



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115148397 B  
(45) 授权公告日 2025. 05. 06

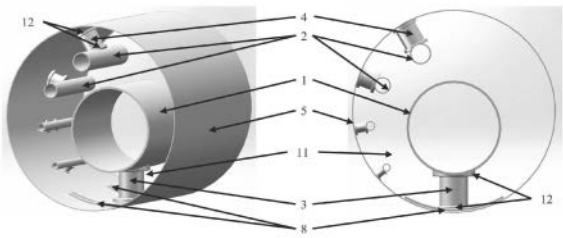
(21) 申请号 202210689759.X  
(22) 申请日 2022.06.17  
(65) 同一申请的已公布的文献号  
    申请公布号 CN 115148397 A  
(43) 申请公布日 2022.10.04  
(73) 专利权人 中国科学院合肥物质科学研究院  
    地址 230031 安徽省合肥市庐阳区三十岗  
        乡古城路181号  
(72) 发明人 汪日新 许永建 蒋才超 李超  
            彭旭峰 於子辰 陈丽萍 谢亚红  
            谢远来 胡纯栋  
(74) 专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责  
                    任公司 11251  
    专利代理师 江亚平

(51) Int.Cl.  
    H01B 7/02 (2006.01)  
    H01B 9/00 (2006.01)  
    H01B 9/02 (2006.01)  
(56) 对比文件  
    CN 112713557 A,2021.04.27  
    CN 111415779 A,2020.07.14  
    审查员 宗雪娇

权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称  
    一种应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线

(57) 摘要  
    本发明公开一种应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线,主要由主高压导体、多个次级高压导体、主支柱绝缘子、多个次级斜拉绝缘子、接地屏蔽外壳、高压金属嵌件、低压金属嵌件、微粒捕捉陷阱和放置在主高压导体内部用于传输射频信号的波导、向其负载提供符合设计指标要求的电力供应的母排或同轴电缆以及传输来自射频负离子源各项诊断信号的信号线或光纤以及支撑主高压导体内部波导、母排或同轴电缆和信号线或光纤金属支架和绝缘气体等组成,解决了射频负离子源中性束注入装置电源系统的高压绝缘电力传输难题,为射频负离子源所需射频波导信号和各种诊断信号提供了绝缘性能良好的高压绝缘传输通道。



CN 115148397 B

1. 一种应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线,其特征在于:包括主高压导体、多个次级高压导体、主支柱绝缘子、多个次级斜拉绝缘子、接地屏蔽外壳、高压金属嵌件、低压金属嵌件、微粒捕捉陷阱和放置在主高压导体内部的射频波导、母排或同轴电缆以及信号线或光纤,和支撑主高压导体内部的射频波导、母排或同轴电缆以及信号线或光纤的金属支架、绝缘气体以及焊接在主高压导体、多个次级高压导体和接地屏蔽外壳上的金属屏蔽圆板;

所述主支柱绝缘子和次级斜拉绝缘子均包含内嵌的高压金属嵌件和低压金属嵌件;所述主高压导体与所述接地屏蔽外壳偏心轴布置且安装在所述接地屏蔽外壳中心位置的下侧,所述次级高压导体布置在所述接地屏蔽外壳中心位置的左侧;所述接地屏蔽外壳内部充有一定压力的所述绝缘气体;所述主高压导体由所述主支柱绝缘子支撑,所述次级高压导体由所述次级斜拉绝缘子固定;所述主支柱绝缘子两侧在接地屏蔽外壳上表面适当位置安装有微粒捕捉陷阱。

2. 根据权利要求1所述的一种应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线,其特征在于:所述主高压导体、所述多个次级高压导体和所述接地屏蔽外壳均为圆柱体空心导体,所述主支柱绝缘子和所述多个次级斜拉绝缘子的外形均为圆柱体,所述高压金属嵌件和所述低压金属嵌件的外形均为椭圆型或椭圆圆柱型,且所述主高压导体、所述多个次级高压导体和所述接地屏蔽外壳的材质均为铝合金。

3. 根据权利要求1所述的一种应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线,其特征在于:所述绝缘气体是 $\text{SF}_6$ 、 $\text{SF}_6/\text{N}_2$ 混合气体、 $\text{C}_4\text{F}_7\text{N}/\text{CO}_2$ 混合气体或 $\text{C}_4\text{F}_7\text{N}/\text{N}_2$ 混合气体。

4. 根据权利要求1所述的一种应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线,其特征在于:所述主支柱绝缘子和所述多个次级斜拉绝缘子由环氧玻璃纤维、环氧树脂或陶瓷材料制成,且其高压侧均嵌入所述高压金属嵌件、低压侧均嵌入所述低压金属嵌件,所述高压金属嵌件和所述低压金属嵌件的圆面大半径小于对应的主支柱绝缘子和次级斜拉绝缘子的柱体半径。

5. 根据权利要求1所述的一种应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线,其特征在于:所述主高压导体、所述高压金属嵌件、所述主支柱绝缘子、所述低压金属嵌件和所述接地屏蔽外壳分别用螺栓进行固定连接,所述多个次级高压导体、所述高压金属嵌件、所述多个次级斜拉绝缘子、所述低压金属嵌件和所述接地屏蔽外壳也分别用螺栓进行固定连接。

6. 根据权利要求1所述的一种应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线,其特征在于:所述主高压导体、所述多个次级高压导体和所述接地屏蔽外壳与所述主支柱绝缘子和所述多个次级斜拉绝缘子固定连接处均焊接一定厚度的直径比相对应处主支柱绝缘子和次级斜拉绝缘子的直径大的带圆角的金属屏蔽圆板。

7. 根据权利要求1所述的一种应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线,其特征在于:所述的主高压导体的内部空间容纳射频负离子源所需求的所述射频波导、母排或同轴电缆和所述信号线或光纤。

8. 根据权利要求1所述的一种应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线,其特征在于:所述微粒捕捉陷阱由开有一系列连续的等宽穿透型槽孔的圆柱形金属板组成,且其材质为铝合金,外侧半径与所述接地屏蔽外壳内半径一致。

9. 根据权利要求1所述的一种应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线,其特征  
在于:所述高压金属嵌件和所述主高压导体、所述多个次级高压导体等电位,所述低压金属  
嵌件、所述微粒捕捉陷阱和所述接地屏蔽外壳等电位。

## 一种应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线

### 技术领域

[0001] 本发明涉及高压电力传输技术领域,具体是一种应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线。

### 背景技术

[0002] 射频负离子源中性束注入装置高压直流综合传输线用于将包括负离子加速电源、负离子引出电源及负离子源辅助电源等与对应负载相连接,以及射频负离子源的各种诊断测量信号的传输,而目前现有的高压电缆内部无法携带射频负离子源中性束注入装置电源系统射频波导、母排或者同轴电缆和诊断信号线或光纤等诸多导线或导体,现有的气体绝缘输电线路均为同轴结构,无法满足射频负离子源中性束注入装置电源系统多级电压同时传输要求。

### 发明内容

[0003] 为了克服上述现有技术的不足,本发明的目的是提供一种应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线,以解决现有高压电缆和气体绝缘输电线路无法满足射频负离子源中性束注入装置电源系统传输射频信号、提供电力供应及提供射频负离子源各种诊断信号传输通道的需求和高压绝缘电力传输问题。

[0004] 为了达到上述目的,本发明所采用的技术方案为:

[0005] 一种应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线,包括主高压导体、多个次级高压导体、主支柱绝缘子、多个次级斜拉绝缘子、接地屏蔽外壳、高压金属嵌件、低压金属嵌件、微粒捕捉陷阱和放置在主高压导体内部的射频波导、母排或同轴电缆以及信号线或光纤,和支撑主高压导体内部的波导、母排或同轴电缆和信号线或光纤的金属支架、绝缘气体以及焊接在主高压导体、多个次级高压导体和接地屏蔽外壳上的金属屏蔽圆板;

[0006] 所述主支柱绝缘子和次级斜拉绝缘子均包含内嵌高压金属嵌件和低压金属嵌件;所述主高压导体与所述接地屏蔽外壳偏心轴布置且安装在所述接地屏蔽外壳中心位置的下侧,所述次级高压导体布置在所述接地屏蔽外壳中心位置的左侧;所述接地屏蔽外壳内部充有一定压力的所述绝缘气体;所述主高压导体由所述主支柱绝缘子支撑,所述次级高压导体由所述次级斜拉绝缘子固定;所述主支柱绝缘子两侧在接地屏蔽外壳上表面适当位置安装有微粒捕捉陷阱。

[0007] 进一步地,所述主高压导体、所述多个次级高压导体和所述接地屏蔽外壳均为圆柱体空心导体,所述主支柱绝缘子和所述多个次级斜拉绝缘子的外形均为圆柱体,所述高压金属嵌件和所述低压金属嵌件的外形均为椭圆型或椭圆圆柱型,且所述主高压导体、所述多个次级高压导体和所述接地屏蔽外壳的材质均为铝合金。

[0008] 进一步地,所述绝缘气体是 $\text{SF}_6$ 、 $\text{SF}_6/\text{N}_2$ 混合气体、 $\text{C}_4\text{F}_7\text{N}/\text{CO}_2$ 混合气体或 $\text{C}_4\text{F}_7\text{N}/\text{N}_2$ 混合气体。

[0009] 进一步地,所述主支柱绝缘子和所述多个次级斜拉绝缘子由环氧玻璃纤维、环氧

树脂或陶瓷材料制成,且其高压侧均嵌入所述高压金属嵌件、低压侧均嵌入所述低压金属嵌件,所述高压金属嵌件和所述低压金属嵌件的圆面大半径小于对应主支柱绝缘子和次级斜拉绝缘子的柱体半径。

[0010] 进一步地,所述主高压导体、所述高压金属嵌件、所述主支柱绝缘子、所述低压金属嵌件和所述接地屏蔽外壳分别用螺栓进行固定连接,所述多个次级高压导体、所述高压金属嵌件、所述多个次级斜拉绝缘子、所述低压金属嵌件和所述接地屏蔽外壳也分别用螺栓进行固定连接。

[0011] 进一步地,所述主高压导体、所述多个次级高压导体和所述接地屏蔽外壳与所述主支柱绝缘子和所述多个次级斜拉绝缘子固定连接处均焊接一定厚度的直径比相对应处主支柱绝缘子和次级斜拉绝缘子的直径大的带圆角的金属屏蔽圆板。

[0012] 进一步地,所述的主高压导体的内部空间容纳射频负离子源所需求的所述射频波导、母排或同轴电缆和所述信号线或光纤。

[0013] 进一步地,所述微粒捕捉陷阱由开有一系列连续的等宽穿透型槽孔的圆柱形金属板组成,且其材质为铝合金,外侧半径与所述接地屏蔽外壳内半径一致。

[0014] 进一步地,所述高压金属嵌件和所述主高压导体、所述多个次级高压导体等电位,所述低压金属嵌件、所述微粒捕捉陷阱和所述接地屏蔽外壳等电位。

[0015] 有益效果:

[0016] 1、本发明中,通过绝缘气体、绝缘子及其内嵌金属嵌件和金属屏蔽圆板有效地提高了多级高压直流综合传输线的绝缘强度。

[0017] 2、本发明中,通过主高压导体和其他多级高压导体解决了多级高压直流综合传输线的多级高压传输问题。

[0018] 3、本发明中,通过微粒捕捉陷阱有效地抑制了多级高压直流传输线内部可能产生的导电金属微粒,从而提高了多级高压直流综合传输线的绝缘性能。

[0019] 4、本发明有效地解决了射频负离子源中性束注入装置电源系统的高压绝缘电力传输难题,又为射频负离子源所需射频波导信号和各种诊断信号提供了绝缘性能良好的高压绝缘传输通道。

## 附图说明

[0020] 图1是本发明的一种应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线实施例结构和组成及其横截面示意图;

[0021] 图2是本发明的主高压导体内部结构和组成横截面示意图;

[0022] 图3a是本发明的主支柱绝缘子及其内嵌金属嵌件的结构及其横截面示意图;

[0023] 图3b是本发明的斜拉绝缘子及其内嵌金属嵌件的结构及其横截面示意图;

[0024] 图4是本发明的微粒捕捉陷阱的结构示意图。

[0025] 其中,1为主高压导体,2为次级高压导体,3为主支柱绝缘子,4为次级斜拉绝缘子,5为接地屏蔽外壳,6为高压金属嵌件,7为低压金属嵌件,8为微粒捕捉陷阱,9为射频波导、母排或同轴电缆以及信号线或光纤,10为金属支架,11为绝缘气体,12为金属屏蔽圆板。

## 具体实施方式

[0026] 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、完整的描述,显然,所描述的实施例仅为本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例,基于本发明中的实施例,本领域的普通技术人员在不付出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明的保护范围。

[0027] 如图1、图2、图3a、图3b和图4所示,本发明的应用于中性束注入装置的高压直流综合传输线主要由主高压导体1、多个次级高压导体2、主支柱绝缘子3、多个次级斜拉绝缘子4、接地屏蔽外壳5、高压金属嵌件6、低压金属嵌件7、微粒捕捉陷阱8和放置在主高压导体1内部的射频波导、母排或同轴电缆以及信号线或光纤9,以及支撑主高压导体1内部波导、母排或同轴电缆和信号线或光纤9的金属支架10、绝缘气体11以及焊接在主高压导体1、次级高压导体2和接地屏蔽外壳5上的金属屏蔽圆板12等组成。其中,所述射频波导、母排或同轴电缆以及信号线或光纤9为用于传输射频信号的波导、向其负载提供符合设计指标要求的电力供应的母排或同轴电缆和传输来自射频负离子源各项诊断信号的信号线或光纤。所述主支柱绝缘子3和次级斜拉绝缘子4均包含内嵌的高压金属嵌件6和低压金属嵌件7。所述主高压导体1与所述接地屏蔽外壳5偏心轴布置且安装在所述接地屏蔽外壳5中心位置的下侧,所述次级高压导体2布置在所述接地屏蔽外壳5中心位置的左上侧。所述接地屏蔽外壳5内部充有一定压力的所述绝缘气体11。所述主高压导体1由所述主支柱绝缘子3支撑,所述次级高压导体2由所述次级斜拉绝缘子4固定。所述主支柱绝缘子3两侧在接地屏蔽外壳5上表面适当位置安装有微粒捕捉陷阱8。

[0028] 所述主高压导体1、所述次级高压导体2和所述接地屏蔽外壳5均为圆柱体空心导体,所述主支柱绝缘子3和所述次级斜拉绝缘子4的外形均为圆柱体,所述高压金属嵌件6和所述低压金属嵌件7的外形均为椭圆型或椭圆圆柱型,且所述主高压导体1、所述次级高压导体2和所述接地屏蔽外壳5的材质均为铝合金。

[0029] 所述绝缘气体11可以是 $\text{SF}_6$ 、 $\text{SF}_6/\text{N}_2$ 混合气体、 $\text{C}_4\text{F}_7\text{N}/\text{CO}_2$ 混合气体或 $\text{C}_4\text{F}_7\text{N}/\text{N}_2$ 混合气体。

[0030] 所述主支柱绝缘子3和所述次级斜拉绝缘子4可以由环氧玻璃纤维、环氧树脂或陶瓷材料制成,且其高压侧均嵌入所述高压金属嵌件6、低压侧均嵌入所述低压金属嵌件7,所述高压金属嵌件6和所述低压金属嵌件7的圆面大半径要小于对应主支柱绝缘子3和次级斜拉绝缘子4的柱体半径。

[0031] 所述主高压导体1、所述高压金属嵌件6、所述主支柱绝缘子3、所述低压金属嵌件7和所述接地屏蔽外壳5分别用螺栓进行固定连接,所述次级高压导体2、所述高压金属嵌件6、所述次级斜拉绝缘子4、所述低压金属嵌件7和所述接地屏蔽外壳5也分别用螺栓进行固定连接。

[0032] 所述的主高压导体1的内部空间可以容纳射频负离子源所需求的所述射频波导、母排或同轴电缆和所述信号线或光纤9,其内部的所述射频波导、母排或同轴电缆和所述信号线或光纤9由表面涂覆绝缘材料的金属支架10支撑。

[0033] 所述微粒捕捉陷阱8由开有一系列连续的等宽穿透型槽孔的圆柱形金属板组成,且其材质为铝合金,外侧半径与所述接地屏蔽外壳5内半径一致。

[0034] 所述高压金属嵌件6和所述主高压导体1、所述次级高压导体2等电位,所述低压金

属嵌件7、所述微粒捕捉陷阱8和所述接地屏蔽外壳5等电位。

[0035] 在本发明实施例中,主高压导体1、次级高压导体2和接地屏蔽外壳5与主支柱绝缘子3和次级斜拉绝缘子4固定连接处均焊接一定厚度的直径比相对应处主支柱绝缘子3和次级斜拉绝缘子4的直径大的带圆角的金属屏蔽圆板12,然后在接地屏蔽外壳5用螺栓依次安装主支柱绝缘子3和主高压导体1,接着用螺栓依次安装次级斜拉绝缘子4和次级高压导体2,之后用螺栓在主支柱绝缘子3附近、接地屏蔽外壳5内表面上安装微粒捕捉陷阱8,然后在主高压导体内部安装金属支架10,依次安装用于传输射频信号的波导、母排或同轴电缆以及信号线或光纤9,最后在接地屏蔽外壳5内部充有一定压力的绝缘气体11。

[0036] 本发明中,通过多级高压导体和多级绝缘子等有效地解决了射频负离子源中性束注入装置电源系统的高压绝缘电力传输难题,又为射频负离子源所需射频波导信号和各种诊断信号提供了绝缘性能良好的高压绝缘传输通道。

[0037] 根据本发明的实施例,通过绝缘气体、绝缘子及其内嵌金属嵌件和金属屏蔽圆板有效地提高了多级高压直流综合传输线的绝缘强度。

[0038] 根据本发明的实施例,通过主高压导体和其他多级高压导体解决了多级高压直流综合传输线的多级高压传输问题。

[0039] 根据本发明的实施例,通过微粒捕捉陷阱有效地抑制了多级高压直流综合传输线内部可能产生的金属导电微粒,从而提高了多级高压直流综合传输线的绝缘性能。

[0040] 尽管上面对本发明说明性的具体实施方式进行了描述,以便于本技术领域的技术人员理解本发明,且应该清楚,本发明不限于具体实施方式的范围,对本技术领域的普通技术人员来讲,只要各种变化在所附的权利要求限定和确定的本发明的精神和范围内,这些变化是显而易见的,一切利用本发明构思的发明创造均在保护之列。

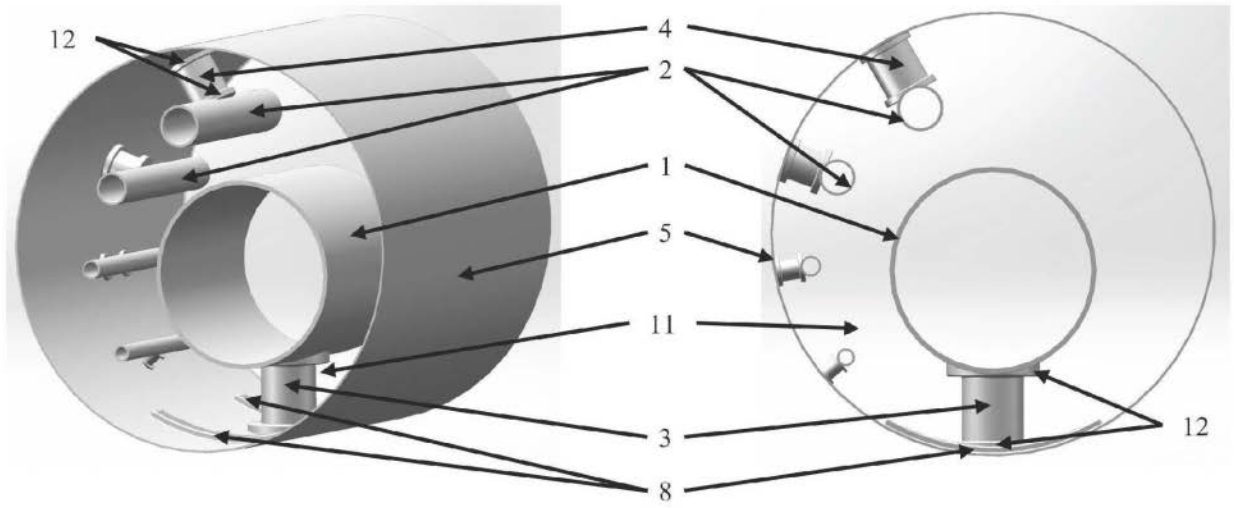


图1

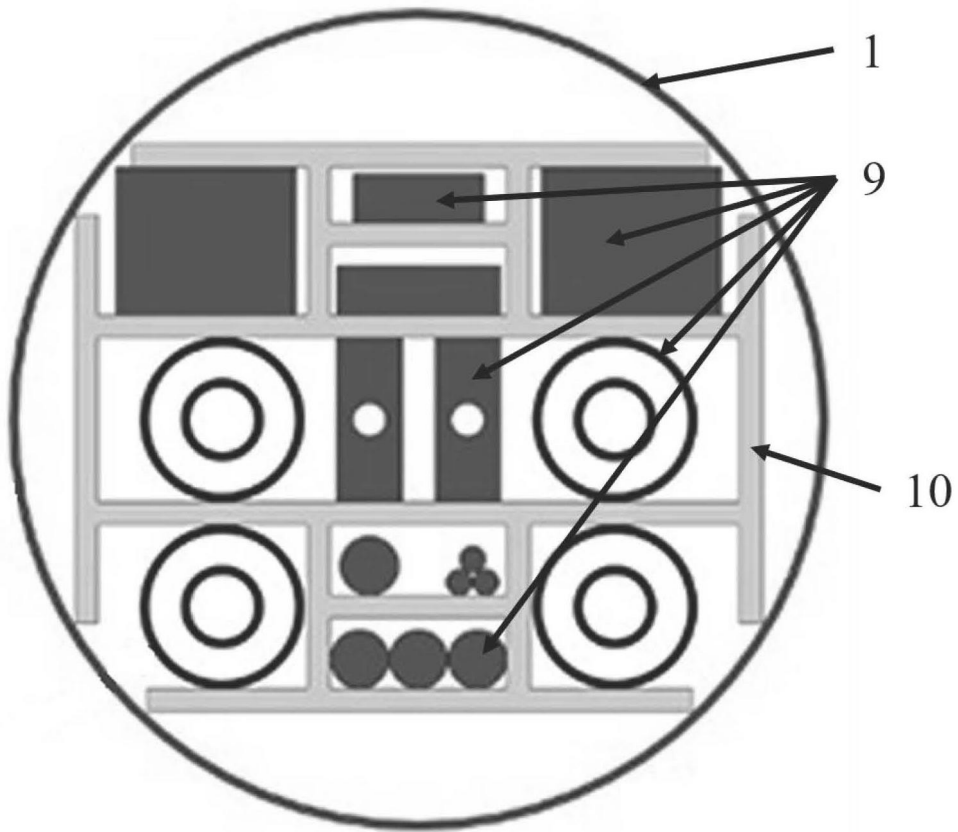


图2

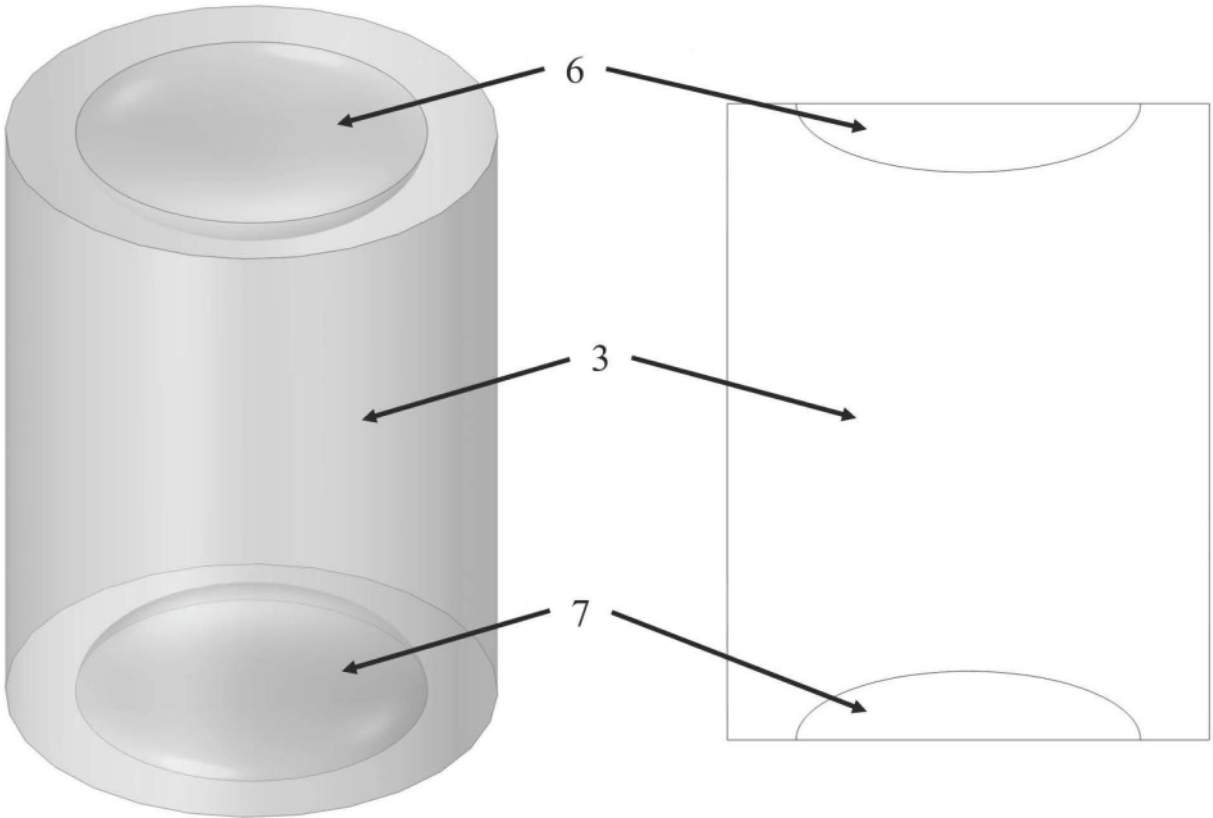


图3a

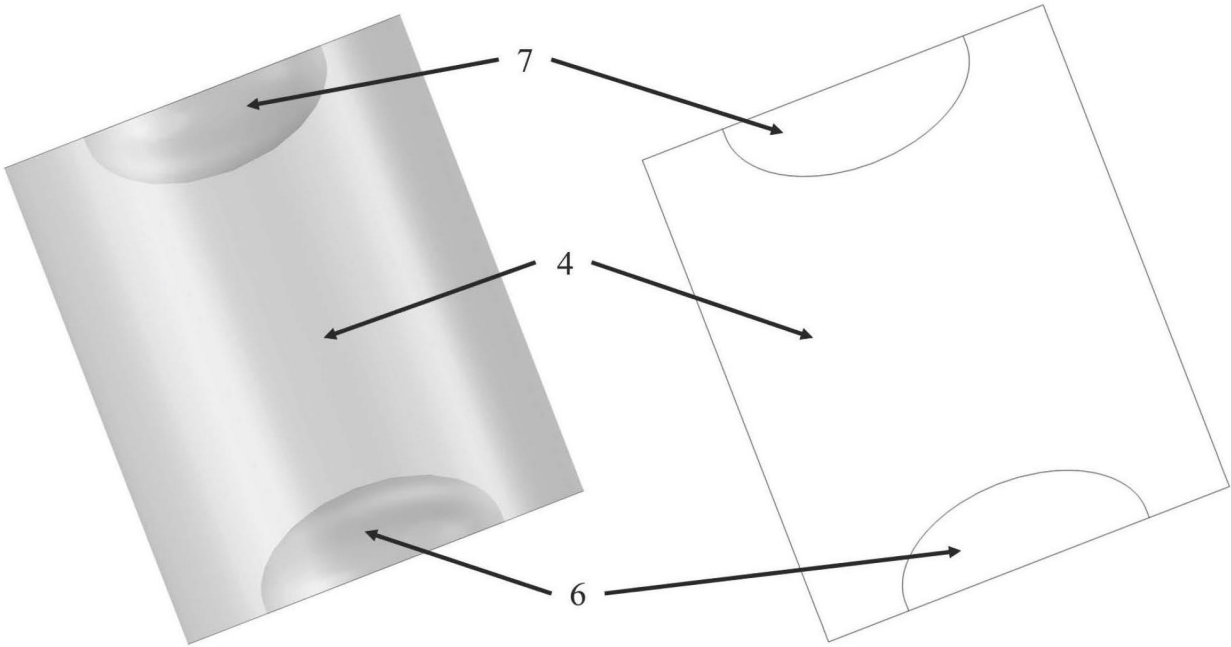


图3b

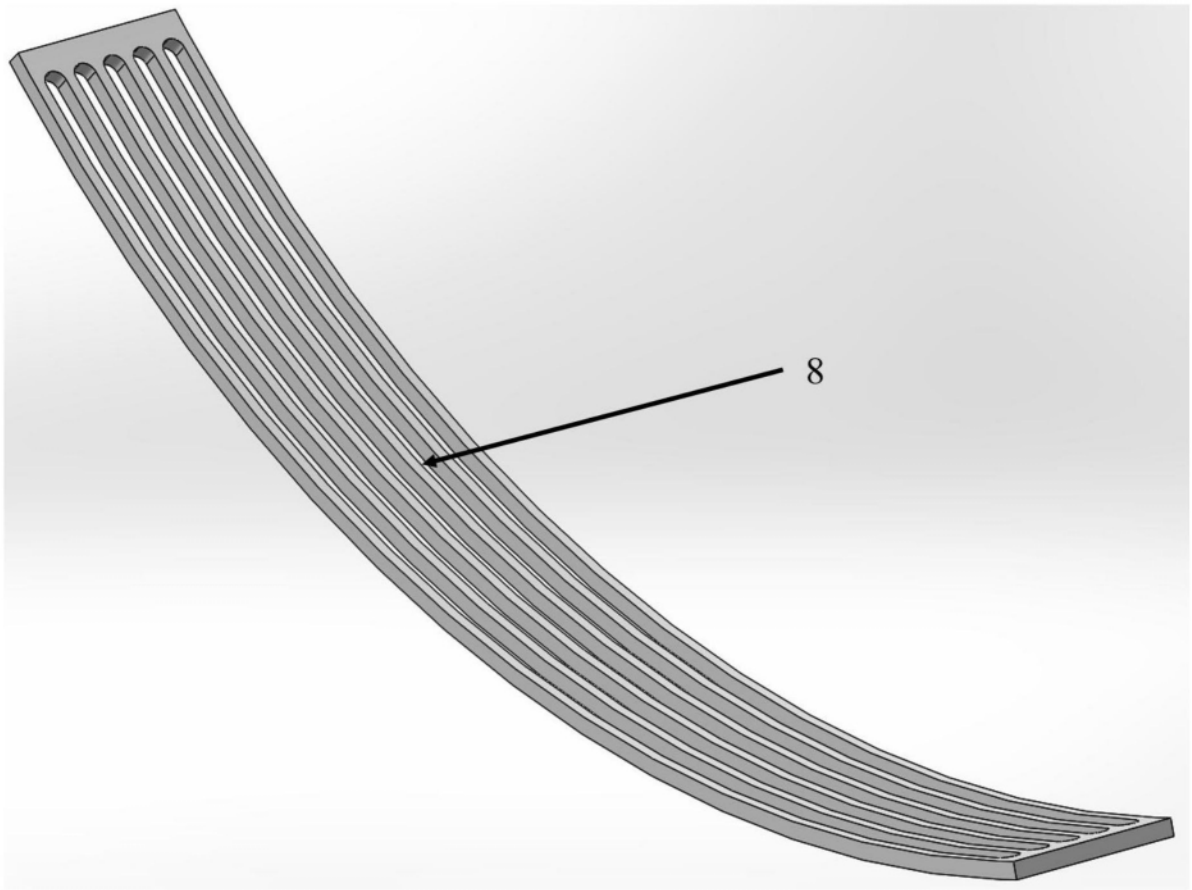


图4