



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109564137 A

(43)申请公布日 2019.04.02

(21)申请号 201780043411.0

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(22)申请日 2017.06.20

代理人 邹松青 谭祐祥

(30)优先权数据

20165581 2016.07.11 FI

(51)Int.Cl.

G01L 1/14(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.01.11

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/FI2017/050462 2017.06.20

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/011464 EN 2018.01.18

(71)申请人 富西特有限公司

地址 芬兰坦佩雷

(72)发明人 P.雅温恩 M.图如恩

J.黑托坎加斯 J.万哈拉

P.伊索-科托拉

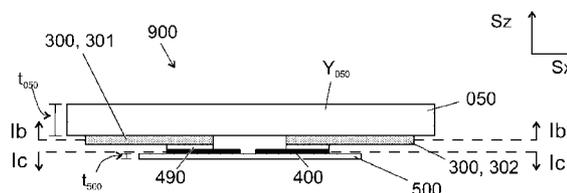
权利要求书5页 说明书11页 附图9页

(54)发明名称

力和/或压力传感器

(57)摘要

本发明涉及用于用作压力和/或力传感器的传感器(900)。传感器(900)包括:弹性且可拉伸的层(050、100、200),其包括具有第一杨氏模量(Y<sub>200</sub>)和第一屈服应变(ε<sub>y,200</sub>)的材料;至少第一可拉伸电极(301)和第二可拉伸电极(302),其附接至弹性且可拉伸的层(050、100、200),且被布置成彼此相距第一距离(d<sub>1</sub>、d<sub>1,301,302</sub>);具有第二杨氏模量(Y<sub>500</sub>)的柔性箔(500);以及附接至柔性箔(500)的导线路路(400)。导线路路(400)的至少一部分以导电方式耦合到可拉伸电极(301、302);第一屈服应变(ε<sub>y,200</sub>)是至少百分之10;第一杨氏模量(Y<sub>200</sub>)小于第二杨氏模量(Y<sub>500</sub>);并且,柔性箔(500)的厚度(t<sub>500</sub>)是最多0.5 mm。



1. 一种传感器(900),所述传感器包括:

- 弹性且可拉伸的层(050、100、200),所述弹性且可拉伸的层包括层(200)或包含层(050),所述层(200)或所述层(050)具有第一杨氏模量( $Y_{200}$ )和第一屈服应变( $\epsilon_{y,200}$ ),
- 至少第一可拉伸电极(301)和第二可拉伸电极(302),所述第一可拉伸电极和所述第二可拉伸电极附接至所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)且被布置成彼此相距第一距离( $d_1$ 、 $d_{1,301,302}$ ),
- 具有第二杨氏模量( $Y_{500}$ )的柔性箔(500),以及
- 附接至所述柔性箔(500)的导电路径(400),

其中,

- 所述导电路径(400)的至少一部分以导电方式耦合到所述第一可拉伸电极(301),
- 所述导电路径(400)的至少一部分以导电方式耦合到所述第二可拉伸电极(302),
- 所述第一屈服应变( $\epsilon_{y,200}$ )是至少百分之10,
- 所述第一杨氏模量( $Y_{200}$ )小于所述第二杨氏模量( $Y_{500}$ ),
- 所述柔性箔(500)的厚度( $t_{500}$ )是最多0.5 mm,并且
- 所述可拉伸电极的总有效截面面积( $A_{300}$ )是所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)的总截面面积( $A_{200}$ )的至少50%。

2. 根据权利要求1所述的传感器(900),其中,

- 所述弹性且可拉伸的层(050)以如下方式包括弹性可变形层(100)和可拉伸层(200):

使得所述可拉伸层(200)、所述第一和第二可拉伸电极(301、302)、所述柔性箔(500)和所述导电路径(400)被留在所述弹性可变形层(100)的相同侧上。

3. 根据权利要求2所述的传感器(900),其中,

- 所述可拉伸层(200)被布置在所述第一可拉伸电极(301)与所述弹性可变形层(100)之间。

4. 根据权利要求2或3所述的传感器(900),其中,

- 所述弹性可变形层(100)所具有的杨氏模量( $Y_{100}$ )小于所述第一杨氏模量( $Y_{200}$ )。

5. 根据权利要求2至4中的任一项所述的传感器(900),其中,

- 所述可拉伸层(200)包括热塑性聚氨酯(TPU)、聚酰胺和聚酯中的一者。

6. 根据权利要求1至5中的任一项所述的传感器(900),其中,

- 所述弹性且可拉伸的层(050、100、200),诸如所述弹性且可拉伸的层的弹性且可变形的层(100),包括如下中的至少一者:聚氨酯、聚乙烯、聚(乙烯-乙酸乙烯酯)、聚氯乙烯、硼化聚二甲基硅氧烷、聚苯乙烯、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯、苯乙烯-丁二烯苯乙烯、乙烯丙烯橡胶、氯丁橡胶、软木、胶乳、天然橡胶、硅树脂和热塑性弹性凝胶。

7. 根据权利要求1至6中的任一项所述的传感器(900),其中,

- 在所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)上留有无电极空间(210),所述无电极空间在附接至所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)的所有可拉伸电极(300、301、302、303、304、305、306)之外,以及

- 所述导电路径(400)中的至少一些被布置在所述无电极空间(210)上或者所述无电极空间(210)下方;

优选地，

- 所述导电线路(400)的至少75%被布置在所述无电极空间(210)上或者所述无电极空间(210)下方。

8. 根据权利要求1至7中的任一项所述的传感器(900)，其中，

- 所述导电线路(400)包括具有最多200  $\mu\text{m}$ 的宽度( $W_{400}$ )的线(401、402)；

优选地，

- 所述导电线路(400)包含这样的线(401、402)：所述线的至少50%具有最多200  $\mu\text{m}$ 的宽度( $W_{400}$ )。

9. 根据权利要求1至8中的任一项所述的传感器(900)，其中，

- 所述第一可拉伸电极(301)包括以导电方式附接至彼此的导电颗粒，诸如，薄片或纳米颗粒；

优选地，

- 所述导电颗粒包括碳、铜、银和金中的至少一者。

10. 根据权利要求1至9中的任一项所述的传感器(900)，其中，

- 柔性箔(500)包括聚酯、聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯和聚醚醚酮中的至少一者。

11. 根据权利要求1至10中的任一项所述的传感器(900)，其中，

- 所述可拉伸电极的总有效截面面积( $A_{300}$ )是所述可拉伸层(200)的总截面面积( $A_{200}$ )的至少50%。

12. 根据权利要求1至11中的任一项所述的传感器(900)，所述传感器包括：

- 至少一个集成电路(700)，所述集成电路以导电方式附接至所述导电线路(400)，其中，

- 所述集成电路(700)被配置成测量至少所述第一可拉伸电极(301)的电容。

13. 根据权利要求1至12中的任一项所述的传感器(900)，其中，

- 所述导电线路(400)的至少90%被布置在包括所有所述可拉伸电极(300)的最小凸区域(390)的顶部上或者被布置在所述最小凸区域(390)下方。

14. 根据权利要求1至13中的任一项所述的传感器(900)，其中，

- 所述导电线路(400)的至少90%被布置在与所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)的边界相距第二距离( $d_2$ )处，其中，

- 所述第二距离( $d_2$ )是所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)的长度( $L_{200}$ )和宽度( $W_{200}$ )中的更小者的至少5%。

15. 根据权利要求1至14中的任一项所述的传感器(900)，所述传感器包括：

- 多个可拉伸电极(300)，所述可拉伸电极附接至所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)，使得

- 所述可拉伸电极(300)中的每个可拉伸电极被布置成与所述可拉伸电极(300)中的所有其他可拉伸电极相距一距离( $d_{1,i,j}$ )；

优选地

- 所述距离( $d_{1,i,j}$ )的最小值是至少1 mm。

16. 根据权利要求1至15中的任一项所述的传感器(900)，所述传感器包括：

- 连接部(490)，所述连接部将所述可拉伸电极(300)电连接至所述线路(400)，其中，

- 所述连接部(490)中的至少一者包括导电粘合剂或焊料。

17. 根据权利要求1至16中的任一项所述的传感器(900), 其中,

- 所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)界定孔(110), 所述孔(110)沿着所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)的厚度( $t_{050}$ 、 $t_{100}$ )的方向延伸;

优选地,

- 所述孔(110)的总截面面积( $A_{110}$ )构成所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)的截面面积( $A_{100}$ )的至少5%, 和/或

- 所述孔(110)中的至少一些从所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)的第一侧延伸通过所述弹性且可拉伸的层(050、100、200), 至所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)的第二侧, 和/或

- 所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)包括弹性可变形层(100), 并且

- 所述孔(110)中的至少一些从所述弹性可变形层(100)的第一侧(102)延伸通过所述弹性可变形层(100), 至所述弹性可变形层(100)的第二侧(104)。

18. 根据权利要求17所述的传感器(900), 其中,

- 所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)包括第一地带(100A)和第二地带(100B), 所述第二地带(100B)不包括所述第一地带(100A)的部分,

- 所述第一地带(100A)界定第一孔(110A), 所述第一孔(110A)沿着所述弹性可变形层(100)的厚度( $t_{050}$ 、 $t_{100}$ )的方向延伸, 使得所述第一孔的总截面面积( $A_{110A}$ )构成所述第一地带(100A)的截面面积( $A_{100A}$ )的第一部分( $A_{110A}/A_{100A}$ ), 并且

- 所述第二地带(100B)界定第二孔(110B), 所述第二孔(110B)沿着所述弹性可变形层(100)的厚度( $t_{050}$ 、 $t_{100}$ )的方向延伸, 使得所述第二孔的总截面面积( $A_{110B}$ )构成所述第二地带(100B)的截面面积( $A_{100B}$ )的第二部分( $A_{110B}/A_{100B}$ ), 其中,

- 所述第一部分( $A_{110A}/A_{100A}$ )与所述第二部分( $A_{110B}/A_{100B}$ )不同。

19. 根据权利要求1至18所述的传感器(900), 所述传感器包括:

- 附加弹性可变形层(100b), 使得,

- 所述第一可拉伸电极(301)和所述第二可拉伸电极(302)被布置在所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)与所述附加弹性可变形层(100b)之间。

20. 根据权利要求19所述的传感器(900), 其中,

- 所述弹性且可拉伸的层(050)以如下方式包括弹性可变形层(100)和可拉伸层(200):

使得所述第一可拉伸电极(301)和所述第二可拉伸电极(302)被布置在所述弹性可变形层(100)与所述附加弹性可变形层(100b)之间。

21. 根据权利要求1至20中的任一项所述的传感器(900), 所述传感器包括:

- 第一导电层(600、600a), 使得

- 所述弹性且可拉伸的层(100)沿所述传感器(900)的厚度的方向被布置在所述第一导电层(600、600a)与所述第一可拉伸电极(301)之间。

22. 根据权利要求21所述的传感器(900), 所述传感器包括:

- 附加弹性可变形层(100b), 以及

- 第二导电层(600b), 使得

- 所述第一导电层(600、600a)和所述第二导电层(600b)被留在所述第一可拉伸电极(301)的相对侧上,并且

- 所述附加弹性可变形层(100b)沿所述传感器(900)的厚度的方向被布置在所述第二导电层(600b)与所述第一可拉伸电极(301)之间。

23. 根据权利要求21或22所述的传感器(900),其中,

- 所述第一和/或所述第二导电层(600、600a、600b)的至少一部分由导电墨水制成,和/或

- 所述第一和/或所述第二导电层(600、600a、600b)包括导电织物,和/或

- 所述第一和/或所述第二导电层(600、600a、600b)包括导电聚合物。

24. 根据权利要求1至23所述的传感器(900),所述传感器包括:

- 支撑层(650),使得

- 所述第一可拉伸电极(301)和所述第二可拉伸电极(302)被布置在所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)与所述支撑层(650)之间。

25. 根据权利要求1至24中的任一项所述的传感器,所述传感器包括:

- 支撑层(650),所述支撑层包括热塑性材料,所述热塑性材料具有从60°C至120°C的挠曲温度,其中,

- 所述支撑层(650)具有至少0.2 mm的厚度。

26. 根据权利要求25所述的传感器,其中,

- 所述支撑层(650)被布置成使得,在使用中,如下中的至少一者被布置成被留在[i]能够被感测的力作用所在的点与[ii]所述支撑层(650)之间:

所述弹性且可拉伸的层(050);

所述弹性可变形层(100、100a);以及

附加弹性可变形层(100b)。

27. 根据权利要求25或26所述的传感器,其中,

- 所述支撑层(650)包括如下中的至少一者:聚碳酸酯、聚氯乙烯、丙烯酸类树脂(例如,苯乙烯-丙烯腈共聚物、丙烯腈苯乙烯丙烯酸酯)、聚甲基丙烯酸甲酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯和乙二醇改性聚对苯二甲酸乙二醇酯;

可选地,

- 所述支撑层(650)还包括加强纤维,所述加强纤维来自包括碳纤维、玻璃纤维和芳纶纤维的组。

28. 根据权利要求1至27中的任一项所述的传感器,其中,

- 所述柔性箔(500)的截面面积是所述弹性且可拉伸的层(050、100、200)的截面面积的最多一半。

29. 根据权利要求1至28中的任一项所述的传感器,其中,

- 每个可拉伸电极(300、i)被定位成与最靠近前述可拉伸电极(300、i)的可拉伸电极(300、jm(i))相距距离( $d_{1,i,jm(i)}$ ),由此,

- 所述可拉伸电极(300、i)的配置为每个可拉伸电极(300、i)限定距其他可拉伸电极(300)的最小距离( $d_{1,i,jm(i)}$ ),所述最小距离中的至少一些可以相等,并且

- 所述最小距离( $d_{1,i,jm(i)}$ )的最大值是最多15 mm,诸如,最多10 mm或最多5 mm。

30. 一种可穿戴物品, 诸如服饰, 所述可穿戴物品包括根据权利要求1至29中的任一项所述的传感器(900)。

31. 根据权利要求30所述的可穿戴物品, 所述物品是如下中的一者:

- 鞋、内底或袜子, 或者
- 手套或露指手套, 诸如, 拳击手套。

32. 一种适合于鞋类的内底(910), 其中,

- 所述内底(910)的形状适于所述鞋类的形状, 并且
- 所述内底(910)包括根据权利要求1至29中的任一项所述的传感器(900)。

## 力和/或压力传感器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及力传感器。本发明涉及压力传感器。本发明涉及电容式力和/或压力传感器。本发明涉及可穿戴电容式力和/或压力传感器。

### 背景技术

[0002] 对幸福的关注已经增强。这涉及个人幸福以及健康护理。这已经引起产生了许多个人和医疗监测装置,诸如传感器。这样的传感器能够被嵌入服装(诸如,手套、露指手套(mitt)、鞋类、头盔等)中。关于用于服饰的力或压力传感器,其可以例如是压阻式、压电式、或电容式。电容式力/压力传感器通常仅涉及简单地可得的材料。

[0003] 在电容式传感器中,测量电极的电容。能够相对于环境或相对于另一电极(诸如,接地电极)来测量电容。总体上存在两种工作原理:(1)靠近电极(例如,在两个电极之间)的介电材料改变,这改变了电容;和/或(2)在两个电极之间的距离改变,这改变了在这些电极之间的电容。对于本领域技术人员而言,这些原理是已知的。

[0004] 例如,专利申请DE102009055121公开了具有多个导体和在其之间的弹性非导电层的力传感器。通过施加力,弹性非导电层变形,这导致在导体(即,电极)之间的电容的改变。

[0005] 在这样的传感器中,存在若干相关的问题。例如,电极的面积应当适度地大,以便精确地测量力。此外,电极的电容的测量应当不影响另一电极的电容的测量结果。另外,将有益的是,多个电容能够并行测量,即,同时或者大致同时测量。例如,当监测跳高运动员的表现时,应当能够以适度高的采样率测量作为时间的函数的脚下的压力分布。此外,空间分辨率应当适度地高,由此,电极的数目也应当适度地高。更进一步地,传感器应当穿戴起来舒适,且机械可靠。

### 发明内容

[0006] 公开了在前述方面之间具有良好平衡的力传感器和/或压力传感器。力传感器和/或压力传感器包括可拉伸且弹性的一层或多层。该传感器还包括附接至该层或这些层中的一者的可拉伸电极。可拉伸性改善了力传感器的舒适度。然而,已经认识到的是,电极的线路(wiring)造成问题。在可拉伸层上,因为可用于这样的目的的可拉伸材料,所以可拉伸线路将必须适度宽。这造成了问题,因为宽的线路降低电极的尺寸,由此仅能够测量局部压力,而不是总力。为了解决该问题,在柔性箔上布置用于电极的线路。与电极形成对比,在箔上的线路不需要是可拉伸的。因此线路能够被制成显著更窄,且相应地,电极更大。更具体地,在权利要求1中公开了本发明。

[0007] 另外,当线路被布置成主要在电极之间的区域中延伸时,一个电容的测量不妨碍另一电容的测量。在从属权利要求中公开了该实施例和其他实施例。

### 附图说明

[0008] 图1a以侧视图示出力或/或压力传感器的实施例,

图1b以底视图示出图1a的力和/或压力传感器的截面1b-1b，  
图1c以顶视图示出图1a的力和/或压力传感器的截面1c-1c，  
图1d以底视图示出图1a的力和/或压力传感器的层，  
图1e以侧视图示出具有附接至弹性且可拉伸的层050的可拉伸电极的力和/或压力传感器的实施例，  
图2以底视图示出可拉伸层和布置在其上的可拉伸电极，  
图3a以底视图示出可拉伸层和布置在其上的可拉伸电极，  
图3b以顶视图示出要与图3a的可拉伸电极和可拉伸层一起使用的柔性箔，  
图3c以顶视图示出图3b的柔性箔和被布置在柔性箔上的线路，  
图3d以顶视图示出能够与图3a的可拉伸电极和可拉伸层一起使用的另一柔性箔，  
图4a以底视图示出可拉伸层和被布置在其上的可拉伸打印电极，  
图4b以底视图示出可拉伸层和被布置在其上的可拉伸纺织品电极，  
图4c以底视图示出具有图4b的可拉伸纺织品电极和可拉伸层的力和/或压力传感器的层，  
图5a以侧视图示出具有导电层的力和/或压力传感器的实施例，  
图5b以侧视图示出具有两个导电层的力和/或压力传感器的实施例，  
图6a以底视图示出可拉伸层和被布置在其上的可拉伸电极，该可拉伸层被成形用于内底(inside)，  
图6b以顶视图示出要与图6a的可拉伸电极和可拉伸层一起使用的柔性箔，  
图6c以底视图示出可拉伸层和被布置在其上的可拉伸电极，该可拉伸层被成形用于内底，  
图6d以顶视图示出要与图6c的可拉伸电极和可拉伸层一起使用的柔性箔，  
图7a-图7c以顶视图示出力或/或压力传感器的弹性可变形层，  
图7d-图7f以侧视图示出力或/或压力传感器的弹性可变形层，并且  
图8a-图8c以侧视图示出具有热塑性支撑层的力或压力传感器的实施例。

### 具体实施方式

[0009] 本发明涉及传感器900，其适合于用作压力和/或力传感器。根据本发明的实施例的力或压力传感器相对薄。也就是说，厚度小于长度和宽度中的更小者。传感器的形状可以是平坦的。此外，传感器是可适形的(conformable)，由此在使用中，其形状可以与在被存储时的形状不同。例如，传感器可以以平坦形式被存储，而当被并入在例如露指手套中时，形状可以适形于露指手套的形状。实施例以平坦形式呈现；然而，应当理解的是，传感器能够附接至任意地弯曲的物体。

[0010] 图1a和图1e以侧视图示出力或/或压力传感器900的实施例。在图中，方向 $S_z$ 指代力和/或压力传感器900的厚度方向。其他方向 $S_x$ 和 $S_y$ 垂直于 $S_z$ 且彼此垂直。在本文中，下文中，力和/或压力传感器900被称为力传感器900，即使对适于测量压力且以这种方式测量力的至少部分的传感器的一些实施例也是这样。将在下文中阐明该问题。

[0011] 参考图1e，实施例包括弹性且可拉伸的层050。参考图1a，弹性且可拉伸的层050可以包括弹性层100和可拉伸层200。可拉伸层200至少在一定程度上也是弹性的。

[0012] 图1a的力传感器900包括弹性可变形层100(或者在图5b中的100a)。在使用中,该层变形,且因此,电极300的电容改变。为了在使用中确保适度的变形,弹性可变形层100(即,弹性可变形层100的材料)具有第三杨氏模量 $Y_{100}$ 。例如,可以选择层100的材料,使得在典型的使用中,层100被压缩大约1至15%,诸如,多达30%。自然,压缩取决于压力,其不需要是空间或时间上均匀的。典型的压力可以是大约2 kPa至1000 kPa,例如,用单脚或者双脚站立、可能还起跳的人可以引发这样的压力。因此,第三杨氏模量 $Y_{100}$ 可以是例如最多15MPa或最多5MPa。此外,第三杨氏模量 $Y_{100}$ 可以是例如至少0.05MPa或至少0.2MPa。(由小的杨氏模量引起的)大的应变可能会使得弹性可变形层100的材料在使用中蠕变。从长期看,这可能会恶化测量。此外,(由大的杨氏模量引起的)小的应变难以测量。

[0013] 弹性可变形层100的厚度 $t_{100}$ 不重要。应力对层100施加应变(即,比例变形),且应变影响电极的电容的改变。在诸如内底的一些应用中,弹性可变形层100的厚度可以是例如从1 mm至5 mm,以便具有适配常规鞋类的舒适的传感器。

[0014] 在实施例中,弹性可变形层100包括如下中的至少一者:聚氨酯、聚乙烯、聚(乙烯-乙酸乙烯酯)、聚氯乙烯、硼化聚二甲基硅氧烷(polyborodimethylsiloxane)、聚苯乙烯、丙烯酸-丁二烯-苯乙烯、苯乙烯-丁二烯苯乙烯、乙烯丙烯橡胶、氯丁橡胶、软木、胶乳、天然橡胶、硅树脂和热塑性弹性凝胶。

[0015] 这些材料中的一些以如下商品名称在市场上销售:Plastazote<sup>®</sup>、Evazote<sup>®</sup>、Zotek<sup>®</sup>、Poron<sup>®</sup>、Pe-Lite<sup>®</sup>(中等(medium))、Spenco<sup>®</sup>和Sorbothane<sup>®</sup>。

[0016] 力传感器包括可拉伸层200。层200可拉伸,以便其在使用中适于包括传感器的物体的形状。例如,假使露指手套或内底包括传感器,则在使用中,可拉伸层200可以拉伸,以适于露指手套或内底的动态形状。以这种方式,可拉伸性改善了传感器的舒适度。然而,对于适度地简单的拉伸,可拉伸层200(即,可拉伸层的材料)具有相对小的第一杨氏模量 $Y_{200}$ 。在实施例中,第一杨氏模量 $Y_{200}$ 小于柔性箔500的杨氏模量 $Y_{500}$ 。然而,为了使在传感器内的变形主要集中在弹性可变形层100中,在实施例中,第三杨氏模量 $Y_{100}$ 小于第一杨氏模量 $Y_{200}$ 。这改善了测量精度,因为压缩的地点被更好地控制。

[0017] 关于可拉伸性,可拉伸层200(即,可拉伸层200的材料)具有适度地大的第一屈服应变 $\epsilon_{y,200}$ 。在实施例中,第一屈服应变 $\epsilon_{y,200}$ 是至少百分之10。已经发现,对于在许多应用中舒适的力传感器来说,该值是足够高的。已经发现,从可拉伸层200的机械可靠性的视角来看,该值也是足够高的,因为典型的变形小于该值。在替代方案中,第一屈服应变 $\epsilon_{y,200}$ 可以是至少百分之20或至少百分之30。此外,可拉伸层200(即,可拉伸层的材料)是电绝缘的。贯穿本说明,电绝缘材料指代在温度20°C处,其电阻系数(即,电阻率)大于100  $\Omega \cdot \text{m}$ 的材料。

[0018] 可拉伸层200可以由适合的聚合物膜制成。可拉伸层200可以由适合的织物制成。在实施例中,可拉伸层200包括聚合物膜,诸如,热塑性聚氨酯(TPU)的膜。TPU可以包括基于聚酯的TPU和/或基于聚醚的TPU。在实施例中,可拉伸层包括织物,例如,聚酰胺(诸如尼龙)或聚酯。可拉伸层200可以包括织物和膜。

[0019] 力传感器包括附接至可拉伸层200或附接至弹性且可拉伸的层050的至少一个第一可拉伸电极301和第二可拉伸电极302。单独的可拉伸电极由附图标记301、302,303...指代;而可拉伸电极总体上由附图标记300指代。可拉伸电极300由导电材料制成。贯穿本说明,导电材料指代在温度20°C处,其电阻系数(即,电阻率)小于1  $\Omega \cdot \text{m}$ 的材料。为了使可拉伸

电极300彼此电绝缘,第一可拉伸电极301被布置在与第二可拉伸电极302相距距离 $d_1$ 处(参见图1b)。关于可拉伸电极300的可拉伸性,可拉伸电极300具有第二屈服应变 $\varepsilon_{y,300}$ ,在实施例中,第二屈服应变是至少百分之10。已经发现,对于在许多应用中可适形的力传感器来说,该值是足够高的。可适形的传感器穿戴起来舒适,且在可变载荷下机械可靠。已经发现,从可拉伸电极300的机械可靠性的视角来看,该值也是足够高的,因为典型的变形小于该值。在替代方案中,第二屈服应变 $\varepsilon_{y,300}$ 可以是至少百分之20或至少百分之30。通常,第二屈服应变 $\varepsilon_{y,300}$ 小于第一屈服应变 $\varepsilon_{y,200}$ 。按照常规,在第一与第二电极之间的距离 $d_1$ 和在电极 $i$ 与 $j$ 之间的距离 $d_{1,i,j}$ 指代在两个电极的最靠近的点之间的距离,即,在两个电极之间的最小距离。

[0020] 在实施例中,可拉伸电极(301、302)或全部可拉伸电极300由导电墨水制成。在实施例中,可拉伸电极(301、302)或全部可拉伸电极由导电织物或纤维制成。在实施例中,可拉伸层200包括TPU,且可拉伸电极300由导电墨水制成。在实施例中,可拉伸层200包括在可拉伸电极300之间的非导电织物,且可拉伸电极300或其至少一些可以已经使用导电织物制成,所述导电织物诸如,通过诸如银的金属涂布的聚酰胺或聚酯。在替代方案中或此外,导电墨水可以结合织物使用以形成可拉伸电极300或可拉伸电极中的至少一些。

[0021] 导电墨水和织物通常包括附接至彼此的导电颗粒,诸如,薄片或纳米颗粒。因此,在实施例中,第一可拉伸电极301包括以导电方式附接至彼此的导电颗粒,诸如,薄片或者纳米颗粒。在优选实施例中,导电颗粒包括碳、铜、银和金中的至少一者。

[0022] 参考图4a,第一可拉伸电极301可以由导电墨水制成,由此,第一可拉伸电极301适度地均匀。这种可拉伸电极被配置成检测在与电极的面积大致相同的面积中的电容的改变。因此,这种可拉伸电极被配置成从其测量压力所在的有效面积 $A_{301}$ (参见图1b和图4a)等于可拉伸电极301本身的面积。在本文中,面积指代可拉伸电极到具有平行于传感器900的厚度的方向的表面法线的平面上的截面的面积。

[0023] 然而,参考图4b,第一可拉伸电极301可以例如被缝合至原本非导电的层200,例如,纺织品层。因此,可拉伸电极301可以被制成为导电纱线的网,诸如,涂布有金属的聚酰胺或聚酯。还应当注意的是,这种可拉伸电极被配置成检测在与由可拉伸电极的外缘所界定(limit)的面积大致相同的面积中的电容的改变。因此,这种可拉伸电极配置成从其测量压力所在的有效面积 $A_{301}$ (图4b)等于由可拉伸电极301的外缘界定的面积;即使导电纱线的面积可能更小。作为对缝合的替代,能够利用导电墨水来打印具有网的形状的电极。如显而易见地,在两种类型的电极中,可拉伸电极的有效面积等于由可拉伸电极301的外缘界定的面积。

[0024] 如本领域技术人员已知地,力(即,总力)是在力作用在其上的表面上方的压力的积分。因此,为了能够测量除了压力(即,局部压力)之外的力(即,总力),优选地,大致全部测量面积应当利用可拉伸电极300覆盖。因此,前述距离 $d_1$ 应当小。另一方面,如果距离 $d_1$ 太小,则相邻的电极300可能会彼此电容耦合,这可能会妨碍测量。

[0025] 参考图3a,在实施例中,每个可拉伸电极 $i$ (301、302、303、...、315、316)被定位在与可拉伸电极 $j$ (316、301、302、303、...、315)彼此相距距离 $d_{1,i,j}$ 处。在图3a中,仅示出了距离 $d_{1,301,302}$ 和 $d_{1,301,311}$ 。在实施例中,距离 $d_{1,i,j}$ 的最小值是至少1mm,优选地至少2 mm。这样的最小距离改善了可拉伸电极的分离,从而导致在电极之间的更少的电容耦合。因此,将减少在

测量期间由电容耦合导致的妨碍。

[0026] 表征优选配置的替代或者附加方式在于,在电极300与最靠近该电极的另一电极之间的距离应当适度地小。这确保可拉伸层200的大部分被电极覆盖,这改善了用于测量力的精度。其能够利用距离 $d_{1,i,j}$ 来表示。给定电极 $i$ ,选择电极 $j_m(i)$ ,使得该电极最靠近电极 $i$ 。也就是说,对于给定电极 $i$ , $j_m(i)$ 是引起对于给定电极 $i$ 来说的距离 $d_{1,i,j}$ 的最小值的电极 $j$ 。作为示例,在图3a中,电极302最靠近电极301。因此, $j_m(301)$ 等于302,且 $d_{1,301,302}$ 等于 $d_{1,301,j_m(301)}$ 。在优选的电极配置中,每两个最靠近的电极适度地彼此靠近。更具体地,在实施例中, $d_{1,i,j_m(i)}$ 的最大值是最多15 mm,优选地最多10 mm,或者最多5 mm。能够通过接连地考虑每个电极 $i$ 来发现最大值。

[0027] 在实施例中,力传感器900包括附接至可拉伸层200(或者层050)的至少十五个可拉伸电极300。此外,可拉伸电极300中的每个被布置为与可拉伸电极300中的所有其他可拉伸电极相距一定距离 $d_{1,i,j}$ 。通过所述距离 $d_{1,i,j}$ 彼此电绝缘的可拉伸电极的数目与传感器的空间精度相关。所使用的电极300越多,则空间精度越好。在优选实施例中,例如,在图6c的实施例中,可拉伸电极的数目是至少二十,诸如,二十三。

[0028] 考虑可拉伸电极300的面积且参考图1b,在实施例中,可拉伸电极300的总有效截面面积 $A_{300}$ 是可拉伸层200的总截面面积 $A_{200}$ 的至少50%、至少70%、或至少80%。在本文中,可拉伸电极300的总有效截面面积 $A_{300}$ 指代可拉伸电极的有效面积的和;例如,在图1b中,第一可拉伸电极301和第二可拉伸电极302的有效面积的和。关于有效面积,参见上文。如显而易见地,在具有平行于传感器900的厚度的方向的表面法线的截面平面上限定截面面积。

[0029] 参考图1a,在实施例中,可拉伸层200被布置在第一可拉伸电极301与弹性可变形层100之间。在典型应用中,在弹性可变形层100与可拉伸层200直接接触、即可拉伸电极300并非被布置在弹性可变形层100与可拉伸层200之间的情况下,传感器使用起来更舒适。

[0030] 如在图1e中指示地,在实施例中,弹性且可拉伸的层050用于可拉伸层200和弹性层100两者的用途。已经相对于可拉伸层200关于可拉伸电极300所述的那些也适用于可拉伸电极300相对于弹性且可拉伸的层050。此外,已经关于可拉伸层200的可拉伸性(尤其是其第一屈服应变 $\epsilon_{y,200}$ )所述的那些也适用于弹性且可拉伸的层050。另外,已经关于可拉伸层200的电导率所述的那些也适用于弹性且可拉伸的层050。更进一步地,已经关于弹性可变形层100的弹性(尤其是其杨氏模量)所述的那些也适用于弹性且可拉伸的层050。因此,弹性且可拉伸的层050的杨氏模量 $Y_{050}$ 可以在上文中对于层100所讨论的限制内。更进一步地,已经关于弹性可变形层100的厚度 $t_{100}$ 的方向或厚度 $t_{100}$ 所述的那些(或者将所述的)适用于弹性可拉伸层050的厚度 $t_{050}$ 和厚度 $t_{050}$ 的方向。

[0031] 参考图1a和图1c,力传感器900还包括具有第二杨氏模量 $Y_{500}$ 的柔性箔500;以及附接至柔性箔500的导电路路400。(可拉伸层200的)第一杨氏模量 $Y_{200}$ 小于第二杨氏模量 $Y_{500}$ 。以这种方式,相比于可拉伸层200,柔性箔500更能抵抗变形。

[0032] 关于在第一杨氏模量与第二杨氏模量之间的差异,第一杨氏模量 $Y_{200}$ 可以例如比第二杨氏模量 $Y_{500}$ 小至少25%、至少50%、或至少75%。

[0033] 在杨氏模量之间的差异具有如下效果,即,在使用中,在柔性箔500中的拉伸应变小,由此,附接至柔性箔500的线路400不需要是可拉伸的。这具有进一步的效果,即,相比于线路400可拉伸的情况,线路400能够被制成更窄得多。例如,在实施例中,导电路路400包括

具有最多200  $\mu\text{m}$ 或最多150  $\mu\text{m}$ 的宽度 $W_{400}$ 的线(401、402)。更优选地,导电路径400包含这样的线(401、402):线(401、402)中的至少50%或至少60%具有最多200  $\mu\text{m}$ 或最多150  $\mu\text{m}$ 的宽度 $W_{400}$ 。在本文中,具有给定宽度的比例沿长度方向给出。因此,例如,在线的总长度是1000 mm的情况下,例如,至少500 mm的线可以具有最多200  $\mu\text{m}$ 的宽度。

[0034] 如本领域技术人员已知地,箔的柔韧性(flexibility)与箔的厚度的三次方成反比。因此,柔性箔应当足够薄,以便在使用中确保其柔韧性。在实施例1中,柔性箔500的厚度 $t_{500}$ 是最多0.5mm。柔性箔500的厚度 $t_{500}$ 可以例如小于0.4mm。在实施例1中,柔性箔包括聚酯、聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯(polyethylene naphthalate)和聚醚醚酮中的至少一者。

[0035] 此外,为了具有舒适的传感器900,优选地,传感器900的大部分是可拉伸的或者至少感觉起来是可拉伸的。相反,在前述意义(sense)上可以是非可拉伸箔500的柔性箔500与可拉伸层200相比可以是小的。因此,在实施例1中,柔性箔500的截面面积最多是可拉伸层200的截面面积的一半。在本文中,截面面积指代在具有平行于传感器900的厚度的方向的表面法线的平面上的截面的面积。在这些实施例1中的一些中,柔性箔500的截面面积是可拉伸层200的截面面积的最多三分之一或最多四分之一。这样的实施例例如在图1d、图3d和图6d中绘出。

[0036] 在力传感器900中,导电路径400的至少一部分以导电方式耦合到第一可拉伸电极301;且导电路径400的至少一部分以导电方式耦合到第二可拉伸电极302。以这种方式,传感器900包括在线路400与可拉伸电极300之间的连接部490。该连接部是导电的。连接部490可以被制成为使得连接部的电阻系数是最多 $10\ \Omega$ 。此外或替代性地,在前述意义上,连接部490的材料可以是导电的。

[0037] 在实施例1中,连接部490由导电粘合剂制成,即,包括固化的导电粘合剂。这样的粘合剂包括各向同性导电粘合剂和各向异性导电粘合剂。可以使用诸如各向异性导电粘合剂的导电带来形成连接部490。导电粘合剂通常包括混合在基质材料中的镍、石墨、或银颗粒。基质材料可以是固化聚合物,该固化聚合物通过在其固化期间粘合剂的树脂的聚合形成。树脂可以是环氧树脂。这样的粘合剂的示例以名称LOCTITE ABLESTIK CA 3150和Hysol ECCOBOND CA3150已知。另外,部连接490可以是电镀的,由此,连接部可以包括一些焊料,其中,焊料可以包括锡。通常可得的焊料包括锡-铅、锡-铜-银、以及锡-锌-铜焊料合金。

[0038] 如在图3c和图4c中指示地,线路400包括线401、402、403、...、416。线401、402、403、...、416彼此电绝缘。此外,对于每个可拉伸电极,至少一条线以导电方式耦合至其。例如,在实施例1中,导电路径400的至少一部分,诸如线401,利用导电连接部490耦合到第一可拉伸电极301。在实施例1中,导电路径400的至少一部分,诸如线402,利用导电连接部490耦合到第二可拉伸电极302。

[0039] 另外,通常,线以导电方式耦合至仅一个可拉伸电极。这用于改善传感器的空间分辨率,即,每个可拉伸电极能够用于测量大致仅在可拉伸电极的地点处的力或者压力。

[0040] 连接至电极的线搭接(overlap)其所连接到的可拉伸电极。在本文中,术语“搭接”意味着由可拉伸电极的边界所限定的区域包括线的至少一个突出部,该突出部沿传感器900的厚度的方向突出到该区域上。此外,优选地,每条线搭接仅一个电极。这确保使用第一可拉伸电极301的测量不妨碍使用第二可拉伸电极302的测量。

[0041] 此外或替代性地,在实施例1中,线路400中的至少一些被布置成不搭接任何可拉伸

电极300。例如,在实施例,线路400的最多25%(沿长度方向测量的百分率,参见上文)被布置成搭接(在所述意义上)可拉伸电极300。相应地,在可拉伸层200上在附接至可拉伸层200的所有这样的可拉伸电极(300、301、302、303、304、305、306)外留有电极空间210(参见图1b)。在实施例,导电路线400中的至少一些被布置成搭接无电极空间210。因此,无电极空间210包括线路400的突出部的至少一些,突出部沿传感器900的厚度的方向突出到无电极空间210上。换言之,导电路线400中的至少一些被布置在无电极空间210上或者其下方。如上文指示地,在实施例,导电路线400的至少75%被布置成搭接无电极空间210。这还减少了使用第一可拉伸电极301的测量对使用第二可拉伸电极302的测量所具有的妨碍。

[0042] 此外,在实施例,线路400的至少一些被布置在传感器900的中心区域处。优选地,线路400的大部分被布置在传感器900的中心区域处。这具有两个效果。第一,已经发现在典型的使用中,传感器的边界暴露于最高的机械应变,尤其是沿不同于厚度的方向的应变。相应地,这样的应变在中心处较低。因为柔性箔500几乎不可拉伸,所以将箔500和线路施加至中心区域改善了传感器900的机械可靠性。第二,以这种方式,传感器900能够被切割成形(cut to shape)。尤其是,能够在不影响传感器900的功能的情况下切割传感器900的边界。以这种方式,能够产生类似的传感器900,且其可以根据需要被切割成形。例如,能够产生同一尺寸的(one-size)(即,大的)内底,且该内底能够被切割以适配用户的鞋类。因此,在实施例,导电路线400的至少90%被布置成与可拉伸层200的边界相距第二距离 $d_2$ (参见图1d)。在实施例,第二距离 $d_2$ 是可拉伸层200的长度 $L_{200}$ 和宽度 $W_{200}$ 中的更小者的至少5%。在实施例,第二距离 $d_2$ 是至少5 mm。在实施例,导电路线400的至少95%被布置成与可拉伸层200的边界相距第二距离 $d_2$ 。

[0043] 描述线路的优选布置的替代方式是考虑可拉伸电极300的配置。参考图4a和图4b,所有可拉伸电极300被布置在具有平行于传感器900的厚度的方向的表面法线的平面的凸区域内。在图4a和图4b中,由附图标记390表示包括所有可拉伸电极300的这样的凸区域中的最小者。在图中,仅示出了这样的区域的边界。根据常规,术语“凸区域”指代平面的这样的部分,即,连接平面的该部分的任何两个点的线段被完全包含在平面的该部分内。在一些实施例,这样的最小凸区域被可拉伸层200所包括。然而,假使可拉伸层200的形状不是凸的,则有可能最小凸区域不被可拉伸层200所包括。例如在图6c中是这种情况。在实施例,线路400的至少90%或至少95%搭接包括所有可拉伸电极300的最小凸区域390。

[0044] 在图1b中,由 $p_{401}$ 表示线401所附接至的地点。这样的地点可以称为接触位置。以相应的方式,由 $p_{402}$ 表示线402所附接至的地点。线路400可以包括焊盘,该焊盘被布置成连接至接触位置 $p_{401}$ 、 $p_{402}$ 。还在图2和图3a中示出了类似的地点。接触位置 $p_{401}$ 、 $p_{402}$ 、...的地点被优化,以使得线路400的长度将被最小化。以这种方式,线路400的电阻也是小的。如在图1d中指示地,线401附接至接触位置 $p_{401}$ ,且线402附接至接触位置 $p_{402}$ 。

[0045] 在力传感器900中,可拉伸层200、第一和第二可拉伸电极301、302、柔性箔500和导电路线400被留在弹性可变形层100的相同侧上。这有助于力传感器的可制造性。

[0046] 参考图1c、图1d和图4c,力传感器900的实施例包括至少一个集成电路700,该集成电路以导电方式附接至导电路线400。关于图1d和图4c,应当注意的是,在这些图中,线路400和电路700被留在柔性箔500的下方。然而,出于清楚的目的,在图中示出了线路400和电路700。在图1b和图1c中,选择了视图(顶视图或底视图),以使得导电物质(400、300)在相应

的基底(分别为500、200)的顶部上。

[0047] 此外,力传感器900的实施例包括电池,该电池被配置成供应功率至集成电路700。优选地,电池是可充电的。集成电路700被配置成测量可拉伸电极300中的至少一个的电容。优选地,集成电路700被配置成单独地测量可拉伸电极300中的每个可拉伸电极的电容。在实施例中,集成电路700被配置成发送测量结果至外部控制单元。在实施例中,集成电路700被配置成无线地发送测量结果至外部控制单元。这允许实时地分析测量数据。在实施例中,集成电路700被配置成将测量结果存储至力传感器900的存储器,诸如,集成电路700的存储器。这允许至少在测量之后分析测量数据。

[0048] 在实施例中,集成电路700被配置成从另一力传感器接收数据。此外,在实施例中,集成电路700被配置成将这样的数据发送(即,收发)至另一外部控制单元。以这种方式,多个力传感器能够经由其他传感器发送测量数据至外部控制单元。

[0049] 利用如上文所讨论的传感器结构,有可能测量可拉伸电极300相对于某物的电容。能够相对于另一可拉伸电极300测量电容。例如,所有其他可拉伸电极300可以形成公共的地,可以相对于其来测量电容。因此,随后,能够测量所有可拉伸电极300的电容。然而,这降低了采样率。还有可能测量相对于环境的电容。然而,这不给出精确的结果。

[0050] 因此,参考图5a,传感器900的优选实施例包括第一导电层600(或600a)。在电极300与第一导电层600之间布置有弹性且可拉伸的层050。当弹性且可拉伸的层050包括弹性可变形层100和可拉伸层200时,弹性可变形层100被布置在第一导电层600与可拉伸层200之间。以这种方式,第一导电层600可以用作接地电极,相对于该接地电极来测量可拉伸电极300中的每个的电容。在这种配置中,弹性可变形层100的压缩影响在两个电极(即,第一导电层600与可拉伸电极300,诸如第一可拉伸电极301)之间的距离。如本领域技术人员已知地,由所述两个电极形成的这种电容器的电容与在电极之间的距离成反比。通过测量电容,能够计算在电极之间的距离。从该距离,能够确定在弹性可变形层100内的应变。因为层100的材料是已知的,所以应变限定在可变形层100内的应力(即,压力)。以这种方式,能够确定在每个可拉伸电极处的压力。此外,因为可拉伸电极的有效面积是已知的,所以能够确定在该可拉伸电极处作用的力。最后,在电极大致覆盖传感器的整个截面面积的情况下,能够测量总力。

[0051] 关于第一导电层600(或600a)的材料,第一导电层600可以包括如下中的至少一者:

- 由导电墨水制成的导电材料,
- 导电织物,以及
- 导电聚合物。

[0052] 导电聚合物可以是由聚合物制成的膜。在一些实施例中,第一导电层600包括以导电方式附接至彼此的导电颗粒,诸如,薄片或纳米颗粒。在这些实施例中的一些中,导电颗粒包括碳、铜、银和金中的至少一者。

[0053] 还已经发现,湿度(或水)可能会影响测量结果。适度通常地(Reasonable commonly),可穿戴传感器以如下方式使用,即,使得汗将水分引入至传感器900。尤其是,当水分靠近电极300时,水分可能会明显地影响测量。

[0054] 参考图5b,为了防止与过量水分相关的问题,力传感器900的实施例包括附加的弹

性可变形层100b和第二导电层600b。附加弹性可变形层100b被布置在第二导电层600b与可拉伸层200之间。此外,可拉伸层200的至少部分被布置在弹性可变形层100与附加的弹性可变形层100b之间。因此,可拉伸层200的至少部分被布置在第一导电层600a与第二导电层600b之间。在实施例中,至少第一可拉伸电极301被布置在第一导电层600a与第二导电层600b之间。在实施例中,所有可拉伸电极300都被布置在第一导电层600a与第二导电层600b之间。

[0055] 已经关于第一导电层(600、600a)的材料所述的那些适用于第二导电层600b的材料。已经关于弹性可变形层100、100a的材料所述的那些适用于附加的弹性可变形层100b。

[0056] 与这样的传感器相关的问题是弹性可变形层100、100a和/或附加弹性可变形层100b的材料的选择。如上文中指示地,该层的杨氏模量应当适度地小。然而,柔软的和/或具有小的杨氏模量的许多材料已知会蠕变。另一方面,蠕变不是优选的,因为弹性可变形层100、100a、100b的永久压缩将影响测量结果。

[0057] 参考图7a至图7c,为了解决该问题,在实施例中,弹性可变形层100、100a界定孔110,孔110沿着弹性可变形层100的厚度 $t_{100}$ 的方向延伸。这样的孔110实际上使得材料更柔软。因此,通过具有孔110,有可能使用更硬的材料和/或具有更高的杨氏模量的材料。与更柔软的材料相比,这样的材料通常蠕变显著更小。孔110的效果仅仅是减少弹性可变形层100的包括可变形固态材料的该部分的面积。随着面积降低,类似的力生成更高的应力。即使没有明确地示出,在替代方案中或此外,附加的弹性可变形层100b可以界定相应的孔。

[0058] 优选地,孔110的总截面积 $A_{110}$ 构成弹性可变形层100的截面积 $A_{100}$ 的至少5%或至少10%。在本文中,截面指代在具有平行于厚度的方向的表面法线的平面上的截面。此外,孔110的总截面积 $A_{110}$ 指代单独的孔110的截面积的和。更进一步地,弹性可变形层100的截面积 $A_{100}$ 指代由弹性可变形层100的外边界界定的截面的面积。因此,弹性可变形层100的截面积 $A_{100}$ 由孔110的总截面积 $A_{110}$ 和弹性可变形层100的包括可变形层100的可变形固态材料的该部分的面积构成。然而,有可能弹性可变形层100的仅小部分界定孔,由此孔110的总截面积 $A_{110}$ 可以是小的。

[0059] 在实施例中,孔110中的至少一些从弹性可变形层100、100a的第一侧102、102a(参见图5a和图5b)延伸通过弹性可变形层100、100a至弹性可变形层100的第二侧104、104a。除了软化之外,这样的通孔可以改善传感器900的通风。假使传感器900包括附加弹性可变形层100b,在实施例中,至少一些孔从附加弹性可变形层100b的第一侧102b(参见图5b)延伸通过附加弹性可变形层100b至附加弹性可变形层100b的第二侧104b。

[0060] 参考图7a至图7c,尤其参考图7b和图7c,孔110能够用于操纵弹性可变形层100的局部有效硬度。通过使用孔,能够使得一个地带相比于另一地带更柔软,即使在两个地带中都使用相同的材料。相应地,在已知其中载荷(力或者压力)小的区域中,能够制成大量的孔,以使材料明显软化。大量的孔指代孔的总截面积与可变形层100的相应地带成比例(in proportion to)。通过增加孔的尺寸和/或数目,能够使得材料更柔软。图7b指示由孔110形成的更硬和更柔软的地带,其中,孔的尺寸相同,但是其数目密度不同。图7c指示由孔110形成的更硬和更柔软的地带,其中,孔的尺寸以及其数目密度不同。自然,将有可能仅影响孔的尺寸。

[0061] 在图7b和图7c中,弹性可变形层100包括第一地带100A和第二地带100B。第二地带

100B不包括第一地带100A的部分。第一地带100A界定沿着弹性可变形层100的厚度 $t_{100}$ 的方向延伸的第一孔110A。第一孔的总截面面积 $A_{110A}$ 构成第一地带100A的截面面积 $A_{100A}$ 的第一部分(portion) ( $A_{110A}/A_{100A}$ )。此外,第二地带100B界定沿着弹性可变形层100的厚度 $t_{100}$ 的方向延伸的第二孔110B。第二孔的总截面面积 $A_{110B}$ 构成第二地带100B的截面面积 $A_{100B}$ 的第二部分 ( $A_{110B}/A_{100B}$ )。为了具有在不同地点处不同地软化材料的前述效果,第一部分 ( $A_{110A}/A_{100A}$ ) 不同于第二部分 ( $A_{110B}/A_{100B}$ )。例如,在部分 ( $A_{110A}/A_{100A}$ ) 与 ( $A_{110B}/A_{100B}$ ) 之间的差异可以是至少25个百分点。

[0062] 此外,尤其是在其中布置有可拉伸电极的地点处,可以操纵层100的刚度。因此,在实施例中,由可拉伸电极300的外缘环绕的区域包括孔110的突出部(projection)的至少一部分,其中,孔110的突出部沿着传感器900的厚度的方向突出到该区域上。在实施例中,由可拉伸电极300的外缘环绕的区域包括孔110的突出部。在实施例中,由可拉伸电极300的外缘环绕的区域包括多个孔110的突出部。在实施例中,地带100A、100B、100C包括可拉伸电极300的至少部分。此外,优选地,地带100A、100B、100C包括可拉伸电极300。

[0063] 还应当注意的是,当第一孔110A和第二孔110B的数目显著(significant)时,对柔软度的操纵可以更有效。例如,在第一地带100A中的第一孔110A的数目可以是至少十或者至少五十。例如,在第二地带100B中的第二孔110B的数目可以是至少十或者至少五十。此外,第一地带100A或第二地带100B不是任意地大的。在实施例中,第一地带100A是环绕所有第一孔110A的最小凸区域。在实施例中,第二地带100B是环绕所有第二孔110B的最小凸区域。在实施例中,第一地带100A和第二地带100B构成弹性可变形层100。

[0064] 然而,如在图7b和图7c中指示地,弹性可变形层100可以包括第三地带100C,使得第三地带100C不包括第二地带100B的部分或第一地带100A的部分。第三地带100C界定沿着弹性可变形层100的厚度 $t_{100}$ 的方向延伸的第三孔110C。第三孔的总截面面积 $A_{110C}$ 构成第三地带100C的截面面积 $A_{100C}$ 的第一部分 ( $A_{110C}/A_{100C}$ )。此外,第三部分 ( $A_{110C}/A_{100C}$ ) 与第一部分 ( $A_{110A}/A_{100A}$ ) 和第二部分 ( $A_{110B}/A_{100B}$ ) 不同。在实施例中,第一地带100A、第二地带100B和第三地带100C构成弹性可变形层100。

[0065] 参考图7d至图7f,除了孔110之外或者作为孔110的替代,能够通过施加更柔软材料160的层作为弹性可变形层100、100a的部分来软化可变形的弹性可变形层100、100a的材料。更柔软层160可以被布置在例如两个更硬的层150之间,如在图7d中指示地。此外,如在图7e和图7f中指示地,更硬材料150可以包括孔110,该孔110已经被填充有更柔软材料160。如上文中指示地,孔110并非需要被填充。

[0066] 即使在图中未示出,此外或替代性地,有可能以相似方式使来软化附加弹性可变形层100b。

[0067] 此外,参考图1e,在实施例中,弹性且可拉伸的层050包含仅一种材料的层。已经关于操纵弹性可变形层100的刚度所述的那些也适用于弹性且可拉伸的层050。孔110可以沿着弹性且可拉伸的层050的厚度的方向延伸。孔110可以沿着弹性且可拉伸的层050的厚度的方向从弹性且可拉伸的层050的一侧延伸至弹性且可拉伸的层050的相对侧。

[0068] 除了测量之外,传感器的实施例还可以用于支撑用户。这样的支撑还可改善舒适度。参考图8a-图8b,传感器900的实施例包括支撑层650。如果这种支撑件已经被成形为遵循所使用的身体部分,则这种支撑件通常是舒适的。然而,身体部分的形状可能从一个用户

到另一用户而不同。

[0069] 为了根据需要来使支撑层650成形,支撑层650包括热塑性材料。高于挠曲温度(deflection temperature)时,热塑性材料变得可变形,且在冷却后恢复其刚度。以这种方式,支撑层可以被加热到高于挠曲温度。在被加热时,支撑层650可以变形成一形状,例如,变形成适于用户的身体部分的形状,诸如,适于脚的形状。在冷却后,支撑层650恢复其刚度,且可以用作用于用户的支撑件。以这种方式,支撑件能够被个性化。

[0070] 支撑层650的热塑性材料的挠曲温度应当不是太低,以便还在使用中时具有支撑效果;尤其是在使用中当与身体部分接触时具有支撑效果。此外,支撑层650的热塑性材料的挠曲温度应当不是太高,因为传感器900包括电接触件,电接触件易受到热的伤害。优选地,挠曲温度是从60°C至120°C。此外,为了具有适度地有支持性的层650,支撑层650的厚度应当是至少0.2 mm,诸如,从0.2 mm至2 mm。此处,厚度指代平均厚度。

[0071] 在实施例中,支撑层650包括聚碳酸酯、聚氯乙烯、丙烯酸类树脂(例如,苯乙烯-丙烯腈共聚物、丙烯腈苯乙烯丙烯酸酯(acrylonitrile styrene acrylate))、聚甲基丙烯酸甲酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯和乙二醇改性聚对苯二甲酸乙二醇酯(glycol-modified polyethylene terephthalate)中的至少一者。支撑层650还可包括加强纤维,该加强纤维来自包括碳纤维、玻璃纤维和芳纶纤维的组。

[0072] 支撑层650可以被布置成使得,在使用中,弹性可变形层(100、100a)或附加弹性可变形层100b被布置成被留在所感测的力作用所在的点与支撑层650之间。例如,图8a至图8c的传感器被配置成这样使用:使得所感测的力作用在第一导电层600或600a的顶部上的点处。因此,弹性层100、100a被留在支撑件650与这样的点之间。

[0073] 如上文指示地,力传感器900可以被包括在诸如服饰的可穿戴物品中。因此,本发明的实施例是包括如上文中所公开的力传感器900的可穿戴物品。

[0074] 可穿戴物品的示例包括:

- 穿戴在脚上的物品,诸如,鞋类、内底、或袜子,
- 穿戴在手上的物品,诸如,手套、露指手套或连指手套;尤其是诸如拳击手套、高尔夫手套或者类似物的运动服饰;以及
- 长裤(trousers)和裤子(pants)。

[0075] 此外,可以在智能家居中使用传感器,智能家居诸如为:

- 车辆座椅,
- 座椅、沙发,
- 床单、毯子、床垫,以及
- 小地毯(rug)和地毯。

[0076] 然而,因为可拉伸层200,传感器900最适于这样的应用:其中,传感器在使用中变形。

[0077] 该传感器尤其适合于在适合于鞋类的内底910中使用。在这样的情况中,内底910的形状适于鞋类的形状。此外,内底910包括如上文所讨论的力传感器900。

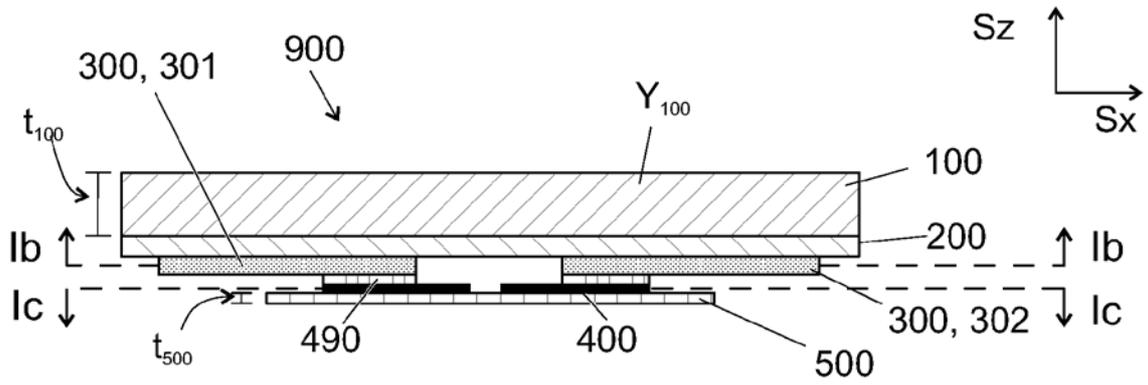


图 1a

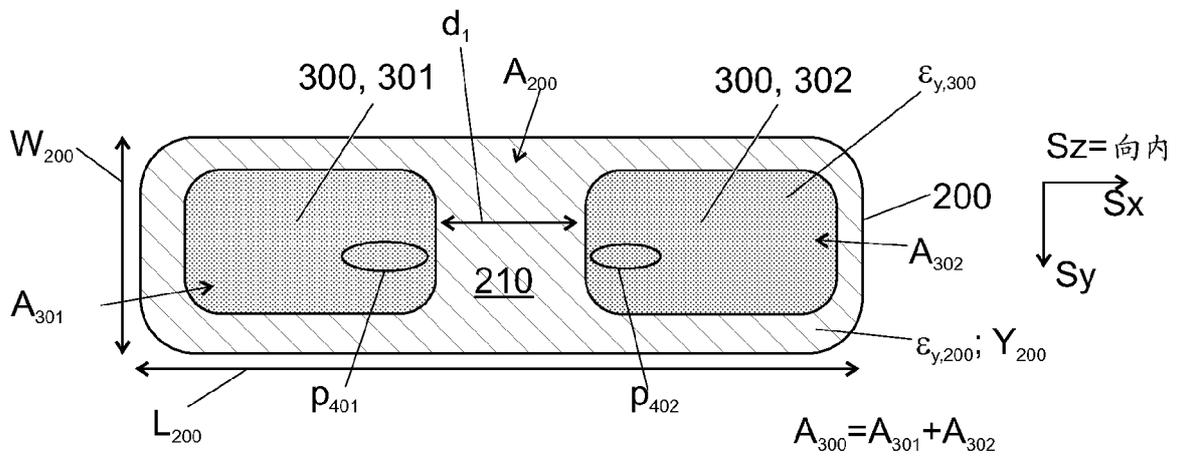


图 1b

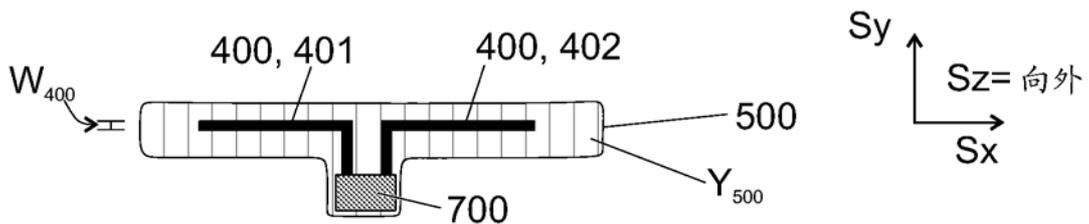


图 1c

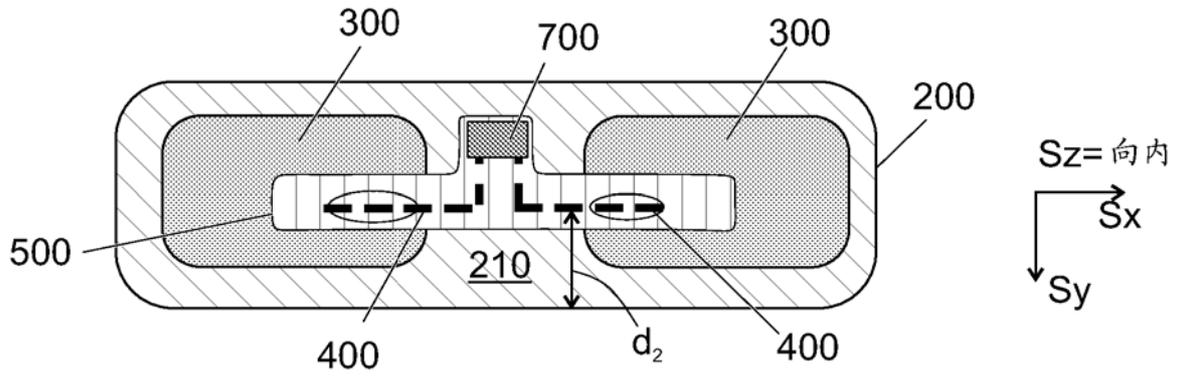


图 1d

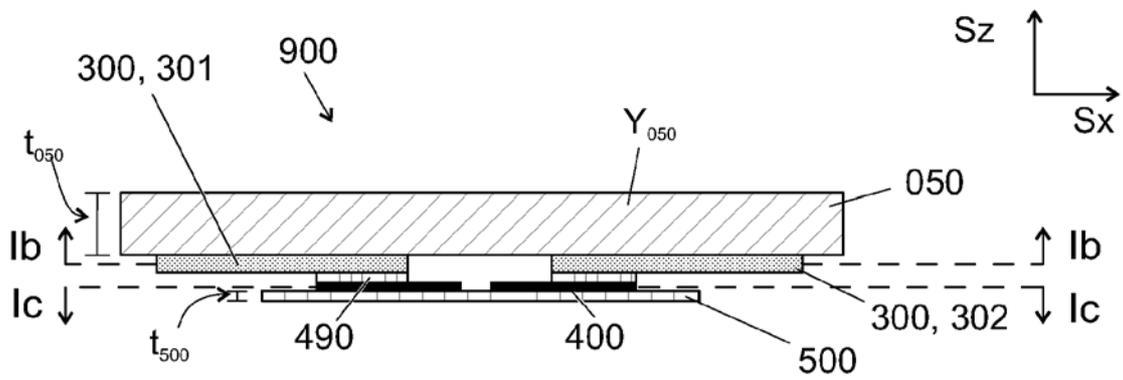


图 1e

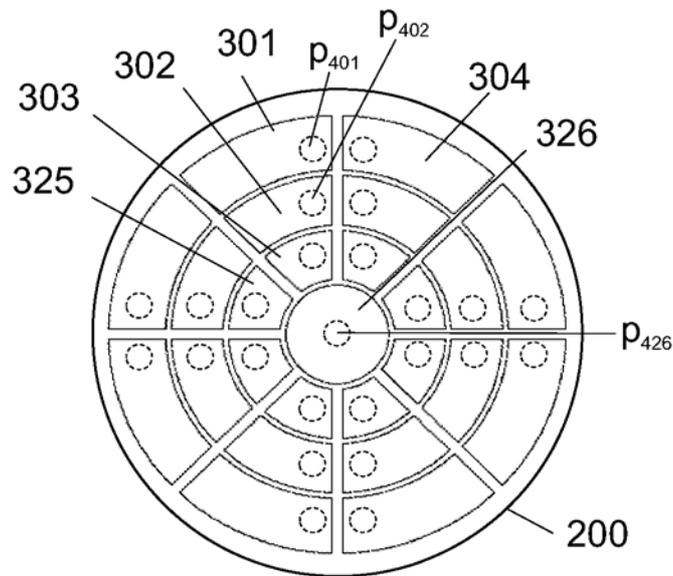


图 2

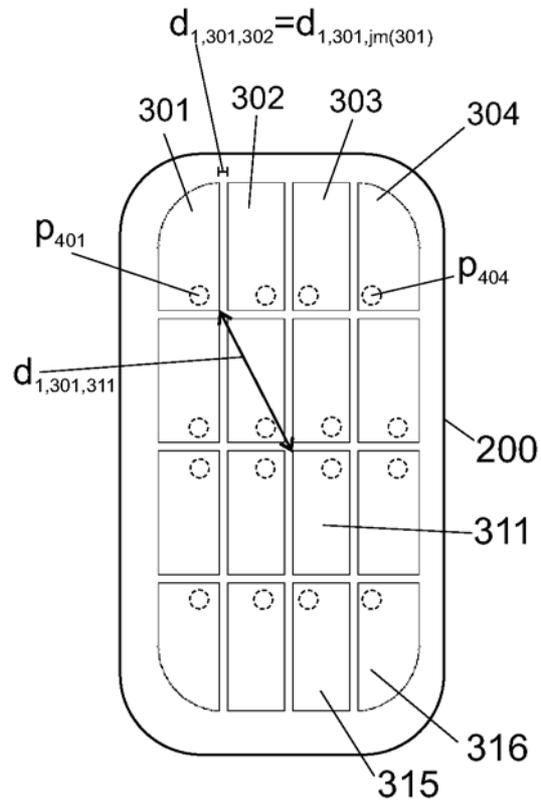


图 3a

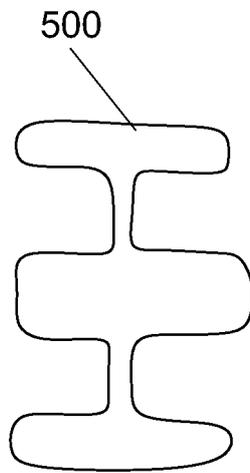


图 3b

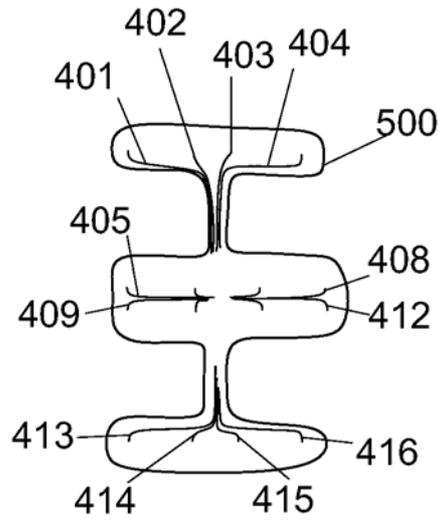


图 3c

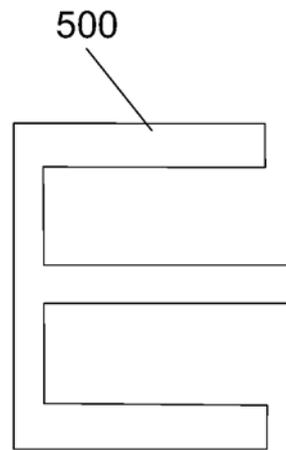


图 3d

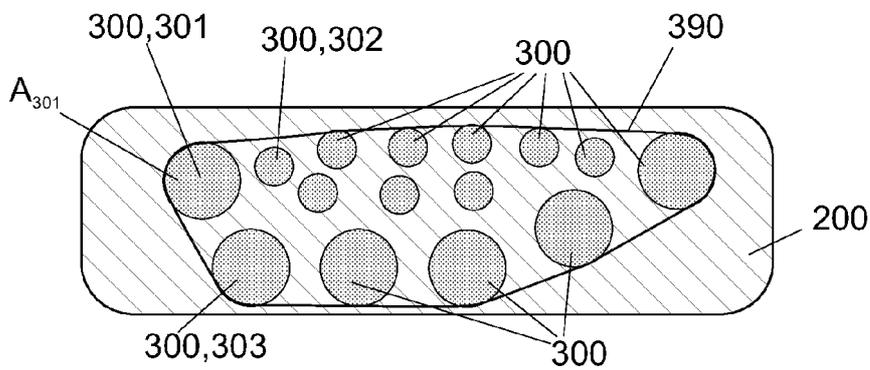


图 4a

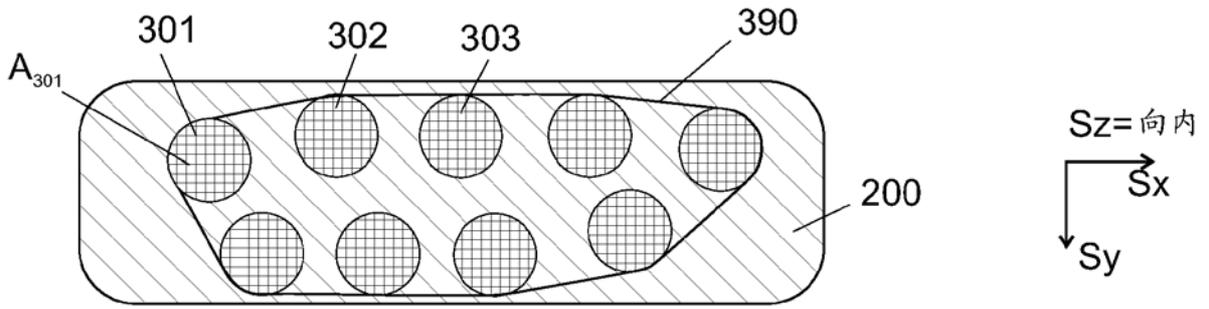


图 4b

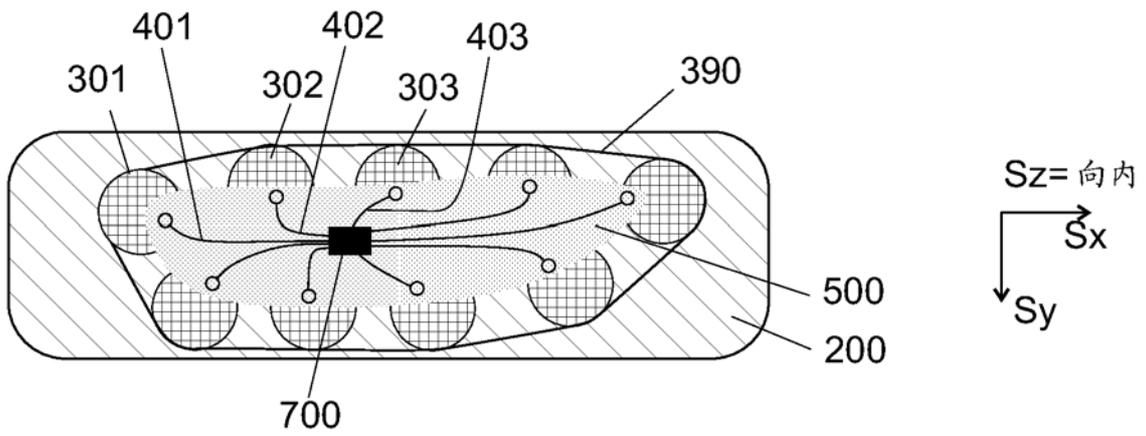


图 4c

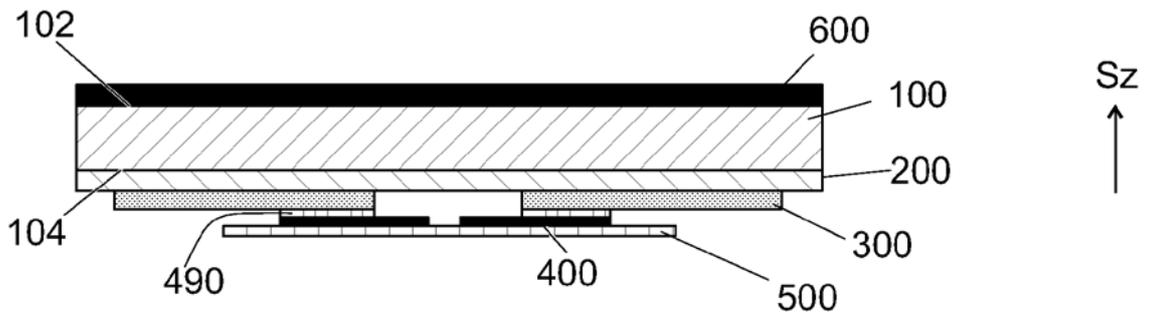


图 5a

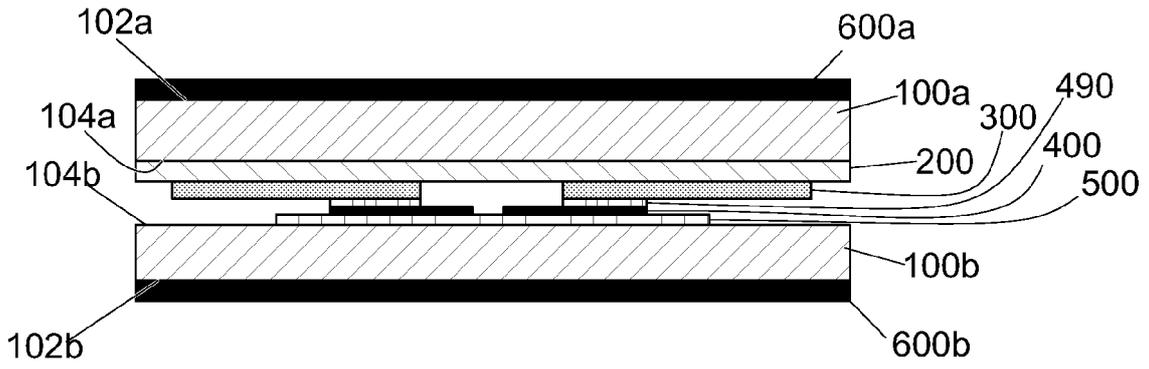


图 5b

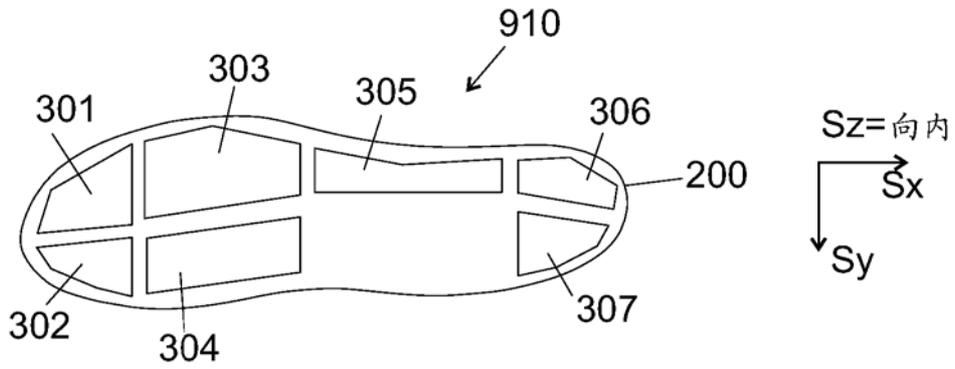


图 6a

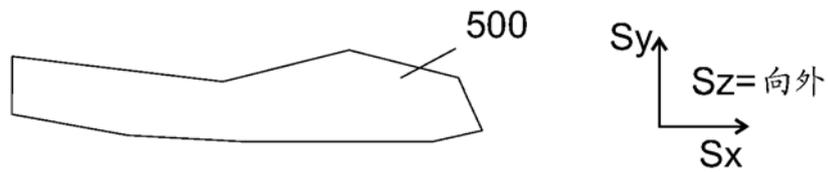


图 6b

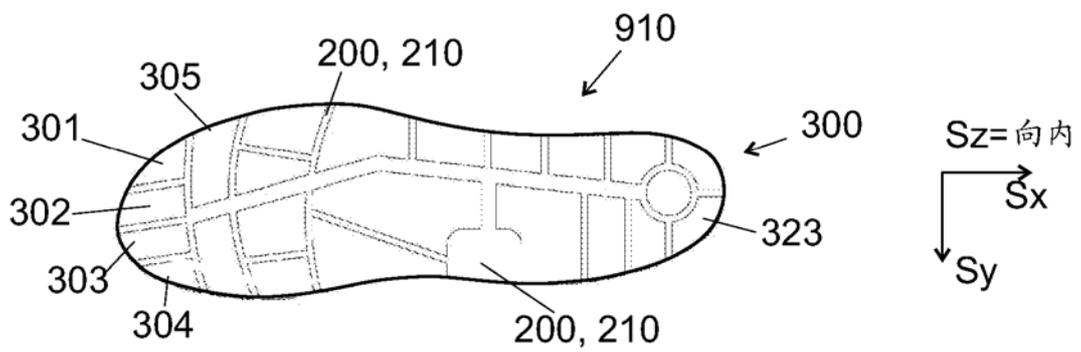


图 6c

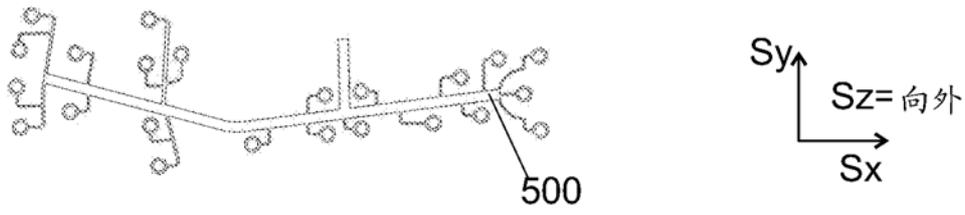


图 6d

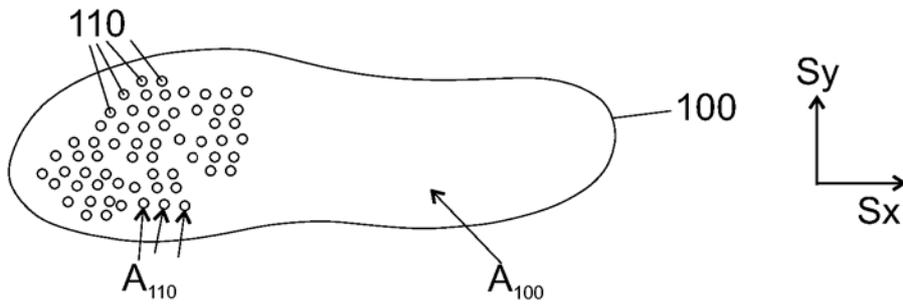


图 7a

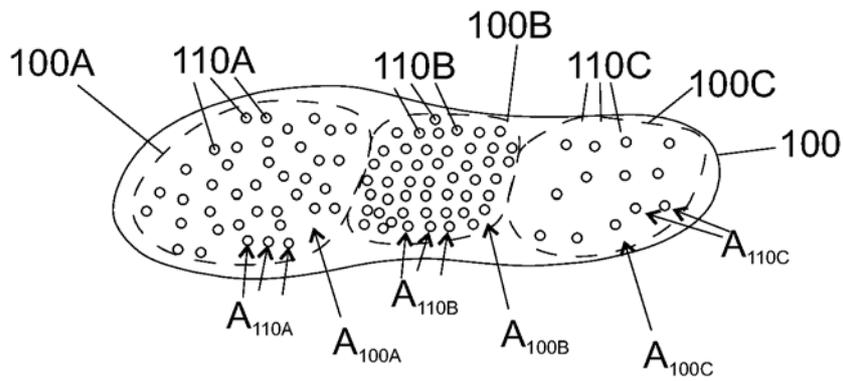


图 7b

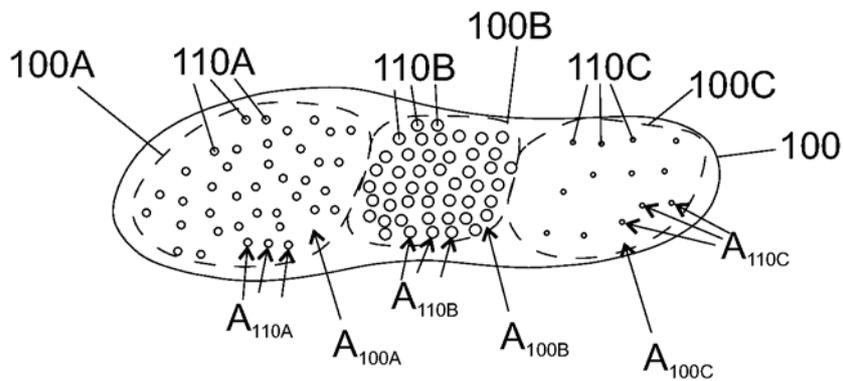


图 7c

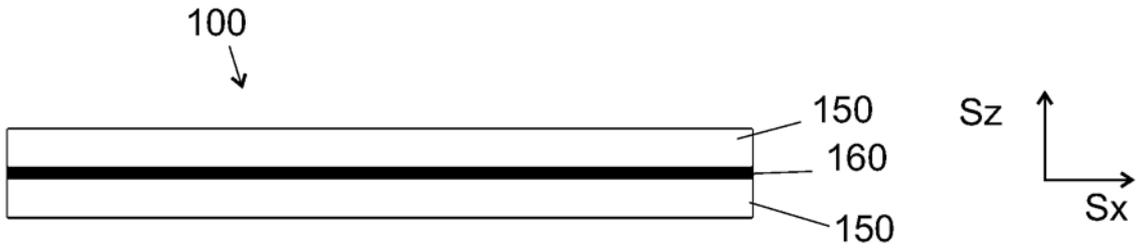


图 7d

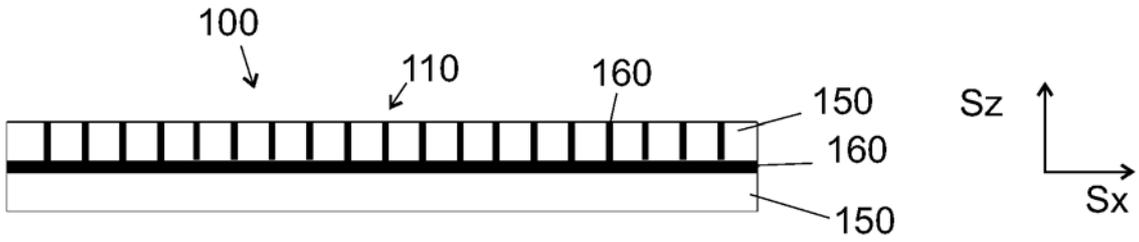


图 7e

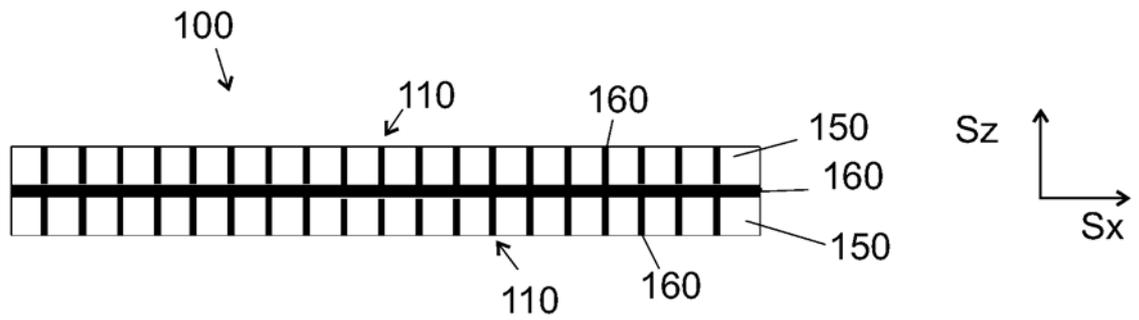


图 7f

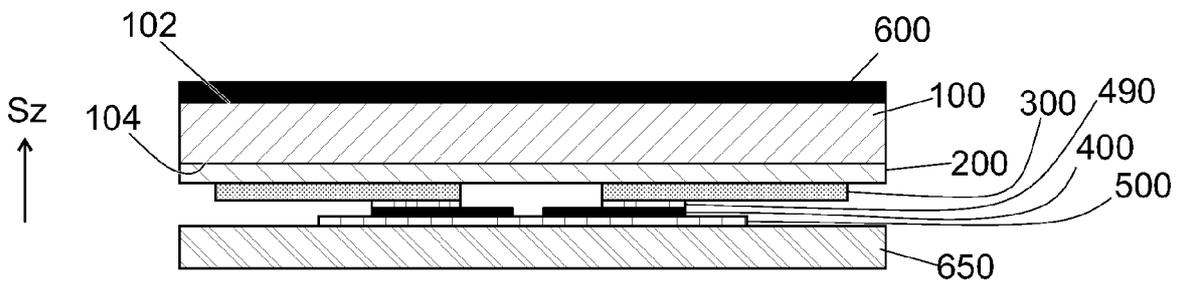


图 8a

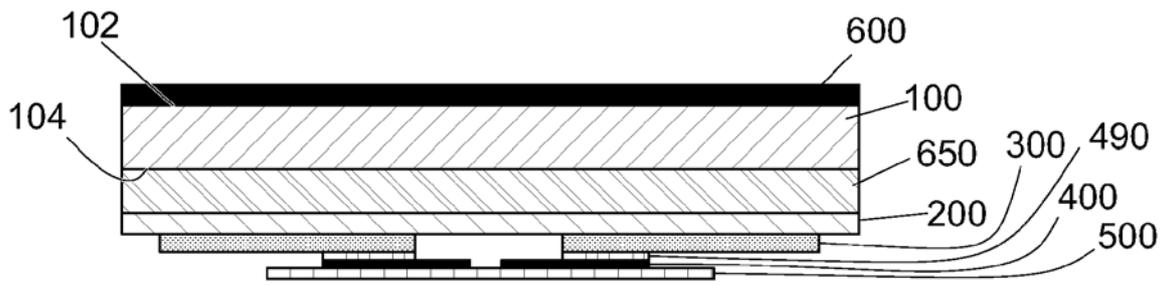


图 8b

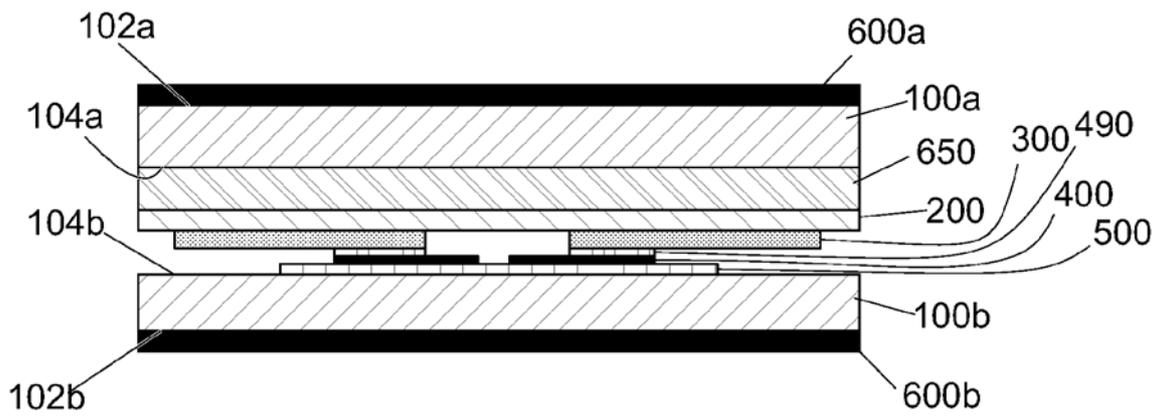


图 8c