



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103998664 B

(45) 授权公告日 2016. 08. 24

(21) 申请号 201280062067. 7

(22) 申请日 2012. 12. 10

(30) 优先权数据

61/570, 386 2011. 12. 14 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 06. 16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2012/052852 2012. 12. 10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/088039 FR 2013. 06. 20

(73) 专利权人 斯奈克玛

地址 法国巴黎

(72) 发明人 布鲁诺·杰克斯·杰拉德·达米布瑞恩

多米尼克·酷派 乔纳森·戈林

布洛克·吉尔伯特森

吉恩-诺尔·马修

(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 周伟明

(51) Int. Cl.

D03D 25/00(2006. 01)

B29C 70/24(2006. 01)

F01D 5/28(2006. 01)

(56) 对比文件

EP 1526285 A1, 2005. 04. 27,

EP 2354455 A2, 2011. 08. 10,

JP 特开平 9-157993 A, 1997. 06. 17,

CN 201258388 Y, 2009. 06. 17,

CN 1169759 A, 1998. 01. 07,

审查员 杨振威

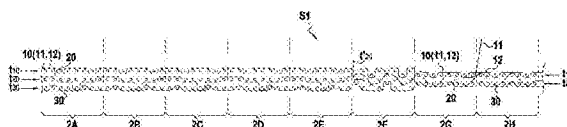
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

具有可变重量纱线的纤维结构

(57) 摘要

本发明涉及一种用于增强复合材料部件的纤维结构 (S1), 所述结构通过在沿着第一方向延伸的多个第一线层 (t10, t20, t30) 与沿着第二方向延伸的多个第二线层 (10, 20, 30) 之间进行多层编织而编织成单件。多个第二线层包括至少一个可变数量的线层 (10), 每个可变数量的线由每个具有确定数量的单一线 (11, 12) 的可分离组件形成。纤维结构 (S1) 包括至少一个具有减小厚度的部分 (2G), 其中可变数量线 (10) 具有少于由在所述减小厚度部分之前所提供的数量。



1. 一种用于增强复合材料部件的纤维结构,所述结构通过沿着第一方向延伸的多个第一纱线层和沿着第二方向延伸的多个第二纱线层之间的多层编织而被编织为单一件,

其中,多个第一纱线层和多个第二纱线层中的至少一个包括至少一个可变重量的纱线层,每个可变重量纱线均由可分离的单独纱线组成,每个单独纱线均具有确定的重量;以及

其中,所述纤维结构包括至少一个厚度减小的部分,在该厚度减小的部分中的可变重量纱线的重量小于在所述厚度减小的部分之前的所述可变重量纱线的重量。

2. 根据权利要求1所述的结构,其中,该可变重量纱线是组装的纱线。

3. 根据权利要求1所述的结构,其中,每个可变重量纱线均由以下单独纱线中的一个组成:

- 每个重24K的两个单独纱线;
- 包括一个重24K的和其他两个每个重12K的三个单独纱线;以及
- 四个每个重12K的纱线。

4. 根据权利要求1所述的结构,其中,在该厚度减小的部分中,所述纤维结构具有三层第一多层纱线和两层第二多层纱线。

5. 根据权利要求1所述的结构,其中,该厚度减小的部分包括至少一个区域,从该区域开始的一层第一或第二多层纱线被中断,所述中断的纱线层此后在该厚度减小的部分中由与所述中断层相邻的一层可变重量纱线的单独纱线所代替。

6. 一种包括由树脂基质增密的纤维增强部的复合材料部件,其中该纤维增强部由根据权利要求1至5中任一项所述的纤维结构形成并由一基质增密。

7. 根据权利要求6所述的部件,其特征在于,它构成一航空引擎的叶片。

8. 根据权利要求7所述的部件,其特征在于,所述纤维结构的厚度减小的部分对应于形成叶片后缘的所述纤维增强部的部分。

9. 一种涡轮螺旋桨发动机,其包括多个根据权利要求8所述的叶片。

10. 一种航空器,其装配有至少一个根据权利要求9所述的涡轮螺旋桨发动机。

11. 一种制造用于增强复合材料部件的纤维结构的方法,所述方法包括通过在沿着第一方向延伸的第一多层纱线和沿着第二方向延伸的第二多层纱线之间进行多层编织来将一纤维结构编织为单一件,

其中,第一和第二多层纱线中的至少一个包括至少一层可变重量的纱线,每个可变重量纱线均由每个具有确定重量的单独纱线的可分离组件组成;以及

其中,所述方法进一步包括在该纤维结构中至少一部分厚度减小的部分的编织过程中减小可变重量纱线的重量。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,在所述纤维结构中的厚度减小的部分的编织过程中,第一或第二多层纱线中的一层中断,所述中断的纱线层此后在该厚度减小的部分中由与所述中断层相邻的一层可变重量纱线的单独纱线所代替。

具有可变重量纱线的纤维结构

技术领域

[0001] 本发明涉及由复合材料制成的部件,并且更特别地涉及制造这种部件的增强纤维结构。

背景技术

[0002] 本发明的特定应用领域涉及制造结构复合材料的部件,即具有由基质增密的纤维增强结构的部件。复合材料使得可以制作具有少于当由金属制成时的相同部件的整体重量的部件。

[0003] 在通过多层编织制造纤维结构以生产用于复合材料部件的纤维增强材料的情况下,如航空发动机的叶片,需要在该结构的编织过程中在经线方向和纬线方向内取出纱线以匹配部件厚度的减小,如在叶片的紧固中或在叶片的后缘,以获得具有叶片的准最终形状和尺寸的纤维预制件(即,这代表其“净形”)。

[0004] 在具有大量纱线层的纤维结构的部分中,抽出纱线对改变纤维的密度几乎没有影响,该密度保持相对稳定。然而,一旦层数显著地降低,例如当仅保留四个或更少纬线层或经线层,那么当纱线层抽出时,纤维密度的变化变得太大。

发明内容

[0005] 因此需要能够带有待制成复合材料部件的准最终形状和尺寸的纤维结构,特别是在厚度减小的其部分中,而在这种部分中具有变化最小的纤维密度。

[0006] 为此,本发明提供一种用于增强复合材料部件的纤维结构,所述结构通过沿着第一方向延伸的第一多层纱线与沿着第二方向延伸的第二多层纱线之间进行多层编织而被编织为单一件,

[0007] 所述结构的特征在于,所述多个第一纱线层与所述多个第二纱线层中的至少一个包括至少一个可变重量的纱线层,每个可变重量纱线由每个具有确定重量的单独纱线的可分离组件组成;以及

[0008] 其中,所述纤维结构包括至少一个减小厚度的部分,在该减小厚度的部分中可变重量纱线具有的重量小于在所述减小厚度部分之前所述可变重量纱线所具有的重量。

[0009] 通过使用可变重量的纱线,可以根据小厚度的结构部分的纱线层数量的减少来调整纱线的重量,从而控制纤维密度的变化,这样使这种变化最小化。组成可变重量纱线的单位纱线可从纤维结构中逐步取出,因此使得可避免纤维密度的任何突然变化,特别是在包括少量纱线层的厚度小的部分中。

[0010] 在本发明的一个特定方面,可变重量纱线的每个单独纱线的重量是所述可变重量纱线重量的除数。

[0011] 在本发明的另一个方面,可变重量纱线选自以下类型的纱线中的至少一个:捻合纱线、合股纱线以及包层纱线。

[0012] 在本发明的又一个方面,每个可变重量纱线具有48K的初始重量,并且它由单独纱

线的以下可分离组件组成：

[0013] • 每个重24K的两个单独纱线；

[0014] • 包括一个重24K的和其他两个各重12K的三个单独纱线；以及

[0015] 以及

[0016] • 每个重12K的四个纱线。

[0017] 根据本发明的特定特征，在减小厚度的部分中，所述纤维结构具有三层第一多层纱线和两层第二多层纱线。

[0018] 根据本发明的另一特定特征，该减小厚度的部分包括至少一个区域，从该区域开始的第一或第二多层纱线中的一层中断，所述中断的纱线层此后在减小厚度部分中由与所述中断层相邻的一层可变重量纱线的单独纱线所代替。

[0019] 本发明还提供了一种包括由基质增密的本发明的纤维结构的复合材料部件。特别地，该部件可构成航空引擎的叶片。

[0020] 本发明还提供了一种装配有本发明的多个叶片的涡轮螺旋桨引擎。

[0021] 本发明还提供了一种装配有本发明的至少一个涡轮螺旋桨发动机的航空器。

附图说明

[0022] 从对作为非限定性例子给出并参照附图的本发明特定实施例的以下描述，本发明的其他特征和优点变得明显，其中：

[0023] 图1是示出在本发明一个实施例中用于制造航空引擎叶片的纤维结构的多层编织的图解视图；

[0024] 图2A至2H示出了在本发明一个实施例中在形成待制造叶片的后缘的图1纤维结构的一部分的纬线区段中的八个连续的编织平面；

[0025] 图3A至3H示出了在本发明另一实施例中在形成待制造叶片的后缘的图1纤维结构的一部分的纬线区段中的八个连续的编织平面；

[0026] 图4A至4H示出了在本发明另一实施例中在形成待制造叶片的后缘的图1纤维结构的一部分的纬线区段中的八个连续的编织平面；

[0027] 图5A至5H示出了在本发明另一实施例中在形成待制造叶片的后缘的图1纤维结构的一部分的纬线方向上的八个连续的编织平面；

[0028] 图6是从图1的纤维结构获得的叶片纤维预制件的图解立体图；以及

[0029] 图7是通过用基质使图6的预制件增密而获得的复合材料叶片的图解立体图。

具体实施方式

[0030] 本发明通常应用于制造适于构成纤维增强部的被称为预制件的纤维结构，用于制造复合材料部件，特别是航空引擎叶片，通过用基质增密纤维结构获得该部件。通常，对于所使用的达到相对较低温度的复合材料（通常达到300℃），基质由树脂制成，或对于热结构复合材料，基质由例如碳或陶瓷的耐火材料制成。

[0031] 图1是用于形成航空引擎叶片的纤维增强材料的纤维结构200的高度图解视图。

[0032] 纤维结构200通过使用提花机类型的织布机以已知的方式进行多层编织来获得，所述提花机类型的织布机具有组织为多层的一捆经纱或股线201，所述经纱或股线201由同

样地被布置为多层的纬纱202互联。

[0033] 纤维结构200以通常沿着对应于待制造叶片的纵向方向的X方向延伸的条带形式被编织。纤维结构具有以根据待制造的叶片的翼型的纵向厚度来确定的一种方式变化的厚度。在形成根部预制件的其部分中,纤维结构200具有额外厚度203,该厚度203根据待制造以及可例如通过使用更大重量的纱线或使用插入件来实施的叶片根部厚度来确定。纤维结构200通过形成叶片柄部的降低厚度部分204延长,在该降低厚度部分204之后是形成叶片翼型的部分205。沿着垂直于方向X的方向,部分205具有厚度在形成叶片前缘的其边缘205a与形成待制造的叶片后缘的其边缘205b之间变化的轮廓。

[0034] 特别地在以下文献中详细地描述了制造用于形成航空引擎叶片的纤维增强件的纤维预制件的例子:US7101154,US7241112以及W02010/061140,其内容通过引用并入本文。

[0035] 在以下描述的例子中,使用缎纹类型编织来制造纤维结构的外表面或“外皮”,而使用如在文献W02006/136755中所描述的互锁类型编织制造该结构的内部,其内容通过引用并入本文。这里使用术语“互锁”是指一种编织,其中每个经纱层使用在编织平面内具有相同运动的给定经线柱中的所有经线互锁多个纬纱层。

[0036] 可特别地,但不仅限于,使用碳或如碳化硅的陶瓷制成的纤维编织本发明的纤维结构。纤维结构中的纤维密度根据在所考虑的结构的位置处出现的纱线的密度局部地确定。纤维结构200被编织成单一件,并且在切断无纺布纱线后,它具有叶片的准最终形状和尺寸(即“净形”)。为此目的,在其中纤维结构的厚度减小的部分中,如定位在该结构的边缘205a与205b之间的部分中,通过在编织过程中逐渐抽出经线层和纬线层来减小预制件的厚度。

[0037] 根据本发明,使用包括至少一些所谓“可变重量”纱线的纱线编织该纤维结构,即由单独纱线的可分离组件组成的纱线,每个纱线均具有确定的重量,所有单独纱线的重量之和组成给出最初重量的可变重量纱线。

[0038] 纱线的重量对应于其尺寸(并根据构成纱线的材料类型,其密度会改变,因此对于给定重量所占据的体积会不同),而且它可以不同方式限定。特别地,它可以以纱线的每单位长度的重量来定义,其通常以tex来表示,对应于1000米纱线的以克为单位的重量,或以对应于10000米纱线的重量(克)的decitex(dtex)来表示。纱线的重量也可以根据组成它的细丝的数量来定义。在这种情况下,纱线的重量用对应于每条纱线中数千细丝的数目的“K”来表示。例如1K纱线具有1000条细丝。其他计量单位也可用于给出纱线的重量,例如表达每克纱线所表示的米数的其公制支数(Nm)。

[0039] 在本发明中,组成可变重量纱线的单独纱线可以不同方式组装在一起。特别地,可变重量纱线可以是通过将多个单独纱线结合而没有明显捻合所产生的组装纱线。

[0040] 当通过抽出纱线层减小纤维结构的厚度以使在这些减小厚度部分的纤维密度的变化最小化时,可变重量纱线的重量有利地减小。当纤维结构减少到四层(纬线或经线)甚至更少时,优选的是减小可变重量纱线的重量。该减小可同样适用于经纱、纬纱或经纱和纬纱。可变重量纱线的重量从其减小的纤维纹理的位置独立于以下位置,在该位置中取出一个纱线层(经线或纬线)以缩小结构。

[0041] 如以下所解释的那样,对于在纱线层中的纱线,可变重量纱线可用于实施从纤维结构逐步的退出。可变重量纱线也可用于代替已经完全地从纤维结构取出的邻近层的纱

线,可变重量纱线的一些单独纱线保存在它们最初所属于的层中以继续编织该层,而另外的单独纱线偏斜以继续编织该结构的被取出的相邻层。

[0042] 以下描述了根据本发明用于构造复合材料叶片中增强部的纤维结构的例子。在所有这些例子中,在提花类型织机上实施编织。

[0043] 例子1

[0044] 图2A至2H示出了通过多层编织获得的纤维结构S1的一部分的八个连续的编织平面,纬纱以截面示出。所示出的纤维结构S1的部分对应于定位在复合材料叶片后缘处的纤维增强部的部分,如图1中纤维结构200的部分205b。图2A至2H示出的八个编织平面对应于在结构S1的编织过程中的八个连续变化阶段。这八个平面不完全地限定结构S1的编织。

[0045] 在图2A至2E中,纤维结构具有三个纬纱层 t_{10} 、 t_{20} 和 t_{30} 。在图2F中,抽出层 t_{20} 的半层以在结构S1中仅留下半层 t'_{20} 。在图2G至2H中,抽出半层 t'_{20} 以在结构S1中仅留下两层 t_{10} 和 t_{30} 。

[0046] 在图2A至2H所示的平面中,使用三个经纱10、20和30来编织纬纱或半个纬线层,使用缎纹类型织物编织经纱10和30以及使用互锁类型织件编织经纱20。经纱20和30是重量为48K的纱线,而经纱10是由两个单独纱线11和12的可分离组件组成的可变重量纱线,每个纱线均具有24K的重量。

[0047] 在图2G中,可变重量纱线10的单独纱线11从结构S1中取出,继续用重24K的另一单独纱线12进行编织。

[0048] 例子2

[0049] 图3A至3H示出了通过多层编织获得的纤维结构S2的一部分的八个连续的编织平面,纬纱以截面示出。所示出的纤维结构S2的部分对应于定位在复合材料叶片后缘处的纤维增强部的部分,如图1中纤维结构200的部分205b。图3A至3H示出的八个编织平面对应于在结构S2的编织过程中的八个连续变化阶段。这八个平面不完全地限定结构S2的编织。

[0050] 在图3A至3D中,纤维结构具有三个纬纱层 t_{40} 、 t_{50} 和 t_{60} 。在图3E中,抽出层 t_{50} 的半层以在结构S2中仅留下半层 t'_{50} 。在图3F至3H中,抽出半层 t'_{50} 以在结构S2中仅留下两层 t_{40} 和 t_{60} 。

[0051] 在图3A至3H所示的平面中,使用三个经纱40、50和60编织纬纱或半个纬纱层,用缎纹类型织物编织经纱40和60以及用互锁型编织件来编织经纱50。经纱40和50是可变重量纱线,每个经纱均包括两个单独纱线41&42以及51&52的各自可分离组件,每个单独纱线重24K。经纱60是重量为48K的纱线。

[0052] 在图3F中,可变重量纱线40的单独纱线41从结构S2中取出,继续使用重24K的另一单独纱线42进行编织。在图3F中,可变重量纱线40的单独纱线41从结构S2中取出,继续用重24K的另一单独纱线42进行编织。在图3G中,可变重量纱线50的单独纱线51从结构S2中取出,继续用重24K的另一单独纱线52进行编织。

[0053] 例子3

[0054] 图4A至4H示出了通过多层编织获得的纤维结构S3的一部分的八个连续的编织平面,纬纱以截面示出。所示出的纤维结构S3的部分对应于定位在复合材料叶片后缘处的纤维增强部的部分,如图1中纤维结构200的部分205b。图4A至4H示出的八个编织平面对应于在结构S3的编织过程中的八个连续变化阶段。这八个平面不完全地限定结构S3的编织。

[0055] 在图4A至4C中,纤维结构具有三个纬纱层 t_{70} 、 t_{80} 和 t_{90} 。在图4D中,抽出层 t_{80} 的半层以在结构S3中仅留下半层 t'_{80} 。在图4F至4H中,抽出半层 t'_{80} 以在结构S3中仅留下两层 t_{70} 和 t_{90} 。

[0056] 在图4A至4H所示的平面中,使用三个经纱70、80和90编织纬线或半个纬纱层,使用缎纹类型织物编织经纱70和90以及使用互锁类型编织件编织经纱80。经纱70、80和90是可变重量纱线,每个纱线均由两个单独纱线71&72、81&82以及91&92的各自可分离组件组成,每个单独纱线重24K。

[0057] 在图4E中,可变重量纱线70的单独纱线71从结构S3中取出,继续使用重24K的另一单独纱线72进行编织。在图4F中,可变重量纱线80的单独纱线81从结构S3中取出,继续使用重24K的另一单独纱线82进行编织。在图4G中,可变重量纱线90的单独纱线91从结构S3中取出,继续使用重24K的另一单独纱线92进行编织。

[0058] 例子4

[0059] 图5A至5H示出了通过多层编织获得的纤维结构S4的一部分的八个连续的编织平面,纬纱以截面示出。所示出的纤维结构S4的部分对应于定位在复合材料叶片后缘处的纤维增强部的部分,如图1中纤维结构200的部分205b。图5A至5H示出的八个编织平面对应于在结构S4的编织过程中的八个连续变化阶段。这八个平面不完全地限定结构S4的编织。在图5A和5B中,纤维结构包括三个纬纱层 t_{100} 、 t_{110} 和 t_{120} 。在图5C中,抽出层 t_{110} 的半层以在结构S4中仅留下半层 t'_{110} 。在图5D至5H中,抽出半层 t'_{110} 以在结构S4中仅留下两层 t_{100} 和 t_{120} 。

[0060] 在图5A至5F所示的平面中,使用三个经纱100、110和120编织纬纱或半个纬纱层,使用缎纹类型编织件编织经纱100和120以及使用互锁型编织件编织经纱110。

[0061] 经纱100是由每个重12K的四个单独纱线101至104的可分离组件组成的可变重量纱线。经纱110和120是由每个重24K的分别两个单独纱线111&112或121&122的可分离组件组成的可变重量纱线。

[0062] 在图5D中,可变重量纱线100的单独纱线101从结构S4中取出,继续使用每个重12K的三个剩余单独纱线102、103和104编织。

[0063] 在图5E中,可变重量纱线110的单独纱线111从结构S4中取出,继续使用重24K的另一单独纱线112编织。

[0064] 在图5F中,可变重量纱线120的单独纱线121从结构S4中取出,继续使用重24K的另一单独纱线122编织。

[0065] 在图5G中,单独纱线112从结构S4中取出,这样不再存在源自可变重量纱线110的任何单独纱线。通过每个重12K的单独纱线103和104继续单独纱线112在芯心内的编织,而通过重12K的单独纱线102继续在外皮内的编织。

[0066] 一旦已经完成纤维结构的编织,切断无纺布纱线,并且特别地已经从纹理中在抽出部件中以表面连续性和以表面不连续性取出的这些。这产生了图6所示的纤维预制件300,该预制件编织成单一件。

[0067] 此后增密纤维预制件300以形成如图7所示复合材料的叶片10。通过在其全部或部分体积中使用构造该基质的材料在预制件的孔中进行填充来对构造待制造部件的纤维增强部的纤维预制件进行增密。可使用液体技术或气体技术(化学气相渗透技术(CVI)),或者确实通过相继地使用这两种技术以已知的方式实施这种增密。

[0068] 该液体技术包括使用包括基质材料前体的液体成分来浸渍预制件。该前体通常采取例如可在溶剂中稀释的高性能环氧树脂等聚合物的形式。预制件放置在适于使用具有最终成型叶片形状的凹口以密封方式封闭的模具中。此后,模具封闭并且基质(例如树脂)的液体前体注入到整个凹槽中,以浸渍该预制件的所有纤维结构。

[0069] 前体转化为基质,即,其通过应用热处理,通常通过在取消任何溶剂并固化聚合物后加热模具而被聚合,预制件继续被保持在具有对应于待制造部件的形状模具中。

[0070] 当形成碳或陶瓷的基质时,该热处理包括热裂解前体以根据所使用的前体和根据热裂解条件将基质转换为碳或陶瓷基质。借助于例子,陶瓷(特别是碳化硅)的液体前体可以是聚碳硅烷(PCS)类型,或聚钛碳硅烷(PTCS)类型,或聚硅氮烷(PSZ)类型的树脂,而碳的液体前体可以是具有相对较高焦炭含量的树脂,例如酚醛树脂。可实施每个从浸渍到热处理的多个连续循环以实现所需的致密度。

[0071] 根据本发明的一个方面,特别是当形成有机基质时,可通过众所周知的树脂转换成型(RTM)方法来增密纤维预制件。在RTM方法中,纤维预制件放置在具有待制造部件外形的模具中。热固性树脂注入到包含纤维预制件的模具的内侧容积中。通常在树脂注入位置和用于排出树脂的孔之间的所述内部空间内形成压力梯度,以控制和优化预制件由树脂浸渍的方式。

[0072] 以已知方式,也可使用基质的化学气相渗透技术(CVI)的气态技术来增密纤维预制件。对应于待制造叶片的纤维增强部的纤维预制件放置在反应气体进入其中的炉内。与特定于导致沉积仅发生在材料表面上的化学气相渗透技术(CVD)方法的压力和温度条件相比,炉内侧存在的压力和温度以及气体的成分以能使气体在预制件的气孔内扩散的方式选择,以通过将固体材料沉积在与纤维接触的材料核心而在其中形成基质,该固体材料是分解气体部件的产物或是在多个部件之间反应的产物。。

[0073] 碳化硅基质可以使用通过MTS的分解给出SiC的甲基三氯硅烷(MTS)而形成,而碳基质可使用例如通过裂化产生碳的甲烷和/或丙烷等的碳氢化合物气体获得。

[0074] 还可以通过结合液体和气体技术以有利于实施、限制成本并限制制造周期数来实施增密,同时还获得满足指定应用的特征。

[0075] 在增密后,获得了如图7所示的复合材料叶片400,所述叶片在由额外厚度203的纤维结构200构成的其底部部分中包括根部403,其通过该结构200的减小厚度部分204所形成的柄部404,以及通过由纤维结构200的部分205所形成的翼型405延伸,并相对于前缘405a和后缘405b之间叶片的纵向方向垂直地延伸。

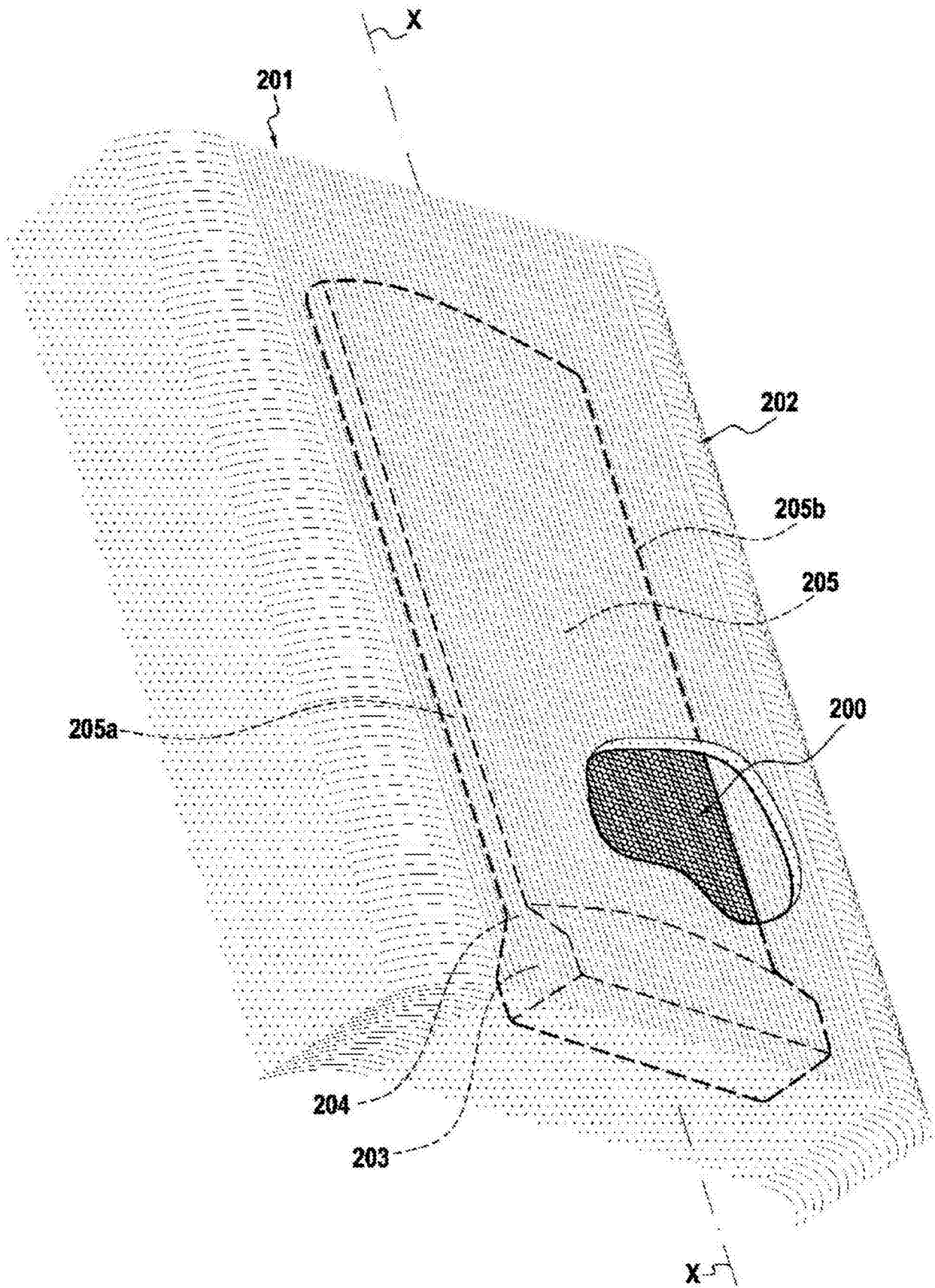


图1

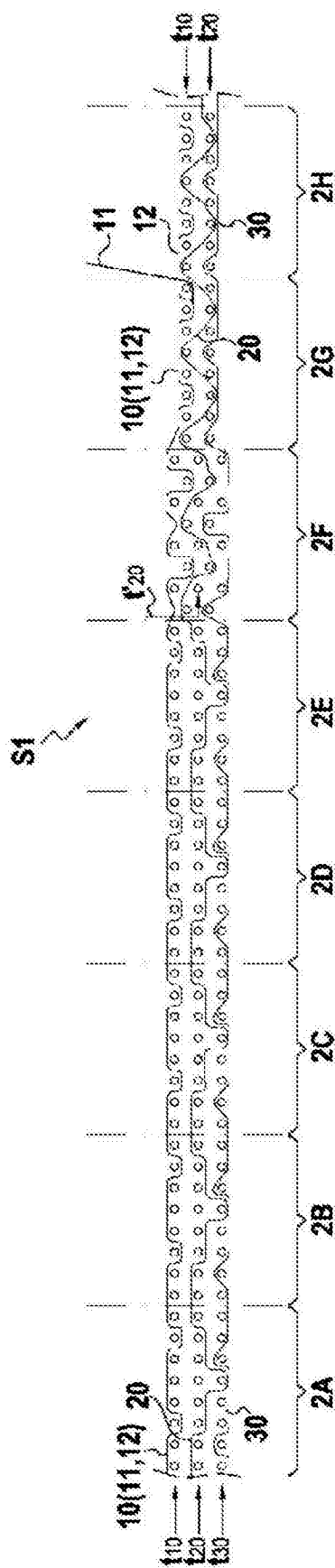


图2

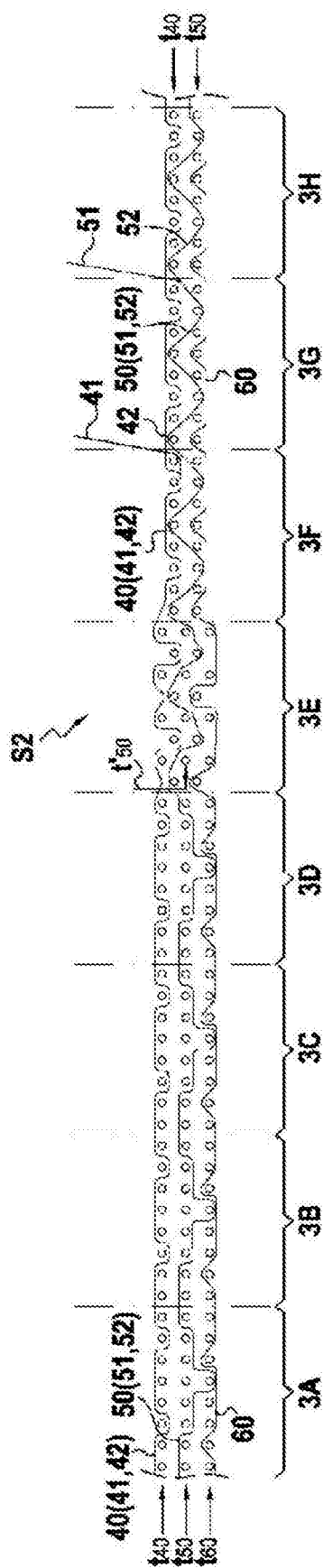


图3

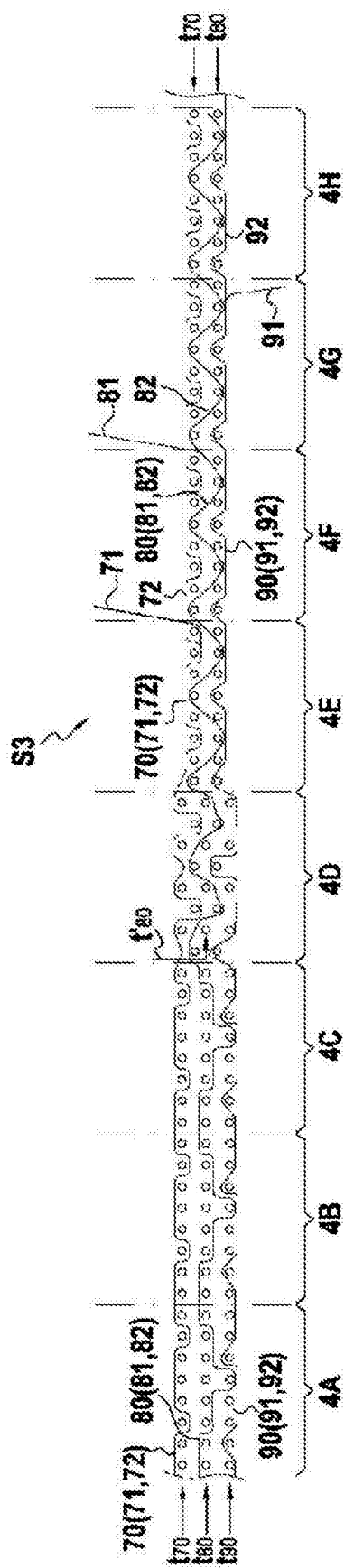


图4

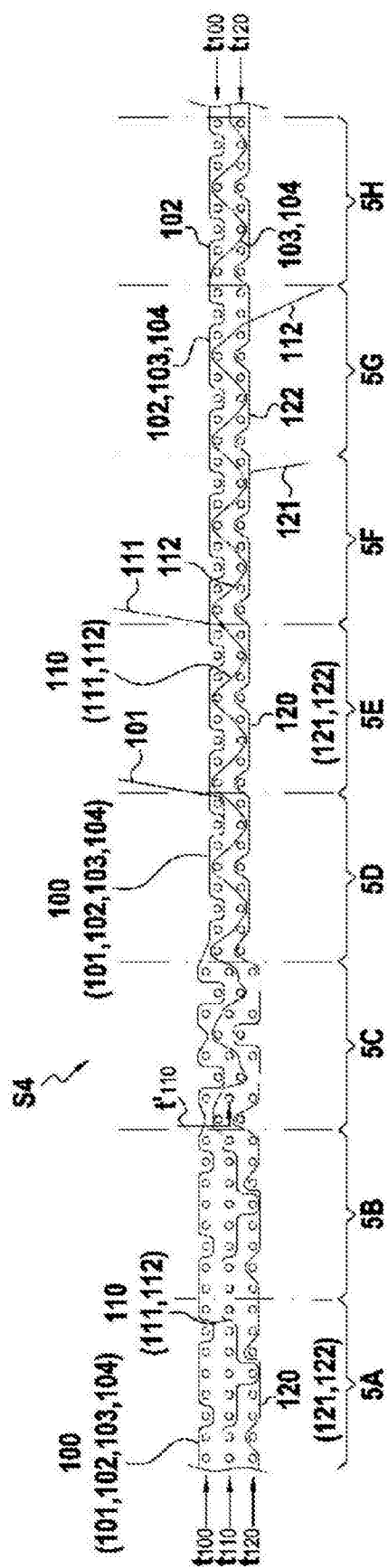


图5

300

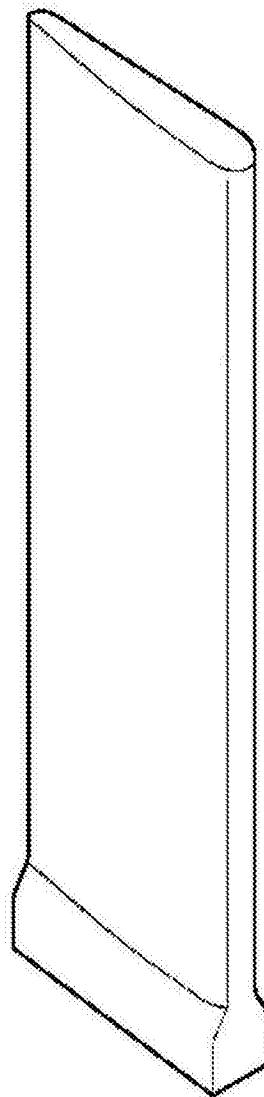


图6

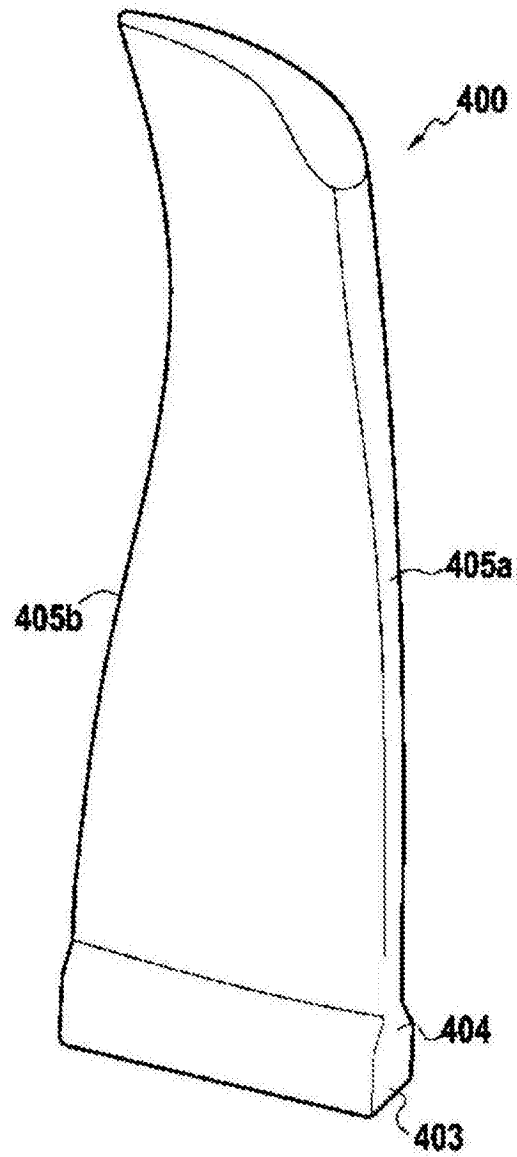


图7