

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610159247.3

[51] Int. Cl.

G02B 15/16 (2006.01)

G02F 1/13 (2006.01)

G02B 3/00 (2006.01)

[43] 公开日 2007年2月14日

[11] 公开号 CN 1912672A

[22] 申请日 2006.6.7

[21] 申请号 200610159247.3

[30] 优先权

[32] 2005.6.7 [33] US [31] 11/146,860

[71] 申请人 因·S·唐

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 因·S·唐

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 陶凤波

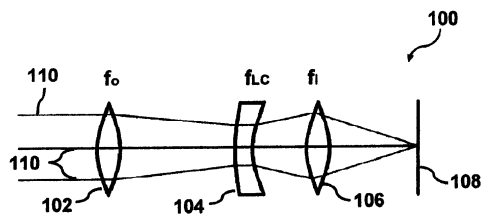
权利要求书5页 说明书14页 附图15页

[54] 发明名称

不动的镜头系统和方法

[57] 摘要

本发明公开了一种提供变焦和/或自动聚焦镜头的系统和方法。该镜头包括：由向列型液晶构成的第一透镜，其适用于提供可变化的折射率；及第二和第三透镜，其中第一透镜、第二透镜和第三透镜被置于固定位置，以便在根据第一透镜的折射率可改变焦点的情况下为所述镜头提供焦距。根据本发明的一实施方式，所述镜头具有至少一个可调透镜。镜头的焦距和/或焦点可被改变而不存在机械式移动或改变一或多个透镜部分之间的间隔。本发明的方法包括：提供具有可变折射率的第一透镜；提供至少一个置于与第一透镜相应固定距离处的第二透镜；及改变第一透镜的折射率以调整不动镜头的焦点。



1. 一种镜头，其包括：

由向列型液晶构成的第一透镜，其适用于提供可变化的折射率；及第二和第三透镜，其中所述第一透镜、第二透镜、和第三透镜被置于固定位置，以便在根据所述第一透镜的折射率可改变焦点的情况下为所述镜头提供焦距。

2. 如权利要求 1 所述的镜头，其中，所述第一透镜是可调场透镜，所述第二透镜是物镜，所述第三透镜是成像透镜。

3. 如权利要求 1 所述的镜头，其中，所述第一透镜是可调成像透镜，第二透镜是物镜，第三透镜是场透镜。

4. 如权利要求 1 所述的镜头，其中，所述焦点可通过改变施加到所述第一透镜上、改变第一透镜的折射率的电压值而改变。

5. 如权利要求 4 所述的镜头，其中，所述第一透镜还包括用于将电压值施加到向列型液晶的导体。

6. 如权利要求 1 所述的镜头，其中，所述第一透镜还包括至少一个由玻璃或塑料构成的基底。

7. 如权利要求 6 所述的镜头，其中，所述基底由扩散、沉积、旋涂式涂布聚合物、和平版印刷构图技术中的至少一种技术形成。

8. 如权利要求 1 所述的镜头，其中，所述第一透镜还包括至少一层起始液晶分子排列辅助材料层。

9. 如权利要求 1 所述的镜头，其中，所述第二透镜包括适用于提供可变折射率的向列型液晶，同时所述焦距可根据所述第二透镜的折射率变化。

10. 如权利要求 9 所述的镜头，其中，所述焦距可根据所述第二透镜的折射率变化，同时所述第一透镜和第二透镜为所述镜头提供聚焦和变焦功能。

11. 如权利要求 1 所述的镜头，其中，所述镜头被装入具有控制系统的自动聚焦光学系统中，该控制系统适于监控通过所述镜头接收的图像和通过所述第一透镜的折射率调节焦点。

12. 如权利要求 1 所述的镜头，其中，所述镜头被装入照相机、个人数字助理、电话机、CD 设备、DVD 设备、光盘驱动器、和图像投影仪的至

少之一中。

13. 一种镜头，其包括：

用于提供可变折射率的第一透镜；及

第二透镜，其中，所述第一透镜和第二透镜被置于固定位置，以便在根据第一透镜的折射率可改变焦点的情况下为镜头提供焦距，其中，该焦距的变化是通过旋转所述第一透镜而改变该第一透镜的折射率来实现的。

14. 如权利要求 13 所述的镜头，其中，所述第一透镜包括非线性晶体。

15. 如权利要求 14 所述的镜头，其中，所述非线性晶体包括 KDP 晶体、KTP 晶体、 β -BaB₂O₂ 晶体、和 LiB₃O₅ 晶体中的至少一种。

16. 如权利要求 13 所述的镜头，其中，所述镜头被装入具有用于监控通过所述镜头接收的图像并通过所述第一透镜的折射率调节焦点的控制系统的自动聚焦光学系统中。

17. 如权利要求 13 所述的镜头，其中，还包括第三透镜，其中，所述第一、第二、和第三透镜起为所述镜头提供场透镜、物镜、和成像透镜的作用。

18. 如权利要求 13 所述的镜头，其中，所述镜头被装入照相机、个人数字助理、电话机、CD 设备、DVD 设备、光盘驱动器、和图像投影仪的至少之一中。

19. 一种光学设备，其包括：

具有可变折射率的第一透镜；

置于与所述第一透镜相对固定位置的所述第二透镜和第三透镜，使光线通过所述光学设备的第一透镜、第二透镜、和第三透镜；及

用于改变所述第一透镜的折射率从而改变所述光学设备的焦点的机构。

20. 如权利要求 19 所述的光学设备，其中，所述光学设备包括照相机、个人数字助理、电话机、CD 设备、DVD 设备、光盘驱动器、和图像投影仪的至少之一。

21. 如权利要求 19 所述的光学设备，其中，所述第二透镜具有可变的折射率，所述光学设备还包括用于改变所述第二透镜的折射率从而改变所述光学设备的焦距的机构。

22. 如权利要求 21 所述的光学设备，其中，所述第一透镜包括向列型

液晶材料。

23. 如权利要求 22 所述的光学设备, 其中, 所述第一透镜还包括至少一层起始液晶分子排列辅助材料层。

24. 如权利要求 19 所述的光学设备, 其中, 所述第一透镜还包括至少一个由玻璃或塑料构成的基底。

25. 如权利要求 19 所述的光学设备, 其中, 还包括用于通过所述第一透镜的折射率自动调节焦点的机构。

26. 如权利要求 19 所述的光学设备, 其中, 所述第一透镜包括非线性晶体。

27. 一种改变不动的镜头的焦点的方法, 该方法包括:

提供具有可变折射率的第一透镜;

提供至少一个置于与所述第一透镜相应固定距离处的第二透镜; 及
改变所述第一透镜的折射率以调整所述不动镜头的焦点。

28. 如权利要求 27 所述的方法, 其中, 所述第一透镜包括向列型液晶材料。

29. 如权利要求 27 所述的方法, 其中, 所述第一透镜包括非线性晶体。

30. 如权利要求 27 所述的方法, 其中, 所述第二透镜具有可变的折射率, 该方法还包括改变所述第二透镜的折射率以调节所述不动镜头的焦距。

31. 如权利要求 27 所述的方法, 其中, 所述改变步骤通过旋转所述第一透镜实现。

32. 如权利要求 27 所述的方法, 其中, 还包括监控由所述不动镜头提供的图像, 并根据所述监控自动完成所述改变步骤。

33. 一种制造镜头的方法, 该方法包括:

提供基底;

在所述基底上沉积介电层;

在所述介电层上沉积构图层;

除去所述构图层的一部分以形成透镜形状; 及

根据所述透镜形状除去所述介电层的一部分以形成透镜型板。

34. 如权利要求 33 所述的方法, 其中, 还包括根据所述透镜形状除去所述基底的一部分以形成透镜型板。

35. 如权利要求 34 所述的方法, 其中, 还包括在所述基底上沉积硬的

介电层。

36. 如权利要求 33 所述的方法，其中，所述除去步骤包括湿蚀刻、干蚀刻、灰度掩模、和遮光掩模中的至少一种。

37. 如权利要求 33 所述的方法，其中，还包括以透镜材料填充所述透镜型板以形成所述透镜。

38. 如权利要求 33 所述的方法，其中，还包括以透镜材料填充所述透镜型板以形成所述透镜，其中，所述透镜具有包括球面、非球面、凸面、凹面、和共焦面中的至少一种形状。

39. 如权利要求 33 所述的方法，其中，还包括平滑所述透镜型板以便将不平滑程度减小至大约为可见光波长的 1/10 或更小。

40. 一种制造透镜的方法，该方法包括：

提供基底；

在所述基底上沉积构图层；

除去所述构图层的一部分以形成透镜形状；及

将所述透镜形状转印到构图层下方的一层或多层上以形成透镜型板。

41. 如权利要求 40 所述的方法，其中，所述转印步骤包括根据所述透镜形状除去所述基底的一部分以形成所述透镜型板。

42. 如权利要求 40 所述的方法，其中，还包括：

在所述构图层和基底之间沉积介电层；及

根据所述透镜形状除去所述介电层和基底的至少之一的一部分以形成所述透镜型板。

43. 如权利要求 40 所述的方法，其中，所述除去步骤包括湿蚀刻、干蚀刻、灰度掩模、和遮光掩模中的至少一种。

44. 如权利要求 40 所述的方法，其中，还包括以透镜材料填充所述透镜型板以形成所述透镜。

45. 如权利要求 40 所述的方法，其中，还包括平滑所述透镜型板以便将不平滑程度减小至大约为可见光波长的 1/10 或更小。

46. 一种透镜，包括：

向列型液晶，其用于提供可变折射率；

至少一导体，其与所述向列型液晶连接，用于向所述向列型液晶提供电压；

至少一与所述向列型液晶连接的基底；及
设置于所述向列型液晶和至少一基底之间的至少一层起始液晶分子排列辅助材料层。

47. 如权利要求 46 所述的透镜，其中，所述透镜材料包括玻璃和塑料中的至少之一。

48. 如权利要求 46 所述的透镜，其中，所述透镜被装入光学设备中，以提供改变光学设备的焦距和改变光学设备的焦点的至少之一。

不动的镜头系统和方法

技术领域

一般而言，本发明涉及光学设备，更明确地说，涉及镜头，例如用于变焦和自动聚焦用途的镜头。

本申请是申请日为2004年3月9日、名称为“Lens Array and Method of Making Same”、流水号为No. 10/797,809的美国专利申请的部分继续申请，该申请的全部内容作为本申请的参考。

背景技术

变焦和自动聚焦镜头的作用是众所周知的，它们被应用于多种不同的用途。例如，传统的变焦镜头{即，任何类型的具有可变焦距（focal length）的镜头}可包括至少两个透镜部分（lens components），它们的外形和间隔决定了变焦镜头的焦距。作为一个实例，用于照相机机械补偿的变焦镜头通常可调整两个部分的运动，使图像位置或图成像平面保持不变。作为另一实例，变焦镜头可具有物镜、像镜（也称为目镜）、和位于物镜和像镜之间的向场镜。通过移动向场镜或物镜，可改变变焦镜头的焦距。

传统变焦镜头的一个缺点是，一般而言它们既大且重，这样就很难将变焦镜头装入小型设备{例如，移动电话、个人数字助理（PDA）、或袖珍相机}中。通常传统的变焦镜头以及自动聚焦镜头的另一缺点是必须移动一个或多个透镜部分（例如，机械式地改变在透镜组中的位置）以改变焦距，这通常需要空间和能量以适应这种移动。作为一实例，随着用于通常具有严格的电源需求并被它们的电池容量所限制的蜂窝式电话、PDAs、和小型数码相机的小型摄象机的发展和迅速推向市场，更需要用于提供变焦和/或自动聚焦功能的改进的镜头。

发明内容

本发明的目的是提供一种用于变焦和/或自动聚焦的镜头系统和方法。例如，根据本发明一实施方式，所提供的镜头具有一或多个可调透镜元件

(tunable lens elements) 以便变焦和/或自动聚焦。通过改变施加给可调透镜元件的电压值来改变变焦镜头的焦距或改变透镜的焦点 (focus)。因此, 在非机械地移动镜头的透镜部分的情况下, 可改变变焦镜头的焦距或自动聚焦透镜的焦点。所以, 这种镜头具有某些优于传统镜头的优点, 例如, 要求的功率小, 没有机械驱动机构, 能制成体积较小、较轻、且更加紧凑的形式, 和/或能抗撞击 (例如, 由于透镜或装有所述透镜的设备掉落或由于其他的力而引起的撞击)。

更明确地说, 根据本发明一实施方式, 所提供的镜头包括由向列型液晶组成、用于提供可变折射率的第一透镜; 第二和第三透镜, 其中, 第一透镜、第二透镜、和第三透镜处于固定位置, 以便在根据第一透镜的折射率可改变焦点的情况下为镜头提供焦距。

根据本发明的另一实施方式, 所提供的镜头包括用于提供可变折射率的第一透镜、和第二透镜, 其中第一透镜和第二透镜处于固定位置, 以便在根据第一透镜的折射率可改变焦点的情况下为镜头提供焦距, 其中通过转动第一透镜改变第一透镜的折射率改变所述焦点。

根据本发明的再一实施方式, 提供一种光学设备, 其包括具有可变折射率的第一透镜; 第二透镜和第三透镜, 它们相对于第一透镜处于固定位置、使光线通过光学设备的第一透镜、第二透镜和第三透镜; 和改变第一透镜的折射率以改变光学设备的焦点的机构。

根据本发明的又一实施方式, 提供一种改变不动镜头 (motionless lens) 的焦距的方法, 其包括提供具有可变折射率的第一透镜; 提供至少一个距第一透镜相应固定距离处的第二透镜; 和改变第一透镜的折射率以调节不动镜头的焦距。

根据本发明的另一实施方式, 提供一种制造透镜的方法, 其包括提供基底; 在基底上沉积介电层; 在介电层上沉积构图层; 除去构图层的一部分以形成透镜形状; 和根据透镜形状除去部分介电层以形成透镜型板 (lens template)。

根据本发明的又一实施方式, 提供一种制造透镜的方法, 其包括提供基底; 在基底上沉积构图层; 除去构图层的一部分以形成透镜形状; 和将所述透镜形状转移 (transferring) 到构图层下的一或多层以形成透镜型板。

根据本发明的再一实施方式, 透镜包括向列型液晶, 其用于提供可变

折射率；至少一个与向列型液晶相连的导体，其用于向向列型液晶提供电压；至少一个与向列型液晶相连的基底；和至少一层置于向列型液晶和所述至少一基底之间的初始液晶分子排列辅助材料。

本发明的保护范围由权利要求限定，通过引用将这些权利要求结合到本部分中。本领域技术人员通过对以下的一或多个具体实施方式的详细描述将能对本发明的具体实施方式获得更全面的理解以及对它的其它优点的全面认识。下面将首先对所参考的附图的图面进行简要说明。

附图说明

- 图 1 示出了本发明一实施方式的可变焦距镜头；
图 2 示出了本发明另一实施方式的可变焦距镜头；
图 3 示出了本发明又一实施方式的可变焦距镜头；
图 4A 示出了本发明一实施方式的变焦镜头；
图 4B 示出了本发明一实施方式的自动聚焦镜头；
图 5A 和 5B 为本发明一实施方式的可调透镜的顶部透视图和侧视图；
图 5C 至 5F 为本发明一或多个实施方式的可调透镜的实现（implementations）实例的侧视图；
图 6 示出了本发明一实施方式的非线性晶体和可调透镜；
图 7 示出了本发明一实施方式的自动聚焦镜头；
图 8 示出了本发明一实施方式的自动聚焦镜头；
图 9 示出了本发明一实施方式的具有自动聚焦功能的变焦镜头；
图 10 示出了本发明一实施方式的自动聚焦系统；
图 11 示出了本发明一或多个实施方式的制造用于透镜的玻璃浇铸和/或塑料浇铸的半个通用型板（half-master template）的过程；
图 12A 和 12B 的曲线分别示出了本发明一实施方式的示例性灰度掩模（grey scal mask）和灰度掩模特性；
图 13A-13C 示出了本发明一实施方式的利用灰度掩模形成可控的弯曲凹陷的处理的不同阶段；
图 14A 和 14B 示出了本发明一或多个实施方式的用于塑料浇铸和/或玻璃浇铸的示例性的半个通用型板的实例。

通过参考以下的详细描述能最好地理解本发明的一些实施方式及其优

点。值得指出的是，相同的附图标记用于代表一或多幅附图中示出的相同元件。

具体实施方式

图 1 示出了根据本发明一实施方式的镜头 100。镜头 100 包括物镜 102、可调场透镜 104、和成像透镜 106。物镜 102（以 f_0 表示）和成像透镜 106（以 f_i 表示）可分别是常规的物镜和常规的像镜（也称为成像透镜或目镜），它们可由玻璃、塑料、或其它公知的常规透镜材料制成。

成像透镜 106 可被置于远离、邻近、或成型为作为可调透镜组的可调场透镜 104（以 f_{LC} 表示）的一部分。如这里将进一步详细描述的那样，可调场透镜 104 是例如通过向可调场透镜 104 施加电压而使折射率变化的透镜。通过改变可调场透镜 104 的折射率，可改变镜头 100 的焦距或焦点。

作为一个实例，如图 1 所示出的那样，物镜 102、可调场透镜 104 和成像透镜 106 起例如将光线 110 引导（如，放大）和/或聚焦到成像平面 108 上的作用。例如，使用者可改变可调场透镜 104 的折射率以改变镜头 100（例如，变焦镜头和/或自动聚焦镜头）的焦距（根据其应用，也可以称为变焦、自动聚焦、放大、激励、或视场）。相反，常规的镜头（例如，变焦镜头或自动聚焦镜头）通常需要一或多个被物理地移动或更换位置的透镜部分，以提供不同的焦距或焦点。

例如，由于镜头 100 不需要使其透镜部分（例如，物镜 102、可调场透镜 104、和/或成像透镜 106）移动或机械式地更换位置以调节其焦距，镜头 100（与此处论述的一或多个其它实施方式一起）可提供某些优于常规镜头的优点。例如，镜头 100 可为便携式设备（如，相机、蜂窝电话、或 PDA）提供不动的、紧凑的变焦镜头或自动聚焦镜头。此外，可将镜头 100 设计成紧凑型（例如，镜头系统的总轨道长度只有一厘米或更短），同时还可提供例如宽的视场角和可变的焦距。

镜头 100 示例地说明了透镜部分的典型结构，当然并不限于这种结构，应当理解的是本发明的原理可应用于广泛的多种镜头结构和可调镜头。例如，图 2 示出了本发明一实施方式的镜头 200。镜头 200 包括物镜 202、场透镜 204、和可调目镜 206。物镜 202 和场透镜 204 每个或者可以是常规的透镜（例如，由玻璃、塑料、或其他已知的普通透镜材料制成）或是可调

透镜。如果场透镜 204 是常规的透镜，可将镜头 200 设计成能实现自动聚焦功能。或者，如果物镜 202 和/或场透镜 204 是另外的可被独立控制的可调透镜，可将镜头 200 设计成同时实现变焦和自动聚焦功能。

目镜 206 是可调透镜，可以通过例如改变施加到目镜 206 的电压 208 对其进行调节，如本说明书将进一步详细论述的那样（例如，参考图 5A-5F）。通过改变电压 208 的电压值，目镜 206 改变作用于光线 110 上的致偏量（例如，改变目镜 206 的折射率）从而调节自动聚焦镜头 200。

除目镜 206 是可调节透镜外，如果场透镜 204 也是可调节透镜（例如，通过以类似于前述的用于目镜 206 的方式改变施加给场透镜 204 的电压进行调节），镜头 200 还可提供变焦功能。例如，通过向可调场透镜 204 提供单独的电压值，改变作用于光线 110 的致偏量（例如，改变场透镜 204 的折射率）。因此，镜头 200 可通过独立改变场透镜 204 和目镜 206 的折射率（例如，焦距）提供变焦和自动聚焦功能。

作为另一实例，图 3 示出了本发明一实施方式的镜头 300。镜头 300 包括物镜 302、场透镜 304、和目镜 306。场透镜 304 是可调场透镜，可通过例如改变施加到场透镜 304 上的电压 308 的电压值对其进行调节。可使物镜 302、场透镜 304、和目镜 306 起例如作为不动的变焦镜头以提供可变焦距、或作为自动聚焦镜头以改变其焦点并将光线 110 引导到成像平面 310 上的作用。

可将场透镜 304 实现为例如，作为液晶填充透镜（liquid-crystal filled lens），其电源可以为正或负，并通过电压 308 的电压值（例如，场透镜 304 的外部偏压 external bias）进行调节。通过调节场透镜 304 的电源，可改变场透镜 304 的有效折射率，因此，可改变镜头 300 的焦距或焦点。

作为另一实例，图 4A 示出了本发明一实施方式的变焦镜头 400。变焦镜头 400 包括物镜 402、场透镜 404、和目镜 406。变焦镜头 400 与镜头 300（图 3）相似，但是变焦镜头 400 具有可调物镜 402 而不是可调场透镜 304（图 3）。

通过施加电压 408 对物镜 402 进行调节，改变电压 408 的电压值可改变物镜 402 的折射率。可将物镜 402、场透镜 404、和目镜 406 实现为例如作为不动的变焦镜头，以具有可变的焦距及将光线 110 引导至成像平面 310 的功能。

图 4B 示出了类似形式的本发明一实施方式的自动聚焦镜头 450。自动聚焦镜头 450 包括物镜 452、场透镜 454、和目镜 456。自动聚焦镜头 450 与镜头 300 (图 3) 相似,但是自动聚焦镜头 450 具有可调目镜 456 而不是可调场透镜 304。

通过施加电压 408 可对目镜 456 进行调节,这与对物镜 402 (图 4A) 的描述相似。可将物镜 452、场透镜 454、和目镜 456 实现为例如作为不动的自动聚焦镜头,以提供可变焦点和将光线 110 引导至成像平面 310 的功能。

通常,与变焦镜头类似,自动聚焦镜头系统可包括位于物镜和目镜之间的可调场透镜。或者,自动聚焦镜头系统除场透镜和物镜外还具有可调目镜。此外,如果镜头系统除可调场透镜和可调目镜以外还包括物镜,镜头系统可通过分别控制可调场透镜和可调目镜既可提供变焦又可提供自动聚焦。于是,正如在这里公开的和本领域技术人员所理解的那样,通过对可调的物镜、场镜、和/或目透镜进行不同的组合,镜头系统可具有变焦、自动聚焦、或变焦和自动聚焦结合的功能。

图 5A 和 5B 为本发明一实施方式的可调透镜 500 的顶部透视图和侧视图。可调透镜 500 包括基底 502 和透镜 504。基底 502 可由例如玻璃或塑料或其它期望的材料制成,以支撑透镜 504。

如本领域技术人员所公知的那样,透镜 504 可由例如向列型液晶(例如,纯向列或扭曲向列液晶等)制成。由液晶制成的透镜 504 可以是低成本的可调透镜,其可通过常规的半导体工艺技术制得。在可调透镜 500 中可包括一或多个导体 508 (例如,透明的导体如铟化锡氧化物(indium tin oxide, ITO)),以允许将外部偏压 506 (例如,可变电压源)施加到透镜 504 上。此外,可设置起始液晶分子排列辅助材料层 512。如本领域技术人员所理解的那样,可对层 512 (例如,如聚合物之类的介质,位于透镜 504 的一侧或两侧)定向覆以橡胶、进行离子束照射、或紫外光刺激等。

作为一实例,根据本发明一实施方式,在外部直流(DC)偏压下,向列型液晶分子根据电场重新排列,以有效地改变透镜 504 的透镜材料的折射率,从而改变可调透镜 500 的焦距或焦点(例如,为装一或多个可调透镜 500 的镜头提供变焦和/或自动聚焦功能)。因此,例如,通过改变外部偏压 506 的电压值,可改变透镜 504 的折射率,折射率的改变可改变使用了

可调透镜 500 的变焦镜头的焦距，或改变使用了可调透镜 500 的自动聚焦镜头的焦点。

作为一实例，根据本发明一实施方式，可在可调透镜 504 的任意一侧或两侧使用层 512（例如，薄的透明材料，其有助于液晶材料分子的起始排列）。这种起始液晶分子排列辅助材料层 512 例如可以是介质层（例如，聚合物），正如本领域技术人员所理解的那样，可对其定向覆以橡胶、进行离子束照射、或紫外光刺激。

此外，根据本发明一实施方式，也可不采用改变由外部偏压 506 施加到透镜 504 上的电压的方式，而采用不同类型的能源激励透镜 504，以改变透镜 504 的折射率。例如，利用加热或能源（例如，激光、加热器元件、或能量束）来改变透镜 504 的折射率。

可调透镜 500 还可包括透镜 510（例如，固定焦点透镜）。可将透镜 510 装到可调透镜 500 中作为可调透镜 500 的组成部分。例如，可通过扩散、沉积、通过印刷构图旋涂式涂布聚合物（spin-on polymers）、或其它本领域技术人员熟知的技术形成透镜 510。

可调透镜 500 可包括位于透镜 504 一侧或两侧的透镜 510，透镜 510 具有不同的结构或外形。例如，图 5C 至图 5F 为本发明一或多种实施方式的具有示例性的透镜 510 的可调透镜 500 的实例的侧视图。如图 5C 至图 5F 所示，可将透镜 504 设置于（例如，夹在）分别被表示为透镜 510（1）和透镜 510（2）的透镜 510 之间。

如这里所讨论的那样，例如，可通过位于可调液晶透镜 504 两侧的透明电极 508（例如，ITO）将外部偏压 506 施加到透镜 504 上，以改变透镜 504 的折射率。可将透明电极 508 例如形成于透镜 510（1）和透镜 510（2）的内表面和/或外表面。此外，可采用起始液晶分子排列辅助材料层 512，而且，如本领域技术人员所理解的那样，可对层 512（例如，如聚合物之类的介质，位于透镜 504 的一侧或两侧）定向地覆以橡胶、进行离子束照射、或紫外光刺激等。

透镜 510（1）和 510（2）例如可以根据具体应用、功能或需求所期望地独立成型或形成的具有代表性的常规透镜。例如，透镜 510（1）和 510（2）可具有凸、凹、或共焦透镜形状或任何其他形状或预期的形状的组合，以完成特殊功能或具有特殊的和设计好的特性。可利用常规技术（例如，

抛光或利用合适的玻璃或塑料材料进行玻璃或塑料模制)或利用此处公开的本发明的一或多种实施方式的各种技术制造透镜 510。

根据本发明的一或多种实施方式,可如对可调透镜 500 描述的那样实现场透镜 104、场透镜 204、目镜 206、场透镜 304、物镜 402、和/或目镜 456。此外,例如,如果可调透镜 500 包括透镜 510,那么可用可调透镜 500 代替图 1 中的可调场透镜 104 和成像透镜 106 的组合(即,用透镜 500 中的透镜 504 和透镜 510 分别代替可调场透镜 104 和成像透镜 106)。因此,可将所讨论过的用于制造可调透镜 500 的技术应用于此处描述的可调透镜(例如,参见图 1-4),以提供具有可调焦距或焦点特性的正和/或负透镜。

例如,根据本发明一实施方式,如此处所描述的装有可调透镜的变焦镜头可提供例如变化的放大倍数(例如,将放大倍数提高至三倍或更多)。有效的焦距例如可通过外部偏压控制,根据对具体液晶的选择、希望的应用场合、或放大倍数的要求(例如,提供电-光变焦镜头),可将外部偏压从一伏特变化至二十伏特或更高。

作为另一实例,根据本发明一实施方式,如此处所描述的装有可调透镜的自动聚焦镜头可提供例如变化的调焦量(amount of focus)。如这里进一步描述的那样,可改变和控制焦点通过利用基于成像质量的反馈来改善聚焦和尽可能地优化图像质量。例如可通过外部偏压控制焦点,根据对具体液晶的选择、希望的应用场合、或放大倍数的要求(例如,具有根据可变焦距和/或图像质量反馈调节的电-光自动聚焦镜头),使外部偏压从一伏特变化至二十伏特或更高。

根据本发明一实施方式,提供在镜头的透镜部分内设有一或多个可调透镜的不动的变焦和/或自动聚焦镜头。例如,所述变焦镜头可提供具有连续可变焦距的光学系统,当然并不限于此。作为一个实例,成像平面可保持在固定位置或可在每个增加的焦距(例如,具有变焦透镜时)处要求重新聚焦。

对于自动聚焦镜头而言,作为一个实例,光学系统可具有连续可变的焦点。例如,可设置如此处所公开的可调透镜(例如,在透镜组的物镜、场透镜、或目镜位置)以提供自动聚焦功能。此外,可在镜头系统中设置一或多个额外的可调透镜,以提供除自动聚焦功能外的变焦功能。

例如,简要地参考图 7-9,这些附图示出了本发明的一或多种实施方

式的示例性的镜头装置 (lens implementations)。具体而言, 图 7-9 分别示出了镜头 700、800、和 900。

镜头 700 包括物镜 702、场透镜 704、和目镜 706。可将目镜 706 实现为具有透镜 504 和透镜 510 (1) 和 510 (2) 的可调透镜 (例如, 如对可调透镜 500 所描述的那样)。所示出的代表性的光线通过镜头 700 到达成像平面 708。

镜头 800 包括物镜 802、场透镜 804、和目镜 806, 其中场透镜 804 是可调透镜 (例如, 如对可调透镜 500 所进行的描述)。镜头 900 包括物镜 902、场透镜 904、和目镜 906。可将每一场透镜 904 和目镜 906 实现成可调透镜 (例如, 如对可调透镜 500 所描述的那样)。因此, 镜头 900 可具有变焦和自动聚焦能力, 借助于例如控制场透镜 904 提供变焦功能和控制目镜 906 提供自动聚焦功能。如图 9 所示, 成像平面 708 还可包括保护玻璃或塑料 {例如, 在传感器的前面 (图中未示出)}, 其可根据应用或特殊要求提供滤光功能 (滤色或滤红外光)。

通常, 根据本发明一实施方式, 提供基于控制或改变镜头的一或多个透镜部分的有效折射率的不动变焦和/或自动聚焦镜头。因此, 镜头中的一或多个透镜部分不必作机械运动或物理地更换位置。

根据本发明一实施方式, 可将可调透镜设置为基于液晶的可调透镜。当然, 并不限于基于液晶的可调透镜, 可调透镜可用其它可改变有效折射率类型的材料实现。例如, 可利用压电材料或依赖于非线性光轴的双折射材料结合适当的相应技术, 以控制所选透镜材料的有效折射率的变化。

例如, 可变聚焦镜头可由非线性光学材料制成, 通过使非线性光学材料从一光轴转向另一光轴控制装有可变焦透镜的变焦距镜头的焦距, 而不存在物理地推、拉、或沿着放大倍数的方向滑动 (即, 可变焦透镜不像传统的变焦镜头中那样朝其它透镜部分或远离其它透镜部分移动)。在类似的方式中, 例如, 通过使非线性光学材料从一光轴转向另一光轴控制装有可变焦透镜的自动聚焦镜头的焦点。

例如, 根据本发明一实施方式, 在变焦和/或自动聚焦镜头中不用可调透镜 500, 而通过利用具有可变折射率的非线性材料在变焦和/或自动聚焦镜头中实现一或多个可调透镜。作为一实例, 所述可调透镜可加有压电材料或非线性光学晶体。所述非线性光学晶体 (例如, 参考图 6 所示的晶体

602) 沿不同的光轴 (例如, 晶体 602 的 “X”、“Y”、和/或 “Z” 轴) 具有不同的折射率。例如, 可通过将非线性光学晶体从一光轴转向另一光轴来控制折射率的变化。

例如, 图 6 示出了本发明一实施方式的非线性光学晶体 602 和可调透镜 604。可调透镜 604 可由沿其一或多个光轴 (例如, 如晶体 602 所具有的) 具有不同折射率的非线性光学晶体 (即, 如晶体 602) 构成。例如, 可转动可调透镜 604 (例如, 如图 6 所示), 以改变折射率, 因而改变装有可调透镜 604 的变焦镜头的放大倍数。举例说来, 可将可调透镜 604 从 X 轴旋转到 Y 轴或从 X 轴或 Y 轴旋转到 Z 轴, 以提供增加的或连续变化的折射率 (例如, 提供变焦和/或自动聚焦功能)。

可将可调透镜 604 置于任何透镜位置, 以提供变化的折射率。例如, 可调透镜 604 可替代对应于图 1 至 4B (例如, 以提供镜头 100、镜头 200、镜头 300、镜头 400、或镜头 450) 中的场透镜 104、场透镜 204、目镜 206、场透镜 304、物镜 402、或目镜 456。于是, 应转动可调透镜 604 以提供不同的折射率, 而不是如这里所描述的改变偏压。一般而言, 转动可调透镜 604 来提供不同的折射率与某些传统的机械式的前后移动而改变透镜部分之间的间隔距离的透镜部分的技术相比具有一些优越性 (例如, 在尺寸或重量方面)。

如图 6 中的示例性方式所示出的那样, 可对晶体 602 进行成形、切割、或成型为与可调透镜 604 (例如, 球透镜) 类似的形状。可调透镜 604 可以是例如 KDP 晶体、KTP 晶体、 β -BaB₂O₂ 晶体、LiB₃O₅ 晶体或本领域技术人员公知的其它任何类型的非线性光学晶体。例如, KDP 晶体可具有折射率 $n_o = 1.4938$ (例如, 在 z 轴方向) 和 $n_e = 1.4599$ (例如, 在 x 或 y 轴方向); KTP 晶体可具有折射率 $n_{z=c} = 1.8305$, $n_{x=a} = 1.7395$, 和 $n_{y=b} = 1.7367$ (例如, 分别对应于 Z、X、和 Y 轴); β -BaB₂O₂ 晶体可具有折射率 $n_o = 1.6551$ (例如, 在 z 轴方向) 和 $n_e = 1.5425$ (例如, 在 X 或 Y 轴方向); LiB₃O₅ 晶体可具有折射率 $n_{z=c} = 1.6055$, $n_{x=a} = 1.5656$, $n_{y=b} = 1.5905$ (例如, 分别对应于 Z、X、和 Y 轴)。

作为一实例, 可调透镜 604 可以由 β -BaB₂O₂ 晶体制成的球透镜。通过转动可调透镜 604, 可沿光轴改变折射率。例如, 可调透镜 604 可被设置在可提供折射率为 $n_e = 1.5425$ (例如, 沿其光学 Y 轴) 之处, 以便在变

焦镜头中提供一放大倍数等级 (one level of magnification)。然后可将可调透镜 604 转动到具有 $n_0 = 1.6551$ (例如, 沿其光学 Z 轴) 的折射率之处, 以提供不同的放大倍数等级。关于可调透镜 (例如, 可调透镜 500 和 600) 和镜头系统及方法的细节可从 2005 年 5 月 24 日授权的美国专利 6,898,021 中找到, 此专利的全部内容作为本发明的参考。

如此处所论述的那样, 镜头可包括可调透镜 (例如, 可调透镜 500 或可调透镜 600) 以提供自动聚焦功能。所述自动聚焦功能例如可由反馈控制系统提供。例如, 图 10 示出了本发明一实施方式的自动聚焦系统 1000。

自动聚焦系统 1000 包括镜头 1004、传感器 1006、和反馈控制系统 1008。镜头 1004 可以是具有至少一个可调透镜的一组透镜元件 (例如, 参考对图 1-4B 和 7-9 的描述)。控制系统 1008 (例如, 数字信号处理器或其它常规类型的图像质量处理系统) 监控传感器 1006 (例如, CCD、CMOS、或其它常规的图像传感器) 上的图像并调节镜头 1004 中的一或多个可调透镜, 以优化聚焦于传感器 1006 上的图像 (例如, 物体 1002 的)。

通常, 可在不同的应用中实现提供变焦和/或自动聚焦镜头的系统和方法。例如, 可将一或多个透镜应用于照相机中 (例如, 数字照相机、监控用摄影机模组 (security camera) 相机、或装于蜂窝式电话或其它便携式电子设备中的照相机)。作为另一实例, 可将一或多个透镜应用于光学阅读器和/或复写器系统 (例如, CD 或 DVD 播放机、CD 或 DVD 刻录器、和/或利用单路或多路激光束的 CD 或 DVD 可重写系统) 或投影系统 (例如, 微型图像投影透镜系统)。

图 11 示出了本发明一实施方式的用于制作透镜/微透镜、透镜/微透镜阵列、和/或球/非球透镜通用型板 (master template) 的方法流程 1100。首先在步骤 1102 中提供基底。然后在步骤 1104 中在基底上沉积任选的介电层。在步骤 1106 中, 将如旋涂光刻材料或其他感光材料之类的构图层沉积在介电层上。在步骤 1108 中, 例如通过常规的照相平版印刷工序限定出构图层的选择部分。构图层的被去除的部分暴露了介电层 (或者如果不存在介电层则是基底) 的区域, 其中在步骤 1110 中形成透镜/微透镜的形状。

在步骤 1112 中, 例如通过湿法蚀刻、干蚀刻、灰度掩模、或遮光掩模选择性地蚀刻和转印与被暴露的介电层 (和/或基底层) 部分相应的形状, 以形成受控凹曲部分。凹曲部分可在中央位置最深, 而往边缘或周边则逐

渐递减，或如根据应用设计好的那样。蚀刻可将凹陷的形状转印到光学介电材料或直接通到基底材料。在步骤 1114 中，去除构图层的剩余的部分，同时准备好所获得的型板，以用于进一步的处理步骤或可用于塑料模制特殊设计的透镜。此外，所述凹曲部分可以根据应用而形成任何适合的外形，例如半球形或非球形。

如果需要，可将步骤 1114 中形成的介电型板在步骤 1116 中进一步转印到基底中以用于玻璃模制。用于透镜的玻璃模制的通用型板的基底材料应是非常硬的材料（例如，SiC 等），这样在透镜的玻璃模制或塑料模制的整个过程中才不会变形。然后准备好待使用的最终通用型板 1118，当然也可对其进行进一步处理，例如在步骤 1116 后再在凹陷型板上沉积硬介电层的保护层。

图 12A 和 12B 及 13A-13C 示出了本发明一或多种实施方式的利用示例性的灰度掩模处理形成可控的凹曲部分的方法。图 12A 示出了灰度掩模的一个开口 1200 的实例，其中代表性的灰度掩模具有许多以不透明区域将其隔开的这种开口 1200。灰度掩模可使不同量级的光线通过开口的不同径向区域，如图 12B 所示。灰度掩模上的开口 1200 的不同半径处的灰度值决定了暴露于下方的感光介电相应区域如光致抗蚀剂的相应区域的光度。

如图所示，当从开口的中心沿径向向外过渡时，通过的光越来越少，从在中心处的大约 100%到外周边或边缘的大约 0%(例如，如图 12A 和 12B 所示)。光透过曲线“a”可以是形成预期的微透镜或透镜的任何适合的形状。

图 13A-13C 示出了利用一示例性灰度掩模(例如，如图 12A 中的掩模)形成可控凹曲部分的步骤顺序。在图 13A 中，构图层 1310(如正性光致抗蚀剂)的一小部分通过灰度掩模的开口 1200 被曝光。使构图层 1310 显影并对其进行干蚀刻以将曝光的图形转印至下方的介电层 1308，如图 13B 和 13C 所示，以形成凹曲部分 1314。于是，通过控制灰度掩模的灰度等级和干蚀刻，可以快速而廉价地形成不同设计的球面和非球面微透镜和透镜。

根据灰度掩模设计类型、构图和蚀刻，凹曲部分 1314 可具有不同的外形，其可被用于形成球面、非球面、凸面、凹面、或共焦透镜形状或任何其他形状或期望的组合形状。另外，还可对凹曲部分 1314 进行处理，以平滑凹曲部分的表面的不规则性。凹曲部分的“不平滑的程度(roughness)”

应小于可见光的波长。

例如,根据一实施方式,不平滑的程度应为可见光波长的大约 1/10 或更小。此处所定义的“不平滑的程度”是指凹曲部分的表面上的峰和谷之间的距离或变差。举例来说,当利用干蚀刻形成凹曲部分 1314 时,可加入快速湿蚀刻或冲洗以平滑凹曲部分 1314 表面的任何不平滑。除快速湿蚀刻以外的另一可选择的方法是在凹曲部分 1314 的表面覆以硬介电材料。其它适用于平滑凹曲部分 1314 表面区域的方法包括如适当设计的化学机械抛光 (CMP) 等方法。

在形成介电层 1308 或基底的凹曲部分 1314 后(如果需要还可抛光),所述结构可被用作型板以通过玻璃模制或塑料模制制造玻璃或塑料透镜,或者继续下一步工序以形成利用半导体工艺的单独的透镜或单独透镜的阵列。无论是透镜的塑料模制还是玻璃模制,根据具体应用可利用相同的图形设计和曲线形状或不同的设计和形状的复合型板。

图 14A 和 14B 示出了两种示例性的不同形状半个通用型板 1402 和 1404,它们可被用于本发明的一或多个实施方式中的不同透镜或微透镜的玻璃或塑料模制。型板形状 1402 和 1404 可以是透镜通用型板阵列的一部分。这些通用型板的混合使用,例如型板 1402 和 1404,可用于模制任何形状的透镜或微透镜,包括球面、非球面、凸面、凹面或共焦透镜形状或任何其他形状或期望的组合形状,但不局限于这些形状。用于这些通用型板的基底材料应是非常硬的材料(例如, SiC 等),这样在透镜的玻璃模制或塑料模制的全过程中才不会变形。

本发明的一或多个实施方式可方便地制造出具有球面、非球面或不同尺寸/形状的微透镜/透镜的微透镜或透镜阵列或单独的透镜。在传统的制造非球面或特殊尺寸或形状的透镜的过程中,透镜通常是手工成型和抛光的而且有时是分别制造的,这在时间和劳动强度方面所需的费用很高。

另一方面,利用传统机器可迅速制造出球透镜阵列。然而,这种机器既不能形成非球面透镜也不能在同一阵列上形成不同形状或尺寸的透镜。有利的是,本发明的一或多个实施方式可快速和廉价地制造出微透镜阵列或透镜阵列或具有不同形状或尺寸的非球面微透镜或透镜,然后再将它们用于本发明的一或多个实施方式中。关于透镜和制造透镜的方法的进一步的细节可从于 2004 年 3 月 9 日申请的、美国专利申请流水号为

No. 10/797,809、名称为“Lens Array and Method of Making Same”中得知，该文件的全部内容在此引作参考。

上面所描述的实施方式并非是对本发明的限制。还应理解，根据本发明的原理可作出多种改型和变换。因此，本发明的保护范围仅由所附权利要求限定。

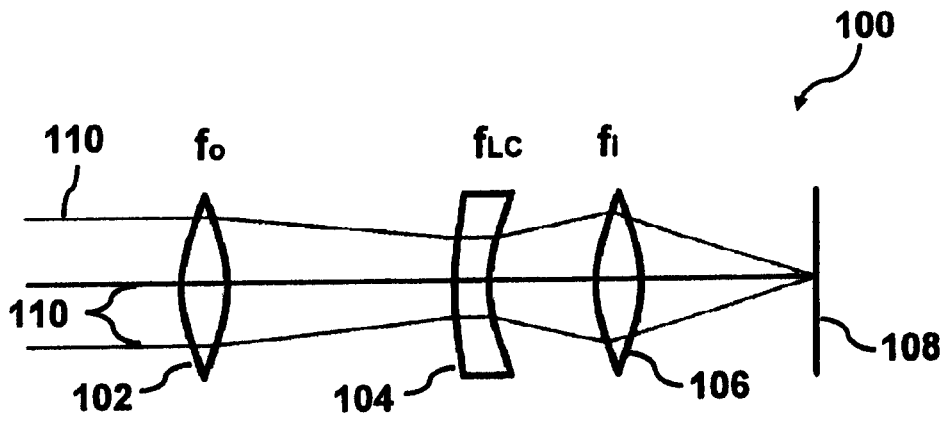


图 1

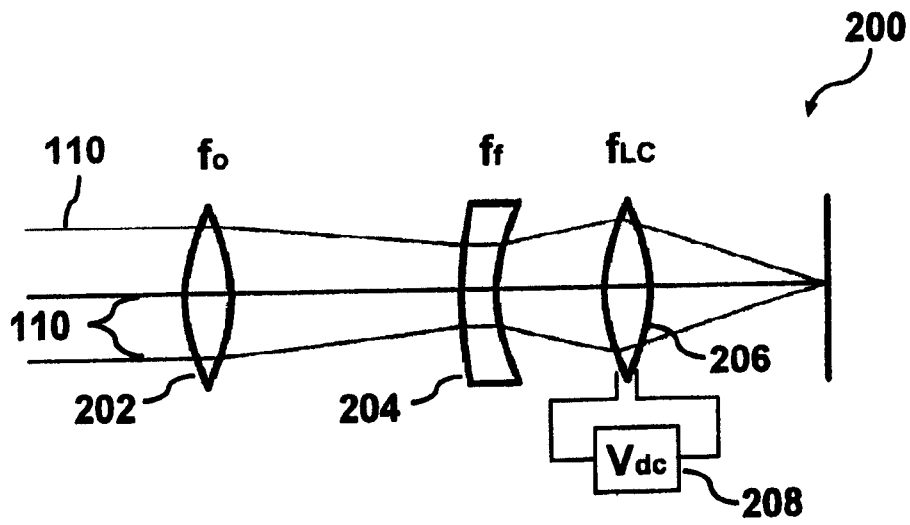


图 2

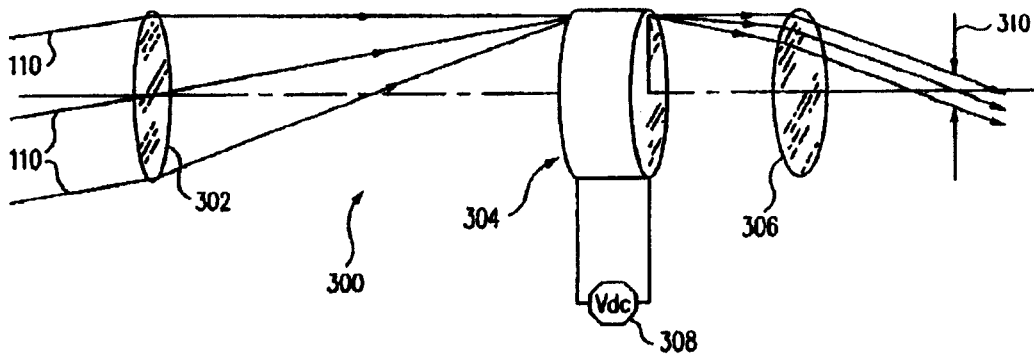


图 3

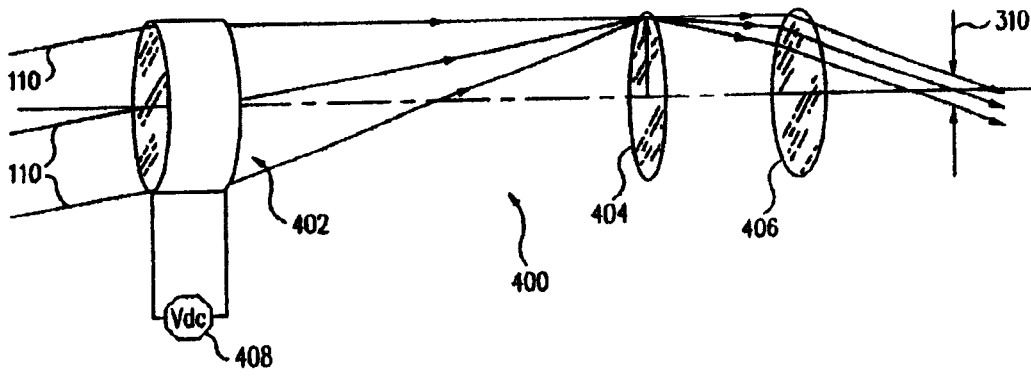


图 4A

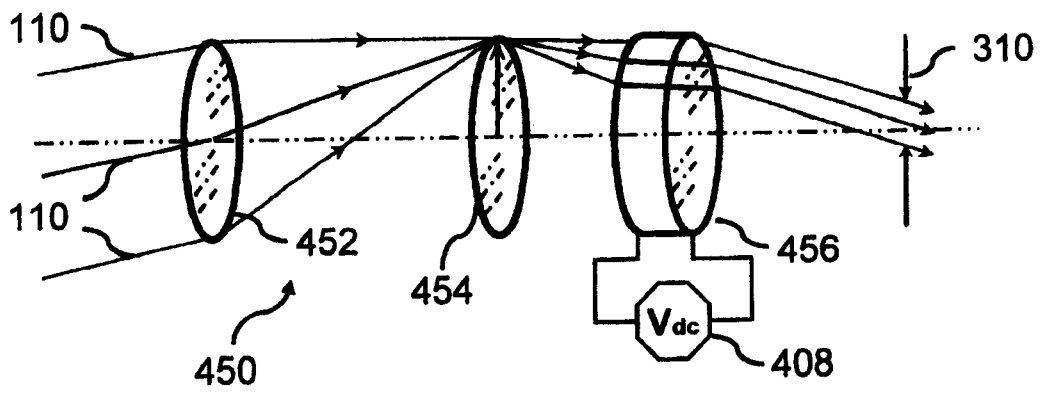


图 4B

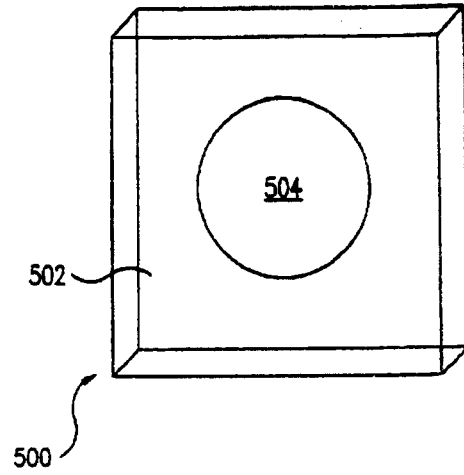


图 5A

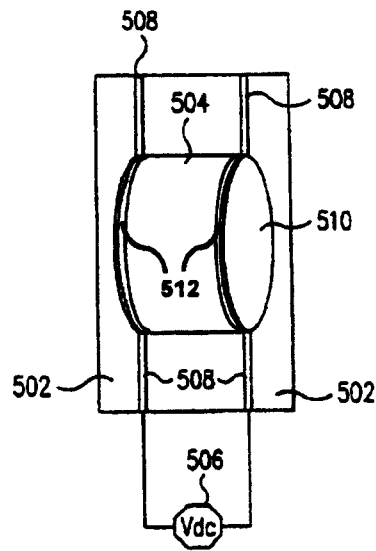


图 5B

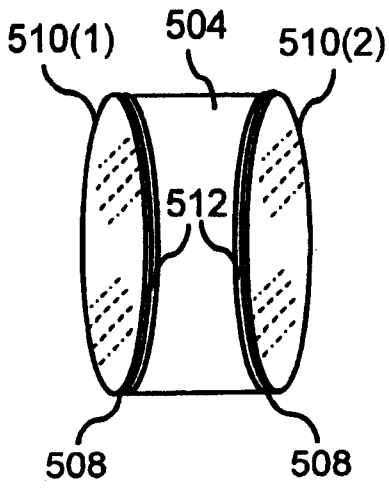


图 5C

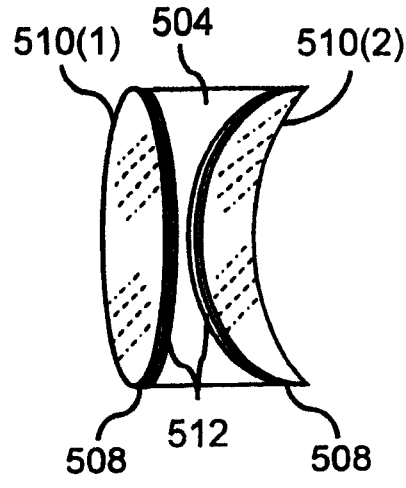


图 5D

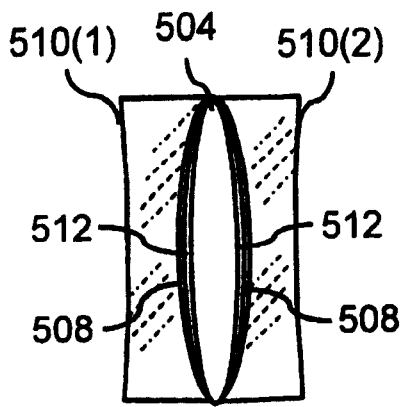


图 5E

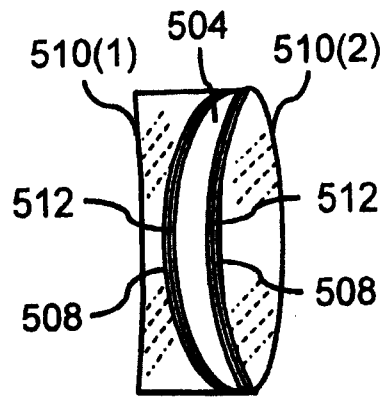


图 5F

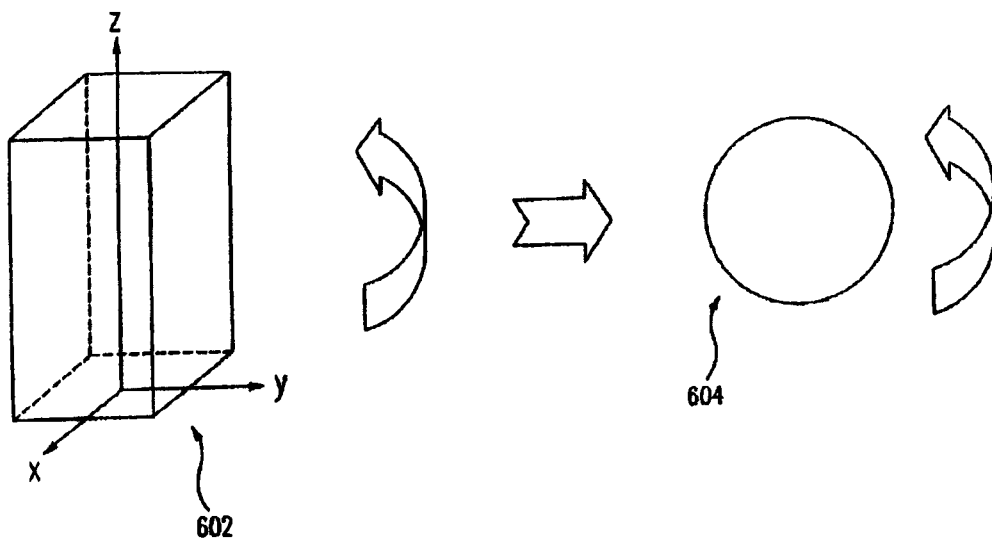


图 6

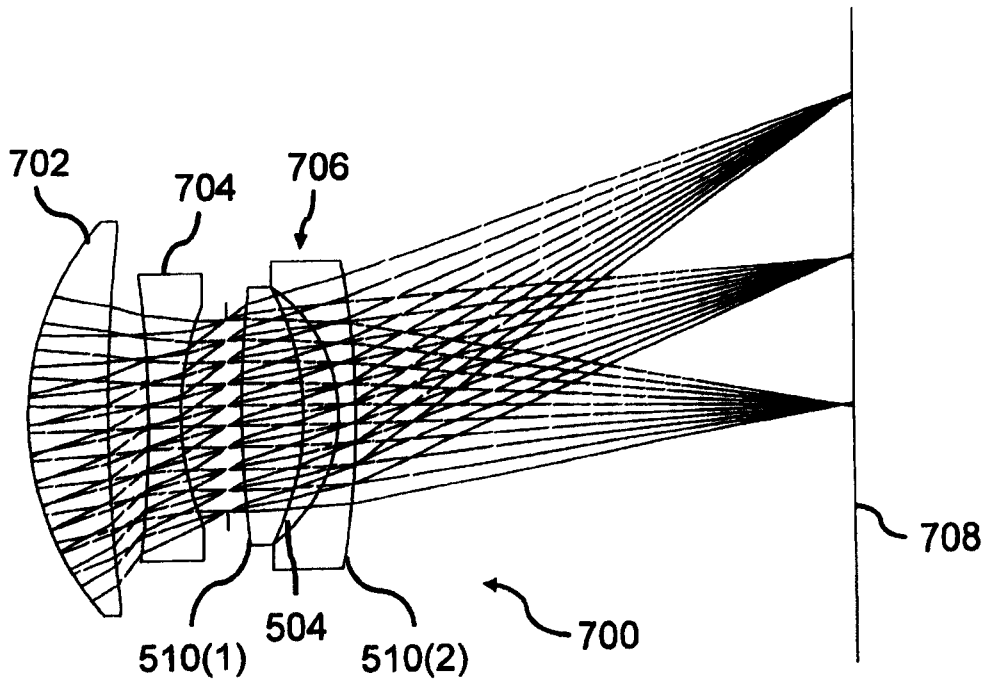


图 7

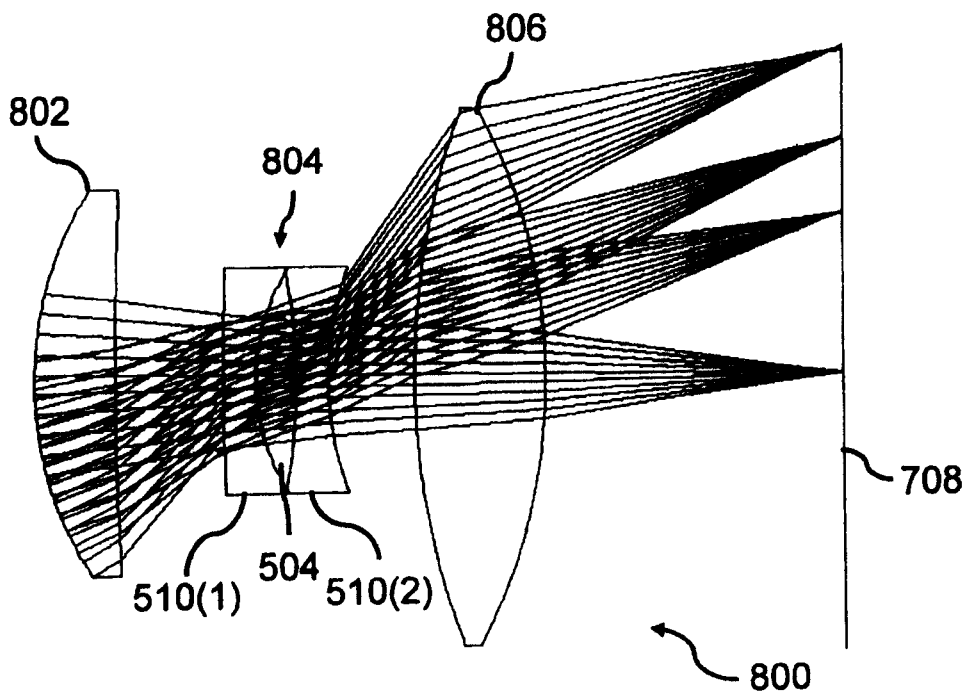


图 8

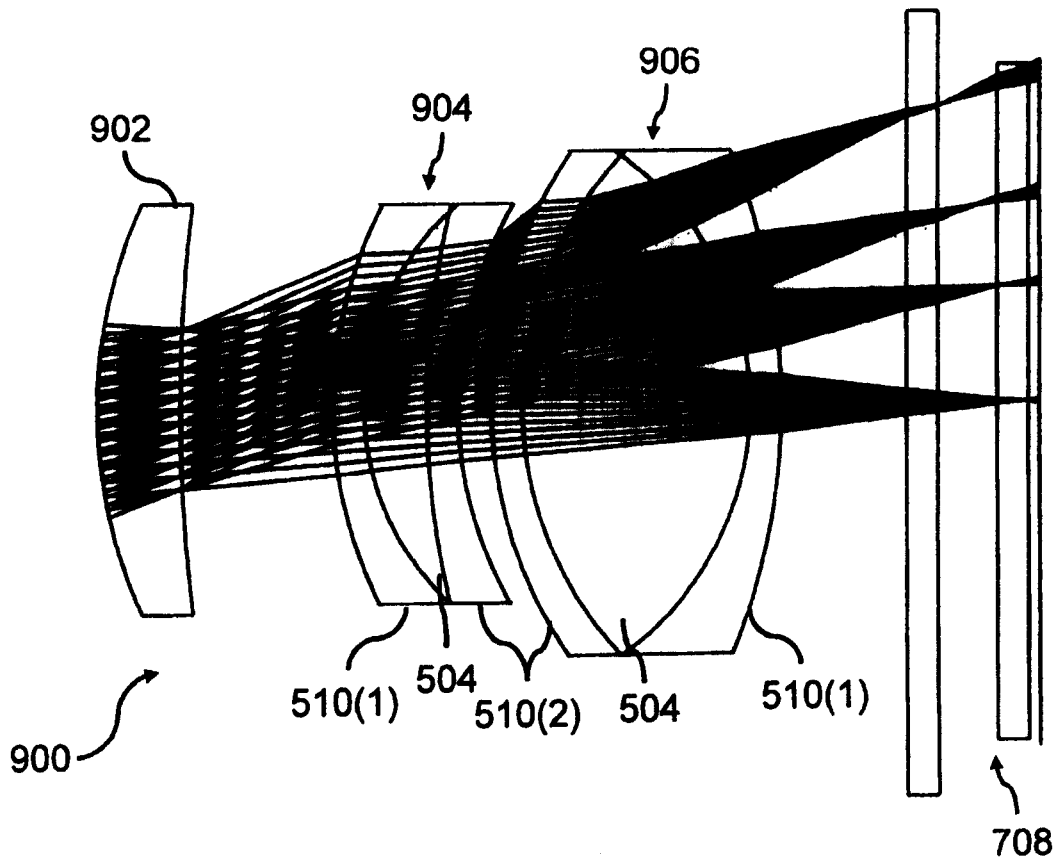


图 9

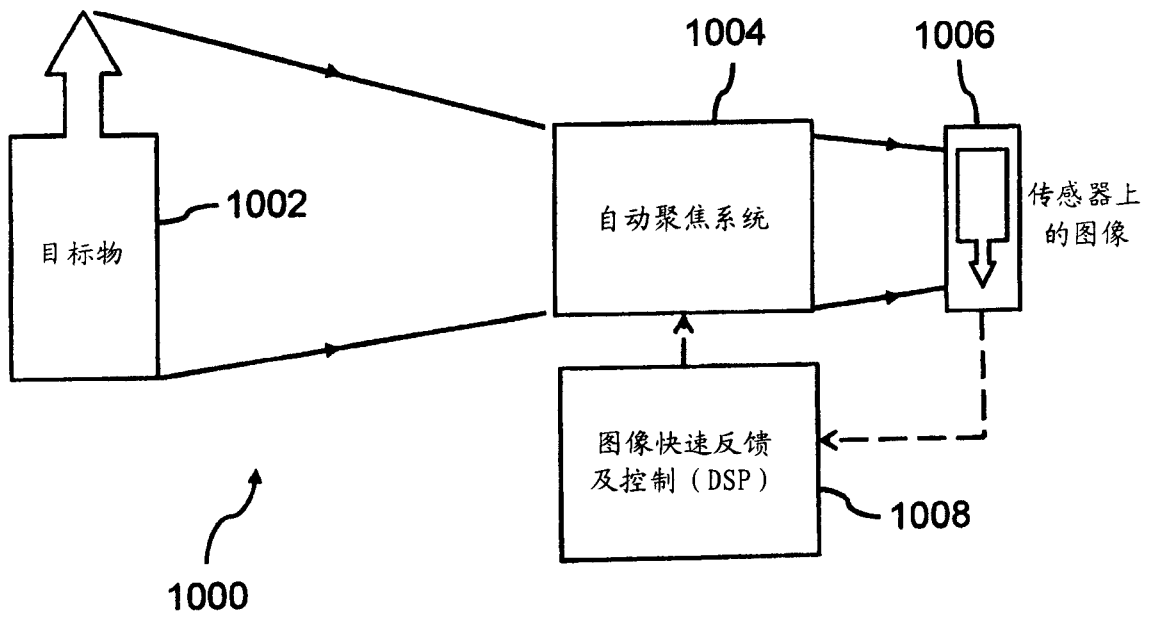


图 10

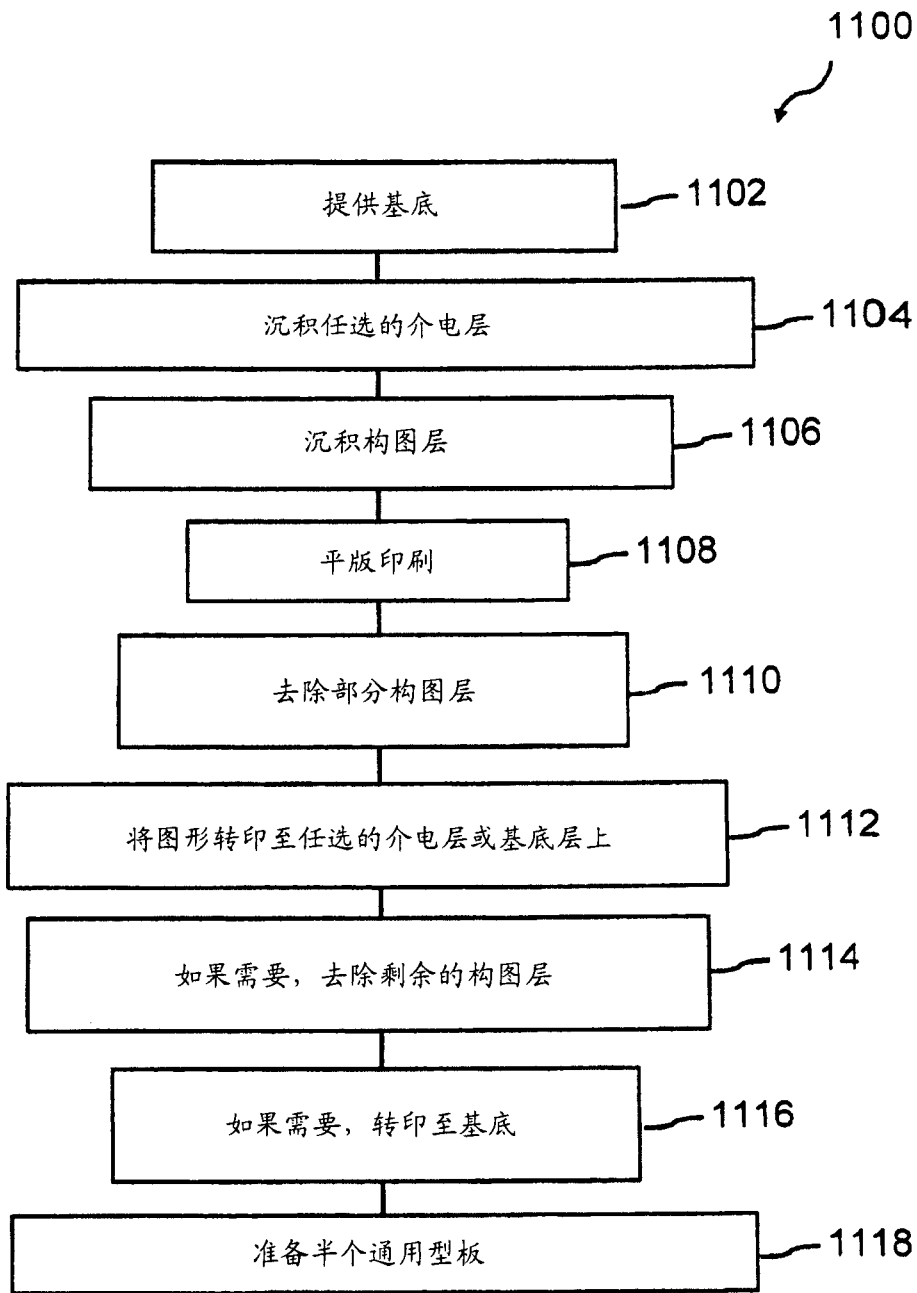


图 11

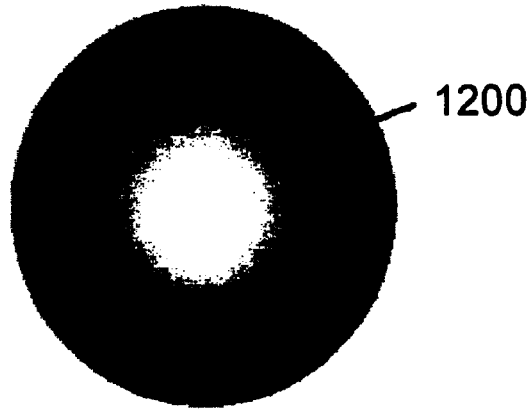


图 12A

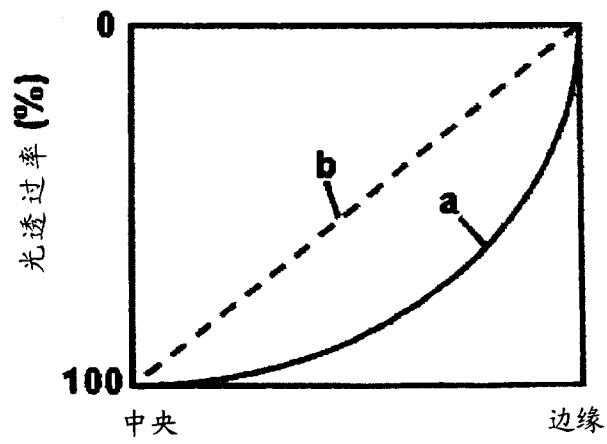


图 12B

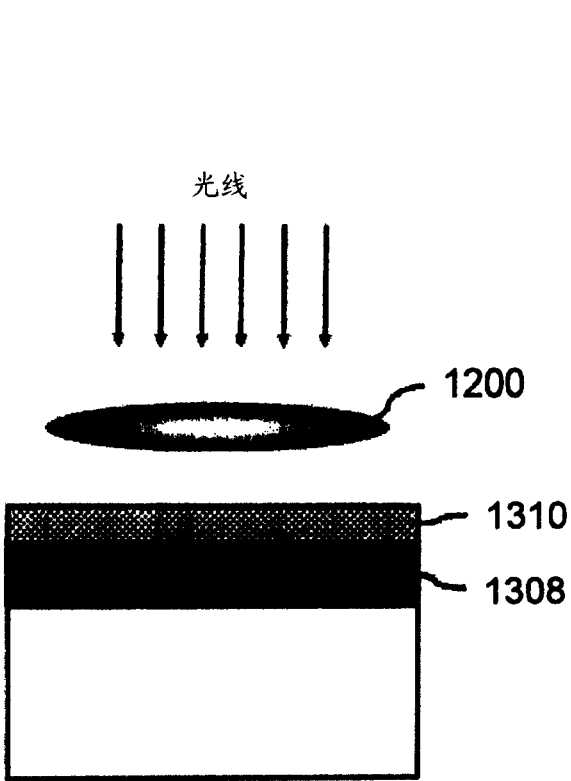


图 13A

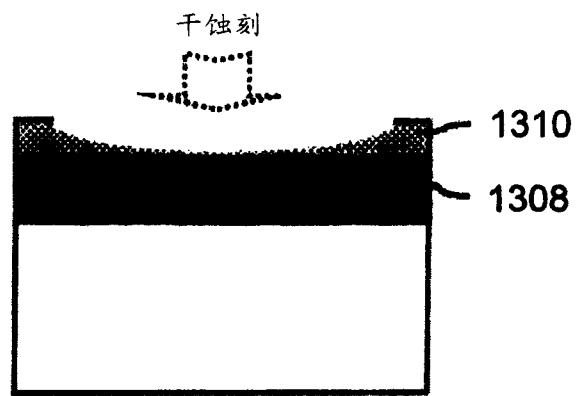


图 13B

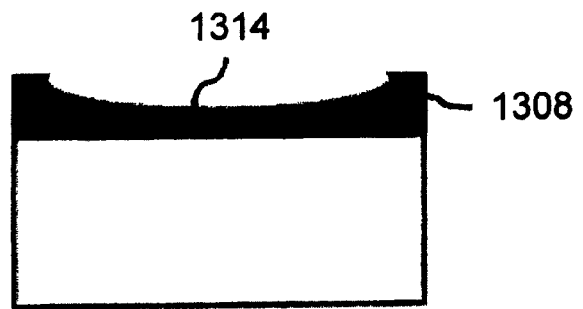


图 13C

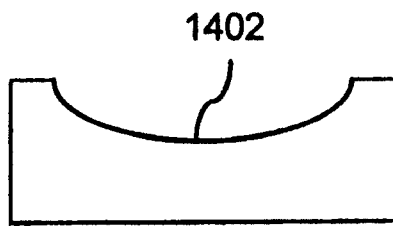


图 14A

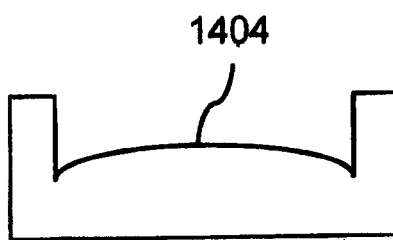


图 14B