

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 3/14 (2006.01)

G02B 3/08 (2006.01)

G02B 26/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480020161.1

[43] 公开日 2006年8月23日

[11] 公开号 CN 1823283A

[22] 申请日 2004.7.7

[21] 申请号 200480020161.1

[30] 优先权

[32] 2003.7.14 [33] EP [31] 03102138.9

[86] 国际申请 PCT/IB2004/051154 2004.7.7

[87] 国际公布 WO2005/006029 英 2005.1.20

[85] 进入国家阶段日期 2006.1.13

[71] 申请人 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 S·库伊佩 B·J·菲恩斯特拉

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 龚海军 张志醒

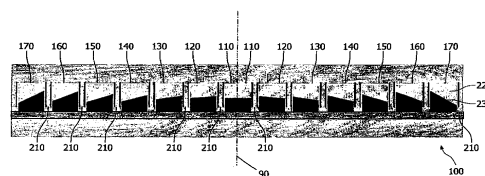
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 7 页

[54] 发明名称

可变透镜

[57] 摘要

描述了一种具有光轴的可变透镜。该透镜包括多个环绕光轴设置的环状物。每个环状物具有各自的侧壁，其限定包含第一流体和第二流体的室，这两种流体在弯月面上接触。这些流体基本上不混溶并且具有不同的折射率。环状物的至少之一包括改变弯月面构形的至少一个电极。



1. 一种具有光轴(90)的可变透镜(100; 300; 400; 500), 该透镜包括多个环绕光轴设置的环状物(120, 130, 140, 150, 160, 170; 420, 430; 520, 530), 每个环状物具有各自的侧壁(210a, 210b), 其限定包含第一流体(220)和第二流体(230)的室(280), 这两种流体(220, 230)在弯月面(225)上接触、基本上不混溶并且具有不同的折射率; 以及

其中环状物(140)的至少之一包括改变弯月面(225)构形的至少一个电极(240)。

2. 根据权利要求1所述的透镜, 其中每个环状物中的弯月面(225)在相邻于光轴(90)的各个侧壁(210a)和远离光轴的各个侧壁(210b)之间延伸。

3. 根据权利要求2所述的透镜, 其中弯月面(225)的构形通过改变该弯月面在侧壁的至少之一上的接触角($\Phi 1$ 、 $\Phi 2$)而发生变化。

4. 根据权利要求2或3所述的透镜, 其中弯月面(225)与相邻侧壁(210a)形成的接触角($\Phi 1$)和弯月面与远离侧壁(210b)形成的接触角($\Phi 2$)都是独立可控的。

5. 根据上述任一权利要求的透镜, 其中环状物(120, 130, 140, 150, 160, 170; 420, 430; 520, 530)为圆形、椭圆形、矩形和正方形中至少一种。

6. 根据上述任一权利要求的透镜, 其中环状物(120, 130, 140, 150, 160, 170; 420, 430; 520, 530)是同心的。

7. 根据权利要求6所述的透镜, 其中光轴(90)延伸穿过环状物(120, 130, 140, 150, 160, 170; 420, 430; 520, 530)的公共中心。

8. 根据上述任一权利要求的透镜, 其中第一流体(220)和第二流体(230)基本上具有相同的密度。

9. 根据上述任一权利要求的透镜, 进一步包括连接到至少一个所述室(280)的柔性流体容器。

10. 根据上述任一权利要求的透镜, 其中环状物(120, 130, 140, 150, 160, 170; 420, 430; 520, 530)的至少两个的每个包括各自的电极(240), 该各自的电极(240)是电连接的。

11. 根据上述任一权利要求的透镜, 其中所述环状物(120, 130, 140, 150, 160, 170; 420, 430; 520, 530)的至少之一由至少一个包括至少一个电极的划分壁来划分。

12. 一种包括可变透镜(100; 300; 400; 50)的器件, 该可变透
5 镜具有光轴(90), 该透镜包括多个环绕光轴设置的环状物(120, 130, 140, 150, 160, 170; 420, 430; 520, 530), 每个环状物具有各自的侧壁(210a, 210b), 其限定包含第一流体(220)和第二流体(230)的室(280), 这两种流体(220, 230)在弯月面(225)上接触、基本上不混溶并且具有不同的折射率; 以及

10 其中环状物(140)的至少之一包括改变弯月面(225)构形的至少一个电极(240)。

13. 根据权利要求12所述的器件, 进一步包括用于对所述电极(240)施加电压的电压控制系统, 以便实现所需的弯月面构形。

14. 根据权利要求12或13所述的器件, 其中电压通过测量透镜
15 中的电容量来确定。

15, 根据权利要求12至14中任一权利要求所述的器件, 其中该器件包括下述之一: 太阳能电池; 光学显示单元的罩; 光学显示单元; 光投影仪; 和红外成像器件。

16. 一种制造具有光轴(90)的可变透镜(100; 300; 400; 500)
20 的方法, 该方法包括: 提供多个环绕光轴(90)设置的环状物(120, 130, 140, 150, 160, 170; 420, 430; 520, 530), 每个环状物具有各自的限定室(280)的侧壁(210a, 210b);

使该室(280)充满第一流体(220)和第二流体(230), 这两种
25 流体(220, 230)在弯月面(225)上接触、基本上不混溶并且具有不同的折射率; 以及

使环状物(140)的至少之一具有至少一个电极(240), 用于改
变弯月面(225)构形。

17. 一种制造包括可变透镜(100; 300; 400; 500)的器件的方
30 法, 该方法包括: 提供多个环绕光轴(90)设置的环状物(120, 130, 140, 150, 160, 170; 420, 430; 520, 530), 每个环状物具有各自的侧壁(210a, 210b), 其限定包含第一流体(220)和第二流体(230)的室(280), 这两种流体(220, 230)在弯月面上接触、基本上不混

溶并且具有不同的折射率；以及

其中环状物(140)的至少之一包括改变弯月面(225)构形的至少一个电极(240)。

可变透镜

技术领域

- 5 本发明涉及一种可变透镜、包括上述透镜的光学器件以及制造上述透镜和上述器件的方法。

背景技术

- 10 透镜是一种能够改变具有一个或多个波长的光的聚散度(会聚或发散)的器件。术语“光”应当理解为既包括可见的电磁辐射,也包括其他波长的电磁辐射。

可变(或可调)透镜是指该透镜的一个或多个性质能够被可控地调节,例如该透镜的焦距或位置可以改变。

- 15 已知基于电润湿(electrowetting)器件的可变焦透镜。电润湿器件是一种利用电润湿现象进行操作的器件。在电润湿中,两种流体和一种固体之间的三相接触角根据施加的电压发生改变。

- 20 国际专利申请 W0 99/18456 描述了一种利用电润湿效应的可变焦透镜。图 1 是这种典型光学器件的截面图。该器件具有限制在密封空间 92 (即室或空腔)中的两种不混溶的流体 80、87。术语“不混溶”表示两种流体不能混合。第一流体 80 是绝缘体(例如硅油),第二流体 87 是导电的(例如水和乙醇的混合物)。第一流体 80 和第二流体 87 具有不同的折射率。

- 25 来自电源电压 50 的电压可以施加到两个电极 51, 52 上,以便在第一流体 87 和电极 52 之间产生电场(绝缘层 65 防止第二电极 52 接触导电的第二流体)。

通过改变施加到第二流体 87 的电压,第一流体 80 和第二流体 87 之间的界面 85 的形状发生变化,以便改变由界面 85 提供的透镜功能。该器件具有在绝缘层 65 上的直径为 D1 的防水膜 60,防水膜 60 由环状的亲水剂 70 环绕,以便定位第一流体 80。

- 30 具有厘米级或更大尺寸的基于流体的透镜对重力、移动和振动很敏感。虽然该问题在一些程度上可以通过利用高粘度流体克服,但是这导致透镜响应时间的下降(即透镜开始改变以便提供不同透镜功能的

时间)。

此外,具有大直径的流体透镜通常也具有大的厚度,从而占据相对大的体积。这可能使得透镜庞大、响应慢以及不适合于空间非常需要的应用。

5 本发明实施例的目的是提供一种解决现有技术的无论在此或另外涉及的一个或多个问题的可变透镜。本发明的另一个目的是提供一种包括上述透镜的光学器件,以及制造上述透镜和上述器件的方法。

本发明具体实施例的目的是提供一种相对大直径的可变透镜,其对于移动和振动相对不敏感,并且仍然具有相对快的响应时间。本发明
10 具体实施例的目的是提供一种相对薄的大直径可变透镜。

发明内容

根据第一方面,本发明提供一种具有光轴的可变透镜,该透镜包括多个环绕光轴设置的环状物,每个环状物具有各自的侧壁,其限定包
15 含第一流体和第二流体的室,这两种流体在弯月面上接触、基本上不混溶并且具有不同的折射率;其中环状物的至少之一包括改变弯月面构形的至少一个电极。

通过提供上述环状物或环,由透镜提供的整体功能是由每个环状物的弯月面提供的单独光学功能的总和。透镜起菲涅耳透镜的作用,其
20 中环状物形成菲涅耳透镜的带。每个环的厚度将小于总透镜的半径。每个单独弯月面(从而总透镜)的响应时间快于由单个弯月面形成的等效透镜的响应时间。

根据另一方面,本发明提供一种包括可变透镜的器件,该可变透镜具有光轴,该透镜包括多个环绕光轴设置的环状物,每个环状物具有
25 各自的侧壁,其限定包含第一流体和第二流体的室,这两种流体在弯月面上接触、基本上不混溶并且具有不同的折射率;其中环状物的至少之一包括改变弯月面构形的至少一个电极。

根据进一步的方面,本发明提供一种制造具有光轴的可变透镜的方法,该方法包括:提供多个环绕光轴设置的环状物,每个环状物具有
30 各自的限定室的侧壁;使该室充满第一流体和第二流体,这两种流体在弯月面上接触、基本上不混溶并且具有不同的折射率;以及使环状物的至少之一具有至少一个电极,用于改变弯月面构形。

根据另一方面，本发明提供一种制造包括可变透镜的器件的方法，该方法包括：提供多个环绕光轴设置的环状物，每个环状物具有各自的侧壁，其限定包含第一流体和第二流体的室，这两种流体在弯月面上接触、基本上不混溶并且具有不同的折射率；其中环状物的至少之一包括改变弯月面构形的至少一个电极。

附图说明

为了更好地理解本发明，以及示出本发明的实施例怎样实现，现在将通过例子以及参考所附附图进行说明，在附图中：

10 图 1 说明了已知电润湿可变透镜的截面图；

图 2A 和 2B 分别说明了根据本发明第一实施例的可变透镜的截面图和平面图；

图 3A 和 3B 分别示出了图 2A 和 2B 所示透镜的环状物的示意截面图，以及图 3A 所示环状物截面的弯月面的可替换构形；

15 图 4 示出了本发明进一步实施例的平面图；和

图 5A 和 5B 每个示出了本发明各个进一步实施例的平面图。

具体实施方式

20 图 2A 和 2B 分别示出了根据本发明第一实施例的可变菲涅耳透镜 100 的截面图和平面图。光轴 90 延伸穿过透镜 100 的中心。

透镜 100 包括一系列环状物或环(120、130、140、150、160、170)，其围绕中心电润湿透镜元件 110。

25 图 3A 示出了通过环例如环 140 一侧的截面图。每个环包含第一流体 220，其通过弯月面 225 与第二流体 230 分离。弯月面 225 在侧壁 210a 和 210b 之间延伸。弯月面 225 至少部分在横切光轴 90 的面内延伸。术语“横切”表示平面与光轴 90 相交（即不平行）。

流体 220、230 基本上不混溶，即它们不能被混合。流体 220、230 具有不同的折射率，以便入射到膜 225 上的光会发生折射。

30 两种流体 220、230 优选设置成具有相同的密度，以便最小化两种流体之间的重力影响，从而透镜可以与方向无关地起作用。

流体是一种响应任何力而改变其形状的物质，其倾向于流动或与其容器的外形一致，并且包括气体、液体、蒸汽以及能够流动的固体和

液体的混合物。

在该具体实施例中，第一流体 220 为不能导电的无极性液体，例如硅油或链烷。第二流体 230 为导电或极性液体例如包含盐溶液的水（或水和乙二醇的混合物）。

5 界面 225 的变化形状将改变由该界面提供的折射性质。界面 225 的形状通过电润湿现象以及电极 260 和电极 250 之间的电压来调节，其中电润湿现象通过在电极 260 和电极 240 之间施加电压来实现。尽管在图 3A 中，电压源 245、255 表示为 DC 源，但是应当理解，事实上只要需要可以使用任何电压源。优选地，将电压源设置成在一定范围
10 的电压之间连续可变，以便允许弯月面与每个侧壁形成的接触角连续可变。

为了允许光透射通过透镜 100，至少环的相对面（在图 2A 和 3A 示出的方向中，顶面和底面）是透明的。在该具体实施例中，每个环具有矩形的截面 210，光通过透明端 212、214 进入和射出。流体 220、
15 230 封闭在由透明端 212、214 和侧壁 210a、210b 限定的密封空间中。环 140 的内部表面的一端（作为电极 260 示出的端部）是亲水性的，以便吸引极性流体 230。环 140 的剩余部分（即相对端，和内部的侧壁）涂敷有疏水涂层 270。

20 电极 260 的接触流体 230 的表面可以整个由亲水材料形成，或者涂敷有亲水层（例如二氧化硅或玻璃）。电极 260 可以覆盖有薄的绝缘层，以便电极电容性耦合到流体 230。

在该具体实施例中，内部表面的亲水区域 260 由透明的亲水导体（例如铟锡氧化物）完全覆盖，以便形成电极与流体 230 导电接触。在该具体实施例中，电极 260 延伸越过每个环，以便为每个环提供公
25 共电极。

每个环 120-170 的结构与图 3A 所示的环 140 相似。

每个环中界面 225 的形状通过电润湿效应的应用而改变。

图 3B 说明了图 3A 的室 280，通过施加来自电压源 245、255 的电压，弯月面 225 的每侧 225a、225b 的接触角（ Φ_1 、 Φ_2 ）不同于图
30 3A 所示的构形。如果接触角的和 $\Phi_1 + \Phi_2 = 180^\circ$ ，那么弯月面形状基本上是平的。然而，在大多数构形中，这个条件是不满足的，因此弯月面形状是弯曲的。实际上，对于示出的球形菲涅耳透镜形状，优选

在每个间隔中弯月面的形状是弯曲的（例如它具有球形截面），在大多数情况下，弯月面是倾斜的，即弯月面圆周的一侧高于其相对侧。在该情况下，延伸越过中心室 110 的弯月面一般为球面。这些弯月面的曲率通常相对小。

5 通过透明电极 260 和延伸环绕透镜 100 的环形电极 240、250 之一，将来自电压源的电压施加到极性液体 230，其中环形电极 240、250 之一接近于弯月面的两个三相线（225a，225b）之一，三相线的各个接触角可以可控地改变。电极 240、250 不与极性流体 230 导电接触。

10 通过将环的内部表面的一个区域设置成亲水性，而内部表面的其余部分设置成疏水性，那么应当理解，在该两种流体系统中，器件的稳定性将得到很大的提高。极性流体不附着到内部表面的只需要具有非极性流体的任何部分，反之亦然。

应当注意，这种情况并不限制极性流体 230 与部分疏水涂层 270 接触。疏水层的目的是定位极性流体，即将极性流体保持在所需位置（至少部分限定形状的位置）。从而，相对小的亲水区域可以适合于这个目的。例如，环的整个内部表面是疏水性的，除必须以某个形状或位置保持极性流体的那些区域以外。

20 电润湿可以用于增加极性或导电流体在表面上的可湿性。如果可湿性最初很小（对于极性液体，这通常被称为疏水性表面，例如象特氟隆（Teflon）一样的表面），可以使用电压使其更大。如果可湿性最初很大，（对于极性液体，这通常被称为亲水表面，例如二氧化硅），那么施加电压将具有相对小的效果。因此优选在电润湿器件中，三相线最初与疏水层接触。

25 透镜 100 的中心室（即透镜元件 110）是与图 3A 中环截面 140 所示的结构类似的电润湿器件。一般，中心室 110 为圆柱形，环形电极环绕表面的外侧延伸（即图 3A 中示出的电极 240、250 为公共电极）。

通过适当改变透镜 100 的每个环中的弯月面的接触角，菲涅耳透镜的焦距可以进行可控地调节。此外，这种构形可以用于制造可变非球面透镜。

30 应当理解，上述实施例仅作为例子进行描述，对于本领域的技术人员来说，进行各种改变是显而易见的。

例如，尽管在上述实施例中，已经假定在每个环中使用两种相同的

流体，但是应当理解，事实上每个环可以包含两种不同的流体。通过使用不同的流体（和/或各间隔的不同表面材料具有不同的电润湿性质），有可能调整弯月面的初始接触角，以便适当的透镜功能可以通过在每个环中在电极上施加相同的电压来实现。在这种情况下，可以
5 优选使每个环状物中的每个电极连接到另一环状物中的相应的各个电极。这种电极的互连可以简化透镜的制造。

分隔每个环的壁 210 优选尽可能的薄，以避免透镜 100 的光学质量下降，然而，应当理解，这些壁可以具有任何所需的厚度。

10 尽管已经将每个环描述为连续的室，但是应当理解，事实上环可以由许多间隔形成。电极可以放置在各间隔之间的划分壁上。这些电极可以与透镜的侧壁中的电极分离或连接。这些附加电极可以提高透镜的可调整性，并且有助于得到首选的 90° 初始接触角。

例如，图 4 示出了基本与图 2A-3B 的所示结构类似的菲涅耳透镜 300，相同的附图标记表示相似的特征。然而，在该具体实施例中，应当注意，每个环通过划分壁被划分为许多单独的间隔，例如环 160 通过划分壁 360a-360i 被划分为许多间隔。该划分使弯月面上的移动和振动的影
15 响最小化。此外，如果每个间隔中两种流体的密度不同（例如第一和第二流体具有不同密度），那么各间隔可以使在透镜上的重力的影响最小化。

20 透镜可以进一步包括电压控制单元，其设置成控制施加到透镜中的电极的电压，以便实现所需的透镜构形。电压控制系统，基于透镜响应于任何给定电压的校准，可以设置成以预定方式简单地施加电压，以实现任何所需的透镜形状。或者，可以使用反馈系统，例如电容读出系统，以测量弯月面的位置和/或弯月面的接触角。

25 为了允许透镜补偿环境温度变化，环中的每个间隔可以连接到柔性（flexible）容器。

在上述实施例中，已将透镜描述为由一系列同心圆环形成，这些圆环具有相应于光轴 90 的公共中心轴。然而，应当理解，环不需要是圆形的，而是可以具有任何所需的形状，例如正方形、矩形或椭圆形。
30 这些环可以再次被划分为多个间隔，如前所述。

图 5A 说明了包括一系列矩形环 410、420、430 的透镜 400。

同样，应当理解，环不是必须同心，而是可以偏心的。例如，图

5B 说明了包括一系列不共享公共中心的环 510、520、530 的透镜 500，尽管每个环围绕光轴 90 延伸。

5 尽管透镜配置已经关于具体类型的电润湿透镜构形进行了描述，但是应当理解，事实上任何电润湿透镜构形都可以使用，以提供包括一系列环的透镜，如文中所述。例如，每个环可以相应于 W099/18456 中所述的透镜配置。

这些可变透镜可以用于多种应用，包括高架式投影仪、红外成像和太阳能电池技术。透镜焦距的可调整性，以及两种流体之间界面的改变以产生任意非球面性，提供透镜应用的多种选择。

10 例如，目前用于太阳能电池技术的菲涅耳透镜具有固定的焦距和形状。根据本发明实施例的菲涅耳透镜可以用于制造自适应系统，其根据太阳相对于太阳能电池固定在地球上的位置的明显移动而改变构形，从而提高太阳能电池系统的效率。

15 或者，这种菲涅耳透镜可以用于在显示单元如 VDU（直观显示设备）上产生深度感觉（depth impression）。菲涅耳透镜可以放置在显示器前稍微小于焦距的距离处。这用于产生基本上准直的显示，其形成深度感觉。这可以用于使例如包括飞行和汽车模拟的 PC 游戏更加逼真。如果利用电润湿透镜，透镜可以被关闭，以便显示器也可以用于正常模式。

20 如上所述，通过提供透镜，产生透镜配置，其允许相对大的透镜形成同时仍然保持相对快的响应时间。此外，与由单弯月面形成的类似直径的透镜相比，该透镜薄。

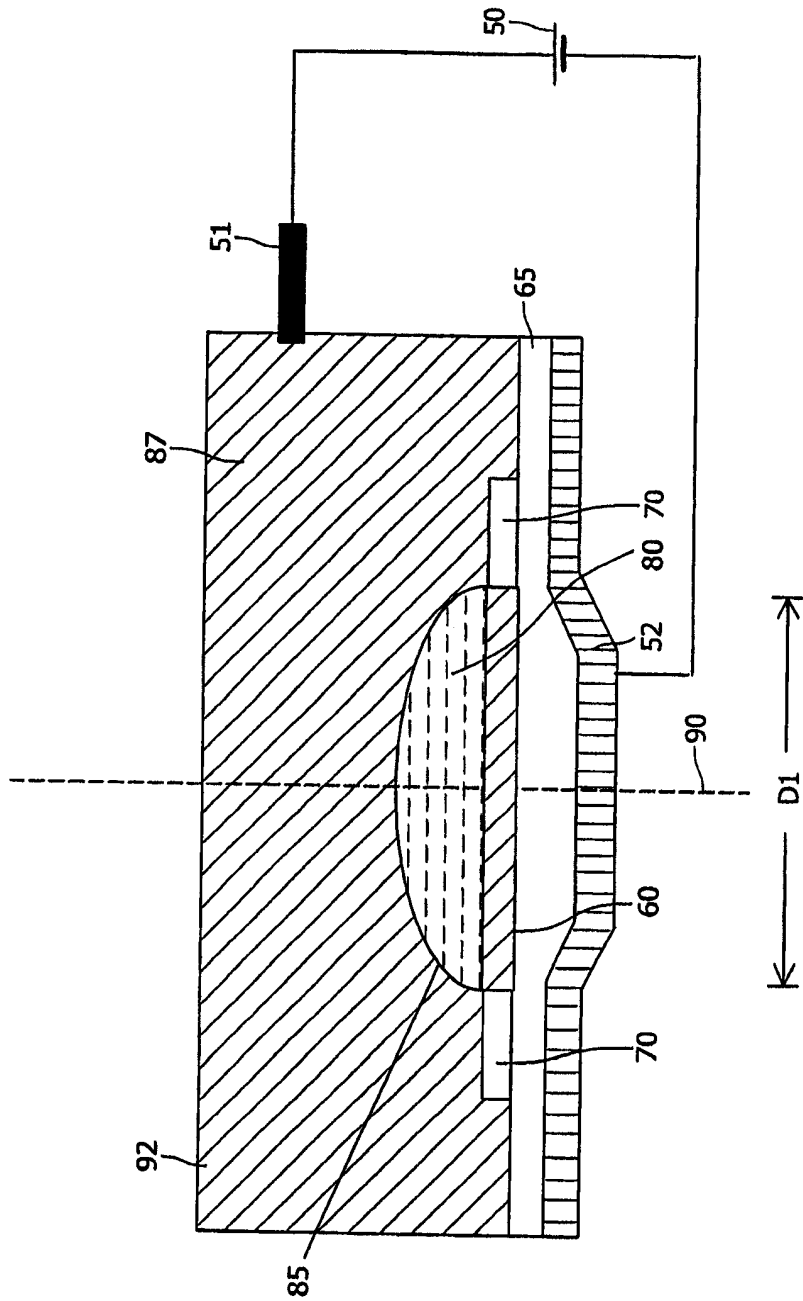


图 1

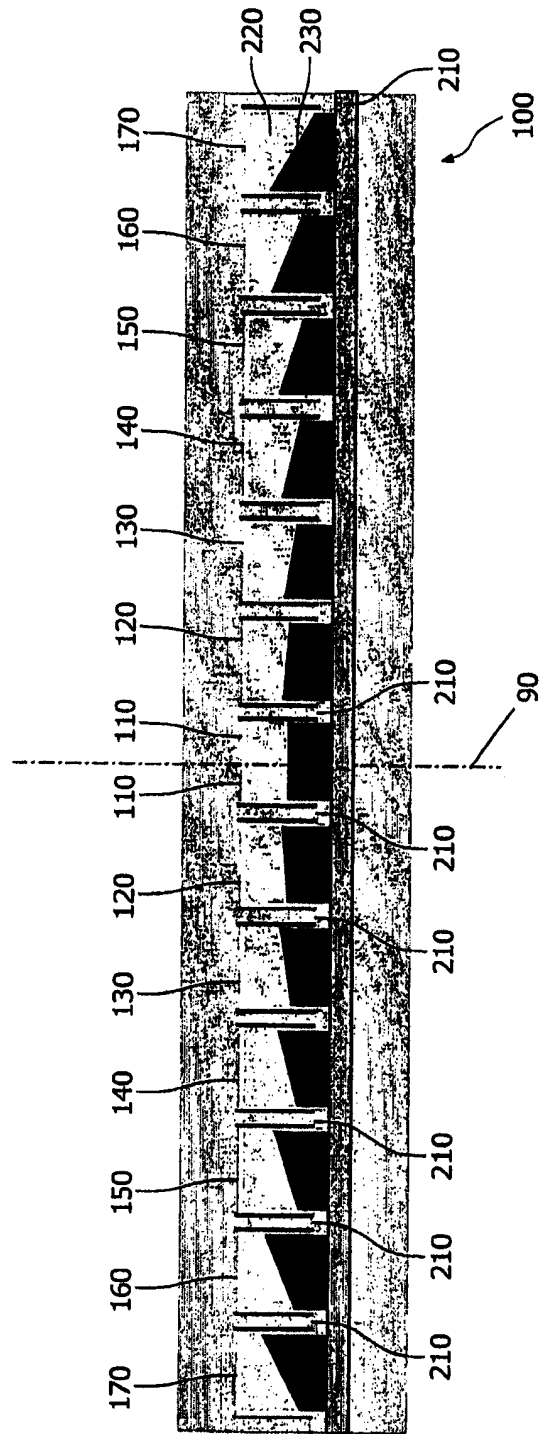


图 2A

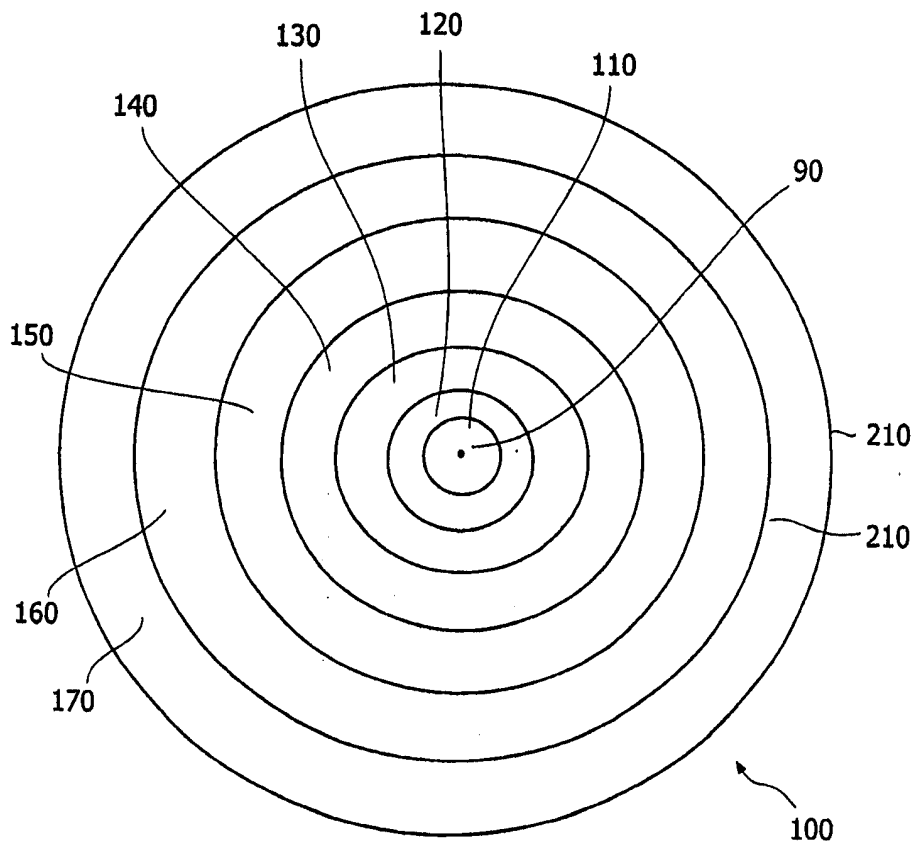


图 2B

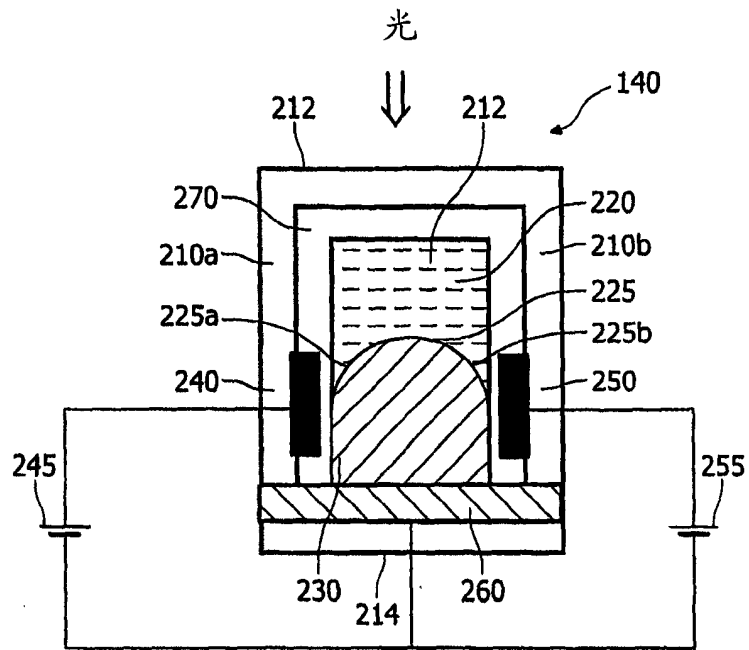


图 3A

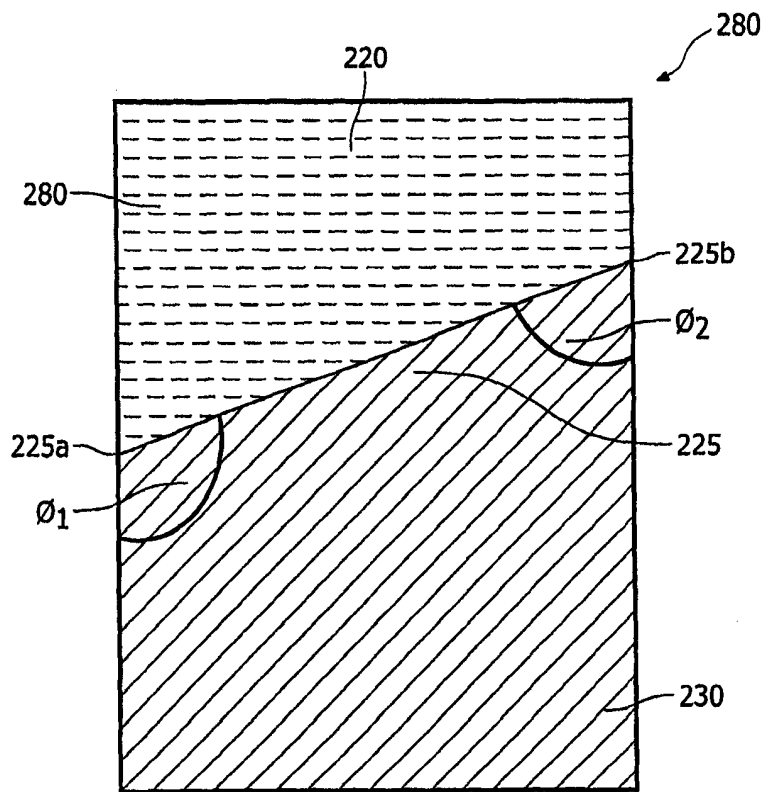


图 3B

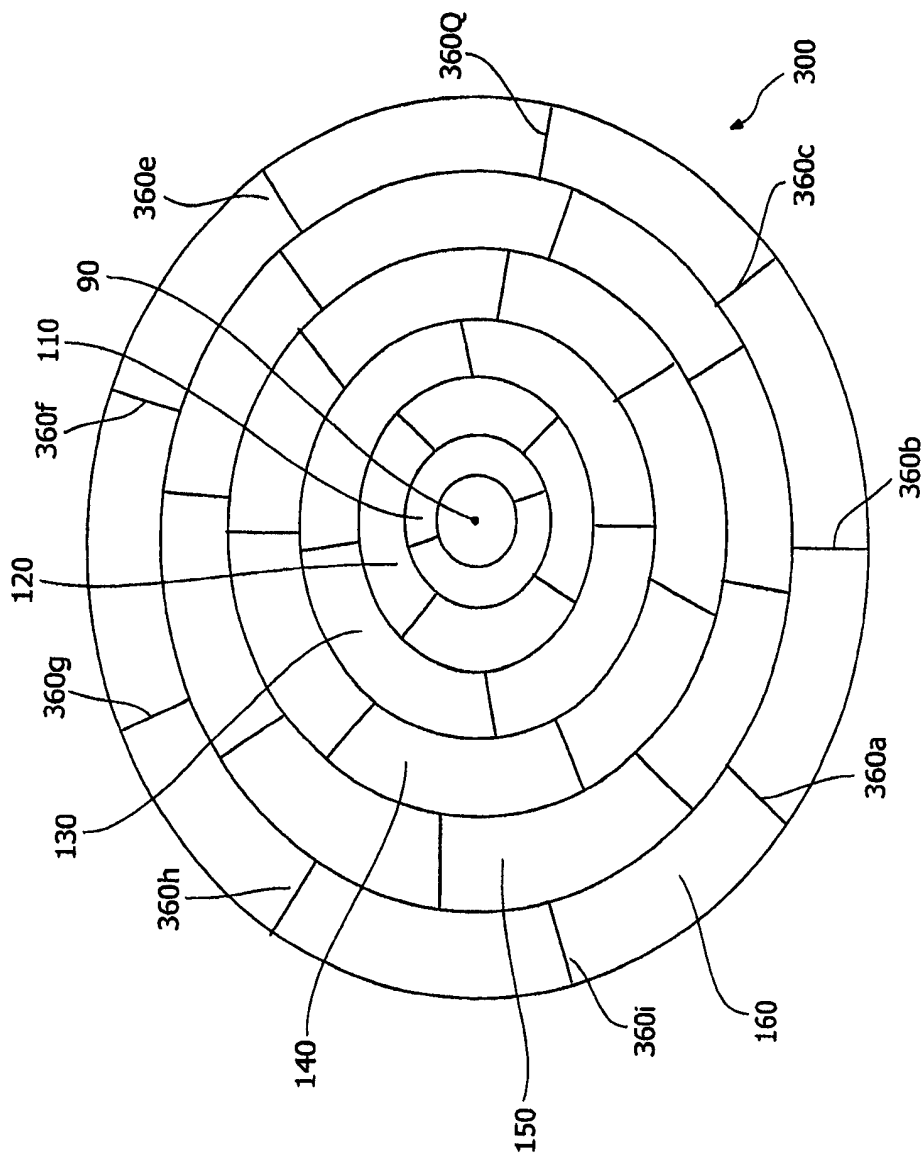


图 4

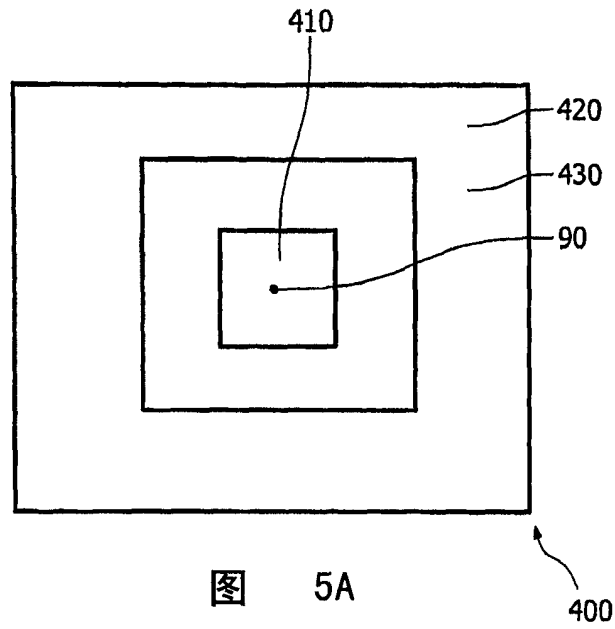


图 5A

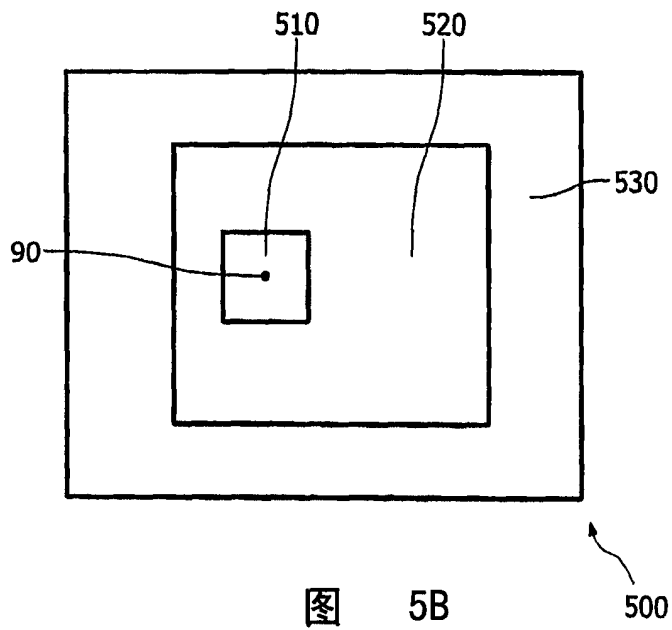


图 5B