



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113316515 A

(43) 申请公布日 2021.08.27

(21) 申请号 201980089250.8

(22) 申请日 2019.12.10

(30) 优先权数据

1872924 2018.12.14 FR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.07.15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2019/053002 2019.12.10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/120896 FR 2020.06.18

(71) 申请人 赛峰集团

地址 法国巴黎

(72) 发明人 杰罗姆·奥尔哈格雷 蒂里·绍文

K·豪斯

米歇尔·瓦拉索·瓦拉索斯基

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270

代理人 江海 姚开丽

(51) Int.Cl.

B29C 70/44 (2006.01)

B29C 43/20 (2006.01)

B29C 70/46 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

B30B 5/02 (2006.01)

B29C 33/00 (2006.01)

B29C 33/02 (2006.01)

B29C 33/04 (2006.01)

B29C 43/52 (2006.01)

B29C 43/36 (2006.01)

B30B 15/34 (2006.01)

B29L 31/30 (2006.01)

B29L 31/00 (2006.01)

权利要求书3页 说明书9页 附图5页

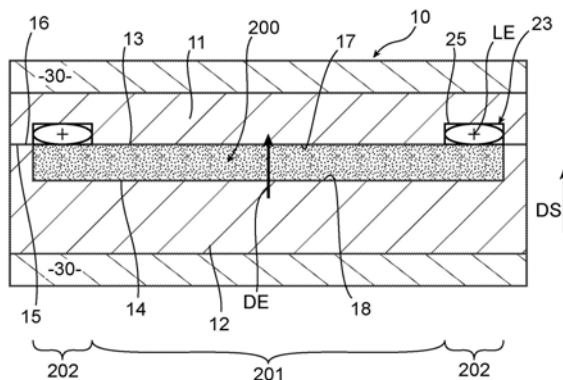
(54) 发明名称

用于从预制件制造由复合材料制成的涡轮机部件的固化模具以及用于通过这种模具制造部件的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于从预制件(200)制造由复合材料制成的涡轮机部件的固化模具(10),该预制件通过覆盖预浸渍材料而制成,该固化模具包括:第一主体(11)和第二主体(12),第一主体和第二主体被设计成彼此附接并共同限定出固定气隙,该气隙用于接纳预制件(200)并且本身包括模制部和至少一个附加部,该模制部具有与待制造的部件互补的形状并且用于接纳预制件的待模制部分(201),至少一个附加部位于气隙的周边空间中并且用于接纳形成预制件的边缘的附加部分(202);加热构件,该加热构件被设计成将气隙中的预制件加热到第一温度;至少一个可膨胀的囊状物(23),该至少一个可膨胀的囊状物被容置在第一主体或第二主体中,面对气隙的附加部;用于将加压流体注入到一个或多个囊状

物内的构件,此外,囊状物或每个囊状物(23)适于在膨胀状态下压缩预制件的、位于气隙的面对所述囊状物的附加部中的附加部分(202),以将热固性树脂从预制件的附加部分排出到预制件的模制部分,从而将预制件置于流体静压力下。



CN 113316515 A

1. 用于从预制件(200)开始制造由复合材料制成的涡轮机部件的固化模具(10),所述预制件通过铺设预浸料而制成,所述预浸料包括被浸渍在热固性树脂中的增强纤维,所述预制件(200)具有待模制部分(201)和至少一个附加部分(202),所述至少一个附加部分延伸到所述待模制部分(201)的延长部中并且形成所述预制件(200)的边缘,所述固化模具(10)包括:

- 第一主体(11)和第二主体(12),所述第一主体和所述第二主体被设计成装配在一起,所述第一主体和所述第二主体(11,12)各自包括内表面(13,14),所述内表面本身包括周边区域(15,16)和中心区域(17,18),所述第一主体和所述第二主体(11,12)在所述周边区域处彼此接触,所述中心区域限定所述第一主体和所述第二主体(11,12)之间的固定气隙(19),所述气隙(19)用于容纳所述预制件(200)并且本身包括:

o 具有与待制造的所述部件互补的形状的模制部(20),所述模制部(20)用于容纳所述预制件(200)的待模制部分(201),和

o 位于所述气隙(19)的周边空间中的至少一个附加部(21),所述附加部或每个附加部(21)用于容纳所述预制件(200)的附加部分(202);

- 加热构件(22),所述加热构件被设计成将所述气隙(19)中的所述预制件(200)加热到第一温度,以降低树脂的粘度;

- 至少一个可膨胀的囊状物(23),所述至少一个可膨胀的囊状物被容置在所述第一主体或所述第二主体(12,13)的内表面(13,14)的中心区域(17,18)中,面对所述气隙(19)的附加部(21);

- 注入构件(24),所述注入构件被设计成将压力下的流体注入到一个或多个囊状物(23)内,以使所述一个或多个囊状物(23)从收缩状态膨胀到膨胀状态,所述囊状物或每个囊状物(23)还被设计成当所述预制件(200)位于所述气隙(19)中并且所述加热构件(22)将所述预制件(200)加热到所述第一温度时,所述囊状物或每个囊状物(23)在膨胀状态下压缩所述预制件(200)的、位于所述气隙(19)的面对所述囊状物(23)的附加部(21)中的附加部分(202),以将树脂从所述预制件(200)的附加部分(202)排挤到所述预制件(200)的待模制部分(201),从而将所述预制件(200)置于流体静压力下。

2. 根据权利要求1所述的固化模具(10),其中:

- 所述预制件(200)的增强纤维被定向成垂直于堆叠方向(DE);

- 所述一个或多个囊状物(23)位于所述第一主体或所述第二主体(11,12)的内表面(13,14)的中心区域(17,18)中,当所述预制件(200)位于所述固化模具(10)的气隙(19)中时,所述一个或多个囊状物沿着所述预制件(200)的附加部分(202)的堆叠方向(DE)与所述附加部分(202)对齐。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的固化模具(10),其中,所述注入构件(24)包括压缩机(26)和注入导管(27),所述压缩机被设计成对要注入到所述囊状物或每个囊状物(23)中的流体进行加压,所述注入导管经由形成在所述第一主体和/或所述第二主体(11,12)中的一个或多个通道(28)一方面与所述压缩机(26)连通,另一方面与所述囊状物或每个囊状物(23)连通。

4. 根据权利要求1至3中的一项所述的固化模具(10),其中,注入到所述囊状物或每个囊状物(23)中的流体是热传输流体,并且其中,所述注入构件(24)包括热交换器(29),所述

热交换器被设计成加热要注入到所述囊状物或每个囊状物 (23) 中的所述热传输流体。

5. 根据权利要求1至4中的一项所述的固化模具 (10), 其中, 所述加热构件 (22) 被设计成将所述预制件 (200) 加热到高于所述第一温度的第二温度, 以使所述预制件 (200) 固化, 并且其中, 所述囊状物或每个囊状物 (23) 被设计成当所述预制件 (200) 位于所述气隙 (19) 中并且所述加热构件 (22) 将所述预制件 (200) 加热到所述第二温度时, 所述囊状物或每个囊状物 (23) 在膨胀状态下保持施加在所述预制件 (200) 的、位于所述气隙 (19) 的面对所述囊状物 (23) 的附加部 (21) 中的附加部分 (202) 上的压缩。

6. 用于利用根据权利要求1至5中的一项所述的固化模具 (10), 从预制件 (200) 开始制造由复合材料制成的涡轮机部件的方法 (300), 所述预制件通过铺设预浸料而制成, 所述预浸料包括被浸渍在热固性树脂中的增强纤维, 所述预制件 (200) 具有待模制部分 (201) 和至少一个附加部分 (202), 所述至少一个附加部分延伸到所述待模制部分 (201) 的延长部中并且形成所述预制件 (200) 的边缘, 所述制造方法 (300) 包括以下步骤:

- 将所述预制件 (200) 布置 (301) 在所述固化模具 (10) 的第一主体和第二主体 (11, 12) 之间的所述气隙 (19) 中, 所述预制件 (200) 的待模制部分 (201) 位于所述气隙 (19) 的模制部 (20) 中, 所述预制件 (200) 的附加部分 (202) 位于所述气隙 (19) 的附加部或每个附加部 (21) 中;

- 将所述预制件 (200) 加热 (303) 到所述第一温度;

- 将加压流体注入 (304) 到所述囊状物或每个囊状物 (23) 中, 使得所述囊状物或每个囊状物 (23) 膨胀到所述膨胀状态并且压缩所述预制件 (200) 的附加部分 (202), 所述预制件的附加部分位于所述气隙 (19) 的面对所述囊状物 (23) 的附加部 (21) 中, 所述预制件 (200) 被保持处于所述第一温度, 所述囊状物或每个囊状物 (23) 将树脂从所述预制件 (200) 的附加部分 (202) 排挤到所述预制件 (200) 的待模制部分 (201), 从而将所述预制件 (200) 置于流体静压力下。

7. 根据权利要求6所述的制造方法 (300), 所述制造方法包括以下后续步骤 (305): 将所述预制件 (200) 加热到高于所述第一温度的第二温度, 以使所述预制件 (200) 固化, 保持由处于膨胀状态的所述一个或多个囊状物 (23) 施加在所述预制件 (200) 的一个或多个附加部分 (202) 上的压缩。

8. 根据权利要求7所述的制造方法 (300), 所述制造方法包括以下后续步骤:

- 释放 (306) 由所述一个或多个囊状物 (23) 施加在由此固化的预制件 (200) 的一个或多个附加部分 (202) 上的压缩;

- 将由此固化的预制件 (200) 脱模 (307);

- 将由此固化和脱模的预制件 (200) 的一个或多个附加部分 (202) 移除 (308), 以获得所述涡轮机部件。

9. 根据权利要求6至8中的一项所述的制造方法 (300), 其中, 在将加压流体注入到所述囊状物或每个囊状物中的步骤期间, 将所述预制件 (200) 置于介于3巴到10巴之间且包括3巴和10巴的流体静压力下。

10. 根据权利要求6至9中的一项所述的制造方法 (300), 其中, 在将加压流体注入到所述囊状物或每个囊状物中的步骤期间, 将所述预制件 (200) 置于介于3巴到7巴之间且包括3巴和7巴的流体静压力下。

11. 根据权利要求6至10中的一项所述的制造方法(300), 其中:

- 所述预制件(200)的增强纤维被定向成垂直于堆叠方向(DE);

- 所述一个或多个囊状物(23)位于所述第一主体或所述第二主体(11,12)的内表面(13,14)的中心区域(17,18)中, 当所述预制件(200)位于所述固化模具(10)的气隙(19)中时, 所述一个或多个囊状物沿着所述预制件(200)的附加部分(202)的堆叠方向(DE)与所述附加部分(202)对齐。

12. 根据权利要求6至11中的一项所述的制造方法(300), 其中, 注入到所述囊状物或每个囊状物(23)中的流体为热传输流体, 并且其中, 所述注入构件(24)包括热交换器(29), 所述热交换器被设计成加热要注入到所述囊状物或每个囊状物(23)中的所述热传输流体。

用于从预制件制造由复合材料制成的涡轮机部件的固化模具 以及用于通过这种模具制造部件的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于从预制件制造由复合材料制成的涡轮机部件的固化模具、一种用于通过这种模具制造由复合材料制成的涡轮机部件的方法、以及一种通过应用这种方法获得的由复合材料制成的涡轮机部件。

背景技术

[0002] 有数种已知的用于制造由复合材料制成的涡轮机部件的方法。

[0003] 例如,已知的是,涡轮机部件的预制件可以通过铺设预浸料而制成,然后使该预制件固化以获得涡轮机部件。

[0004] 在本说明书中,“预浸料”是指包括增强纤维和热固性树脂(基质)的半成品,增强纤维被浸渍在热固性树脂中。这种预浸料通常以单向且连续的纤维垫的卷的形式包装,并用热固性树脂浸渍。

[0005] 例如,预浸料通过也被称为“AFP”(“AFP”是“自动纤维布置(Automated Fiber Placement)”的首字母缩写)的自动布置纤维来铺设,这是一种特别适用于具有复杂几何形状、尤其是具有双曲率的涡轮机部件的铺设技术。

[0006] 为了实现这一点,机器人纤维布置头部切割来自预浸料垫的条,然后将这些条布置在固化模具的表面上,该固化模具的表面具有与待制造的涡轮机部件的表面互补的形状。数个预浸料条可以彼此堆叠,特别是以不同取向的增强纤维来堆叠,但是增强纤维保持垂直于预浸料的堆叠方向。

[0007] 因此,所制成的预制件然后被定位在固化模具的表面上,该固化模具的表面具有与待制造的涡轮机部件的表面互补的形状,然后预制件被膜覆盖并被布置在高压釜中,膜在高压釜中被置于真空下。在高压釜中,预制件在受控的温度和压力条件下被固化,以使树脂聚合并因此使预制件固结,从而获得涡轮机部件。

[0008] 通常,应当认识到,由于受控的温度和压力条件,在高压釜中固化预制件可用于获得由具有高机械性能的复合材料制成的涡轮机部件。

[0009] 然而,当待制造的涡轮机部件具有严格的几何形状公差范围时,例如用于双转轴涡轮机的低压压缩机的外部壳体为这种情况,预制件不能在高压釜中固化,因为真空下的膜和高压釜内的压力使得不可能遵守待制造的涡轮机部件的这种几何形状公差范围。

[0010] 可替代地,在预浸料已被铺设之后,预制件可以例如通过传递相同的合格树脂来模制。该模制技术被称为“SQRTM”,“SQRTM”是“相同的合格树脂传递模制(Same Qualified Resin Transfer Molding)”的首字母缩写。

[0011] 该模制技术使用固化模具,该固化模具包括:第一主体和第二主体,第一主体的内表面和第二主体的内表面一起限定固定气隙(该固定气隙具有与待制造的涡轮机部件互补的形状);在气隙中产生真空的部件;以及在形成在第一主体和第二主体中并与气隙连通的通道中注入树脂的活塞。

[0012] 当对预制件进行模制时,预制件被布置在固化模具的介于第一主体和第二主体之间的空隙中,使得沿着预制件的与通道连通的自由边缘在空隙中留有空的空間。然后,例如通过压力机将第一主体和第二主体抵靠彼此而夹紧,然后在空隙中产生真空。例如通过压力机加热固化模具,同时将与形成预制件的预浸料中的树脂相同的树脂注入到通道中,以沿着预制件的自由边缘用树脂填充空隙中的空的空間,从而将预制件置于空隙中的流体静压力下。在预制件的固化期间保持该流体静压力,因此预制件在受控的温度和压力条件下制成。

[0013] 因此,SQRTM不仅可用于由于预制件在受控的温度和压力条件下固化而获得具有高机械性能的涡轮机部件,而且可用于由于具有固定空隙的固化模具而保持其严格的几何形状公差范围。使用与用于形成预制件的预浸料的树脂相同的树脂也使得可以在航空领域中使用SQRTM,而不需要获得新的树脂鉴定。

[0014] 然而,SQRTM具有以下缺点,即需要额外树脂来向空隙中的预制件施加流体静压力,而在涡轮机部件已被制造之后,由于预制件的边缘在模具剥离之后被移除,该额外树脂不被保留。因此,存在消耗品的损失,这对涡轮机部件的制造产生了很大的额外成本。

发明内容

[0015] 本发明的目的是克服上述缺点,特别是通过公开一种用于从预制件制造由复合材料制成的涡轮机部件的固化模具来克服上述缺点,该预制件通过铺设预浸料而制成,该固化模具内设置有一个或多个可膨胀的囊状物,以通过膨胀来压缩预制件的一个或多个边缘,从而从预制件的一个或多个边缘排挤先前加热的树脂并因此向预制件施加流体静压力。

[0016] 更具体地,本发明的主题是一种用于从预制件开始制造由复合材料制成的涡轮机部件的固化模具,该预制件通过铺设预浸料而制成,该预浸料包括被浸渍在热固性树脂中的增强纤维,该预制件具有待模制部分和至少一个附加部分,该至少一个附加部分延伸到待模制部分的延长部中并形成预制件的边缘,该固化模具包括:

[0017] -第一主体和第二主体,第一主体和第二主体被设计成装配在一起,第一主体和第二主体各自包括内表面,内表面本身包括周边区域和中心区域,第一主体和第二主体在周边区域处彼此接触,中心区域限定第一主体和第二主体之间的固定空隙,该空隙用于容纳预制件并且本身包括:

[0018] o具有与待制造的涡轮机部件互补的形状的模制部,该模制部用于容纳预制件的待模制部分,和

[0019] o位于空隙的周边空间中的至少一个附加部,附加部或每个附加部用于容纳预制件的附加部分;

[0020] -加热构件,该加热构件被设计成将空隙中的预制件加热到第一温度,以降低树脂的粘度;

[0021] -至少一个可膨胀的囊状物,该至少一个可膨胀的囊状物被容置在第一主体或第二主体的内表面的中心区域中,面对空隙的附加部;

[0022] -注入构件,该注入构件被设计成将压力下的流体注入到一个或多个囊状物内,以使一个或多个囊状物从收缩状态膨胀到膨胀状态,囊状物或每个囊状物还被设计成当预制

件位于气隙中并且加热构件将预制件加热到第一温度时,囊状物或每个囊状物在膨胀状态下压缩预制件的、位于气隙的面对所述囊状物的附加部中的附加部分,以将树脂从预制件的附加部分排挤到预制件的待模制部分,从而将预制件置于流体静压力下。

[0023] 根据不同的实施例,这些实施例可以一起采用或单独采用:

[0024] -预制件的增强纤维被定向成垂直于堆叠方向;

[0025] -一个或多个囊状物位于第一主体或第二主体的内表面的中心区域中,当预制件位于固化模具的气隙中时,一个或多个囊状物沿着预制件的附加部分的堆叠方向与所述附加部分局部地对齐;

[0026] -注入构件包括压缩机和注入导管,压缩机被设计成对要注入到囊状物或每个囊状物中的流体进行加压,注入导管经由形成在第一主体和/或第二主体中的一个或多个通道一方面与压缩机连通,另一方面与囊状物或每个囊状物连通;

[0027] -注入到囊状物或每个囊状物中的流体是热传输流体;

[0028] -注入构件包括热交换器,该热交换器被设计成加热要注入到囊状物或每个囊状物中的热传输流体;

[0029] -加热构件被设计成将预制件加热到高于第一温度的第二温度,以使预制件固化;

[0030] -囊状物或每个囊状物被设计成当预制件位于气隙中并且加热构件将预制件加热到第二温度时,囊状物或每个囊状物在膨胀状态下保持施加在预制件的、位于气隙的面对所述囊状物的附加部中的附加部分上的压缩。

[0031] 本发明的另一目的是一种利用如上所述的固化模具,从预制件开始制造由复合材料制成的涡轮机部件的方法,该预制件通过铺设预浸料而制成,该预浸料包括被浸渍在热固性树脂中的增强纤维,预制件具有待模制部分和至少一个附加部分,该至少一个附加部分延伸到待模制部分的延长部中并形成预制件的边缘,该方法包括以下步骤:

[0032] -将预制件布置在固化模具的第一主体和第二主体之间的气隙中,预制件的待模制部分位于气隙的模制部中,预制件的附加部分位于气隙的附加部或每个附加部中;

[0033] -将预制件加热到第一温度;

[0034] -将加压流体注入到囊状物或每个囊状物中,使得囊状物或每个囊状物膨胀到膨胀状态并且压缩预制件的附加部分,预制件的附加部分位于气隙的面对所述囊状物的附加部中,预制件被保持处于第一温度,囊状物或每个囊状物将树脂从预制件的附加部分排挤到预制件的待模制部分,从而将预制件置于流体静压力下。

[0035] 根据不同的实施例,这些实施例可以一起采用或单独采用:

[0036] -该制造方法包括以下后续步骤:将预制件加热到高于第一温度的第二温度,以使预制件固化并因此获得涡轮机部件,继续进行由处于膨胀状态的一个或多个囊状物施加在预制件的一个或多个附加部分上的压缩;

[0037] -该制造方法包括以下后续步骤:

[0038] o释放由一个或多个囊状物施加在由此固化的预制件的一个或多个附加部分上的压缩;

[0039] o将由此固化的预制件脱模;

[0040] o将由此固化和脱模的预制件的一个或多个附加部分移除,以获得涡轮机部件;

[0041] -例如,在将加压流体注入到囊状物或每个囊状物中的步骤期间,向预制件施加介

于3巴到10巴之间且包括3巴和10巴,优选地介于3巴到7巴之间且包括3巴和7巴的流体静压力;

[0042] -预制件的增强纤维被定向成垂直于堆叠方向;

[0043] -一个或多个囊状物位于第一主体或第二主体的内表面的中心区域中,当预制件位于固化模具的气隙中时,一个或多个囊状物沿着预制件的附加部分的堆叠方向与所述附加部分对齐;

[0044] -注入到囊状物或每个囊状物中的流体为热传输流体,并且注入构件包括热交换器,该热交换器被设计成加热要注入到囊状物或每个囊状物中的热传输流体。

附图说明

[0045] 在参照附图阅读本发明的作为非限制性示例给出的优选实施例的以下详细描述之后,本发明的其它方面、目的、优点和特征将变得清楚,在附图中:

[0046] -图1是根据本发明的一个实施例的用于从预制件制造由复合材料制成的涡轮机部件的固化模具的示意性截面图,固化模具被示出为没有预制件而是带有处于收缩状态的囊状物;

[0047] -图2是图1所示的固化模具的截面图,预制件被定位在固化模具内并且囊状物处于收缩状态;

[0048] -图3是图1和图2所示的固化模具的截面图,预制件被定位在固化模具内并且囊状物处于膨胀状态;

[0049] -图4是图1至图3所示的固化模具的局部俯视图;

[0050] -图5是用于使用图1至图4所示的固化模具制造由复合材料制成的涡轮机部件的方法的流程图;

[0051] -图6是使用图5所示的制造方法获得的涡轮机部件的示例的透视图;

[0052] -图7是使用图5所示的制造方法获得的涡轮机部件的另一示例的透视图;

[0053] -图8是用于飞行器的包括图6所示的涡轮机部件的涡轮机的示意性纵向截面图。

具体实施方式

[0054] 图1至图4示出了根据本发明的一个实施例的用于从预制件200制造由复合材料制成的涡轮机部件的固化模具10。

[0055] 预制件200通过铺设包括增强纤维的预浸料而制成,该增强纤维被浸渍在热固性树脂中。

[0056] 例如,预制件200通过铺设包括单向碳纤维的预浸料而制成,该单向碳纤维用环氧热固性树脂来浸渍。例如,这些预浸料可包括质量上占34%的环氧热固性树脂。在说明书的其余部分中,所提供的值特别适于通过铺设这种预浸料而制成的预制件200。

[0057] 例如,预制件200通过也被称为“AFP”的自动布置纤维来生产,“AFP”是“自动纤维布置(Automated Fiber Placement)”的首字母缩写。作为变型,预制件200可以通过手动铺设带或也被称为“ATL”的自动铺设带来制成,“ATL”是“自动带铺设(Automated Tape Laying)”的首字母缩写。这些铺设技术对于本领域技术人员而言是公知的。

[0058] 用于预制件200的增强纤维被定向成垂直于限定预制件200的厚度的堆叠方向DE。

因此,增强纤维沿着堆叠方向DE堆叠。应当理解,根据预制件200的几何形状,特别是该预制件的一个或多个曲率,预制件200的增强纤维的堆叠方向DE可以具有从预制件200的一个区域到另一个区域变化的取向。

[0059] 预制件200具有待模制部分201和至少一个附加部分202,该至少一个附加部分沿着待模制部分201的延长部延伸并且形成预制件200的边缘。因此,待模制部分201和附加部分或每个附加部分202被制成为一体。此外,待模制部分和附加部分中的每一个都具有用树脂浸渍的增强纤维。

[0060] 例如,预制件200的边缘或每个边缘形成附加部分202。

[0061] 在图1至图4所示的示例中,预制件200具有矩形板的形状并且包括单个附加部分202,该单个附加部分形成具有围绕待模制部分201的矩形形状的边缘。在一个变型(未示出)中,预制件200呈壳的形式。

[0062] 固化模具10包括被设计成装配在一起的第一主体11和第二主体12。第一主体11和第二主体12各自具有内表面13、14,内表面13、14本身包括周边区域15、16和中心区域17、18,在周边区域15、16中,第一主体11和第二主体12沿着夹紧方向DS,例如沿着竖直的夹紧方向彼此接触。第一主体11的内表面13的中心区域17和第二主体12的内表面14的中心区域18限定或共同界定固定气隙19,该固定气隙将容纳预制件200(图1)。

[0063] 气隙19本身包括模制部20和至少一个附加部21。

[0064] 气隙19的模制部20的形状与待制造的涡轮机部件互补。模制部20还用于容纳预制件200的待模制部分201。

[0065] 气隙19的一个或多个附加部21位于气隙19的周边空间中。“周边空间”是指气隙19中的沿着第一主体11的内表面13的周边区域15和第二主体12的内表面14的周边区域16延伸的空间。气隙19的附加部或每个附加部21还用于容纳预制件200的附加部分202。

[0066] 在图1至图4所示的示例中,气隙19包括单个附加部21,该单个附加部形成围绕模制部20的矩形框架。

[0067] 固化模具10还包括加热构件22,该加热构件被设计成将气隙19中的预制件200加热到第一温度,以降低树脂的粘度(图4)。例如,这使得预制件200的树脂可以均匀地分布在固化模具10的气隙19中。

[0068] 例如,第一温度介于80°C至110°C之间(包括80°C和110°C)。例如,第一温度保持介于30分钟至60分钟之间(包括30分钟和60分钟)的持续时间。该时间特别对应于固化模具10的温度均匀化平稳期。

[0069] 固化模具10还包括至少一个可膨胀的囊状物23和流体注入构件24,至少一个可膨胀的囊状物23被容置在第一主体11的内表面13的中心区域17或第二主体12的内表面14的中心区域18中,面向气隙19的附加部21,流体注入构件24被设计成将压力下的流体注入到一个或多个囊状物23内,以使一个或多个囊状物23从收缩状态膨胀到膨胀状态(图2至图4)。

[0070] 此外,囊状物或每个囊状物23被设计成当预制件200位于气隙19中并且加热构件22将预制件200加热到第一温度时,囊状物或每个囊状物23在膨胀状态下压缩预制件200的附加部分202(预制件200的附加部分202位于气隙19的面向所述囊状物23的附加部21中),以将树脂从预制件200的附加部分202排挤到预制件200的待模制部分201,从而向预制件

200施加流体静压力(图3)。例如,向预制件200施加介于3巴至10巴之间(包括3巴和10巴),优选地介于3巴至7巴之间(包括3巴和7巴)的流体静压力。

[0071] “压力下的流体”是指注入到一个或多个囊状物中的流体处于这样的压力下,该压力导致一个或多个囊状物23在气隙19中膨胀并通过一个或多个囊状物23压缩一个或多个附加部分202。

[0072] 因此,固化模具10使用预制件200的一个或多个附加部分202中的树脂向预制件200施加流体静压力。由于在制作预制件200时,该附加部分或这些附加部分202旨在脱模后的任何情况下被移除,因此没有超出已经包含在一个或多个附加部分202中的树脂以外的树脂损失。因此,固化模具10避免了很大的额外成本,该额外成本与额外供给树脂以向预制件200施加流体静压力有关。此外,由于该附加部分或这些附加部分202在脱模后被移除,因此使来自预制件200的该附加部分或这些附加部分202的树脂干燥是没有问题的。

[0073] 例如,加热构件22还被设计成当所述预制件200位于气隙19中时,将预制件200加热到高于第一温度的第二温度,以使预制件200固化。固化预制件200会使预制件200中的树脂聚合,并因此使该预制件固结,以获得涡轮机部件。第二温度特别对应于预制件200的树脂的聚合温度。例如,第二温度介于170°C到190°C之间(包括170°C和190°C),特别是等于180°C。例如,第二温度保持等于2h的时段。

[0074] 然后,囊状物或每个囊状物23可以被设计成使得在膨胀状态下,当预制件200位于气隙19中并且加热构件22将预制件200加热到第二温度时,保持施加在预制件200的附加部分202上的压缩,预制件200的附加部分202位于气隙19的面向所述囊状物23的附加部21中。因此,预制件200在受控的温度和压力条件下被固化,使得可以获得具有高机械性能的涡轮机部件。例如在固化期间,保持通过囊状物或每个囊状物23施加在预制件200的附加部分202上的压缩。作为变型,压缩在固化中和/或在固化期间被改变。

[0075] 例如,加热构件22被设计成当预制件200位于气隙19中时,通过固化模具10的第一主体11和第二主体12来加热预制件200(图4)。例如,加热构件22包括如下所述的压力机、使用诸如油的热传输流体的加热系统、或者整合到固化模具10的第一主体11和第二主体12中的一个或多个加热筒。

[0076] 囊状物或每个囊状物23沿着延长线LE延伸,延长线LE可以是封闭的或敞开的。

[0077] 在图1至图4所示的示例中,囊状物23的延长线LE是封闭的并形成矩形。

[0078] 例如,囊状物或每个囊状物23的垂直于延长线LE的横截面在膨胀状态和收缩状态下是矩形的(图1至图3)。

[0079] 例如,囊状物或每个囊状物23包括形成袋子的可膨胀膜,该袋子包含由注入构件24注入的压力下的流体。例如,囊状物或每个囊状物23的膜由硅树脂制成。

[0080] 例如,固化模具10包括一个或多个囊状物23,一个或多个囊状物23位于第一主体11的内表面13的中心区域17中,面向气隙19的所述附加部或附加部21。一个或多个囊状物23还被设计成当预制件200位于气隙19中时,一个或多个囊状物在膨胀状态下压缩预制件200的附加部分202,预制件200的附加部分202位于气隙19的所述附加部21中,与第二主体12的内表面14的中心区域18接触。然后,预制件200的一个或多个附加部分202被夹紧在第二主体12的内表面14的中心区域18与囊状物23之间,中心区域18相对于预制件200与囊状物23相对(图3)。

[0081] 此外或作为变型,固化模具10包括至少一对囊状物23,其中,该对的第一囊状物23被容置在第一主体11的内表面13的中心区域17中,面对气隙19的所述附加部或附加部21,该对的第二囊状物23被容置在第二主体12的内表面14的中心区域18中,面对气隙19的所述附加部21和第一囊状物23。然后,第一囊状物和第二囊状物23彼此面对,以当预制件200位于气隙19中时,将预制件200的一个或多个附加部分202夹紧在所述第一囊状物和所述第二囊状物23之间。

[0082] 例如,囊状物或每个囊状物23被设计成当预制件200位于气隙19中时,囊状物或每个囊状物23在膨胀状态下基本上垂直于所述附加部分202的增强纤维的取向来压缩预制件200的所述附加部分或附加部分202,预制件200的所述附加部分或附加部分202位于气隙19的面对所述囊状物23的附加部21中。因此,所述囊状物或每个囊状物23沿着所述附加部分202的堆叠方向DE压缩预制件200的与囊状物相关联的附加部分202(图3)。这有助于避免损坏预制件200的待模制部分201。

[0083] 为了实现这一点,囊状物或每个囊状物23例如被容置在第一主体11的内表面13的中心区域17或第二主体12的内表面14的中心区域18中,当预制件200位于气隙19中时,囊状物或每个囊状物23沿着预制件200的附加部分202的堆叠方向DE与所述附加部分202对齐,预制件200的附加部分202位于气隙19的面对所述囊状物23的附加部21中。

[0084] 固化模具10包括例如至少一个凹槽25,至少一个凹槽25形成在第一主体11的内表面13的中心区域17或第二主体12的内表面14的中心区域18中,并且容纳囊状物或一个囊状物23。此外,当一个或多个囊状物23处于收缩状态时,一个或多个凹槽25的形状还与一个或多个囊状物23互补。

[0085] 例如,提供紧固系统(未示出)用于将一个或多个囊状物23固定在一个或多个凹槽25中。附接系统可以包括框架或框架的多个部分,框架的多个部分被容纳在凹槽或每个凹槽25中并且被设计成夹紧或压缩一个或多个凹槽25中的一个或多个囊状物23的边缘。

[0086] 注入囊状物23内的流体包括例如空气、油等。

[0087] 注入囊状物23内的流体例如是热传输流体(例如油),使得该流体有助于加热预制件200,以作为加热构件22的补充。“热传输流体”是指能够传输和疏散热量的流体。

[0088] 注入构件24包括例如压缩机26和注入导管27,压缩机26被设计成对要注入到囊状物或每个囊状物23中的流体进行加压,注入导管27经由形成在第一主体11和/或第二主体12中的一个或多个通道28一方面与压缩机26连通,另一方面与囊状物或每个囊状物23连通(图4)。

[0089] 注入构件24还可以包括热交换器29,热交换器29被设计成加热要注入到囊状物或每个囊状物23中的热传输流体(图4)。例如,热交换器29位于压缩机26和与一个或多个囊状物23连通的一个或多个通道28之间。因此,热传输流体经由一个或多个通道28加热第一主体11和/或第二主体12,然后第一主体和/或第二主体本身加热预制件200。

[0090] 固化模具10还可以包括压力机30,压力机30被设计成当第一主体11和第二主体12装配在一起时,沿着夹紧方向DS将第一主体11和第二主体12抵靠彼此而压紧(图2)。因此,压力机30将固化模具10的第一主体11和第二主体12抵靠彼此而夹紧,并阻止预制件200的膨胀。压力机30还确保固化模具10的第一主体11的内表面13的周边区域15和第二主体12的内表面14的周边区域16之间的接触,并因此防止树脂的泄漏。

[0091] 图5示出了用于使用固化模具10制造由复合材料制成的涡轮机部件的方法300。制造方法300包括以下步骤：

[0092] -将预制件200布置301在固化模具10的第一主体11和第二主体12之间的气隙19中，预制件200的待模制部分201位于气隙19的模制部20中，预制件200的附加部分202位于气隙19的附加部或每个附加部21中；

[0093] -如果适用，则沿着夹紧方向DS将固化模具10的第一主体11和第二主体12夹紧302在一起；

[0094] -将预制件200加热303到第一温度；

[0095] -将加压流体注入304到囊状物或每个囊状物23中，使得囊状物或每个囊状物23膨胀到膨胀状态并且压缩预制件200的附加部分202，预制件200的附加部分202位于气隙19的面对所述囊状物23的附加部21中，预制件200被保持处于第一温度。

[0096] 例如，向预制件200施加介于3巴到10巴之间（包括3巴和10巴），优选地介于3巴到7巴之间（包括3巴和7巴）的流体静压力。

[0097] 制造方法300还可以包括以下步骤：

[0098] -将预制件200加热305到第二温度，以使预制件200固化，保持由处于膨胀状态的一个或多个囊状物23施加在预制件200的一个或多个附加部分202上的压缩；

[0099] -释放306由一个或多个囊状物23施加在由此固化的预制件200的一个或多个附加部分202上的压缩；

[0100] -将由此固化的预制件200脱模307；

[0101] -特别地通过机加工将由此固化和脱模的预制件200的一个或多个附加部分202移除308，以获得涡轮机部件。

[0102] 例如，一旦预制件200中的树脂在固化模具10中凝固，就发生释放306步骤。

[0103] 图6和图7各自示出了通过使用制造方法300获得的由复合材料制成的涡轮机部件101的示例。图8示出了用于飞行器的包括涡轮机部件101的涡轮机100。

[0104] 涡轮机100是双转轴涡轮机。涡轮机100包括用于抽吸气流的风扇102，该气流在风扇102的下游被分成芯部流和旁通流，在涡轮机100的芯部内，该芯部流在被称为芯部流流道的芯部流通道103中流通，该旁通流在被称为旁通流流道的旁通流通道104中围绕该芯部流动。

[0105] 涡轮机100的芯部沿着气流方向从上游到下游依次包括被称为增压器的低压压缩机105、高压压缩机106、燃烧室107、高压涡轮108和低压涡轮109。

[0106] 高压压缩机106的转子和高压涡轮108的转子通过被称为“高压轴”的轴连接，而低压压缩机105的转子和低压涡轮109的转子通过被高压轴包围的、被称为“低压轴”的轴连接。

[0107] 涡轮机100被包围旁通流流道104的机舱110包覆。

[0108] 此外，涡轮机100的转子安装成围绕涡轮机100的纵向方向111旋转。

[0109] 低压压缩机105除了包括一个或多个转子之外，还包括一个或多个定子，定子与转子沿着纵向方向111交替地布置。

[0110] 定子包括在内壳和外壳（未示出）之间从纵向方向111径向延伸的叶片，所述叶片由外壳体112承载在外壳上。

[0111] 例如, 涡轮机部件101形成低压压缩机105的外壳体112(图6)。涡轮机部件101还可以形成低压压缩机105的外壳体112的扇区(图7)。“扇区”是指外壳体围绕纵向方向111的角扇区。可替代地(未示出), 涡轮机部件101形成转子鼓形件。

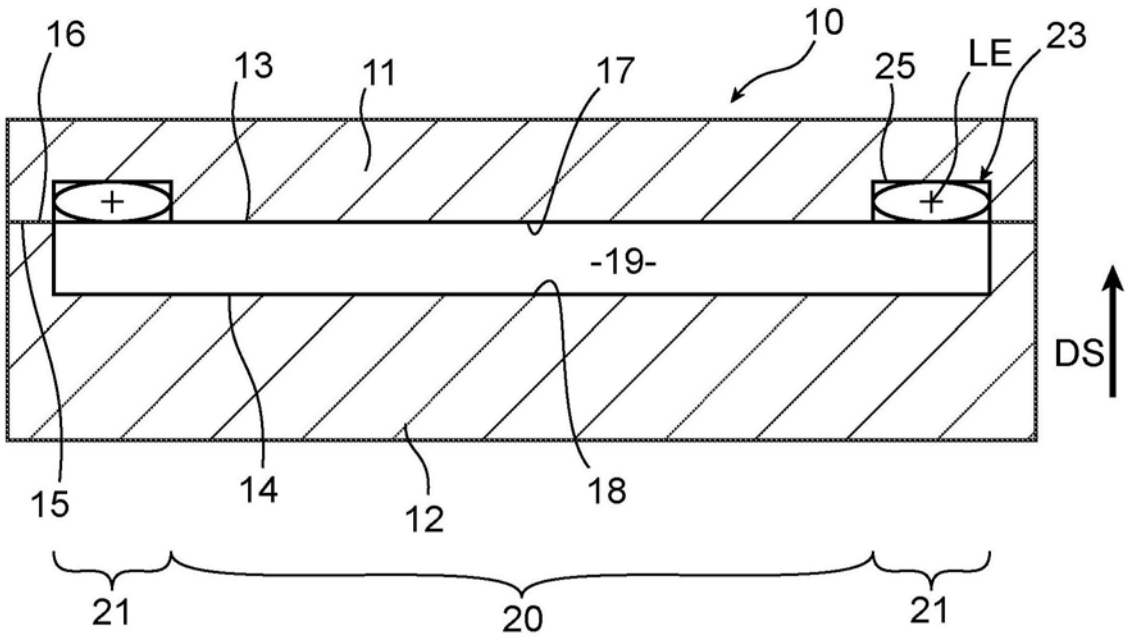


图1

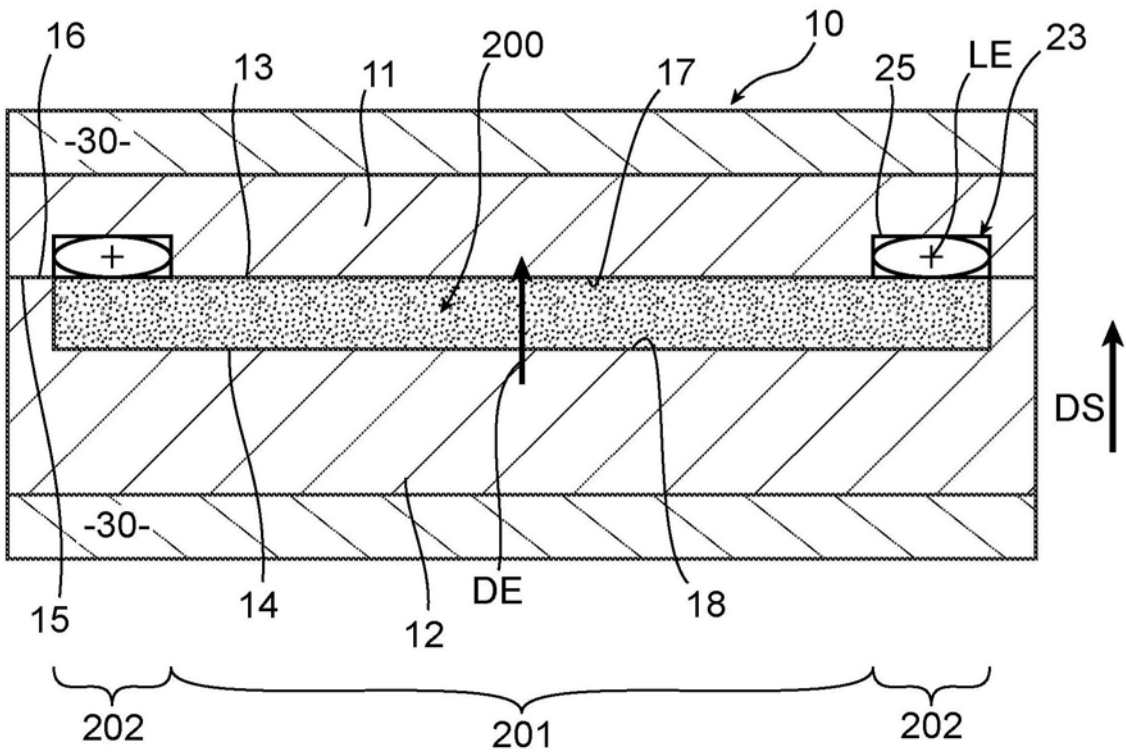


图2

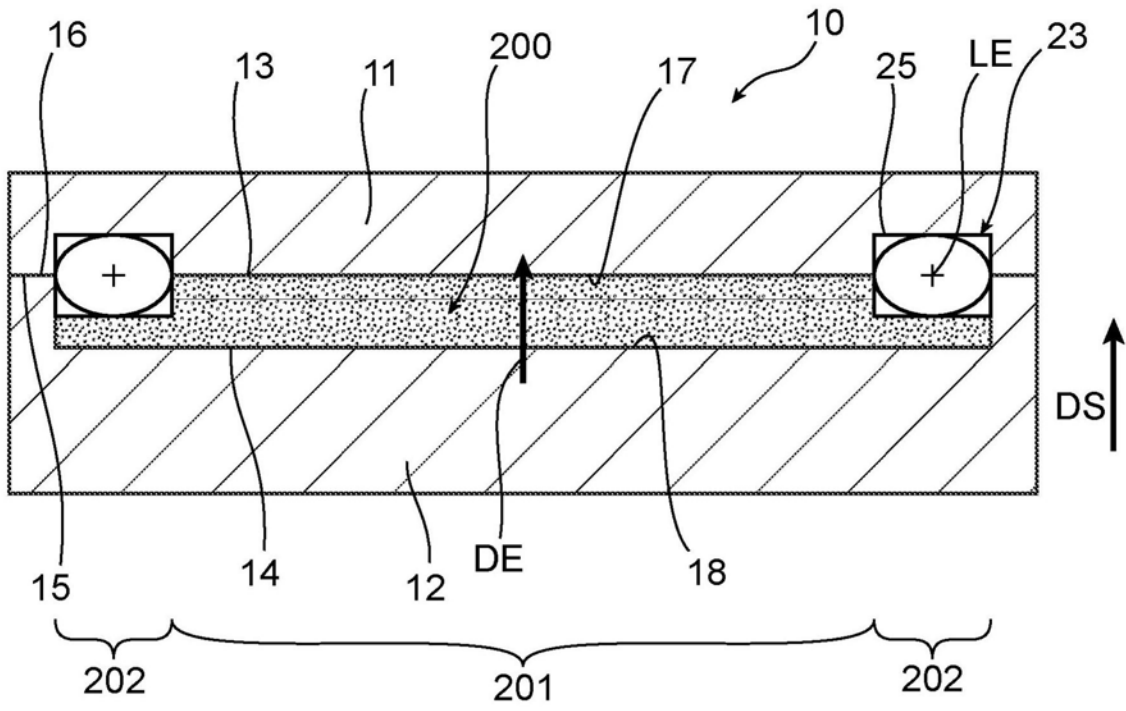


图3

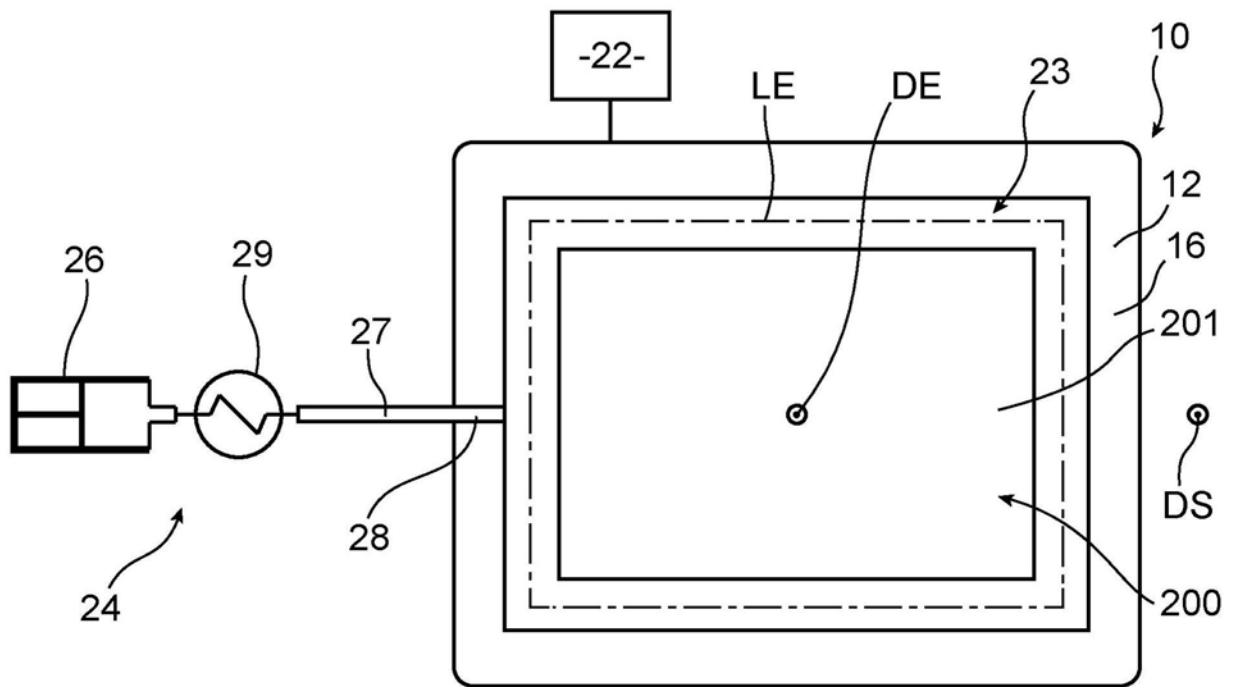


图4

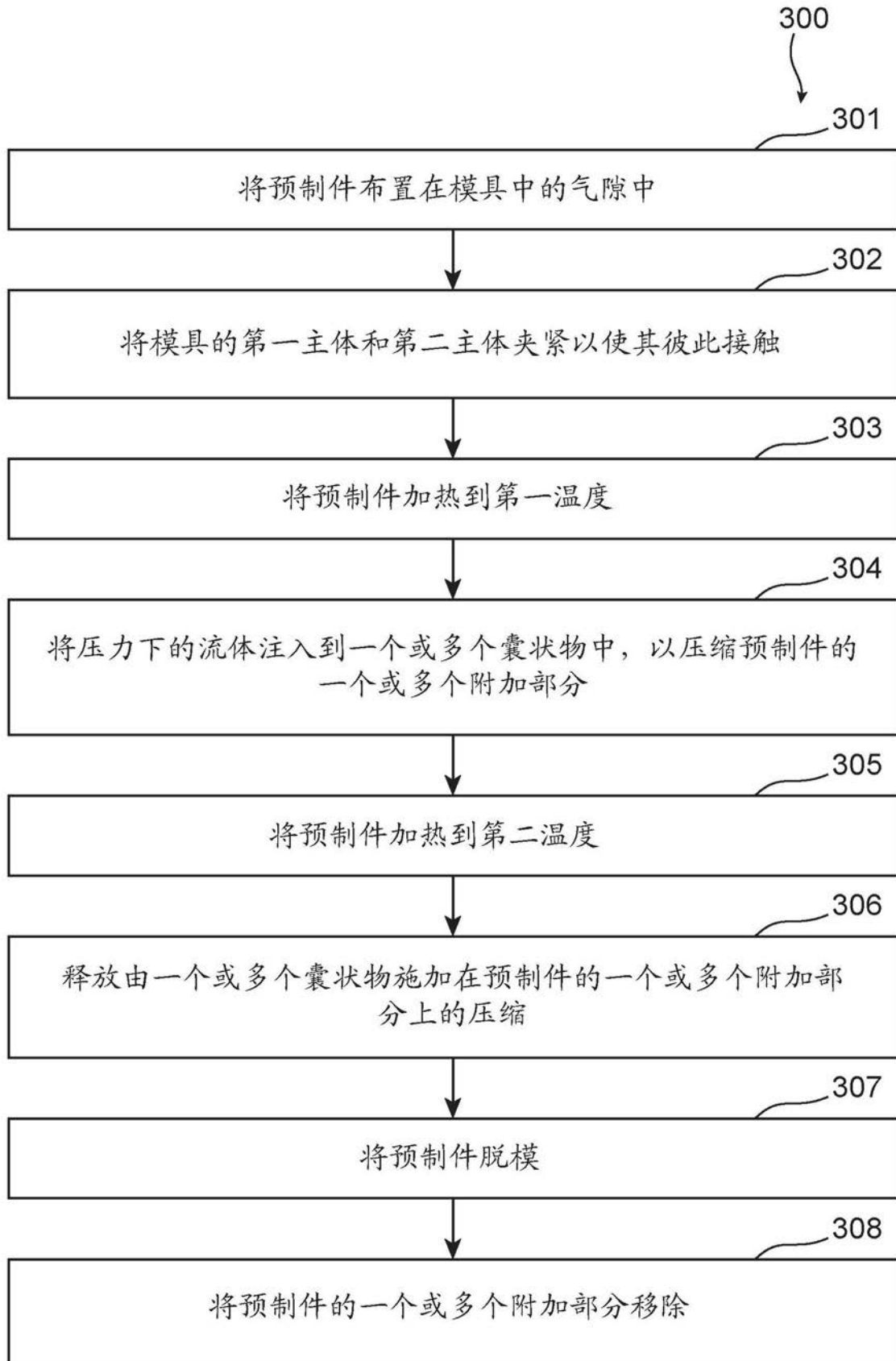


图5

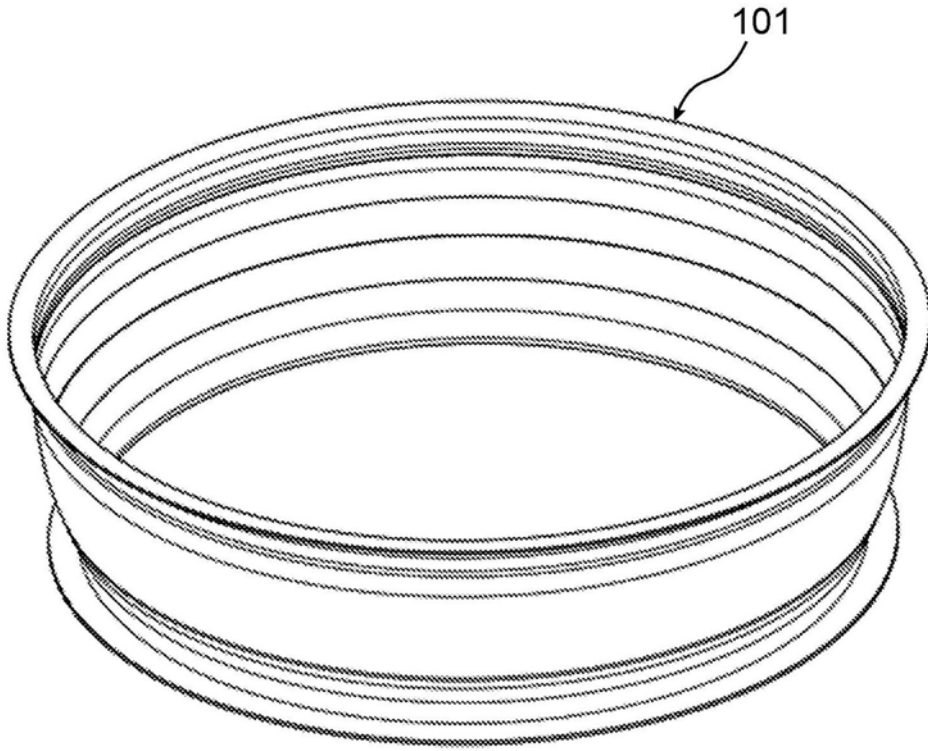


图6

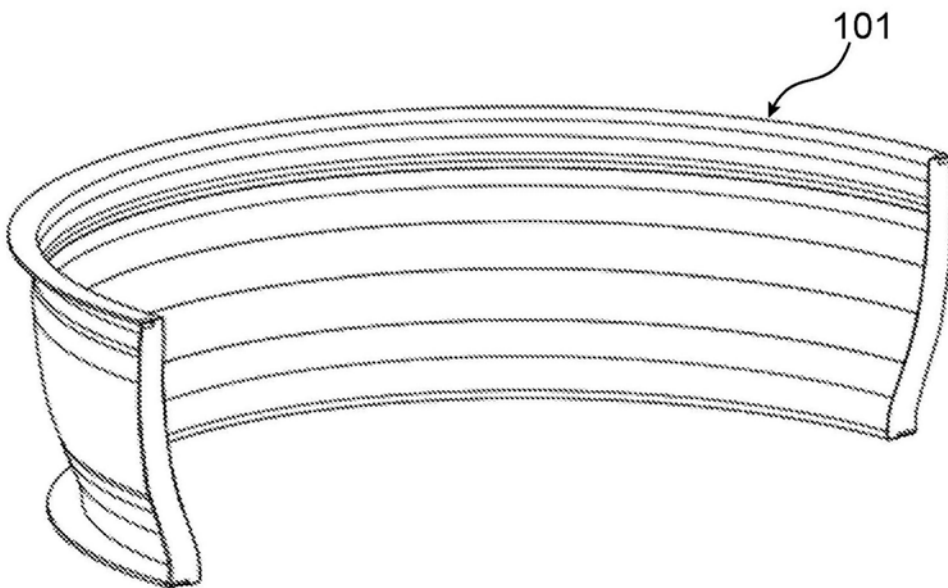


图7

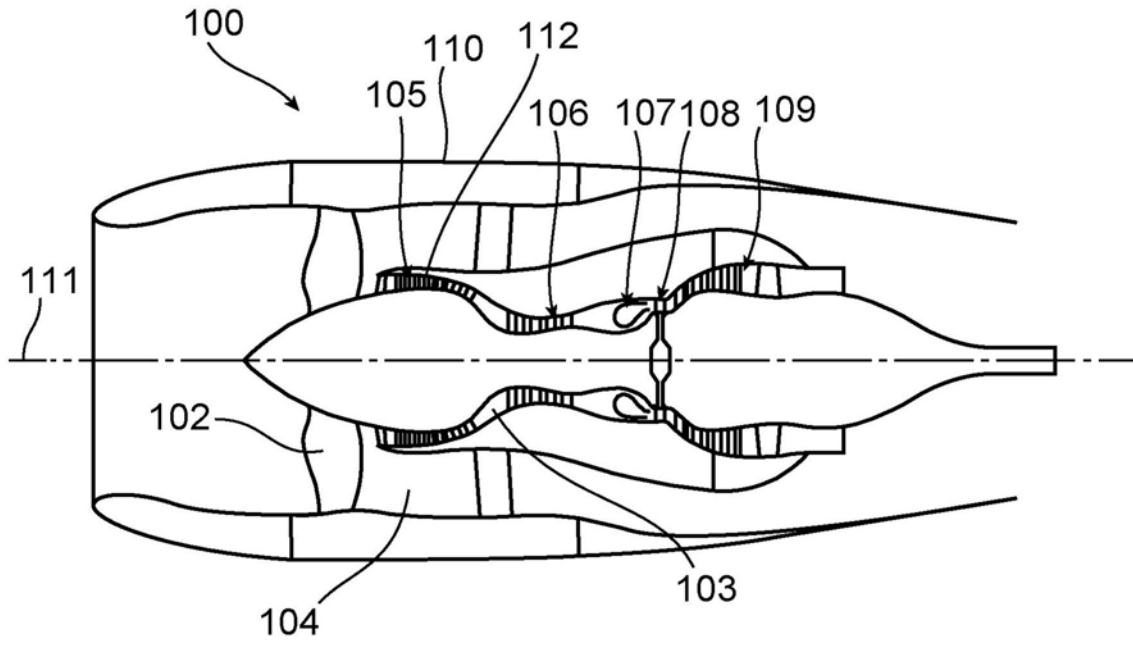


图8