



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104768734 B

(45)授权公告日 2016.12.14

(21)申请号 201380055805.X

专利权人 株式会社IHI空间技术

(22)申请日 2013.10.22

(72)发明人 田中崇 盛田英夫 奥村郁夫
重成有 原田敬 段佑辅

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104768734 A

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

(43)申请公布日 2015.07.08

代理人 陈蕴辉

(30)优先权数据

2012-235353 2012.10.25 JP

(51)Int.Cl.

B29C 70/06(2006.01)

B29C 70/10(2006.01)

F01D 25/24(2006.01)

F02C 7/00(2006.01)

B29K 105/08(2006.01)

B29L 31/30(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.04.24

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/078586 2013.10.22

审查员 房鑫卿

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/065281 JA 2014.05.01

(73)专利权人 株式会社IHI

地址 日本东京都

权利要求书2页 说明书7页 附图7页

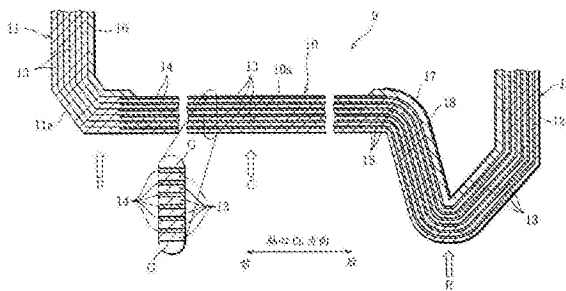
(54)发明名称

圆筒状外壳及圆筒状外壳的制造方法

(57)摘要

本发明涉及圆筒状外壳及圆筒状外壳的制造方法。该圆筒状外壳具有由使热固化树脂含浸于强化纤维的复合材料形成的外壳主体(10)、和以环状配置在外壳主体(10)的端部上的槽(12)，外壳主体(10)的周壁(10a)是交替地层叠包含由取向角为±45°的强化纤维带(13a、13b)形成的非卷曲结构的2轴织物(13A)在内的2轴织物层(13)、和包含对沿着周向的强化纤维集束而成的粗纱(14A)在内的粗纱层(14)而形成的，槽(12)的槽壁(12a)是交替地层叠与外壳主体(10)这一侧连续的2轴织物层(13)、和包含由取向角为±45°的强化纤维带(15a、15b)及取向角为0°的强化纤维带(15c)形成的非卷曲结构的3轴织物(15A)在内的3轴织物层(15)而形成的。将强化纤维和热固化树脂的复合材料作为素材，具有环状的槽的风扇外壳的情况下，能够确保整体的高的扭转强度及扭转刚性。

CN 104768734 B



1. 一种圆筒状外壳,由使热固化树脂含浸于强化纤维的复合材料形成,其特征在于,具有:

呈圆筒状的外壳主体;以及

在所述外壳主体的端部沿周向以环状配置的向离心侧开口的槽,

构成所述外壳主体的周壁是交替地层叠包含由相对于所述外壳主体的轴心方向的取向角为 $\pm 15\sim 75^\circ$ 的2轴的强化纤维带形成的非卷曲结构的2轴织物在内的多个2轴织物层、和包含对沿着所述外壳主体的周向的强化纤维集束而成的粗纱在内的多个粗纱层而形成的,相对于所述外壳主体的周向的所述粗纱的倾斜角为 15° 以下,

构成所述槽的槽壁是交替地层叠包含由所述外壳主体的周壁上的与所述多个2轴织物层连续的多个2轴织物层、以及相对于所述外壳主体的轴心方向的取向角为 $\pm 15\sim 75^\circ$ 的2轴的强化纤维带及相对于所述外壳主体的轴心方向的取向角为 0° 的1轴的强化纤维带的合计3轴的强化纤维带形成的非卷曲结构的3轴织物在内的多个3轴织物层而形成的。

2. 如权利要求1所述的圆筒状外壳,其特征在于,所述外壳主体的周壁及所述槽的槽壁上的各正反面都通过由使热固化树脂含浸于强化纤维的复合材料形成的保护膜被覆盖。

3. 如权利要求1或2所述的圆筒状外壳,其特征在于,构成所述槽的槽壁通过Ti合金制或Ni合金制的盖罩被覆盖,并作为覆盖航空器用喷气发动机的风扇叶片的风扇外壳使用。

4. 一种圆筒状外壳的制造方法,是权利要求1~3中任一项所述的圆筒状外壳的制造方法,其特征在于,

反复实施如下工序而成形具有与所述外壳主体相当的部分的层叠体:

使将外周面作为成形面的筒状的芯轴围绕其轴心旋转,且将由所述2轴的强化纤维带形成的非卷曲结构的所述2轴织物缠绕在该芯轴的所述成形面上而形成所述2轴织物层的2轴织物层形成工序;

使所述芯轴围绕其轴心旋转,且将对所述强化纤维集束而成的粗纱沿周向以螺旋状缠绕在该芯轴的所述成形面中的所述外壳主体的成形部位上而形成所述粗纱层的粗纱层形成工序;以及

使所述芯轴围绕其轴心旋转,且将由所述3轴的强化纤维带形成的非卷曲结构的所述3轴织物缠绕在该芯轴的所述成形面中的所述槽的成形部位上而形成所述3轴织物层的3轴织物层形成工序,

成形了具有与所述外壳主体相当的部分的层叠体之后,还经过如下工序:

通过槽成形模具和位于所述芯轴的端部的槽成形部,在所述层叠体中的与所述外壳主体相当的部分的端部成形与所述槽相当的部分的槽成形工序;以及

对于通过该槽成形工序在与所述外壳主体相当的部分的端部成形了与所述槽相当的部分而成的所述层叠体进行加热,由此使含浸于所述织物层的各强化纤维而成的热固化树脂固化的加热工序。

5. 一种圆筒状外壳的制造方法,是权利要求1~3中任一项所述的圆筒状外壳的制造方法,其特征在于,

反复实施如下工序而成形与所述外壳主体相当的部分的层叠体:

使将外周面作为外壳主体成形面的筒状的芯轴围绕其轴心旋转,且将由所述2轴的强化纤维带形成的非卷曲结构的所述2轴织物缠绕在该芯轴的所述成形面上而形成所述2轴

织物层的2轴织物层形成工序;以及

使所述芯轴围绕其轴心旋转,且将对所述强化纤维集束而成的粗纱沿周向以螺旋状缠绕在该芯轴的所述成形面上而形成所述粗纱层的粗纱层形成工序,

并且,反复实施如下工序而形成槽用层叠体:

使将外周面作为槽成形面的筒状的槽用芯轴围绕其轴心旋转,且将由所述2轴的强化纤维带形成的非卷曲结构的所述2轴织物缠绕在该槽用芯轴的所述槽成形面上而形成所述2轴织物层的2轴织物层形成工序;

使所述槽用芯轴围绕其轴心旋转,且将由所述3轴的强化纤维带形成的非卷曲结构的所述3轴织物缠绕在该槽用芯轴的所述槽成形面上而形成所述3轴织物层的3轴织物层形成工序,

成形了槽用层叠体之后,还经过如下工序:

通过槽成形模具和所述槽用芯轴,将所述槽用层叠体成形于与所述槽相当的部分的槽成形工序;

使通过该槽成形工序作为与所述槽相当的部分成形的所述槽用层叠体和作为与所述外壳主体相当的部分成形的层叠体成为一体的一体化工序;以及

对通过该一体化工序相互成为一体的与所述外壳主体相当的部分的所述层叠体、和作为与所述槽相当的部分成形的所述槽用层叠体进行加热,由此,使含浸于所述织物的各强化纤维而成的热固化树脂固化的加热工序。

圆筒状外壳及圆筒状外壳的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及例如作为覆盖航空器用喷气发动机的风扇叶片的风扇外壳使用的圆筒状外壳及圆筒状外壳的制造方法。

背景技术

[0002] 例如,上述覆盖航空器用喷气发动机的风扇叶片的风扇外壳谋求轻量及具有高强度,为满足这些要求,作为风扇外壳的素材尝试采用强化纤维和热固化树脂的复合材料。

[0003] 在上述风扇外壳中,在覆盖风扇叶片的外壳主体的端部,一体地形成有与通常发动机舱连结的环状的朝外凸缘。因此,作为素材使用碳纤维等的强化纤维和环氧树脂等的热固化树脂的复合材料时,外壳主体及环状的凸缘都具有包含由碳纤维等的强化纤维形成的织物在内的多个织物层。

[0004] 使用强化纤维和热固化树脂的复合材料制造上述风扇外壳(圆筒状外壳)时,使筒状的芯轴围绕其轴心旋转,且将织物缠绕在芯轴的成形面上来成形织物层的层叠体,通过加热该层叠体,使预先含浸于该层叠体的热固化树脂固化。

[0005] 在上述风扇外壳中,为确保充分的强度及刚性,在多个织物层之间,需要包含相对于外壳主体周向的倾斜角为 $\pm 0\sim 75^\circ$ 的强化纤维,这样的风扇外壳被记载于例如专利文献1。

[0006] 【现有技术文献】

[0007] 【专利文献】

[0008] 【专利文献1】日本特开2009-107337号公报

[0009] 然而,如上述风扇外壳(圆筒状外壳)那样地,环状的朝外凸缘位于外壳主体的端部的情况下,在多个织物层间包含相对于周向的倾斜角为 $0\sim 10^\circ$ 的强化纤维,要确保层叠体的充分的强度及刚性时,会损害织物层所含有的织物的柔软性,由此,在层叠体的成形时,在与朝外凸缘的弯曲的根部相当的部分会产生褶皱或纤维的曲折,朝外凸缘的强度及刚性降低。其结果,存在不能提高风扇外壳整体的强度及刚性这样的问题,解决该问题成为以往的课题。

发明内容

[0010] 本发明是着眼于上述以往的课题而研发的,其目的是提供圆筒状外壳及圆筒状外壳的制造方法,例如,将强化纤维和热固化树脂的复合材料作为素材,在具有朝外的环状的槽或环状凸缘的风扇外壳的情况下,能够确保外壳整体的高的强度及刚性。

[0011] 为实现上述目的,本发明的圆筒状外壳,由使热固化树脂含浸于强化纤维的复合材料形成,其特征在于,具有:呈圆筒状的外壳主体;在所述外壳主体的端部沿周向以环状配置的向离心侧开口的槽,构成所述外壳主体的周壁是交替地层叠包含由相对于所述外壳主体的轴心方向的取向角为 $\pm 15\sim 75^\circ$ 的2轴的强化纤维带形成的非卷曲结构的2轴织物在内的多个2轴织物层、和包含对沿着所述外壳主体的周向的强化纤维集束而成的粗纱在内

的多个粗纱层而形成的,构成所述槽的槽壁是交替地层叠包含由所述外壳主体的周壁上的与所述多个2轴织物层连续的多个2轴织物层、以及相对于所述外壳主体的轴心方向的取向角为 $\pm 15\sim 75^\circ$ 的2轴的强化纤维带及相对于所述外壳主体的轴心方向的取向角为 0° 的1轴的强化纤维带的合计3轴的强化纤维带形成的非卷曲结构的3轴织物在内的多个3轴织物层而形成的。

[0012] 优选的是,所述外壳主体的周壁及所述槽的槽壁上的各正反面都通过由使热固化树脂含浸于强化纤维的复合材料形成的保护膜被覆盖。

[0013] 优选的是,构成所述槽的槽壁通过Ti合金制或Ni合金制的盖罩被覆盖,并作为覆盖航空器用喷气发动机的风扇叶片的风扇外壳使用。

[0014] 另外,本发明的上述圆筒状外壳的制造方法,其特征在于,反复实施如下工序而形成具有与所述外壳主体相当的部分的层叠体:使将外周面作为成形面的筒状的芯轴围绕其轴心旋转,且将由所述2轴的强化纤维带形成的非卷曲结构的所述2轴织物缠绕在该芯轴的所述成形面上而形成所述2轴织物层的2轴织物层形成工序;使所述芯轴围绕其轴心旋转,且将对所述强化纤维集束而成的粗纱沿周向以螺旋状缠绕在该芯轴的所述成形面中的所述外壳主体的成形部位上而形成所述粗纱层的粗纱层形成工序;使所述芯轴围绕其轴心旋转,且将由所述3轴的强化纤维带形成的非卷曲结构的所述3轴织物缠绕在该芯轴的所述成形面中的所述槽的成形部位上而形成所述3轴织物层的3轴织物层形成工序,成形了具有与所述外壳主体相当的部分的层叠体之后,还经过如下工序:通过槽成形模具和位于所述芯轴的端部的槽成形部,在所述层叠体中的与所述外壳主体相当的部分的端部成形与所述槽相当的部分的槽成形工序;对于通过该槽成形工序在与所述外壳主体相当的部分的端部成形了与所述槽相当的部分而成的所述层叠体进行加热,由此使含浸于所述织物层的各强化纤维而成的热固化树脂固化的加热工序。

[0015] 而且,本发明的上述圆筒状外壳的制造方法,其特征在于,

[0016] 反复实施如下工序而形成与所述外壳主体相当的部分的层叠体:使将外周面作为外壳主体成形面的筒状的芯轴围绕其轴心旋转,且将由所述2轴的强化纤维带形成的非卷曲结构的所述2轴织物缠绕在该芯轴的所述成形面上而形成所述2轴织物层的2轴织物层形成工序;使所述芯轴围绕其轴心旋转,且将对所述强化纤维集束而成的粗纱沿周向以螺旋状缠绕在该芯轴的所述成形面上而形成所述粗纱层的粗纱层形成工序,并且,反复实施如下工序而形成槽用层叠体:使将外周面作为槽成形面的筒状的槽用芯轴围绕其轴心旋转,且将由所述2轴的强化纤维带形成的非卷曲结构的所述2轴织物缠绕在该槽用芯轴的所述槽成形面上而形成所述2轴织物层的2轴织物层形成工序;使所述槽用芯轴围绕其轴心旋转,且将由所述3轴的强化纤维带形成的非卷曲结构的所述3轴织物缠绕在该槽用芯轴的所述槽成形面上而形成所述3轴织物层的3轴织物层形成工序,成形了槽用层叠体之后,还经过如下工序:通过槽成形模具和所述槽用芯轴,将所述槽用层叠体成形于与所述槽相当的部分的槽成形工序;使通过该槽成形工序作为与所述槽相当的部分成形的所述槽用层叠体和作为与所述外壳主体相当的部分成形的层叠体成为一体的一体化工序;对通过该一体化工序相互成为一体的与所述外壳主体相当的部分的所述层叠体、和作为与所述槽相当的部分成形的所述槽用层叠体进行加热,由此,使含浸于所述织物的各强化纤维而成的热固化树脂固化的加热工序。

[0017] 在本发明的圆筒状外壳及圆筒状外壳的制造方法中,构成外壳主体及朝外凸缘的复合材料的强化纤维能够使用例如碳纤维、玻璃纤维、有机纤维(芳纶、PBO、聚酯、聚乙烯)、氧化铝纤维、碳化硅纤维,作为基质,热固化树脂能够使用例如聚酯树脂、环氧树脂、乙烯基酯树脂、酚醛树脂、双马来酰亚胺树脂、咪唑树脂、三聚氰胺树脂。

[0018] 在本发明的圆筒状外壳中,构成外壳主体的周壁是交替地层叠包含由碳纤维等的强化纤维带形成的2轴织物在内的多个2轴织物层、和包含对沿着外壳主体的周向的碳纤维等的强化纤维集束而成的粗纱在内的多个粗纱层而形成的,从而能够确保圆筒状外壳整体的强度及刚性。

[0019] 另外,在本发明的圆筒状外壳中,构成槽的槽壁是交替地层叠与外壳主体的周壁连续的多个2轴织物层、和使3轴方向的强化纤维带中的1个强化纤维带的取向角与外壳主体的轴心方向相匹配而成的多个3轴织物层而形成的,从而能够保持圆筒状外壳整体的强度及刚性,且提高对于槽壁的向轴心方向的负载来说的强度及刚性。

[0020] 而且,在槽的槽壁上,采用了使1个强化纤维带的取向角与外壳主体的轴心方向相匹配的3轴织物层,从而能够允许槽的槽壁向周向的扩展,槽的成形不会产生褶皱或纤维的曲折,能够在实现省力或工期短缩的基础上,实现自动成形。

[0021] 发明的效果

[0022] 在本发明的圆筒状外壳中,能够发挥能够确保外壳整体的高的强度及刚性这样的非常优良的效果。

附图说明

[0023] 图1是采用了本发明的一实施例的风扇外壳的航空器用喷气发动机的概要截面说明图。

[0024] 图2是图1的风扇外壳的部分放大截面说明图。

[0025] 图3A是局部剖切地表示图2的F部分中的织物的层叠状态的局部平面说明图。

[0026] 图3B是局部剖切地表示图2的C部分中的织物及粗纱的层叠状态的局部平面说明图。

[0027] 图3C是局部剖切地表示图2的R部分中的织物的层叠状态的局部平面说明图。

[0028] 图4A是表示图1的风扇外壳的制造方法中的制造开始时的状况的第1工序说明图。

[0029] 图4B是表示图1的风扇外壳的制造方法中的织物的层叠结束时的状况的第2工序说明图。

[0030] 图5A是图1的风扇外壳的制造方法中的成形工序的第3工序说明图。

[0031] 图5B是图1的风扇外壳的制造方法中的成形工序的第4工序说明图。

[0032] 图5C是图1的风扇外壳的制造方法中的成形工序的第5工序说明图。

[0033] 图5D是图1的风扇外壳的制造方法中的成形工序的第6工序说明图。

[0034] 图5E是图1的风扇外壳的制造方法中的成形工序的第7工序说明图。

[0035] 图5F是图1的风扇外壳的制造方法中的成形工序的第8工序说明图。

[0036] 图6A是本发明的其他实施例的风扇外壳的制造所使用的芯轴的局部截面说明图。

[0037] 图6B是图6A所示的芯轴的整体立体说明图。

具体实施方式

[0038] 以下,基于附图说明本发明。

[0039] 图1~图5F表示本发明的圆筒状外壳的一实施例,在该实施例中,以本发明的筒状外壳为航空器用喷气发动机的风扇外壳的情况为例进行说明。

[0040] 如图1所示,航空器用喷气发动机1通过具有多个风扇叶片的风扇2将从前方(图示左方)取入的空气送入压缩机3,向被该压缩机3压缩的空气喷射燃料并在燃烧室4中燃烧,通过由此产生的高温气体的膨胀使高压涡轮5及低压涡轮6旋转。

[0041] 覆盖风扇2的多个风扇叶片的风扇外壳9由使环氧树脂等的热固化树脂含浸于碳纤维等的强化纤维而成的复合材料形成,并具有呈圆筒状的外壳主体10。

[0042] 在该外壳主体10的前端部(图示左端部),形成有能够与发动机罩7连结的朝外环状凸缘11,并且在后端部(图示右端部),以环状形成有向离心侧开口的槽12,在该环状的槽12中嵌合有例如发动机舱8的金属制朝内凸缘。

[0043] 该情况下,如图2所示,构成环状凸缘11的立壁11a是层叠多个2轴织物层13而形成的,该2轴织物层13如图3A所示地包含由碳纤维等的强化纤维带13a、13b形成的2轴织物13A。该2轴织物13A呈由2轴的强化纤维带13a、13b形成的非卷曲结构,2轴的强化纤维带13a、13b中的相对于外壳主体10的轴心CL方向的取向角被设定成 $\pm 15\sim 75^\circ$,在该实施例中,如图3A的放大圆内所示,取向角被设定成 $\pm 45^\circ$ 。此外,图3A中的虚线所示的部位是缝合线。

[0044] 这里,2轴的强化纤维带13a、13b的相对于轴心CL方向的取向角的绝对值小于 15° 的情况下,难以确保风扇外壳9的强度及刚性,是不优选的,另一方面,2轴的强化纤维带13a、13b的相对于轴心CL方向的取向角的绝对值大于 75° 的情况下,在风扇外壳9的制造过程中,会产生褶皱或纤维的曲折,是不优选的。

[0045] 另外,构成外壳主体10的周壁10a是交替地层叠与环状凸缘11的立壁11a连续的多个2轴织物层13,即,包含由相对于轴心CL方向的取向角被设定成 $\pm 15\sim 75^\circ$ (在该实施例中,取向角 $\pm 45^\circ$)的2轴的强化纤维带13a、13b形成的2轴织物13A在内的多个2轴织物层13、和多个粗纱层14而形成的,该粗纱层14如图3B所示地包含对沿着外壳主体10的周向的碳纤维等的强化纤维集束而成的粗纱(纤维束)14A。

[0046] 这里,相对于外壳主体10的周向的粗纱14A的倾斜角大于 15° 时,难以确保风扇外壳9的制造过程中的强度及刚性,上述倾斜角优选为 15° 以下。

[0047] 此外,在外壳主体10遭遇例如飞鸟撞击时,当然谋求防止折断而飞散的风扇叶片的前端侧贯穿周壁10a,在该实施例中,在外壳主体10的周壁10a上,层叠包含相对于轴心CL方向的取向角被设定成 30° 的强化纤维带在内的未图示的多个织物层。像这样,在周壁10a上层叠包含取向角为 30° 的强化纤维带在内的多个织物层时,风扇叶片例如相对于轴心CL扭转 60° 的角度的情况下,取向角为 30° 的强化纤维带与风扇叶片的前端侧大致正交,从而能够防止风扇叶片的破片贯穿。

[0048] 而且,构成槽12的槽壁12a是交替地层叠与外壳主体10的周壁10a连续的多个2轴织物层13,即,包含由相对于轴心CL方向的取向角被设定成 $\pm 45^\circ$ 的2轴的强化纤维带13a、13b形成的2轴织物13A在内的多个2轴织物层13、和多个3轴织物层15而形成的。

[0049] 该3轴织物层15如图3C所示地包含由相对于外壳主体10的轴心CL方向的取向角为 $\pm 15\sim 75^\circ$ (在该实施例中,取向角 $\pm 45^\circ$)的2轴的强化纤维带15a、15b及相对于外壳主体10的轴心CL方向的取向角为 0° 的1轴的强化纤维带15c的合计3轴的强化纤维带15a、15b、15c形成的非卷曲结构的3轴织物15A。

[0050] 另外,外壳主体10的周壁10a、环状凸缘11的立壁11a和槽12的槽壁12a的各正反面都通过使环氧树脂等的热固化树脂含浸于玻璃纤维等的强化纤维而成的复合材料形成的保护膜G(仅在图2的放大长圆内图示)被覆盖。该保护膜G例如在外壳主体10的成形后的机械加工时发挥作为切削余量的作用,还发挥作为防电解腐蚀材料的作用。而且,还发挥处理完成品即风扇外壳9时的作为保护层的作用。

[0051] 另外,在外壳主体10和环状凸缘11之间、及外壳主体10和槽12之间,由使环氧树脂等的热固化树脂含浸于玻璃纤维等的强化纤维而成的复合材料形成的保护层16、17都以被分段化的状态配置。

[0052] 而且,如上所述地被保护用复合材料G覆盖的槽12的槽壁12a通过Ti合金制或Ni合金制的盖罩18被覆盖,例如,能够避免与形成在发动机舱8上的Ti合金制的朝内凸缘之间的嵌合时的磨损。

[0053] 因此,对于上述风扇外壳9的制造方法进行说明。

[0054] 首先,如图4A所示,作为第1工序,向构成成形装置20的筒状的芯轴20C、相对于该芯轴20C的前端部(图示左端部)能够接近分离的凸缘成形模具20F及相对于芯轴20C的后端部(图示右端部)能够接近分离的槽成形模具20R的各成形面吹附脱模剂L。

[0055] 接着,代替从芯轴20C分离的凸缘成形模具20F及槽成形模具20R,分别将隔板S设定在芯轴20C的前后端部。

[0056] 然后,如图4B所示,作为第2工序,反复实施如下工序,而成形具有与外壳主体10相当的部分的层叠体9A,在这些工序后,用保护膜G覆盖层叠体9A的表面,这些工序是:使芯轴20C及隔板S围绕其轴心CL旋转,且将2轴织物13A缠绕在芯轴20C的成形面上而形成2轴织物层13的2轴织物层形成工序;将粗纱14A沿周向以螺旋状缠绕在芯轴20C的成形面中的外壳主体10的成形部位上而形成粗纱层14的粗纱层形成工序;将3轴织物15A缠绕在芯轴20C的成形面中的槽12的成形部位上而形成3轴织物层15的3轴织物层形成工序。

[0057] 然后,如图5A所示,作为第3工序,使隔板S从芯轴20C的前后端部分别分离,接着,使凸缘成形模具20F及槽成形模具20R分别相对于芯轴20C的前后端部接近。

[0058] 而且,如图5B所示,作为第4工序,实施凸缘槽成形工序,利用凸缘成形模具20F和芯轴20C的前端部,在层叠体9A的前端部成形与环状凸缘11相当的部分,并且利用槽成形模具20R和位于芯轴20C的后端部的槽成形部20a,在层叠体9A的后端部成形与槽12相当的部分。

[0059] 然后,如图5C所示,作为第5工序,在层叠体9A的外壳主体相当部分和凸缘相当部分之间、及外壳主体相当部分和槽相当部分之间,分别配置保护层16、17之后,如图5D所示,作为第6工序,实施加热加压工序,用袋B覆盖成形装置20上的层叠体9A,进行该袋B内部的抽真空,且并对层叠体9A进行加热加压,从而使含浸于各层13、14、15的强化纤维的热固化树脂固化。

[0060] 在该加热加压工序结束之后,如图5E所示,作为第7工序,使含浸于各层13、14、15

的强化纤维的热固化树脂固化而成的层叠体9B从成形装置20脱模,接着,如图5F所示,作为第8工序,对于从成形装置20脱模的层叠体9B实施机械加工,精加工成风扇外壳9的形状之后,用Ti合金制或Ni合金制的盖罩18覆盖槽12的槽壁12a。

[0061] 如上所述,在该实施例的风扇外壳9中,构成环状凸缘11的立壁11a是层叠仅包含由碳纤维等的强化纤维束13a、13b形成的2轴织物13A在内的多个2轴织物层13而形成的,能够发挥非卷曲结构的特征即伸缩性,环状凸缘11的成形不会产生褶皱或纤维的曲折。

[0062] 另外,在该实施例的风扇外壳9中,构成外壳主体10的周壁10a是交替地层叠包含由碳纤维等的强化纤维带13a、13b形成的2轴织物13A在内的多个2轴织物层13、和包含对沿着外壳主体10的周向的碳纤维等的强化纤维集束而成的粗纱14A在内的多个粗纱层14而形成的,从而能够确保风扇外壳9整体的强度及刚性。

[0063] 而且,在该实施例的风扇外壳9中,构成槽12的槽壁12a是交替地层叠与外壳主体10的周壁10a连续的多个2轴织物层13、和使3轴方向的强化纤维带15a、15b、15c中的1个强化纤维带15c的取向角与外壳主体10的轴心CL方向相匹配而成的多个3轴织物层15而形成的,从而能够保持风扇外壳9的强度及刚性,且能够提高相对于槽壁12a的向轴心CL方向的负载来说的强度及刚性。

[0064] 而且,在槽12的槽壁12a上,采用了使1个强化纤维带15c的取向角与外壳主体10的轴心CL方向相匹配的3轴织物层15,从而允许槽12的槽壁12a向周向的扩展,槽12的成形不会产生褶皱或纤维的曲折,能够在实现省力和工期缩短的基础上,实现自动成形。

[0065] 此外,在上述实施例的风扇外壳的制造方法中,反复进行2轴织物层形成工序、粗纱层形成工序和3轴织物层形成工序,而形成了具有与外壳主体相当的部分的层叠体9A之后,在该层叠体9A中的与外壳主体10相当的部分的端部一体地成形与槽12相当的部分,但不限于此,例如,也可以反复进行2轴织物层形成工序和粗纱层形成工序,而成形与外壳主体相当的部分的层叠体,并且反复进行2轴织物层形成工序和3轴织物层形成工序,而形成了槽用层叠体之后,经由将槽用层叠体成形于与槽相当的部分的槽成形工序,通过一体化工序,使槽用层叠体和作为与外壳主体相当的部分成形的层叠体成为一体。

[0066] 另外,对于上述实施例的风扇外壳9的外壳主体10呈直线形状的情况进行了说明,但例如图6A所示,风扇外壳9的外壳主体10相对于轴心CL倾斜的情况下,考虑成形后的风扇外壳9的脱模,采用由图6B所示的多个分割片20P形成的芯轴20C。

[0067] 本发明的圆筒状外壳及圆筒状外壳的制造方法的结构不限于上述实施例。

[0068] 附图标记的说明

[0069] 1 航空器用喷气发动机

[0070] 9 风扇外壳

[0071] 9A 加热前的层叠体

[0072] 9B 加热后的层叠体

[0073] 10 外壳主体

[0074] 10a 周壁

[0075] 12 槽

[0076] 12a 槽壁

[0077] 13 2轴织物层

- [0078] 13A 2轴织物
- [0079] 13a、13b 2轴的强化纤维带
- [0080] 14 粗纱层
- [0081] 14A 粗纱
- [0082] 15 3轴织物层
- [0083] 15A 3轴织物
- [0084] 15a、15b、15c 3轴的强化纤维带
- [0085] 18 盖罩
- [0086] 20C 芯轴
- [0087] 20R 槽成形模具
- [0088] 20a 槽成形部
- [0089] CL 轴心
- [0090] G 保护膜

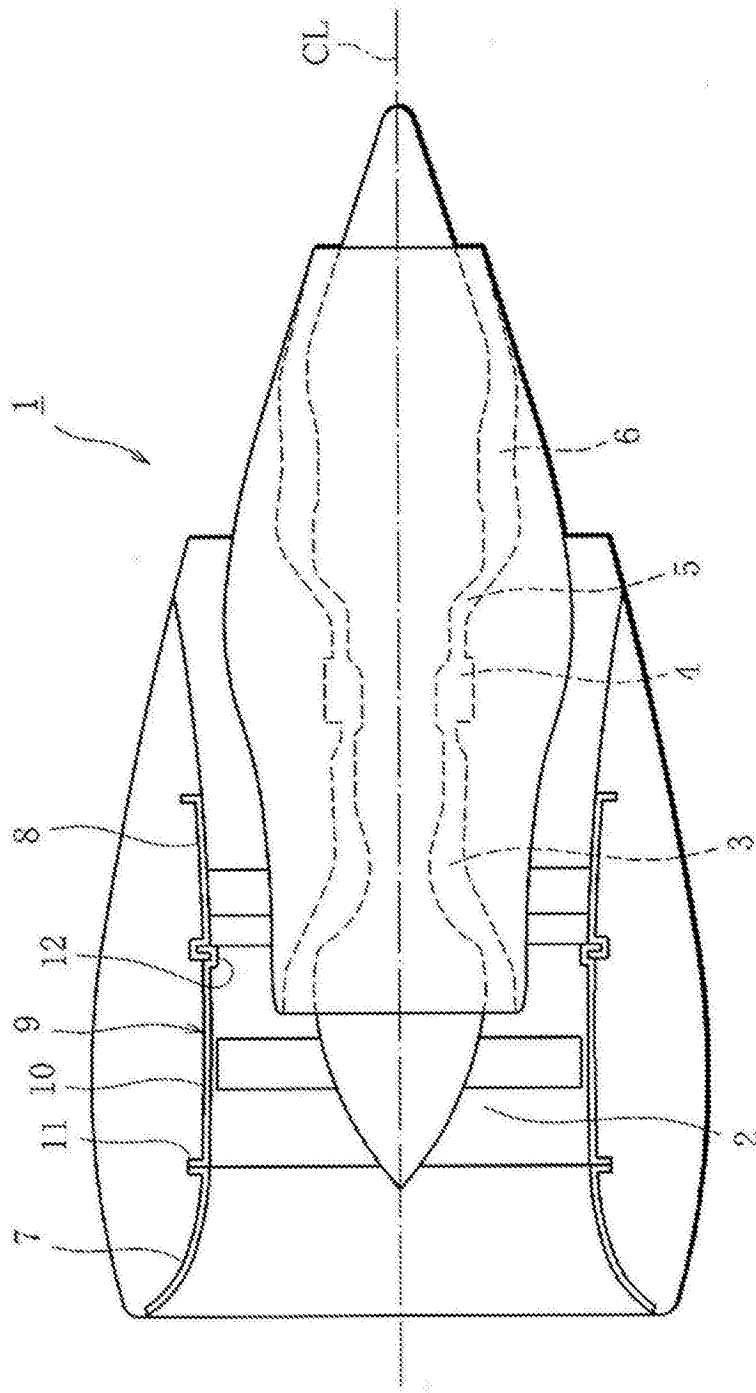


图1

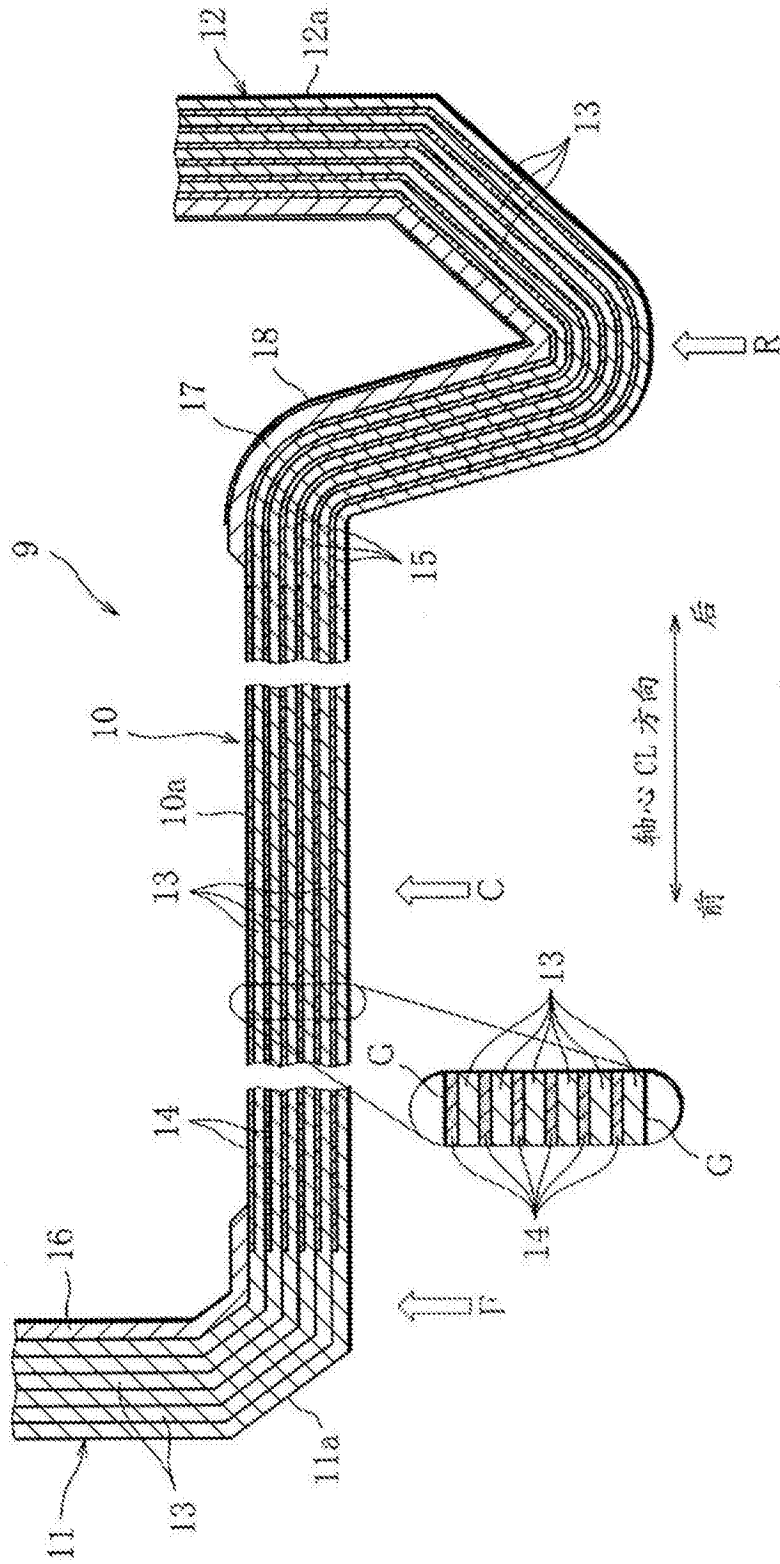


图2

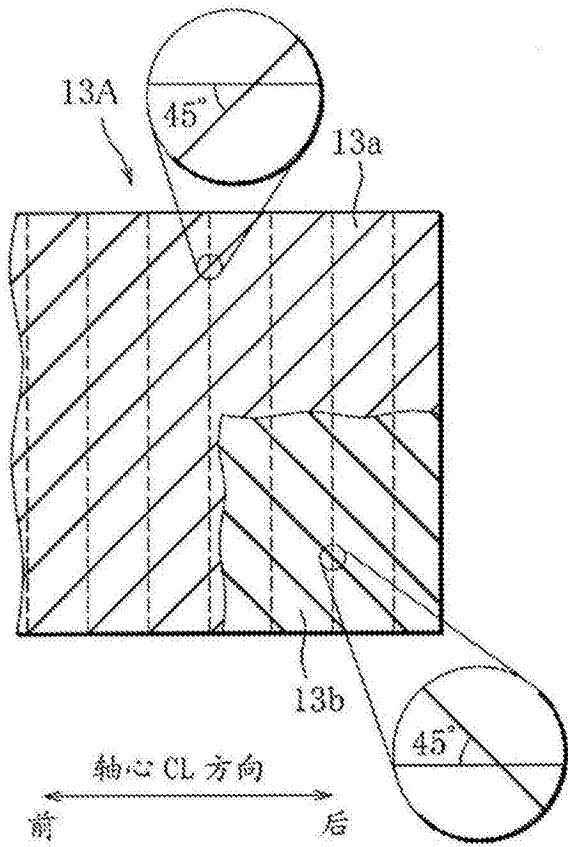


图3A

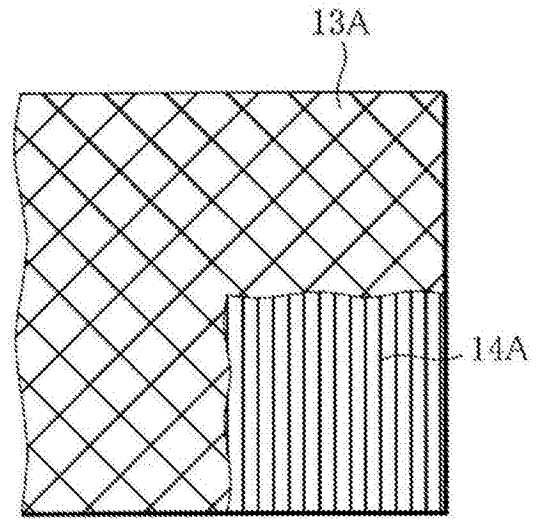


图3B

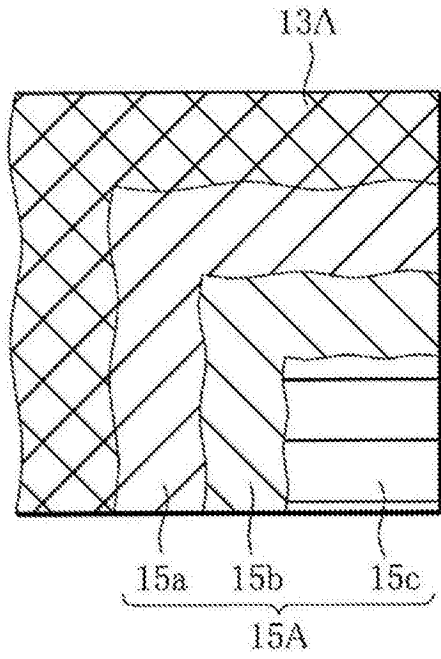


图3C

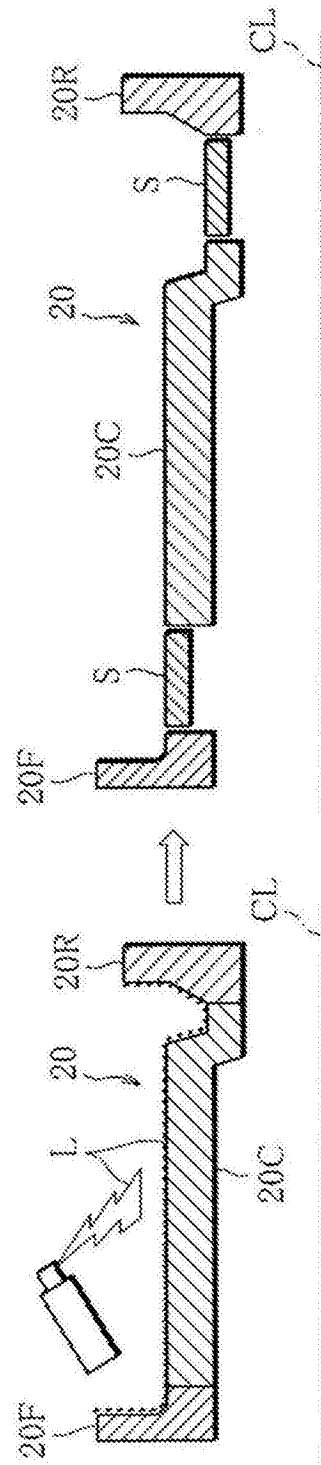


图4A

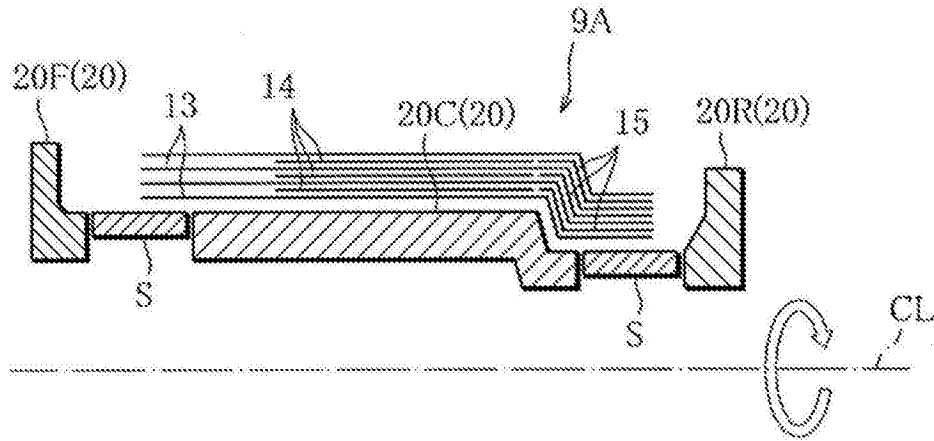


图4B

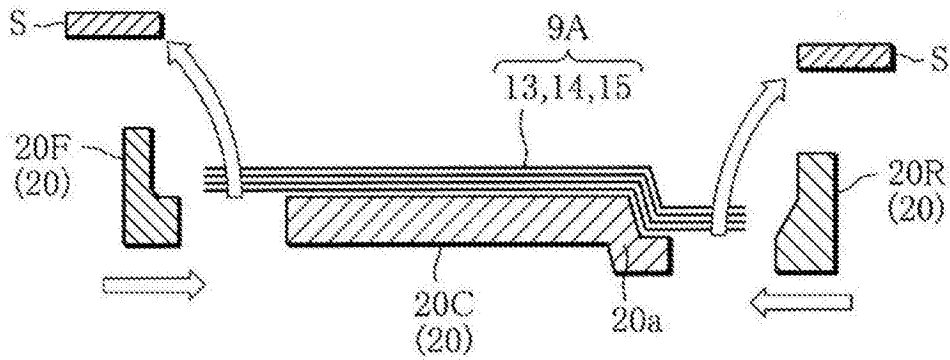


图5A

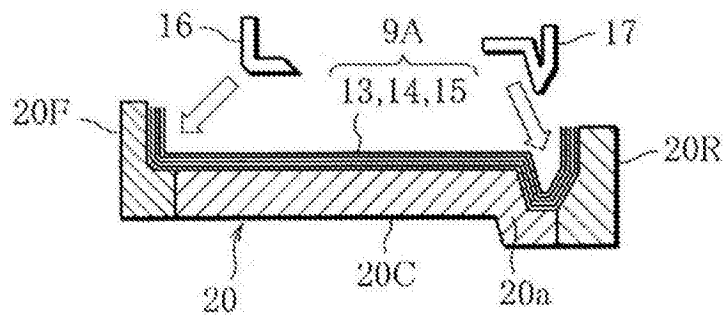


图5B

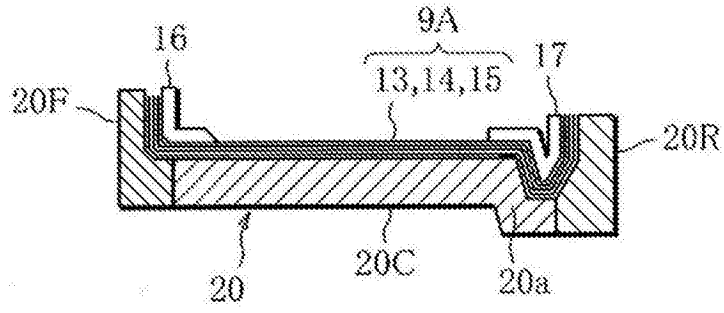


图5C

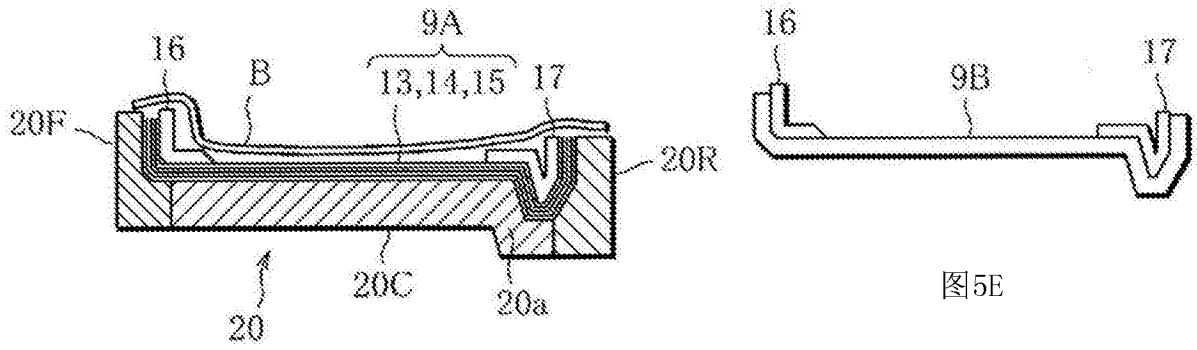


图5D

图5E

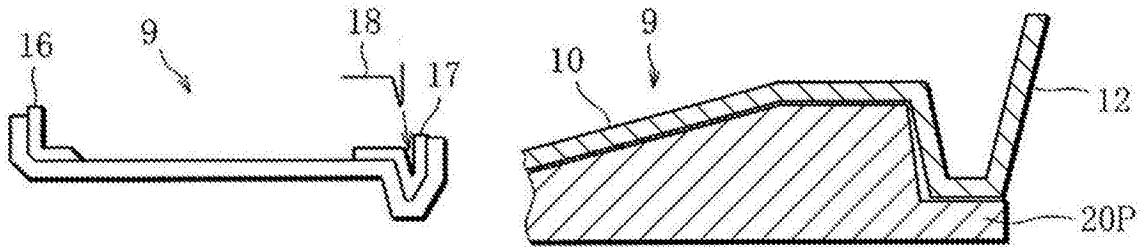


图5F

图6A

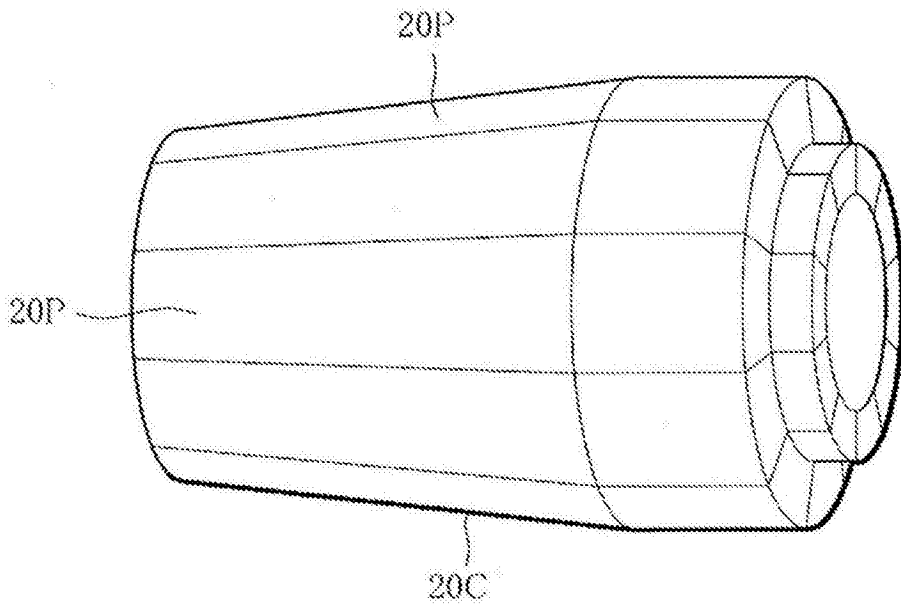


图6B