

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02B 26/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03822172.1

[45] 授权公告日 2009年4月29日

[11] 授权公告号 CN 100483176C

[22] 申请日 2003.9.12 [21] 申请号 03822172.1

[30] 优先权

[32] 2002.9.19 [33] EP [31] 02078939.2

[86] 国际申请 PCT/IB2003/003927 2003.9.12

[87] 国际公布 WO2004/027489 英 2004.4.1

[85] 进入国家阶段日期 2005.3.18

[73] 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 B·J·菲恩斯特拉

R·A·哈耶斯 R·M·斯诺伊伦

S·库伊佩

B·H·W·亨德里克斯

A·P·M·范阿伦多克

[56] 参考文献

JP5289006A 1993.11.5

JP2001013306A 2001.1.19

JP2000356751A 2000.12.26

US2001017985A1 2001.8.30

审查员 张春伟

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 吴立明 张志醒

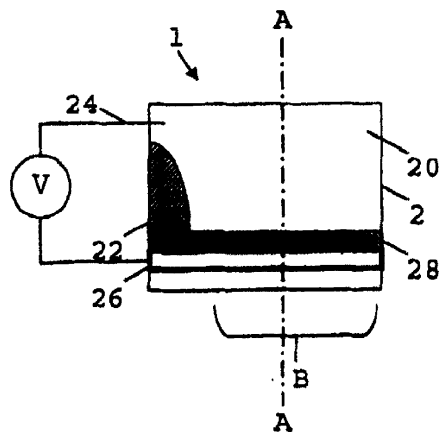
权利要求书4页 说明书14页 附图9页

[54] 发明名称

可切换光学元件

[57] 摘要

本发明描述了一种可切换光学元件，以及该元件的一种制造方法。可切换光学元件(1)包括：包含沿可切换光学元件(1)的光轴(A)彼此相对设置的第一和第二流体(20, 22)的流体腔室(2)。第二流体(22)通过电润湿作用可沿离开光轴(A)的方向运动，产生沿光轴(A)方向透射率可变的可切换光学元件。该可切换光学元件(1)适用于光学衰减器，例如快门、滤光器或光阑，并且在诸如照相机、激光谐振腔、投影仪和用于扫描光学记录载体的装置的应用中，可方便地用于替代机械替换物。



1、一种可切换光学元件，包括：流体腔室（2），其包含沿可切换光学元件的光轴彼此相对设置的第一流体（20）和第二流体（22）；第一电极（24），其与第一流体（20）耦合；以及第二电极（26），其中第二流体（22）设置成响应于施加给第一和第二电极（24，26）的电压横穿光轴而移动，从而改变流体腔室（2）沿光轴方向的透射率。

2、如权利要求1所述的可切换光学元件，其中第二流体（22）为非导电液体，第一流体（20）是极性液体或导电液体。

3、如权利要求1或2所述的可切换光学元件，还包括第一接触层（28），所述第一接触层（28）在第二电极（26）与流体腔室（2）内的第一流体（20）和第二流体（22）之间形成绝缘阻挡层。

4、如权利要求3所述的可切换光学元件，其中所述第一接触层（28）包括的材料相对于第二流体（22）的可润湿性高于相对于第一流体（20）的可润湿性。

5、如权利要求3所述的可切换光学元件，其中所述第一接触层（28）具有非晶含氟聚合物。

6、如权利要求3所述的可切换光学元件，其中所述第一接触层（28）包括通过第一流体（20）而具有第一可润湿性的第一区域，和通过第一流体（20）而具有第二可润湿性的第二区域，第二润湿性高于第一润湿性。

7、如权利要求1所述的可切换光学元件，其中通过电润湿效应引起第二流体（22）的运动。

8、如权利要求7所述的可切换光学元件，其中所述第一接触层（28）包括一个区域，在该区域处第二电极（26）与第一流体（20）和第二流体（22）的间隔减小，以局部增大电润湿效果。

9、如权利要求7或8所述的可切换光学元件，其中所述第一接触层（28）包括伸入流体腔室（2）中的区域，以便局部增大电润湿效果。

10、如权利要求7或8所述的可切换光学元件，其中流体腔室（2）的内部表面具有不均匀性，用于增大响应于施加给第一和第二电极（24，26）的电压的第二流体（22）运动的可再现性。

11、如权利要求7或8所述的可切换光学元件，其中所述可润湿性增大的区域处于可切换光学元件的光轴上。

12、如权利要求 1 或 2 所述的可切换光学元件，其中第二电极(26)包括多个独立可寻址段。

13、如权利要求 12 所述的可切换光学元件，其中所述独立可寻址段设置用于响应于一定范围的施加电压，在第一接触层(28)上产生不同的可润湿性。

14、如权利要求 1 或 2 所述的可切换光学元件，其中第二电极(26)是透明的，且横穿光轴而设置。

15、如权利要求 1 所述的可切换光学元件，还包括：在流体腔室(2)内沿可切换光学元件的光轴相对于第一流体(20)和第二流体(22)设置的第三流体(23)，以及第三电极(26')，其中第三流体(23)设置成响应于施加给第一和第三电极(24, 26')的电压，沿横穿光轴的方向运动，从而改变流体腔室(2)沿光轴的透射率。

16、如权利要求 15 所述的可切换光学元件，还包括在第三电极(26')与流体腔室内的流体之间形成绝缘阻挡层的第二接触层(28')。

17、如权利要求 15 或 16 所述的可切换光学元件，其中第三流体(23)具有与第二流体(22)不同的透射光谱。

18、如权利要求 15 或 16 所述的可切换光学元件，其中当没有电压施加给可切换光学元件时，由第一流体(20)提供的与第一流体接触的流体腔室(2)的内表面具有比由第二流体(22)所提供的更高的可润湿性。

19、如权利要求 1 或 2 所述的可切换光学元件，其中所有所述流体都具有相等的密度。

20、如权利要求 1 或 2 所述的可切换光学元件，其中可切换光学元件是快门、光阑、漫反射器或滤色器其中至少一种。

21、一种包括可切换光学元件的光学装置，其中所述可切换光学元件包括：流体腔室(2)，其包含沿可切换光学元件的光轴彼此相对设置的第一流体(20)和第二流体(22)；第一电极(24)，其与第一流体(20)耦合；以及第二电极(26)，其中第二流体(22)设置成响应于施加给第一和第二电极(24, 26)的电压，横穿光轴而移动，从而改变流体腔室(2)沿光轴方向的透射率。

22、如权利要求 21 所述的光学装置，还包括至少另一个可切换光学元件，其中上述所有的可切换光学元件都被配置成串联或并联，以

便为光学装置提供可切换传输性质。

23、如权利要求 21 或 22 所述的光学装置，还包括透镜。

24、如权利要求 23 所述的光学装置，其中所述透镜与可切换光学元件整体形成。

25、如权利要求 23 所述的光学装置，其中所述透镜为可调节电润湿透镜。

26、如权利要求 21 所述的光学装置，其中所述光学装置包括用于扫描光学记录载体 (62) 的信息层 (64) 的装置 (61)，包括用于产生第一辐射束 (612) 的第一辐射源 (611)，和用于将第一辐射束 (612) 会聚到信息层 (64) 上的物镜系统 (618)，所述可切换光学元件用于控制第一辐射束 (612)。

27、如权利要求 26 所述的光学扫描装置，还包括用于产生波长与第一辐射束不同的第二辐射束的第二辐射源，其中所述物镜系统 (618) 有选择地设置为将第一或第二辐射束会聚到信息层上，并且可切换光学元件还设置用于控制第二辐射束。

28、如权利要求 26 或 27 所述的光学扫描装置，其中所述可切换光学元件结合在物镜系统 (618) 中。

29、一种制造可切换光学元件的方法，所述方法包括以下步骤：提供包括沿可切换光学元件的光轴彼此相对设置的第一流体 (20) 和第二流体 (22) 的流体腔室 (2)；并提供第一电极 (24)，其与第一流体 (20) 耦合，以及第二电极 (26)，其中第二流体 (22) 响应于施加给第一和第二电极 (24, 26) 的电压，横穿光轴而移动，从而改变流体腔室 (2) 沿光轴的透射率。

30、一种光学扫描装置 (61) 的制造方法，该光学扫描装置用于扫描光学记录载体 (62) 的信息层 (64)，所述方法包括以下步骤：提供用于产生第一辐射束 (612) 的第一辐射源 (611)；提供用于将第一辐射束 (612) 会聚到信息层 (64) 上的物镜系统 (618)；以及提供用于控制第一辐射束 (612) 的可切换光学元件 (600)，该方法的特征在于所提供的可切换光学元件 (600) 包括：流体腔室 (2)，其包含沿可切换光学元件 (600) 的光轴彼此相对设置的第一流体 (20) 和第二流体 (22)；第一电极 (24)，其与第一流体 (20) 耦合；以及第二电极 (26)，其中第二流体 (22) 设置成响应于施加给第一和第二电极 (24, 26) 的电压而横穿光轴而移动，从而改变流体腔室 (2)

沿光轴方向的透射率。

可切换光学元件

技术领域

本发明涉及可切换光学元件，和包括可切换光学元件的光学装置。本发明还涉及可切换光学元件的制造方法以及光学扫描装置的制造方法。可切换光学元件特别适合于但不限于用作光学光阑、快门或滤色器。

背景技术

基于机械运动部件的包括快门、光阑等的可切换光学元件是已知的。基于机械运动部件的可切换光学元件具有可在不同光学透射率的预定状态，例如高或低幅度衰减状态之间切换的光学透射性质。然而，机械运动部件相对较大并且制造起来昂贵。此外，机械运动部件易于受到磨损，从而具有有限寿命，且在其寿命期间会发生可靠性问题。

美国专利申请 2001/0017985 描述了一种光学装置，其不需要机械运动部件且具有可在预定状态之间切换的光学透射性质。图 12 和 13 表示装置 100，其包括密封于容器 103 中的基本上不透明的第一流体 101 和基本上透明的第二流体 102。流体不发生混合，并且设置在容器 103 中使其边界 104 形成大致球形表面的截面。利用电毛细现象（电润湿），第一流体 101 与第二流体 102 之间的边界 104 的形状可在图 12 的结构与图 13 的结构之间改变。

在图 12 的结构中，没有电压施加给装置 100，入射在装置 100 上的光被基本不透明的第一流体 101 阻挡。向装置施加电压产生图 13 的结构。在图 13 中，第一流体 101 与第二流体 102 之间的边界 104 成形为使得将第一流体 101 从装置 100 的光路中排除。控制边界 104 的形状，使边界 104 与容器 103 的内部表面接触，迫使第一流体 101 离开接触区域。从而入射在装置 100 上的光不会被第一流体 101 阻挡，装置 100 基本上是透明的。

装置 100 具有若干缺点。首先，装置 100 相对来说是不灵活的，因为接触区域的形状难以控制成除了圆形以外的其他形状。第二，实际上在从导通状态（图 13）变到关断状态（图 12）时，难以使第二流

体 102 与容器 103 的内部表面分离。第二流体 102 在内部表面上的分离与粘附很可能表现出一种非单调转变。

第三，在关断状态下，两种流体之间的界面 104 的弯曲表明在其区域上该装置可能不具有均匀透射性质。第四，由于弯曲表面，光学有效区明显小于装置的实际尺寸。第五，由于两种流体之间的边界 104 通常是弯曲的，流体必须具有基本相等的折射率，以避免在边界处引入透镜效应。其他要求涉及到流体能发生电润湿的性质，并且赋予透射性质所需的可变性。从而，可用在该装置中的流体的范围相对受到限制，并且为了获得工作装置必须在某些性质上作出折衷。

发明内容

本发明优选实施例的一个目的在于提供一种可切换光学元件，其解决了此处提到或者未提到的现有技术的一个或多个问题。另一目的在于提供一种制造这种元件的方法。

第一方面，本发明提供一种可切换光学元件，包括：流体腔室，其包括沿可切换光学元件的光轴彼此相对设置的第一和第二流体；与第一流体耦合的第一电极；以及第二电极，其中第二流体设置成响应于施加给第一和第二电极的电压，大致横穿光轴而运动，从而改变流体腔室沿光轴方向的透射率。

可以将该装置设计成具有非圆形或其他形状的有效区。此外，第二流体无需与流体腔室的内部表面接触以提供透射率的相当大的改变，从而不会发生第二液体与该表面分离的问题。而且，第一与第二流体之间可为大致平面的界面，在元件上产生高度均匀性。这还避免了由于第一与第二流体之间的边界所带来的透镜效应，表明该可切换元件中可使用更宽范围的流体，从而在流体选择时必须进行的折衷可以更少。此外，大致平面的界面使元件较薄。

另一方面，本发明提供包括可切换光学元件的光学装置，其中所述可切换光学元件包括流体腔室，该流体腔室包括沿可切换光学元件的光轴彼此相对设置的第一和第二流体；与第一流体耦合的第一电极；以及第二电极，其中第二流体设置成根据施加给第一和第二电极的电压大致横穿光轴而运动，从而改变流体腔室沿光轴方向的透射率。

又一方面，本发明提供一种可切换光学元件的制造方法，该方法

包括以下步骤：提供包括沿可切换光学元件的光轴彼此相对设置的第一与第二流体的流体腔室；和提供与第一流体耦合的第一电极，以及第二电极，其中第二流体设置成根据施加给第一和第二电极的电压大致横穿光轴而运动，从而改变流体腔室沿光轴的透射率。

再一方面，本发明提供一种光学扫描装置的制造方法，该光学扫描装置用于扫描光学记录载体的信息层，该方法包括以下步骤：提供用于产生第一辐射束的第一辐射源；提供用于将第一辐射束会聚到信息层上的物镜系统；以及提供用于控制第一辐射束的可切换光学元件，该方法的特征在于所提供的可切换光学元件包括：包括沿可切换光学元件的光轴彼此相对设置的第一和第二流体的流体腔室，与第一流体耦合的第一电极，以及第二电极，其中第二流体设置成根据施加给第一和第二电极的电压大致横穿光轴而运动，从而改变流体腔室沿光轴方向的透射率。

根据本发明的一个方面，提供了一种可切换光学元件，包括：流体腔室，其包含沿可切换光学元件的光轴彼此相对设置的第一流体和第二流体；第一电极，其与第一流体耦合；以及第二电极，其中第二流体设置成响应于施加给第一和第二电极的电压横穿光轴而移动，从而改变流体腔室沿光轴方向的透射率。

根据本发明的另一个方面，提供了一种包括可切换光学元件的光学装置，其中所述可切换光学元件包括：流体腔室，其包含沿可切换光学元件的光轴彼此相对设置的第一流体和第二流体；第一电极，其与第一流体耦合；以及第二电极，其中第二流体设置成响应于施加给第一和第二电极的电压，横穿光轴而移动，从而改变流体腔室沿光轴方向的透射率。

根据本发明的另一个方面，提供了一种制造可切换光学元件的方法，所述方法包括以下步骤：提供包括沿可切换光学元件的光轴彼此相对设置的第一流体和第二流体的流体腔室；并提供第一电极，其与第一流体耦合，以及第二电极，其中第二流体响应于施加给第一和第二电极的电压，横穿光轴而移动，从而改变流体腔室沿光轴的透射率。

根据本发明的另一个方面，提供了一种光学扫描装置的制造方法，该光学扫描装置用于扫描光学记录载体的信息层，所述方法包括以下步骤：提供用于产生第一辐射束的第一辐射源；提供用于将第一辐射

束会聚到信息层上的物镜系统；以及提供用于控制第一辐射束的可切换光学元件，该方法的特征在于所提供的可切换光学元件包括：流体腔室，其包含沿可切换光学元件的光轴彼此相对设置的第一流体和第二流体；第一电极，其与第一流体耦合；以及第二电极，其中第二流体设置成响应于施加给第一和第二电极的电压而横穿光轴而移动，从而改变流体腔室沿光轴方向的透射率。

根据附图中给出的优选特征显然可以得出本发明的其他目的和优点。

附图说明

为了更好地理解本发明，并且表示本发明的实施例如何实现，现在将通过例子参照所附示意图，其中：

图 1 表示根据本发明第一优选实施例，处于第一状态的可切换光学元件的侧视图；

图 2 表示图 1 的可切换光学元件处于第二状态时的侧视图；

图 3 表示图 1 的可切换光学元件处于第一状态时的平面图；

图 4 表示图 1 的可切换光学元件处于第二状态时的平面图；

图 5 表示根据本发明第二优选实施例，放置于激光谐振腔内部的可切换光学元件的侧视图；

图 6 表示根据本发明第三优选实施例，放置于对光学记录载体进行扫描的装置内的可切换光学元件的示意侧视图；

图 7 表示根据本发明第四优选实施例，处于第一状态的双可切换光学元件的侧视图；

图 8 表示图 7 的可切换光学元件处于第二状态时的平面图；

图 9 表示根据本发明的实施例，包括两个可切换光学元件的照相机装置的侧视图；

图 10 表示根据本发明第五实施例的可切换光学元件的侧视图；

图 11 表示根据本发明第六实施例的可切换光学元件的侧视图；

图 12 表示处于关断状态的现有技术装置的侧视图；以及

图 13 表示处于导通状态的图 12 装置的侧视图。

具体实施方式

本发明实现了可以克服与图 12 和 13 的装置 100 有关的缺陷，并提供了一种紧凑的、没有机械运动部件、并且能用于多种应用中的可切换光学元件。通过提供一种可切换光学元件，其中将流体设置成大致横穿元件的光轴而运动，可实现多种效果，例如可变孔径光阑、可切换滤色器和快门。现在将描述作为快门的本发明第一实施例的操作。

图 1 表示根据本发明第一优选实施例处于第一状态的可切换光学元件 1 的侧视图。可切换光学元件 1 的光轴平行于线 A-A，并且该装置的有效区延伸到区域 B 上。可切换光学元件 1 包括用以形成快门的流体腔室 2、第一流体 20 和第二流体 22。第一流体 20 和第二流体 22 由基本不溶合的流体组成，并沿光轴彼此相对地置换。第二流体 22 基本上不透明，并且在第一状态下设置在可切换光学元件 1 内，以便在区域 B 上形成连续层，从而防止光在区域 B 处穿过可切换光学元件 1。在第一状态下快门关闭。

图 2 表示可切换光学元件 1 处于第二状态时的侧视图。在第二状态下，第二流体 22 设置成使光可以沿光轴 A-A、并穿过区域 B 透射。在第二状态下，通过将第二流体 22 拉到一侧，并沿着远离且横穿光轴的方向远离区域 B，从而打开快门。

现在将更详细地描述可切换光学元件 1 的操作；特别是将要描述如何使用第二流体 22 将可切换光学元件 1 从第一状态切换到第二状态。

图 1 和 2 中还表示出第一电极 24、第二电极 26 和介电接触层 28。接触层 28 包括处于第二电极 26 与第一流体 20 和第二流体 22 之间的绝缘阻挡层。在可切换光学元件 1 中，第一流体 20 包括极性或导电液体，此处为水；第二流体 22 包括非导电液体，此处为油。油与水基本上不溶合，从而形成不同的第一流体 20 和第二流体 22。油与水选择成具有大致相同的密度，使可切换光学元件 1 相对而言不受到重力和惯性影响。如果元件足够小，则第一与第二流体的密度可以不同。接触层 28 包括具有疏水表面的电绝缘材料。接触层 28 的疏水表面保证可切换光学元件 1 在不工作时处于图 1 中所示的第一状态。

第二电极 26 和接触层 28 处于装置的光路中，从而由基本透明材料制成。例如，第二电极 26 包括一层透明导体氧化铟锡，其在液晶显示领域中是公知的。

可使用其他透光导电层例如 RuO_2 , PEDOT。接触层包括非晶碳氟化合物, 因为这类材料高度疏水, 具有低介电常数, 且具有良好的光学透射率。可使用具有适当性质组合的其他材料, 例如聚酰胺。

第一电极 24 通过与第一流体 20 直接接触而与第一流体 20 耦合。通过在第一电极 24 与第一流体 20 之间形成直接接触, 可保证其间良好的导电接触。然而, 可通过电容耦合将第一电极 24 与第一流体 20 耦合。相反, 第二电极 26 优选与第一流体 20 和第二流体 22 分离。接触层 28 在流体腔室 2 的内部与第二电极 26 之间形成绝缘阻挡层。

通过从电压源 V 向第一电极 24 和第二电极 26 施加电压, 电润湿效应通过水增大了接触层 28 的可润湿性。这是因为水中的自由电荷被第一电极 24 排斥, 并被吸引到第二电极 26, 从而导致水被吸引到第二电极 26。有效地, 第二电极 26 与第一流体 20 容性耦合。如果施加足够大的电压, 迫使水接触到接触层 28, 并且油移动到旁边, 则产生图 2 中所示的第二状态, 其中油移动离开第二光轴和区域 B。从第一电极 24 和第二电极 26 去除电压, 使可切换光学元件 1 返回图 1 的结构。

图 3 和 4 表示图 1 和 2 的可切换光学元件 1 分别处于第一状态和第二状态时的平面图。可以看出, 可切换光学元件 1 包括大致正方形形状, 然而还可以为包括圆形、椭圆形、六边形或不规则形状的其他形状。

可采用多种技术保证油以一种可预测和可再现的方式移动离开光轴。改变流体腔室 2 的内表面的润湿性提供了一种方便的技术, 用于根据所施加的电压控制油移动的方向。

作为油运动的一个例子, 在图 1 和 2 的实施例中, 第二电极 26 分成多个等尺寸的独立可寻址线段, 其在接触层 28 上彼此平行延伸。通过依次向独立可寻址线段施加电压, 可依次增大这些段上接触层 28 的可润湿性, 从而控制触发油运动的位置, 随后控制油跨越接触层 28 移动的方向。当施加电压以便将可切换光学元件 1 从第一状态切换到第二状态时, 在区域 B 上独立可寻址线段可以具有一次连续施加给每一个线段的电压, 而其他线段没有激励。这样就在施以电压的线段下方产生出可润湿性增大的恒定大小的移动区域。

可使用其他电极组合来控制油的运动。例如, 可使用多个独立可寻址同心环形电极, 通过从最内侧开始依次向每一个环形电极施加电

压，来控制离开其共同中心的运动。在另一示例中，可使用具有一个非导电区域的电极或者在接触层下面没有电极的区域。在此情形中，油倾向于聚集在非导电区域上方的区域。利用均匀电极，通过在制造时初始化的运动，或者装置中存在的其他不均匀性，可实现油的运动。

作为另一种通过施加不同电极电压而控制接触层可润湿性的方法，例如通过用水提供具有第一可润湿性的接触层的第一区域，和具有第二更高可润湿性的较小疏水性的第二区域，可改变跨越元件的接触层固有的可润湿性。在此情形中，响应于施加给电极的电压，将从相对较小疏水区域来触发油的运动。

可使流体腔室的内部表面具有不均匀性，以增大对于所施加的电极电压作出响应时第二流体的运动的再现性。

例如通过用疏水或亲水材料涂覆流体腔室的侧壁，使得侧壁与油/水之间界面张力的改变可增大响应于所施加的电极电压在特定方向上油运动的可再现性。此外，可选择壁的可润湿性从而使液-液界面在关断状态下大致为平面，或者具有特定曲率半径（例如以增强光轴附近油置换的触发）。

另外，可使流体腔室的内部表面具有某些几何不均匀性，例如不规则特征，如朝向装置中心延伸的突起。关于装置光轴不对称的特征，也可以提供适当的不均匀性，能增大响应于所施加的电极电压发生的油运动的可再现性。

可使接触层的厚度或介电性质在元件上具有预定分布，以便响应于所施加的电极电压，在不同区域处产生不同电场强度。这样会产生电润湿效果的局部增大。例如，在接触层的较薄区域处，水与第二电极相对更靠近在一起，从而产生更高的电场。由于该区域中增大的可润湿性，所以在更高电场区域处触发油的运动。可使用具有与第二电极接触的第一凹面和与油接触的第二大致平坦表面的接触层。

在此情形中，接触层最薄部分上方的油层首先移动，油运动从这一区域开始进行。

另一种局部增大电润湿效果的技术包括，设置从接触层延伸的突起。突起可以设置成从油层延伸，并且在没有电压施加给电极时直接与水连通。该突起表面对于水的可用性提供给水一个起点，当电压施加给电极时从该起点水可以更易于置换油。此外，在从油层突出的区

域中可用亲水涂层覆盖突起，因为在从油层突出的区域中水使得突起的可润湿性增大，这会增大突起的效果。或者，突起可以设置成当没有电压施加给电极时处于油层下方，并通过减小接触层与水的分隔来提供局部增大电润湿效果。

通过单独或结合使用上述技术，可制造出作为可变孔径光阑的可切换光学元件，使油移动离开光轴上的中央区域。可使用所制造的光阑替代例如激光谐振腔内、光盘记录/再现系统内、或照相机内的机械光阑。

图 5 表示包括第一镜面 51 和第二镜面 52、以及光阑形式的可切换光学元件 53 的激光谐振腔 50。激光腔的输出光束取决于第一镜面 51 和第二镜面 52 的形状、第一镜面 51 与第二镜面 52 的间隔、以及第一镜面 51 与第二镜面 52 之间光路中存在的例如由光阑 53 提供的任何限制。在“Laser beams and resonators”，H. Kogelnik 和 T. Li, Appl. Opt. 5, (1966) 第 1550-1567 页，以及 A. E. Siegman 的书“Lasers”，University Science Books, Mill Valley, California (chapter 19) 中详尽地描述了具有有限孔径的激光谐振器。为了能将特定激光源用于多种应用中，希望改变第一镜面 51 和第二镜面 52、和/或光阑 53，以便能调谐腔内的谐振模式，从而调节输出光束。然而，通过调节镜面和/或光阑来实现可调谐激光腔的传统机械方法昂贵、笨重且不可靠。通过使用根据本发明实施例的光阑 53，可电控制腔内的模式结构而不依赖机械移动部件。

所述可切换光阑的另一种应用为用在用于扫描光学记录载体 62 的装置 61 中。图 6 表示用于扫描光学记录载体 62 的装置 61，包括物镜 618。记录载体包括透明层 63，在其一侧上设有信息层 64。通过保护层 65 使信息层背离透明层的一侧不受环境影响。透明层面对装置的一侧称作进入面 66。透明层 63 通过为信息层提供机械支撑，起到记录载体的基底的作用。

或者，透明层可具有保护信息层的唯一功能，而由设置在信息层另一侧上的层，例如通过保护层 65 或者与信息层 64 连接的另一信息层及透明层来提供机械支撑。

信息可以以排列成大致平行、同心或螺旋轨道（图中没有示出）的光学可检测标记的形式存储到记录载体的信息层 64 中。标记可以为

任何光学可读形式，例如凹坑形式，或者反射系数或磁化方向与其周围不同的区域的形式，或者这些形式的组合。

扫描装置 61 包括可发射辐射束 612 的辐射源 611。辐射源可以为半导体激光器。分束器 613 朝向准直透镜 614 反射发散的辐射束 612，其将发散光束 612 会聚成准直光束 615。准直光束 615 入射到包括根据本发明实施例的可变孔径光阑 600 的物镜系统 618 上。

物镜系统可包括一个或多个透镜和/或光栅。物镜系统 618 具有光轴 619。物镜系统 618 将光束 17 变成会聚光束 620，入射到记录载体 62 的进入面 66 上。物镜系统具有适应于辐射束通过透明层 63 的厚度方向而穿过的球面像差校正。会聚光束 620 在信息层 64 上形成光斑 621。被信息层 64 反射的辐射形成发散光束 622，通过物镜系统 618 变成大致准直的光束 623，并随后通过准直透镜 614 变成会聚光束 624。分束器 613 通过朝向检测系统 625 透射至少一部分会聚光束 624，分离前向光束和反射光束。检测系统捕获辐射，并将其转换成电输出信号 626。信号处理器 627 将这些输出信号转换成各种其他信号。

其中一个信号为信息信号 628，其数值表示从信息层 64 读出的信息。信息处理单元对信息信号进行处理以便进行误差校正 629。来自信号处理器 627 的其他信号为聚焦误差信号和径向误差信号 630。聚焦误差信号表示光斑 621 与信息层 64 之间在高度上的轴向差异。径向误差信号表示光斑 612 与光斑跟随的信息层中轨道中心之间的、在信息层 64 平面中的距离。聚焦误差信号和径向误差信号馈入伺服电路 631，伺服电路 631 将这些信号转变成伺服控制信号 632，用于分别控制聚焦激励器和径向激励器。图中没有表示出激励器。聚焦激励器控制物镜系统 618 在聚焦方向 633 的位置，从而控制光斑 621 的实际位置，使其基本上与信息层 64 的平面重合。径向激励器控制物镜 618 在径向方向 634 的位置，从而控制光斑 621 的径向位置，使其基本上与信息层 64 中所跟随的轨道中线重合。图中的轨道沿垂直于图平面的方向延伸。

在该特定实施例中，图 6 的装置还适于扫描比记录载体 62 具有更厚透明层的第二种记录载体。该装置使用具有不同波长的辐射光束扫描第二种记录载体。装置 61 中包括与第二种记录载体有关的第二辐射源。在该优选实施例中，辐射源 611 包括 CD 激光器和 DVD 激光器，从而该装置能扫描 CD 和 DVD 光盘，并且还能在适当的 CD 和 DVD 光盘上

记录。

读出 CD 光盘的光束所需的数值孔径 (NA) 一般为 0.45, 而读出 DVD 光盘所需的 NA 为 0.65。通过将可切换光阑 600 引入装置 61 的光路中用于扫描物镜系统 618 处的光学记录载体, 可将光束 NA 变成适合 CD 和 DVD 光盘这两种格式。

除了光阑 600 进行切换以将光束 NA 调节成适于要再现的记录介质以外, 在再现与记录模式之间切换时还可使用光阑改变光束的 NA。在写入时, 为了在光盘信息层上的光斑中产生高峰值功率, 优选通过比读出光盘时稍高的 NA 将光束聚焦到光盘上。用光盘上光斑的中心峰值将标记写到光盘上, 光斑的旁瓣不包含足以改变记录介质状态的能量。结果, 使光斑的旁瓣对于光盘倾斜更加敏感的更高的 NA, 在记录时没有任何问题。相反, 在读出过程中, 优选产生高边缘强度和非常小的旁瓣, 以防止旁瓣反射产生串扰。从而, 为了读出, 优选比写入状态更低的 NA。可使用光阑 600 使光束分布与记录或读出要求匹配。同样产生光束 NA 的改变, 可使用根据本发明优选实施例的可切换光学元件, 来改变记录与读出模式之间的光束形状。如上所述, 通常使记录光束形成高峰值强度的形状。然而, 为了进行读出, 重要的是减小相邻轨道之间的串扰。在有些情况下可使用椭圆形或其他非圆形对称光束形状, 通过改变可切换光学元件的孔径形状引入光束整形。

尽管将光学信息存储系统描述成具有 CD 和 DVD 能力, 然而可切换光学元件同样可用于具有其他信息存储格式, 如蓝光光盘的系统。

适合用作第二流体的油包括矿物油, 例如硅油。可调节所选择的油的光学透射性质, 以通过向油中添加适当量的染料或颜料而产生某种效果。通过选择添加到油中的染料的数量和种类, 可获得不同光学效果。例如, 为了获得上述快门或光阑, 通过添加黑色染料使油基本上不透明。或者, 可加入彩色染料以便产生可切换滤光器效果。作为另一个例子, 可将光散射粒子加入油中以产生可切换漫反射滤光器。可以设想, 可使用具有固有颜色或光散射效应的油取代经过染色或其他处理的无色油, 以产生光学透射率的所需改变, 应当理解, 可切换光学元件可工作于可见光谱外部, 对于例如电磁光谱的 UV 或 IR 部分是有效的。可切换滤光器的应用包括用于照相机和摄像机, 其中可使用青色滤光器在日光灵敏度与夜光灵敏度之间切换, 或者用于通过时

序投影而重叠不同彩色图像的视频投影系统。

图 7 表示包括双滤色器的可切换光学元件 7。双滤色器包括两个元件，每个设置为大致如参照本发明第一实施例所描述的那样起作用，但被包围在单个流体腔室中，它们之间没有固体分隔边界。通过在单个可切换光学元件中结合两个滤色器，可减小尺寸。

流体腔室 2 包括第一流体 20、作为第一滤色器的第二流体 22、以及作为第二滤色器的第三流体 23。第一流体 20、第二流体 22 和第三流体 23 沿光轴彼此相对置换。第一电极 24 与第一流体 20 接触，并且为第一与第二滤色器所共有。

为了获得双滤色器效果，选择第二与第三流体的透射率为不同的。例如，第二流体 22 被着色成青色，且在第一状态下设置在可切换光学元件 1 内以形成跨越区域 B 的连续层，从而过滤在区域 B 处穿过可切换光学元件 1 的光。例如，第三流体 23 被着色成品红，且在第一状态下设置在可切换光学元件 1 中，以形成跨越区域 B 的连续层，从而过滤在区域 B 处穿过可切换光学元件 1 的光。流体腔室 2 内所有液体的密度选择成大致相等，在可切换光学元件 4 受到重力和惯性载荷时提供了稳定性。如果系统足够小，则第一与第二流体的密度可不同。

通过在公共的第一电极 24 与第二电极 26 和/或第一与第二滤色器的第三电极 26' 上施加适当电压，可以产生双滤色器，其中由第二流体 22 和第三流体 23 组成的滤色层中的任一或两者可以切换到元件光路外部。第三电极 26' 通过第二接触层 28' 与流体腔室内的流体分隔开。第二接触层 28' 在第三电极 26' 与第一流体 20、第二流体 22 和第三流体 23 之间形成绝缘层。可改变第一和第二滤色器的第二电极 26 和第三电极 26'，或者第一和第二滤色器的其他性质，使其每一个对于所施加的电压作出不同响应，可以产生一定范围的效果。下面有关图 10 和 11 的描述给出更多细节。

图 8 表示当电压施加给第一电极 24、第二电极 26 和第三电极 26' 时可切换光学元件 4 的平面图。第二电极 26 和第三电极 26' 每个均包括多个独立可寻址的线电极，然而第二电极 26 的线大致彼此垂直地排列，从而第二流体 22 和第三流体 23 可沿不同方向移动离开光轴。可使用其他电极结构来提供不同的效果。

在关断状态下流体腔与水接触的内壁是充分亲水的。通过这种方

式水保持在两个油体之间，且阻止油体移动离开元件末端。

图 9 表示包括两个可切换光学元件的照相机 9。设置光阑 91 和快门 92，并且可以用于控制照相机 94 内的 CCD 93 或其他光探测器对光的接收。使用根据本发明实施例的光阑 91 和快门 92，允许光阑 91 与快门 92 彼此非常靠近地设置。这有利于制造出紧凑型装置。此外，通过保证快门 92 靠近光阑 91 设置，使快门 92 的所需开口直径最小。这有利于随着快门 92 尺寸的减小而缩短快门 92 的最小开关时间。

在明亮环境下，减小光阑开口的直径，且需要较快的快门速度。如上所述，随着所需快门开口尺寸的减小，当快门 92 靠近光阑设置时更易于实现较快的快门速度。在低照明环境下，光阑开口的直径增大。然而，在低照明环境下还需要具有长曝光时间，从而所需快门开口增大的尺寸增大和引起的较慢开关可以相适应。

在打开和关闭快门 92 的同时通过动态改变光阑开口的尺寸，可获得不同的光学效果。

图 10 表示结合在单个装置中的可切换滤色器和光阑的侧视图。此外通过将多个元件结合在一个组中，也减小了尺寸，减小了穿过装置的光所必须通过的边界数量。由于每个边界代表一次可能的反射损耗，因此减少边界数量是有益的。另外，与制造两个提供相同功能的分离元件的成本相比，与制造双元件有关的制造成本减少。

可以进一步集成其他元件，例如参见图 11 中所示的光学装置 11。光学装置 11 包括透镜和可切换光学元件。例如图 11 中所示的透镜是可调节的，然而，与可切换光学元件整体形成的电润湿透镜、其他固定或可调节透镜可以与可切换光学元件耦合。

并且，图 11 装置的第一电极 24 和第二电极 26 进一步包括透镜调节电极 27 和第三流体 23。第一流体 20 与第三流体 23 是基本透明的，并且沿曲面 25 相遇。由第一流体 20 与第三流体 23 的第二接触层 28' 的可润湿性决定了休息时表面 25 的曲率。

通过在第一与第二电极之间施加电压 V_1 ，可如上所述改变第二流体 22 的位置，产生光阑效果。通过在第一电极 24 与透镜调节电极 27 之间施加电压 V_2 ，可改变第一流体与第三流体之间的界面 25 的形状，以提供功率可调节的透镜。

尽管此处提到第一流体为水，然而应当理解该术语包含一定范围

的充分极性和/或导电流体。可使用除水和油以外的流体系统来提供适当的电润湿效果，实际上其中一种流体可包括气体或蒸汽而非液体。在油和水示例中，水中可包括电解质如氯化钠，以便能对装置进行电学测量。

为了简化制造，接触层可包括处于衬底顶部的疏水表面涂层。可将衬底形成为所需形状，并且可将疏水表面涂层涂覆到其上。使用这种技术可使制造接触层所需的疏水材料的量最少，其是有利的，因为适当疏水材料倾向于相对昂贵。用作接触层的适当疏水材料或者接触层的疏水表面涂层包括非晶含氟聚合物。

与机械装置相比，为了实现相同效果，根据本发明实施例的可切换光学元件可制造得相对紧凑。并且由于紧凑的直径，还可以将可切换光学元件制造得在光轴方向非常薄。目前可制造出的实际装置其直径为 $500\mu\text{m}$ 那样小，高达厘米量级的一定范围的较大装置也是可能的。

当直径很小时，可控制可切换光学元件以产生 10ms 量级的切换时间。

如前面所述，为了增大可切换光学元件对于重力、旋转或震动载荷的抵抗力，可使油与水的密度相匹配。在相对较小的系统中，可切换光学元件中表面和界面张力趋于支配惯性力，使装置相对稳定。试验检验表明，直径小于大约 5mm 的装置对于一定范围的第一和第二流体而言是足够稳定的。对于更大装置，第一与第二流体的密度实现紧密匹配就变得更加重要。为了对水的密度提供一定程度的微调，可以将可变数量的甲醇或其密度与纯水不同的其他水溶性流体与水混合。由此，可精确改变水的密度，以便产生与油密度的良好匹配。

还可以通过混合不同密度的油来与其他液体的密度相匹配，从而实现密度匹配。

此外此处描述了根据本发明的可切换光学元件的应用，本领域技术人员可想到使用可切换光学元件的其他光学装置。此外，可使用串联或并联的多个可切换光学元件，以便为光学装置提供可切换传输性质。

例如，可将可切换红、绿和蓝滤色器组合到时序重叠投影仪或其他显示装置中。

图 7 的双滤色器实施例包括包含两个可变性质的可切换光学元件

的例子。显然，可变性质的所有其他组合，例如快门与滤色器、快门与光阑、滤色器与光阑等也是可能的。此外，在包括可变透镜的图 11 的实施例中，可切换光学元件也可以具有所述的任何可变性质。

所述可切换光学元件具有优于现有已知装置和技术的多个优点。还详细描述了该装置，并提供了这一技术特别适用的若干应用。

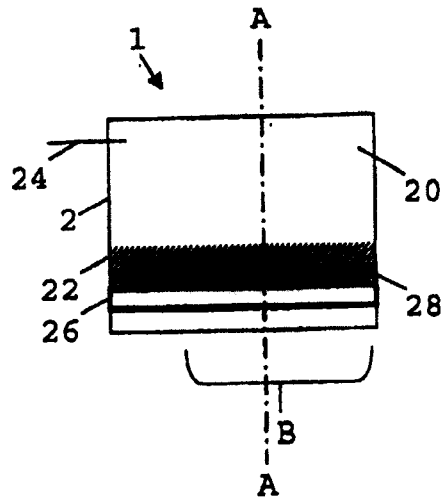


图 1

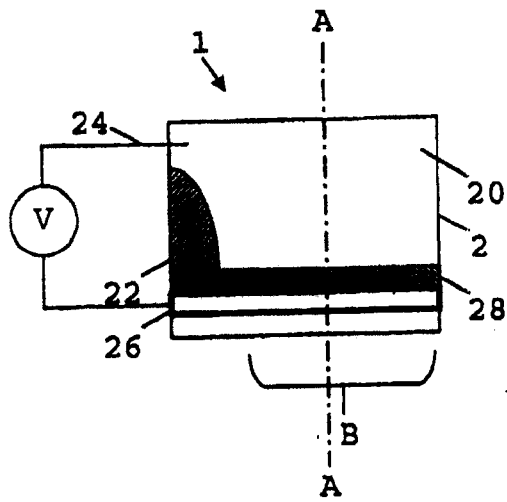


图 2

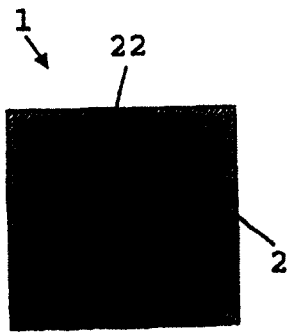


图 3

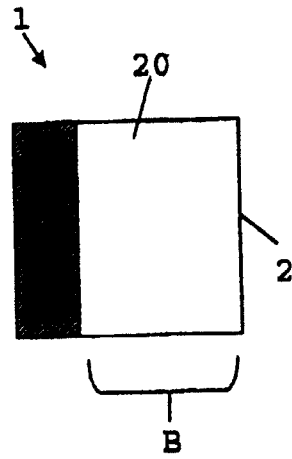


图 4

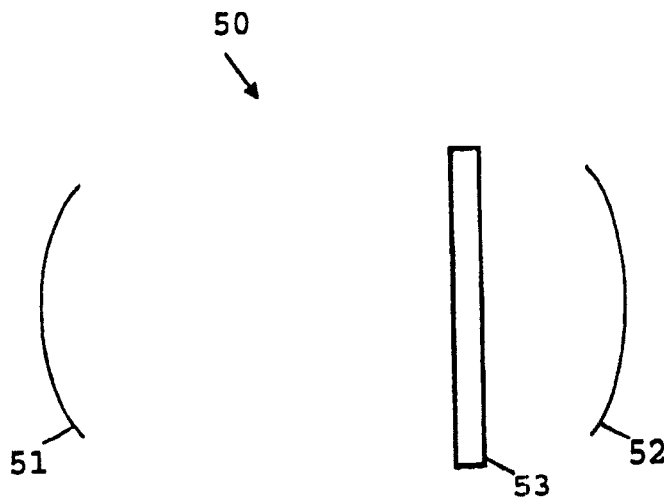


图 5

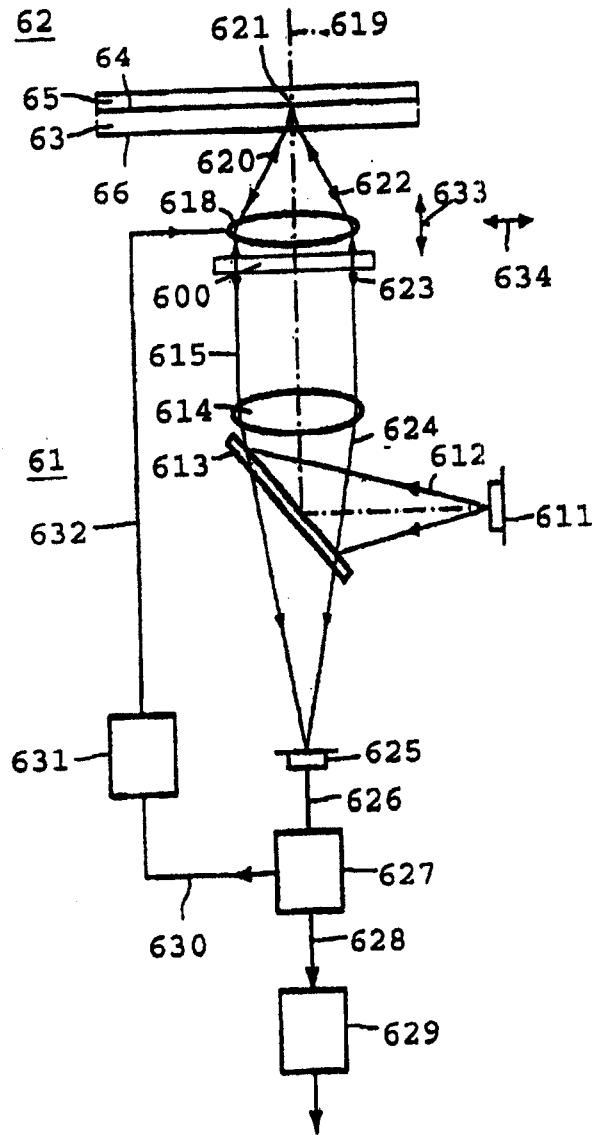


图 6

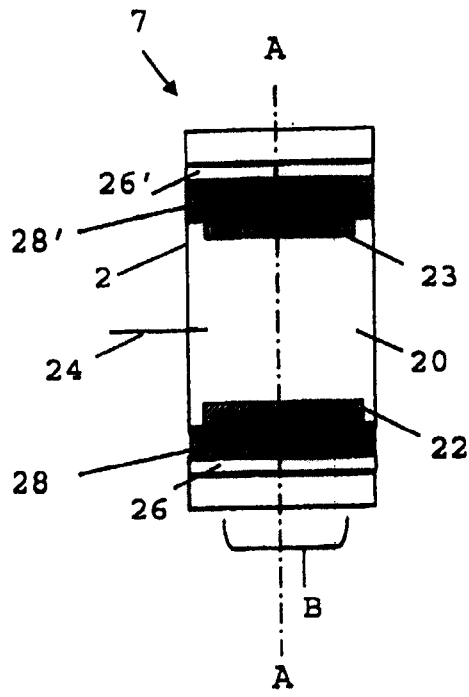


图 7

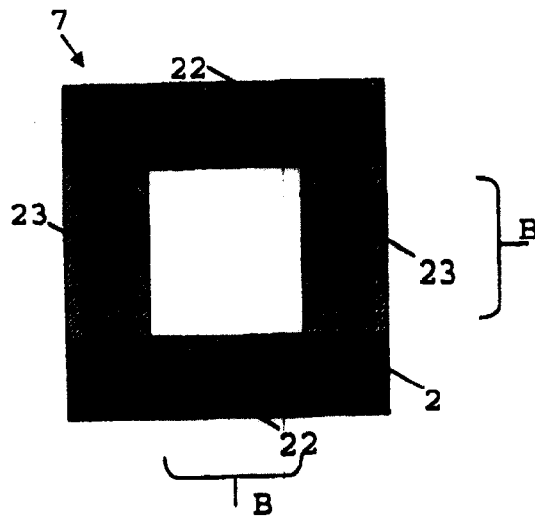


图 8

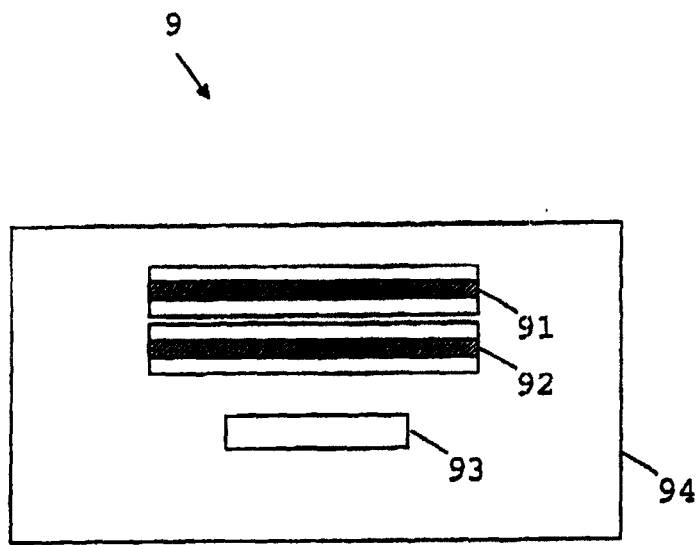


图 9

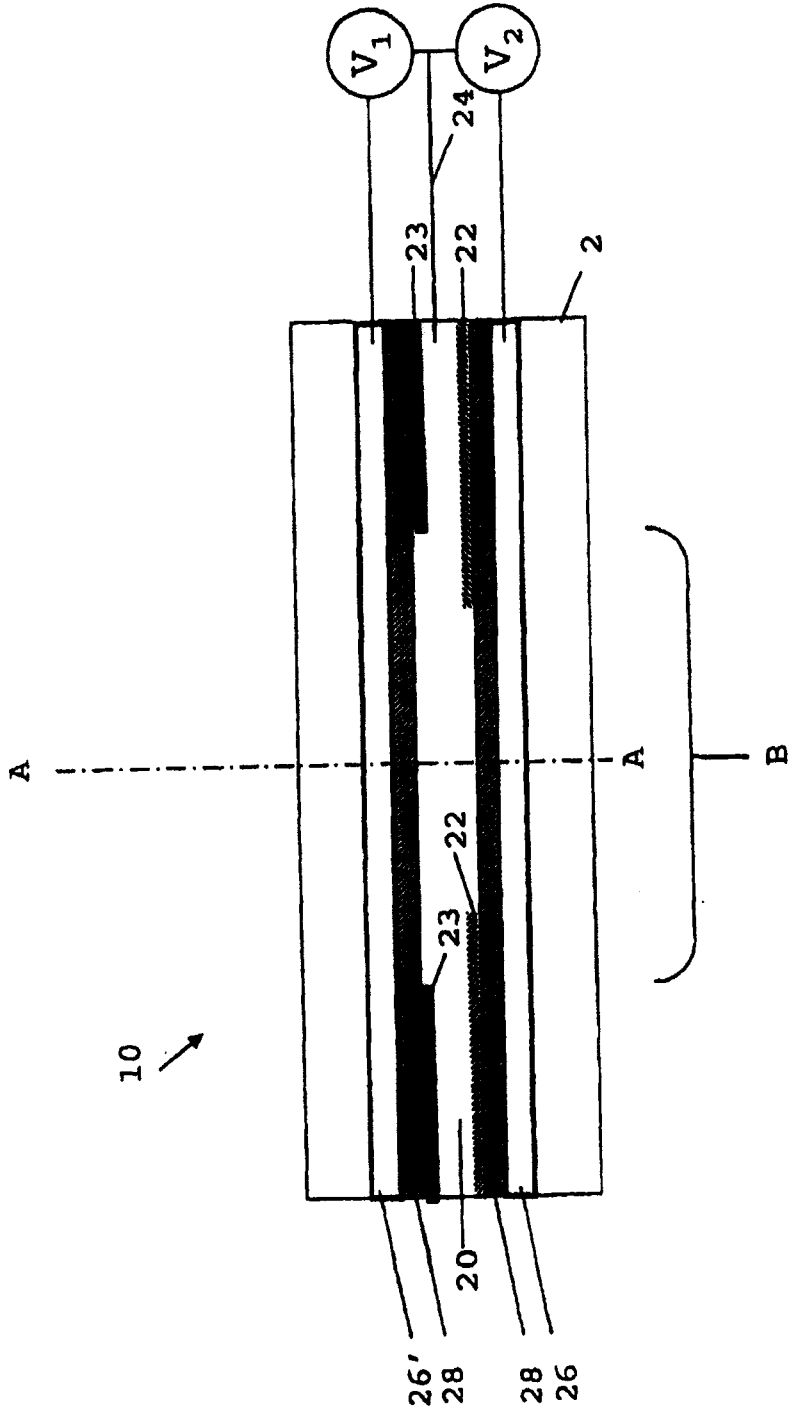


图 10

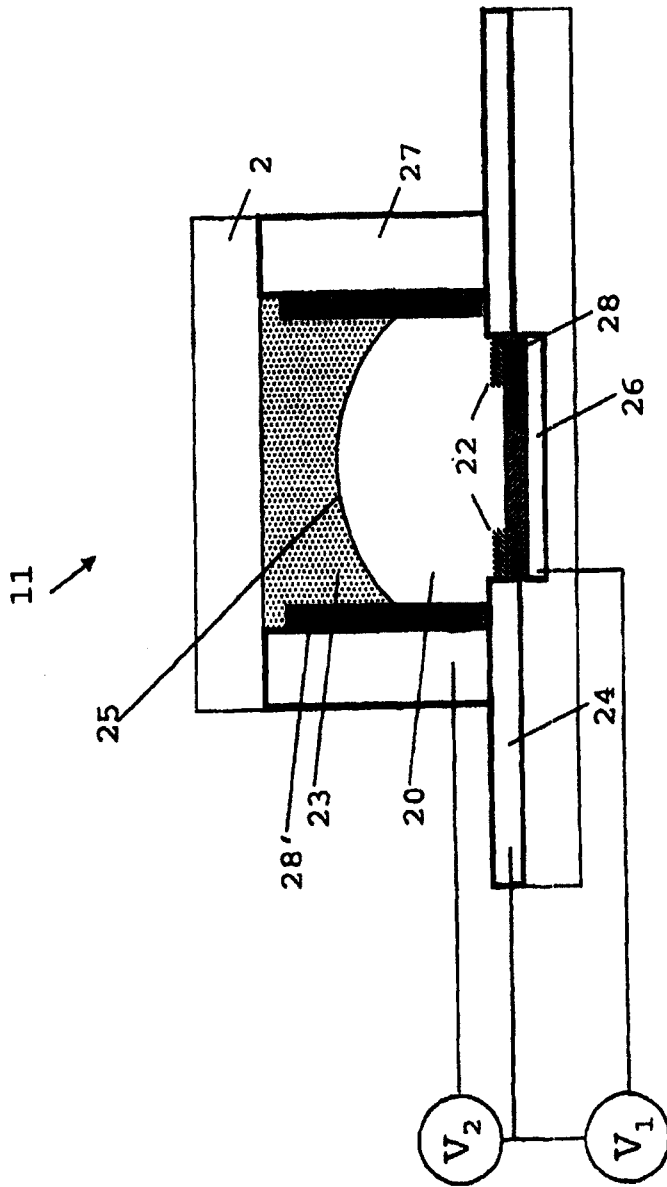


图 11

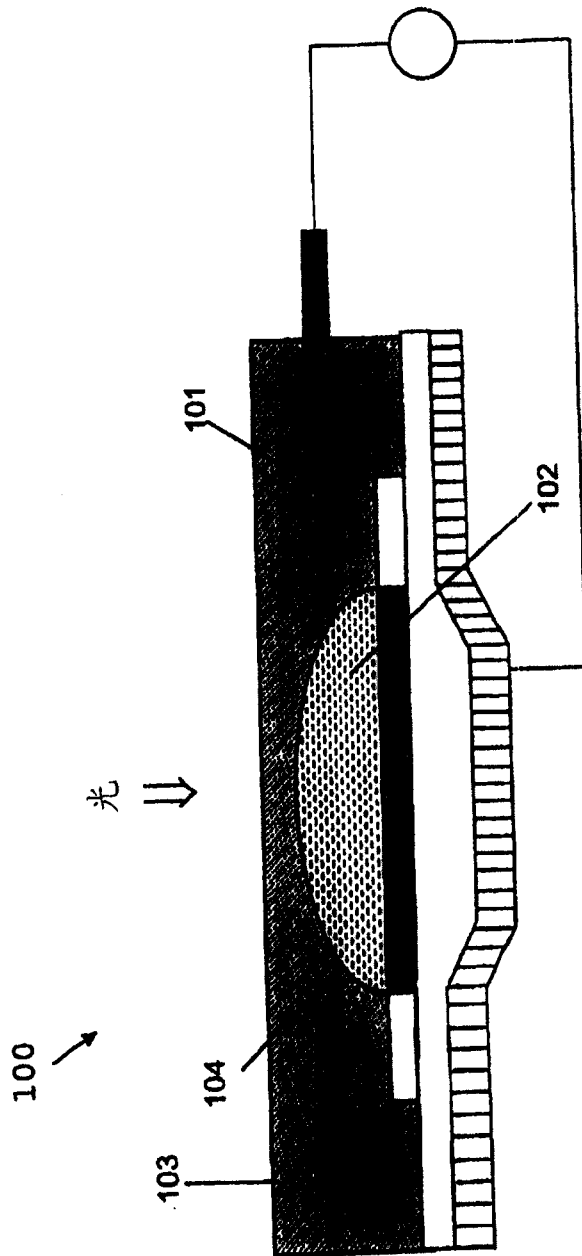


图 12

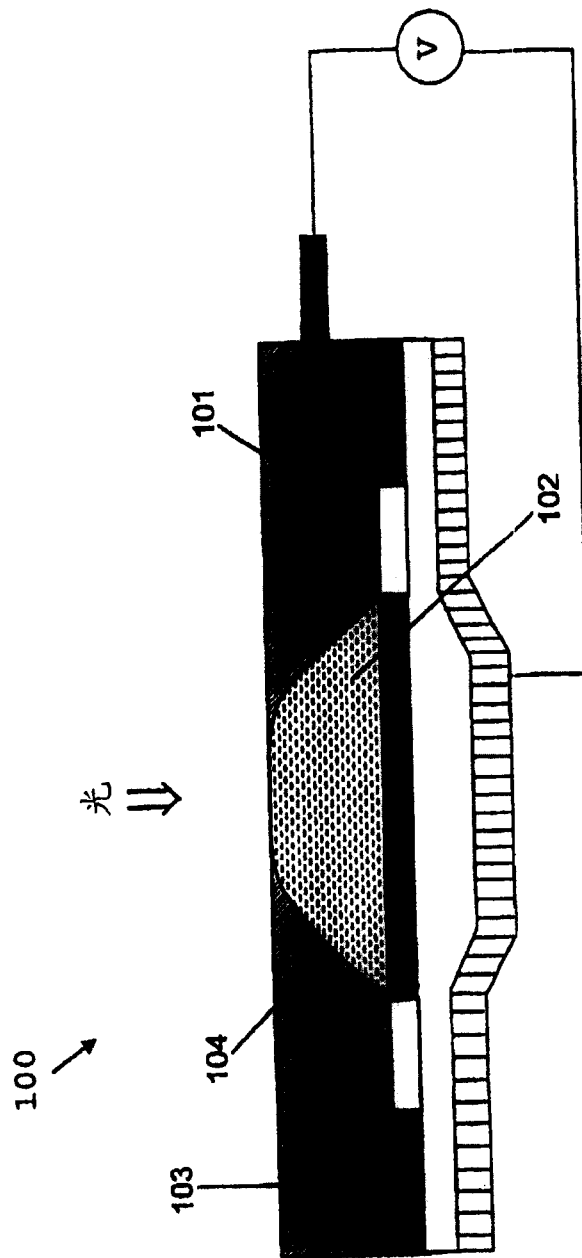


图 13