



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110793573 A

(43)申请公布日 2020.02.14

(21)申请号 201911076328.0

(22)申请日 2019.11.06

(71)申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园1号

(72)发明人 冯雪 李航飞 程嘉辉

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 张会华

(51)Int.Cl.

G01D 21/02(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/01(2006.01)

A61B 5/1455(2006.01)

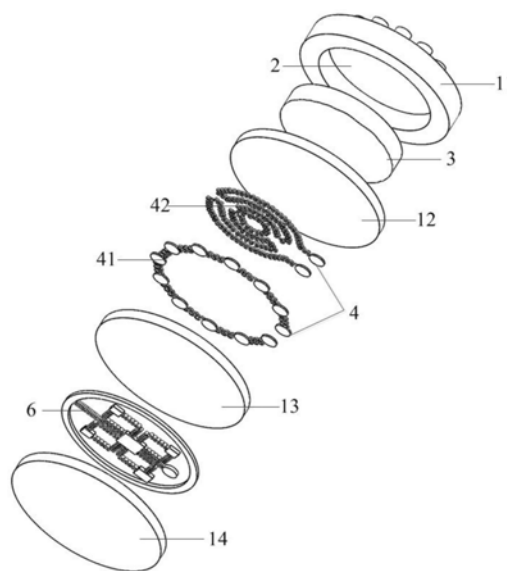
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

自调整结合力的柔性电子系统

(57)摘要

提供了一种自调整结合力的柔性电子系统,柔性电子系统包括变形柔性基底、发热器件和易挥发物质,变形柔性基底包括膜基衬底和结合体阵列,结合体阵列用于与结合对象接触并施加结合力,膜基衬底承载结合体阵列并能够在压力下变形,变形柔性基底的内部设有密封的液腔,液腔容纳易挥发物质,易挥发物质在常温下处于液态,发热器件承载于变形柔性基底除膜基衬底和结合体阵列以外的其他部分,当发热器件发热时,易挥发物质受热并挥发成气态,膜基衬底向液腔的外部鼓起,结合体阵列变形从而结合力减小。该自调整结合力的柔性电子系统具有自主调控的特点,其可以方便的从结合对象脱开而不损坏内部的电子器件。



1. 一种自调整结合力的柔性电子系统,用于与结合对象结合,其特征在于,所述柔性电子系统包括变形柔性基底、发热器件(4)和易挥发物质(3),

所述变形柔性基底包括膜基衬底(111)和结合体阵列(112),所述结合体阵列(112)用于与所述结合对象接触并施加结合力,所述膜基衬底(111)承载所述结合体阵列(112)并能够在压力下变形,

所述变形柔性基底的内部设有密封的液腔(2),所述液腔(2)容纳所述易挥发物质(3),所述易挥发物质(3)在常温下处于液态,

所述发热器件(4)承载于所述变形柔性基底除所述膜基衬底(111)和所述结合体阵列(112)以外的其他部分,

当所述发热器件(4)发热时,所述易挥发物质(3)受热并挥发成气态,所述膜基衬底(111)向所述液腔(2)的外部鼓起,所述结合体阵列(112)变形从而所述结合力减小。

2. 根据权利要求1所述的自调整结合力的柔性电子系统,其特征在于,所述变形柔性基底具有用于形成所述液腔(2)的凹陷部,所述变形柔性基底包括结合柔性基底(11)和液腔柔性基底(12),所述结合柔性基底(11)包括所述膜基衬底(111)和所述结合体阵列(112),所述结合柔性基底(11)和所述液腔柔性基底(12)沿预定方向对接从而二者共同形成所述液腔(2)的腔壁,所述预定方向为实施注塑工艺制备所述凹陷部时的脱模方向。

3. 根据权利要求1所述的自调整结合力的柔性电子系统,其特征在于,所述变形柔性基底的除所述膜基衬底(111)和所述结合体阵列(112)以外的其他部分的弯曲刚度大于所述膜基衬底(111)的弯曲刚度。

4. 根据权利要求3所述的自调整结合力的柔性电子系统,其特征在于,所述变形柔性基底包括结合柔性基底(11)和液腔柔性基底(12),所述结合柔性基底(11)包括所述膜基衬底(111)和所述结合体阵列(112),所述液腔柔性基底(12)承载所述发热器件(4),所述液腔柔性基底(12)与所述结合柔性基底(11)在常温下为平面体并且由相同的材料制成,所述液腔柔性基底(12)的厚度大于所述膜基衬底(111)的厚度。

5. 根据权利要求1所述的自调整结合力的柔性电子系统,其特征在于,所述柔性电子系统包括功能器件(6),所述功能器件(6)直接地或者间接地承载于所述变形柔性基底,所述功能器件(6)包括天线(67),所述天线(67)对应于所述液腔(2)的边缘或者外部设置。

6. 根据权利要求5所述的自调整结合力的柔性电子系统,其特征在于,所述柔性电子系统包括间隔柔性基底(13),所述间隔柔性基底(13)位于所述发热器件(4)和所述功能器件(6)之间以使所述发热器件(4)与所述功能器件(6)不接触。

7. 根据权利要求1所述的自调整结合力的柔性电子系统,其特征在于,所述变形柔性基底和所述发热器件(4)沿层叠方向层叠,所述发热器件(4)包括柔性可延展发热电阻(42),所述柔性可延展发热电阻(42)包括电阻丝(421),所述电阻丝(421)沿着弯曲的路径延伸,从所述层叠方向上观察,所述电阻丝(421)大致布满所述液腔(2)。

8. 根据权利要求7所述的自调整结合力的柔性电子系统,其特征在于,所述电阻丝(421)沿着蛇形路径延伸和/或所述电阻丝(421)在延伸的同时在延伸路径的两侧反复折返以形成蛇形。

9. 根据权利要求1所述的自调整结合力的柔性电子系统,其特征在于,所述柔性电子系统包括温度传感器(641)和/或应力应变传感器(642)和/或光电血氧传感器(643)和/或紫

外光传感器(644)。

10. 根据权利要求1所述的自调整结合力的柔性电子系统,其特征在于,所述易挥发物质(3)为乙醇或者丙酮。

## 自调整结合力的柔性电子系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电子信息技术领域,且特别涉及一种自调节结合力强弱的柔性电子系统。

### 背景技术

[0002] 无机柔性电子技术是指通过力学等方面的结构设计使得传统的无机半导体器件变得柔软可延展,其通常由衬底和功能单元所组成,近些年来得到了非常广泛的应用。在柔性电子系统中,柔性基底作为承载器件的载体对于整个柔性电子系统而言是极为重要的。传统的柔性基底的作用往往仅仅局限于支撑和承载元器件,而当需要和被测量的对象结合时,则需要采用额外的技术手段进行结合,如采用手术缝合,或者采用胶贴进行粘接结合。采用这种被动式的结合方式,不仅需要额外的操作,还同时导致舒适性的降低,特别是采用手术缝合的方式,其对结合对象(如人体组织)会造成极大的创伤。

[0003] 后来有学者为了改进这种不足,提出制备具有微吸盘的基底作为柔性电子系统的衬底来进行自结合,或者对柔性基底进行改性以提高基底的结合性。这些方法均无法实现结合力的自主调节,有的结合性虽然很好,但是在将柔性电子系统从结合对象上取下时,则尤为困难,甚至由于用力的撕扯,导致上层电路受力损坏。而且,对柔性基底进行改性的方法操作复杂,效果有限。

[0004] 因此,亟待本领域技术人员解决的技术问题是,如何使得柔性电子器件能够灵活、方便、可靠地与结合对象结合和脱离,且不对结合对象和柔性电子器件自身造成损害。

### 发明内容

[0005] 鉴于上述现有技术状态而做出本发明。本发明的目的在于提供一种自调整结合力的柔性电子系统,其具有可自我调节的柔性基底以调节柔性电子系统和结合对象的结合性。

[0006] 提供一种自调整结合力的柔性电子系统,用于与结合对象结合,所述柔性电子系统包括变形柔性基底、发热器件和易挥发物质,

[0007] 所述变形柔性基底包括膜基衬底和结合体阵列,所述结合体阵列用于与所述结合对象接触并施加结合力,所述膜基衬底承载所述结合体阵列并能够在压力下变形,

[0008] 所述变形柔性基底的内部设有密封的液腔,所述液腔容纳所述易挥发物质,所述易挥发物质在常温下处于液态,

[0009] 所述发热器件承载于所述变形柔性基底除所述膜基衬底和所述结合体阵列以外的其他部分,

[0010] 当所述发热器件发热时,所述易挥发物质受热并挥发成气态,所述膜基衬底向所述液腔的外部鼓起,所述结合体阵列变形从而所述结合力减小。

[0011] 优选地,所述变形柔性基底具有用于形成所述液腔的凹陷部,所述变形柔性基底包括结合柔性基底和液腔柔性基底,所述结合柔性基底包括所述膜基衬底和所述结合体阵

列,所述结合柔性基底和所述液腔柔性基底沿预定方向对接从而二者共同形成所述液腔的腔壁,所述预定方向为实施注塑工艺制备所述凹陷部时的脱模方向。

[0012] 优选地,所述变形柔性基底的除所述膜基衬底和所述结合体阵列以外的其他部分的弯曲刚度大于所述膜基衬底的弯曲刚度。

[0013] 优选地,所述变形柔性基底包括结合柔性基底和液腔柔性基底,所述结合柔性基底包括所述膜基衬底和所述结合体阵列,所述液腔柔性基底承载所述发热器件,所述液腔柔性基底与所述结合柔性基底在常温下为平面体并且由相同的材料制成,所述液腔柔性基底的厚度大于所述膜基衬底的厚度。

[0014] 优选地,所述柔性电子系统包括功能器件,所述功能器件直接地或者间接地承载于所述变形柔性基底,所述功能器件包括天线,所述天线对应于所述液腔的边缘或者外部设置。

[0015] 优选地,所述柔性电子系统包括间隔柔性基底,所述间隔柔性基底位于所述发热器件和所述功能器件之间以使所述发热器件与所述功能器件不接触。

[0016] 优选地,所述变形柔性基底和所述发热器件沿层叠方向层叠,所述发热器件包括柔性可延展发热电阻,所述柔性可延展发热电阻包括电阻丝,所述电阻丝沿着弯曲的路径延伸,从所述层叠方向上观察,所述电阻丝大致布满所述液腔。

[0017] 优选地,所述电阻丝沿着蛇形路径延伸和/或所述电阻丝在延伸的同时在延伸路径的两侧反复折返以形成蛇形。

[0018] 优选地,所述柔性电子系统包括温度传感器和/或应力应变传感器和/或光电血氧传感器和/或紫外光传感器。

[0019] 优选地,所述易挥发物质为乙醇或者丙酮。

[0020] 本公开提供的技术方案至少具有以下有益效果:

[0021] 该自调整结合力的柔性电子系统通过气液两相转换来调节变形柔性基底与结合对象之间的有效结合面积,从而实现界面结合力的自主调控,使得其可以灵活地实现与结合对象紧密贴合或者与结合对象脱开,而且具有可多次重复循环使用的特点,同时由于具有自主调控的特点,其可以方便的从结合对象脱开而不损坏内部的电子器件。

[0022] 易挥发物质不仅起到对内部压力进行调整的作用,同时还可以起到一定的应变隔离作用。变形柔性基底相当于提供了“浮岛”结构,即变形的膜基衬底漂浮在液体中,大量的变形通过液体的流动而进行抵消,不会传递至另一侧的变形柔性基底。因此该自调整结合力的柔性电子系统不仅适用于小变形的场景,同时还适用于变形比较大的场景。

[0023] 上述技术方案还可以具有以下效果:

[0024] 液腔柔性衬底的弯曲刚度大于膜基衬底的弯曲刚度,这样可以确保在液腔的内部压强增大时,诱导变形只发生于膜基衬底,而尽量减小或者避免液腔柔性基底变形。

[0025] 电阻丝例如可以沿着弯曲的路径延伸并且大致布满对应于液腔的横截面的区域,从而能够快速高效地向易挥发物质传递热量。

[0026] 天线对应于液腔的边缘或者外部布置,以确保其受力变形较小,可以持续稳定的进行信息传输。

## 附图说明

[0027] 图1为本公开提供的自调整结合力的柔性电子系统的一个具体实施方式的立体图,示出该自调整结合力的柔性电子系统变形前(处于结合状态)的整体结构。

[0028] 图2为图1中的自调整结合力的柔性电子系统的立体图,示出该自调整结合力的柔性电子系统变形后(处于脱开状态)的整体结构。

[0029] 图3为图1中的自调整结合力的柔性电子系统的分解图。

[0030] 图4a为图1中的自调整结合力的柔性电子系统的结合柔性基底的立体图。

[0031] 图4b为图4a中的结合柔性基底的纵剖图。

[0032] 图5为图1中的自调整结合力的柔性电子系统的柔性可延展发热电阻的示意图。

[0033] 图6为图1中的自调整结合力的柔性电子系统的柔性可延展电池组的示意图。

[0034] 图7为图1中的自调整结合力的柔性电子系统的功能器件的示意图。

[0035] 附图标记说明:

[0036] 11结合柔性基底、111膜基衬底、112结合体阵列、112a微柱体、112b微吸盘、12液腔柔性基底、13间隔柔性基底、14封装柔性基底;

[0037] 2液腔;

[0038] 3易挥发物质;

[0039] 4发热器件、41柔性可延展电池组、411薄膜电池单元、412连接导线、413电控开关、42柔性可延展发热电阻、421电阻丝、422电极;

[0040] 6功能器件、61、62、63柔性可延展导线、641温度传感器、642应力应变传感器、643光电血氧传感器、644紫外光传感器、65无线传输模块、66电池模块、67天线。

## 具体实施方式

[0041] 下面参照附图描述本发明的示例性实施方式。应当理解,这些具体的说明仅用于示教本领域技术人员如何实施本发明,而不用于穷举本发明的所有可行的方式,也不用于限制本发明的范围。

[0042] 本公开提供一种自调整结合力的柔性电子系统,该柔性电子系统可以结合于例如人体、动物体等生物体,从而测量生物体的体征参数。下面结合图1至图7,以结合于人体为例,介绍该自调整结合力的柔性电子系统的一个具体实施方式。

[0043] 如图3所示,本发明的自调整结合力的柔性电子系统主要包括:变形柔性基底、易挥发物质3、发热器件4、间隔柔性基底13、功能器件6和封装柔性基底14。变形柔性基底可以包括结合柔性基底11和液腔柔性基底12,结合柔性基底11、液腔柔性基底12、发热器件4、间隔柔性基底13、功能器件6和封装柔性基底14依次叠加而形成层叠结构。

[0044] 变形柔性基底具有液腔2,液腔2用于容纳易挥发物质3。发热器件4用于实现发热功能从而使易挥发物质3接收热量,发热器件4例如包括柔性可延展发热电阻42和柔性可延展电池组41。功能器件6用于实现该自调整结合力的柔性电子系统的数据采集和传输的功能。间隔柔性基底13位于发热器件4和功能器件6之间以使发热器件4和功能器件6不接触,从而确保功能器件6与发热器件4绝缘,而且防止功能器件6的电路发热而干扰易挥发物质3的变相。封装柔性基底14与间隔柔性基底13位于功能器件6的相反的两侧。

[0045] 变形柔性基底具有形成液腔2的凹陷部,结合柔性基底11和液腔柔性基底12沿预

定方向对接从而由二者共同形成上述液腔2,该预定方向是实施注塑工艺制备凹陷部时的脱模方向,这样,可以通过注塑成型工艺简单地制备该变形柔性基底。

[0046] 结合柔性基底11和液腔柔性基底12例如可以沿该层叠方向对接,并且液腔柔性基底12可以承载发热器件4。

[0047] 结合柔性基底11可以包括底壁和侧壁,结合体阵列112结合于底壁,侧壁和底壁围成凹陷部,液腔柔性基底12可以形成为片体,这样,液腔2可以容纳较多的易挥发物质3。或者,在其他实施方式中,凹陷部还可以完全形成于液腔柔性基底12,或者凹陷部形成于液腔柔性基底12和结合柔性基底11二者。

[0048] 在其他实施方式中,还可以采用其他的工艺形成变形柔性基底,例如采用3D打印的方式打印变形柔性基底,仅仅在变形柔性基底在层叠方向上的侧方预留小孔以灌注易挥发物质3。

[0049] 如图4a和4b所示,结合柔性基底11具有调节柔性电子系统的结合能力的作用,直接和结合对象接触。结合柔性基底11可以包括结合体阵列112和承载结合体阵列112的膜基衬底111,膜基衬底111在常温下为平面体,膜基衬底111形成为上述结合柔性衬底44的底壁,结合体阵列112用于与结合对象接触并向结合对象施加结合力,结合体阵列112包括多个结合体,多个结合体围绕膜基衬底111的中心均匀分布。

[0050] 结合柔性基底11优选地为一体成型件。液腔柔性基底12可以通过例如胶粘的方式与结合柔性基底11结合。

[0051] 结合体阵列112可以包括仿壁虎脚刚毛的微柱阵列和仿章鱼触角的微吸盘阵列,微柱阵列包括多个微柱体112a,微吸盘阵列包括多个微吸盘112b,微柱体112a和微吸盘112b的数目相同。微柱体112a的基端连接于膜基衬底111,每个微柱体112a的顶端均设有微吸盘112b。

[0052] 结合体阵列112的多个结合体可以排布成圆形、方形等。微吸盘112b例如可以具有半球状的空间,当然,在其他实施方式中,微吸盘112b还可以具有例如筒状、喇叭状等的空间。微柱体112a的直径和微吸盘112b的直径可以为100微米至300微米,微柱体112a的高度可以为其直径的1倍至5倍。

[0053] 膜基衬底111形成液腔2的腔壁并具有良好的变形能力,其在压力作用下容易地变形,当膜基衬底111变形时,结合体阵列112变形,其中一部分结合体或者全部结合体转向并不再提供结合力。

[0054] 易挥发物质3为受热易挥发、沸点低的物质,例如乙醇、丙酮等,易挥发物质3在常温下为液态,在受热的情况下很容易挥发至气态从而使液腔2的内部压力增大,同时膜基衬底111鼓起。易挥发物质3在常温时恢复至液态从而使液腔2的内部压力减小,同时膜基衬底111恢复。因而,易挥发物质3起到调节液腔2的内部压力的作用。

[0055] 优选地,使变形柔性衬底的除膜基衬底111和结合体阵列112以外的其他部分(例如液腔柔性基底12)的弯曲刚度大于膜基衬底111的弯曲刚度。弯曲刚度 $\frac{(Eh^3)}{12}$ (E为材料的弹性模量,h为相应构件的厚度)与材料的弹性模量E和相应构件的厚度h相关。

[0056] 例如,液腔柔性基底12可以为平面体液腔柔性基底12与膜基衬底111可以采用同一种柔性材料制成,同时通过使液腔柔性基底12的厚度大于膜基衬底111的厚度而使液腔

柔性基底12的弯曲刚度大于膜基衬底111的弯曲刚度。采用相同材料的液腔柔性基底12和膜基衬底111更便于该自调整结合力的柔性电子系统的制备。

[0057] 或者,液腔柔性基底12与膜基衬底111还可以由不同的两种材料制成,根据上述公式调整各自的厚度以使液腔柔性基底12的弯曲刚度大于膜基衬底111的弯曲刚度。对间隔柔性基底13和封装柔性基底14的弯曲刚度不做具体限定。

[0058] 液腔柔性基底12的弯曲刚度大于膜基衬底111的弯曲刚度,这样可以确保在液腔2的内部压强增大时,诱导变形只发生于或者主要发生于膜基衬底111,而尽量减小或者避免液腔柔性基底12变形,进而避免变形影响发热器件4。

[0059] 如图1所示,当需要将自调整结合力的柔性电子系统结合于结合对象时,结合柔性基底11内部的易挥发物质3处于液态,膜基衬底111保持为平面,微柱阵列的各个微柱体112a彼此平行,各微吸盘112b的朝向一致,只需要施加例如朝向结合对象的均布压力,即可将微吸盘112b内的气体排出,从而使其微吸盘112b内部具有负压并达到结合目的。

[0060] 如图2所示,当需要使自调整结合力的柔性电子系统脱离结合对象的结合表面时,使液腔2内的易挥发物质3挥发从而液腔2的内部压力增大,膜基衬底111鼓起变形并带动其表面上的微柱阵列变形,即一部分微柱体112a绕基端发生一定的转角,微柱体112a的转动带动相应的微吸盘112b的朝向改变。从而,自调整结合力的柔性电子系统与结合对象的结合面积减小,二者之间的结合力减弱,自调整结合力的柔性电子系统能从结合对象脱离。

[0061] 该自调整结合力的柔性电子系统通过气液两相转换来调节结合柔性基底11与结合对象之间的有效结合面积,从而实现界面结合性的自主调控,使得其可以灵活地实现与结合对象紧密贴合或者与结合对象脱离,而且具有可多次重复循环使用的特点,同时由于具有自主调控的特点,其可以方便的从结合对象脱离而不损坏内部的电子器件。

[0062] 易挥发物质3不仅起到对内部压力进行调整的作用,同时还可以起到一定的应变隔离作用。变形柔性基底(结合柔性基底11)相当于提供了“浮岛”结构,即变形的膜基衬底111漂浮在液体中,大量的变形通过液体的流动而进行抵消,不会传递至另一侧的变形柔性基底(液腔柔性基底12)。因此该自调整结合力的柔性电子系统不仅适用于小变形的场景,同时还适用于变形比较大的场景。

[0063] 在本实施方式中,结合体阵列112仿生地形成结合力,在其他实施方式中,还可以采用现有的借助分子间力而形成结合力的结合体阵列。

[0064] 如图5所示,柔性可延展发热电阻42包括电阻丝421和电极422。电阻丝421的电阻值为 $R=\rho l/S$ (其中, $\rho$ 为制备电阻丝421的金属材料的电阻率, $l$ 为电阻丝421的长度, $S$ 为电阻丝421的横截面积),可以根据实际的使用情况调整电阻丝421的长度,或者横截面积。

[0065] 电阻丝421例如可以沿着弯曲的路径延伸,从层叠方向上看,电阻丝421大致布满液腔2,从而能够快速高效地向易挥发物质3传递热量。电阻丝421具有例如蛇形的弯曲样式,即电阻丝421沿着蛇形路径延伸和/或电阻丝421在延伸的同时可以在延伸路径的两侧反复折返以形成例如蛇形。这就确保了当柔性电子系统发生变形时,电阻丝421不会因为受力变形而损坏,在柔性电子系统处于拉伸状态下时柔性可延展发热电阻42可以正常工作。

[0066] 自调整结合力的柔性电子系统通过柔性可延展发热电阻42来调整易挥发物质3进行气液两相转化,从而调节膜基衬底111在鼓起变形状态和初始状态之间转换,主动调节结合能力的强弱,相较于传统柔性电子器件,该自调整结合力的柔性电子系统与结合对象之

间的结合和脱开操作起来更便捷,而且使在脱开时结合对象感到更舒适。

[0067] 该自调整结合力的柔性电子系统通过控制柔性可延展发热电阻42的加热时间和加热温度来控制易挥发物质3的挥发量,从而控制液腔2的内部压力大小,调整膜基衬底111的变形量和微吸盘112b的转角,从而可以对界面结合强度进行连续的调节。

[0068] 如图6所示,柔性可延展电池组41包括多个串联的薄膜电池单元411、电控开关413,以及连接薄膜电池单元411和电控开关413的可延展连接导线412。电控开关413受外部的控制器的无线控制而接通或者断开电路,从而控制柔性可延展发热电阻42发热或者不发热。柔性可延展电池组41的两个薄膜电池单元411与柔性可延展发热电阻42的两个电极422连接从而为柔性可延展发热电阻42提供电能,使其在通电时能够发热。柔性可延展电池组41采用多个薄膜电池单元411组合的结构,可以确保一定的电池容量以使柔性可延展发热电阻42可以多次使用。由于薄膜电池单元411本身具有轻薄的特点,因而薄膜电池单元411并不会影响自调整结合力的柔性电子系统的柔性。连接导线412在延伸的过程中,可以在延伸路线的两侧反复折返以形成大致蛇形,这使得柔性可延展电池组41兼具柔性和可延展的特点。

[0069] 柔性可延展电池组41的多个薄膜电池单元411可以沿着圆形路径布置,从而柔性可延展发热电阻42的电阻丝421可以布置于柔性可延展电池组41的径向内侧。

[0070] 如图7所示,功能器件6可以包括电池模块66、温度传感器641、应力应变传感器642、光电血氧传感器643、紫外光传感器644、无线传输模块65和天线67。电池模块66主要用于供电,各传感器主要用于监测人体相关的体征参数,电池模块66通过柔性可延展导线62连接无线传输模块65,还通过柔性可延展导线连接传感器,从而为传感器和无线传输模块65提供电能。传感器通过柔性可延展导线61连接无线传输模块65,从而将采集的信号传递给无线传输模块65。无线传输模块通过柔性可延展导线63和天线67相连接,将采集的信号传递给移动终端。无线传输模块65可以为蓝牙模块、NFC模块、采用超声传递信息的模块等。天线67例如可以为圆形,且可以对应于液腔2的边缘或者外部布置,以确保其受力变形较小,可以持续稳定的进行信息传输。

[0071] 应当理解,图7并未示出全部导线,而仅仅示意性地示出传感器与无线传输模块65之间、电池模块66与无线传输模块65之间、无线传输模块65与天线67之间的柔性可延展导线61、62、63。

[0072] 该自调整结合力的柔性电子系统采用多种传感器,实现了多种信息的同步检测,通过采用无线传输的方式实现了与移动终端等的实时交互。

[0073] 该柔性电子系统通过合理的布局各器件(天线67、柔性可延展发热电阻42等)、柔性可延展的力学设计,以及柔性基底表面的结合体阵列的设计实现了自调整结合力。

[0074] 当需要将自调整结合力的柔性电子系统结合于结合对象时,温度传感器641、应力应变传感器642、光电血氧传感器643和紫外光传感器644分别测量与人体结合处的温度、应力、血氧以及接受到的紫外光照射量。这些传感器所采集来的信息通过柔性可延展导线61将信息传递到无线传输模块65,无线传输模块65通过柔性可延展导线63与天线67相连接,电池模块66为功能器件6的其他器件提供电能。这些传感器所采集来的信息通过无线传输的方式传递到无线终端(例如,手机)进行处理和分析。

[0075] 当需要使自调整结合力的柔性电子系统脱离结合对象时,柔性可延展电池组41为

柔性可延展发热电阻42提供电能,柔性可延展发热电阻42开始发热,使得液腔2内的易挥发物质3挥发,液腔2的内部压力增大,膜基衬底111鼓起,至少部分微吸盘112b与结合对象脱离,实现自调整结合力的柔性电子系统的自脱离。

[0076] 当不再向柔性可延展发热电阻42供电时,液腔2内的温度逐步降低,鼓起的膜基衬底111逐步恢复至初始状态,待膜基衬底111完全恢复至初始状态后,该自调整结合力的柔性电子系统可以进行第二次结合,从而该自调整结合力的柔性电子系统具有可重复使用的优点。

[0077] 在本实施方式中,膜基衬底111和液腔柔性基底2均为圆形,在其他实施方式中,膜基衬底111和液腔柔性基底1还可以为其他形状,例如方形,液腔2除了可以为圆柱形,还可以为例如截头圆锥形等。

[0078] 柔性基底(结合柔性基底11、液腔柔性基底12、间隔柔性基底13和封装柔性基底14)可以采用聚二甲基硅氧烷(PDMS)、共聚酯(Ecoflex)等硅胶材料制成。

[0079] 在其他实施方式中,柔性电子系统还可以具有其他种类和数目的传感器,如湿度传感器、压力传感器等。

[0080] 应当理解,上述实施方式仅是示例性的,不用于限制本发明。本领域技术人员可以在本发明的教导下对上述实施方式做出各种变型和改变,而不脱离本发明的范围。

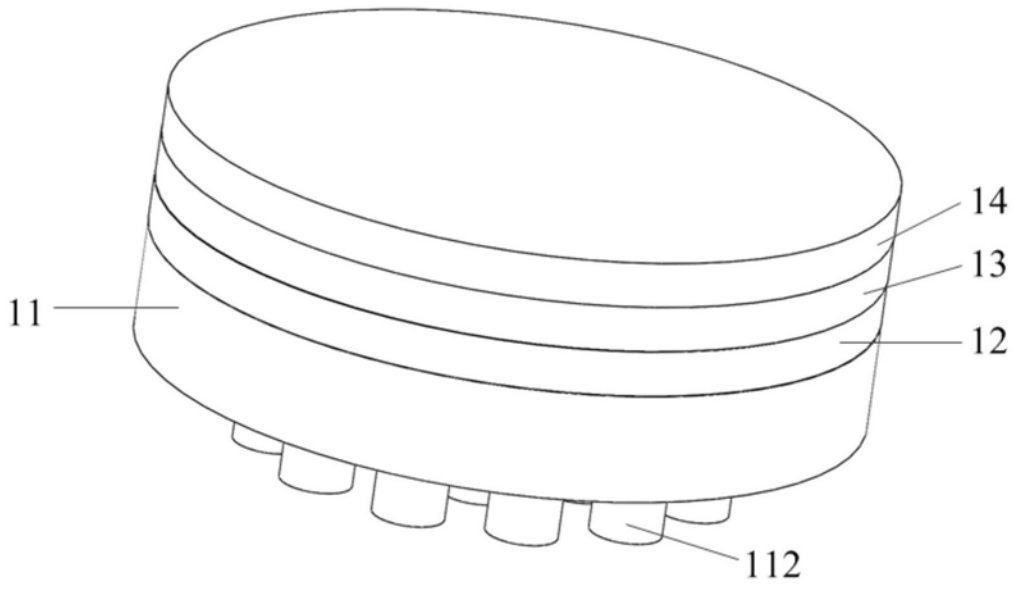


图1

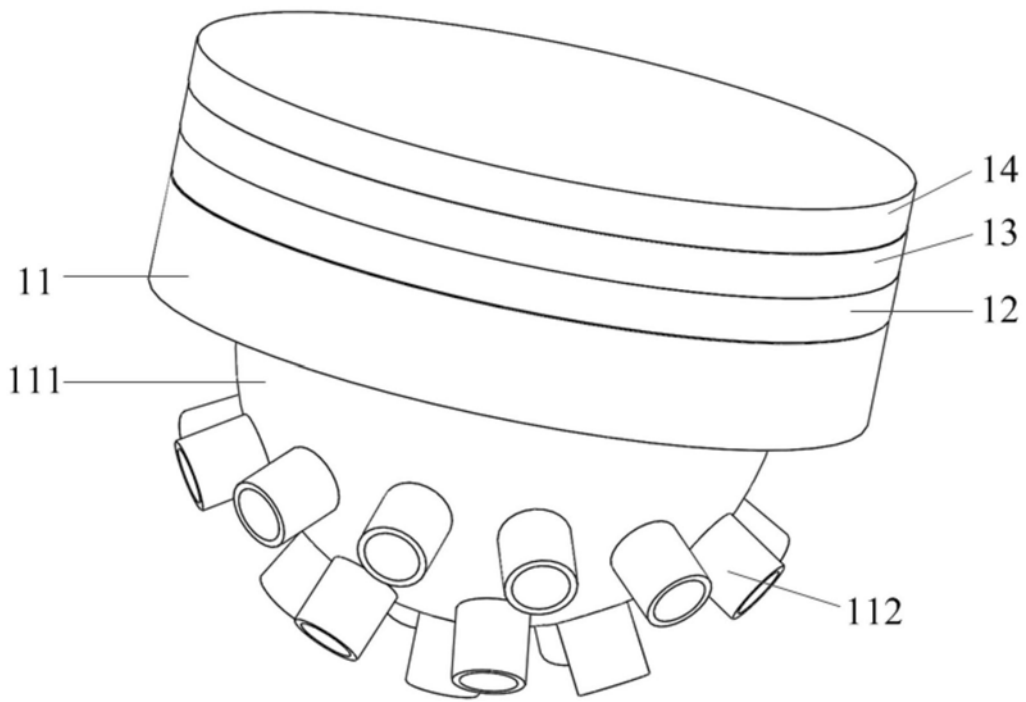


图2

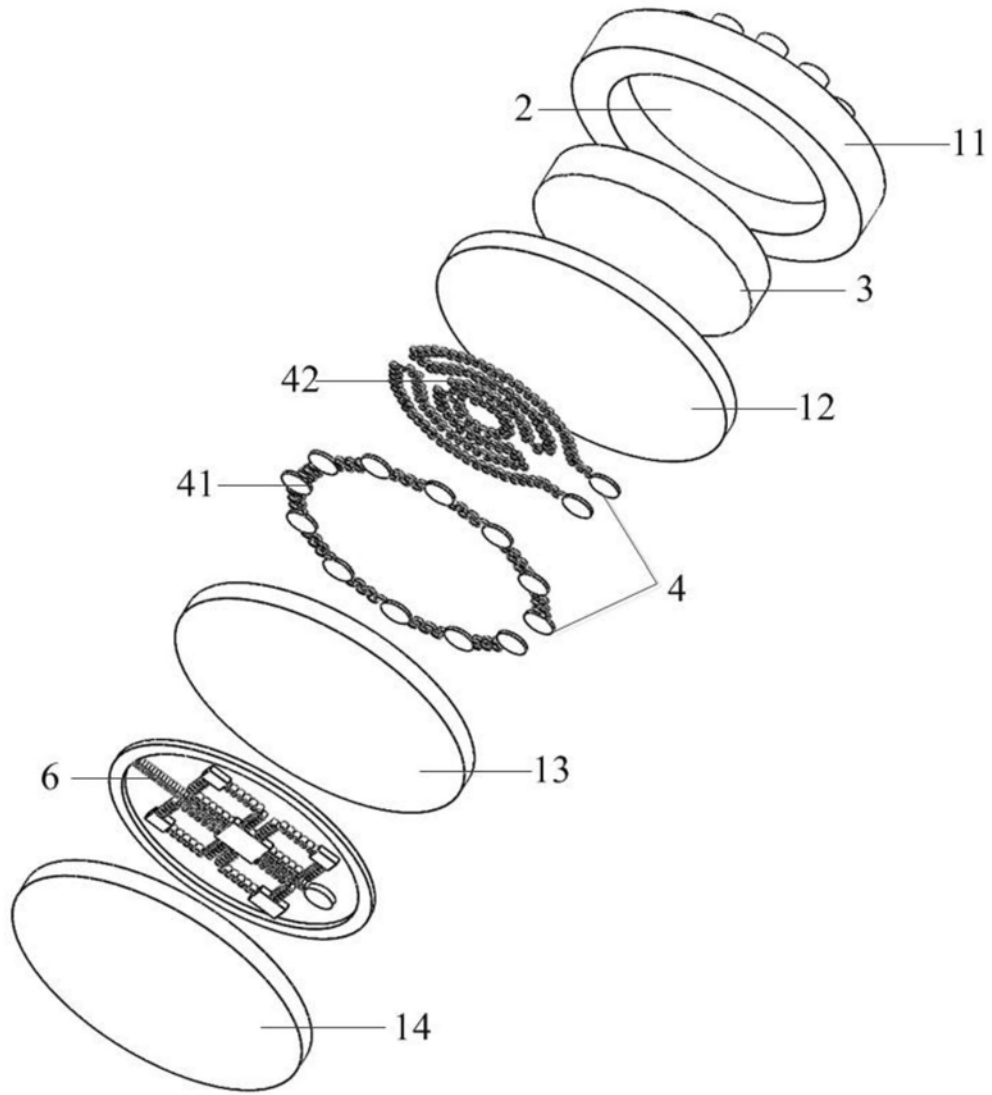


图3

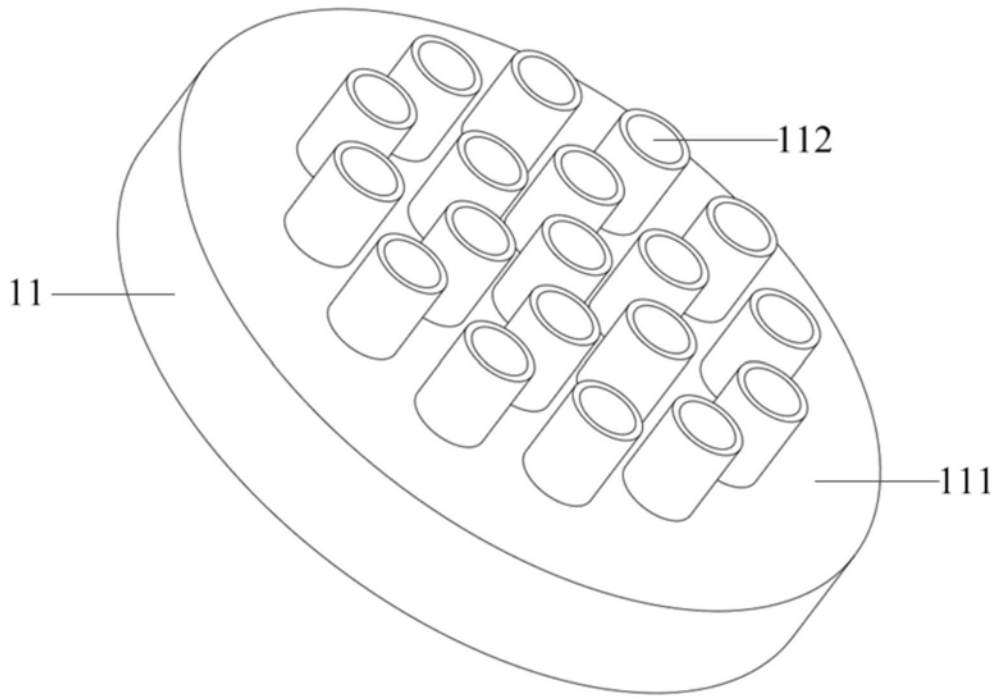


图4a

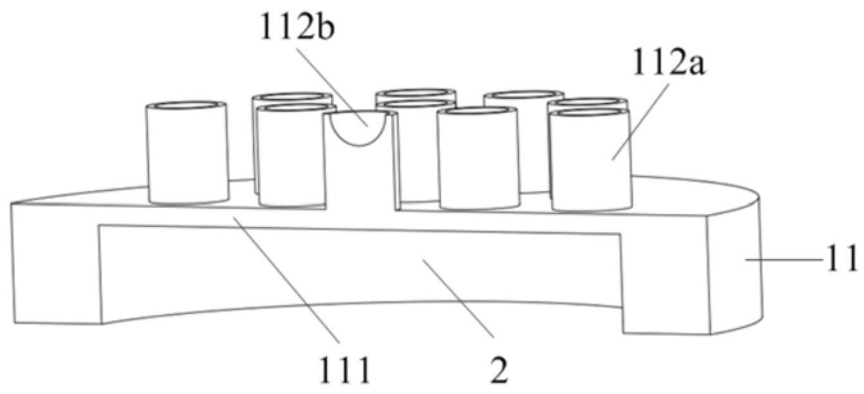


图4b

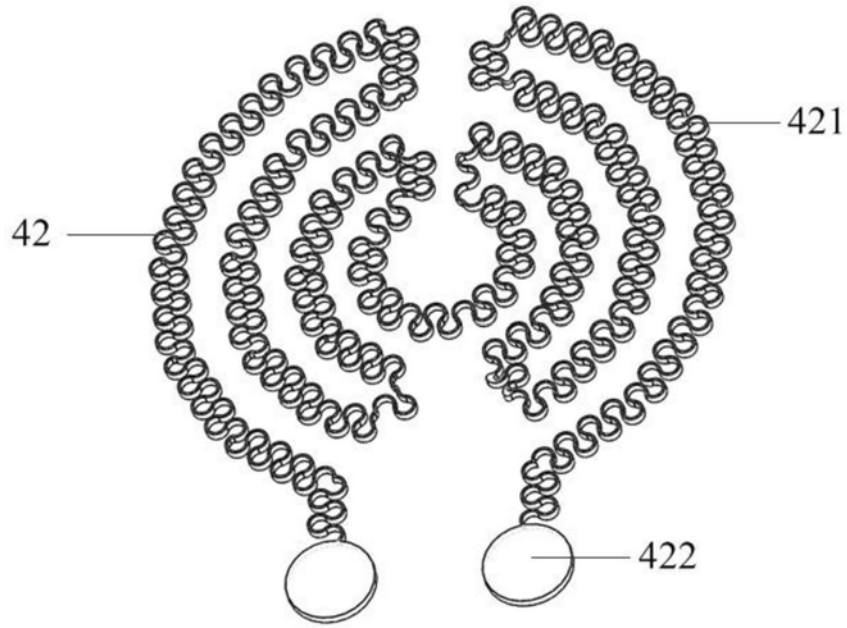


图5

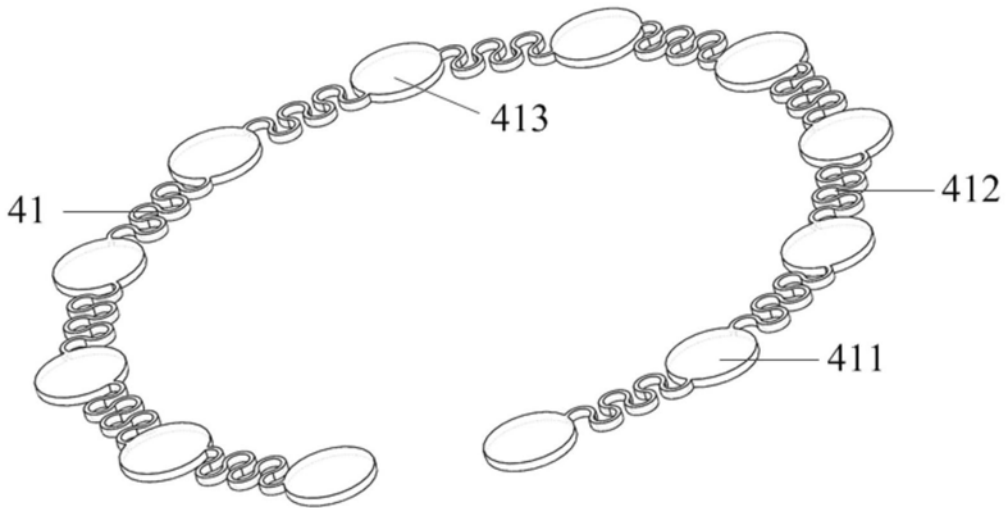


图6

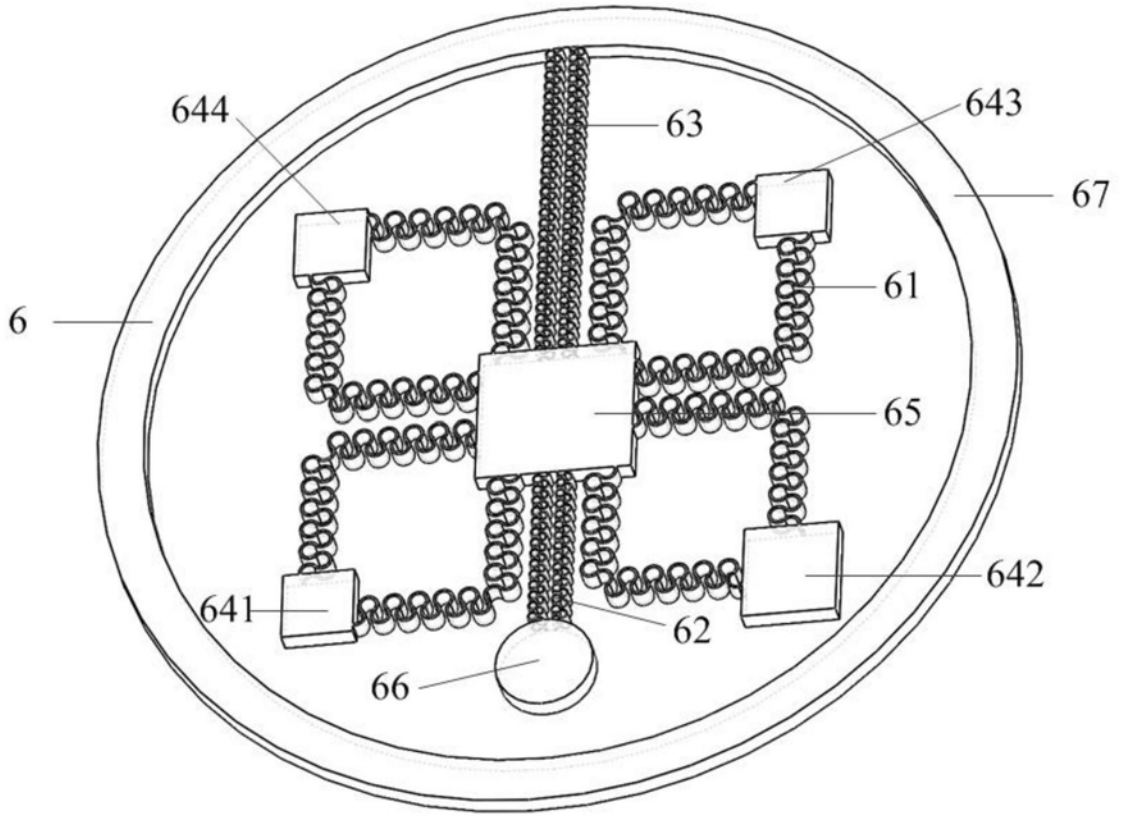


图7

专利名称(译)	自调整结合力的柔性电子系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN110793573A</a>	公开(公告)日	2020-02-14
申请号	CN201911076328.0	申请日	2019-11-06
[标]申请(专利权)人(译)	清华大学		
申请(专利权)人(译)	清华大学		
当前申请(专利权)人(译)	清华大学		
[标]发明人	冯雪 李航飞 程嘉辉		
发明人	冯雪 李航飞 程嘉辉		
IPC分类号	G01D21/02 A61B5/00 A61B5/01 A61B5/1455		
CPC分类号	A61B5/01 A61B5/14552 A61B5/683 G01D21/02		
代理人(译)	刘新宇 张会华		
其他公开文献	CN110793573B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

提供了一种自调整结合力的柔性电子系统，柔性电子系统包括变形柔性基底、发热器件和易挥发物质，变形柔性基底包括膜基衬底和结合体阵列，结合体阵列用于与结合对象接触并施加结合力，膜基衬底承载结合体阵列并能够在压力下变形，变形柔性基底的内部设有密封的液腔，液腔容纳易挥发物质，易挥发物质在常温下处于液态，发热器件承载于变形柔性基底除膜基衬底和结合体阵列以外的其他部分，当发热器件发热时，易挥发物质受热并挥发成气态，膜基衬底向液腔的外部鼓起，结合体阵列变形从而结合力减小。该自调整结合力的柔性电子系统具有自主调控的特点，其可以方便的从结合对象脱开而不损坏内部的电子器件。

