



(45)授权公告日 2016.10.05

B.W.费雷尔

代理人 严志军 谭祐祥

B29C 33/30(2006.01)

审查员 周闪闪

权利要求书2页 说明书7页 附图8页

A schematic diagram of a four-quadrant device 600. The device has a central vertical channel 801 and two horizontal channels 802 at the top and bottom. Each quadrant contains a piston assembly with a piston rod 312, a piston head 314, and a seal 315. The pistons are connected to a common shaft 610. The device is shown in cross-section, revealing internal components like the piston rods 312, piston heads 314, and seals 315. Arrows indicate fluid flow paths between the quadrants and through the central channel. Labels include 408, 504, 502, 610, 200, 801, 202, 314, 312, 315, P₂, 608, 604, 606, and 600.

1. 一种用于由复合叠层制造带凸缘的构件的设备,所述设备包括:

支撑结构,其联接至所述复合叠层;

模具环,其联接至所述支撑结构,所述模具环包括环导向表面和径向接触表面,所述径向接触表面构造为联接至所述复合叠层;

多个分段的模具板,其联接至所述模具环,各个模具板包括凹入表面和板导向表面,所述凹入表面构造为联接至所述复合叠层,且所述板导向表面构造为联接至所述环导向表面;以及压热器,其联接至所述模具环和所述多个模具板,所述压热器构造为对所述模具环和所述多个模具板施加压力,来将各个模具板的所述板导向表面沿着所述环导向表面移动,来促进从所述复合叠层移除空隙;

其中,所述环导向表面和所述板导向表面是斜面形的,所述板导向表面构造为沿着所述环导向表面从第一位置向第二位置移动,并且从第二位置向第三位置移动。

2. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述多个分段的模具板联接在一起来形成圆。

3. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述径向接触表面和所述凹入表面构造为限定空腔。

4. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述压热器构造为对所述模具环和所述多个分段的模具板施加热。

5. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,还包括联接至所述模具环的间隔件。

6. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,还包括联接至所述径向接触表面且具有曲线端部的间隔件。

7. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,还包括真空部,其联接至所述支撑结构、所述模具环以及所述多个分段的模具板。

8. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,还包括真空部,其构造为对所述模具环和所述多个分段的模具板施加负压,来促进沿着所述环导向表面移动各个模具板的所述板导向表面。

9. 一种由复合叠层制造带凸缘的构件的方法,所述复合叠层具有布置在所述复合叠层内的空隙,所述方法包括:

将支撑结构联接至所述复合叠层;

将模具环联接至所述支撑结构且联接至所述复合叠层;

将多个分段的模具板联接至所述模具环且联接至所述复合叠层;

将真空袋联接至所述支撑结构、所述模具环以及所述多个模具板;

在所述真空袋内施加负压并对所述支撑结构、所述模具环、以及所述多个模具板施加负压;以及

将所述空隙压迫出所述复合叠层;

其中,在所述真空袋内施加负压并对所述支撑结构、所述模具环、以及所述多个分段的模具板施加负压包括:将所述多个分段的模具板中的每一个的板导向表面沿着所述模具环的环导向表面从第一位置朝向第二位置移动,并且从第二位置向第三位置移动;

其中,所述环导向表面和所述板导向表面是斜面形的。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,还包括将压热器联接至所述支撑结构、所

述模具环、所述多个分段的模具板、以及所述真空袋。

11. 根据权利要求9所述的方法, 其特征在于, 还包括对所述支撑结构、所述模具环、和所述多个分段的模具板、以及所述真空袋施加热和压力。

12. 根据权利要求9所述的方法, 其特征在于, 将所述模具环和所述多个分段的模具板联接至所述复合叠层包括: 将所述模具环的径向接触表面联接至所述复合叠层; 和将所述多个分段的模具板中的每一个的凹入表面联接至所述复合叠层。

13. 根据权利要求9所述的方法, 其特征在于, 所述多个分段的模具板联接在一起来形成圆。

14. 一种由复合叠层制造带凸缘的构件的方法, 所述复合叠层具有布置在所述复合叠层内的空隙, 所述方法包括:

将支撑结构联接至所述复合叠层;

将模具环联接至所述支撑结构且联接至所述复合叠层;

将多个分段的模具板联接至所述模具环且联接至所述复合叠层;

将真空袋联接至所述支撑结构, 所述模具环以及所述多个分段的模具板;

在所述真空袋内施加负压并对所述支撑结构、所述模具环、以及所述多个模具板施加负压; 以及

将压热器联接至所述支撑结构、所述模具环、所述多个分段的模具板、以及所述真空袋;

对所述支撑结构、所述模具环、以及所述多个分段的模具板施加热和压力; 以及

将所述空隙压迫出所述复合叠层;

其中, 施加负压包括: 将所述多个分段的模具板中的每一个的板导向表面沿着所述模具环的环导向表面从第一位置移动至第二位置;

其中, 施加热和压力包括: 将所述多个分段的模具板中的每一个的板导向表面沿着所述模具环的环导向表面从所述第二位置移动至第三位置;

其中, 所述环导向表面和所述板导向表面是斜面形的。

15. 根据权利要求14所述的方法, 其特征在于, 将所述支撑结构、所述模具环、以及所述多个分段的模具板联接至所述复合叠层包括: 将所述模具环和所述多个分段的模具板联接至所述复合叠层的第一凸缘部分和第二凸缘部分中的至少一个。

用于制造带凸缘的构件的设备和制造带凸缘的构件的方法

背景技术

[0001] 在本文中描述的实施例大体涉及用于制造构件的设备,并且更具体地涉及用于由复合叠层制造带凸缘的构件的方法和系统。

[0002] 复合材料通常由于它们的高强度-重量比而用于航空工业中。由复合材料制成的航空构件可需要精确的公差来增强例如结构整体性、性能以及疲劳寿命的参数。更具体地,纤维强化复合材料可用于航空器结构构件(例如风扇箱)。一些结构构件包括凸缘,其可增加结构构件的刚度和/或促进组件结构构件向其它构件的组装。

[0003] 一些已知的带凸缘的构件是通过联接复合板层并随后固化复合板层而生产。但是,用于带凸缘的复合构件的常规的形成工序可导致不一致的层压品质和在复合板层内的大尺寸变化。而且,常规的形成工艺可导致大量的后成型加工来获得期望的公差,这可增加制造的成本。

[0004] 在一些已知的用于成型复合材料的压力固化方法期间,压力可能不与复合叠层进行均匀接触,在固化阶段期间该复合叠层作为模具包围叠层(layer-up)。更具体地,叠层的较厚部分可与压力进行接触,并且由于公知为“容积”的干涉或空隙而经历比叠层的其它部分更多的压力。“容积”可指在复合板层中出现的截留的空气。在压力沿着叠层前进时,更多的叠层的表面区域可与模具接触,并且在固化阶段期间,容积的压力和运动可引起叠层在固化后经历昂贵的加工,来将构件加工至期望的公差。此外,一些已知的用来成型构件(例如风扇箱)的压力固化方法,可要求在风扇箱的前端部和后端部两者上重复成型工艺,以便促进在风扇箱上成型前凸缘和后凸缘。

发明内容

[0005] 在一方面中,提供一种用于由复合叠层制造带凸缘的构件的设备。设备包括联接至复合叠层的支撑结构和联接至支撑结构的模具环。模具环包括环导向表面和构造为联接至复合叠层的径向接触表面。设备还包括多个联接至模具环的分段的模具板。各个模具板包括凹入表面和板导向表面,其中凹入表面构造为联接至复合叠层,且板导向表面构造为联接至环导向表面。设备还包括联接至模具环和多个模具板的压热器。压热器构造为对模具环和多个模具板施加压力,来使板导向表面沿着环导向表面移动,以对复合叠层施加压力,来促进从复合叠层移除空隙。

[0006] 在另一方面中,提供一种由复合叠层制造带凸缘的构件的方法,该复合叠层具有布置在复合叠层内的空隙。该方法包括:将支撑结构、模具环、以及多个模具板联接至复合叠层;和将真空袋联接至支撑结构、模具环、以及多个模具板。该方法还包括:在真空袋内施加负压并对支撑结构、模具环、以及多个模具板施加负压;和压迫在复合叠层外的空隙。

[0007] 在又一方面中,提供一种由复合叠层制造带凸缘的构件的方法,该复合叠层具有布置在复合叠层内的空隙。该方法包括:将支撑结构、模具环、以及多个模具板联接至复合叠层;和将真空袋联接至支撑结构、模具环、以及多个模具板。该方法还包括:在真空袋内施加负压并对支撑结构、模具环、以及多个模具板施加负压。该方法还包括将压热器联接至支

撑结构、模具环、多个模具板以及真空袋,来对支撑结构、模具环、以及多个模具板施加加热和压力,以压迫在复合叠层外的空隙。

附图说明

[0008] 图1示出了示范带凸缘的构件的透视图。

[0009] 图2示出了联接至复合叠层的示范凸缘成型设备的剖面图。

[0010] 图3示出了在图2中显示的复合叠层的侧视剖面图,该复合叠层通过在图2中显示的凸缘成型设备的示范支撑结构支撑。

[0011] 图4示出了在图2中显示的凸缘成型设备的示范模具环的剖面图。

[0012] 图5示出了在图2中显示的凸缘成型设备的示范模具板的剖面图。

[0013] 图6示出了处于第一位置中且显示为联接至示范凸缘成型设备的真空装置的在图5中显示的模具板的剖面图。

[0014] 图7示出了处于第二位置中的在图6中显示的模具板的另一剖面图。

[0015] 图8示出了定位在凸缘成型设备的示范压热器内的复合叠层的剖面图。

[0016] 图9示出了制造带凸缘的构件的示范方法的流程图。

具体实施方式

[0017] 在本文中描述的实施例大体涉及带凸缘的复合构件和制造带凸缘的复合构件且降低后成型加工和制造成本的方法。应当理解的是,实施例不限于在用于燃气涡轮发动机的风扇外壳上的复合凸缘,将理解的是,描述和附图不限于风扇外壳,并且还应当理解的是,利用风扇外壳的描述和附图仅仅是示范性的。可在由复合材料构成的任何带凸缘的构件上利用在本文中描述的实施例。

[0018] 图1示出了示范带凸缘的构件102的透视图。带凸缘的构件102包括大体圆柱形部件,例如但不限于具有第一端部108和后端部110的风扇外壳104。风扇外壳104包括空气动力管道105,其容纳风扇(未显示),其中,风扇外壳104包括冲击(ballistic)要求来促进在风扇故障的情况下保护翅片和航空器机身(未显示)。在示范实施例中,风扇外壳104包括由玻璃纤维、石墨纤维、碳纤维、陶瓷纤维、芳族聚酰胺纤维(例如聚(p-phenylenetherephtalamide)纤维)、以及它们的组合组成的集合选择的材料。备选地,风扇外壳104可由其它纤维材料构成。风扇外壳104可包括允许带凸缘的构件102如在本文中所描述地起作用的任何材料。

[0019] 风扇外壳104包括具有凸缘112和114的主体106,其中,凸缘112联接至第一端部108,且凸缘114联接至后端部110。备选地,主体106可包括多于两个凸缘112和114,或少于两个凸缘112和114。在示范实施例中,凸缘112和114一体地联接至主体106。

[0020] 图2示出了联接至复合叠层202的示范凸缘成型设备200的剖面图。设备200构造为促进分别将端部凸缘112和/或114(在图1中所示)成型至风扇外壳104(在图1中所示)的第一端部108和/或后端部110(在图1中所示)上,并且构造为促进减少和/或消除凸缘112和/或114的后成型工艺。设备200包括支撑结构204、模具环402、以及多个弓形的分段模具板502。在示范实施例中,多个弓形分段模具板502联接在一起,使得各个板502邻接同一个板502,使得绕风扇外壳104形成圆。支撑结构204构造为支撑复合叠层202,同时模具环402和

模具板502构造为成型复合叠层202,来促进形成端部凸缘112和/或114。

[0021] 图3示出了通过支撑结构204支撑的复合叠层202的侧视剖面图。在示范实施例中,支撑结构204包括心轴302,其构造为在成型和固化工艺期间促进支撑复合叠层202。心轴302包括径向端部304、轴向端部306、以及限定为穿过轴向端部306的塞孔308。端部304和306构造为联接至模具环402(在图2中所示)。

[0022] 复合叠层202包括板层310,例如注入有树脂312的碳纤维,并且分层有附加的层310和树脂312。在示范实施例中,树脂312是环氧树脂,但是可为允许复合叠层202如在本文中所描述地起作用的任何树脂。复合叠层202包括第一凸缘部分314和主体部分316,其中,第一凸缘部分314构造为延伸超出径向端部304和轴向端部306。第一凸缘部分314包括第一面324、第二面326以及第三面328。主体部分316包括外部轴向面318和内部轴向面320,其中内部轴向面320联接至心轴302。复合叠层202包括在第一面324和第二面326之间测量的厚度 T_1 。在示范实施例中,厚度 T_1 大于大约0.5英寸。备选地,复合叠层202可包括大约等于或小于大约0.5英寸的厚度 T_1 。

[0023] 复合板层310包括多个已知为“容积”的空隙322。在示范实施例中,“容积”指在复合板层310内出现的截留的空气,其在如在本文中所描述的复合叠层202的固化期间树脂312软化时,压缩出复合叠层202。在空隙322出现在复合叠层202中时,厚度 T_1 比预定的参数大。在示范实施例中,凸缘成型设备200(在图2中显示)构造为促进移除在复合叠层202中出现的空隙322。更具体地,凸缘成型设备200构造为促进移除在第一凸缘部分314中出现的空隙322。

[0024] 图4示出了模具环402的剖面图。模具环402构造为促进复合叠层202的成型(在图2中显示),使得端部凸缘112和/或114(在图1中显示)由主体106(在图1中显示)形成。模具环402包括金属材料,例如但不限于铝或钢。备选地,模具环402可包括非金属材料。模具环402可包括允许凸缘成型设备200(在图2中显示)如在本文中所描述地起作用的任何材料。模具环402包括内部轴向表面404、外部轴向表面406、以及定位在轴向表面404和406之间的导向表面408。表面404、406以及408构造为促进将模具环402联接至心轴302和模具板502(在图2中显示)中的至少一个。而且,模具环402包括第一径向接触表面410、第二径向接触表面412、轴向接触表面414。表面410、412以及414构造为促进将模具环402联接至至少复合叠层202。

[0025] 在示范实施例中,第一径向接触表面410和轴向接触表面414构造为形成转角418。模具环402包括间隔件420,其联接至转角418,其中,间隔件420构造为在复合叠层202的固化期间促进定位第一凸缘部分314(在图3中显示)。更具体地,间隔件420构造为填充在第一径向接触表面410和第一凸缘部分314部分(在图3中显示)之间形成的间隙(未显示)。在示范实施例中,间隔件420具有曲线形状,并且通过紧固件(未显示)例如但不限于,焊接、粘合剂以及螺钉联接至转角418。可使用允许设备200如在本文中所描述地起作用的任何紧固装置,该紧固装置将间隔件420联接至转角418。模具环402还包括轴向地定向的保持孔422,其限定为通过第一径向接触表面410并且定位在轴向接触表面414和导向表面408之间。保持孔422构造为接收紧固件(未显示),来在复合叠层202的固化期间促进将模具环402联接在适当的位置中。

[0026] 在示范实施例中,导向表面408构造为从外部轴向表面406延伸至第一径向接触表

面410。更具体地,导向表面408是斜面形的。导向表面408在外部表面406和第一径向接触表面410之间成角度大约45度。备选地,导向表面408可成角度大于或小于45度。导向表面408可构造为在外部表面406和第一径向接触表面410之间处于允许设备200如所描述地起作用的任何角度。而且,导向表面408可包括非斜面形状(未显示)。导向表面408可包括允许模具环402如在本文中所描述地起作用的任何形状。

[0027] 图5示出了多个弓形分段模具板502中的一个的剖面图。模具板502构造为促进成型复合叠层202(在图2中显示),使得端部凸缘112和/或114(在图1中显示)由主体106(在图1中显示)一体地形成。板502包括金属材料,例如但不限于铝。备选地,板502可包括非金属材料。板502可包括允许凸缘成型设备200(在图2中显示)如在本文中所描述地起作用的任何材料。

[0028] 各个模具板502包括导向表面504、表面506、以及轴向凸缘接触表面508。而且,各个模具板502包括径向凸缘接触表面510、偏移表面512、以及环接触表面514。表面504、506以及508构造为促进将各个模具板502联接至至少模具环402。而且,表面510、512以及514构造为促进将各个模具板502联接至至少复合叠层202和模具环402。

[0029] 在示范实施例中,导向表面504从有角度表面506延伸至环接触表面514。更具体地,导向表面504是斜面形的。在示范实施例中,导向表面504从表面506向环接触表面514成角度大约45度。备选地,导向表面504可成角度大于或小于45度。导向表面504可包括允许模具板502如所描述地起作用的任何角度。而且,导向表面504可包括非斜面形状(未显示)。导向表面504可包括允许模具板502如在本文中所描述地起作用的任何形状。

[0030] 偏移表面512和径向凸缘接触表面510构造为形成凸缘成型凹部516。模具凹部516构造为促进限定空腔612(在图6中显示),其构造为如在本文中所描述地接收第一凸缘部分314(在图3中显示)。各个模具板502还包括轴向地定向的保持孔518,其限定为从有角度表面506穿过板502至环接触表面514。保持孔518构造为接收紧固件(未显示),来在复合叠层202的固化期间促进将板502联接在适当的位置中。

[0031] 图6示出了处于第一位置中且联接至凸缘成型设备200的真空装置603的多个弓形分段模具板502中的一个的剖面图。图7示出了显示为处于第二位置701中的模具板502的另一剖面图。在示范实施例中,模具环402联接至心轴302,其中,内部轴向表面404联接至轴向端部306,且第二径向接触表面412联接至径向端部304。端部304和306构造为促进使模具环402相对各个板502定向就位,并且在复合叠层202的固化期间稳定模具环402使其不移动。在模具环402抵靠心轴302承坐,良好的空腔612构造为接收第一凸缘部分314。而且,第一径向接触表面410联接至第一凸缘部分314的第一面324,且间隔件420联接至第一凸缘部分314来促进将第一凸缘部分314定位在空腔612内。

[0032] 紧固件605构造用于通过保持孔422和518将模具环402联接至各个模具板502,来可移动地将各个板502联接至模具环402。更具体地,紧固件605构造为用于促进各个模具板502相对模具环402的移动。紧固件605包括例如但不限于束带和螺杆的装置。紧固件605可包括允许各个模具板502可移动地联接至模具环402的任何连接机构。模具板502联接至模具环402,其中,各个模具板502的径向凸缘接触表面510联接至内部轴向面320。当在固化工序之前将板502联接至模具环402时,在复合叠层202的复合板层310内的空隙构造为引起复合板层202具有不均匀的厚度 T_1 ,其使模具板502相对模具环402不重合。更具体地,第一径

向接触表面410和环接触表面514最初彼此分离,且导向表面408和504构造为在第一位置601处处于局部重叠构造。

[0033] 真空装置603包括通过阀608联接至设备200的真空源604和真空袋606。更具体地,真空袋606构造为包封设备200,使得支撑结构204、模具环402、模具板502以及复合叠层202中的至少一个通过真空袋606封装。真空源604构造为在真空袋606内施加负压 P_1 。在示范实施例中,真空源604构造为提供大约15磅每平方英寸(psi)的负压 P_1 。备选地,负压 P_1 可大于或小于15psi。可施加允许设备200如在本文中所描述地起作用的任何值的负压 P_1 。

[0034] 在真空袋606内出现的压力 P_1 构造为压迫导向表面504,来沿着导向表面408朝向模具环402移动。而且,压力 P_1 构造为朝向和逆向第一凸缘部分314压迫模具环402朝向径向端部304。响应压力 P_1 ,导向表面504构造为沿着模具环402的导向表面408移动,并且使各个板502从第一位置601(在图6中显示)向第二位置701(在图7中显示)移动。导向表面504从第一位置601向第二位置701的移动构造为对空隙322施加压力,来促进从第一凸缘部分314压出或移除空隙322。而且,空隙322的移除构造为促进将厚度 T_1 (在图6中显示)降低至厚度 T_2 (在图7中显示)。

[0035] 图8示出了定位在凸缘成型设备200的示范压热器600中的复合叠层202的剖面图。压热器600构造为通过施加压力和热固化复合叠层202,这促进软化树脂312和使导向表面504进一步沿着相反的导向表面408移动。更具体地,导向表面504构造为从第二位置701(在图7中显示)向第三位置801移动,来促进在第一凸缘部分314中出现的空隙322(在图3、图6以及图7)的进一步移除。在第二位置701中,导向表面408的至少一部分联接至导向表面504的至少一部分。

[0036] 压热器600包括开口610,其流体连通地联接至真空源604和真空袋606,其中,真空源604构造为促进在压热器600内施加压力 P_2 。而且,压热器600包括加热元件802,其构造为在压热器600内并且朝向凸缘成型设备200和复合叠层202施加热 H_1 。

[0037] 在示范实施例中,压热器600构造为将设备200和复合叠层202加压至压力 P_2 ,该压力 P_2 高于之前通过真空源604施加的负压 P_1 (在图6和图7中显示),该负压 P_1 引起各个模具板502沿着模具环402从第一位置601(在图6中显示)移动至第二位置701(在图7中显示)。在示范实施例中,压热器600构造为施加大约100psi的压力。备选地,可将压热器600加压成高于或低于100psi。压力 P_2 引起导向表面504沿着导向表面408移动至第三位置801。压力 P_2 构造为将环形模具环402和分段模具板502联接在一起,来促进迫使空隙322离开第一凸缘部分314。

[0038] 而且,加热元件802构造为向凸缘成型设备200和向复合叠层202提供热 H_1 。热 H_1 构造为促进降低在复合叠层202内的树脂312的粘度。更具体地,在压热器600内施加至复合叠层202的热 H_1 和持续的压力 P_2 构造为,引起树脂312流出复合叠层202,尤其是流出第一凸缘部分314。由于在压力 P_2 下施加热 H_1 ,因而板502构造为进一步朝向模具环402移动。导向表面408构造为将导向表面504引导至第三位置801,直至各个板502进一步联接至模具环402。第一凸缘部分314成型且包含在空腔612内(在图6和图7中显示),来形成具有预定的规格和/或公差的厚度 T_3 ,其促进减少和/或消除第一凸缘部分314的后成型加工。

[0039] 心轴302、模具环402、以及多个模具板502中的每一个联接至复合叠层202,来形成复合叠层202的第一凸缘部分314和第二凸缘部分315中的至少一个。当移除环形模具环

402、模具板502、以及心轴302时,第一和第二凸缘部分314和315在预定公差内成型来促进形成凸缘112和/或凸缘114(在图1中显示),并且减少和/或消除凸缘112和/或凸缘114的后成型加工。

[0040] 图9示出流程图900,其示出由复合叠层制造带凸缘的构件的示范方法902,例如带凸缘的构件102和具有多个空隙(例如空隙322(在图3中显示))的复合叠层202(在图2中显示)。方法902包括联接904支撑结构(例如心轴302(在图2中显示))至复合叠层。而且,方法902包括联接906具有导向表面的模具环(例如模具环402)和导向表面408(在图4中显示)至支撑结构并且联接至复合叠层,使得环形模具环的内部轴向表面和第二径向接触表面,例如内部轴向表面404和第二径向接触表面412(在图4中显示)分别联接至轴向端部和径向端部,例如支撑结构的轴向端部306和径向端部304(在图3中显示)。环形模具环联接906至支撑结构,使得模具环的第一径向接触表面(例如第一径向接触表面410(在图4中显示))的部分也联接至凸缘的第一面,例如第一面324(在图3中显示)。

[0041] 方法902还包括联接908多个分段的弓形模具板(例如板502(在图5中显示))至模具环并且至复合叠层,使得模具环的相应的导向表面和各个模具板构造为彼此可滑动地联接,该模具板具有导向表面和凸缘成型凹部,例如导向表面504和凸缘成型凹部516(在图5中显示)。在示范实施例中,多个弓形分段模具板联接在一起,使得各个板邻接同一个板,使得围绕带凸缘的构件形成圆。

[0042] 各个弓形分段模具板也联接908至凸缘,使得各个弓形模具板的径向凸缘接触表面和轴向凸缘接触表面,例如径向凸缘接触表面510和轴向凸缘接触表面508(在图5中显示),分别与凸缘的第二面(例如第二面326(在图3中显示)),和可成型管状结构的外部轴向面(例如外部轴向面318(在图3中显示))接触。

[0043] 方法902还包括利用紧固件(例如紧固件605(在图6中显示))将模具环固定910至各个模具板。在示范方法902中,将模具环固定910至多个弓形分段模具板中的各个弓形分段模具板包括,通过定位在模具环中的轴向地定向的保持孔(例如保持孔422(在图4中显示)),和定位在各个弓形模具板中的顺应性轴向地定向的保持孔(例如保持孔518(在图5中显示))联接紧固件。

[0044] 方法902还包括将复合叠层、支撑结构、模具环、以及弓形分段模具板联接912至真空袋(例如真空袋606(在图6中显示))。方法902包括对支撑结构、模具环、以及模具板施加914负压,来促进使板导向表面沿着环侧表面从第一位置向第二位置移动,来促进将空隙(例如空隙322(在图3和图6中显示))压迫出复合叠层。方法902包括将包含复合叠层、支撑结构、模具环、以及模具板的真空袋联接916至压热器(例如压热器600(在图6中显示))。然后加热918和加压920压热器,来促进对支撑结构、模具环、模具板以及真空袋施加热和压力。加热918复合叠层降低了在复合叠层内的树脂(例如树脂312(在图3中显示))的粘度,同时加压920压热器使复合叠层遭受在大气压之上的压力。

[0045] 附加的热和压力迫使922模具环和弓形分段模具板在一起更接近,来移除在复合叠层内出现的空隙,使得通过模具环的导向表面将模具板朝向第三位置(例如第三位置801(在图8中显示))导向924,来在模具板处于第三位置时,促进成型926在空腔(例如空腔612(在图6和图7中显示))内的凸缘,该空腔通过各个模具板的模具环和凸缘成型凹部限定。压迫922、导向924以及成型926的步骤基本同时发生,并且伴随加热918和加压920压热器的效

果。方法902还包括将压热器保持928在某温度和压力下预定量的压力和/或时间来固化复合结构。

[0046] 在本文中描述的实施例促进在预定的规格/公差内的带凸缘的构件的成型,来促进减少和/或消除带凸缘的构件的后成型加工。通过模具环和凸缘成型凹部的结合限定的空腔促进将凸缘形成为预定的尺寸,使得凸缘要求最小的或不要求后成型加工。通过将凸缘成型至其期望的参数,在本文中描述的实施例通过减少和/或消除显著的后成型加工,来促进降低制造复合构件的成本。而且,在本文中描述的实施例还促进同时成型端部凸缘两者。更具体地,在本文中描述的实施例应用至两个端部凸缘,使得在将复合结构在压热器中固化时,端部凸缘同时成型。同时成型端部凸缘降低了制造带凸缘的构件要求的时间和/或成本。

[0047] 在本文中描述的实施例促进加热复合叠层,该加热降低了树脂的粘度,从而允许树脂浸入复合板层,并且增加将复合板层联接在一起的压力。热和压力的结合将板层联接在一起,并且在相同的压力下使板层变硬,来通过移除在板层中出现的空隙促进成型复合构件。凸缘成型设备构造为在固化工序期间保持凸缘部分,来促进获得预定的参数,例如但不限于用来成型凸缘的几何和尺寸参数。

[0048] 在上面详细描述了用于在管状结构上成型凸缘的设备的示范实施例和用于成型凸缘的方法。用于使用的该成型工艺和方法不限于在本文中描述的具体实施例,而是系统的构件和/或方法的步骤可与在本文中描述的其它构件和/或步骤独立地且单独地利用。例如,该方法也可与其它成型系统和方法结合而使用,并且不限于仅与如在本文中描述的凸缘成型系统和方法一起实施。并且,该示范实施例可与许多其它成型应用结合而实施和利用。

[0049] 尽管本公开的各种实施例的具体特征可在一些图中而不在其它图中显示,但是这仅是为了便利。根据本发明的原理,图的任何特征可结合其它任意的图的任意的特征而参照和/或主张。

[0050] 该撰写的说明书使用了示例来公开最佳模式,并还能够使本领域的任何技术人员实践本公开,包括制造并使用任何装置或系统且执行任何所合并的方法。发明的可专利的范围由权利要求限定,并可以包括本领域的技术人员想到的其他示例。如果这样的其他示例具有与权利要求的字面语言没有区别的结构元件,或者如果这样的其他示例包括与权利要求的字面语言无实质区别的等同的结构元件,那么,这样的其他示例将在权利要求的范围内。

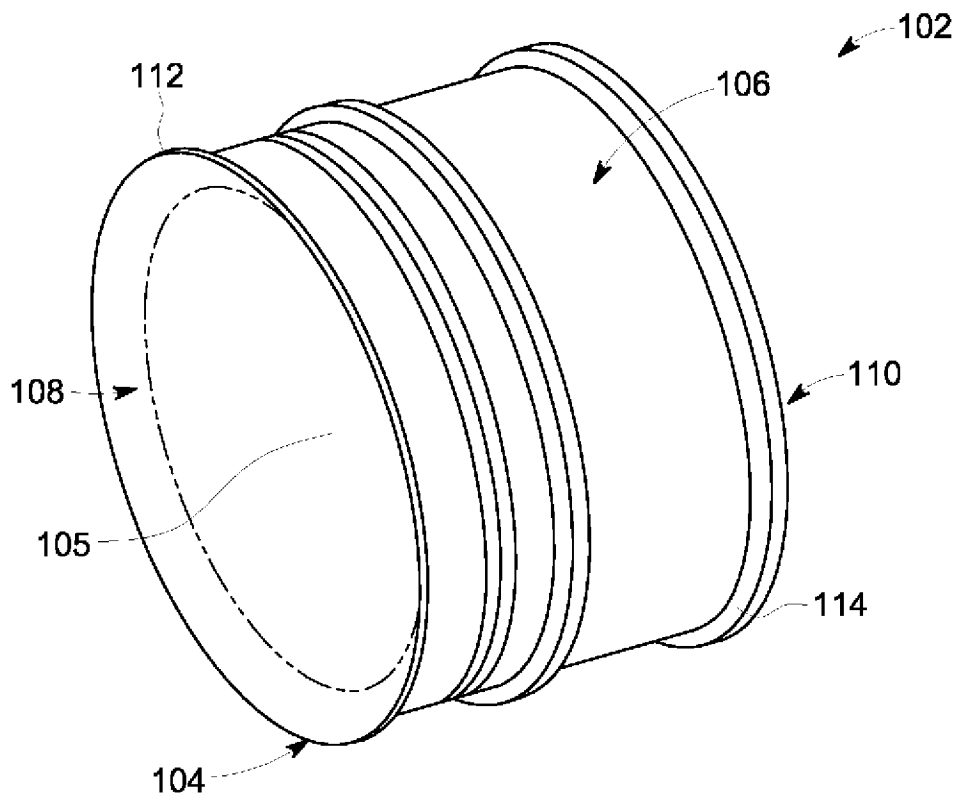


图 1

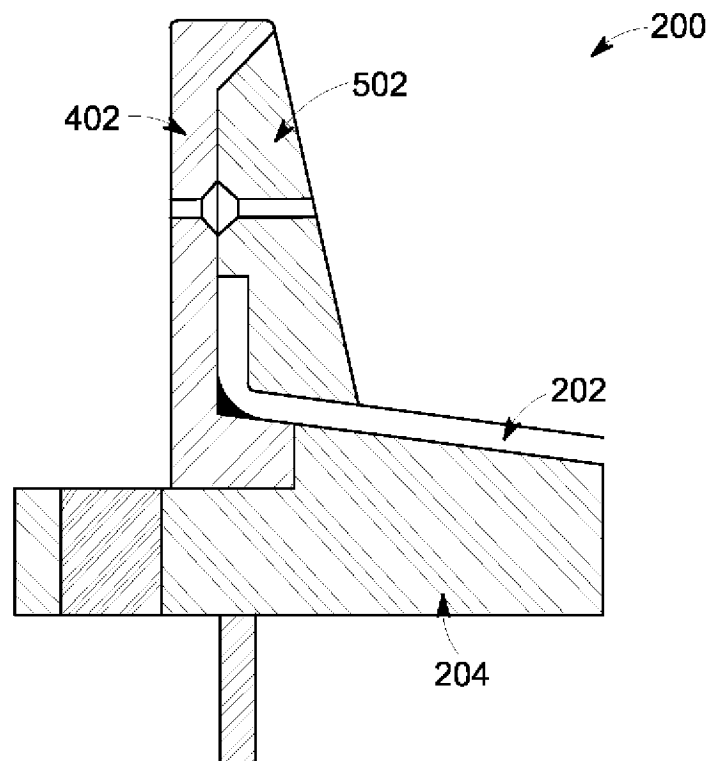


图 2

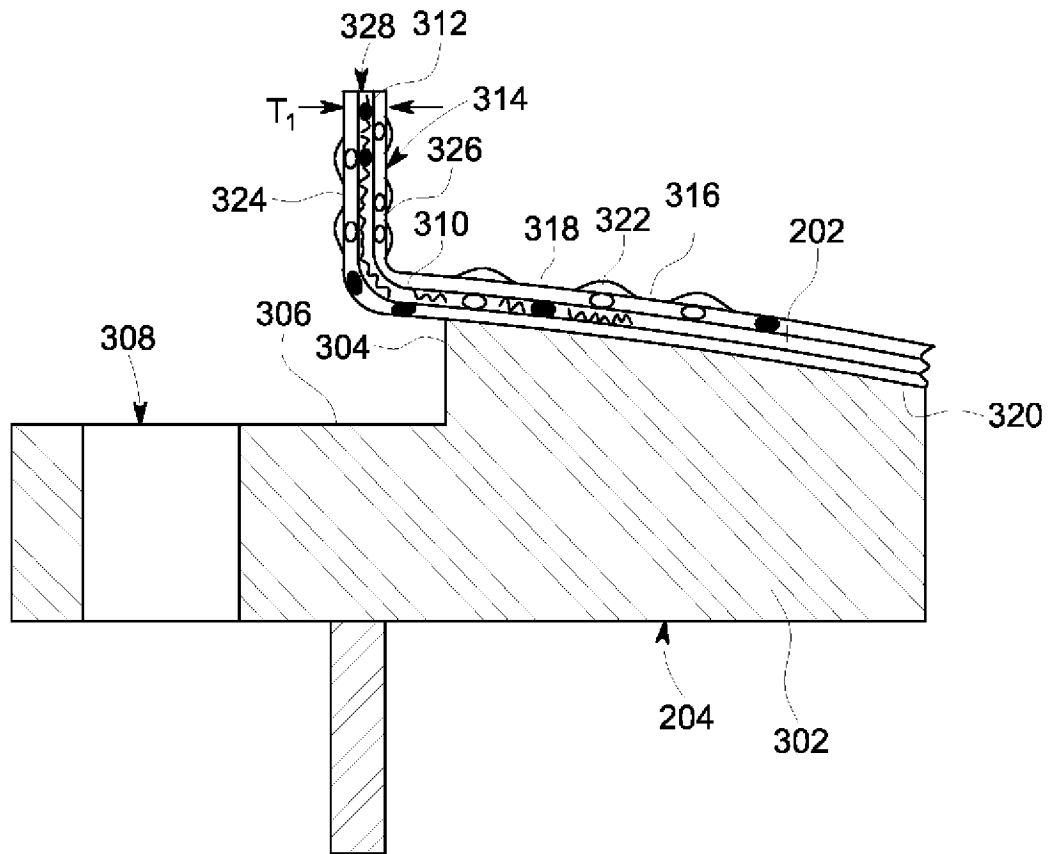


图 3

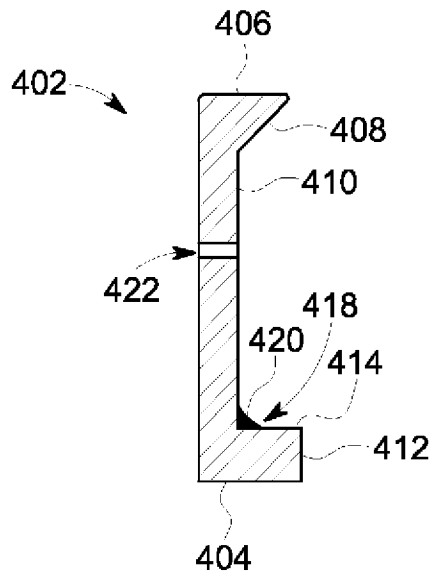


图 4

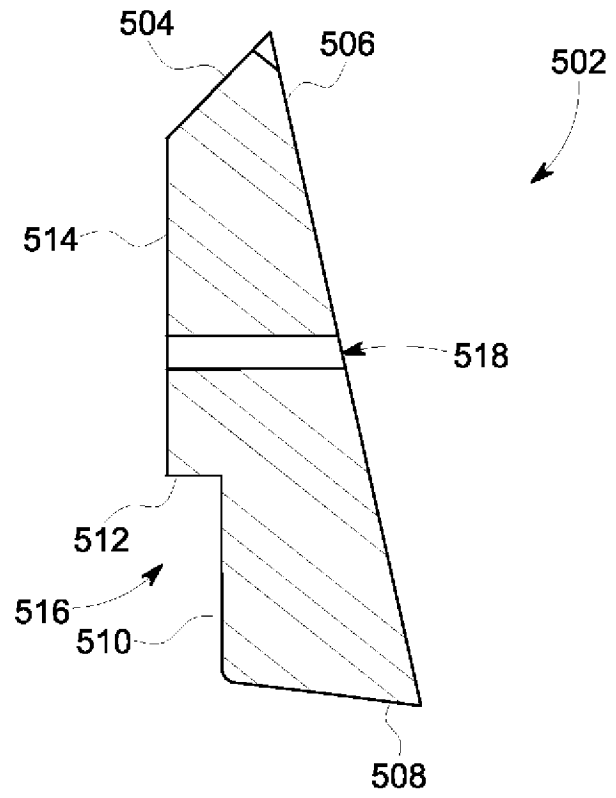


图 5

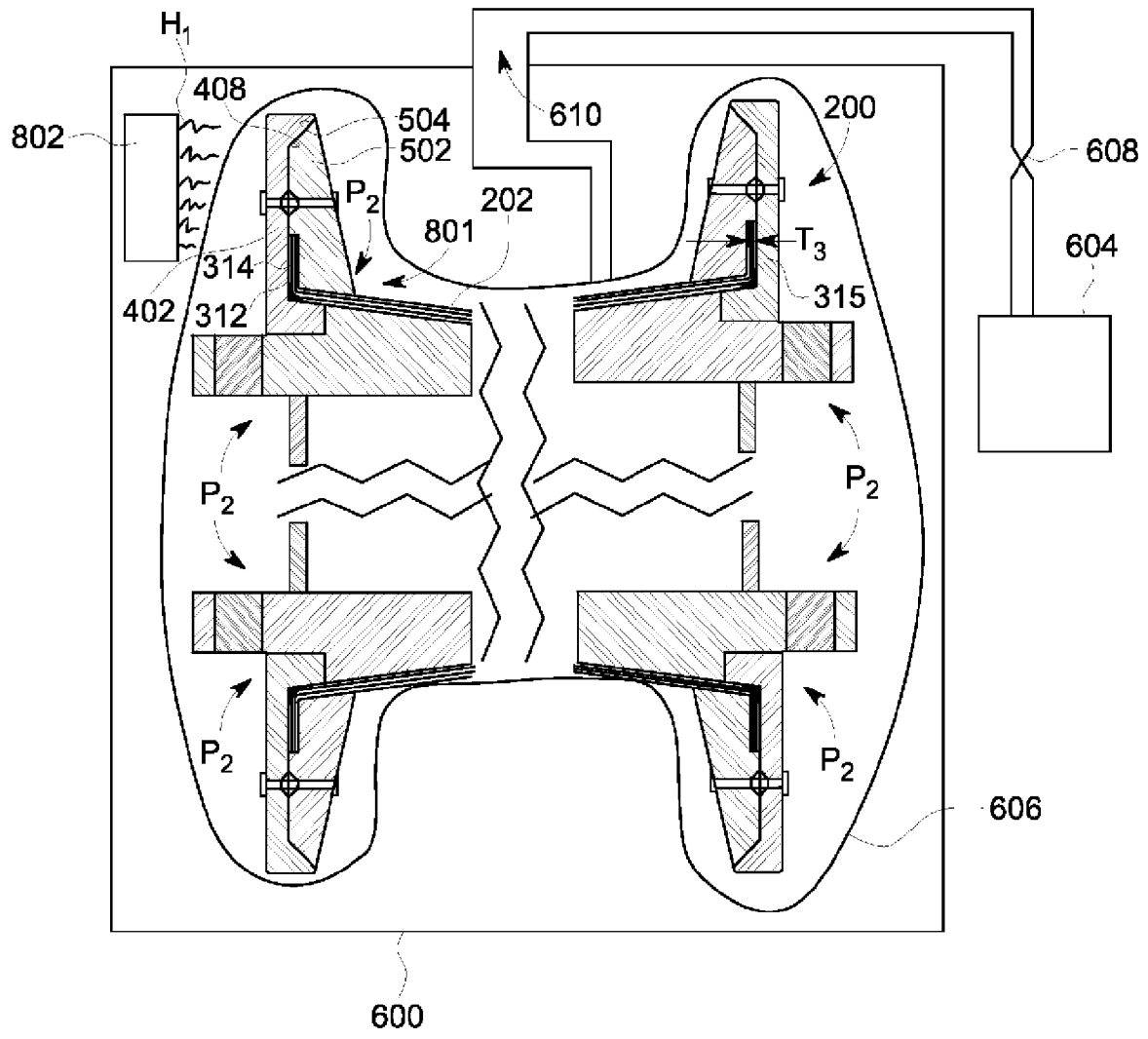


图 8

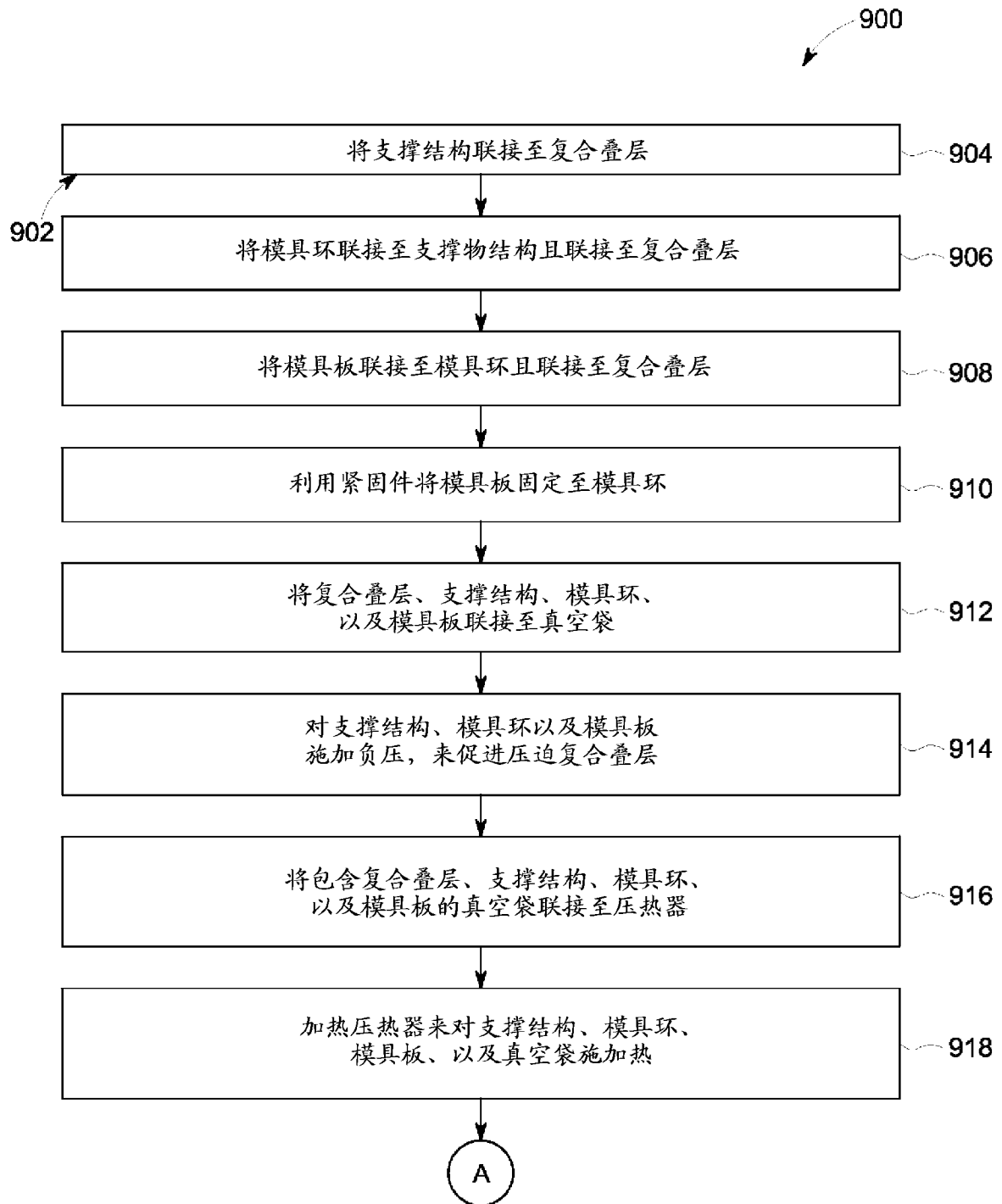


图 9A

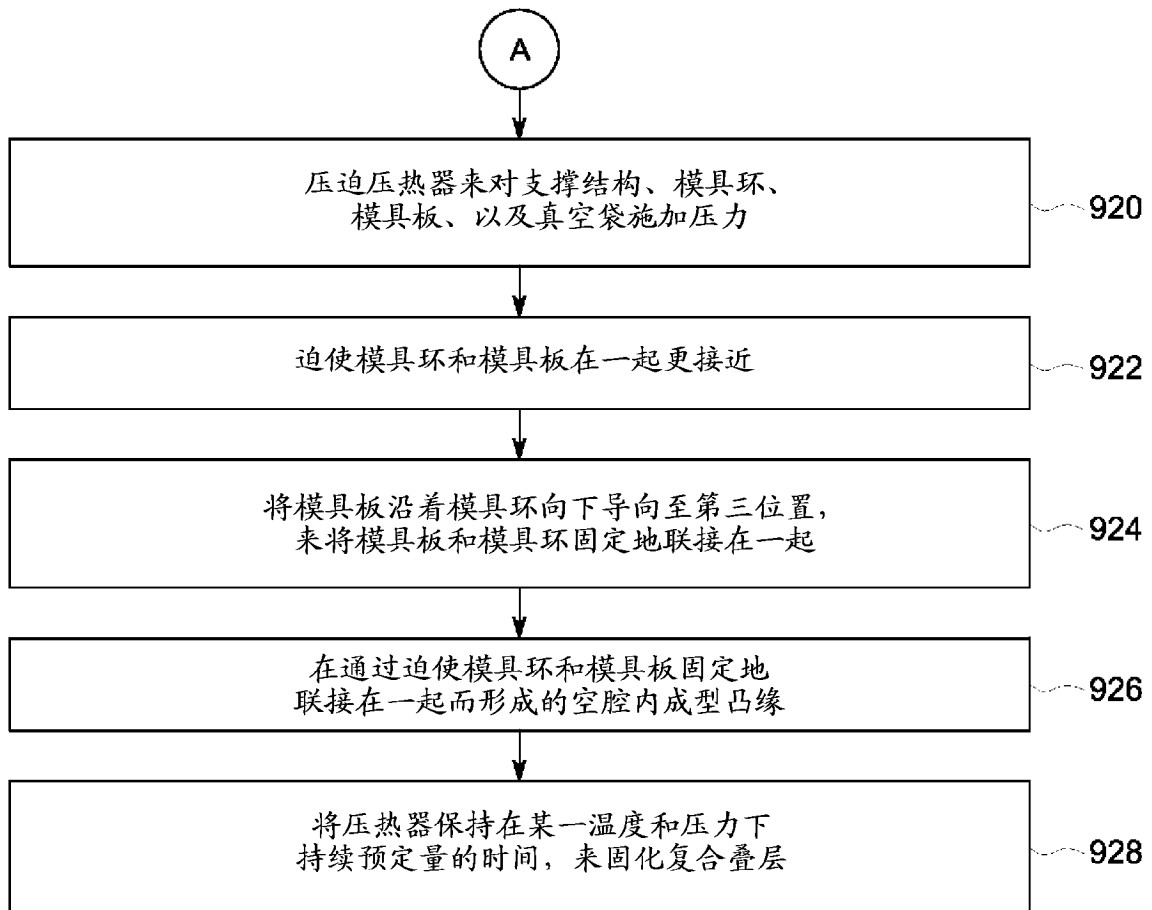


图 9B