



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112338110 B

(45) 授权公告日 2021.12.24

(21) 申请号 202011410628.0

(22) 申请日 2020.12.04

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112338110 A

(43) 申请公布日 2021.02.09

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 韩桂来 姜宗林

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390
代理人 焦海峰

(51) Int. Cl.
B21F 7/00 (2006.01)
G01K 7/06 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 106461472 A, 2017.02.22
- US 5288147 A, 1994.02.22
- US 2014036953 A1, 2014.02.06
- CN 205120264 U, 2016.03.30
- CN 201945391 U, 2011.08.24
- CN 104089714 A, 2014.10.08
- CN 205810397 U, 2016.12.14
- CN 109141663 A, 2019.01.04
- US 3065286 A, 1962.11.20
- CN 109632149 A, 2019.04.16
- CN 111272314 A, 2020.06.12

审查员 易明军

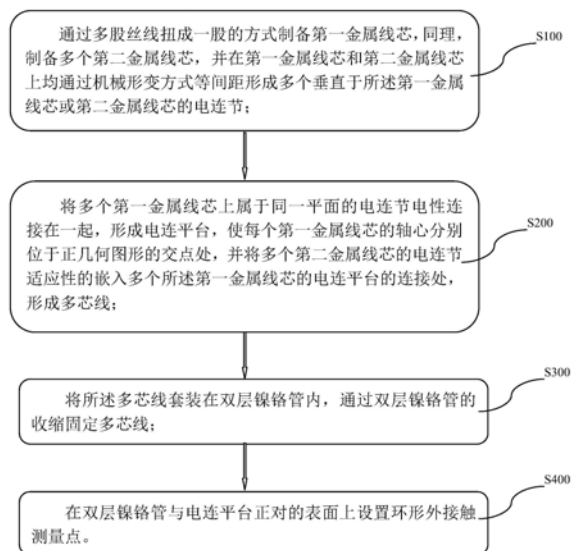
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

热电偶瞬态热流传感器高灵敏度集成式构造方法

(57) 摘要

本发明公开了热电偶瞬态热流传感器高灵敏度集成式构造方法,包括制备第一金属线芯和第二金属线芯,并在第一金属线芯和第二金属线芯上形成多个垂直于所述第一金属线芯或第二金属线芯的电连节,将多个第一金属线芯上属于同一平面的电连节电性连接在一起,形成电连平台,并将多个第二金属线芯的电连节适应性的嵌入多个所述第一金属线芯的电连平台的连接处,形成多芯线;将所述多芯线套装在双层镍铬管内,通过双层镍铬管的收缩固定多芯线;在双层镍铬管与电连平台正对的表面上设置环形外接测量点,通过由多个电连节构成的电连平台形成用于进行测量的测量点,提高感应电流在测量点处的捕捉量,进而提高灵敏度和输出电压,降低噪声影响。



1. 热电偶瞬态热流传感器高灵敏度集成式构造方法,其特征在于,包括如下步骤:

S100、通过多股丝线扭成一股的方式制备第一金属线芯,同理,制备多个第二金属线芯,在第一金属线芯和第二金属线芯上通过机械形变多股丝线的方式等间距的形成电连节,且第一金属线芯上的电连节垂直第一金属线芯,第二金属线芯上的电连节垂直第二金属线芯;

S200、将多个第一金属线芯上属于同一平面的电连节电性连接在一起,形成电连平台,使多个第一金属线芯的轴心在某个横截面上的连线形成正多边形,并将多个第二金属线芯的电连节适应性的嵌入多个所述第一金属线芯的电连平台的连接处,形成多芯线;

S300、将所述多芯线套装在双层镍铬管内,通过双层镍铬管的收缩固定多芯线;

S400、在双层镍铬管与电连平台正对的表面上设置环形外接触测量点。

2. 根据权利要求1所述的热电偶瞬态热流传感器高灵敏度集成式构造方法,其特征在于,在所述第一金属线芯为镍铬丝时,所述第二金属线芯采用康铜丝;在所述第一金属线芯为康铜丝时,所述第二金属线芯采用镍铬丝,且镍铬丝的电连节与康铜丝的电连节的直径根据双层镍铬管的内圈直径确定,使镍铬丝与康铜丝在双层镍铬管内填充后,双层镍铬管的里层镍铬管收缩形变量最小。

3. 根据权利要求2所述的热电偶瞬态热流传感器高灵敏度集成式构造方法,其特征在于,在第一金属线芯上形成的多个电连节的数量与适应性的嵌入所述第一金属线芯的电连平台的连接处的第二金属线芯的数量相同,在双层镍铬管与电连平台正对的表面上设置环形外接触测量点与所述第二金属线芯的数量相同。

4. 根据权利要求1所述的热电偶瞬态热流传感器高灵敏度集成式构造方法,其特征在于,所述多芯线包括一个作为主芯的第一金属线芯,以及多个围绕作为主芯的所述第一金属线芯设置的所述第二金属线芯和所述第一金属线芯,围绕作为主芯的所述第一金属线芯设置的所述第二金属线芯和所述第一金属线芯交错排列,所述环形外接触测量点与所述第二金属线芯数量相同。

5. 根据权利要求1所述的热电偶瞬态热流传感器高灵敏度集成式构造方法,其特征在于,所述多芯线包括四个所述第一金属线芯和五个所述第二金属线芯,四个所述第一金属线芯相切连接,四个所述第二金属线芯设置于相邻所述第一金属线芯之间,一个所述第二金属线芯设置于四个所述第一金属线芯中间位置,所述环形外接触测量点为五个。

热电偶瞬态热流传感器高灵敏度集成式构造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及热流传感器技术领域,具体涉及热电偶瞬态热流传感器高灵敏度集成式构造方法。

背景技术

[0002] 热流传感器是测量热传递(热流密度或热通量)的基本工具,是构成热流计的最关键器件。热流传感器的性能和用途决定了热流计的性能和用途。

[0003] 同轴热电偶瞬态热流传感器是利用不同电极材料的Seebeck效应在不同温度梯度作用下形成电动势并予以测量,进而反演温度和热流的一种实验元器件,主要用于航空航天高超声速飞行器气动实验、高超声速流动相关实验等,具有响应快、量程大、精度高、鲁棒性强等特点。

[0004] 等离子体风洞是校核飞行器热防护系统的测量设备之一。由于其能够长时间稳定地产生高温高焓等离子体气流的特性,目前已被广泛应用于再入飞行器热防护系统的测试。等离子体风洞中,对被测材料表面和等离子体气流内部相关参数的测量对于成功模拟实际高空飞行状态、研究高焓气流与热防护材料理化交互过程具有重要意义。同轴热电偶是测量高温热流的基本测试手段之一,属于接触式测量方法,拥有测量原理简单,引起误差因素少,响应速度快等优点,是用于测量瞬时热流的最佳仪器。

[0005] 但是单个热流传感器输入电压仅为1毫伏到10毫伏量级,容易受到测量采集系统及其他设备的噪声影响,降低测量精度。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供热电偶瞬态热流传感器高灵敏度集成式构造方法,通过多个测量节点以及多芯线芯的正负极串联,提高灵敏度和输出电压,降低噪声影响以解决现有技术中单个热流传感器输入电压容易受到影响,从而降低测量精度的技术问题。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明具体提供下述技术方案:

[0008] 热电偶瞬态热流传感器高灵敏度集成式构造方法,包括如下步骤,

[0009] S100、通过多股丝线扭成一股的方式制备第一金属线芯,同理,制备多个第二金属线芯,并在第一金属线芯和第二金属线芯上均通过机械形变方式等间距形成多个垂直于所述第一金属线芯或第二金属线芯的电连节;

[0010] S200、将多个第一金属线芯上属于同一平面的电连节电性连接在一起,形成电连平台,使每个第一金属线芯的轴心分别位于正几何图形的交点处,并将多个第二金属线芯的电连节适应性的嵌入多个所述第一金属线芯的电连平台的连接处,形成多芯线;

[0011] S300、将所述多芯线套装在双层镍铬管内,通过双层镍铬管的收缩固定多芯线;

[0012] S400、在双层镍铬管与电连平台正对的表面上设置环形外接触测量点。

[0013] 作为本发明的一种优选方案,在所述第一金属线芯为镍铬丝时,所述第二金属线芯采用康铜丝;在所述第一金属线芯为康铜丝时,所述第二金属线芯采用镍铬丝,且镍铬丝

的电连节与康铜丝的电连节的直径根据双层镍铬管的内圈直径确定,使镍铬丝与康铜丝在双层镍铬管内填充后,双层镍铬管的里层镍铬管收缩形变量最小。

[0014] 作为本发明的一种优选方案,所述电连节呈圆盘状,且用于构成电连节的多股丝线等间距分布,且所述电连节位于第一金属线芯或第二金属线芯的两侧存在光滑过渡的高度差。

[0015] 作为本发明的一种优选方案,所述第一金属线芯为裸线合金丝,所述第二金属线芯为漆包线合金丝,将多个第二金属线芯的电连节适应性的嵌入多个所述第一金属线芯的电连平台的连接处后,多个第二金属线芯之间完全独立。

[0016] 作为本发明的一种优选方案,向多根电性连接的第一金属线芯适应性的填充多根第二金属线芯的具体形式包括:

[0017] 向多根电性连接的第一金属线芯上填充单个第二金属线芯,形成多芯单测点构造面;向多根电性连接的第一金属线芯上填充多个第二金属线芯,形成多芯多测点构造面或单主芯多测点构造面;

[0018] 向多根电性连接的第一金属线芯上填充多个第二金属线芯,多个所述第一金属线芯在所述双层镍铬管中沿径向分布形成多层级的第一金属线芯环层,所述第二金属线芯嵌入每一层的相邻两个所述第一金属线芯之间,且相邻层级的两个所述第一金属线芯电性接触,形成多层级单主芯多测点构造面。

[0019] 作为本发明的一种优选方案,在第一金属线芯上形成的多个电连节的数量与适应性的嵌入多个所述第一金属线芯的第二金属线芯的数量相同,在双层镍铬管与电连平台正对的表面上设置环形外接触测量点与所述第二金属线芯的数量相同。

[0020] 作为本发明的一种优选方案,所述多芯线芯包括一个作为主芯的第一金属线芯,以及多个围绕作为主芯的所述第一金属线芯设置的所述第二金属线芯和所述第一金属线芯,围绕作为主芯的所述第一金属线芯设置的所述第二金属线芯和所述第一金属线芯交错排列,所述测量节点与所述第二金属线芯数量相同。

[0021] 作为本发明的一种优选方案,所述多芯线芯包括三个所述第一金属线芯和一个所述第二金属线芯,三个所述第一金属线芯相切连接,三个所述第一金属线芯围绕所述第二金属线芯设置,所述测量节点为一个。

[0022] 作为本发明的一种优选方案,所述多芯线芯包括四个所述第一金属线芯和一个所述第二金属线芯,四个所述第一金属线芯相切连接,四个所述第一金属线芯围绕所述第二金属线芯设置,所述测量节点为一个。

[0023] 作为本发明的一种优选方案,所述多芯线芯包括四个所述第一金属线芯和五个所述第二金属线芯,四个所述第一金属线芯相切连接,四个所述第二金属线芯设置于相邻所述第一金属线芯之间,一个所述第二金属线芯设置于四个所述第一金属线芯中间位置,所述测量节点为五个。

[0024] 本发明与现有技术相比较具有如下有益效果:

[0025] 本发明的多芯线芯内设置有多个第一金属线芯和多个第二金属线芯,在多芯线芯内第一金属线芯和第二金属线芯之间形成有多个测量节点,且通过第一金属线芯和第二金属线芯之间的串联,将输入电压串接,使得多个测量信号叠加,从而有效提高灵敏度,有效降低噪声对于测量精度的影响。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明的实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地,下面描述中的附图仅仅是示例性的,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,还可以根据提供的附图引伸获得其它的实施附图。

[0027] 图1为本发明实施例提供的单主芯多测点热流传感器截面结构示意图;

[0028] 图2为本发明实施例提供的四芯单测点热流传感器截面结构示意图;

[0029] 图3为本发明实施例提供的五芯单测点热流传感器截面结构示意图;

[0030] 图4为本发明实施例提供的九芯五测点热流传感器截面结构示意图;

[0031] 图5为本发明实施例提供的传感器制作流程图。

[0032] 图中的标号分别表示如下:

[0033] 1-第一金属线芯;2-第二金属线芯;3-双层镍铬管。

具体实施方式

[0034] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,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。

[0035] 如图5所示,本发明提供了热电偶瞬态热流传感器高灵敏度集成式构造方法,包括如下步骤,

[0036] S100、通过多股丝线扭成一股的方式制备第一金属线芯,同理,制备多个第二金属线芯,并在第一金属线芯和第二金属线芯上均通过机械形变方式等间距形成多个垂直于所述第一金属线芯或第二金属线芯的电连节;

[0037] S200、将多个第一金属线芯上属于同一平面的电连节电性连接在一起,形成电连平台,使每个第一金属线芯的轴心分别位于正几何图形的交点处,并将多个第二金属线芯的电连节适应性的嵌入多个所述第一金属线芯的电连平台的连接处,形成多芯线;

[0038] S300、将所述多芯线套装在双层镍铬管内,通过双层镍铬管的收缩固定多芯线;

[0039] S400、在双层镍铬管与电连平台正对的表面上设置环形外接触测量点。

[0040] 在所述第一金属线芯为镍铬丝时,所述第二金属线芯采用康铜丝;在所述第一金属线芯为康铜丝时,所述第二金属线芯采用镍铬丝,且镍铬丝的电连节与康铜丝的电连节的直径根据双层镍铬管的内圈直径确定,使镍铬丝与康铜丝在双层镍铬管内填充后,双层镍铬管的里层镍铬管收缩形变量最小。

[0041] 电连节呈圆盘状,具体为在将多股丝线扭成一股时,在第一金属线芯或第二金属线芯的某处对象受力,使得多股丝线变形,整体形成盘状,而多股丝线间隔呈等间距状态,即用于构成电连节的多股丝线等间距分布。

[0042] 相较于现有的热电偶采用一个整体的线材形成第一金属线芯和第二金属线芯的不同处在于:

[0043] 现有的整体的线芯受镍铬管的限制,第一金属线芯或第二金属线芯与镍铬管的表面接触面积受限,电连位置减少,也就造成了测量点的数据测量的灵敏度受限于形成的测

量点中的金属线芯的接触点,并且传感器的体积的限制下,测量点的精确度将大大的减少,尤其是在需要高精度测量的情况下。

[0044] 本发明中通过在第一金属线芯或第二金属线芯上设置电连节,由于电连节是多股丝线等间距形成,那么多个第一金属线芯之间的电性连接,必然也是多股丝线之间的电性连接,增加了相邻两个金属线芯之间的电子传导,同时也增大了金属线芯与镍铬管在测量点处的接触范围。

[0045] 且所述电连节位于第一金属线芯或第二金属线芯的两侧存在光滑过渡的高度差,则前一个金属线芯的电连节的较高的位置贴合在后一个金属线芯的电连节的较低位置的上部,使整个电连平台不在轴向上高度偏移,保证在测量点处的多股丝线与镍铬管的接触,减少多个所述康铜丝线和所述镍铬丝线连接成回路在进行温度测量时的电流稳定,使其既能够获得测量时瞬态的空间平均结果,电连平台也能够对测量的极限峰值进行表征,从而提高测量的精准度。

[0046] 第一金属线芯为裸线合金丝,所述第二金属线芯为漆包线合金丝,将多个第二金属线芯的电连节适应性的嵌入多个所述第一金属线芯的电连平台的连接处后,多个第二金属线芯之间完全独立。

[0047] 向多根电性连接的第一金属线芯适应性的填充多根第二金属线芯的具体形式包括:

[0048] 向多根电性连接的第一金属线芯上填充单个第二金属线芯,形成多芯单测点构造面;向多根电性连接的第一金属线芯上填充多个第二金属线芯,形成多芯多测点构造面或单主芯多测点构造面;

[0049] 向多根电性连接的第一金属线芯上填充多个第二金属线芯,多个所述第一金属线芯在所述双层镍铬管中沿径向分布形成多层级的第一金属线芯环层,所述第二金属线芯嵌入每一层的相邻两个所述第一金属线芯之间,且相邻层级的两个所述第一金属线芯电性接触,形成多层级单主芯多测点构造面。

[0050] 在第一金属线芯上形成的多个电连节的数量与适应性的嵌入多个所述第一金属线芯的第二金属线芯的数量相同,在双层镍铬管与电连平台正对的表面上设置环形外接触测量点与所述第二金属线芯的数量相同。

[0051] 本发明的多芯线芯内设置有多个第一金属线芯和多个第二金属线芯,在多芯线芯内第一金属线芯和第二金属线芯之间形成有多个测量节点,且通过第一金属线芯和第二金属线芯之间的串联,将输入电压串接,使得多个测量信号叠加,从而有效提高灵敏度,有效降低噪声对于测量精度的影响。

[0052] 其中,所述第一金属线芯与所述第二金属线芯材质不同,所述第一金属线芯为镍铬丝或康铜丝,所述第二金属线芯为镍铬丝或康铜丝,所述镍铬管为镍铬材质,参考同轴热电偶构造原理,通过第一金属线芯和第二金属线芯形成不同材质的两级,在第一金属线芯和第二金属线芯之间构成回路,从而形成测量系统。

[0053] 为降低多个第一金属线芯与多个第二金属线芯之间形成的测量节点的差异,多个所述第一金属线芯规格相同,多个所述第二金属线芯规格相同,多个第一金属线芯和多个第二金属线芯采用一次性同步生产,从而减小多个第一金属线芯之间或者多个第二金属线芯之间的差异,从而降低测量节点之间的差异,提高各个串关节点的一致性,线性化程度

高。

[0054] 为降低节点尺度,所述第一金属线芯为裸线合金丝,所述第二金属线芯为漆包线合金丝,多个所述第二金属线芯之间相互独立,多个所述第一金属线芯之间相切连接。

[0055] 此外,所述测量节点的数量与所述第二金属线芯数量相同。

[0056] 如图1所示,所述多芯线芯包括一个作为主芯的第一金属线芯,以及多个围绕作为主芯的所述第一金属线芯设置的所述第二金属线芯和所述第一金属线芯,围绕作为主芯的所述第一金属线芯设置的所述第二金属线芯和所述第一金属线芯交错排列,所述测量节点与所述第二金属线芯数量相同。

[0057] 第一金属线芯直径尺寸为 d_1 ,第二金属线芯直径尺寸为 d_2 ,镍铬管内径尺寸为 d_3 。

[0058] 其中: d_1 、 d_2 以及 d_3 之间的关系式如下:

$$[0059] \quad \frac{d_2}{d_1+d_2} = \sin\left(\frac{2\pi}{2N}\right) \text{ 或 } \frac{d_2}{d_1} = \frac{1}{\sec\left(\frac{\pi}{N}\right)-1}; d_3 = d_1 + 2d_2$$

[0060] 如图2所示,在步骤S100中,所述多芯线芯包括三个所述第一金属线芯和一个所述第二金属线芯,三个所述第一金属线芯相切连接,三个所述第一金属线芯围绕所述第二金属线芯设置,所述测量节点为一个。

[0061] 其中: d_1 、 d_2 以及 d_3 之间的关系式如下:

$$[0062] \quad d_2 = \left(\frac{2\sqrt{3}}{3}-1\right)d_1; d_3 = 2d_1 + d_2 = \left(\frac{2\sqrt{3}}{3}+1\right)d_1。$$

[0063] 如图3所示,所述多芯线芯包括四个所述第一金属线芯和一个所述第二金属线芯,四个所述第一金属线芯相切连接,四个所述第一金属线芯围绕所述第二金属线芯设置,所述测量节点为一个。

[0064] 其中: d_1 、 d_2 以及 d_3 之间的关系式如下:

$$[0065] \quad d_1 = (\sqrt{2}+1)d_2 \text{ 或 } d_2 = (\sqrt{2}-1)d_1; d_3 = 2d_1 + d_2 = (2\sqrt{2}+3)d_2 = (\sqrt{2}+1)d_1$$

[0066] 如图4所示,所述多芯线芯包括四个所述第一金属线芯和五个所述第二金属线芯,四个所述第一金属线芯相切连接,四个所述第二金属线芯设置于相邻所述第一金属线芯之间,一个所述第二金属线芯设置于四个所述第一金属线芯中间位置,所述测量节点为五个。

[0067] 其中: d_1 、 d_2 以及 d_3 之间的关系式如下:

$$[0068] \quad d_1 = (\sqrt{2}+1)d_2 \text{ 或 } d_2 = (\sqrt{2}-1)d_1; d_3 = 2d_1 + d_2 = (2\sqrt{2}+3)d_2 = (\sqrt{2}+1)d_1$$

[0069] 以上实施例仅为本申请的示例性实施例,不用于限制本申请,本申请的保护范围由权利要求书限定。本领域技术人员可以在本申请的实质和保护范围内,对本申请做出各种修改或等同替换,这种修改或等同替换也应视为落在本申请的保护范围内。

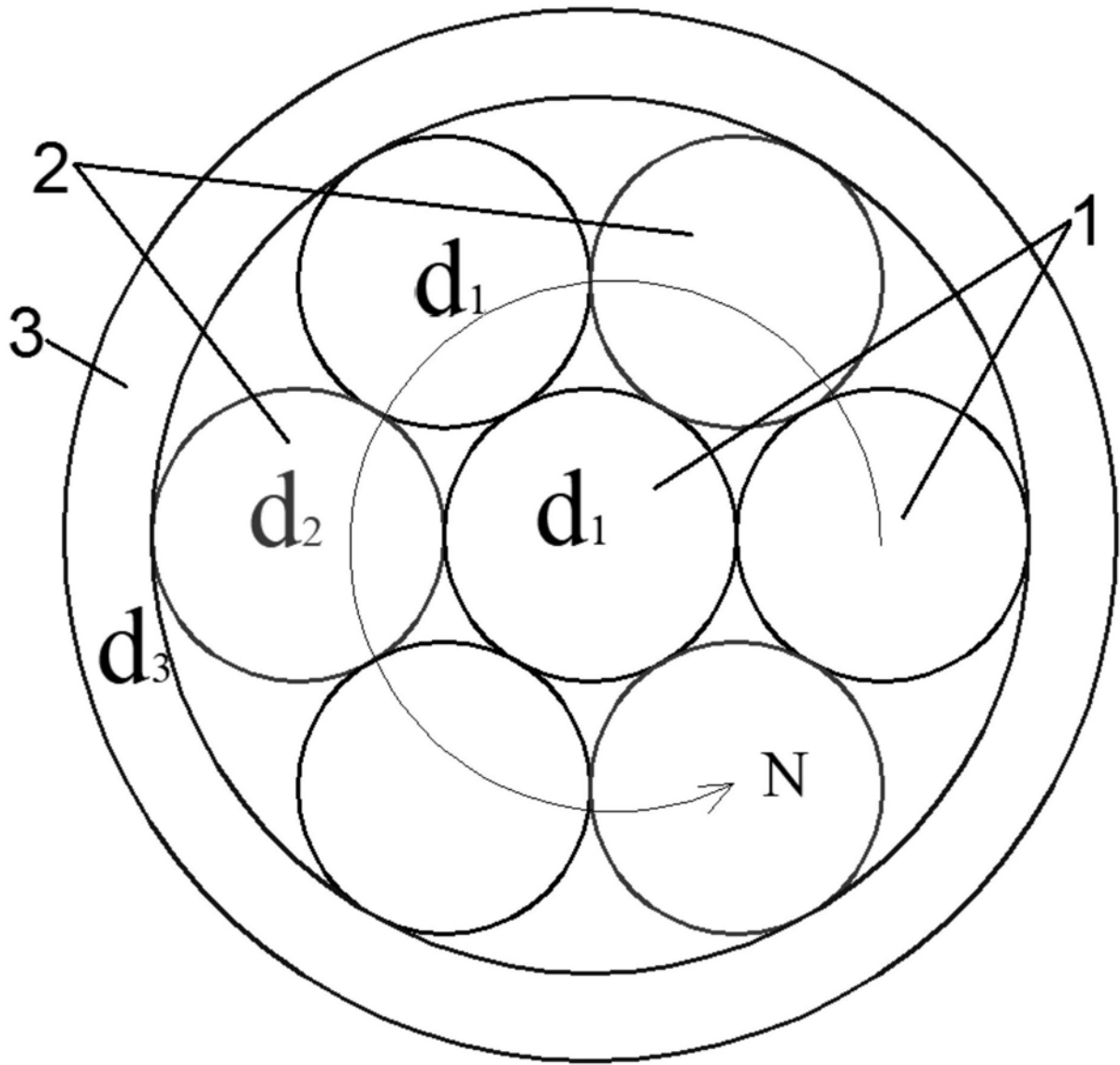


图1

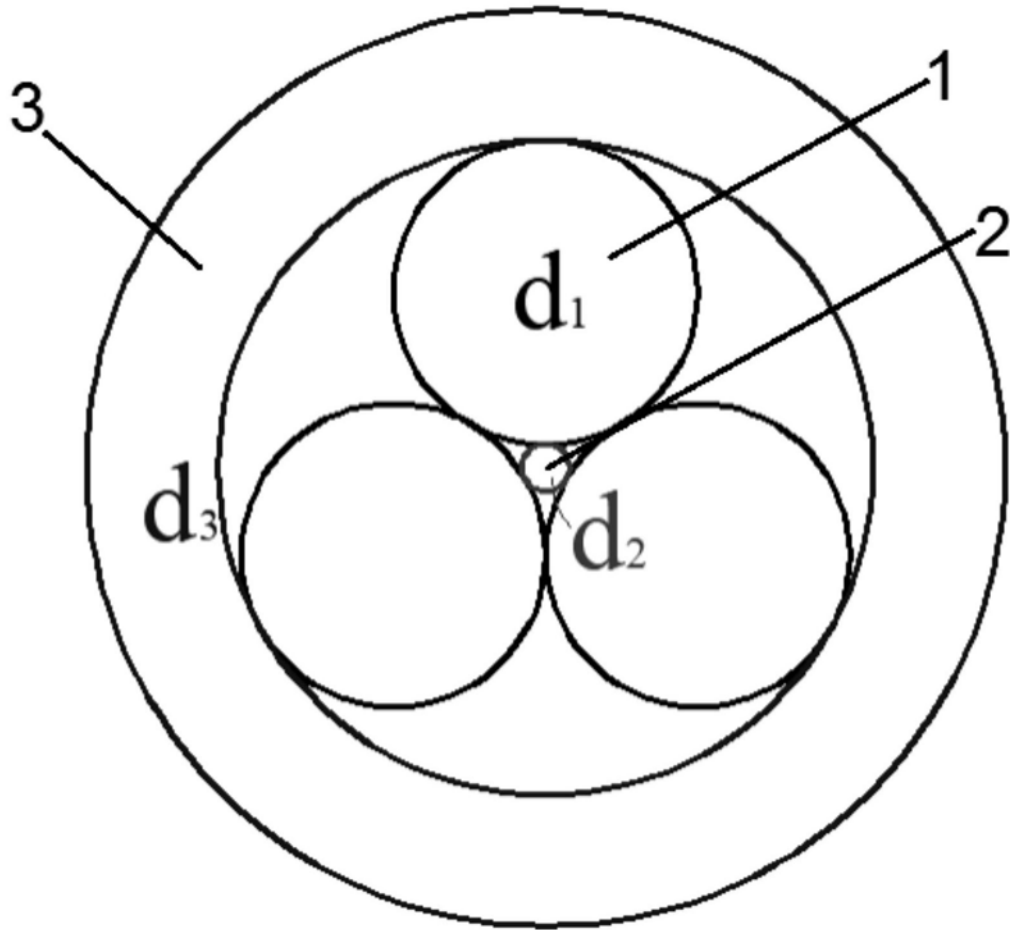


图2

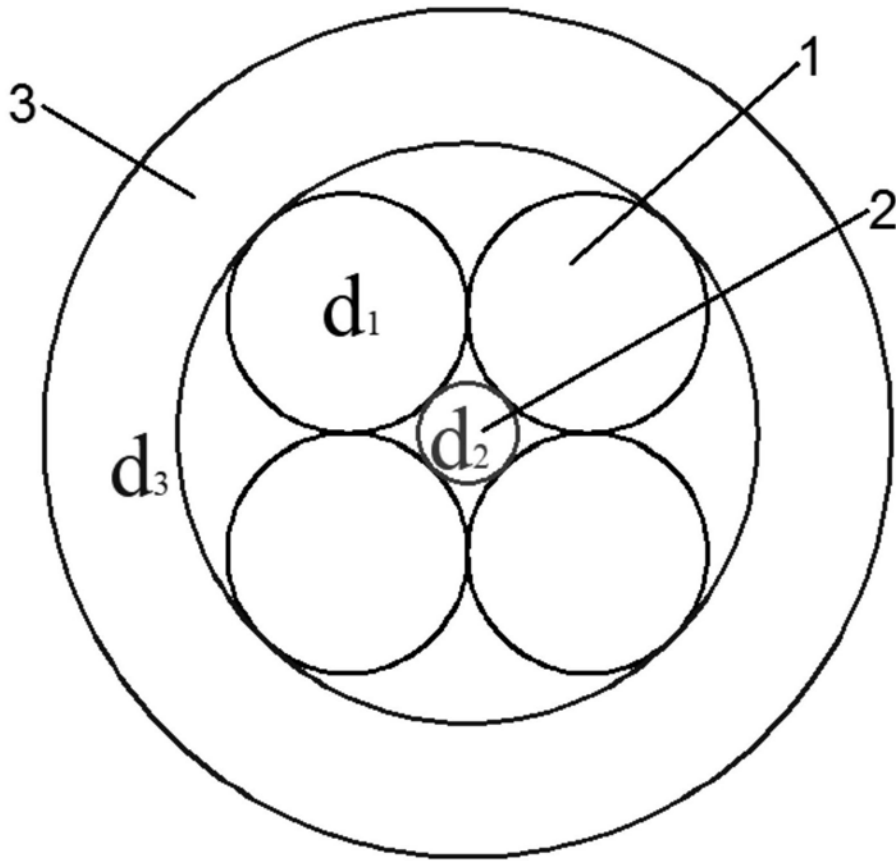


图3

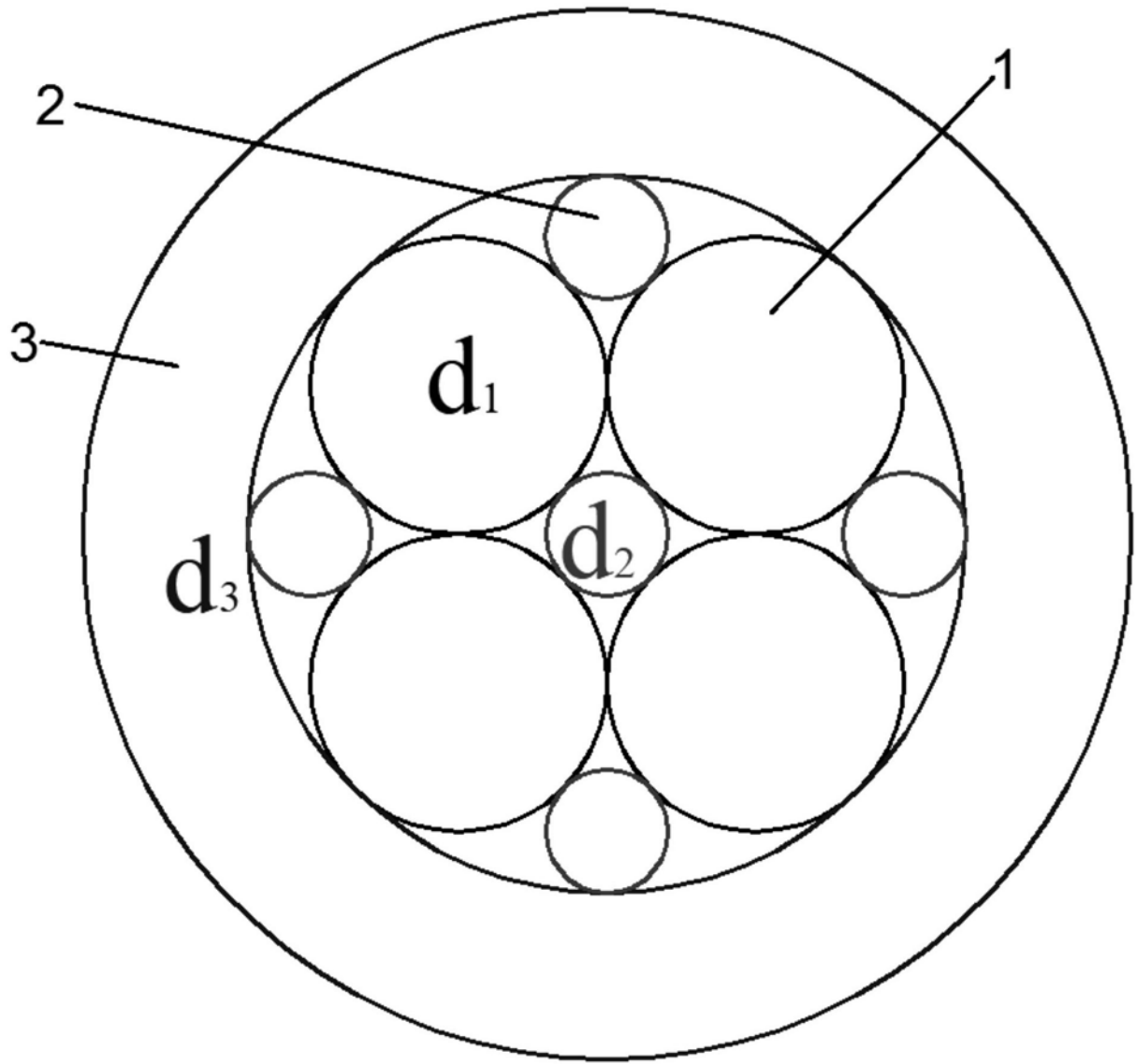


图4

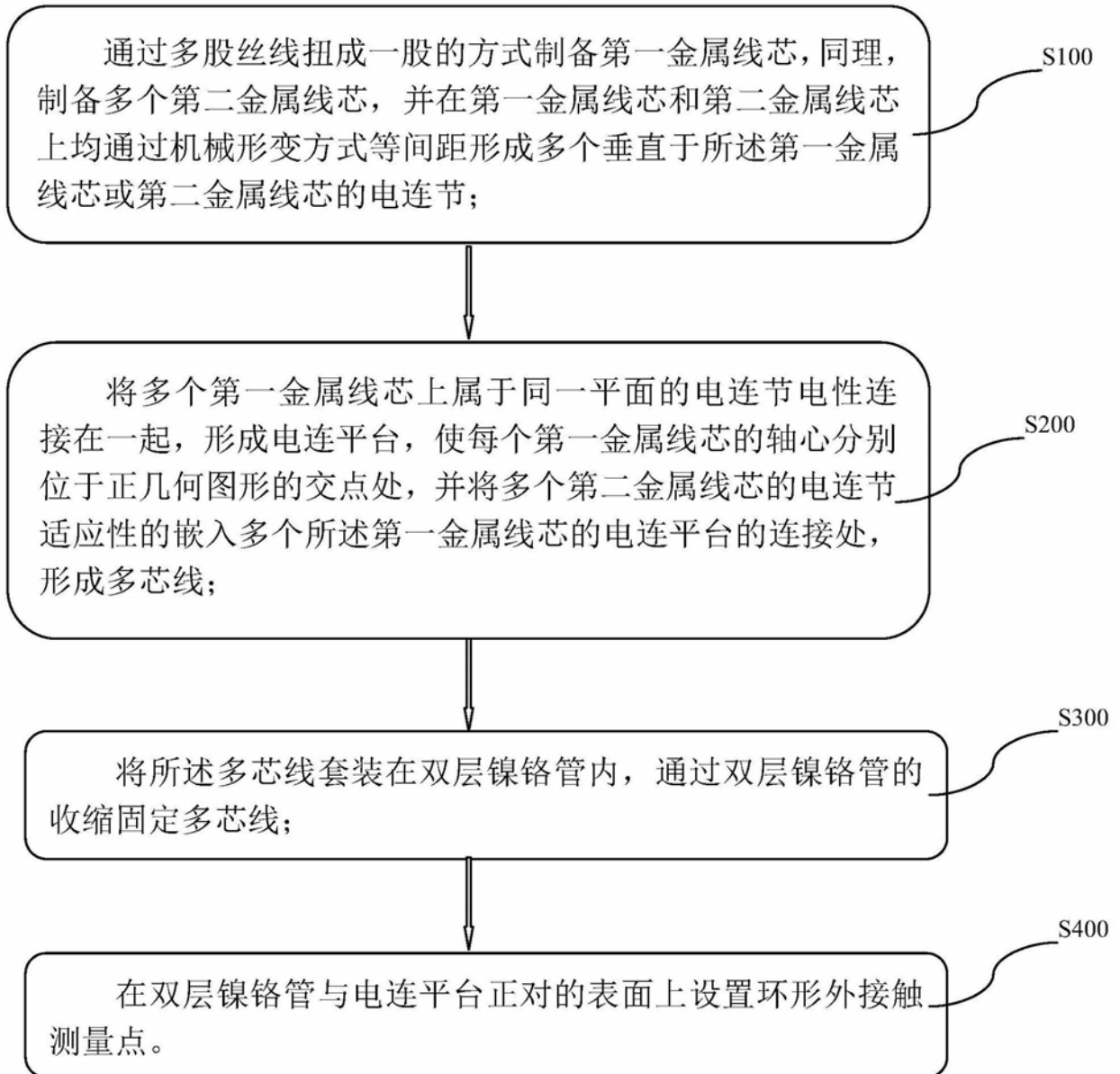


图5