

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G02B 3/14 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610094066.7

[45] 授权公告日 2010年1月27日

[11] 授权公告号 CN 100585436C

[22] 申请日 2006.6.22

[21] 申请号 200610094066.7

[30] 优先权

[32] 2005.6.23 [33] FR [31] 0551737

[73] 专利权人 瓦里奥普蒂克公司

地址 法国里昂

[72] 发明人 布鲁诺·贝尔热 耶罗迈·珀瑟  
马蒂尔·马亚尔 皮埃尔·克雷恩

[56] 参考文献

US6,369,954B1 2002.4.9

US6,188,526B1 2001.2.13

CN1237248A 1999.12.1

JP2001-249348A 2001.9.14

审查员 薛瑾瑾

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
代理人 蔡胜利

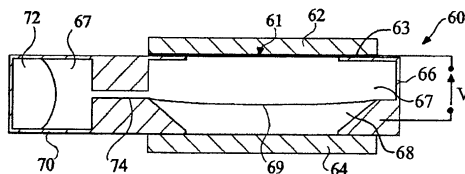
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 3 页

[54] 发明名称

可变焦距透镜及其制造方法

[57] 摘要

本发明涉及一种可变焦距透镜(60)，用于在沿一光轴( $\Delta$ )穿过透镜的光路中聚焦光线。透镜包括由下述部分构成的结构：第一和第二不混溶液体(67, 68)，它们具有不同折射率并且在可移动折射光学界面(69)上接触，一定体积的气体(72)，其接触所述液体之一，一限定装置(70, 74)，其用于保持所述一定体积的气体离开光线穿过透镜以便聚焦的光路。



1. 一种可变焦距透镜（60），其具有光轴（ $\Delta$ ）并且包括：

第一腔（61），其容纳着不混溶的第一和第二液体（67，68），所述第一和第二液体具有不同折射率并且在一可移动折射光学界面（69）上相接触；

第二腔（70），其容纳着第一液体和一定体积的气体（72），所述气体接触所述第一液体；以及

一通道（74；82），其被第一液体充填并且用于使第一液体在第一和第二腔之间移动，所述通道用于保持所述一定体积的气体离开光线穿过透镜的光路。

2. 根据权利要求1所述的透镜，其中，第一液体是水性液体，第二腔（70）包括与所述一定体积的气体（72）接触的至少一个壁（88；90，92），所述壁包括或被覆盖一种疏水材料。

3. 根据权利要求1所述的透镜，其中，第一液体是水性液体，所述通道（74；82）包括若干壁，所述壁包括或被覆盖一种亲水材料。

4. 根据权利要求1所述的透镜，其中，第二腔（70）由第一、第二和第三壁（84，86，88）限定边界，第一壁以第一角度（ $\alpha$ ）相对于第二壁倾斜，第二壁以第二角度（ $\beta$ ）相对于第三壁倾斜，第一壁以第三角度（ $\gamma$ ）相对于第三壁倾斜，第一角度小于第二角度，并且小于第三角度。

5. 根据权利要求1所述的透镜，其中，所述通道（74；82）

包括多孔材料的孔洞。

6. 根据权利要求1所述的透镜，其中，第二腔（70）包括多孔材料的孔洞，所述一定体积的气体分散在所述孔洞中。

7. 根据权利要求1所述的透镜，其中，第二腔（70）采用管的形式，管的一端（98）敞开于第一腔（61）中，管的相反端（99）是封闭的。

8. 根据权利要求1所述的透镜，其中，所述一定体积的气体包括一或多个气泡。

9. 根据权利要求1所述的透镜，其中，所述气体包括空气、一惰性气体或若干惰性气体的混合物，或是透镜中容纳的液体之一的蒸气。

10. 根据权利要求1所述的透镜，其中，所述一定体积的气体等于透镜内容积的5%至50%。

11. 根据权利要求10所述的透镜，其中，所述一定体积的气体等于透镜内容积的10%至20%。

12. 根据权利要求1所述的透镜，还包括一通过电润湿作用移动折射界面的系统。

13. 根据权利要求1所述的透镜，其中，所述结构包括：

第一和第二透明窗；

一中间件，其将所述窗密封于其上，并且包括一中心开口，

所述中心开口绕光轴 ( $\Delta$ ) 旋转对称, 以限定出容纳着第一和第二液体的第一腔 (61)。

14. 根据权利要求 13 所述的透镜, 其中, 所述中间件还包括限定出一膨胀腔 (70) 的第二开口, 所述膨胀腔连接着第一腔 (61) 并且容纳着所述一定体积的气体。

15. 根据权利要求 15 所述的透镜, 其中, 所述第二开口包括一制作在所述中间件中的沟槽, 所述沟槽绕光轴 ( $\Delta$ ) 旋转对称。

16. 根据权利要求 1 所述的透镜, 其中, 第一液体是绝缘液体。

17. 一种照相机模块, 包括一根据权利要求 1 所述的透镜。

18. 一种移动电话, 包括一根据权利要求 17 所述的照相机模块。

19. 一种制造电润湿可变焦距透镜 (60) 的方法, 包括以下步骤:

(a) 形成一局部封罩, 其由第一封罩元件构成;

(b) 用至少一种液体 (67) 充填局部封罩;

(c) 在局部封罩中形成一定体积的气体 (72), 其中, 所述一定体积的气体在穿过透镜的光线不经过的区域中接触所述液体;

(d) 用第二封罩元件封闭局部封罩, 以形成一密封的封罩。

20. 根据权利要求 19 所述的方法, 其中, 步骤 (b)、(c) 和 (d) 是在低于大气压的压力下执行的。

## 可变焦距透镜及其制造方法

### 技术领域

本发明涉及一种可变焦距透镜，特别是一种利用电润湿（electrowetting）作用而使一定量的液体（液滴）变形的透镜。

### 背景技术

可变焦距透镜通常包括由两个透明窗限定的封罩，其容纳着至少两种具有不同折射率的不混溶液体。所述两种液体在一可移动折射界面上接触，透镜接收的光线穿过该界面。液体透镜包括利用电润湿作用使可移动折射界面变形的系统，从而可以改变透镜的光焦度。

这种透镜的外壳通常构成为刚性结构。外壳中的液体的压力可能会显著增加，例如在外壳构成元件的组装操作中，或是在外壳组装之后，具有比外壳构成材料的膨胀系数更高的膨胀系数的透镜液体的温度提高时。

容纳在外壳中的液体的过高压力使得透明板变形的危险增加，从而导致不良的光学失真。在最坏的情况下，如果液体压力增加得太多，则可能导致透明板断裂。因此，在组装用于透镜的透镜架时需要采取专门的预防措施，和/或限制此种透镜的保存和使用的许用温度范围。

本申请人共同拥有的尚未公开的（并非已有技术）专利申请FR 04/52747中描述了一种用于可变焦距透镜的外壳，其包括针对所容纳液体的膨胀的补偿装置。该在先申请中记载的内容结合在

此引作参考。

本申请的图 1 基本上类似于专利申请 FR 04/52747 的图 3，并且显示了一种具有光轴 $\Delta$ 的可变焦距透镜架 10，其包括一上部件 12 和一下部件 14，它们在组装后限定出一内容腔 15。下部件 14 包括一本体 16，其具有一基座 17，一中心开口 18 穿过该基座，该基座延续至一圆柱形侧部 20。基座 17 包括一波纹部 23，其在包含光轴 $\Delta$ 的平面内的截面具有精确或大致的“S”形。一透明圆柱形板 24 通过粘合剂 22 紧固在本体 16 上。透镜架 10 的上部件 12 包括一罩盖 30，一圆柱形开口 32 穿过所述罩盖的中心部分。上部件延展形成圆柱形侧壁 34。罩盖 30 包括一弹性部 36，其设在开口 32 和圆柱形侧壁 34 之间。弹性部 36 包括一波纹部，其在包含光轴 $\Delta$ 的平面内的截面具有精确或大致的“S”形。一透明圆柱形板 38 通过粘合剂 40 紧固在罩盖 30 上。一中间件 42 安置在内容腔 15 中，并且与本体 16 弹性接触。一开口穿过中间件 42，以靠近玻璃板 24 限定出一截头圆锥形表面 48。中间件 42 由一导电性材料制成，并且在与液体接触的表面上被覆盖一绝缘层 49。一密封件 50 安置在本体 16 和罩盖 30 之间。

一定体积的（一滴）绝缘液体 52 放在圆锥形表面 48 上，内容腔 15 的其余部分被一导电液体 54 充填，该导电液体与绝缘液体不混溶，与绝缘液体具有不同的折射率并且具有基本相同的密度。通过电润湿作用，可以基于构成两个电极的中间件 42 和罩盖 30 之间施加的电压  $V$  而改变所述两种液体之间的接触表面的曲率。在液体—液体界面的曲率的变化过程中，导电液体 54 和绝缘液体 52 之间界面的边缘沿着圆锥形表面 48 移动。例如，接触表面从以参考标记 A 表示的初始形状例如凹入形状移动到以参考标记 B 表示、以虚线显示的凸出形状。因此，根据施加的电压，与

板 38 和 24 正交地穿过透镜元件的光束将聚焦在或大或小的程度。一般而言，导电液体包括水性液体，绝缘液体包括油性液体。

当容纳在内容腔 15 中的液体膨胀时，“S”形波纹部 23、弹性部 36 可变形，从而限制透镜内压的增加。

这种透镜的一个可能局限性在于，波纹部 23、弹性部 36 的一定程度的变形可能导致透镜外壳形状的变化，特别是所述两个透明板 24、38 之间相隔距离的变化。这可能引起出现额外的光学缺陷。另外，外壳可变形的因素可能会导致外壳的构成部件不能彼此相对精确定位。因此，可以证实难以保持透镜的光学部分相对于透镜外界的基准对中。此外，“S”形波纹部 23、弹性部 36 的制造要求采用专门的冲压步骤，这会导致透镜的制造复杂化。因此，本发明可以与其它用来控制透镜内压力的措施一起采用，例如前面描述的本申请人共同拥有的在先申请中的装置，或者可以仅仅被用作透镜系统中的压力控制措施。

## 发明内容

本发明的目的是提供一种可变焦距透镜，其容易制造，并且可以在温度变化时限制透镜内压的变化，同时保持透镜的结构刚性。

为了实现这个目的，本发明提供了一种电润湿可变焦距透镜，其包括至少第一和第二液体，与所述液体之一接触的一定体积的气体，所述一定体积的气体包括例如一或多个气泡，以及一限定装置，用于保持所述一定体积的气体离开穿过透镜以便聚焦的光线的路径。

根据本发明的一个优选实施例，透镜包括第一腔，其容纳着

第一和第二液体，所述第一和第二液体不混溶、具有不同折射率、并且在可以通过电润湿作用而变形的折射光学界面上相接触；第二腔，其容纳着第一液体和一定体积的气体；以及一通道，其用于使第一液体在第一和第二腔之间移动。

根据本发明的另一优选实施例，第二腔包括与所述一定体积的气体接触的至少一个壁，并且这个壁包括或被覆盖一种在被第一液体润湿方面润湿性低的材料。

根据本发明的另一优选实施例，所述通道包括若干壁，所述壁包括或被覆盖一种在被第一液体润湿方面润湿性高的材料。

根据本发明的另一优选实施例，第二腔由第一、第二和第三壁限定，第一壁以第一角度相对于第二壁倾斜，第二壁以第二角度相对于第三壁倾斜，第一壁以第三角度相对于第三壁倾斜，第一角度小于第二角度，并且小于第三角度。

根据本发明的另一优选实施例，所述通道和 / 或第二腔由多孔材料的孔洞形成。

根据本发明的另一优选实施例，第二腔采用管的形式，其中管的一端敞开于第一腔中，管的相反端封闭。

根据本发明的另一优选方面，提供了一种制造电润湿可变焦距透镜的方法，包括以下步骤：形成一局部封罩，其由封罩元件构成；用至少一种液体充填局部封罩；在局部封罩中形成一定体积的气体，其中，所述一定体积的气体在穿过透镜的光线不经过的区域接触所述液体；用第二封罩元件封闭封罩，以形成密封的封罩。

根据一种实施本发明的优选方法，上述方法中的后三个步骤是在减压下即低于大气压实施的。



下面将结合附图来描述本发明的特别优选、但非限定性的示例性实施例，以便更详细地解释本发明的上述以及其它目的、特征和优点。

## 附图说明

图 1 如前所述是根据本申请人共同拥有的一项在先申请的可变焦距透镜的剖视图，所述透镜包括用于补偿容纳在透镜中的液体的膨胀的装置；

图 2 示出了根据本发明一实施例的液体透镜的基本原理；

图 3 至 13 示出了根据本发明替代性实施例的液体透镜的示例性实施例。

## 具体实施方式

为了清楚起见，在各图中以相同的参考号码表示相同的元件。

本发明涉及有意引入一定体积的气体，以接触容纳在透镜中的液体之一，但要注意防止所述一定体积的气体存在于光线经过区域中。限定装置被用于防止所述一定体积的气体移动到光路中。当温度变化时，透镜中容纳的液体膨胀，并且这种膨胀会被所述一定体积的气体补偿，所述气体本质上是非常容易压缩的，由此限制透镜内压的变化。所述气体可以是例如空气、一惰性气体或若干惰性气体的混合物，或者，作为替代或组合，透镜中容纳的液体之一的蒸气。

根据本发明，所述一定体积的气体可以包括例如容纳在透镜中的一或多个气泡。

图 2 总体上示出了采用根据本发明的补偿原理的可变焦距透

镜 60 的一个例子。透镜 60 包括一液体腔 61，其由两个透明板 62、64 限定边界，所述透明板在它们的周边紧固在一中间件 66 上。液体腔 61 由两种液体 67、68 完全填充，所述液体间的接触表面限定出一可移动折射界面 69。可变焦距透镜 60 还包含一通过电润湿作用而使可移动折射界面 69 变形的系统。例如，液体 67 是一种导电液体，液体 68 是一种绝缘液体，中间件 66 由一涂覆有绝缘层（未被专门示出）的导电材料制成，由此形成第一电极，而第二电极通过例如向透明板 62 的内表面沉积一导电透明层 63 而制成。在所述电极间施加一电压  $V$ ，将导致折射界面 69 变形。

根据图 2 中的实施例，中间件 66 包括一膨胀腔 70，其被部分地充填液体 67，剩下的部分对应于一气泡 72。膨胀腔 70 并不直接参与透镜 60 的光学性能。膨胀腔 70 通过一通道 74 连接着液体腔 61，该通道在图 2 中表现为一管道。膨胀腔 70 和 / 或所述通道 74 的壁的形状或性质可确保所述气泡 72 保留在膨胀腔 70 中并且不会扩散到液体腔 61 中。当液体膨胀时，或多或少量的液体 67 会进入膨胀腔 70 或离开膨胀腔 70，并因此而导致所述气泡 72 的体积变化。可以提供若干彼此分开的膨胀腔，每个膨胀腔连接着液体腔 61，以提供若干小气泡。这使得在受到机械冲击时所述气泡 72 移动的危险最小化。

图 3 和 4 示出了根据本发明另一实施例的可变焦距透镜 60 的第一更优选的示例性实施例的总体剖视图和局部剖视图。中间件 66 相当于一具有光轴  $\Delta$  的圆环，其包括一中心开口，以限定出容纳所述两种不混溶液体 67、68 的液体腔 61，所述液体间的界面形成可移动折射界面 69。圆环（中间件 66）包括一内壁 78，通过施加电压引起的电润湿作用，折射界面 69 可沿该内壁移动，例如以前面参照图 2 所描述的不同方式。例如，内壁 78 优选为圆锥形的。

在本例中，液体 67 是例如水性液体，液体 68 是油性液体。

在本实施例中，膨胀腔 70 绕光轴 $\Delta$ 旋转对称。其由一上壁 84、一下壁 86 和一端壁 88 限定，上壁 84 相当于上透明板 62 的下壁的一部分，下壁 86 相对于上壁 84 以一角度 $\alpha$ 倾斜，端壁 88 相对于下壁 86 以一角度 $\beta$ 倾斜、相对于上壁 84 以一角度 $\gamma$ 倾斜。下壁 86 和端壁 88 相当于圆环（中间件 66）的上壁的相应部分。在第一实施例中，所述通道 74 相当于一厚度为  $d$  的环形空隙（窄间隙），膨胀腔 70 通过该环形空隙与液体腔 61 连通，从而一些水性液体 67 可以在膨胀腔 70 和液体腔 61 之间移动。优选的方案是，厚度  $d$  小于几十微米（microns），优选小于 50 微米，并且优选位于 10 至 50 微米的范围内。空隙（通道 74）不需要具有恒定厚度，并且可以通过将上透明板 62 简单地按压在圆环（中间件 66）上而获得，透明板 62 和圆环（中间件 66）的表面不规则性足以确保在液体腔 61 和膨胀腔 70 之间存在连通道。

限定环形空隙（通道 74）的各个壁被覆盖一亲水材料为佳，从而毛细作用力可防止所述气泡 72 移入环形空隙（通道 74）中。角度 $\alpha$ 小于角度 $\beta$ 和 $\gamma$ 为佳，以使得水性液体被自发地吸引到角度 $\alpha$ 所在角部，并且所述气泡 72 被推回到端壁 88 上。为了更容易将所述气泡 72 安置在端壁 88 上，上下壁 84、86 可以被覆盖一亲水材料，端壁 88 可以被覆盖一疏水材料。

图 5 示出了第二更优选实施例，其类似于第一更优选实施例，但不同之处在于，所述通道包括一由多孔材料制成的环 82，其安置在膨胀腔 70 和液体腔 61 之间。所述多孔材料可以是一亲水材料，或者，所述多孔材料的孔洞可以被覆盖一亲水材料。此第二更优选实施例的优点是，由于所述气泡 72 不容易穿透多孔环 82 的孔洞，因此所述气泡 72 能够被适当地稳定在膨胀腔 70 中。

图 6 示出了第三更优选实施例，其中膨胀腔 70 包括一绕光轴  $\Delta$  旋转对称的区域，该区域由彼此相对倾斜的一下壁 90 和一上壁 92 限定边界。在从一包含光轴  $\Delta$  的平面中看时，所述倾斜的壁的截面形成一具有角度  $\gamma$  的“V”形。所述通道 74 相当于一构成膨胀腔 70 的延伸段的环形区域。壁 90、92 被覆盖一疏水材料，从而所述气泡 72 自然地聚集在角度  $\gamma$  所在角部。

图 7 示出了第四更优选实施例，其中膨胀腔 70 呈环形。环形膨胀腔 70 在一包含光轴  $\Delta$  的平面中的截面形成一具有角度  $\gamma$  的“V”形，其顶点（会聚点）指向液体腔 61。所述通道 74 相当于一在角度  $\gamma$  所在角部的相反侧敞开于膨胀腔 70 中的环形空隙。与第三更优选实施例相比较，第四更优选实施例能够进一步减小所述气泡 72 突入液体腔 61 的危险。

图 8 非常概要性地示出了第五更优选实施例，其中膨胀腔 70 由一多孔材料材料块 94 的中央区域的孔洞形成。材料块被放置成如此接触液体腔 61 中的液体 67，即不阻碍光束路径。虚线 96 示出了所述气泡 72 和液体 67 之间的边界。材料块 94 的中央区域包括或被覆盖一高疏水材料，从而液体没有通过毛细作用将所述气泡 72 由多孔材料材料块 94 排出的趋势。所述通道 74 相当于材料块 94 的周边区域。

图 9 示出了第五更优选实施例一种改型，其中对多孔材料材料块 94 的与液体腔 61 中液体 67 相接触的周边区域（其在图 9 中在面对着液体腔 61 的一侧由虚线 97 限定边界）采取措施，以包括或被覆盖一亲水材料，由此以防止多孔材料材料块 94 中俘获的所述气泡 72 通过。

图 10 和 11 分别示出了第六更优选实施例的剖视图和俯视图，其中膨胀腔 70 由围绕光轴  $\Delta$  盘旋并且形成在圆环（中间件 66）的

上表面中的一沟槽构成。盘旋沟槽的一端 98 会合到液体腔 61 中，相反端 99 是封闭的。所述气泡聚集在沟槽的封闭端 99 处。沟槽的壁，至少是在封闭端 99，被覆盖一疏水材料，以有助于将所述气泡限定在沟槽的这部分中。这个实施例可以在受到冲击时有效地防止所述气泡由沟槽中逃出。

第一、第二、第三、第四和第六更优选实施例的优点在于，在制造透镜的整个过程中，直到上透明板 62 被装配前的最后步骤，膨胀腔 70 都是可触及的。通过这种方式，表面处理过程，如有必要，可容易地实施。

一般而言，优选将一或多个扰流部或迷宫形成件布置在膨胀腔 70 和 / 或所述通道 74 中，因为这样的话可以进一步降低所述气泡 72 突入液体腔 61 的危险，特别是在透镜 60 突然运动时。一扰流部可以利用类似于图 7 所示的方式设置，其采用膨胀腔 70 中的一锐角区域或若干锐角区域的形式。扰流部还可以设在所述通道 74 中，或位于二者之间。扰流部还可以形成为膨胀腔 70 中的一或多个突起的形式，并接触所述通道 74 中的液体 67。

图 12 示出了另一优选实施例，根据该实施例，扰流部或迷宫形成件在液体腔 61 和膨胀腔 70 之间设置在所述通道 74 中。在本例中，所述通道 74 由一弯曲管道构成，具有例如“S”形，从而进一步降低所述气泡突入液体腔的危险。

根据本发明的另一优选实施例，所述气体可以接触以其界面形成可移动折射界面的所述两种液体之一或二者。图 13 示出的实施例类似于图 3 至 5 中所示，只是膨胀腔 70 被布置在透镜的靠近透明板 64 的一侧，从而所述气泡 72 接触液体 68。

用于制造根据本发明实施例的透镜的方法可以包括以下步

骤：在环境压力下将透镜浸入水性液体中，以及在将透镜 60 浸入水性液体中之前或之后将油性液体置入液体腔 61 中。在这种情况下，当透镜 60 被封闭时（即在前面描述的实施例中，当透明板 62、64 被紧固到圆环（中间件 66）上时），由于被俘获的过量的水性液体，透镜内压增加。结果，即使是在环境压力下被封闭，也会在封闭之后在透镜中形成过压。

前面描述的实施例特别适合于透镜在部分真空下充入水性和油性液体的情况，以使透镜容纳的液体自然脱气。在透镜 60 封闭后，透镜 60 的内压等于水性液体的饱和蒸气压力。水性液体的饱和蒸气压力一般而言非常低。作为示例，在水的情况下，在 20°C 约为 2.3 kPa，在 50°C 约为 12.3 kPa，在 80°C 约为 47.4 kPa，在 100°C 约为 101 kPa。因此，在透镜 60 的整个常规操作温度范围内，透镜中的压力保持低于大气压。上下透明板 62、64 因此可以放置在圆环（中间件 66）的任一侧，如图 3 所示，从而用于将透明板 62、64 紧固在圆环（中间件 66）上的粘合剂或焊接部分总是在挤压状态下工作。另外，内压的变化保持相对较小，即使是在大的温度范围内。这是由于，对于从 -40°C 至 80°C 的温度变化，根据本发明实施例的制造于次大气压下的透镜 60 的内压的变化小于一个大气压。

当然，本领域的技术人员可以清楚地认识到，本发明可以具有各种替代性实施例和改型。

特别地讲，在第一、第二、第三和第四更优选实施例的情况下，膨胀腔不是必须为环形的，而是可以是分布在圆环形的中间件 66 的中心开口的周边上的环段。

另外，前面描述的实施例涉及包括三个部件即透明板 62、64 和中间件 66 的透镜 60。然而，显然，本发明替代性实施例可以实

施于具有不同结构的、包含更多或更少数量部件的透镜。

前面描述了本发明的一些优选实施例，其中折射界面可通过电润湿作用而移动。本发明还可以应用于这样的可变焦距透镜的实施例，即其中两种液体之间的折射界面通过其它现象而移动，例如通过施加压力。

包含在根据本发明不同实施例的液体透镜中的所述一定体积的气体可以可采取不同的形式，其中包括，但不局限于，一或多个气泡、散布在所述多孔材料的孔洞中的气体等等。申请人已经确定，所述气体的体积与整个透镜内容积（即容纳着第一和第二液体的容腔）之比优选为 5%至 50%，更优选为 10%至 20%，最好为大约 15%（在大气压下），以便补偿膨胀。

本发明特别适合应用于集成在移动电话中的照相机模块中的可变焦距透镜，虽然并不局限于此。温度变化的补偿最优选由刚性结构实现，其中该刚性结构不具有任何可导致透镜变形的弹性部件，并且可以仅由少量零件制成。

在描述了本发明的至少一个示例性实施例后，本领域的技术人员容易做出各种替换、修改或改进。这些替换、修改或改进应被认为包含在本发明的精神和范围内。因此，前面的描述仅仅是示例性的，而非限定性的。本发明只由权利要求及其等同替换限定。

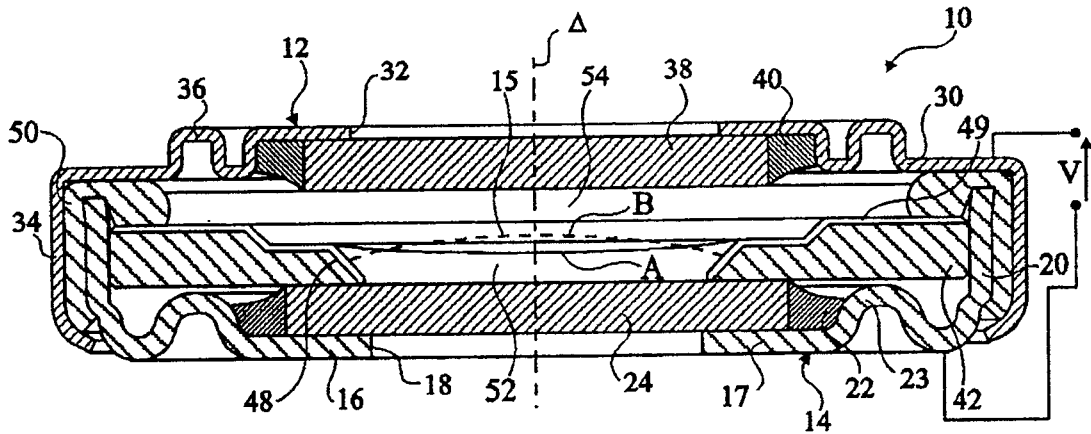


图 1

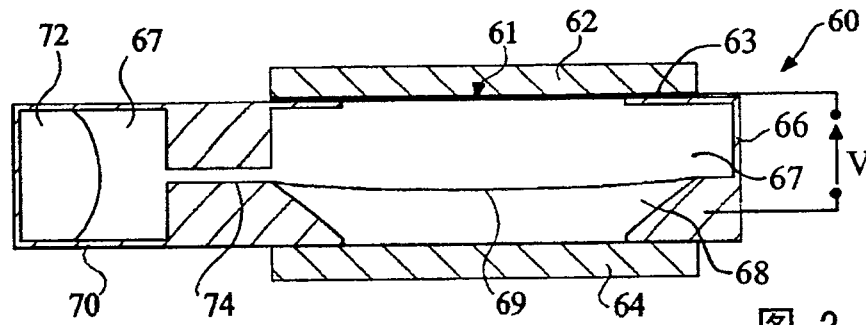


图 2

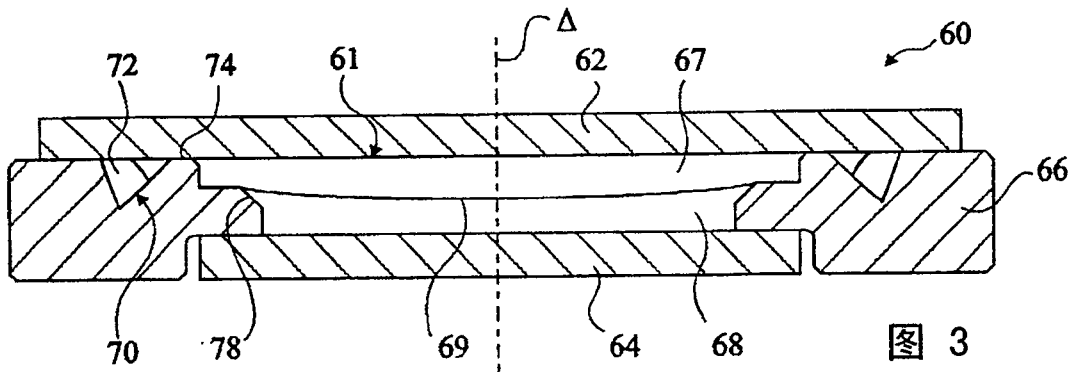


图 3

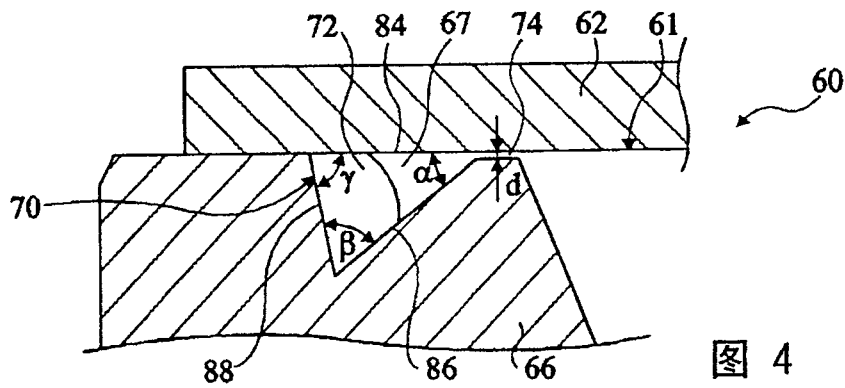


图 4



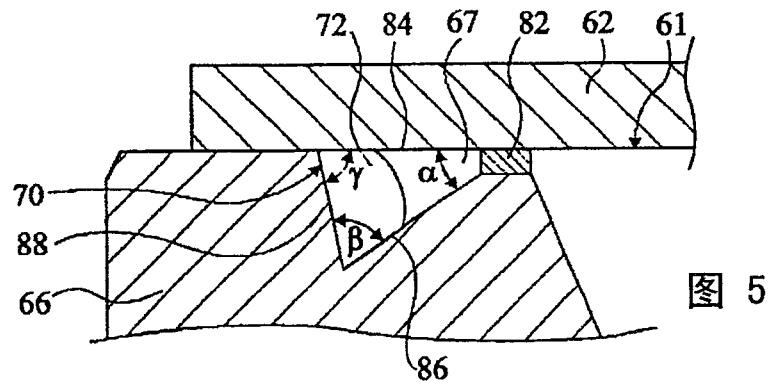


图 5

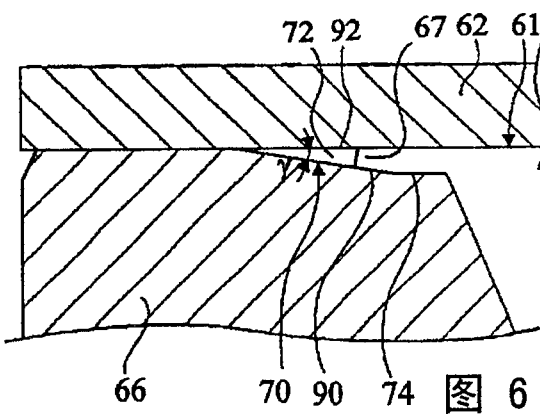


图 6

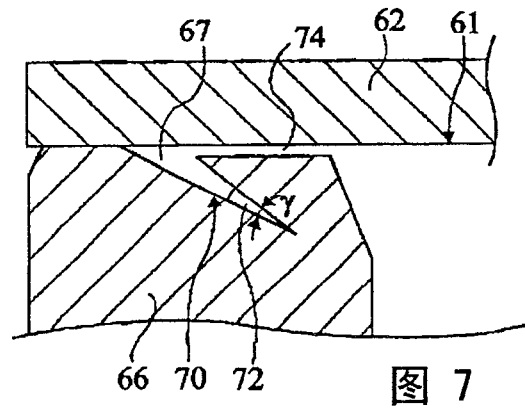


图 7

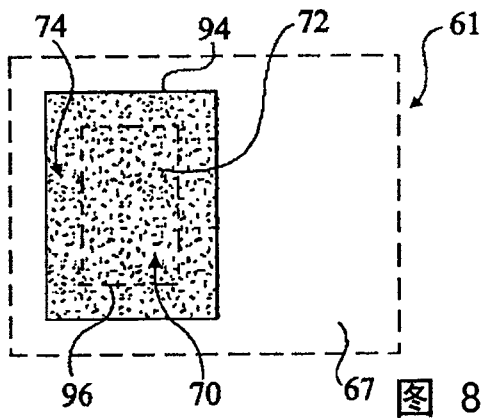


图 8

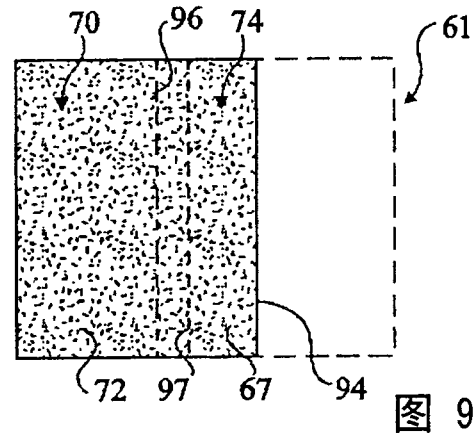


图 9

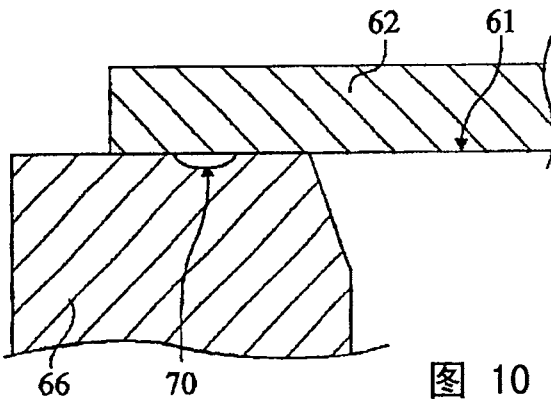


图 10

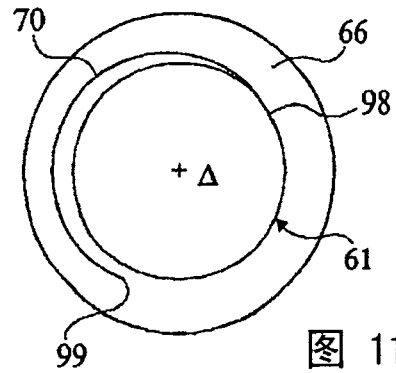


图 11

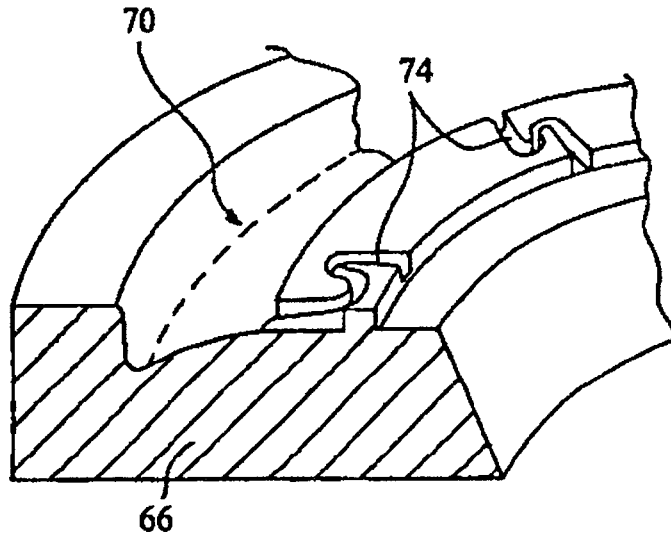


图 12

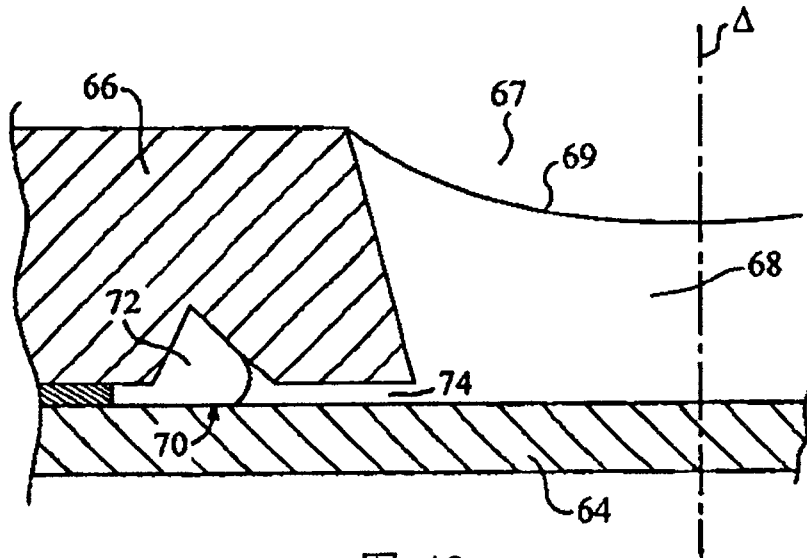


图 13