



(21) 申请号 202210967921.X

(22) 申请日 2022.08.12

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115219082 A

(43) 申请公布日 2022.10.21

(73) 专利权人 武汉理工大学

地址 430070 湖北省武汉市洪山区珞狮路
122号

(72) 发明人 范典 王康 周次明 姜德生

(74) 专利代理机构 武汉智嘉联合知识产权代理

事务所(普通合伙) 42231

专利代理师 孙迪

(51) Int.Cl.

G01L 1/24 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 207163612 U, 2018.03.30

JP 2008298672 A, 2008.12.11

审查员 陈珊

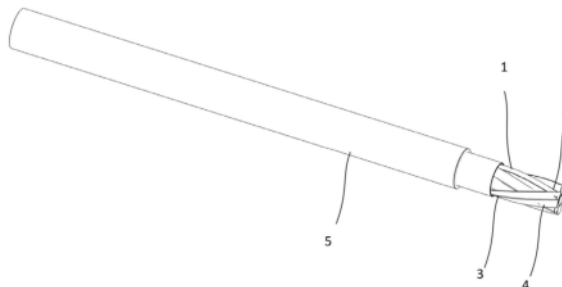
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于光纤光栅的温度自补偿全方位径
向压力感知缆

(57) 摘要

本发明提供了一种基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆,其包括若干钢绞线、第一光纤光栅、第二光纤光栅,若干钢绞线沿同一方向螺旋编束形成线股,第一光纤光栅沿着钢绞线编束方向缠绕在线股的外表面上并位于钢绞线之间的缝隙中,第二光纤光栅沿着钢绞线编束方向的反方向缠绕在线股的外表面上,第一光纤光栅用于感知并传输温度信号,第二光纤光栅用于感知并传输钢绞线的径向压力信号。本发明通过沿着钢绞线编束方向的反方向缠绕第二光纤光栅,可使第二光纤光栅检测径向压力,通过沿着钢绞线编束方向缠绕第一光纤光栅,可实现只对温度的测量,从而可对测径向力的第二光纤光栅进行温度补偿,实现更高的精度。



1. 一种基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆,其特征在于,包括:

若干钢绞线、第一光纤光栅、第二光纤光栅,若干所述钢绞线沿同一方向螺旋编束形成线股,所述第一光纤光栅沿着所述钢绞线编束方向缠绕在所述线股的外表面上并位于所述钢绞线之间的缝隙中,所述第二光纤光栅沿着所述钢绞线编束方向的反方向缠绕在所述线股的外表面上,所述第一光纤光栅用于感知并传输温度信号,所述第二光纤光栅用于感知并传输所述钢绞线的径向压力信号。

2. 如权利要求1所述的基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆,其特征在于,所述钢绞线之间的缝隙内涂有润滑胶水。

3. 如权利要求2所述的基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆,其特征在于,至少有一根所述第二光纤光栅,当有多根所述第二光纤光栅时,所述第二光纤光栅相互平行。

4. 如权利要求1所述的基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆,其特征在于,还包括辅助缠绕带,所述第二光纤光栅固定在所述辅助缠绕带上,所述辅助缠绕带沿着所述钢绞线编束方向的反方向缠绕在所述线股的外表面上。

5. 如权利要求1所述的基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆,其特征在于,还包括外包层,所述外包层套设在所述线股、所述第一光纤光栅、所述第二光纤光栅上。

6. 如权利要求5所述的基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆,其特征在于,所述外包层包括第一套管、第二套管、缠包带以及保护层,所述第一套管套设在所述线股、所述第一光纤光栅上,所述第二光纤光栅沿着所述钢绞线编束方向的反方向缠绕在所述第一套管外表面上,所述第二套管套设在所述第一套管以及所述第二光纤光栅上,所述缠包带缠绕在所述第二套管上,所述保护层套设在所述缠包带上。

7. 如权利要求6所述的基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆,其特征在于,所述第一套管为软质可收缩套管。

8. 如权利要求6所述的基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆,其特征在于,所述第二套管为软质可收缩套管。

9. 如权利要求6所述的基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆,其特征在于,所述缠包带为高强纤维丝带,所述缠包带均匀缠绕在所述第二套管上。

10. 如权利要求1所述的基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆,其特征在于,所述第二光纤光栅缠绕均匀在所述线股上。

一种基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆

技术领域

[0001] 本发明涉及光纤传感技术领域,尤其涉及一种基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆。

背景技术

[0002] 桥梁是整个道路交通运输网络中的重要组成部分,近些年来,随着我国交通网络的迅猛发展,以及桥梁施工方法的不断创新,大跨径的斜拉桥、悬索桥等索结构桥梁在交通中承担着更为重要的作用。这些斜拉桥或悬索桥中的关键受力部件就是其中的拉吊索,在桥梁整体受力体系中占据重要地位,实际上,缆索的健康情况联系着整个大桥的安危。传统的索力检测有压力测试法、压力传感器测定法、磁通量测定法及振动频率法等多种方法,这些方法都是通过外在检测的方式间接测得缆索的内部的应力状态,受仪器、计算模式、边界条件、索长、外界环境、斜度以及垂度影响,往往不能直接反映索力的真实情况,从而不能很好评估缆索的健康状态。

[0003] 光纤光栅因其能够抗电磁干扰、体积小、易组网等优点被广泛应用在结构健康监测中,就能很好地解决大桥缆索索力检测的痛点问题,光纤光栅压力传感器尺寸小,测量范围大,可在缆索制造过程中将光纤光栅与其内部钢丝紧密贴合在一起,从而直接参与钢丝的形变过程,再换算成索力,这种方法不受外界环境影响、可实时监测、测量范围大,可作为缆索健康检测的一种有效手段。

[0004] 但是只有轴向的索力还不能完全评估整个缆索的健康情况,因为缆索内部包含了很多股钢丝,各股钢丝或钢绞线之间还存在挤压关系,从而对内产生径向力,缆索在工作过程中可能会发生松弛或损伤从而导致局部应力损失,这种应力损失不仅会造成索力的变化,同时还会引起该处附近的径向力的变化,导致监测并不准确。

发明内容

[0005] 有鉴于此,有必要提供一种基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆,解决现有技术中对缆索径向压力检测不准确的问题。

[0006] 本发明提供一种基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆,包括:

[0007] 若干钢绞线、第一光纤光栅、第二光纤光栅,若干所述钢绞线沿同一方向螺旋编束形成线股,所述第一光纤光栅沿着所述钢绞线编束方向缠绕在所述线股的外表面上并位于所述钢绞线之间的缝隙中,所述第二光纤光栅沿着所述钢绞线编束方向的反方向缠绕在所述线股的外表面上,所述第一光纤光栅用于感知并传输温度信号,所述第二光纤光栅用于感知并传输所述钢绞线的径向压力信号。

[0008] 可选的,所述钢绞线之间的缝隙内涂有润滑胶水。

[0009] 可选的,至少有一根所述第二光纤光栅,当有多根所述第二光纤光栅时,所述第二光纤光栅相互平行。

[0010] 可选的,还包括辅助缠绕带,所述第二光纤光栅固定在所述辅助缠绕带上,所述辅

助缠绕带沿着所述钢绞线编束方向的反方向缠绕在所述线股的外表面上。

[0011] 可选的,还包括外包层,所述外包层套设在所述线股、所述第一光纤光栅、所述第二光纤光栅上。

[0012] 可选的,所述外包层包括第一套管、第二套管、缠包带以及保护层,所述第一套管套设在所述线股、所述第一光纤光栅上,所述第二光纤光栅沿着所述钢绞线编束方向的反方向缠绕在所述第一套管外表面上,所述第二套管套设在所述第一套管以及所述第二光纤光栅上,所述缠包带缠绕在所述第二套管上,所述保护层套设在所述缠包带上。

[0013] 可选的,所述第一套管为软质可收缩套管。

[0014] 可选的,所述第二套管为软质可收缩套管。

[0015] 可选的,所述缠包带为高强纤维丝带,所述缠包带均匀缠绕在所述第二套管上。

[0016] 可选的,所述第二光纤光栅缠绕均匀在所述线股上。

[0017] 本发明的有益效果为:

[0018] 本发明通过沿着所述钢绞线编束方向的反方向缠绕所述第二光纤光栅,可使所述第二光纤光栅的光栅区与所述钢绞线的凸起面紧密接触,当存在径向压力时,所述第二光纤光栅的光栅区会被进一步挤压弯曲变形,从而形成径向压力信号;另外,通过沿着所述钢绞线编束方向缠绕所述第一光纤光栅,由于所述第一光纤光栅的光纤直径远小于钢绞线的直径,在两根钢绞线之间的光纤从而可不受外界挤压变形干扰,可实现只对温度的测量,从而可对测径向力的所述第二光纤光栅进行温度补偿,实现更高的精度。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例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。

[0020] 图1为本发明中基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆的结构示意图;

[0021] 图2为图1中第一光纤光栅处的放大示意图;

[0022] 图3为图1中外包层的结构示意图;

[0023] 其中:1-钢绞线,2-第一光纤光栅,3-第二光纤光栅,4-辅助缠绕带,5-外包层,51-第一套管,52-第二套管,53-缠包带,54-保护层。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图来具体描述本发明的优选实施例,其中,附图构成本申请一部分,并与本发明的实施例一起用于阐释本发明的原理,并非用于限定本发明的范围。

[0025] 如图1、图2所示,本发明的实施例提供一种基于光纤光栅的温度自补偿全方位径向压力感知缆,其包括:若干钢绞线1、第一光纤光栅2、第二光纤光栅3,若干所述钢绞线1沿同一方向螺旋编束形成线股,所述第一光纤光栅2沿着所述钢绞线1编束方向缠绕在所述线股的外表面上并位于所述钢绞线1之间的缝隙中,所述第二光纤光栅3沿着所述钢绞线1编束方向的反方向缠绕在所述线股的外表面上,所述第一光纤光栅2用于感知并传输温度信

号,所述第二光纤光栅3用于感知并传输所述钢绞线1的径向压力信号。

[0026] 本发明通过沿着所述钢绞线1编束方向的反方向缠绕所述第二光纤光栅3,可使所述第二光纤光栅3的光栅区与所述钢绞线1的凸起面紧密接触,当存在径向压力时,所述第二光纤光栅3的光栅区会被进一步挤压弯曲变形,从而形成径向压力信号;另外,通过沿着所述钢绞线1编束方向缠绕所述第一光纤光栅2,由于所述第一光纤光栅2的光纤直径远小于钢绞线1的直径,在两根钢绞线1之间的光纤从而可不受外界挤压变形干扰,可实现只对温度的测量,从而可对测径向力的所述第二光纤光栅3进行温度补偿,实现更高的精度。

[0027] 具体的,一般会选取抗拉和抗弯强度大且耐磨性好的钢绞线1,能够承受较大的径向压力而不变形,并且使用过程中钢绞线1的直径变化量较小,这些可以通过改变钢绞线1内钢丝的材质和加工工艺来实现。

[0028] 具体的,所述钢绞线1之间的缝隙内涂有润滑胶水,当所述第一光纤光栅2布置在所述钢绞线1之间的缝隙内时,润滑胶水能够有效减小光纤与钢丝的摩擦阻力。由于第一光纤光栅2位于所述钢绞线1之间的缝隙,当受到外界径向压力时,所述第一光纤光栅2不会受到径向的压力,所以所述第一光纤光栅2不会因径向压力产生信号,所述第一光纤光栅2只会因温度变化产生信号。

[0029] 在具体设置的时候,所述第一光纤光栅2上的光栅间距可以根据实际需求进行调整,一般而言,当对检测精度要求较高时,可以所述第一光纤光栅2上的光栅设置密集,从而可使所述第一光纤光栅2的光栅与所述第二光纤光栅3的光栅更为相近,温度补偿的效果更佳。

[0030] 由于所述第二光纤光栅3沿着所述钢绞线1编束方向的反方向缠绕,所以,所述第二光纤光栅3并不会落入所述钢绞线1之间的缝隙内,所以当受到外界径向压力时,所述第二光纤光栅3的光栅便直接受到挤压变形,从而使中心波长发生变化,产生信号。

[0031] 在具体设置时,所述第二光纤光栅3缠绕的周期数可根据实际情况设定;同等长度的第二光纤光栅3,缠绕越密集则径向压力测量的空间分辨率越高,但测量距离则会越短,因此需综合考量二者的关系。

[0032] 在具体设置时,所述第二光纤光栅3的数量通常是一根,也可以是多根,当有多根所述第二光纤光栅3时,所述第二光纤光栅3相互平行,避免形成相交,影响检测结果。

[0033] 在具体设置时,所述第二光纤光栅3上的光栅间距也可以根据实际需求进行调整,一般而言,配合缠绕的周期数和钢绞线直径大小,可使压力缆的测量全方位性能更好。

[0034] 另外,所述第二光纤光栅3需要尽量缠绕均匀,不能时密时疏,缠绕均匀是压力缆利用光栅精确定位的基础。

[0035] 具体的,还包括辅助缠绕带4,所述第二光纤光栅3固定在所述辅助缠绕带4上,所述辅助缠绕带4沿着所述钢绞线1编束方向的反方向缠绕在所述线股的外表面上,所述辅助缠绕带4能够避免所述第二光纤光栅3相对所述线股产生打滑,有助于所述第二光纤光栅3相对所述钢绞线1均匀缠绕。

[0036] 具体的,还包括外包层5,所述外包层5套设在所述线股、所述第一光纤光栅2、所述第二光纤光栅3上,所述外包层5对所述第一光纤光栅2、所述第二光纤光栅3起到保护作用。

[0037] 进一步的,所述外包层5包括第一套管51、第二套管52、缠包带53以及保护层54,所述第一套管51套设在所述线股、所述第一光纤光栅2上,所述第二光纤光栅3沿着所述钢绞

线1编束方向的反方向缠绕在所述第一套管51外表面上,所述第二套管52套设在所述第一套管51以及所述第二光纤光栅3上,所述缠包带53缠绕在所述第二套管52上,所述保护层54套设在所述缠包带53上。

[0038] 所述第一套管51为软质可收缩套管,在装完所述第一光纤光栅2之后将整个所述线股以及所述第一光纤光栅2套住,起到固定所述第一光纤光栅2的作用以及为所述第二光纤光栅3的缠绕提供一个软质和摩擦相对较大的接触面,避免缠绕所述第二光纤光栅3的过程中发生光纤打滑。

[0039] 所述第二套管52为软质可收缩套管,在装完所述第二光纤光栅3之后将整个所述线股套住,起到固定所述第二光纤光栅3的作用以及为后续缠包带53提供缓冲的余地。

[0040] 所述缠包带53为高强纤维丝带,其抗拉强度大且耐磨损,具备一定的柔韧性,起到分散外界应力的作用,避免应力过大对光纤造成损坏。所述缠包带53紧密的缠绕在所述第二套管52的外表面上,将进一步固定住所述钢绞线1、所述第一光纤光栅2以及所述第二光纤光栅3。在缠绕所述缠包带53时,不要带动所述第一光纤光栅2以及所述第二光纤光栅3,改变其原始位置;另外,尽量使缠绕的松紧程度应保持一致。

[0041] 所述保护层54为高强耐磨材料,起到进一步保护所述第一光纤光栅2以及所述第二光纤光栅3的作用。另外可以根据不同的外界径向压力范围,调整保护层54的厚度来改变压力传递系数,以适应光纤光栅的测量范围。

[0042] 本发明有益效果是:

[0043] 1、本发明通过沿着所述钢绞线编束方向的反方向缠绕所述第二光纤光栅,可使所述第二光纤光栅的光栅区与所述钢绞线的凸起面紧密接触,当存在径向压力时,所述第二光纤光栅的光栅区会被进一步挤压弯曲变形,从而形成径向压力信号;另外,通过沿着所述钢绞线编束方向缠绕所述第一光纤光栅,由于所述第一光纤光栅的光纤直径远小于钢绞线的直径,在两根钢绞线之间的光纤从而可不受外界挤压变形干扰,可实现只对温度的测量,从而可对测径向力的所述第二光纤光栅进行温度补偿,实现更高的精度。

[0044] 2、本发明无其它电子器件,尺寸小,成本低,组装简单,可实现大批量多场景应用;例如,可将其布置在隧道边坡上,监测边坡的稳固情况,当边坡发生松动位移时可从压力缆的径向压力发生变化第一时间发感知;另外还可将其布置在建筑支柱或建筑体当中,以监测裂缝的产生,一旦产生裂缝,周围混凝土对压力缆的径向压力就会发生改变,从而实现对建筑裂缝的监测和定位。

[0045] 以上,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

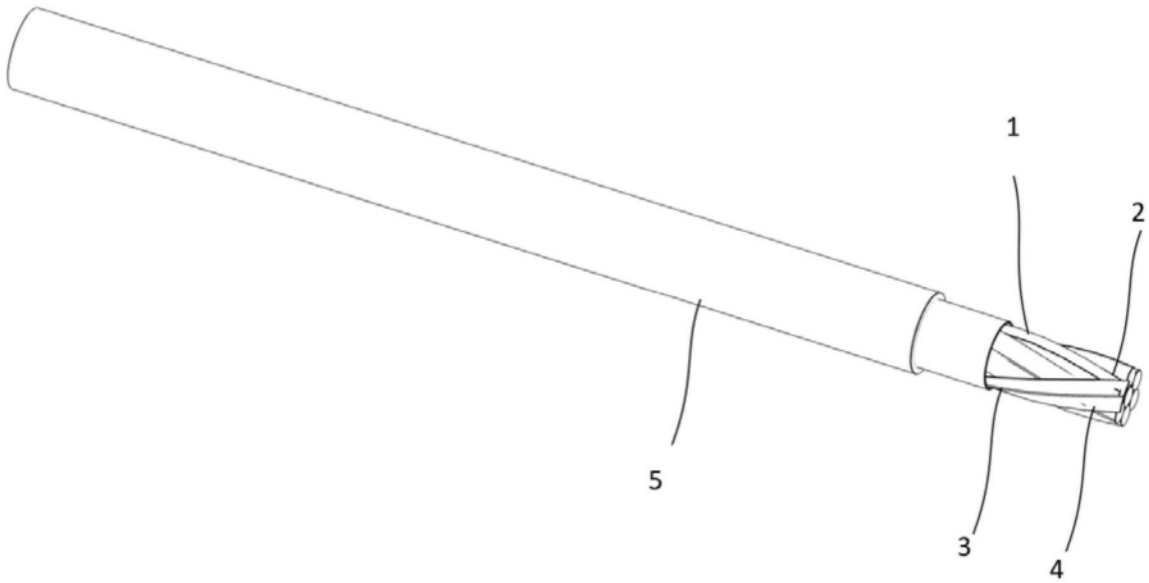


图1

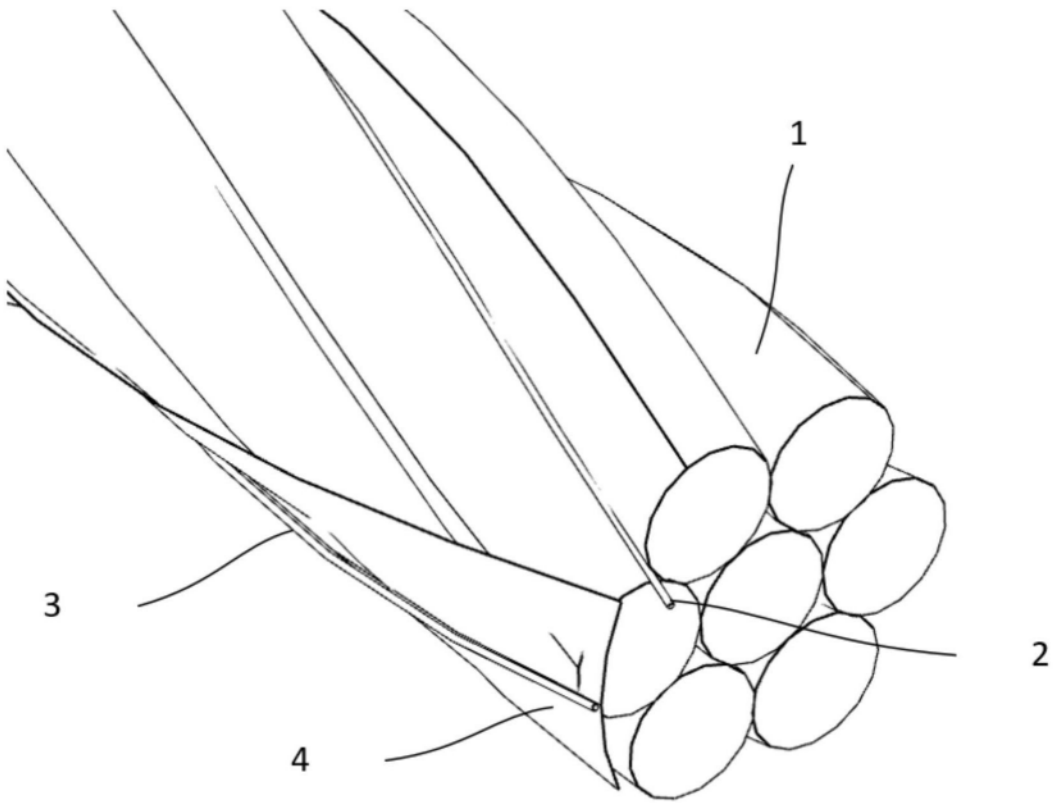


图2

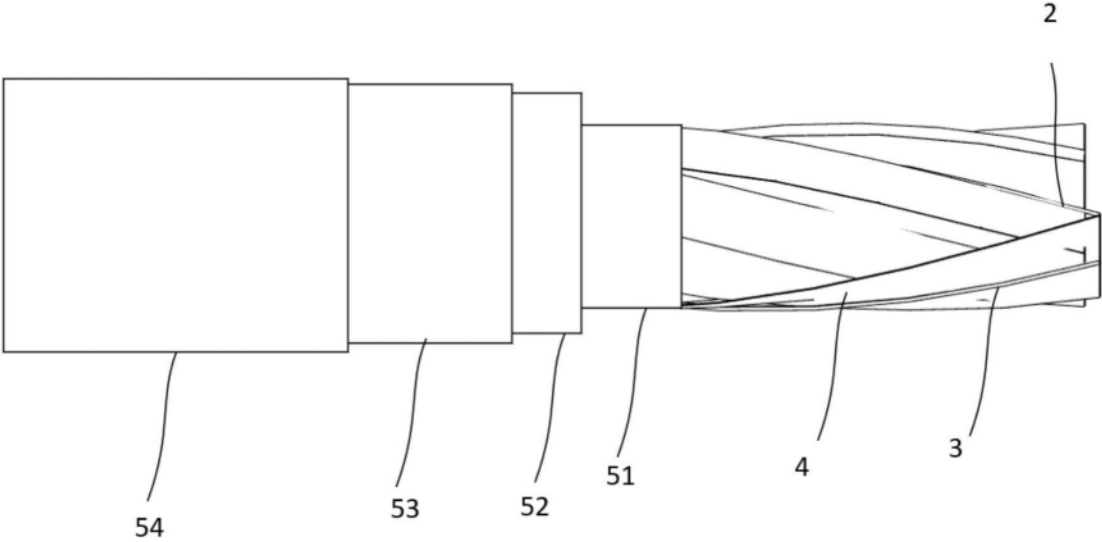


图3