

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 26/02 (2006.01)

G02B 3/14 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480012239.5

[43] 公开日 2006年6月7日

[11] 公开号 CN 1784626A

[22] 申请日 2004.5.5

[21] 申请号 200480012239.5

[30] 优先权

[32] 2003.5.6 [33] EP [31] 03076378.3

[86] 国际申请 PCT/IB2004/050585 2004.5.5

[87] 国际公布 WO2004/099846 英 2004.11.18

[85] 进入国家阶段日期 2005.11.7

[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 C·A·伦德斯

B·H·W·亨德里克斯

R·A·哈耶斯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 原绍辉

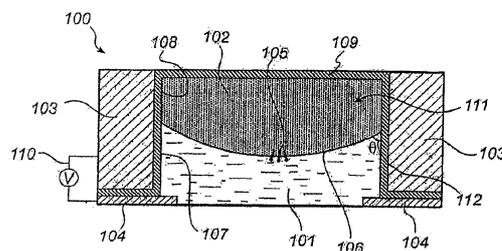
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

## [54] 发明名称

可转换元件中的驱动电压降低

## [57] 摘要

描述了一种可转换元件，其包括流体室(111)，流体室中包含不互溶的极性液体(101)和非极性液体(102)。这种元件还带有两个电极(103、104)，所述电极设置成通过跨过这两个电极的外加电压而控制液体的空间分布。通过向液体之一或其全部添加表面活性剂，就可以降低元件的驱动电压。这种元件可以用作例如光学装置或马达。



1. 一种可转换元件，包括：

室（111），其包括第一流体（101）和第二流体（102），所述第一流体至少为极性液体与导电液体之一，而所述第二流体为不导电液体；

第一电极（103）和第二电极（104），其设置成用于控制所述第一、第二液体的空间分布；以及

其中所述第一、第二流体中至少一个包括表面活性剂（105）。

2. 根据权利要求1所述的可转换元件，其中所述表面活性剂（105）影响所述第一流体（101）与所述第二流体（102）之间的界面张力（106）。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的可转换元件，其中所述表面活性剂（205）影响所述第一流体（106）与所述封闭室（111）的至少一个壁（109）之间的界面张力（107）。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的可转换元件，其中所述表面活性剂（305）影响所述第二流体（102）与所述封闭室（111）的至少一个壁（109）之间的界面张力（108）。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的可转换元件，其中所述表面活性剂（105、205、305）为乙醇。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的可转换元件，其中所述表面活性剂（105、205、305）为具有烃成分或碳氟化合物成分分子。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的可转换元件，其中所述表面活性剂（105）为选自包括 2, 2, 3, 4, 4, 4-六氟代-1-丁醇和 2, 2, 3, 3, 4, 4, 4-七氟代-1-丁醇的表面活性剂中的至少一种表面活性剂。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的可转换元件，其中所述表面活性剂（105）为选自包括五氟代苯基-三甲硅烷、三氟代甲基三甲硅烷和三氟代甲基三乙硅烷的表面活性剂中的至少一种表面活性剂。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的可转换元件，其中所述元件为可转换光学元件。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的可转换元件，其中所述元件为马达。

11. 一种装置，其包括根据前述权利要求中任一项所述的可转换元件(100)。

## 可转换元件中的驱动电压降低

## 技术领域

5 本发明涉及可转换元件，并且涉及包括可转换元件的装置。

## 背景技术

电润湿实质上是电场籍此来改进与疏水表面接触的极性液体的润湿特性的现象。通过施加一个电场，就在极性液体中产生表面能量梯度，这可以用于处理液体。在常见的应用中，利用水作为极性液体。

10 近来，已经提出并展示了根据电润湿原理进行工作的可转换元件。这些可转换元件通常包括封闭室，室中充填着一部分水与一部分油，但是也可以使用其它液体。重要特性在于这些液体不互溶，并且其中一种液体为极性或非极性液体（如水），而另一种液体为非极性液体（如油）。当装置用作光学元件时，其它重要的液体参数为例如折  
15 射率、熔点、传输率以及密度。

由于这些液体不互溶，所以它们之间总是存在轮廓分明的界面。室的内表面通常包括两个分离式表面，其中一个为疏水表面，一个为亲水表面。疏水表面生性排斥水，并且通过适当配置表面可以预先确定这些液体之间的空间关系，即使水处于与疏水表面相对的预定位置  
20 上。因此，还可以预先确定两种液体之间的界面。

另外两个电极设置于所述室中，一个地址电极设置于疏水且电绝缘的涂层之后，一个反电极与导电液体直接接触或者在电容上联接于导电液体上。通过在两个电极之间施加一个电势，就会跨过绝缘涂层而形成电场。电场产生静电力，静电力超过由导电液体中的分子施加  
25 的引力，从而改变这些液体之间的空间关系，进而还改变液体界面的形状与位置。实际上，通过控制外加电势就可以对液体界面进行控制。

已知若干原理使用这种机理，并且可以利用这些原理对室进行控制。根据第一原理，选择具有不同传输性能的液体。通过改变这些液体的空间分布，就可以改变部件的传输情况。根据第二原理，选择具  
30 有不同的射率的液体。这使得液体之间的弯月面转变成具有折射性能的透镜，这些折射性能可以通过电极电势进行控制。通常，这种透镜可以在凸出、光聚焦状态与凹入、光发散状态之间进行变化。在本文

献中，断开状态是指电极之间的外加电压大致为零的情况。此外，接通状态是指外加电压造成液体的空间分布与断开状态相比产生相当大的变化的情况。

电润湿室还在专利 W02002/099527、W02003/069380 和  
5 W02004/027489 中进行了描述。

这些电润湿元件可以设置成用作不同的光学及其它部件，例如作为马达、可变焦距透镜、可变光阑、可变滤波器、光栅、光束偏转器、机械致动器以及电润湿基显示器。当这些电润湿元件用于便携式装置中时，装置的电力消耗与驱动电压特别重要。如果电压过高，就可能  
10 需要包括用于驱动该装置的附加电子装置。这些附加电子装置存在许多缺点，一个缺点就是增加装置的研发与制造成本。涉及高电力消耗的另一个缺点可能是便携式装置的电池必须非常频繁地进行再充电，从而大大地限制了便携式装置的使用。

#### 发明内容

15 本发明的一个目的是消除或至少减轻涉及电润湿装置的电力消耗与驱动电压的上述问题。

这个目的可以分别通过根据附属权利要求 1 和 10 的方法和装置而得以实现。从属权利要求中限定了优选的实施例。

20 本发明基于发明人的以下认识，即通过对光学元件中液体的表面张力产生影响，就可以在基本不改变其光学性能的情况下而降低控制光室所需的电压。

公式 (1) 示出了如何可以通过改变第一非极性液体 NPL 与第二极性液体 PL 之间的表面张力来影响电压，这些液体均包括于电湿润室中。

$$25 \quad \gamma_{NPL/PL} \cos(\theta) = \gamma_{NPL/wall} - \gamma_{PL/wall} + \frac{\epsilon_0 \epsilon_r}{2d} V^2$$

$\gamma$  为各种界面张力， $\theta$  为穿过导电液体进行测量的弯月面与流体室壁之间的接触角度。除恰当的表面张力之外，这些液体还必须满足一系列其它要求，如具有适当的折射率、熔点、传输率、密度、粘性等等。因此，根据这些液体的选择，三种界面张力可能只有有限选择的  
30 离散值。

因此，根据本发明的第一方面，本发明提供了一种可转换元件。

这种元件包括流体室，流体室包括第一、第二流体。第一流体为不导电液体，而第二流体为极性和/或导电流体。所述元件还包括第一、第二电极，其设置成用于控制所述液体的空间分布。最后，所述第一、第二流体中至少一个包括表面活性剂。

- 5 根据本发明的第二方面，本发明提供了一种包括所述可转换元件的装置。

通过在液体中溶解表面活性剂来改变表面张力的一个优点在于可以影响表面张力并由此影响驱动电压，而基本不会改变液体的其它特性参数。这是因为表面活性剂主要影响界面。因此，只需要少量的表面活性剂，所以它们几乎不影响这些液体的整体性质。通过进行实验并借助于以下进一步的说明，本发明所属领域的普通技术人员可以确定在具体情况下所需的表面活性剂的量。

按照权利要求 2 中所限定的方式来影响所述第一与第二液体之间的表面张力的可转换装置有利地只对影响着接触角度相对于外加电压的敏感性的表面张力产生作用。通过调节施加于电极上的电压，就可以实现弯月面与流体室的壁之间的接触角度的所需变化。在公式 1 中可以看出，影响着用于实现接触角度的一定变化所需电压量的唯一表面张力就是两种液体之间的表面张力。换句话说，降低  $\gamma_{NPL/PL}$  就降低了实现接触角度的一定变化所需的电压。

20 一种如权利要求 3 或 4 中所限定在室壁与所述第一或第二液体之间存在表面张力的可转换装置的优点在于能够调节断开状态下的接触角度，而这并不影响接触角相对于外加电压的敏感性。

通过参考下文中所述的实施例，将会清楚了解本发明的这些及其他方面。

#### 25 附图说明

图 1 示意性地示出了根据本发明的一个实施例的侧视图，其中表面活性剂影响极性与非极性液体之间的界面张力；

图 2 示意性地示出了根据本发明的一个实施例的侧视图，其中表面活性剂影响非极性液体与室壁之间的界面张力；

30 图 3 示意性地示出了根据本发明的一个实施例的侧视图，其中表面活性剂影响极性液体与室壁之间的界面张力；以及

图 4a 和 4b 以剖视图形式示出了处于两个不同瞬时的已致动电润

湿马达。

#### 具体实施方式

在本描述中，相同或相应的零件具有相同或相应的参考标号。现在将参看图 1 对本发明进行更详细地描述。尽管图 1 中示出了用作可  
5 变焦距透镜的可转换元件，但是应当理解本发明同样适用于其它类型的电润湿元件，如马达、可变光阑、滤波器、光栅、光束偏转器、马达与电润湿基显示器。

图 1 示意性地示出了可转换光学元件 100 的侧视图。可转换光学  
10 元件 100 包括密闭室或流体室 111，其包含着第一流体 101 与第二流体 102。所述流体 101、102 基本不互溶。所述第一流体 101 优选地为水，其为极性、导电流体或液体，而所述第二流体 102 优选地为油，其为非极性液体。当极性与非极性液体互相接触时，它们之间即所述  
15 第一液体 101 与第二液体 102 之间就会形成弯月面。用于测量弯月面形状的一种途径就是测量室 111 的壁与所述第一液体 101 和第二液体 102 间的公共表面之间的角度  $\theta$  112。

另外，所述可转换光学元件还包括第一电极 103 和第二电极 104，  
其中所述第二电极 104 与所述第一液体 101 接触。在第一电极 103 与  
20 液体 101、102 之间有疏水绝缘体 109，从而使得所述第一电极 103 不会与所述液体 101、102 接触。而且，所述可转换光学元件设置成可以改变所述两个电极 103、104 之间的电压 110。从公式 1 中可以看出，在其它参数中，角度  $\theta$  112 取决于油 102 与室 111 的壁之间的界面表面  
25 张力  $\gamma_{NPL/wall}$  108，以及水 101 和室 111 的壁之间的界面表面张力  $\gamma_{PL/wall}$  107。通过增加这两个参数 107、108 之间的界面表面张力的差异，就会增加角度 112 而不会影响接触角相对于外加电压的敏感性，并且  
通过减少这种差异就会减小角度 112，而仍不会影响所述敏感性。

改变角度 112 的另一种更动态的途径就是改变外加电压 110。从公  
式 1 中可以推导出由外加电压的一定变化所引起的角度变化量。这个  
公式说明，通过降低水与油之间的界面表面张力 106，就会减少用于使  
30 角度 112 改变一定量所需的电压电平。

一种降低界面表面张力 106、107、108 的优选途径就是向所述第  
一液体 101 或所述第二液体 102 中加入表面活性剂 105。能够影响油  
与水之间的界面表面张力的表面活性剂 105 的一个实例为乙醇，例如

癸醇。如果壁包括与烃油结合的碳氟化合物（例如由 DuPont™ 公司生产的 Teflon™ AF1600），就可以例如由带有烃成分和碳氟化合物成分的分  
5 子的分子来影响油与壁 108 之间的表面张力。对于相同的壁，水与壁之间的表面张力可能受到带有极性头和碳氟化合物尾部如氟化乙醇的分子的影响。由于极低浓度的表面活性剂可以显著减少表面张力，因而通过使用表面活性剂可以使驱动电压显著降低，而不会影响液体的整体性质。用于壁/水界面的表面活性剂的实例为 2, 2, 3, 4, 4, 4-六氟代-1-丁醇和 2, 2, 3, 3, 4, 4, 4-七氟代-1-丁醇。可用于壁/油界面的表面活性剂为五氟代苯基-三甲硅烷，三氟代甲基三甲硅烷和三氟代甲基三  
10 乙硅烷。

图 2 和 3 示出了存在着还影响所述液体与围绕着所述液体的壁之间的界面表面张力的表面活性剂的情况，如上所述。应当理解，多种表面活性剂不仅不同程度地影响着这些界面表面张力之一，而且还影响着其中的两种或者全部三种。

15 至于应当加入液体中的表面活性剂的量，浓度取决于多个因素。一个因素为界面表面的面积与液体体积之比，其中较大的比率比较小的比率需要的浓度更高。因此，通常，为获得与体积较小液体相同的效果，体积较大的液体需要的表面活性剂的浓度更小。另外，理想的做法是在实现对界面表面张力的所需影响的同时尽可能地降低表面活性剂的浓度。另一方面，增加浓度就意味着增加影响效果，但这只是在一定程度上来说。当界面表面的表面活性剂达到饱和时，就获得全部效应。如果液体 101、102 内仍留有表面活性剂分子，那么将会，或者至少可能会对可转换元件的性能造成不合需要的负面效应。一种常常希望获得的状态就是界面表面，尤其是弯月面，利用至少一个单层的表面活性剂来覆盖。在水与油之间和水与室 111 的壁之间的界面表  
20 面处可以获得加入表面活性剂的最强作用。

本发明还可以用于电润湿马达，其中利用了以下事实，即根据润湿技术，可以通过电力来改变界面的形状，以便沿预定路径控制流体的容积。图 4A 和 4B 示出了处于不同瞬时的这种马达 30 特别是旋转式  
30 马达的一个实施例的剖视图。马达包括大致为圆柱形的第一体 33 和大致为圆柱形的第二体 35，第二体 35 居中放置于第一体 33 内。第一体 33 和第二体 35 在其各自的内表面与外表面之间密封着大致为圆柱形

的室 34, 室 34 中充满非极性并且/或者不导电的第一流体 36 如油和极性并且/或者导电的第二流体 37 的容积 37a-d, 在这个实例中第二流体 37 为水溶液, 如(盐)水。流体 36、37 不互溶。

5 第一体 33 带有用于改变其内表面的湿润性的装置, 即沿着第一体 33 的轴向延伸的十二个电极 40, 它们沿着圆周按照大致规则的径向间距分布。第一体 33 的内表面覆盖以电绝缘层 42, 绝缘层 42 为疏水材料, 或者更一般地说, 为对第二流体 37 的湿润性低于对第一流体 36 的湿润性的材料。在第一流体 36 为油或空气而第二流体为(盐)水的情况下, 这种材料的实例为例如特氟隆类材料, 如由 Dupont 提供的无定形含氟聚合物 AF1600 或聚对二甲苯或其组合。电极 40 连接于电压源(未示出)上。

15 第二体 35 为实心设计但在需要的情况下可为中空式, 其通过一个或多个适用的轴承而可运动地尤其是可转动地安装于第一体 33 中。例如, 轴承或每个轴承可以为油轴承, 其通过为第一体 33 和/或第二体 35 提供环形槽来进行配置, 其中在第二体 35 转动时, 压力就会增加, 从而将第二体 35 对中于第一体 33 中。

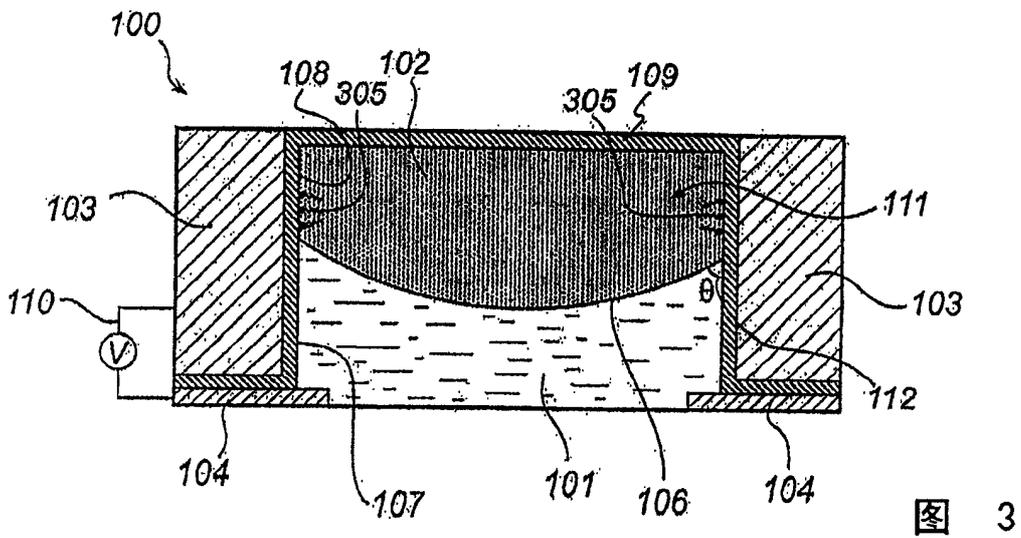
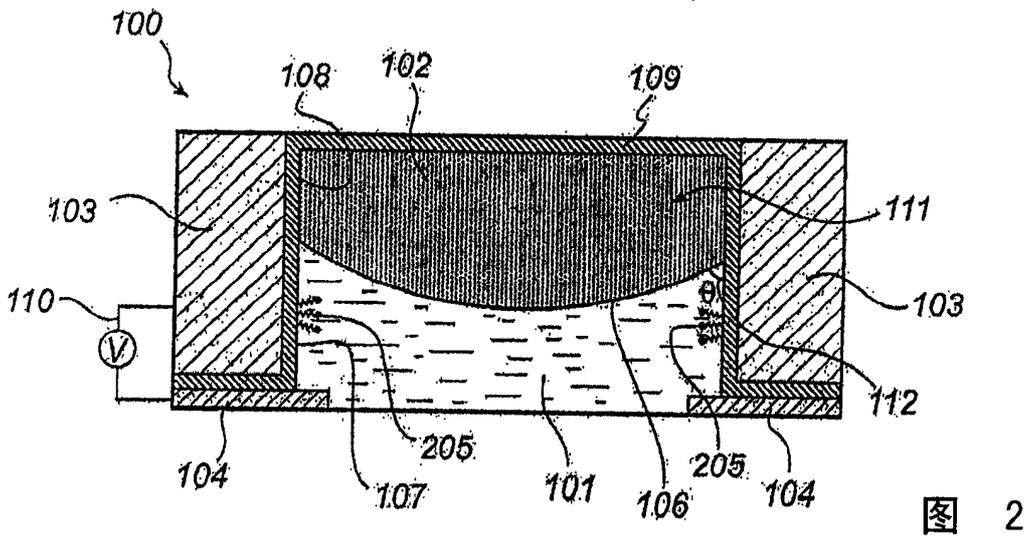
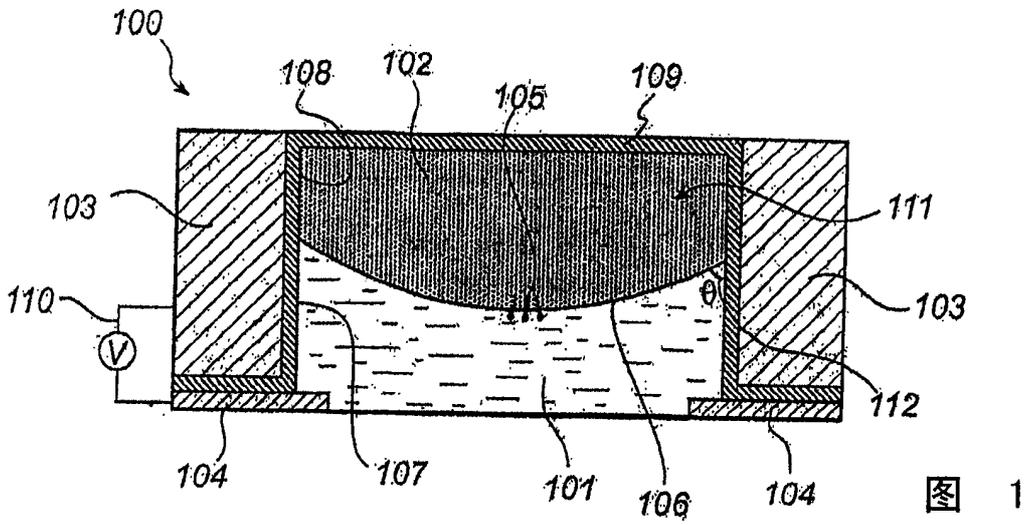
20 第二体 35 在其外表面上提供有呈四个亲水区域 44 形式的联接装置, 所述数量与所述容积 37a-d 的数量相应。例如, 这些区域 44 可以由对第二流体 37 的湿润性高于对第一流体 36 的湿润性的材料制成或覆盖, 例如这种材料可为玻璃。这些区域 44 通过区域 45 而沿径向彼此隔开, 区域 45 由疏水材料制成或由其覆盖, 疏水材料可能选自前述材料中的任意一种。另外, 或者替代地, 亲水区域 44 可为凹入形式以便增强与容积的联接力。而且, 容积 37a-d 中的两个或两个以上可通过位于第二体 35 中的至少一条适用管道 39 而互连, 如图 4A 和 4B 中的虚线所示。可以省略高、低湿润性区域 44、45, 但是也可以保留以便增加马达可以施加的最大力。

30 如上所述的马达操作如下。在图 4A 中, 对标有罗马数字 I 的电极 40(即上、下、左和右电极)供应电压。因此, 覆盖着所述电极 I 的疏水层 42 将会变成局部亲水。因此, 这四个容积 37a-d 将在四个电极 I 处与第一体 33 接触。此外, 它们还在联接装置处, 即亲水区域 44 和管道 39 处, 与第二体 35 接触。如果随后将电压电源变动至位置紧靠前一个电极 I 的第二电极 II 处, 则位于所述第二电极 II 上方的层将

变成亲水层，而第一电极 I 上方的层将会转回疏水层。这样就产生电  
润湿力，该力使容积 37a-d 朝向疏水区域 II 移动，如图 4B 中所示。在  
这种运动期间，容积 37a-d 将会沿着第二体 35 的亲水区域 44 移动至  
一直到疏水区域 45 的边缘。通过疏水区域 45 和第一体 36 的联合作用  
5 将会阻止沿着第二体 35 进一步运动，从而使得容积 37a-d 能够对第二  
体 35 施加湿润力，这就会使得体 35 转动。因此，通过利用适当的电  
压而相继致动连续的电极 40 I、II，第二体 35 就可以持续转动。优选  
地，电极 40 的位置通过“齿”状结构而彼此比较靠近乃至重叠。另外，  
电极 40 的径向尺寸优选地等于或小于容积 37a-d 的径向尺寸。电极 40  
10 的这种定位和/或尺寸将会确保容积 37a-d 可以“感应到”加在接连的  
电极 I、II 上的新外加电压。

在给定的实例中旋转方向为顺时针方向。应当理解，通过倒转电  
极 40 I、II 的致动顺序可以容易地倒转该方向。显然，转动的频率将  
取决于连续电极 40 I、II 的致动频率。应当指出，尽管在所示实例中  
15 使用了导电流体的四个容积 37a-d，但是也可以使用任意数量的容积。  
容积 37a-d 可以是沿轴向成线性或者包括一系列沿轴向隔开的小滴。  
还应当指出，对于图 4A 和 4B 的实施例，还可以使第一体 33 而非第二  
体 35 转动，只要将第一体 33 可转动地安装而将第二体 35 固定。在那  
种情况下，当电压从第一电极 I 转向第二电极 II（以更高的湿润性为  
20 特征）时，容积 37a-d 将朝向第二电极 II 移动直至亲水区 44 的边缘。  
随后，第二电极 II 由于湿润力而被拉至容积 37a-d，从而使得第一体  
33 沿逆时针转动。根据这些讨论，立即还能清楚马达 30 的操作情况与  
这些电极 40 是位于静态体上还是位于可运动体上无关。因此，尽管在  
实践中通常将电极 40 放置于静态体上以避免布线问题，但是决不应当  
25 将所示实施例看作限制。

因此，如上所述，本发明提出了一种用于降低可转换装置中的驱  
动电压的方法。应当指出，对于本申请来说，尤其是对于附属权利要  
求，词“包括”并不排除其它元件或步骤，冠词“一”或“一个”的  
使用不排除存在多个这种元件，并且至少一些装置可以按照硬件或软  
30 件的形式来实现，本发明所属领域的普通技术人员对此众所周知。



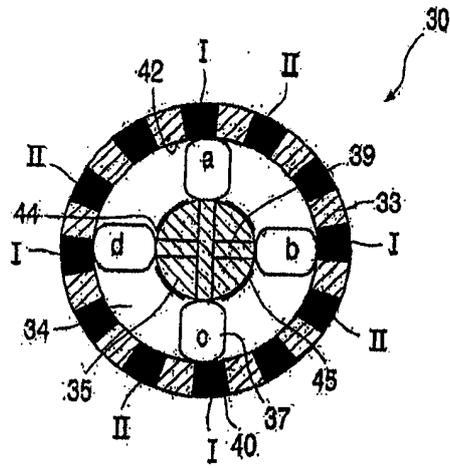


图 4a

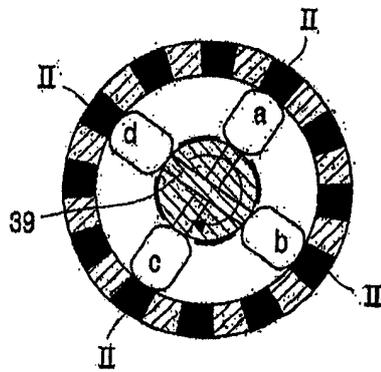


图 4b