



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113439016 A

(43) 申请公布日 2021.09.24

(21) 申请号 201980092084.7

(22) 申请日 2019.12.16

(30) 优先权数据

62/780,128 2018.12.14 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.08.13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2019/066512 2019.12.16

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2020/124074 EN 2020.06.18

(71) 申请人 智能隐形眼镜公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 艾库特卢·达娜

塞夫达·阿高歌鲁

阿梅特·泰兰·亚兹奇

森瑟·阿亚斯 穆拉特·巴达伊

萨瓦斯·孔班

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

代理人 李健

(51) Int.Cl.

B29C 33/42 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

B29C 33/40 (2006.01)

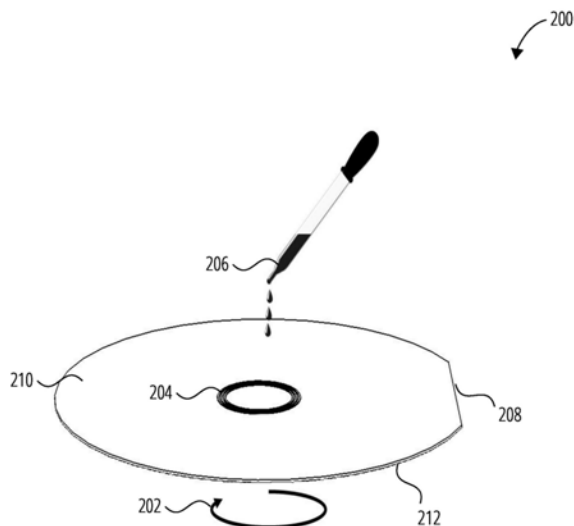
权利要求书3页 说明书15页 附图44页

(54) 发明名称

用于监测眼内压的可佩戴接触镜的方法和装置

(57) 摘要

描述了具有传感器区域的接触镜。所述接触镜允许正常的视觉,并且围绕镜片的视觉区域的同心环包括用于检测眼睛的眼压的变化的一個或多个传感器。可以使用相机扫描数据,或者在一些实施方式中,可以使用所述感测区域中的微天线传输所述数据。可以使用蜂窝电话或其他计算装置上的软件应用分析所述数据。



1. 一种生产平面模具的方法,所述方法包括:  
由一材料制造平面基板;以及  
在所述平面基板上形成一个或多个凸起,  
其中所述一个或多个凸起将在膜片中形成一个或多个微流体通道;以及  
其中所述材料可选地由硅或硅复合材料制成。
2. 一种生产用于制造接触镜传感器的模具的方法,所述方法包括:  
将液体材料放置在一平面模具上,所述液体材料能够从液态变为基本上固态,其中当所述材料转变为所述基本上固态时,所述平面模具将赋予所述液体材料一个或多个微流体通道,所述基本上固态的所述材料形成一膜片;  
将保持器定心在所述膜片上;  
切除所述膜片的一部分,所述膜片的所述部分具有所述微流体通道,所述膜片的所述部分是一膜模板;  
将所述膜模板夹持在所述保持器和基座组件之间,所述基座组件具有穿孔;  
从所述基座组件移除所述保持器,使得所述膜模板保持在所述基座组件上;  
将所述基座组件按压到一弯曲模具,使得所述膜模板压靠所述弯曲模具;  
用另外的液体材料填充所述基座组件穿孔的至少一部分;  
固化所述液体材料,使得所述液体材料具有与所述弯曲模具匹配的曲线;以及  
将所述弯曲模具与所述膜模板分开。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述液体材料向基本上固态的所述转变涉及将所述材料固化一段时间。
4. 根据权利要求2所述的方法,其中所述液体材料是聚合物。
5. 根据权利要求2所述的方法,其中所述液体材料是弹性物质。
6. 根据权利要求2所述的方法,其中所述方法是光刻处理。
7. 根据权利要求2所述的方法,其中所述保持器和所述基座组件中之一或两者被配置为基本上管状。
8. 根据权利要求7所述的方法,其中所述保持器和所述基座组件中之一或两者是基本上圆柱形的。
9. 根据权利要求2所述的方法,其中所述保持器和所述基座组件中之一或两者是环形环。
10. 根据权利要求2所述的方法,其中所述膜模板基本上与所述保持器的覆盖区匹配。
11. 根据权利要求2所述的方法,其中所述膜模板的切除是用激光完成的。
12. 一种用于生产具有传感器的接触镜的模具的方法,所述方法包括:  
用光致抗蚀剂涂覆一弯曲模具;  
固化所述光致抗蚀剂;  
在所述光致抗蚀剂中形成预定图案;  
显影所述光致抗蚀剂中图案化的表面;以及  
将弹性体浇注到所述预定图案表面的顶部上;以及  
固化所述光致抗蚀剂以产生所述模具。
13. 一种用于生产传感器和镜片设备的方法,所述方法包括:

- 通过用液体弹性体涂覆一弯曲模具来形成一底部膜层；  
固化所述底部膜层；  
用等离子体处理所述底部膜层，以使弹性表面亲水并且促进UV可固化聚合物的粘合；  
用UV可固化聚合物涂覆所述底部膜；  
使用一蚀刻的模具在所述UV可固化聚合物上压印微流体层；  
通过将弹性体浇注到第二弯曲模具上来制作一顶部膜层；  
固化所述顶部膜层；  
释放固化后的所述顶部膜层；  
在顶部膜的内部进行等离子体处理；  
用UV可固化聚合物涂覆所述顶部膜的所述内部，并且部分固化以凝固所述UV可固化聚合物；  
将所述顶部膜放置在加压室上；  
将所述顶部膜和底部膜粘合在一起，以形成接触镜和传感器模板；  
将所述接触镜和传感器模板切割成一定尺寸，所述切割在所述接触镜上形成突变边缘；以及  
将UV可固化聚合物施涂到所述接触镜的所述突变边缘，以形成防损伤边缘。
14. 根据权利要求13所述的方法，其中所述制作亲水弹性表面还包括用UV可固化聚合物从背面固化所述表面。
15. 根据权利要求13所述的方法，其中当材料被添加到所述模具上或所述模具上的聚合物层上时，通过旋转所述模具来完成所述涂覆。
16. 一种用于测量眼睛的眼内压的设备，所述设备包括：  
具有传感器区域的弹性接触镜主体；以及  
多个金属化的法布里-珀罗光学干涉空腔，所述空腔分布在所述传感器区域中；  
其中由于眼内压的变化，形状和反射光的变化导致所述接触镜形状的变化。
17. 根据权利要求16所述的设备，其中所述接触镜形状的所述变化能够被远程地感测。
18. 根据权利要求16所述的设备，其中所述接触镜形状的所述变化能够被间接地感测。
19. 一种用于测量眼睛的眼内压的设备，所述设备包括：  
具有传感器区域的弹性接触镜主体；以及  
多个金属化空腔，其分布在所述接触镜主体的传感器区域中；  
其中所述多个金属化空腔充当所述接触镜内的机械可变电容器和谐振天线；  
其中在眼内压改变时，所述多个金属化空腔通过改变电容或通过改变所述天线的不同部分之间的直接电接触来改变电磁谐振响应特性。
20. 根据权利要求19所述的设备，其中眼睛的所述眼内压能够被远程地感测。
21. 根据权利要求19所述的设备，其中眼睛的所述眼内压能够被间接地感测。
22. 一种用于测量眼睛的眼内压(IOP)的设备，所述设备包括：  
具有传感器区域的弹性接触镜主体；  
多个嵌入的透射型光栅，所述光栅准许外部光进入后角膜空腔；  
多个输入和输出耦合光栅，用于所述外部光的导引；  
其中关于入射角和光的波长的耦合条件可以用于计算施加在所述接触镜上的应变。

23. 根据权利要求22所述的设备,其中施加在所述接触镜上的所述应变能够用于确定由于眼内压引起的角膜变形。

24. 一种用于测量眼睛的眼内压的设备,所述设备包括:

具有传感器区域的弹性接触镜主体;以及

多个荧光珠,其嵌入所述传感器区域中。

25. 根据权利要求24所述的设备,其中所述多个荧光珠的直径的尺寸设定为在0.01um至600um之间。

26. 根据权利要求24所述的设备,其中所述多个荧光珠的尺寸设定为在0.1um至400um之间。

27. 根据权利要求24所述的设备,其中所述多个荧光珠散布在所述接触镜中,所述荧光珠之间的平均距离为1um至10mm。

28. 根据权利要求24所述的设备,其中所述多个荧光珠的分开基于所述眼睛的所述眼内压的变化而变化。

29. 根据权利要求28所述的设备,其中所述荧光珠的所述分开是由具有相机的移动电话上的移动电话应用确定的。

30. 一种用于确定眼内压随时间变化的系统,所述系统包括:

具有传感器区域的弹性接触镜;以及

多个微流体通道,其分散在所述传感器区域内,所述通道包含能够粘附到微流体壁的密度敏感材料;以及

光学读取器,用于读取所述密度敏感材料的变化;

其中所述密度敏感材料的密度的所述变化对应于所述眼睛的所述眼内压的变化;以及其中读取所述壁上的光密度变化能够用于计算眼内压。

31. 根据权利要求30所述的系统,其中所述密度敏感材料是染料。

32. 根据权利要求30的所述系统,其中所述密度敏感材料是珠。

33. 根据权利要求30所述的系统,其中所述光学读取器是移动电话。

34. 根据权利要求30所述的系统,其中所述密度敏感材料被吸收到所述微流体通道的表面中。

35. 根据权利要求34所述的系统,其中所述微流体通道的密度敏感吸收对应于眼内压的变化。

36. 一种用于测量眼睛的眼内压的设备,所述设备包括:

具有传感器区域的弹性接触镜;以及

多个液晶温度计,其嵌入所述传感器区域中;其中所述液晶温度计由于角膜温度变化而改变颜色。

37. 根据权利要求36所述的设备,其中所述颜色能够被远程地检测。

38. 根据权利要求36所述的设备,其中所述颜色能够被间接地检测。

## 用于监测眼内压的可佩戴接触镜的方法和装置

### 相关申请的交叉引用

[0001] 本申请要求于2018年12月14日提交的名称为“Method and Devices for Wearable Contact Lenses for Monitoring Interocular Pressure (用于监测眼压的可佩戴接触镜的方法和装置)”的美国临时申请62/780,128 (代理案卷号48675-706.101) 的优先权,所述临时申请的内容通过引用整体并入本文。

### 技术领域

[0003] 本公开涉及微机械传感器。更特定地,本公开涉及用于测量眼内压 (IOP) 和角膜温度的可佩戴微流体、光学、电子和电磁传感器。

### 背景技术

[0005] 青光眼是全球第二大致盲原因。它是具有若干危险因素的多因素疾病,其中眼内压 (IOP) 是最重要的。IOP测量用于青光眼诊断和患者监测。IOP具有很大的昼夜波动,并且取决于身体姿势和其他若干因素,因此眼科护理专家在临床上偶尔进行的测量可能是不够的,并且会产生误导。

[0006] 此前 (US20160015265A1, 2018), 已经提出了一种用于眼内压监测的可植入微流体装置,其可以用于青光眼诊断。后来,提出了可佩戴装置 (US2019/076021A1, 2019) 来用于同样的目的,然而不需要植入。

### 发明内容

[0007] 本公开涉及一种具有用于检测眼睛的眼内压 (IOP) 的变化的传感器的接触镜。传感器可以利用移动装置应用形式的软件技术来分析传感器数据,所述传感器数据能够以视觉、无线电或热方式呈现。

[0008] 在各种实施方式中,接触镜可由两个聚合物组件像三明治一样放置在一起形成。两个聚合物组件协同工作,以形成具有IOP传感器的单个接触镜。在其他实施方式中,描述了制造用于制造具有IOP传感器的接触镜的模具的各种方法。在其他实施方式中,描述了各种形式的IOP传感器,以及与眼睛相关的其他形式的传感器。

[0009] 在一个实施方式中,提出生产平面模具的方法。所述方法涉及由硅材料制造平面基板。在平坦表面上形成一个或多个凸起 (relief), 其中所述凸起将在膜片中形成一个或多个微流体通道。

[0010] 在一个实施方式中,提出生产用于制造具有传感器的接触镜的模具的方法。所述方法涉及将液体材料放置在平面模具上,液体材料能够从液态变为基本上固态。当材料转变为基本上固态时,平面模具可以将一个或多个微流体通道赋予液体材料。基本上固态材料形成膜片。然后将保持器定心到膜片上,切除膜片的一部分,膜片的所述部分具有微流体通道,膜片的所述部分形成膜模板。然后将膜模板夹持在保持器和基座组件之间。基座组件可在中间具有穿孔或孔。保持器可以从基座组件移除,使得膜模板保持在基座组件上。然

后基座组件可以被按压到弯曲模具上,使得膜模板压靠弯曲模具。然后可以用另外的液体材料填充基座组件的穿孔。另外的液体材料可以被固化,并且所得的固化材料形成具有与弯曲模具的曲率匹配的弯曲表面的模具。固化模具可以与弯曲模具分开。

[0011] 在另一实施方式中,提出生产用于制作具有传感器的接触镜的弯曲模具的方法,所述方法涉及用光致抗蚀剂涂覆弯曲模具并且固化光致抗蚀剂。然后在光致抗蚀剂中形成预定的图案。图案被显影,并且弹性体被浇注到显影的图案的顶部上。然后光致抗蚀剂被固化以产生模具。

[0012] 在另一实施方式中,提出用于生产接触镜和传感器设备的方法。所述方法涉及通过用液体弹性体涂覆弯曲模具并且固化该液体弹性体来形成底部膜层。然后用等离子体处理底部膜层以使弹性表面亲水并且促进UV可固化聚合物的粘合。然后用UV可固化聚合物涂覆弹性表面,并且使用模具在UV可固化聚合物上压印(imprint)微流体层。所述方法还涉及作为单独的处理,通过将弹性体浇注到第二弯曲模具上来制作顶部膜层,固化顶部膜层,并且在固化之后释放顶部膜层。然后对顶部膜的内部进行等离子体处理,用UV可固化聚合物涂覆顶膜的内部,并且部分固化以凝固UV可固化聚合物。然后将顶部膜放置在加压室上,将顶部膜和底部膜粘合在一起以形成接触镜和传感器模板,并且将接触镜和传感器模板切割成一定尺寸。切割在接触镜上形成突变边缘(abrupt edge),因此将UV可固化聚合物施涂到接触镜的突变边缘以形成防损伤边缘。

[0013] 在一个实施方式中,提出用于测量眼睛的眼内压的设备,所述设备包括弹性接触镜主体和多个金属化的法布里-珀罗(Fabry-Perot)光学干涉空腔,所述空腔围绕接触镜的视觉部分分布,其中由于眼内压的变化而带来的形状和反射光的变化导致接触镜形状的变化。

[0014] 在一个实施方式中,提出用于测量眼睛的眼内压的设备。所述设备具有弹性接触镜主体和一组金属化空腔,所述一组金属化空腔分布在接触镜主体的传感器区域中。多个金属化空腔在接触镜内充当机械可变电容器和谐振天线,并且所述组金属化空腔在眼内压改变时,通过改变电容或通过改变天线不同部分之间的直接电接触来改变电磁谐振响应特性。

[0015] 在一个实施方式中,提出用于测量眼睛的眼内压(IOP)的设备。所述设备可以具有弹性接触镜主体,所述弹性接触镜主体具有传感器区域。在传感器区域中可以嵌入透射型光栅。光栅准许外部光进入后角膜空腔。输入和输出耦合光栅导引外部光,其中关于入射角和光的波长的耦合条件可以用于计算施加在接触镜上的应变。

[0016] 在一个实施方式中,提出用于测量眼睛的眼内压的设备。所述设备可以具有弹性接触镜主体,所述弹性接触镜主体具有传感器区域。可以存在荧光珠,所述荧光珠嵌入传感器区域中。

[0017] 在一个实施方式中,提出用于确定眼内压随时间变化的系统。所述系统可以包括具有传感器区域的弹性微流体接触镜。微流体通道可以分散在传感器区域内。通道可以包含能够粘附到微流体壁的尺寸敏感材料。所述系统还可以具有用于读取密度敏感材料的变化变化的光学读取器,其中密度敏感材料的密度的变化对应于眼睛的眼内压的变化。读取壁上的光密度变化可以用于计算眼内压。密度敏感材料可以是染料或荧光珠。

[0018] 在另一实施方式中,提出用于测量眼睛的眼内压的设备。所述设备可以具有弹性

微流体接触镜,所述弹性微流体接触镜具有传感器区域。液晶温度计可以嵌入传感器区域中,其中液晶温度计由于角膜温度变化而改变颜色。

#### 附图说明

[0019] 为了容易地识别任何特定元件或动作的讨论,附图标记中的最高位数字代表在其中首次引入该元件的附图号。

[0020] 图1示出了根据实施方式100的平面基板。

[0021] 图2示出了根据实施方式200的将弹性材料施加到模具。

[0022] 图3示出了根据实施方式300的固化材料。

[0023] 图4示出了根据实施方式400的保持器。

[0024] 图5示出了根据实施方式500的将保持器放置在膜上。

[0025] 图6示出了根据实施方式600的切除膜模板。

[0026] 图7示出了根据实施方式700的基座组件。

[0027] 图8示出了根据实施方式800的保持器和基座组件的组装。

[0028] 图9示出了根据实施方式900的弯曲模具。

[0029] 图10示出了根据实施方式1000的弯曲模具和基座组件的组装。

[0030] 图11示出了根据实施方式1100的回填基座组件中的膜。

[0031] 图12示出了根据实施方式1200的固化回填材料。

[0032] 图13示出了根据实施方式1300的完成的模具。

[0033] 图14示出了根据实施方式1400的在弯曲模具上形成膜。

[0034] 图15示出了根据实施方式1500的在弯曲模具上固化膜。

[0035] 图16示出了根据实施方式1600的膜的能量处理。

[0036] 图17示出了根据实施方式1700的滴铸膜。

[0037] 图18示出了根据实施方式1800的固化膜。

[0038] 图19示出了根据实施方式1900的制作镜片和传感器装置的方法的步骤。

[0039] 图20示出了根据实施方式2000的制作镜片和传感器装置的方法的步骤。

[0040] 图21示出了根据实施方式2100的制作镜片和传感器装置的方法的步骤。

[0041] 图22示出了根据实施方式2200的制作镜片和传感器装置的方法的步骤。

[0042] 图23示出了根据实施方式2300的制作镜片和传感器装置的方法的步骤。

[0043] 图24示出了根据实施方式2400的制作镜片和传感器装置的方法的步骤。

[0044] 图25示出了根据实施方式2500的制作镜片和传感器装置的方法的步骤。

[0045] 图26示出了根据实施方式2600的制作镜片和传感器装置的方法的步骤。

[0046] 图27示出了根据实施方式2700的制作镜片和传感器装置的方法的步骤。

[0047] 图28示出了根据实施方式2800的制作镜片和传感器装置的方法的步骤。

[0048] 图29示出了根据实施方式2900的制作镜片和传感器装置的方法的步骤。

[0049] 图30示出了根据实施方式3000的应力模型。

[0050] 图31示出了根据实施方式3100的一系列应力图案。

[0051] 图32示出了根据实施方式3200的金属化空腔的横截面。

[0052] 图33示出了根据实施方式3300的纳米级图案薄膜。

- [0053] 图34示出了根据实施方式3400的应力变形示例。
- [0054] 图35示出了根据实施方式3500的镜片和传感器区域的横截面。
- [0055] 图36示出了根据实施方式3600的阴影掩模。
- [0056] 图37示出了根据实施方式3700的顶部层和底部层的组装。
- [0057] 图38示出了根据实施方式3800的环形传感器部件。
- [0058] 图39示出了根据实施方式3900的具有应变扰动空腔的环形传感器部件。
- [0059] 图40示出了根据实施方式4000的投射在膜上的激光系统。
- [0060] 图41示出了根据实施方式4100形成模具。
- [0061] 图42示出了根据实施方式4200的光与光学传感器的相互作用。
- [0062] 图43示出了根据实施方式4300的温度传感器。
- [0063] 图44示出了根据实施方式4400的压力传感器。
- [0064] 图45示出了根据实施方式4500的压力传感器。
- [0065] 图46示出了根据实施方式4600的压力传感器。
- [0066] 图47示出了根据实施方式4700的具有“C”形感测通道的感测区域。

### 具体实施方式

[0067] 本文描述了接触镜和IOP传感器的各种实施方式、各种模具及其制造方法。接触镜可以是用于视力矫正、美容外表或不具有视力矫正和美容效果的接触镜。可以覆盖人(或动物)可以透过的眼睛部分的接触镜部分可以是视觉透明的,并且否则不会干扰眼睛的视觉。所述装置的中心部分可以称为视觉区。镜片区可以提供适当的视力矫正、美观的颜色或仅是透明的。

[0068] 在各种实施方式中,接触镜的传感器部分可以具有嵌入在接触镜的外周中的一个或多个元件。外周可以被认为围绕接触镜的视觉区的环形空间。外周区可以被认为传感器区。

[0069] 具有传感器的接触镜能够以多种方式配置。在一个实施方式中,可以能够取出现有的接触镜并且围绕所述接触镜添加传感器区。在另一实施方式中,可以能够同时配置视觉/美学镜片和传感器区。

[0070] 本文描述了许多实施方式,用于形成顶部层和底部层视觉以及传感器区,然后将这两个层放置在一起以形成具有传感器的单个接触镜。在各种实施方式中,可以存在用于顶部层的模具和用于底部层的另一个模具。本文描述了制造两个模具以及制造两个层(顶部和底部)的多种方法。

[0071] 还提出了关于具有传感器的接触镜如何可以具有用于检测和测量眼睛的不同方面的不同传感器的各种其他实施方式。一些实施方式测量IOP,一些测量温度变化,并且还有其他实施方式测量眼睛可能施加在接触镜上的应变。可以使用各种装置从传感器收集数据,并且这些装置包括移动电话、平板计算机、计算机和光学传感器。光学信息可在程序或应用中使用,以向用户、医疗保健提供者或其他方提供收集到的数据的易于理解和/或可用的概要。

[0072] 在一个实施方式中,可以存在平面基板,诸如硅晶片、金属板或聚合物片,如图1中示出的。平面基板100可以具有凸起图案(relief pattern) 106或阴模,所述凸起图案106或

阴模适于在模具上使用的材料中创建或形成微流体结构。平面基板100可以具有平面模具104和凸起图案106。平面基板还可以具有一个或多个平坦边缘102部分,以便于平面模具104的使用、操纵或与平面模具104所使用的材料的分开。

[0073] 在一个实施方式中,在平面基板上可以存在一个以上的模具。尽管示出了单个模具,但是应理解,可在同一基板上同时制造任意数量的模具。

[0074] 现在描述一种用于制作模具的方法,所述模具可以用于制造具有眼内压传感器的接触镜。所述处理通常涉及将液体材料放置到平面模具上。液体通常是能够以液体形式沉积然后以某种方式变成大体上固体的物质。随着材料凝固,其呈现出平面模具的纹理和形式。材料可以凝固成膜。保持器可以被放置在膜上,并且膜的一部分可以围绕保持器被切除。保持器可以具有粘的或粘性的表面,因此当保持器移动时,膜的切除部分将粘附到保持器。然后保持器可以被紧固到基座组件,其中膜部段在保持器和基座组件之间。将保持器紧固到基座组件可以允许膜转移到基座组件上。然后基座组件能够以导致膜模板在弯曲模具上方拉伸的方式被按压到弯曲模具上。基座组件可以具有穿孔或填充端口,从而允许基座组件的后端填充有材料,当膜模板在弯曲模具上方拉伸时,所述材料将结合到膜模板。然后将添加的材料固化以使其凝固。当所述处理完成时,可以将弯曲模具与膜模板分开。

[0075] 现在将更详细地描述和说明用于制造弯曲模具的处理的各个阶段。在一个实施方式中,可以存在在一侧或两侧上具有平面模具210的平面基板212。平面模具210可以具有凸起图案204。聚合物或弹性材料206可以沉积在平面模具210上。当材料206被添加到平面模具210时,平面模具210可以是静止的或旋转202。当平面模具210的旋转202正在进行时,可以控制材料206的厚度。如本领域所公知的,可以控制旋转速度来选择材料206的合适厚度。

[0076] 在各种实施方式中,平面基板212可在主轴或盘片或如本领域所公知的任何其他机构上旋转。所述材料能够以逐滴方式添加或流到平面模具210上。将材料206添加到平面模具210的方法可以取决于材料的类型、以及控制其在模具上沉积的能力,或者在旋转时材料厚度的调整。

[0077] 一旦将材料分布在平面模具304上,就可以使用能量306(诸如如本领域所公知的UV光、热或其他形式的能量)将其固化。固化时间可以根据制造推荐时间来完成,或者其可以更少或更多。材料在固化时形成基本上为固体的形式。申请人所说的基本上固体是指材料可以具有可以保持一些流体特性的固化材料的区域。在一些实施方式中,材料可以部分固化。在替代实施方式中,材料可以是可以通过施加能量或化学试剂而转换回液态、半液态或蒸气的物质。在一些实施方式中,材料可以是弹性化合物。

[0078] 在一些实施方式中,膜片302的厚度可在1至999微米(um)之间变化。在一些实施方式中,膜片302的厚度可在25至600微米之间变化。在其他实施方式中,膜片302的厚度可在50至500微米的范围内。

[0079] 一旦膜材料固化,就可以将保持器402放置在膜片上。保持器可以是圆形的或环形的。在一些实施方式中,保持器的覆盖区(footprint)的尺寸可以被设定为比膜片中形成的微流体通道的直径大的特定直径。在其他实施方式中,保持器覆盖区的尺寸可以设定为与微流体通道的外径匹配。在一些实施方式中,在微流体通道的形状可能不是规则的或者不是基本上圆形的情况下,保持器可以具有相等或更大尺寸的对应覆盖区。在保持器可以是环形环的一些实施方式中,环形环的内径的尺寸可以设定为使得内径超过膜片的微流体通

道的直径。

[0080] 在各种实施方式中,保持器402可以具有一个或多个孔404。这些孔可以用于对准其他零件的孔,以将保持器紧固到另一个零件以形成组件。在一些实施方式中,保持器可以具有粘合剂层406。在一个实施方式中,粘合剂层406可以是双面胶带。在一些实施方式中,粘合剂层406可以是固定到保持器402的粘性材料。在其他实施方式中,粘合剂层406可以是机械夹具、抽吸装置或其他临时机械紧固件。

[0081] 制造弯曲模具的处理现在可以进行到将保持器504定心在膜片502上。保持器504的粘性部分(未示出)面向膜片502,因此粘性部分可以与膜片502直接物理接触。如示出的,保持器504可以遵循放置方向506压在膜片502上。保持器的穿孔可以围绕微流体通道508放置或放置在微流体通道508上。

[0082] 一旦保持器正确就位,就可以从膜片切下膜模板。切除工具602可以用于围绕保持器604形成切除路径606。

[0083] 在各种实施方式中,切除工具602可以是刀、激光或任何切割工具或装置(诸如能量装置),其可以用于将膜模板从膜片切断。切除工具602可以遵循预编程的路径(诸如由计算机控制的切割工具形成的预编程的路径),或者它可以是凸轮从动轴上的机械装置。也可以手动切割膜模板。

[0084] 在一些实施方式中,当膜被切除时,平面模具或平面基板可以被切除。在替代实施方式中,切除路径不损坏平面模具或基板。在平面模具未损坏的那些实施方式中,其可以被重复使用。

[0085] 在一个实施方式中,可以存在基座组件702。基座组件702可以具有一个或多个孔706,所述一个或多个孔706的图案与保持器的孔匹配,从而可以使用诸如螺钉的紧固件将保持器紧固至基座组件702。基座组件702可以具有粘性或粘合剂层704。粘合剂层可以类似于先前描述的那些。基座组件702可以具有穿孔,使得其形状像管或中空圆柱体。

[0086] 现在可以组装具有面向基座组件804的膜模板808的保持器802。保持器802和基座组件804可以经由连接806的力被放置在一起,其中各个孔810对准。然后孔810可以接收紧固件,诸如螺钉、销钉或胶水。粘合剂812可以放置在基座组件804的连接侧上,使得当保持器与组合基座组件702分开时,膜模板808可以粘附到基座组件804。

[0087] 膜模板808可以是均匀的厚度,其中中间(在由微流体通道限定的区域内)有穿孔。在替代实施方式中,膜模板是连续的(没有穿孔)。在一个实施方式中,材料的环形环可以用于形成传感器区域,所述传感器区域可以附接到预先存在的接触镜。

[0088] 在一些实施方式中,微流体通道可以取向成面向特定方向。在其他实施方式中,其他固定装置可以使它们的取向与组合的保持器和基座组件匹配。

[0089] 在各种实施方式中,基座组件可以与下基座组件904结合,如图9中示出的。下基座组件904可以具有弯曲模具902。弯曲模具902可以是半球形或球形模具,具有特定半径和拱形长度或拱形周边的部分弯曲模具。在一些实施方式中,弯曲模具902的曲率可以与弯曲模具902和下基座组件904之间的接缝连续。

[0090] 在各种实施方式中,下基座组件904还可以具有一个或多个固定孔906。固定孔906可以具有与基座组件中的孔相同的形状和取向,从而允许下基座组件904和基座组件使用螺钉、销钉或其他紧固件彼此紧固。尽管螺钉被设想为可能的实施方式,但是各种组装部分

(保持器和基座组件、基座组件和下基座组件)可以使用夹持件、胶水、夹具或其他机构来紧固。组装部分可以彼此过盈配合,或者机械接合,诸如一个拧到另一个上。

[0091] 在各种实施方式中,弯曲模具902可由可以使得导致膜模板在弯曲模具上方拉伸并且呈现与弯曲模具基本上相同的曲率半径而不会导致膜模板或微流体通道扭曲到任一元件都不能起作用的程度的玻璃、不粘材料或其他表面制成。

[0092] 如前所描述的,各种实施方式可以将基座组件与下基座组件组装在一起,如图10中示出的。在一个实施方式中,螺钉1002可以用作紧固件来固定基座组件1004和下基座组件1008。基座组件1004可以处于此类取向,使得膜模板在组装期间面向弯曲模具1006,从而膜模板与弯曲模具1006接触,并且当基座和下基座组件紧固在一起时,膜模板在弯曲模具1006上方拉伸。

[0093] 在一些实施方式中,膜模板可以不完全凝固或固化,以便允许膜模板更好地采用弯曲模具1006上方的形状。

[0094] 在一个实施方式中,基座组件可在膜模板1110后面具有空腔1108或穿孔,如图11中示出的。在一个实施方式中,空腔1108可以用另外的材料1102回填,以部分或完全填充基座组件1104的空腔1108。膜模板1110充当屏障,从而防止回填充的材料接触下基座组件1106。

[0095] 在一个实施方式中,可以将诸如聚二甲基硅氧烷(或PDMS)的固化剂弹性材料施涂到膜模板1110的背表面上。然后弹性材料可以被排出。一旦弹性材料被排出,就可以用预混合的弹性材料或等效材料填充背面空腔1108。固化剂可以改善固化后弹性材料层的粘合。

[0096] 在将材料添加到基座组件的空腔中之后,可以将其固化,如图12中示出的。基座组件1202和下基座组件1204可以保持紧固,同时能量1206可以施加到膜模板1210后面的新浇注的材料的模具1208。能量可以是适于固化基座组件1202的空腔中的材料的任何种类。一些非限制性示例包括紫外(UV)光、热、可见光和不可见光能量或其他材料,诸如化学固化剂。可以将组装好的基座和下基座的组合放置在腔室(诸如烘箱或光室)中以进行固化处理。尽管在一个实施方式中,能量1206被示出为从单个方向辐射,但是应理解,能量可以源自一个或多个点源,或者可以源自能量源,并且间接到达模具1208以固化它,如在烘箱室的情形中。

[0097] 在图13中示出了在基座组件1304和膜模板1306中形成的模具1302的横截面。模具1302可以与下基座组件分开,并且可以用于制造接触镜和IOP感测装置的压印处理中。

[0098] 现在描述制作接触镜和IOP传感器模具的替代方法。在各种实施方式中,可以存在可以涂覆有光致抗蚀剂的弯曲模具。然后光致抗蚀剂可以固化一段时间。固化时间可以大于、小于或等于通常用于光致抗蚀剂材料的时间量。当光致抗蚀剂已经达到合适的固化状态时,可在光致抗蚀剂的表面中形成图案,并且可以显影所述图案以形成一个或多个凸起或用于形成微流体通道的其他特征。然后将弹性化合物浇注在图案化的表面上方并且固化,以产生接触镜和IOP传感器模具。

[0099] 在一个实施方式中,可以通过将弹性材料1402(诸如预混合的PDMS)的薄层滴铸1406到弯曲模具1408上来制造底部膜层,如图14中示出的。弯曲模具1408可以位于或固定到下基座组件1404。弯曲模具可以是玻璃半球、球体或其他合适的材料。弹性材料可以是光致抗蚀剂材料。

[0100] 在一个实施方式中,弹性膜1502可以通过施加能量1504来固化。在各种实施方式中,能量1504可以是热能(热)、UV光或其他固化能量。在一些替代实施方式中,弹性膜1502可以通过将其暴露于固化化合物来固化。弹性膜1502的厚度可以通过用于膜的材料组成、粘度或固化之前的纺丝处理来控制。

[0101] 在一个实施方式中,可以用等离子体1602处理弹性层,以改善后续UV可固化聚合物层的结合。具有弯曲模具的下基座组件1606在等离子体1602处理期间用作膜和光致抗蚀剂层1604的基座。等离子体1602可以用于在光致抗蚀剂中形成图案。

[0102] 在一个实施方式中,弹性化合物1702可以被滴铸1712以形成PDMS膜1714(或其他合适的材料),如图17中示出的。PDMS可以被滴铸1712在可固化聚合物层1704上(其中另一个膜1706层在下面)。当可固化弹性化合物1702旋涂1710在可固化聚合物层1704上时,下基座组件1708可在任一方向上旋转。

[0103] 在一些实施方式中,PDMS膜1714可在0.01微米和999微米之间。在一些实施方式中,PDMS膜1714可在1至300微米之间。在其他实施方式中,膜可在10至50微米之间。

[0104] 在一个实施方式中,可固化聚合物层1804可以使用通过下基座组件1808的穿孔1812投射的UV光1810来固化。UV光1810可以穿过膜1802和弯曲模具1806(其对于UV光可以是部分或大部分透明的)发光。当固化处理完成时,模具可以完成。

[0105] 在一个实施方式中,可以存在具有部分固化的UV可固化聚合物层1906的薄底部PDMS膜1910,所述聚合物层1906可以通过施涂器滴铸1908以形成UV可固化聚合物的第二层1904,如图19中示出的。在一个实施方式中,膜1910可以具有基础弹性体1902层、第一UV可固化聚合物层1906和第二UV可固化聚合物层1904。膜1910可在由基座组件1912支撑的弯曲模具上形成。

[0106] 在一个实施方式中,弯曲模具2004可以与先前描述的组件接触,并且可以施加受控压力2002来执行压印步骤,如图20中示出的。当两个部件接触时,层2006可以通过UV光2008部分固化。

[0107] 在一个实施方式中,如前所描述的制备的PDMS无图案膜2106可以从弯曲模具2102剥离,所述弯曲模具2102可由基座组件2104支撑,如图21中示出的。

[0108] 在一个实施方式中,PDMS膜2204可以翻转颠倒并且放置在圆柱形保持器2206上,如图22中示出的。可以使用合适的力2202将颠倒的膜2204压入保持器2206中。

[0109] 在一个实施方式中,PDMS膜2304的凹入侧可以暴露于等离子体2302,以促进UV可固化聚合物层的粘合,如图23中示出的。膜2304可由膜保持器2306保持在适当位置。

[0110] 在一个实施方式中,如图24中示出的,可以使用施涂器将UV可固化树脂2402滴铸到弯曲膜2304的凹入侧。膜保持器2406可以旋转2408以将树脂旋涂覆到膜上。

[0111] 在一个实施方式中,可以存在压力帽2504,所述压力帽2504具有气体端口2502和窗口2512,如图25中示出的。窗口2512对于UV光和其他形式的光能可以是透明的。膜2508可以附接到保持器2510。所述膜可以具有部分固化的UV可固化树脂层2506。

[0112] 在一个实施方式中,保持环2602可以从图25中的组件的顶部侧附接,以气密封压力室并且将PDMS膜2604保持在适当的位置,如图26中示出的。保持环2602可以在大体上不导致可能导致膜变形的平面应变的情况下将膜2604保持在适当的位置。可以使用UV光2606轻微固化UV可固化树脂,以维持部分粘合剂性能。

[0113] 在一个实施方式中,可以通过施加压力2706而使具有顶部膜2702和底部膜2704的装置的两个组件达到接触,如图27中示出的。

[0114] 在一个实施方式中,可以使用UV光2806将顶部层2802和底部层2804结合在一起,如图28中示出的。压力2808可在UV结合完成时施加到两个层。

[0115] 在一个实施方式中,可以通过移除顶部模具组件来暴露具有IOP传感器2906的接触镜,如图29中示出的。具有IOP传感器2906的接触镜的暴露可以允许冲切机2904在镜片上方定心。力2902的施加可以将具有IOP传感器2906的接触镜从弯曲模具组件2908切下。

[0116] 在另一实施方式中,在结合之后,顶部模具可以被移除以允许圆柱形冲切机进入。可以使用冲头切割组装好的镜片,并且将所述组装好的镜片从弯曲模具移除。然后可以用检测流体填充镜片,并且使其亲水,并且可以随时使用。

[0117] 我们现在继续描述基于金属-绝缘体-金属型空腔在应变时的光学变化测量眼内压的各种方法。

[0118] 图30示出了弹性接触镜的应变分布的示例模型。如在图中可以看出,以图像左侧上的应力比例示出了冯米塞斯应力(Von Mises Stress)图案。根据实施方式,所述图像是计算机生成的实际接触镜的图像。可在接触镜的边缘附近看到应变。

[0119] 在多种实施方式中,如图31中示出的,可以展示多种应力情况。在附图页的顶部处示出了自由3102空腔透镜的横截面。在另一实施方式中,在中间示出了受应力的3104空腔图案。底部显示了受应力至塌陷的3106空腔。

[0120] 在一个实施方式中,示出了金属化的弹性矩形空腔的横截面。空腔3202可由夹在弹性层3204之间的薄金属薄膜3206条涂覆或包围。所述设计形成干涉结构,其光学特性敏感地取决于空腔的变形。

[0121] 在图33中示出了薄金属薄膜的替代视图。在一个实施方式中,空腔3310被图案金属薄膜3302和薄金属薄膜3306包围。可以将两个金属薄膜夹在一对弹性层3304之间。图案金属薄膜3302可以是纳米级图案金属薄膜。所述图案可以帮助调谐光学特性,诸如光学共振和角度响应。可以使用特征尺寸范围从1纳米到10微米的周期性或准周期性金属图案。可以优化结构的尺寸和图案,以改善特定波长和角度入射下的光学响应。

[0122] 在一个实施方式中,在图34中示出了金属化的弹性矩形空腔的横截面和在施加应力下的变形。应力矢量示出在水平面中,导致空腔被拉到侧面并且沿着顶部和底部压缩。弹性层提供可以承受各种应力和应变力而不会损害材料的柔性介质。向上和向下的箭头示出了进入和离开镜片的光波矢量,以便读取接触镜上的力、应力或应变的水平。

[0123] 在图35中示出了接触镜的实施方式的横截面。在一个实施方式中,接触镜3506具有观察区域3502和感测区域3504。观察区域通常是清晰的,并且基本上没有可能对视觉产生不利影响的微流体结构、传感器或其他元件。感测区域3504可以包括响应眼睛的IOP的变化的传感器、基于眼睛的形状检测应力或应变的传感器等。

[0124] 在一个实施方式中,感测区域3504中可以存在金属绝缘体金属(MIM)空腔。MIM空腔可以检测眼睛的IOP的变化,并且响应于IOP的变化而改变形状。形状变化可以推进或收回微流体通道中的流体-空气交互,这可由光学传感器读取。

[0125] 在另一实施方式中,可以存在用于具有IOP传感器的接触镜的金属化过程,如图36中示出的。在一个实施方式中,下基座组件3608可以保持弯曲模具3604。如示出的,弯曲模

具可以具有底部膜3606、UV可固化层3614和金属层3612。可以通过阴影掩模3610发生金属沉积3602,以在金属层3612上沉积金属。在一些实施方式中,可以通过蒸发或溅射来完成沉积。在其他实施方式中,金属层可在没有阴影掩模3610的情况下被放置在膜上,并且替代地其可以EDM(放电加工)或微加工成特定图案。

[0126] 在各种实施方式中,底部膜3606和UV可固化层3614可以是本文中任何类似描述的层。

[0127] 在一个实施方式中,在图37中示出了各层的组装。在一个实施方式中,保持器3704可以具有加压帽3702,加压帽3702具有空气进入孔3714。顶部膜3706可以具有UV可固化树脂层3708和金属层3718。下基座组件3712可以具有薄底部膜3710,薄底部膜3710可以包括第二金属层3720、UV可固化层3722和底部膜3724。薄底部膜3710组合物可以位于下基座组件3712上的弯曲模具上。顶部膜和底部膜可以被压在一起并且结合以形成具有光学应变传感器的弹性接触镜。

[0128] 在一个实施方式中,接触镜3810可以具有一系列金属化空腔3802。示出了金属化层3808、金属化空腔3806和接触镜3810的横截面。在所述实施方式中,由眼睛的IOP的变化导致的应变会扰动空腔,并且改变环形金属化空腔3802的电磁共振,从而使得环充当遥感天线。在一个实施方式中,类似于RF-ID芯片的读出,透镜可以通过远程射频测量来感测眼内压。

[0129] 在另一实施方式中,接触镜3902可以具有金属化的金属化区域3904,所述金属化的金属化区域3904具有空腔3906,如图39中示出的。眼睛的IOP的变化可能导致应变,从而扰动空腔3906。空腔的改变可以修改金属化区域3904的电磁谐振以充当遥感天线。在所述实施方式中,类似于RFID芯片的读出,透镜可以用于通过远程射频共振测量来感测眼内压的变化。

[0130] 在一个实施方式中,示出了金属化的金属化区域3904的横截面。横截面示出了单个空腔3910和在空腔侧面中的两个上的金属化层3908。所述空腔嵌入接触镜3912中。尽管所述实施方式示出了具有金属化层的空腔的两侧,但是应理解,空腔可以具有任意1至4个具有金属化层的侧面。空腔可以不是规则的多边形,并且可以具有圆形横截面。在此类情况下,空腔可以使横截面的周边的任何部段金属化以实现与本文所描述的类似结果。

[0131] 在又一实施方式中,存在如图40中示出的制造弯曲模具4002的替代方法。在一个实施方式中,弯曲模具4002可以涂覆有光致抗蚀剂4006。激光投影系统4012可以用于通过UV曝光4010将微流体通道图案4008直接限定到具有光致抗蚀剂4006的弯曲模具4002上。

[0132] 在一些实施方式中,聚合物层可由类似SU8的可光限定的聚合物制成。微流体通道可以形成同心环,围绕传感器区域的“C”形环具有开关后角,以提供围绕外周的连续通道。

[0133] 在一些实施方式中,微流体传感器可以使用空气储存器。空气储存器的高度可以从1微米到1mm。在一些其他实施方式中,空气储存器高度可以从5到500微米。在其他实施方式中,空气储存器的高度可以从10至200微米。

[0134] 在一些实施方式中,还可以提供空气储存器。在一些实施方式中,空气储存器可以具有1 $\mu$ m至10mm的宽度。在另一实施方式中,宽度可以是10微米至1mm。在其他实施方式中,空气储存器的宽度可在约30微米至200微米之间。

[0135] 在一些实施方式中,液体储存器通道的数量可在约1至1,000,000之间。在一些其

他实施方式中,液体储存器通道的数量可在约1至100之间。在其他实施方式中,液体储存器通道的数量可以是约1至20个。

[0136] 在用于制造模具的另一个实施方式中,具有微流体图案4102的弯曲模具4110的顶部侧可以通过用弹性体4106填充保持器4104的顶部穿孔而变成模具。圆柱形壳体4108包括可以固化的弹性体4106。弯曲模具4110可以附接到下基座组件4112。

[0137] 在图42中示出的实施方式中可以看到用于测量IOP的替代方法和装置。在所述实施方式中,进入4210眼睛的光可以穿过放置在角膜4208上的接触镜4202。进入4210的一些光穿过用于输入光4212和输出光4206的透射型光栅。输入光4212在内部衍射,穿过角膜4208或后角膜空腔(在虹膜之外),并且可以作为输出信号或离开4204眼睛的光向外耦合回来。离开4204的光可以使用常规颜色或光谱分辨的相机系统对强度和位置进行成像,以提取镜片和角膜中与应变相关的扰动。

[0138] 在又一实施方式中,接触镜4302可以具有一个或多个微流体特征4304和嵌入的液晶图案4306,如图43中示出的。在一些实施方式中,嵌入的液晶图案4306可以产生可由相机检测的色调,诸如蜂窝电话或平板计算机上的色调。色调可以被读取并且与光学温度计阵列4308进行比较。液晶光学温度计阵列4308可以用于基于具有不同颜色转变温度的不同点来测量温度。具有微流体特征4304或其他光学特征的接触镜4302现在可以通过使用嵌入的液晶图案4306来补充用于独立的温度测量。镜片的图片可能会产生装置温度。

[0139] 在另一实施方式中,在图44中示出了接触镜的替代特征。在一个实施方式中,溶液可以与具有低结合亲和力的珠或染料混合。随着贯穿白天的眼睛压力的变化,染料可能会结合在溶液所在的通道壁。通道的壁暴露于染料的时间越长,壁上的色斑越暗或越浓。基于停留时间,可以从颜色相关映射图(示出从暗到亮的光谱)计算眼睛压力的最高、平均和标准偏差。

[0140] 在又一实施方式中,在图45中示出了具有传感器的接触镜的附加特征。在一个实施方式中,透镜的微通道可以用红色染料(或珠)填充。红色染料(或珠)可在培养期后取出。染料可能会通过通道留下红色残留物,其中染料会结合到通道壁。随后,可以将具有蓝色染料的溶液加载到通道以进行眼睛压力测量。成像方法可以用于通过通道检索红色和蓝色的颜色相关性。使用相关算法,可以能够计算贯穿白天和晚上的眼睛压力的最高、平均和标准偏差。

[0141] 在另一实施方式中,珠可以嵌入接触镜中,如图46中示出的。荧光珠的直径可在10nm到1mm之间。在一些实施方式中,直径可以是1至250微米。在其他实施方式中,珠的直径可在20至100微米之间。珠可以放置在接触镜中。接触镜可由透明弹性体材料制成。可以用各种成像技术来定位珠,所述各种成像技术使用激发源(诸如UV或蓝色或绿色LED灯),并且使用具有发射带低音滤波器的相机,或者具有所述相机的智能电话适配器。通过将点扩散函数拟合到2-D高斯函数,可以高精度地定位珠,并且可以使用此类数据处理以微米精度确定珠之间的距离。随着眼睛压力的变化,镜片可能会伸展或压缩,并且由于眼睛曲率的变化,珠的相对位置可能会改变。可以针对每对珠确定接触镜上的应变,并且可以精确地计算整体压力变化。

[0142] 在一些实施方式中,珠之间的距离可在1微米到10cm之间。在另一实施方式中,珠之间的距离可在10微米和1mm之间。在又一实施方式中,珠之间的距离可在50至500微米之

间。

[0143] 在一个实施方式中,C形感测通道4704可以用于代替一个或多个环形通道,如图47中示出的。感测通道4704可以具有用于添加液体的填充端口,以及用于指示眼睛正在经历的眼内压水平的报告通道4702。空气储存器4706提供空气以在微流体通道4710中形成气体-空气交互。标尺4712可以存在于感测区域上。在一个实施方式中,可以使用相机(诸如在蜂窝电话上)来观察刻度,并且图像可以根据微流体通道4710上的液-气交互的位置来显示IOP水平。

[0144] 本公开的优点包括,但不限于,用于制作高灵敏度可佩戴接触镜传感器的稳健处理,所述高灵敏度可佩戴接触镜传感器不需要电力或电路,并且可由类似于移动电话中的简单相机远程监测。

[0145] 现在提供本公开的各个方面:

[0146] 1.一种生产平面模具的方法方面,所述方法包括:

[0147] 由材料制造平面基板;以及

[0148] 在所述平面基板上形成一个或多个凸起,

[0149] 其中所述一个或多个凸起将在膜片中形成一个或多个微流体通道;以及

[0150] 其中所述材料可选地由硅或硅复合材料制成。

[0151] 2.一种生产用于制造接触镜传感器的模具的方法方面,所述方法包括:

[0152] 将液体材料放置在平面模具上,所述液体材料能够从液态变为基本上固态,其中当所述材料转变为所述基本上固态时,所述平面模具将赋予所述液体材料一个或多个微流体通道,所述基本上固态的所述材料形成膜片;

[0153] 将保持器定心在所述膜片上;

[0154] 切除所述膜片的一部分,所述膜片的所述部分具有所述微流体通道,所述膜片的所述部分是膜模板;

[0155] 将所述膜模板夹持在所述保持器和基座组件之间,所述基座组件具有穿孔;

[0156] 从所述基座组件移除所述保持器,使得所述膜模板保持在所述基座组件上;

[0157] 将所述基座组件按压到弯曲模具,使得所述膜模板压靠所述弯曲模具;

[0158] 用另外的液体材料填充所述基座组件穿孔的至少一部分;

[0159] 固化所述液体材料,使得所述液体材料具有与所述弯曲模具匹配的曲线;以及

[0160] 将所述弯曲模具与所述膜模板分开。

[0161] 3.根据方面2所述的方法,其中所述液体材料向基本上固态的转变涉及将所述材料固化一段时间。

[0162] 4.根据方面2所述的方法,其中所述液体材料是聚合物。

[0163] 5.根据方面2所述的方法,其中所述液体材料是弹性物质。

[0164] 6.根据方面2所述的方法,其中所述方法是光刻处理。

[0165] 7.根据方面2所述的方法,其中所述保持器和所述基座组件之一或两者被配置为基本上管状。

[0166] 8.根据方面7所述的方法,其中所述保持器和所述基座组件之一或两者是基本上圆柱形的。

[0167] 9.根据方面2所述的方法,其中所述保持器和所述基座组件之一或两者是环形环。

- [0168] 10. 根据方面2所述的方法,其中所述膜模板基本上与所述保持器的覆盖区匹配。
- [0169] 11. 根据方面2所述的方法,其中所述膜模板的切除是用激光完成的。
- [0170] 12. 一种用于生产具有传感器的接触镜的模具的方法方面,所述方法包括:
- [0171] 用光致抗蚀剂涂覆弯曲模具;
- [0172] 固化所述光致抗蚀剂;
- [0173] 在所述光致抗蚀剂中形成预定图案;
- [0174] 在所述光致抗蚀剂中显影图案化的表面;以及
- [0175] 将弹性体浇注到所述预定图案表面的顶部上;以及
- [0176] 固化所述光致抗蚀剂以产生所述模具。
- [0177] 13. 一种用于生产传感器和镜片设备的方法方面,所述方法包括:
- [0178] 通过用液体弹性体涂覆弯曲模具来形成底部膜层;
- [0179] 固化所述底部膜层;
- [0180] 用等离子体处理所述底部膜层以使弹性表面亲水并且促进UV可固化聚合物的粘合;
- [0181] 用UV可固化聚合物涂覆所述底部膜;
- [0182] 使用蚀刻的模具在所述UV可固化聚合物上压印微流体层;
- [0183] 通过将弹性体浇注到第二弯曲模具上来制作顶部膜层;
- [0184] 固化所述顶部膜层;
- [0185] 固化后释放所述顶部膜层;
- [0186] 在顶部膜的内部进行等离子体处理;
- [0187] 用UV可固化聚合物涂覆所述顶部膜的所述内部,并且部分固化以凝固所述UV可固化聚合物;
- [0188] 将所述顶部膜放置在加压室上;
- [0189] 将所述顶部膜和底部膜粘合在一起以形成接触镜和传感器模板;
- [0190] 将所述接触镜和传感器模板切割成一定尺寸,所述切割在所述接触镜上形成突变边缘;以及
- [0191] 将UV可固化聚合物施涂到所述接触镜的所述突变边缘以形成防损伤边缘。
- [0192] 14. 根据方面13所述的方法,其中所述制作亲水性弹性表面还包括用UV可固化聚合物从背面固化所述表面。
- [0193] 15. 根据方面13所述的方法,其中当材料被添加到所述模具上或所述模具上的聚合物层上时,通过旋转所述模具来完成所述涂覆。
- [0194] 16. 一种用于测量眼睛的眼内压的设备方面,所述设备包括:
- [0195] 具有传感器区域的弹性接触镜主体;以及
- [0196] 多个金属化的法布里-珀罗 (Fabry-Perot) 光学干涉空腔,所述空腔分布在所述传感器区域中;
- [0197] 其中由于眼内压的变化,形状和反射光的变化导致所述接触镜形状的变化。
- [0198] 17. 根据方面16所述的设备,其中所述接触镜形状的所述变化能够被远程感测。
- [0199] 18. 根据方面16所述的设备,其中所述接触镜形状的所述变化能够被间接感测。
- [0200] 19. 一种用于测量眼睛的眼内压的设备方面,所述设备包括:

- [0201] 具有传感器区域的弹性接触镜主体;以及
- [0202] 多个金属化空腔,其分布在所述接触镜主体的传感器区域中;
- [0203] 其中所述多个金属化空腔充当所述接触镜内的机械可变电容器和谐振天线;
- [0204] 其中所述多个金属化空腔在眼内压改变时,通过改变电容或通过改变所述天线不同部分之间的直接接触来改变电磁谐振响应特性。
- [0205] 20. 根据方面19所述的设备,其中眼睛的所述眼内压能够被远程感测。
- [0206] 21. 根据方面19所述的设备,其中眼睛的所述眼内压能够被间接感测。
- [0207] 22. 一种用于测量眼睛的眼内压(IOP)的设备方面,所述设备包括:
- [0208] 具有传感器区域的弹性接触镜主体;
- [0209] 多个嵌入的透射型光栅,所述光栅准许外部光进入后角膜空腔;
- [0210] 多个输入和输出耦合光栅,用于所述外部光的导引;
- [0211] 其中关于入射角和光的波长的耦合条件可以用于计算施加在所述接触镜上的应变。
- [0212] 23. 根据方面22所述的设备,其中施加在所述接触镜上的所述应变可以用于确定由于眼内压引起的角膜变形。
- [0213] 24. 一种用于测量眼睛的眼内压的设备方面,所述设备包括:
- [0214] 具有传感器区域的弹性接触镜主体;以及
- [0215] 多个荧光珠,其嵌入所述传感器区域中。
- [0216] 25. 根据方面24所述的设备,其中所述多个荧光珠的直径的尺寸设定为在0.01um至600um之间。
- [0217] 26. 根据方面24所述的设备,其中所述多个荧光珠的尺寸设定为在0.1um和400um之间。
- [0218] 27. 根据方面24所述的设备,其中所述多个荧光珠散布在所述接触镜中,所述荧光珠之间的平均距离为1um至10mm。
- [0219] 28. 根据方面24所述的设备,其中所述多个荧光珠的分开基于眼睛的所述眼内压的变化而变化。
- [0220] 29. 根据方面28所述的设备,其中所述荧光珠的所述分开是由具有相机的移动电话上的移动电话应用确定的。
- [0221] 30. 一种用于确定眼内压随时间变化的系统方面,所述系统包括:
- [0222] 具有传感器区域的弹性接触镜;以及
- [0223] 多个微流体通道,其分散在所述传感器区域内,所述通道包含能够粘附到微流体壁的面积敏感材料;以及
- [0224] 光学读取器,用于读取所述面积敏感材料的变化;
- [0225] 其中所述面积敏感材料的面积的所述变化对应于所述眼睛的所述眼内压的变化;以及
- [0226] 其中读取所述壁上的面积密度变化可以用于计算眼内压。
- [0227] 31. 根据方面30所述的系统,其中所述面积敏感材料是染料。
- [0228] 32. 根据方面30所述的系统,其中所述面积敏感材料是珠。
- [0229] 33. 根据方面30所述的系统,其中所述光学读取器是移动电话。

- [0230] 34. 根据方面30所述的系统,其中所述密度敏感材料被吸收到所述微流体通道的表面中。
- [0231] 35. 根据方面34所述的系统,其中所述微流体通道的密度敏感吸收对应于眼内压的变化。
- [0232] 36. 一种用于测量眼睛的眼内压的设备方面,所述设备包括:
- [0233] 具有传感器区域的弹性接触镜;以及
- [0234] 多个液晶温度计,其嵌入所述传感器区域中;其中所述液晶温度计由于角膜温度变化而改变颜色。
- [0235] 37. 根据方面36所述的设备,其中所述颜色能够被远程检测。
- [0236] 38. 根据方面36所述的设备,其中所述颜色能够被间接地检测。

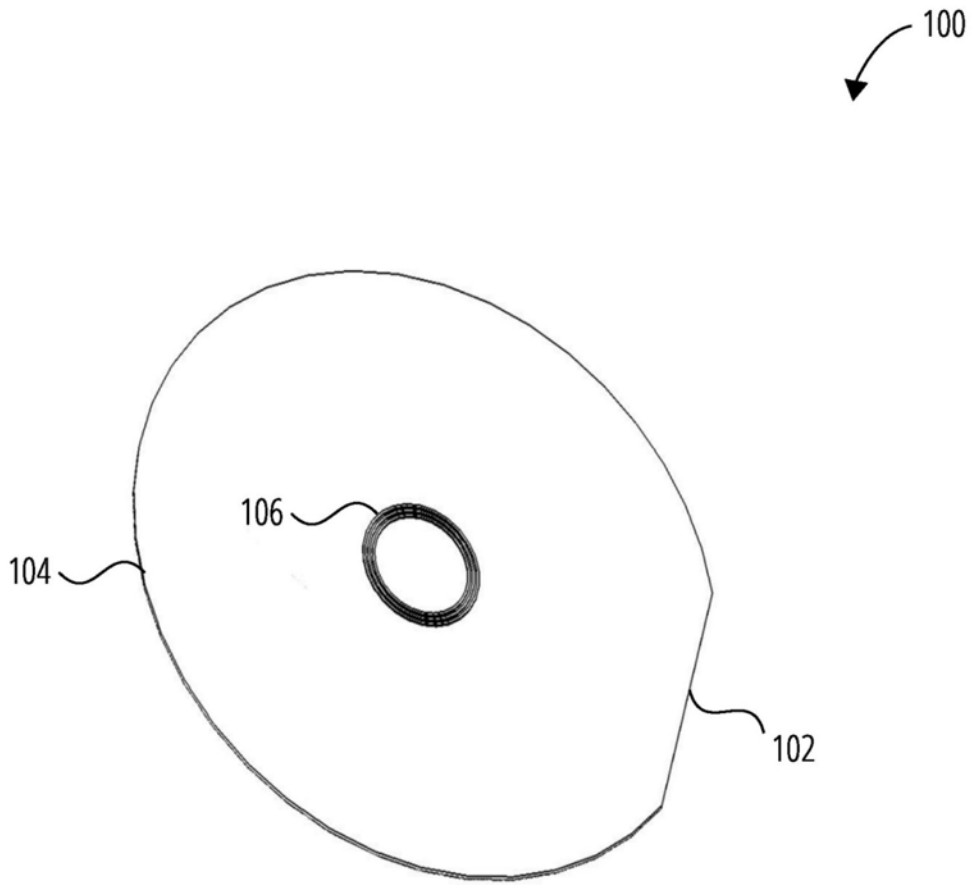


图1

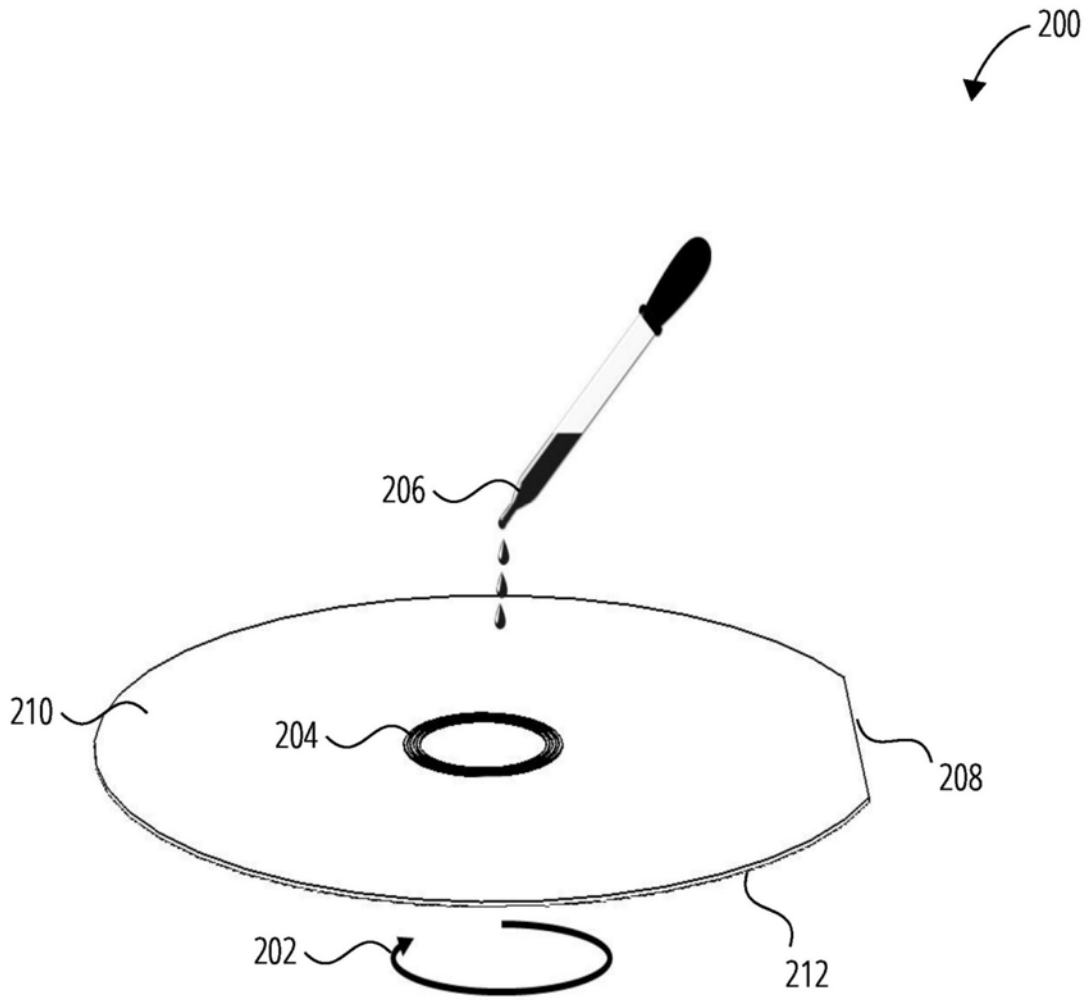


图2

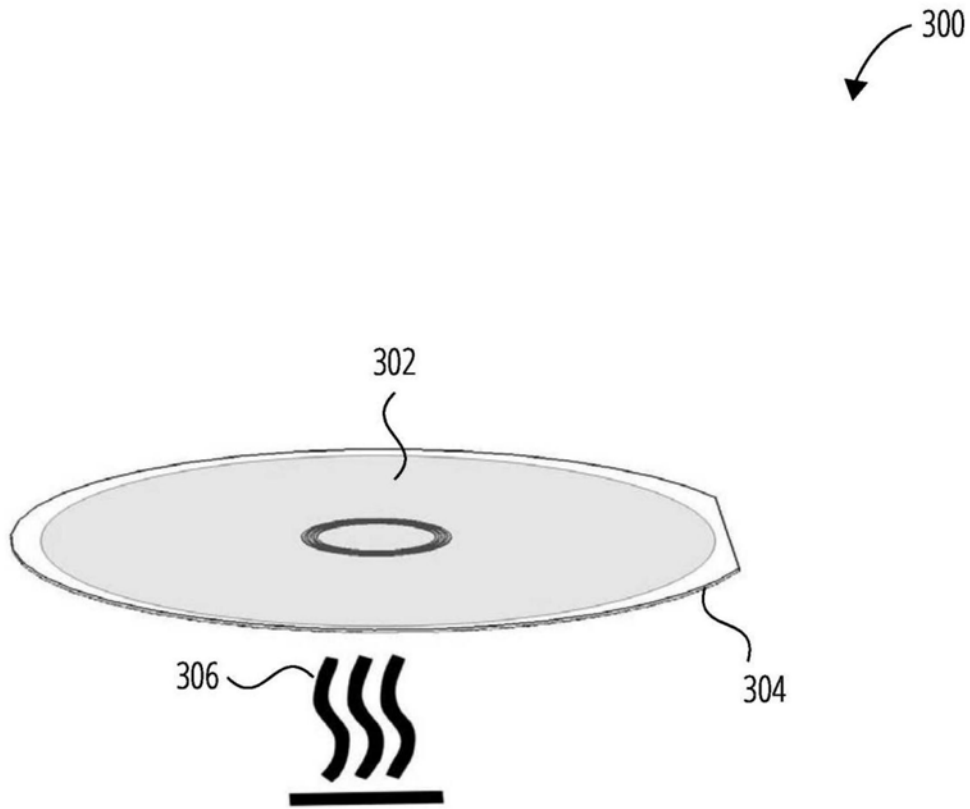


图3

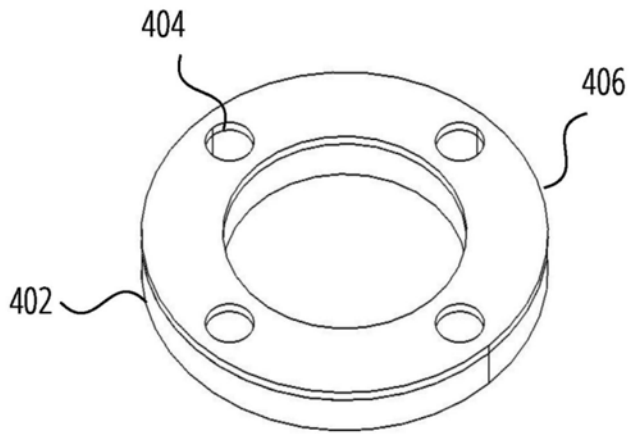


图4

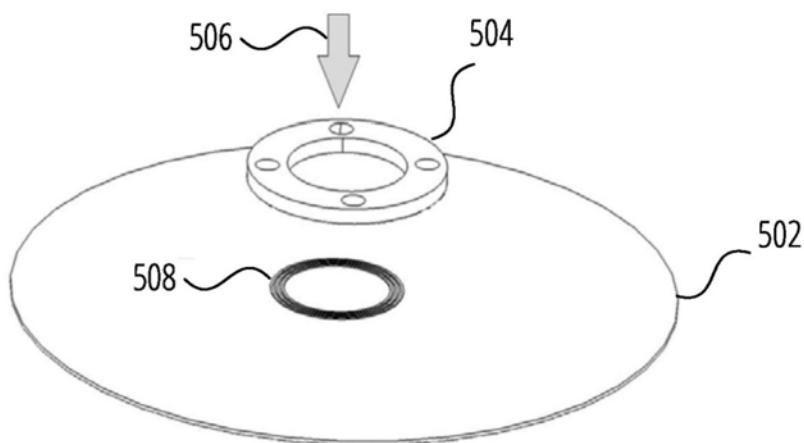


图5

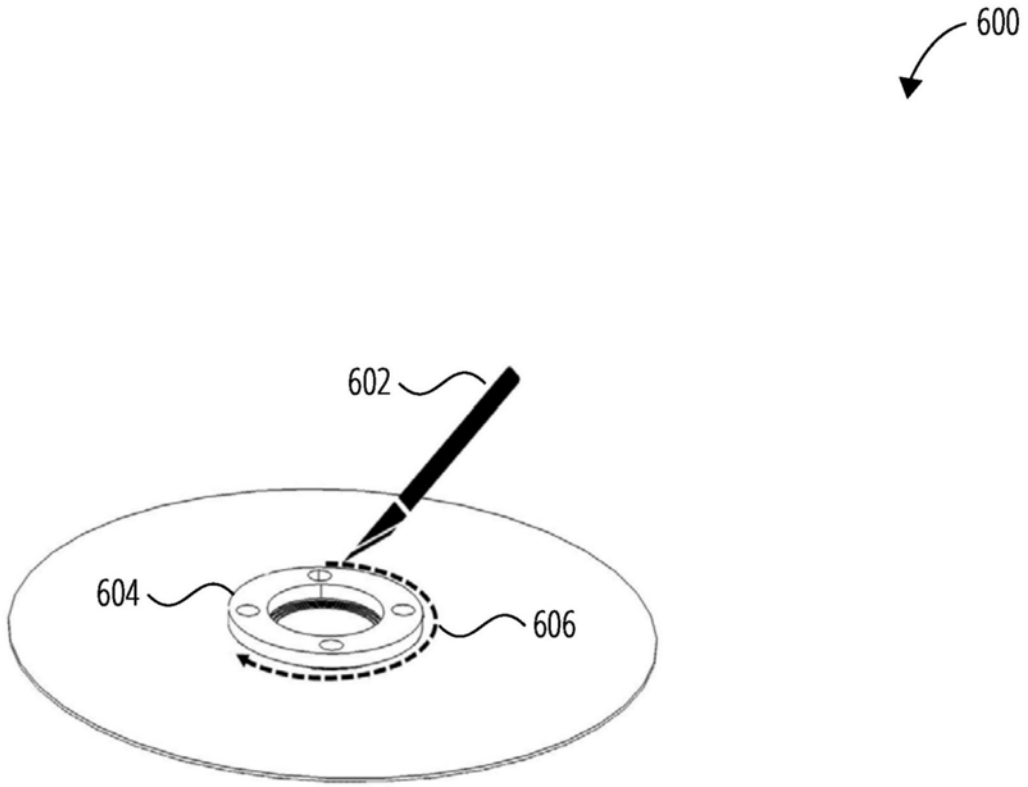


图6

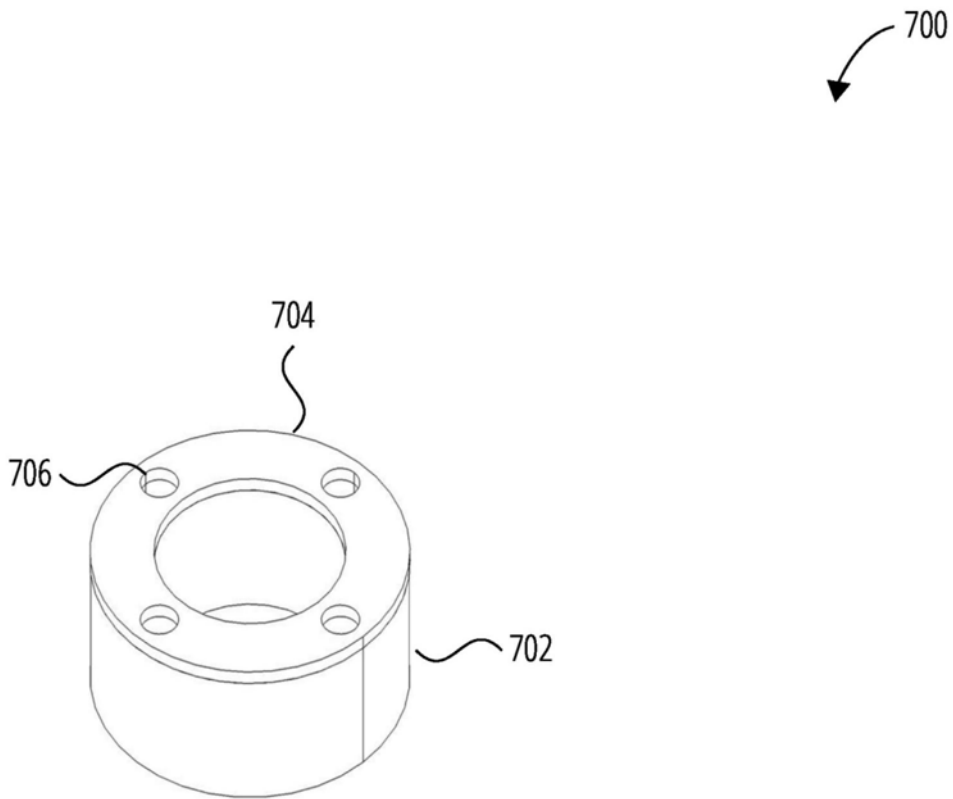


图7

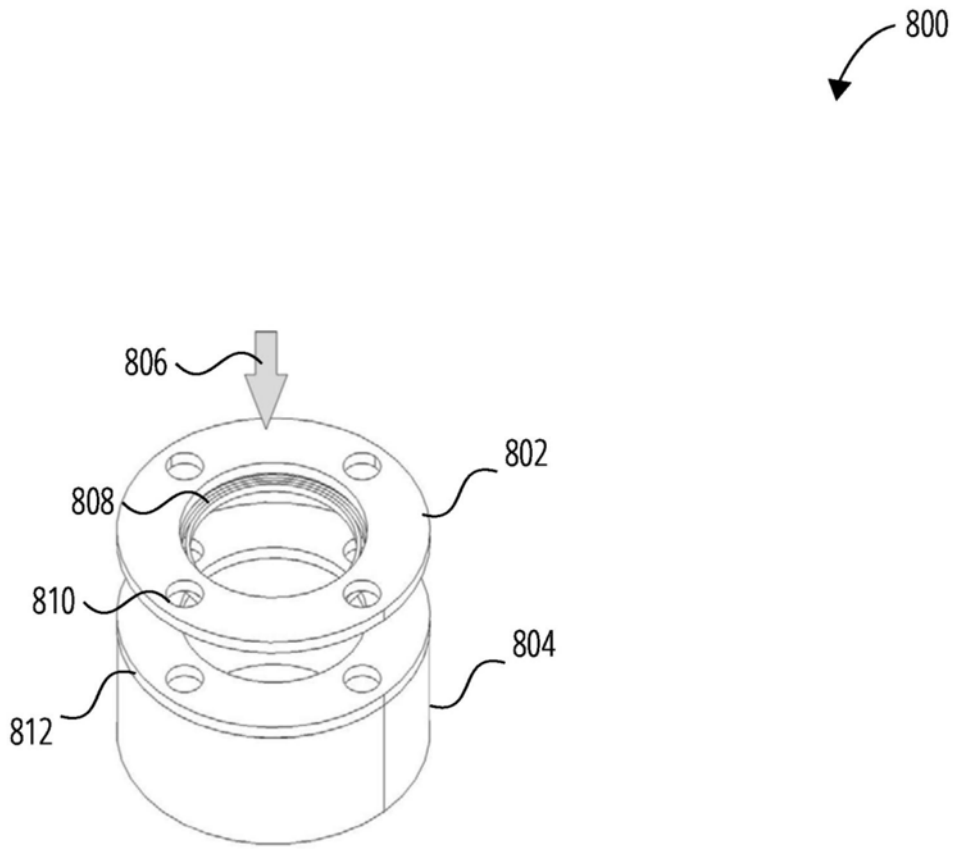


图8

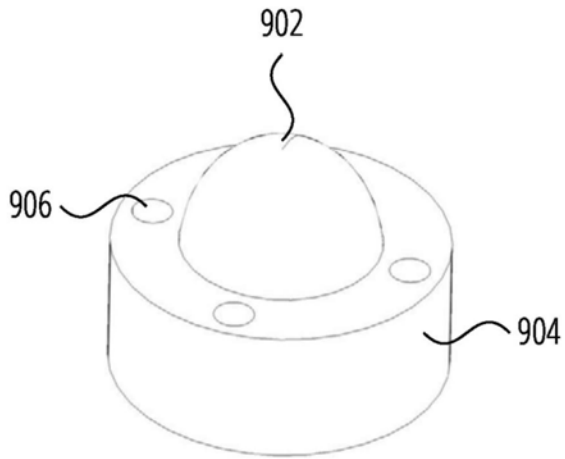


图9

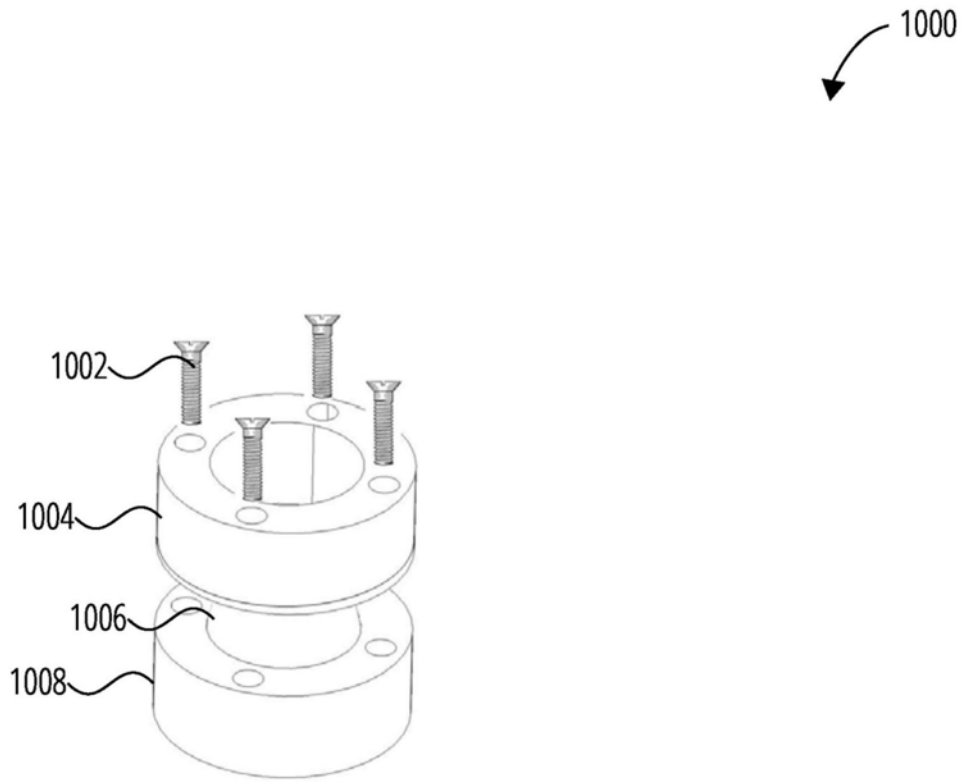


图10

1100

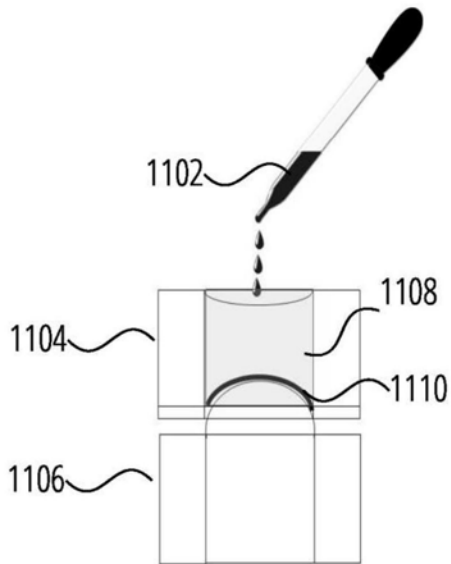


图11

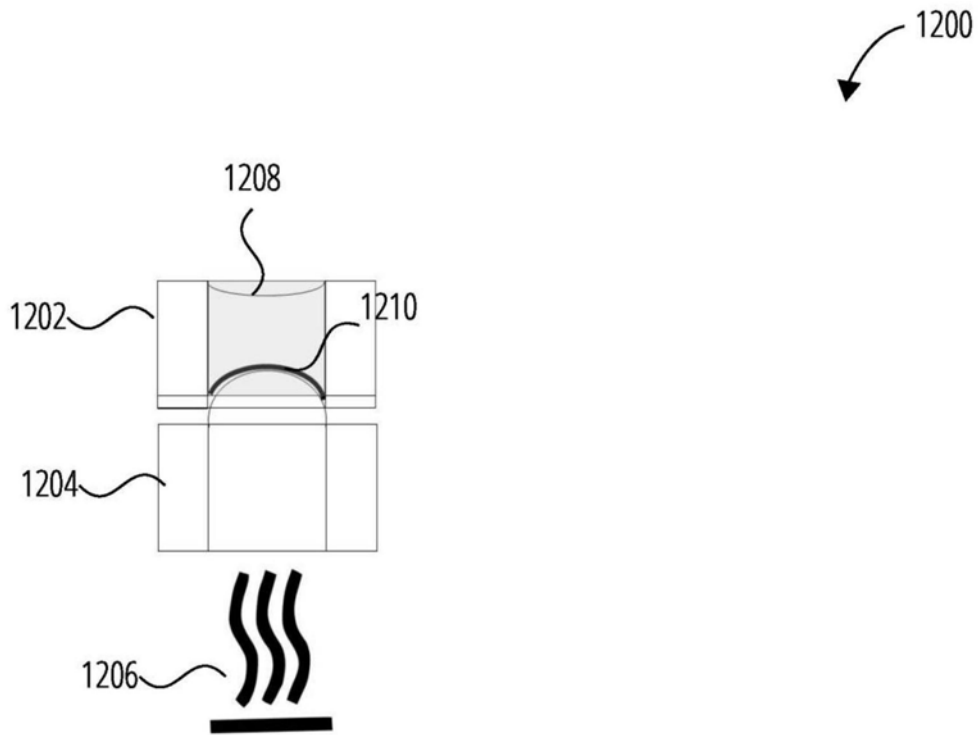


图12

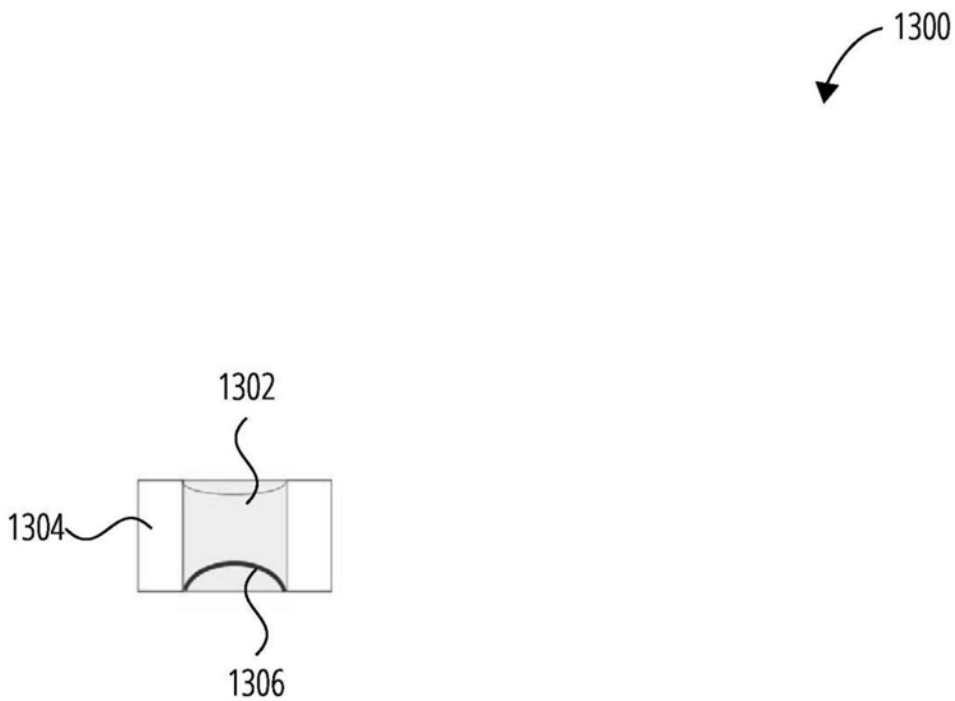


图13

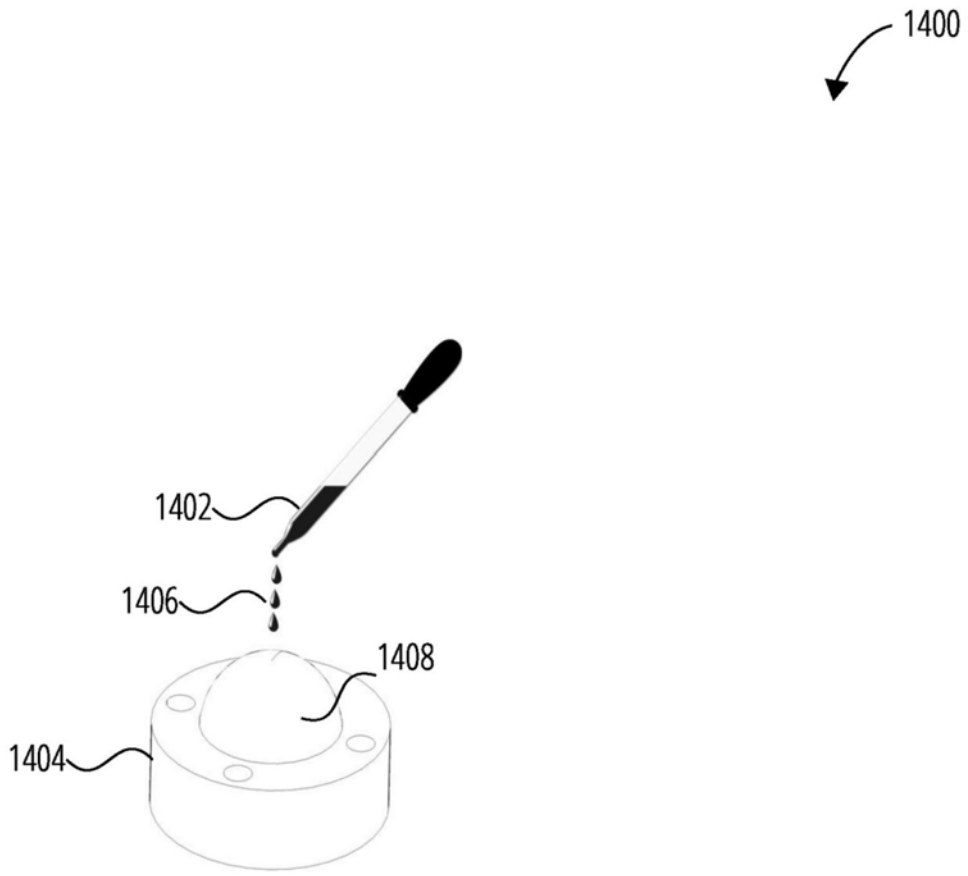


图14

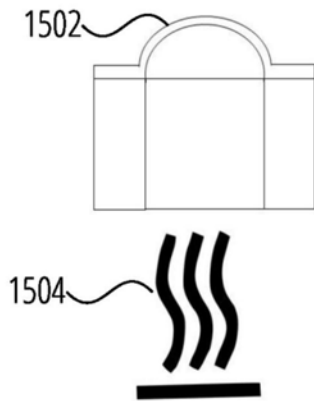


图15

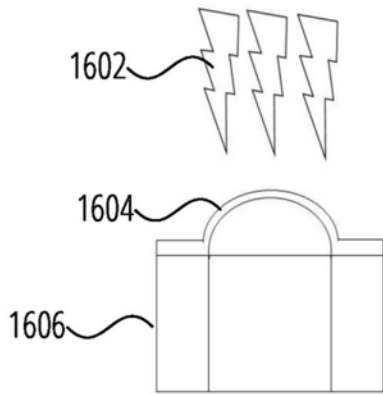


图16

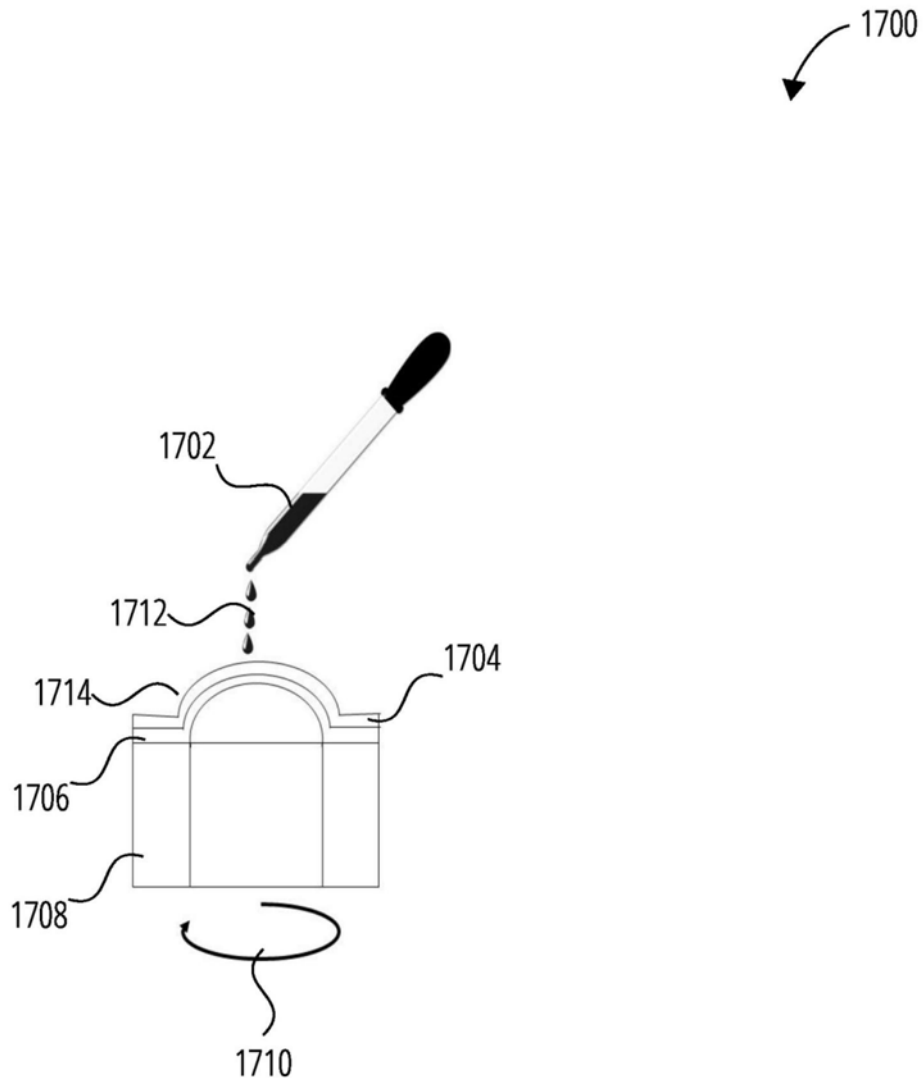


图17

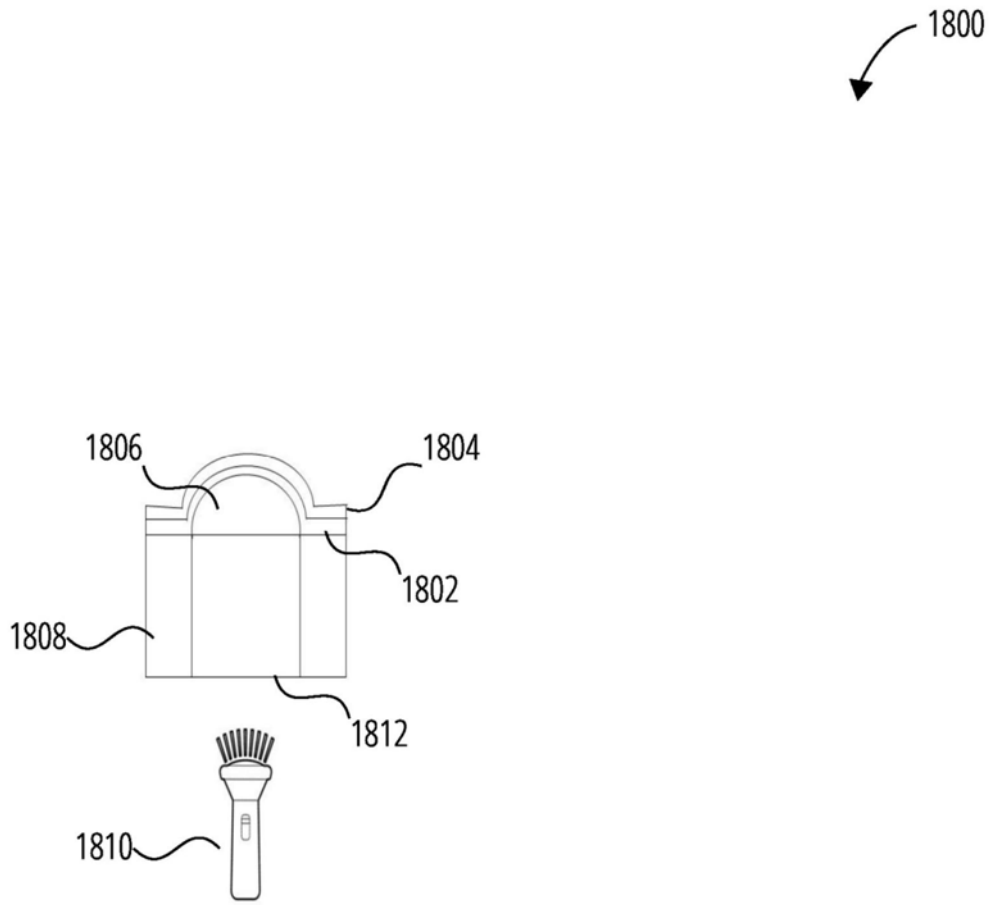


图18

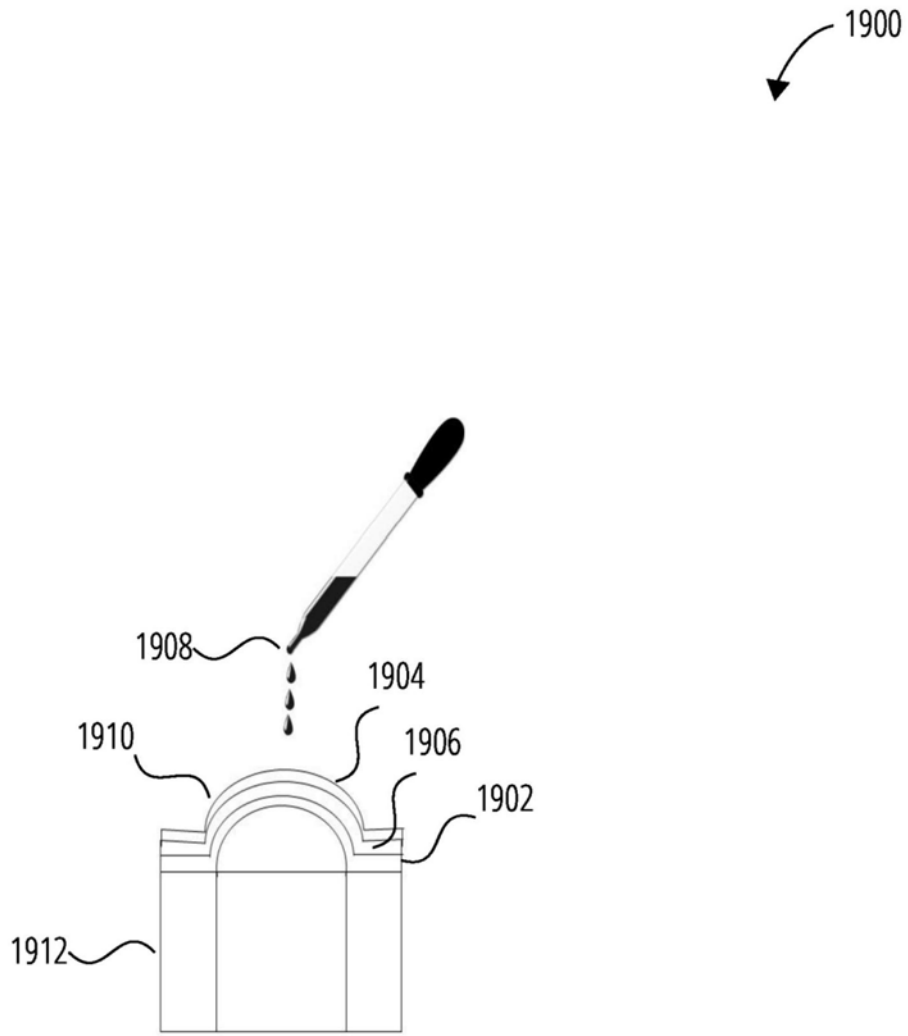


图19

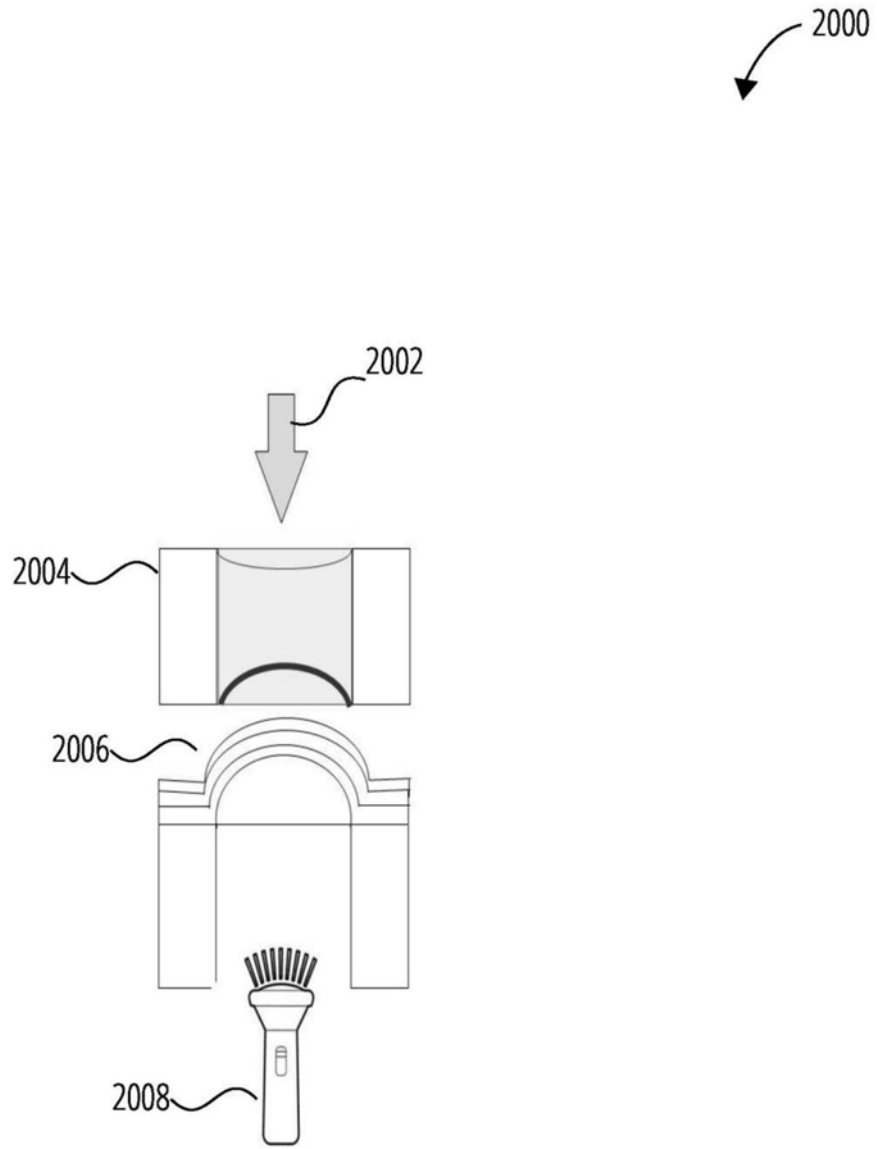


图20

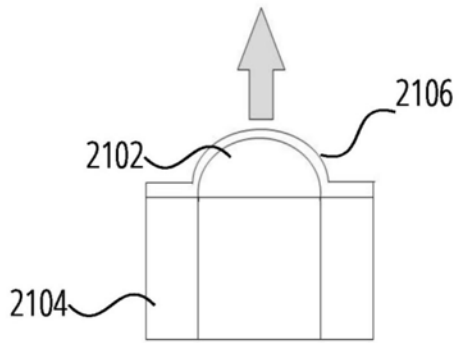


图21

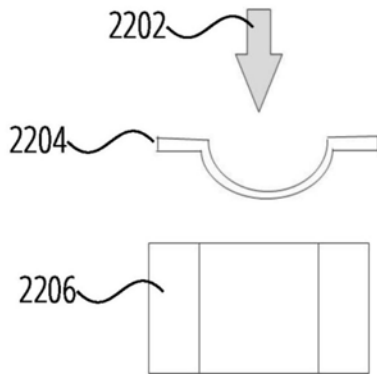


图22

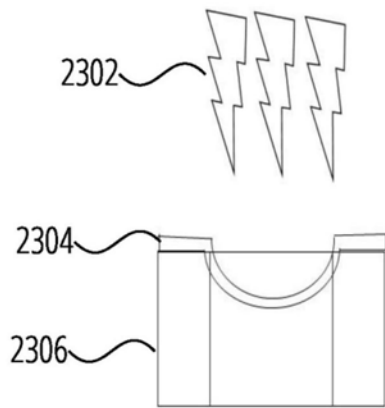


图23

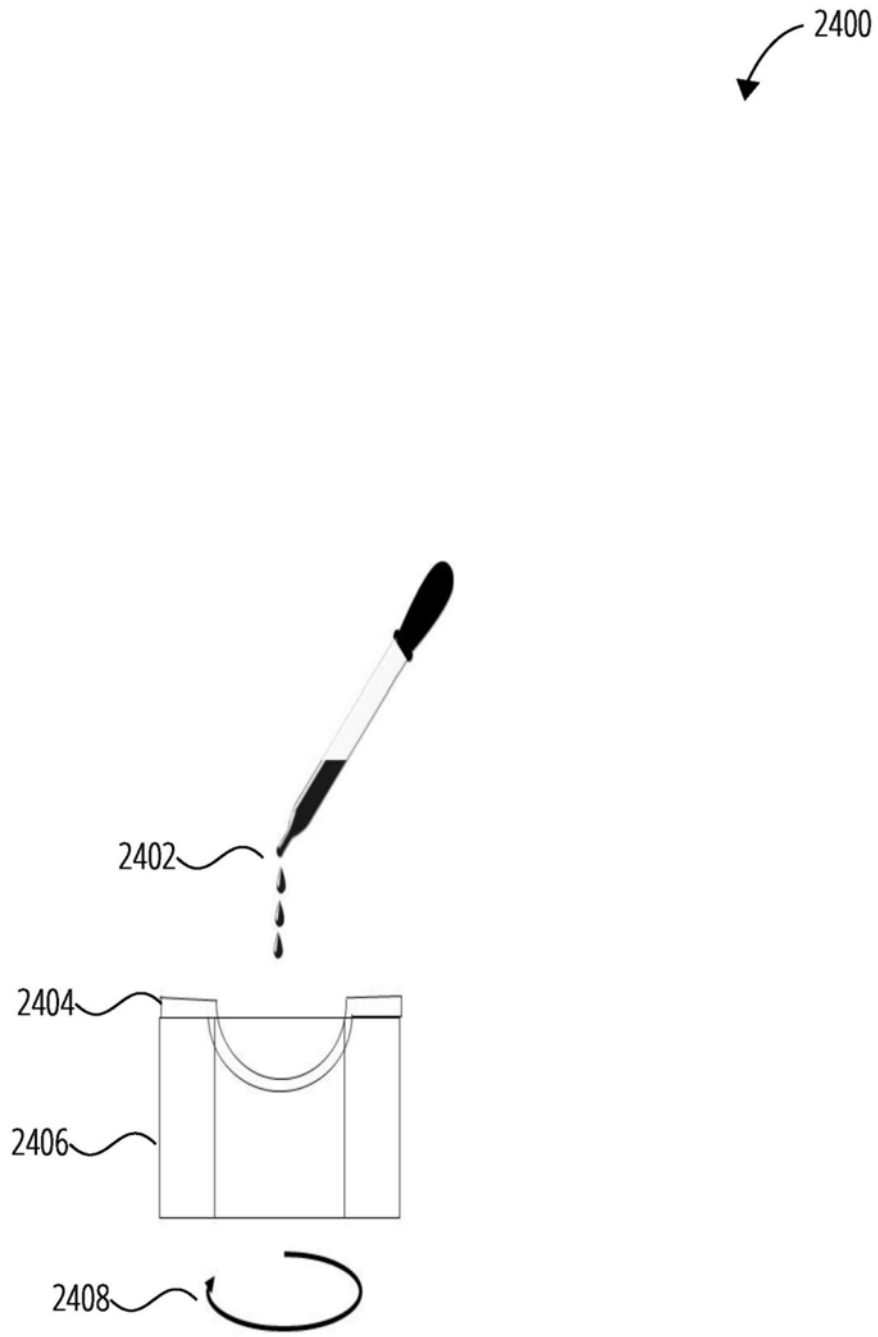


图24

2500

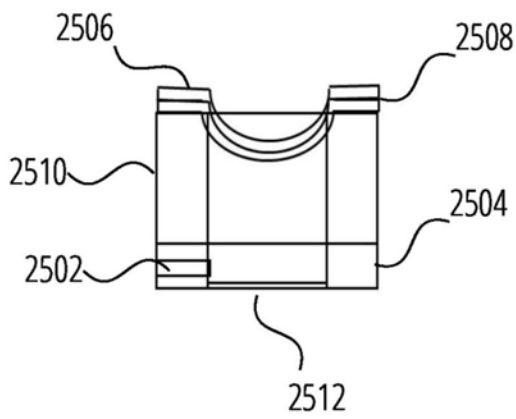


图25

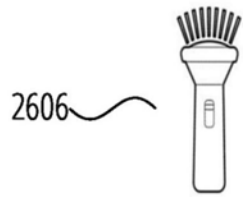
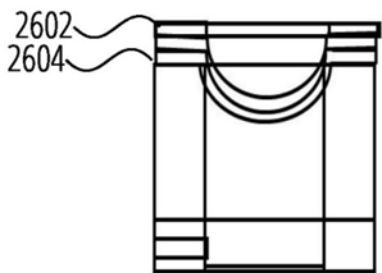


图26

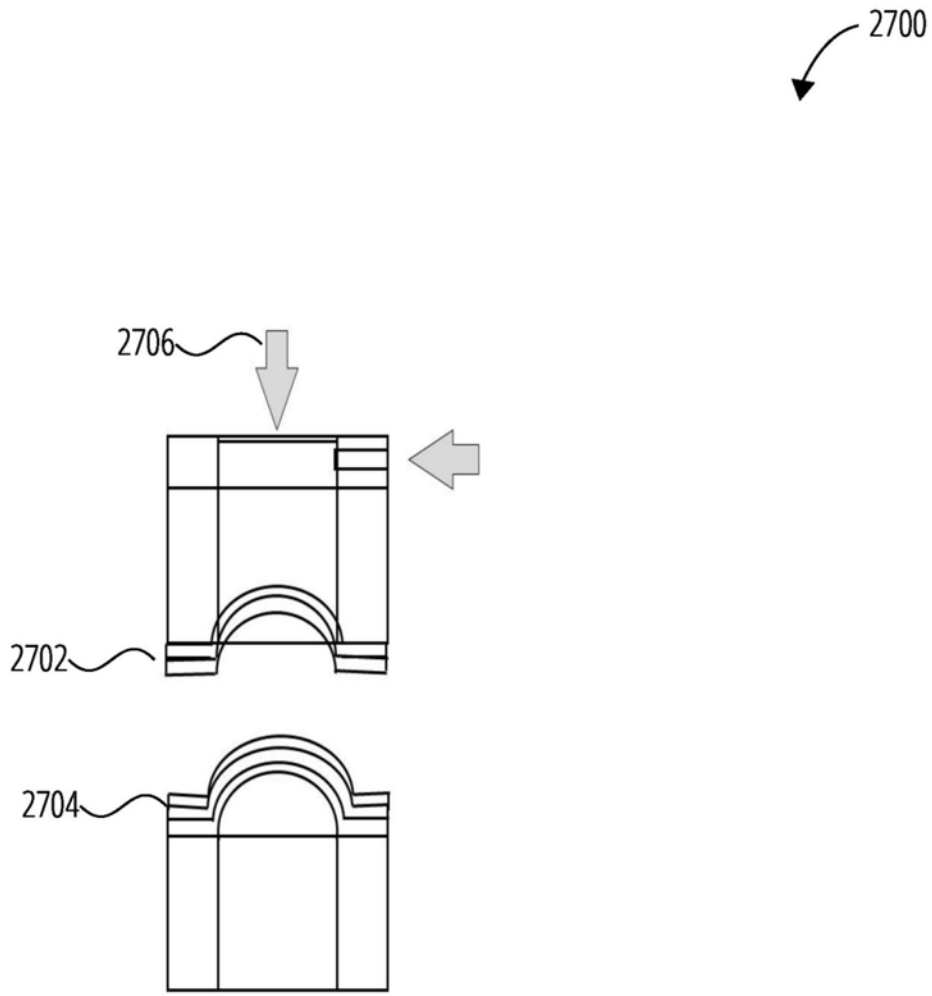


图27

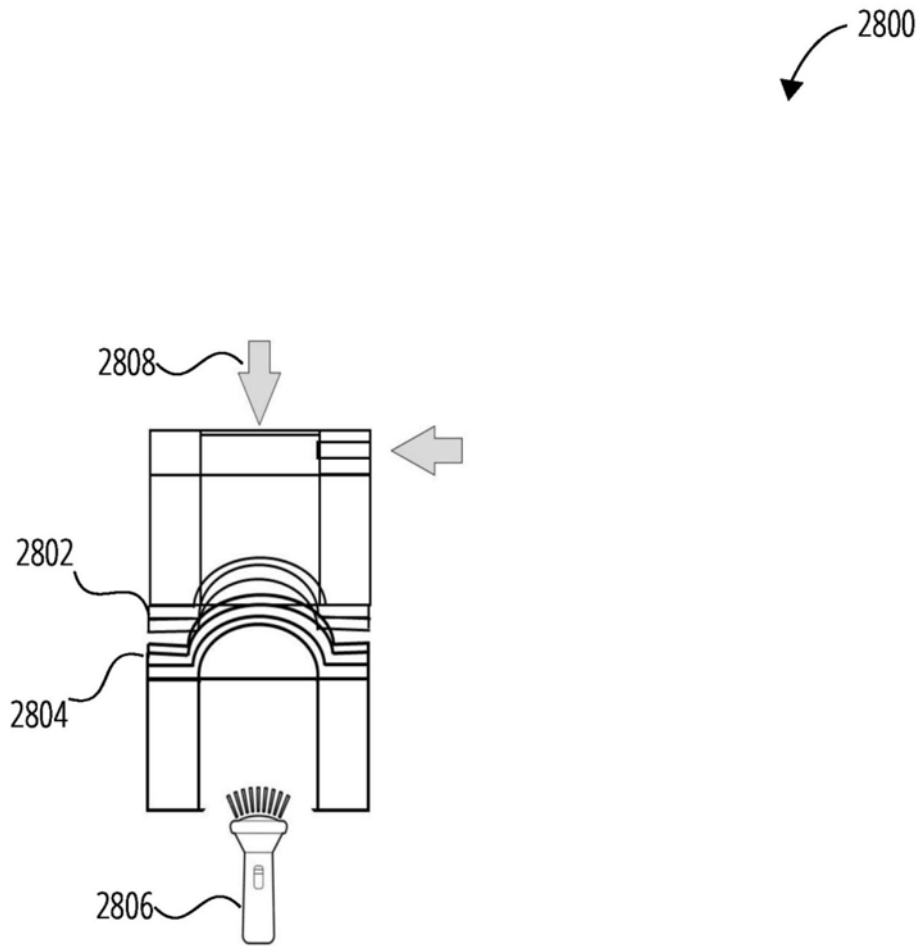


图28

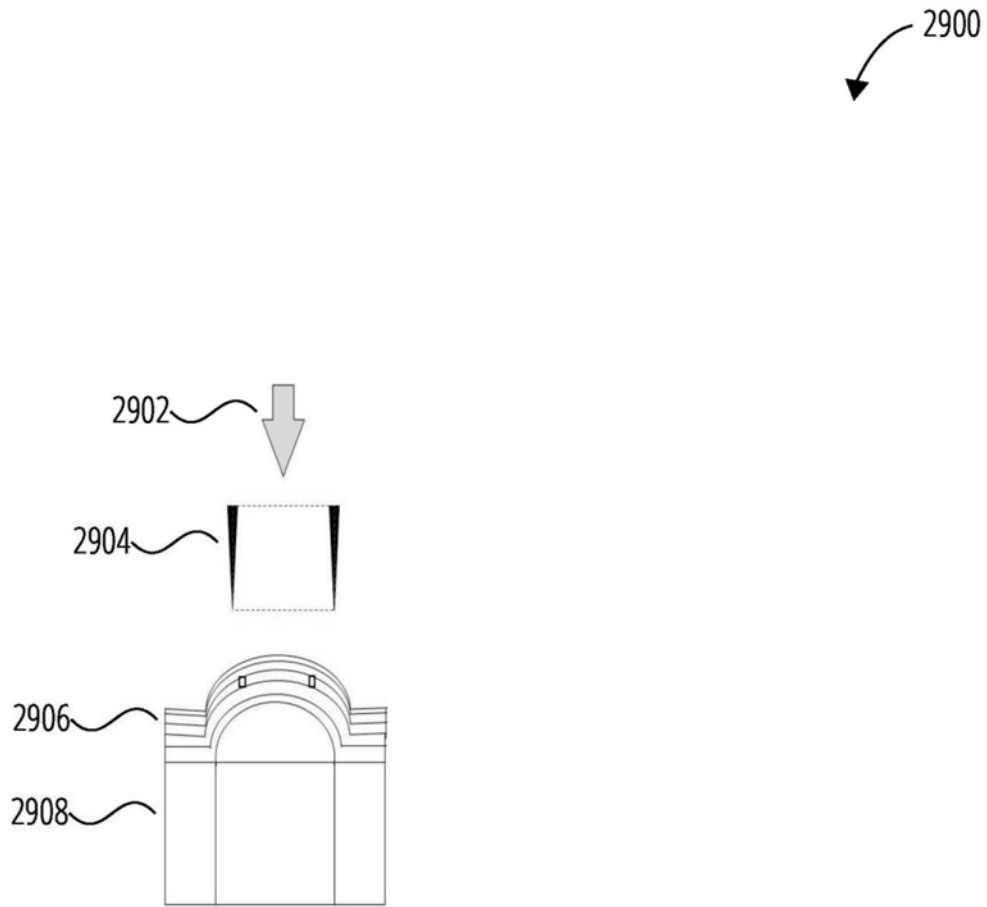


图29

3000

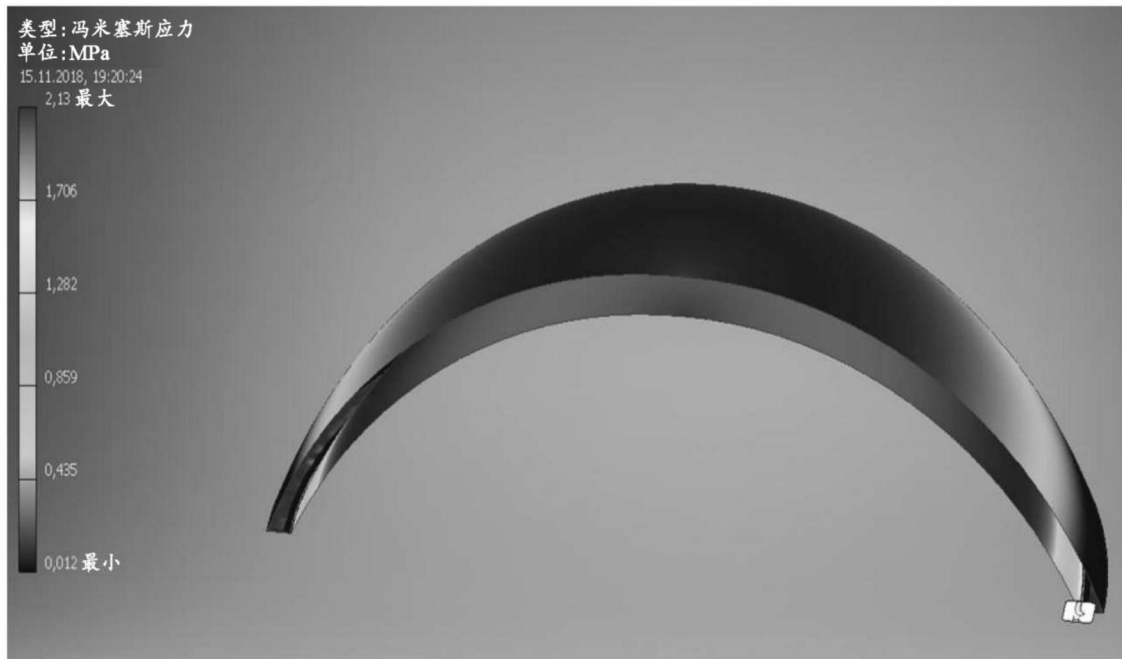


图30

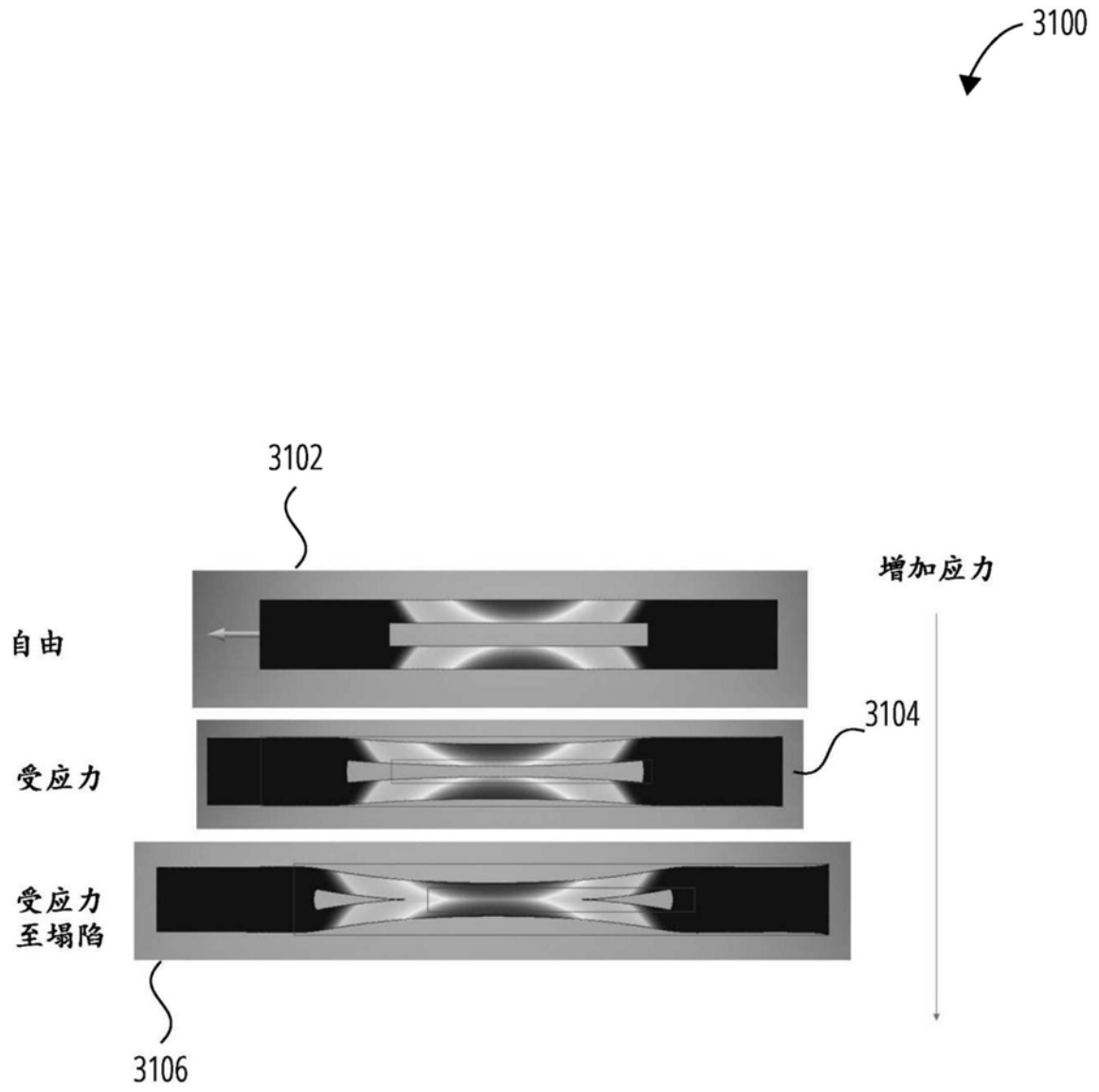


图31

3200

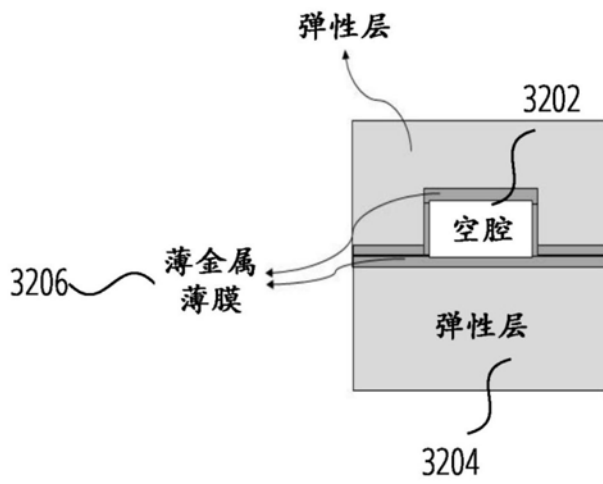


图32

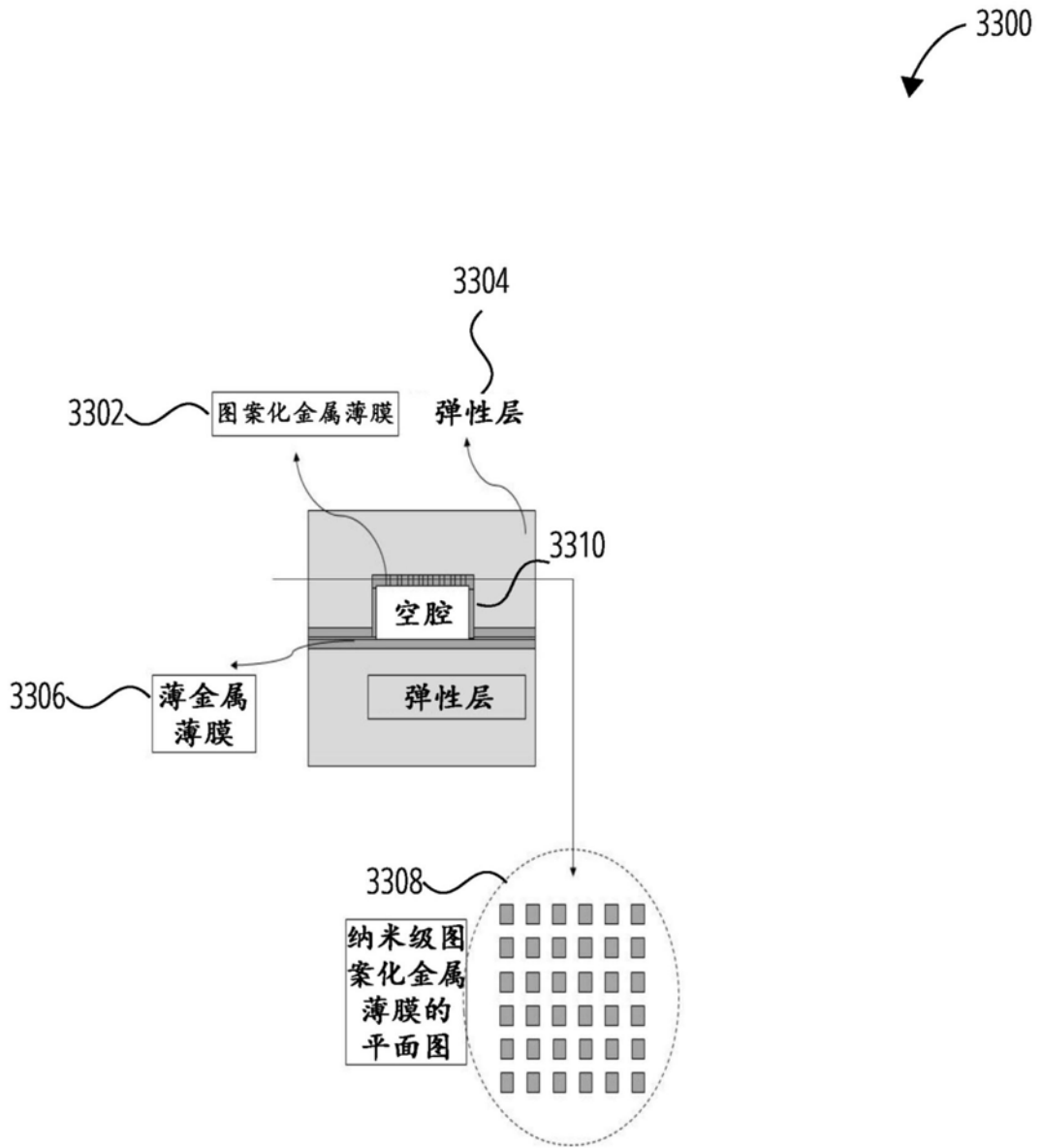


图33

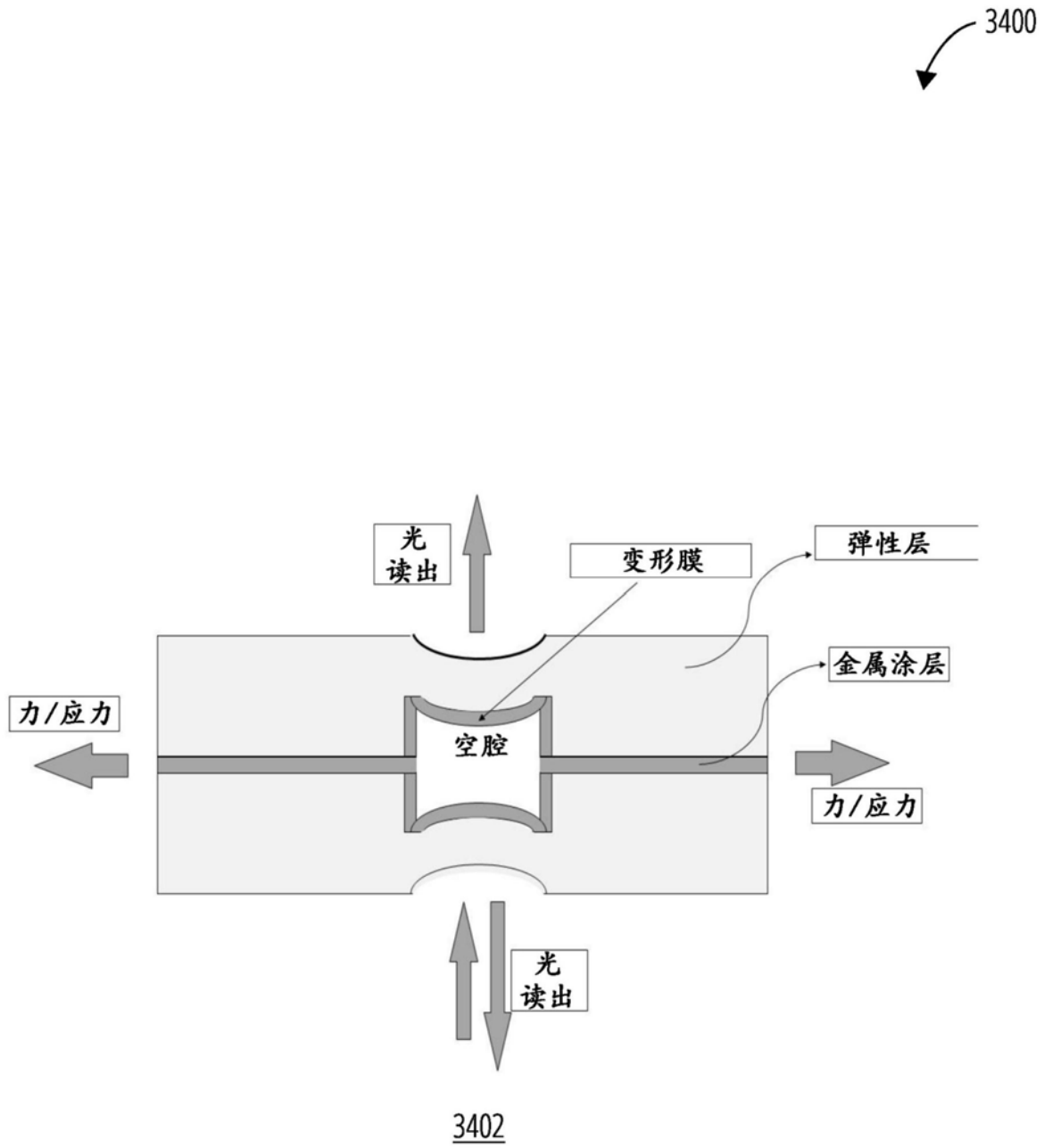


图34

3500

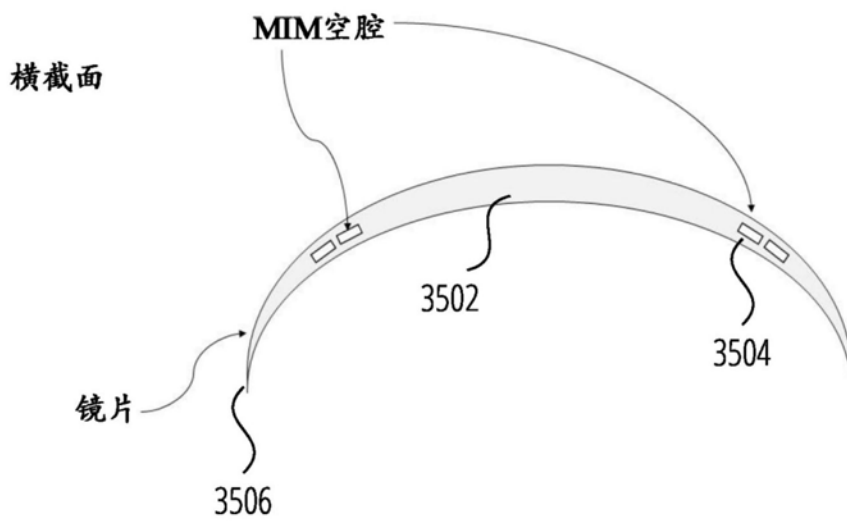


图35

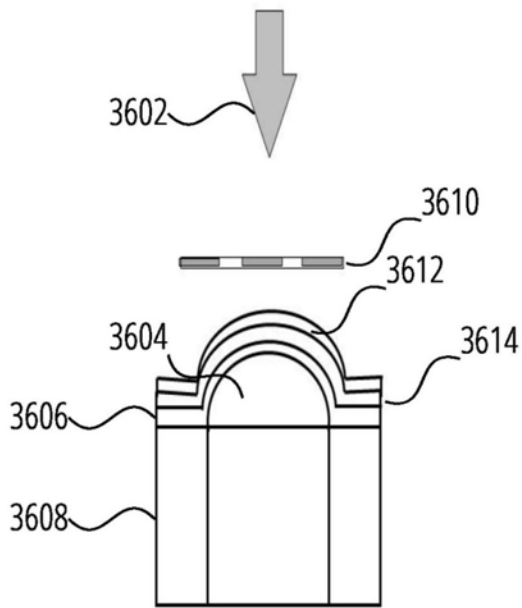


图36

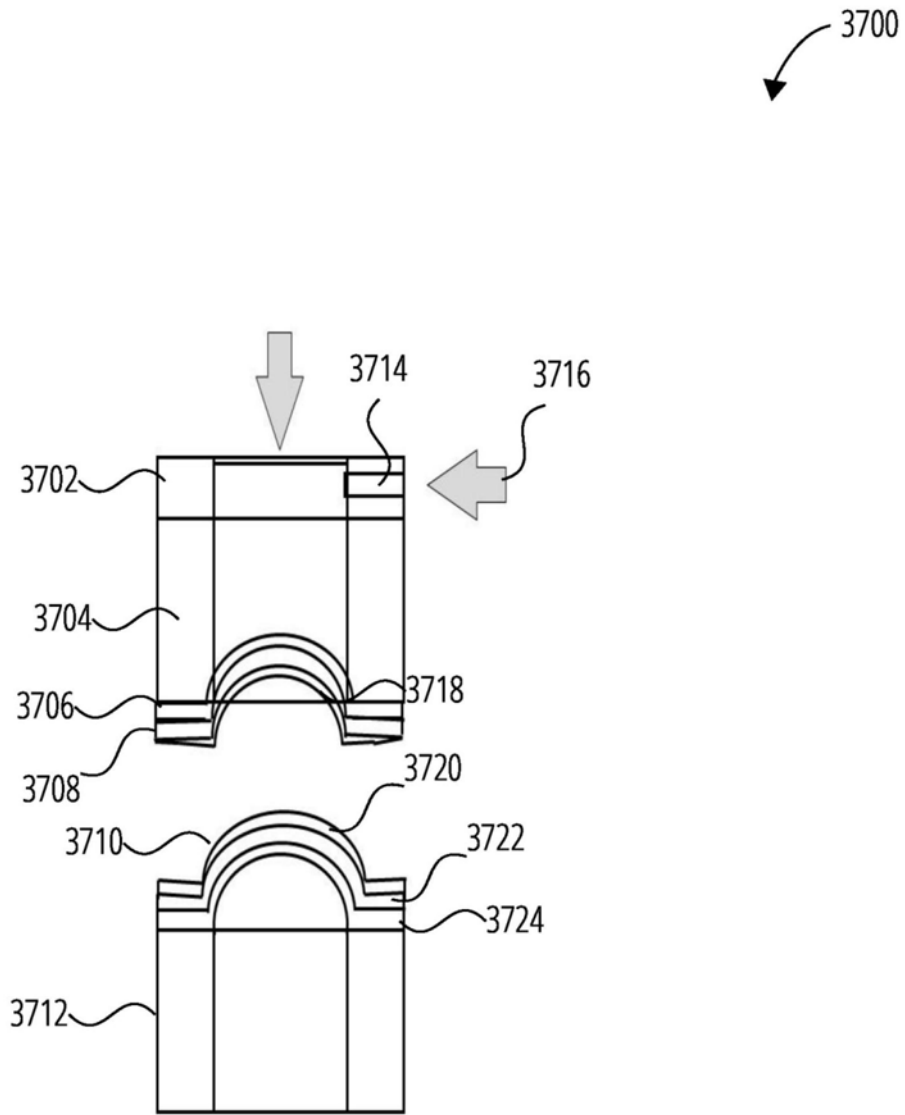


图37

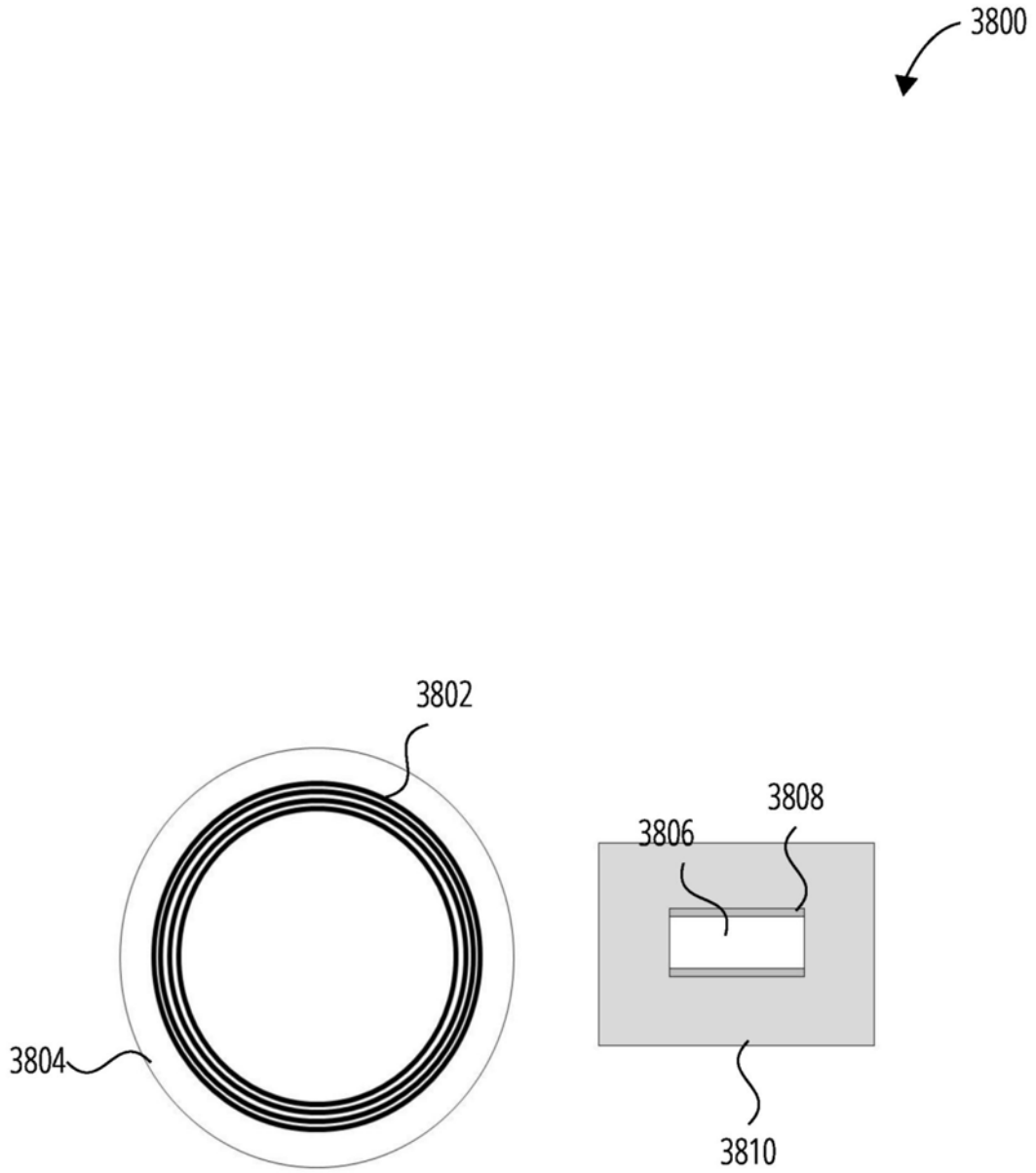


图38

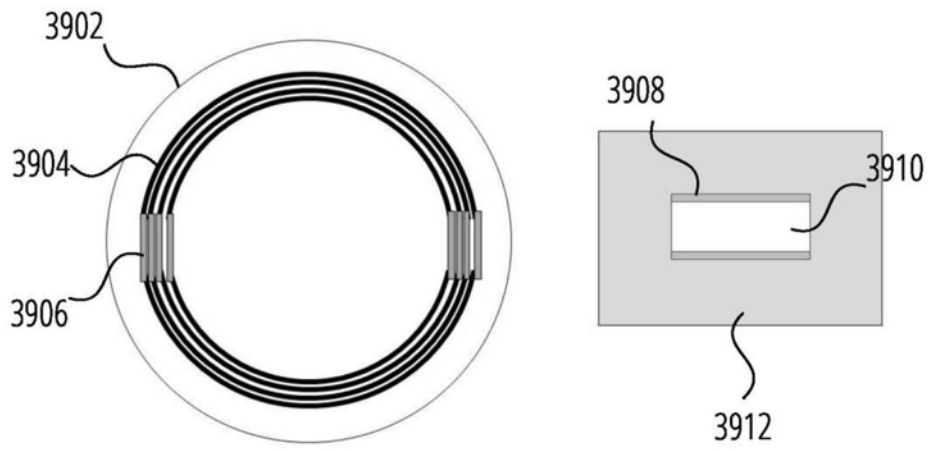


图39

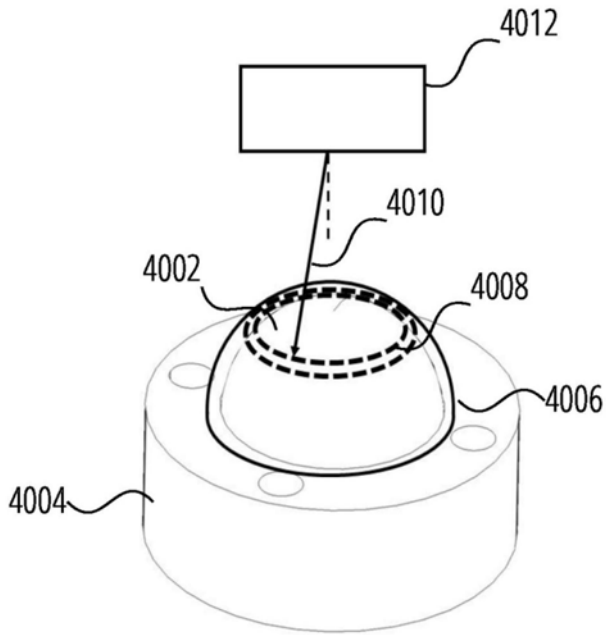


图40

4100

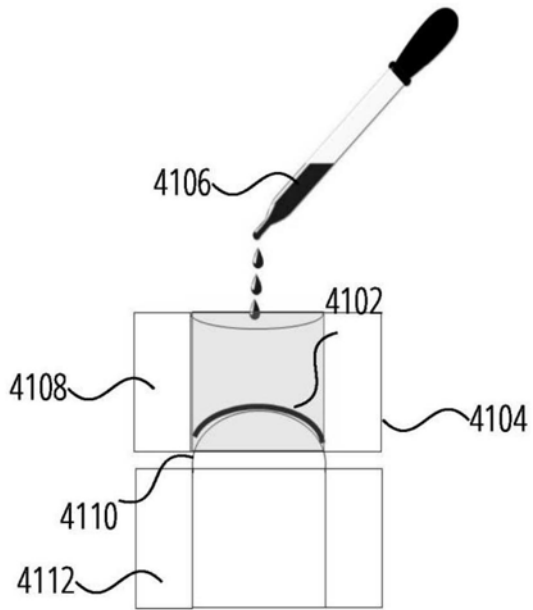


图41

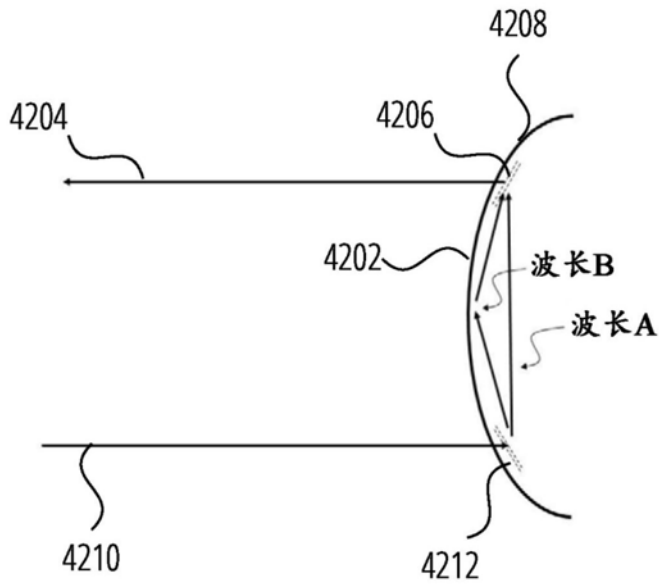


图42

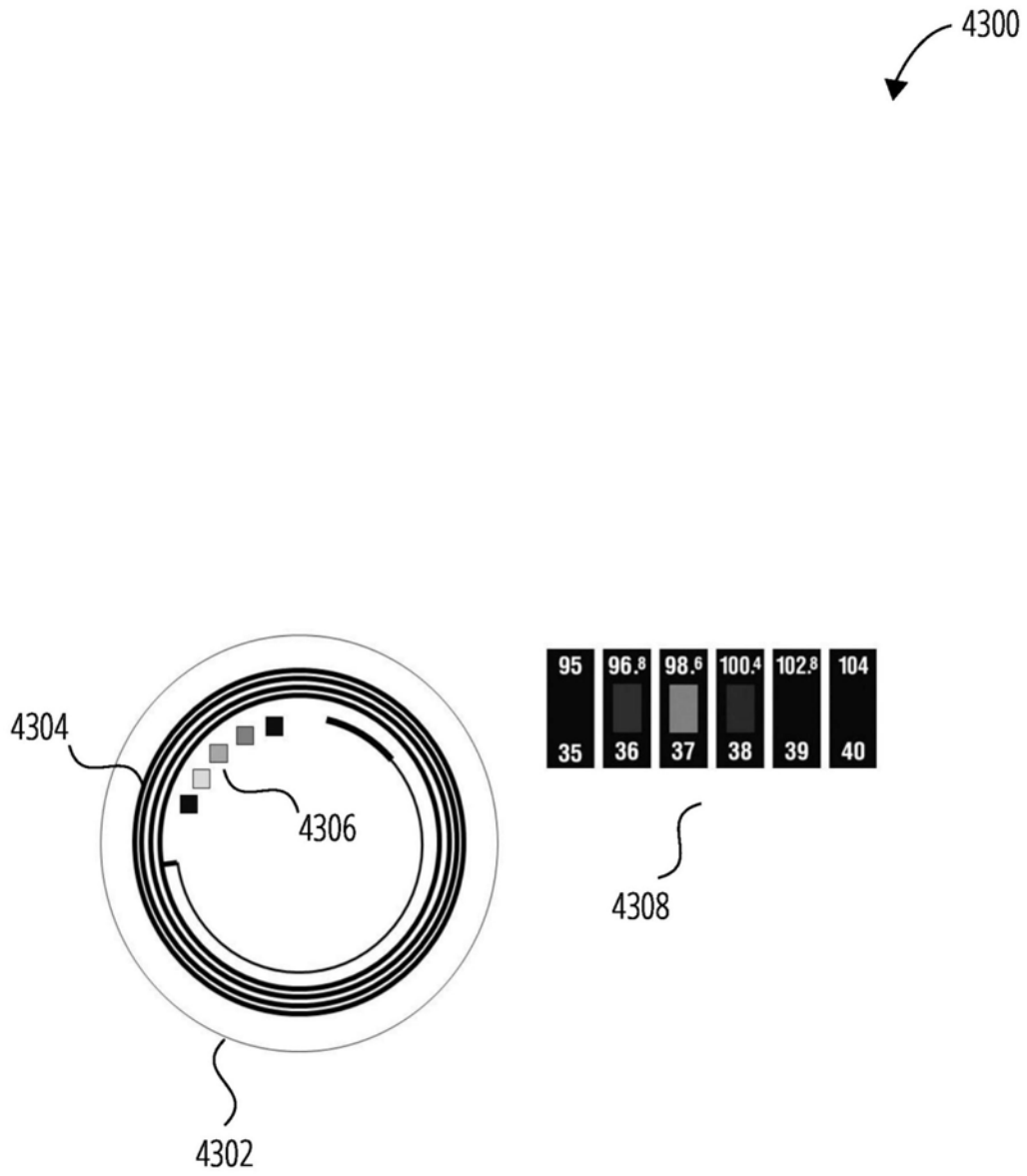


图43

4400

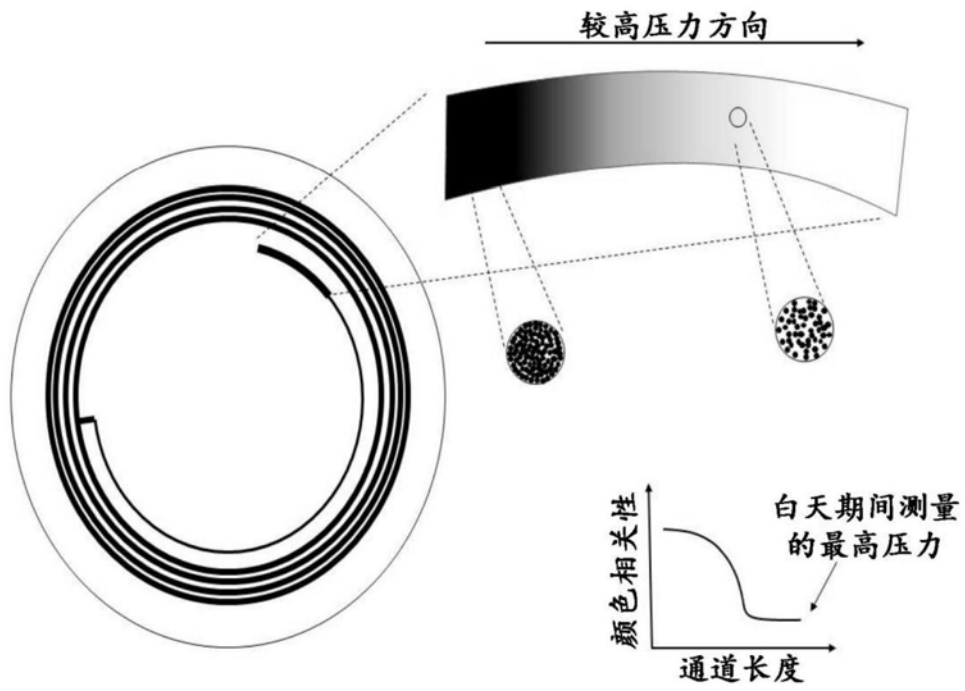


图44

4500

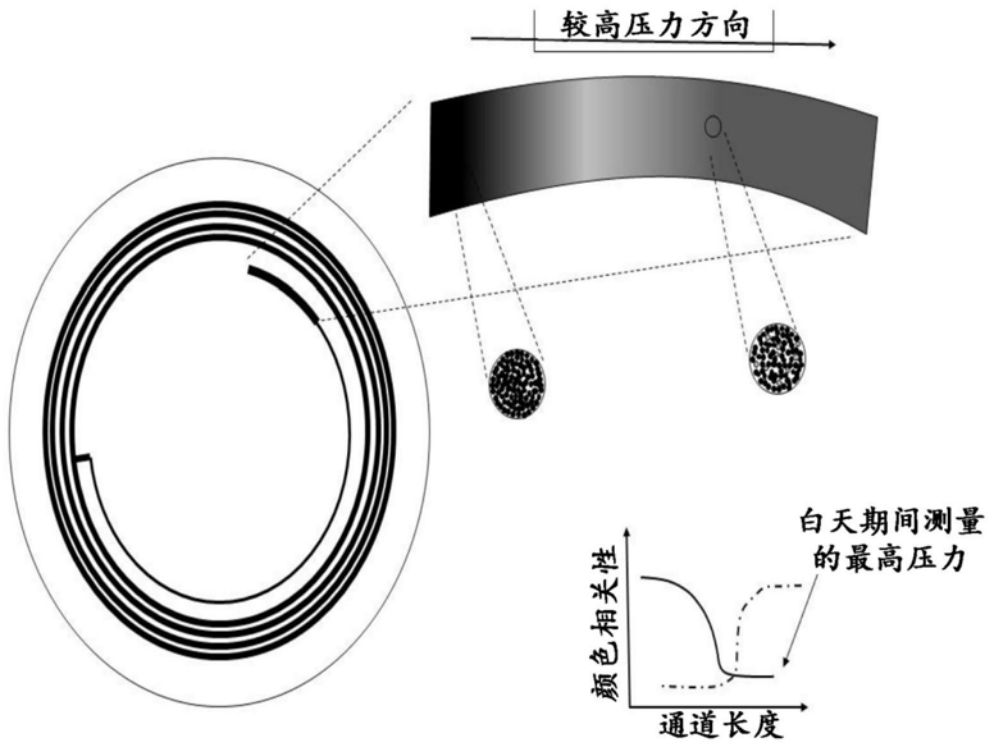


图45

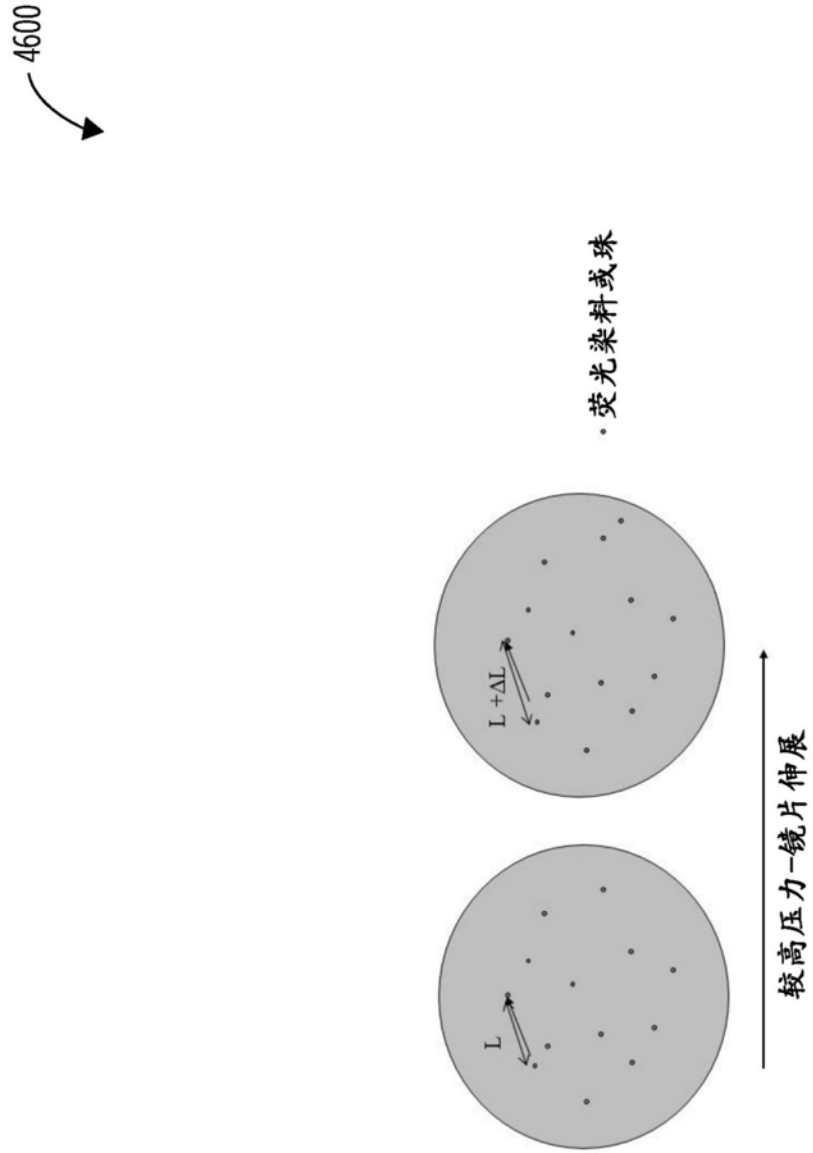


图46

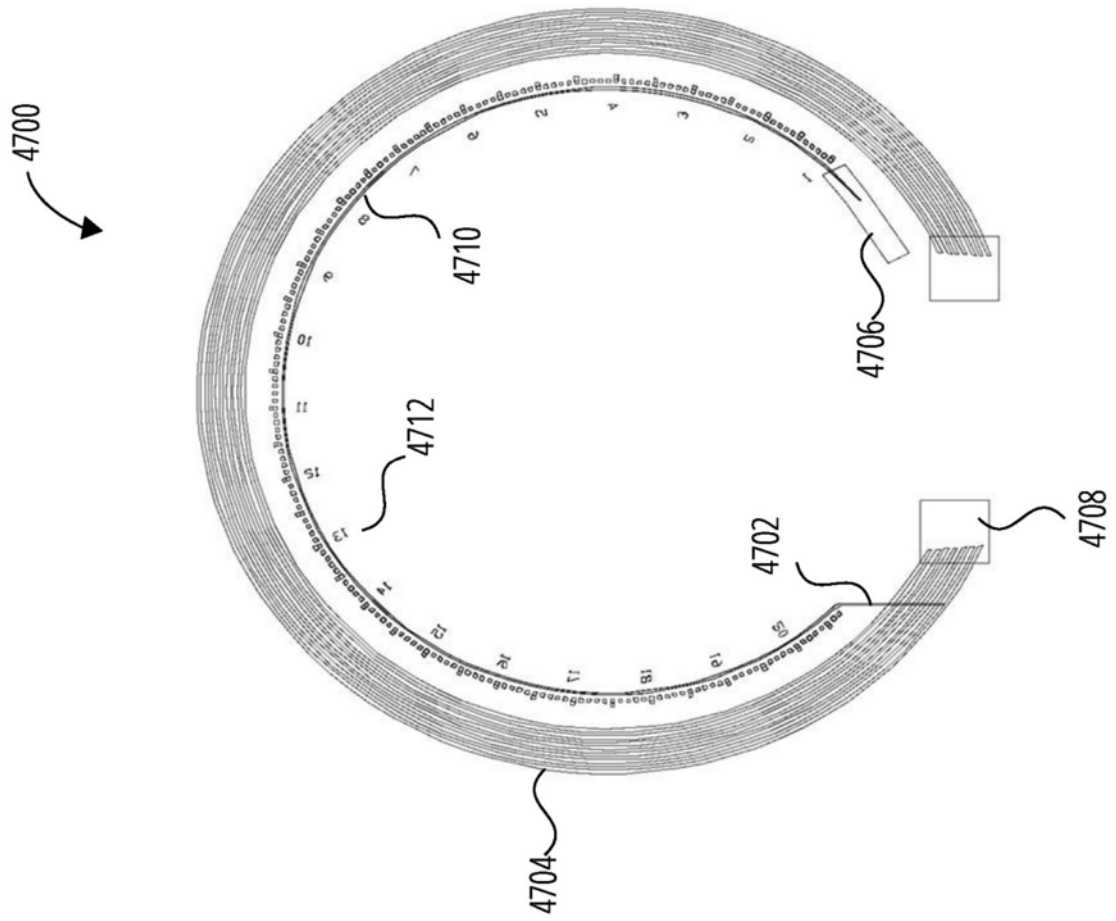


图47