



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102388325 B

(45) 授权公告日 2015.04.22

(21) 申请号 201080016155.4

H04N 5/225(2006.01)

(22) 申请日 2010.03.24

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

61/168,524 2009.04.10 US

CN 1705901 A, 2005.12.07,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011.10.10

CN 1705901 A, 2005.12.07,

WO 2008/010124 A1, 2008.01.24,

US 2005/0113912 A1, 2005.06.26,

US 2005/0200973 A1, 2005.09.15,

KR 10-2005-0033308 A, 2005.04.12,

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/028421 2010.03.24

审查员 杨威

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/117628 EN 2010.10.14

(73) 专利权人 黑眼睛光学有限公司

地址 美国华盛顿州

(72) 发明人 詹姆士·H·詹纳德 艾恩·A·尼尔

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理

有限责任公司 11204

代理人 余朦 王艳春

(51) Int. Cl.

G02B 3/14(2006.01)

G02B 3/12(2006.01)

G02B 15/02(2006.01)

G02B 15/00(2006.01)

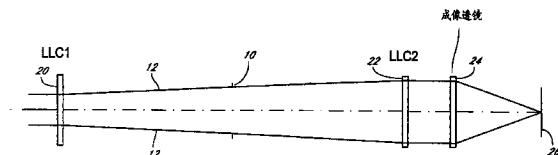
权利要求书3页 说明书13页 附图7页

(54) 发明名称

可变焦度光学系统

(57) 摘要

液体透镜单元被用于可变焦度光学系统中。在一个实施方式中，光阑位于包括至少第一液体透镜单元的第一透镜组与包括至少第二液体透镜单元的第二透镜组之间。在一个实施方式中，液体透镜单元控制光线在像面的入射角。



1. 一种光学系统，所述光学系统被配置为收集从物空间发出的放射并沿着公共光轴将所述放射传输至像空间中的像面，所述光学系统包括：

第一可变焦度光学部件，静止在所述公共光轴上，并包括至少两种具有不同折射性质的液体和位于两种液体之间的至少一个接触表面，该接触表面的形状被改变以使所述可变焦度光学部件中的光焦度发生改变，从而导致接近所述像面上像点的主光线角的变化；

第二可变焦度光学部件，静止在所述公共光轴上并定位于第一可变焦度光学部件的像侧，第二可变焦度光学部件包括至少两种具有不同折射性质的液体和位于两种液体之间的至少一个接触表面，该接触表面的形状被改变以使第二可变焦度光学部件中的光焦度发生改变，从而导致接近所述像面上像点的主光线角的变化，其中，第一可变焦度光学部件中的光焦度的改变与第二可变焦度光学部件中的光焦度的改变相结合以在变焦范围上提供变焦功能；以及

第三可变焦度光学部件，静止在所述公共光轴上并定位于第二可变焦度光学部件的像侧并位于所述像面附近，第三可变焦度光学部件包括至少两种具有不同折射性质的液体和位于两种液体之间的至少一个接触表面，该接触表面的形状被改变以减小由改变第一可变焦度光学部件和第二可变焦度光学部件的形状所提供的所述像面上的像点处的主光线角在变焦范围内的变化。

2. 如权利要求 1 所述的光学系统，其中，变焦范围大于 3 倍。

3. 如权利要求 1 所述的光学系统，其中，变焦范围大于 4 倍。

4. 如权利要求 1 所述的光学系统，其中，变焦范围大于 5 倍。

5. 如权利要求 1 所述的光学系统，其中，第三可变焦度光学部件是沿着所述公共光轴且实质上影响所述主光线角的最后光学部件。

6. 如权利要求 5 所述的光学系统，其中，所述像面形成于至少一个微透镜邻近，所述至少一个微透镜被配置为将光收集和聚焦至光敏区域。

7. 如权利要求 1 所述的光学系统，其中，第三可变焦度光学部件被配置为在所述变焦范围上将所述主光线角减少为与垂直于所述像面的方向之间小于 10° 。

8. 如权利要求 7 所述的光学系统，其中，第二可变焦度光学部件被配置为在所述变焦范围上将所述主光线角减少为与垂直于所述像面的方向之间小于 5° 。

9. 如权利要求 1 所述的光学系统，其中，第一可变焦度光学部件的形状被改变以提供聚焦功能。

10. 一种使用非轴向移动组的可变焦度物镜光学系统，包括：

至少两个可变焦度光学部件，一起提供具有变焦范围与固定的像面的变焦功能，所述至少两个可变焦度光学部件中的每个包括至少两种具有不同折射性质的液体和位于两种液体之间的至少一个接触表面，该接触表面的形状被改变以使所述至少两个可变焦度光学部件中的每个中的光焦度发生改变；以及

至少一个可变焦度光学部件，被置于所述像面附近，并且是沿着所述公共光轴且实质上影响接近所述像面上像点的主光线角的最后光学部件，所述至少一个可变焦度光学部件包括至少两种具有不同折射性质的液体和位于两种液体之间的至少一个接触表面，该接触表面的形状被改变以减小至少部分地由提供变焦功能的所述至少两个可变焦度光学部件所引起的接近所述像面上像点的主光线角的变化和尺寸。

11. 如权利要求 10 所述的可变焦度光学系统,其中,变焦范围大于 3 倍。
12. 如权利要求 10 所述的可变焦度光学系统,其中,变焦范围大于 4 倍。
13. 如权利要求 10 所述的可变焦度光学系统,其中,变焦范围大于 5 倍。
14. 如权利要求 10 所述的可变焦度光学系统,其中,所述至少一个可变焦度光学部件被配置为在所述变焦范围内将所述主光线角减少为与垂直于所述像面的方向之间小于 10° 。
15. 如权利要求 14 所述的可变焦度光学系统,其中,所述至少一个可变焦度光学部件被配置为在所述变焦范围内将所述主光线角减少为与垂直于所述像面的方向之间小于 5° 。
16. 如权利要求 10 所述的可变焦度光学系统,其中,所述像面形成于至少一个微透镜邻近,所述至少一个微透镜被配置为将光收集和聚焦至光敏区域。
17. 如权利要求 10 所述的可变焦度光学系统,其中,所述至少两个可变焦度光学部件中的一个或多个的接触表面的形状被改变以提供聚焦功能。
18. 一种可变焦度物镜光学系统,包括:
变焦透镜组,包括定位在公共光轴上的多个光学部件,所述变焦透镜组被配置为在至少 3 倍的变焦范围上提供变焦功能;以及
至少一个可变焦度光学部件,定位于所述变焦透镜组的像侧并位于像面附近,所述至少一个可变焦度光学部件包括至少两种具有不同折射性质的液体和位于两种液体之间的至少一个接触表面,该接触表面的形状被改变以至少部分地补偿至少部分地由所述变焦透镜组提供的变焦功能所引起的接近所述像面上像点的主光线角的变化。
19. 一种可变焦度物镜光学系统,包括:
变焦透镜组,包括定位在公共光轴上的多个光学部件,所述变焦透镜组被配置为在至少 3 倍的变焦范围上提供聚焦功能;以及
至少一个可变焦度光学部件,定位于所述变焦透镜组的像侧并位于像面附近,所述至少一个可变焦度光学部件包括至少两种具有不同折射性质的液体和位于两种液体之间的至少一个接触表面,该接触表面的形状被改变以至少部分地补偿至少部分地由聚焦功能所引起的接近所述像面上像点的主光线角的变化。
20. 一种可变焦度物镜光学系统,包括:
变焦透镜组,包括定位在公共光轴上的多个光学部件,所述变焦透镜组被配置为提供在至少 3 倍的变焦范围上提供变焦功能和聚焦功能;以及
至少一个可变焦度光学部件,定位于所述变焦透镜组的像侧并位于像面附近,所述至少一个可变焦度光学部件包括至少两种具有不同折射性质的液体和位于两种液体之间的至少一个接触表面,该接触表面的形状被改变以至少部分地补偿至少部分地由聚焦功能和变焦功能所引起的接近所述像面上像点的主光线角的变化。
21. 一种沿着公共光轴将放射传输至像空间中的像面的方法,包括:
改变静止在所述公共光轴上的第一可变焦度光学部件的两种液体之间的至少一个接触表面的形状,这两种液体具有不同的折射性质,改变第一可变焦度光学部件的接触表面的形状的步骤改变所述第一可变焦度光学部件的光焦度以导致接近像面上像点的主光线角的变化;

改变静止在所述公共光轴上的第二可变焦度光学部件的两种液体之间的至少一个接触表面的形状,这两种液体具有不同的折射性质,改变第二可变焦度光学部件的接触表面的形状的步骤改变所述第一可变焦度光学部件的光焦度以导致接近像面上像点的主光线角的变化,改变第一可变焦度光学部件的接触表面的形状的步骤与改变第二可变焦度光学部件的接触表面的形状的步骤相结合以在变焦范围上提供变焦功能;以及

改变第三可变焦度光学部件的两种液体之间的至少一个接触表面的形状,这两种液体具有不同的折射性质,第三可变焦度光学部件定位于第二可变焦度光学部件的像侧并位于所述像面附近,改变第三可变焦度光学部件的接触表面的形状的步骤减少由所述改变第一可变焦度光学部件的形状的步骤和改变第二可变焦度光学部件的形状的步骤所引起的在所述像面上的图像点处的主光线角的尺寸和变化。

22. 如权利要求 21 所述的方法,其中,改变所述第一可变焦度光学部件的形状的步骤和改变第二可变焦度光学部件的形状的步骤提供聚焦功能。

23. 如权利要求 21 所述的方法,其中,变焦范围大于 3 倍。

24. 如权利要求 21 所述的方法,其中,变焦范围大于 4 倍。

25. 如权利要求 21 所述的方法,其中,变焦范围大于 5 倍。

可变焦度光学系统

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求于 2009 年 4 月 10 日提交的第 61/168,524 号美国临时申请的优先权，该临时申请的全部内容通过引用并入本文并成为本说明书的一部分。

背景技术

[0003] 本发明涉及采用液体光学器件的可变焦度 (power) 光学系统。

[0004] 变焦透镜通常具有三个或更多个移动透镜组以实现变焦和聚焦功能。机械凸轮可连接两个可移动透镜组以进行变焦，第三可移动透镜组可用于聚焦。

[0005] 变焦范围部分地由可移动透镜元件的移动范围确定。更大的变焦范围可能需要用于透镜元件移动的额外空间。

[0006] 诸如电荷耦合器件 (CCD) 传感器和 CMOS 图像传感器 (CIS) 的图像传感器通过诸如光电二极管的小的光敏区域收集光。图像传感器可使用微透镜以通过从大的光收集区域收集和聚焦光来改善光敏性。到达微透镜或光敏区域的光的入射角影响光敏区域所收集的光的量，其中在一些角度上接收的光比在其它角度上接收的光更不太可能到达光敏区域。

[0007] 理想地，光在光敏区域上的入射角是恒定的。然而，当变焦透镜改变焦距时，光的入射角可以改变。因此，当入射角改变时，在变焦位置的范围内移动透镜可能导致不期望的结果。

发明内容

[0008] 可变焦度光学部件可被用来使光在像面上的入射角的变化最小化。

[0009] 在一个实施方式中，可变焦度光学系统包括具有至少第一液体透镜单元的第一透镜组、具有至少第二液体透镜单元的第二透镜组、以及被配置为控制光线在传感器上的入射角的第三液体透镜单元。对变焦位置的控制基本至少部分地基于第一液体透镜单元的光焦度的配置和第二液体透镜单元的光焦度的配置。光阑可近似等距地位于第一透镜组的第一表面与第二透镜组的最后表面之间。第一液体透镜单元的直径与第二液体透镜单元的直径大约相同。在一个实施方式中，变焦范围大于约 3 倍。在一个实施方式中，变焦范围大于约 4 倍。在一个实施方式中，变焦范围大于约 5 倍。

[0010] 在一个实施方式中，光学系统被配置为收集从物空间发出的放射并沿着公共光轴将该放射传输至像空间中的像面。静止在公共光轴上的第一可变焦度光学部件包括至少两种具有不同折射性质的液体和位于两种液体之间的至少一个接触表面。该接触表面的形状被改变以使可变焦度光学部件中的光焦度发生改变，从而导致接近像面上的像点的主光线角的变化。第二可变焦度光学部件包括至少两种具有不同折射性质的液体和位于两种液体之间的至少一个接触表面。该接触表面的形状被改变以减小由改变第一可变焦度光学部件的形状所引起的在像面上的像点处的主光线角的变化。第一可变焦度光学部件的形状可被改变以提供变焦和 / 或聚焦功能。

[0011] 在一个实施方式中，可变焦度物镜光学系统使用非轴向移动组。至少一个可变焦

度光学部件提供变焦功能，其包括至少两种具有不同折射性质的液体和位于两种液体之间的至少一个接触表面。该接触表面的形状被改变以使可变焦度光学部件中的光焦度发生改变。另一个可变焦度光学部件包括至少两种具有不同折射性质的液体和位于两种液体之间的至少一个接触表面。该接触表面的形状被改变以至少部分地补偿至少部分地由提供变焦功能的可变焦度光学部件所引起的接近像面上的像点的主光线角的变化。

[0012] 在一个实施方式中，可变焦度光学系统包括具有至少第一液体透镜单元的第一透镜组、具有至少第二液体透镜单元的第二透镜组、以及位于第一透镜组与第二透镜组之间的光阑。穿过第一透镜组、第二透镜组和光阑的光线表示变焦位置，对变焦位置的控制至少部分地基于第一液体透镜单元的光焦度的配置和第二液体透镜单元的光焦度的配置。光阑可近似等距地位于第一透镜组的第一表面与第二透镜组的最后表面之间。在一个实施方式中，变焦范围可大于 3 倍。在一个实施方式中，变焦范围可大于 4 倍。在一个实施方式中，变焦范围可大于 5 倍。

[0013] 在一个实施方式中，可变焦度物镜光学系统包括至少一个可变焦度光学部件，该至少一个可变焦度光学部件包括至少两种具有不同折射性质的液体和位于两种液体之间的至少一个接触表面。该接触表面的形状被改变以至少部分地补偿接近像面上的像点的主光线角的变化。主光线角的这种变化可至少部分地例如由变焦功能、聚焦功能、或变焦功能和聚焦功能的组合所引起。

附图说明

[0014] 图 1A 和 1B 是描绘了采用液体的可变焦度光学系统中的轴向光束的边缘光线的光学图；

[0015] 图 2A 和 2B 是描绘了采用液体的可变焦度光学系统中的轴向光束的边缘光线和离轴场射束的边缘光线的光学图；

[0016] 图 3A、3B、3C、3D 和 3E 示出光线在像面上的各种入射角；

[0017] 图 4A 和 4B 示出使用液体透镜单元来调整光线在像面上的入射角；

[0018] 图 5A、5B、5C、5D 和 5E 示出示例性可变焦度光学系统设计的光学图；以及

[0019] 图 6 是相机的框图。

具体实施方式

[0020] 下面将参照附图进行描述。应理解，在不背离本发明的范围的情况下可使用其它结构和 / 或实施方式。

[0021] 液体透镜单元能够在不依靠液体单元的机械运动的情况下改变光路。包括第一和第二接触液体的液体透镜单元可被配置为使得接触液体之间的接触光学表面具有可变形状，该可变形状可相对于液体透镜单元的光轴基本对称。多个透镜元件可沿着公共光轴对齐并被配置为收集从物侧空间发出并传输至像侧空间的放射 (radiation)。液体透镜单元可被插入由沿着公共光轴对齐的多个透镜元件形成的光路中。液体透镜单元的光轴可平行于公共光轴，或其可与公共光轴成一角度或偏离公共光轴。

[0022] 目前预期的液体透镜系统的折射率之差为约 0.2 或更大，优选地至少约 0.3，在一些实施方式中至少约 0.4。水具有约 1.3 的折射率，且加盐后折射率可变为约 1.48。适合

的光学油可具有至少约 1.5 的折射率。即使利用具有较高、较低、或较高和较低折射率的液体,例如较高折射率的油,焦度变化的范围仍然有限。焦度变化的有限范围提供的放大率变化通常比可移动透镜组的放大率变化小。因此,在简单的可变焦度光学系统中,为了提供变焦的同时保持恒定的像面位置,大部分的放大率变化可通过一个可移动透镜组提供,放大率变化期间像面处的大部分散焦补偿可通过一个液体单元提供。

[0023] 应注意,可利用更多的可移动透镜组或更多的液体单元,或可利用更多的可移动透镜组和更多的液体单元。在 2008 年 10 月 6 日提交的题为“Liquid Optics Zoom Lens and Imaging Apparatus(液体光学变焦透镜和成像装置)”的第 12/246,224 号美国专利申请中描述了结合一个或多个液体单元使用的一个或多个移动透镜组的实施例,其全部内容通过引用并入本文。

[0024] 在系统中使用的透镜元件的尺寸和性质引入了在设计透镜系统时将要考虑的约束。例如,一个或多个透镜元件的直径可限制在像面上形成的图像的尺寸。对于具有可变性质的透镜系统,诸如可变焦度光学系统,光学器件可基于透镜元件的变化而改变。因此,第一个透镜元件可将透镜系统约束在第一变焦配置中,同时第二透镜元件将透镜系统约束在第二变焦配置中。例如,光束的边缘光线可在变焦范围的一个极端处接近透镜元件的外边缘,并在变焦范围的另一个极端处显著远离相同透镜元件的外边缘。

[0025] 图 1A 和 1B 示出采用液体透镜单元的简化的可变焦度光学系统的光学图。可变焦度光学系统可以例如与相机一起使用。在图 1A 中,第一液体透镜单元 LLC1 20 和第二液体透镜单元 LLC2 22 被配置为使得变焦比处于广角位置 (wide position)。成像透镜 24 在与相机拾取装置相对应的像面 (被示为像平面 26) 上形成图像。成像透镜 24 可以是液体透镜单元或其它透镜类型。图 1A 中所示的轴向光束的边缘光线 12 接近液体透镜单元 LLC2 22 的外边缘。因此,液体透镜单元 LLC2 22 的直径是透镜设计中的限制因素。在图 1B 中,液体透镜单元 LLC1 20 和液体透镜单元 LLC2 22 被配置为使得变焦比处于长焦位置 (telephoto position)。图 1B 中所示的轴向光束的边缘光线 12 接近液体透镜单元 LLC1 20 的外边缘,使液体透镜单元 LLC1 的直径成为限制因素。因此,对于位置范围之间的轴向光束的边缘光线 12 来说,图 1A 和 1B 中所示的简化设计被优化以完全利用液体透镜单元 LLC1 20 和液体透镜单元 LLC2 22 上的区域。

[0026] 传统的变焦透镜系统利用移动变焦透镜组来获得不同的变焦位置。因为图 1A 和 1B 中所示的可变焦度光学系统利用液体透镜单元,所以不需要移动透镜组。相反,可使用控制系统来控制液体透镜单元 LLC1 20 和 LLC2 22 中的接触光学表面的可变形状。

[0027] 使用液体透镜单元取代移动透镜组便于光阑 10 在液体透镜单元 LLC1 20 和 LLC2 22 之间的放置。因为液体透镜单元 LLC1 20 和 LLC2 22 不是移动透镜组,所以不需要关心光阑 10 将会干扰它们的正确操作。光阑 10 不需要等距设置在液体透镜单元之间,并且可根据需要优化光阑的放置。

[0028] 应理解,液体透镜单元 LLC1 20 和 LLC2 22 均可包括多个表面,这些表面是可控的和 / 或固定的。在一些实施方式中,图 1A 和 1B 中所示的液体透镜单元可包括两个或多个液体单元的组合。在组合的单元之间可放置板。该板可具有可以根据设计需要而设置的光焦度。液体透镜单元还可具有位于外表面上的板。在一些实施方式中,外表面上的板可提供光焦度或折叠功能。板和其它透镜元件可以是球面或非球面的,以提供改进的光学特性。

[0029] 单独的透镜元件可由例如玻璃、塑料、结晶体或半导体材料的固相材料构成,或它们可利用例如水或油的液态或气态材料构成。透镜元件之间的空间可包含一种或多种气体。例如,可使用标准空气、氮气或氦气。可选地,透镜元件之间的空间可为真空。当本公开中使用“空气”时,应该理解使用的是广义含义,其可包括一种或多种气体,或真空。透镜元件可以具有诸如紫外线滤光片的覆层。

[0030] 图 2A 和 2B 示出图 1A 和 1B 的简化的可变焦度光学系统的附加的光学图,描绘了轴向光束的边缘光线 12 和离轴场射束的边缘光线 14。离轴场射束的主光线 16 在光阑位置 10 处与光轴相交,光阑位置由位于边缘光线外的刻度标记指示。如图所示,离轴场射束的主光线 16 在像平面 26 上的入射角 18 随着变焦透镜从广角位置变为长焦位置而改变。

[0031] 入射角是重要的,因为其在某种程度上决定到达图像传感器的光的量。图像传感器可使用微透镜以通过从大的光收集区域收集和聚焦光来改善光敏性。然而,如果在变焦中入射角的尺寸和范围太大,那么微透镜可能不能将光引向图像传感器以在变焦中进行有效感测。

[0032] 考虑图 3A-3D,其提供了到达图像传感器的光的示例性图示。在图 3A 中,主光线 28 的入射角 18 垂直于图像传感器,以允许微透镜将光线顺利地引向图像传感器。图 3B 和 3C 还具有入射角 18 的小变化。微透镜阵列可被移动以形成优化的微透镜阵列,从而允许将光线顺利地重新引向图像传感器。图 3D 和 3E 具有更大的入射角 18 变化和尺寸,从而使得微透镜将光线引向图像传感器变得更加困难。

[0033] 因为主光线 28 的入射角 18 随着可变焦度光学系统从广角位置变为长焦位置而改变,所以一个变焦位置的入射角 18 可能如图 3B 中所示,并且另一个变焦位置的入射角 18 可能如图 3C 中所示。然而,可能希望减少入射角 18 的变化。

[0034] 图 4A 和 4B 示出液体透镜单元 LLC3 30 被置于图像传感器附近的光学图。当可变焦度光学系统在变焦范围内移动时,液体透镜单元 LLC3 30 的光焦度也发生变化。液体透镜单元 LLC3 30 的可变光焦度使得在整个变焦范围内入射角在像面上的变化和尺寸最小化。例如,在一个实施方式中,液体透镜单元 LLC3 提供的入射角与垂直于像平面 26 的方向之间小于 10°。在另一个实施方式中,液体透镜单元 LLC3 提供的入射角与垂直方向之间小于 5°。

[0035] 虽然图 4A 和 4B 将透镜 30 示作液体透镜单元,但也可以使用其它类型的透镜。延长总的可变焦度光学设计可以允许使用标准透镜取代液体透镜单元。

[0036] 可变焦度光学系统的长度部分取决于液体透镜单元所提供的光焦度的范围。可通过利用具有高折光率差的液体的液体透镜单元使透镜的长度最小化。也可通过利用多个液体透镜单元和 / 或折叠使透镜的长度最小化。

[0037] 为了简化起见,图 1A、1B、2A、2B、4A 和 4B 将透镜元件示为包含光焦度的板。应理解,透镜元件可以由具有不同的透镜材料和 / 或光学表面的多个部件构成。

[0038] 图 5A-5E 示出示例性可变焦度光学设计的光学图。图 5A 示出广角位置,图 5E 示出长焦位置。图 5B-5D 示出中间变焦位置。无穷远聚焦 (infinity focus) 被用于图 5A-5E 中所示的所有位置。

[0039] 这种可变焦度光学设计利用 5 个液体透镜单元 40、42、44、46 和 48,液体透镜单元 40、42、44、46 和 48 各自具有可变表面 50、52、54、56 和 58。物空间附近的透镜组包括两个

液体透镜单元 40、42 并用于主要协助提供聚焦和变焦。可变焦度光学设计还包括用于主要协助提供变焦的两个液体单元 44、46。在所示实施方式中，光阑 60 位于包括液体透镜单元 40、42 的透镜组与包括液体透镜单元 44、46 的透镜组之间。可变焦度光学设计还包括液体透镜单元 48，液体透镜单元 48 部分地提供对像平面 62 处的入射角的控制。所有 5 个液体透镜结合在一起以在可变焦度光学系统从广角位置变为长焦位置并且从无穷远聚焦变为近聚焦 (close focus) 时提供对离轴场射束的主光线在像平面上的入射角、聚焦和变焦的控制。

[0040] 如图 5A-5D 所示，可变表面 54 所提供的光焦度保持完全恒定，并且仅在图 5E 中显著改变。这说明如果变焦位置被限制在图 5A-5D 所示的范围，则可用固定透镜元件替换液体透镜单元 44。因此，液体透镜单元的数量可根据设计需要而发生变化。

[0041] 对于图 5A-5E 中所示的透镜设计，附上由市面上可买到的来自美国加利福尼亚州帕萨迪纳市的 Optical Research Associates 公司的第 9.70 版 CodeV 光学设计软件所产生的列表作为本说明书的一部分，并且其全部内容通过引用并入本文。

[0042] 图 6 示出了具有可变焦度光学系统 102 的相机 100 的框图。图 6 还示出了透镜控制模块 104，其控制光学系统 102 中的透镜组的移动和操作。控制模块 104 包括控制液体透镜单元的曲率半径的电子电路。用于各种聚焦位置和变焦位置的适当的电子信号电平可被预先确定和设置在一个或多个查找表中。可选地，模拟电路或电路与一个或多个查找表的组合可生成适当的信号电平。在一个实施方式中，使用多项式确定适当的电子信号电平。沿着多项式的点可被存储在查找表中，或者多项式可通过电路实现。查找表、多项式、和 / 或其他电路可以使用用于变焦位置、聚焦位置、温度、或其他条件的变量。

[0043] 在控制液体之间的表面的曲率半径时还可考虑热效应。多项式或查找表可包括与热效应相关的额外的变量。

[0044] 控制模块 104 可包括用于特定变焦设置或焦距的预置控制。这些设置可由使用者或相机制造商存储。

[0045] 图 6 进一步示出图像捕获模块 106，图像捕获模块 106 接收与外部物体相对应的光学图像。该图像沿着穿过光学系统 102 的光轴被传输至图像捕获模块 106。图像捕获模块 106 可采用不同的形式，诸如胶片（例如生胶片或静止影像胶片），或电子图像检测技术（例如 CCD 阵列、CMOS 装置或视频拾取电路）。光轴可为线状的，或者光轴可包括折叠。

[0046] 图像存储模块 108 将所捕获的图像保存在例如板上存储器或胶片、磁带或磁盘上。在一个实施方式中，存储介质为可移除的（例如闪存、胶片卷、盒式磁带或磁盘）。

[0047] 图像传输模块 110 将所捕获的图像传输至其他装置。例如，图像传输模块 110 可使用一种或多种连接，例如 USB 端口、IEEE 1394 多媒体连接、以太网端口、蓝牙无线连接、IEEE 802.11 无线连接、视频部件连接或 S 视频连接。

[0048] 相机 100 可以以多种方式实施，诸如摄像机、手机相机、数字图像摄像机或胶片摄像机。

[0049] 聚焦和变焦组中的液体单元可用于提供稳定性，如 2008 年 12 月 3 日提交的题为“liquid Optics Image Stabilization(液体光学图像稳定性)”的第 12/327,666 号美国专利申请所描述的，其全部内容通过引用并入本文。通过使用非移动透镜组，折叠可用于减少总体尺寸，如 2008 年 12 月 3 日提交的题为“Liquid Optics with Folds Lens and Imaging

Apparatus(具有折叠透镜的液体光学器件和成像装置)”的第 12/327,651 号美国专利申请所描述的,其全部内容通过引用并入本文。一个或多个移动透镜组可结合一个或多个液体单元使用,如 2008 年 10 月 6 日提交的题为“Liquid Optics Zoom Lens and Imaging Apparatus(液体光学变焦透镜和成像装置)”的第 12/246,224 号美国专利申请所描述,其全部内容通过引用并入本文。

[0050] 应该注意,各种改变和修改对于本领域技术人员而言是显而易见的。这些改变和修改应理解为包含在由所附权利要求限定的本发明的范围内。

[0051] 附录

[0052]

1LZv645z5f3cf20v00s11							
	RDY	THI	RMD	GLA	CCY	TBC	GLC
> OBJ:	无穷	无穷			100	100	
1:	无穷	6.301334			100	100	
2:	30.81375	2.498338	602192.583429		100	100	100
ASP:							
K :	2.229363	KC :	100				
IC :	是	CUF:	0.000000	CCF:	100		
A :	0.171562E-04	B :	0.194705E-07	C :	-2.279501E-09	D :	0.157958E-11
AC :	100	BC :	100	CC :	100	DC :	100
E :	-273823E-14	F :	0.000000E+00	G :	0.000000E+00	H :	0.000000E+00
EC :	100	FC :	100	GC :	100	HC :	100
J :	0.000000E+00						
JC :	100						
GP1: SBSL7_OHARA SPG:			PRC:				
3:	13.50605	15.225035			100	100	
4:	52.98665	2.841018	665375.532651		100	100	100
GP1: SBSL7_OHARA SPG:			PRC:				
5:	-27.58704	0.153974			100	100	
6:	-27.24854	1.000000	846000.238000		100	100	100
GP1: SBSL7_OHARA SPG:			PRC:				
7:	无穷	2.888439	WATER_SPECIAL		100	100	
8:	-14.01714	2.703112	'OIL_C300'		100	100	
9:	无穷	2.332029	603620.582046		100	100	100
GP1: SBSL7_OHARA SPG:			PRC:				
10:	-20.29742	0.125000			100	100	
11:	-21.67887	1.000000	846000.238000		100	100	100
GP1: SBSL7_OHARA SPG:			PRC:				
12:	无穷	2.495010	WATER_SPECIAL		100	100	
13:	-12.95955	2.223744	'OIL_C300'		100	100	
14:	无穷	24.222268	846000.238000		100	100	100
GP1: SBSL7_OHARA SPG:			PRC:				
15:	-34.73788	1.062498			100	100	
16:	-14.24028	3.325697	SBSL7_OHARA		100	100	
17:	310.72426	0.222711			100	100	
STO:	无穷	1.478683			100	100	
19:	-18.09808	1.855650	SBSL7_OHARA		100	100	
ASP:							
K :	0.000000	KC :	100				
IC :	是	CUF:	0.000000	CCF:	100		
A :	-449685E-05	B :	-870614E-07	C :	0.328949E-08	D :	-681321E-10
AC :	100	BC :	100	CC :	100	DC :	100
E :	0.530692E-12	F :	0.000000E+00	G :	0.000000E+00	H :	0.000000E+00
EC :	100	FC :	100	GC :	100	HC :	100
J :	0.000000E+00						
JC :	100						
20:	-12.46003	0.125000			100	100	
21:	30.52766	28.682539	844899.238246		100	100	100
GP1: SBSL7_OHARA SPG:			PRC:				
22:	无穷	4.068557	WATER_SPECIAL		100	100	
23:	11.64471	2.662807	'OIL_C300'		100	100	
24:	无穷	1.000000	846000.238000		100	100	100
GP1: SBSL7_OHARA SPG:			PRC:				
25:	14.85366	0.677715			100	100	
26:	25.41477	1.730566	696795.513445		100	100	100
GP1: SBSL7_OHARA SPG:			PRC:				
27:	无穷	3.883587	WATER_SPECIAL		100	100	
28:	17.85087	2.499385	'OIL_C300'		100	100	
29:	无穷	1.000000	846000.238000		100	100	100
GP1: SBSL7_OHARA SPG:			PRC:				
30:	25.74855	0.125000			100	100	
31:	16.02546	3.436559	600728.584860		100	100	100
GP1: SLAH65_OHARA SPG:			PRC:				
32:	-125.95521	5.353012			100	100	
33:	18.62558	6.799331	504789.723605		100	100	100

[0053] 附录

[0054]

GP1: SLM65_OHARA SPG:			PRC:		
34:	-16.57422	0.439487		100	100
35:	-14.32508	1.000000	718150.277137	100	100
GP1: SBSL7_OHARA SPG:			PRC:		
36:	无穷	1.768546	WATER_SPECIAL	100	100
37:	11.62399	5.206835	'OIL_C300'	100	100
38:	无穷	13.287860	435000.950000	100	100
GP1: SBSL7_OHARA SPG:			PRC:		
39:	-128.41464	1.000011		100	100
40:	无穷	0.000000		100	100
IMG:	无穷	0.000000		100	100

规格数据

FNO	2.65000
DIM	MM
WL	587.56
REF	2
WTW	88
INI	IAN
XRI	0.00000
YRI	0.00000
ZTF	1.00000
VUX	0.00000
VLX	0.00000
VUY	0.00000
VLY	0.00000
POL	N

孔径数据/边缘定义

CA APE	
CIR S2	14.546110
CIR S4	8.300000
CIR S7	7.200000
CIR S15	6.360000
CIR S22	5.630000
CIR S30	7.450000

专用目录

PWL	656.30	589.30	546.10	486.00
'OIL_C300'	1.511500	1.515000	1.518000	1.523800

折射率

玻璃代码	587.56	546.07	486.13
SBSL7_OHARA	1.516330	1.518251	1.521905
WATER_SPECIAL	1.333041	1.334468	1.337129
'OIL_C300'	1.515107	1.518002	1.523784
665375.532651	1.665375	1.668349	1.674098
602192.583429	1.602192	1.604653	1.609374
600728.584860	1.600728	1.603177	1.607874
504789.723605	1.504789	1.506455	1.509590
846000.238000	1.846000	1.854375	1.871385
603620.582046	1.603620	1.606093	1.610837
846000.238000	1.846000	1.854375	1.871385
846000.238000	1.846000	1.854375	1.871385
844899.238246	1.844899	1.853255	1.870225
846000.238000	1.846000	1.854375	1.871385
696795.513445	1.696795	1.700026	1.706285
846000.238000	1.846000	1.854375	1.871385
718150.277137	1.718150	1.724270	1.736582
435000.950000	1.435000	1.436102	1.438080

系统中未定义解决方案**系统中未定义拾取****变焦数据**

POS 1	POS 2	POS 3	POS 4	POS 5	POS 6	POS 7
POS 8	POS 9	POS10	POS11	POS12	POS13	POS14
POS15						

[0055] 附录

[0056]

PNO	2.65000	2.85000	3.25000	4.05000	5.65000	2.65000	2.85000
	3.25000	4.05000	5.65000	2.65000	2.85000	3.25000	4.05000
	5.65000						
VUY F1	-0.3725E-09	-0.3725E-09	0.00306	-0.3725E-09	0.00571	-0.3725E-09	-0.3725E-09
	-0.3725E-09						
	-0.3725E-09						
VLY F1	-0.3725E-09	-0.3725E-09	0.00306	-0.3725E-09	0.00571	-0.3725E-09	-0.3725E-09
	-0.3725E-09						
	-0.3725E-09						
VUY F2	0.05687	0.11392	0.11610	-0.00887	0.00325	0.06742	0.11342
	0.10296	-0.00920	-0.00385	0.07036	0.08675	0.06619	-0.00972
	-0.00539						
VLY F2	-0.08935	-0.05808	-0.03258	-0.01860	0.01090	-0.08457	-0.05603
	-0.03544	-0.01746	-0.00717	-0.08137	-0.05993	-0.03800	-0.01608
	-0.00778						
VUY F3	0.09431	0.16147	0.17223	0.04722	-0.00455	0.10828	0.16289
	0.16114	0.00961	-0.01311	0.11464	0.13844	0.12845	-0.01423
	-0.01721						
VLY F3	-0.28512	-0.17620	-0.09957	-0.04297	0.00810	-0.26913	-0.17074
	-0.10314	-0.04848	-0.01968	-0.25910	-0.18634	-0.11253	-0.04547
	-0.02233						
VUY F4	0.11536	0.18421	0.20312	0.09011	-0.01350	0.13209	0.18804
	0.19354	0.05687	-0.02344	0.14215	0.16421	0.16305	0.03636
	-0.03050						
VLY F4	-0.40247	-0.31156	-0.16022	-0.06680	0.00355	-0.40062	-0.30180
	-0.17902	-0.07624	-0.03317	-0.38667	-0.34030	-0.19662	-0.07031
	-0.03849						
VUY F5	0.32807	0.20118	0.22173	0.11870	-0.02178	0.30003	0.20732
	0.21355	0.08881	-0.03294	0.30036	0.18241	0.18517	0.07093
	-0.04295						
VLY F5	0.16286	-0.27696	-0.10281	-0.01966	0.04267	0.10747	-0.26702
	-0.11582	-0.00517	0.00543	0.10937	-0.08771	-0.14557	0.00273
	-0.05359						
VUX F1	-0.3725E-09	-0.3725E-09	0.00306	-0.3725E-09	0.00571	-0.3725E-09	-0.3725E-09
	-0.3725E-09						
	-0.3725E-09						
VLX F1	-0.3725E-09	-0.3725E-09	0.00306	-0.3725E-09	0.00571	-0.3725E-09	-0.3725E-09
	-0.3725E-09						
	-0.3725E-09						
VUX F2	-0.02841	-0.01622	0.00315	-0.00447	0.00413	-0.02698	-0.01709
	-0.00957	-0.00434	-0.00180	-0.02621	-0.01833	-0.01067	-0.00421
	-0.00216						
VLX F2	-0.02841	-0.01622	0.00315	-0.00447	0.00413	-0.02698	-0.01709
	-0.00957	-0.00434	-0.00180	-0.02621	-0.01833	-0.01067	-0.00421
	-0.00216						
VUX F3	-0.08672	-0.01986	0.00375	-0.01325	0.00103	-0.08201	-0.02004
	-0.01253	-0.01289	-0.00533	-0.07953	-0.05453	-0.03193	-0.01251
	-0.00644						
VLX F3	-0.08672	-0.01986	0.00375	-0.01325	0.00103	-0.08201	-0.02004
	-0.01253	-0.01289	-0.00533	-0.07953	-0.05453	-0.03193	-0.01251
	-0.00644						
VUX F4	-0.10116	-0.02015	0.00526	-0.02275	-0.00231	-0.08676	-0.01941
	-0.01045	-0.02217	-0.00915	-0.08125	-0.05302	-0.05497	-0.02154
	-0.01115						
VLX F4	-0.10116	-0.02015	0.00526	-0.02275	-0.00231	-0.08676	-0.01941
	-0.01045	-0.02217	-0.00915	-0.08125	-0.05302	-0.05497	-0.02154
	-0.01115						
VUX F5	-0.08580	-0.01636	0.00760	-0.03132	-0.00532	-0.07246	-0.01470
	-0.00744	-0.03055	-0.01261	-0.06588	-0.04682	-0.05219	-0.02973
	-0.01551						
VLX F5	-0.08580	-0.01636	0.00760	-0.03132	-0.00532	-0.07246	-0.01470
	-0.00744	-0.03055	-0.01261	-0.06588	-0.04682	-0.05219	-0.02973
	-0.01551						
RSL	DEF						
	DEF						
	DEF						
THI SO	无穷	无穷	无穷	无穷	无穷	1016.00000	1016.00000
	1016.00000	1016.00000	1016.00000	508.00000	508.00000	508.00000	508.00000
THC SO	100	100	100	100	100	100	100

[0057] 附录

[0058]

	100	100	100	100	100	100	100
	100						
RDY S8	-14.01714	-14.28715	64.91944	17.09808	16.64050	-14.78526	-14.55194
	77.15955	16.72454	17.20043	-15.34465	-55.41219	111.69251	16.33673
	17.00916						
CCY S8	100	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100	100
	100						
RDY S13	-12.95955	-28.60812	-20.03033	-37.52630	25.29845	-13.16112	-28.53315
	-20.86367	-61.78397	21.16847	-13.22809	-12.84828	-20.47334	-97.41536
	21.72900						
CCY S13	100	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100	100
	100						
RDY S23	11.64471	11.62348	11.19322	14.22453	-33.45710	11.63668	11.66555
	11.26519	17.53598	-16.74366	11.54512	11.54992	11.37857	17.85647
	-17.54172						
CCY S23	100	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100	100
	100						
RDY S28	17.85087	18.00829	37.32571	-31.84040	-9.46894	17.55296	17.65507
	36.20144	-25.43228	-11.66285	17.80085	18.76337	35.40865	-17.94695
	-11.54073						
CCY S28	100	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100	100
	100						
RDY S37	11.62399	87.54952	-20.78741	-22.46557	-49.96433	12.50696	90.43217
	-26.10040	-183.57265	46.37201	12.58709	30.33206	-89.96323	41.16938
	13.92311						
CCY S37	100	100	100	100	100	100	100
	100	100	100	100	100	100	100
	100						
无穷共轭							
	POS 1	POS 2	POS 3	POS 4	POS 5	POS 6	POS 7
	POS 8	POS 9	POS 10	POS 11	POS 12	POS 13	POS 14
	POS 15						
EFL	9.7576	12.8001	19.2934	28.9913	48.9706	9.9935	12.7983
	16.7781	26.9816	45.3111	10.0894	12.8041	17.5187	28.9951
	40.8973						
BFL	0.0382	0.0750	0.0336	0.0537	-0.0140	-0.0515	-0.0823
	-0.2905	-0.7325	-1.9746	-0.1367	-0.2464	-0.5050	-1.5135
	-3.1099						
FFL	29.6052	28.4003	25.5220	18.0016	-11.5582	29.5975	28.4270
	26.1320	20.9357	2.9442	29.6364	29.4641	27.6024	23.2268
	18.7867						
FNO	2.6500	2.8500	3.2500	4.0500	5.6500	2.6522	2.8483
	3.2362	4.0055	5.4835	2.6542	2.8494	3.2328	3.9794
	5.4925						
AT用的共轭							
RED	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0096	0.0123
	0.0180	0.0279	0.0445	0.0188	0.0238	0.0327	0.0545
	0.0776						
FNO	2.6500	2.8500	3.2500	4.0500	5.6500	2.6500	2.8500
	3.2500	4.0500	5.6500	2.6500	2.8500	3.2500	4.0500
	5.6500						
OBJ DIS	0.158E+14	0.158E+14	0.158E+14	0.158E+14	0.158E+14	1016.0000	1016.0000
	1016.0000	1016.0000	1016.0000	508.0000	508.0000	508.0000	508.0000
	508.0000						
TT	0.158E+14	0.158E+14	0.158E+14	0.158E+14	0.158E+14	1174.7013	1174.7013
	1174.7013	1174.7013	1174.7013	666.7013	666.7013	666.7013	666.7013
	666.7013						
JMG DIS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000						
OAL	158.7013	158.7013	158.7013	158.7013	158.7013	158.7013	158.7013
	158.7013	158.7013	158.7013	158.7013	158.7013	158.7013	158.7013
	158.7013						
近轴像							
HT	5.4637	5.3629	5.3457	5.4244	5.4801	5.4333	5.3773
	5.3545	5.4407	5.4996	5.4435	5.3218	5.3558	5.4563

[0059] 附录

		5.5645					
THI	0.0382	0.0750	0.0336	0.0537	-0.0140	0.0440	0.0745
	0.0479	0.0775	0.0403	0.0526	0.0566	0.0680	0.0691
	0.0651						
ANG	29.2373	22.7323	15.4066	10.5978	6.3851	28.4185	22.7139
	15.8246	10.5088	6.7156	28.1314	22.4249	16.8515	10.4576
	7.5273						
入射光瞳							
DIA	3.6821	4.4913	5.9364	7.1584	8.6674	3.7680	4.4933
	5.8024	7.2355	8.2632	3.8013	4.4935	5.4191	7.2862
	7.4460						
THI	28.6776	29.0249	30.5915	32.2161	33.7579	28.7413	29.0450
	30.5560	32.4615	33.8778	28.7814	29.5664	30.4477	32.6333
	33.8750						
出射光瞳							
DIA	38.7304	92.0441	22.5925	14.5999	9.3663	43.9781	93.0422
	24.6289	18.1938	12.1038	44.8572	562.5216	33.3649	22.4594
	20.1824						
THI	102.6737	-262.2505	-73.3919	-59.0758	-52.9337	116.5857	-265.0953
	-79.9957	-73.6068	-68.3455	118.9234	-1603.1159	-108.3665	-90.8895
	-113.9625						
STO DIA	10.9805	12.3930	13.5504	13.4979	13.4251	11.1220	12.3597
	13.2981	13.1863	12.5895	11.1483	11.8436	12.5320	12.9847
	11.2591						

构造数据

19-Mar-09
LL2v645z5f3cf20v00s11

元件 [0060]	序号	曲率半径		厚度	孔径		
		前	后		前	后	玻璃
		物体	INF		无穷 * 6		
					42.0864		
1	A(1)	13.5060 CC		2.4983	29.0922	23.3208	602.583
				15.2250			
2	52.9866 CX	-27.5870 CX		2.8410	16.6000	15.7802	665.532
				0.1540			
3	-27.2485 CC	INF		1.0000	15.3354	14.4000	846.238
4	INF	-14.0171*1		2.8884	14.4000	14.5442	水
5	-14.0171*1	INF		2.7031	14.5442	14.4526	'OIL_C300'
6	INF	-20.2974 CX		2.3320	14.4526	14.3670	603.582
				0.1250			
7	-21.6789 CC	INF		1.0000	14.2061	14.2023	846.238
8	INF	-12.9596*3		2.4950	14.2023	14.1941	水
9	-12.9596*3	INF		2.2237	14.1941	14.1066	'OIL_C300'
10	INF	-34.7379 CX		24.2223	14.1066	12.7200	846.238
				1.0625			
11	-14.2403 CC	310.7243 CC		3.3257	12.6706	13.5077	SBSL7 Chara
				0.2227			
		孔径光阑			13.5504		
12	A(2)	-12.4600 CX		1.4787			
				1.8557	13.6116	14.1739	SBSL7 Chara
				0.1250			
13	30.5277 CX	INF		28.6025	14.7974	11.2600	844.238
14	INF	11.6447*2		4.0686	11.2600	12.1652	水
15	11.6447*2	INF		2.6628	12.1652	12.1517	'OIL_C300'
16	INF	14.8537 CC		1.0000	12.1517	12.1251	846.238
				0.6777			
17	25.4148 CX	INF		1.7306	12.2445	12.4991	696.513
18	INF	17.8509*4		3.8836	12.4991	14.3149	水
19	17.8509*4	INF		2.4994	14.3149	14.5280	'OIL_C300'
20	INF	25.7485 CC		1.0000	14.5280	14.9000	846.238
				0.1250			
21	16.0255 CX	-125.9552 CX		3.4366	16.1595	16.2138	600.584

[0061] 附录

			5.3530			
22	18.6256 CX	-16.6742 CX	6.7993	16.2911	15.3369	504.723
			0.4395			
23	-14.3251 CC	INF	1.0000	15.1234	15.0653	718.277
24	INF	11.6240*5	1.7685	15.0653	14.9583	水
25	11.6240*5	INF	5.2068	14.9583	14.4228	OIL_C300
26	INF	-128.4146 CX	13.2879	14.4228	11.4185	435.950
			1.0000			
				11.0117		
	图像	像距 =	0.0000			
		INF		11.0117		

- 注意
- 正半径表示曲率中心位于右侧
 - 负半径表示曲率中心位于左侧
 - 尺寸以毫米给出
 - 厚度是到距下一表面的轴向距离
 - 上面所示的图像直径是近轴值
其不是光线追踪值
 - 可以使用其它玻璃供应商，如果
它们的材料在功能上等同于设计所需的程度
联系设计者以获得替代批准

非球面常数

$$[0062] \quad z = \frac{\frac{2}{(CURV)Y}}{1 + (1 - (1+K) (CURV) Y)^{1/2}} + \frac{4}{(A)Y} + \frac{6}{(B)Y} + \frac{8}{(C)Y} + \frac{10}{(D)Y} + \frac{12}{(E)Y} + \frac{14}{(F)Y} + \frac{16}{(G)Y} + \frac{18}{(H)Y} + \frac{20}{(J)Y}$$

非球面	CURV	K E	A F	B G	C H	D J
A(1)	0.03245305	2.229363 -2.73823E-15	1.71562E-05 0.00000E+00	1.94705E-08 0.00000E+00	-2.79501E-10 0.00000E+00	1.57958E-12 0.00000E+00
A(2)	-0.05525449	0.000000 5.30692E-13	-4.49685E-06 0.00000E+00	-8.70614E-08 0.00000E+00	3.28949E-09 0.00000E+00	-6.81321E-11 0.00000E+00

参考波长 = 546.1 NM

光谱区域 = 486.1 - 587.6 NM

* 变焦参数		POS. 1	POS. 2	POS. 3	POS. 4	POS. 5	POS. 6	POS. 7
		POS. 8	POS. 9	POS. 10	POS. 11	POS. 12	POS. 13	POS. 14
		POS.15						
*1	=	-14.0171 77.1596 17.0092	-14.2871 16.7245 17.2004	64.9194 17.2004	17.0981 -15.3446	16.6405 -55.4122	-14.7853 111.6925	-14.5519 16.3367
*2	=	11.6447 11.2652 -17.5417	11.6235 17.5360 -16.7437	11.1932 -11.5451	14.2245 11.5499	-33.4571 11.3786	11.6367 17.8565	11.6655
*3	=	-12.9596 -20.8637 21.7290	-28.6081 -61.7840 21.1685	-20.0303 -13.2281	-37.5263 -13.2281	25.2984 -12.8483	-13.1611 -20.4733	-28.5332 -97.4154

[0063] 附录

[0064]

*4	=	17.8509 36.2014 -11.5407	18.0083 -25.4323 -11.6629	37.3257 -11.6629 17.8009	-31.8404 17.8009 18.7634	-9.4689 18.7634 35.4086	17.5530 35.4086 -17.9469	17.6551 90.4322 -17.9469
*5	=	11.6240 -26.1004 13.9231	87.5495 -183.5726 46.3720	-20.7874 46.3720 12.5871	-22.4656 12.5871 30.3321	-49.9643 30.3321 -89.9632	12.5070 -89.9632 41.1684	
*6	=	INF 1016.0000 508.0000	INF 1016.0000 508.0000	INF 1016.0000 508.0000	INF 508.0000 508.0000	INF 1016.0000 508.0000	1016.0000 1016.0000 508.0000	1016.0000 1016.0000 508.0000

		POS. 1 POS. 8 POS. 15	POS. 2 POS. 9	POS. 3 POS. 10	POS. 4 POS. 11	POS. 5 POS. 12	POS. 6 POS. 13	POS. 7 POS. 14
--	--	-----------------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

无穷共轭

EFL	=	9.7576 18.7781 40.8973	12.8001 28.9816 45.3111	19.2934 10.0894	28.9913 12.8041	48.9706 17.5187	9.9935 28.9951	12.7983
BFL	=	0.0382 -0.2905 -3.1099	0.0750 -0.7325	0.0336 -1.9746	0.0537 -0.1367	-0.0140 -0.2484	-0.0515 -0.5050	-0.0823 -1.5135
FFL	=	29.6052 26.1320 18.7867	28.4003 20.9357	25.5220 2.9442	18.0016 29.6364	-11.5582 29.4641	29.5975 27.6024	28.4270 23.2268
F/NO	=	2.6500 3.2362 5.4925	2.8500 4.0055	3.2500 5.4835	4.0500 2.6542	5.6500 2.8494	2.6522 3.2328	2.8483 3.9794

AT用的共轭 减少	=	0.0000 0.0180 0.0776	0.0000 0.0279 0.0445	0.0000 0.0188	0.0000 0.0238	0.0096 0.0327	0.0123 0.0546
--------------	---	----------------------------	----------------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

有穷 /NO	=	2.6500 3.2500 5.6500	2.8500 4.0500	3.2500 5.6500	4.0500 2.6500	5.6500 2.8500	2.6500 3.2500	2.8500 4.0500
--------	---	----------------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

物体 DIST	=	0.158E+14 0.102E+04 0.508E+03	0.158E+14 0.102E+04	0.158E+14 0.102E+04	0.158E+14 0.508E+03	0.158E+14 0.508E+03	0.102E+04 0.508E+03	0.102E+04 0.508E+03
---------	---	-------------------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------

总的踪迹	=	0.158E+14 0.117E+04 0.667E+03	0.158E+14 0.117E+04	0.158E+14 0.117E+04	0.158E+14 0.667E+03	0.158E+14 0.667E+03	0.117E+04 0.667E+03	0.117E+04 0.667E+03
------	---	-------------------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------

图像 DIST	=	0.0000 0.0000 0.0000						
---------	---	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

OAL	=	158.7013 158.7013 158.7013	158.7013 158.7013 158.7013	158.7013 158.7013 158.7013	158.7013 158.7013 158.7013	158.7013 158.7013 158.7013	158.7013 158.7013 158.7013
-----	---	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

近轴 图像 HT	=	5.4617 5.3545 5.5645	5.3629 5.4407	5.3457 5.4996	5.4244 5.4435	5.4801 5.3218	5.4333 5.3558	5.3773 5.4563
-------------	---	----------------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

图像 DIST	=	0.0382 0.0479 0.0651	0.0750 0.0775	0.0336 0.0403	0.0537 0.0526	-0.0140 0.0566	0.0440 0.0680	0.0745 0.0691
---------	---	----------------------------	------------------	------------------	------------------	-------------------	------------------	------------------

半视场角	=	29.2373 15.8246 7.5273	22.7323 10.5088	15.4866 6.7156	10.5978 28.1314	6.3851 22.4249	28.4185 16.8515	22.7139 10.4576
------	---	------------------------------	--------------------	-------------------	--------------------	-------------------	--------------------	--------------------

入射光瞳 直径	=	3.6821 5.8024 7.4460	4.4913 7.2355	5.9364 8.2632	7.1584 3.8013	8.6674 4.4935	3.7680 5.4191	4.4933 7.2862
------------	---	----------------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

距离	=	28.6776 30.5560 33.8750	29.0249 32.4615	30.5915 33.8778	32.2161 28.7814	33.7579 29.5664	28.7413 30.4477	29.0450 32.6333
----	---	-------------------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

出射光瞳 直径	=	38.7304 24.6289 20.1824	92.0441 18.1938	22.5925 12.1038	14.5999 44.8572	9.3663 562.5216	43.9781 33.3649	93.0422 22.4594
------------	---	-------------------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

[0065] 附录

[0066]

距离	=	102.6737	-262.2505	-73.3919	-59.0758	-52.9337	116.5857	-265.0953
		-79.9957	-73.6068	-68.3455	118.9234	-1603.1159	-108.3665	-90.8895
		-113.9625						
孔径光阑 直径	=	10.9805	12.3930	13.5504	13.4979	13.4251	11.1220	12.3597
		13.2981	13.1863	12.5895	11.1483	11.8436	12.5320	12.9847
		11.2591						

注意 -FFL测量自第一表面

-BFL测量自最后表面

0759660

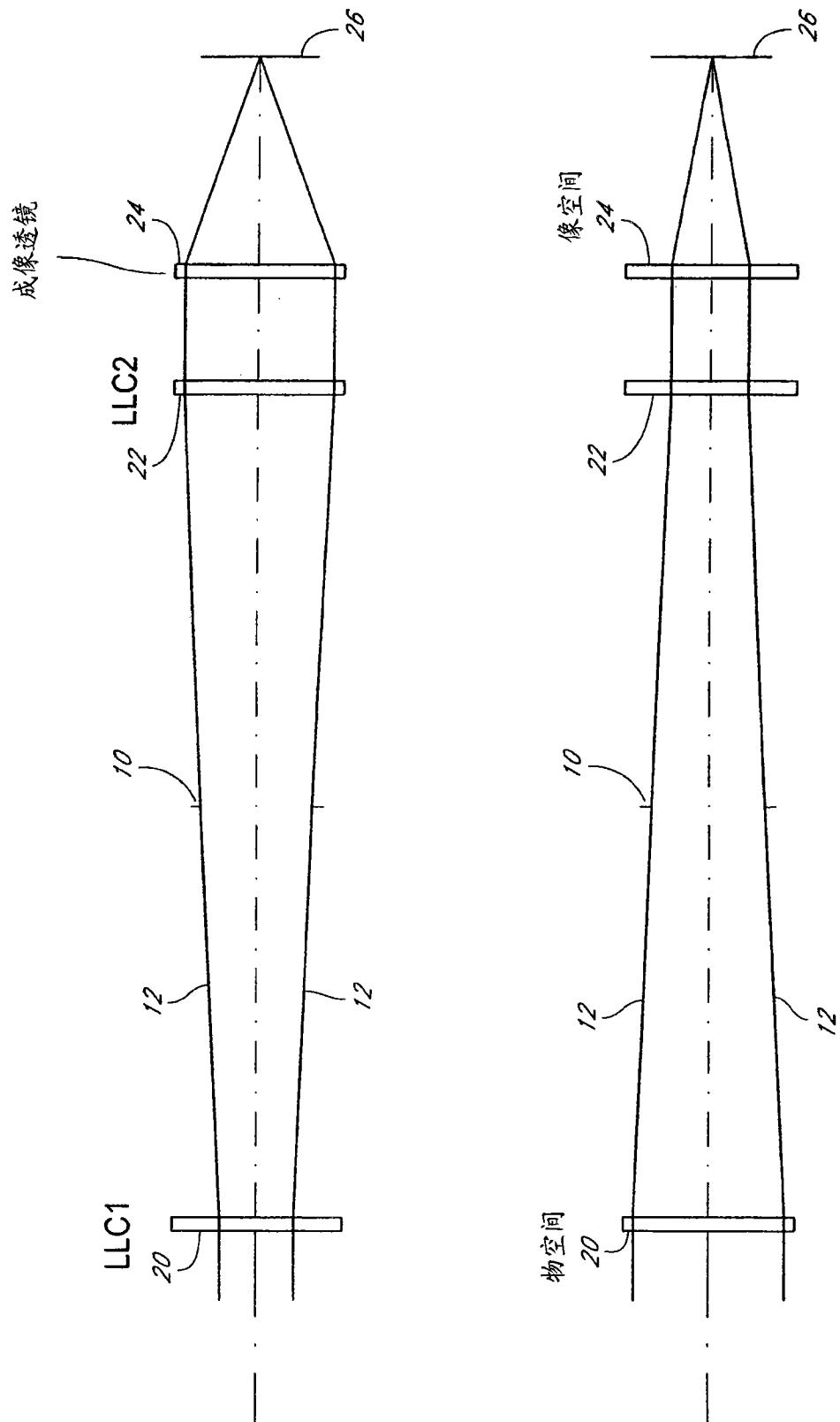


图 1A

图 1B

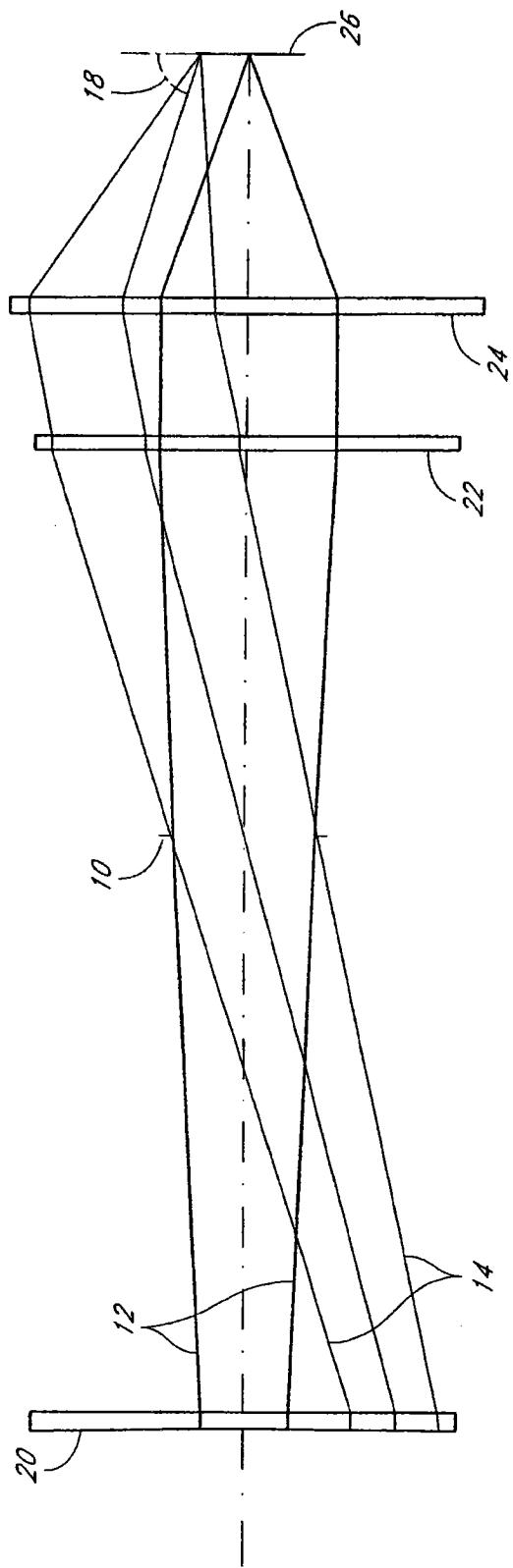


图 2A

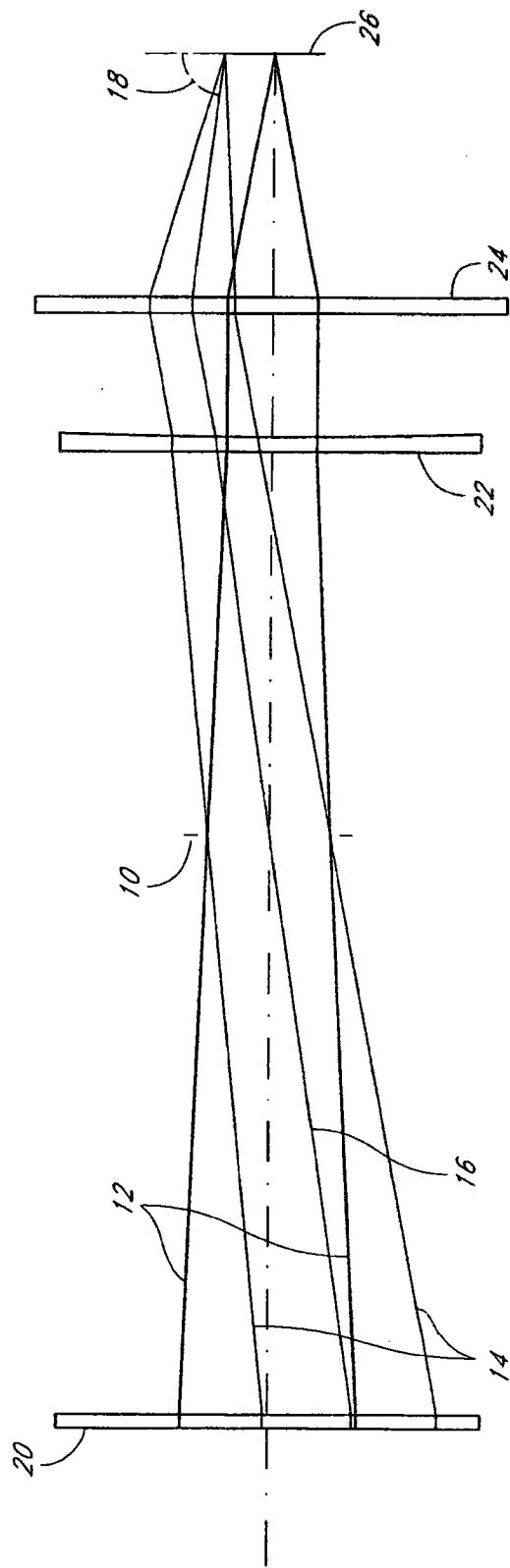


图 2B

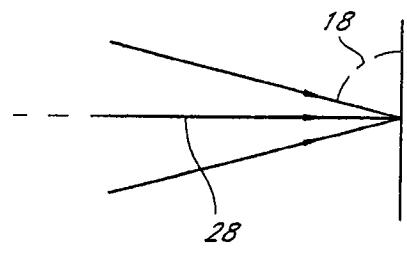


图 3A

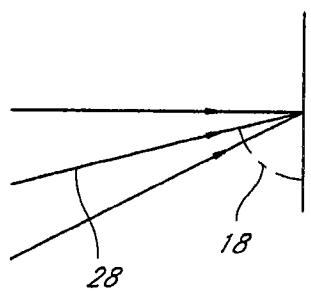


图 3B

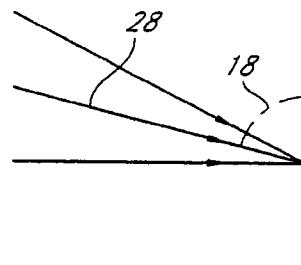


图 3C

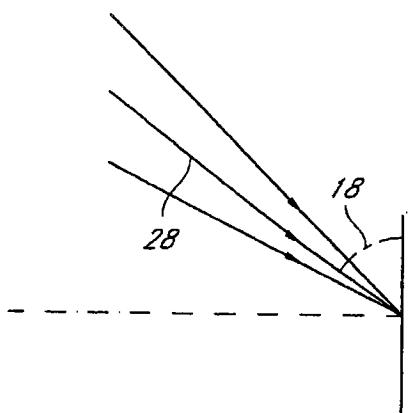


图 3D

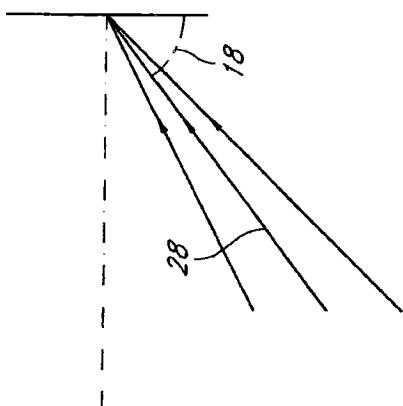
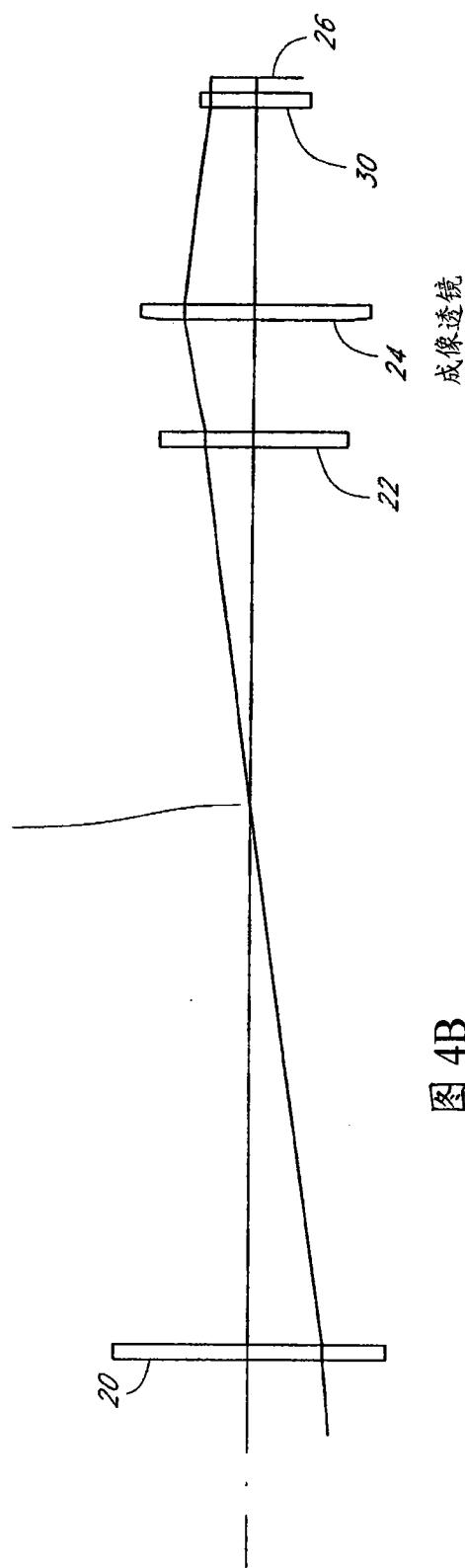
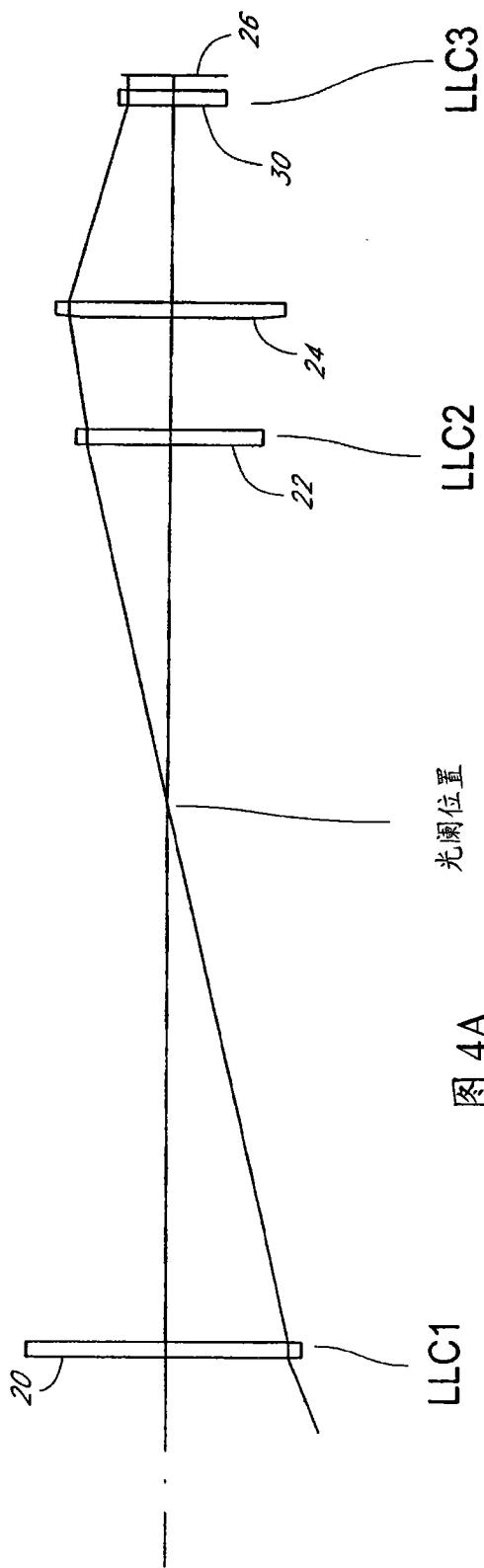


图 3E



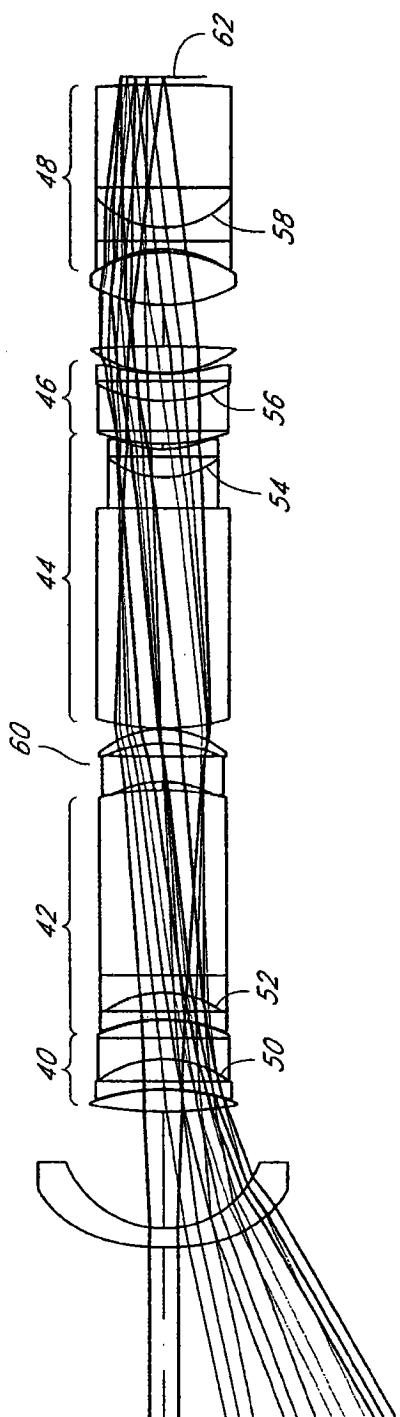


图 5A

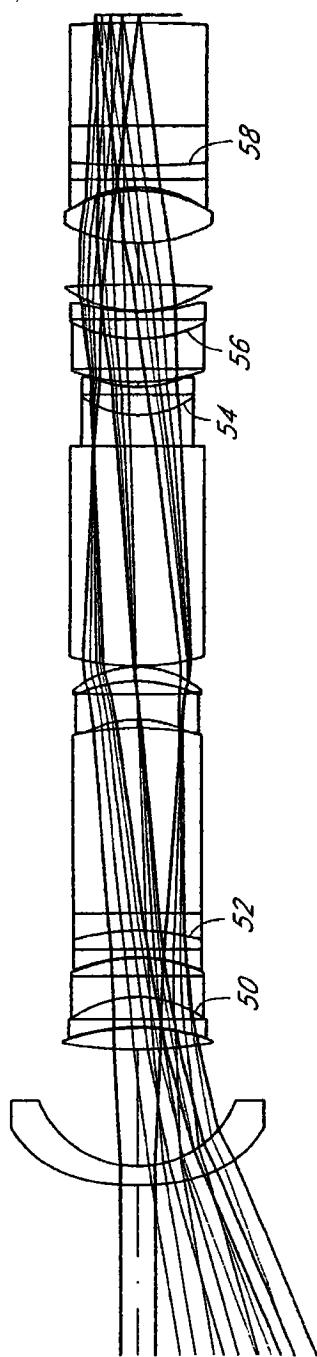


图 5B

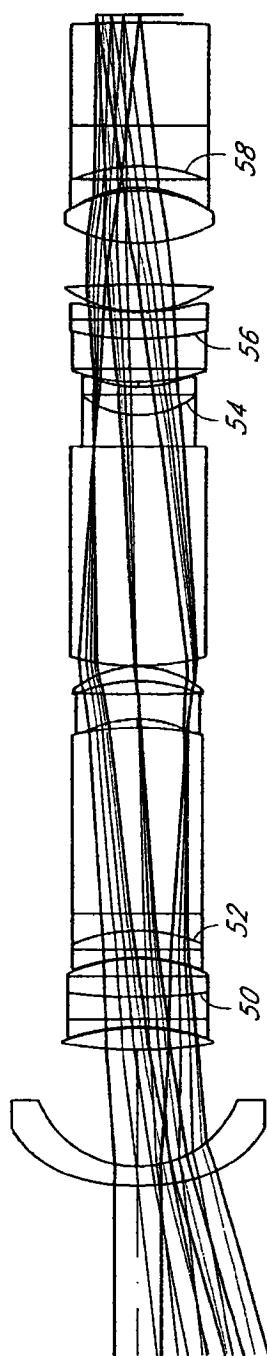


图 5C

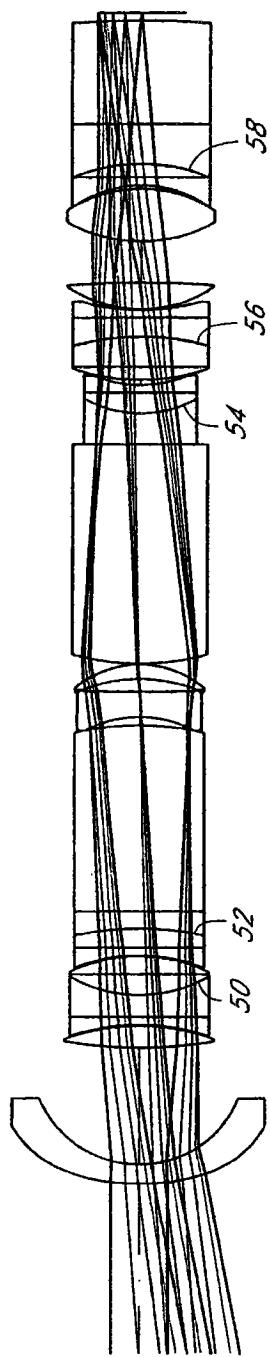


图 5D

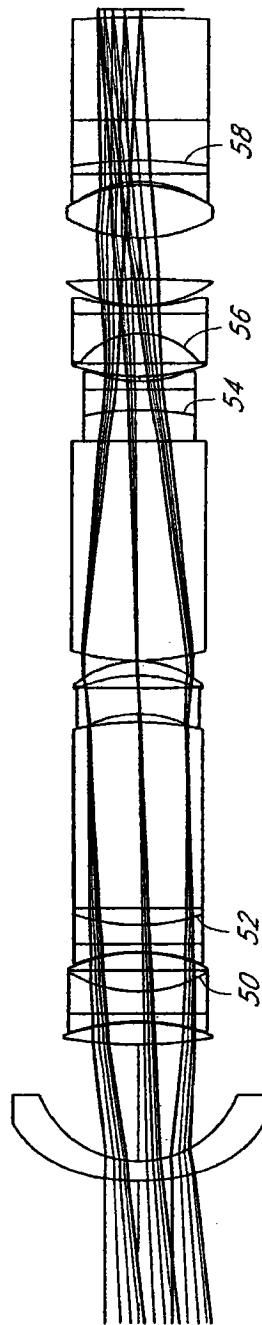
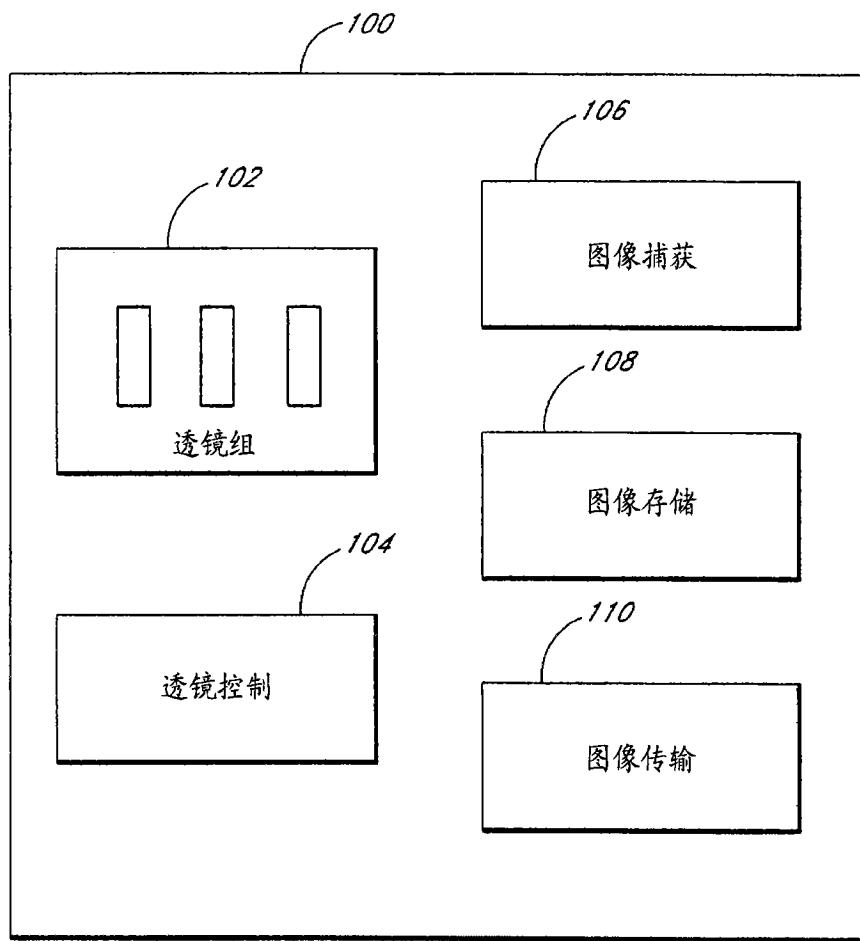


图 5E



相机

图 6