35 正交的偏振、向卡 1 传播的参考光束 36 会无反射地穿过分束层 57。换言之，

在光学装置中有用于传播参考光束 36 的单独通道，这个通道包括两个要素：在相位掩蔽 53 中心的非调制区域 60 和在偏振分束棱镜 46 的偏振分光层中形成的没有分束层的区域 61。

5 未经衍射地从卡 1 反射的参考光束 36 和从透镜表面反射的其它分量不会到达检测器，因为这些会两次穿过 $\lambda/4$ 片。即使这样，也可以在 CCD 检测器矩阵 54 之前设置另一个偏振滤波器，以便滤除最后的散射光。

10 在光学系统中，各种光束的偏振状态如下：从激光器 31 发出的光具有线偏振。这种偏振在物体臂和参考臂中作为线偏振最初都不变。

在第一 $\lambda/4$ 片 55 之后，光变成圆偏振的，而在第一偏振分束棱镜 45 之后，会使物体光束 35 和参考光束 36 互相垂直地线偏振。经过第二 $\lambda/4$ 片 56 之后，会使物体光束 35 和参考光束 36 也互相垂直地圆偏振。经过第二偏振分束棱镜 46 之后，会使从全息图返回的物体光束 38 线偏振。

15 如上所述，为了确定全息图 9 的位置，在全息存储卡 1 的数据区之外有定位框 11。当插入卡 1 时，读取头测量框 11 的位置，而这被当作移动期间的参考框。确定记录的各个全息图 9 相对于这个框 11 的位置，并且在读出期间，完成相对于框 11 对其它记录全息图 9 的搜索。这个框 11 可以具有在反射背景中的不反射表面，或者框 11 可以与不反射背景一起被反射。在搜索定位框 11 期间，仅使用 SLM 44 的中心区域 60(还参见图 4b)。中心区域 60 中的像素是在相位掩蔽 53 的中心区域、即参考光束 36 穿过的区域上成像的那些像素。在搜索框 11 期间，这些像素被“点亮”，即全部光强度穿过这些像素。因为
20 在相位掩蔽 53 的中心区域中没有相位调制，所以在卡 1 上有一个锐聚焦点(傅里叶波峰)。这个焦点由 SLM 44 的照亮的中心区域 60 确定。这个焦点的直径大约为 $5-10\ \mu\text{m}$ 。借助于这个焦点以下列方式完成对框 11 的搜索：移动焦点经过框 11，监测落在检测器矩阵上的总

强度。当光学系统的焦点到达框 11 时，在 CCD 54 上测得的总强度明显增大(或减小，取决于对框 11 及其背景的设计)。根据 CCD 检测器矩阵 54 在卡 1 上的媒体 2 的不同点中测量的最大总强度，可以高精度地($\pm 2 \mu\text{m}$)确定框 11 的位置。

5 图 7 表示用于读出存储在光卡 1 上的信息的读出头的光学系统。这个系统在若干方面不同于图 5 中所示的系统。首先，没有物体臂，因此没有 SLM。这个光学系统仅用于读出。其次，用单独的激光器来相对于光学媒体定位光头。

10 参考光束 36 以类似于上述光学系统的方式、即借助于具有偏振层 57 的偏振分束棱镜 46 耦合到全息图 9 上，偏振层 57 具有中心区域 61，其中中心区域 61 不具有偏振特性(见图 9)。

图 7 的光学系统工作如下：

15 参考激光器模块 131 发出高斯光束，通过任选的光束扩展器 132 可以将其扩展到适当尺寸。这个光束是线偏振的，具有适当的方向，所以参考光束 36 会被反射到分束棱镜 45 的偏振层 53 上。通过镜子 37 和 43 使参考光束偏转到参考孔 42 中。参考孔 42 具有矩形光圈，但是其它形状也是适用的。一般，圆形孔也是适用的。

20 校准的参考光束通过球面透镜 52 聚焦到傅里叶物镜 48 的焦平面 153 中。在透镜 52 之后，使用面平行的片 143 来调整参考光束 36 的光轴。这是通过略微倾斜的面平行片 143 来实现的。以这种方式，可以高精度地调整参考光束 36 的光轴。

25 设有单独的激光二极管 133，仅用于在以上参考图 5 描述的初始设置期间搜索框 11。由于参考光束 36 不聚集在卡 1 的媒体 2 上，在没有物体光束时，需要另一个通过透镜 147 聚焦在框 11 的平面上的光源。孔 151 限制了搜索光束的光束尺寸。

激光二极管 133 的光束是线偏振的，具有适当的方向，因此，搜索光束 35 会透过分束棱镜 45 的偏振层 53。

搜索光束 35 和参考光束 36 通过偏振分束棱镜 45 耦合在一起。

偏振层 53 使搜索光束 35 透过，同时使参考光束 36 向卡 1 偏转。

参考臂实现为 4f 光学系统，该系统使参考孔 42 的图像成像到全息图 9 上。该系统包括具有不同焦距的两个不同的傅里叶物镜。第一物镜 52 是在孔 42 与耦合棱镜 45 之间的单件透镜。第二物镜是与
5 4f 系统的物体/图像臂的第二物镜 48 共用的。通过适当地选择傅里叶物镜的焦距，可以使参考孔以所需的放大倍数在全息卡 1 上成像。

用傅里叶物镜 28 对参考光束 36 进行校准，以便在卡上产生面波阵面。参考孔 12 的像在卡上起到光圈的作用。

在第一分束棱镜 45 之后，搜索光束 35 和参考光束穿过第二分束棱镜 46(搜索光束仅在位置设置期间、即当找到并定位框 11 时使用)。从全息图 9 反射参考光束，并且重构全息图中存储的图像。反射光束再次穿过第二分束棱镜 46，并且被向着检测器矩阵 54 偏转，
10 同时，参考光束会穿过偏振层 57 的中心区域 61。中继透镜系统 141 用来将检测器矩阵 54 定位在距分束棱镜 46 有利的距离处。

在第二分束棱镜 46 下面，设有 $\lambda/4$ 层 56，它执行线-圆以及相反的圆-线偏振转换。结果，从分束棱镜 46 出来的光束被线偏振，与其以前的偏振方向垂直。
15

从上述内容中显而易见，对于参考光束 36，在所述光学系统中有分立的通道，类似于图 5 中所示设置。

图 8 表示光学系统的修改实施例，它起到类似于图 5 的系统的作用。这是包含物体光束 35 和参考光束 36 的光学系统，但是，数据源是反射模式 SLM 144。因此，不可能把物体光束 36 通过 SLM 144 耦合到系统中。相反，为此目的而采用第一分束棱镜 45。因此，参考光束 36 必须在别处耦合到系统中。在提出的实施例中，检测器矩阵 154 用于此目的。这个检测器矩阵 154 包括中心区域中的开口 62，
20 参考光束 36 可以从中穿过。这也是 8f 系统，具有空间滤波元件，在其中一个傅里叶平面中的镜子 51。在中间的像平面中，设置随机相位掩蔽 53，它具有与图 5 中掩蔽 53 相同的功能。光束成形光学装置
25

的一部分未在图 8 中示出。具有相同标号的其它元件与图 5 中那些功能相同。

在图 11 所示结构中，检测器矩阵 154 可以用四个截然不同的矩形检测器 154A-D 来实现。

- 5 本发明不限于所示实施例。数据存储媒体可以是盘或磁带而不是卡，根据本发明的数据识别方法还可以与非全息的光数据存储一起使用。二维数据源和二维检测器可以具有多个适当的替代实施例，这对于本领域的技术人员是显而易见的，例如用微镜装置作为数据源，或者用 CMOS 检测器作为检测器阵列。标识阵列不需要在
- 10 用户数据阵列的角落上，可以在中心位置。在另一傅里叶平面中的用于空间滤波的孔可以具有各种形状，例如矩形、特别是方形，或者圆形、六边形或其它复杂的形状。

图 1

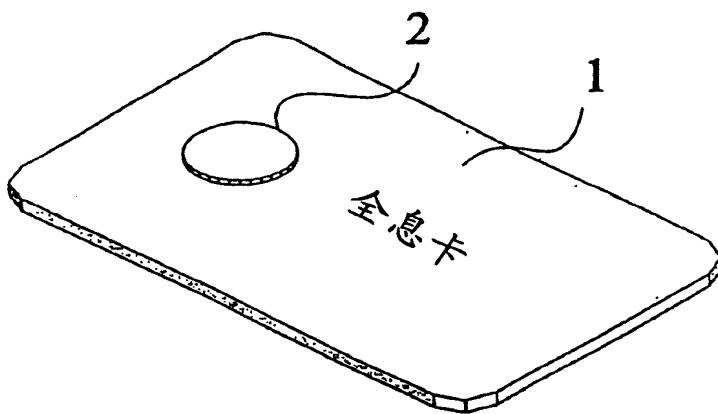


图 2a

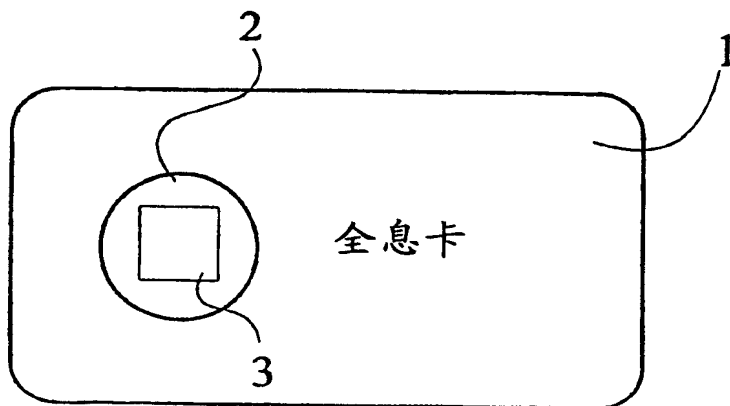


图 2b

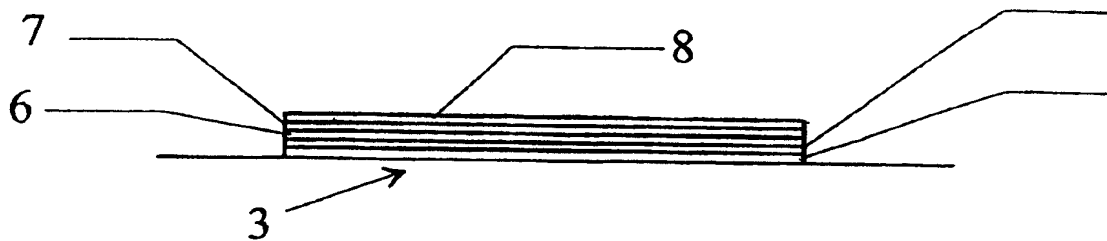
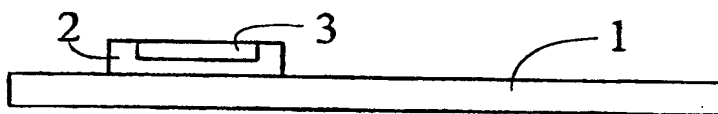


图 3

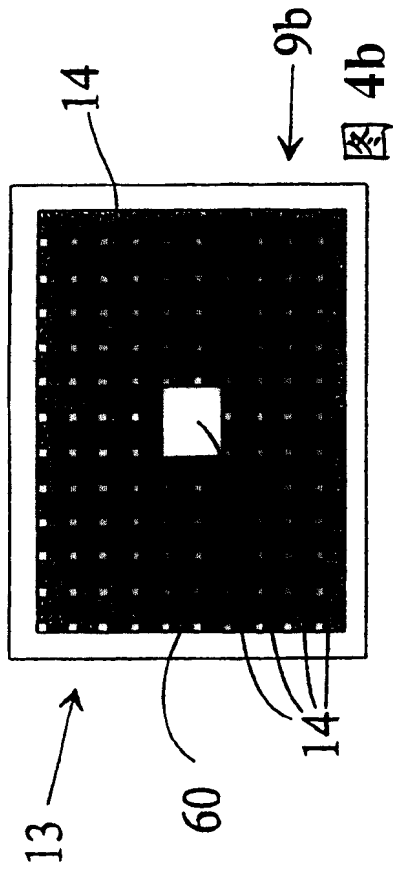


图 4b

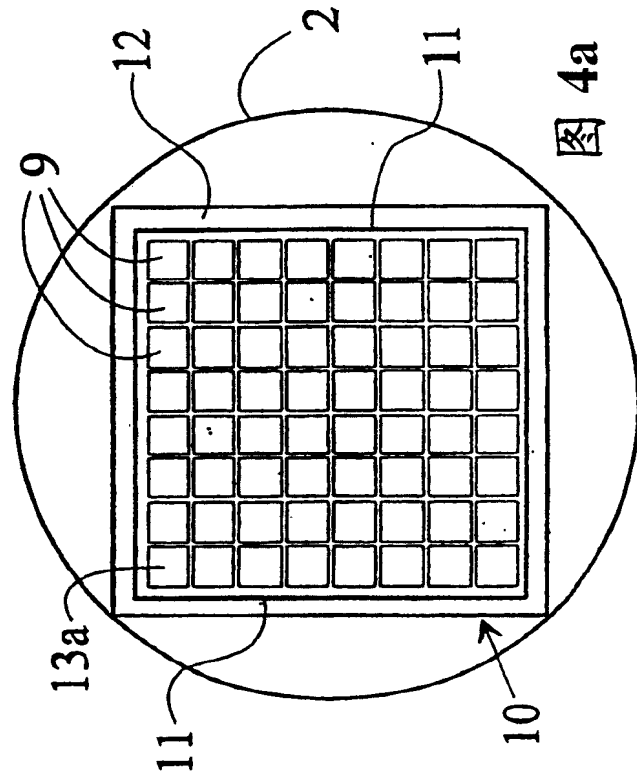


图 4a

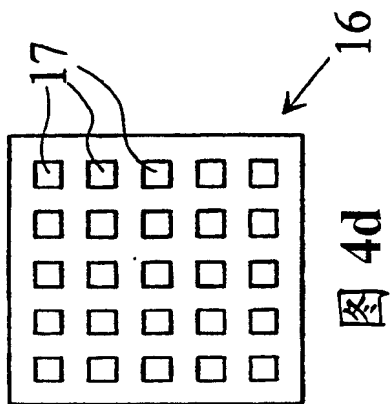


图 4d

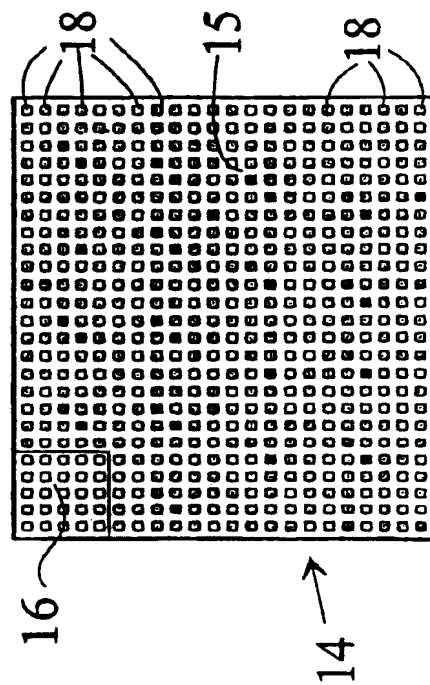
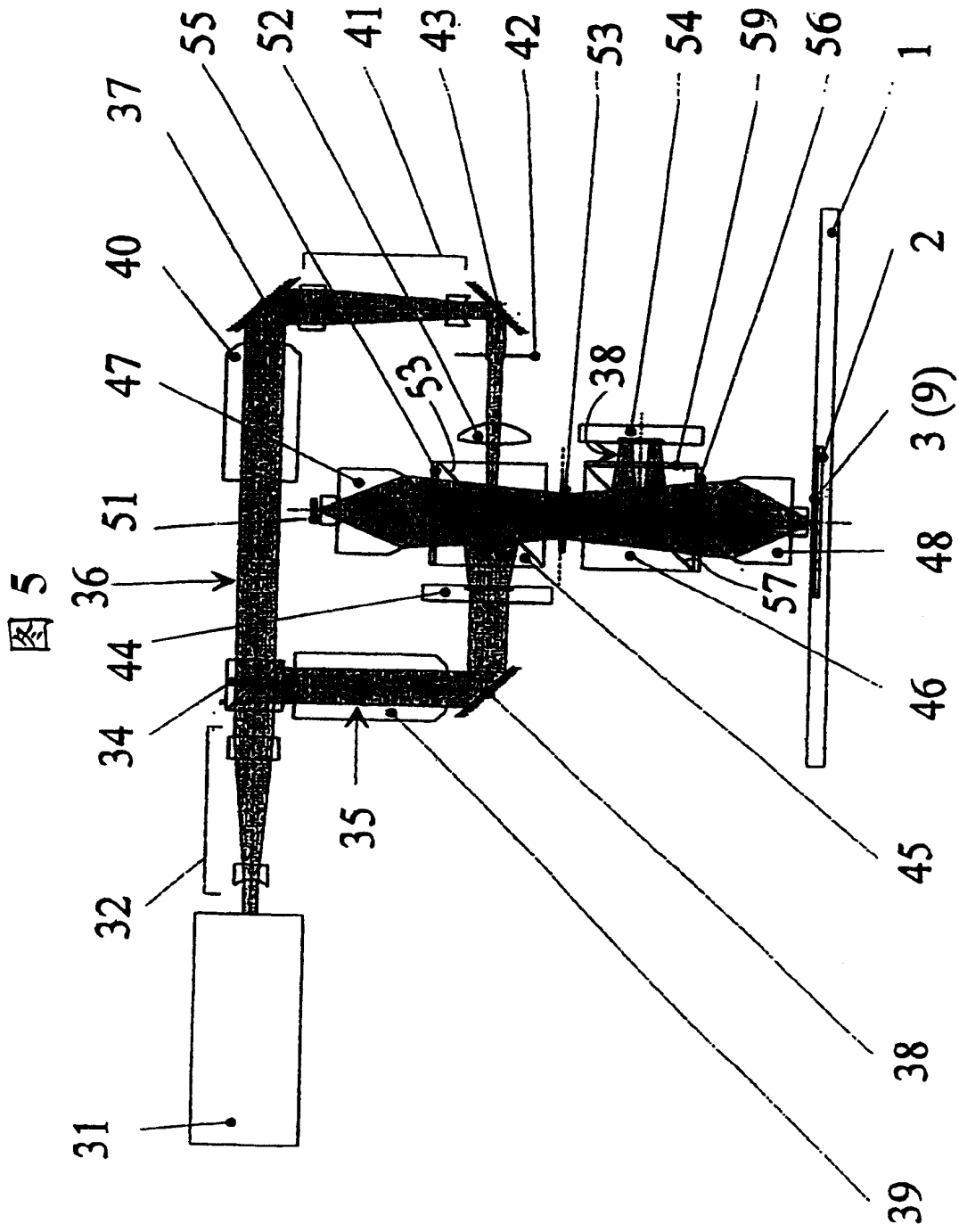


图 4c



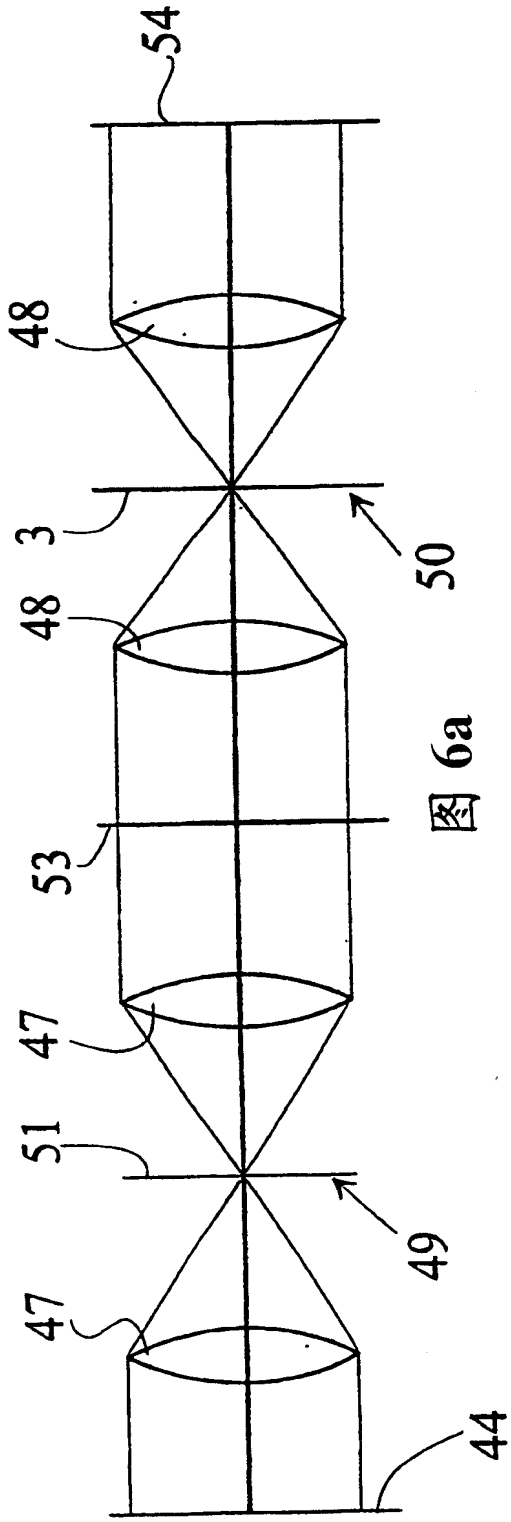


图 6a

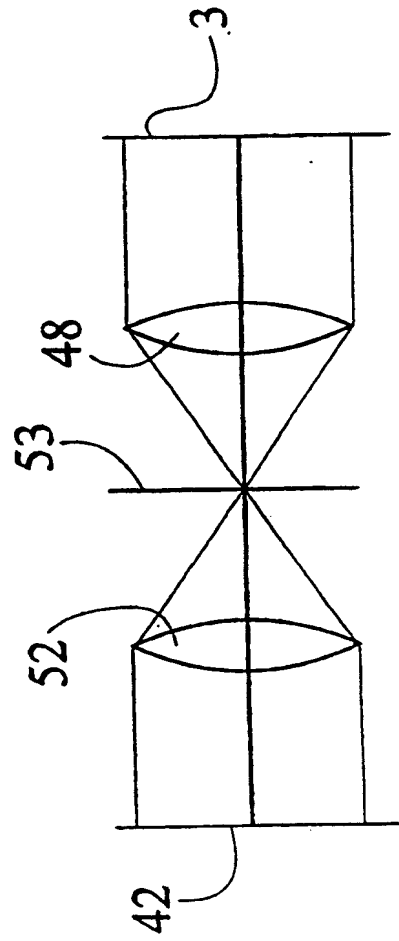
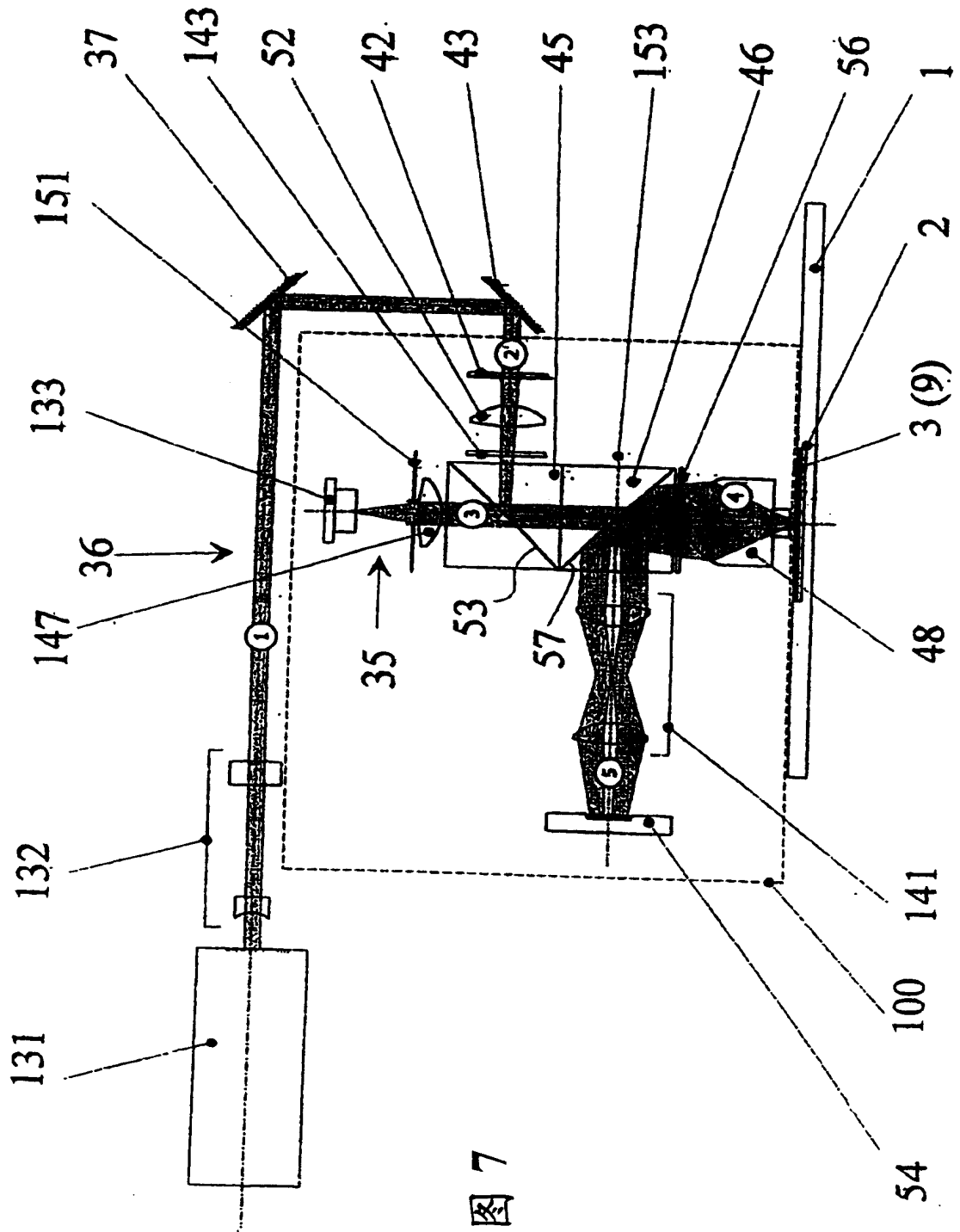


图 6b



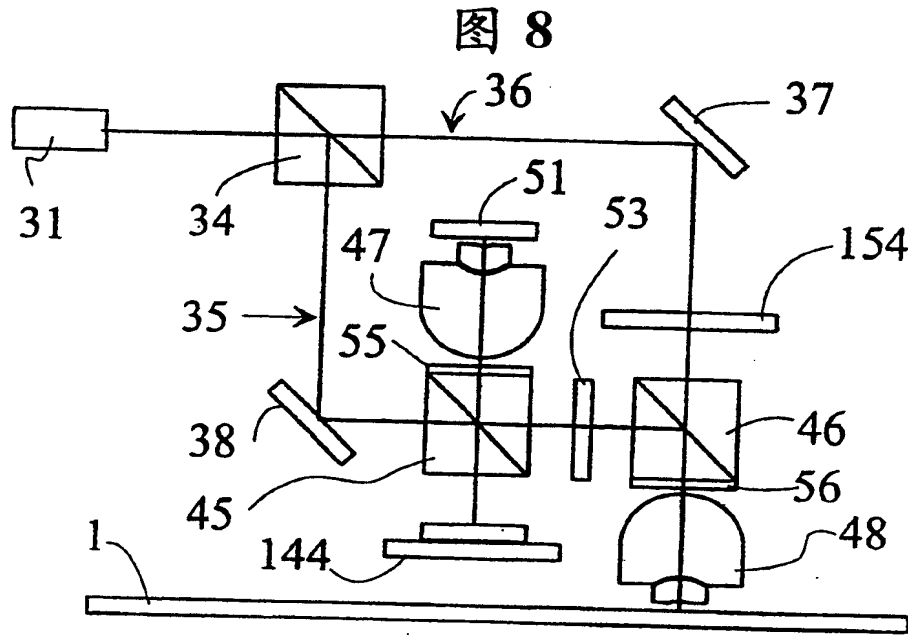


图 8

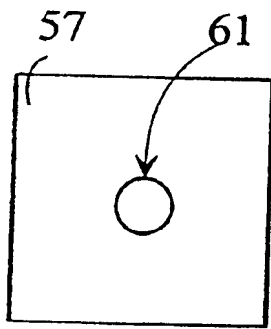


图 9

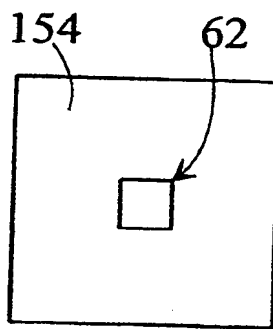


图 10

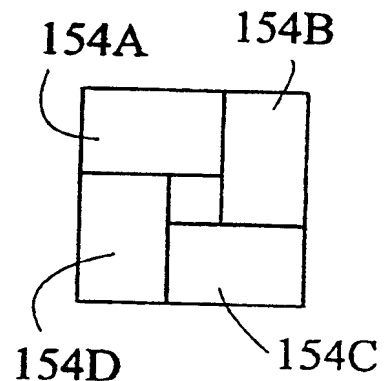


图 11

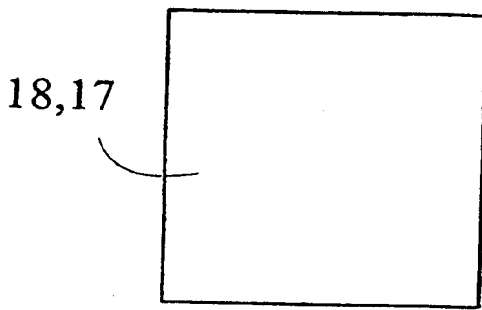


图 12

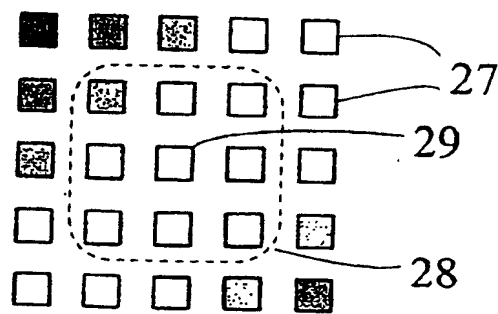


图 13