



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102981266 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 20

(21) 申请号 201210516236. 1

(22) 申请日 2012. 12. 06

(71) 申请人 四川大学

地址 610065 四川省成都市武侯区一环路南一段 24 号

(72) 发明人 王琼华 刘超 李磊

(51) Int. Cl.

G02B 26/02 (2006. 01)

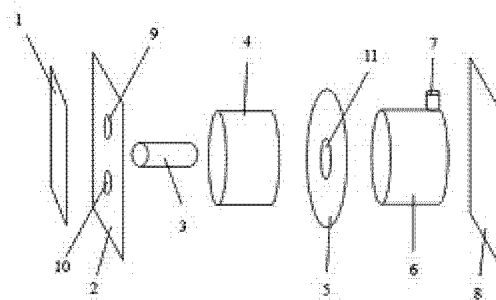
权利要求书 1 页 说明书 2 页 附图 2 页

## (54) 发明名称

一种基于机械湿润效应的液体光开关

## (57) 摘要

本发明提出了一种基于机械湿润效应的液体光开关,其包括透明弹性薄膜、上基板、透明圆顶柱体、透明硬质上腔体、中心基板、透明硬质下腔体、进水口和下基板,其中透明硬质上腔体和透明硬质下腔体直径相同,上基板中心对称分布有两个小孔,且两个小孔直径相同,中心基板圆心处有一个小孔,透明硬质上腔体填充黑色液体,透明硬质下腔体填充无色透明液体。该液体光开关能有效克服重力效应。



1. 一种基于机械湿润效应的液体光开关,包括:透明弹性薄膜、上基板、透明圆顶柱体、透明硬质上腔体、中心基板、透明硬质下腔体、进水口和下基板,其中透明硬质上腔体和透明硬质下腔体直径相同,上基板中心对称分布有两个小孔,且两个小孔直径相同,中心基板圆心处有一个小孔,透明硬质上腔体填充黑色液体,透明硬质下腔体填充无色透明液体。

2. 根据权利要求1所述的一种基于机械湿润效应的液体光开关,其特征在于,上基板中心对称的两个小孔直径 $d_1 \geq 0.8\text{mm}$ 且 $d_1 \leq 1.2\text{mm}$ ,两个小孔之间距离 $d_2 \geq d_4$ 且 $d_2 \leq D - d_1$ ,其中 $D$ 为透明硬质上腔体的直径, $d_4$ 为透明圆顶柱体的直径。

3. 根据权利要求1所述的一种基于机械湿润效应的液体光开关,其特征在于,中心基板圆心处的小孔直径 $d_3 \geq 3.5\text{mm}$ 且 $d_3 \leq 6.5\text{mm}$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种基于机械湿润效应的液体光开关,其特征在于,透明圆顶柱体的直径 $d_4 \geq 3.5\text{mm}$ 且 $d_4 \leq d_3$ 。

5. 根据权利要求1所述的一种基于机械湿润效应的液体光开关,其特征在于,透明硬质上腔体长度同透明圆顶柱体长度相同。

6. 根据权利要求1所述的一种基于机械湿润效应的液体光开关,其特征在于,透明硬质上腔体中黑色液体和透明硬质下腔体中无色透明液体的密度相同。

## 一种基于机械湿润效应的液体光开关

### 技术领域

[0001] 在本发明涉及机械式光开关技术,更具体地说,本发明涉及一种基于机械湿润效应并能够克服重力效应的液体光开关技术。

### 背景技术

[0002] 光开关是在光纤或波导光路中对光信号起通断作用的开关。它在光通信、光计算机和显示领域有广泛的应用前景。同时,光开关还可以作为光衰减器、空间调制器、可调虹膜的元部件。其中,液体光开关器件内部不需要引入可移动的固体元部件,因此,它具有小型化、制作简单、成本低等优点。液体光开关分为机械式和非机械式两种。非机械式光开关一般是基于电湿润效应和介电力效应来实现。基于电湿润效应的液体光开关,虽然响应时间迅速但其工作电压高达 60V 以上,严重影响了器件的使用寿命。基于介电力效应的液体光开关响应快,工作电压低,但是由于介电力本身比较微弱,所以基于介电力效应的液体光开关尺寸较小,严重限制了其应用范围。现有液体光开关的通光比率一般在 30% 以内。光开和光关两种状态下的光强比率在 100:1 以内。这样的通光比率和光强比显然不足以满足现代光通信和光计算机的要求。同时,液体光开关还有一个致命的缺点就是无法克服内部液体的重力效应。目前已提出的液体光开关只能水平放置,当竖直放置时,由于内部液体的重力效应,会使液体光开关通光不均匀,无法达到良好的开关效果,从而无法正常工作。

### 发明内容

[0003] 本发明提出一种基于机械湿润效应的液体光开关。如附图 1 所示,该光开关包括透明弹性薄膜、上基板、透明圆顶柱体、透明硬质上腔体、中心基板、透明硬质下腔体、进水口和下基板,其中透明硬质上腔体和透明硬质下腔体直径相同,上基板中心对称分布有两个小孔,且两个小孔直径相同,中心基板圆心处有一个小孔,透明硬质上腔体填充黑色液体,透明硬质下腔体填充无色透明液体。

[0004] 附图 2 和附图 3 为该光开关的原理示意图。如附图 2 所示,液体器件为初始状态,透明圆顶柱体浸没在黑色液体中,此时液体光开关处在光关状态。当从进水口向透明硬质下腔体中注入无色透明液体时,由于机械湿润原理,在中心基板上的小孔处会形成一个向上突的曲面,当曲面接触到透明圆顶柱体时,就形成了一个光通道,而透明硬质上腔体中的黑色液体则被排到透明弹性薄膜中如附图 3 所示,此时液体光开关处在光开状态。当把无色透明液体从进水口吸出时,在中心基板上的小孔处会形成一个向下凹的曲面。透明圆顶柱体又重新浸没在透明硬质上腔体中的黑色液体中,液体光开关恢复到光关状态。

[0005] 优选地,上基板中心对称的两个小孔直径  $d_1 \geq 0.8\text{mm}$  且  $d_1 \leq 1.2\text{mm}$ ,两个小孔圆心之间距离  $d_2 \geq d_4$  且  $d_2 \leq D - d_1$ ,其中  $D$  为透明硬质上腔体的直径, $d_4$  为圆顶柱体的直径。

[0006] 优选地,中心基板圆心处的小孔直径  $d_3 \geq 3.5\text{mm}$  且  $d_3 \leq 6.5\text{mm}$ 。

[0007] 优选地,透明圆顶柱体的直径  $d_4 \geq 3.5\text{mm}$  且  $d_4 \leq d_3$ 。

[0008] 优选地,透明硬质上腔体长度同透明圆顶柱体长度相同。

[0009] 优选地,透明硬质上腔体中黑色液体和透明硬质下腔体中无色透明液体的密度相同

#### 附图说明

[0010] 附图 1 为一种基于电湿润效应的液体光开关的装配图。

[0011] 附图 2 为一种基于电湿润效应的液体光开关的光开状态示意图。

[0012] 附图 3 为一种基于电湿润效应的液体光开关的光关状态示意图。

[0013] 附图 4 为实施例中的通光孔径大小随透明硬质下腔体容积变化的示意图。

[0014] 上述各附图中的图示标号为：

1 透明弹性薄膜,2 上基板,3 透明圆顶柱体,4 透明硬质上腔体,5 中心基板,6 透明硬质下腔体,7 进水口,8 下基板,9 上基板中心对称小孔,10 上基板中心对称小孔,11 中心基板小孔。

[0015] 应该理解上述附图只是示意性的,并没有按比例绘制。

#### 具体实施方式

[0016] 下面详细说明本发明提出的一种基于电湿润效应的液体光开关的实施例,对本发明进行进一步的描述。有必要在此指出的是,以下实施例只用于本发明做进一步的说明,不能理解为对本发明保护范围的限制,该领域技术熟练人员根据上述发明内容对本发明做出一些非本质的改进和调整,仍属于本发明的保护范围。

[0017] 本发明的一个实施例为,透明弹性薄膜为 91% 的 SYLGARD -184 硅橡胶加 9% 的固化剂在 150° C 下烘焙 30 分钟后制成,厚度为 0.06mm;上基板和下基板均为 12mm×12mm PMMA (聚甲基丙烯酸甲酯) 材料制成,上基板上中心对称的两个小孔直径均为 1mm;透明硬质上腔体和透明硬质下腔体均为 PMMA (聚甲基丙烯酸甲酯) 材料制成,且直径均为 8mm,长度均为 6mm;中心基板直径为 12mm,中心基板圆心处的小孔直径  $d_3=5\text{mm}$ ;透明圆顶柱体直径  $d_4=4\text{mm}$ ,长度为 6mm;透明硬质上腔体中填充的黑色液体为硅油和苏丹黑染料按照一定比例混合而成,密度为  $0.98\text{ g/cm}^3$ ;透明硬质下腔体中填充的无色透明液体为纯净水,密度为  $1.00\text{ g/cm}^3$ 。如附图 2 所示,初始状态时,透明圆顶柱体浸没在黑色液体中,此时液体光开关处在光关状态。在外界驱动装置作用下,向透明硬质下腔体注入无色透明液体,由于无色透明液体和中间基板圆心处小孔之间的表面张力作用,在小孔处会形成一个向上突的曲面,当曲面接触到透明圆顶柱体时,就形成了一个光通道,如附图 3 所示,此时液体光开关处在光开状态。当外界驱动装置把透明硬质下腔体中无色透明液体从进水口抽出时,在中心基板的小孔处会形成向下凹的曲面,此时,透明圆顶柱体又重新浸没在透明硬质上腔体中的黑色液体中,液体光开关又恢复到光关状态。通过外界驱动装置的往复作用,来切换液体光开关的光开和光关状态。

[0018] 附图 4 是实施例中的通光孔径大小随透明硬质下腔体容积变化的示意图。按照本实施例中所设置的参数,该光开关的光开状态和光关状态的光强比为 976:1,有效通光比率为 39%。

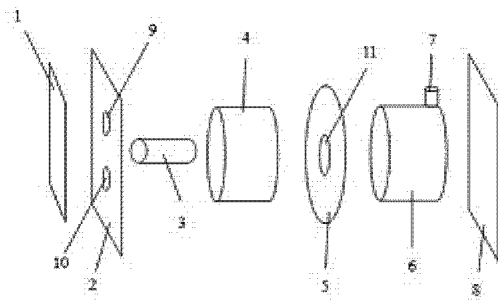


图 1

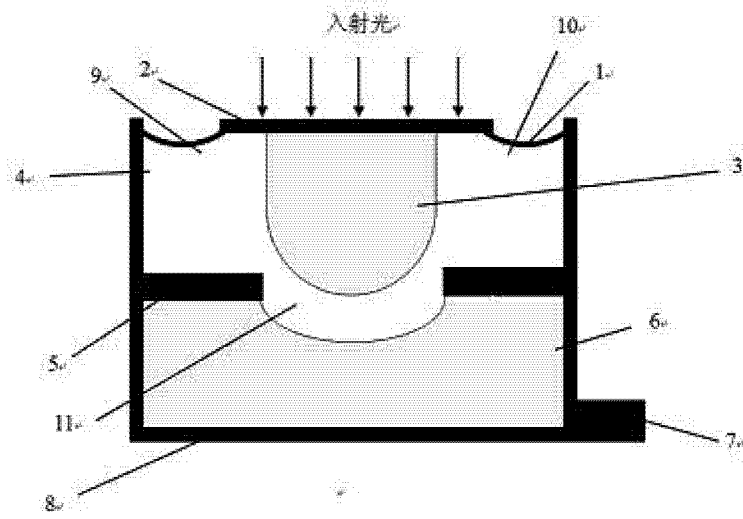


图 2

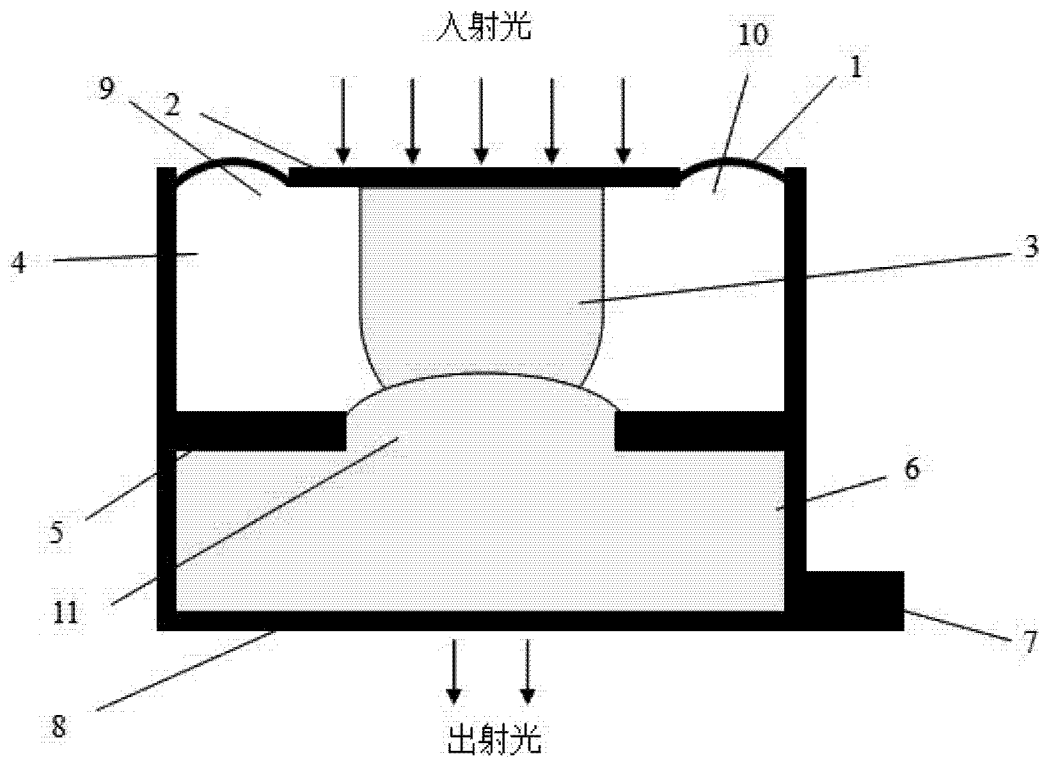


图 3

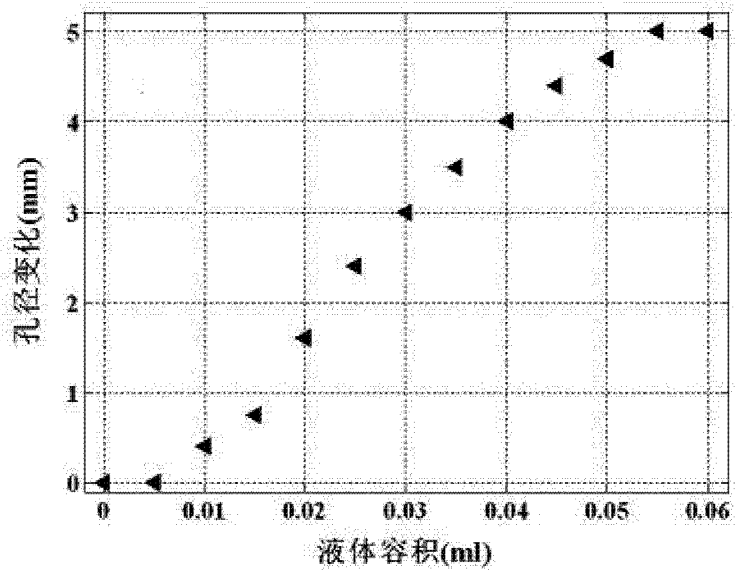


图 4