



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110739233 B

(45) 授权公告日 2021.08.24

(21) 申请号 201911021075.7

(22) 申请日 2019.10.24

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110739233 A

(43) 申请公布日 2020.01.31

(73) 专利权人 京东方科技集团股份有限公司  
地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路10号

(72) 发明人 吴志鸿 杨柏儒

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
公司 11021

代理人 陈平

(51) Int. Cl.

H01L 21/56 (2006.01)

H01L 21/67 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 107222974 A, 2017.09.29

CN 207976854 U, 2018.10.16

KR 20180116534 A, 2018.10.25

CN 107710874 A, 2018.02.16

KR 20170012930 A, 2017.02.06

CN 108963306 A, 2018.12.07

审查员 刘杰铭

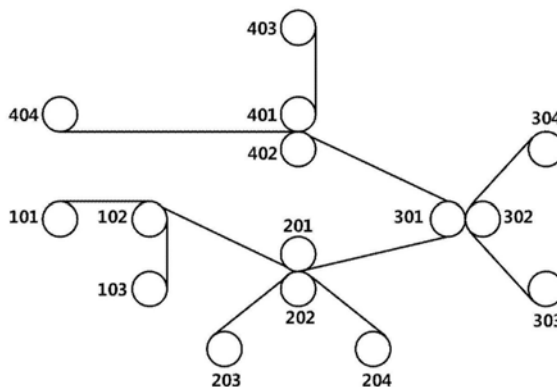
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

制备柔性传感器的方法

(57) 摘要

本公开提供了一种制备柔性传感器的方法，直接利用胶带作为传感器的基材，通过卷对卷工艺将电极和功能层转印到胶带上，从而可以大规模、大面积、高精度、高效率地制备柔性传感器。



1. 一种制备柔性传感器的方法,其特征在于,所述方法包括:

以卷到卷方式从衬底出卷辊向衬底收卷辊提供胶带,所述胶带具有第一粘弹性表面;

以卷到卷的方式从第一电极层支持层出卷辊向第一电极层支持层收卷辊提供第一电极层支持层,离开所述第一电极层支持层出卷辊的所述第一电极层支持层上支持有第一电极层,其中在第一电极层转印对辊处,使所述胶带的所述第一粘弹性表面与所述第一电极层接触,以将所述第一电极层从所述第一电极层支持层转印到所述胶带的所述第一粘弹性表面上;

以卷到卷的方式从半导体功能层出卷辊向半导体功能层支持层收卷辊提供半导体功能层支持层,离开所述半导体功能层支持层出卷辊的所述半导体功能层支持层上支持有半导体功能层,其中在半导体功能层转印对辊处,使所述胶带的所述第一粘弹性表面与所述半导体功能层接触,以将所述半导体功能层从所述半导体功能层支持层转印到所述胶带的所述第一粘弹性表面上。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述胶带还具有与所述第一粘弹性表面相反的第二粘弹性表面。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述胶带是光学透明胶带。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一电极层是图案化的纳米银膜。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一粘弹性表面在通过所述第一电极层转印对辊前经过等离子表面处理。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述半导体功能层是由CdS或ZnO制成的。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述半导体功能层是图案化的纳米线。

8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述半导体功能层是电子墨水胶囊块微阵列。

9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:以卷到卷的方式从第二电极层支持层出卷辊向第二电极层支持层收卷辊提供第二电极层支持层,离开所述第二电极层支持层出卷辊的所述第二电极层支持层上支持有第二电极层,在第二电极层转印对辊处,使所述胶带的所述第一粘弹性表面与所述第二电极层接触,以将所述第二电极层从所述第二电极层支持层转印到所述胶带的所述第一粘弹性表面上。

10. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:在以卷到卷的方式从保护层出卷辊向所述衬底收卷辊提供保护层,其中在所述胶带到达所述衬底收卷辊之前,在保护层覆盖对辊处,将所述保护层贴附到所述第一粘弹性表面上。

## 制备柔性传感器的方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及柔性传感器领域,更具体地,涉及一种制备柔性传感器的方法。

### 背景技术

[0002] 由于柔性电子器件可弯折、且适合用于溶液态制成,并且有灵敏度高的特性,在可穿戴式传感器的应用中得到了广泛的研究。柔性传感器通常由在柔性衬底上的电极和半导体功能层组成。将电极和半导体功能层分别形成在柔性衬底上的工艺通常是复杂的。

[0003] 对于大规模、大面积、高精度、高效率制备柔性传感器的方法,仍存在着改进的需要。

### 发明内容

[0004] 本公开提供了一种制备柔性传感器的方法,其特征在于,所述方法包括:

[0005] 以卷到卷方式从衬底出卷辊向衬底收卷辊提供胶带,所述胶带具有第一粘弹性表面;

[0006] 以卷到卷的方式从第一电极层支持层出卷辊向第一电极层支持层收卷辊提供第一电极层支持层,离开所述第一电极层支持层出卷辊的所述第一电极层支持层上支持有第一电极层,其中在第一电极层转印对辊处,使所述胶带的所述第一粘弹性表面与所述第一电极层接触,以将所述第一电极层从所述第一电极层支持层转印到所述胶带的所述第一粘弹性表面上;

[0007] 以卷到卷的方式从半导体功能层出卷辊向半导体功能层支持层收卷辊提供半导体功能层支持层,离开所述半导体功能层支持层出卷辊的所述半导体功能层支持层上支持有半导体功能层,其中在半导体功能层转印对辊处,使所述胶带的所述第一粘弹性表面与所述半导体功能层接触,以将所述半导体功能层从所述半导体功能层支持层转印到所述胶带的所述第一粘弹性表面上。

[0008] 可选地,所述胶带还具有与所述第一粘弹性表面相反的第二粘弹性表面。

[0009] 可选地,所述胶带是光学透明胶带。

[0010] 可选地,所述第一电极层是图案化的纳米银膜。

[0011] 可选地,所述第一粘弹性表面在通过所述第一电极层转印对辊前经过等离子表面处理。

[0012] 可选地,所述半导体功能层是由CdS或ZnO制成的。

[0013] 可选地,所述半导体功能层是图案化的纳米线。

[0014] 可选地,所述半导体功能层是电子墨水胶囊块微阵列。

[0015] 可选地,所述方法还包括:以卷到卷的方式从第二电极层支持层出卷辊向第二电极层支持层收卷辊提供第二电极层支持层,离开所述第二电极层支持层出卷辊的所述第二电极层支持层上支持有第二电极层,在第二电极层转印对辊处,使所述胶带的所述第一粘弹性表面与所述第二电极层接触,以将所述第二电极层从所述第二电极层支持层转印到所

述胶带的所述第一粘弹性表面上。

[0016] 可选地,所述方法还包括:在以卷到卷的方式从保护层出卷辊向所述衬底收卷辊提供保护层,其中在所述胶带到达所述衬底收卷辊之前,在保护层覆盖对辊处,将所述保护层贴附到所述第一粘弹性表面上。

#### 附图说明

[0017] 图1是本公开的一个实施方案的示意图。

[0018] 图2示意性示出了转印电子墨水胶囊块微阵列。

[0019] 图3是本公开的另一个实施方案的示意图。

#### 具体实施方式

[0020] 为了解决前述问题,本公开提供了一种制备柔性传感器的方法,其特征在于,所述方法包括:

[0021] 以卷到卷方式从衬底出卷辊向衬底收卷辊提供胶带,所述胶带具有第一粘弹性表面;

[0022] 以卷到卷的方式从第一电极层支持层出卷辊向第一电极层支持层收卷辊提供第一电极层支持层,离开所述第一电极层支持层出卷辊的所述第一电极层支持层上支持有第一电极层,其中在第一电极层转印对辊处,使所述胶带的所述第一粘弹性表面与所述第一电极层接触,以将所述第一电极层从所述第一电极层支持层转印到所述胶带的所述第一粘弹性表面上;

[0023] 以卷到卷的方式从半导体功能层出卷辊向半导体功能层支持层收卷辊提供半导体功能层支持层,离开所述半导体功能层支持层出卷辊的所述半导体功能层支持层上支持有半导体功能层,其中在半导体功能层转印对辊处,使所述胶带的所述第一粘弹性表面与所述半导体功能层接触,以将所述半导体功能层从所述半导体功能层支持层转印到所述胶带的所述第一粘弹性表面上。

[0024] 本公开的使用卷到卷的方式进行柔性传感器的制备。卷到卷的方式可以提供大规模、大面积、高精度、高效率生产的能力。

[0025] 柔性传感器通常包括在柔性衬底上的电极层和与电极层接触的半导体功能层。

[0026] 目前,在常规的卷到卷制备柔性器件的工艺中,通常是通过放卷、涂布、固化、压印、复合、收卷等模块在衬底上进行连续成膜,从而形成特定的器件结构。其中,固化步骤用于保证器件中各个层结构之间的牢固结合。

[0027] 本公开的方法无需使用固化步骤即可确保层结构的稳定性,从而可以大幅提升制备效率。为了达到此目的,本公开的方法使用胶带作为柔性传感器衬底。

[0028] 胶带是指表面具有胶粘性的薄膜。更具体地,本公开中的胶带具有第一粘弹性表面。例如,胶带可以在一个表面具有压敏胶层作为第一粘弹性表面。

[0029] 首先,在作为柔性衬底的胶带的所述第一粘弹性表面上通过转印工艺结合传感器的第一电极层。具体地,以卷到卷的方式从第一电极层支持层出卷辊向第一电极层支持层收卷辊提供第一电极层支持层,离开所述第一电极层支持层出卷辊的所述第一电极层支持层上支持有第一电极层,其中在第一电极层转印对辊处,使所述胶带的所述第一粘弹性表面与

所述第一电极层接触,以将所述第一电极层从所述第一电极层支持层转印到所述胶带的所述第一粘弹性表面上。换言之,首先将第一电极层形成在第一电极层支持层上。第一电极层可以是图案化的,即具有柔性传感器中的第一电极所需的图案。第一电极层支持层用于支持第一电极层,并使第一电极层保持空间形状。在此,第一电极层以适当的结合力结合在第一电极层支持层上,并且两者可以在外力作用下物理地彻底分离。第一电极层支持层是柔性的,并且因此可以以卷到卷的方式将第一电极支持层从出卷辊提供向收卷辊。卷在出卷辊上的第一电极层支持层上支持有第一电极层,并其随着第一电极支持层从出卷辊向收卷辊运动。同时,以卷到卷的方式从衬底出卷辊向衬底收卷辊提供前述胶带。使胶带与第一电极层支持层都通过第一电极层转印对辊,并且在那里完成第一电极层的转印。可以使用PET等薄膜材料作为第一电极支持层。第一电极支持层的材料也可以用于后述的半导体功能层支持层和第二电极支持层。第一电极层不是通过粘合,而是通过旋涂或喷涂的方式结合在第一电极支持层上。因此,虽然第一电极层是固定在第一电极支持层上的,但电极支持层的表面能不高,低于粘弹性表面的表面能。因此,在转印过程中,第一电极层可以从第一电极支持层转印到第一粘弹性表面。

[0030] 转印对辊是一对辊或者说两个相对的辊,并且其构造为允许支持有待转印的层的初始膜层和目标膜层在两辊间通过,其中待转印的层位于初始膜层和目标膜层之间。设置转印对辊之间的间隙,使得当初始膜层和目标膜层从其中通过时,待转印的层与目标膜层接触。当目标膜层与待转印的层的结合力或粘合力大于待转印的层与初始膜层的结合力时,待转印的层将由于上述接触而与初始膜层分离并且与目标膜层结合,从而在初始膜层和目标膜层离开转印对辊后从初始膜层“转印”到目标膜层。

[0031] 具体地,在第一电极层转印对辊处,使所述胶带的所述第一粘弹性表面与所述第一电极层接触,以将所述第一电极层从所述第一电极层支持层转印到所述胶带的所述第一粘弹性表面上。转印时在对辊处的压力可以为 $1-10\text{kg}/\text{cm}^2$ ,优选 $4-5\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

[0032] 由此,通过卷到卷方式,可以将第一电极层从第一电极层支持层转印到胶带即衬底上。

[0033] 应当注意,由于基材性质不同,在胶带衬底上直接通过例如旋涂或喷涂等方式形成图案化的第一电极层是困难的,而在第一电极层支持层上形成图案化的第一电极层是则是方便且容易的。因此,将第一电极层的图案化和第一电极层与柔性衬底的结合分别完成并且通过卷到卷传输和对辊转印来进行传感器的组装,是方便的。

[0034] 为了保证转印能够实现,胶带的所述第一粘弹性表面与第一电极层的结合力必须充分大于第一电极层支持层与第一电极层的结合力。胶带的所述第一粘弹性表面的实例包括聚二甲基硅氧烷、乙二酸丁二醇酯与对苯二甲酸丁二醇酯的共聚物、丙烯酸树脂、环氧树脂、有机硅凝胶、光学胶、水凝胶、和可紫外光固化的胶,第一电极层的实例包括纳米银线、碳纳米管、聚乙撑二氧噻吩、石墨烯等,且低于电极支持层的实例包括PET等。此外,胶带可以具有基材,即第一粘弹性表面可以是在基材上的第一粘弹性层。

[0035] 本公开中所称的第一电极层是在形成半导体功能层之前在胶带上形成的电极层。第一电极层除了可以作为传感器中的阴极或阳极之外,也可以一部分作为阴极,另一部分作为阳极。为此,可以将第一电极层的电路图案设计为彼此隔开的阴极和阳极,并且随后使半导体功能层桥接在阴极和阳极之间,从而形成传感器。可选地,可以仅用第一电极层作为

阴极或阳极,并且在形成半导体功能层之后再形成对电极。

[0036] 在本公开的方法中,以卷到卷的方式从半导体功能层出卷辊向半导体功能层支持层收卷辊提供半导体功能层支持层,离开所述半导体功能层支持层出卷辊的所述半导体功能层支持层上支持有半导体功能层,其中在半导体功能层转印对辊处,使所述胶带的所述第一粘弹性表面与所述半导体功能层接触,以将所述半导体功能层从所述半导体功能层支持层转印到所述胶带的所述第一粘弹性表面上。半导体功能层支持层的的功能与第一电极支持层相似,不过是用于支持半导体功能层。

[0037] 半导体功能层是传感器中常规的半导体功能层。本公开的方法中同样以卷到卷传输和对辊转印来组装半导体功能层。应当理解,第一电极层并不完全覆盖第一粘弹性表面,并且图案化的第一电极层使得一部分第一粘弹性表面仍然暴露。半导体功能层与暴露的第一粘弹性表面中的至少一部分结合,从而结合到柔性衬底上。此外,半导体功能层还与第一电极层接触,以实现传感器的组装。

[0038] 当第一电极层如上所述同时包括阴极和阳极图案时,与柔性衬底的第一粘弹性表面结合的第一电极层以及半导体功能层便组成了传感器。采用本公开的方法,可以大规模、大面积、高精度、高效率地制备柔性传感器。

[0039] 应当理解,在第一粘弹性层上,可以先转印第一电极层,也可以先转印半导体功能层。通常,为了更好地维持第一电极层的图案,在转印半导体功能层之前转印第一电极层。

[0040] 在一个实施方案中,所述胶带还具有与所述第一粘弹性表面相反的第二粘弹性表面。即,胶带的两侧各自具有粘弹性表面。两种粘弹性表面的材质可以是相同的,也可以是不同的。第二粘弹性表面的用途是可以将柔性传感器粘贴到任意物体的表面,从而方便设置传感器。

[0041] 可选地,第二粘弹性表面可以是压敏胶层,并且通过按压即可将柔性传感器设置在所需位置。可选的第二粘弹性表面的材料可以与可选的第一粘弹性表面的材料相同。

[0042] 在一个实施方案中,所述胶带是光学透明胶带。光学透明胶带适于制备光探测器。光学透明胶带可以使用常规的光学透明胶材料,如可以使用可紫外光固化的透明胶水。

[0043] 在一个实施方案中,所述第一电极层是图案化的纳米银膜。纳米银膜导电性好,厚度低,易于图案化,并且特别适于转印。

[0044] 在一个实施方案中,所述第一粘弹性表面在通过所述第一电极层转印对辊前经过等离子表面处理。经过等离子表面处理的第一粘弹性表面的甲基转换成羟基,使得表面亲水性增加,更有利于第一电极层如纳米银膜的粘附。等离子体气氛的实例可以是空气气氛,也可以为氧气气氛。

[0045] 在一个实施方案中,所述半导体功能层是由CdS或ZnO制成的。这两种半导体材料适于制备例如自驱动光探测器和光电传感器。

[0046] 在一个实施方案中,所述半导体功能层是图案化的纳米线。纳米线形式的半导体功能层可以仍然暴露第一粘弹性表面用于后续层如保护层的形成。

[0047] 在一个实施方案中,所述半导体功能层是电子墨水胶囊块微阵列。将电子墨水胶囊刮到图案化的模版内,加热固化后在模版内形成图案化胶囊块。随后,通过粘弹性材料的表面的粘性将胶囊块转印到粘弹性材料上。

[0048] 在一个实施方案中,所述方法还包括:以卷到卷的方式从第二电极层支持层出卷

辊向第二电极层支持层收卷辊提供第二电极层支持层,离开所述第二电极层支持层出卷辊的所述第二电极层支持层上支持有第二电极层,在第二电极层转印对辊处,使所述胶带的所述第一粘弹性表面与所述第二电极层接触,以将所述第二电极层从所述第二电极层支持层转印到所述胶带的所述第一粘弹性表面上。第二电极层和第二电极层支持层的材料可以与第一电极层和第一电极层支持层的材料相同。

[0049] 如上所述,根据不同的电路设计,当第一电极层仅充当阴极或阳极之一时,可以再形成第二电极层作为对电极。

[0050] 在一个实施方案中,所述方法还包括:在以卷到卷的方式从保护层出卷辊向所述衬底收卷辊提供保护层,其中在所述胶带到达所述衬底收卷辊之前,在保护层覆盖对辊处,将所述保护层贴附到所述第一粘弹性表面上。这样,可以通过卷对卷方式贴附保护层,以将传感器薄膜封装。保护层材料可以为单硅离型薄膜、聚脂离型薄膜、特氟龙离型薄膜、复合式离型膜、耐高温离型膜、聚苯醚剥离膜、聚四氟乙烯隔离膜、聚乙烯离形膜、复合离型膜。

[0051] 以下通过附图和实施例进一步说明本发明。

[0052] 图1是本公开的一个实施方案的示意图。

[0053] 101-103为胶带出卷装置。201-204为胶带与电极的转印装置。301-304为胶带与半导体功能层的转印装置。401-404为转印完成的胶带的保护和收卷装置。

[0054] 101-103辊用于胶带的出卷。带有离型膜的胶带从衬底出卷辊101出发,胶带由衬底收卷辊404牵引,离型膜则由离型膜收卷辊103牵引,并且在转向辊102处完成离型膜的揭除。

[0055] 201-204辊用于将第一电极层转印到胶带上。支持有第一电极层的第一电极层支持层从第一电极层支持层出卷辊203向第一电极层支持层收卷辊204运动,并且在第一电极层转印对辊201、202处与胶带共同通过。在那里,第一电极层支持层上的第一电极层与胶带接触并被转印到胶带上。

[0056] 301-304辊用于将半导体功能层转印到胶带上。持有半导体功能层的半导体功能层支持层从半导体功能层支持层出卷辊303向半导体功能层支持层收卷辊304运动,并且在半导体功能层转印对辊301、302处与携带有第一电极层的胶带共同通过。在那里,半导体功能层支持层上的半导体功能层与胶带接触并被转印到胶带上,并且与第一电极层电学接触,组装形成传感器。

[0057] 401-404辊为转印完成的胶带的保护和收卷装置。403是保护层出卷辊。在保护层覆盖对辊401、402处,保护膜与转印完成的胶带进行压合。衬底收卷辊404辊同时充当保护层收卷辊。

[0058] 图1仅是示例性的。例如,半导体功能层转印段可以在第一电极层转印段之前。此外,还可以存在第二电极层转印段。还可以设置类似于离型层剥离机构102、103的其他的保护膜剥离辊。

[0059] 图2示出了如何转印电子墨水胶囊块微阵列。上图显示了形成在模版内的经过加热固化的电子墨水胶囊块,模版本身是可卷对卷传送的柔性材料。如上图所述,形成的胶囊块的顶部比模版的表面稍低,具有间隙。下图示出了转印时的情况。胶带和模版均以速度 $v$ 向右运动。在上方的转印辊的压力下,胶带微微凹入上述间隙中,并且由于粘弹性表面的存在,在滚轮压合胶囊块表面时胶囊块被转移到胶带上。

[0060] 在图1的基础上,还可以如图3所示,设置用于第二电极层的辊501、502和503,以形成具有第二电极层的光探测器。

[0061] 以下通过实施例进一步说明本发明。

[0062] 实施例1

[0063] 采用图1所示的流程,将光学透明胶带卷材放置于101辊通过102辊与103辊对其进行揭膜和传输,在204辊为承载在支持层上的图案化好且经过等离子体处理过表面能低的纳米银膜卷材,通过201辊和202辊的压合使得纳米银转印到光学透明胶带上,形成图案化的电极层。304辊为图案化好的CdS纳米线和ZnO纳米线的卷材,在此基础上光学透明胶带上图案化好的电极层经有301与302辊的压合将此半导体功能层转印到光学透明胶带上。完成光探测器的制备。403辊为带有离型膜的卷材,制备好的光探测器胶带经由401辊和402辊的压合将保护层离型膜贴附在制备好的器件上。最后由404辊完成收卷。

[0064] 其中,光学透明胶带卷材的宽度为20cm,厚度为50um,粘弹性层的材料为PDMS。对胶带表面在空气气氛下以30w功率等离子处理240s。纳米银膜卷材为在PET上旋涂形成纳米银线。CdS/ZnO纳米线的卷材为在PET上沉积形成硫化镉和氧化锌纳米线。保护层离型膜的材料为PET离型膜。

[0065] 卷对卷工艺的行进速度为0.7m/min。转印对辊之间的间隙和压力为5kg/cm<sup>2</sup>。

[0066] 由此,以卷对卷转印方式制成了光探测器。

[0067] 实施例2

[0068] 将光学透明胶带卷材放置于101辊通过102辊与103辊对其进行揭膜和传输,在204辊为图案化好且经过等离子体处理过表面能低的纳米银膜卷材,通过201辊和202辊的压合使得纳米银转印到光学透明胶带上,形成图案化的电极层。304辊为图案化好的电子墨水胶囊的卷材,在此基础上光学透明胶带上图案化好的电极层经有301与302辊的压合将此图案化好的电子胶囊块转印到光学透明胶带上如图2,完成胶囊层的转移。随后利用第二电极层转印段的辊501-504重复纳米银电极的转印,制备好上电极。403辊为带有离型膜的卷材,制备好的电子纸结构经由401辊和402辊的压合将保护层离型膜贴附在制备好的器件上,最后由404辊完成收卷。

[0069] 其中,光学透明胶带卷材的宽度为20cm,厚度为75um,粘弹性层的材料为水凝胶。对胶带表面在空气气氛下以40w功率等离子处理200s。纳米银膜卷材为在PET上喷涂纳米银溶液形成纳米银线。支持有电子胶囊块微阵列的卷材是通过在柔性基材的图案化凹陷中刮涂电子墨水胶囊并加热固化形成的。保护层离型膜的材料为单硅离型薄膜。

[0070] 卷对卷工艺的行进速度为0.5m/min。转印对辊之间的间隙和压力为4kg/cm<sup>2</sup>。

[0071] 由此,以卷对卷转印方式制成了具有两个电极层的电子纸传感器。

[0072] 本公开的方法直接利用胶带作为传感器的基材,通过卷对卷工艺将电极和功能层转印到胶带上,可以大规模、大面积、高精度、高效率地制备柔性传感器。

[0073] 显然,本领域的技术人员可以对本公开实施例进行各种改动和变型而不脱离本公开的精神和范围。这样,倘若本公开的这些修改和变型属于本公开权利要求及其等同技术的范围之内,则本公开也意图包含这些改动和变型在内。



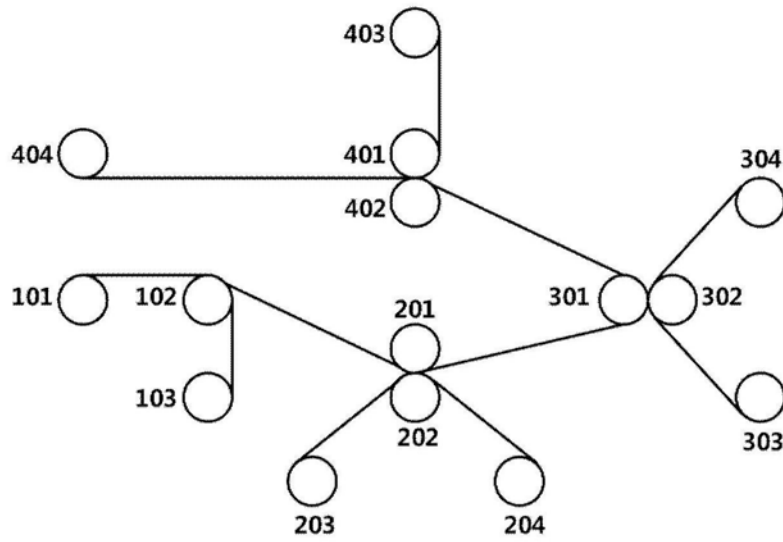


图1

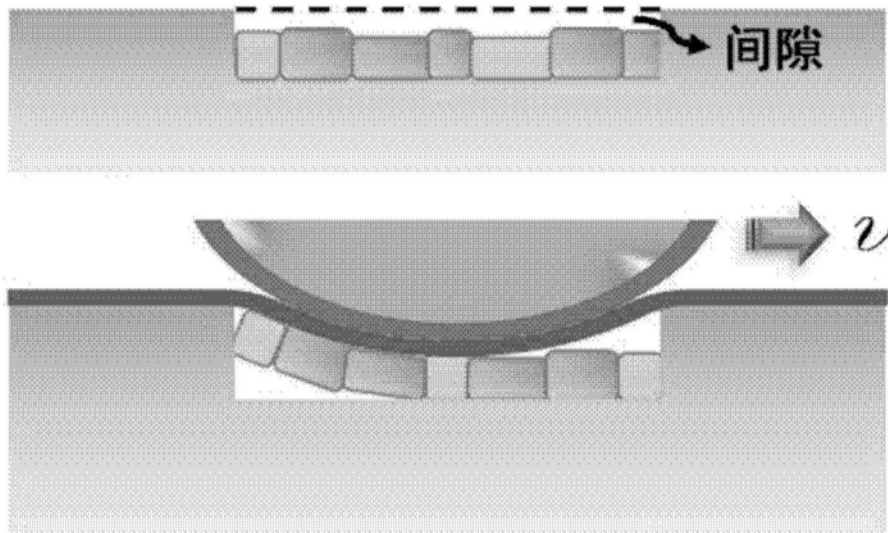


图2

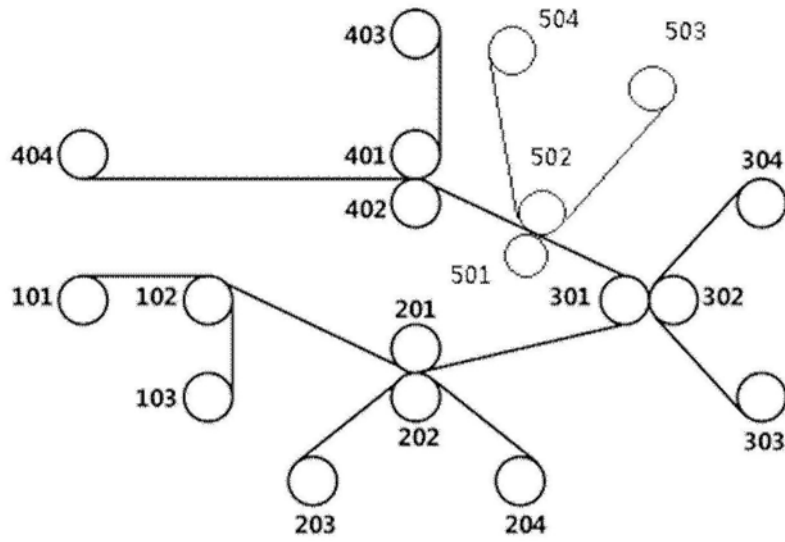


图3