



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103998212 B

(45)授权公告日 2017.07.04

(21)申请号 201280063812.X

(22)申请日 2012.12.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103998212 A

(43)申请公布日 2014.08.20

(30)优先权数据
11195628.0 2011.12.23 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.06.23

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2012/075321 2012.12.13

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/092359 EN 2013.06.27

(73)专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72)发明人 E.格罗夫-尼尔森
J.J.O.克里斯滕森 P.凯贝伦

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 石克虎 林森

(51)Int.Cl.
B29C 70/44(2006.01)
B29L 31/08(2006.01)
B29C 70/54(2006.01)

审查员 章文飞

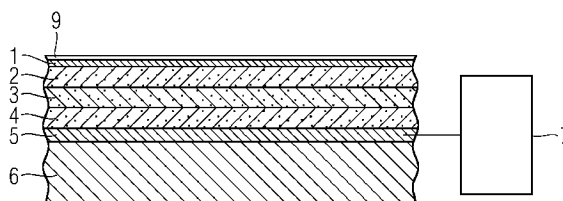
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

使用可降解膜制造复合件的方法

(57)摘要

本发明涉及制造复合件的方法,其包括步骤:将至少一个增强层(2,3,4)铺设到模具(6,6a,6b)内表面上,将可降解膜(1)置于所述至少一个增强层(2,3,4)的最外增强层(2)上,其中所述可降解膜(1)由透气性低于所述至少一个增强层的材料制成,在模具(6,6a,6b)内表面与可降解膜(1)之间施加吸力以将所述至少一个增强层(2,3,4)压向模具(6,6a,6b)内表面,用至少一个真空膜(9)覆盖可降解膜(1),在真空膜(9)与模具(6,6a,6b)之间的区域中生成真空,借助真空将树脂注入这一区域,和使树脂固化,其中所述方法包括通过在真空膜(9)与模具(6,6a,6b)之间的区域中生成真空后和在树脂完全固化前引发膜材料的物理或化学变化而引发可降解膜(1)的降解。



1. 制造复合件的方法,其包括以下步骤:

- 将至少一个增强层(2, 3, 4)铺设到模具(6, 6a, 6b)内表面上,
- 将可降解膜(1)置于所述至少一个增强层(2, 3, 4)的最外增强层(2)上,其中所述可降解膜(1)由透气性低于所述至少一个增强层的材料制成,
- 在模具(6, 6a, 6b)内表面与可降解膜(1)之间施加吸力以将所述至少一个增强层(2, 3, 4)压向模具(6, 6a, 6b)的内表面,
- 用至少一个真空膜(9)至少部分覆盖可降解膜(1),
- 在真空膜(9)与模具(6, 6a, 6b)之间的区域中生成真空,
- 借助真空将树脂注入此区域,和
- 使树脂固化,

其中所述方法包括通过在真空膜(9)与模具(6)之间的区域中生成真空后和在该树脂完全固化前引发膜材料的物理或化学变化而引发可降解膜(1)的降解。

2. 根据权利要求1的方法,

- 其中通过作为气体引入真空中或作为树脂的一部分引入的分解剂引发可降解膜(1)的降解。

3. 根据权利要求1或权利要求2的方法,

- 其中所述树脂包含溶剂,且可降解膜(1)由可溶解到含溶剂的树脂中的材料制成。

4. 根据权利要求1或2的方法,

- 其中所述树脂包含苯乙烯,且可降解膜(1)由包含聚苯乙烯的材料制成。

5. 根据权利要求1或2的方法,

- 其中所述树脂包含稀释剂,且可降解膜(1)包含可溶解在各自的树脂中的材料。

6. 根据权利要求1或2的方法,

- 其中通过将水施加至可降解膜引发可降解膜(1)的降解,且其中可降解膜(1)包含在水中可溶解或可降解的材料。

7. 根据权利要求1或2的方法,

- 其中通过使可降解膜(1)暴露于非溶剂的化学物质引发可降解膜(1)的降解。

8. 根据权利要求1或2的方法,

- 其中通过将可降解膜(1)加热至高于预定温度的温度,引发可降解膜(1)的降解。

9. 根据权利要求1或2的方法,

- 其中通过引发可降解膜(1)的升华,引发可降解膜(1)的降解。

10. 根据权利要求1或2的方法,

- 其中通过改变真空膜(9)与模具(6, 6a, 6b)之间的区域中的真空条件,引发可降解膜(1)的降解。

11. 根据权利要求1或2的方法,

- 其中通过使可降解膜(1)暴露于光或通过分子降解,引发可降解膜(1)的降解。

12. 根据权利要求1或2的方法,

- 其中在将可降解膜(1)置于所述至少一个增强层(2, 3, 4)的最外增强层(2)上时,该可降解膜(1)完全不透气或部分透气。

13. 根据权利要求1或2的方法,

- 其中可降解膜(1)是刚性的、可拉伸的、粘附至载体介质的,和/或直接在最外增强层(2)上或在载体介质上制造。

14. 根据权利要求1或权利要求2的方法,

- 其中所述树脂是不饱和聚酯材料并包含溶剂,且可降解膜(1)由可溶解到含溶剂的树脂中的合成塑料制成。

15. 根据权利要求1或2的方法,

- 其中所述树脂包含丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯,且可降解膜(1)包含可溶解在各自的树脂中的材料。

16. 根据权利要求1或2的方法,

- 其中在将可降解膜(1)置于所述至少一个增强层(2, 3, 4)的最外增强层(2)上时,该可降解膜(1)有孔。

使用可降解膜制造复合件的方法

[0001] 本发明涉及复合件和制造复合件(composite)的方法。

[0002] 现代纤维增强复合件,例如风力涡轮机叶片,通常使用真空辅助树脂传递模塑(Vacuum Assisted Resin Transfer Moulding)制造,这是一种通过在真空下将树脂浸渍到压实增强材料中以制造强韧轻质复合件的方法。大部分增强材料通常是玻璃或碳纤维织造垫。

[0003] 由于模具内面的深凹形状,可能存在纤维垫在铺砌设过程中没有紧贴模具保持就位的危险。

[0004] 在某些情况下,纤维垫可能倾向于呈悬链(像悬挂的锁链)的形状,在模具内表面与纤维垫之间留下空隙(“hovering glass”)而非依循模具的实际曲面。如果将几层纤维垫互相叠加放置,层之间的摩擦可能强到足以阻碍纤维垫在施加真空时压在模具上。

[0005] 在随后模制过程中,模具表面与纤维垫之间的空隙会被树脂填充,其未得到任何纤维材料的增强。因此,该复合件在“hovering glass”区域中的结构特征可能不合期望。

[0006] 此外,如果在施加真空时将玻璃部分或完全压出到该空隙中,这会造成纤维垫的褶皱和折叠,如果在注入树脂前没有展平这些褶皱和折叠,这又会造成机械弱点。

[0007] 在EP 1 310 351 B1中,公开了风力涡轮机叶片的制造方法,其中在模具下部填充玻璃纤维层和芯材如轻木。模芯被真空袋覆盖并与抗剪腹板(shear web)一起置于模具中。然后在模芯上放置更多玻璃纤维和芯材,并将模具上部放置就位。将真空引入真空袋与模具之间的区域,并在真空下注入树脂。

[0008] EP 2 123 431 B1描述了制造风力涡轮机叶片的另一方法,其中组装模具的上部和下部。该方法包括在模具的上部和下部的内表面上都设置真空分配层。各真空分配层连至用于施加抽吸的真空泵。将玻璃纤维垫层置于真空分配层的内表面上并且一个或多个玻璃纤维垫层与芯材(如轻木)层一起添加。

[0009] 在不同层的铺设过程中,借助真空分配层在模具部件的内表面与层之间施加抽吸。

[0010] 在模具的两部分中都已完成铺设后,在模具下部放置带有真空袋和抗剪腹板的模芯。接着,将模具上部围绕其纵轴旋转180度并就位以关闭模具。

[0011] 模具两部分中的所有纤维材料层,特别是与抗剪腹板接触的那些层,都适合层合。因此,抗剪腹板牢固集成在该层合叶片结构中。

[0012] 在玻璃纤维铺设体的边缘附近,各层之间的压力高于其它地方。因此吸力不足以防止这些层在边缘处从模具上剥离。为了弥补这一点,EP 2 123 431 B1建议在模具中在这些纤维垫的最外面上放置一层透气性低于纤维垫的材料。在最外纤维垫上放置可被称作表面纤维材料层的这种层会提高吸力以使所述一个或多个纤维垫保持就位。

[0013] 关于上述表面纤维材料层,存在许多互相冲突的要求。

[0014] 一方面,要求表面纤维材料层具有低透过气性。这倾向于带来特殊的、具有相对较差的树脂润湿性质和低于通常期望的层间剪切强度的纤维垫类型。

[0015] 另一方面,要求表面纤维材料层——其构成该层合件的结构增强材料的一部

分——具有相对传统的类型,即具有良好的树脂润湿性质和相对于任何接合结构元件,如壳体(shells)、梁等的高层间剪切强度。这些要求都倾向于带来相当开放的、相对透气类型的纤维材料层。

[0016] 此外,即使在最外纤维层的相对较低的透气性下,极大空气流量是保持纤维铺设体上的充足压力差所必须的,尤其是在模制大复合件,如风力涡轮机叶片时。

[0017] 因此,本发明的一个目的是提供制造复合件的方法,其中该方法克服上述缺点。本发明的另一目的是提供与本领域中已知的此类复合件相比具有提高的品质的复合件。

[0018] 通过独立权利要求的特征解决这些目的。进一步的扩展是从属权利要求的主题。

[0019] 制造复合件的方法包括以下步骤:将至少一个增强层铺设到模具内表面上,将可降解膜置于所述至少一个增强层的最外增强层上,其中所述可降解膜由透气性低于所述至少一个增强层的材料制成,在模具内表面与可降解膜之间施加吸力以将所述至少一个增强层压向模具内表面,用至少一个真空膜至少部分覆盖可降解膜,在真空膜与模具之间的区域中生成真空,借助真空将树脂注入这一区域,和使树脂固化,其中所述方法包括通过在真空膜与模具之间的区域中生成真空后和在树脂完全固化前引发膜材料的物理或化学变化而引发可降解膜的降解。

[0020] 由此,在润湿增强层,例如纤维垫、芯材或纤维之前和之中,表面层具有足够低的透气性以确保制造过程中的真空固结,所述表面层可以构成最终复合件的一部分并与最终复合件整合而对复合件性质没有显著的负面影响,或其可以部分或完全除去,由此对所得复合件没有影响。该复合件当然可以是层复合件。

[0021] 利用在该方法过程中降解的这种膜,能够自由选择增强材料,例如玻璃纤维,以获得复合结构的不同部分之间的最佳界面,即使它们在制造的某一阶段中,例如在第一制造步骤过程中被该膜隔开。

[0022] 在本发明的一个实施方案中,通过分解剂引发可降解膜的降解。分解剂可作为气体引入真空中。或者,分解剂可以在树脂注入步骤的过程中作为树脂的一部分引入。

[0023] 树脂,例如不饱和聚酯,可包含溶剂,且可降解膜可以由可溶解到含溶剂的树脂中的材料制成。这种膜材料的一个实例是合成塑料。在这种情况下,在树脂注入过程中引发可降解膜的降解,且分解后的可降解膜的组成部分与树脂混合。因此,可降解膜的降解不会不利地影响增强层,例如纤维垫的润湿。

[0024] 树脂可以例如包含苯乙烯,且可降解膜可以由包含聚苯乙烯的材料制成。在这种情况下,确保该膜通过溶解快速降解以及树脂与膜材料之间的相容性。

[0025] 或者,树脂可以包含丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯或稀释剂,且可降解膜可以包含可溶解在各自的树脂中的材料。使用这种树脂与使用包含苯乙烯的树脂相比更环保,因为可以最大限度减少或完全避免VOC(挥发性有机化合物)的含量和/或排放。

[0026] 在本发明的另一实施方案中,通过作为树脂的一部分的水引发可降解膜的降解,且可降解膜包含在水中可溶解或可降解的材料。这种膜方案可用于对水不是非常敏感的所有树脂,并可以使用由可持续材料资源制成的膜材料。

[0027] 在本发明的再一实施方案中,通过使可降解膜暴露在非溶剂的化学物质中引发可降解膜的降解。

[0028] 在本发明的另一实施方案中,通过将可降解膜加热至高于预定温度的温度,引发

可降解膜的降解。可以将可降解膜例如加热至高于膜材料的熔融温度的温度,这会通过熔融使可降解膜降解。

[0029] 在本发明的再一实施方案中,通过使可降解膜升华,引发可降解膜的降解。当使用这种材料时,可以部分或完全除去可降解膜并因此不会影响最终复合件的性质。这种材料也可用于任何类型的树脂。

[0030] 在本发明的再一实施方案中,通过改变真空膜与模具之间的区域中的真空,引发可降解膜的降解。因此,简单地通过控制压力使该膜不可逆地开放以供扩散(open for diffusion)。这种材料也可用于任何类型的树脂。

[0031] 在本发明的又一实施方案中,通过使可降解膜暴露于光,引发可降解膜的降解。

[0032] 在本发明的另一实施方案中,通过分子降解引发可降解膜的降解。在采用这种方法时,该材料降解成小分子单元(例如单体),通过正确选择材料,其可以直接并入复合件中。

[0033] 在本发明的再一实施方案中,在将可降解膜置于所述至少一个增强层的最外增强层上时,该可降解膜不透气或部分透气,例如有孔。部分透气膜使得可降解膜的透气性可控。受控的透气性例如对随后施加的层,例如纤维增强材料、芯材或其它材料的固结是重要的。

[0034] 在本发明的另一实施方案中,该可降解膜的结构是刚性的。或者,该膜可拉伸。此外,该膜可粘附到载体介质。刚性、可拉伸性以及粘附到载体介质上有利于承受在使用过程中,例如铺设和施加真空的过程中施加到可降解膜上的力。

[0035] 使用上述方法制成的复合件包含至少一个增强层,其中所述至少一个增强层包含最外增强层,其在复合件制造过程中至少部分被可降解膜覆盖,其中降解后的可降解膜的组成部分与最外增强层融合或被除去。

[0036] 如果可降解膜与最外增强层融合,该复合件包含降解后的可降解膜的组成部分。

[0037] 在本发明的另一实施方案中,该复合件包含在风力涡轮机叶片中。这种风力涡轮机叶片与本领域中已知的风力涡轮机叶片相比具有提高的品质,因为该复合件本身的品质提高且由于该膜在制造过程中融合到增强层堆叠体中或被除去的事实,在风力涡轮机叶片内连接到该复合件上的任何结构件牢固连接到该复合件上。连接的部件可以单独组装,然后在一个浸注过程中在真空下操作并接合在一起成为一个复合件或层合件,由此避免随后的粘合过程。

[0038] 下面借助实施例更详细描述本发明。

[0039] 附图显示优选构造并且不限制本发明的范围。在附图中对具有相同功能的元件使用相同标号。

[0040] 图1示意性显示增强层、可降解膜和模具的堆叠体的一部分在制造过程中的剖视图。

[0041] 图2示意性显示置于用于制造风力涡轮机叶片的模具中的增强层和可降解膜的剖视图。

[0042] 图3示意性显示移除模具前的最终复合件的一部分的剖视图。

[0043] 如图1中的层堆叠体的一部分所示,制造复合件的方法包括将至少一个增强层2、3、4铺设到模具内表面6上。

[0044] 此外,将可降解膜1放置到所述至少一个增强层2、3、4的最外增强层2上。可降解膜1由透气性低于所述至少一个增强层2、3、4的材料制成。

[0045] 将可降解膜1置于纤维增强层2、3、4的完整堆叠体上以形成空气通路的阻挡,以便真空固结纤维增强层2、3、4的完整堆叠体(其还可包括芯材等)。

[0046] 然后,在模具内表面6与可降解膜1之间施加吸力以将所述至少一个增强层2、3、4压向模具内表面6。可以通过真空泵7施加吸力并可以借助或不借助吸力分布层5分布。

[0047] 如果使用吸力分布层5,这一层位于模具内表面6与所述至少一个增强层2、3、4之间并且其变成最终复合件的组成部分。

[0048] 如果在制造过程中使用真空密封的可降解膜,吸力分布层5例如不是必要的。在使用透气性低于玻璃纤维织物的可降解膜时,吸力分布层5可以是另一类型的增强层2、3、4,例如透气性高于其它增强层2、3、4的玻璃纤维织物。

[0049] 然后,用至少一个真空膜9至少部分覆盖可降解膜1。这意味着在可降解膜1上放置一个或多个真空膜9。

[0050] 在已放置真空膜9后,在真空膜9与模具6之间的区域中生成真空。

[0051] 此后,将树脂注入真空膜9与模具6之间的区域中。在真空下注入树脂。优选借助真空将树脂吸入真空膜9与模具6之间的区域中。

[0052] 最后,将树脂固化,然后移除模具6。

[0053] 该方法包括在真空膜9与模具6之间的区域中生成真空后和在树脂完全固化前引发可降解膜1的降解。

[0054] 通过引发膜材料1的物理或化学变化而引发可降解膜1的降解。

[0055] 这意味着,可降解膜1由可以在复合部件制造过程中的受控阶段,例如在纤维润湿过程中或在层合件固化过程中改变其物理或化学形式以变得可供扩散而不会损害最终产品的质量的材料制成。

[0056] 无论使用哪种方法改变该材料的物理或化学形式,可降解膜1的初始性质都改变。

[0057] 可降解膜1在引发膜1的降解之前可能完全不透气。或者,可降解膜1在降解之前可能部分透气,例如有孔。

[0058] 这意味着,在将可降解膜1置于所述至少一个增强层2、3、4的最外增强层2上时,其可能完全封闭或部分开放以实现受控的透气性。

[0059] 此外,术语“膜”是指薄膜或隔层,“可降解膜”也可以被称作“可分解膜”。

[0060] 可降解膜1暂时构成表面膜,其中可降解膜1的厚度优选低于0.1毫米。这确保该膜快速降解并使最终复合部件中膜材料的量最小化。

[0061] 此外,膜材料应与树脂至少部分相容,以确保降解后的剩余膜材料(如果有的话)与制造法中所用的树脂之间的强界面结合以便不会不利地影响最终复合件性质。

[0062] 在其原始形式下,可降解膜1具有足以承受在使用过程中,例如在铺设和真空加工的过程中施加的力的机械性质。其例如在结构上相当刚性或可拉伸。

[0063] 就用于本发明的制造法的树脂而言,可以使用不同类别的树脂材料——含溶剂的树脂和不含溶剂的树脂。对于各树脂,可以使用不同方法。

[0064] 对于含溶剂的树脂,可以使用由可溶于该树脂的溶剂的材料制成的可降解膜1。通过溶剂作为分解剂引发可降解膜1的降解。

[0065] 可降解膜1可以就这样施加或可以通过合适的粘合剂、热粘合法或缝合法粘附到载体介质,例如玻璃纤维织物上。使用后一方法可以在操作过程中保护该膜。可降解膜1也可以直接在最外增强层2上或直接在载体介质上制造,例如通过涂布最外增强层2或载体介质的表面。由此,封闭所述层2或载体介质的表面以形成可降解膜1。

[0066] 在使用含溶剂的树脂时,可降解膜1保持完好直到将树脂注入适当区域并开始与可降解膜1接触。可降解膜1然后溶解并与树脂混合,之前被该膜隔开的材料,例如玻璃纤维结构的各部分可以合并并形成最终层合件。

[0067] 在本发明的一个实施方案中,树脂包含苯乙烯,且该膜由包含聚苯乙烯聚合物的材料制成。

[0068] 在本发明的另一实施方案中,树脂包含苯乙烯,且可降解膜1由包含聚苯乙烯的材料,例如丙烯腈-丁二烯-苯乙烯聚合物(ABS)、苯乙烯-丙烯腈聚合物(SAN)或苯乙烯-丁二烯橡胶(SBR)制成。

[0069] 代替可溶解在含苯乙烯的树脂中的上述膜1,可降解膜1可包含可溶解在含有其它溶剂(例如在环氧树脂中所用的丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯或稀释剂)的树脂中或甚至可溶解在水中的材料。在这个意义上,溶剂是能够溶解固体或半固体材料的任何材料。这些“非苯乙烯树脂”的使用具有降低对工作条件和环境的影响的优点。

[0070] 此外,对于不含溶剂的树脂,例如环氧树脂或聚氨酯或生物聚合物,可适用其它方法。但是,这些方法也可用于含溶剂的树脂。

[0071] 为了使用不含溶剂的树脂使可降解膜1降解,必须通过另一受控事件引发降解。这可以是例如温度的变化、真空的变化、暴露于非溶剂的化学品、暴露于光或一种或多种这些因素的组合。

[0072] 在本发明的一个实施方案中,可降解膜1由在高真空中,例如在0-50毫巴绝对压力范围中、在室温下或在低于100°C的更高温度下升华的合成塑料制成。由此,“升华”是指膜材料相变成气体。

[0073] 在本发明的另一实施方案中,可降解膜1由在50°C至300°C的温度下,优选在低于100°C的温度下升华的合成材料制成。

[0074] 此外,可降解膜1可以由在升高的温度下,例如在50°C至100°C的温度下熔融并此后溶解和/或吸收到构成最终复合件的一部分的基质塑料中的合成材料制成。

[0075] 如上文提到,可通过真空的变化引发可降解膜1的降解,该真空的变化是指在真空膜与模具之间的区域中的真空条件的变化。这种变化可以例如是可降解膜1上的压力梯度的方向的变化,例如如果该膜上侧的压力最初高于该膜的下侧,将其改变使得下侧的压力高于上侧。在此,下侧是面向模具6或朝向模具6的可降解膜1的那侧,可降解膜1的上侧是与下侧相反的那侧。

[0076] 此外,如上文提到,可通过使可降解膜1暴露于光,例如紫外线(也称作紫外辐射)或红外线下引发可降解膜1的降解。此外,可通过分子降解引发可降解膜1的降解。

[0077] 如图2中所示,制造复合件的方法可用于制造风力涡轮机叶片。为了制造风力涡轮机叶片,模具6可包含下模部分6a和上模部分6b。真空膜9可以是真空袋9,其包住模芯(mould core)8a, 8b。

[0078] 如图2中进一步显示,可以在可降解膜1上放置结构增强部件10(例如为抗剪腹板

10形式),可降解膜1又置于所述至少一个增强层2、3、4上。在制造过程中在可降解膜1降解后,这一结构增强部件10牢固连接到风力涡轮机叶片的复合件上。

[0079] 图3示意性显示包含至少一个增强层2、3、4的复合件的一部分,其中所述至少一个增强层2、3、4包含最外增强层2,其在复合件制造过程中被可降解膜覆盖,其中降解后的可降解膜1的组成部分与最外增强层2融合或被除去。

[0080] 在降解后的可降解膜1在复合件制造过程中与最外增强层2融合时,最终复合件包含降解后的可降解膜1的组成部分。

[0081] 如图3中所示,在该复合件中可任选包含至少一个吸力分布层5以在复合件制造过程中在模具6内表面与可降解膜1之间分布吸力。如果存在,吸力分布层5是最终复合件的组成部分。

[0082] 上述复合件可以包含在风力涡轮机叶片中。在这种情况下,可能与降解后的可降解膜1融合或不含降解后的可降解膜1的最外增强层2位于风力涡轮机叶片的内部。因此,结构增强部件10,如抗剪腹板可牢固连接到该复合件以形成具有增强的结构性质的风力涡轮机叶片。

[0083] 与仅使用通常构成该结构的一部分的普通增强层(如玻璃纤维、碳纤维或类似物)可能实现的相比,在最终复合件制造过程中加入可降解膜1可导致最终复合件的更好品质,因为在整个制造过程中确保增强材料的适当定位。

[0084] 此外,可降解膜1的加入可促进单独复合部件的独立铺设和移动以及在树脂注入之前和之中这些复合部件的接合以形成单一复合部件,而不需要随后的粘合过程,所述粘合过程也会在复合结构中引入弱点。

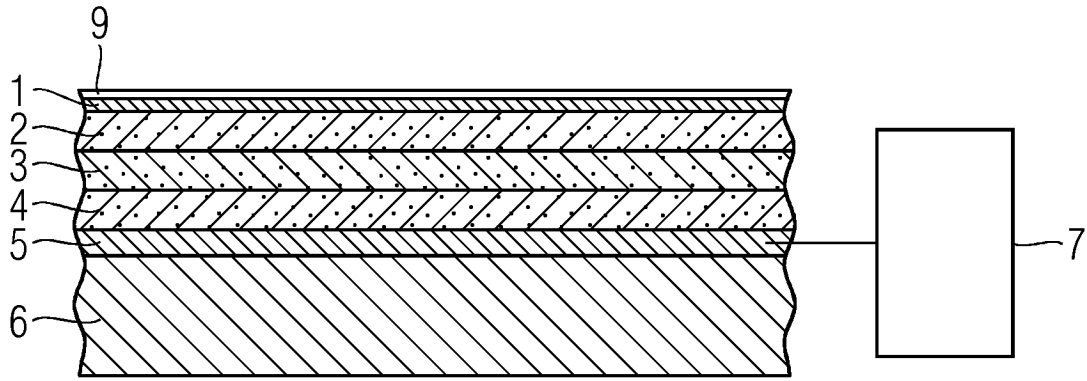


图 1

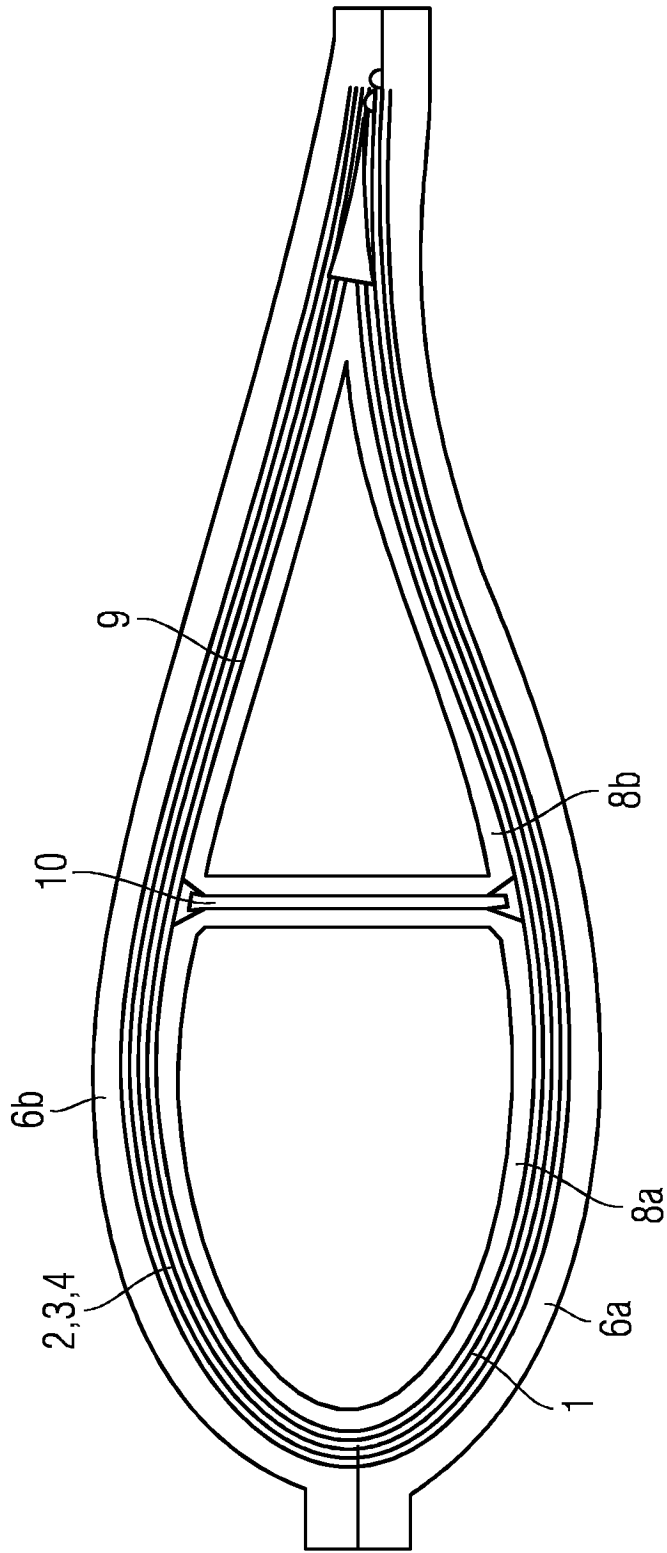


图 2

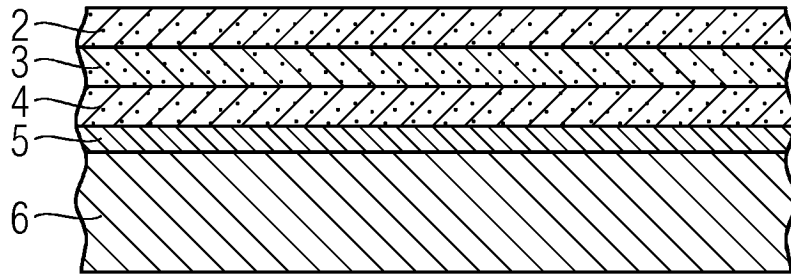


图 3