



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108140961 B

(45)授权公告日 2020.05.29

(21)申请号 201680059651.5

(22)申请日 2016.08.10

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108140961 A

(43)申请公布日 2018.06.08

(30)优先权数据

102015010634.1 2015.08.12 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.04.12

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2016/001370 2016.08.10

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2017/025191 DE 2017.02.16

(73)专利权人 卡尔斯鲁厄技术研究所

地址 德国卡尔斯鲁厄

(72)发明人 沃尔特·菲茨

迈克尔·J·沃尔夫

瑞恩哈德·海勒

克劳斯-彼得·韦斯

(74)专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理

有限责任公司 11204

代理人 王达佐 王艳春

(51)Int.Cl.

H01R 4/68(2006.01)

审查员 毛超

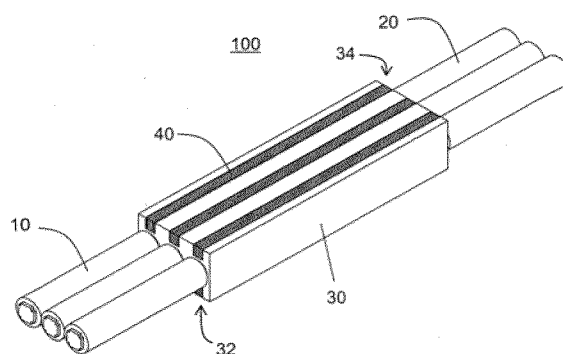
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54)发明名称

用于超导导体的连接器以及连接器的用途

(57)摘要

本发明涉及用于超导导体的连接器(100)以及涉及连接器(100)的用途。适于将至少一个第一超导体(10)电连接至至少一个第二超导体(20)的连接器(100)包括：-导电的基础元件(30)，具有第一端部(32)和第二端部(34)，其中，至少第一超导体(10)能够电接触在第一端部(32)处，至少一个第二超导体(20)能够电接触在第二端部(34)处；以及-至少一个超导附加元件(40)，至少部分地布置在基础元件(30)中，并且从基础元件(30)的第一端部(32)延伸至基础元件(30)的第二端部(34)。



1. 连接器(100), 用于将至少一个第一超导导体(10)电连接至至少一个第二超导导体(20), 所述连接器(100)包括:

导电的基础元件(30), 具有第一端部(32)和第二端部(34), 其中, 所述至少一个第一超导导体(10)能够电接触在所述第一端部(32)处, 所述至少一个第二超导导体(20)能够电接触在所述第二端部(34)处; 以及

至少一个超导附加元件(40), 至少部分地布置在所述基础元件(30)中, 并且从所述基础元件(30)的第一端部(32)延伸至所述基础元件(30)的第二端部(34),

其中, 每个所述第一超导导体(10)与相应的所述超导附加元件(40)接触, 以及

其中, 所述基础元件(30)具有至少一个凹进部或凹槽, 所述至少一个超导附加元件(40)至少部分地布置在所述至少一个凹进部或凹槽中。

2. 根据权利要求1所述的连接器(100), 其中, 所述至少一个超导附加元件(40)与所述基础元件(30)电接触。

3. 根据权利要求1或2所述的连接器(100), 其中,

所述基础元件(30)包括多个基础元件部分(30a-30d; 30g-30h; 30i-30j; 30k-30l), 和/或

所述基础元件(30)包括接合件(37), 和/或

所述基础元件(30)部分地或完全地由铜形成, 和/或

所述至少一个超导附加元件(40)包括超导体带或超导体带的堆叠。

4. 根据权利要求1或2所述的连接器(100), 其中,

所述基础元件(30)包括多个基础元件部分(30i-30j; 30k-30l), 以及

所述至少一个超导附加元件(40)的长度大于所述基础元件部分(30i-30j; 30k-30l)的长度的总和。

5. 根据权利要求4所述的连接器(100), 还包括移位凹槽, 其中, 所述基础元件部分(30k、30l)中的至少一个能够在所述移位凹槽中移位。

6. 根据权利要求1或2所述的连接器(100), 其中,

所述基础元件(30)适于将n个第一超导导体(10)与n个第二超导导体(20)电连接,

所述连接器(100)包括n个或n的整数倍个所述超导附加元件(40), 以及

n是大于零的自然整数。

7. 根据权利要求1或2所述的连接器(100), 其中,

至少一个所述导电的基础元件(30)形成为直线的或成角度的, 和/或

至少一个所述导电的基础元件(30)形成为使得: 在所述连接器(100)处于组装状态的情况下, 所述至少一个第一超导导体(10)的纵向轴线和所述至少一个第二超导导体(20)的纵向轴线围成处于 0° 与 180° 之间的角度。

8. 根据前述权利要求中的一项所述的连接器(100)的用途, 用于将至少一个第一超导导体(10)与至少一个第二超导导体(20)连接。

9. 根据权利要求8所述的用途, 其中, 所述至少一个第一超导导体和所述至少一个第二超导导体各自包括多个超导体带(1、2、5), 所述多个超导体带(1、2、5)各自布置成带堆叠并且各自形成相应的所述超导导体的超导体主体(50)。

10. 根据权利要求9所述的用途, 其中, 所述超导体主体(50)具有十字形截面。

11. 根据权利要求9所述的用途, 其中, 所述超导体主体 (50) 的带堆叠包括具有恰好两种不同宽度的超导体带 (1、2)。

12. 根据权利要求9所述的用途, 其中,

所述连接器 (100) 的第一端部 (32) 与所述至少一个第一超导体 (10) 的超导体主体电接触, 和/或

所述连接器 (100) 的第二端部 (34) 与所述至少一个第二超导体 (20) 的超导体主体电接触。

13. 根据权利要求8所述的用途, 其中,

所述连接器 (100) 的第一端部 (32) 与所述至少一个第一超导体 (10) 的套管电接触, 和/或

所述连接器 (100) 的第二端部 (34) 与所述至少一个第二超导体 (20) 的套管电接触。

14. 根据权利要求8所述的用途, 其中,

所述连接器 (100) 的第一端部 (32) 与所述至少一个第一超导体 (10) 的套管和超导体主体两者电接触, 和/或

所述连接器 (100) 的第二端部 (34) 与所述至少一个第二超导体 (20) 的套管和超导体主体两者电接触。

15. 根据权利要求12所述的用途, 其中, 通过压入配合或热接合来实现电接触。

用于超导导体的连接器以及连接器的用途

[0001] 本发明涉及用于超导导体的连接器以及涉及连接器的用途。

[0002] 超导体是电阻在某一温度(转变温度)下完全消失的材料。因此,如果超导体在足够低的温度下工作,则其没有DC损耗。因此,这种超导材料的用于导电的导体或线圈没有DC损耗。因此,电流可通过这种导体非常有效率地传输。具体地,可使用超导磁体非常高效率地生成高磁场。根据从超导导电状态到正常导电状态的相转变温度的值,可在低温超导体和高温超导体之间进行区分。在低温超导体中,通常低于30K;在高温超导体中,在某些情况下显著较高,例如高于氮的沸点($T=-196^{\circ}\text{C}$)。因此,针对进一步的应用,也将讨论高温超导体(HTS),因为:与低温超导体相比,有关冷却的工作明显减少。其中包括能量传递、旋转机器(例如发电机、马达等)或者例如用于粒子加速器的磁体。

[0003] 鉴于领域和温度范围以及电流密度,稀土钡铜氧化物材料(简称REBCO)的高温超导体是当前市面上可获得的最受关注的HTS材料。这些材料生产成薄带或薄条形式,其中,超导体在衬底上沉积成具有约 $1\mu\text{m}$ 的厚度的薄层,从而形成具有通常为 $100\mu\text{m}$ 的厚度且具有毫米范围内的宽度的带。对于这些扁平带,不能使用传统的捻股技术来生产高载流性的超导导体或电缆。替代地,在近来的方法中,生产超导带或超导条的堆叠以由超导导体制造用于较高电流的导体或电缆。

[0004] 在通过超导体进行高电功率的传输时,导体必须相应地进行冷却。为了在线卷或电缆中实现高电流密度,它们必须尽量紧凑。同时,然而,机械稳定性也必须高,例如对于在热量输入、热循环或电磁力最少的情况下进行机械支承那样。

[0005] 然而,为了在应用中使用这种超导导体或电缆,不仅导体本身至关重要,与超导导体组装或连接的电连接器也至关重要。具体地,对于这种超导导体重要的是,电连接器电阻和/或由于连接而产生的连接电阻尽可能低或可被忽略。连接器电阻在本说明书中使用具体应被理解为连接器本身的电阻。将在下文中将连接器电阻和在导体与连接器之间可能产生的接触电阻称为连接电阻。

[0006] 通常,超导导体或电缆的各个超导体带分别与另一超导导体或电缆的超导体带接触。然而,这非常耗时且昂贵,因此不适于工业目的。

[0007] 将超导电缆彼此连接的另一已知的方法称为搭接(lap-joint)连接。这里,超导导体被焊接在例如铜块中,使得导体的端部重叠地连接。由于重叠,所以电流可在超导导体的整个焊接长度上从一个导体直接流动到另一导体。根据重叠的程度,可将电连接器电阻保持为较低。

[0008] 然而,传统的方案具有缺点。例如,建立各个超导体带的直接连接非常耗时。另外,这种连接可能相对不稳定。在搭接连接中,待连接的导体的最大可能的重叠对于降低连接器电阻是有利的。然而,这是以紧凑性为代价。另外,传统的连接方法和连接器在使用时非常不灵活的,特别是在铺设超导导体或电缆期间。超导导体或电缆的柔性连接和铺设起到重要作用,主要是因为通常制成导体或电缆的超导体堆叠只能弯曲到非常有限的程度。

[0009] 因此,本发明的目的是提供用于超导导体或电缆的连接器,该连接器紧凑、易于操纵且使用灵活。

[0010] 该目的通过独立权利要求的主题来解决。有利的实施方式是从属权利要求的主题。

[0011] 实现该目的的第一独立方面涉及一种连接器,其用于使至少第一超导体与至少一个第二超导体电连接,并且包括:

[0012] -导电的基础元件,该导电的基础元件具有第一端部和第二端部,至少第一超导体能够电接触到第一端部处,并且具体地能够焊接在第一端部处,至少第二超导体能够电接触到第二端部处;以及

[0013] -至少一个超导附加元件,该至少一个超导附加元件至少部分地布置在基础元件中并且从基础元件的第一端部延伸到第二端部。

[0014] 连接器的基础元件或基础体是待电连接的超导体或电缆之间的主要的机械连接件或中间件。然而,基础元件也是导电的,即,至少正常导电。优选地,基础元件至少部分地或完全由诸如铜、铝或银的导电金属形成。例如,基础元件是铜块。基础元件具有第一端部或第一端以及第二端部或第二端。基础元件的第一端部或第一端适于与至少第一超导体或电缆接触,即电连接。例如,第一端部可与一个、两个、三个、四个等第一超导体接触。相应地,基础元件的第二端部或第二端还适于与至少第二超导体或电缆接触,即电连接。例如,第二端部可与一个、两个、三个、四个等第二超导体接触。具体地,基础元件或连接器的每个端部可具有用于接触一个或多个超导体或电缆的一个或多个预定接触点。

[0015] 如本说明书中限定的那样,第一导体和第二导体意指待电连接的两个导体。接触意指电连接,具体地,意指热接合或焊接或者还意指挤压到适当的材料(诸如钢)中。

[0016] 至少一个第一导体和至少一个第二导体不构成根据本发明的连接器。仅在连接器的组装状态下,至少一个第一导体才连接至连接器的第一端部和/或至少一个第二导体才连接至连接器的第二端部。

[0017] 至少一个超导附加元件优选地包括超导体或超导带,并且最优选地包括高温超导体或高温超导带,使得通过适当的冷却,即在低于超导体的转变温度的温度的情况下,在连接器的第一端部和第二端部之间存在超导电连接。也就是说,至少一个超导附加元件布置成使得其在低于超导附加元件的转变温度的情况下使第一端部和第二端部以超导的方式彼此连接。因此,至少一个超导附加元件用作超导旁路,这是为什么根据本发明的连接器被发明人称为“SC-ByPass Connector (SC-旁路连接器)”

[0018] 在组装状态下,至少一个超导附加元件使至少一个第一超导体与至少一个第二超导体之间产生基本上超导的电连接。“基本上超导”意指或者应被理解为在适当情况下在导体与连接器之间的接触点处可存在接触电阻。

[0019] 具体地,至少一个超导附加元件不构成待连接的导体,而是根据本发明的连接器的独立的部分。也就是说,至少一个超导附加元件独立于待连接的导体整合到连接器中。至少一个超导附加元件至少部分地布置或整合到基础元件中。这里,术语“至少部分地”包括术语“部分地”、“按部分”或“完全地”。具体地,至少一个超导基础元件至少部分地布置在基础元件内,具体布置在基础元件的凹槽、凹进部或孔穴中。

[0020] 根据本发明的连接器中的至少一个超导附加元件具有的有益效果是,当连接两个或更多导体时,电流不必在整个距离上流过基础元件,而是经由至少一个附加元件流过基础元件,其中,至少一个附加元件在足够低的温度(即低于附加元件的转变温度的温度)下

不具有电阻。因此,连接器的电阻可很大程度地小化或被忽略。此外,不需要待连接的导体重叠,使得根据本发明的连接器可非常紧凑。

[0021] 与传统类型的连接器(通常基于分别使待连接的导体的各个超导体带接触)不同,通过本发明的连接器可实现整个导体或电缆之间的有利接触。这种接触易于建立且因此还适于工业使用。

[0022] 当然,根据本发明的连接器不仅适于电连接超导导体或电缆,还适于连接其他导体或电缆,具体地,正常导电的导体或电缆。

[0023] 在优选实施方式中,基础元件具有至少一个凹进部或凹槽,其中,至少一个超导附加元件至少部分地布置在所述至少一个凹进部或凹槽中。可选地或另外地,至少一个超导附加元件通过与基础元件电接触来连接至基础元件或者电连接至基础元件。例如,超导附加元件插入、压入配合和/或焊接到凹进部或凹槽中。凹槽可布置或形成在基础元件的表面或外部上。凹进部可布置或形成在基础元件的内部中,具体地,形成为从第一端部到第二端部的贯穿开口。

[0024] 在另一优选实施方式中,基础元件包括多个基础元件部分。也就是说,基础元件可由多个基础元件部分构成。在连接器处于安装或组装状态的情况下,所有基础元件部分构成基础元件。具体地,基础元件部分可形成为使得:在连接器处于组装状态的情况下,在基础元件中、在两个基础元件部分之间形成凹槽或凹进部。

[0025] 可选地或附加地,基础元件包括接合件或铰接件。这样,有利的是能够以简单的方式使基础元件和连接器弯曲。

[0026] 可选地或附加地,基础元件部分地或完全由铜形成。例如,基础元件包括一个或多个铜块。具体地,基础元件可以是铜块。

[0027] 可选地或附加地,至少一个超导附加元件包括或者是至少一个超导体带,具体地,高温超导体带。优选地,至少一个超导附加元件包括超导体带的堆叠,或者至少一个超导附加元件是超导体带的堆叠。

[0028] 超导体带是包括衬底的带,其中,超导体,尤其是诸如REBCO的高温超导体,例如以约 $1\mu\text{m}$ 的厚度作为薄层涂抹在衬底上。衬底可具有约 $100\mu\text{m}$ 的厚度。因此,超导体带也具有约 $100\mu\text{m}$ 的厚度,并且例如可具有几毫米的宽度。

[0029] 在另一优选实施方式中,基础元件包括多个基础元件部分或基础元件部,所述多个基础元件部分或基础元件部具体地能够移动到彼此中以补偿长度变化,其中,至少一个超导附加元件的长度大于基础元件部分的长度的总和。也就是说,至少一个超导附加元件的长度大于基础元件的长度。例如,至少一个超导附加元件可以以拱形的方式布置在基础元件周围,具体地布置在连接器的中央部分中。也就是说,至少一个超导附加元件可具体地在连接器的中央部分中形成为或弯曲成C形。优选地,至少一个超导附加元件的弯曲部分具有大于 1cm 的半径。因此,这可确保:在基础元件的角度变化或长度变化的情况下,至少一个超导附加元件或至少一个超导附加元件的超导体带(多个超导体带)基本上不会劣化地进行弯曲,并且因此持续传输电流。

[0030] 优选地,连接器或基础元件或至少一个基础元件部分包括移位凹槽,一个或多个基础元件部分能够在移位所述凹槽中移动或移位。借助于凹槽,可改变或可调节基础元件或连接器的长度。

[0031] 在包括多个基础元件部分的基础元件中,至少一个超导附加元件或至少一个超导带堆叠能以简单的方式布置或附接在例如基础元件部分的内部。此外,待连接至连接器的导体或电缆能以简单的方式与连接器的端部接触,具体地与连接器的端部压入配合或焊接。电缆和连接器之间间隙可减少,且因此能以简单的方式优化。

[0032] 在另一优选实施方式中,连接器或基础元件适于将 n 个第一超导导体与 n 个第二超导导体电连接,其中,连接器包括 n 个或 n 的整数倍个元件, n 是大于0的自然整数。具有地, n 是1、2、3、4、5等。

[0033] 在另一优选实施方式中,至少一个导电的基础元件以及具体地至少一个超导附加元件形成成为直线的或成角度的或者弯曲的。可选地或附加地,至少一个导电的基础元件以及具体地至少一个超导附加元件形成成为使得:在连接器处于组装状态的情况下,至少一个第一超导导体的纵向轴线和至少一个第二超导导体的纵向轴线围成或形成处于 0° 与 180° 之间的角度。这里,例如, 0° 的角度意指直线连接器,且 180° 的角度意指U形连接器。

[0034] 在组装状态中,基础元件的第一端部与至少第一超导导体接触或连接,和/或基础元件的第二端部与至少第二超导导体接触或电连接。

[0035] 连接器的形状,即基础元件和/或超导附加元件的形状,可设定成使得可实现直线连接和成角度的连接。因此,不必使超导导体或超导电缆急剧地弯曲。在当前可用的超导体中,这种弯曲通常引起超导体的劣化,这具体是由于通过这种弯曲形成的导体的被堆叠的各个超导体带或超导体主体而引起。可通过根据本发明的连接器来避免这种劣化。与超导体堆叠相比,单个超导体带可在一个弯曲方向上例如以几厘米的半径相对急剧地弯曲。因此,当使用包括单个或仅几个超导体带的超导附加元件时,还可实现急剧地成角度或弯曲的连接器。

[0036] 通过根据本发明的连接器,可利用基本上为直线式的超导导体以及借助于根据发明的相应的连接器或肘状件,铺设或布局出任意轨迹或路线,例如呈导管、管道或轴那样。如果忽略冷却这方面,则可见其与铺设水管具有一些相似性:连接器担任挤压或焊接配件的角色,而超导导体或电缆担任水管的角色。

[0037] 实现该目的的另一独立方面涉及根据本发明的连接器的用途,其用于将至少一个第一超导导体与至少一个第二超导导体连接。

[0038] 优选地,至少一个第一超导导体和至少一个第二超导导体各自包括多个超导体带,其中,多个超导体带各自布置成带堆叠且各自形成相应超导导体的超导体主体。

[0039] 具体地,至少一个第一超导导体包括多个超导体带,该多个超导体带布置成第一带堆叠并且形成至少一个第一超导导体的第一超导体主体。相应地,至少一个第二超导导体包括多个超导体带,该多个超导体带布置成第二带堆叠并且形成至少一个第二超导导体的第二超导体主体。

[0040] 具体地,超导体主体具有十字形的截面。具体地,超导体主体的带堆叠包括具有两个完全不同的宽度的超导体带。

[0041] 在优选实施方式中,连接器的第一端部与至少一个第一超导导体的超导体主体电接触。可选地或附加地,连接器的第二端部与至少一个第二超导导体的超导体主体电接触。

[0042] 在另一优选实施方式中,连接器的第一端部与至少一个第一超导导体的套管电接触。可选地或附加地,连接器的第二端部与至少一个第二超导导体的套管电接触。

[0043] 还能够使连接器的第一端部与至少一个第一超导导体的套管和超导体主体两者电接触。相应地,能够使连接器的第二端部与至少一个第二超导导体的套管和超导体主体两者电接触。

[0044] 在另一优选实施方式中,电接触通过压入配合或热接合实现,具体地通过借助于加热的连接或通过焊接来实现。

[0045] 对于上述另外的独立方面且具体地对于相应的优选实施方式,上文或下文关于第一方面的实施方式进行的叙述也适用。具体地,对于本发明的独立方面以及对于相应的优选实施方式,上文或下文关于相应的其它方面的实施方式进行的叙述也适用。

[0046] 具体地,在本公开的上下文中,还提供包括第一超导体、第二超导体和根据本发明的连接器的超导系统。连接器具体地用于电连接第一超导体和第二超导体。具体地,连接器将第一超导体与第二超导体电连接。具体地,如上文和/或下文所述,第一超导体和/或第二超导体或者第一超导体和/或第二超导导体的带堆叠或超导体主体具有十字形截面。十字形截面具体地体现在,超导体主体由只包括具有两个不同宽度的带的带堆叠形成,或者只由具有两个不同宽度的带构成。

[0047] 在下文中,将基于附图通过举例的方式描述用于实现本目的的独立实施方式。这里,部分地描述的独立实施方式具有实现所要求保护主题的所并非必要的特征,但是这些特征在某些应用中提供期望的性能。因此,不包括在下文中描述的实施方式的全部特征的实施方式应被认为也被技术教导公开。而且,为了避免重复,仅针对以下描述的独立实施方式提及某些特征。应指出,独立的实施方式不应仅以孤立的方式进行考虑,而是还应以组合的方式进行考虑。技术人员将从该组合中认识到,独立的实施方式还可通过结合其它实施方式的单个或多个特征进行修改。应注意,独立的实施方式与针对其他实施方式描述的单个或多个特征的系统性组合可以是可取且有益的,因此应被考虑且认为包括在本说明书中。

附图说明

[0048] 图1示出传统的搭接连接的示意图;

[0049] 图2示出根据本发明实施方式的连接器的示意图;

[0050] 图3示出根据本发明的另一实施方式的连接器的示意图;

[0051] 图4a示出根据本发明的另一实施方式的连接器的示意图;

[0052] 图4b示出根据图4a的连接器的详细立体图;

[0053] 图4c示出根据图4a的连接器的剖视图;

[0054] 图5示出根据本发明的另一实施方式的连接器的示意图;

[0055] 图6a示出根据本发明的另一实施方式的连接器的示意图;

[0056] 图6b示出根据图6a的连接器的详细立体图;

[0057] 图7a示出根据本发明的另一实施方式的连接器的示意图;

[0058] 图7b示出根据本发明的另一实施方式的连接器的示意图;

[0059] 图8示出可通过根据本发明的连接器与另一导体连接的示例性超导导体的截面的示意图;

[0060] 图9示出可通过根据本发明的连接器与另一导体连接的另一示例性超导导体的截

面的示意图。

[0061] 图1示出两个电导体的传统搭接连接的示意图。在该搭接连接中,连接器仅由导电的中间件15构成,其中,导电的中间件15具有凹进部,待连接的导体可焊接到凹进部中。

[0062] 如图1所示,第一导体10和第二导体20可焊接到铜块15的凹进部中,使得第一导体10和第二导体20重叠。这样,电流可在导体10和20的整个焊接长度上从第一导体10流动到第二导体20中或者从第二导体20流动到第一导体10中。连接器或中间件15不具有额外的超导体。

[0063] 作为搭接连接的替代,第一导体10的超导体和第二导体20的超导体通常分成独立的部件,然后分别彼此连接。

[0064] 图2示出根据本发明的实施方式的连接器100的示意图。在该第一实施方式中,连接器100形成为直线形式,并且示出为已组装的状态。

[0065] 连接器100包括基础元件30和至少一个超导附加元件40。在图2的示例中,具体地,连接器100包括六个超导附加元件40。基础元件30的这些超导附加元件40中的每个布置在基础元件30的相关的凹进部或凹槽中,并且从基础元件30的第一端部或第一端32向第二端部或第二端34延伸。

[0066] 在图2的示例中,在连接器100的组装状态下,连接器100的第一端部32与三个第一超导体或电缆10接触或电连接。相应地,在连接器100的组装状态下,第二端部34与三个第二超导体20接触或电连接。具体地,超导体10、20分别焊接至连接器100的相应端32、34。

[0067] 在图2的示例中,三个超导附加元件40布置在基础元件30的顶侧,而另外三个超导附加元件40布置在基础元件30的与顶侧相对的底侧。具体地,相应的两个超导附加元件彼此相对,即,基础元件30的顶侧的一个超导附加元件与基础元件30的底侧的一个超导附加元件相对。在连接器100的组装状态下,第一超导体10中的每个与至少一个超导附加元件40接触,尤其是与同目的性接触点相关联的一个超导附加元件40接触。这样,在至少低于超导附加元件40的转变温度下,确保电流基本上流过连接器100的超导附加元件40。因此,可最小化连接器的连接器电阻或连接电阻。

[0068] 图3示出根据本发明的另一实施方式的连接器100的示意图。在该另一实施方式中的连接器100与根据图2的实施方式的连接器100的不同之处仅在于,连接器100形成为成角度的或弯曲的。具体地,基础元件30以及超导附加元件40形成为成角度的或弯曲的。

[0069] 此外,如图3所示,至少一个导电的基础元件30以及至少一个超导附加元件40成形为使得在连接器100的组装状态下至少一个第一超导体10的纵向轴线和至少一个第二超导体20的纵向轴线围成或形成角度 α 。在根据图2的直线连接器100中, $\alpha=0^\circ$ 。在根据图3的连接器中, α 为约 90° 。原则上,角度 α 可具有大于或等于0且小于或等于 180° 的任何值。对于 $\alpha=180^\circ$,连接器是U形的。具体地,多个连接器100可制造成具有不同的角度 α ,使得它们可按照需要而使用。

[0070] 图4a至图4c示出根据本发明的另一实施方式的连接器100的示意图。在本实施方式中,连接器的至少一个超导附加元件40布置在基础元件30内,即,布置在基础元件30或连接器100的内侧。由于从导体或电缆10或20的超导体到连接器100的超导附加元件40电流仅必须流过薄的焊接层,所以能够实现非常低的接触电阻。连接器中超导体的数量优选地至

少对应于导体或电缆10和20中的超导体的数量。

[0071] 如图4b和4c的详图中可见的,基础元件30包括四个基础元件部分30a至30d。基础元件部分30a至30d均形成为壳体的四分之一。具体地,两个超导附加元件40分别插入、压入配合或焊接在基础元件部分30a至30d的内侧上。在连接器100处于安装或组装状态的情况下,基础元件部分30a至30d布置在连接导体或电缆端10和20的周围。

[0072] 应理解,连接器100或基础元件30包括多个基础元件部分的其他实施方式也是可行的。例如,基础元件可包括一个、两个、三个、四个、五个等基础元件部分。超导附加元件40的数量和布置可改变。

[0073] 图5示出根据图4a至图4c的连接器以及两个加热与加压装置30e和30f。这些加热与加压装置30e和30f用于在连接过程期间加热和挤压连接器100,并且在连接过程之后移除。

[0074] 图6a和图6b示出根据本发明的另一实施方式的连接器100的示意图。在该实施方式中,连接器100形成为成角度的。基础元件30包括两个基础元件部分30g和30h。至少一个超导附加元件40或八个超导附加元件40各自布置在两个基础元件部分30g和30h之间的凹进部处,即在基础元件30中。在该实施方式中,连接器100设计成通过十字形的截面连接各自具有超导体主体50的两个导体或电缆10和20。

[0075] 导体或电缆10和20各自具有套管80,套管80围绕超导体主体50。超导体主体50和套管80两者均可与连接器100的端部接触。具体地,电缆端可置于基础元件部分30g和30h之间,然后连接在基础元件部分30g和30h之间,具体地焊接和/或挤压在基础元件部分30g和30h之间。

[0076] 在成角度的连接器100中,超导附加元件或超导体带均在同一平面上定向,以按照不会劣化的方式沿着其容易弯曲的轴线引导它们约90°角度。

[0077] 图7a和图7b示出根据本发明的另一实施方式的连接器100的示意图。

[0078] 在图7a的实施方式中,连接器100在中央部分中包括接合件或铰接件37,其中,连接器100的角度通过接合件或铰接件37而可改变或可调节。这通过图7a中的弯曲箭头示意性示出。延伸穿过连接器的超导附加元件40或超导体带在连接器100的中央部分中以C形的形式弯曲,因此,延伸穿过连接器的超导附加元件40或超导体带与基础元件30和基础元件部分30i和30j以及连接器100本身相比具有更大的长度。REBCO带的在容易弯曲的方向上的最小弯曲半径通常为1cm。因此,超导带优选地具有C形弯曲部,该C形弯曲部具有大于1cm的半径,使得通过这种方式保持超导体的弯曲不会劣化。

[0079] 在图7b的实施方式中,沿着凹槽或移位凹槽,连接器100的长度可改变或者其长度可进行调整。这通过图7b中的直线箭头示意性地示出。为了补偿因为连接器100被冷却到转变温度之下而产生的长度变化,这在连接器100被冷却到转变温度之下时是尤其有利的。

[0080] 在连接器100的中央部分中,延伸穿过连接器的超导附加元件或超导体带40弯曲成C形。因此,超导带优选地具有半径大于1cm的C形弯曲部,使得在基础体的长度改变的情况下,通过这种方式保持超导体的弯曲不会劣化并且仍可传输电流。

[0081] 连接器100的截面优选地选择成使得,在淬火的情况中,电流可流经基础元件30或基础元件部分直至断开。

[0082] 因此,本发明的连接器100可用于使第一超导导体与至少一个第二超导导体连接。

这里,至少一个第一超导导体和至少一个第二超导导体可各自包括多个超导体带,其中,所述多个超导体带各自布置成带堆叠并且各自形成相应的超导导体的超导体主体。

[0083] 图8和图9示出可与根据本发明的连接器100电连接或超导地连接的超导导体的两个示例。

[0084] 图8示出通过根据本发明的连接器与另一导体连接的示例性超导导体10和20的截面的示意图。超导导体10和20包括各具有相同宽度且堆叠的多个超导体带3。在本示例中,堆叠的超导体带3的截面是矩形或正方形。超导体主体50由带堆叠形成。

[0085] 图9示出可通过根据本发明的连接器与另一导体连接的另一示例性超导导体10或20的截面的示意图。与图8的超导导体相比,带堆叠或超导体主体50不具有正方形,而是具有十字形的截面。这通过使用具有两个不同宽度的超导体带1和2形成超导体堆叠或超导体主体50来实现。

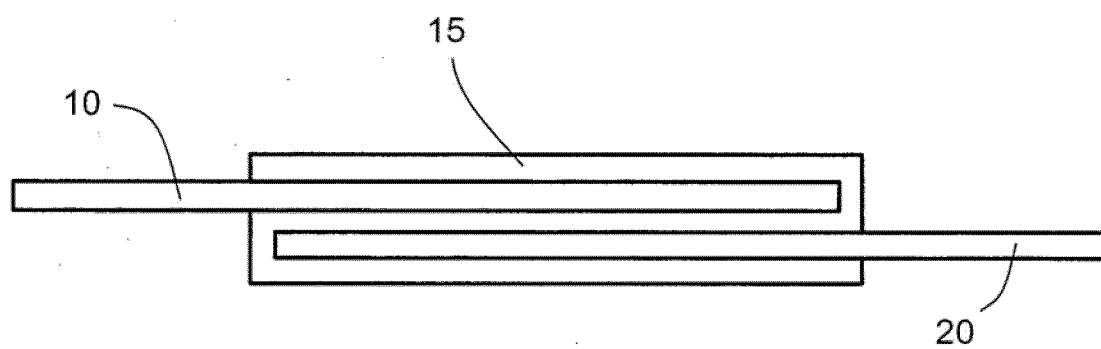
[0086] 连接器100的端部32和34可各自与超导导体或电缆的超导体主体50连接。超导导体还可包括套管80。具体地,超导导体的超导体主体50可被套管80围绕。该套管80还可接触连接器100的端部32、34。这样,可允许以非常简单且稳定的方式进行连接或接触。

[0087] 本发明的连接器100以及相关模块化连接构思(即,提供具有不同角度 α 的多个连接器)允许容易地在技术上使用超导导体或电缆,即使其具有复杂的几何结构。借助于连接器100,超导导体可与水管类似地进行铺设。这里,连接器担任挤压或焊接配件的角色,而超导导体或电缆担任待连接的水管的角色。

[0088] 附图标记列表

[0089]	1	超导体带
[0090]	2	超导体带
[0091]	5	超导体带
[0092]	10	第一超导导体或第一超导电缆
[0093]	15	中间件/铜块
[0094]	20	第二超导导体或第二超导电缆
[0095]	30	基础元件/铜块
[0096]	30a	基础元件部分
[0097]	30b	基础元件部分
[0098]	30c	基础元件部分
[0099]	30d	基础元件部分
[0100]	30e	加热与加压装置
[0101]	30f	加热与加压装置
[0102]	30g	基础元件部分
[0103]	30h	基础元件部分
[0104]	30i	基础元件部分
[0105]	30j	基础元件部分
[0106]	30k	基础元件部分
[0107]	30I	基础元件部分
[0108]	32	第一端部/第一端

[0109]	34	第二端部/第二端
[0110]	37	接合件/铰接件
[0111]	40	超导附加元件
[0112]	50	超导体堆叠/超导体主体
[0113]	80	套管
[0114]	100	连接器



现有技术

图1

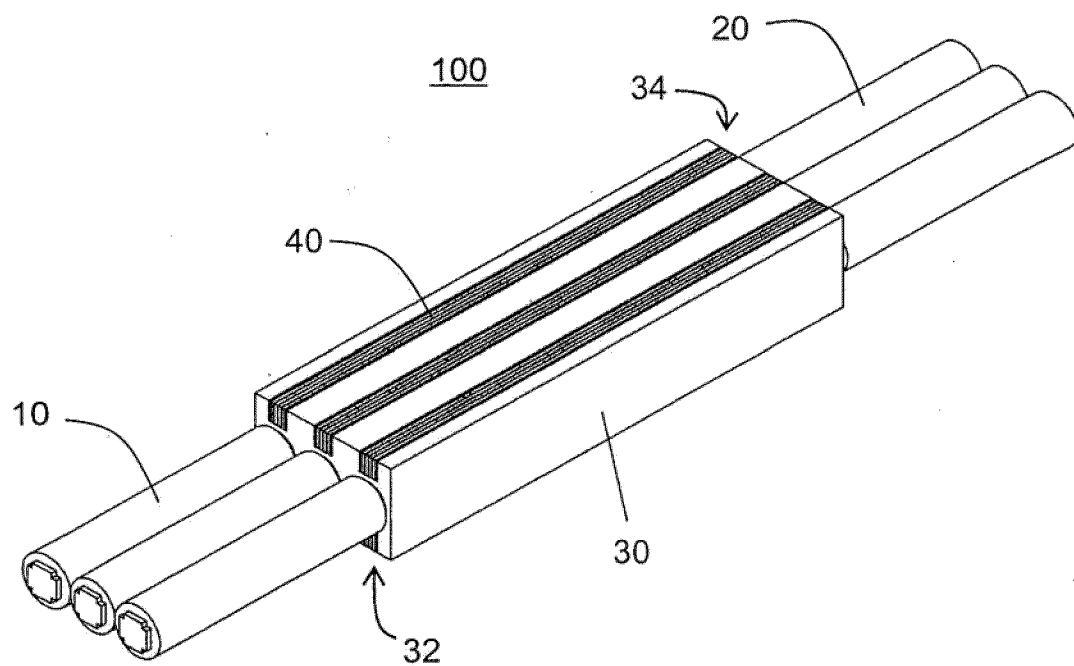


图2

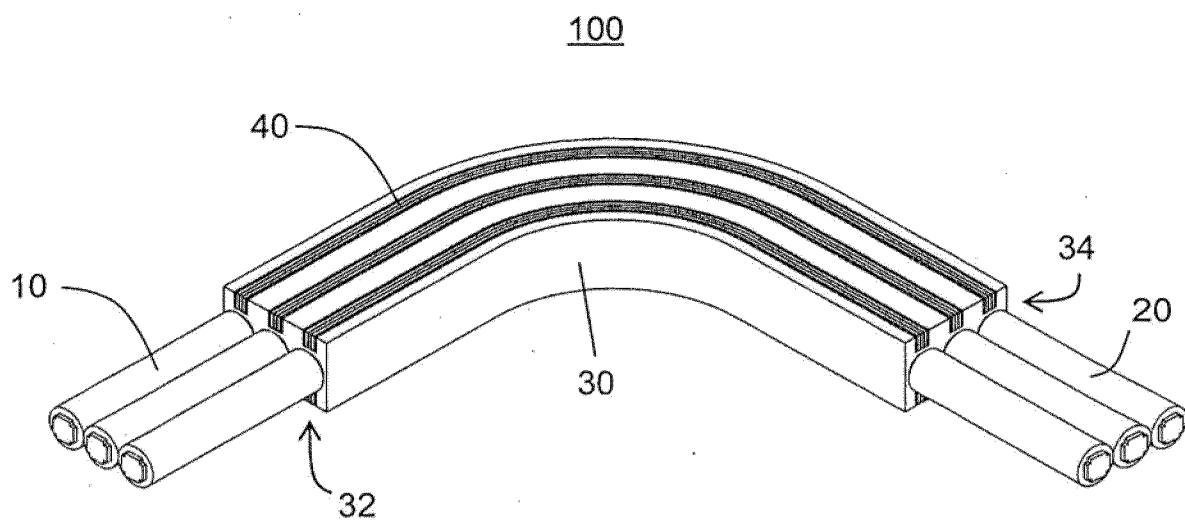


图3

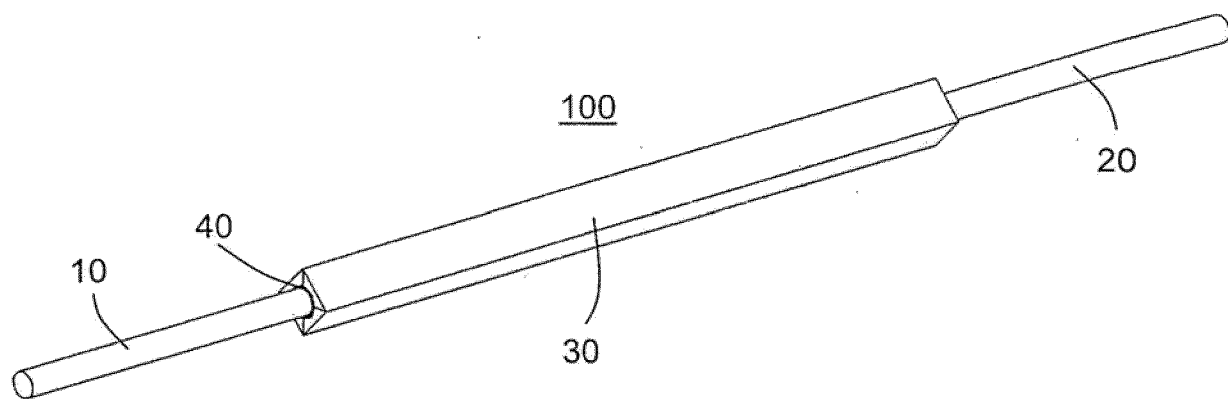


图4a

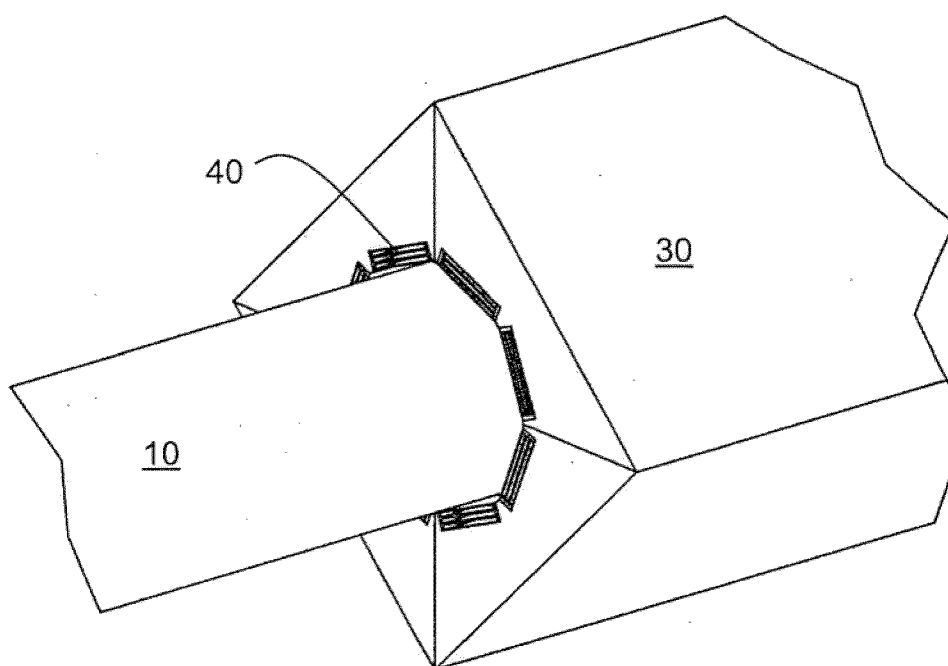


图4b

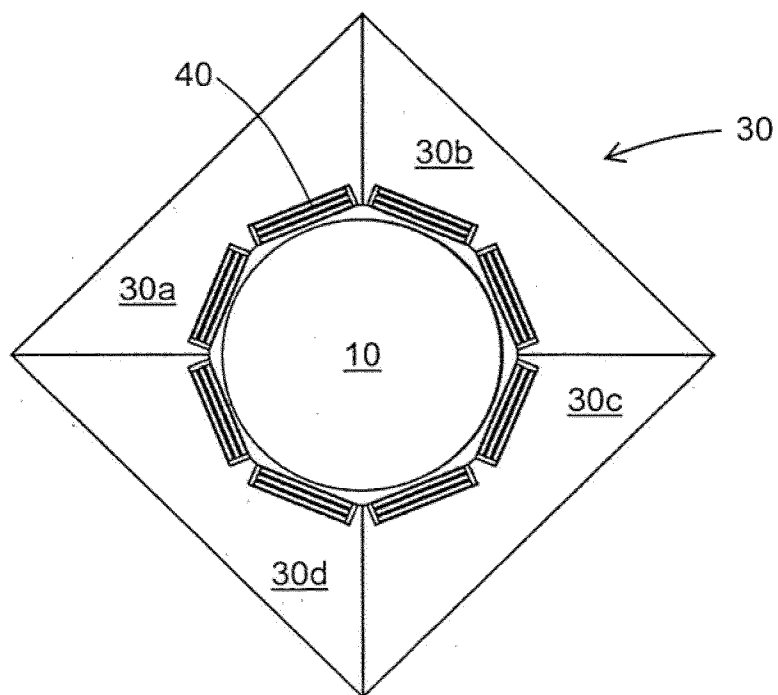


图4c

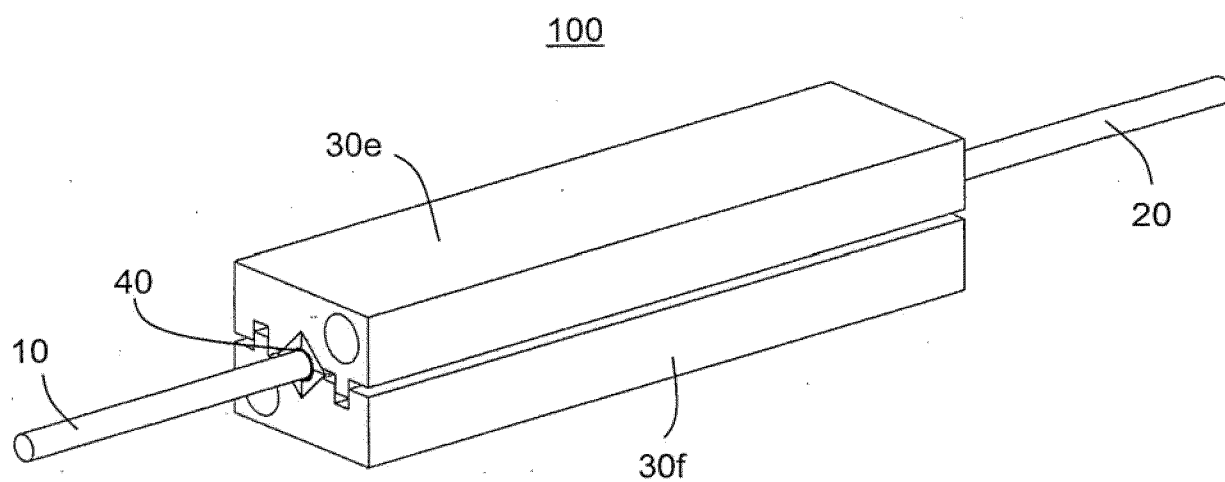


图5

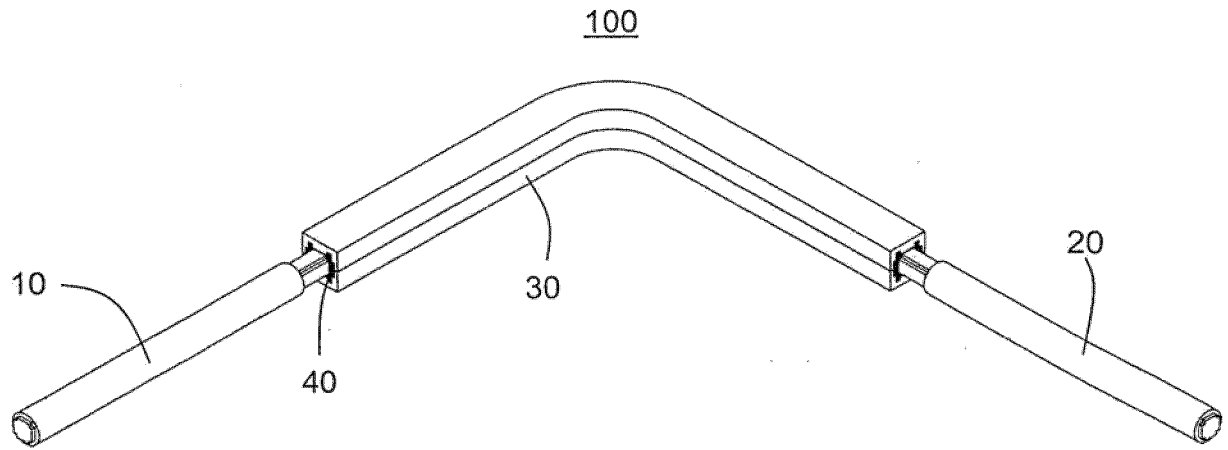


图6a

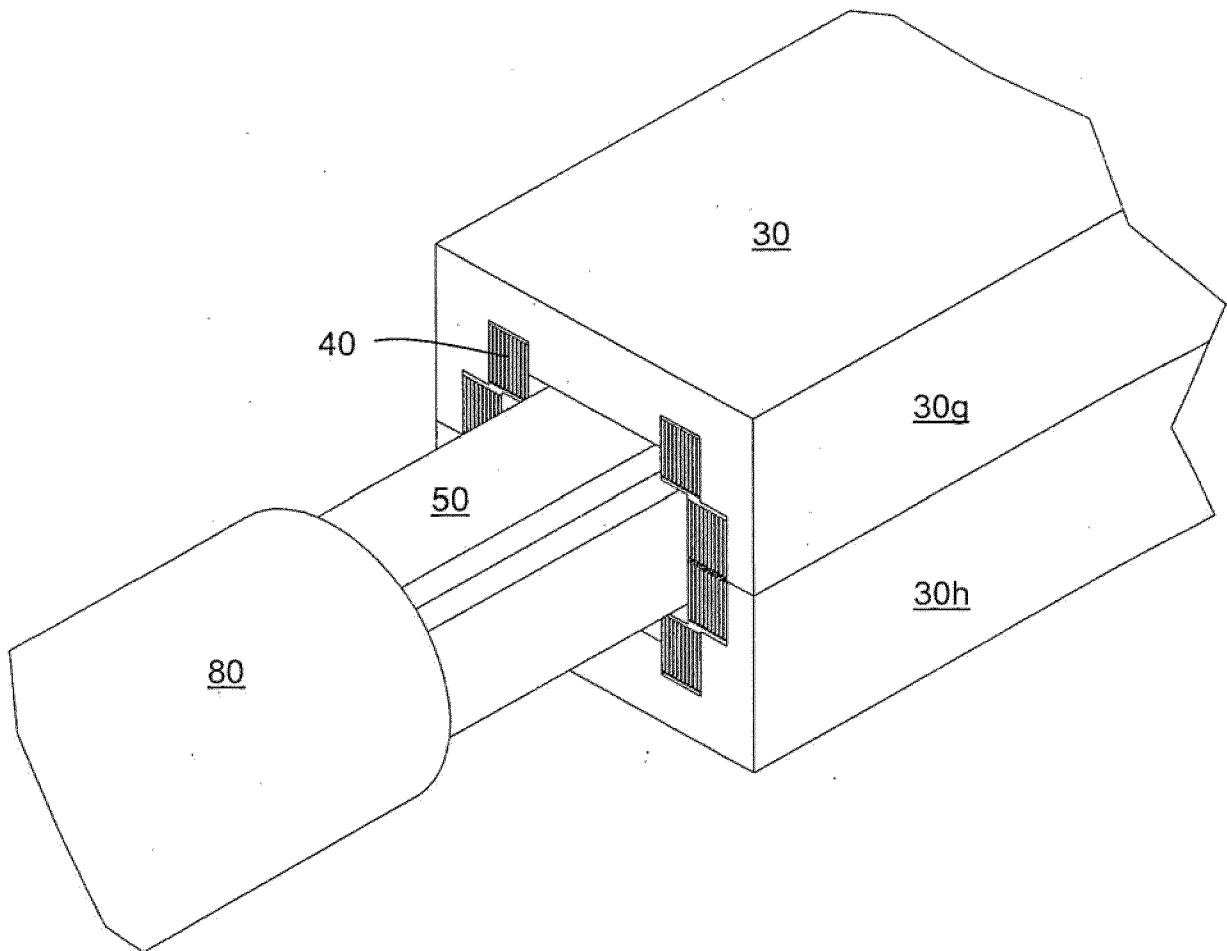


图6b

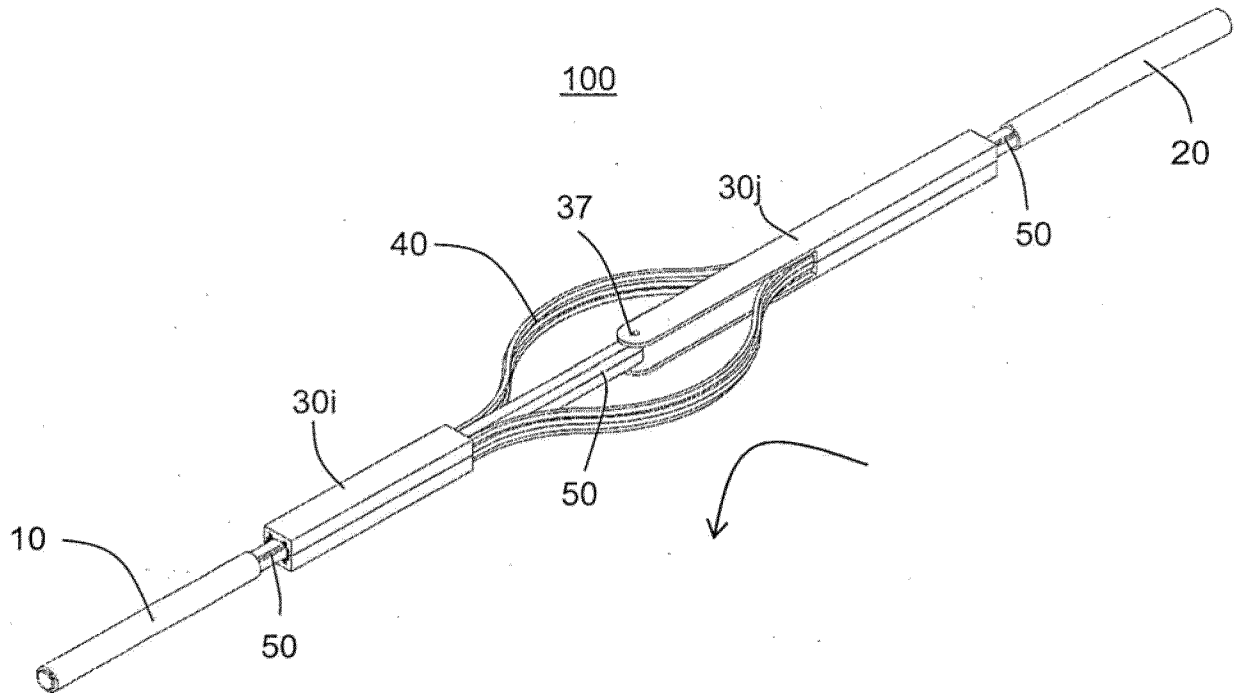


图7a

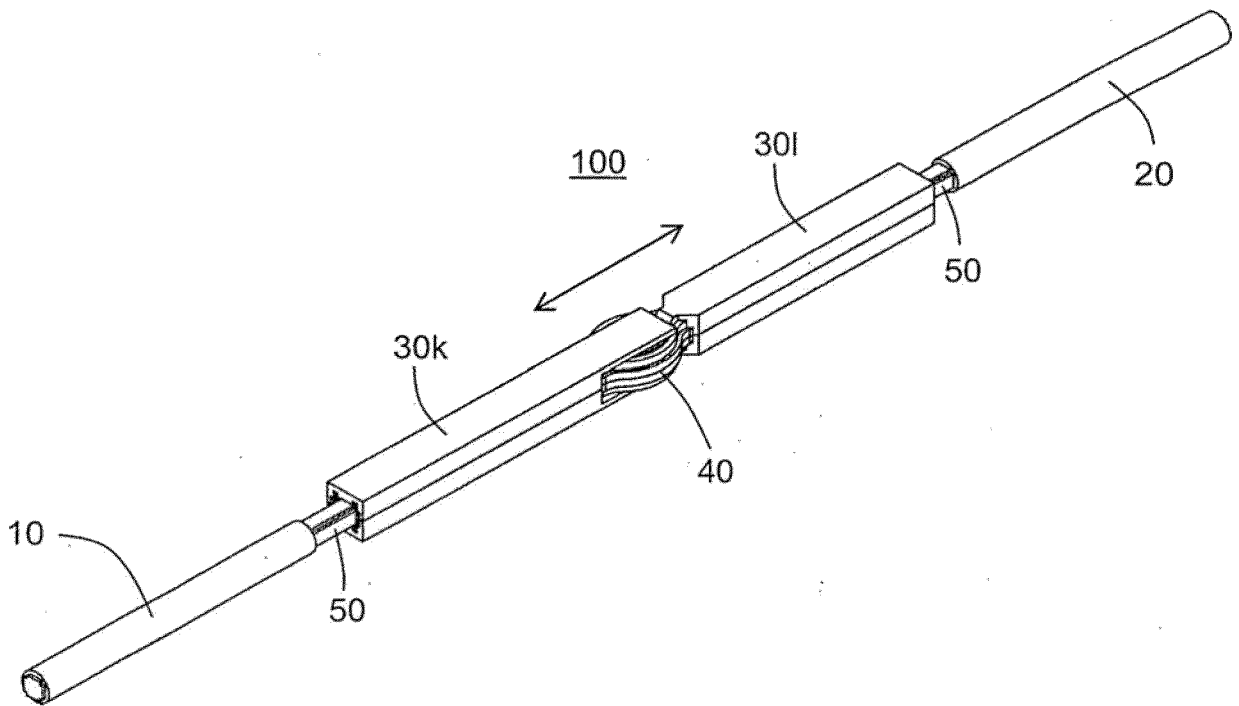


图7b

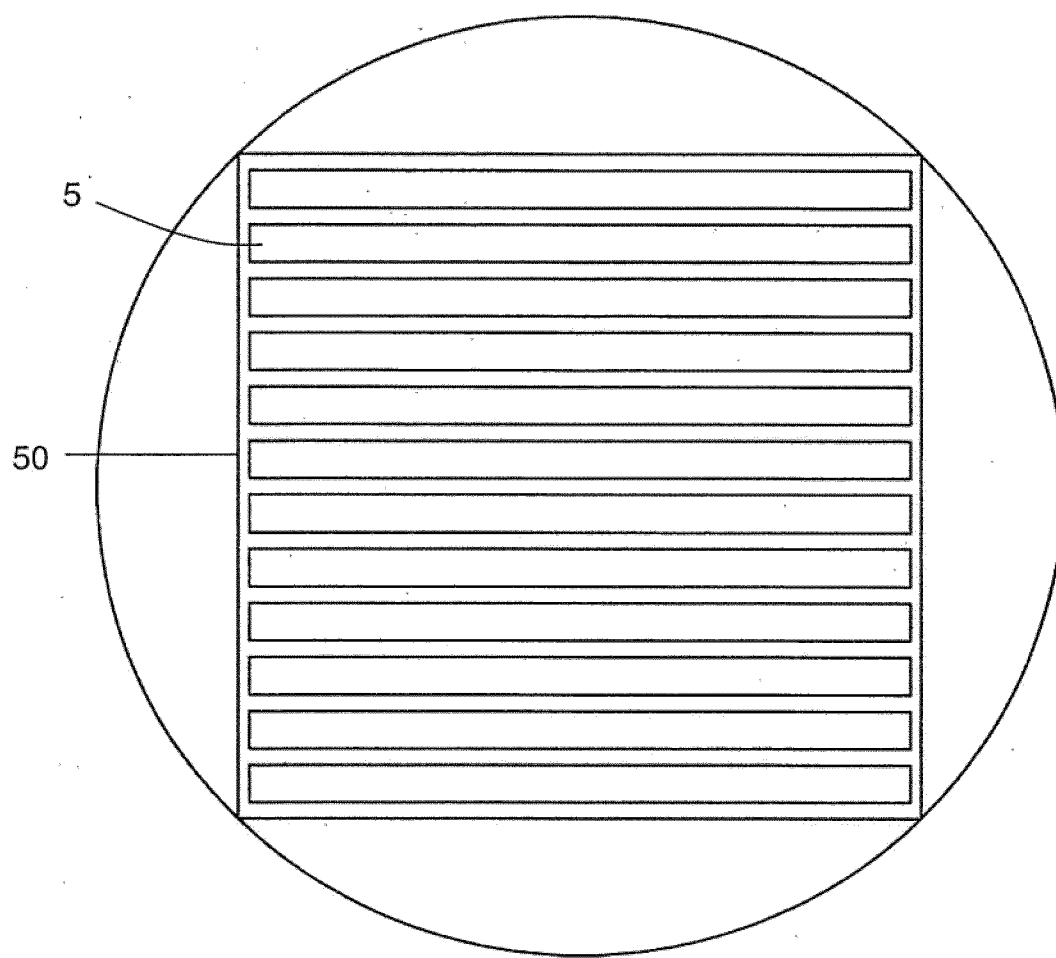


图8

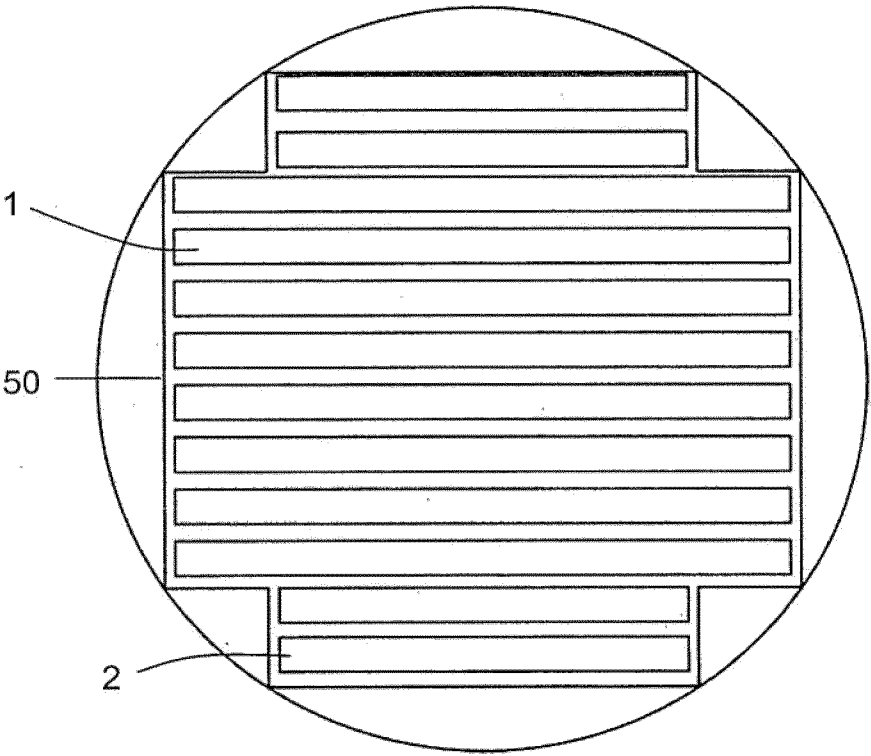


图9