



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103561890 B

(45) 授权公告日 2016.02.10

(21) 申请号 201280023293.4

G22C 49/14(2006.01)

(22) 申请日 2012.05.11

F01D 5/02(2006.01)

B32B 5/10(2006.01)

(30) 优先权数据

1154326 2011.05.18 FR

(56) 对比文件

EP 1533393 A2, 2005.05.25, 全文.

CN 1931463 A, 2007.03.21, 全文.

EP 1099774 A1, 2001.05.16, 说明书第1栏第0001段, 第2栏第0019段至第6栏第0052段, 附图1-3.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013.11.14

CN 101918609 A, 2010.12.15, 全文.

CN 101636516 A, 2010.01.27, 全文.

CN 101061289 A, 2007.10.24, 全文.

CN 101999010 A, 2011.03.30, 全文.

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2012/051058 2012.05.11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/156632 FR 2012.11.22

(73) 专利权人 斯奈克玛

地址 法国巴黎

审查员 邓进俊

(72) 发明人 蒂里·戈登

布鲁诺·杰克斯·杰拉德·达姆布瑞恩

(74) 专利代理机构 中国商标专利事务所有限公

司 11234

代理人 宋义兴

(51) Int. Cl.

B22F 3/00(2006.01)

B22F 3/15(2006.01)

G22C 47/06(2006.01)

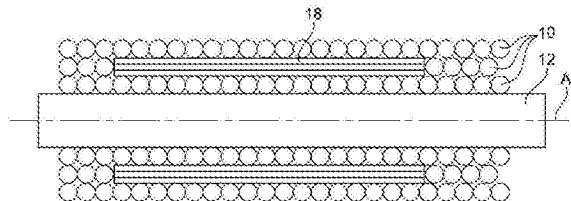
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

采用扩散粘结技术制作涡轮发动机整体部件的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种采用扩散粘结制作涡轮发动机整体部件的方法,所述方法包括绕芯轴(12)制作部件坯件的步骤,所述坯件包括多个同轴且叠加的金属丝环形层的独立环(10),这些环围绕芯轴上下叠置,所述方法还包括将坯件进行热等静压处理,以获得整体部件,并可选择对部件进行机加工。



1. 一种通过扩散粘结制作涡轮发动机整体部件的方法,所述方法包括如下步骤:

- 绕芯轴 (12) 制作坯件 (E),该坯件包括至少一层金属丝;
- 将坯件进行热等静压压制,以获得整体部件;以及
- 选择对部件进行机加工;

所述方法的特征在于,所述坯件的至少一层金属丝都是由绕芯轴独立地接合到并堆置在所述芯轴上的互相独立的环 (10) 组成。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,环 (10) 为圆形和非圆形其中之一。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,环 (10) 在接合到芯轴上之前预成形为圆形和非圆形其中之一。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,芯轴 (12) 为圆柱形和非圆柱形状其中之一。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,环为闭合式环。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,环 (10) 在沿其圆周方向的某个点处为开放式。

7. 根据权利要求 6 所述的方法,其特征在于,接合到芯轴 (12) 上的每个环 (10) 的开口围绕芯轴纵轴相对于邻近环的开口有角度地偏置。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,整体部件为下述部件其中之一:涡轮发动机的整体轴、轮盘和叶片环。

9. 根据前面任一项权利要求所述的方法,其特征在于,在芯轴上的两个连续金属丝层之间,布置至少一个环形层金属涂层陶瓷纤维。

10. 根据权利要求 1 至 8 其任一项所述的方法,其特征在于,环 (10) 通过与芯轴同一轴线在芯轴端部定位和平行于纵轴 (A) 沿芯轴平移来接合到芯轴 (12) 上。

11. 根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于,环 (10) 通过与芯轴同一轴线在芯轴端部定位和平行于纵轴 (A) 沿芯轴平移来接合到芯轴 (12) 上。

12. 根据权利要求 1 至 8 其中任一项所述的方法,其特征在于,制造坯件的步骤包括制造多个同轴并叠加的环形层;以及,每一层金属丝由与接合并堆置在芯轴上的独立环组成。

13. 根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于,制造坯件的步骤包括制造多个同轴并叠加的环形层;以及,每一层金属丝由与接合并堆置在芯轴上的独立环组成。

14. 根据权利要求 10 所述的方法,其特征在于,制造坯件的步骤包括制造多个同轴并叠加的环形层;以及,每一层金属丝由与接合并堆置在芯轴上的独立环组成。

15. 根据权利要求 11 所述的方法,其特征在于,制造坯件的步骤包括制造多个同轴并叠加的环形层;以及,每一层金属丝由与接合并堆置在芯轴上的独立环组成。

## 采用扩散粘结技术制作涡轮发动机整体部件的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及制作涡轮发动机整体部件的扩散粘结方法,所述涡轮发动机诸如飞机涡轮螺旋桨发动机或涡轮喷气发动机,所述部件由诸如涡轮喷气发动机主轴和带动发动机附件设备的附件齿轮箱(AGB)之间的动力传动轴构成。

### 背景技术

[0002] 附件齿轮箱轴较细且长,对于大直径发动机,该轴长度大约为一米,通常由两部分制成,这两部分因为机械强度和承受振动的原因而采用端对端布置。这两部分的邻近端部,通过中间轴承而在旋转时被导向并处于中央位置,中间轴承使振动谐振方式频率穿过。

[0003] 人们已经提出,采用扩散粘结来制作这种整体部件的轴。该方法是围绕旋转的圆柱形芯轴来形成轴的坯件,即通过卷轴或卷盘上的至少一个金属丝缠绕在芯轴上,从而形成多个同轴且叠加的环形金属丝层,这些金属丝层环绕在芯轴周围,每层都是由多个相接触的弯折部分构成,然后,在合适的工具上,通过热等静压(HIP)对坯件进行扩散粘结处理。最后形成的部件是一个整体部件,如需要,可对其进行表面机加工。

[0004] 另外,人们已知,采用涂有金属的陶瓷纤维来对该种部件进行增强,即在两层(分别为内层和外层)金属丝之间的芯轴上缠绕一层或多层所述陶瓷纤维。

[0005] 早先,以本申请者名义提出的专利申请FR11/50194,FR11/51706和FR11/52129介绍了上述类型的方法。

[0006] 然而,已有技术方法并不能制作非圆形截面的部件,因为很难或者说不可能在非圆柱形的芯轴周围缠绕金属丝。

### 发明内容

[0007] 本发明的一个具体目的是提供一种针对这个问题的解决方案,该方案简单,有效,且成本不高。

[0008] 为此,本发明提出了一种采用扩散粘结技术制作涡轮发动机整体部件的方法,所述方法包括如下步骤:

[0009] 围绕芯轴制作部件的坯件,该坯件包括多个同轴且叠加的环形的金属丝层;

[0010] 对坯件进行热等静压处理,以获得整体部件;以及

[0011] 可选择对整体部件进行机加工;

[0012] 所述方法的特征在于,坯件的每层金属丝都是由接合(engaged)并堆置在芯轴上的独立的环组成。

[0013] 根据本发明,金属丝构成的独立环并不是直接来自卷轴或卷盘,也不是缠绕在芯轴上,为此,可以将部分部件做成圆形或非圆形。所述环可在环境温度下堆置在芯轴上。

[0014] 圆形截面的部件通过环来制作,这些环呈圆状并接合在圆柱形的芯轴上。非圆形截面部件(例如,多边形截面:三角形、长方形、正方形等)都可由相应的非圆形的环来制作,这些环都接合在互补形状(非圆柱形)的芯轴上。

[0015] 这些环通过设置在芯轴一端而接合在芯轴上,在芯轴的轴线上,该环然后平行于芯轴纵轴而平移到芯轴上。当芯轴垂直指向时,任何一层内的环都可以上下叠加。当芯轴水平指向时,任何一层内的各环水平并排布置。

[0016] 根据要制作的部件数量,可以在等热压机或压热袋(autoclave bag)内进行压制。

[0017] 根据本发明的另一个特性,在接合到芯轴上之前,可以对环进行预成形,为的是呈现出上述圆形或非圆形形状。对环进行预成形可使这些环呈现对应于要制作部件截面的任何形状。例如,当制作多边截面的轴时,内层的环为多边形,而外层的环也为多边形,但横向尺寸大于内层的环的横向尺寸。环的预成形可以手动进行(对于小直径的金属丝),或者通过相应的工具来进行。

[0018] 例如,构成环的金属丝的直径可以在大约 1mm 到 6mm 的范围内。芯轴的半径优选大于环的金属丝的直径。

[0019] 环可以是闭合的或非开口式的。在这种情况下,环的内外直径是恒定的,而且,外层的每个环都围绕内层的环而延伸,并与内层的该环而横向对准。内层的环的外径等于外层的环的内径,该外层环绕着该内层。闭合环可以通过环的制作方法来直接获得。在另一种方式中,环可以通过金属丝成形而获得,这样,其自由端就可以彼此相向移动,然后通过——例如——焊接来固定到一起。

[0020] 当考虑占两层的四个邻近环时,即,由两个环组成的内层和包围所述内层两个环的两个环组成的外层,这些(相同直径)的环的堆置为正方形。具体来讲,这些环的横截面的半视图包括四个圆,这些圆的中心都位于该正方形的四个角。根据本发明的具体实施方式,该堆垛的扩展(expansion)为大约 21.5%。

[0021] 根据另一个不同方式,这些环在沿圆周的一个点上为开放式或开口式。在这种情况下,这些环可通过其自由端分开或相向移动而变形。这样,就可以改变环的内外直径,并可使环在芯轴上的安装方式为,外层的每个环位于内层的两个环之间。于是,内层的环的外径大于包围该内层的外层的环的内径。这些(相同直径)的环的堆置为等边三角形形式样,这些环的半横截面图包括三个圆,圆的中心分别位于等边三角形的三个角。根据本发明的具体实施方式,该堆垛的展开大约 9.31%。

[0022] 接合到芯轴上的每个开口环的开口优选围绕芯轴纵轴相对于邻近环的开口而按一定角度偏置。这样,可以在芯轴整个轴向尺寸上围绕芯轴纵轴来分布这些开口,并可避免在坯件上出现来自金属丝的金属量不足的区域,因为金属量不足会使得要制作部件上出现孔隙。

[0023] 例如,要制作的部件是涡轮发动机的轴,或者是轮盘,或者是整体叶片环(“叶盘”)。

[0024] 有利的是,在两层金属丝之间,可布置至少一个环形层的金属涂覆陶瓷纤维,例如,所述陶瓷纤维可由织物或纤维薄板构成。

[0025] 该层纤维用来增加部件强度。每个纤维包括陶瓷材料制成的芯部(诸如碳化硅, SiC),上面涂有(例如采用高速涂覆)金属涂层(Ti, Al, B 等),该金属优选与构成上述环的金属相同。在扩散粘结之后,所述部件于是就包括均匀的金属基体,其作用是粘结部件和保护纤维,因为这些纤维吸收了部件所承受的各种力。该技术可以增加部件的刚性,但同时又不会增加其密度。另外,还可以在部件的密度上增加杨氏模数的比率并可将来振动谐振方式移

给高频。对于附件齿轮箱轴,该技术可以略去上述的中间轴承,因为不再需要。在芯轴周围可缠绕或堆置其它材料,诸如 SiC 织物, Ti, Al, 或 TiAl, 或任何其他材料制成的箔材, 这些材料都具有可使超塑成形和扩散粘结技术得以实施的性能。

### 附图说明

[0026] 通过阅读以非限定性示例并参照附图给出的如下说明,可以更好地理解本发明,本发明的其它特性、细节和优点会显现出来,附图如下:

[0027] 图 1 为芯轴的轴向剖面图,芯轴上为通过堆置金属环而形成的坯件,以及图 1 还示出了本发明所述方法的一个步骤;

[0028] 图 2 为本发明的金属环的示意图,所示金属环为闭合式或非开口式;

[0029] 图 3 为本发明金属环另一个不同实施例的示意图,所示为开放式或开口式;

[0030] 图 4 为堆置的闭合环的轴向剖面图,以及图 5 为堆置的开口环的轴向剖面图;

[0031] 图 6 为图 4 所示正方形堆的重复图形,以及图 7 为图 5 所示等边三角形堆的重复图形;

[0032] 图 8 为芯轴的轴向剖面图,其上为采用本发明所述方法另一个步骤堆置的金属环;

[0033] 图 9 为扩散粘结部件时所使用工具的轴向截面半视图,并示出了本发明所述方法的另一个步骤;以及

[0034] 图 10 至图 12 示出了本发明所述方法不同实施方式的非圆形环。

### 具体实施方式

[0035] 图 1、图 8 和图 9 示出了本发明所述方法的步骤,所述方法用来制作涡轮发动机的整体部件,诸如轴,或轮盘,或整体叶片环。

[0036] 在图 1 所示第一个步骤中,金属环 10 接合(engage)到芯轴 12 上并堆置在预定距离 L 上,从而围绕芯轴形成一个或多个同轴且叠加的环形金属环层。某一层的环 10 的直径相同,沿芯轴纵轴 A 并排布置,该层的厚度等于制作该环的金属丝的直径。

[0037] 所示示例中的芯轴 12 为圆柱形,但,其也可以是某个其它形状截面,例如,三角形,正方形,长方形,或多边形,如下更详细介绍。芯轴可垂直或水平布置,且其可以是静止不动的。

[0038] 环 10 通过在芯轴一端定位而接合到芯轴 12 上,与芯轴同一轴线,然后平行于轴线 A 沿芯轴平移。环形端板 14 优选安装在芯轴的一端上,并形成围绕芯轴延伸的每个环形层第一个环的支撑装置。环 10 堆置在距离 L 上,该距离 L 根据要制作的部件的长度来定。每层环的数量是金属丝直径的函数,该直径可以是例如在大约 1mm 至 6mm 范围内。

[0039] 所述环可采用具有热机械强度且重量轻的 TiA6V 或 Ti6242 钛合金制成。

[0040] 根据本发明所述方法的初步步骤(图中未示),环 10 采用这样一种方式形成,即呈现的形状对应于要制作部件的形状,该形状的截面可以是圆形、正方形、长方形、三角形等。这个预成形步骤可以通过卷轴或卷盘用金属丝来实施。

[0041] 环 10', 10'' 是闭合式或非开口式,如图 2 所示,或者是开放式或开口式,如图 3 所示。在本发明的这两个实施方式中,环是圆形的,安装在圆柱形芯轴上。

[0042] 闭环 10' 的内径和外径为恒定的。当这些环采用金属丝预成形而获得时, 每个环 10' 的对面自由端 15 相向移动, 并通过例如焊接而固定在一起。

[0043] 图 4 和图 6 示出了采用闭合环 10' 而获得的堆垛(正方形)的式样。内层环的内径大体上等于或稍大于芯轴 12 的外径, 而环的外径则大体上等于或稍小于外层环的内径(图 4)。内层的每个环都被外层的环所包围, 这两个环都位于相对于轴线 A 而横向的公共面上。图 6 示出了分布在两层上的四个邻近环的半横截面, 即内层由两个环组成, 外层由两个环组成, 外层的两个环包围着内层的两个环。该堆垛为正形式样, 因为金属丝的半截面(圆形)的中心位于正方形的四个角处。根据本发明的具体实施方式, 该堆垛的展开(expansion)约为 21.5%。

[0044] 开口环 10'' 的直径可通过将其自由端 16 分开或相向移动而修正(图 3)而改变。图 5 和图 7 示出了采用开口环 10'' 而获得的堆垛的式样(等边三角形)。内层环的内径大体上等于或稍大于芯轴 12 的外径, 这些环的外径大于外层的环的内径, 从而使得外层环的位置位于内层两个环之间, 且在内层环的外部(图 5)。外层的每个环都位于横向平面上, 大体位于两个横向平面之间的中间部位, 所述两个平面分别含有内层的两个邻近环。图 7 示出了分布在两层上的三个邻近环的半截面图, 即由两个环组成的内层和位于外部并在内层两个环之间的外层。该堆垛为等边三角形式样, 因为金属丝(圆形)截面中心位于等边三角形的三个角处。根据本发明的具体实施方式, 该堆垛的展开约为 9.31%。

[0045] 优选地, 环 10'' 在芯轴上的堆置方式是, 环的开口围绕轴线 A 相对于彼此而成一定角度偏置。为此, 这些开口有规律地或无规律地分布在轴线 A 周围, 从而可避免出现缺少金属的区域, 因为在压制阶段期间这些区域会出现孔隙率。

[0046] 如图 1 所示, 内层金属环 10 由复合纤维结构包围, 这种结构由金属涂层的陶瓷纤维 18 织物或薄板构成。纤维 18 上涂覆的金属和金属环 10 的金属优选为相同种类(例如, TiA6V 或 6242), 目的是优化本发明方法的随后步骤, 即热等静压作业和扩散粘结。

[0047] 纤维 18 织物或薄板缠绕在第一层金属环 10 上, 这样, 纤维的延伸与芯轴 12 的轴线 A 平行。可以缠绕多种织物或多个相同织物的薄板, 或者缠绕一种或多种其它不同织物的多个薄板, 这些不同织物同轴缠绕。织物可以为不同种类, 且可以为不同直径的涂层纤维。复合纤维结构的长度小于或等于金属环 10 第一层的长度 L。

[0048] 按照另一种方式, 纤维 18 可以缠绕在芯轴周围, 并围绕轴线 A 而沿圆周方向延伸。

[0049] 例如, 涂层陶瓷纤维可以是 SiC/Ti, SiC/Al, SiC/B 等。

[0050] 图 8 示出的本发明方法的下一个步骤是将上述纤维结构覆盖在至少一个其它层金属环 10 上, 如上所述, 金属环堆置在芯轴 12 的周围。另外, 金属环 10 布置在纤维结构前方或背后, 这样, 就可埋藏在要制作的最终部件的金属的内部。

[0051] 为此, 所述部件的坯件 E 可以围绕芯轴而渐进制成。该坯件 E 可以带有 1000 多个环 10 和多个上述类型的纤维结构, 这些纤维结构通过至少一层金属环而彼此分开。

[0052] 此后, 在等热压机或压热袋(二者之选择具体取决于要生产的部件数量)内对坯件 E 进行热等静压处理(HIP)。将坯件置放在合适的工具 20(图 9)内, 以适当高温向坯件施加强压, 从而使得环的金属和纤维上的涂层的金属变软而蠕变, 从而填满各层环之间所有空的空间, 以便通过扩散粘结而将各个部分结合在一起。

[0053] 在图中未示的另一种方式中, 将坯件置放在可变形的低碳钢袋内, 然后再将该低

碳钢袋放置在压热袋内。升高压热袋的等静态压力至 1000 巴, 温度 940℃ (适用于 TiA6V), 这样, 由于空气被抽出而收缩, 整个低碳钢袋变形, 向坯件施加均匀压力, 直至金属蠕变, 实现扩散粘结。

[0054] 有利的是, 可将多个低碳钢袋插入压热袋内, 可同时制作多个部件, 从而降低制造成本。

[0055] 本发明的方法可以制作截面形状不是圆形的部件, 例如, 截面为五角形(图 10)、长方形(图 11)或三角形(图 12)。然后, 本发明方法的预成形步骤是将环进行预成形, 赋予其所期望的形状, 这些环接合并堆置在具有互补形状截面的芯轴上。例如, 长方形环可采用长方形截面块体形式接合到芯轴上, 为的是制作出长方形截面的整体部件, 如图 11 所示。这些环可以是闭合式或非开口式, 或者是开放式或开口式。

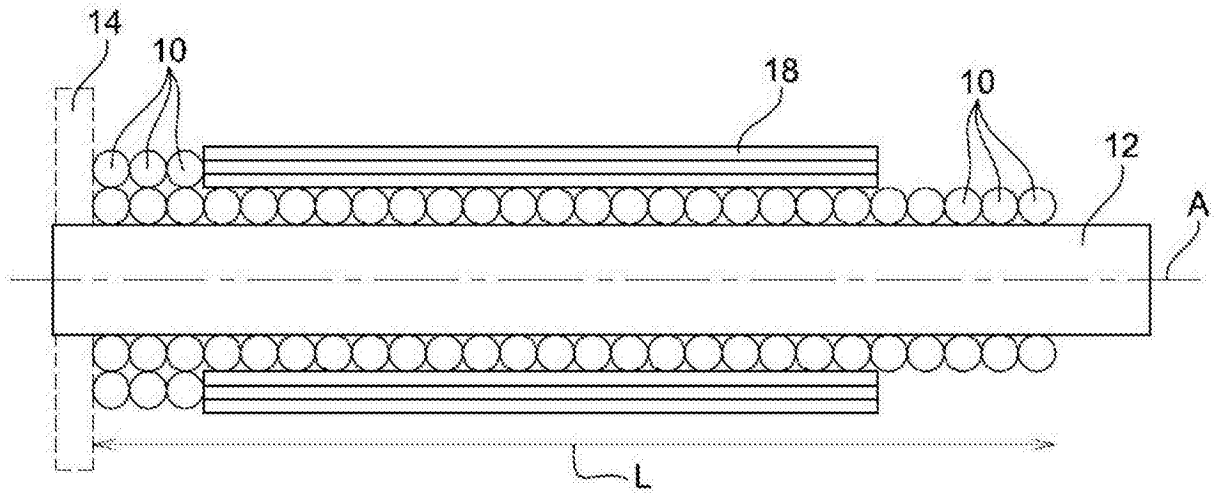


图 1

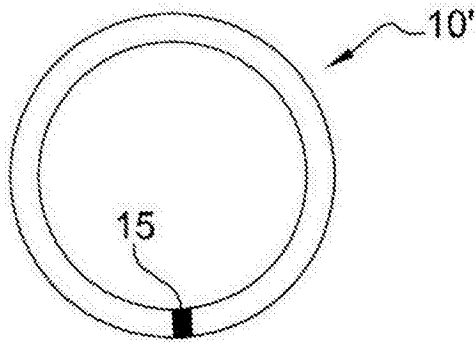


图 2

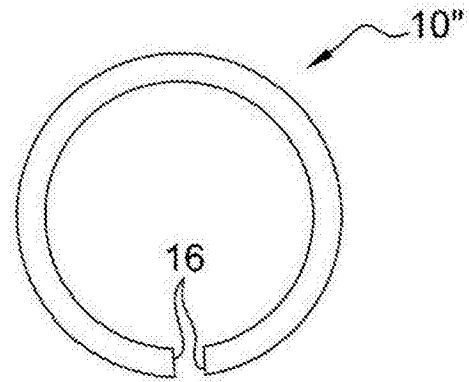


图 3

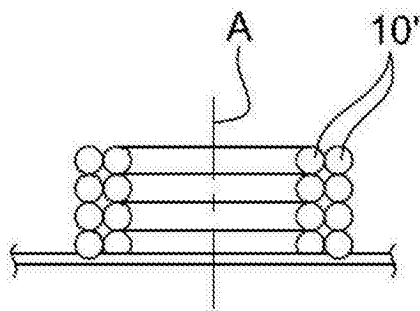


图 4

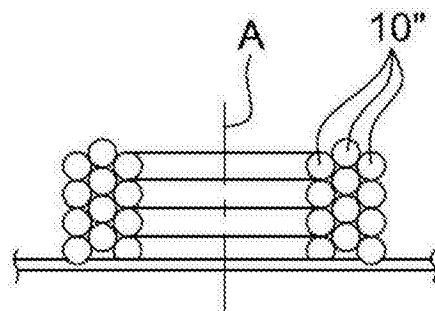


图 5

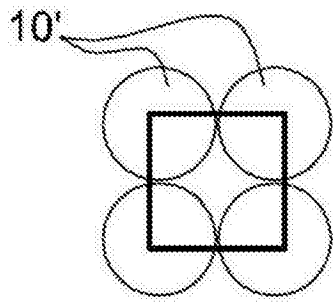


图 6

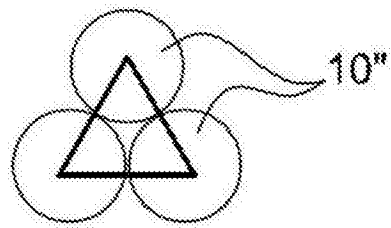


图 7

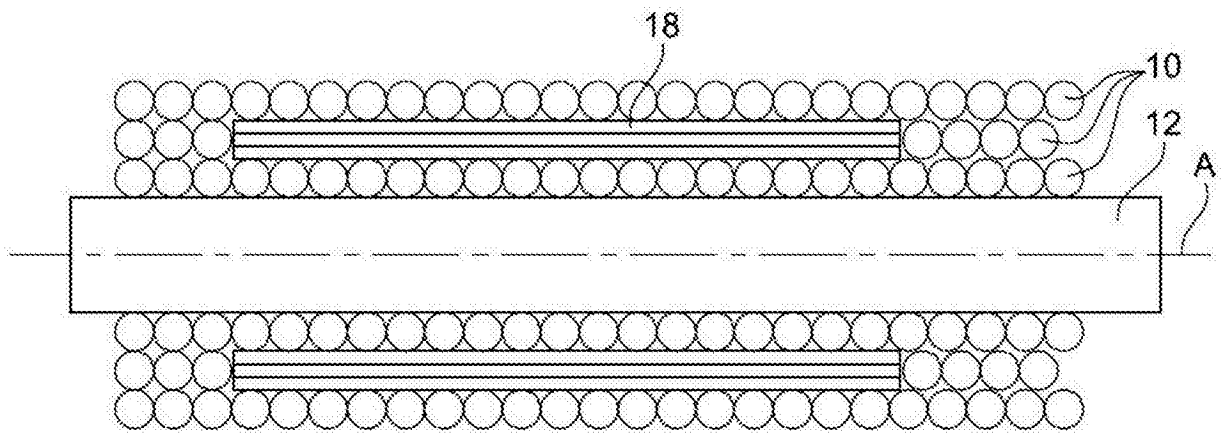


图 8

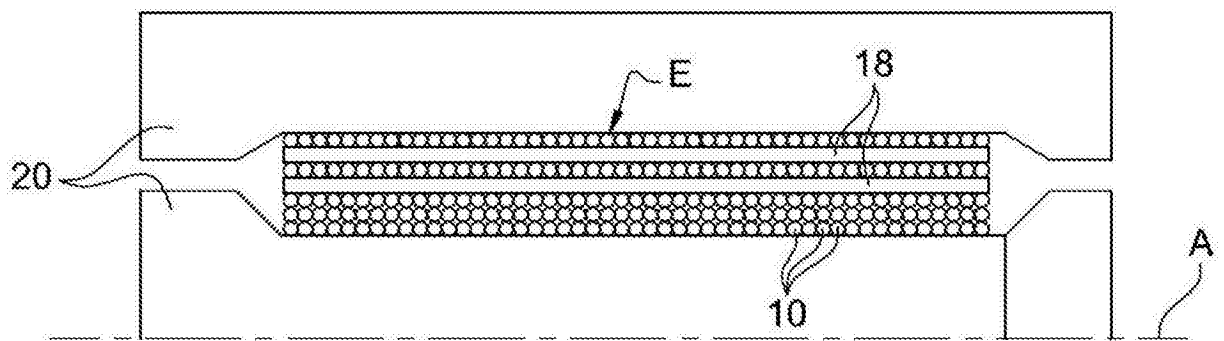


图 9



图 10

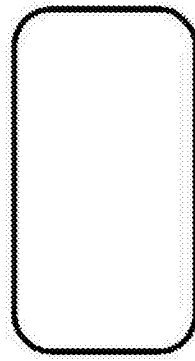


图 11

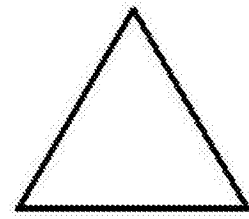


图 12