



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109554797 B

(45) 授权公告日 2022.08.12

(21) 申请号 201910090752.4

审查员 雷鸣

(22) 申请日 2019.01.29

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109554797 A

(43) 申请公布日 2019.04.02

(73) 专利权人 香港理工大学

地址 中国香港九龙红磡香港理工大学

(72) 发明人 陶肖明 刘苏

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限

公司 11227

专利代理人 罗满

(51) Int.Cl.

D02G 3/44 (2006.01)

D02G 3/38 (2006.01)

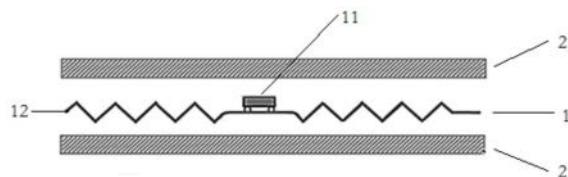
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

一种微电子纱线及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种微电子纱线，包括相互接触的组件纱和芯纱。组件纱中设置有电子元器件的柔性纤维结构基底，使得柔性纤维结构基底非常柔软；同时由于芯纱的延展性低于组件纱的延展性，使得当微电子纱线发生形变时，芯纱承受载荷，并限制轴向拉伸变形，进而避免组件纱承受载荷，以使微电子纱线不易损坏。本发明还提供了一种微电子纱线的制备方法，所制备而成的微电子纱线同样具有上述有益效果。



1.一种微电子纱线，其特征在于，包括相互接触的组件纱和芯纱；

所述组件纱包括柔性纤维结构基底和位于所述柔性纤维结构基底表面的电子元器件；所述柔性纤维结构基底表面设置有电子线路，所述电子元器件与所述电子线路电连接；所述芯纱的延展性低于所述组件纱的延展性；所述芯纱的强度大于所述组件纱的强度；所述芯纱的刚度大于所述组件纱的刚度；

其中，所述柔性纤维结构基底的厚度在0.05mm至0.18mm之间，包括端点值；所述柔性纤维结构基底的弯曲刚度为 0.68×10^{-4} Nm/m，所述柔性纤维结构基底的孔隙率在18%至50%之间，包括端点值；所述柔性纤维结构基底中纤维长度在5mm至6mm之间，表面均方粗糙度在0.4μm至20μm之间，空气中室温下抗张强度在5.13KN/m以上；

所述柔性纤维结构基底表面设置有电子线路，具体为：通过气凝胶电路打印技术在所述柔性纤维结构基底表面形成所述电子线路；所述电子线路的最小线宽为10μm；

所述组件纱还包括覆盖所述柔性纤维结构基底、所述柔性纤维结构基底表面的电子线路以及所述电子元器件的保护层；所述保护层通过真空气相沉积工艺实现，所述保护层的厚度在0.1μm至100μm之间；

当所述电子元器件为LED芯片，所述保护层为透明保护层；当所述电子元器件为温度传感器或湿度传感器，所述保护层分段设置，以覆盖所述电子线路以及裸露所述电子元器件用于获取参数的传感部位。

2.根据权利要求1所述的微电子纱线，其特征在于，所述微电子纱线还包括包覆纱；

所述包覆纱包覆所述芯纱和所述组件纱。

3.一种微电子纱线的制备方法，其特征在于，包括：

在柔性纤维结构基底表面设置电子线路；

在所述柔性纤维结构基底表面设置与所述电子线路电连接的电子元器件，以制成组件纱；

将芯纱与所述组件纱并行喂入纺纱装置，以制成所述微电子纱线；其中，所述芯纱的延展性低于所述组件纱的延展性；所述芯纱的强度大于所述组件纱的强度；所述芯纱的刚度大于所述组件纱的刚度；

其中，所述柔性纤维结构基底的厚度在0.05mm至0.18mm之间，包括端点值；所述柔性纤维结构基底的弯曲刚度为 0.68×10^{-4} Nm/m，所述柔性纤维结构基底的孔隙率在18%至50%之间，包括端点值；所述柔性纤维结构基底中纤维长度在5mm至6mm之间，表面均方粗糙度在0.4μm至20μm之间，空气中室温下抗张强度在5.13KN/m以上；

所述柔性纤维结构基底表面设置有电子线路，具体为：通过气凝胶电路打印技术在所述柔性纤维结构基底表面形成所述电子线路；所述电子线路的最小线宽为10μm；

在所述柔性纤维结构基底表面设置与所述电子线路电连接的电子元器件之后，所述方法还包括：在所述柔性纤维结构基底表面和所述电子元器件表面设置覆盖所述柔性纤维结构基底、所述柔性纤维结构基底表面的电子线路以及所述电子元器件的保护层；所述保护层通过真空气相沉积工艺实现，所述保护层的厚度在0.1μm至100μm之间；

当所述电子元器件为LED芯片，所述保护层为透明保护层；当所述电子元器件为温度传感器或湿度传感器，所述保护层分段设置，以覆盖所述电子线路以及裸露所述电子元器件用于获取参数的传感部位。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述在柔性纤维结构基底表面设置电子线路包括:

在柔性纤维结构基底表面贴合感光膜;

对所述感光膜依次进行曝光以及显影,以在所述柔性纤维结构基底表面形成具有预设镂空图案的感光膜;

通过所述具有预设镂空图案的感光膜在所述柔性纤维结构基底表面镀电子线路。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述将芯纱与所述组件纱并行喂入纺纱装置,以制成所述微电子纱线包括:

将芯纱与所述组件纱并行喂入纺纱装置,同时包缠包覆纱,以制成所述微电子纱线;其中,所述包覆纱包覆所述芯纱和所述组件纱。

一种微电子纱线及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及微电子技术领域，特别是涉及一种微电子纱线及一种微电子纱线的制备方法。

背景技术

[0002] 随着近年来科技不断的进步，微电子技术得到了极大的发展，相应的智能纺织品应运而成。智能纺织品可通过柔性器件或刚性微电子器件或模块集成到纺织品上来实现。然而，目前柔性元件的精度，可靠性和功能都有限制。通过将刚性微电子器件或模块集成到纺织品给穿戴者带来严重不适，且纺织品也失去了其本身柔软的特性。在现有技术中，设置有电子元器件的微电子纱线直径通常较大、缺乏柔韧性，造成纺织后续加工的巨大困难并会给穿戴者带来严重的不适。同时抗疲劳性较差，容易折断。所以如何提供一种柔软的微电子纱线是本领域技术人员急需解决的问题。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种微电子纱线，该微电子纱线比现有微电子纱线更细和更柔软；本发明的目的在于提供一种微电子纱线的制备方法，所制备而成的微电子纱线比现有微电子纱更细、更加柔软、使用寿命更长。

[0004] 为解决上述技术问题，本发明提供一种微电子纱线，包括相互接触的组件纱和芯纱；

[0005] 所述组件纱包括柔性纤维结构基底和位于所述柔性纤维结构基底表面的电子元器件；所述柔性纤维结构基底表面设置有电子线路，所述电子元器件与所述电子线路电连接；所述芯纱的延展性低于所述组件纱的延展性。

[0006] 可选的，所述微电子纱线还包括包覆纱；

[0007] 所述包覆纱包覆所述芯纱和所述组件纱。

[0008] 可选的，所述芯纱的强度大于所述组件纱的强度；所述芯纱的刚度大于所述组件纱的刚度。

[0009] 可选的，所述组件纱还包括覆盖所述柔性纤维结构基底以及所述电子元器件的保护层。

[0010] 可选的，所述电子元器件为LED芯片，所述保护层为透明保护层。

[0011] 本发明还提供了一种微电子纱线的制备方法，包括：

[0012] 在柔性纤维结构基底表面设置电子线路；

[0013] 在所述柔性纤维结构基底表面设置与所述电子线路电连接的电子元器件，以制成组件纱；

[0014] 将芯纱与所述组件纱并行喂入纺纱装置，以制成所述微电子纱线；其中，所述芯纱的延展性低于所述组件纱的延展性。

[0015] 可选的，所述在柔性纤维结构基底表面设置电子线路包括：

- [0016] 通过气凝胶电路打印技术在柔性纤维结构基底表面设置电子线路。
- [0017] 可选的,所述在柔性纤维结构基底表面设置电子线路包括:
- [0018] 在柔性纤维结构基底表面贴合感光膜;
- [0019] 对所述感光膜依次进行曝光以及显影,以在所述柔性纤维结构基底表面形成具有预设镂空图案的感光膜;
- [0020] 通过所述具有预设镂空图案的感光膜在所述柔性纤维结构基底表面镀电子线路。
- [0021] 可选的,所述将芯纱与所述组件纱并行喂入纺纱装置,以制成所述微电子纱线包括:
- [0022] 将芯纱与所述组件纱并行喂入纺纱装置,同时包缠包覆纱,以制成所述微电子纱线;其中,所述包覆纱包覆所述芯纱和所述组件纱。
- [0023] 可选的,在所述柔性纤维结构基底表面设置与所述电子线路电连接的电子元器件之后,所述方法还包括:
- [0024] 在所述柔性纤维结构基底表面和所述电子元器件表面设置覆盖所述柔性纤维结构基底以及所述电子元器件的保护层。
- [0025] 本发明所提供的一种微电子纱线,组件纱中设置有电子元器件的柔性纤维结构基底,使得组件纱非常纤细、柔软;同时由于芯纱的延展性低于组件纱的延展性,使得当微电子纱线发生形变时,芯纱会承受载荷并限制轴向拉伸变形,进而避免组件纱承受载荷,提高微电子纱线的使用可靠性。
- [0026] 本发明还提供了一种微电子纱线的制备方法,所制备而成的微电子纱线同样具有上述有益效果,在此不再进行赘述。

附图说明

[0027] 为了更清楚的说明本发明实施例或现有技术的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单的介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

- [0028] 图1为本发明实施例所提供的一种微电子纱线的结构示意图;
- [0029] 图2为本发明实施例所提供的一种具体的微电子纱线的结构示意图;
- [0030] 图3为图2的剖视图;
- [0031] 图4为本发明实施例所提供的另一种具体的微电子纱线中组件纱的结构示意图;
- [0032] 图5为本发明实施例所提供的一种微电子纱线制备方法的流程图;
- [0033] 图6为本发明实施例所提供的一种具体的微电子纱线制备方法的流程图;
- [0034] 图7为本发明实施例所提供的另一种具体的微电子纱线制备方法的流程图;
- [0035] 图8为本发明实施例所提供的再一种具体的微电子纱线制备方法的流程图。
- [0036] 图中:1.组件纱、11.电子元器件、12.柔性纤维结构基底、13.保护层、2.芯纱、3.包覆纱。

具体实施方式

[0037] 本发明的核心是提供一种微电子纱线。在现有技术中,设置有电子元器件的微电

子纱线直径通常较大、缺乏柔软性，造成纺织后续加工的巨大困难并会给穿戴者带来严重的不适。同时抗疲劳性较差，容易折断。

[0038] 而本发明所提供的一种微电子纱线，组件纱中设置有电子元器件的柔性纤维结构基底，使得组件纱非常纤细、柔软；同时由于芯纱的延展性低于组件纱的延展性，使得当微电子纱线发生形变时，芯纱会承受载荷并限制轴向拉伸变形，进而避免组件纱承受载荷，提高微电子纱线的使用可靠性。

[0039] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的详细说明。显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0040] 请参考图1，图1为本发明实施例所提供的一种微电子纱线的结构示意图。

[0041] 参见图1，在本发明实施例中，所述微电子纱线包括相互接触的组件纱1和的芯纱2；所述组件纱1包括柔性纤维结构基底12和位于所述柔性纤维结构基底12表面的电子元器件11；所述柔性纤维结构基底12表面设置有电子线路，所述电子元器件11与所述电子线路电连接；所述芯纱2的延展性低于所述组件纱1的延展性。

[0042] 上述微电子纱线至少包括用于设置电子元器件11的组件纱1，以及用于承受载荷的芯纱2，一根微电子纱线中芯纱2与组件纱1通常相互接触。上述组件纱1至少包括柔性纤维结构基底12以及设置在柔性纤维结构基底12表面的电子元器件11。上述电子元器件11可以是LED(发光二极管)芯片、温度传感器、湿度触感器、射频芯片等等，有关电子元器件11的具体类型在本发明实施例中并不做具体限定。

[0043] 上述柔性纤维结构基底12的材质为纤维，应用纤维可以使得柔性纤维结构基底12较为柔软，不会给穿戴者带来严重的不适。具体的，上述柔性纤维结构基底12的材质可以由一种或多种耐高温、变形小、不吸水、具有较高且稳定介电常数的纤维构成，例如对位或间位芳纶、聚酰亚胺、陶瓷或聚酯纤维等等，包括由上述材料构成的无纺织物、机织、针织、纸等等。有关柔性纤维结构基底12的具体结构将在下述发明实施例中做详细介绍，在此不再进行赘述。

[0044] 上述柔性纤维结构基底12表面设置有电子线路，上述电子线路通常是沉积或印刷在柔性纤维结构基底12表面的电子线路，其结构通常较为柔软。有关电子线路具体的设置方法将在下述发明实施例中做详细介绍，在此不再进行介绍和赘述。与铜线或其他的材质的导线不同，在柔性纤维结构基底12表面设置的电子线路不会明显增加组件纱1的刚度，使得组件纱1足够的柔软以使穿戴者较为舒适。通常情况下，上述电子元器件11需要与电子线路电连接，以使电子元器件11之间可以电连接以进行工作。

[0045] 上述芯纱2在本发明实施例中主要起到承受载荷的作用，芯纱2在本发明实施例中通常为长丝纱。具体的，上述芯纱2可以是连续单丝纱或复丝纱。在本发明实施例中，芯纱2的延展性需要低于上述组件纱1的延展性，从而在受到外力时，芯纱2承受载荷，并限制轴向拉伸变形，进而避免组件纱1沿长度方向伸展，保护设置有电子元器件11的组件纱1不易受到损坏。具体的，在本发明实施例中为了保证微电子纱线能承受一定外力，且具有较好的拉伸性能，上述芯纱2的断裂强度通常需要大于0.3N/tex。

[0046] 通常情况下，为了使得芯纱2匝微电子纱线中可以起到更好的承载效果，所述芯纱

的强度通常可以大于所述组件纱的强度；所述芯纱的刚度通常可以大于所述组件纱的刚度。相比于组件纱1，选用强度以及刚度更大的长丝纱制成芯纱2可以使得芯纱2能够承受更大的载荷，进而更好的在微电子纱线中起到承载作用，更好的保护组件纱1不易受到损坏。

[0047] 在本发明实施例中，组件纱1与芯纱2需要相互接触，上述芯纱2通常还需要起到承载组件纱1的作用，同时保护组件纱1不易损坏。上述组件纱1与芯纱2可以并行排列，有关微电子纱线的具体结构将在下述发明实施例中做详细介绍。

[0048] 本发明实施例所提供的一种微电子纱线，组件纱1中设置有电子元器件11的柔性纤维结构基底12使得组件纱1非常纤细、柔软；同时由于芯纱2的延展性低于组件纱1的延展性，使得当微电子纱线发生形变时，芯纱2承受载荷，并限制轴向拉伸变形，进而避免组件纱1沿长度方向伸展，避免组件纱承受载荷，以使微电子纱线更加耐用。

[0049] 有关本发明所提供的一种微电子纱线的具体结构将在下述发明实施例中做详细介绍。

[0050] 请参考图2以及图3，图2为本发明实施例所提供的一种具体的微电子纱线的结构示意图；图3为图2的剖视图。

[0051] 区别于上述发明实施例，本发明实施例是在上述发明实施例的基础上，进一步的对微电子纱线的结构进行具体限定。其余内容已在上述发明实施例中进行了详细介绍，在此不再进行赘述。

[0052] 参见图2以及图3，在本发明实施例中，所述微电子纱线还可以包括包覆纱3；所述包覆纱3包覆所述芯纱2和所述组件纱1。

[0053] 上述包覆纱3位于整个微电子纱线的最外层，包覆有上述组件纱1以及芯纱2。包覆纱3在本发明实施例中主要起保护、装饰、防摩擦的作用，该包覆纱3可以是变形或者是不变形的长丝，也可以是羊毛、棉花、化纤的短纤。上述包覆纱3主要起到固定以及保护组件纱1和芯纱2的作用，并使微电子纱线保持美观以及良好的手感。

[0054] 为了进一步保护上述组件纱1不易受到损坏，在本发明实施例中所述微电子纱线可以包括多根所述芯纱2，多根所述芯纱2包覆在所述包覆纱3内包围所述组件纱1。即在上述包覆纱3内可以包覆有多根芯纱2，同时多根芯纱2会包围上述组件纱1，以尽可能防止组件纱1受到损坏，从而导致微电子纱线失效。

[0055] 作为优选的，在本发实施例中，所述组件纱1还包括覆盖所述柔性纤维结构基底12以及所述电子元器件11的保护层13。上述保护层13通常位于组件纱1的最外层，该保护层13需要覆盖上述组件纱1中的柔性纤维结构基底12以及电子元器件11，当然也会覆盖设置在柔性纤维结构基底12表面的电子线路。保护层13在本发明实施例中主要起到防水、防尘以及防短路的作用，该保护层13可以由有机、无机或复合材料，例如聚对二甲苯等构成。

[0056] 需要说明的是，在本发明实施例中，上述保护层13的材质以及作用需要与电子元器件11的具体种类相对应。例如，若微电子纱线中的电子元器件11为LED芯片，则上述保护层13通常需要选用透明的封装材料，以使LED芯片所发出的光线可以透过保护层；若微电子纱线中的电子元器件11为温度传感器或湿度传感器等传感器，则上述保护层13通常需要分段设置，以覆盖设置有上述电子线路的部分；同时裸露传感器中用于获取参数的传感部位，以在微电子纱线中添加例如导热、导湿等结构。

[0057] 本发明实施例所提供的一种微电子纱线，通过设置包覆组件纱1以及芯纱2的包覆

纱3可以在固定以及保护组件纱1和芯纱2的同时,使微电子纱线保持美观以及良好的手感;通过设置覆盖柔性纤维结构基底12以及电子元器件11的保护层13可以使得组件纱1具有防水、防尘以及防短路的功能。

[0058] 有关本发明所提供的一种微电子纱线中柔性纤维结构基底12的具体结构将在下述发明实施例中做详细介绍。

[0059] 请参考图4,图4为本发明实施例所提供的另一种具体的微电子纱线中组件纱的结构示意图。

[0060] 区别于上述发明实施例,本发明实施例是在上述发明实施例的基础上,进一步的对微电子纱线中柔性纤维结构基底12的结构进行具体限定。其余内容已在上述发明实施例中进行了详细介绍,在此不再进行赘述。

[0061] 参见图4,在本发明实施例中,所述柔性纤维结构基底12为完全由纤维构成的柔性纤维结构基底12,该柔性纤维结构基底12表面通常沉积有上述电子线路。在本发明实施例中,电子线路通常沉积在全由纤维构成的柔性纤维结构基底12表面。由于柔性纤维结构基底12为多孔材料,该柔性纤维结构基底12的比表面积较大、孔隙率较高,该柔性纤维结构基底12表面可以吸附较多的导电材料以形成上述电子线路。

[0062] 上述柔性纤维结构基底12通常需要具有一定的拉伸强度以及延展性,便于设置上述电子线路以及后续的加工;同时上述柔性纤维结构基底12通常具有较好的热稳定性;该柔性纤维结构基底12所选用的纤维可以是再生纤维,从而更加环保。具体的,在本发明实施例中上述柔性纤维结构基底12的厚度通常在0.05mm至0.18mm之间,包括端点值;该柔性纤维结构基底12的弯曲刚度通常较小,通常在 0.68×10^{-4} Nm/m左右,孔隙率通常在18%至50%之间,包括端点值;柔性纤维结构基底12中纤维长度通常在5mm至6mm之间,表面均方粗糙度通常在0.4μm至20μm之间,空气中室温下抗张强度通常在5.13KN/m以上;柔性纤维结构基底12在水中浸泡48小时后,其断裂强度通常不会下降;且在盐酸、氢氧化钠等溶液中常温浸泡1小时后,其断裂强度以及尺寸通常无明显变化;构成上述柔性纤维结构基底12的纤维在250摄氏度中,尺寸变化率通常小于0.6%。有关上述柔性纤维结构基底12的具体形状在本发明实施例中并不做具体限定,其形状可以是连续长度的窄条或宽条均可。

[0063] 上述沉积在柔性纤维结构基底12表面用于构成电子线路的导电材料可以是固体金属类的金,银,铜,镍等及其合金,也可以是聚吡咯、聚苯胺、聚噻吩等导电高分子材料;有机小分子材料碳纳米管、石墨、石墨烯、金属纳米线等也可用于构成上述电子线路,液态金属材料如镓及镓基合金等也可用于在柔性纤维结构基底12表面形成电子电路。

[0064] 本发明实施例所提供的一种微电子纱线,使用全由纤维构成的基底作为组件纱1中的柔性纤维基底12,可以使组件纱1极为柔软,从而使得微电子纱线极为柔软,进而避免应用本发明实施例所提供的微电子纱线的纺织产品对穿戴者带来严重不适。

[0065] 下面对本发明所提供的一种微电子纱线的制备方法进行介绍,下文描述的制备方法与上述描述的微电子纱线的结构可以相互对应参照。

[0066] 请参考图5,图5为本发明实施例所提供的一种微电子纱线制备方法的流程图。

[0067] 参见图5,在本发明实施例中,所述微电子纱线的制备方法可以包括:

[0068] S101:在柔性纤维结构基底表面设置电子线路。

[0069] 有关柔性纤维结构基底以及电子线路结构、材质等具体内容已在上述发明实施例

中做详细介绍,在此不再进行赘述。有关设置电子线路的具体内容将在下述发明实施例中做详细介绍,在此不再进行赘述。

[0070] 在本步骤之前,通常需要先行制备完成柔性纤维结构基底。该柔性纤维结构基底的长度通常连续,宽度通常在1mm左右,而原材料的幅宽通常大于10mm。相应的本发明实施例通常需要使用一个精度达0.01mm的高精度切分设备,来切分出宽度为1mm作用的柔性纤维结构基底。需要说明的是,由于柔性纤维结构基底的材质为纤维,使得在切分使层与层之间没有粘性,切分过程中容易散开。在本发明实施例中,在切分过程中会在待切分材料外层包裹一层保护膜,从而解决切分过程中纤维相互打滑、散落的问题,并最终切分得到宽度为1mm左右的连续长度柔性纤维结构基底。

[0071] S102:在柔性纤维结构基底表面设置与电子线路电连接的电子元器件,以制成组件纱。

[0072] 有关组件纱的具体结构已在上述发明实施例中做详细介绍,在此不再进行赘述。由于在本发明实施例中柔性纤维结构基底通常较薄,上述电子元器件通常具体为无引脚电子元器件或短引脚电子元器件。而上述电子元器件通常是贴装在柔性纤维结构基底表面,并通过焊接工艺将电子元器件固定在柔性纤维结构基底表面,同时将电子元器件与S101中设置的电子线路相互电连接。

[0073] 具体的,在本步骤中通常是先通过锡膏印刷将焊锡膏均匀涂覆在电子线路的焊盘表面;再将电子元器件安放在电子电路中对应焊盘的表面;最后通过焊接工序使焊锡膏固化,以使电子元器件在柔性纤维结构基底表面与电子线路形成稳定的电连接。

[0074] S103:将芯纱与组件纱并行喂入纺纱装置,以制成微电子纱线。

[0075] 在本发明实施例中,所述芯纱的延展性低于所述组件纱的延展性。

[0076] 有关芯纱的具体结构已在上述发明实施例中做详细介绍,在此不再进行赘述。在本步骤中,会将芯纱与组件纱并行喂入纺纱装置进行固定,以使芯纱与组件纱相互固定连接,最终制成本发明实施例所提供的微电子纱线。需要说明的是,在本步骤之前,通常需要先行制备完成芯纱。具体的,会使用涤纶、尼龙的FDY长丝纱;芳纶或聚酰亚胺长丝纱经拉伸定型处理得到芯纱。

[0077] 需要说明的是,在本发明实施例中为了使得芯纱可以起到承载组件纱的作用,为了使得微电子纱线在形变时芯纱为主要承受载荷的部件,在将芯纱与组件纱喂入纺纱装置时,通常芯纱的喂入速度通常需要低于组件纱的喂入速度,从而保证芯纱可以限制组件纱的轴向拉伸变形。

[0078] 本发明实施例所提供的一种微电子纱线的制备方法,所制备而成的微电子纱线里,组件纱中设置有电子元器件的柔性纤维结构基底使得组件纱非常柔软;同时由于芯纱的延展性低于组件纱的延展性,使得当微电子纱线发生形变时,芯纱承受载荷,并限制轴向拉伸变形,进而避免组件纱承受载荷,以使微电子纱线更加耐用。

[0079] 有关本发明所提供的一种微电子纱线制备方法的具体内容将在下述发明实施例中做详细介绍。

[0080] 请参考图6,图6为本发明实施例所提供的一种具体的微电子纱线制备方法的流程图。

[0081] 参见图6,在本发明实施例中,所述微电子纱线的制备方法可以包括:

[0082] S201:在柔性纤维结构基底表面设置电子线路。

[0083] 本步骤与上述发明实施例中S101基本类似,详细内容将在下述发明实施例中做详细介绍,在此不再进行赘述。

[0084] S202:在柔性纤维结构基底表面设置与电子线路电连接的电子元器件。

[0085] 本步骤与上述发明实施例中S102基本类似,详细内容请参考上述发明实施例,在此不再进行赘述。

[0086] S203:在柔性纤维结构基底表面和电子元器件表面设置覆盖柔性纤维结构基底以及电子元器件的保护层。

[0087] 在本发明实施例中,会通过在柔性纤维结构基底以及电子元器件表面涂覆保护层来实现防水、防尘、防短路的功能。有关保护层的具体材质已在上述发明实施例中做详细介绍,在此不再进行赘述。

[0088] 在本步骤中具体可以采用喷涂工艺或者是气相沉积工艺来实现保护层的设置。作为优选的,在本发明实施例中可以具体采用真空气相沉积工艺在柔性纤维结构基底以及电子元器件表面制备致密均匀的保护层,保护层的材料可以是聚对二甲基苯类,也可以是其它性质相近的成分。真空气相沉积能将保护层的材料涂覆到柔性纤维结构基底以及电子元器件的表面,包括尖锐的棱边,裂缝里和内表面。通过上述工艺在室温条件下沉积制备的保护层的厚度通常在 $0.1\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$ 之间,包括端点值;该保护层厚度均匀、致密无针孔,透明无应力,不损伤电子元器件和柔性纤维结构基底的电子线路,同时具有优异的电绝缘性和防护性。

[0089] S204:将芯纱与组件纱并行喂入纺纱装置,同时包缠包覆纱,以制成微电子纱线。

[0090] 在本发明实施例中,所述包覆纱包覆所述芯纱和所述组件纱。

[0091] 在本步骤中,所使用的纺纱装置通常具体为纱线包缠机,将组件纱与芯纱并行连续喂入纱线包缠机,同时包缠包覆纱。有关包覆纱的具体内容已在上述发明实施例中做详细介绍,在此不再进行赘述。该包覆纱在本步骤中可以分层、反向螺旋缠绕在组件纱和芯纱表面,形成结构稳定的微电子纱线。

[0092] 经过本发明实施例所提供的微电子纱线制备方法所制备而成的微电子纱线,其直径通常为1mm左右,弯曲刚度比相同直径的线材低一个数量级,断裂强度大于4000cN,上述微电子纱线在水洗标准AATCC LP2-2018条件下至少可水洗5个循环。同时该微电子纱线在汗液浸泡24小时后,通常仍能正常工作。

[0093] 本发明实施例所提供的一种微电子纱线的制备方法,通过使用包覆纱缠绕组件纱以及芯纱可以在固定以及保护组件纱和芯纱的同时,使微电子纱线保持美观以及良好的手感;通过设置覆盖柔性基底以及电子元器件的保护层可以使得组件纱具有防水、防尘以及防短路的功能。

[0094] 有关本发明所提供的一种微电子纱线制备方法中电子线路的具体制备工艺将在下述发明实施例中做详细介绍。

[0095] 请参考图7,图7为本发明实施例所提供的另一种具体的微电子纱线制备方法的流程图。

[0096] 参见图7,在本发明实施例中,所述微电子纱线的制备方法可以包括:

[0097] S301:通过气凝胶电路打印技术在柔性纤维结构基底表面设置电子线路。

[0098] 在本步骤中通过气凝胶打印工艺可以直的柔性纤维结构基底表面打印形成电子线路，其最小线宽达到 $10\mu\text{m}$ 左右。具体的，在本发明实施例中，通常需要在气凝胶打印平台上加装两个卷对卷的设备，凭借该卷对卷的设备可以在连续长度的柔性纤维结构基底表面打印电子线路。在执行本步骤之前，通常需要先设计电路；再调整打印参数；之后根据打印参数用气凝胶打印平台在柔性纤维结构基底表面打印电子线路。需要说明的是，当打印材料为纳米银、铜等材料外包含一层保护剂时，需要对打印的电子线路进行烧结以去除该保护剂；当打印材料为PEDOT、PSS、单壁碳纳米管或多壁碳纳米管等不包含保护剂时，不需要对电子线路进行烧结。

[0099] 除了本发明实施例所提供的气凝胶打印工艺之外，还可以通过丝网印刷工艺或者是凹版印刷工艺在柔性纤维结构基底表面印刷电子线路。具体的，在使用丝网印刷工艺时，通常需要先制作丝印网版。有关丝印网版的具体制备工艺可以参考现有技术，在此不再进行赘述。其中丝印网版的镂空区域需要与印刷在柔性纤维结构基底表面的电子线路相对应。在印刷时，会使导电油墨透过丝印网版的镂空区域以在柔性纤维结构基底表面印刷电子线路。其中导电油墨具体可以为银浆、纳米银线、单组份聚合型碳浆等。通常情况下，在印刷完导电油墨后需要对印刷的电子线路进行烧结以固化电子线路，同时去除导电油墨中的保护剂。

[0100] 在使用凹版印刷工艺时，通常需要先在印版上通过雕刻或腐蚀的方法制作凹版，该凹版凹陷的区域需要与印刷在柔性纤维结构基底表面的电子线路相对应。在印刷时，会先在凹版的凹陷处设置导电油墨；再对贴合在凹版表面的柔性纤维结构基底施加适当的压力，将位于凹版凹陷处的导电油墨转移到柔性纤维结构基底表面；最后需要对印刷的电子线路进行烧结以固化电子线路，同时去除导电油墨中的保护剂，其中导电油墨具体可以为银浆、纳米银线、单组份聚合型碳浆等。

[0101] S302：在柔性纤维结构基底表面设置与电子线路电连接的电子元器件，以制成组件纱。

[0102] S303：将芯纱与组件纱并行喂入纺纱装置以制成微电子纱线。

[0103] 上述S302与S303与上述发明实施例中S102以及S103基本一致，详细内容请参考上述发明实施例，在此不再进行赘述。

[0104] 本发明实施例所提供的一种微电子纱线的制备方法，通过气凝胶电路打印技术可以在柔性纤维结构基底表面形成最小线宽达到 $10\mu\text{m}$ 左右的电子线路。

[0105] 有关本发明所提供的一种微电子纱线制备方法中电子线路的具体制备工艺将在下述发明实施例中做详细介绍。

[0106] 请参考图8，图8为本发明实施例所提供的另一种具体的微电子纱线制备方法的流程图。

[0107] 参见图8，在本发明实施例中，所述微电子纱线的制备方法可以包括：

[0108] S401：在柔性纤维结构基底表面贴合感光膜。

[0109] 在本发明实施例中，具体通过光刻工艺在柔性纤维结构基底表面设置电子线路。具体的，在本步骤中会在柔性纤维结构基底表面贴合感光膜，以便在后续步骤中设置电子线路。在本步骤之前，通常需要先用电路图软件画出所需的电路，并在连续长度的电路的转折处采用弧度过渡；再采用照相制版的方式打印所需电路图案到光工具上。

[0110] S402:对感光膜依次进行曝光以及显影,以在柔性纤维结构基底表面形成具有预设镂空图案的感光膜。

[0111] 在本步骤中,通常具体是先将一片具有所需加工图形的光工具对应地覆置在感光膜表面,再对感光膜进行曝光,使得感光膜感光部分变成耐腐蚀性材料,而未受光照射的部分还是薄膜本身的物质;之后再进行显影,薄膜本身的部分溶于弱碱,而耐腐蚀部分不溶解于弱碱,这样显影过后,所设计的电路图案就显示在柔性纤维结构基底表面,而非电路图案部分仍被耐腐蚀的感光膜覆盖遮蔽,以在柔性纤维结构基底表面形成具有预设镂空图案的感光膜。该耐腐蚀性材料跟柔性纤维结构基底通常贴合特别牢靠,且该耐腐蚀性材料能在酸性和弱碱溶液中很好的保护柔性纤维结构基底不被溶液浸入。

[0112] S403:通过具有预设镂空图案的感光膜在柔性纤维结构基底表面镀电子线路。

[0113] 在本步骤中会透过S402中设置的具有镂空图案的感光膜在柔性纤维结构基底表面设置电子线路。具体的,在本发明实施例中提供两种具体设置电路线路的方法。第一种,采用化学镀工艺在柔性纤维结构基底表面镀电子线路。通常会选用弱碱化学镀溶液透过具有预设镂空图案的感光膜在柔性纤维结构基底表面镀电子线路,在化学镀完后选用强碱溶液去除感光膜。

[0114] 第二种,采用物理气相沉积工艺在柔性纤维结构基底表面镀电子线路。在电子线路沉积完成后,通常选用强碱溶液去除感光膜。当然,在本发明实施例中在设置完上述电子线路后,可以对该电子线路进行电镀,以增加电子线路的可靠性。

[0115] S404:在柔性纤维结构基底表面设置与电子线路电连接的电子元器件,以制成组件纱。

[0116] S405:将芯纱与组件纱并行喂入纺纱装置,以制成微电子纱线。

[0117] 上述S404与S405与上述发明实施例中S102以及S103基本一致,详细内容请参考上述发明实施例,在此不再进行赘述。

[0118] 本发明实施例所提供的一种微电子纱线的制备方法,通过光刻工艺同样可以在柔性纤维结构基底表面形成电子线路。

[0119] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其它实施例的不同之处,各个实施例之间相同或相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0120] 专业人员还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0121] 结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以直接用硬件、处理器执行的软件模块,或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器(RAM)、内存、只读存储器(ROM)、电可编程ROM、电可擦除可编程ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

[0122] 最后,还需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0123] 以上对本发明所提供的一种微电子纱线及一种微电子纱线的制备方法进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

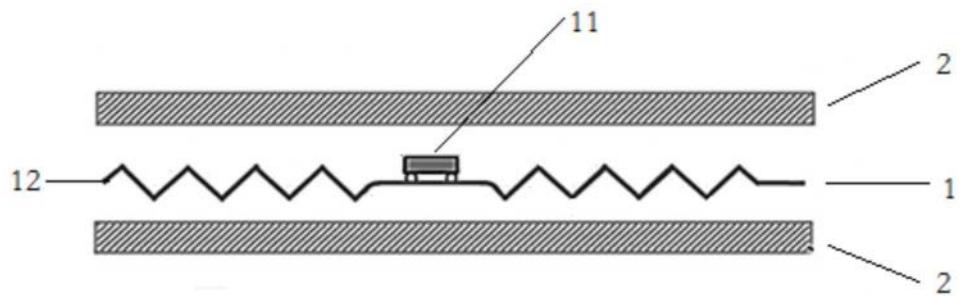


图1

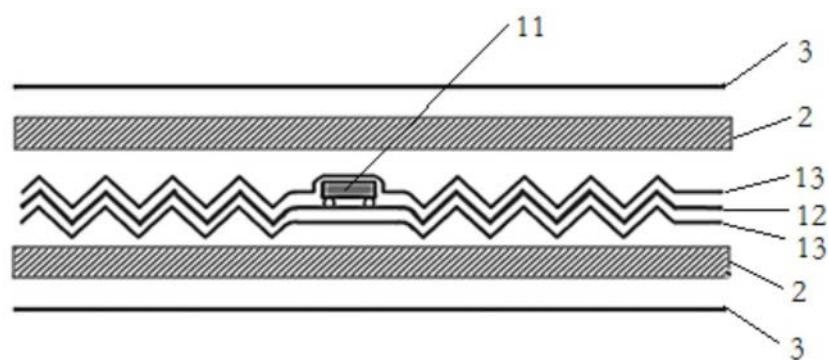


图2

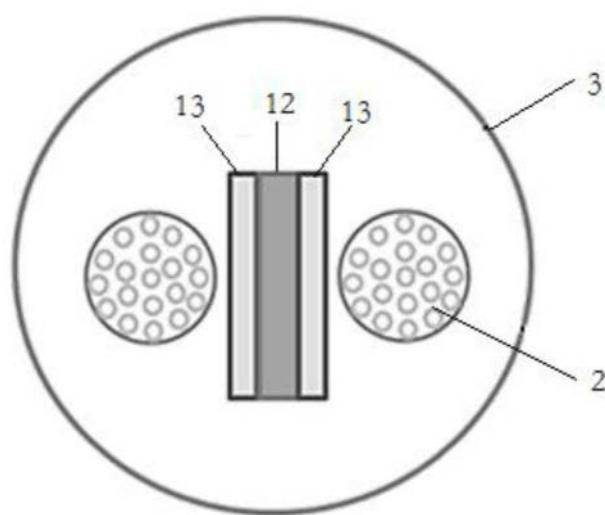


图3

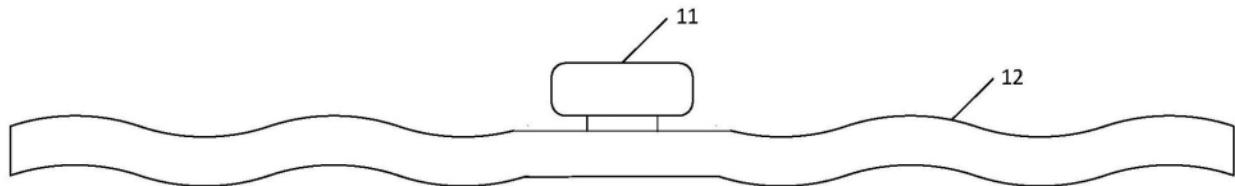


图4

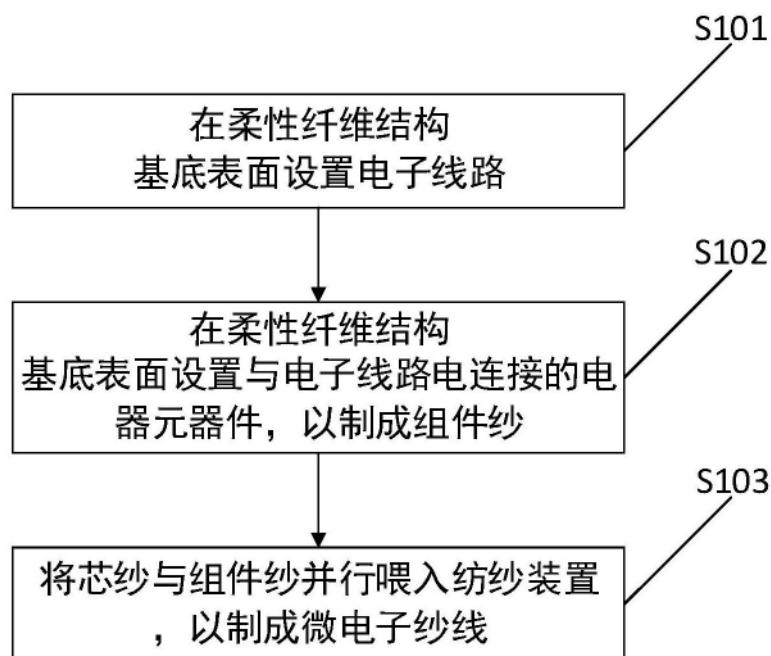


图5

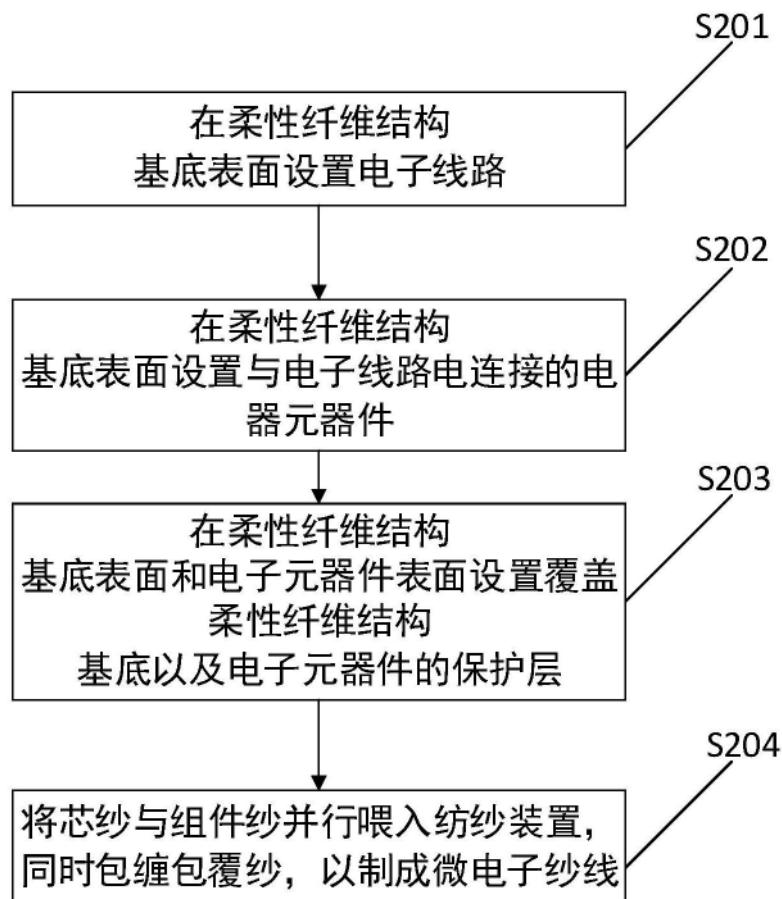


图6

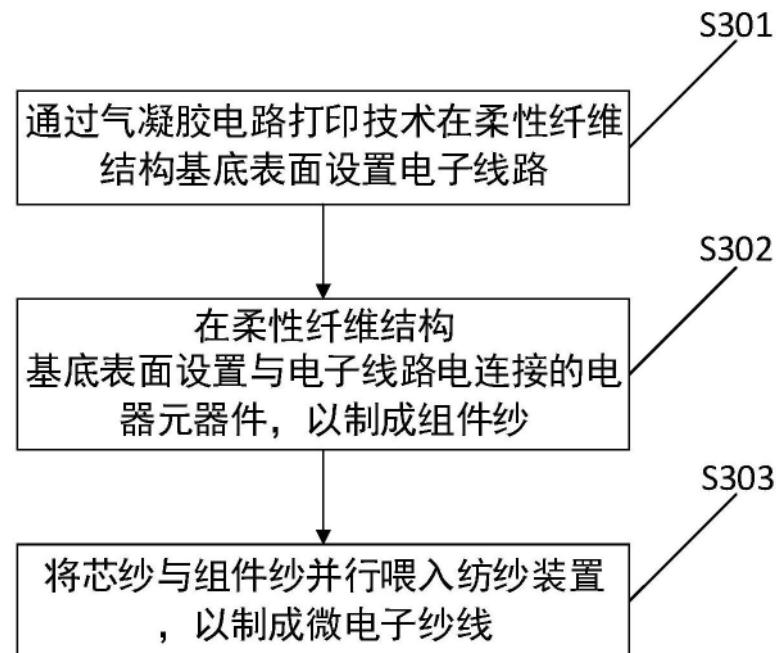


图7

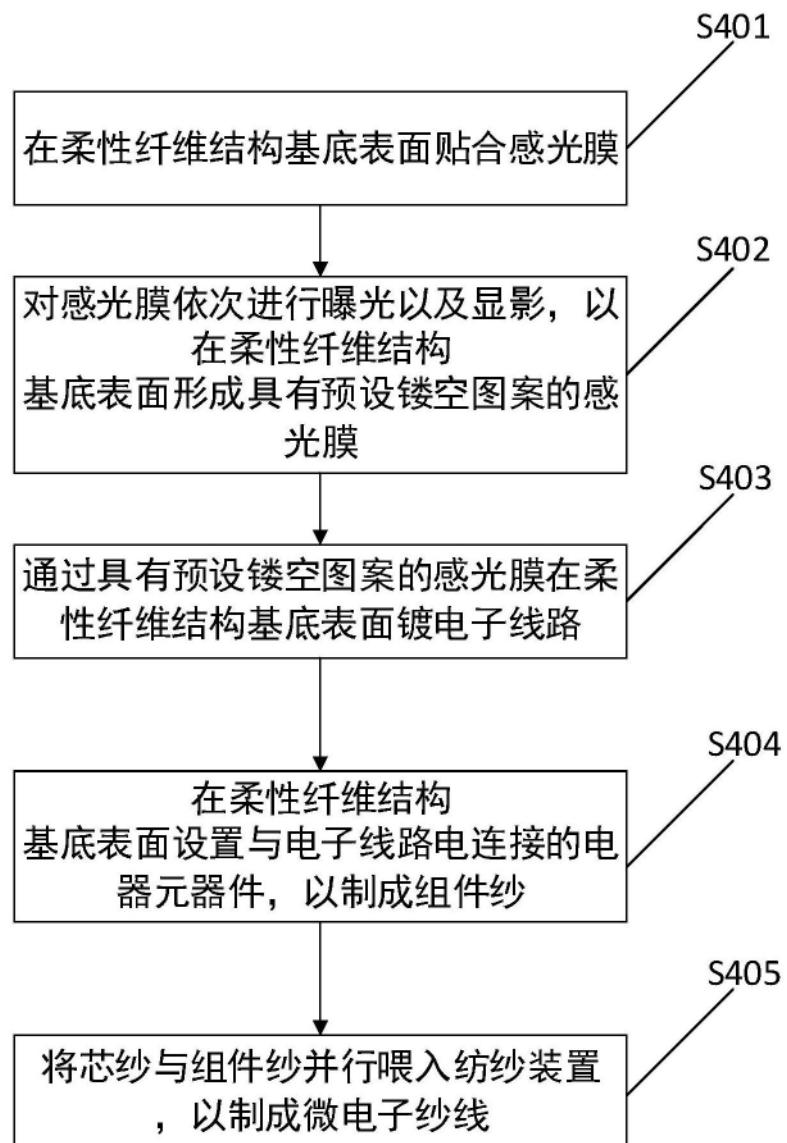


图8