



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111051258 B

(45) 授权公告日 2022. 05. 27

(21) 申请号 201880056098.9

(22) 申请日 2018.08.24

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111051258 A

(43) 申请公布日 2020.04.21

(30) 优先权数据  
102017119798.2 2017.08.29 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2020.02.28

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2018/072851 2018.08.24

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02019/042877 DE 2019.03.07

(73) 专利权人 莱尼电缆有限公司  
地址 德国罗特

(72) 发明人 W·黑默勒 J·克钦

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所  
有限公司 11038  
专利代理师 俞海舟

(51) Int.Cl.  
C03B 37/012 (2006.01)

(56) 对比文件  
WO 2015173089 A1, 2015.11.19  
JP 2011219339 A, 2011.11.04  
DE 2426590 A1, 1975.12.11  
US 2006096325 A1, 2006.05.11  
US 2003031444 A1, 2003.02.13  
CN 104520244 A, 2015.04.15

审查员 赵亚平

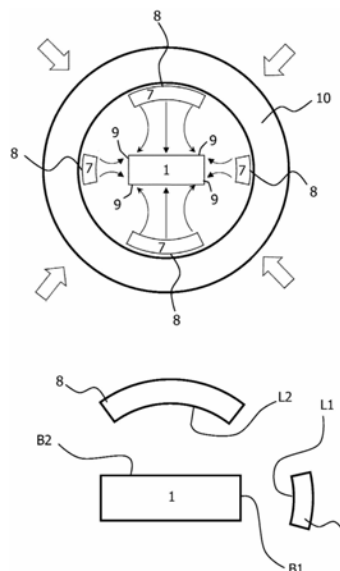
权利要求书2页 说明书6页 附图10页

## (54) 发明名称

用于制造具有带有多边形的芯横截面的芯的玻璃纤维预制件的方法

## (57) 摘要

本发明涉及一种用于在使用管中棒工艺的情况下制造具有带有多边形的芯横截面的芯的玻璃纤维预制件的方法,所述方法具有下述方法步骤:提供具有多边形的芯棒横截面(2)的芯棒(1);由初始管(4)制造扇区化的三明治管(3),所述初始管(4)的周面在纵向上被开槽为一系列外壳区段(8),从而使得所述初始管(4)的管横截面被划分为一系列扇形(7);将所述芯棒(1)穿入并且定向到所述扇区化的三明治管(3)中;将所述扇区化的三明治管(3)熔化并且必要时将所述外部套管(10)熔化到所述扇区化的三明治管(3)上,其中,将所述扇区化的三明治管(3)的各外壳区段(8)分别与所述芯棒(1)的相应的侧面(9)之一熔合在一起。



1. 用于在使用管中棒工艺的情况下制造具有芯的玻璃纤维预制件的方法,所述芯具有多边形的芯横截面,所述方法具有下述方法步骤:

- 提供具有多边形的芯棒横截面的芯棒,
- 由初始管制造扇区化的三明治管,其中,所述初始管的周面在纵向上被开槽为一系列外壳区段,从而使得所述初始管的管横截面被划分为一系列扇形,
- 将所述芯棒穿入并且定向到所述扇区化的三明治管中,
- 将所述扇区化的三明治管的各外壳区段分别熔化到所述芯棒的相应的侧面之一上。

2. 根据权利要求1所述的方法,  
其特征在于,

将所述扇区化的三明治管和位于其中的芯棒穿入到具有完整的圆环横截面的外部套管中,其中,在随后的熔化步骤中,将所述外部套管熔化到所述扇区化的三明治管上,同时将扇区化的三明治管的外壳区段与所述芯棒的相应的侧面熔合在一起。

3. 根据权利要求2所述的方法,  
其特征在于,

用于所述扇区化的三明治管的初始管具有内层、管体和/或外层,所述内层具有所述芯棒的折射率,所述管体具有降低的折射率,所述外层具有所述外部套管的折射率,其中,所述内层和/或所述外层用作用于各个外壳区段和/或所述外部套管的促进熔合的辅助层。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,  
其特征在于,

对所述初始管如此开槽,使得在所述初始管的管端部处未被开槽的、稳定所述外壳区段的位置的端部区域得到保留。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,  
其特征在于,

借助于激光切割工艺进行所述初始管的开槽。

6. 根据权利要求2或3所述的方法,  
其特征在于,

相应的外壳区段的每个扇形的内弧长基本上对应于所述芯棒的对应的侧面的宽度。

7. 根据权利要求2或3所述的方法,  
其特征在于,

在熔化所述外部套管时,将低压施加到所述外部套管的内部体积中。

8. 根据权利要求6所述的方法,  
其特征在于,

在所述外部套管的内部体积中的施加的低压至少是5mbar。

9. 根据权利要求1至3和8中任一项所述的方法,  
其特征在于,

在熔化过程之后,将完成的玻璃纤维预制件磨削成预定的横截面形状。

10. 根据权利要求1至3和8中任一项所述的方法,  
其特征在于,

所述芯棒具有矩形的芯横截面。

11. 根据权利要求2或3所述的方法，  
其特征在于，

在石墨炉中或者在火焰装置中将所述外部套管熔化到由所述芯棒和所述扇区化的三明治管组成的布置结构上。

12. 根据权利要求6所述的方法，

其特征在于，

在所述外部套管的内部体积中的施加的低压至少是10mbar。

## 用于制造具有带有多边形的芯横截面的芯的玻璃纤维预制件的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于制造具有带有多边形的芯横截面的芯的玻璃纤维预制件的方法。所述多边形的芯横截面例如具有矩形形状,但是该多边形的芯横截面原则上也能够构造为任意多边形。

### 背景技术

[0002] 具有多边形的芯横截面的玻璃纤维预制件是玻璃棒,其直径在厘米范围内,其长度达到米范围。这些玻璃棒在纤维拉伸台中拉伸成多边形芯纤维、尤其是矩形芯纤维。纤维直径最终位于大约 $50\mu\text{m}$ 至大约 $500\mu\text{m}$ 的范围中。如在所有光学纤维中那样,在纤维芯与包围式纤维覆层之间必须存在足够高的折射率差,以便在芯区域中实现波导。在此,所述芯中的折射率高于所述包围式覆层中的折射率。

[0003] 目前,原则上按照两种不同的方法制造多边形芯预制件、尤其是矩形芯预制件:

[0004] 在所谓的管中棒工艺中,棒(rod)被导入到管状的玻璃体(tube,管)中,并且然后与这个玻璃体熔合或者通过别的方式结合成所述预制件。在此,在当前情况下,所述棒由具有多边形的横截面的玻璃材料、尤其是由石英玻璃制成。接着,将所述管(tube)套到所述棒上,然后,两个部件在石墨炉中或者在氢氧焰中以无气泡的方式熔合。

[0005] 为了在后来的玻璃纤维中实现波导,所述棒的折射率必须高于所述管的折射率。在这种情况下,棒和管的折射率能够以适合的方式借助于提高折射率的和降低折射率的掺杂剂来调节。通常,所述预制件部件中的仅一个预制件部件以改变折射率的方式来掺杂。因此,尤其也可能的是,由未掺杂的石英玻璃芯和掺杂氟的、进而折射率降低的覆层来制造矩形芯预制件。

[0006] 为了在后来的玻璃纤维中的低衰减的波导,所述覆层必须具有足够大的层厚度。为此,至少为传递波长的十倍的层厚度通常是足够的。通常,出于成本原因,围绕传递芯的覆层厚度仅选择得根据需要那样厚。

[0007] 管中棒工艺中的主要问题在于,在所述方法开始时,必须将所述管套到多边形的、尤其是矩形的芯棒上。在考虑芯棒与管之间的横截面比例的情况下并且在由此得出两个部件的用于流畅的推动的尺寸的情况下,包覆管的内圆弧的长度必须总是明显大于多边形芯的周长。这个偏差主要在矩形芯的情况下特别明显。

[0008] 在随后的包覆过程中,管的内圆弧的长度不会收缩得剧烈到使得在熔合时在芯与包覆管之间产生均质的并且无气泡的界面。取而代之的是,在包覆时,所述管在多边形的芯表面上折叠,并且不构成干净的界面。所述多边形的芯与所述圆形偏离得越多并且具有的角越少,这个问题越严重。因此,矩形芯特别受到这些缺点的影响。但是,通常在所述芯的更多边的多边形横截面中也出现这个问题。

[0009] 因此,芯与包覆物之间的界面通常包含大量气泡。此外,覆层的通过管壁厚度确定的层厚度由于形成褶皱而改变。附加地,管的折射率也由于在玻璃材料中伴随形成褶皱同

时出现的机械应力而发生改变。

[0010] 此外,在包覆过程期间,包覆管首先在矩形芯角处接触该矩形芯棒,并且对这些角施加压力。其后果是,所述角被倒圆。这样的棱边磨削是不期望的,因为其最终大大地伪造了所述芯横截面。

[0011] 例如在DE 10 2009 004 756 A1中说明了管中棒工艺。

[0012] 直接沉积工艺也不是管中棒工艺的廉价的替代方案。

[0013] 在直接沉积工艺中,首先制造多边形的、尤其是在其横截面中呈矩形的芯棒。然后,这个芯棒例如在POVD过程中用作基材并且在POVD设备中被直接包覆。与别的外沉积过程(OVD、VAD)相比,等离子体外沉积过程(POVD)具有下述优点:借助于等离子体过程能够在沉积的层中实现足够高的掺杂剂浓度。在等离子体沉积过程中,矩形芯棒旋转,棒表面与等离子燃烧器的间距周期性地变化。由于等离子燃烧器与芯棒表面的间距可变,矩形芯棒上的沉积条件在棒周边上发生变化。

[0014] 在棒棱边处,表面温度达到如此高的值,使得所述棒棱边以不期望的方式被倒圆。与此相反,在棒面的中间区域中,表面温度如此低,使得沉积的玻璃层熔化得不完全透明。在这些棒区域中,稍后在纤维拉伸时可能出现气泡,所述气泡使得所述纤维不可用。例如在DE 10 2012 107 344 B3中说明了该直接沉积工艺。

## 发明内容

[0015] 因此,任务在于,提出一种用于制造具有带有多边形的芯横截面的芯的玻璃纤维预制件的方法,其中,持久地减少并且消除提到的缺点。该方法应该尤其保证多边形芯与预制件覆层之间的界面的高的均质性和品质并且避免芯的变形、尤其是避免在芯横截面中的芯角的倒圆。

[0016] 该任务利用用于在使用管中棒工艺的情况下制造具有带有多边形的芯横截面的芯的玻璃纤维预制件的方法得到解决,所述方法具有下述方法步骤。

[0017] 提供具有多边形的芯棒横截面的芯棒。另外,由初始管制造扇区化的三明治管(或夹层管)。在此,所述初始管的周面在纵向上被开槽为一系列外壳区段,从而使得所述初始管的管横截面被划分为一系列扇形。然后,将所述芯棒穿入并且定向到所述扇区化的三明治管中。然后,将所述扇区化的三明治管的各外壳区段分别熔化到所述芯棒的侧面之一上。

[0018] 根据本发明的方法基于下述基本思想:将具有多边形的横截面的芯棒包围在扇区化的三明治管中,并且在此不将整个包覆式管、而仅将该三明治管的各个扇形熔化到所述芯棒上。由此,将待熔化的区段适当地施加到多边形的芯棒的对应的面上,由此能够可靠地避免芯棒横截面的角的变形。

[0019] 在该方法的一种构型方案中,将所述扇区化的三明治管和位于其中的芯棒穿入到具有完整的圆环横截面的外部套管中。在此,在随后的熔化步骤中,将所述外部套管熔化到所述扇区化的三明治管上,同时由此又导致扇区化的三明治管的外壳区段与所述芯棒的相应的侧面熔合在一起。

[0020] 因此,在该方法的这个变型方案中,通过所述外部套管进行所述熔化。在熔化过程中,外部套管将所述扇区化的三明治管均匀地挤压到芯棒面上。

[0021] 在该方法的一种构型方案中,用于所述扇区化的三明治管的初始管具有内层、管

体和/或外层,所述内层具有所述芯棒的折射率,所述管体具有降低的折射率,所述外层具有所述外部套管的折射率,其中,所述内层和/或所述外层用作用于各个外壳区段的促进熔合的辅助层。

[0022] 在该方法的一种实施方式中,将所述初始管如此开槽,使得在所述初始管的管端部处未被开槽的、固定所述外壳区段的位置的端部区域得到保留。由此,所述三明治管形成在其部件的位置方面准确地限定的布置结构。

[0023] 该初始管的开槽尤其能够借助于激光切割工艺进行。由此能够实现高精度的并且干净的切割。

[0024] 适宜地,相应的外壳区段的每个扇形的内弧长基本上对应于多边形的芯棒的对应的侧面的宽度。

[0025] 在该方法的一种适宜的构型方案中,在使用所述外部套管的情况下进行熔化时,将低压施加到所述外部套管的内部体积中。这个被施加的低压能够尤其在至少5mbar的范围中。优选地,施加至少是10mbar的低压。

[0026] 在该方法的一种构型方案中,在熔化过程之后,将完成的玻璃纤维预制件磨削成预定的横截面形状。由此,能够将完成的预制件的必要时通过该芯棒的多边形形状确定的横截面形状再校正成要求的横截面形状,并且因此能够提前实现随后力争达到的纤维横截面。

[0027] 在一种实施方式中,所述芯棒具有矩形的芯横截面。

[0028] 在该方法的另一种构型方案中,在石墨炉中或者在火焰装置中将所述外部套管熔化到所述扇区化的三明治管上。

## 附图说明

[0029] 在下文中,根据示例性的实施方式和构型方案更详细地阐述根据本发明的方法。所附附图用于说明。其示出:

[0030] 图1具有第一示例性的多边形的矩形的芯棒横截面的芯棒的横截面示图,该芯棒具有配属的三明治管,

[0031] 图2属于图1中的三明治管的初始管的横截面,该初始管具有用以引入用于实现开槽的分离点的位置,

[0032] 图3在外部套管中由芯棒和图1中的三明治管组成的布置结构的横截面,

[0033] 图4具有以等边五边形的形式的多边形的芯棒横截面的芯棒的横截面示图,该芯棒具有配属的三明治管,

[0034] 图5属于图4中的三明治管的初始管的横截面,该初始管具有用以引入用于实现开槽的分离点的位置,

[0035] 图6在外部套管中由芯棒和图4中的三明治管组成的布置结构的横截面,

[0036] 图6a扇区化的三明治管的实施方式的横截面,该三明治管具有由内层、管体和外层组成的层结构,

[0037] 图6b芯棒横截面的示图,该芯棒横截面利用其角部分地伸入到扇区化的三明治管的区域中,

[0038] 图7由图1中的布置结构在熔化之后实现的玻璃纤维预制件的横截面,

- [0039] 图8在最后的再加工之后的图7中示出的预制件横截面，  
[0040] 图9三明治管的侧视图和将该三明治管穿入到所述外部套管中的示图，  
[0041] 图10熔化整个布置结构的示图。

### 具体实施方式

[0042] 图1示出具有示例性为多边形的芯棒横截面的芯棒的横截面示图，该芯棒具有配属的三明治管。芯棒1具有多边形的芯横截面2，在当前情况下，该芯横截面构造为矩形。然而，该多边形的芯横截面不必强制为矩形，原则上角和侧面的数量是任意的。尤其是也能够设置六边的或者三边的多边形横截面，多边形的芯横截面尤其也能够是五边形，如在下文中在另外的例子中进一步进行说明的那样。

[0043] 具有矩形的多边形横截面的芯棒在这里穿入到三明治管3中。在这里，所述三明治管已经扇区化。根据图2，该三明治管由初始管4制成，该初始管具有在这里为圆环形的管横截面5。初始管4沿着一系列分隔线6在纵向上被切割开并且由此被开槽。在此，尤其能够利用激光切割工艺。由于这个开槽过程，初始管4的圆环形的横截面5被划分为一系列扇形7。在实施该开槽过程时，从管横截面5中移除扇形7中的若干扇形。将图1中的示图与图2中的示图进行对比示出这一点，其中，为了说明该开槽过程，在图1中用夸张的十字标记了被移除的扇形7。

[0044] 因此，被如此扇区化的三明治管3在其横截面中由在所述开槽过程之后剩余的扇形7构成，在其纵向上由经开槽的区段和对应于剩余的扇形的剩余的外壳区段8的交替的序列构成。因此，在由芯棒1和三明治管3构成的相互穿入的布置结构中，剩余的外壳区段8中的每个剩余的外壳区段都分别配属有芯棒1的侧面9。

[0045] 然后，在这个配置中，由扇区化的三明治管3和穿入的芯棒1构成的这个总布置结构能够通过熔化过程结合，其中，剩余的外壳区段8与芯棒1的相应的侧面9熔合在一起。

[0046] 在本示例中，由扇区化的三明治管3和位于其中的芯棒1构成的布置结构在最后的熔合之前穿入到外部套管10中，如图3中的横截面示图所示。

[0047] 这个最终在图3中示出的总布置结构被熔合在一起。对于芯棒的和外壳区段的几何形状而言，必须满足下述条件：每个扇形的相应的外壳区段8的内弧长L1或者L2与芯棒1的相应配属的侧面9的宽度B1或者B2对应并且与它们基本上一致。

[0048] 在熔合时，套管10熔化到扇区化的三明治管3的外壳区段8上，其中，外壳区段8在这个过程中又熔化到芯棒1的侧面9上并且如此与这些侧面连接。由于这个熔化过程产生玻璃纤维预制件，其具有多边形的芯横截面和包围所述多边形的芯横截面的覆层和包围式包覆物，该覆层由扇区化的三明治管的材料构成，该包围式包覆物由外部套管10的材料构成。

[0049] 必须指出的是，所述外部套管对于熔合过程本身而言不是强制必需的。外壳区段与芯棒的侧面之间的熔合也能够由所述芯棒和扇区化的三明治管构成的未被包覆的布置结构上实现。在该熔合过程中，所述外壳区段变软，即使没有套管的压缩作用也能够朝向所述侧面驱动并且与这些侧面熔合在一起。

[0050] 图4、5和6画出了上文阐述的制造步骤，所述制造步骤应用到具有芯棒横截面的芯棒1上，该芯棒横截面具有五边的多边形轮廓。在此，在本示例中以相同的形式实现上述所有制造步骤。对于具有五边的芯棒横截面的芯棒而言，对应地在初始管4中需要附加的分隔

切口6,因为在这种情况下必须将五个外壳区段8熔化到芯棒1的侧面9上。此外,由于五边的并且等边的横截面几何形状,芯棒1的各侧面9大小相同。因此,在这种情况下,外壳区段8也构造为大小相同。在此,如上文的示例提到的那样,外部套管10也能够省去或者根据需要在制造所述玻璃纤维预制件时使用所述外部套管。

[0051] 扇区化的三明治管3能够如图6a所示具有层结构。在这里示出的示例中,扇区化的三明治管、进而外壳区段8中的每个外壳区段具有内层11、管体12和外层13。内层以及外层在该初始管开槽之前以适宜的方式施加到初始管4上。所述内层和所述外层都用作促进熔合的辅助层。如果使用所述套管,则所述内层尤其具有该芯棒的材料折射率,所述外层具有所述外部套管的折射率。如果省去所述外部套管,则也能够省去所述外层。

[0052] 管体12具有对于稍后在纤维芯中进行光传导而必需的折射率,该折射率相对于芯折射率是降低了的。为了影响各个层中的折射率,能够将涂覆和掺杂工艺应用到初始棒上。尤其是氟能够用作用于该初始棒的管体的降低折射率的掺杂剂。

[0053] 图6b示出根据本发明的方法的有利的方面,即在根据本发明的方法中,在扇区化的三明治管3中的芯棒1的横截面能够比在由现有技术已知的管中棒工艺中未扇区化的包覆式管中实施得更大。当使用扇区化的三明治管时,芯棒1的横截面的角区域E能够伸展到在各个外壳区段之间的中间空间8a中。在这样的情况下,所述初始管为了制造扇区化的三明治管至少在未被开槽的端部区段中的一个端部区段中在内径方面如此拓宽,使得增大的芯棒能够被引导穿过。这些拓宽部尤其能够构造为槽状,并且能够在芯棒穿入时实现用于所述芯棒的定位和引导。

[0054] 通过图6b中示出的配置减小能够由外壳区段8消除的、至该芯棒的侧面9的间距,从而显著地使芯棒与扇区化的三明治管之间的配合准确的熔合变得容易。

[0055] 图7示出基于图1至3中的部件的布置结构的、熔合的玻璃纤维预制件的横截面。现在,芯棒1形成该预制件的芯,各个外壳区段8覆盖该芯棒的侧面9并且因此以包围式覆层的形式附接到所述芯上。然后,外部套管形成该玻璃纤维预制件的外部的包壳。

[0056] 这个结构说明了,为什么在实施该方法时所述外壳区段的内弧长分别与该芯棒的侧面的配属于该内弧长的宽度一致是非常重要的。在这样的情况下,在该芯棒的侧面上实现各个外壳区段的无气泡的熔化,而该芯棒在横截面中的角E在熔合过程中不倒角,而是保留其原始形状。

[0057] 图7同样示出在所述熔化过程中产生的预制件的横截面的外轮廓由于该芯横截面的矩形形状而与圆形形状不同。如果要求该预制件具有圆形轮廓,则对应地在随后的加工步骤中移除与所述圆形形状不同的区段14,从而如图8那样实现圆形的预制件横截面。

[0058] 图9和10示出主要的方法步骤和在此所使用的部件的侧视图。图9示出扇区化的三明治管3,将芯棒1穿入到所述三明治管中并且将三明治管3和位于其中的芯棒穿入到外部套管10中。图10示出发生在所述套管和穿入的部件处的熔合过程。

[0059] 如已经提到的那样,三明治管3在其纵向上被开槽并且划分为各个外壳区段8。将外壳区段8彼此分隔的被开槽的区段15没有延伸到扇区化的三明治管的端部。该三明治管的端部区段具有未被开槽的、进而将所述外壳区段的布置结构稳定在其位置上的端部区域16。端部区域的长度例如取决于该三明治管的总长度、被开槽的区段15的比例和长度、和扇区化的三明治管的壁厚度。



[0060] 当芯棒1穿入到扇区化的三明治管3时,首先使芯棒的和扇区化的三明治管的横截面如此在方位角方面相互校准,使得该三明治管的外壳区段8准确地与该芯棒的对应的侧面对置。在这个第一穿入步骤之后,在本示例中将由三明治管和芯棒组成的总布置结构以无接触的方式导入到外部套管10中。

[0061] 在根据图10的最终熔合过程中,例如在石墨炉中或者借助于氢氧焰17或者类似的火焰装置加热整个布置结构。附加地,对所述外部套管的内部体积施加在至少5mbar、然而优选至少10mbar的范围中的低压,以便实现被熔化的布置结构的萎陷。在这些条件下,在外壳区段8的区域中,这个结构萎陷成玻璃纤维预制件。然后,如此萎陷的玻璃纤维预制件在扇区化的三明治管3的未扇区化的稳定的端部区域16所在的区段中被缩短。这个缩短能够在对该预制件外壳进行可能的再加工和将该预制件外壳统一为圆形的横截面外围之前或者之后发生。然后,在萎陷的预制件的剩余的中间区域18中存在该预制件的横截面的力争达到的结构。

[0062] 根据本发明的方法被示例性地阐述。在本领域技术人员处理的框架下并且由优选实施例得出其他实施方式。

[0063] 附图标记列表

- [0064] 1 芯棒
- [0065] 2 多边形的芯横截面
- [0066] 3 扇区化的三明治管
- [0067] 4 初始管
- [0068] 5 圆环形的横截面
- [0069] 6 分隔线
- [0070] 7 扇形
- [0071] 8 外壳区段
- [0072] 8a 中间空间
- [0073] 9 芯棒的侧面
- [0074] 10 外部套管
- [0075] 11 内层
- [0076] 12 管体
- [0077] 13 外层
- [0078] 14 与圆形不同的区段
- [0079] 15 被开槽的区段
- [0080] 16 稳定的端部区域
- [0081] 17 氢氧焰
- [0082] 18 中间区域。

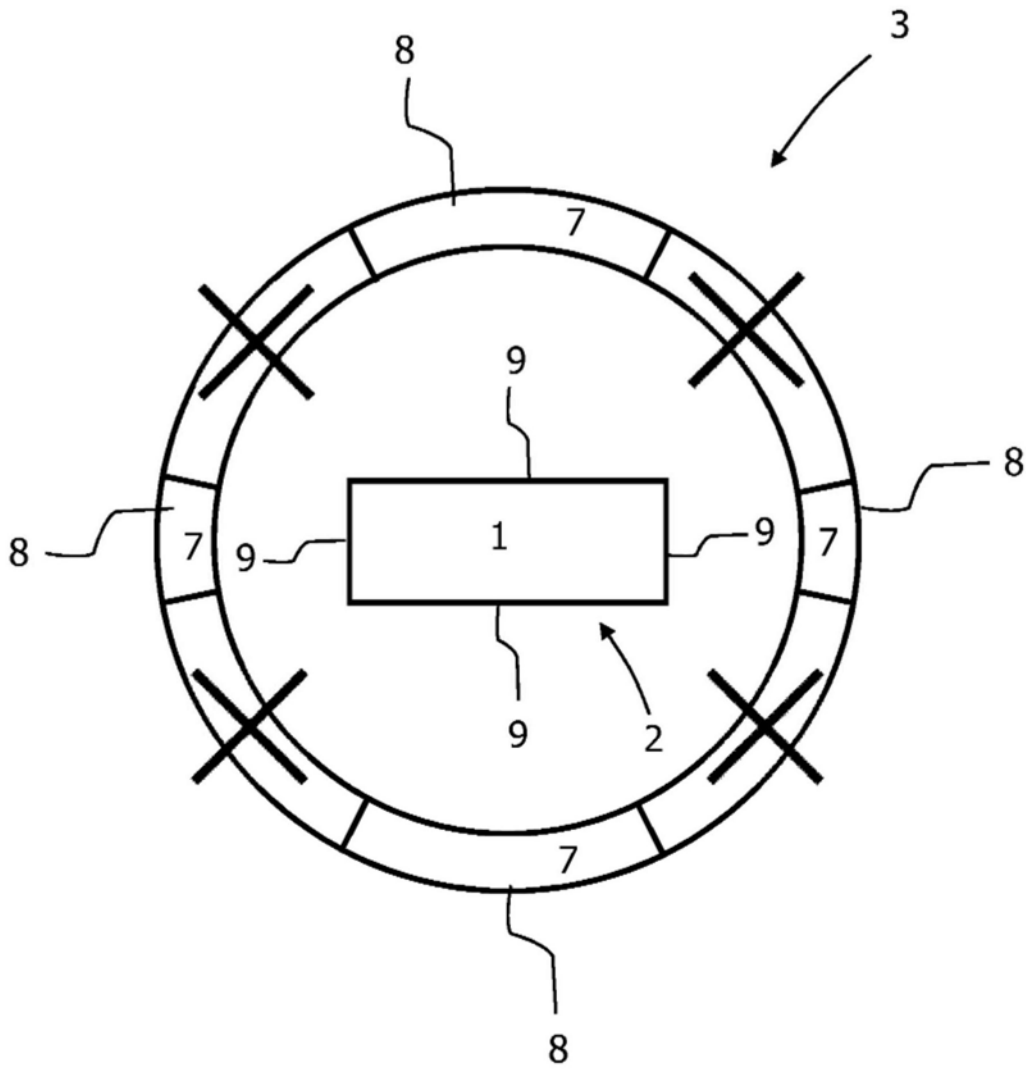


图1

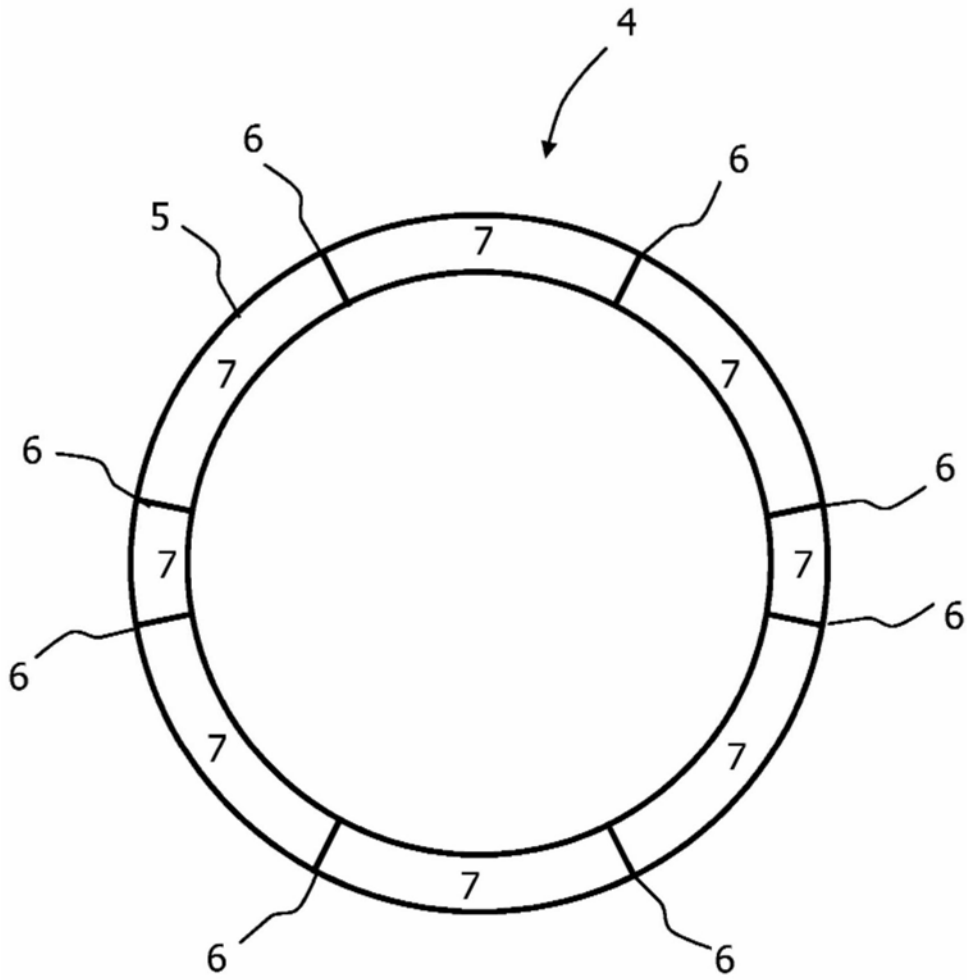


图2

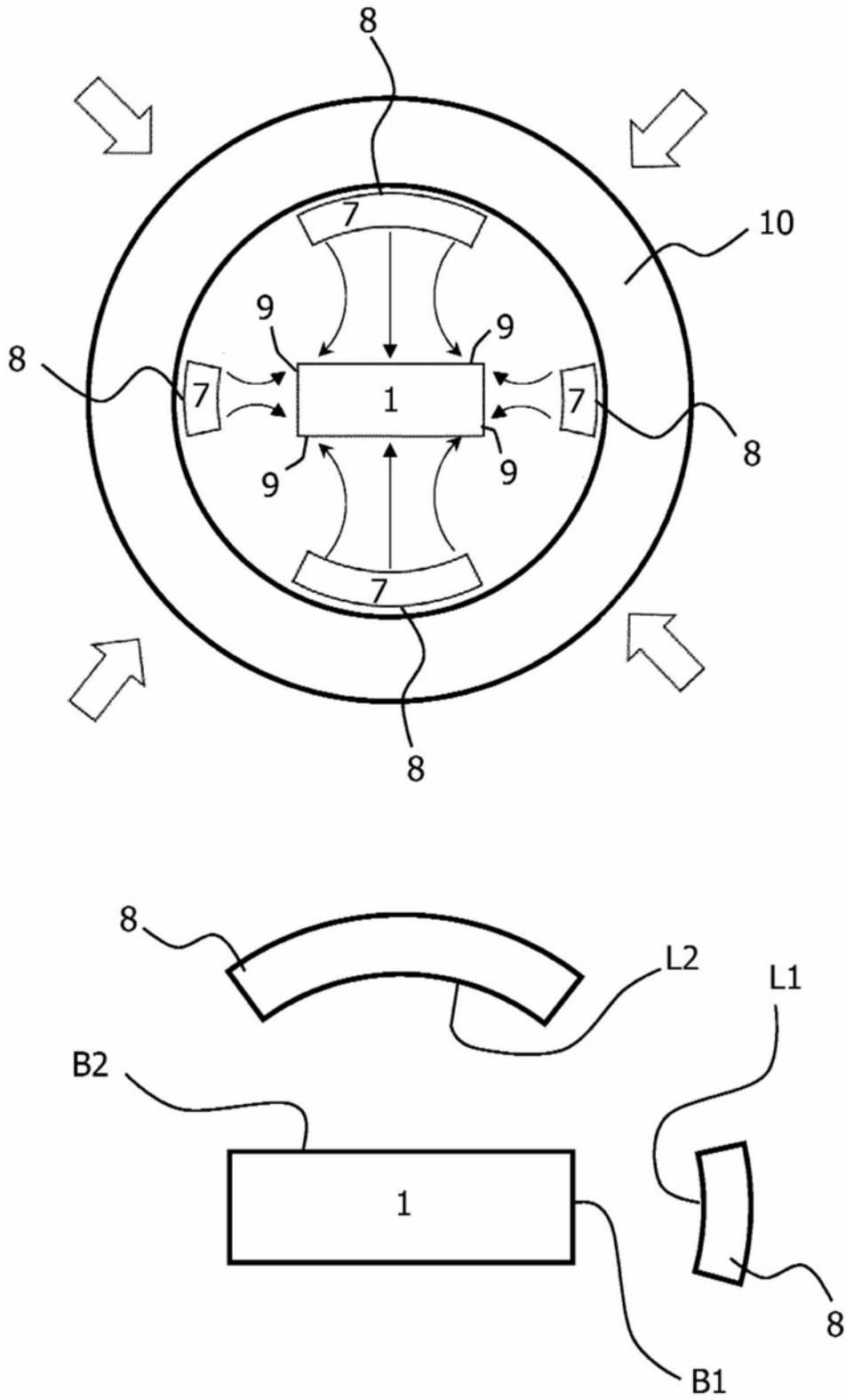


图3

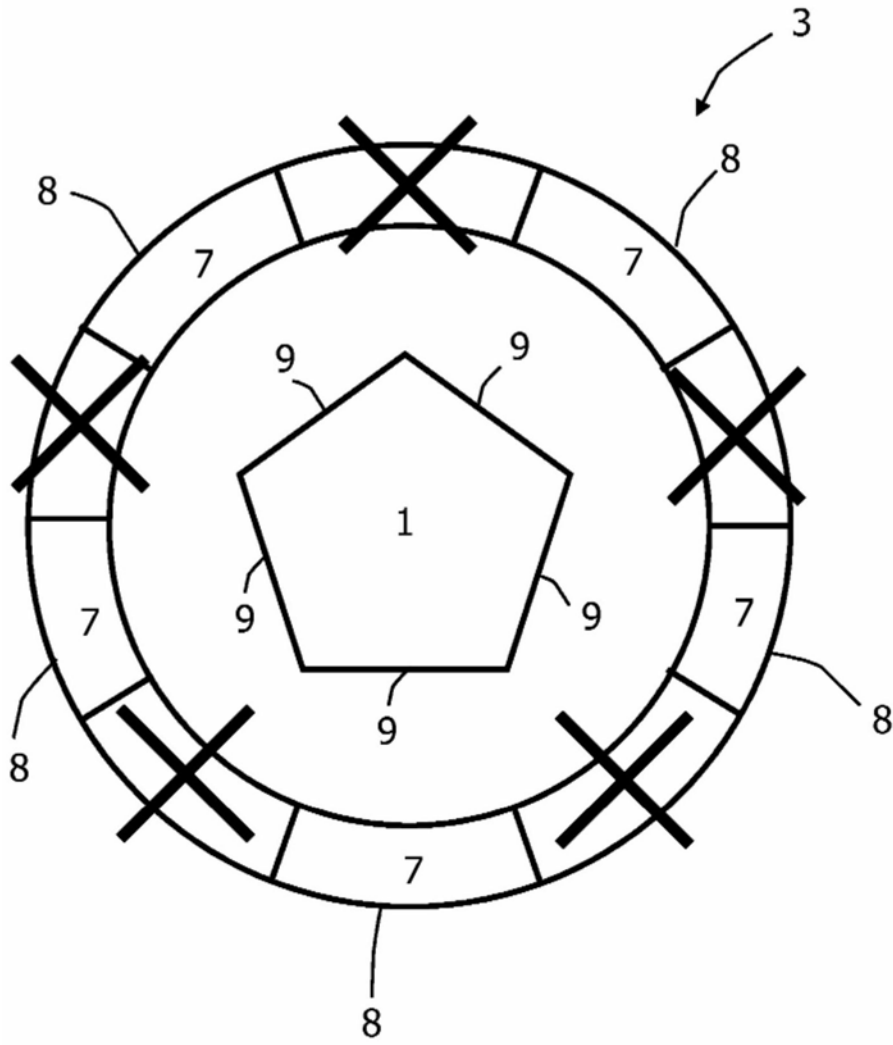


图4

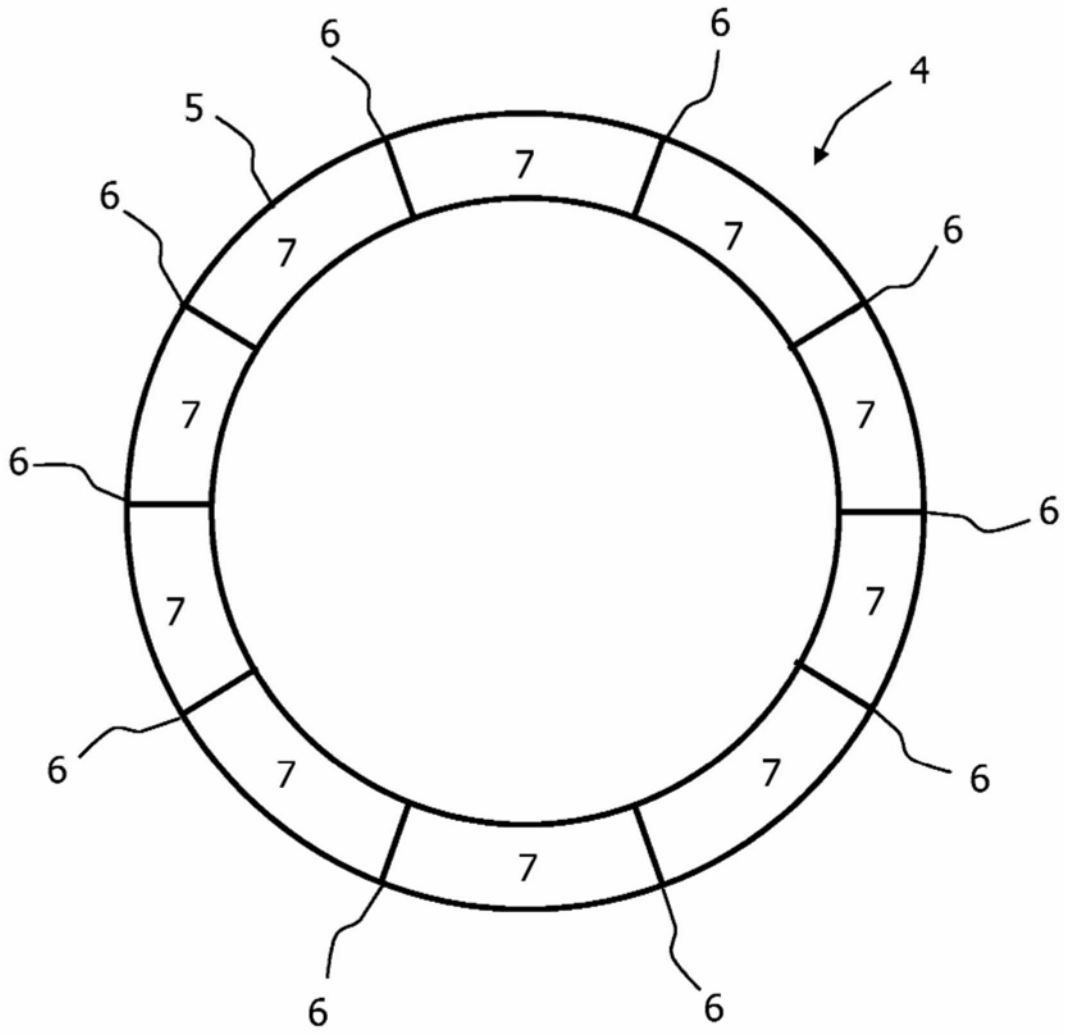


图5

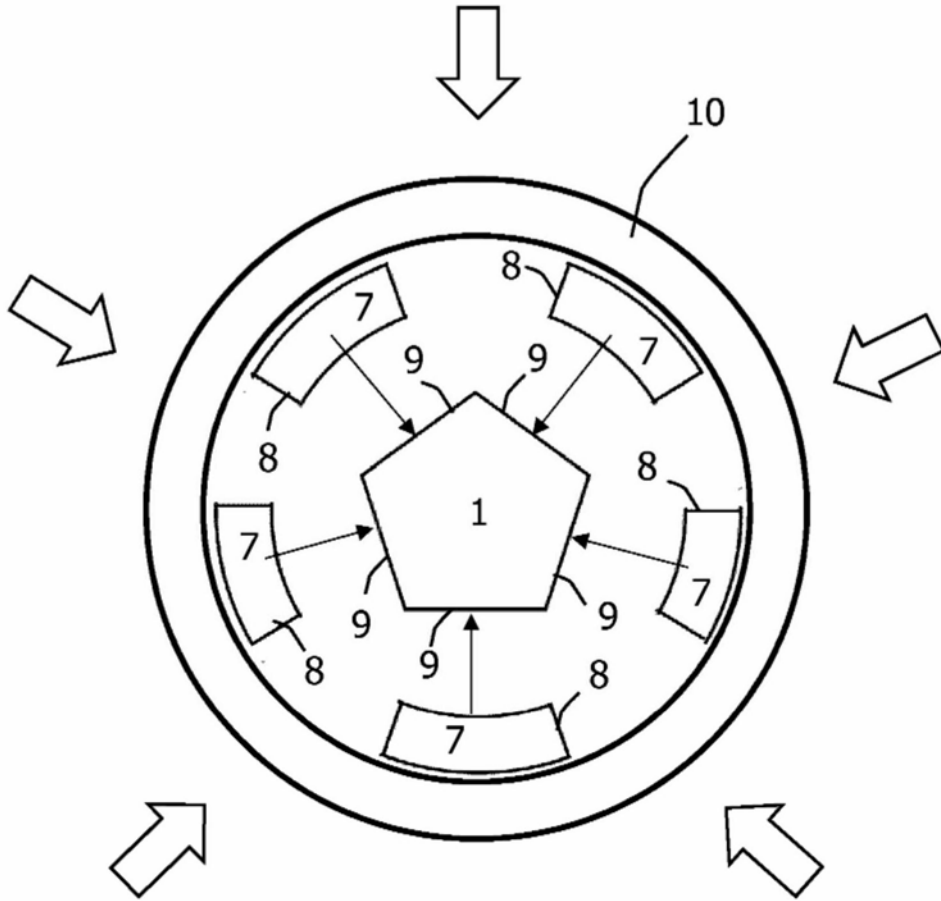


图6

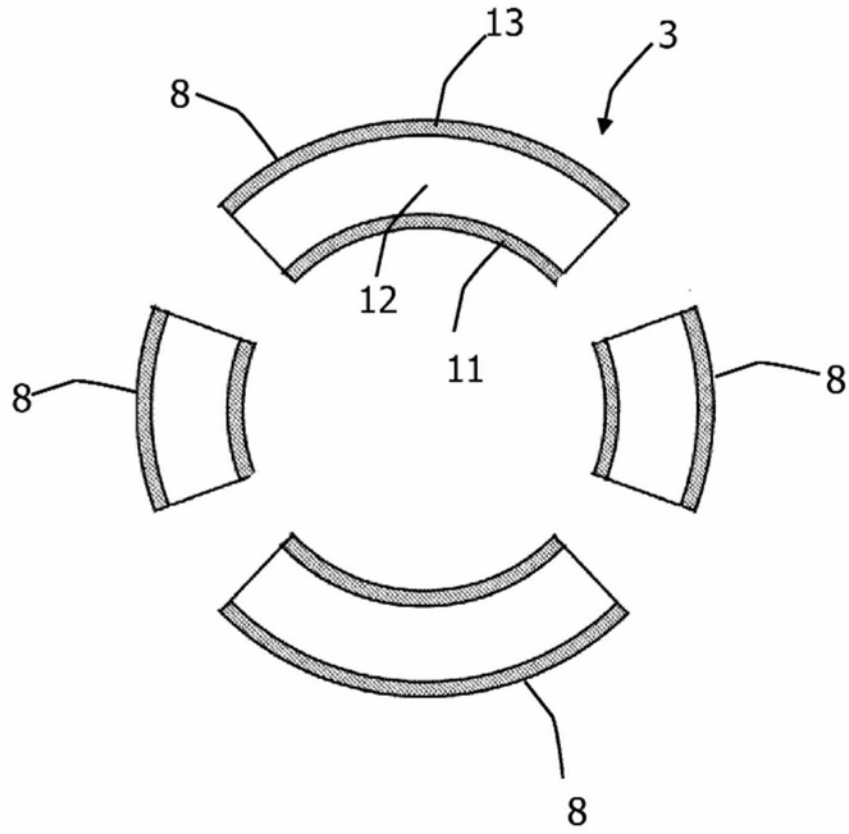


图6a

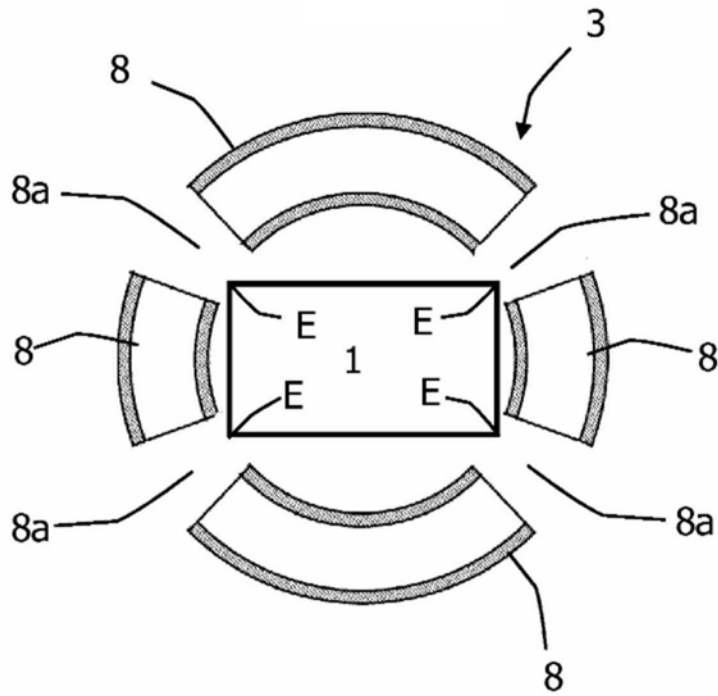


图6b



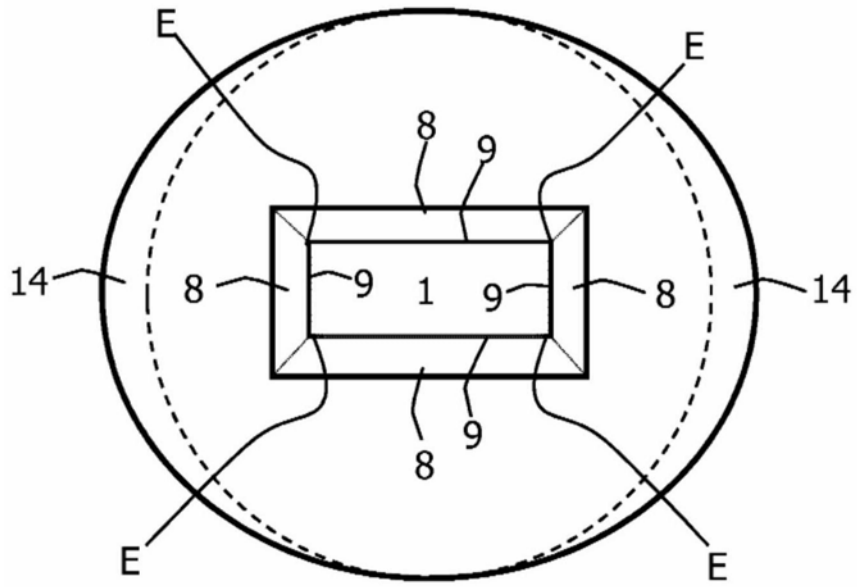


图7

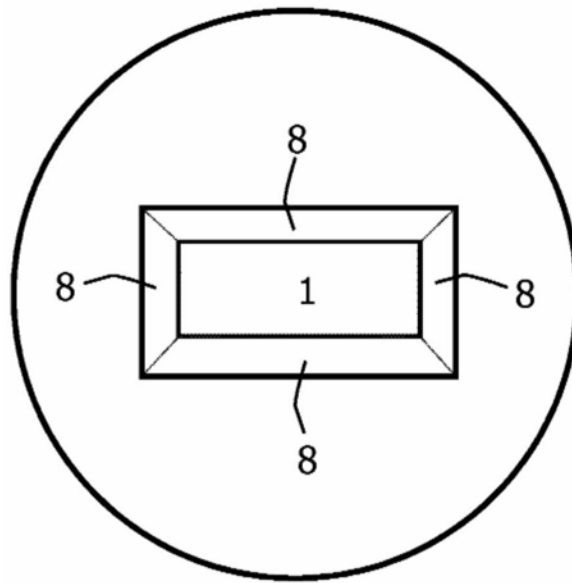


图8

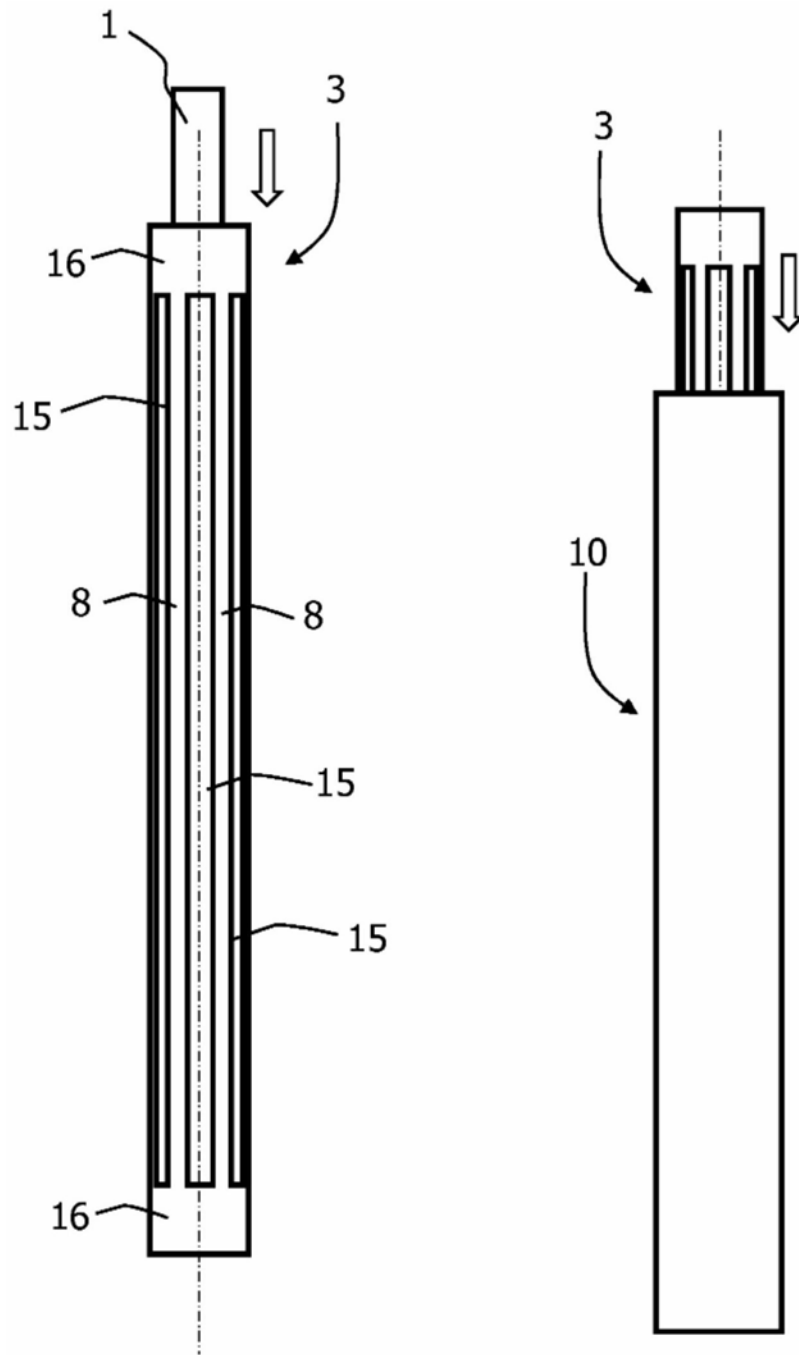


图9

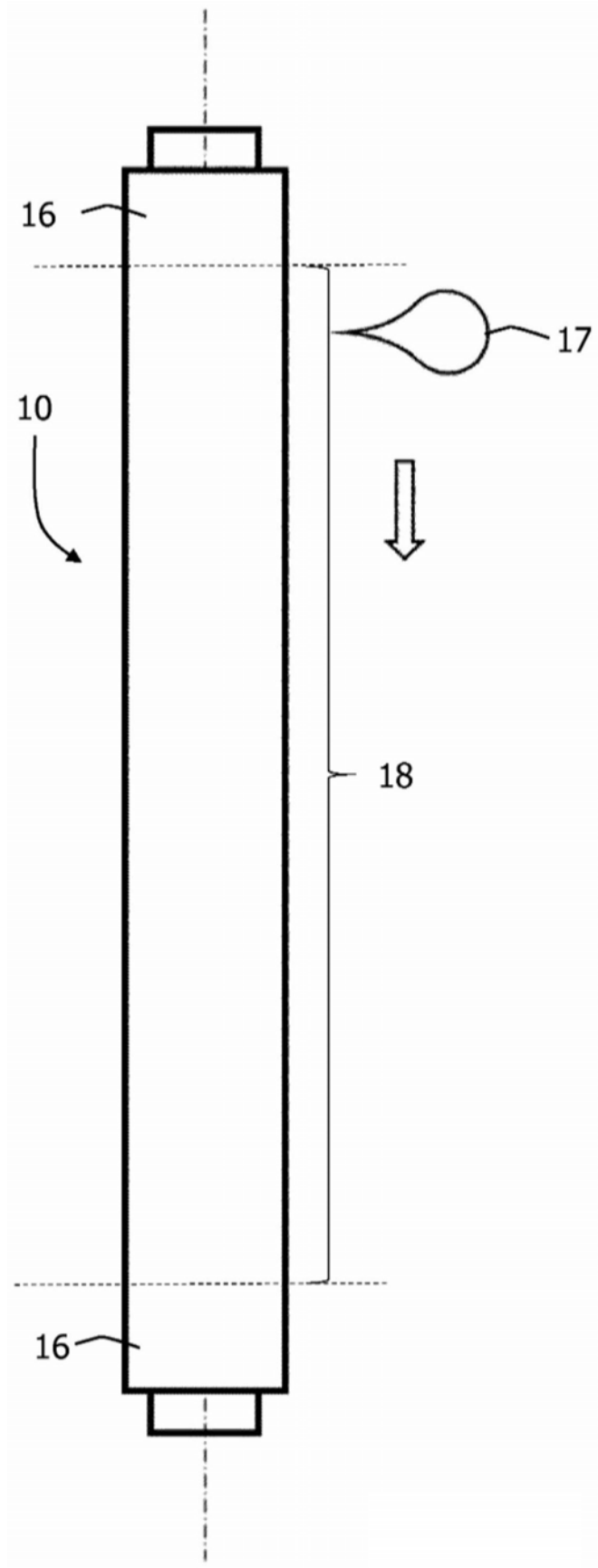


图10