



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105592995 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 18

(21) 申请号 201480055009. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 10. 03

B29B 11/16(2006. 01)

(30) 优先权数据

B29C 70/48(2006. 01)

1456021 2014. 06. 27 FR

B29C 70/24(2006. 01)

61/886, 725 2013. 10. 04 US

B29D 99/00(2006. 01)

B29L 31/08(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2016. 04. 05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2014/052515 2014. 10. 03

(87) PCT国际申请的公布数据

W02015/049475 FR 2015. 04. 09

(71) 申请人 斯内克马公司

地址 法国巴黎

(72) 发明人 Y·马沙尔 M·吉麦特

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

代理人 李丹丹

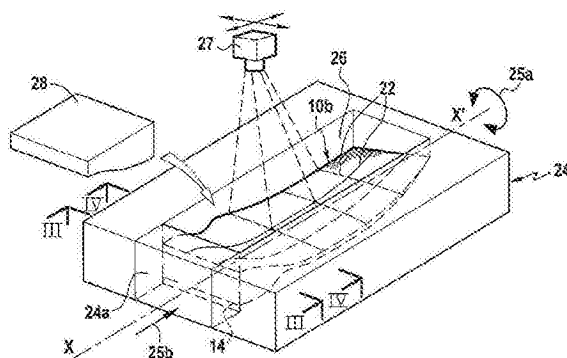
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

制造用于涡轮发动机的复合叶片的压实组件
和方法

(57) 摘要

包括成形模具 (24) 和压实工具 (128) 的压实组件, 所述成形模具 (24) 限定适于接收预切割的编织的预制件 (10a) 的向上敞开的壳体, 所述压实工具 (128) 可竖直移动并与所述成形模具 (24) 形成用于压实之前放置在壳体中的所述预制件的压实组件。压实工具 (128) 至少包括一个根部部分 (128A)。本发明可应用于制造涡轮发动机复合叶片。



1. 一种压实组件,用于压实通过三维编织纱线(20)获得的编织的预制件以便形成用于涡轮发动机的复合叶片,所述预制件具有用于预先确定所述叶片的翼型件(12)、根部(14)和在所述翼型件(12)与所述根部(14)之间的所述叶片的舌部(13)的部分,所述压实组件包括成形模具(24)和可竖直移动的压实工具(28),所述成形模具(24)限定了适于接收编织的预制件(10a)的向上敞开的壳体(26),所述可垂直移动的压实工具(28)用于与所述成形模具(24)协作以形成当所述预制件(10b)放置在所述壳体(26)中时使所述预制件(10b)能被压实的压实组件,其中,所述压实工具(28)至少包括根部部分(128A)。

2. 根据权利要求1所述的压实组件,其中所述压实工具(28)进一步包括至少一个舌部部分(128B)。

3. 根据权利要求2所述的压实组件,其中所述根部部分(128A)和所述舌部部分(128B)是分开的。

4. 根据权利要求3所述的压实组件,其中所述根部部分(128A)和/或所述舌部部分(128B)再分为至少三个分开的压实块(128₁-128₇),包括中心压实块(128₁),所述压实块(128₁-128₇)配置为以所述中心压实块(128₁)开始以独立的方式向下朝向所述成形模具(24)移动。

5. 根据权利要求3或4所述的压实组件,其中所述根部部分(128A)为单个块,并且其中所述舌部部分(128B)再分为至少三个分开的压实块。

6. 根据权利要求1至5中的任一项所述的压实组件,其进一步包括可变形蒙皮(130),所述可变形蒙皮(130)至少覆盖所述压实工具的面向所述成形模具(24)的部分。

7. 根据权利要求6所述的压实组件,其中所述可变形蒙皮(130)至少覆盖所述舌部部分的面向所述成形模具的整个表面。

8. 根据权利要求1至7中的任一项所述的压实组件,其中所述压实工具(128)具有配置为当所述预制件放置在所述壳体(26)中观察至少一个示踪纱线(22)的位置的至少一个窗口(132)。

9. 一种制造用于涡轮发动机的复合叶片的方法,所述方法包括以下步骤:

a)通过三维编织纱线(20a、20b、22)制作预制件,所述预制件具有限定所述叶片的翼型件(12)、根部(14)和在所述翼型件(12)与所述根部(14)之间的所述叶片的舌部(13)的部分,所述纱线(20a、20b、22)包括至少布置在所述预制件的表面处的在视觉上可识别的示踪纱线(22);

b)切割所述预制件,同时留下沿着所述预制件的参考面(16)设置的完整的一系列示踪纱线(22),由此获得配置为预先确定构成所述叶片的各部分的形状和尺寸的切割的预制件(10a);

c)使所述切割的预制件(10a)预变形,由此获得预变形的预制件(10b);

d)预压实所述预变形的预制件(10b),由此获得预压实的预制件(10c);

e)润湿并且干燥所述预压实的预制件(10c),由此获得硬化的预制件;

f)提供所述硬化的预制件放置在其中的注塑模具;

g)将包括热固树脂的粘合剂注射到所述注塑模具内,以便浸渍整个硬化的预制件,并且维持所述硬化的预制件的所述纱线(20a、20b、22)之间的相对定位;

h)加热所述注塑模具;以及

i)从所述模具中取出基本上呈现所述叶片的形状和尺寸的复合模制零件;

其中,在步骤c)期间,所述预变形通过将所述切割的预制件(10a)放置在由成形模具(24)限定的壳体(26)中来执行,并且,在步骤d)期间,执行所述预压实。

10.根据权利要求9所述的方法,其中,在步骤d)期间,至少预压实(10b)所述预制件的所述根部部分(12)。

11.根据权利要求9或权利要求10所述的方法,其中,在步骤c)和d)期间,使用根据权利要求1至8中的任一项所述的压实组件。

12.一种涡轮发动机复合叶片,具有根部(14)、翼型件(12)和构成所述根部(14)与所述翼型件(12)的过渡零件的舌部(13),所述叶片包括已经压实并且以粘合剂浸渍的三维编织的纤维的预制件,所述预制件的外层的纤维位于邻近所述翼型件(12)的舌部区域(13)中并且沿着所述叶片的前边缘或后边缘行进,所述叶片的前边缘或后边缘具有小于 20° 的相应偏转角度(A1)。

13.一种涡轮发动机,包括根据权利要求12所述的复合叶片。

制造用于涡轮发动机的复合叶片的压实组件和方法

技术领域

[0001] 本公开涉及制造用于涡轮发动机的复合叶片的压实组件和方法以及用于涡轮发动机的复合叶片。复合叶片可以是包括由三维编织的纱线或纤维制成的预制件和保持预制件的纱线之间的相对定位的粘合剂的类型的叶片。所述预制件可以由经纱纱线和纬纱纱线制成,其中经纱纱线的方向形成预制件的纵向方向。

[0002] 具体地,本方法涉及制造用于涡轮发动机、尤其是涡轮喷气发动机的风扇叶片。然而,还设想制造用于在低压压缩机中使用的叶片,其中在运行时达到的温度与这种类型的叶片的高温强度相容。还设想制造用于无管道(或“开放转子”)风扇的叶片或实际上具有并入其中的平台的叶片的。

背景技术

[0003] 在常规方式下,由复合材料、尤其是由碳纤维制作的风扇叶片由预浸渍的单向层板的堆叠件制造,在压热器中尽心压实和聚合之前所述预浸渍的单向层板制造以具有不同取向的连续层板的方式放置在模具中。该技术是非常困难的,并且需要手动地执行层板堆叠操作,这是漫长的并且昂贵的。

[0004] 还已经提出制作干燥纤维的编织的预制件,所述干燥纤维在通过将树脂注射到闭合模具内进行浸渍之前随后通过缝合组装在一起。替代选择在于制作在注塑之前与一个或更多个固体嵌件组装在一起的单个编织的预制件。然而,那些解决方案(专利文件US5672417和US5013216)存在需要多个零件组装在一起和在例如由于分层而特别可能薄弱的这种组装区域部位内产生的缺点,这在机械强度方面、尤其是对于抵抗冲击的能力来说是非常有害的。

[0005] 为了克服那些缺点,专利文件FR2861143提出由三维编织的纱线或纤维制作预制件,使可能在切割并且具有注射到其中的粘合剂之后独立地形成最终零件成为可能,所述最终零件形成涡轮发动机叶片的所有部分,而无需依赖于嵌件或任何其它配合元件。

[0006] 具体地,使用在专利文件FR2892339中描述的制造方法,在所述制造方法期间编织的并且然后切割的预制件在注射粘合剂之前放置在模具中并且然后进行其硬化。

[0007] 然而,目前依然存在与实施成型的方式相关的各种问题。

发明内容

[0008] 本公开涉及能够避免上面提到的缺点的压实组件。具体地,该压实组件使得能够执行预制件的预压实。

[0009] 压实组件可以用于通过三维编织纱线获得的预制件上,以便形成用于涡轮发动机的复合叶片,所述预制件同时包括叶片的翼型件、根部和在翼型件与根部之间的叶片的舌部。

[0010] 压实组件包括成形模具和可竖直移动的压实工具,所述成形模具限定了用于接收编织的预制件(其可以之前已经切割)的向上敞开的壳体,所述可竖直移动的压实工具用于

与成形模具协作以形成当所述预制件放置在壳体中时使所述预制件能被压实的压实组件。

[0011] 压实组件可以限定纵向方向和平行于该纵向方向竖直中间平面。

[0012] 压实工具可以配置为向下朝向成形模具移动。

[0013] 压实工具至少具有根部部分。例如，压实工具可以仅包括根部部分，或它可以包括根部部分和舌部部分两者。在这种情下，根部和舌部部分可以形成单个块，或相反，它们可以彼此分开。当它们为分开的时候，舌部部分本身可以再分为至少三个分开的压实块，包括中心压实块，所述压实块配置为以独立的方式向下朝向成形模具移动。具体地，压实块可以以中心压实块开始以顺序的方式下降。

[0014] 本公开还涉及通过利用压实组件制造用于涡轮发动机的复合叶片的方法，并且它还涉及用于涡轮发动机的复合叶片。

附图说明

[0015] 在阅读参考附图作出的以下描述后，本发明的其它优点和特征显而易见，其中：

[0016] • 图1是在切割之后的示例预制件的透视的总视图；

[0017] • 图2示出了示例制造方法中的制造步骤；

[0018] • 图3和4是在图2的方向III和IV上的剖视图，示出了压实对预制件的两个不同部分的轮廓的影响，使用了本发明的第一实施例中的压实组件；

[0019] • 图5是图1的预制件的局部视图，以放大的方式示出根部和舌部；

[0020] • 图6是类似于图4的剖视图的剖视图，示出了压实组件的另一示例；

[0021] • 图7是图6的压实组件的压实工具的透视图；

[0022] • 图8和9是复合叶片部分的对比示意图，所述叶片以不同方式制造；以及

[0023] • 图10和11示出了如何测量具有两种典型屈曲构造的两个纤维的偏转角度。

具体实施方式

[0024] 在下面参考附图详细地描述实施例。这些实施例示出了本发明的特征和优点。然而，应当想到，本发明不限于这些实施例。

[0025] 在一实施例中，制造方法以在于通过编制制作三维预制件的第一步骤a)开始，编织的预制件包括经纱纱线20a和纬纱纱线20b。这两组纱线包括可以在视觉上与其它纱线区分开并且至少规律地位于预制件的表面处的示踪纱线22。

[0026] 例如，经纱和纬纱纱线可以取自从由碳纤维、玻璃纤维、石英纤维、碳化硅纤维、氧化铝纤维、芳族聚酰胺纤维、芳香聚酰胺纤维组成的组。

[0027] 编制为单件的预制件然后在该方法的第二步骤b)中进行切割。更准确地，编织的预制件通过围绕基于预定的三维夹具的轮廓进行切割，所述预定的三维设计为使得预制件在变形之后匹配最终零件的形状。这种切割可以利用水射流、和/或通过机械装置(剪刀、刀具、锯、…)、和/或通过激光切割来执行。

[0028] 这导致如在图1中示出的切割的预制件10a。可以看见形成叶片的翼型件12和根部14以及舌部13的部分，所述舌部13为翼型件12与根部14之间的过渡部分。具体地，用于三维编织的经纱纱线20a和纬纱纱线20b是碳纤维(黑色)，其中玻璃或凯芙拉纤维(白色)形成示踪纱线22，所述示踪纱线22沿着平行于经纱纱线20a的主纵向方向并且沿着平行于纬纱纱

线20b的横向方向基本上位于预制件的表面处。以此方式,示踪纱线22在黑色的预制件的其余部分上在颜色方面看起来像白色的,并且因此示踪纱线22在很大程度上可见。此外,示踪纱线可通过常规无损检查技术(X-射线断层扫描或超声类型)来检测,以便核实最终零件是否合规。

[0029] 具体地,示踪纱线22在该示例中示为在预定位置处在叶片的两面(所述两面分别形成压力侧壁17和吸收侧壁18)的表面处,以便充当在切割步骤之前以及在如下面解释的处理预制件的其它步骤之前用于定位目的的参考点。

[0030] 在切割步骤期间,设置成保存沿着至少一个参考面16位于预制件的表面处的一系列示踪纱线22,在该示例中使出的所述参考面16是形成前边缘的面。

[0031] 其后,切割的预制件10a在步骤c)期间经受预变形。

[0032] 具体地,在步骤c)期间,所述预变形通过将切割的预制件10a放置在成形模具24(图2)中来执行,所述成形模具24具有在它们之间界定了接收切割的预制件10a的腔(壳体26)的各个部分,并且具有用作用于定位示踪纱线22中的至少一些参考的标记。

[0033] 各种系统可以用于识别和定位切割的预制件10a,尤其是激光投影仪27(参见图2),所述激光投影仪27将光束投影在用于示踪纱线22的理想位置上,使得易于相应地移动对应的示踪纱线22,以便获得预定的定位。

[0034] 替代地或额外地,再现示踪纱线22中的一些或所有的轮廓和/或位置的标记可以被布置在预制件上,以便核实它是否适当地定位。

[0035] 当切割的预制件10a放置在成形模具24中时,切割的预制件10a置于通过绕平行于其主方向的轴线XX'应用旋转(图2中的箭头25a)而使它变形的构造,由此具有绕该轴线扭曲翼型件的效果。

[0036] 在一些实施例中,还可以设置为成形模具24存在可移动部分24a,所述可移动部分24a是可滑动的,意图占据抵靠预制件的根部14的自由端的位置,以便施加对预制件的该部分14赋予期望的变形的应力(图2中的箭头25b),或当正在赋予预制件10b的其它部分变形时,所述可移动部分24a避免了在该部分中的某些类型的变形。

[0037] 应当理解,对于通过使用示踪纱线22作为用于将预制件10a定位在成形模具24中的参考元件来成形切割的预制件10a,可以设想出许多不同的可能性。

[0038] 根据选定的(一个或多个)参考表面,尤其是选自根部、尖端、前边缘16、后边缘19、或任何其它预定区域的表面,将切割的预制件10a放置在成形模具24中的策略同样与之前执行的切割或切割的轮廓相关。

[0039] 将切割的预制件10a放在成形模具24中可以足以给予实现期望的最终形状所需的所有变形。然而,在一些实施例中,也能在多个子步骤处执行步骤c)。

[0040] 其后,粘合剂注射到所述注塑模具内,所述粘合剂包括热固树脂,并且用于浸渍整个预制件以及维持预制件的纱线之间的相对位置;其后,加热注塑模具;以及基本上存在所述叶片的形状和尺寸的复合模制零件然后从模具中取出。

[0041] 在步骤c)之后并且在注射粘合剂之前的步骤d)中,预变形的预制件10b的至少一部分经受预压实,该部分包括根部并且优先地包括根部14和舌部13,预压实应用在预变形的预制件10b的整个宽度上面。这种预压实将某些纤维阻止在期望的位置中,或至少限制到那里可用的移动,由此获得预制件的甚至更靠近期望的最终形状的中间形状。阻挡根部的

纤维并且优选还阻挡舌部的纤维用于确保当制造时纤维在叶片中的更好定位,并且使得能够尤其限制通常在叶片的这些部分观察到的纤维屈曲的现象。反过来,适当地定位纤维使在叶片的根部和舌部中获得良好的机械特性成为可能。这种影响是特别有利的,因为根部和舌部是叶片的在运转时经受最大机械应力的部分。

[0042] 在图2中示意地并且部分地示出的用于该目的的压实工具28可以制作为以便借助于必要的设备对成形模具24做最后修正。压实工具28是(上下)可移动的,并且必须能够升高至大约100℃的温度。

[0043] 在该步骤d)期间,涂覆纱线并且用于促进编织的润滑物质用于阻挡纤维在预压实的部分中的相对位置。

[0044] 其后,预压实的预制件10c被润湿并且然后例如在干燥炉中干燥,以便获得硬化的预制件。这种硬化用于“冻结”在步骤c)期间赋予切割的预制件10a、现新的预变形的预制件10b的成形,并且为了充分地这样做,以使它能随后容易地放置在注塑模具24中而不显著地改变其形状,所述形状对应于上面提到的预变形的形状。

[0045] 如果必要的话,可能的是,为了能够在预压实步骤d)期间施加的热和压力的影响下将编制的碳纤维粘在一起以便避免预变形的预制件10b经受任何随后的尤其在注塑步骤期间的变形的目的,在预制件内部添加尤其环氧类型的增粘剂、例如稀释的树脂。

[0046] 压实工具28具有使它能插入在成形模具24的壳体26中的形状和尺寸,以便将编织的预制件压实到相对于最终零件的最终纤维密度处于中间的纤维密度。例如,想法是利用压实工具28获得具有在35%至55%的范围内的纤维密度的压实的预制件,使得在注塑之后,最终零件具有在50%至65%的范围内的纤维密度。

[0047] 参考图3和4,图3和4是实施例(成形模具24和压实工具28)中的压实组件和示出其根部14(图3)和其舌部13(图4)的预变形的预制件10b的横截面,以便示出预变形如何应用于预变形的预制件10b(虚线)的这些不同部分13和14,以便获得压实的预制件10c(实线)。

[0048] 对于根部14(图3),成形模具24的壳体26具有矩形截面,并且压实工具28具有与壳体26的截面的互补的矩形截面的根部部分28A。

[0049] 对于舌部13(图4),成形模具24的壳体26呈现具有凸形底部26a和朝向壳体26的开口张开的侧面26b的截面。压实工具28呈现具有基本上竖直的侧面28b和面向成形模具24的凸形底部的底部28a的截面的舌部部分28B。该底部28a是凹形的,具有的轮廓呈现比成形模具24的壳体26的底部的凸形轮廓更大的曲率半径。

[0050] 在该实施例中,压实工具28是单件,使得当移动时,它向下移动到成形模具24的壳体26内(或向上移动远离成形模具24的壳体26),由此压缩预变形的预制件10b。

[0051] 为了避免损坏预变形的预制件10b的纤维,并且尤其为了避免夹挤它们,成形模具24和压实工具28的面向壳体的表面不存在任何(突出的或凹入的)锐利边缘,而且由具有通过平滑连接形成的圆角倒圆的角部的面构成。

[0052] 在这种情况下,当压实工具28向下移动并且对压实预制件的舌部13的舌部部分28B(图4)给予考虑时,最初是预变形的预制件10b的侧边缘16a和19a(该边缘将分别形成前边缘16和后边缘19)与在其侧边缘28c和底部28a的位置处与压实工具28接触。其后,逐渐与舌部13的面向压实工具28的整个表面接触,最终与该表面的中心区域(带)接触而结束,该中心区域经过压实组件的中间平面PM。

[0053] 该中间平面PM是竖直的,平行于沿预制件的主方向取向的轴线XX',并且位于在成形模具24的壳体26的侧边缘26b之间的中间并且还在压实工具28的侧边缘28b之间的中间,该中间平面PM不一定是用于压实组件或用于预制件的对称平面。

[0054] 该构造有时会有关于舌部13的预变形的某些缺点:因此,在图5中示出的构造中,由于预变形的预制件10b的侧边缘16a和19a两者都更薄并且还经受比舌部的其余部分更多的弯曲,因此形成预制件的纤维20经受屈曲,这对最终叶片中的良好机械强度会是有利的。

[0055] 切割的预制件10a的经受这种不期望的屈曲的区域在图5中示出在对应于位于翼型件12附近的舌部13的精细边缘的两个位置Z1和Z2中。

[0056] 为了克服上面提到的缺点,在一个实施例中,压实工具可以包括至少三个分开的压实块,包括跨过所述中间平面的中心压实块以及位于所述压实工具的任一侧上的两侧压实块,所述压实块适于以中心压实块开始以独立的方式一个接一个地朝向成形模具下降。

[0057] 以此方式,压实工具可以由至少三个部分组成,并且能够以中心压实块开始在不同时刻下降这些部分,所述中心压实块首先下降,使得压实工具与切割的预制件之间的初始接触经由舌部的面向压实工具的表面的中心区而发生。

[0058] 以此方式,借助于本发明的压实组件,预制件的舌部的侧边缘最后压实,由此使在预压实期间最小化或甚至避免这些薄区域中的纤维屈曲成为可能。

[0059] 具体地,压实工具可以具有奇数数量的分开的压实块,以便形成具有跨过所述中间平面的中心压实块和在中心压实块的任一侧上的完全相同数量的其它压实块的构造。

[0060] 多块压实工具还具有使改变由每一个压实块给予在预制件上的预压实量成为可能的优点,其中这可以通过由预压实产生的中间纤维密度来测量。

[0061] 在某些实施例中,所述压实块一个接一个地朝向成形模具下降,以便用于压实所述预制件的整个宽度,以所述中心压实块开始,接着是邻近之前下降的块的每个压实块,诸如此类直到侧面压实块。

[0062] 在某些实施例中,所述压实工具至少具有根部部分和舌部部分,并且舌部部分具有至少三个分开的压实块。根部部分可以为多个块或单个块。当根部部分为多个块时,它可以再分为至少三个分开的压实块,包括中心压实块。

[0063] 在某些实施例中,所述压实块适于向下朝向成形模具移动,以中心压实块开始,接着是中间平面的一侧上的所有压实块,优选一个接一个地并且一个在另一个之后地,从中心压实块开始并且进行到第一侧压实块,最后是中间平面的另一侧上的所有压实块,优选一个接一个地,从最靠近中心压实块的块开始并且进行到第二侧压实块。

[0064] 在替代可能性中,所述压实块适于以关于中间平面对称的方式向下朝向成形模具移动。

[0065] 在一些实施例中,整个压实工具128再分为至少三个分开的压实块,包括经过压实工具128的中间平面PM的中心压实块128₁,所述压实块布置为以独立的方式向下朝向成形模具24移动,以中心压实块128₁开始。

[0066] 压实工具128可以包括根部14与翼型件12之间的过渡区域、即舌部13,其中这用于控制由在该过渡区域中的压实所赋予的变形的目的。为此目的,压实工具128的舌部部分128B可以在舌部13内上升直到多于50毫米(mm)并且优选在支撑表面14b(参见图1)之上大约70mm的高度。

[0067] 在图6和7的示例中,压实工具128具有分开的根部部分128A和舌部部分128B。根部部分128A和舌部部分128B因此构成压实工具的独立部分。

[0068] 具体地并且如图所示,根部部分128A可以为单个块,而舌部部分128B可以包括至少三个分开的压实块,包括经过压实工具128的中间平面PM的中心压实块128₁,舌部部分128B的所述分开的压实块适于以中心压实块128₁开始朝向成形模具24独立地下降。在该示例中,压实工具128舌部部分128B再分为分布在中间平面PM的两侧上的七个分开的压实块128₁、128₂、128₃、128₄、128₅、128₆和128₇。

[0069] 以此方式,压实工具128的向下移动可以分开。例如,根部部分128A和舌部部分128B可以独立地下降。舌部部分128B可以以经过压实工具128的中间平面PM的中心压实块128₁开始下降(图6中的向下箭头D1和虚线128₁'),接着是位于的中心压实块128₁两侧上的两个压实块128₂和128₃(图6中的向下箭头D2和D3以及虚线128₂'和128₃'),诸如此类一直到位于压实工具128的外侧处的两侧压实块128₆和128₇。

[0070] 在该实施例中,构成根部部分128A的单个根部块的向下移动例如可以在开始下降舌部部分128B的中心压实块128₁之前、或与下降舌部部分128B的中心压实块128₁的开始同时开始,并且它可以以与舌部部分128B的中心压实块128₁的速度相同或不同的速度下降。

[0071] 在另一种可能性中,构成根部部分128A的单个根部块的向下移动可以在开始下降舌部部分128B的中心压实块128₁之前完全执行:这使在将任何操纵应用于预制件的其余部分之前阻挡根部成为可能。

[0072] 该实施例使得能够通过调整根部块128A在其最低位置中施加的力借助于根部块128A的底面的形状并且借助于它所施加的压实量而管理所赋予预变形的预制件10c的根部14的形状,根部块128A在其最低位置中施加的力以独立于由舌部块128B施加的力:该构造使更易于在最终零件中获得支撑表面(根部14的侧面)的满意的压实量。

[0073] 此外,通过在以舌部块128B压实舌部13之前借助于根部块128A将根部14的纤维阻挡在适当位置(或至少通过限制其移动可能性),进一步改善当制造时纤维在叶片中的定位。以独立的方式以中心压实块开始朝向成形模具下降压实块128₁至128₇相关的该方面显著减少了在图5中识别并且对应于位于翼型件12附近的舌部13的精细边缘的区域Z1和Z2中不期望的屈曲现象。图8和9的对比视图示出了该结果。

[0074] 图8的视图示出了具有以粘合剂浸渍的三维编织的预制件的复合叶片,所述粘合剂维持预制件的纤维之间的相对定位。叶片利用在下面描述的方法来制造,以预制件利用在图2中示出的种类的单块压实工具28来预压实开始。在图8中可以看见编织的预制件的外层。在图8中示出的叶片的区域对应于在图5中识别的区域Z1,即沿着前边缘行进并且邻近翼型件12的舌部13的区域。在该Z1区域中,舌部13的边缘是特别精细的。在预制件10的所示出的表面上绘制了若干标记,包括线L1和L2。这些线L1和L2分别沿着编织的预制件10的外层的两个纤维部分F1和F2进行绘制。纤维F1、F2的主方向在图8中是基本上垂直的。示出由两个纤维部分F1和F2局部跟随的路径的线L1和L2是弯曲的,由此图示了纤维F1和F2局部背离其主方向的事实。这种现象称为纤维F1和F2的“屈曲”。屈曲通过测量纤维F1和F2的偏转角度A1来量化。图10和11分别示出针对不同的典型屈曲构造中的两个纤维F如何测量该角度A1。在图8中由线L1和L2示出的屈曲中,纤维F1和F2的偏转角度A1至少为30°。

[0075] 图9是类似于图8的视图的视图,示出了包括以粘合剂浸渍的三维编织的预制件的

复合叶片。叶片利用与用于图8的方法相同的方法来制造,除了预压实预制件10的步骤。在该示例中,预制件10利用在图7中示出的种类的压实工具128来预压实。在图9中可以看见编织的预制件的外层。在图9中示出的叶片的区域对应于在图5中示出的区域Z1。线L3沿着形成预制件10的外层的一部分的纤维F3的一部分进行绘制。可以看出不存在屈曲,或至少可以看出纤维F3和位于区域Z1中的所有相邻纤维存在有限的屈曲。具体地,可以看出在该区域Z1中的纤维的偏转角度A1小于 20° ,并且更特别地小于 5° 。在图5中示出的区域Z2中、即在沿着前边缘行进并且邻近翼型件12的舌部13的区域中作出类似的观察。

[0076] 在某些实施例中,压实工具128还具有至少覆盖压实工具128的所述舌部部分128B的面向成形模具24的整个面的可变形蒙皮130(例如厚硅胶膜)。

[0077] 在图6的示例中,该可变形蒙皮130实际上覆盖压实工具128的全部。

[0078] 在未示出的变体中,该蒙皮仅覆盖压实工具128的舌部部分128B,或仅覆盖压实工具128的所述舌部部分128B的面向成形模具24的部分,或实际上覆盖所述舌部部分128B的所有面。

[0079] 如在图6中可以看见的,借助于这种柔性蒙皮130,能够避免由于蒙皮130的可逆延展和变形(参见蒙皮的变形形状130')而妨碍分开的压实块128₁、128₂、128₃、128₄、128₅、128₆和128₇逐渐向下移动同时避免夹挤预变形的预制件10b的纬纱纱线20或经纱纱线20b。

[0080] 如在图7中示出的并且可选地,压实工具128包括使当预制件放置在成形模具24与压实工具28之间限定的壳体中时能够观察至少一个示踪纱线的位置的至少一个窗口132。例如,该窗口132由透明材料制成的压实工具128的一部分构成,或优选地,它由经过压实工具28的整个厚度的开口构成。该窗口132可以位于邻近根部部分128A的舌部部分128B的区域中,优选在中心压实块128₁中。这种窗口132使得能够尤其核实在窗口中可见的(一个或多个)示踪纱线22(例如在来自支撑表面的出口处的示踪纱线)在压实操作期间适当地定位并且保持适当的定位。

[0081] 在图6中示出的示例中,压实工具128的舌部部分128B再分为七个分开的压实块128₁、128₂、128₃、128₄、128₅、128₆和128₇。

[0082] 压实块128₁、128₂、128₃、128₄、128₅、128₆和128₇因此可以向下移动,以便以不同速度和/或以由压实块施加在预制件上的不同力压实预制件10b,由此导致不同的预压实程度或由各个压实块128₁、128₂、128₃、128₄、128₅、128₆和128₇所赋予的预压实产生的中间纤维厚度。

[0083] 在所示出的示例中,对于舌部部分128B存在七个压实块128₁、128₂、128₃、128₄、128₅、128₆和128₇,然而,更一般地,能够提供至少五个、例如准确地五个,并且不管成为分开的压实块的再分是涉及压实工具128的舌部部分128B和压实工具的根部部分128A形成的(整体)组件还是仅涉及压实工具128的舌部部分128B,这都可以应用。

[0084] 制造复合涡轮发动机叶片的方法可以包括以下步骤:

[0085] a)通过纱线20a、20b、22的三维编织制作预制件10,所述预制件同时包括翼型件12、叶片的根部14和在翼型件12与根部14之间的叶片的舌部13,纱线20包括至少布置在预制件的表面处的可见地可识别的示踪纱线22;

[0086] b)切割所述预制件,同时留下沿着预制件的参考面16设置的完整的一系列示踪纱线22,由此提供适于呈现构成叶片的部分的形状和尺寸的切割的预制件10a;

- [0087] c)使所述切割的预制件10a预变形,由此提供预变形的预制件10b;
- [0088] d)预压实所述预变形的预制件10b,由此提供预压实的预制件10c;
- [0089] e)润湿预压实的预制件10c并且例如在干燥炉中干燥它,由此提供硬化的预制件10;
- [0090] f)提供所述硬化的预制件10放置在其中的注塑模具24;
- [0091] g)将包括热固树脂的粘合剂注射到所述注塑模具内,以便浸渍整个硬化的预变形的预制件10,并且维持硬化的预制件的纱线20a、20b、22之间的相对定位;
- [0092] h)加热所述注塑模具;以及
- [0093] i)从模具中取出基本上具有所述叶片的形状和尺寸的复合模制零件。
- [0094] 在步骤c)期间,所述预变形步骤通过将切割的预制件10a放置在由成形模具24限定的壳体26中来执行,并且在步骤d)期间,所述预变形的预制件10b的所述预压实通过利用与成形模具24协作的可移动预压实工具128来执行,以便形成限定纵向方向和平行于该纵向方向的垂直中间平面PM的压实组件。
- [0095] 在步骤d)期间,压实工具28可以向下朝向成形模具24移动。
- [0096] 当压实工具128包括如在上面描述的多个压实块128₁、128₂、128₃、128₄、128₅、128₆和128₇时,压实工具128在步骤d)期间适于至少压实所述预变形的预制件10b的根部14,以中间开始并且逐渐转到预变形的预制件10b的边缘。
- [0097] 同样,当压实工具128具有如在上面限定的根部部分128A和舌部部分128B时,这些部分128A和128B可以分开地向下朝向成形模具24移动。
- [0098] 因此,借助于这些有利的设置,在压实步骤期间在预制件的根部区域14和舌部区域13中避免了纤维屈曲,如通过上述的图8和9部分地示出的。
- [0099] 在该方法中,在步骤d)期间,所述压实工具128适于以如下方式向下朝向成形模具24移动移动,即所述压实块一个接一个地向下朝向成形模具24移动,以便压实所述预制件10b的整个宽度,以经过中间平面PM的其中心部分开始,接着是逐渐移动远离中间平面PM的、邻近之前部分的每个部分。在步骤d)期间,所述压实工具128可以适于以关于所述中间平面PM对称的方式向下朝向成形模具24移动。
- [0100] 图示出了在整个制造方法期间保持直线的根部14的示例。应当理解,在不超出本发明的范围的情况下,设想当它放置在成形模具24中以任何其它方式扭曲或变形的根部是可能的。
- [0101] 此外,在变体实施例(未示出)中,压实工具128不仅覆盖叶片的根部14和舌部13,而且覆盖叶片的翼型件12的一部分。
- [0102] 同样,在以上描述中,陈述的是压实工具128执行预压实步骤、即步骤d)。然而,替代地使用压实工具128作为注塑模具24的元件并且仅在步骤f)和g)中使用它也是可能的。在另一变体中,不仅在预压实步骤d)中而且在步骤f)和g)中使用相同的压实工具128是可能的。
- [0103] 当在本申请中使用时,动词“包括”应当理解为意味着存在特定特征,但不排除一个或更多个其它特征的存在或添加。
- [0104] 在本公开中描述的实施例或实施方式以非限制性的图示给出,并且根据本公开,本领域技术人员可以很容易地更改这些实施例或实施方式或者可以设想其它实施例或实

施方式,同时保持在本发明的范围内。此外,这些实施例或实施方式的各种特征可以单独或组合使用,本发明不限于在本公开中描述的具体组合。

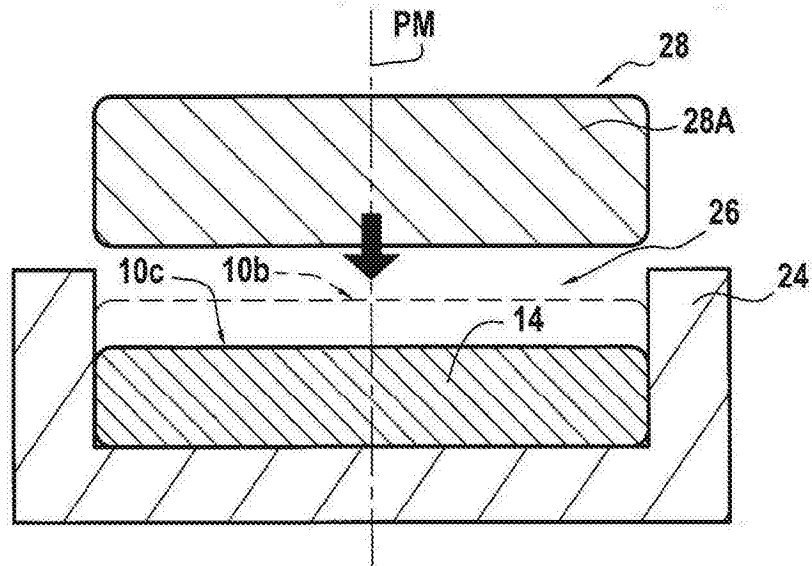


图3

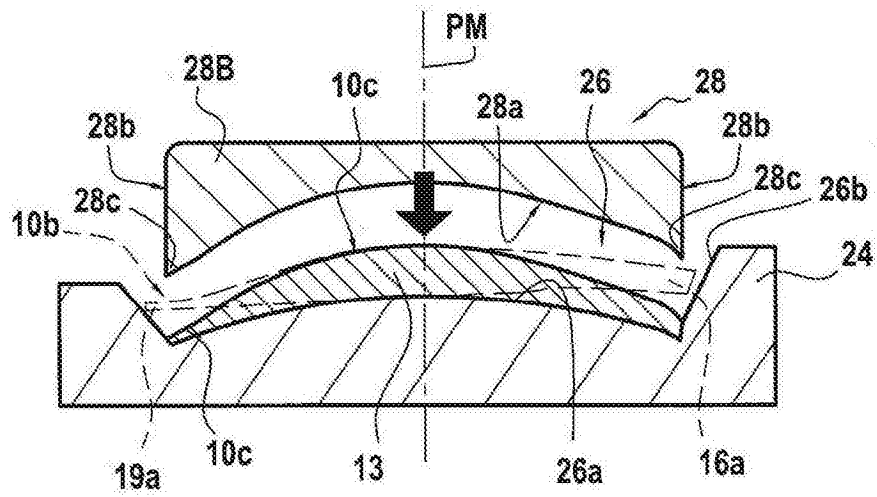


图4

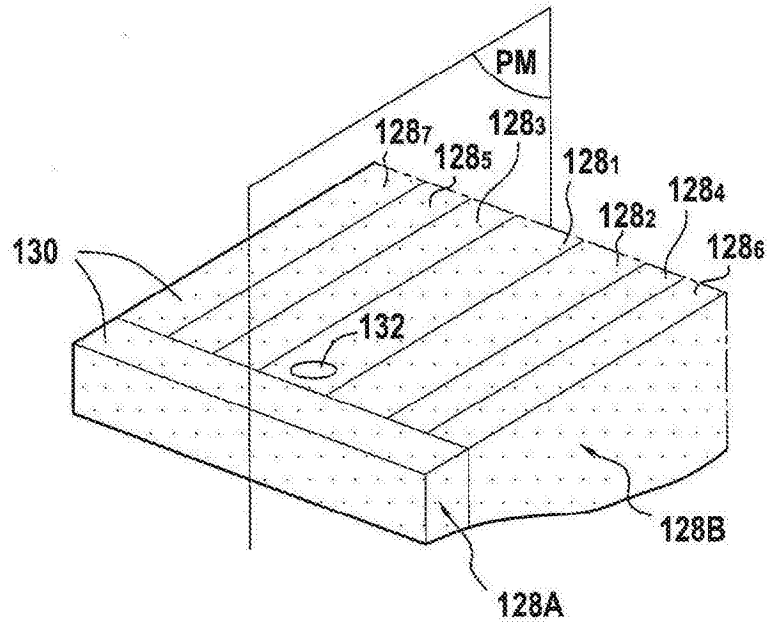


图7

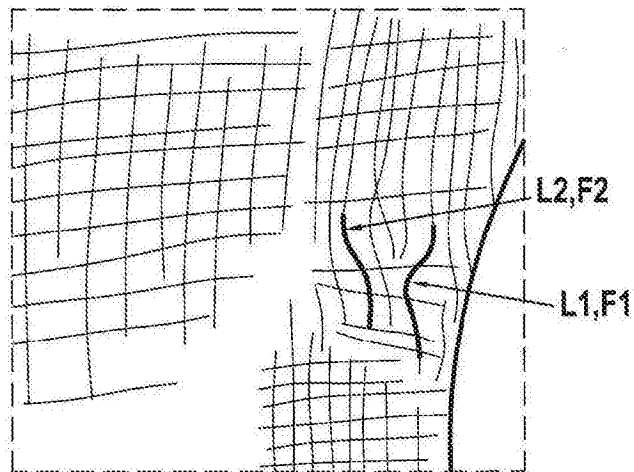


图8

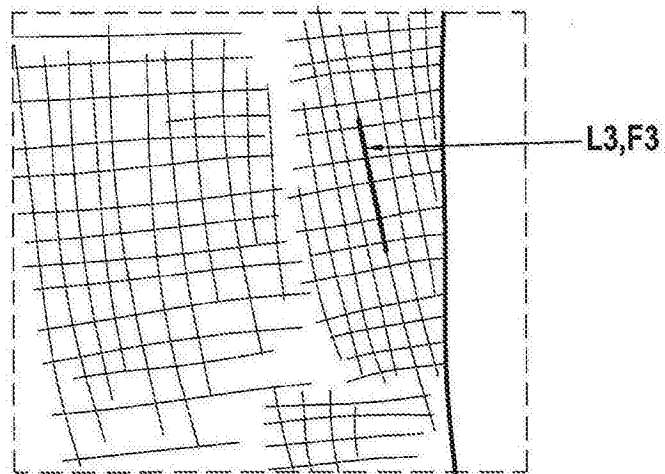


图9



图10



图11