

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G10K 11/30 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780031013.3

[43] 公开日 2009年8月12日

[11] 公开号 CN 101506871A

[22] 申请日 2007.4.12

[21] 申请号 200780031013.3

[30] 优先权

[32] 2006.8.23 [33] US [31] 60/823,257

[86] 国际申请 PCT/IB2007/051327 2007.4.12

[87] 国际公布 WO2008/023286 英 2008.2.28

[85] 进入国家阶段日期 2009.2.20

[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·凯珀 B·H·W·亨德里克斯

J·F·苏伊吉维尔

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 王 英

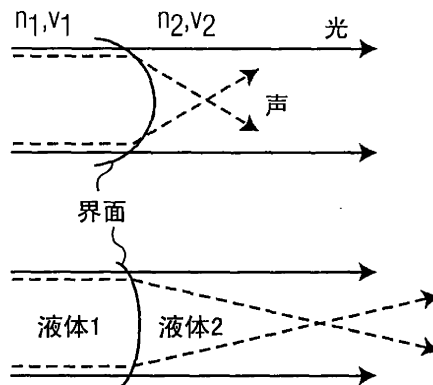
权利要求书4页 说明书12页 附图2页

## [54] 发明名称

用于可变地折射超声和/或光的系统

## [57] 摘要

本公开针对一种系统，用于可变地折射超声以及光，并且对于超声以及光是可透过的。通过选择具有正确光特性和声学特性的液体，可以可变地折射(包括聚焦和偏转或导向)超声，同时不会影响光的折射。连续的两个透镜，或者优选地一个透镜，允许可变地折射超声和光。



1、一种系统，其能够可变地折射光波和/或超声波，所述系统包括：至少一个透镜，其包括两种不融合的液体，构成了在所述液体之间的边界；以及用于将力直接施加到一种所述液体的至少一部分上，以便选择性地引起所述边界的一部分的位移的装置。

2、如权利要求1所述的系统，其中，所述系统能够可变地聚焦光波和/或超声波。

3、如权利要求1所述的系统，其中，所述系统能够可变地偏转光波和/或超声波。

4、如权利要求1所述的系统，包括：

第一透镜，其具有用于在基本上不折射光波的情况下对超声波进行可变聚焦的装置；以及

第二透镜，其具有用于在基本上不折射超声波的情况下对光波进行可变聚焦的装置，其中，所述第二透镜与所述第一透镜接续。

5、如权利要求4所述的系统，其中，所述系统包括：

所述第一透镜，其包含：两种液体1和2，所述液体1和2对光波具有基本上相同的折射率，并且超声波在所述液体1和2中具有不同的速度；在所述液体1和2之间的第一边界；以及用于将力直接施加到所述液体1和2中一种液体的至少一部分上，以便选择性地引起所述第一边界的一部分的位移的装置；以及

所述第二透镜，其包含：两种液体2和3，所述液体2和3对光波具有不同的折射率，并且超声波在所述液体2和3中具有基本上相同的速度；在所述液体2和3之间的第二边界；以及用于将力直接施加到所述液体2和3中一种液体的至少一部分上，以便选择性地引起所述第二边界的一部分的位移的装置；

其中，液体 1、2 和 3 彼此接续。

6、如权利要求 5 所述的系统，其中，所述液体 1、2 和 3 具有基本上相等的密度。

如权利要求 6 所述的系统，其中，液体 1 是聚二甲基硅氧烷 20 cSt；液体 2 是重量上 24%的甲醇和 76%的苯胺的混合物；液体 3 是重量上 47%的二硫化碳和 53%的苯的混合物。

7、如权利要求 5 所述的系统，其中，所述液体 1、2 和 3 彼此不融合，并且所述第一边界是在液体 1 和 2 之间的第一接触弯月面；所述第二边界是在液体 2 和 3 之间的第二接触弯月面。

8、如权利要求 8 所述的系统，其中，所述液体 1、2 和 3 的衰减系数小于约每厘米 0.45 分贝。

9、如权利要求 4 所述的系统，其中，所述系统包括：

所述第一透镜，其包含：两种液体 1 和 2，所述液体 1 和 2 对光波具有基本上相同的折射率，并且超声波在所述液体 1 和 2 中具有不同的速度；在所述液体 1 和 2 之间的第一边界；以及用于将力直接施加到所述液体 1 和 2 中一种液体的至少一部分上，以便选择性地引起所述第一边界的一部分的位移的装置；以及

所述第二透镜，其包含：两种液体 3 和 4，所述液体 3 和 4 对光波具有不同的折射率，并且超声波在所述液体 3 和 4 中具有基本上相同的速度；在所述液体 3 和 4 之间的第二边界；以及用于将力直接施加到所述液体 3 和 4 中一种液体的至少一部分上，以便选择性地引起所述第二边界的一部分的位移的装置；

其中，液体 1、2、3 和 4 彼此接续。

10、如权利要求 1 所述的系统，其中，所述透镜包括两种不融合的液体 1 和 2；其中，液体 1 具有光折射率  $n_1$  和声速  $v_1$ ，液体 2 具有光折射率

$n_2$  和声速  $v_2$ ，其中，在所述液体 1 和 2 之间的边界服从关系：

$\left| \frac{n_1}{n_2} - \frac{v_1}{v_2} \right| < 0.2$ ；其中，所述透镜能够同时将超声波和光波聚焦在空间中基本上相同的点上。

11、如权利要求 10 所述的系统，其中，

$$\left| \frac{n_1}{n_2} - \frac{v_1}{v_2} \right| < 0.1。$$

12、如权利要求 10 所述的系统，其中，

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_1}{v_2}。$$

13、如权利要求 11 所述的系统，其中，

液体 1 是顺-萘烷，其中， $n_1$  是 1.481， $v_1$  是 1.42 千米/秒；

液体 2 是重量百分比 48.2 的水和重量百分比 51.8 的甲醇的混合物，其中， $n_2$  是 1.33， $v_2$  是 1.278 千米/秒；并且

$$\left| \frac{n_1}{n_2} - \frac{v_1}{v_2} \right| = 0。$$

14、如权利要求 11 所述的系统，其中，

液体 1 是 1,1,3,3-四苯基-二甲基二硅氧烷，其中， $n_1$  是 1.5866， $v_1$  是 1.37 千米/秒；

液体 2 是重量百分比  $x$  的水和重量百分比  $(1-x)$  的甲醇的混合物，使  $0 < x < 0.75$ ，其中  $n_2$  是 1.33， $1.09 < v_2 < 1.28$  千米/秒；并且

$$\left| \frac{n_1}{n_2} - \frac{v_1}{v_2} \right| < 0.2。$$

15、如权利要求 11 所述的系统，其中，

液体1是顺-萘烷，其中， $n_1$ 是1.481， $v_1$ 是1.42千米/秒；

液体2是重量百分比  $x$  的水和重量百分比 $(1-x)$ 的甲醇的混合物，使得  
 $0.22 < x < 0.79$ ，其中， $n_2$ 是1.33， $1.172 < v_2 < 1.40$ 千米/秒；并且

$$\left| \frac{n_1}{n_2} - \frac{v_1}{v_2} \right| < 0.1$$

## 用于可变地折射超声和/或光的系统

### 技术领域

本公开针对一种系统，用于可变地折射超声以及光，并且对于它们是可透过的。通过选择具有正确光学特性和声学特性的液体，可以可变地折射（包括聚焦和偏转或导向）超声，同时不会影响光的折射，或者反之亦然。连续的两个透镜，或者优选地一个透镜，允许可变地折射超声和光。

### 背景技术

用于人体内部的光（即光学的）或超声（即声学的）成像或治疗的技术是当前所关注的。一些技术可以包括将在两个液体之间的界面（即边界）用作光学透镜或者声学透镜。对于一些应用，希望将单个透镜系统用于光和超声两者。例如，在内窥镜中，可能希望以光学方式以及以声学方式进行成像。此外，可能希望以光学方式进行成像而以声学方式进行治疗，或者以声学方式进行成像而以光学方式进行治疗。由于在人体内使用的当前所用的医学设备，例如用于成像或治疗的内窥镜、导管或可服用的电子胶囊，之中的空间是非常有限的，因此可能会希望将同一透镜系统用于光学技术和声学技术两者。

于 2005 年 12 月 22 日公布的国际公开号 WO 2005/122139 公开了一种声学设备，其包括具有可变焦距的声学透镜。这个声学透镜包括：在两种液体之间的弯曲边界，这两种液体通常是不融和的；以及用于改变该边界的形状的装置（例如使用电或机械力的），这进而改变了透镜的焦距。本公开内容还公开了一种声波生成器，例如在 1994 年 4 月 26 日授权的美国专利 5,305,731 中公开的，其能够可任选地包含在声学设备中。这个公布或美国专利每一个的公开内容都通过参考整体合并于此。

通常公开了声学设备及其在成像应用中的使用的其它现有技术是国际公开号 WO 2006030328（公布于 2006 年 3 月 23 日）；美国专利 4,718,421；3,927,557；5,419,335；3,982,223；和 4,327,738；公布于 2006 年 2 月 1 日的

欧洲专利公开 1,621,135；及德国专利 4,120,593 和 3,739,393。

然而，在现有技术中公开的这种设备没有克服与同时使用光学和声学成像或治疗有关的问题。在这种情况下，为了其中一种技术而转换透镜干扰了另一种技术。例如，会希望以光学方式进行成像，并改变声学信号的焦距或方向。用于声学信号的透镜形状的预期变化能够使光学信号离焦。

## 发明内容

使用本公开内容的可变折射系统来满足这些需要以及其它需要。

根据本公开内容，公开了一种系统，其能够可变地折射超声以及光。通过选择具有正确光学特性和声学特性的液体，可以可变地折射超声，同时不影响光的折射，或者反之亦然。连续的两个透镜允许折射超声和光。术语“折射”意图包括但不限于光和/或超声波在轴上或不在轴上的聚焦或失焦、偏转和导向。

具体地，本发明的目的是提供一种系统，其能够可变地折射光波和/或超声波，所述系统包括：至少一个透镜，其包含两种不融合的液体，形成了在液体之间的边界；以及用于将力直接施加到一种所述液体的至少一部分上，以便选择性地引起所述边界的一部分的位移的装置。

本发明的另一个目的是提供一种系统，其能够可变地聚焦光波和/或超声波。

另一个目的是提供一种系统，其能够可变地偏转光波和/或超声波。

本发明的另一个目的是提供一种可变焦透镜系统，其能够可变地聚焦光和/或超声波，所述系统包括：

第一透镜，其具有用于在基本上不折射光波的情况下对超声波进行可变聚焦的装置；以及

第二透镜，其具有用于在基本上不折射超声波的情况下对光波进行可变聚焦的装置，其中，第二透镜与第一透镜连续。

另一个目的是提供一种系统，其中，所述系统包括：

第一透镜，其包含：两种液体 1 和 2，所述液体 1 和 2 对光波具有基本上相同的折射率，并且超声波在所述液体 1 和 2 中具有不同的速度；在所述液体 1 和 2 之间的第一边界；以及用于将力直接施加到所述液体 1 和 2

中一种液体的至少一部分上，以便选择性地引起所述第一边界的一部分的位移的装置；以及

第二透镜，其包含：两种液体 2 和 3，所述液体 2 和 3 对光波具有不同的折射率，并且超声波在所述液体 2 和 3 中具有基本上相同的速度；在所述液体 2 和 3 之间的第二边界；以及用于将力直接施加到所述液体 2 和 3 中一种液体的至少一部分上，以便选择性地引起所述第二边界的一部分的位移的装置；

其中，液体 1、2 和 3 彼此连续。

另一个目的是提供一种系统，其中，液体 1、2 和 3 具有基本上相等的密度。

另一个目的是提供一种系统，其中，液体 1 是聚二甲基硅氧烷 20 cSt；液体 2 是重量上 24%的甲醇和 76%的苯胺的混合物；液体 3 是重量上 47%的二硫化碳和 53%苯的混合物。

另一个目的是提供一种系统，其中，液体 1、2 和 3 彼此不融合，并且所述第一边界是在液体 1 和 2 之间的第一接触弯月面 (meniscus)；所述第二边界是在液体 2 和 3 之间的第二接触弯月面。

另一个目的是提供一种系统，其中，液体 1、2 和 3 的衰减系数小于约每厘米 0.45 分贝。

另一个目的是提供一种系统，其中，所述系统包括：

第一透镜，其包含：两种液体 1 和 2，所述液体 1 和 2 对光波具有基本上相同的折射率，并且超声波在所述液体 1 和 2 中具有不同的速度；在所述液体 1 和 2 之间的第一边界；以及用于将力直接施加到所述液体 1 和 2 中一种液体的至少一部分上，以便选择性地引起所述第一边界的一部分的位移的装置；以及

第二透镜，其包含：两种液体 3 和 4，所述液体 3 和 4 对光波具有不同的折射率，并且超声波在所述液体 3 和 4 中具有基本上相同的速度；在所述液体 3 和 4 之间的第二边界；以及用于将力直接施加到所述液体 3 和 4 中一种液体的至少一部分上，以便选择性地引起所述第二边界的一部分的位移的装置；

其中，液体 1、2、3 和 4 彼此连续。



另一个目的是提供一种系统,其中,透镜包括两种不融合的液体 1 和 2;  
其中,液体 1 具有光折射率  $n_1$  和声速  $v_1$ ,液体 2 具有光折射率  $n_2$  和声速  $v_2$ ,  
其中,在所述液体 1 和 2 之间的边界服从关系:

$\left| \frac{n_1}{n_2} - \frac{v_1}{v_2} \right| < 0.2$ ; 其中,透镜能够同时将超声波和光波聚焦在空间中基本上相同的点上。

另一个目的是提供一种系统,其中:

$$\left| \frac{n_1}{n_2} - \frac{v_1}{v_2} \right| < 0.1$$

另一个目的是提供一种系统,其中:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

另一个目的是提供一种系统,其中:

液体 1 是顺-萘烷 (cis-decaline), 其中  $n_1$  是 1.481,  $v_1$  是 1.42 千米/秒;  
液体 2 是重量百分比 48.2 的水和重量百分比 51.8 的甲醇的混合物, 其中  $n_2$  是 1.33,  $v_2$  是 1.278 千米/秒; 并且

$$\left| \frac{n_1}{n_2} - \frac{v_1}{v_2} \right| = 0$$

另一个目的是提供一种系统,其中:

液体 1 是 1,1,3,3-四苯基-二甲基二硅氧烷 (1,1,3,3-tetraphenyl-dimethyldisiloxane), 其中  $n_1$  是 1.5866,  $v_1$  是 1.37 千米/秒;

液体 2 是重量百分比  $x$  的水和重量百分比  $(1-x)$  的甲醇的混合物, 使得  $0 < x < 0.75$ , 其中  $n_2$  是 1.33,  $1.09 < v_2 < 1.28$  千米/秒; 并且

$$\left| \frac{n_1}{n_2} - \frac{v_1}{v_2} \right| < 0.2$$

另一个目的是提供一种系统,其中:

液体 1 是顺-萘烷, 其中  $n_1$  是 1.481,  $v_1$  是 1.42 千米/秒;

液体 2 是重量百分比  $x$  的水和重量百分比  $(1-x)$  的甲醇的混合物，使得  $0.22 < x < 0.79$ ，其中  $n_2$  是 1.33， $v_2$  是  $1.172 < v_2 < 1.40$  千米/秒；并且

$$\left| \frac{n_1}{n_2} - \frac{v_1}{v_2} \right| < 0.1$$

## 附图说明

参考以下实施例并参考附图更详细的解释本发明的这些及其它方面。

图 1 概念性地描绘了在两种不融合的液体之间的两个不同形状的界面或边界。由于附图中的折射率相等，光线不受干扰。由于液体中声音速度的差别，导致声学射线被折射。

图 2 概念性地描绘了三种不融合液体 1、2 和 3，以连续的方式构成在液体 1 和 2 之间的第一边界或透镜，以及在液体 2 和 3 之间的第二边界或透镜。超声波仅由第一边界折射，光波仅由第二边界折射。

图 3 概念性地描绘了四种不融合液体 1、2、3 和 4，以连续的方式构成在液体 1 和 2 之间的第一边界或透镜，以及在液体 3 和 4 之间的第二边界或透镜。超声波仅由第一边界折射，光波仅由第二边界折射。在液体 2 和 3 之间无需直接接触（例如它们可以空间上分离，并位于不同容器中）。

图 4 概念性地描绘了两种不融合液体 1 和 2，以连续的方式构成在液体 1 和 2 之间的边界或透镜。光和超声波都由该边界折射到空间中的同一点。

## 具体实施方式

为了克服与使用超声或光可变焦透镜的现有公开的医学设备相关的问题，在此公开的可变焦透镜对于超声以及光是可透过的。通过选择具有正确光学特性和声学特性的液体，可以对于超声可以可变地对透镜进行聚焦，同时不影响光的折射，或者反之亦然。连续的两个透镜允许独立地对超声和光进行可变地聚焦。

根据本发明的透镜系统使用两个连续透镜，其或者折射光学信号，或者声学信号，同时不折射另一个信号。因此，其或者折射声学信号同时保持光学信号不受干扰，或者其折射光学信号并保持声学信号不受干扰。图 1 示意性地描绘了如何折射超声波而不折射光波。在这个例子中，液体 1 对

于光具有与液体 2 相同的折射率；因此，不存在对光波的折射。然而，一种液体的声速（即声学特性）基本上高于另一种液体的声速，从而引起超声波的折射，并导致了超声波在穿过液体和边界之后的指定焦距或交点。如果改变了边界形状（例如通过向边界的一部分施加电或机械力），那么对于超声波的透镜焦距改变。

类似地，如果将液体 1 和 2 选择为，使得声速对于两种液体都是相同的，但折射率不同，那么超声波会在不折射的情况下穿过边界，而会折射光波。再次，改变边界形状会产生对于光波的不同透镜焦距。

如果根据本发明的透镜系统由两个连续的边界或弯月面构成，则就可以独立地对超声和光进行可变聚焦（如图 2 所示）。连续的透镜不会在内窥镜中引起空间问题，因为内窥镜在轴向上提供了足够的空间。并排的两个透镜，一个用于超声，另一个用于光，会引起与空间有关的问题，因为内窥镜的直径非常有限。根据在此公开的本发明来解决这个空间问题。

在本发明的一个实施例中，其具有连续的第一和第二透镜（见图 3），即以下实施例 1，第一透镜包括两种不融合的液体，这两种液体对于光具有相同的折射率，从而仅折射超声波（见表 1）。

第二透镜包括两种不融合的液体，在这两种液体中声波速度是相同的，以致于仅折射光波（见表 2）。第一和第二透镜可以彼此靠近，但处于在物理上分离的容器或外壳中，或者全部四种液体都可以在相同的容器或外壳中，同时液体 2 和 3 也是不融合的，或者避免彼此混合。此外，根据本发明明显的是，这些连续透镜的顺序不是关键的；例如第一透镜可以仅折射光波，第二透镜可以仅折射声波，或者反之亦然。

#### 实施例 1

具有相等折射率和不同声速的不融合的液体例如为：

表 1

液体	声速 (m/s)	折射率	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
聚二甲基硅氧烷 20 cSt	947	1.40	0.95
50 % 水 / 50 % 甘油	1705	1.40	1.13

表 1. 具有相等折射率和不同声速的不融合液体。

具有相等声速和不同折射率的不融合的液体例如为：

表 2

液体	声速 (m/s)	折射率	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
苯	1320	1.50	0.88
55.6% 水/44.4% 甲醇	1320	1.34	0.91

表 2. 具有不同折射率和相等声速的不融合液体。

对于具有大于几毫米的直径的透镜，希望使两种液体的密度相匹配，以便使透镜形状与重力无关。在第二表中的液体在密度上非常接近（3%的差别）。通过混合更多的液体，可以获得基本上相等的密度。

在本发明的另一个实施例中，即以下实施例 2，包含三种连续的不融合液体（见图 2），前两种液体（即聚二甲基硅氧烷，或者液体 1；和甲醇/苯胺，或者液体 2）构成第一透镜，并具有相同的折射率，导致超声折射，但不折射光。由第二和第三液体（即甲醇/苯胺，或者液体 2；和二硫化碳/苯，或者液体 3）构成的第二透镜折射光波，但不折射超声。

#### 实施例 2

对于两个透镜连续的情况，可以构成一个管子，其具有三种液体并且从而具有两个弯月面，例如：非极性液体 1/极性液体/非极性液体 2。在表 3 中给出一个实例。

液体	声速(m/s)	折射率	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
聚二甲基硅氧烷 20 cSt	947	1.40	0.95
24% 甲醇 / 76% 苯胺	1250	1.40	0.97
47% 二硫化碳 / 53% 苯	1250	1.56	1.05

表 3. 可用于在一个管子中构成两个弯月面的三种液体。甲醇/苯胺混合物应在中间。第一弯月面折射声音，第二个折射光。

本发明尤其可用于具有非常有限空间的器械，例如内窥镜、导管和可服用摄像药丸。在不远的将来的内窥镜和摄像药丸中，很有可能是超声成像和/或治疗与光学成像和/或治疗相组合。在内窥镜中的空间非常有限。因此，理想的是，能够缩小光学通道和声学通道的尺寸，以便以尽可能小的

体积安装在内部。然而，这不应以聚焦质量或波束导向范围为代价。在此提议的解决方案基于使两个通道使用相同的透镜。为了能够实现该目的，必须由透镜相似地折射声学 and 光学信号。这意味着，如果物体移动到不同位置或透镜改变形状，则光学信号和声学信号二者都会发生相同程度的改变。

在用于人和动物的最小介入型设备中，例如内窥镜、导管、胶囊摄像机等，存在非常有限的空间。结果，在这种设备中具有两个分离的波束路径及相关联的透镜是过于不切实际的。根据本发明的优选实施例，提供了一种透镜系统，以允许对超声和可见光同时进行可变聚焦（以及导向，如果这样希望的话）。为了实现该目的，仔细选择这种透镜的组成介质是重要的。时常地，适于光波长的透镜倾向于非常快速地吸收所有超声频率（例如对于聚乙烯塑料或硅橡胶 $>25\text{dB/cm}$ ），并且反之亦然。而且，实际上对于两个波长是可透过性的典型透镜倾向于对于光学频率和声学频率具有非常不同的聚焦特性。

当具有折射率  $n_1$  和  $n_2$  的两个介质通过具有半径  $R$  的球面（其充当透镜）接触时，则将在透镜一侧的点  $l_1$  成像到透镜另一侧的点  $l_2$ ，这是由透镜等式确定的，

$$-\left(\frac{n_1}{l_1} - \frac{n_2}{l_2}\right) = \frac{n_2 - n_1}{R} = K_0 \quad (1)$$

其中， $K_0$  表示光功率。从平面波开始（即： $l_1 = \infty$ ），其减小到给出以下透镜焦距：

$$f_0 = \frac{Rn_2}{n_1 - n_2} \quad (2)$$

对于超声频率（使用声速  $v_1$  和  $v_2$ ）的类似透镜等式告知在透镜一侧的声学点  $l_1$  和在另一侧的点  $l_2$  由

$$\frac{v_2}{l_2} - \frac{v_1}{l_1} = \frac{v_2 - v_1}{R} = K_A \quad (3)$$

相关联。

其中  $K_A$  表示声学功率。再次从平面波开始，对于声学焦距其减小到：

$$f_A = \frac{Rv_2}{v_1 - v_2} \quad (4)。$$

因此，能够将透镜设计为包含两种介质（具有折射率  $n_1$  和  $n_2$  和声速  $v_1$  和  $v_2$ ），导致必要条件：

$$\frac{n_2}{n_1 - n_2} = \frac{v_2}{v_1 - v_2} \quad (5)$$

或者

$$\frac{n_1}{n_2} - \frac{v_1}{v_2} = 0 \quad (6)$$

其不再依赖于透镜的曲率半径  $R$ 。这显然是非常希望的，因为这意味着在使用按等式（6）所指明的设计要求时，单一透镜会将光波和超声波聚焦在同一位置，而不必考虑透镜的曲率（见图4）。此外，当满足等式（6）时，波束导向对于超声波长和光波长作用完全相同。

因此，在本发明的第三实施例中，提供了一种透镜，其包含至少两种不融合的介质（折射率  $n_1$  和  $n_2$ ，声速  $v_1$  和  $v_2$ ），其中在介质之间的界面构成了所述透镜，其特征在于，其实质上服从：

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

对于在或不在光轴上的任何点，这种透镜同时将超声和可见光频率成像在空间中基本上同一点上。

在本发明的第四实施例中，提供了一种系统，其中透镜是可调的。

在第五实施例中，提供了一种透镜，其具有两种液体（折射率  $n_1$  和  $n_2$ ，声速  $v_1$  和  $v_2$ ），使得它们基本上服从：

$$\left| \frac{n_1}{n_2} - \frac{v_1}{v_2} \right| < 0.2$$

，这会允许光和超声频率同时聚焦和导向到空间中的任何点上。

在第六实施例中，提供了一种透镜，其具有两种液体（折射率  $n_1$  和  $n_2$ ，声速  $v_1$  和  $v_2$ ），使得它们更优选地服从：

$$\left| \frac{n_1}{n_2} - \frac{v_1}{v_2} \right| < 0.1$$

，这会允许光和超声频率同时聚焦和导向到空间中的任何点上。

通常，但不限于，这种实施例能够使用水和甲醇的各种混合物，水和

甲醇具有几乎相似的折射率，但在超声速度上具有很大差别（分别为 1.48 和 1.09km/s），并能够以任何期望的比例进行混合。水/甲醇混合物具有线性变化的声速：对于 x 的水和(1-x)的甲醇混合物，声速成为

$$V_{\text{混合物}} = x v_{\text{水}} + (1-x) v_{\text{甲醇}} = 1.09 + 0.39 x \text{ [km/s]}$$

例如，对于第三和第四实施例，使用顺-萘烷 ( $C_{10}H_{18}$ ;  $n_1 = 1.481$ ,  $v_1 = 1.42 \text{ km/s}$ ) 和 48.2% 水 + 51.8% 甲醇混合物 (48.2% $H_2O$  + 51.8% $CH_4O$ ;  $n_2 = 1.33$ ,  $v_2 = 1.278 \text{ km/s}$ )的液体的组合导致：

$$\left| \frac{n_1}{n_2} - \frac{v_1}{v_2} \right| = 0$$

其意味着将超声和光频率二者都聚焦在空间中同一点上（在或不在光轴上的）。

例如，对于第三、第四和第五实施例，组合苯代硅油（例如 1,1,3,3-四苯基-二甲基二硅氧烷,  $C_{26}H_{26}OSi_2$ ;  $n_1 = 1.5866$ ,  $v_1 = 1.37 \text{ km/s}$ ) 和任何水+甲醇混合物  $x H_2O + (1-x) CH_4O$ , 使得  $0 < x < 0.75$  ( $n_2 = 1.33$ ,  $1.09 < v_2 < 1.28 \text{ km/s}$ ) 导致：

$$0 = \left| \frac{1.5866}{1.33} - \frac{1.37}{1.151} \right| < \left| \frac{n_1}{n_2} - \frac{v_1}{v_2} \right| < \left| \frac{1.5866}{1.33} - \frac{1.37}{1.38} \right| = 0.199 < 0.2$$

例如，对于第三、第四和第六实施例，使用顺-萘烷( $C_{10}H_{18}$ ;  $n_1 = 1.481$ ,  $v_1 = 1.42 \text{ km/s}$ )和任何水+甲醇混合物  $x H_2O + (1-x) CH_4O$ , 使得  $0.22 < x < 0.79$  ( $n_2 = 1.33$ ,  $1.172 < v_2 < 1.40 \text{ km/s}$ )的组合，我们发现

$$0 = \left| \frac{1.481}{1.33} - \frac{1.42}{1.275} \right| < \left| \frac{n_1}{n_2} - \frac{v_1}{v_2} \right| < \left| \frac{1.481}{1.33} - \frac{1.42}{1.40} \right| = 0.099 < 0.1$$

例如在此公开的双光/超声透镜在最小介入领域中会是非常有吸引力的。由于较小的尺寸，在例如摄像机药丸中的可应用性会是在生物医学应用的全部范围内的合理选择。例如，这种透镜会允许为外科手术（切除）的目的而聚焦激光束，而同时用超声对这个切除进行成像。透镜系统还能够折射光和/或超声。还可以设想包括光和/或超声的导向和轴外聚焦。显然，对于最小介入应用而言，这是有利的；例如人们能够以光学方式进行成像，同时用聚焦的超声烧灼预定的轨迹。

根据本发明，优选的是，透镜中的每一种液体，例如液体 1、2、3 和 4，

都在可见光谱范围中具有足够低的吸光率（通常基本上接近 0），并且在 5 兆赫（MHz）频率上具有小于约 0.2 分贝/厘米（dB/cm）的超声衰减系数；更希望的是，该衰减系数基本上接近于 0。衰减系数简单而言是作为液体中吸收的结果，超声多快地损失其强度。能够在标准参考手册中找到这种系数值，或者以简单的装置测量它。

一些实例：

水=0.00825dB/cm

甲醇=0.026dB/cm

聚二甲基硅氧烷= $\sim$ 0.45dB/cm

X 重量百分比的水和(1-x)重量百分比的甲醇= $\sim$ 0.015dB/cm

24%甲醇和 76%苯胺= $\sim$ 0.01dB/cm

1,1,3,3-四苯基-二甲基二硅氧烷= $\sim$ 0.4dB/cm

在前述 PCT 申请 WO 2005/122139 中公开了用于快速调整其焦距的声学可变焦透镜和装置，其公开内容通过参考整体合并于此。这个公开教导了，优选地，透镜的这两种流体介质或液体具有基本上相等的密度。于是，边界部分的位移与重力无关，从而与透镜系统的方向无关。当这两种流体介质彼此不融合时，边界是在这两种流体介质之间的接触弯月面。在此情况下，在两种流体介质之间没有设置壁。可替换地，在不同液体之间的边界包括弹性薄膜。这种薄膜避免了两种流体介质彼此混合，并且它能够借助相对较小的力伸展。透镜还可以包括另一个弹性薄膜，布置这两个弹性薄膜以将这两种流体介质中的一种保持在声学波路径的两个相应位置上。从而能够实现透镜的较高功率值。

用于将力直接施加到其中一种流体介质的至少一部分上的装置可以是几个类型。根据第一类型，两种流体介质的第一种包括极性和/或导电液体物质，力施加装置包括电极，其被布置为将电力施加到所述第一流体介质的至少一部分上。这种装置适于以电方式控制边界的位移。因此，能够获得声学透镜的焦距的快速变化。有利的是，电力被施加到第一流体介质相邻于边界的一部分上。于是可以减小第一流体介质的整体的量。

根据第二类型，力施加装置包括可移动体，其接触流体介质的所述部分。在该类型的最佳实施例中，可移动体可以包括包含流体介质的所述部



分的导管的壁。

透镜系统可以包含在这样的设备中：即该设备被设计为对位于该设备外部的物体进行成像。于是该设备还会包括声学波生成器，例如在美国专利 5,305,731 中公开的，其公开内容通过参考主整体合并于此。

尽管已经针对其特定实施例说明了本发明，但本领域普通技术人员会认识到在不脱离本发明的精神和范围的情况下可以实现许多修改、增强和/或变化。因此，显然其意图是本发明仅由权利要求及其等价物的范围限制。

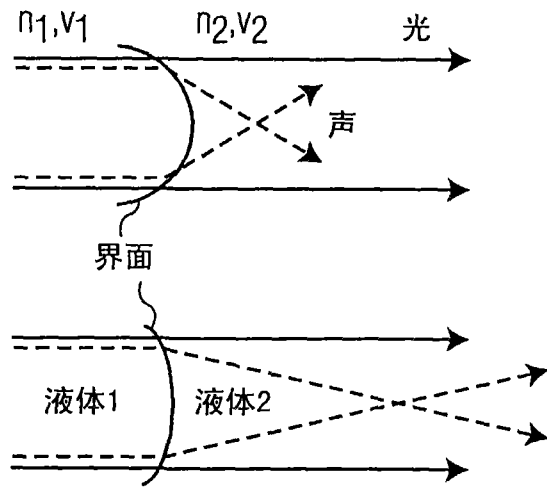


图1

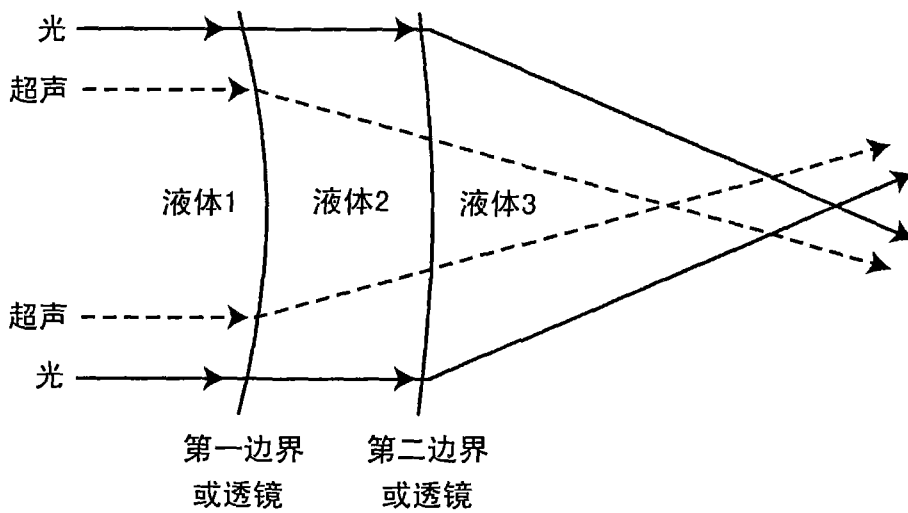


图2

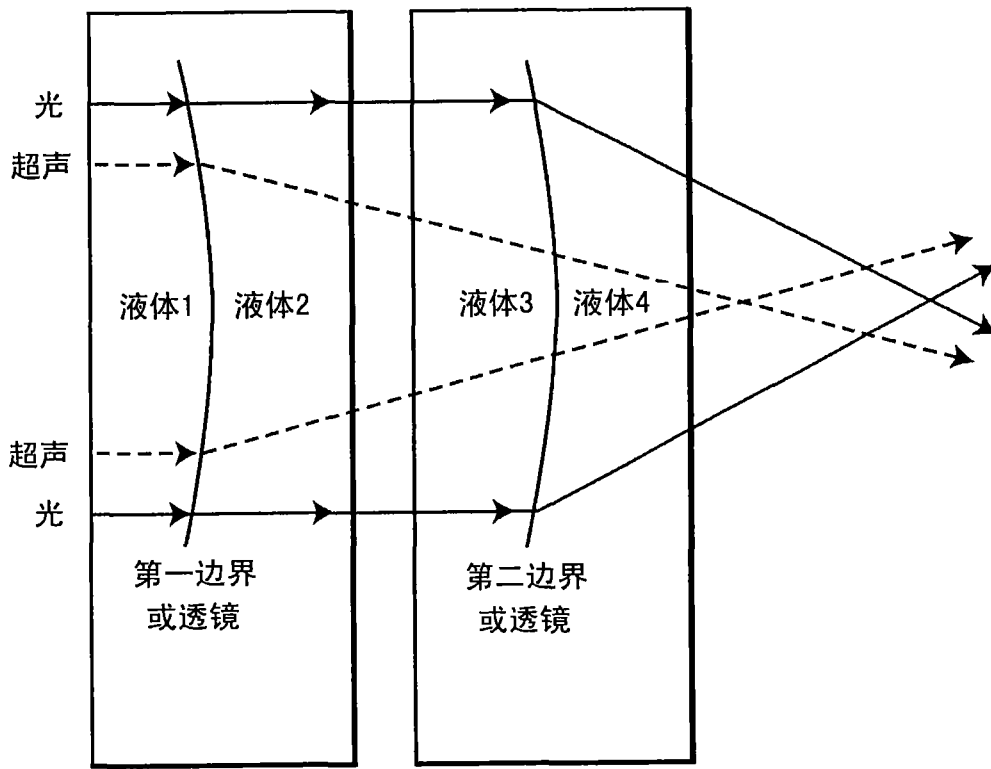


图3

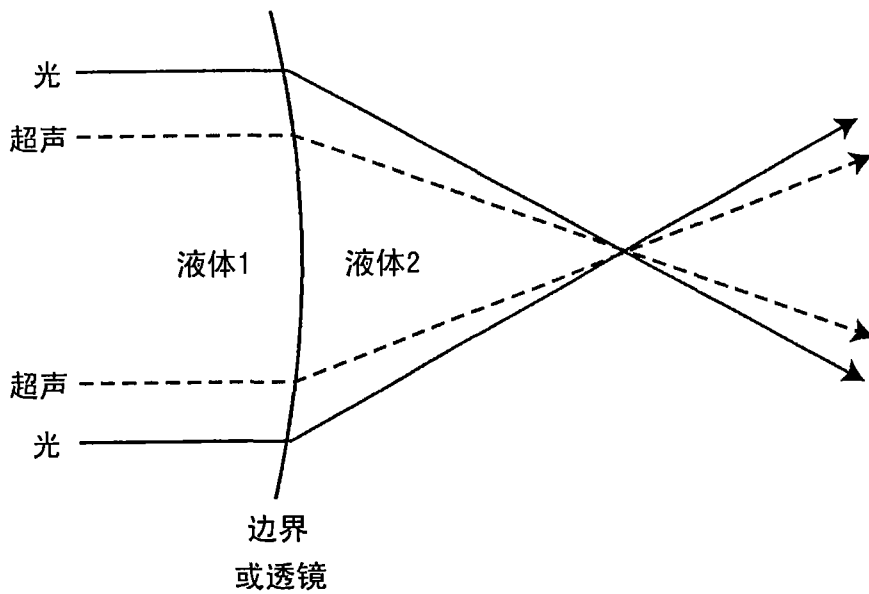


图4