

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 3/14 (2006.01)

G02B 7/04 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510022988.2

[43] 公开日 2006 年 6 月 28 日

[11] 公开号 CN 1794018A

[22] 申请日 2005.12.22

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

[21] 申请号 200510022988.2

代理人 刘炳胜

[30] 优先权

[32] 2004.12.23 [33] FR [31] 0453200

[71] 申请人 瓦里奥普蒂克公司

地址 法国里昂

[72] 发明人 热罗姆·珀瑟

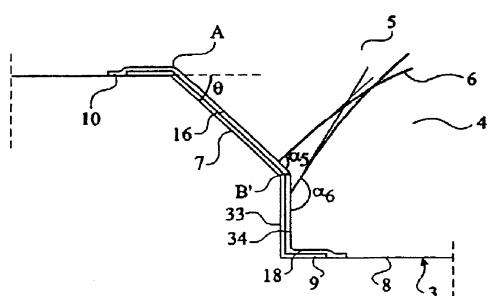
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称

变焦透镜

[57] 摘要

一种变焦透镜，包括含有折射率不同的电导液(5)和绝缘液(4)的腔体，两种液体之间的接触面形成可变形折射面(6)，可变形折射面(6)的外围在电压(V)作用下沿着一个壳的壁移动，该壳包括：相对垂直于透镜光轴(Δ)的平面倾斜的上部(16)，比上部更加倾斜的下部(34, 48, 52)，及位于上部和下部之间的连接区(B')，对于可变形折射面扮演一个止挡的角色。



1、一种变焦透镜，包括含有不同折射率的电导液（5）和绝缘液（4）的腔体，两种液体之间的接触面形成可变形折射面（6），可变形折射面（6）的外围在电压（V）作用下沿着一个壳的壁移动，其中该壳包括：

上部（16），相对垂直于所述透镜的光轴（Δ）的平面倾斜，

比所述上部更加倾斜的下部（34，48，52），

介于所述上部和下部之间的连接区（B`），其中，在该连接区处的壳表面相对垂直于透镜光轴的平面的倾斜度显示出急剧变化，以便使可变形折射面在所述连接区保持阻塞。

2、如权利要求1所述透镜，其中，所述上部（16）呈锥状并具有一个平行于光轴（Δ）的轴。

3、如权利要求1所述透镜，其中，所述下部（34）通常呈圆柱状并具有一个平行于光轴（Δ）的轴。

4、如权利要求1所述透镜，其中，所述下部（48）通常呈锥状并具有一个平行于光轴（Δ）的轴，在所述上部和下部之间连接区处所述下部（48）相对于垂直所述光轴（Δ）的平面的倾斜度大于所述上部（16）相对垂直于所述光轴的平面的倾斜度。

5、如权利要求1所述透镜，其中，所述连接区（B`）具有连续可变曲率。

6、如权利要求1所述透镜，其中，所述连接区具有一个弯曲面。

7、如权利要求6所述透镜，其中，所述弯曲面半径小于0.1mm，优选小于0.05mm。

8、如权利要求 1 所述透镜，其中，上部（16）和下部（34、48、52）对应于覆盖金属层（9）的绝缘层（10）的表面部分，该金属层（9）自身沉积于绝缘基板（2）上并形成一个电极。

9、如权利要求 6 所述透镜，其中，所述壳包括至少部分地垂直于光轴（Δ）并延伸所述下部（34、48、52）的底部（18），该底部在其外围与覆盖金属层（9）的绝缘层（10）的表面部分相对应。

10、包含权利要求 1 的变焦透镜的光学设备。

11、包含权利要求 10 的光学设备的移动电话。

12、一种具有一个光轴的变焦透镜，包括限定一个腔室的壳，该腔室含有折射率不同的电导液（5）和绝缘液（4），两种液体相互接触以形成包含一个可变形折射面（6）的接触表面，可变形折射面（6）的外围根据所施加的电压（V）沿着所述壳的壁移动，其中该壳包括：

- 按至少基本上垂直于所述光轴取向的基座（8）；
- 具有相对于垂直所述透镜光轴（Δ）的平面的第一取向的第一侧壁部分（16），
- 邻近所述基座的第二侧壁部分（34， 48， 52），具有相对于所述平面的第二取向；
- 位于所述第一侧壁部分和第二侧壁部分之间的连接区（B'），其中，在该连接区 B' 处的壳表面相对于垂直所述透镜光轴的平面的壁倾斜度变化足以基本上阻塞当所施加的电压增加时所述变形折射面在该连接区处的移动。

变焦透镜

技术领域

本发明涉及一种变焦透镜，更具体地，涉及一种利用电润湿现象而使液滴变形的透镜及包含这种透镜的光学设备。

背景技术

变焦透镜的各实施例被描述在本申请人的欧洲专利 EP1166157 中。

图 1 表示沿着含有透镜光轴 Δ 的平面的、一个示例性传统变焦透镜的截面。中空部 (cell) 由两绝缘透明板 1 和 2 及未示出的侧壁限定。这些板和侧壁限定一个填充有绝缘液和不能与绝缘液混合并且具有与之密度相同而折射率不同的电导液的密封腔。下板 2 不平，包括一个凹坑或凹口 3，用于容纳绝缘液滴 4。剩余的中空部填充电导液 5。通常，电导液是水性液体而绝缘液为油性液体。绝缘液 4 和电导液 5 之间的接触面形成可变形折射面 6。

凹口 3 包括围绕基座 8 的具有轴 Δ 的锥面 7。例如含有镀金层的电极 9 覆盖锥面 7 和部分基座 8，并自身被绝缘层 10 所覆盖。另一个电极 12 与电导液 5 接触。利用电润湿现象，根据电极 9、12 之间提供的电压 V ，可以改变可变形折射面 6 的曲率。因此，在电压作用下，可变形折射面 6 的外围沿着由被电极覆盖的凹口的表面限定的壳壁移动。由此，垂直于板体 1 和 2 通过中空部液滴 4 的区域的光束根据所提供的电压 V 或多或少被聚焦。

图 2 为图 1 的细节部分截面。绝缘层 10 基本复制凹口 3 的形状并因此包括锥状部分 16 和平面环形部 18。锥状部分 16 的顶点用标记 A 表示。相应于锥状部分 16 和平面环形部 18 之间通道的点用标记 B 表示，在基座 8 上与电极 9 的端部基本同一水平线的平面环形部 18 的端点用标

记 C 表示。在截面平面中的角度 θ 表示垂直于光轴 Δ 的平面和锥面 7 之间的角度。角度 θ 例如大约在 45° 的级别。而且，截面平面中在绝缘层 10 和位于绝缘层 10 的可变形折射面 6 的切面之间的角度标记为 α 。施加特定电压 V 会导致某一个特定角度 α ，从而固定透镜的会聚度。例如角度 α_1 到 α_4 表示随着电压 V 的值的升高的不同角度 α 的值。

图 3 表示透镜会聚度 $1/f$ 随着电压 V 的变化。对于电压 V 为 0 时，绝缘液 4 基本润湿至绝缘层 10 的顶端，换言之，到图 2 中点 A 的水平线。接着，可变形折射面 6 和绝缘层 10 之间的角度对应角度 α_1 。由于可变形折射面 6 具有凹形，故获得负会聚度。当电压 V 从零增长，只要其小于阈值 V_1 ，则可变形折射面 6 将保持不动。这相应于图 3 曲线 20 的水平部分。

当电压 V 从阈值 V_1 增加到稍低于阈值 V_2 的值时，可变形折射面 6 的外围跨过锥状部分 16 从点 A 移动到点 B。该透镜会聚度增加形式相应于图 3 曲线 22 上升部分，同时相应于角度 α 的增加。作为一个例子，如在图 2 中，角度 α_2 相应于可变形折射面 6 外围的点 A 和 B 之间的中间位置。

点 B 对应可变形折射面 6 不稳定位置。具体地，当电压 V 等于 V_2 时，位于点 B 处、角度 α 、并由环形部 18 和位于环形部 18 的可变形折射面的切面之间的角度限定的可变形折射面 6 的外围，相对于其在紧邻点 B 之前的值变尖。在图 2 中，角度 α_3 和 α_4 分别相应可变形折射面 6 外围的点 B 两侧显示出角度 α 经过点 B 时形状变化的位置。当可变形折射面 6 的外围位于点 B 时，角度 α 急剧减小，所提供的电压 V 会明显比强加这样一个角度 α 所需要的电压大。可变形折射面 6 的外围会几乎立即从点 B 移动到点 C。如图 3 所示，这反应为曲线 24 的基本垂直部分的会聚度瞬即增加，而电压基本保持值 V_2 。一旦可变形折射面 6 的外围到达点 C，电压再行增加将不再引起可变形折射面 6 的任何移动及因此而发生的会聚度的任何改变，这对应曲线 26 基本水平的部分。

这种当可变形折射面 6 经过点 B 时的不稳定性是不期望的，因为其意味着对于可提供于透镜电极之间的所有电压值 V 不能对透镜会聚度进行精确控制。

当可变形折射面 6 的外围经过点 B 而位于点 C 且使用者减小电压 V 时，只要电压为大于阈值电压 V_3 、小于 V_2 、通常大于 V_1 且对应于足以在点 C 实现角度 α 的电压，则可变形折射面 6 将保持不动。会聚度然后基本保持恒定，这相应于曲线 28 基本水平的部分。电压 V 从 V_3 另行降低至稍高于阈值 V_4 的值导致可变形折射面 6 外围从点 C 移动到点 B。这导致透镜会聚度稍微降低，相应于曲线 30 的下降部分。然后点 B 再次相应可变形折射面 6 的不稳定位置。具体地，当电压 V 等于 V_4 ，可变形折射面 6 的外围倾向于通过点 B 到达锥状部分 16 的位置。在通过点 B 时，角度 α 急剧增加。所提供的电压显著低于实现角度 α 所需电压，可变形折射面 6 的外围瞬即移向锥状部分 16 并停在相应于有关电压 V_4 的角度 α 的位置。这导致会聚度急剧下降，这相应于曲线 32 的基本垂直部分。电压从 V_4 降低到 V_1 使可变形折射面 6 返回到点 A。

根据电压 V 是否升高或降低，透镜会聚度的变化将因此而不同。这种滞后现象突出了对该透镜会聚度缺少精确控制。

如果电极 9 只覆盖凹口 3 的锥面 7 且不延至基座 8 则可克服这个缺点。然而，采用的金属层沉积方法通常不能提供足够的精度确保电极 9 在锥面 7 和基座 8 之间连接处准确停止。一个解决方案是限制电极 9 的延伸以使之停于点 A 和点 B 之间。然而，对于给定凹口 3 的形状，理想的是可具有最宽的会聚度范围，这需要电极 9 至少延伸至点 B。实际上，电极 9 因此有系统的延伸于部分基座 8 上。

这个缺点可进一步通过将电压 V 变化范围限制到低于阈值 V_2 的值而予以克服。然而，实际上，透镜生产商通常不能影响使用者施加电压给中空体电极，因此也不能确信使用者不会提供一个高于阈值 V_2 的电压。

发明内容

因此，本发明的一个目的是获得一个变焦透镜，其会聚度根据透镜电极之间提供的电压连续变化。

本发明的另一个目的是获得一个变焦透镜，其会聚度根据透镜电极之间提供的电压的变化不会出现滞后。

为了实现这些目的及其他目的，本发明提供一种变焦透镜，包括含有折射率不同的电导液和绝缘液的腔体，两种液体之间的接触面形成可变形折射面，可变形折射面的外围在电压作用下沿着一个壳壁移动，其中该壳包括：

相对垂直于所述透镜的光轴的平面倾斜的上部，

比上部更加倾斜的下部，

位于上部和下部之间的连接区（B`），其中，为了使可变形折射面在所述连接区保持阻塞，该壳在连接区处的表面相对垂直于透镜光轴的平面的倾斜度显示出急剧变化。

根据本发明的一个实施例，所述上部呈锥状并具有一个平行于光轴的轴。

根据本发明的一个实施例，所述下部通常呈圆柱状并具有一个平行于光轴的轴。

根据本发明的一个实施例，在上部和下部之间连接区处，下部通常呈锥状并具有一个平行于光轴的轴，该下部相对于垂直光轴的平面的倾斜度大于上部相对垂直于光轴的平面的倾斜度。

根据本发明的一个实施例，连接区（B`）具有连续可变曲率。

根据本发明的一个实施例，所述上部和下部对应于覆盖金属层的绝缘层的表面部分，其中该金属层自身沉积于一个绝缘基板上并形成一个电极。

根据本发明的一个实施例，该壳包括至少部分透明的底部。

附图说明

本发明的这些和其他的目标、特征和优点将参照附图在以非限定性方式而做出的特定实施例中做出详细说明。

图 1 为如上所述的传统实施例变焦透镜的截面。

图 2 为如上所述的图 1 透镜截面细节图。

图 3 解释图 1 中的透镜会聚度根据透镜电极之间所提供的电压变化。

图 4 为根据本发明第一实施例变焦透镜截面细节图。

图 5 解释图 4 透镜会聚度根据透镜电极之间所提供的电压变化。

图 6 和 7 表示本发明第 2 和第 3 实施例变焦透镜截面细节图。

图 8 为包括本发明变焦透镜的光学设备的诸如移动电话相机模块的示意图。

图 9 是根据本发明的另一实施例的变焦透镜的截面细节图。

具体实施方式

本发明包括提供位于锥面 7 和凹口 3 的基座 8 之间的中间面，其中，在包含透镜光轴 Δ 的平面中，在锥面和中间面之间的连接区处，垂直于该光轴的平面和该中间面切面之间的角度大于垂直于光轴平面和锥面之间的角度，或在远离连接区时相对垂直于光轴 Δ 的平面和锥面之间的角度迅速增加。电极 9 然后延伸过锥面 7 及中间面并且，如果需要，延伸过基座 8 的一部分。覆盖电极 9 的绝缘层 10 的外表面形状复制凹口 3 的形状。结果，沿着其壁体使可变形折射面 6 外围移动的壳包括：上

部 16，其形状复制所述锥面 7 的形状；下部 34（图 2），其形状复制中间面的形状；及连接区，位于上部和下部之间。根据本发明，为了使可变形折射面在所述连接区保持阻塞(blocked)，连接区处的壳表面相对垂直于透镜光轴的平面的倾斜度表现为急剧变化。这样，当从上部通向下部时，可变形折射面 6 在绝缘层 10 的切面和绝缘层 10 的切面之间的角度 α 迅速增加。接着，当移过上部的锥面处的绝缘层的可变形折射面外围到达锥状部分 16 和下部之间的连接区时，需要为透镜电极之间电压提供一个突增，以使折射面通过连接区。由此，对于电压的稍微增加，可变形折射面在连接区保持阻塞，其然后扮演一个止挡(stop)的角色。图 1 中透镜的非稳现象因此不再被看到，因为可变形折射面 6 的外围永远不会到到中间面和凹口底部之间的连接区，此乃非稳现象发生地，这是因为中间面可具有很多形状，其相对光轴的倾斜度允许上述操作。

图 4 是本发明第 1 实施例变焦透镜截面细节图。在凹口 3 的基座 8 与锥面 7 之间，有一个圆柱面 33，其轴相应透镜光轴 Δ 。电极 9 和绝缘层 10 延伸过圆柱面 33 及部分基座 8。绝缘层 10 基本上复制凹口 3 的形状并由此包括面对圆柱面 33 的圆柱部分 34（下部）。相应绝缘层 10 的锥状部分 16 和圆柱部分 34 之间通道的点用 B' 表示。角度 α_5 和 α_6 分别相应可变形折射面 6 的外围在点 B' 的两侧的位置，显示出在经过点 B' 时发生角度 α 的陡峭变化。值得注意的是，角度 α_6 明显比角度 α_5 大。用于保持可变形折射面 6 位于相应角度 α_6 的电压 V 因此明显比将可变形折射面 6 保持在相应角度 α_5 的位置所需电压 V 大。

图 5 表示图 4 透镜会聚度根据透镜电极之间提供的电压 V 的变化。和对图 3 的描述方式相同，对于零电压 V ，绝缘液 4 基本润湿到绝缘层 10 的顶端，也就是说到图 4 的点 A。可变形折射面 6 具有一个凹形，产生一个负会聚度(negative convergence)。如上所述，当电压 V 从零升高时，可变形折射面保持不动，直到电压 V 低于阈值电压 V_t 。这相应于图 3 中曲线 40 的水平部分。

当电压 V 从阈值 V_1 增加到阈值 V_2 时，可变形折射面 6 的外围从点 A 移过绝缘层 10 的锥状部分 16 到点 B' 。这反映出透镜会聚度的增长，相应于图 5 中曲线 42 的上升部分，同时相应于角度 α 的增长。对于可变形折射面 6 可越过点 B' ，这将需要提供一个高于明显大于 V_2 的阈值（图 5 中未示出）的电压 V 。越过 V_2 的电压 V 的稍微增长因此导致可变形折射面 6 不做任何移动并由此会聚度不增加。这相应于曲线 44 的水平部分。

相反，当电压 V 从一个高于可变形折射面 6 外围上点 B' 对应的 V_2 的值减少时，不会观察到可变形折射面 6 的任何移动，直道电压 V 到达 V_2 。当电压 V 减少到低于 V_2 的值时，可变形折射面 6 移离点 B' 并向点 A 靠近。由于会聚度按照曲线 42 的部分变化，所以不会观察到滞后现象。

图 6 是本发明第 2 实施例的变焦透镜截面细节图。中间面是一个锥面 46，其在截面中的在垂直于光轴 Δ 的平面和锥面 45 之间的角度 θ' 比角度 θ 大。绝缘层 10 包括面向锥面 46 的锥状部分 48。点 B' 由此表示在截面平面的相应锥状部分 16 和锥状部分 48 之间的连接区的点。因此所观察到的现象和上述参照图 4 所解释的相似，因为可变形折射面在绝缘层 10 的切面之间的角度 α 在可变形折射面 6 外围经过点 A 通过点 B' 时发生急剧增大。因此给出的会聚度变化曲线基本相应于图 5 所示出的曲线。

为了使连接区有效扮演一个止挡角色，申请人已经示出，最好下部的倾斜度相对于上部的倾斜度至少增加 20%。例如图 7 实施例，对于大约 45° 的锥面角度 θ ，中间面的倾斜角应高于大约 55° 。

而且，如图 5 所示，当我们需要使止挡很尖锐时使连接区尽量短是很有利的。因为在透镜加工工艺中，连接区必然地表现出非零尺寸，但如果我们需要使可变形折射面突然止挡于连接区，需将该尺寸作得尽量

小。例如，在凹口被加工以获得锥面 7 和中间面 33（图 4）、46（图 7）的场合，连接区将显示出一个曲面形状，其半径需要尽量小。例如，半径小于 0.1mm，优选小于 0.05mm。

图 7 为本发明第 3 实施例透镜截面细节图，其中，中间面 50 经过呈曲面的连接区被连接到锥面 7。绝缘层 10 包括面对中间面 50 的下部 52。点 B` 因此表示在截面平面中表示相应锥状部分 16 和下部 52 之间连接区的点。根据本实施例，在锥状部分 16 和下部 52 之间的连接区，在截面中在垂直于光轴 Δ 的平面和弯曲部分 52 的切面之间的角度在其远离点 B` 时相对于角度 θ 迅速增长。当可变形折射面外围经过点 A 通过点 B` 时，在绝缘层处可变形折射面的切面和绝缘层之间的角度 α 在连接区急剧且连续增长。相对图 5 会聚度变化曲线，曲线部分 42 无“中断”延伸通过其斜率迅速减少的圆整部分，这相当于当电压 V 增加时可变形折射面的轻微移动。

图 9 示出了本发明的变焦透镜的另一个实施例。根据该实施例，在上壁部分 16 与下壁部分 48 之间的连接区 B` 在壁倾斜度上的变化足以基本上阻塞当所施加的电压增加时所述变形折射面在该连接区处的移动。下壁部分 48 邻接于所述凹口 3 的基座 8（取向为基本上垂直于所述光轴）。按照本实施例，在所述连接区处的表面壳包括第一区部分 61，其在壁倾斜度上的第一变化足以阻塞所述变形折射面的移动；还包括第二区部分 62，其具有一个反向的壁倾斜度变化。由此在第二区部分以下的壁倾斜度例如基本上与上壁部分 16 的倾斜度相同。在该特定实施例中，按照用于制造凹口的工艺，在第一与第二壁部分 61、62 之间的中间表面最好做得尽可能地短。例如，第一与第二区部分 61、62 中的每一个的弯曲表面的半径小于 0.1mm，最好小于 0.05mm，并且本实施例中的中间表面 60 最好小于 0.1mm。

自然，本发明对于本领域技术人员来说可做出各种修正与变化。尤其，本发明所描述的是针对可变形折射面外围移过锥面的变焦透镜。自

然，可变形折射面通过的工作面可以与锥面不同。本发明还包括提供一个中间面，从而在工作面和中间面之间的连接区，在垂直于光轴的平面和中间面的切面之间的角度比垂直于光轴的平面和工作面切面之间的角度大，或者在其远离工作面时相对垂直于光轴的平面和工作面切面之间的角度迅速增加。

下面描述本发明透镜的另一个优点。在一些应用中，其可有利于限制透镜的动态，即，上述限定的角度 α 的变化范围（在截面平面中绝缘层 10 和可变形折射面 6 在绝缘层 10 处的切面之间的度量的角度）例如对于变焦透镜其沿着光轴 Δ 的尺寸需要做出限定的场合。在该场合中，透镜将被设计成上板 1（图 1）和下板 2 彼此靠的很近。由此，存在着使绝缘液液滴 4 与上板 1 接触的危险。此时，让上述连接区扮演止挡的角色是有利的并由此限制角度 α 的变化范围，同时保持基板 2 足够深度，由此维持其机械强度。

本发明变焦透镜可用于很多应用中，包括，但非限于此，所有包含微型光学相机的设备。图 8 概略表示一个结合本发明可变焦透镜 80 的光学设备 100。该光学设备包括用于保持变焦透镜的框体 81，及由一个或多个固定透镜组成的光学组 82。还包括光学传感器 83 和驱动变焦透镜的驱动器 84，其中，驱动器通过连接器 85、86 连接到透镜的电极上。一个典型的光学设备是一个含于移动电话中的相机模块，例如，在 U.S. 专利 No. 6823198 中所描述的那种，该文献整体内容包含于此文作为参考。

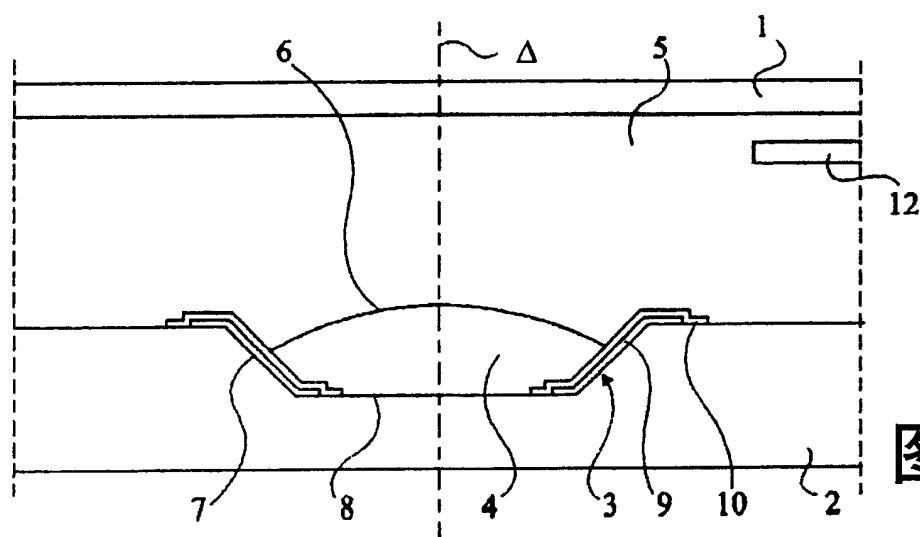


图1

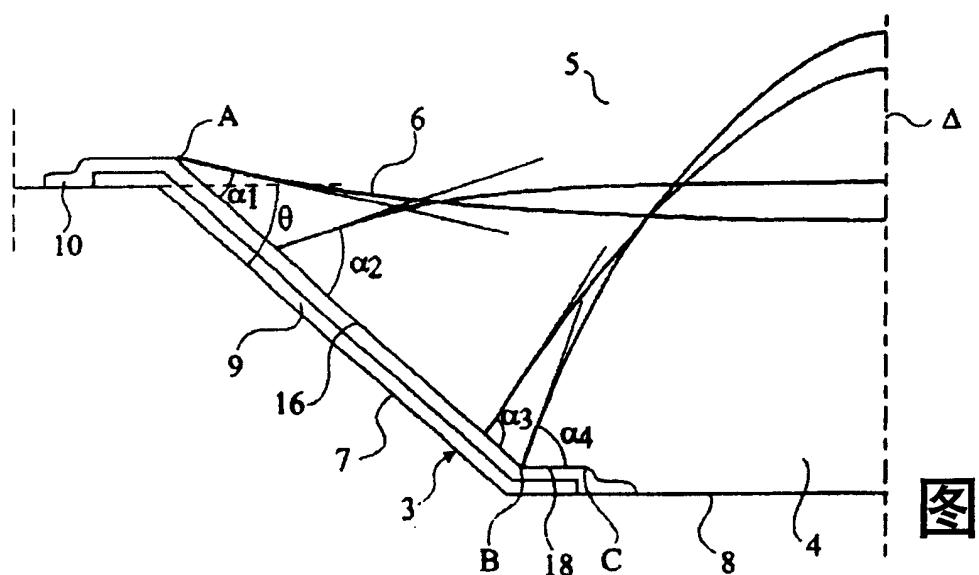


图2

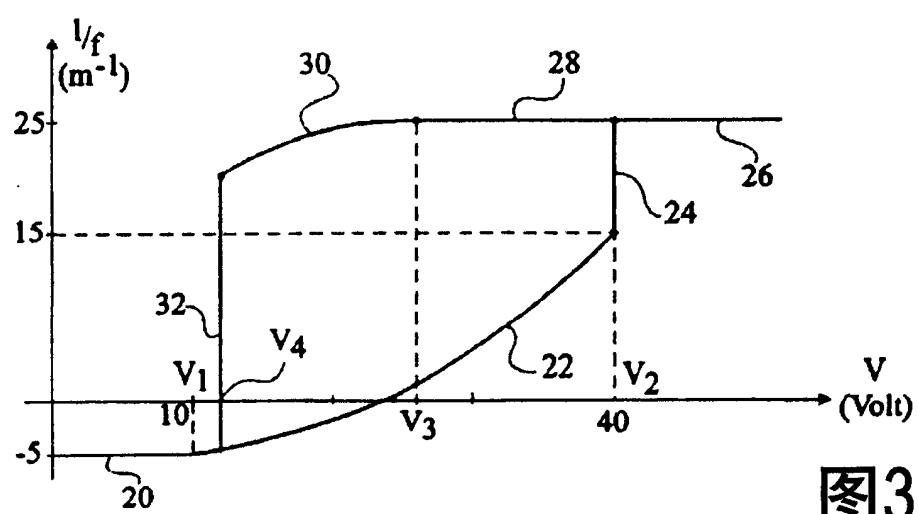


图3

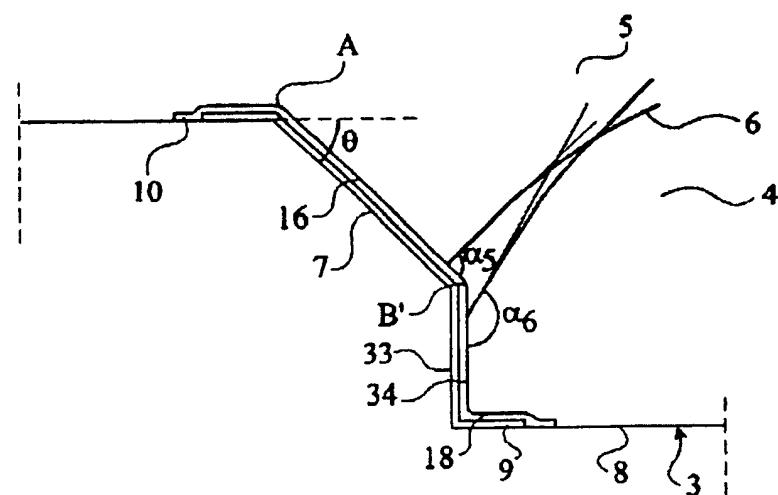


图4

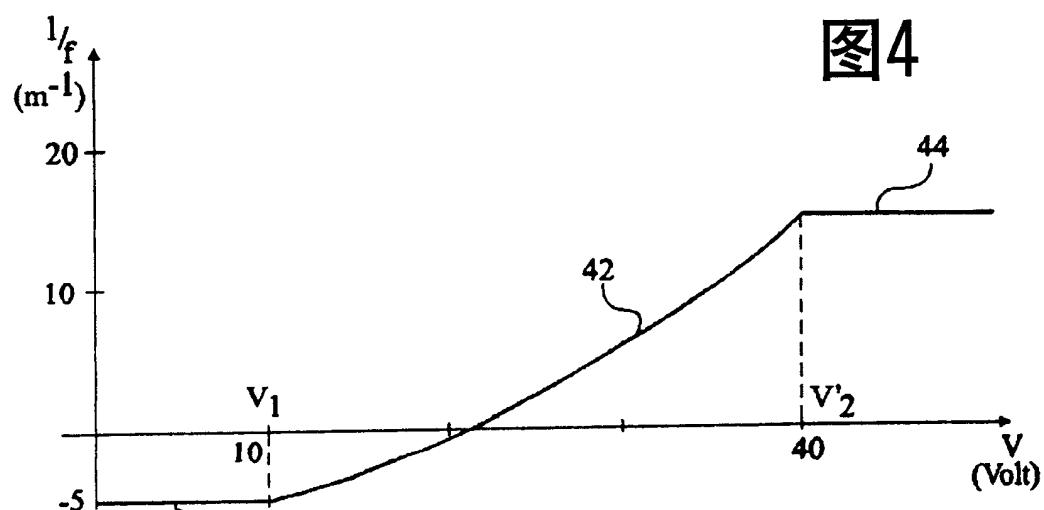


图5

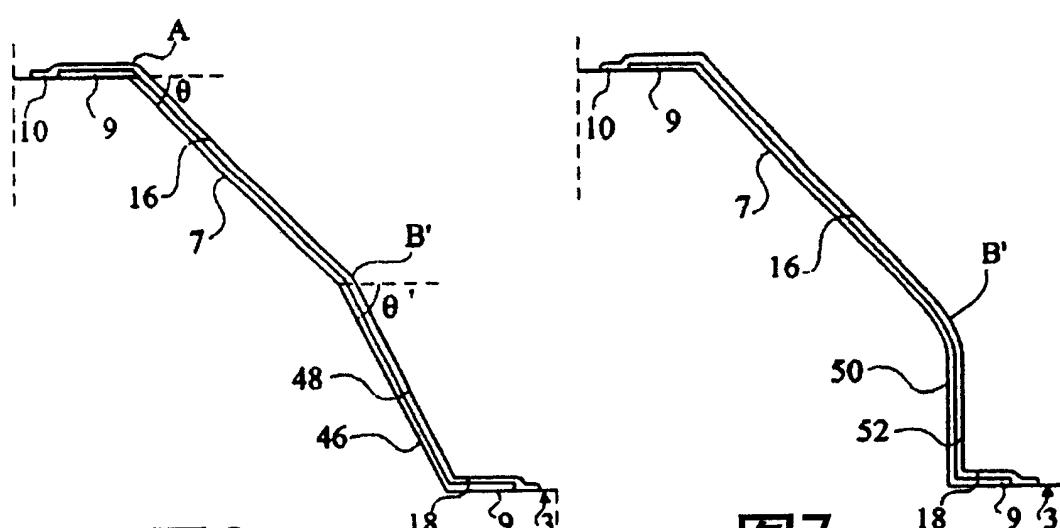


图6

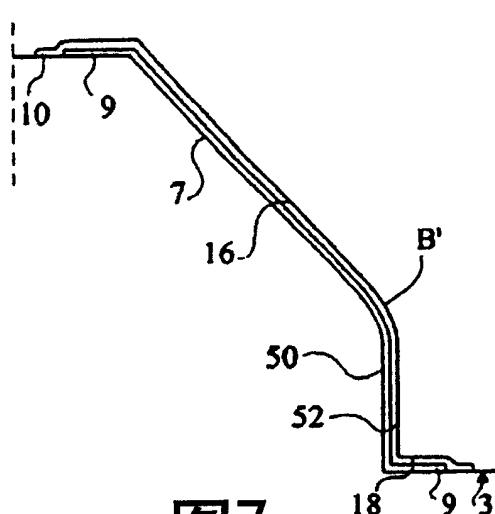


图7

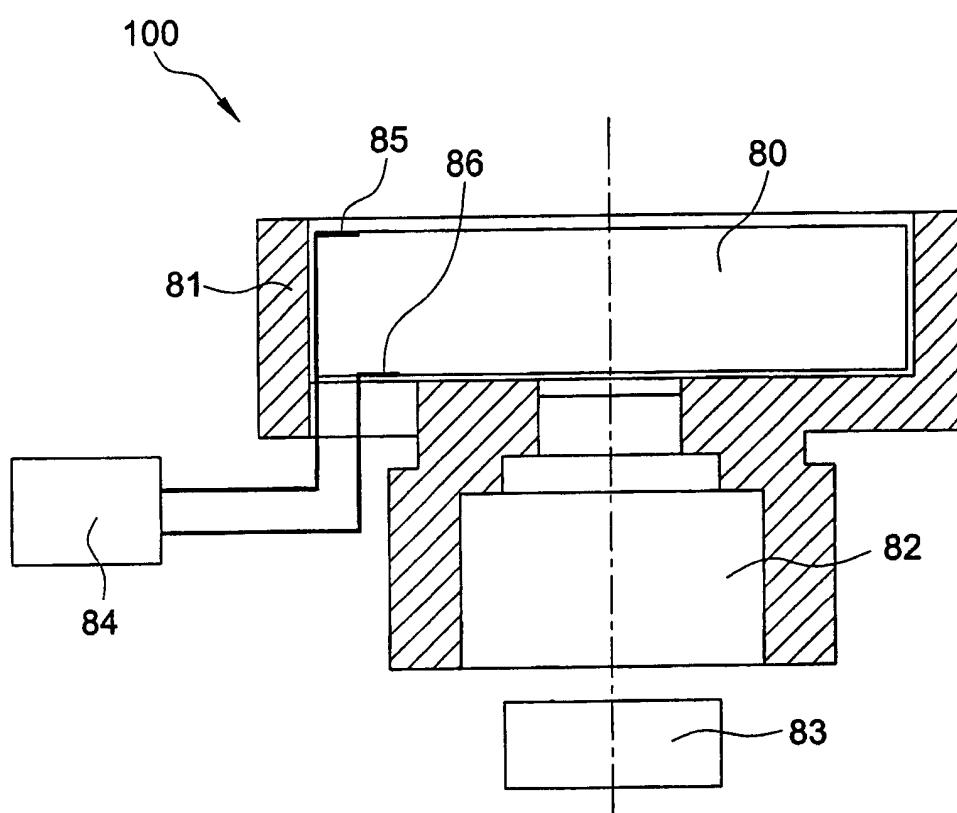


图8

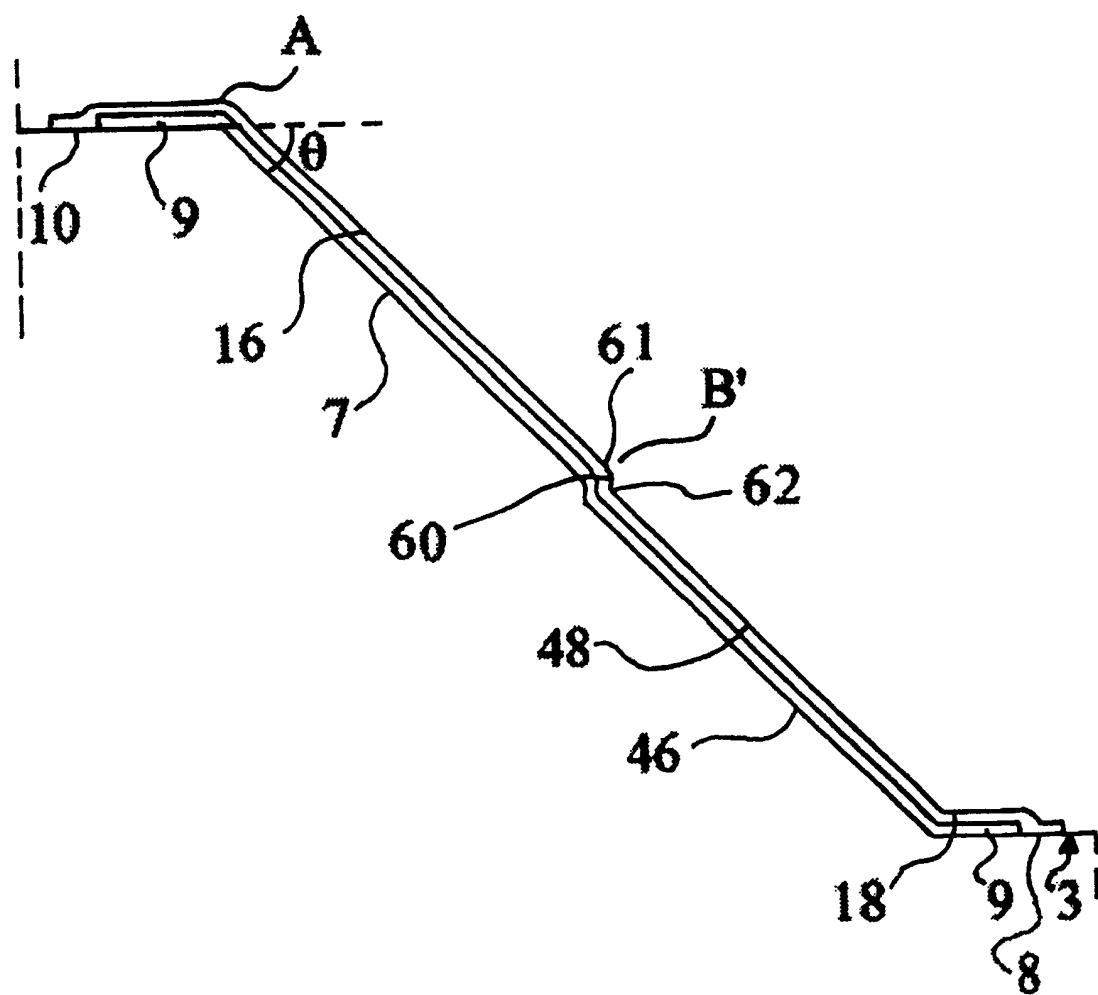


图9