

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101283294 B

(45) 授权公告日 2011.01.26

(21) 申请号 200680037433.8

G02B 5/00 (2006.01)

(22) 申请日 2006.10.10

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

US 6288842 B1, 2001.09.11, 全文.

11/248, 950 2005.10.11 US

US 4099838, 1978.07.11, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

CN 1452726 A, 2003.10.29, 全文.

2008.04.08

US 5712731 A, 1998.01.27, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

CN 1650193 A, 2005.08.03, 全文.

PCT/US2006/039537 2006.10.10

审查员 王锴

(87) PCT申请的公布数据

WO2007/047259 EN 2007.04.26

(73) 专利权人 3M创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 詹姆斯·P·恩德勒

罗伯特·T·克拉莎 威廉·V·道尔

迈克尔·W·多尔扎尔

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 顾红霞 何胜勇

(51) Int. Cl.

G02B 3/00 (2006.01)

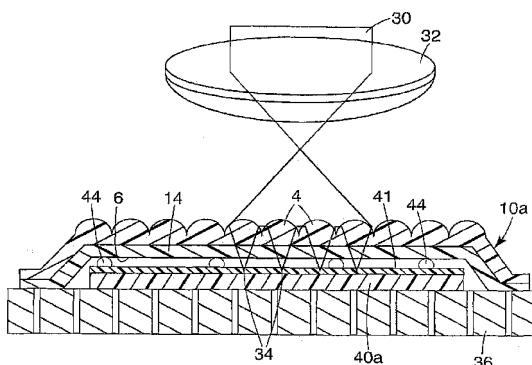
权利要求书 1 页 说明书 16 页 附图 12 页

(54) 发明名称

形成带浮动作合成图像的片材的方法及带浮动  
合成图像的片材

(57) 摘要

本发明公开了一种具有合成图像的显微透镜  
片材，其中所述合成图像浮在所述片材的上方和  
/或下方。所述合成图像可以是二维的或三维的。  
还公开了形成这类成像片材的方法。



1. 一种在显微透镜片材上形成合成图像的方法,包括步骤:

提供具有显微透镜阵列和邻近显微透镜阵列的材料层的片材;

提供与所述片材的材料层邻近的第一供体基底,所述第一供体基底是辐射敏感的;

提供辐射源;以及

使用所述辐射源将所述第一供体基底的至少一部分转移到所述片材上,以在所述材料层上形成与多个显微透镜中的每一个关联的单独的部分完整的图像,由此所述片材呈现出由所述单独的图像形成的合成图像,所述合成图像用肉眼看起来浮在所述片材上方和/或下方。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一供体基底包含着色剂,所述合成图像的至少一部分呈现出与所述第一供体基底中的着色剂类似的颜色。

3. 根据权利要求1所述的方法,还包括步骤:

在所述转移步骤之前,在所述片材与所述第一供体基底之间提供间隙,所述间隙是由微结构形成的。

4. 一种片材,包括:

显微透镜阵列;

邻近所述显微透镜阵列的材料层;

与所述材料层相接触的第一供体材料,其中所述供体材料在所述材料层上形成与多个显微透镜中的每一个关联的单独的部分完整的图像,由此所述片材呈现出由所述单独的图像形成的合成图像,该合成图像用肉眼看起来浮在所述片材上方和/或下方。

5. 根据权利要求4所述的片材,其中所述合成图像的至少一部分发出荧光和/或磷光,该合成图像用肉眼看起来浮在所述片材上方和/或下方。

6. 根据权利要求4所述的片材,其中在肉眼看来,所述合成图像还至少部分地位于所述片材的平面内。

7. 根据权利要求4所述的片材,其中所述第一供体材料包含着色剂,所述合成图像的至少一部分呈现出与所述供体材料中的着色剂类似的颜色。

8. 根据权利要求4所述的片材,其中所述供体材料包含辐射敏感材料。

9. 根据权利要求4所述的片材,其中对于小于一百五十度的视角,所述合成图像的颜色会发生变化。

10. 根据权利要求4所述的片材,还包括邻近所述材料层的第二供体材料,所述第二供体材料在所述片材上形成与多个显微透镜中的每一个关联的单独的部分完整的图像。

11. 根据权利要求10所述的片材,其中所述第二供体材料包含与所述第一供体材料的着色剂不同的着色剂。

12. 根据权利要求10所述的片材,其中所述合成图像的至少一部分呈现出与所述第一供体材料和所述第二供体材料中的着色剂类似的颜色。

13. 根据权利要求4所述的片材,其中所述片材被粘附在基底上,所述基底是文档、标记、身份证件、容器、显示器、信用卡,或者所述片材被用作广告、装饰、鉴定或识别的目的。

## 形成带浮动合成图像的片材的方法及带浮动合成图像的片材

### [0001] 发明领域

[0002] 本发明涉及在片材上成像的方法，该方法可提供观察者感觉为相对于片材悬浮在空间中的一个或多个合成图像，并且对合成图像的感觉随着视角的变化而变化。本发明还涉及片材，该片材提供观察者感觉为相对于片材悬浮在空间中的一个或多个合成图像，并且对合成图像的感觉随着视角的变化而变化。

### 背景技术

[0003] 具有图形图像或其它标记的片材已被广泛使用，尤其是作为用于鉴别制品或文档的标签。例如，在美国专利 No. 3, 154, 872、3, 801, 183、4, 082, 426 和 4, 099, 838 中所述的那些片材已被用作车牌的验证贴纸以及驾驶执照、政府文件、磁带盒、扑克牌、饮料罐等的安全膜。其它用途包括在诸如警车、消防车或其它紧急用途车辆上用作识别目的的图形应用，以及在广告和推广展示上作为特色标签以增强品牌效果。

[0004] 美国专利 No. 4, 200, 875 (Galanos) 公开了另一种形式的成像片材。Galanos 公开了一种特别的“外露透镜型高增益回射片材”的用途，其中通过遮光罩或图案对片材进行激光照射而形成图像。该片材包含部分嵌入粘结剂层内、部分暴露在粘结剂层上方的多个透明玻璃微球，并且所述多个微球中的每个微球的嵌入表面上涂敷有金属反射层。粘结剂层含有炭黑，据说炭黑可在片材成像时使入射在片材的杂散光线最少化。嵌入粘结剂层的显微透镜的聚焦作用使激光束的能量进一步集中。

[0005] 如果且仅当从与激光射向片材的角度相同的角度观看片材时，可以看到在 Galanos 的回射片材上形成的图像。也就是说，这意味着只有在非常有限的观察角度里才能看见图像。由于该原因或其它原因，还需要改善这类片材的某些特性。

[0006] 早在 1908 年，Gabriel Lippman 就发明了在具有一个或多个感光层的透镜介质中生成场景的真实三维图像的方法。该方法被称为整体成像，1984 年在 San Diego 举行的 SPIE 会议上，De Montebello 发表的“Processing and Display of Three-Dimensional Data II”(三维数据的处理和显示 II) 也对该方法进行了描述。在 Lippman 的方法中，通过透镜（或“小透镜”）阵列使照片底片曝光，因此阵列中的每个小透镜将从该小透镜所占据的片材观察点观看到的被复制场景的微缩图像传输到照片底片的感光层上。照片底片显影之后，通过小透镜阵列观看底片上的合成图像的观看者会看到所拍摄场景的三维展示。图像可以是黑白或彩色的，这取决于所用感光材料。

[0007] 因为在底片曝光过程中由小透镜形成的图像只能让每个微缩图像翻转一次，所以生成的三维图像是幻视像。也就是说，图像的感知深度是翻转的，因此物体看起来像是“内侧朝外”。这是一个重大缺点，因为要纠正图像，必须进行第二次光学翻转。这些方法是复杂的，涉及用一部相机、或多部相机或多镜头相机多次曝光以记录同一个物体的多个视图，并且需要极其准确地对准多个图像以提供单个三维图像。此外，任何依赖于传统相机的方法均要求在相机前存在实物。这进一步使得该方法不适合生成虚拟物体（指在效果上存在

而事实上不存在的物体)的三维图像。整体成像的另一个缺点是,为了形成可以看到的真实图像,必须从观看侧照明合成图像。

[0008] 美国专利 No. 6, 288, 842(Florczak 等人)公开了另一种形式的成像片材。Florczak 等人公开了带合成图像的显微透镜片材,其中合成图像浮在片材上方和 / 或下方。合成图像可以是二维的或三维的。同时还公开了提供这类片材的方法,包括对邻近显微透镜的辐射敏感材料层应用辐射。该专利公开了因为成分变化、材料移除或烧蚀、相位改变或者邻近一层或多层显微透镜的一面布置的涂层的聚合反应而形成图像。

[0009] 美国专利 No. 5, 712, 731 “Security Device for Security Documents Such as Bank Notes and Credit Cards”(用于银行票据和信用卡等安全文档的安全装置)(Drinkwater 等人)公开了一种安全装置,该装置包括缩微图像阵列,当通过大致成球形的显微透镜的对应阵列观看时,缩微图像阵列会生成放大图像。在一些情况下,显微透镜阵列粘合在缩微图像阵列上。

[0010] PCT 专 利 申 请 公 开 WO 03/061983 A1 “Micro-Optics For Article Identification”(用于制品识别的微光学装置)公开了使用表面凹凸度大于几微米的非全息微光学装置和显微结构进行识别和防伪的方法及组合物。

## 发明内容

[0011] 本发明的一方面提供了一种在显微透镜片材上形成合成图像的方法。在具体实施例中,该方法包括如下步骤:提供具有显微透镜阵列和邻近显微透镜阵列的材料层的片材;提供与片材的材料层邻近的第一供体基底,其中该第一供体基底是辐射敏感的;提供辐射源;以及使用辐射源将第一供体基底的至少一部分转移到片材上,以在材料层上形成与多个显微透镜中的每一个关联的单独的部分完整图像,由此片材呈现出由单独的图像形成的合成图像,该合成图像用肉眼看起来浮在片材上方和 / 或下方。

[0012] 在上述方法的一个实施例中,第一供体基底包含着色剂。在该实施例的一个方面,合成图像的至少一部分呈现出与第一供体基底中的着色剂类似的颜色。在上述方法的另一个实施例中,该方法还包括步骤:在转移步骤之前,将片材和第一供体基底彼此紧邻地定位。在该实施例的一个方面,该方法还包括步骤:提供真空源;以及在转移步骤之前,在定位步骤中使用真空源将片材和第一供体基底彼此紧邻地定位。

[0013] 在上述方法的另一个实施例中,该方法还包括步骤:在转移步骤之前,在片材与第一供体基底之间提供间隙。在该实施例的一个方面,由微结构形成间隙。在上述方法的另一个实施例中,由辐射源的多次图案化曝光形成单独的图像,在每次曝光过程中,片材和第一供体膜相对于辐射源处于不同的位置上。在上述方法的另一个实施例中,重复该方法以在片材上形成一个以上的合成图像。在上述方法的另一个实施例中,合成图像是二维图像。在上述方法的另一个实施例中,合成图像是三维图像。

[0014] 在上述方法的另一个实施例中,材料层和显微透镜由相同材料制成。在上述方法的另一个实施例中,材料层包含聚酯,显微透镜包含丙烯酸 酯。在上述方法的另一个实施例中,辐射源提供波长在 200nm 至 11μm 之间的辐射。

[0015] 在上述方法的另一个实施例中,该方法还包括步骤:移除第一供体层;提供与片材的材料层邻近的第二供体层,其中第二供体基底是辐射敏感的;使用第二供体层重复转

移步骤。在该实施例的一个方面，第二供体层包含与第一供体层中的着色剂不同的着色剂。在该实施例的另一方面，合成图像的至少一部分呈现出与第一供体基底和第二供体基底中的着色剂类似的颜色。在该实施例的另一方面，合成图像的至少一部分呈现出与第一供体基底和第二供体基底中的着色剂的混合物类似的颜色。在该实施例的另一方面，合成图像的至少一部分呈现出多色合成图像。

[0016] 在上述方法的另一个实施例中，本发明提供由该方法制成的片材。在该实施例的一个方面，片材还包含可将片材施加于基底上的粘合剂层。在该实施例的一个方面，片材被粘附在基底上。在该实施例的另一方面，基底是文档、标记、身份证件、容器、货币、显示器、信用卡，或者片材被用作广告、装饰、鉴定或识别的目的。在上述方法的另一个实施例中，在肉眼看来，合成图像还至少部分地位于片材平面内。

[0017] 本发明的另一方面提供了一种片材。在该具体实施例中，片材包括：显微透镜阵列；邻近显微透镜阵列的材料层；与材料层接触的第一供体材料，其中供体材料在材料层上形成与多个显微透镜中的每一个关联的单独的部分完整图像，由此片材呈现出由单独的图像形成的合成图像，且该合成图像用肉眼看起来浮在片材上方和/或下方。

[0018] 在上述片材的一个实施例中，合成图像在反射光下呈现为浮在片材上方。在上述片材的另一个实施例中，合成图像在透射光下呈现为浮在片材上方。在上述片材的另一个实施例中，合成图像在反射光下呈现为浮在片材下方。在上述片材的另一个实施例中，合成图像在透射光下呈现为浮在片材下方。在上述片材的另一个实施例中，合成图像的至少一部分发出荧光和/或磷光，且用肉眼看起来浮在片材上方和/或下方。在上述片材的另一个实施例中，在肉眼看来，合成图像还至少部分地位于片材平面内。

[0019] 在上述片材的另一个实施例中，第一供体材料包含着色剂。在该实施例的一个方面，合成图像的至少一部分呈现出与供体材料中的着色剂类似的颜色。在上述片材的另一个实施例中，供体材料包含辐射敏感材料。在上述片材的另一个实施例中，供体材料包含辐射敏感金属材料。在上述片材的另一个实施例中，供体材料包含辐射敏感非金属材料。在上述片材的另一个实施例中，片材是外露透镜型片材。在上述片材的另一个实施例中，片材是嵌入透镜型片材。

[0020] 在上述片材的另一个实施例中，可在小于一百五十(150)度的视角范围内观察到合成图像。在上述片材的另一个实施例中，当观察位置相对于片材发生变化时，合成图像看起来会相对于片材移动。在上述片材的另一个实施例中，当观察片材的角度发生变化时，合成图像消失并再次出现。在上述片材的另一个实施例中，对于小于一百五十(150)度的视角，合成图像的颜色会相对于视角发生变化。在上述片材的另一个实施例中，片材包括一个以上合成图像。在上述片材的另一个实施例中，合成图像是二维图像。在上述片材的另一个实施例中，合成图像是三维图像。

[0021] 在上述片材的另一个实施例中，片材还包括邻近材料层的第二供体材料，其中该第二供体材料在片材上形成与多个显微透镜中的每一个关联的单独的部分完整图像。在该实施例的一个方面，第二供体材料包含与第一供体材料的着色剂不同的着色剂。在该实施例的另一方面，合成图像的至少一部分呈现出与第一供体材料和第二供体材料中的着色剂类似的颜色。在该实施例的另一方面，合成图像的至少一部分呈现出与第一供体材料和第二供体材料中的着色剂的混合物类似的颜色。

[0022] 在上述片材的另一个实施例中，第一供体材料包含着色剂并形成第一合成图像，第二供体材料则形成发荧光和 / 或磷光的第二合成图像。在上述片材的另一个实施例中，片材还包括将片材施加于基底上的粘合剂层。在该实施例的一个方面，片材被粘附在基底上。在该实施例的另一方面，基底是文档、标记、身份证件、容器、显示器、信用卡，或者片材被用作广告、装饰、鉴定或识别的目的。

[0023] 在上述片材的另一个实施例中，在肉眼看来，合成图像还至少部分地位于片材平面内。在上述片材的另一个实施例中，片材包括不存在显微透镜的窗口。

## 附图说明

[0024] 本文中将参考附图描述本发明，其中：

[0025] 图 1 是包含平凸基片的显微透镜片材的放大剖视图；

[0026] 图 2 是“外露透镜”型显微透镜片材的放大剖视图；

[0027] 图 3 是“嵌入透镜”型显微透镜片材的放大剖视图；

[0028] 图 4a 和 4b 示意性地示出了根据本发明方法的一个实施例，该方法使用第一供体片材；

[0029] 图 5a 和 5b 示意性地示出了图 4a、4b 所示方法的另一个实施例，不同之处是该实施例使用第二供体片材；

[0030] 图 6 示意性地示出了与图 4a、4b 和图 5a、5b 所示方法的另一个实施例一起使用的设备；

[0031] 图 7 是一部分显微透镜片材的平面图，其显示出记录在材料层中的与根据本发明方法制成的单独的显微透镜关联的样本图像，并且该图还显示了从合成图像的完整复制到部分复制的范围内的记录图像；

[0032] 图 8 是显微透镜片材一部分的照片，示出看起来浮在根据本发明的片材上方或下方的至少两个合成图像；

[0033] 图 9 是通过本发明方法的一个实施例成像的图 8 所示显微透镜片材背面一部分的显微照片，图中示出单独的部分完整图像；通过显微透镜一起观看时，其形成看起来浮在根据本发明的片材上方或下方的合成图像；

[0034] 图 10 是看起来浮在显微透镜片材上方的合成图像的形成过程的几何光学示意图；

[0035] 图 11 是本发明片材的示意图，在反射光下观看时，其具有看起来浮在片材上方的合成图像；

[0036] 图 12 是本发明片材的示意图，在透射光下观看时，其具有看起来浮在片材上方的合成图像；

[0037] 图 13 是看起来浮在显微透镜片材下方的合成图像的形成过程的几何光学示意图；

[0038] 图 14 是本发明片材的示意图，在反射光下观看时，其具有看起来浮在片材下方的合成图像；

[0039] 图 15 是本发明片材的示意图，在透射光下观看时，其具有看起来浮在片材下方的合成图像；以及

[0040] 图 16 示出了附接在基底上的本发明片材的一个实施例。

### 具体实施方式

[0041] 本发明的显微透镜片材和使片材成像的方法通过与大量显微透镜相关的单独的部分完整图像和 / 或单独的完整图像生成合成图像，该合成图像看起来悬浮或浮在片材上方、片材平面内和 / 或片材下方。为了方便起见，这些悬浮的图像被称为浮动图像，它们可以位于片材上方或下方（无论是二维图像还是三维图像），或者可以是呈现在片材上方、片材平面内和片材下方的三维图像。图像可以是黑白或彩色的，而且可以看起来随着观察者移动。与一些全息片材不同，本发明的成像片材不可用于自我复制。另外，观察者用可用肉眼观察到浮动图像。

[0042] 通过本发明方法成像的片材具有所述的合成图像，而且可用在多种应用中，例如，护照、身份徽章、活动通行证、认同卡、产品识别格式、货币和广告推广中用作验证和真实性目的的防篡改安全图像；可形成浮动或下沉或既浮动又下沉的品牌图像的品牌增强图像；在诸如警车、消防车或其它紧急用途车辆徽章之类的图形应用中的识别表示图像；在诸如广告亭、夜间符号和汽车仪表盘显示屏之类的图形应用中的信息表示图像；以及在诸如名片、吊牌、艺术品、鞋类和瓶装产品之类的产品上使用合成图像以提高新颖性。

[0043] 本发明还提供了一种形成包含所述合成图像的成像片材的具有创新性的方法。在一个实施例中，形成了单个合成图像。还公开了形成两个或更多个合成图像以及看起来位于片材上方、片材下方或片材平面内的合成图像的实施例。其它实施例可包含传统印刷图像和由本发明形成的合成图像的组合。

[0044] 美国专利 No. 6, 288, 842(Florczak 等人) 公开了因为成分变化、材料移除或烧蚀、相位改变或者邻近一层或多层显微透镜的一面设置的涂层的聚合反应而在显微透镜片材上形成浮动图像。相反，本发明的方法通过在显微透镜片材上添加材料以在显微透镜片材上形成浮动图像。

[0045] 可形成本发明图像的显微透镜片材包含一个或多个分立的显微透镜层以及邻近一个或多个显微透镜层一面的材料层。例如，图 1 示出了显微透镜片材 10a 的一个适用类型的一个实施例。该片材包含具有第一和第二宽面的透明基片 8，其中第二面 2 大致呈平面的，第一面 11 具有由大致呈球形或非球形的显微透镜 4 组成的阵列。可选择地，在基片 8 的第二面 2 上设置材料层 14。材料层 14 包括用于接收供体材料的第一侧面 6，供体材料将在以下详细描述。图 2 示出了显微透镜片材 10b 的一个适用类型的另一个实施例。选择显微透镜的形状、基片厚度及它们的可变性，以使得适合观察片材的光线大致被聚焦在第一面 6 上。在该实施例中，显微透镜片材是“外露透镜”型显微透镜片材 10b，其包括部分嵌入材料层 14 的单层透明微球体 12，该单层通常也是微珠粘结剂层，例如聚合材料。材料层 14 包括用于接收供体材料的第一侧面 6，供体材料将在以下详细描述。对于可能用于成像供体基底材料（将在以下详细说明）的辐射波长以及可在其中观看合成图像的光的波长而言，微球体 12 都是透明的。美国专利 No. 3, 801, 183 更详细地描述了这类片材，不同的是其中的微珠粘结剂层非常薄，例如薄至微珠粘结剂层仅在微珠之间或仅占据微珠之间的空隙。作为另外一种选择，当采用美国专利 No. 3, 801, 183 提出的微珠粘结剂厚度时，为了将辐射大致聚焦在材料层 14 的第一侧面 6 上，可使用具有合适光学指数的微球体制成这类片材。这类

微球体包括可从位于 Sarasota, FL 的 Esprix Technologies 商购获得的聚甲基丙烯酸甲酯微珠。

[0046] 图 3 示出了显微透镜片材 10c 的一个适用类型的另一个实施例。在该实施例中，显微透镜片材是“嵌入透镜”型片材 10c，其中微球体透镜 22 被嵌入透明保护外层 24（通常是聚合材料）与材料层 14（通常也是微珠粘结剂层，诸如聚合材料）之间。材料层 14 包括用于接收供体材料的第一侧面 6，供体材料将在以下详细描述。美国专利 No. 3,801,183 更详细地描述了这类片材，不同的是反射层和粘结剂将被移除，并且间隔层 14 重新形成为与微球体的曲率不太一致。

[0047] 片材 10 的显微透镜优选地具有有序的图像形成折射元件，以形成图像（将在以下详细描述）；通常通过形成球形或非球形特征来实现这一点。提供梯度折射率 (GRIN) 的其它可用材料不需要曲面来折射光线。显微透镜可以具有任何对称性，如柱对称性或球对称性，前提条件是由折射表面来形成真实的图像。显微透镜本身可以是分立形式的，如圆形平凸小透镜、圆形双凸小透镜、菲涅尔小透镜、衍射小透镜、棒、微球体、微珠、或圆柱形小透镜。可形成显微透镜的材料包括玻璃、聚合物、矿石、晶体、半导体和这些材料与其它材料的组合。也可以使用非分立的显微透镜元件。因此，也可使用由复制或压花方法（其中片材表面的形状改变以形成具有成像特性的重复轮廓）形成的显微透镜。

[0048] 尽管并未要求，但在可见波长和红外波长下具有在 1.4 至 3.0 之间，更优选地在 1.4 至 2.5 之间的均匀折射率的显微透镜是优选的。不论单独的显微透镜是分立的或是复制的，也不论显微透镜由什么材料制成，显微透镜的屈光力优选地能使入射到光学元件上的光线聚焦在材料层 14 的第一侧面 6 上或附近。在某些实施例中，显微透镜优选地在该层的合适位置上形成缩小的真实图像。显微透镜片材的构造提供了必要的聚焦条件，以使得入射到显微透镜片材前表面上的能量可大致聚焦在分离的供体层上，该供体层优选的是辐射敏感的，将在以下详细描述。

[0049] 尽管可以使用其它尺寸的显微透镜，但直径在 15 微米至 275 微米范围内的显微透镜是优选的。对于在空间上距离显微透镜层相对较近处呈现的合成图像，使用直径靠近上述范围下限的显微透镜可获得良好的合成图像分辨率，而对于在空间上距离显微透镜相对较远处呈现的合成图像，使用较大的显微透镜可获得良好的合成图像分辨率。其它显微透镜（如小透镜尺寸与那些为显微透镜指定的尺寸相当的平凸、球形或非球形显微透镜）预期可产生类似的光学结果。小透镜尺寸与那些为显微透镜指定的尺寸相当的圆柱形透镜预期可产生类似的光学结果，但可能需要不同或可选的成像光学组件。

[0050] 如上所述，可以与显微透镜片材 10 中的显微透镜邻近地设置图 1、2 和 3 中的材料层 14。片材 10 中材料层 14 的适用材料包括硅树脂、聚酯、聚氨酯、聚碳酸酯、聚丙烯或者能够制成片材或能够被基片 8 支撑的任何其它聚合物。在一个实施例中，片材 10 可以包括由不同材料制成的显微透镜层和材料层。例如，显微透镜层可以包括丙烯酸酯，材料层可以包括聚酯。在其它实施例中，片材 10 可以包括由相同材料制成的显微透镜层和材料层。例如，片材 10 的显微透镜层和材料层可以由硅树脂、聚酯、聚氨酯、聚碳酸酯、聚丙烯或者能够制成片材的任何其它聚合物形成，并且可以通过机械压花、复制或模制等方法形成。

[0051] 如下面参考图 4a、4b 和图 5a、5b 的详细描述，使用供体基底材料在材料层 14 上形成与多个显微透镜关联的单独的部分完整图像，当观察者在所述显微透镜前方在反射或透

射光下观察时,会形成看起来悬浮或浮在片材上方、片材平面内和 / 或片材下方的合成图像。尽管可以使用其它方法,但是形成这类图像的优选方法是提供辐射敏感供体材料,并以所需方式利用辐射转移该供体材料,以在材料层的第一侧面上形成单独的部分完整图像。该转移方法可包括热熔胶棒、升华、加成去除(通过去除供体将材料转移到基底上)、扩散、和 / 或其它物理材料转移方法。

[0052] 本发明可用的合适辐射敏感供体材料基底包括涂敷有在粘结剂中的着色剂以及具有或不具有其它辐射敏感材料的基底。可以散装形式或卷筒形式提供供体材料。当参考本发明使用时,供体基底材料是“辐射敏感的”,如果暴露于给定程度的辐射下,一部分暴露的供体材料会转移或优先粘附到不同位置。因为从供体基底上至少部分或全部移除辐射敏感供体基底材料或着色剂材料,并随后将供体基底材料或着色剂材料转移到显微透镜片材 10 的材料层上,从而形成单独的部分完整图像(如图 7 和图 9 所示)。

[0053] 在一个实施例中,供体基底包括在可见光谱中提供颜色的着色剂,如颜料、染料、墨水或者这些材料中的任何材料或所有材料的组合,以形成彩色合成浮动图像,如图 8 中所示的图像。颜料或染料可以是磷光或荧光的。作为另外一种选择,供体材料中的着色剂也可以呈现金属色。所得浮动图像的颜色大致类似于供体基底中着色剂的颜色,如果被转移的供体基底成分是热稳定的,那么转移时仅发生很小的化学或成分变化。此外,所得合成浮动图像的颜色可以与供体基底中的着色剂的颜色相同。在本发明的另一个实施例中,供体基底可以包括不同着色剂的宏观图案,如贯穿基底或彩色基底的不同颜色的带或区域。在可选实施例中,不要求供体基底包括在可见光谱下提供颜色的着色剂,相反,所得合成浮动图像将看起来是无色的。这类供体基底可以包括无色的荧光染料或磷光材料,仅在暴露于特定波长时或之后才能形成可见的合成图像,或者在是磷光材料的情况下,在暴露于一定波长之后的一段时间里可形成可见的合成图像。作为另外一种选择,这类供体基底可以包括折射率与材料层 14 相同或不同的无色材料。如图 11 所示,在环境光下观察时,这类供体材料形成的合成图像仅仅是轻微可见的;然而,当在大致垂直于表面 6 的光线下观察时,可能看起来比表面 6 的非成像区域的反射光更亮。所有供体基底均可以可选地包括能够增加基底对成像辐射的敏感度的添加剂,并最终有助于材料的转移,或者所述基底可以至少在着色剂之下包括反射和 / 或吸收层以增强辐射的吸收。图 4a 示意性地示出了根据本发明在显微透镜片材 10 上形成合成图像的方法的一个实施例。该方法包括使用辐射源 30。任何可提供所需强度和波长的辐射的能量源均可用作本发明方法中的辐射源 30。在一个实施例中,能够提供波长在 200 纳米至 11 微米之间,更优选的是在 270 纳米至 1.5 微米之间的辐射的辐射设备是优选的。本发明可用的高峰值功率辐射源的实例包括被动 Q 开关微芯片激光器,Q 开关掺钕激光器系列,这些激光器中的任一个的双频、三频和四频形式,及掺钛蓝宝石(缩写是 Ti :sapphire)激光器。可用辐射源的其它实例包括提供低峰值功率的设备,诸如激光二极管、离子激光器、非 Q 开关固态激光器、金属蒸汽激光器、气体激光器、弧灯和高功率白炽光源。

[0054] 对于所有有用的辐射源,来自辐射源 30 的能量射向显微透镜片材 10,并且受到控制以发出高度发散的能量束。对于采用电磁光谱中的紫外光、可见光和红外光部分的能量源,可通过本领域内的技术人员所知的合适光学元件来控制光线。在一个实施例中,对光学元件(通常被称为成像组件)的这种排列的要求是成像组件通过适当的发散或分散将光

线射向片材，以产生在所需角度下照射显微透镜的辐射“锥”，从而照射与所述显微透镜对准的供体材料。本发明的合成图像优选地通过使用数值孔径（其定义为最大发散光线的半角正弦）大于或等于 0.3 的辐射发散设备获得，但也可以使用更小的数值孔径照明。具有更大数值孔径的辐射发散设备会产生具有更大视角和更大图像外观移动范围的合成图像。在可选实施例中，成像组件可以另外包含阻止辐射锥的一个或多个角度部分中的辐射的元件。所得合成图像仅在与改变的锥的无遮挡角度部分对应的角度内才是 可见的。如果需要，可以在改变的锥的分开角度部分中形成多个合成图像。使用改变的锥及其反相，可产生当样本倾斜时从一种颜色变换到另一种颜色的合成图像。作为另外一种选择，可在同一区域中产生多个合成图像，当样本倾斜时会导致各单独的图像呈现和消失。

[0055] 如图 4a 和 4b 所示，根据本发明的一个示例性成像方法包括以下步骤。图 4a 示出了辐射源的成像方法，图 4b 示出了执行成像方法之后所得的片材 10。首先，提供显微透镜片材 10，诸如图 1 至图 3 中所示的显微透镜片材 10a、10b、10c。图 4a 所示是使用显微透镜片材 10a，然而也可以在该方法中使用显微透镜片材 10b 或 10c。下一步，提供供体基底 40a，诸如上述供体基底。下一步，将显微透镜片材 10 邻近供体基底 40a 地布置或取向成紧邻供体基底，以使得显微透镜片材 10 位于辐射源 30 与供体基底 40a 之间。在一个实施例中，显微透镜片材 10 和供体基底 40a 彼此非常接近。在另一个实施例中，显微透镜 10 和供体基底 40a 相互接触，或者例如通过重力、机械手段或如图 4a 所示由真空源 36 产生的压力梯度而彼此压在一起。在本发明的另一个实施例中，微结构 44 位于显微透镜片材 10 与供体基底 40a 之间，以在显微透镜片材 10 与供体基底 40a 之间提供大致均匀的间隙或空间。该微结构 44 可以是布置在显微透镜片材 10 与供体基底 40a 之间的单独的微结构。这类单独的微结构 44 的实例包括聚甲基丙烯酸甲酯球、聚苯乙烯球和二氧化硅球，所有这些物品均可从位于 Sarasota, FL 的 Esprix Technologies 商购获得。作为另外一种选择，微结构 44 可以从供体基底 40a 向显微透镜片材 10 延伸，或从片材 10 中的材料层 14 的第一侧面 6 延伸。包括这类微结构 44 的适用供体基底 40 的实例包括可从位于 Norwalk, CT 的 Kodak Polychrome Graphics 商购获得的 Kodak™ Approval 介质和 Matchprint Digital Halftone 介质。包括这类微结构 44 的适用显微透镜片材易于制造，诸如通过复制及通过本领域所知的方法。无论是哪种情况，优选的是在显微透镜片材 10 与供体基底 40a 之间存在由微结构 44 的尺寸、间隔、排列方式和覆盖面积所确定和控制的大致均匀的间距或间隙。该大致均匀的间隙在供体基底 40a 的顶面 41 与显微透镜光学器件的焦点 34 之间提供了大致均匀的配准。

[0056] 下一步，该方法包括如下步骤：将部分供体材料从第一供体材料基底 40a 转移到片材 10 的材料层 14 的第一侧面 6，以在材料层 14 的第一侧面 6 上形成单独的部分完整图像，如图 4b 所示。在图 4a 和 4b 所示的本发明方法的一个实施例中，通过透镜 32 将来自辐射源 30 的准直光射向显微透镜片材 10 来实现转移。辐射源 30 通过透镜 32、再通过显微透镜片材 10 在供体基底 40a 上聚焦。如图 4a 所示，显微透镜 4 的焦点 34 大致在供体材料 40a 与显微透镜片材 10 的材料层 14 的第一侧面 6 之间的界面上。基底 40a 的供体材料吸收片材 10a 的显微透镜 4 的焦点 34 附近的入射辐射。辐射吸收导致供体基底 40a 的供体材料转移到片材 10a 的材料层 14 的第一侧面 6 上，形成包括与片材 10a 的显微透镜 4 对应的部分完整图像的供体材料 42a 的图像像素，如图 4b 所示。在该方法的可选实施例中，其

中片材 10a 的材料层 14 的第一侧面 6 非常接近供体材料 40a 或粘附在供体材料 40a 上, 那么也可以采用诸如辐射诱导漫射和优选的粘结(热熔胶棒方法)等转移机理, 该机理形成包括与片材 10a 的显微透镜 4 对应的部分完整图像的供体材料 42a 的图像像素。所转移供体材料 42a 的化学性或组成或组分浓度可能有变化。由供体材料 42a 形成的这些单独的部分完整图像共同生成肉眼看起来浮在片材 10 的上方和 / 或下方的合成浮动图像, 将在以下详细描述。

[0057] 由于每个单独的显微透镜 4 占据着相对于光学轴线的唯一位置, 因此入射在显微透镜 4 上的辐射相对于入射在每个其它显微透镜上的辐射具有唯一的入射角。因此, 光线将被每个显微透镜 4 传输到相对于靠近焦点 34 的供体基底 40a 上的特定显微透镜 4 的唯一位置上, 并对应于每个显微透镜 4 在材料层 14 的第一侧面 6 上形成供体材料 42a 的部分完整图像的唯一图像像素。更准确的说, 一个光脉冲在每个适当暴露的显微透镜 4 后面仅产生供体材料 42a 的一个成像点, 因此可在片材 10 的材料层 14 的第一侧面 6 上形成邻近每个显微透镜的部分完整图像。可以使用多个辐射脉冲或快速通过并连续照射的辐射光束来形成图像。对于每个脉冲来说, 相对于前一个脉冲过程中的焦点 34, 透镜 32 的焦点相对于显微透镜片材位于新的位置上。透镜 32 的焦点 34 相对于显微透镜 4 的位置的这些连续变化导致每个显微透镜 4 上的入射角发生相应变化, 进而导致由该脉冲利用供体材料 42 在片材 10 的材料层 14 上形成的供体材料 42a 的部分完整图像的成像像素的位置也发生相应变化。因此, 入射在靠近焦点 34 的供体基底 40a 上的辐射可转移辐射敏感供体材料 42a 的选定图案。因为每个显微透镜 4 的位置相对于每个光学轴线都是唯一的, 所以对每个显微透镜利用被转移的辐射敏感供体材料 42a 形成的部分完整图像将不同于与每个其它显微透镜相关的图像, 这是因为每个显微透镜都从不同位置“看”进入的辐射的缘故。因此, 利用来自供体基底的供体材料 42a 在材料层 14 上形成与每个显微透镜相关的唯一图像。

[0058] 另一种形成浮动合成图像的方法使用了发散形成对象, 如产生高度发散光以在显微透射材料上成像的透镜阵列。例如, 透镜阵列可由多个小透镜构成, 所有小透镜均具有高数值孔径且排列成平面几何形状。当该阵列被光源照亮时, 该阵列将形成多个高度发散光的锥体, 每个单独的锥体居于阵列中与其对应的透镜的中央。选择阵列的物理尺寸以适应合成图像的最大侧向尺寸。借助阵列的尺寸, 透镜形成的单独的能量锥将使显微透镜材料曝光, 就像单独的透镜依次设置在阵列的所有点上并接收光脉冲一样。关于哪些透镜接收入射光的选择可以通过使用反射罩、衍射图案发生器或通过用低数值孔径的辐射光束单独照射目标的具体位置来完成。该反射罩具有与合成图像的将要曝光的部分对应的透明区域和图像不应曝光的反射区域。由于透镜阵列侧向延伸, 因此可以不必使用多个光脉冲来绘出图像。

[0059] 通过让入射能量完全照射反射罩, 反射罩上允许能量通过的部分形成许多高度发散光的单独的锥体以绘出浮动图像, 就像图像是由一个透镜绘出的一样。因此, 仅需要一个光脉冲就能在显微透镜片材上形成完整的合成图像。作为另外一种选择, 可以用光束定位系统(如检流 xy 扫描仪)替代反射罩, 用来局部照射透镜阵列并在阵列上绘出合成图像。由于该技术使能量在空间上局限于某些区域, 因此在任何给定时间内阵列中仅有少数小透镜被照射。那些被照射的小透镜将形成使微透镜材料曝光而在片材上形成合成图像所需的高度发散光的锥体。

[0060] 成像之后,根据合成图像的期望观察尺寸,在由供体材料 42a 形成的每个充分曝光的显微透镜后面,在片材 10 的材料层 14 的第一侧面 6 上将 出现全部或部分完整的图像。在材料层 14 上在每个显微透镜 4 后面形成图像的程度取决于入射在该显微透镜上的能量。期望图像的一部分可以距离显微透镜区域足够远,以至于入射到那些显微透镜上的辐射的能量密度低于转移相应供体材料 42 所需的辐射等级。此外,对于在空间上伸展的图像,当使用固定 NA 的透镜成像时,并非片材的所有部分都要在对于期望图像的所有部分的入射辐射下曝光。因此,期望图像的一部分将不会导致转移辐射敏感材料,期望图像的仅仅一部分图像在材料层 14 上在那些显微透镜后面出现。

[0061] 在图 4b 中,第一供体基底 40a 用于在片材 10 上形成供体材料 42a 的单独的部分完整图像。在使用第一供体基底 40a 使片材 10 成像之后,可以移除第一供体基底 40a,并用第二供体基底 40b 替代,如图 5a 所示。然后,如图 5a 和 5b 所示,分别重复上述及图 4a 和 4b 所示的方法。第二供体基底 40b 用于在片材 10 上形成供体材料 42b 的图像。在一个实施例中,第二供体基底 40b 包括与第一供体基底 40a 中的着色剂不同的着色剂。这样可让使用者形成由两种不同颜色组成的合成图像。也就是说,合成图像是彩色的,或者一部分是一种颜色,另一部分是不同颜色。作为另外一种选择,第一供体基底 40a 和第二供体基底 40b 可用来形成两个分离的颜色不同的浮动图像,例如,如图 8 所示。作为另外一种选择,第一供体基底 40a 和第二供体基底 40b 中的着色剂可以生成由两种着色剂混合物形成的合成图像。在另一个实施例中,第一供体基底 40a 和第二供体基底 40b 中的着色剂可以包括相同的着色剂。可以使用任意数目的供体基底 40 使显微透镜片材 10 成像,以在一个片材 10 上形成多种不同颜色组合的任意数目的浮动合成图像。

[0062] 图 6 示出了滚筒式装置的一个实施例,该装置可方便地利用第一供体基底 40a 使显微透镜片材 10 成像,然后利用第二供体基底 40b 使显微透镜片材 10 成像。该装置包括第一滚筒 50、第二滚筒 54 和空转滚筒 52。如上所述,在每个滚筒 50、54 上方固定地放置一个具有合适光学组件的辐射源 30。第一供体材料 40a 缠绕在第一滚筒 50 上,第二供体材料 40b 缠绕在第二滚筒 54 上。当显微透镜片材 10 通过该装置时,它首先被压在第一供体基底 40a 和滚筒 50 上,按照与上面参考图 4a 和 4b 所述的相同的方式利用 辐射源 30 成像。下一步,片材 10 从第一滚筒 50 开始移动,随后离开第一供体材料 40a。下一步,显微透镜片材 10 继续绕着空转滚筒 52 移动然后压在第二供体基底 40b 和滚筒 54 上,按照与上面参考图 5a 和 5b 所述的相同的方式利用辐射源 30 成像。从第二滚筒 54 上拉下显微透镜片材 10,片材随后离开第二供体材料 40b。所得显微透镜片材 10 将具有在显微透镜片材 10 的材料层 14 的第一侧面 6 上成像的来自第一供体基底 40a 和第二供体基底 40b 的供体材料。为了将来自多个供体基底 40 的供体材料沉积在显微透镜片材 10 上以在片材 10 上形成多个合成浮动图像,该装置可以包括任意数目的滚筒和辐射源。

[0063] 图 7 是一部分显微透镜片材 10 的透视图,示出从显微透镜片材的显微透镜侧观察时,由邻近单独的微球体 4 的材料层 14 上的辐射敏感供体材料 42 形成的单独的部分完整图像样本 46,还显示了从完整复制到部分复制的范围内的记录图像。

[0064] 图 8 和 9 示出了根据本发明方法的一个实施例成像的显微透镜片材 10,使用两种辐射敏感供体基底 40 形成不同颜色的多个合成图像。图 9 是图 8 所示片材 10 的材料层 14 的第一侧面 6 的放大光学特征图。片材 10 包括浮在片材下方的第一合成图像 60a(呈现为

黑色的双环)和浮在片材上方的第二合成图像 60b(同样为位于双环内的黑色的“3M”的轮廓)。片材 10 还包括浮在片材下方的第三合成图像 60c(呈现为紫色的双环)和浮在片材上方的第四合成图像 60d(位于双环内的紫色的“3M”轮廓)。由具有黑色着色剂的第一供体基底使片材 10 成像。然后由具有紫色着色剂的第二供体基底使片材 10 成像。

[0065] 图 8 中所示区域 A 的一部分对应于图 9 中片材 10 的底视图(例如材料层 14 的第一侧面 6)。具体地说,图 9 示出了单独的部分完整图像 46 的放大视图,该图像共同形成了合成图像 60a 和 60c 的黑色和紫色双环的交叉,其中合成图像 60a 和 60c 呈现为浮在根据本发明的片材下方(如图 8 的区域 A 所示)。

[0066] 图像 46 有两部分:黑色供体材料 42a 形成的第一部分 64 和紫色供体材料 42b 形成的第二部分 66。每个图像 46 通常对应于单独的显微透镜。图 9 中图像 46 的尺寸范围是 24.5 至 27 $\mu\text{m}$ ,但也可以是其它尺寸范围。图 9 方便地示出了供体材料在材料层 14 表面上方的高度,以及对直接邻近所转移供体材料 42 的材料层 14 的高度水平的影响。由供体材料 42a、42b 形成的部分 64、66 周围的深色部分表示这些部分周围的材料层 14 已熔融或其温度已上升至超过其玻璃化转变温度,因此其在材料层 14 的第一侧面 6 的平面下方的相关高度是 0.1 至 0.2 $\mu\text{m}$ 。这些“片段”是作为制造方法的结果在供体材料 42a、42b 周围形成的,并且这些“片段”可能有助于增强图像 60。供体材料 42a、42b 的全高是在片材 10 的材料层 14 的第一侧面 6 的平面上方大约 0.1 至 0.75 $\mu\text{m}$  的范围内,但也可能是其它高度范围。

[0067] 这些合成浮动图像 60 也可认为是多个图像 46 一起叠加的结果,所有这些图像均具有真实物体的不同方面。通过微缩透镜阵列可形成多个唯一的图像,所有透镜均从不同的有利位置上“看”物体或图像。在单独的微缩透镜后面,取决于图像形状和接收成像能量源的方向,利用供体材料在材料层上生成图像的透视图。在本发明方法的一些实施例中,只有图像或物体中由具有足以导致一些辐射敏感供体材料转移的能量的透镜看到的部分才能被记录。图像或物体中与暴露在相应更大的能量等级下的透镜相关的部分通常可能导致更多数量的供体材料被转移,例如,可能导致在片材 10 的材料层 14 的第一侧面 6 上方具有更大高度的图像 46。

[0068] 要成像的“物体”是通过绘出“物体”的轮廓或通过使用遮光罩利用强光源形成的。对于这样记录具有合成视觉的图像,来自物体的光线必须在较宽的角度范围内辐射。当来自物体的辐射从物体的一个点进入且在一个较宽的角度范围内辐射时,所有辐射光线都携带了关于该物体但仅来自该点的信息,但信息是来自辐射光线的不同角度。现在考虑为了获得辐射光线携带的关于该物体的相对完整信息,光线必须从组成物体的点集合在一个较宽的角度范围内辐射。在本发明中,从物体发出的辐射光线的角度范围是由在辐射源与显微透镜片材之间插入的光学元件控制的。选择这些光学元件以提供形成合成图像所必需的最佳角度范围。光学元件的最佳选择是形成一个锥顶终止于物体位置的辐射锥。

[0069] 将采用几何光学来描述根据本发明的不同合成图像的形成。如前所述,以下所述的成像方法是本发明的优选实施例,但并非排他性的实施例。

[0070] 如上所述,在邻近显微透镜的材料层上形成图像图案的优选方式是使用辐射源转移邻近显微透镜片材的材料层布置的辐射敏感供体材料,以在材料层上形成图像。

[0071] A. 生成浮在片材上方的合成图像

[0072] 参见图 10, 入射辐射 100(在本实例中是光)由光学元件 102 导向并准直, 光学元件使光线 100b 照向发散透镜 105a。光线 100c 从发散透镜向显微透镜片材 10 发散。

[0073] 射入显微透镜片材 10 的光线能量通过单独的显微透镜 4 大致聚焦在材料层 14 与供体基底(未示出)之间的界面上。该聚焦的辐射致使供体基底中的辐射敏感材料和/或着色剂的至少一部分转移, 以在材料层 14 的表面 6 上形成图像 46, 图像的尺寸、形状和外观取决于光线、显微透镜与辐射敏感供体基底之间的交互作用。

[0074] 如图 11 所示的构造将形成具有合成图像的片材, 观察者将看到合成图像浮在片材上方(将在以下描述), 因为如果发散光线 100c 穿过透镜向后延伸, 则会相交于发散透镜的焦点 108a。换句话说, 如果从材料层开始通过每个显微透镜并通过发散透镜返回地绘出假想“图像光线”的轨迹, 这些光线将在 108a 处相交, 在这里呈现一部分合成图像。

[0075] B. 观察浮在片材上方的合成图像

[0076] 可以使用从观察者的同一侧(反射光)和/或从片材上与观察者相对的一侧(透射光)射入片材的光线观看具有合成图像的片材。图 11 是在反射光下观看时观察者 A 用肉眼看到浮在片材上方的合成图像的示意图。肉眼可以矫正到正常视力, 但不能以其它方式辅以例如放大镜或特殊观察器。当成像片材被反射光(可以是准直或漫射的)照亮时, 光线从成像片材上反射回来, 反射的方式由光线所射入的单独的图像 46 内的供体材料 42 决定。根据定义, 由供体材料 42 形成的图像看起来不同于材料层 14 上没有供体材料 42 的非成像部分, 因此可以感知到图像。

[0077] 例如, 光线 L1 的一部分(例如特定波长范围)可以被供体材料 42 向观察者反射回来, 其总和会形成看起来浮在片材上方的彩色合成图像, 该图像的一部分在 108a 处呈现。总之, 可见电磁光谱的特定部分可以从成像部分 46 反射或者从诸如护照(未示出)等层叠基底反射, 并被成像部分 46 吸收或散射, 也就是说彩色合成图像的一部分在 108a 处呈现。然而, 供体材料 42 可能不会很好地或根本不会将光线 L2 反射回观察者, 或者可能会大量吸收从层叠表面反射并随后通过供体材料 42 传输的光线。因此, 观察者可以发觉在 108a 处缺少光线, 其总和会形成看起来浮在片材上方的黑色合成图像, 该图像的一部分在 108a 处呈现。总之, 光线可以从整个片材部分反射或从片材后面除了成像部分 46 之外的层叠材料高度反射, 也就是说在 108a 处呈现相对较暗的合成图像。

[0078] 成像材料 42 还可能反射或部分吸收入射光, 并且邻近成像部分 46 布置的暗色层叠材料(未示出)吸收光线, 以提供形成合成图像所需的对比效果。由此形成的合成图像会呈现为相对明亮的合成图像, 而与之相比, 具有层叠材料(未示出)的片材的其余部分则呈现得相对较暗。可根据需要选择这些可能的不同组合。

[0079] 如图 12 所示, 也可在透射光下观看某些成像的片材。例如, 如果材料层 14 上的供体材料 42 的成像部分是半透明的且吸收可见光谱的一部分, 并且非成像部分是透明或半透明的但却高度透射, 那么一些光线 L3 将被供体材料 42 选择性地吸收或反射, 并通过显微透镜射向焦点 108a。在焦点处容易看见合成图像, 在本实例中, 与片材其余部分相比, 合成图像看起来更暗且是彩色的。

[0080] C. 生成浮在片材下方的合成图像

[0081] 也可以形成看起来在片材上与观察者相对的一侧悬浮的合成图像。可以使用会聚透镜代替图 10 中所示的发散透镜 105 来生成浮在片材下方的浮动图像。参见图 13, 入射

能量 100 (在本实例中是光) 被准直器 102 导向并准直, 准直器使光线 100b 照向会聚透镜 105b。光线 100d 从会聚透镜入射到位于会聚透镜与会聚透镜的焦点 108b 之间的显微透镜片材 10 上。

[0082] 射入显微透镜片材 10 的光线能量通过单独的显微透镜 4 大致聚焦在材料层 14 和辐射敏感供体基底 (未示出) 之间的界面区域中。该聚焦的辐射致使供体基底中的辐射敏感材料的一部分转移, 以生成由供体材料 42 形成的图像 46, 图像的尺寸、形状以及外观取决于光线、显微透镜片材和供体基底之间的交互作用。如图 13 所示的构造会提供具有合成图像的片材 10, 观察者会看到合成图像浮在片材下方 (将在以下描述), 因为如果会聚光线 100d 穿过片材延伸, 则会相交于会聚透镜的焦点 108b。换句话说, 如果从会聚透镜 105b 开始穿过每个显微透镜并穿过由供体材料 42 在材料层上形成的与每个显微透镜关联的图像绘出假想“图像光线”的轨迹, 则这些光线将在 108b 处相交, 在这里呈现一部分合成图像。

[0083] D. 观察浮在片材下方的合成图像

[0084] 也可以在反射光和 / 或透射光下观察具有看起来浮在片材下方的合成图像的片材。图 14 是在反射光下观看时看起来在浮片材下方的合成图像的示意图。例如, 光线 L5 的可见光谱部分可以被材料层 14 上的供体材料 42 向观察者反射回来。因而, 观察者可以发觉存在看起来是由 108b 产生的彩色光线, 其总和会形成看起来浮在片材下方的彩色合成图像, 该图像的一部分在 108b 处呈现。总之, 光线可主要从成像部分 46 反射, 也就是说, 在 108b 处呈现较暗的彩色合成图像。作为另外一种选择, 入射光可以被材料层后面的层叠材料反射, 光的一部分随后被供体材料 42 吸收或散射, 并向观察者传输回来。因而, 观察者可发现存在看起来由 108b 产生的彩色光线, 这些彩色光线合起来将会生成彩色合成图像。总之, 光线可被材料层后面的层叠材料反射并被成像部分 46 吸收, 也就是说, 在 108b 处呈现较暗的彩色合成图像。

[0085] 材料层后面的层叠材料也可能会吸收入射光, 并且供体材料 42 反射或者部分吸收入射光, 以提供形成合成图像所需的对比效果。由此形成的合成图像会呈现为相对明亮的合成图像, 而与之相比, 片材的其余部分则呈现得相对较暗。可根据需要选择这些可能的不同组合。

[0086] 如图 15 所示, 可在透射光下观看某些成像的片材。例如, 如果材料层 14 上的供体材料 42 的成像部分是半透明的且吸收颜色, 并且不存在供体材料 42 的非成像部分是透明的, 那么光线 L7 的可见光谱的特定部分将被供体材料 42 吸收或反射, 而透射光 L8 将穿过材料层的其余部分。这些光线 (本文中称作“图像光线”) 沿着与入射光方向相反的方向延伸会形成合成图像, 该图像的一部分在 108b 处呈现。在焦点处容易看见合成图像, 在本实例中, 该图像看起来较暗且为彩色, 而片材看起来是透明的。

[0087] 作为另外一种选择, 如果材料层 14 上的供体材料 42 的成像部分不是半透明的, 而材料层 14 的其余部分是半透明的, 那么图像区域缺失透射光将形成看起来比片材的其余部分颜色更暗的合成图像。

[0088] 图 16 示出了粘附到基底或层叠材料 80 上的图 11 所示片材 10。如图所示, 片材 10 可以通过粘合剂层 70 附连在基底 80 上。作为另外一种选择, 片材 10 可以整体地形成在基底 80 上或嵌入基底 80。基底 80 可以是文档、标记、身份证件、容器、货币、显示器、信用卡或任何其它形式的基底。附连到基底 80 上的片材 10 可以用作广告、装饰、鉴定、识别目的或

者用于其它期望的目的。基底 80 可包括附加信息 82, 这些信息可打印在基底 80 上, 观察者除了可看到合成图像 108a 之外还能看到这些信息。例如, 光线 L9 的一部分 (例如, 具体的波长范围) 可以被基底 80 向观察者反射回来。光线 L10 可以从被转移的供体材料 42 上反射, 使合成图像以及嵌入的或者覆盖的图形 82 对观察者而言是可见的。基底 80 可以是半透明的, 或者不透明, 或者它们的任何组合。在另一个实施例中, 显微透镜片材 10 可包括带有显微透镜 4 的部分和没有显微透镜的部分。没有显微透镜的部分可以是一个窗口, 通过该窗口可观看显微透镜片材 10 的其它部分或者观看显微透镜片材所附连的基底的一部分。作为另外一个选择, 窗口可包括显微透镜, 而显微透镜的周围部分可不包括显微透镜。

[0089] 根据本发明的原理制作的合成图像可以看起来是二维的 (意味着它们有长度和宽度), 可看起来位于片材下方、片材平面内或片材上方, 或者看起来是三维的 (意味着它们有长度、宽度和高度)。根据需要, 三维合成图像可以只呈现于片材的下方或者上方, 或者呈现在片材下方、片材平面内以及片材上方的任何组合。术语“在片材平面内”通常只是指当片材平放时片材的平面。也就是说, 在本文中使用该短语处, 对于非平坦的片材来说, 也可以有至少部分呈现在片材平面内的合成图像。

[0090] 三维合成图像不会呈现在单个焦点上, 而是作为具有连续或不连续焦点的复合图像呈现, 其中焦点从片材的一侧 (或穿过片材) 延伸到另一侧的一个点上。这优选通过下述方法实现: 按顺序相对彼此移动片材或辐射源 (而不是通过提供多个不同的透镜) 来转移多个焦点处邻近材料层的供体材料, 以在材料层 14 的表面 6 上形成图像 46。获得的空间复合图像基本包括许多单独的点。在与片材平面相关的三个迪卡尔坐标中的任何坐标中, 该图像都具有空间扩展性。

[0091] 在另一种效果中, 可以使合成图像移动进入显微透镜片的某个区域, 图像在该区域中消失。这类图像以类似于如下浮动图像实例的方法制作, 在该实例中, 在显微透镜材料前增设不透明掩模以部分阻挡显微透镜材料一部分的成像光线。当察看这类图像时, 可以将图像移动进入某一区域, 在该区域中接触掩模减少或去除成像光线。在那个区域内, 图像似乎“消失了”。

[0092] 在另一种效果中, 合成图像可随观察角度的变化而改变色彩。这类图像是由几种方法中的一种制作而成的, 例如阻挡第一供体的成像辐射锥的角度部分。然后使用带有不同着色剂的第二供体, 仅阻挡先前没有被阻挡的锥的部分, 可以重新成像出同一虚拟图像。

[0093] 采用本发明的方法形成的图像也可构造为具有受限视角的图像。换句话讲, 只有从特定方向或是从偏离该方向较小的角度观察才能看到该图像。

[0094] 通过下列实例进一步解释本发明。这些实例使用光学装置来产生本发明的合成图像, 这些光学装置基本上类似于参照美国专利 No. 6, 288, 842(Florczak 等人) 的图 14 和图 16 中所描述的光学装置。美国专利 No. 6, 288, 842(Florczak 等人) 的全部公开内容以引用方式并入本文。

#### [0095] 实例

[0096] 实例中准备了两种不同颜色的供体基底: 青色和炭黑。首先, 准备有色溶剂, 然后将有色溶剂涂敷到基底上, 从而形成供体基底。

[0097] 按下列方法制备青色涂层溶液。将 0.05 克近红外 (IR) 染料 (其吸收峰在 801 纳米, 可从 H. W. Sands Company (Jupiter, Florida) 以产品号 SDB1217 商购获得) 溶于 1

克 2- 丁酮（可从 Sigma-Aldrich Company (St. Louis, Missouri) 商购获得）和 1 克 1- 甲基 -2- 吡咯烷酮（可从 Sigma-Aldrich Company (St. Louis, Missouri) 商购获得），再将该溶液加到 2 克分散液，该分散液为酞菁蓝颜料（颜料蓝 15:4）在丙二醇甲醚中的分散液（可从 PennColor, Inc. (Doylestown, Pennsylvania) 以产品号 16S1206D 商购获得）。将制备好的溶液置于 4 打兰的玻璃瓶中，在滚筒机上混合约五分钟。

[0098] 按下列方法制备炭黑涂层溶液。将四 (4) 克黑色聚乙烯醇缩丁醛糊剂（炭黑、甲基乙基酮和丙二醇甲醚的混合物，可从 Penn Color, Inc. (Doylestown, Pennsylvania) 以产品号 16B919D 商购获得）与 1 克 1- 甲基 -2- 吡咯烷酮（可从 Sigma-Aldrich Company (St. Louis, Missouri) 商购获得）混合。将制备好的溶液置于 4 打兰的玻璃瓶中，在滚筒机上混合约五分钟。

[0099] 按下列方法制备供体基底。将 50 微米厚的聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)- 片材（透明的聚合材料，25.4 厘米 × 15.24 厘米）置于玻璃涂层表面的顶部，并用 2- 丙醇（可从 Sigma-Aldrich Company (St. Louis, Missouri) 商购获得）和标准清洁室擦拭物进行清理。使用清洁室擦拭物擦拭 PET 片材的表面直至 PET 片材的表面干燥。然后，使用 Meier 棒（长为 20.3 厘米、直径为 12.7 毫米，棒中部 15.24 厘米区段用 8 密尔线材缠绕）将青色涂层溶液涂敷到 PET 片材上，然后在 80 摄氏度的烘箱里烘 30 秒。分别使用青色涂层溶液和黑色涂层溶液重复本工艺，从而产生多个青色和黑色供体基底片材。

[0100] 为完成需要的材料层，生产带有显微透镜阵列的片材。丙烯酸酯透镜阵列被复制到 50 微米厚的 PET 片材上，PET 片材的表面被处理成能够与丙烯酸酯粘合。所得的片材约 58 微米厚。被复制的透镜有 18.7 微米的曲率半径和负 0.745 的圆锥常数。在丙烯酸酯表面上形成的每个透镜的直径是 30 微米，中心至中心的透镜距离为 34 微米。

#### [0101] 实例 1

[0102] 本实例描述了具有看起来浮在片材下方的二维合成图像和看起来浮在片材上方的三维第二合成图像的显微透镜片材。使用图 16 所示类型的光学组件形成浮动图像。除了在下文描述的光学组件变型和上文描述的质量方法之外，成像是根据美国专利 No. 6, 288, 842 中提出的成像方法进行的。

[0103] 光学组件包括在 Spectra Physics (Mountain View, California) 出品的 Hurricane™ 钛蓝宝石超快激光器，其在基频波长 800 纳米上运作，输出功率为 45 毫瓦（在显微透镜片材上方 6.35 毫米位置处测量）。脉冲宽度大约为 120 飞秒，脉冲重复率是 250 赫兹。本实例中的光学组件没有采用扩散片。将带有矩形轮廓真空孔（矩形轮廓为 57.15 毫米 × 69.85 毫米）的真空吸头置于 XYZ 座标台的 XY 平面内，真空孔垂直于 XY 平面。

[0104] 通过将各自的供体基底切成矩形片段（大约为 50.8 毫米 × 63.5 毫米）来制备青色和炭黑的供体基底片段。炭黑供体基底的片段（其中基底涂敷有炭黑的一侧背离真空吸头）相对于真空吸头的真空孔的矩形图形设置在中心。然后，将显微透镜片材片段切割成具有足够大的尺寸，以致于它能够覆盖真空吸头的真空孔，即显微透镜片材被切割成具有大于 57.15 毫米 × 69.85 毫米的尺寸。然后将显微透镜片材片段设置在位于真空吸头上方的供体基底的上方，显微透镜片材的透镜一侧背离真空吸头。然后用真空吸头抽真空。然后沿着显微透镜片材片段的一个边缘设置胶带。

[0105] 然后根据美国专利 No. 6, 288, 842 中所述的成像技术和上文中所述的材料转移技

术在显微透镜片材的材料层上生成合成图像，从显微透镜片材的透镜一侧观看，一个长轴大约为 16.5 毫米、短轴大约为 11.4 毫米的椭圆形图像看起来浮在显微透镜片材表面下方 6.25 毫米处。然后断开真空吸头的真空。使用胶带作为铰链点，远离真空吸头的表面提起显微透镜片材至一定角度。移除炭黑供体基底片段，采用定位炭黑基底片段的方法将青色供体基底片段定位在真空吸头上。降低显微透镜片材直至其覆盖真空吸头的真空孔，重新抽真空。然后根据美国专利 No. 6, 288, 842 中所述的成像技术和上文中所述的材料转移技术在显微透镜片材的材料层上生成三维合成图像，从显微透镜片材的透镜一侧观看，一个长边大约为 5.7 毫米、短边大约为 5.2 毫米的实心轮廓长方体图像看起来是三维的并浮在显微透镜片材表面的上方。

[0106] 当在环境光下观看显微透镜片材时，椭圆形图像呈现为 1) 黑色，2) 是二维的，3) 浮在显微透镜片材表面的下方，长方体呈现为 1) 青色，2) 是三维的，和 3) 浮在显微透镜片材表面的上方。此外，合成图像相对于观察者的观察视角会表现出适当大小的移动，因此，观察者可以很容易地观察合成图像的不同方面，所看到的方面取决于视角。另外，随着观察者改变视角，可看到合成图像相对彼此移动。

[0107] 实例 2

[0108] 本实例描述的显微透镜片材带有看起来浮在片材下方的单一色彩的二维合成图像和看起来浮在片材上方的含有两种颜色的第二个二维合成图像。使用图 16 所示类型的光学组件形成浮动图像。除了在实例 1 中描述的光学组件变型和上文描述的质量传递方法之外，成像是根据美国专利 No. 6, 288, 842 中提出的成像方法进行的。

[0109] 按照实例 1 提出的方法制备青色和炭黑的供体基底片段以及显微透镜片材片段。按照实例 1 的描述将供体基底片段和显微透镜片材设置在真空吸头上。

[0110] 然后，如实例 1 所述将图像成像在显微透镜片材的材料层上，该图像在观看时显示为椭圆形二维合成图像。然后将在观察时显示为两种颜色的数字和字母“3M”二维轮廓合成图像成像到显微透镜片材的材料层上。利用成像椭圆形图像的炭黑供体片材将“3M”的不同线段成像为黑色。按照实例 1 中描述的工序，断开真空吸头的真空，使用胶带作铰链点，远离真空吸头的表面提起显微透镜片材至一定角度，移除炭黑供体基底片段，然后将青色供体基底片段设置在真空吸头上，降低显微透镜片材直至其覆盖真空吸头的真空孔，然后重新抽真空。然后，“3M”中未成像为黑色的线段以青色成像。二维“3M”的尺寸设计为当以垂直于图像的角度观察合成图像时，“3M”图像与椭圆形图像的长轴相贴合。二维“3M”成像为看起来浮在显微透镜片材表面的上方 6.35 毫米处。

[0111] 当在环境光下观看显微透镜片材时，椭圆形图像显示为 1) 黑色，2) 是二维的，和 3) 浮在显微透镜片材表面的下方，而“3M”图像显示为 1) 具有黑色片段，而其余部分是青色，2) 是二维的，3) 浮在显微透镜片材表面的上方，和 4) 当以垂直于图像的观察角度观看时，该图像与椭圆形图像的长轴相贴合。如实例 1 所述，合成图像相对于观察者的观看视角会表现出适当大小的移动，因此，观察者可以很容易地观察合成图像的不同方面，所看到的方面取决于视角。另外，随着观察者改变视角，可看到合成图像相对彼此移动。

[0112] 本发明所公开的实施例的各种修改形式和组合对本领域的技术人员来说都是显而易见的，所附权利要求书所限定的本发明的范围旨在包括这些修改形式。

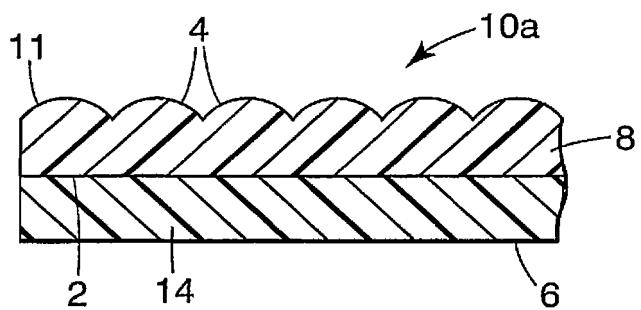


图 1

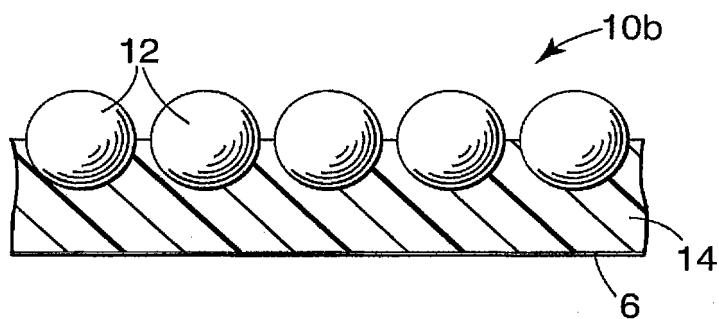


图 2

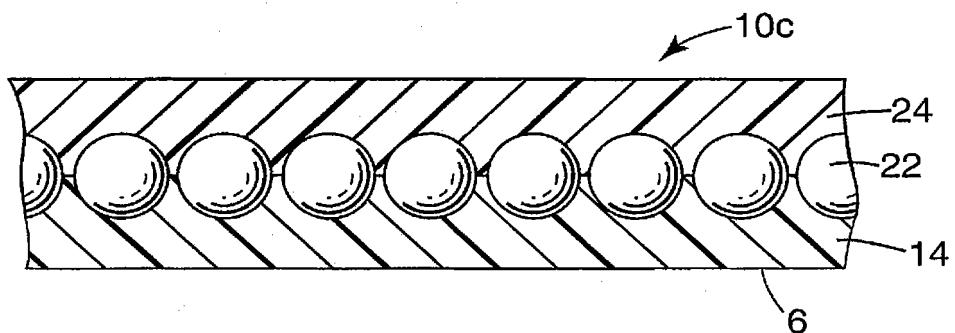


图 3

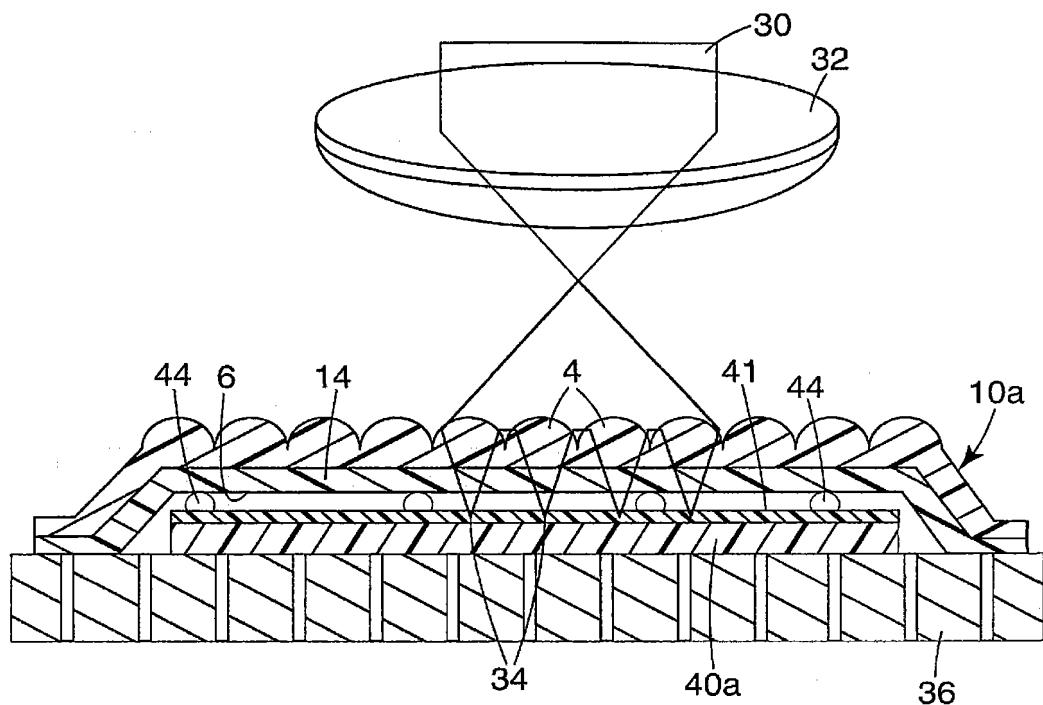


图 4a

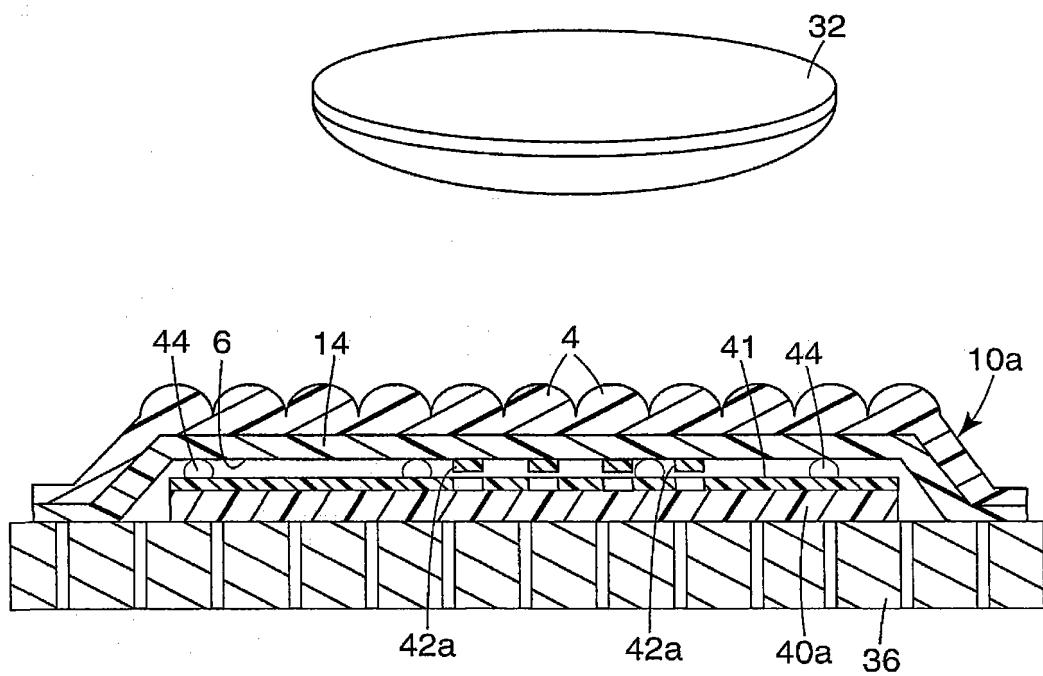


图 4b

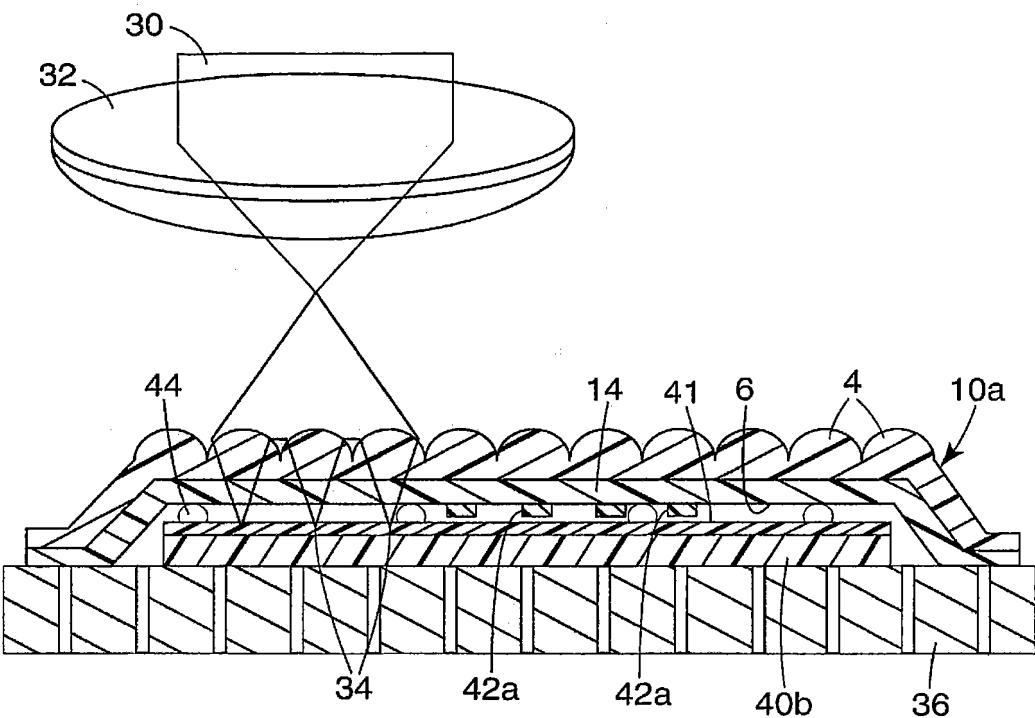


图 5a

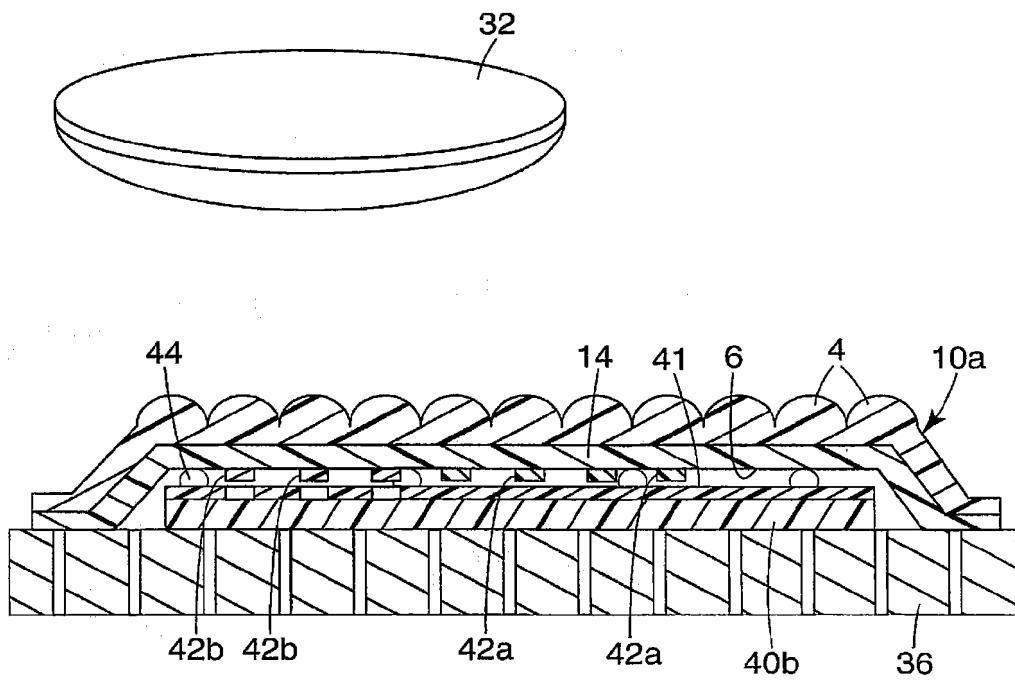


图 5b

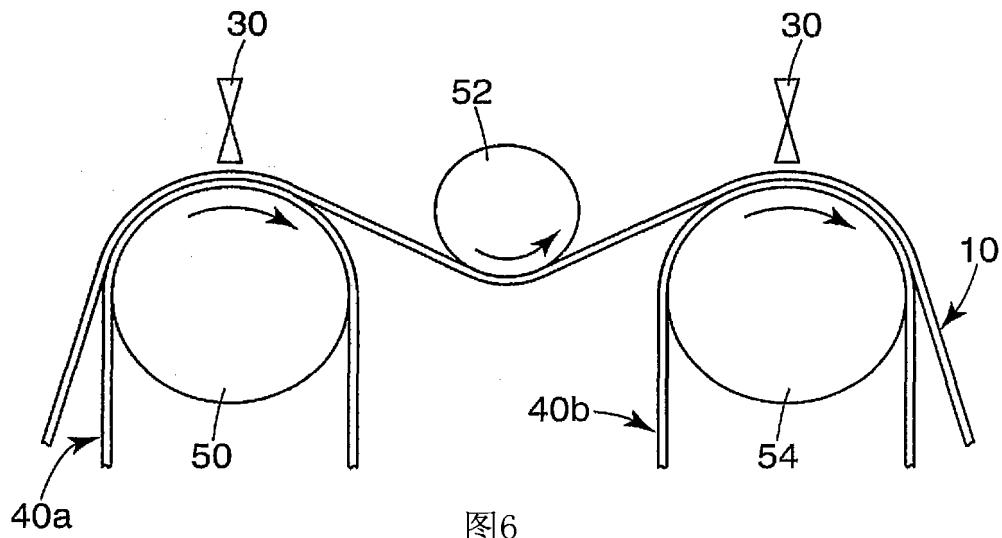


图6

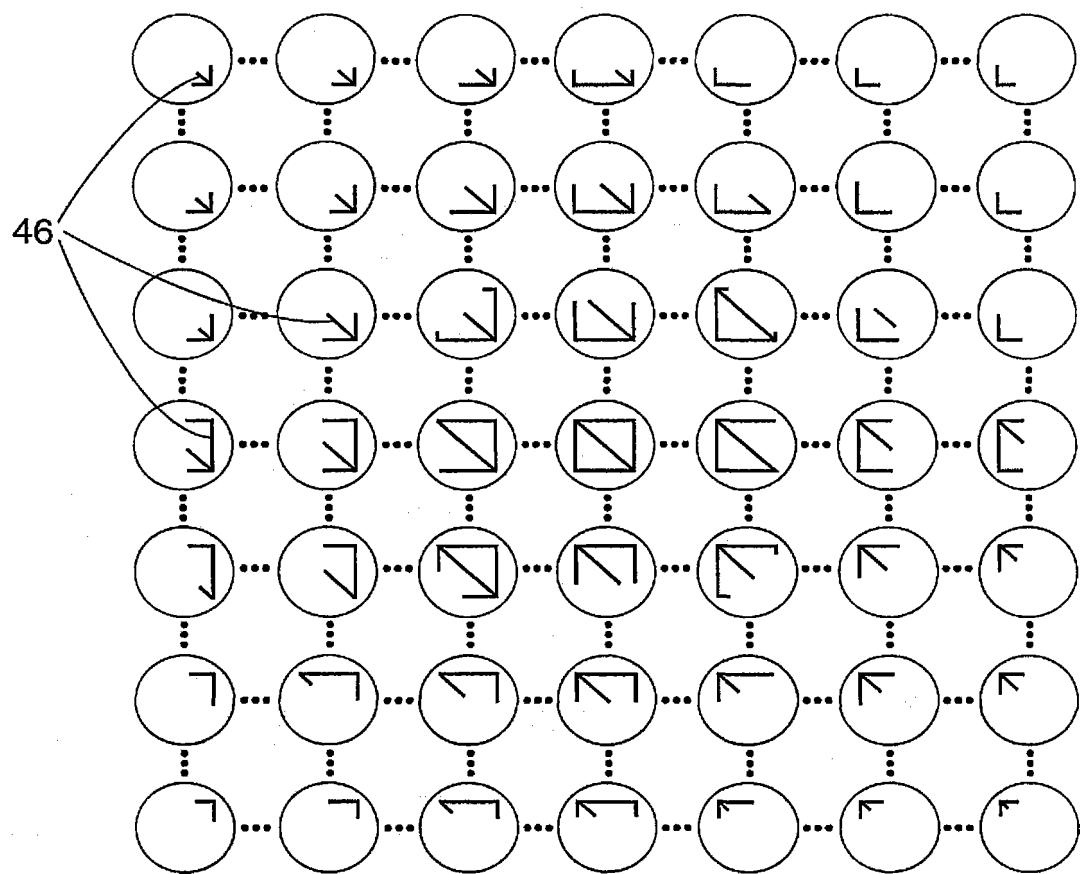


图 7

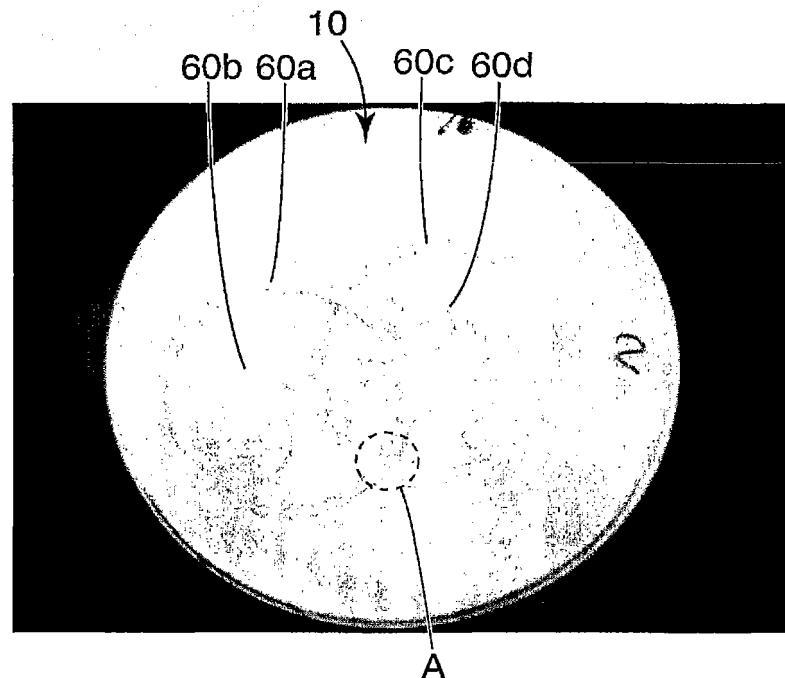


图 8

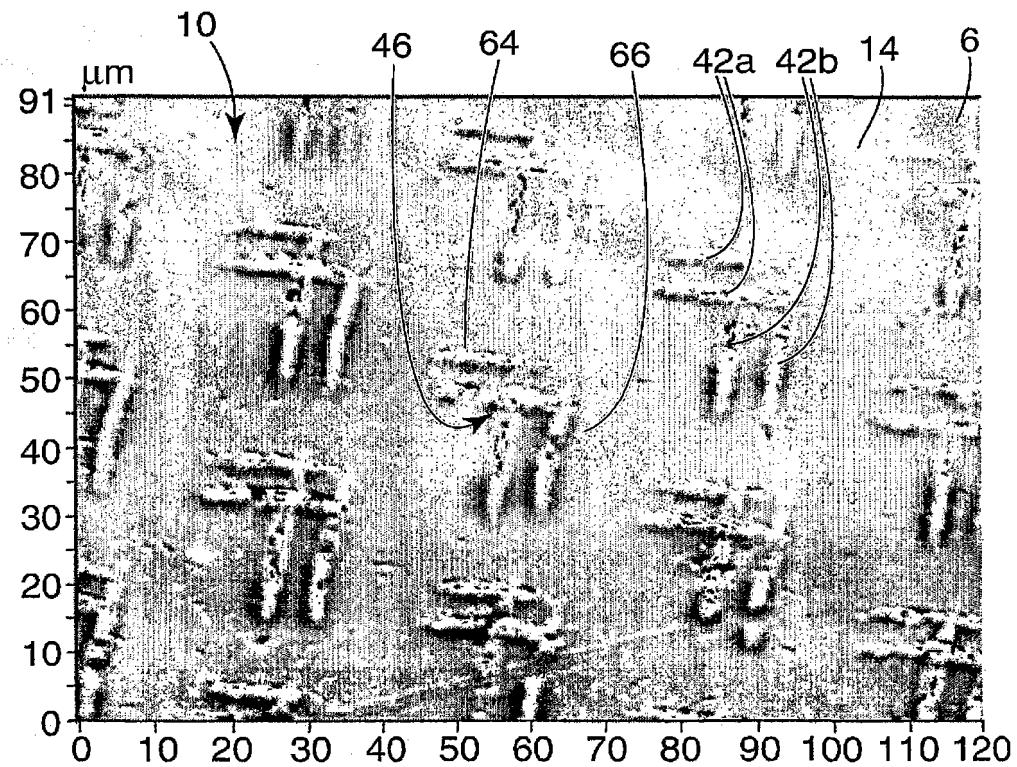


图 9

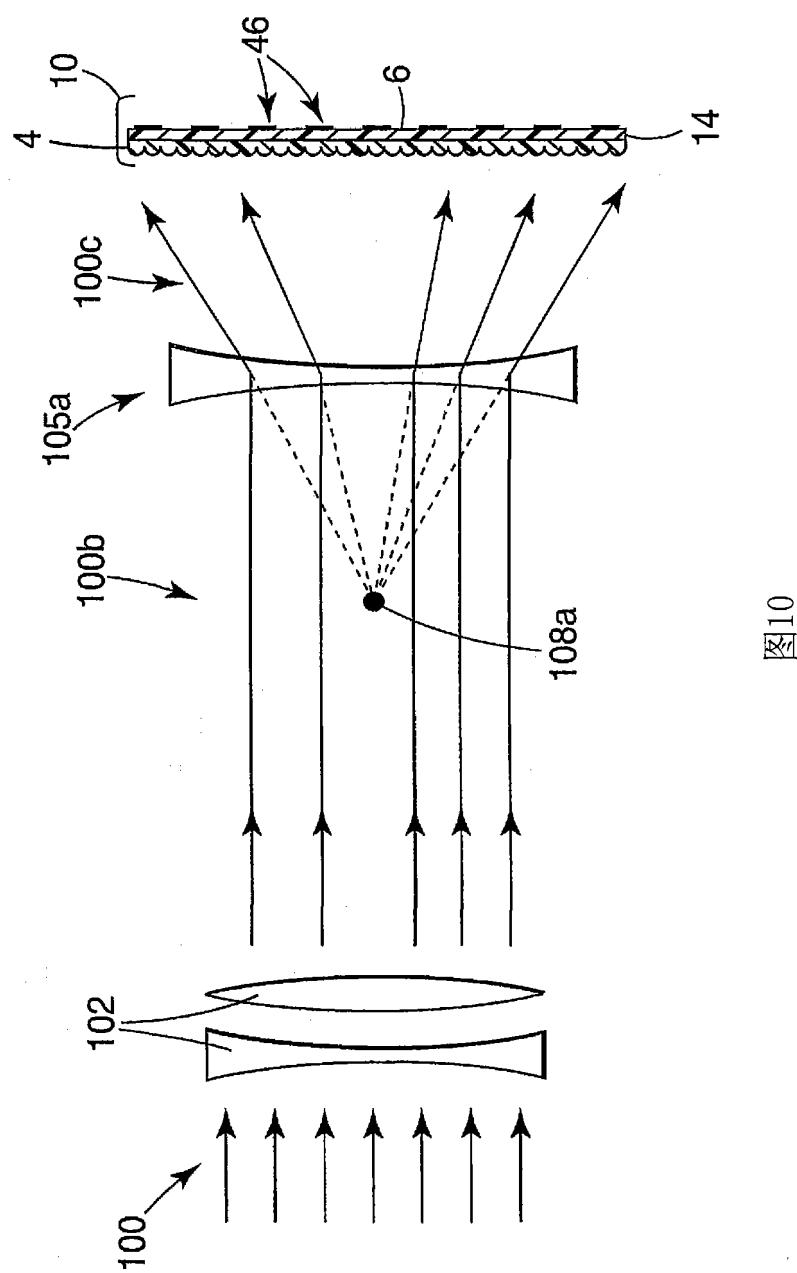


图10

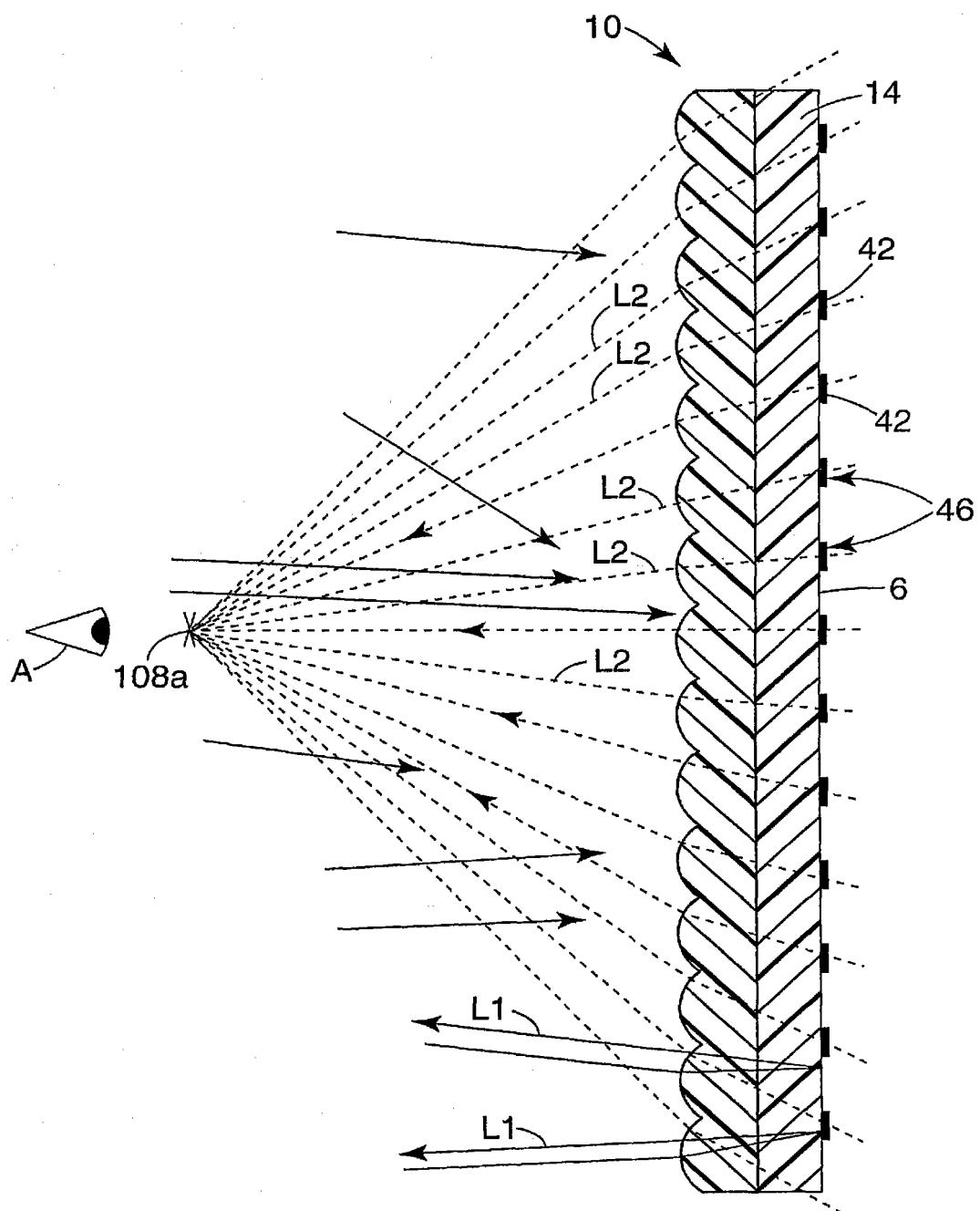


图 11

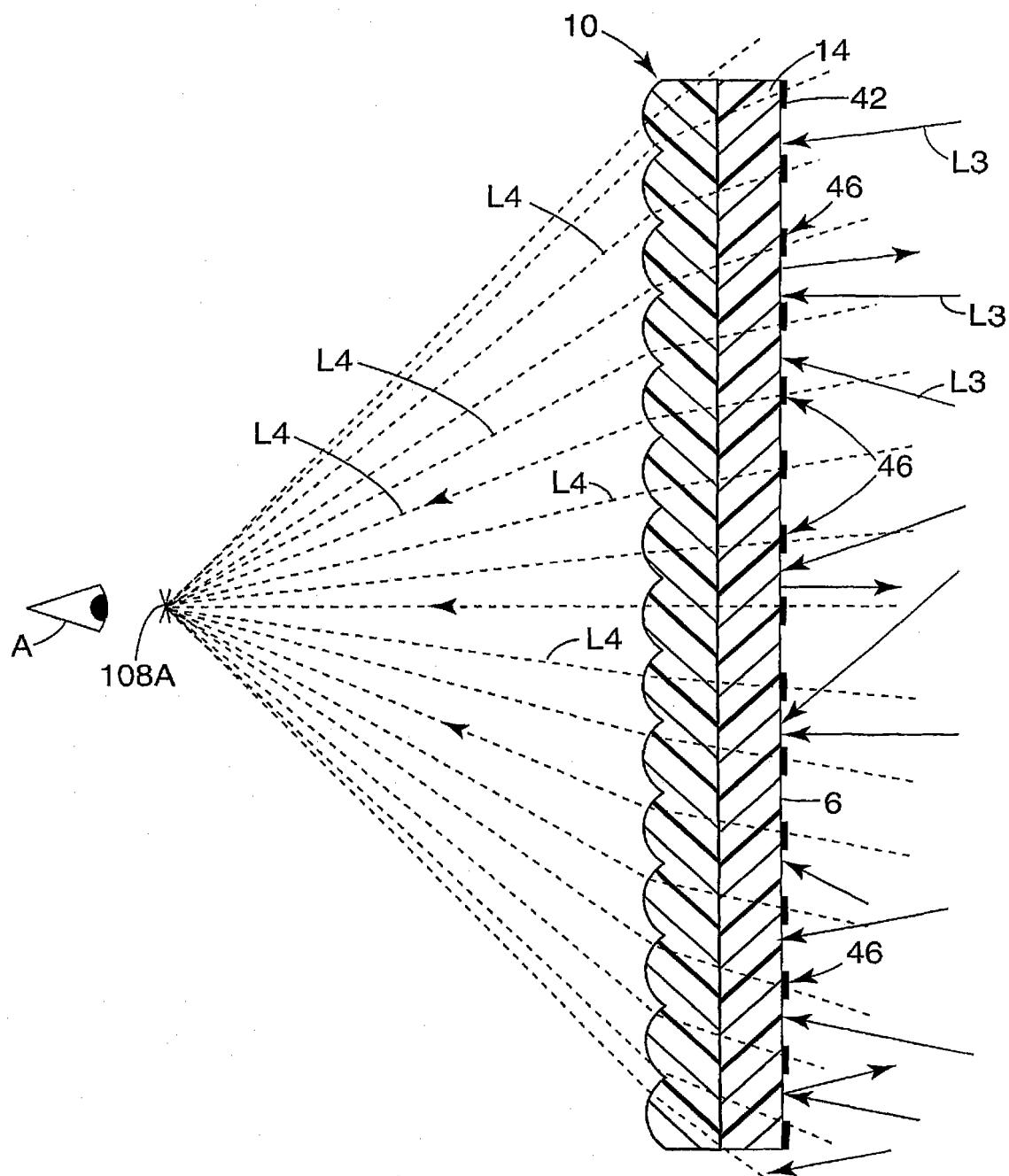


图 12

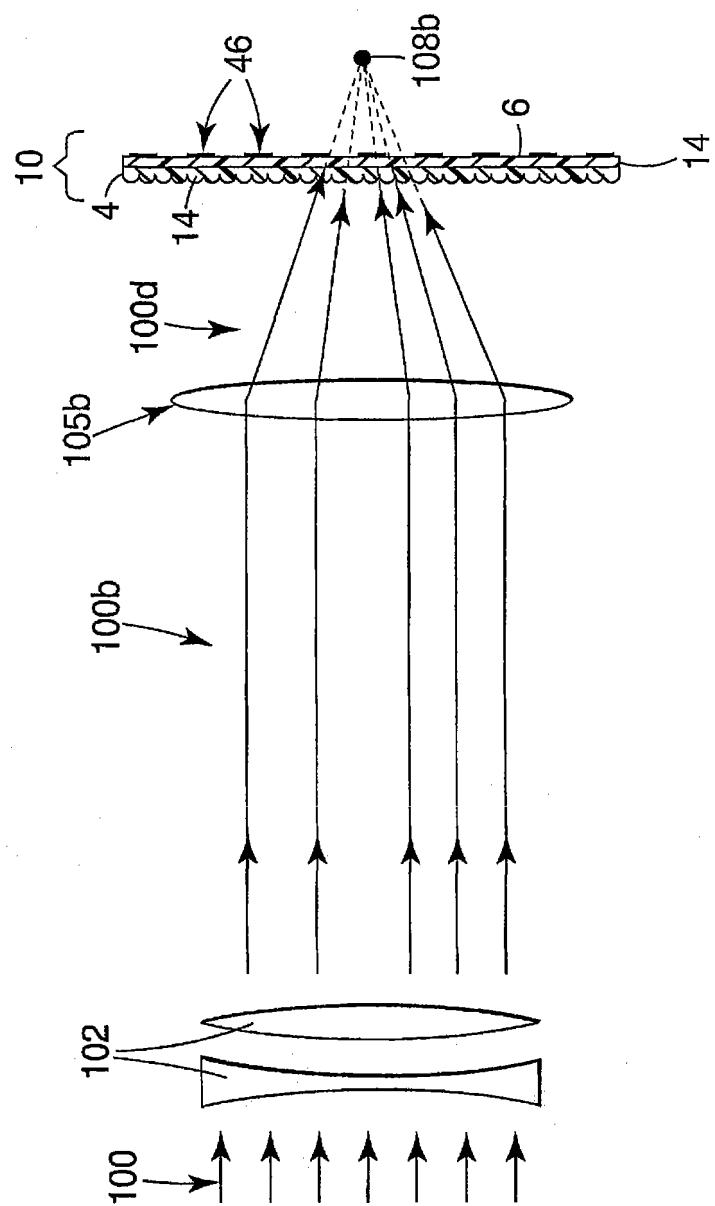


图13

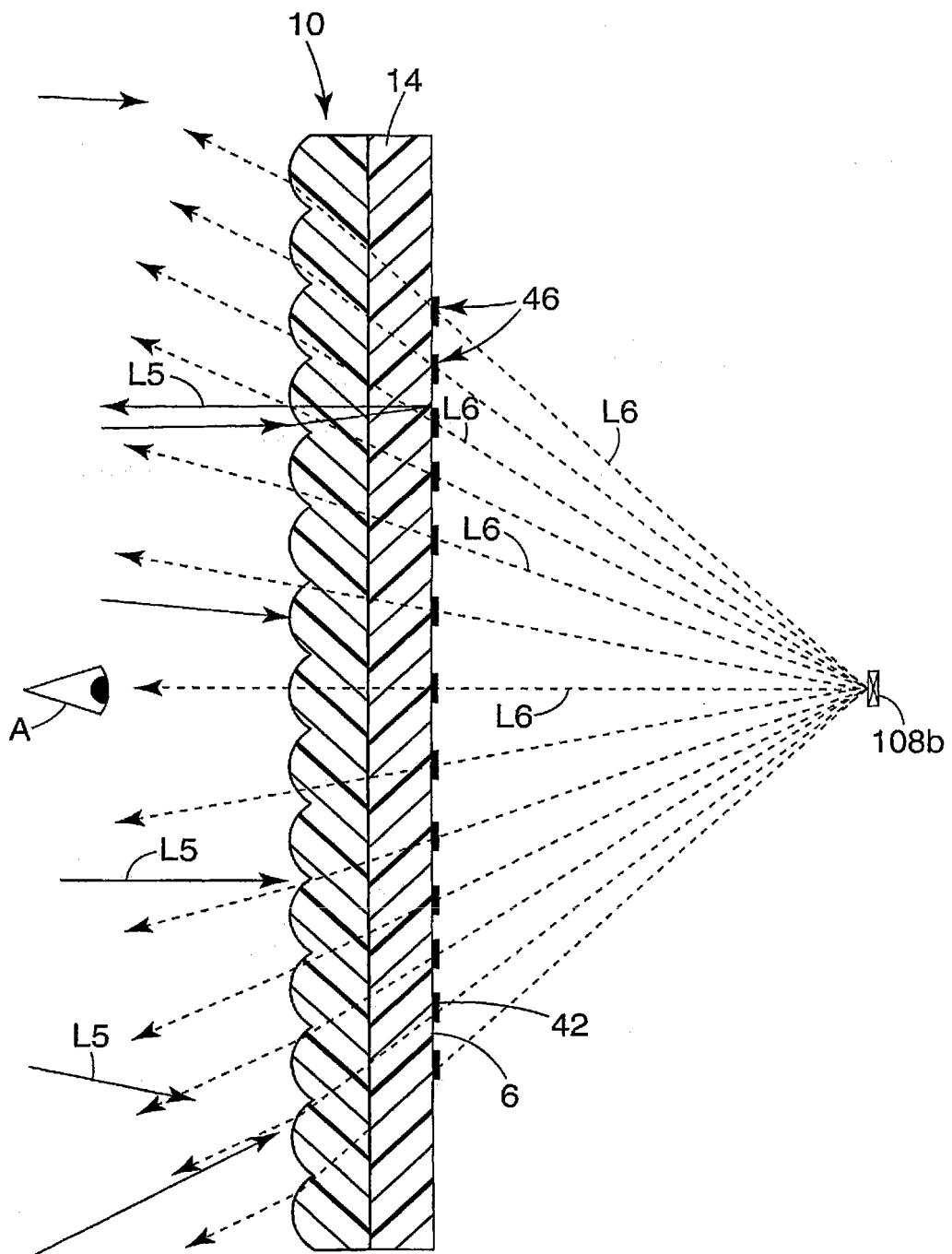


图 14

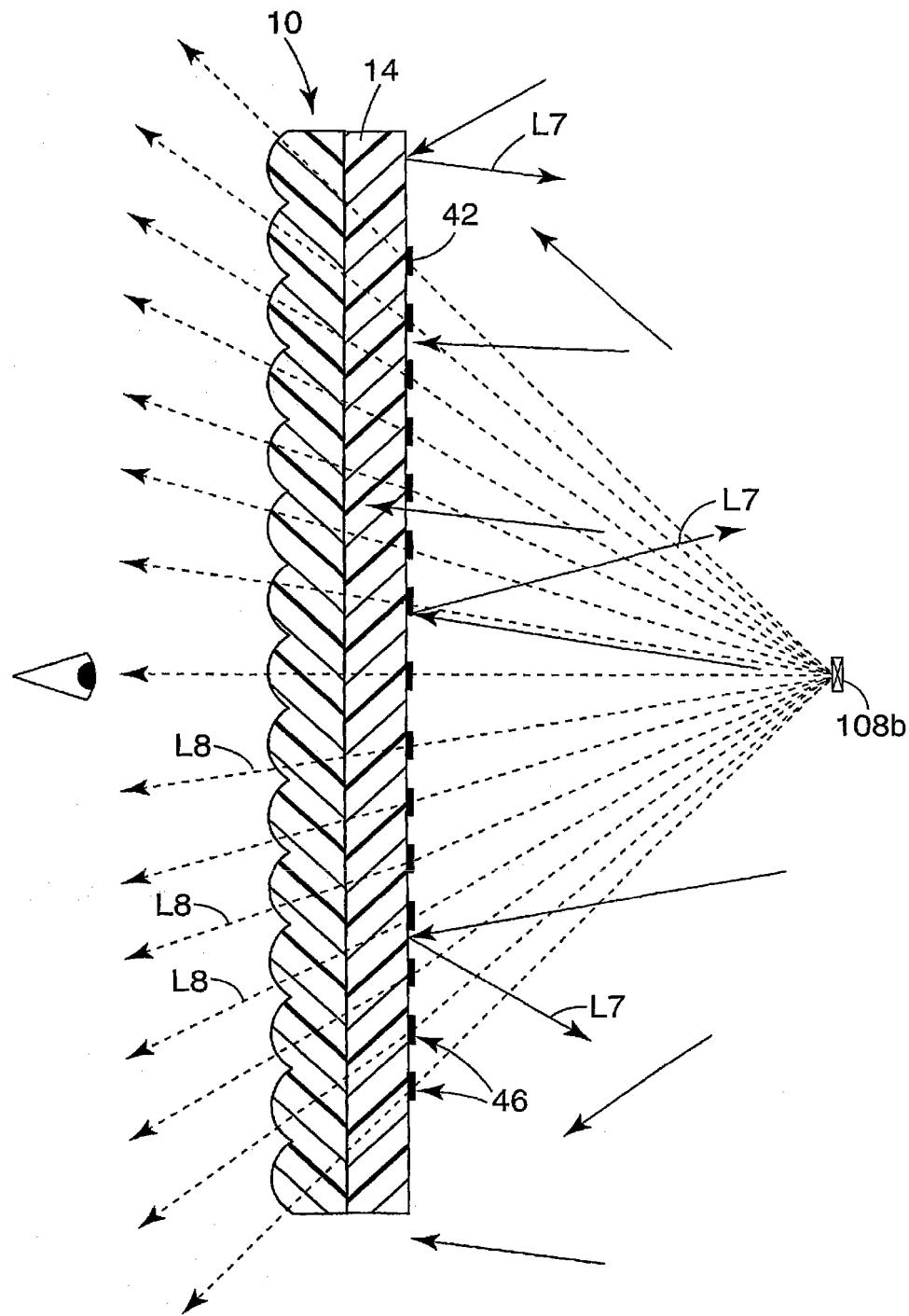


图 15

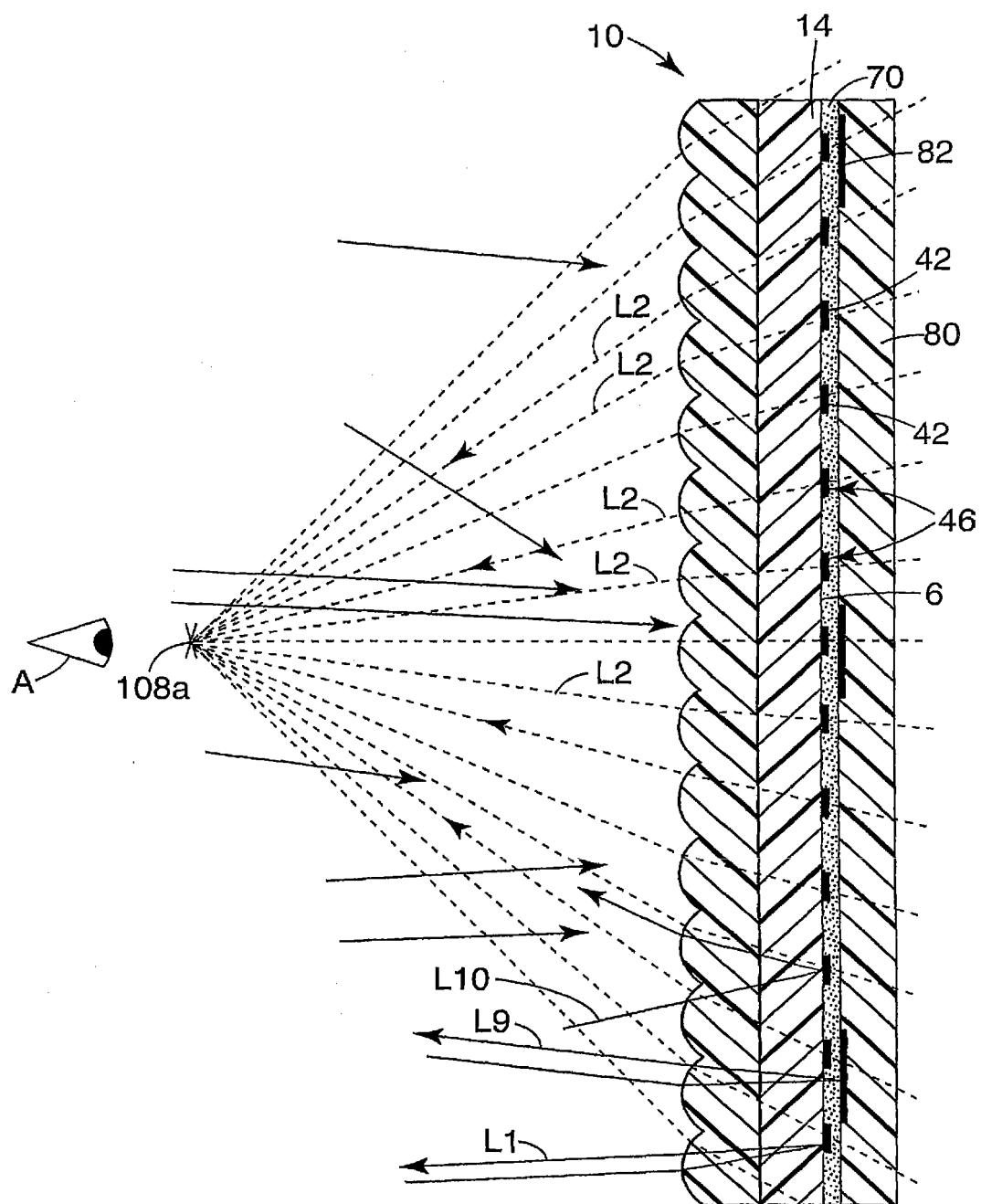


图 16