



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102150071 A

(43) 申请公布日 2011. 08. 10

(21) 申请号 200980135133. 7

(22) 申请日 2009. 06. 16

(30) 优先权数据

61/078, 971 2008. 07. 08 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 03. 08

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/047524 2009. 06. 16

(87) PCT申请的公布数据

W02010/005729 EN 2010. 01. 14

(71) 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 布拉因·J·盖茨

查尔斯·A·马蒂拉

特拉维斯·L·波茨

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 梁晓广 关兆辉

(51) Int. Cl.

G02B 27/22 (2006. 01)

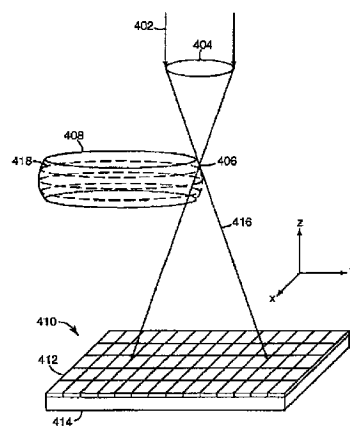
权利要求书 1 页 说明书 14 页 附图 14 页

(54) 发明名称

用于显示虚像的光学元件

(57) 摘要

本发明涉及一种虚像显示装置,其具有透镜阵列以及设置在所述透镜阵列后面的虚像基底。所述虚像基底设有与所述透镜阵列的透镜对准的虚像图案。在一些实施例中,所述虚像图案可包含灰度信息,其中所述灰度信息包含颜色和形状中的至少一者的信息。在静态虚像基底中,所述虚像信息可包括具有至少两种不同颜色的像素。一种光学掩模,其可具有虚像图案,所述虚像图案设置成使得当将透镜阵列施用至所述掩模时,物体的虚像对观察者可见。在其他实施例中,一种光学掩模可包括含有用于制造虚像基底的信息的中间虚像图案。



1. 一种虚像显示装置,包括:

透镜阵列;以及

虚像基底,设置在所述透镜阵列后面,所述虚像基底设有与所述透镜阵列的透镜对准的虚像图案,所述虚像图案包含灰度信息。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述灰度信息包含与多个不同颜色相关的信息。

3. 根据权利要求1所述的装置,其中所述灰度信息包含与多个不同形状相关的信息。

4. 根据权利要求1所述的装置,其中所述虚像图案被印刷到所述基底上。

5. 根据权利要求1所述的装置,其中所述基底包括能够单独寻址、编程元件的阵列。

6. 根据权利要求5所述的装置,其中所述能够单独寻址、编程元件的阵列包括液晶显示装置。

7. 根据权利要求5所述的装置,其中所述能够单独寻址、编程元件的阵列包括发光二极管的阵列。

8. 根据权利要求1所述的装置,其中所述基底包括以平版印刷方式形成的基底。

9. 一种光学掩模装置,包括:

光学掩模,具有基底以及其上的图案,所述图案设置成使得当将透镜阵列施用至所述掩模时,物体的虚像对观察者可见。

10. 一种光学掩模装置,包括:

光学掩模,具有基底以及其上的图案,所述图案设置为包含用于制造虚像基底的信息的中间虚像图案。

11. 一种虚像显示装置,包括:

透镜阵列;以及

非动态虚像基底,设置在所述透镜阵列后面,所述虚像基底设有与所述透镜阵列的透镜对准的虚像图案,所述虚像图案包括具有第一颜色的第一像素和具有不同于所述第一颜色的第二颜色的第二像素,其中所述虚像显示装置能够显示具有所述第一和第二颜色的虚像。

用于显示虚像的光学元件

技术领域

[0001] 本发明涉及光学装置以及制备这种装置的方法,所述光学装置使用基底并且提供观察者可感知的悬浮在相对于基底的空间中的一个或多个合成图像,其中合成图像的透视随视角而变化。

背景技术

[0002] 具有图形图像或其他标记的片材已得到广泛使用,尤其是用于鉴别物品或文档的标签。例如,诸如描述于美国专利 3,154,872、3,801,183、4,082,426 和 4,099,838 中的那些之类的片材已被用作车牌的验证标贴以及驾驶执照、政府公文、音乐介质、扑克牌、饮料容器等的安全膜。其它用途包括在诸如警车、消防车或其它应急车辆上用作识别目的的图形应用、在广告和促销展示上作为独特标签来提供品牌增强的图形应用。

[0003] 公开于美国专利 4,200,875 中的另一种形式的成像片材公开了部分嵌入在粘结剂层中且部分暴露在粘结剂层上的多个透明玻璃微球的使用,同时多个微球中的每一个的嵌入表面上涂布有金属反射层。借助掩模或图案并通过片材的激光照射来形成图像。当且仅当从和激光射向片材的相同角度观看片材时,才能看到图像。因此,只有在非常有限的观察角度内才能看到图像。

[0004] 制备在较宽观察角度内起作用的浮动图像片材的另一种方法公开于美国专利 6,288,842 中,其中微透镜片材(通常为嵌入在粘结剂层中的密集堆积的微球阵列)覆在光敏材料层上面。通过脉冲激光每次将图像的一个点写到光敏层上,来将图像写入片材中。此方法为耗时且昂贵的。另外,浮动图像的颜色取决于光敏材料或围绕光敏层的材料的颜色,且因此在制造片材时被设定,而不是在产生图像时被设定。

[0005] 因此,一直需要提高制造展示浮动图像的光学片材的速度并且降低成本,而同时需要保持宽观察角度并且增加在浮动图像中使用颜色的灵活性。

发明内容

[0006] 本发明的一个实施例涉及一种制造用于显示物体的虚像(virtual image)显示装置的方法。所述方法包括基于所述物体计算初始虚像通量图案并且随后基于初始虚像通量图案制造具有虚像阵列图案的基底。然后可将多个透镜施用到所述虚像阵列图案上。

[0007] 在一些实施例中,所述计算初始虚像通量包括将由物体上的不同源面片产生的光线虚拟地映绘至图像平面以及将来自物体中的位于图像平面的不同位置处的不同源面片的光线加和以形成初始虚像通量图案。

[0008] 本发明的另一个实施例涉及一种制备虚像元件的方法。所述方法包括形成虚像基底;以及随后在形成所述虚像基底之后将多个透镜设置在所述虚像基底附近。

[0009] 本发明的另一个实施例涉及制备中间虚像掩模的方法,所述中间虚像掩模用于制备描绘物体的虚像装置。所述方法包括基于物体确定初始虚像通量图案以及图案化具有源自初始图像阵列图案的中间虚像图案的掩模。

[0010] 本发明的另一个实施例涉及一种控制计算机以产生对应于物体的初始虚像通量图案的数据集的方法。所述方法包括 i) 将由物体上的不同源面片产生的光线虚拟地映绘至图像平面以及 ii) 将来自物体中的位于图像平面的不同位置处的不同源面片的光线加和以形成初始虚像阵列图案。

[0011] 本发明的另一个实施例涉及一种显示物体的方法。所述方法包括利用虚拟物体计算虚像图案以及控制设置在透镜阵列后面的动态虚像基底以显示虚像图案。所述虚像图案与所述透镜阵列的透镜对准,以便将虚拟物体的虚像提供给观察者。

[0012] 本发明的另一个实施例涉及一种确定 VI 图案的方法。所述方法包括虚拟地映绘来自虚拟物体的穿过透镜阵列的光线。

[0013] 本发明的另一个实施例涉及一种虚像显示装置,所述虚像显示装置包括透镜阵列和设置在透镜阵列后面的静态虚像基底。所述虚像基底设有与所述透镜阵列的透镜对准的虚像图案。所述虚像图案包含灰度信息。

[0014] 本发明的另一个实施例涉及一种光学掩模装置,所述光学掩模装置具有带基底的光学掩模并且其上具有图案。所述图案设置成使得当将透镜阵列施用至掩模时,物体的虚像对观察者可见。

[0015] 本发明的另一个实施例涉及一种光学掩模装置,所述光学掩模装置具有带基底的光学掩模并且其上具有图案。所述图案设置为包含用于制造虚像基底的信息的中间虚像图案。

[0016] 本发明的另一个实施例涉及一种虚像显示装置,所述虚像显示装置具有透镜阵列和设置在所述透镜阵列后面的非动态虚像基底。所述虚像基底设有与所述透镜阵列的透镜对准的虚像图案,所述虚像图案包括具有第一颜色的第一像素和具有不同于第一颜色的第二颜色的第二像素,其中所述虚像显示装置能够显示具有第一和第二颜色的虚像。

[0017] 本发明的上述发明内容并不旨在描述本发明的每一个图示实施例或每种实施方式。以下附图和具体实施方式将更具体地举例说明这些实施例。

附图说明

[0018] 考虑到以下结合附图的本发明各种实施例的具体实施方式,可以更完整地理解本发明,在附图中:

[0019] 图 1A 和 1B 示意性地示出了制造显示浮动和下沉图像的光学片材的现有技术方法;

[0020] 图 2 示出了根据本发明的原理制备虚像装置的方法的概要形式中的步骤;

[0021] 图 3 示意性地示出了例如可用于根据本发明的原理计算初始虚像图案的概要计算机系统;

[0022] 图 4A 和 4B 示意性地示出了在根据本发明的原理来确定虚像通量图案的算法的实施例中使用的射线映绘模型;

[0023] 图 5A-5E 示出了描述用于根据本发明的原理来确定虚像通量图案的算法的实施例的流程图;

[0024] 图 6 示出了根据本发明的原理利用光掩模制造虚像装置的步骤;

[0025] 图 7 示出了可用于根据本发明的原理制造 VI 装置的图案化母模的实施例;

- [0026] 图 8A-8C 示意性地示出了根据本发明的原理以光刻法制造 VI 基底的方法步骤；
- [0027] 图 9 示意性地示出了根据本发明的原理的 VI 装置的实施例；
- [0028] 图 10 示意性地示出了根据本发明的原理的具有动态基底的 VI 装置的实施例；以及
- [0029] 图 11 示意性地示出了穿过根据本发明的原理的显示彩色虚像的 VI 基底的横截面。
- [0030] 虽然本发明可修改为各种修改形式和替代形式，但其细节已通过举例的方式在附图中示出并且将会作详细描述。然而应当理解，目的并不是将本发明局限于所描述的具体实施例。相反，目的在于涵盖落入到所附权利要求书所限定的本发明的精神和范围内的所有修改形式、等同形式和替代形式。

具体实施方式

[0031] 本发明涉及显示浮动图像的光学装置并且涉及制造所述光学装置的方法。所述光学装置包括位于表面上的图案，所述图案当耦接至透镜阵列时显示看起来位于该表面平面之外的图像。此图像称为“虚像”。虚像可具有看起来浮动于表面平面之上或表面平面之下的部分。看起来位于所述装置的所述平面之下的图像部分也可称为下沉。虚像可为一维物体、二维物体或三维物体。一些虚像可具有位于表面平面之上以及之下的部分。虚像的另一个通常公认的名称为“积分图像”。

[0032] 虚像可用于多种应用中，例如，护照、身份徽章、活动通行证、认同卡、产品识别格式、以及用于识别和鉴别的广告促销中的安全防篡改图像，提供浮动或下沉或者既浮动又下沉的品牌图像的品牌增强图像，在诸如警车、消防车或其它应急车辆用徽章之类的图形应用中的识别表示图像；在诸如亭子、夜间标记和汽车仪表盘显示屏之类的图形应用中的信息表示图像；以及通过在诸如名片、吊牌、艺术品、鞋类和瓶装产品之类的产品上使用合成图像来提高新颖性。虚像产品应用的上述列表并非意图为穷举性的。

[0033] 制备显示虚像的光学装置的现有方法已依赖于使用激光来将图像信息直接写到由微透镜阵列覆盖的光敏层中。该形式的图像是利用掩模或通过相对片材材料来回移动激光产生的。相比之下，根据本发明，包含虚像图案的基底是在不存在透镜阵列的情况下单独制备的，并且随后将其与透镜阵列配对以形成光学装置。基底的制备方式为首先计算必须在基底上形成的信息并且随后在基底上形成所述信息。使用多种不同的方法（包括但不限于印刷和光刻）可在基底上形成所述信息。此方法允许大规模地、同时地制备多个装置基底，相对于其中通过激光照射来单独制备各个光学装置的现有方法而言，这显著降低了制造成本。

[0034] 图 1A 示出了制造显示虚像的光学装置的现有技术方法的实例。待成像的“物体”是通过使用激光并且利用该激光束绘出“物体”的轮廓而形成的。对于这样记录成具有合成视觉的图像，来自所述“物体”的光必须在宽角度范围内辐射。当光来自所述物体的单个点且在宽角度范围内辐射时，所有光线均携带了有关所述物体（但仅来自该单个点）的信息，但该信息来自光线的观察角度。为了获得光线携带的有关所述物体的相对完整信息，光必须从组成物体的点集合以宽角度范围辐射。

[0035] 激光刻绘系统 100 包括产生大致准直的光束 104 的激光单元 102。透镜 106 使光

104 会聚至焦点 108。光学元件 110 设置在焦点 108 的下游。光学元件 110 包括部分嵌入在基底 114 内的微球透镜 112 的阵列以及设置在透镜 112 后面的光敏材料 116。微球透镜 112 通常具有 $15\ \mu\text{m}$ 至 $275\ \mu\text{m}$ 范围内的直径。当观察者在反射光或透射光下观察时,在光敏材料 116 中形成的与多个微透镜相关的各个图像提供看起来悬浮或浮动在片材上方、片材平面内和 / 或片材下方的合成图像。光敏材料包括金属材料、聚合材料和半导体材料以及它们的混合物的涂层和薄膜。如果在暴露于给定强度的可见光辐射时,暴露材料的外观发生变化从而与未暴露给辐射的材料形成光学对比,那么这种材料为光敏的。一些光敏金属薄膜材料的实例包括铝、银、铜、金、钛、锌、锡、铬、钒和钽,这些金属通常由于金属的天然颜色和金属暴露于辐射后改变的颜色之间的差异或由于烧蚀而形成对比。

[0036] 透镜 106 具有高数值孔径 (NA, $\text{NA} \geq 0.3$), 以产生高度发散的锥形光束。锥形光束的轴线 118 (光轴) 垂直于元件 110 的平面。由于每个单独的微球透镜 112 相对于光轴 118 占据着特有位置, 因此到达每个微球透镜 112 的光相对于入射到所有其他微透镜 112 上的光具有特有的入射角。因此, 光通过每个微球透镜透射到光敏材料层 116 上的特有位置, 并且产生特有的图像。这样, 单个光脉冲在材料层上只产生单个成像点, 因此为了邻近每个微球透镜提供图像, 使用多个光脉冲来从多个成像点中产生该图像。对于每个激光脉冲, 激光器 102 和透镜 106 一起与 / 或元件 110 被横向平移, 以便光轴 118 相对于上一个脉冲周期的光轴 118 位置而位于元件 110 上的新位置处。光轴位置相对于微球透镜 112 的上述连续变化导致每个微球透镜 112 上的入射角发生相应变化, 进而导致由该激光脉冲在光敏材料层 116 中产生的成像点的位置也发生相应变化。因此, 聚焦在微球透镜 112 后方的入射光使选定图案成像在光敏层 116 中。因为对于每个激光脉冲, 每个微球透镜 112 的位置相对光轴 118 的位置是特有的, 所以对于每个微球透镜 112 而言在辐射敏感材料中形成的图像不同于与其他每个微球透镜相关的图像。

[0037] 在示出的实例中, 待刻绘至元件 110 中的物体为圆。实际上, 光的焦点 108 相对于元件 110 围绕描述圆的轨迹 120 (虚线) 移动。当观看时, 刻绘到元件中的所得信息产生了圆的虚像。为了使所观看的虚像看起来浮动在元件 110 上方, 物体被定位成在来自激光透镜 106 的会聚光束的焦点 108 处刻绘, 从而使得焦点 108 和物体均位于微球透镜 112 阵列和基底 114 的上方。示于图 1A 中的布置方式显示了这个布置方式。

[0038] 为了使所观看的虚像看起来下沉至元件 110 下方, 物体被定位成在来自激光透镜 106 的会聚光束的焦点 108 处刻绘, 从而使得焦点 108 和物体均位于微球透镜 112 阵列和基底 114 的下方。该布置方式示意性地示于图 1B 中。

[0039] 刻绘之后, 根据待成像的延伸物体的尺寸, 所述物体的完整或部分图像将会存在于每个微球透镜 112 后面的辐射敏感材料中。实际物体在微球透镜后面再现为图像的程度取决于入射到微球透镜 112 上的能量密度。延伸物体的部分可与微球透镜 112 区域具有足够的距离, 以使入射到这些微球透镜 112 上的能量具有的能量密度低于光敏材料 116 改性所需的辐射水平。此外, 对于在空间上延伸的图像, 当使用固定 NA 的透镜成像时, 并非片材的所有部分均暴露于用于延伸物体的所有部分的入射辐射。因此, 在辐射敏感介质中物体的那些部分将不会改性, 并且仅有物体的部分图像将出现在微球透镜后面。

[0040] 此外, 来自激光器 102 的光束通常不具有均匀的强度分布, 而是具有中央较密集且强度在向外至激光束边缘的过程中不断下降的分布。因此, 将图案刻绘至光敏层 116 中

的能力受这种不均匀度影响并且可导致所得虚像的视角的减小。另外,激光束的光束的形状和/或任何散光可影响虚像视角的均匀度。例如,视角范围在根据刻绘激光束的剖视轴线的虚像中是不同的。当激光束分布为椭圆形时,在平行于椭圆短轴(相比于椭圆长轴)的方向上的虚像视角较小。

[0041] 相比于现有技术方法,本文所述的形成显示虚像的光学元件的新方法不依赖于所使用的将图案直接刻绘至光敏层中的激光器。相反,使用光线映绘算法来建模光源对层的照射,并且将整个层上的所得总通量分布用作图案,该图案为物理实现的基底的基础。根据此方法,光线映绘算法可设想光由若干不同波长(例如使用白光)构成或由单个波长构成。另一方面,所使用的用于直接刻绘的激光器几乎完全限制单个波长的使用。此外,刻绘波长不必与观看虚像的波长相同。例如,可在白色环境光条件下观看虚像,而利用紫外或红外波长来激光刻绘图像。另外,就激光烧蚀刻绘方法而言,烧入光敏层中的图案为二值图案-光敏材料或者保留或者已被烧蚀。另一方面,光线映绘算法将到达基底上的每个点的通量加和并且提供灰度的数据,从而导致较高质量的图像。另外,光线映绘算法可设想光束具有均匀的强度分布,从而避免了上述激光刻绘存在的问题。

[0042] 强调本文所述方法中的某些步骤的概要流程图示于图2中。该方法的第一步骤200为通过光线映绘产生初始虚像(VI)图案。初始VI图案随后可用于图案化虚像基底(VI基底)(步骤202)、或者可用于图案化模板(步骤204),所述模板继而用于产生VI基底(步骤206)。然后将透镜阵列添加至VI基底(步骤208),以形成VI光学元件。

[0043] 图3示出了可适于与本发明结合使用的典型计算机系统300的示意图。此计算机可包括一个或多个中央处理器(CPU)302的系统、存储器系统304、输入/输出(I/O)适配器306、二级存储器存储308、网络接口310、用户接口适配器314和显示器适配器312。此计算机的全部部件均由系统总线315连接。显示器适配器312可连接至用于将数据显示给用户的显示器316。用户接口适配器314可连接至用户输入设备318,例如键盘、鼠标、条形码扫描仪等等。计算机系统300可通过网络接口310(例如通过局域网、广域网或互联网)连接至其他计算机。计算机系统300可包括不止一个处理器,其中处理器位于不同的位置。在这种情况下,处理器可通过网络(例如局域网、广域网或互联网)上的输入/输出接口进行连接。

[0044] 可用于产生初始VI图案的光线映绘算法的一个实例采用了与图4A中示意所示相类似的模型。平行光束402入射到具有焦距 f 的透镜404上。在穿过透镜404之后,光会聚至焦点406并且随后发散。设想物体408表面上的第一点直接设置在焦点406处,其中利用激光器加聚焦透镜404的优选取向来实现这种方式。光束402的典型但非必要的取向相对于透镜阵列412和基底414而成像于上述点的正下方。待成像表面的周边点是通过连续聚焦周边点且刻绘至基底414上、并且以下述方式在空间内移动光束402和透镜404进行访问的,即所述移动方式使得焦点406落到不同曝光脉冲之间的不同点处,同时仍适当地使光束取向以所需角度保持在空间中。

[0045] 设想将进行刻绘虚像的光学元件410位于物体408下方。光学元件410通常包括VI基底414上的透镜412阵列。透镜412阵列可为任何合适类型的透镜阵列,例如模制透镜阵列或微球透镜阵列。另外,透镜412可设置成任何合适的图案:在图示实施例中,透镜设置成方形图案,但它们可也设置成其他图案,例如六边形图案。

[0046] 将来自物体 408 表面上的各个点的光线 416 映绘至基底 414。一种实现光线映绘算法的方法为构造一系列穿过物体 408 且平行于 x-y 面的水平切片 418。沿每个切片 418 的边缘形成一组表示光源的源点。所述组内的源点可以产生所述切片 418 的足够好分辨率图像所需的任何方式间隔开。沿每个切片 418 的边缘创建一组源点有效地建立了一组表示物体 408 表面的面片。每个源点可（例如）被考虑为位于物体 408 表面上的与其他相邻源点的三角形面片相连的三角形面片的中心，正如通常在表面表示算法中实现的那样。切片 416 不必为水平的，事实上表面的任何划分均将可用，前提条件是每个源点表示足够小的面片，从而产生物体 408 的合格再现图像。面片不必考虑为三角形的；允许任意的周边成形。

[0047] 在所述光学模型的图示实施例中，映绘来自第一切片 418 边缘四周的连续源点的光线 416，随后映绘来自第二切片 418 边缘四周的连续源点的光线，如此类推，直至由物体中所有切片边缘四周的源点引起的通量已在基底 414 处进行加和，从而获得由物体 408 产生的总通量图案。

[0048] 源自图 4A 中所示的模型的虚 3D 图像是由透明物体 408 制成的。即，对于物体表面上的每个源点，映绘物体 408 的光线独立地起作用，忽略了其他物体及其源点的存在，从而有效地使它们看起来为透明的。由于所表示的任何物体均由源及其特性来定义，因此物体也为透明的。

[0049] 光线映绘方法也可用于形成固体物体的虚 3D 图像，现在参照图 4B 进行论述。在不丧失一般性的同时，设想物体 408 完全位于透镜阵列 412 上方。在一些算法中，每个源点继而考虑为在整个预定的立体角度内发射多个光线，且在光线映绘穿过透镜阵列之后将每个光线的贡献进行适当地加和。然而，当表示 3D 物体 428 时，不允许源发射进入预定立体角度中的位于物体表面周边内的那部分，而且因此只有不穿过固体物体 428 的光线 426 入射在基底 414 处。这种情况可恰好发生在所考虑的源点处，例如，如果源点位于物体的侧面上，那么立体角度发射锥的部分将位于物体内部并且将被排除。这种情况也可发生在距所考虑源点的某个距离处，例如，如果发射自所述源点的光线将会射到表示另一个源点的第二面片处。这可发生于下述情况，例如，如果物体表面的弯曲方式使得第二面片位于发射自第一面片的光线的视路中。希望排除由一个面片产生的与其他面片相交的光线，以便精确地表示 3D 物体 428。如果面片位于发射光线的视路内，那么不再考虑该光线。如果面片没有位于发射光线的视路内，那么按照与透明物体 408 情况相同的方式考虑该光线。因此，物体 428 的隐藏表面（即在所述组的发射锥角度内从透镜阵列处不可见的那些表面）未进行成像。

[0050] 现在参照图 5A-5E 示出的流程图描述可用于将来自物体的光线映绘至基底的算法的一个实例。第一步骤（步骤 500）为数据文件的初始设定，包括焦点 406 的位置和旋转角度（旋转角度描述了中心光束相对激光聚焦透镜的取向，并且可以角度取向的任何方便体系进行描述。这种方式的一个实例为欧拉形式，其描述了关于 z 轴的偏航、随后关于 x 轴的翻滚、以及随后关于 y 轴的俯仰）。光束取向可被操纵，用于使视角从法向偏至通过旋转角度描述的离位取向。进行检查（步骤 502），以查看数据文件是否已到达末端，并且在步骤 504 中产生旋转矩阵。旋转矩阵为实现将向量从空间中的初始取向旋转至空间中的最终向量的转移函数。可以多种方式实现旋转矩阵。在以上述欧拉形式的实例中，旋转矩阵描述了将 3×1 向量从第一取向旋转至第二取向的 3×3 矩阵。如果在步骤 502 处确定已到达数

据文件的末端,那么结束算法(步骤 506)。

[0051] 在此实施例中,主坐标系具有固定在透镜阵列 412 下侧的原点以及垂直于透镜阵列且沿所示方向指向上方的 z 轴。透镜阵列 412 处于与 x-y 平面平行,且 x 轴通常设定为沿透镜阵列的中心轴方向、中心位于透镜中心的一个中心处并且连续穿过其他透镜的中心。为方便起见选定了这种坐标系,但对于 x 轴存在其他可能的选择。用于旋转矩阵的坐标系为将其原点平移至当时所考虑的焦点处;然后它用来描述激光束的取向。透镜高度是指激光聚焦透镜 404 和透镜阵列 412 的基部(换句话讲,基底 414 的顶面)之间的垂直距离。应用至透镜阵列 412 的术语透镜高度是指透镜在透镜阵列上的厚度。

[0052] 在步骤 508 处,基于焦点 406 相对透镜阵列 412 基部的位置,确定入射光 416 为会聚的还是发散的。如果光为会聚的,那么对照透镜 404 的焦距来测定焦点 406 和透镜阵列 412 基部之间的距离数值(步骤 510)。如果该距离大于焦距,则声明错误(步骤 512)。如果该距离小于焦距,则计算焦距和焦点位置数值的差值。如果此差值小于阵列 412 中透镜的高度,那么焦点被定位于透镜阵列内并且报告错误(步骤 516),并且可终止此过程(步骤 518)。如果在步骤 508 中确定光为发散的,那么将焦点的 z 位置与透镜阵列 412 的高度进行比较。如果高度小于透镜阵列,则焦点位于透镜阵列内(步骤 516)并且停止该过程。

[0053] 在步骤 522,针对透镜 404 位置处的光线,设置 x、y 和锥束半径的初始光线条件。步骤 524-528 控制所考虑光线的循环次数。在步骤 524,初始化光线指数计数器,并且光线指数计数器在步骤 526 中递增。如果在步骤 528 中确定光线指数计数器已达到最大值,则算法返回步骤 500。通过选择两个随机数来产生光线,以确定该光线在透镜 404 处的随机起始位置。在图示算法中,光线的起始位置均匀地分布在透镜的整个面积上,这表明了上述事实,即整个透镜上的照射强度呈现为均匀的。也可使用其他的照射强度分布。计算光线的非旋转方向向量(步骤 532)并且随后计算旋转方向向量(步骤 534)。术语“非旋转”和“旋转”是指光线在空间中定位之前和之后的状态,这为必要的区分,因为通常,旋转光线以将其准备用于测绘。待测绘的随机产生的光线被初始成像成取向平行于 z 轴并且垂直于基底 414 的平面。光线被重新取向,以考虑 i) 激光器本身的任何内在偏斜以及 ii) 光线在通过激光透镜 404 形成的锥束内的特定取向。

[0054] 或者通过光源加透镜 404、或者仅通过光线本身,可考虑光线的取向。在光线 416 入射到元件 410 上时为会聚的情况下,则激光的焦点位于基底平面之下。透镜阵列 412 的存在影响光线 416 的焦点 406 的位置并且避免将仅由透镜 404 产生的焦点用作光线 416 的取向的旋转中心。相反,透镜 404 本身可用于定向光线 416。在光线 416 入射到元件 410 上时为发散的情况下,焦点 406 位于元件 410 之上,并且透镜阵列 412 的存在不会影响焦点 406 的位置。在这种情况下,焦点 406 可用作定向光线的旋转中心。当然,定向光源和透镜 404 的替代形式也在这种情况下起作用。因此,在步骤 536,确定入射到透镜 404 处的光线为会聚的还是发散的。如果光线为会聚的,则旋转光源位置(步骤 538)。

[0055] 该算法找到给定光线 416 将会相交的阵列 412 中的透镜,以使得光线 416 可通过那个透镜成像。首先进行计算,以找到光线 416 在不存在透镜阵列就位的情况下与基部平面相交的位置(步骤 540)。基部平面为透镜阵列 412 的下表面,如果透镜阵列 412 位于基底 414 上,则基底平面也为基底 414 的上表面。对于以最合适倾斜角到达元件 410 上的光线 416 而言,该位置通常位于正确透镜的覆盖区内。因此,该算法找到光线 416 落入其内的透

镜（步骤 542）以及光线与透镜相交的位置（步骤 544）。用于找到光线与小透镜的相交点的公式指示出正 z 相交点数值（正确透镜）或非正 z 相交点数值（错误透镜），这是在步骤 546 测定的。如果步骤 546 找到非正 z 相交点数值，则光线 416 为相当倾斜的，因此进行另一次尝试，以找到光线与沿透镜顶面上的水平面的相交点（步骤 554 和 556）。此第二尝试包括使用透镜的折射率（步骤 554），以确定光线 416 与透镜相交的位置（步骤 560）。然后按照与步骤 546 中相同的方式来测定位于相交点正下方的透镜（步骤 558）。如果光线 416 与该透镜的 z 相交点为正值，则已找到与光线 416 相交的正确透镜。如果 z 相交点仍为负值，则该透镜不是正确的透镜。在那种声明掠射光线条件的情况下（步骤 560），可停止该程序。

[0056] 对于与透镜具有正 z 相交点的光线 416，该算法计算透镜在相交点处的法向（步骤 548），并且随后找到光线在透镜内的折射方向以及菲涅耳透射系数（步骤 550）。

[0057] 在透镜内穿行的光线 416 投射至其基部（与下面的基底 414 的界面）（步骤 562）。随后该算法计算光线在穿过透镜进入基底之后的方向（步骤 564）以及菲涅耳透射系数。随后光线在基底内投射至基底的下侧（步骤 566），其中设想光线在此位置终止。如果光线终止于基底 414 和透镜阵列 412 之间的界面处，则可省去步骤 566 的投射部分。对于穿过透镜到达基底的光线，计算总菲涅耳透射系数（步骤 568）。将与菲涅耳调节光线相关的通量添加于基底的那个面积（像素）。该算法随后返回至步骤 526，递增光线指数计数器，并且开始新光线的投射，直至所需数量的光线均已得到考虑。

[0058] 得自该算法的最终输出为显示整个基底上的入射通量变化的通量图。该分布称为经计算的 VI 通量图案，并且对应于以常规、激光刻绘方法刻绘虚像的光的分布。然而，经计算的 VI 通量图案在若干方面不同于激光刻绘图案。首先，经计算的 VI 通量图案可适应任何所需的波长或波长的组合。激光刻绘图案是在用于刻绘的激光的单一波长下刻绘的。第二，针对任何像素的已计算的通量可覆盖宽范围的单位通量。这与烧蚀激光刻绘装置形成对比，其中所记录的通量仅存在两个可能值：烧蚀材料的足够通量或者烧蚀材料的非足够通量。因此，利用这种灰度通量图案可得到高分辨率的图像。

[0059] 在一些实施例中，经计算的 VI 通量图案可因此用作输入以指导 VI 基底制造中的任何合适方法，或者其可用作在用于形成 VI 基底之前进行分析和转换的初始数据集。可以多种不同的方法来制造 VI 基底。例如，通过将 VI 图案印刷至基底上可形成 VI 基底。这种情况下的基底可由其上适于印刷的任何材料制成，例如纸张、玻璃、聚合物片材、半导体、布料等等。

[0060] 在其他实施例中，基底可设置有动态 VI 图案，即，不是永久性地刻绘至基底上的图案，而是可变化的图案。可用于这种情况的基底的实例包括液晶显示（LCD）面板和发光二极管（LED）的阵列。在这些实施例中，以控制由 LCD 面板或 LED 阵列显示的图像的指令形式将 VI 图案提供给基底。动态 VI 显示器可尤其适用于标记、广告等等。

[0061] 在一些实施例中，经计算的 VI 通量可作为用于形成复制工具的基础，利用所述复制工具可制造 VI 浮动图像装置的多个复制品。这种复制工具的一个实例为光掩模，其可用于制造 VI 基底的光刻或剥离工序中。在其他实施例中，VI 通量可直接用来创建用于制造 VI 基底的指令。

[0062] 利用不同类型的复制工具可复制不同尺寸的 VI 装置。例如，当 VI 装置相对较大

时,可使用各种技术来制备随后用于制备 VI 基底的复制工具。可使用任何合适的技术来制备复制工具。制造复制工具的方法的一个实例为使用诸如金刚石铣削之类的常规机床。另一个实例为快速原型制造。快速原型制造包括诸如双光子方法和激光聚合之类的各种方法。复制工具可用于通过任何合适的方法(包括模制、浇注等等)制造 VI 基底。

[0063] 也可使用各种技术直接制造 VI 基底。例如,可用于制造复制工具的一些技术(例如金刚石铣削或快速原型制造)也可用于直接制造 VI 基底。用于形成 VI 基底的其他技术包括(但不限于)印刷(包括彩色印刷)、浇注(包括微复制)、压印和模制。VI 基底可为透射性的或反射性的。

[0064] 当规格较小时,可以使用适用于制备较小特征的技术(例如光刻技术)来制备 VI 基底。光刻技术通常包括形成诸如光掩模之类的掩模,掩模用于曝光基底涂层上的图案。掩模上的图案可由经计算的 VI 通量图案来确定、并且可利用任何合适的方法形成于掩模上。例如,可利用激光刻绘、双光子工艺或电子束刻绘或者其他工艺形成诸如光掩模之类的掩模。在一些实施例中,掩模为振幅光掩模。振幅光掩模的一个通用实例使用形成于二氧化硅基底上的 Cr 层中的图案,但可使用其他的光阻断层和其他的基底材料。例如,可将诸如金、银、镍、和钛之类的其他金属层用于光阻断层。其他类型的金属也是合适的。其他合适的基底材料包括诸如玻璃、碳化硅、蓝宝石之类的其他无机材料、或其他透明的金属氧化物、诸如氟化钙或氟化镁之类的金属氟化物、结晶或熔融的石英等等。

[0065] 掩模通常用于在诸如光致抗蚀剂之类的光敏层中形成图案,并且可用于接触光刻或投影光刻。在曝光光致抗蚀剂图案之后,光致抗蚀剂通常被显影,以移除曝光或未曝光的区域。光致抗蚀剂中的图案可通过蚀刻而传递至下层,或者图案化的光致抗蚀剂可形成掩模自身的掩模层。

[0066] 在一些实施例中,掩模用于将图案刻绘至二值基底上。二值图案为产生具有下述特性的基础基底的图案,所述特性为在整个基底上具有呈现二值中的一者。该特性可为诸如高度、光学透射率等等之类的任何合适的特性。在实例中,图案化金属层可显示在存在金属的那些区域中透射率为 0% 并且在不存在金属的位置处具有高透射率。在其他实施例中,掩模或具有不同图案的多个掩模可用于形成具有灰度图案的基底,即,图案特性可在基底上呈现多于两个值。例如,当将图案刻绘至基底上的金属层中时,可利用一系列掩模将金属层的不同部分蚀刻至不同的深度,以使得金属层显示出在整个基底上具有多个值、而不仅两个值的光学吸收性。

[0067] 在其他实施例中,经计算的 VI 图案可用作制造相位掩模而非振幅掩模的基础,以用于 VI 基底的后续光刻制造。

[0068] 在其他实施例中,可使用与用于形成掩模的那些技术相似的技术来直接制造 VI 基底。例如,可使用激光刻绘、电子束刻绘或双光子工艺形成 VI 基底。在一些实施例中,VI 基底可为掩模。

[0069] 可利用各种方法将色彩引入到 VI 基底中。在一个方法中,将 VI 图案彩色印刷到 VI 基底上。在光刻方法中,不同的彩色层可涂覆至基底并且按顺序图案化。例如,基底可具有不同彩色层的叠堆。层的不同部分可被图案化,以暴露下层的不同区域。这示意性地适于图 11 中,其中装置 1100 形成有基底 1102 和四个彩色层 1104-1110。例如,彩色层 1104-1110 可包括品红层 1104、黄色层 1106、青色层 1108 和黑色层 1110。在此实施例中,首先图案化

最上彩色层 1104 来产生暴露区域 1112, 希望在该区域显示出下层 1106-1110 的彩色。接下来, 图案化位于暴露区域 1112 内的第二层 1106 来产生暴露区域 1114, 希望在该区域显示出下层 1108、1110 的彩色。最后, 图案化位于暴露区域 1114 内的第三层 1108 来产生暴露区域 1116, 希望在该区域显示出底层 1110。

[0070] 在另一个方法中, 可将单个彩色层沉积到基底上并且随后以光刻方式进行图案化。然后可将第二彩色层沉积到图案化的第一层上, 并且随后可以光刻方式图案化第二彩色层。然后可沉积第三层和后续层并且按顺序图案化, 在该过程中构建出图案化彩色层的叠堆。最终的 VI 基底看起来可类似于图 11 中所示的装置 1100。

[0071] 可使用任何合适的技术形成彩色层。在一个实施例中, 彩色层可包括薄膜叠堆, 各个薄膜的厚度选择成使得该叠堆反射所需彩色范围内的光。该叠堆可为无机膜或聚合物膜的叠堆。在使用膜叠堆的实施例中, 在整个叠堆中膜的厚度可为均一的, 或者在整个叠堆中膜的厚度可具有梯度。在后一情况中, 叠堆的区域的彩色可通过将该区域蚀刻至所需深度进行改变。在另一个实施例中, 彩色层可为包含提供所需彩色的颜料或染料的层。在其他实施例中, 彩色层可包括彩色保护膜。

[0072] 在另一个实施例中, 可通过将彩色聚合物层沉积到基底的表面上并通过光聚合彩色聚合物层的各个区域, 来形成图案化彩色层。例如, 可将含有染料或颜料的光聚合物旋涂至基底上, 并且通过掩模曝光所得的聚合物层来光聚合该层的某些区域。然后可移除未曝光区域, 并且可沉积彩色不同于第一光聚合物层的第二光聚合物层以及利用第二掩模进行曝光。可重复该过程, 直至所需数量的彩色层已形成于基底上。最终的 VI 基底看起来可类似于图 11 所示的装置 1100。

[0073] 应当理解, 彩色层可形成于不透明或透明的 VI 基底上。在一些实施例中, 图案化彩色层以用于反射光。在其他实施例中, 彩色层用作透射过滤器, 以过滤透射穿过 VI 基底的光。

[0074] 当使用掩模形成基底或使用多个掩模时, 掩模上的图案可称为中间 VI 图案, 因为掩模图案为在制造最终 VI 基底的中间步骤中使用的掩模图案。

[0075] 基底可由任何合适的材料形成, 例如玻璃、半导体、聚合物、金属、无机化合物等等。在一些实施例中, VI 装置以反射操作, 而且因此基底可为不透明的。在这种情况下, 除其他材料之外, 金属和半导体可用于 VI 基底。在其他实施例中, VI 装置以透射操作, 在这种情况下基底优选地对可见光显示低吸收性。在这种情况下, 可使用聚合物、玻璃以及其他透明的无机材料。合适玻璃的实例包括 (但不限于) BK7 玻璃和石英。合适半导体的实例包括 (但不限于) 硅。合适聚合物的实例包括 (但不限于) 聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)。合适无机材料的实例包括 (但不限于) 镍和铁。

[0076] 透镜阵列中使用的透镜通常具有图像形成折射表面, 以为了发生图像形成; 这通常是由弯曲微透镜表面提供的。当透镜使用曲面时, 透镜通常具有均一的折射率。诸如梯度折射率 (GRIN) 材料之类的其他可用材料不必需要曲面来折射光。透镜的表面实际上可为球形的或者可为非球形的或者可包括球形以及非球形的部分。此外, 透镜阵列中, 并非所有透镜均被限制为具有相同的焦距; 一些透镜可具有长于或短于其他透镜的焦距。透镜可具有任何对称性, 如柱对称性或球对称性, 前提条件是折射表面能够形成实像。透镜本身可为离散形式, 如圆形平凸小透镜、圆形双凸小透镜、棒、微球体、微珠或圆柱形小透镜。可形

成透镜的材料包括玻璃、聚合物、矿石、晶体、半导体以及这些材料与其它材料的组合。也可使用非离散的透镜片材。因此,也可使用由复制或压印方法(其中片材表面在形状上是可以改变的,以形成具有成像特性的重复轮廓)形成的透镜。

[0077] 通常使用在可见光波长和红外光波长处具有约 1.4 和 3.0 之间的均匀折射率的透镜。针对用于透镜的材料厚度,合适的透镜材料将对可见光显示具有低吸收性。

[0078] 可使用半径范围为 $8\mu\text{m}$ 至 $150\mu\text{m}$ 的球形透镜,但可使用具有其他半径的透镜。针对要呈现为空间上距离透镜层较近的合成图像,通过使用半径在上述范围下限的透镜,可获得良好的合成图像分辨率;而针对要呈现为空间上距离透镜层较远的合成图像,通过使用较大的透镜,可获得良好的合成图像分辨率。

[0079] 在 VI 元件中采用的透镜可由透明性足以用作透镜的任何合适材料形成。通用的透镜材料包括聚合物和玻璃,但也可使用其他材料。可将透镜单独地施用至基底,但通常应当理解,将透镜以片材形式施用至基底会降低制造时间和成本。然而可使用任何合适的方法,以用于相对下面的 VI 基底固定透镜的位置。在多个情况下,可将透镜直接施用至基底,但这不是必需的要求。然而在定位过程中,重要的是确保透镜与下面 VI 基底上的像素对准。

[0080] 上述的一个方法为将透镜片材粘合至 VI 基底。在这种情况下,粘合剂层可为光学透明的,但粘合剂可包含提供某些所需效果的添加剂。例如,如果需要某种彩色效果,则粘合剂可包含染料或颜料。在另一个方法中,可(例如)通过使透镜片材和基底在加热辊之间穿过来将透镜片材层合至基底。在另一个方法中,可通过浇注,换言之讲,在将透镜形状模制到基底上的同时通过固化或者以其他方式凝固液体层,来将透镜阵列形成于基底上。该方法尤其适用于可模制的材料,例如低熔点玻璃和热固性聚合物。

[0081] VI 元件 900 的一个实施例的横截面示意性地示于图 9 中。VI 元件 900 包括 VI 基底 902 和基底 902 上的透镜阵列 904。当用户观看 VI 元件 900 时,入射在像素 A 处的光的某些部分可以相对较大的角度反射,使其在上方的邻近像素 B 而非像素 A 处穿过透镜元件 908 离开透镜阵列。这种串扰会不利于所观察图像的分辨率。透镜 906 之间的最小高度、或者各个透镜元件 908 之间的尖点在基底表面 910 上方具有高度 h_1 。透镜元件 908 在基底表面 910 上方的最大高度定义为 h_2 。降低像素间串扰的一个方法为降低 h_1/h_2 的比率。具有极小数值的 h_1 的透镜片材可因薄片材而易于受到损害。然而,浇注在基底表面上的透镜阵列可能实现 h_1/h_2 的小的数值。在一些实施例中, h_1/h_2 小于 50%,在其他实施例中, h_1/h_2 小于 25% 并且在其他方法中 h_1/h_2 小于 10%。

[0082] 应当理解,可在基底下面、基底和透镜阵列之间或透镜阵列上面任选地包括附加层。例如,VI 元件可包括彩色滤光器层或偏振滤光器层。

[0083] 在其他实施例中,VI 基底可为动态基底,即,显示随时间变化的 VI 图案(而非永久性地刻绘到静态或非动态基底中的 VI 图案)的基底。因此,VI 装置可能显示不同的图像并且可甚至能够显示移动图像。动态 VI 基底的一种类型为包括多个能够单独寻址、编程元件的基底。动态 VI 基底的实例包括液晶显示(LCD)面板和发光二极管(LED)的阵列。动态 VI 装置 1000 的实施例示意性地示于图 10 中。装置 1000 包括动态基底 1002 和多个透镜 1004。与上述实施例相同,可将多个透镜 1004 提供为单独的透镜或一体化透镜阵列(例如,片材形式)。以用于控制由动态基底显示的图像的指令形式,将 VI 图案从控制器

1006 提供给动态基底 1002。动态基底 1002 的不同区域 1008(此处称为超像素)与各个透镜 1004 相关。每个超像素 1008 可包含动态基底 1002 的能够单独寻址元件中的一者或多者。例如,每个透镜 1004 可与包括动态基底 1002 的可寻址元件的 10×10 阵列的超像素相关。因此,这些 10×10 可寻址元件被单独控制,以逼近与特定透镜 1004 相关的通量图案。动态 VI 显示尤其可适用于相对较大规模的应用,例如标记、广告等等。

[0084] 工作实例

[0085] 实例 1. 利用经计算的 VI 通量图案产生光掩模

[0086] 利用上述算法产生由已建模或计算的元素性图像特征组成的位图文件。此文件中的特征为灰度并且首先被转换成二值,以便产生光刻掩模。利用 Adobe®Photoshop®CS3(得自 Adobe Systems 公司)将位图转换成灰度,并且图像分辨率设定成匹配于模型输出的经计算分辨率(在这种情况下为 5000 像素/厘米)。该模型输出使用 $2 \mu\text{m}$ 的像素尺寸(5000 像素/厘米),以有助于在转换期间管理文件大小。使用两次立方较平滑算法将图像重采样成 10,000 像素/厘米的最终分辨率。然后可应用具有位于 0.7-1.5 像素之间的数值的高斯模糊过滤器。对于具有高度复杂性的 VI,可使用非锐化掩模过滤器例行程序(40%,3-5 像素)来产生较锐化的线条;可将数值为 150-200(实际数值由图像复杂性确定)的阈值过滤器应用至数据。最后,将图像保存为文件压缩比设为 10 的 jpeg 型文件。

[0087] 为了将 jpeg 文件转换成掩模布图文件格式,使用 ACE Translator2007(得自加州圣地亚哥的 Numerical Innovations)将 jpeg 转变成工业标准 GDSII 文件格式。然后将 GDSII 文件加载到掩模布图软件包 L-Editv12.6(得自加州蒙洛维亚的 Tanner EDA)中,其中各个单元被设置成最终格式并且发送用于光掩模制造。图 6 在视觉上描述了制造光掩模设计中所包括的步骤。将光掩模用于制造 VI 基底的各种方法中,如下文所述。

[0088] 实例 2:利用光掩模母模制造 VI 复制工具

[0089] 将 $10 \mu\text{m}$ 厚的 SU-8 10 光致抗蚀剂(得自马萨诸塞州牛顿市的 MicroChem 公司)层旋涂至经六甲基二硅氮烷-(HMDS)处理的硅晶片上。HMDS 和 SU-8 均首先在 500 转/分钟下旋涂 5 秒、随后在 3000 转/分钟下旋涂 30 秒。将经涂布的晶片在 65°C 下软烘烤 2 分钟、随后在 95°C 下软烘烤 6 分钟。

[0090] 使光致抗蚀剂在 Quintel 7500UV 掩模对准仪上与得自实例 1 的光掩模接触。使 SU-8 在 $21\text{mW}/\text{cm}^2$ 的辐照度下曝光 6.7 秒。然后将晶片在 95°C 下进行 2 分钟的曝光后烘烤。在置于 SU-8 显影剂(也得自 MicroChem 公司)和去离子水清洗液中 45 秒之后,图 7 所示的图案出现在显影晶片上,所述显影晶片现在可用作母模复制工具。

[0091] 母模工具可被镀镍来产生坚硬的子工具,或者可在剥离处理之后直接用作工具。另外,可将正反差抗蚀剂用于需要相反的反差或色调的情况中。

[0092] 实例 3:高反差 VI 基底的制造

[0093] 取代上述实例 2 中的用于制造母模工具的光掩模,该光掩模本身可用作复制母模,现在将参照图 8A-8 进行描述。初始基底 802 为利用 10nm 厚的钛层 804 涂布、接着利用 75nm 的铝层 806 涂布的 5 密耳($125 \mu\text{m}$)厚的聚酯(PET)膜片材。然后通过 4000 转/分钟下旋涂 40 秒,使基底涂布有 $1.3 \mu\text{m}$ 厚的 MICROPOSIT™ S1813 光致抗蚀剂(得自 Rohm and Haas Electronic Materials(费城,PA))层 808。如实例 2 中相同,也可将 HMDS 用作粘合促进剂。在涂布之后,将 PET 基底在 95°C 下软烘烤大约 30 分钟。

[0094] 在烘烤之后,将基底插入到 Quintel 7500UV 掩模对准仪中,并且使 S1813 抗蚀剂接触描述于实例 1 中的光掩模。将光致抗蚀剂在 $21\text{mW}/\text{cm}^2$ 辐照度的 i-line UV 下曝光 6.0 秒。随后将光致抗蚀剂在 MICROPOSIT™ MF-319 显影剂(得自 Rohm and Haas Electronic Materials)中显影 45 秒并且在去离子水中进行清洗。曝光 / 显影的光致抗蚀剂图案示于图 8B 中。

[0095] 然后将基底在 32°C 下的铝蚀刻浴(500 毫升 H_3PO_4 、19.4 毫升 HNO_3 、96.8 毫升乙酸、32.2 毫升水以及 0.6 毫升乙二醇)中浸渍大约 2 分钟,以将光致抗蚀剂中的图案转移到铝层内。然后将该样品在室温下的钛蚀刻溶液(100 毫升的依地酸或 EDTA、8 毫升 NH_4OH 以及 20 毫升 H_2O_2)中浸渍大约 30 秒。移除任何未被抗蚀剂覆盖的铝或钛。然后利用丙酮清洗、接着利用异丙醇清洗的方式来移除光致抗蚀剂。图 8C 示出了转移至铝层 806 的图案。

[0096] 通过将形式为复制的微透镜膜 810 的微透镜阵列粘合至图案化 PET 来形成虚像光学元件。在附接微透镜阵列的过程中,将粘合剂 812(Norland 61UV- 固化性粘合剂(得自 Norland Products(新泽西州克兰伯里市)))布置在基底上并且将微透镜膜设置在铝层 806 的 VI 图案化特征上。通过利用橡胶辊施加压力来挤出多余的粘合剂。将微透镜膜 810 仔细地 VI 图案的像素上的每个透镜对准,并且利用 UV 光来固化粘合剂 812 若干秒。当用肉眼观看时,VI 光学元件会产生看起来具有高质量和高分辨率的浮动图像。

[0097] 实例 4:通过剥离制造高反差的 VI 元件

[0098] 取代使用铝涂布的 PET 膜,首先利用 S1813 光致抗蚀剂涂布平坦的玻璃晶片,随后将其按照与实例 3 中相同的方式曝光和显影以在玻璃晶片上产生图案化的光致抗蚀剂层。然后将与实例 3 中所述的那些具有相同厚度的铝和钛层真空沉积到抗蚀剂图案化的晶片上。

[0099] 接下来将该金属涂布的晶片在 65°C 下的含有 MICROPOSIT™ 1165 抗蚀剂移除剂(得自 Rohm and Haas Electronic Materials)的超声波浴中浸渍若干分钟并且随后在 DI 水中进行清洗。铝 / 钛层保留在图案中的位于裸玻璃上的部分内,而位于已具有光致抗蚀剂的区域中的金属被剥离,从而产生高反差的图案。该图案为实例 3 中所形成的图案的负片。将小透镜片材层合至图案化的玻璃晶片上。所得的虚像包括位于透明背景上的金属彩色图像。

[0100] 实例 5:彩色 VI 基底的制造

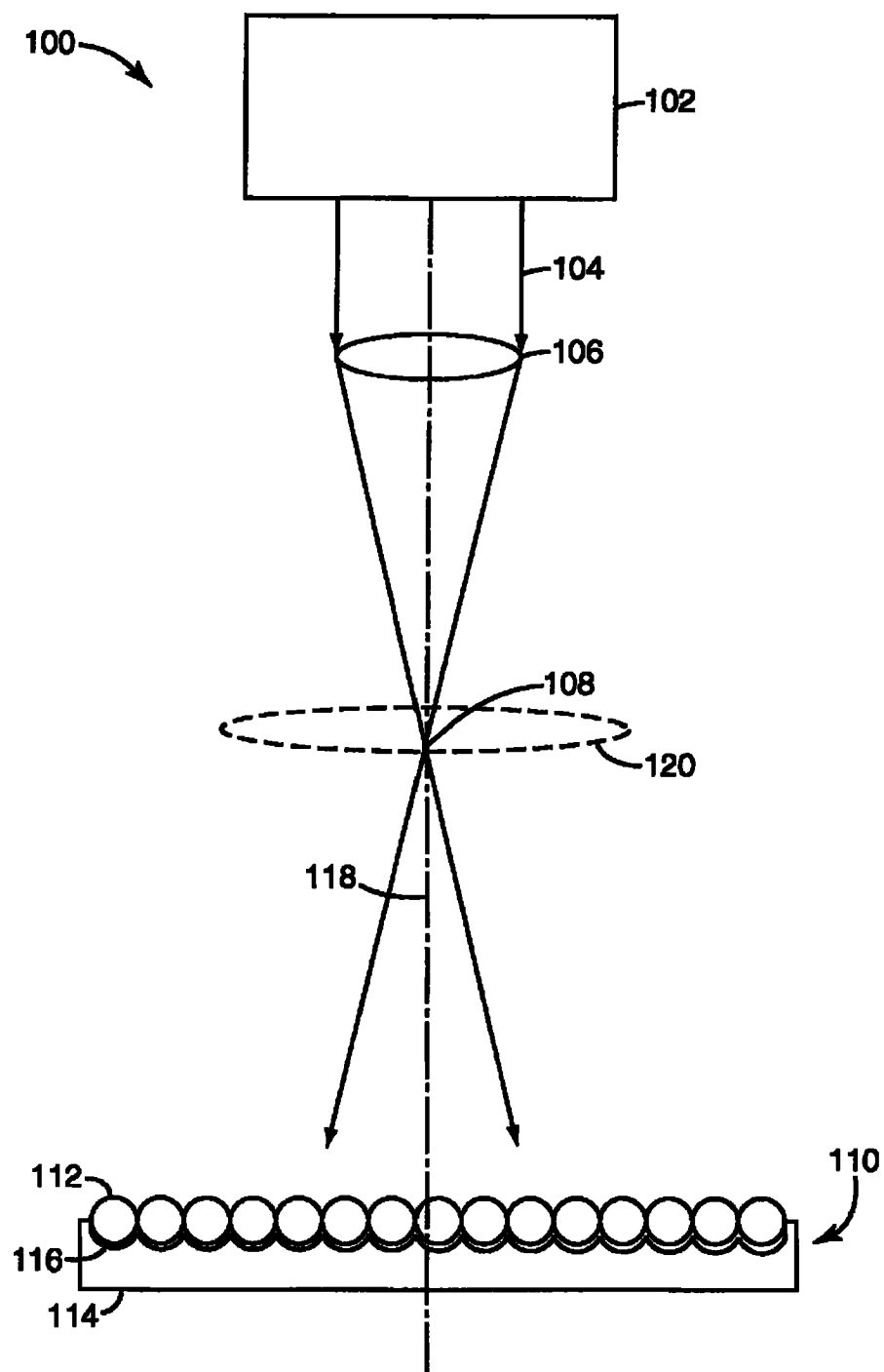
[0101] 可使用包含彩色成分的光可图案化材料来产生彩色虚像。将 Kodak Color-Key Analog Color Proofing Media(得自 Eastman Kodak(纽约州罗切斯特市))按照与实例 3 中相同的方式暴露给接触含有虚像元件的光掩模的 i-line UV。UV 曝光在 $21\text{ 毫瓦}/\text{厘米}^2$ 的辐照度下持续 10 秒。

[0102] 然后将曝光膜在 Kodak Polychrome Graphics Color Proofing Pre Mixed Hand 显影剂(得自 Eastman Kodak(纽约州罗切斯特市))中浸渍大约 1 分钟,并且在从该浴中移出时利用由显影剂材料饱和的布料轻擦该图案化材料来显露出图案。最后,在等离子水中清洗该膜,然后进行干燥。

[0103] 通过按照与实例 3 中相同的方式将复制的微透镜膜的片材粘合至图案化的 PET,来形成单个的彩色虚像。通过叠放多个这种图案化的彩色片材,可获得多彩色虚像。

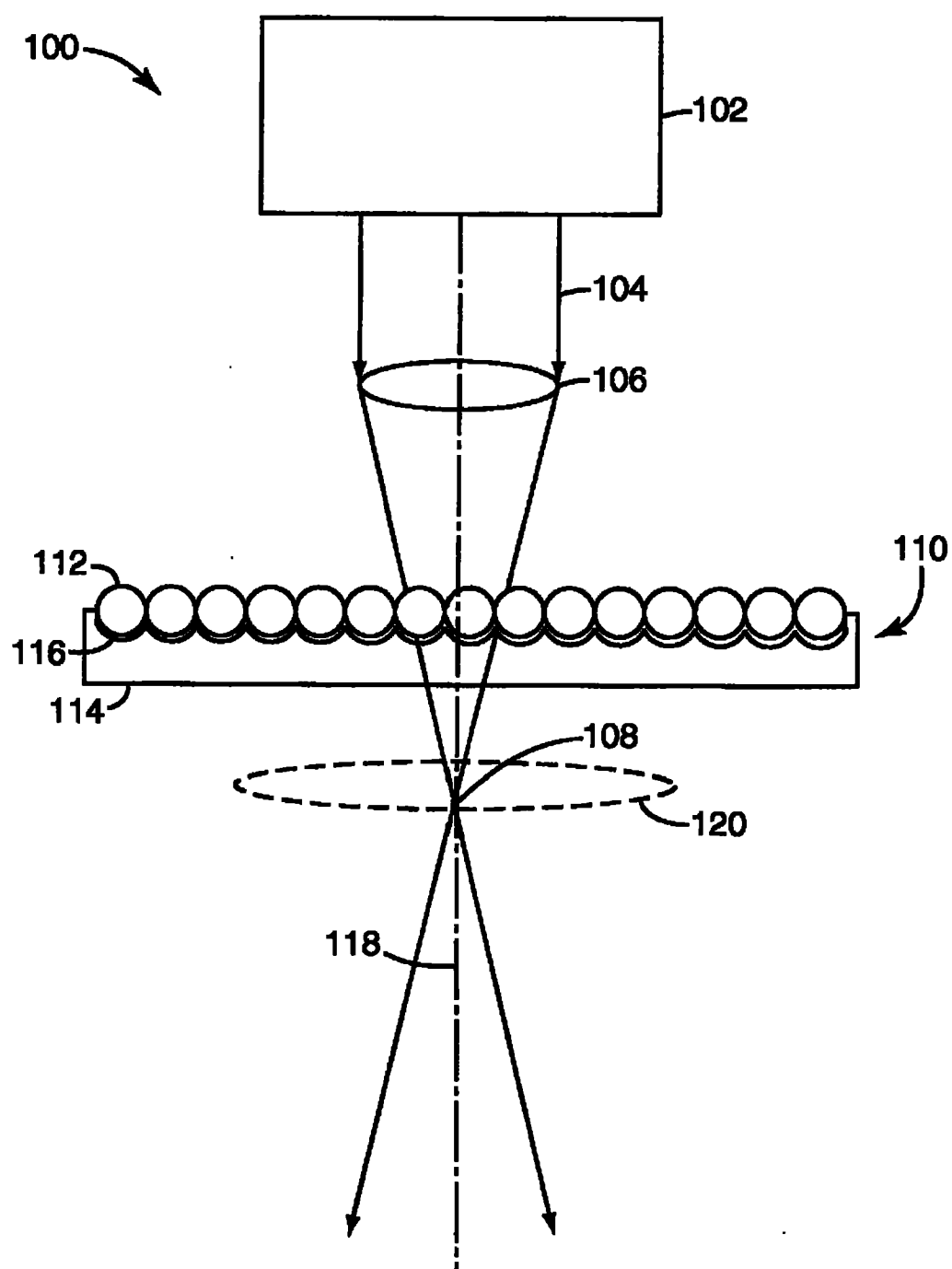
[0104] 本发明不应被视为局限于上文所述的具体例子,而应该理解为涵盖所附权利要求

书中明确陈述的本发明的所有方面。对于本发明所涉及的领域的技术人员来说,在阅读本说明书后,本发明适用的多种修改形式、等同工艺和多种结构将是显而易见的。权利要求书旨在涵盖这些修改形式和装置。



现有技术

图 1A



现有技术

图 1B

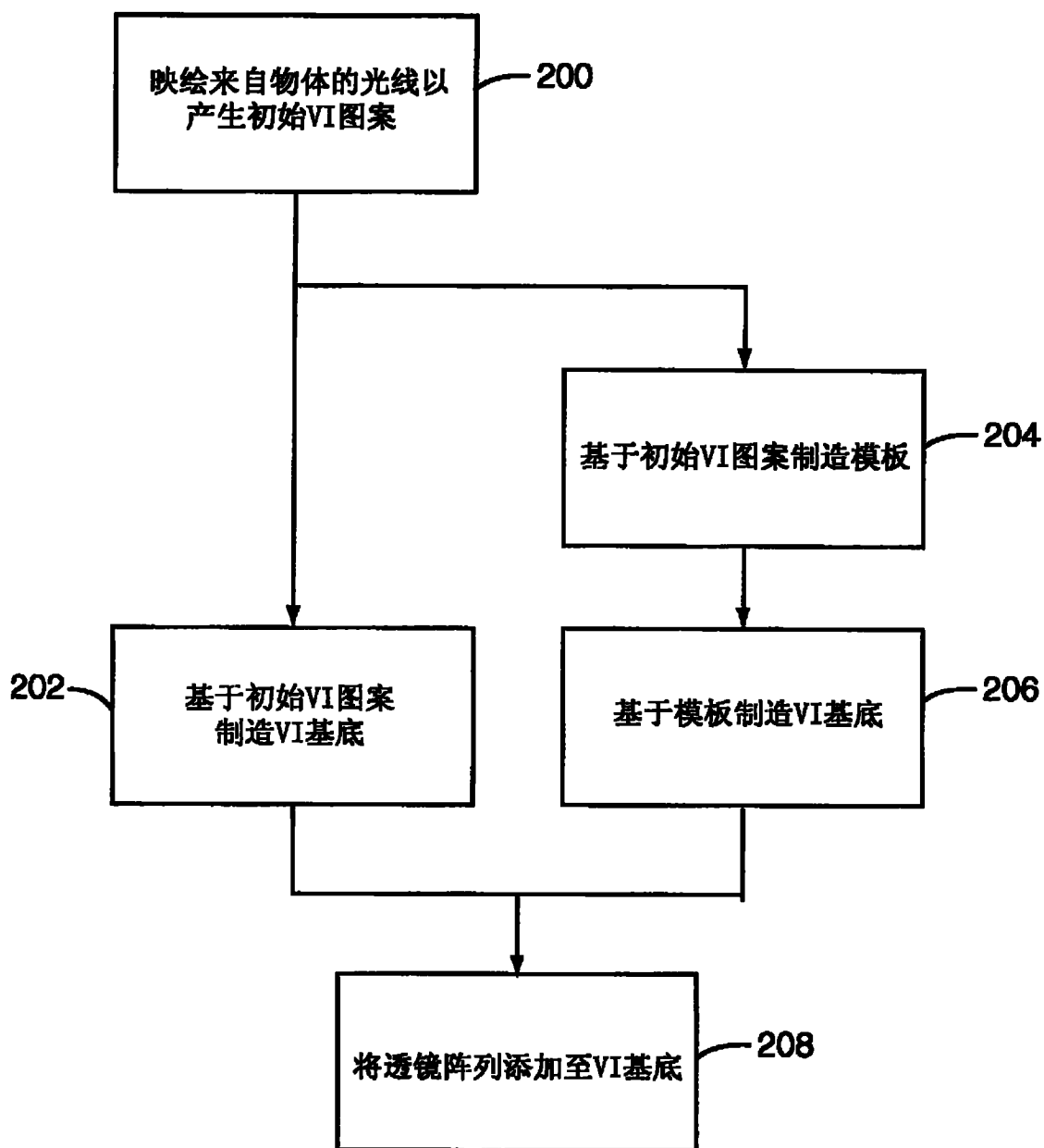


图 2

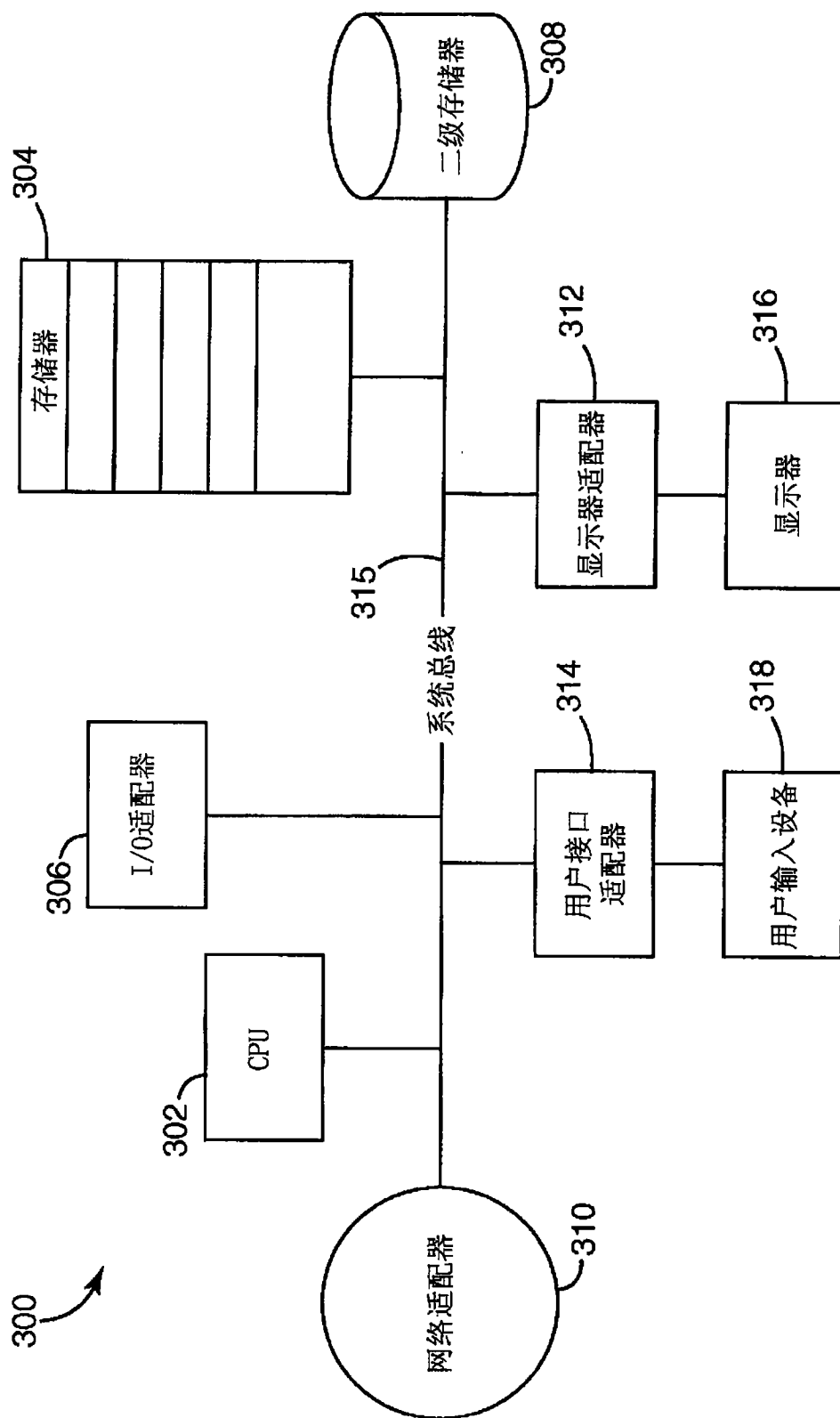


图 3

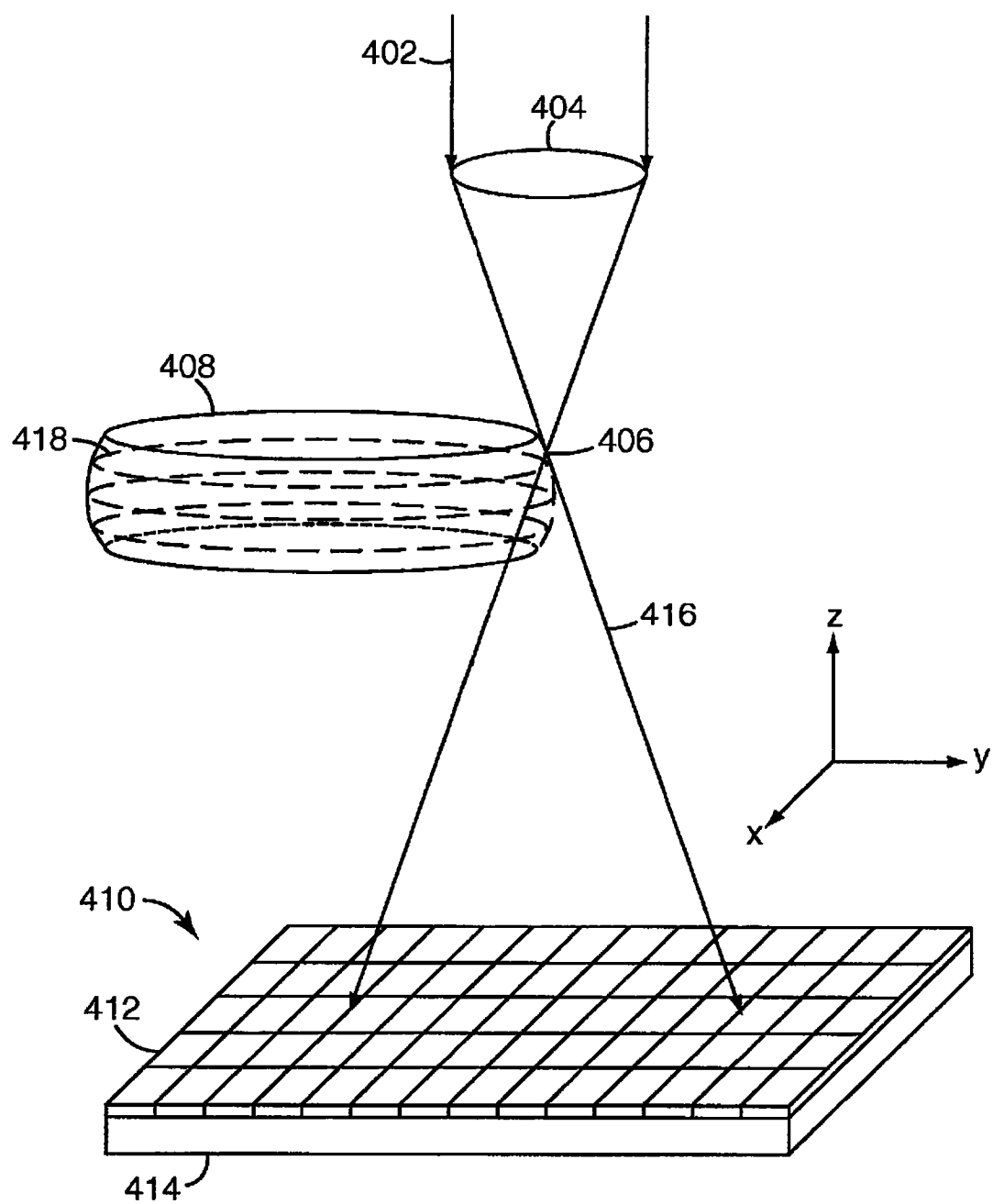


图 4A

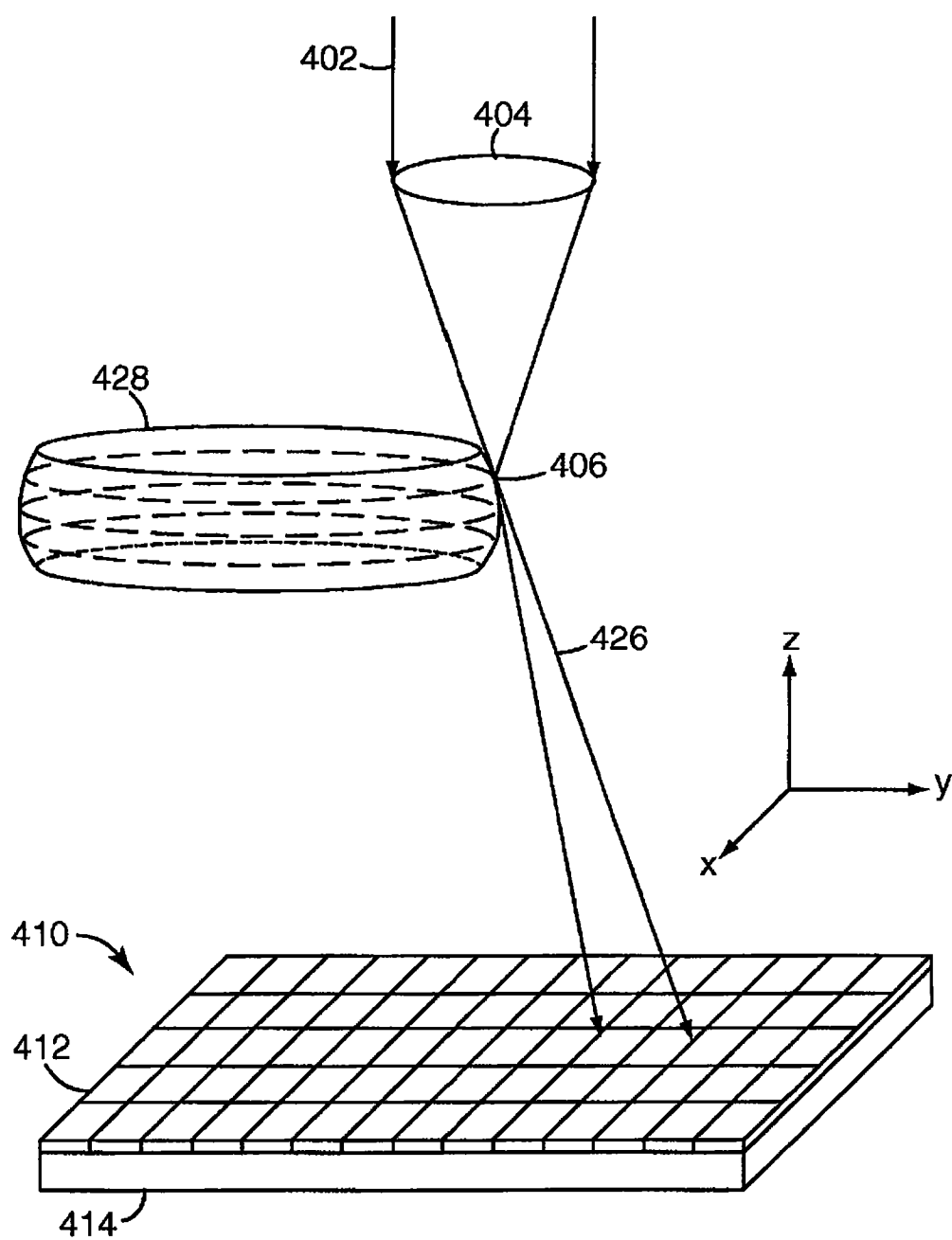


图 4B

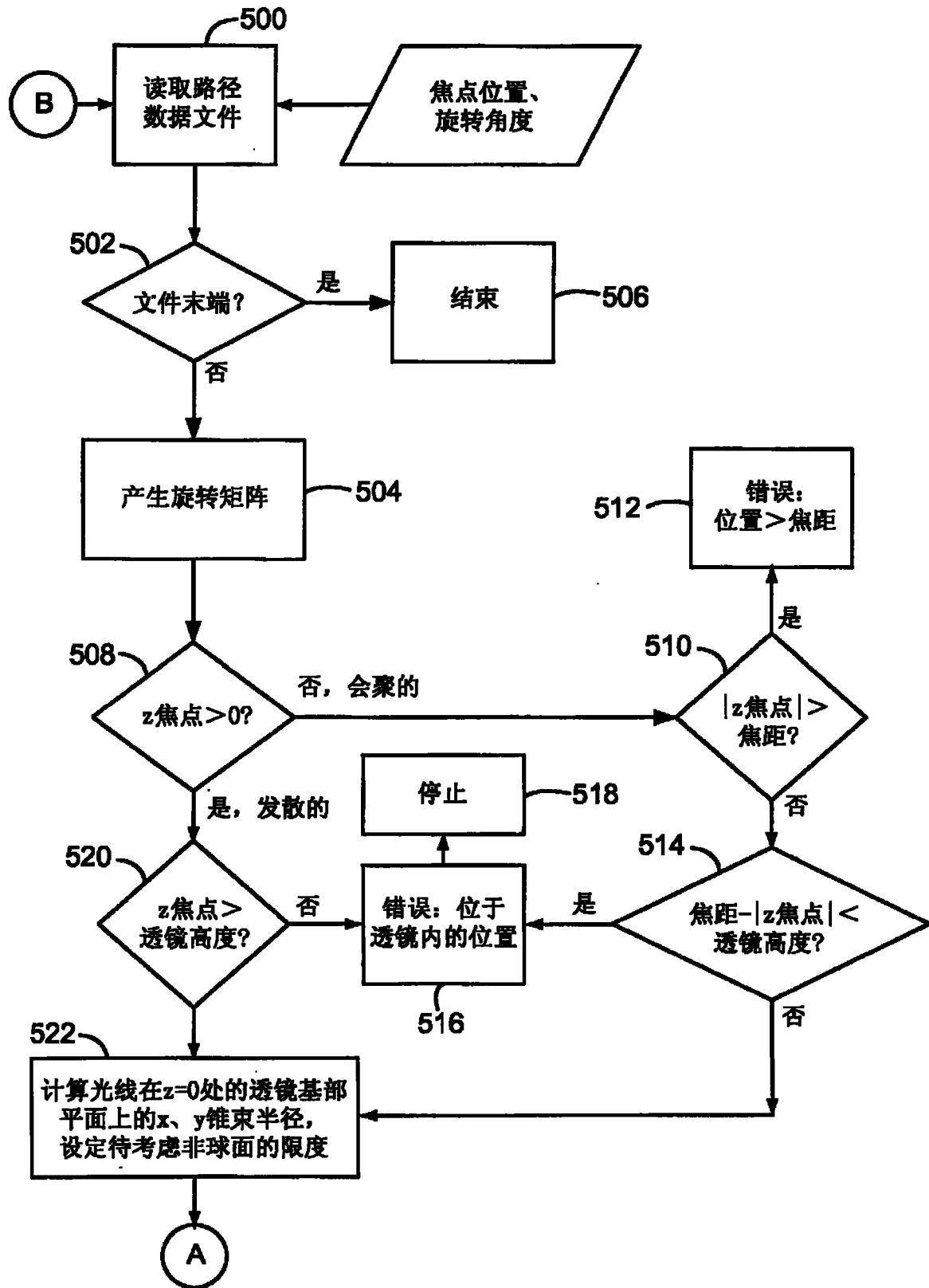


图 5A

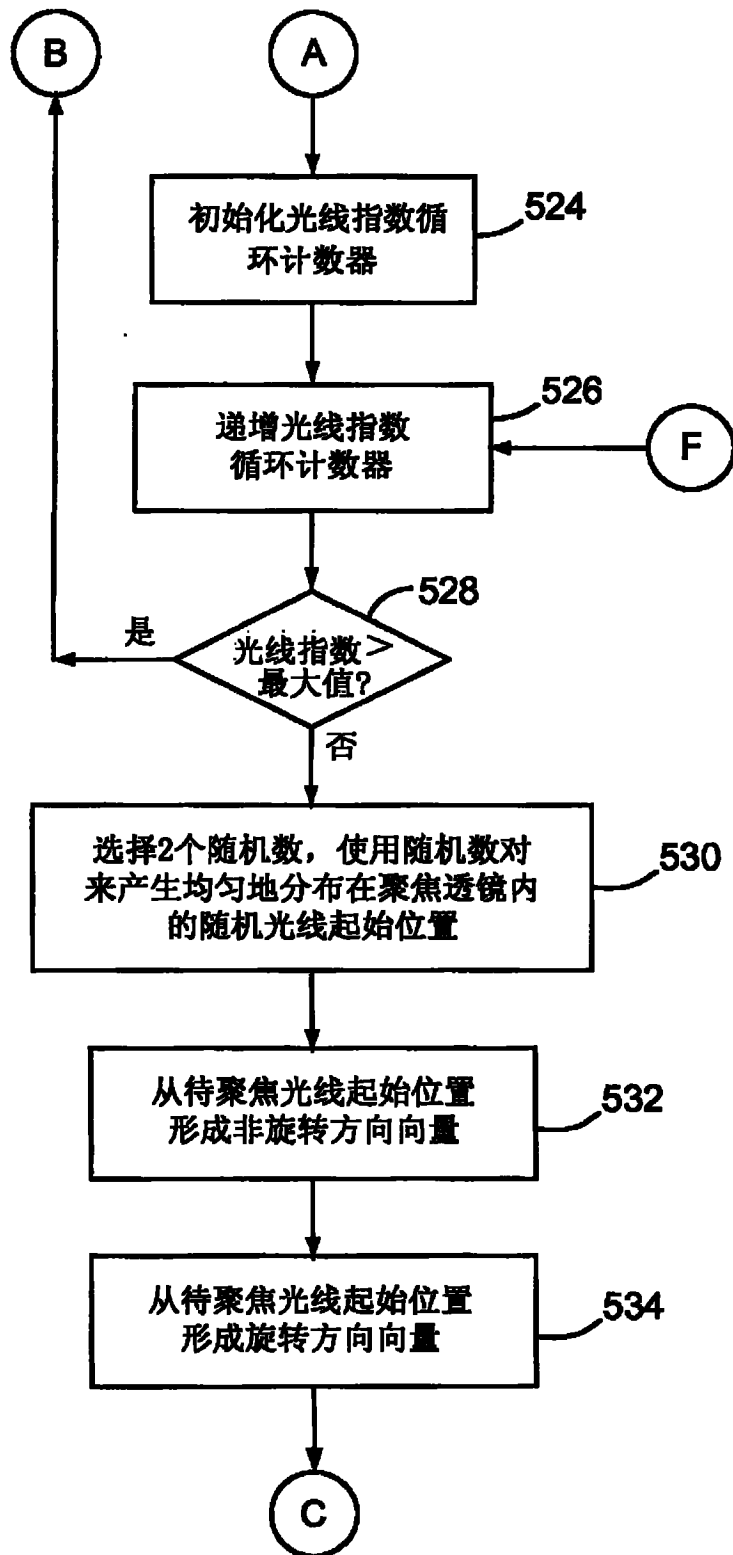


图 5B

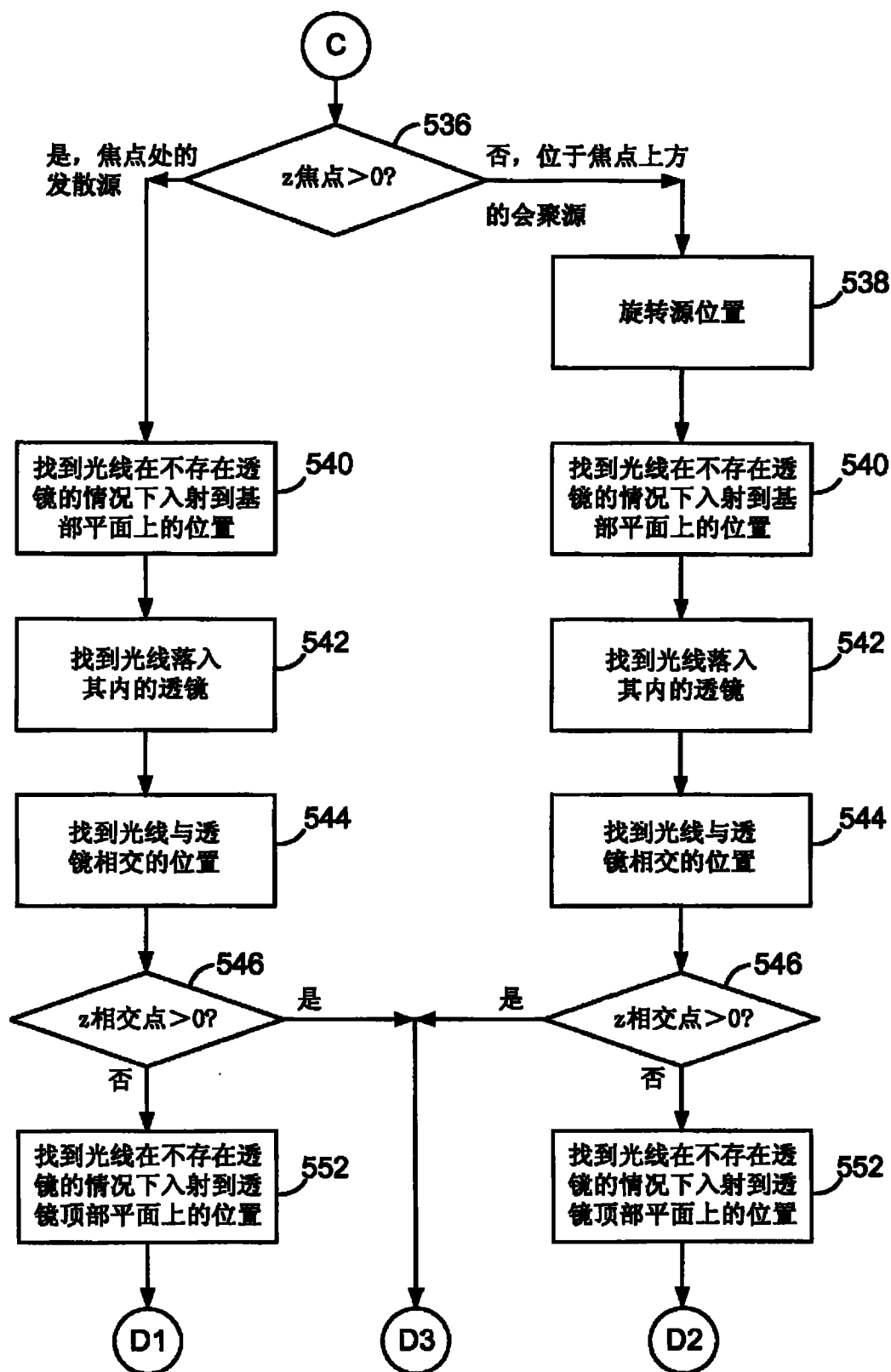


图 5C

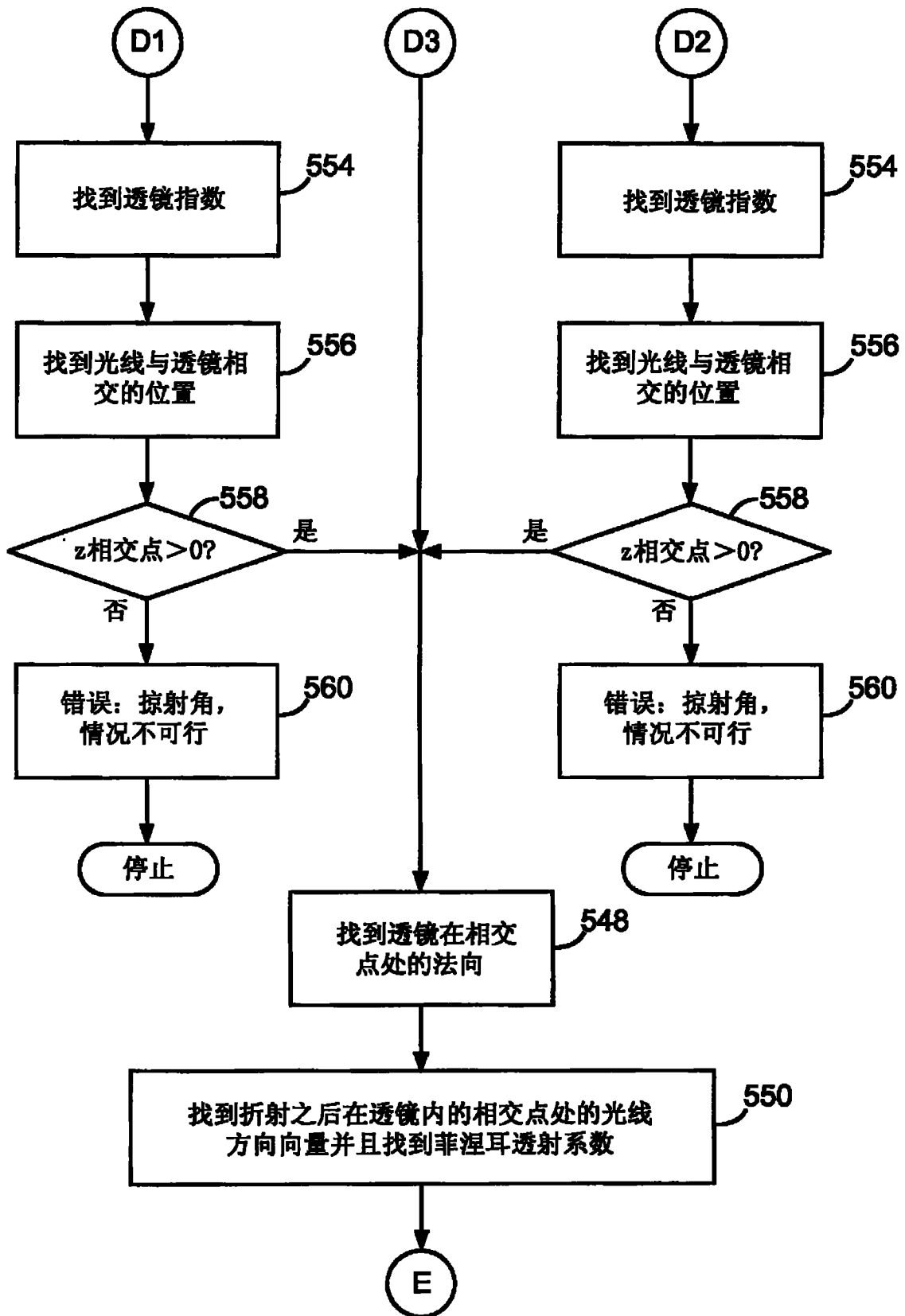


图 5D

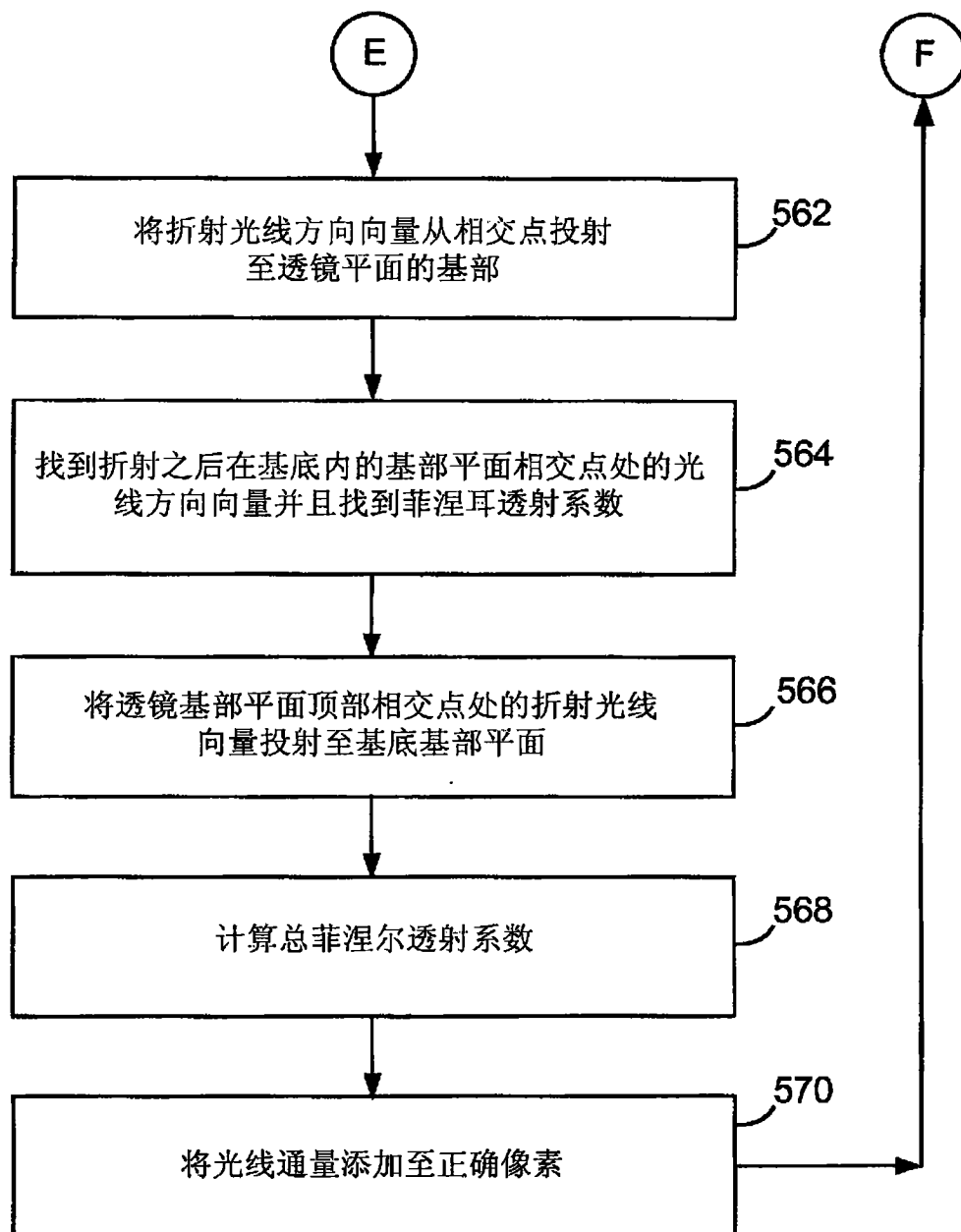


图 5E

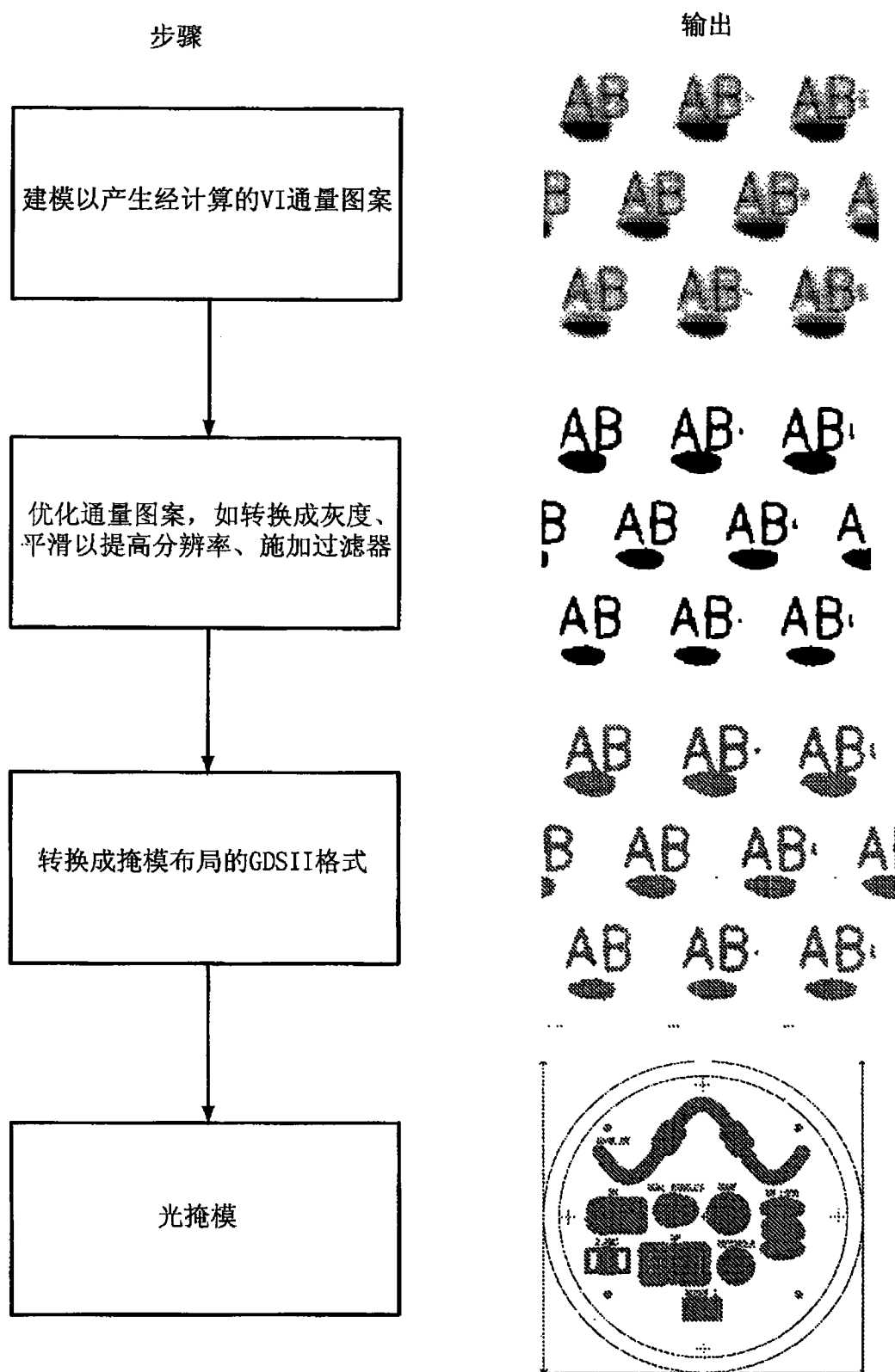


图 6

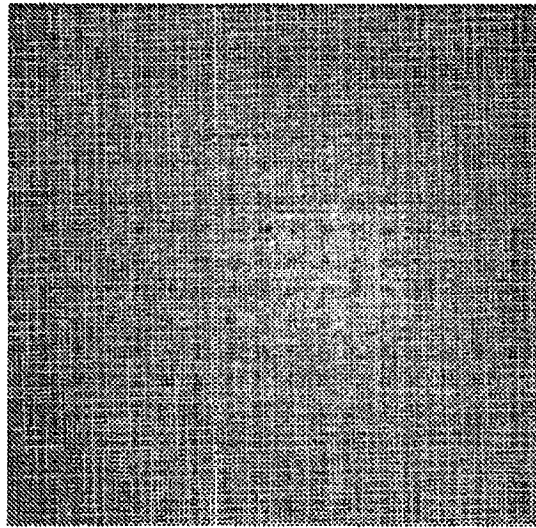


图 7

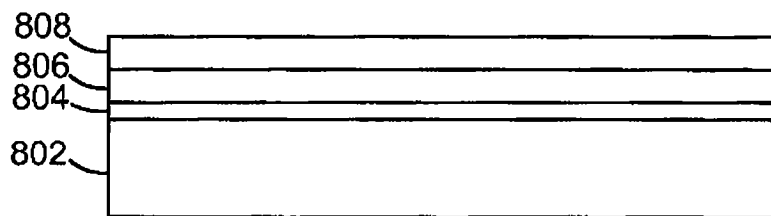


图 8A

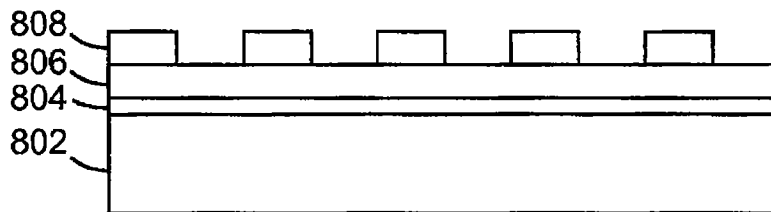


图 8B

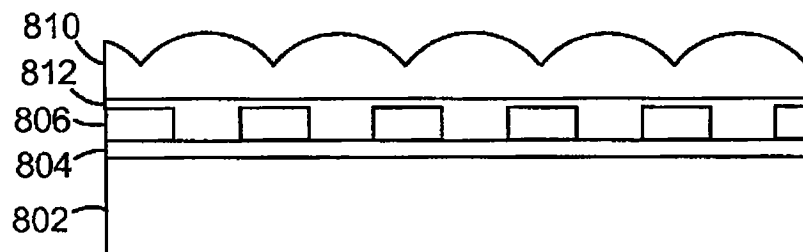


图 8C

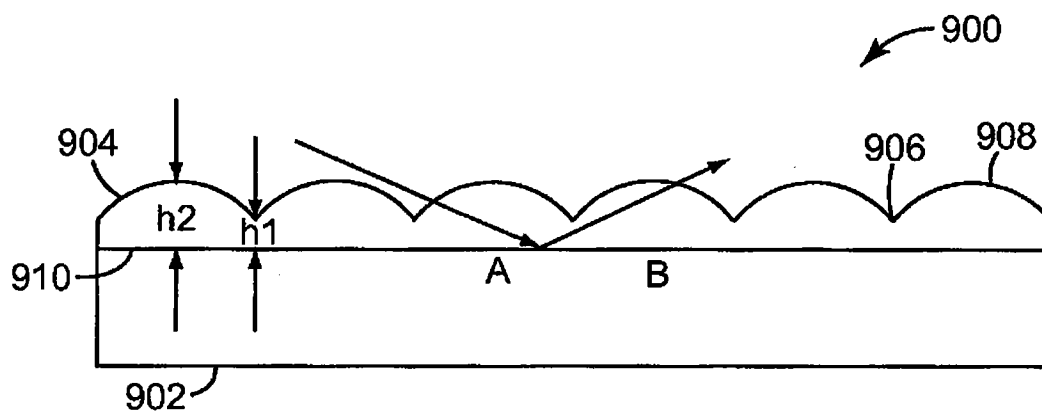


图 9

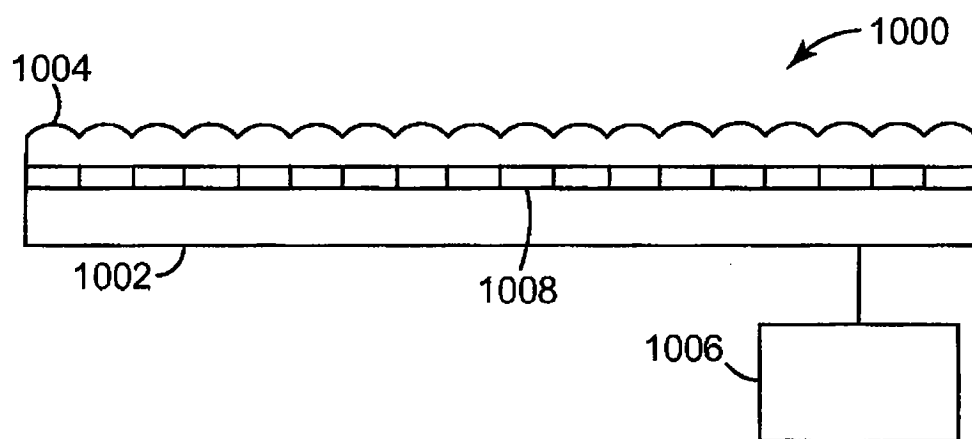


图 10

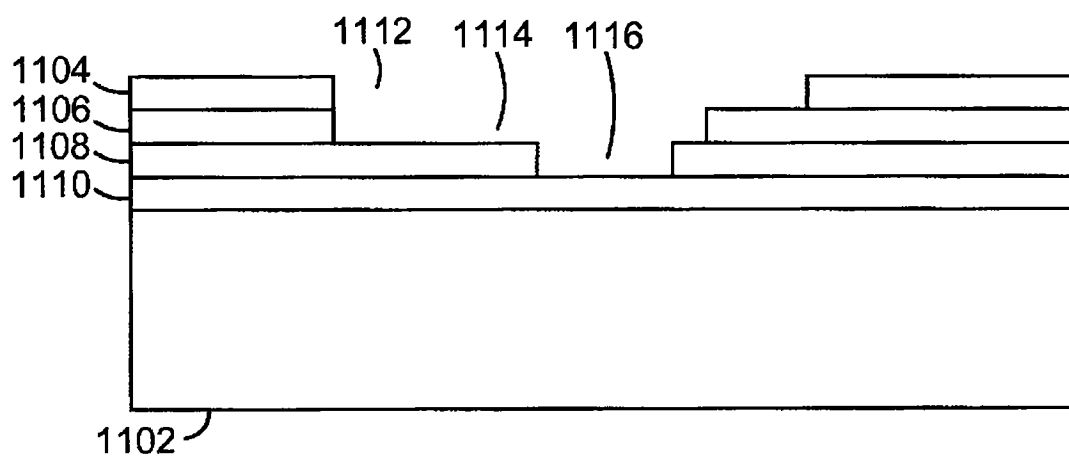


图 11