



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102186657 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 200980131743. X

B29C 33/16(2006. 01)

(22) 申请日 2009. 08. 14

B29C 70/44(2006. 01)

(30) 优先权数据

B29C 70/48(2006. 01)

08014513. 9 2008. 08. 14 EP

B29C 70/88(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

B29C 65/16(2006. 01)

2011. 02. 14

F03D 1/06(2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

(56) 对比文件

PCT/EP2009/060569 2009. 08. 14

US 6221795 B1, 2001. 04. 24, 说明书第 6 栏第 3 段.

(87) PCT国际申请的公布数据

FR 2881371 A1, 2006. 08. 04, 摘要.

W02010/018229 EN 2010. 02. 18

CN 1687586 A, 2005. 10. 26, 说明书发明内容第 5 段及附图 4.

(73) 专利权人 LM 玻璃纤维制品有限公司

CN 101124079 A, 2008. 02. 13, 权利要求 1,

地址 丹麦科灵

说明书具体实施方式第 1 段, 附图 1.

(72) 发明人 P·格拉鲍

审查员 王新艳

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 崔幼平

(51) Int. Cl.

B29C 70/54(2006. 01)

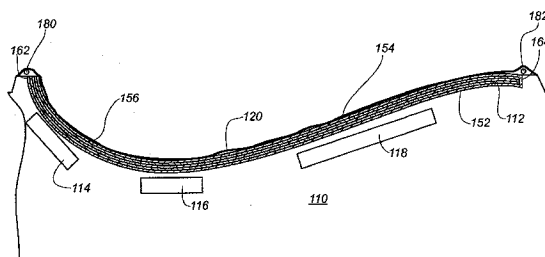
权利要求书1页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

包含可磁化材料的风力涡轮机叶片壳部分的制造方法

(57) 摘要

公开一种包含浸渍固化树脂的纤维材料的风力涡轮机叶片壳部分的制造方法。该方法包括以下步骤:a) 提供具有第一成型表面(112)的第一模具部分(110), 所述第一成型表面带有限定了涡轮机叶片壳部分的至少一部分外表面的轮廓;b) 在第一模具部分中设置纤维材料, 所述纤维材料包括可磁化材料的纤维;c) 在步骤b) 同时或在之后在第一模具部分中提供树脂;和d) 固化所述树脂以成型风力涡轮机叶片壳部分或风力涡轮机叶片(150)。在步骤b) 和/或步骤c) 过程中通过使用磁体装置(114, 116, 118) 保持纤维材料抵靠第一成型表面。本申请也描述了包括磁体装置(114, 116, 118) 的模具部分和风力涡轮机叶片。



1. 一种制造包括纤维增强聚合物材料的风力涡轮机叶片壳部分或风力涡轮机叶片的方法,所述纤维增强聚合物材料包括聚合物基体和嵌入在聚合物基体中的纤维材料,其中该方法包括以下步骤:

a) 提供具有第一成型表面的第一模具部分,所述第一成型表面带有限定涡轮机叶片壳部分或风力涡轮机叶片的至少一部分外表面的轮廓,

b) 在第一模具部分中设置纤维材料,所述纤维材料包括可磁化材料的纤维,纤维材料包括多个纤维层,至少一个外部纤维层包括可磁化材料,外部纤维层是指离第一模具部分的第一成型表面最远的层,

c) 在步骤 b) 之后,在第一模具部分中提供树脂,和

d) 固化所述树脂以形成涡轮机叶片壳部分或风力涡轮机叶片,其中,

磁体装置吸引外部纤维层,从而保持外部纤维层以及所述第一成型表面和外部纤维层之间的任何材料抵靠所述第一成型表面,在步骤 b) 和 / 或步骤 c) 过程中通过使用磁体装置使纤维材料不侵入地保持抵靠第一成型表面。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述方法还包括提供第二模具部分并将第二模具部分抵靠第一模具部分密封以形成模具空腔的步骤。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中模具空腔通过与模具空腔连通的至少一个树脂入口来连接到未固化流体树脂源,并且在步骤 c) 过程中来自未固化树脂源的未固化树脂通过所述至少一个树脂入口供应到模具空腔以使用树脂填充模具空腔。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中与模具空腔连通的至少一个真空出口与模具空腔连接,并且在步骤 c) 之前通过至少一个真空出口将模具空腔抽空。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中包括纤维材料的多个预浸渍元件在步骤 b) 中被插入到第一模具部分或模具空腔中。

6. 根据权利要求 2 所述的方法,其中风力涡轮机叶片壳部分在闭合模具中被制造成一体中空件,所述闭合模具包括:

模芯和设置成包围模芯的外部模具部分,从而在它们之间形成模具空腔,所述外部模具部分至少包括:

第一模具部分,其包括带有轮廓的第一成型表面,所述轮廓限定所述风力涡轮机叶片壳部分的至少一部分外表面,和

第二模具部分,其包括带有轮廓的第二成型表面,所述轮廓限定所述风力涡轮机叶片壳部分的至少一部分外表面,以及其中

所述纤维材料在步骤 b) 中被设置到外部模具部分和 / 或模芯上。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述可磁化材料为金属。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其中纤维材料包括混合垫,所述混合垫包括可磁化第一材料的第一纤维以及非可磁化第二材料的第二纤维。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,其中风力涡轮机叶片壳部分或风力涡轮机叶片还包括芯材。

10. 根据权利要求 7 所述的方法,其中所述可磁化材料为钢。

11. 根据权利要求 9 所述的方法,其中所述芯材为轻木、泡沫聚合物或混凝土。

12. 根据权利要求 8 所述的方法,其中第一材料是钢,而第二材料是玻璃或碳。

包含可磁化材料的风力涡轮机叶片壳部分的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种包含纤维增强聚合物材料的风力涡轮机叶片壳部分或风力涡轮机叶片的制造方法、通过该方法制造的风力涡轮机叶片、以及在该方法中使用的模具部分，其中所述纤维增强聚合物材料包括聚合物基体和嵌入在该聚合物基体中的纤维增强材料。

背景技术

[0002] 真空浸渍或 VARTM(真空辅助树脂传递模塑)是一种通常用于制造复合结构、例如包含纤维增强基体材料的风力涡轮机叶片的方法。在制造过程中，液体聚合物，也称为树脂，填充入预先插入纤维材料的模具空腔中，在模具空腔中产生真空由此引入所述聚合物。所述聚合物可为热固性塑料或热塑性塑料。通常，均匀分布的纤维铺设在第一刚性模具部分中，纤维为粗纱，即纤维带的捆、粗纱或垫的带，所述垫为单独纤维构成的毡垫或由纤维粗纱构成的机织垫。随后将常常由弹性真空袋构成的第二模具部分放置在纤维材料上面，抵靠第一模具部分密封从而形成模具空腔。通过在所述模具部分的内侧与真空袋之间的模具空腔中产生真空，通常为完全真空的 80-95%，所述液体聚合物能够被引入并且填充在其中含有纤维材料的模具空腔。所谓的分配层或分配管，也称为入口通道，在所述真空袋和纤维材料之间使用，以尽可能充分且高效地获得聚合物的分布。在大多数情况下，使用的所述聚合物为聚酯或环氧树脂，以及所述纤维增强最通常基于玻璃纤维或碳纤维。

[0003] 在填充模具的过程中，真空，所述真空就此而论可以理解为欠压或负压，通过模具空腔中的真空出口产生，藉此液体聚合物通过入口通道被引入到模具空腔中而填充所述模具空腔。由于负压，当流动前沿向真空通道运动时，来自入口通道的聚合物在模具空腔中分配到各个方向。因此，优化定位入口通道和真空通道对于获得模具空腔的完全填充是重要的。然而，确保聚合物在整个模具空腔内的完全分配常常是困难的，并且相应的常常会造成所谓的干斑，即纤维材料没有被树脂充分浸渍的地方。因此，干斑是纤维材料没有被浸渍和可能存在气穴的地方，其很难或者不可能通过控制真空压力和入口侧可能的过压来去除。在使用刚性模具部分和真空袋形式的弹性模具部分的真空浸渍技术中，在填充模具的过程之后通过在相应位置穿刺所述袋以及例如采用注射针头将空气抽出的手段可以修复所述干斑。液体聚合物可以任选地注射到相应位置，其同样也可以例如采用注射针头的手段来实施。这是耗时且费力的过程。在大型模具部分的情况下，工作人员必须站在真空袋上。而这是不合适的，当聚合物还没有硬化的时候特别不合适，因为这样可以造成插入的纤维材料变形从而导致结构的局部弱化，其会引发例如压曲效应。

[0004] 通常复合结构包括例如一个或多个纤维增强聚合物层的纤维增强材料覆盖的芯材。芯材可用作这些层之间的间隔层而形成夹层结构，并且芯材通常由刚性、轻质材料制成以减轻复合结构的重量。为了确保所述液体树脂在浸渍过程中的有效分布，芯材可能提供有树脂分布的网络，例如借助于在芯材表面提供通道或凹槽。

[0005] 由于例如风力涡轮机的叶片随着时间进展变得越来越大，现在可能超过 60 米长，制造这些叶片相关的浸渍时间也增加了，因为更多的纤维材料需要被浸渍聚合物。此外，因

为例如叶片的大型壳部件的浸渍需要控制流动前沿来避免干斑,浸渍过程变得更加复杂,所述控制例如可能包括对入口通道和真空通道进行时间相关的控制。这增加了引入或注入聚合物所需要的时间。其结果是聚合物不得不更长时间地保持液态,通常也会导致固化时间的增加。

[0006] 树脂传递模塑 (RTM) 是与 VARTM 相似的一种制造方法。在 RTM 中所述液体树脂不是由于模具空腔中产生的真空而被引入模具空腔中。所述液体树脂代替的是通过入口侧的过压被驱使进入模具空腔。

[0007] 预浸渍成型是用预催化树脂预浸渍增强纤维的一种方法。所述树脂通常在室温下是固态或近固态。预浸料坯通过手工或机器设置到模具表面上、真空袋装、然后加热到所述树脂被允许重新流动和最终固化的温度。该方法主要的优势在于在纤维材料中所述树脂含量被预先准确地设定。所述预浸料坯使用容易且清洁,使自动化和节省劳动力成为可能。预浸料坯的劣势在于材料成本高于非浸渍的纤维。另外,芯材需要由能够承受使所述树脂重新流动所需的加工温度的材料构成。预浸渍成型可以用于 RTM 和 VARTM 工艺中。

[0008] 进而,可能使用外部模具部分和模芯生产整块的中空模制品。例如在 EP1310351 中描述了该方法,所述方法可以很容易与 RTM、VARTM 和预浸渍成型结合起来。

[0009] FR2881371A 描述了一种小型管状复合结构、例如座椅框的制造方法,其直径至多为几厘米。该工艺包括将编织的金属丝和热塑性纤维制成的元件插入到模具空腔中,并通过感应加热金属来熔化热塑性塑料。然后关掉所述加热来允许冷却和固化所述塑料,并随后将所述塑料覆盖的元件移出所述模具。在插入模具时,编织元件的一部分可以通过拉伸或压缩来减小或增加其直径,并且在加热和冷却阶段其可以通过磁场(使用编织磁性材料的电磁体)来保持抵靠模具空腔的壁。替代地,所述编织元件可以由塑料涂覆的金属丝制成。

[0010] 风力涡轮机叶片包括在叶片纵向方向上的多个相对复杂的轮廓或外形。这些年来,常规风力涡轮机叶片的形状已经朝如下设计发展,该设计包括最接近毂的具有基本上是圆形或椭圆形外形的根部区域和最远离毂的带有产生升力的外形的翼型区域。叶片任性地包括在根部区域和翼型区域之间的过渡区域,其中过渡区域的外形在径向上从根部区域的圆形外形逐渐变化到翼型区域的产生升力的外形。通常,翼型区域从最大弦长的位置扩展到叶片的末端部。该位置通常位于从根部开始约 20% 的叶片长度的径向距离处。叶片的吸力侧通常具有凸包络面,而压力侧例如可包括双曲率,即部分凸包络面和部分凹曲率。因此,模具部分需要具有相似复杂的结构。

[0011] 在制造这样的风力涡轮机叶片的过程中,多个纤维层设置在模具部分的成型表面上方。由于成型表面变化的曲率,保持装置,例如夹紧装置,通常用来保持或固定纤维层抵靠模具的成型表面。由于圆形外形,这在叶片的根部区域特别明显。然而,在每次新的纤维层被设置在前一层上时,夹紧装置需要松开。随后,夹紧装置需要重新夹紧来保持纤维层抵靠成型表面。这是繁琐的过程,在最糟的情况下夹紧装置可能破坏纤维层,导致在完成的风力涡轮机叶片中的局部弱化。

发明内容

[0012] 本发明的一个目的在于得到一种通过例如 VARTM 工艺制造风力涡轮机叶片壳部

分或风力涡轮机叶片的新方法,所述方法克服或改进了现有技术的至少一个缺陷或提供一种有用的备选方案。还有一个目的在于提供一种可通过所述新方法得到的新的和改进的风力涡轮机叶片以及该方法中使用的模具。

[0013] 本发明的另一目的在于通过例如 VARTM 工艺获得制造复合结构、例如夹层结构的一种新方法,所述方法克服或改进了现有技术的至少一个缺陷或提供了一种有用的备选方案。还有一个目的在于提供可通过所述新方法获得的新的和改进的复合结构以及该方法中使用的模具。

[0014] 根据第一方面,本发明提供了一种制造包括纤维增强聚合物材料的风力涡轮机叶片的风力涡轮机叶片壳部分的方法,所述纤维增强聚合物材料包括聚合物基体和嵌入在聚合物基体中的纤维材料,其中该方法包括以下步骤:a) 提供具有第一成型表面的第一模具部分,所述第一成型表面带有限定了风力涡轮机叶片壳部分或风力涡轮机叶片的至少一部分外表面的轮廓,b) 在第一模具部分中设置纤维材料,所述纤维材料包括可磁化材料的纤维,c) 在步骤 b) 之后,在第一模具部分中提供树脂,以及 d) 固化所述树脂从而形成风力涡轮机叶片壳部分或风力涡轮机叶片,其中在步骤 b) 和 / 或步骤 c) 中通过使用磁体装置保持纤维材料抵靠所述第一成型表面。

[0015] 根据另一更宽的方面,本发明提供一种制造包括纤维增强聚合物材料的复合结构的方法,所述纤维增强聚合物材料包括聚合物基体和嵌入在聚合物基体中的纤维材料,其中该方法包括以下步骤:a) 提供具有第一成型表面的第一模具部分,所述第一成型表面带有限定了复合结构的至少一部分外表面的轮廓,b) 在第一模具部分中设置纤维材料,所述纤维材料包括可磁化材料的纤维,c) 与步骤 b) 同时和 / 或在其之后在第一模具部分中提供树脂,以及 d) 固化所述树脂从而形成复合结构,其中在步骤 b) 和 / 或步骤 c) 中通过使用磁体装置保持纤维材料抵靠所述第一成型表面。

[0016] 因此,可见本发明的发明构思在于在制造风力涡轮机叶片壳部分或风力涡轮机叶片或另外的大型复合结构的方法中使用磁体装置来保持或固定纤维材料抵靠模具部分的成型表面。所述发明构思适用于人工树脂供给、树脂传递模塑 (RTM)、真空辅助树脂传递模塑 (VARTM),以及非中空和中空模制品的生产。所述磁体装置使以非侵入的方式保持纤维材料抵靠第一成型表面成为可能,因而能够在不损伤纤维以及不会因此导致复合结构中的局部弱化的情况下保持纤维材料。

[0017] 所述特定的复合结构或所述风力涡轮机叶片壳部分优选具有至少 20 米,或至少 30 米,或至少 40 米的长度。进一步,其优选包括宽度至少 1 米,或至少 1.5 米,或至少 2 米的部分。

[0018] 以下描述的是有利的具体实施方式。它们均涉及本发明的第一方面和更宽的方面。

[0019] 所述树脂可以为热固性树脂,例如环氧树脂、乙烯基酯、聚酯。所述树脂也可以为热塑性塑料,例如尼龙、PVC、ABS、聚丙烯或聚乙烯。所述树脂还可以为热固性热塑性塑料,例如环状 PBT 或 PET。

[0020] 然而,根据一特别有利的实施方式,所述树脂包括原位可聚热塑性材料。所述原位可聚热塑性材料有利地可选自由预聚合物构成的组:聚对苯二甲酸丁二酯 (PBT)、聚酰胺 -6 (预聚物为己内酰胺)、聚酰胺 -12 (预聚物为十二内酰胺)、聚酰胺 -6 和聚酰胺 -12

的合金；聚氨酯 (TPU)、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)、聚碳酸酯 (PC)、聚醚醚酮 (PEEK)、聚醚酮 (PEK)、聚醚砜 (PES)、聚苯硫醚 (PPS)、聚萘二甲酸乙二醇酯 (PEN) 和聚萘二甲酸丁二酯 (PBN)、环聚 (1,4-对苯二甲酸丁二酯) (CBT)、和 / 或它们的组合物。

[0021] 原位可聚热塑性材料具有这样的优势,其可在其预聚物状态下被处理以及能够作为液体、粉末或颗粒被处理。相应地,所述材料可被用来预浸渍纤维材料,即预浸料坯。替代地,其可以以粉末形式喷涂在纤维材料上或作为分隔层被设置到模具部分中。

[0022] 原位可聚热塑性材料,例如 CBT,具有被加热到大约 150 摄氏度的温度时获得水一样粘度的优势。从而,能够很快浸渍待成型的非常大型复合结构的纤维材料,并随后以很短的循环时间固化树脂。

[0023] CBT 可用于单组份系统,其中催化剂与树脂预混并通过例如加热来激活催化剂;以及可用于双组份系统,其中所述催化剂和树脂保持分离直到恰在使用之前。

[0024] 在一些情况下,如前所述,引入附加的原位可聚热塑性材料来浸渍全部纤维材料可能是有利的。在这种情况下对预供应的树脂使用单组份系统并且对附加树脂使用双组份系统可以是有利的。

[0025] 词语“可聚热塑性材料”意味着所述材料可以一旦在制造现场就聚合。

[0026] 根据第一个有利的实施方式,该方法进一步包括提供第二模具部分以及将第二模具部分抵靠第一模具部分进行密封以形成模具空腔的步骤。因而,纤维材料和树脂被置于或提供到所述模具空腔中。第一模具部分例如可为刚性模具部分。第二模具部分例如可为真空袋。作为选择,第二模具部分也可为刚性模具部分,其具有带轮廓的第二成型表面,所述轮廓限定复合结构、即风力涡轮机叶片壳部分或风力涡轮机叶片的至少一部分外表面。

[0027] 根据另一个有利的实施方式,模具空腔通过与模具空腔相通的至少一个树脂入口连接到未固化流体树脂源,在步骤 c) 中来自未固化树脂源的未固化的树脂通过至少一个树脂入口供给到模具空腔以用树脂填充模具空腔。该实施方式涉及树脂传递模塑的制造方法,其中通过未固化树脂源与模具空腔之间的压力差将所述树脂供给到模具空腔。

[0028] 根据另外一个有利的实施方式,与模具空腔相通的至少一个真空出口与模具空腔连接,并且在步骤 c) 之前通过所述至少一个真空出口将模具空腔抽空。从而,可以通过在模具空腔中制造真空或欠压来形成压力差以将液体树脂引入模具空腔中。因而,该实施方式涉及真空浸渍或真空辅助树脂模塑 (VARTM)。

[0029] 在本发明的另一个具体实施方式中,在步骤 b) 中多个包括纤维材料的预浸渍元件插入到第一模具部分或模具空腔中。所谓预浸料坯的使用可以结合 RTM 和 VARTM 方法。通常,预浸料坯被加热以使所述树脂液化,允许其重新流动和提供所有纤维材料的均匀的浸渍。所述加热最终允许所述树脂固化。

[0030] 根据本发明的另一个实施方式中,复合结构,即风力涡轮机叶片壳部分在密闭模具中被做成一体中空件,所述闭合模具包括:模芯和设置成包围模芯的外部模具部分从而在它们之间形成模具空腔,外部模具部分至少包括:包含带有限定复合结构的至少一部分外表面的轮廓的第一成型表面的第一模具部分,以及包含带有限定复合结构的至少一部分外表面的轮廓的第二成型表面的第二模具部分,其中在步骤 b) 中纤维材料被设置在外部模具部分和 / 或模芯上。本发明特别适合于这种复合结构,因为第一成型表面和 / 或第二

成型表面的至少一部分通常在制造过程中面朝下,进而需要保持装置来固定纤维材料抵靠成型表面。

[0031] 根据本发明的一个有利的实施方式,闭合模具在步骤 c) 中供给液体树脂到模具空腔之前围绕纵向轴线旋转。通常,第一成型表面和第二成型表面分别对应风力涡轮机叶片的压力侧和吸力侧。在步骤 b) 中,第一模具部分被设置成使得第一成型表面面朝上。在所有材料放置到模具空腔之后,闭合模具可以围绕纵向轴线旋转约 90 度以从树脂入口供应液体,所述入口在该模具位置被设置在闭合模具横截面的低点处,例如在风力涡轮机叶片的后缘或前缘。进而,真空出口可设置在闭合模具横截面的最高点,任选地带有溢出槽来收集不经意地吸进到真空出口中的树脂。

[0032] 根据另一有利的实施方式,可磁化材料是金属,例如钢。也就是说,纤维材料包括钢纤维。同时考虑到浸渍过程和完成的复合结构的强度,发现钢纤维具有有利的性能。

[0033] 在本发明的一个实施方式中,纤维材料包括多个纤维层。根据第一个有利的实施方式,至少一外部纤维层包括可磁化材料。外部纤维层是指离模具部分的成型表面最远的层。因而,磁体装置吸引外部纤维层,从而保持外部纤维层以及成型表面和外部纤维层之间的任何材料抵靠所述成型表面。

[0034] 根据另一个有利的实施方式,纤维材料包括混合垫,其含有第一可磁化材料(例如钢)的第一纤维和例如非可磁化材料(例如玻璃或碳)的第二材料的第二纤维。不同材料的纤维可被例如编织在一起。

[0035] 根据一个替代的实施方式,预固化的增强元件,例如预固化的增强带,在步骤 b) 中设置到第一成型模具部分或模具空腔中。这些元件易于处理并减少注射树脂所必要的时间,因此提供减少整体制造时间的可能。预固化带当然可以与预浸渍材料和非浸渍材料结合使用,使得预固化带成型到复合结构中。

[0036] 所述树脂可以为热固性塑料或热塑性塑料,并且通常使用环氧树脂、聚酯或乙烯基酯系树脂。

[0037] 根据一个优选实施方式,完成的复合结构是长方形(椭圆形)结构,例如风力涡轮机叶片壳部分,并且具有纵向和横向。在根据本发明的一个有利的实施方式中,所述长方形结构包括纵向延伸的包括多个纤维层的增强部段。所述增强部段也称为主叠片。

[0038] 根据再一实施方式,完成的复合结构进一步包括芯材,例如轻木,泡沫聚合物或混凝土。

[0039] 根据第二方面,本发明提供可根据前述方法中任一方法制得的风力涡轮机叶片或风力涡轮机叶片部分。

[0040] 根据第三方面,本发明提供用于制造风力涡轮机叶片壳部分或风力涡轮机叶片的模具部分,其包括成型表面,该成型表面对应通过所述模具部分制造的风力涡轮机叶片壳部分或风力涡轮机叶片的至少外表面,其中模具部分包括设置成能够保持包括可磁化材料的纤维材料抵靠所述成型表面的磁体装置。据此,提供一种模具部分,其使不侵入地保持或固定包括可磁化材料的纤维材料抵靠模具部分的成型表面成为可能。

[0041] 根据第三个更宽的方面,本发明提供一种模具部分,其用于制造复合结构、优选具有至少 20 米的长度,其包括与通过所述模具部分制造的复合结构的至少外表面相对应的成型表面,其中该模具部分包括设置成能够保持包括可磁化材料的纤维材料抵靠成型表面

的磁体装置。据此,提供了模具部分,其使不侵入地保持或固定包括可磁化材料的纤维材料抵靠模具部分的成型表面成为可能。

[0042] 根据一个有利的实施方式,该磁体装置包括多个电磁体。从而提供了特别简单的实施方式,其中能够产生强的磁力。进而,若纤维材料需要重新设置时,电磁体使关掉磁吸引力成为可能。替代地,在模具部分中纤维材料的准备过程中,电磁体可被相继地启动或关掉,从而可以为在模具空腔中准备纤维层提供了便利。

附图说明

[0043] 以下参照附图详细解释本发明,附图中:

[0044] 图 1 显示带有设置在模具部分中的纤维材料的模具部分的第一实施方式的示意横截面;

[0045] 图 2 显示带有设置在模具部分中的纤维材料的模具部分的第二实施方式的示意横截面;

[0046] 图 3 显示带有设置在模具部分中的纤维材料的模具部分的第三实施方式的示意横截面;

[0047] 图 4 显示带有设置在模具部分中的纤维材料的模具部分的第四实施方式的示意横截面;以及

[0048] 图 5 显示在浸渍过程中第四实施方式的示意横截面;

具体实施方式

[0049] 图 1 显示了在 VARTM 方法中使用的第一模具部分 110 的横截面图。第一模具部分 110 具有面向上的成型表面 112 和抵靠第一模具部分 110 密封的真空袋 120,因而在第一模具部分 110 和真空袋 120 之间形成模具空腔。多个纤维层 152、154、156 放置在模具空腔中,这些纤维层被包括在含有前缘 162 和后缘 164 的完成的风力涡轮机叶片壳部分中。纤维层包括可磁化材料的纤维,例如金属纤维且优选的钢纤维。纤维层可以只包括钢纤维。替代地,可以使用包括钢纤维和例如玻璃纤维或碳纤维的混合纤维垫。内层任选地涂覆有凝胶层,其限定了所述壳部分的外部表面。

[0050] VARTM 方法的设置包括多个真空出口,所述真空出口最初在抽空过程中对模具空腔进行抽空,以及随后在浸渍过程中引入从多个树脂入口通道供应的液体树脂。在所述的实施方式中,树脂入口 180 设置在第一模具部分 110 的第一边缘,即完成的风力涡轮机叶片壳部分的前缘 162;以及真空出口 182 设置在所述第一模具部分 110 的第二边缘,即完成的风力涡轮机叶片壳部分的后缘 164。树脂入口 180 和真空出口的所述特定设置仅仅表示一个例子,许多变形也是可能的。

[0051] 第一模具部分 110 包括多个电磁体 114、116、118 形式的磁体装置。所述磁体装置可以沿成型表面 112 设置成单个电磁体,或者可以包括如图所示的多个电磁体 114、116、118。所述电磁体可用于在将纤维层 152、154、156 设置在模具空腔中的过程中和/或抽空过程中和/或接下来的浸渍过程中保持或固定纤维层 152、154、156 抵靠所述成型表面 112。

[0052] 图 2 显示了在 VARTM 方法中使用的第一模具 210 的第二实施方式的横截面图。成型部分 210 包括在成型表面 212 和真空袋 220 之间形成的模具空腔,和在模具空腔中放置

有包括在完成的风力涡轮机叶片壳部分中的多个纤维层、芯部分和增强部段。叶片壳部分包括：一个或多个浸渍树脂和任选地涂覆凝胶层的下部纤维层 252，其限定了所述壳部分的外部表面；以及，一个或多个浸渍树脂的上部纤维层 254，其限定了所述壳部分的内部表面。上部纤维层 254 和下部纤维层 252 被包括多个浸渍树脂的纤维层的纤维插入件或主叠片 270、第一芯部分 266 和第二芯部分 268 以及在壳部分的后缘 264 处的第一纤维增强件 274 和在壳部分的前缘 262 处的第二纤维增强件 272 分隔开来。

[0053] VARTM 方法的设置包括多个真空出口和多个树脂入口通道。在所述实施方式中，树脂入口 280 设置在第一模具部分 210 的第一边缘，即风力涡轮机叶片壳部分的前缘 262，并且真空出口 282 设置在第一模具部分 210 的第二边缘，即风力涡轮机叶片壳部分的后缘 264。所述树脂入口 280 和真空出口 282 的特定设置仅仅表示一个例子，许多变形也是可能的。

[0054] 与第一实施方式相似，第一模具部分 210 包括多个电磁体 214、216、218 形式的磁体装置。所述磁体装置可以沿成型表面 212 形成为单个电磁体或者可以包括如图所示的多个电磁体 214、216、218。所述电磁体可用于在将纤维层 252、254、256 设置在模具空腔中的过程中和 / 或抽空过程中和 / 或接下来的浸渍过程中保持或固定纤维层 252、254、256 抵靠成型表面 212。

[0055] 图 3 显示了在 VARTM 方法中使用的第一模具部分 310 的第三实施方式的横截面图，其中相似的数字对应附图 1 显示的相似的部分。因而只描述实施方式之间的不同之处。在该实施方式中，多个预浸料坯 392 和 / 或包括纤维材料的预固化元件设置在多个外部纤维层 354 和多个内部纤维层 352 之间，所述内部纤维层任选地涂覆凝胶层，其限定了所述叶片壳部分的外部表面。所述预浸料坯预浸渍树脂，以及模具空腔被加热到一定温度，在该温度允许树脂重新流动因而填充模具空腔和设置在其中的纤维材料。所述加热最终允许树脂固化。

[0056] 图 4 显示了在 VARTM 方法中使用的模具的第四实施方式的横截面图，其中相似的数字对应附图 1 显示的相似的部分。该图显示了将风力涡轮机叶片制造成单个中空件（此处以圆形根部截面的横截面描述）而不是制造成两个分离的壳部分且随后再将它们粘结起来的实施方式。所述风力涡轮机叶片在闭合模具中被制造，该闭合模具包括模芯 430 和设置成包围模芯 430 的第一模具部分 410 和第二模具部分 420，因而在它们之间形成模具空腔。第一模具部分 410 包括带有限定风力涡轮机叶片外表面的一部分的第一轮廓的第一成型表面 412，第二模具部分 420 包括带有限定风力涡轮机叶片外表面的另一部分的第二轮廓的第二成型表面 422。模芯 430 包括：外部柔性芯部分 432，其限定了风力涡轮机叶片的内部表面；以及，内部的刚性或可加工的芯部分 434。多个纤维层 452、454、456 设置在外部模具部分 410、420 和模芯 430 之间的模具空腔中。

[0057] 第一模具部分 410 包括多个电磁体 414、416、418 来保持纤维层 452、454、456 抵靠第一成型表面 412，第二模具部分 420 包括多个电磁体 444、446、448 来保持纤维层 452、454、456 抵靠第二成型表面 422。因此在铺设纤维层的过程和在接下来的抽空和浸渍过程中可以固定纤维层抵靠成型表面。在所有材料放置在模具空腔中之后，如图 5 所示，闭合模具可以围绕纵向轴线旋转约 90 度来从连接至未固化树脂源的树脂入口 480 供应液体，并且采用闭合模具横截面中的低点。进一步，连接到真空源 496（例如真空泵）的真空出口 482

可被设置到闭合模具横截面的最高点,任选地带有溢出槽 498 来收集已经被吸入到真空出口 482 中的树脂。通过调节从树脂入口 480 供应树脂的量,使控制液体树脂 499 的流动前沿来保持注射树脂和重力之间的平衡成为可能,因此避免了在风力涡轮机叶片内气穴的形成。

[0058] 已经参照有利实施方式描述了本发明。然而本发明的范围并不局限于所示的实施方式,可以在不偏离本发明范围的情况下做出变更或修改。

[0059] 附图标记列表

[0060]	110, 210, 310, 410	第一模具部分
[0061]	112, 212, 312, 412	成型表面
[0062]	114, 214, 314, 414	磁体装置 / 电磁体
[0063]	116, 216, 316, 416	磁体装置 / 电磁体
[0064]	118, 218, 318, 418	磁体装置 / 电磁体
[0065]	120, 220, 320, 420	第二模具部分 / 真空袋
[0066]	422	第二成型表面
[0067]	430	模芯
[0068]	432	外部的柔性芯部分
[0069]	434	内部的刚性或可加工芯部分
[0070]	444, 446, 448	磁体装置 / 电磁体
[0071]	150, 250, 350, 450	复合结构 / 风力涡轮机壳部分
[0072]	152, 252, 352, 452	纤维层
[0073]	154, 254, 354, 454	纤维层
[0074]	156, 456	纤维层
[0075]	162, 262, 362, 462	前缘
[0076]	164, 264, 364, 464	后缘
[0077]	266	第一芯部分
[0078]	268	第二芯部分
[0079]	270	增强部段 / 主叠片 / 纤维插入件
[0080]	272	第一纤维增强件
[0081]	274	第二纤维增强件
[0082]	180, 280, 380, 480	树脂入口
[0083]	182, 282, 382, 482	真空出口
[0084]	392	预浸料坯
[0085]	494	未固化树脂源
[0086]	496	真空源
[0087]	498	溢出槽
[0088]	499	流动前沿

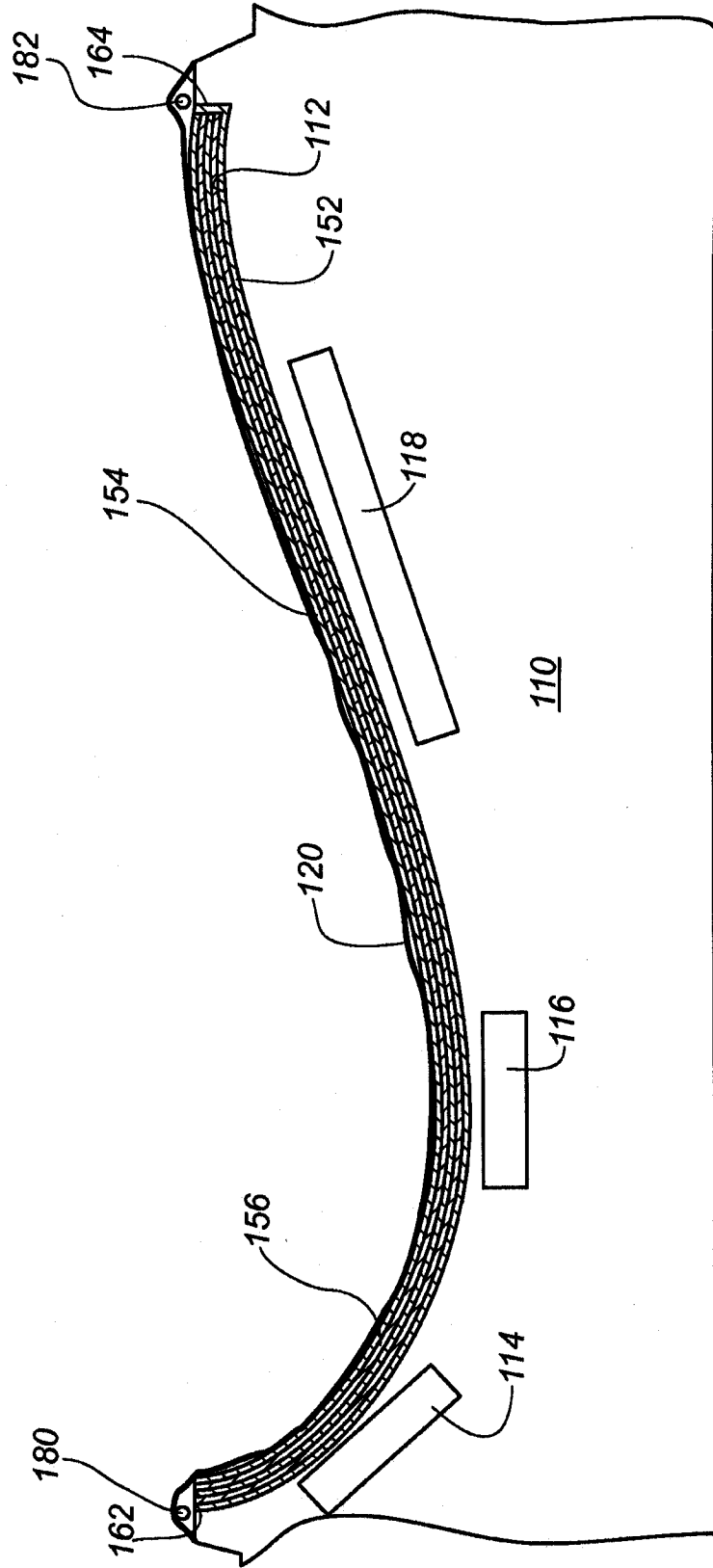


图 1

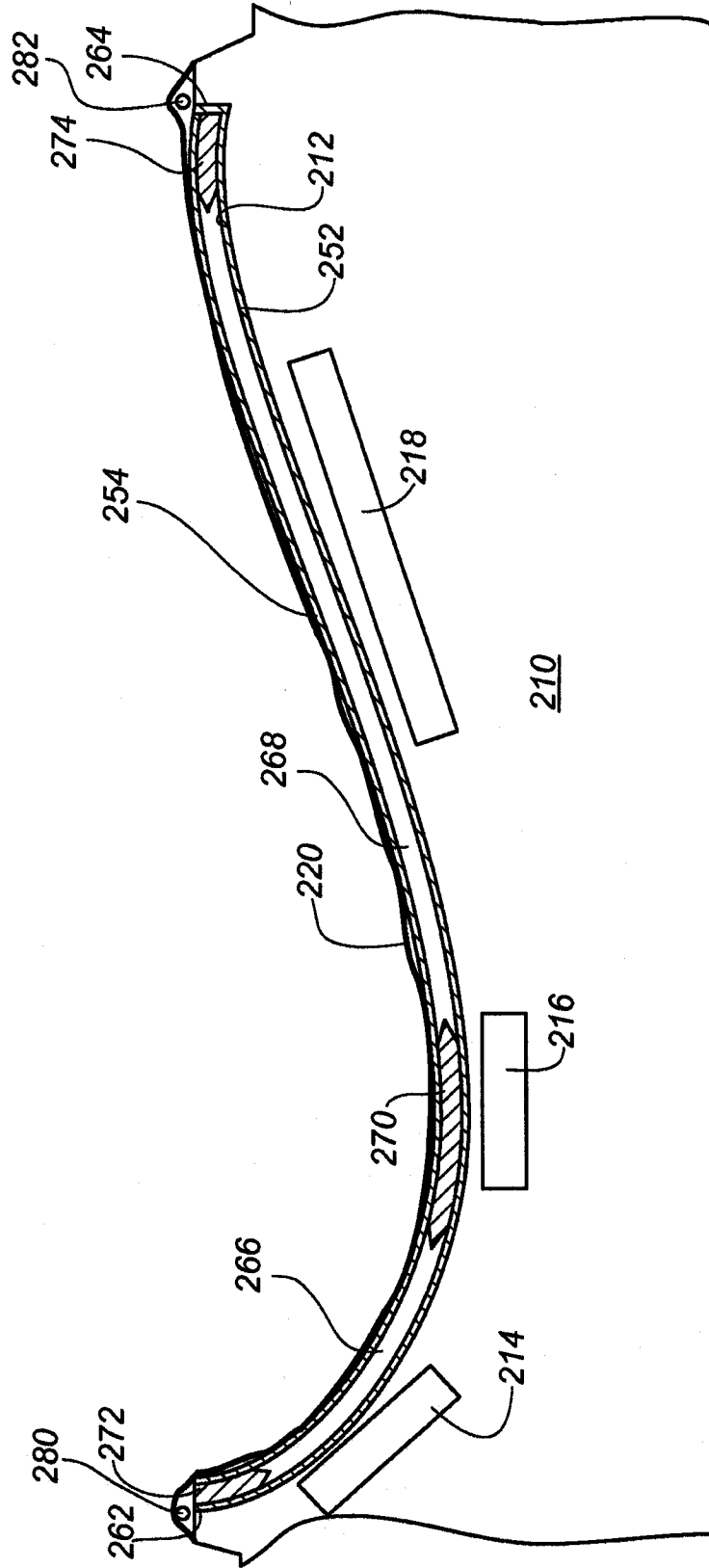


图 2

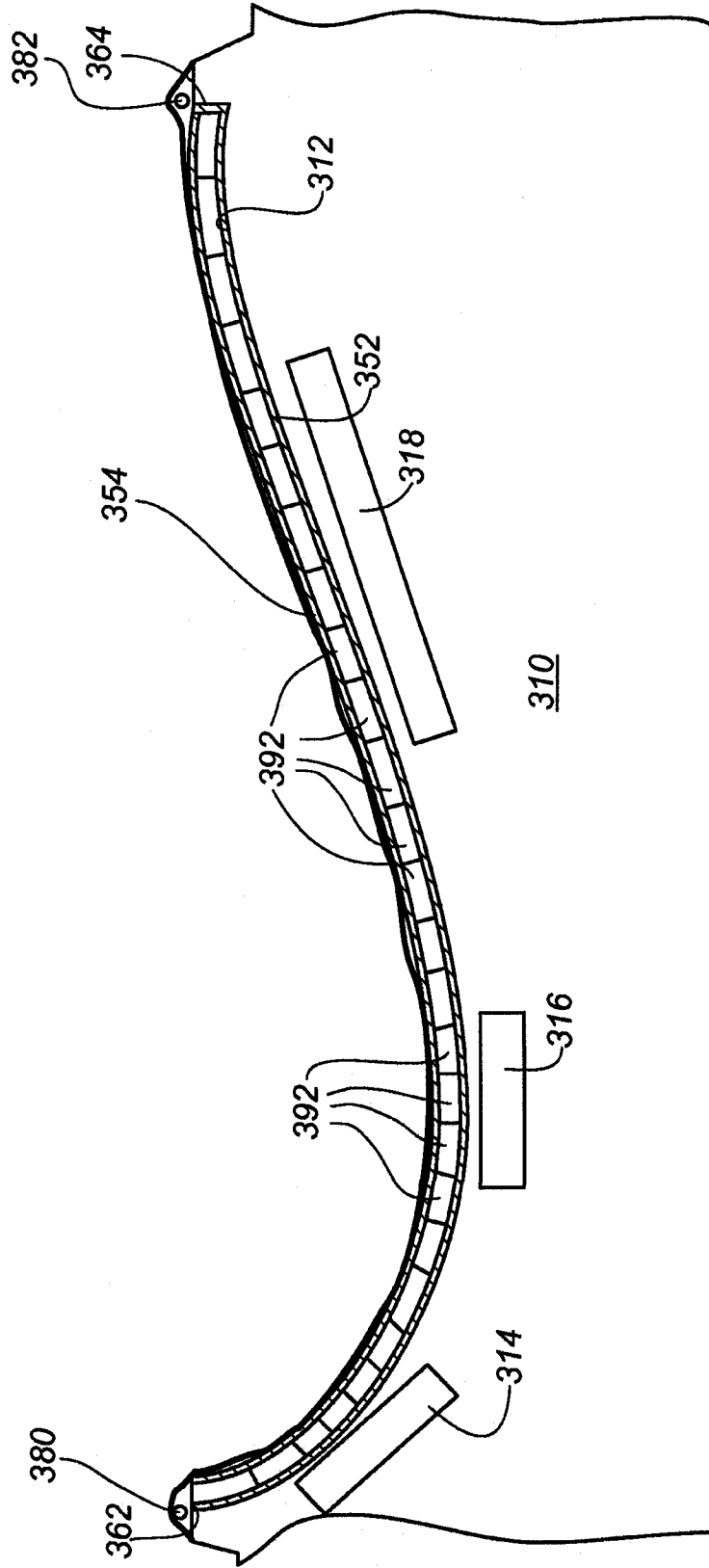


图 3

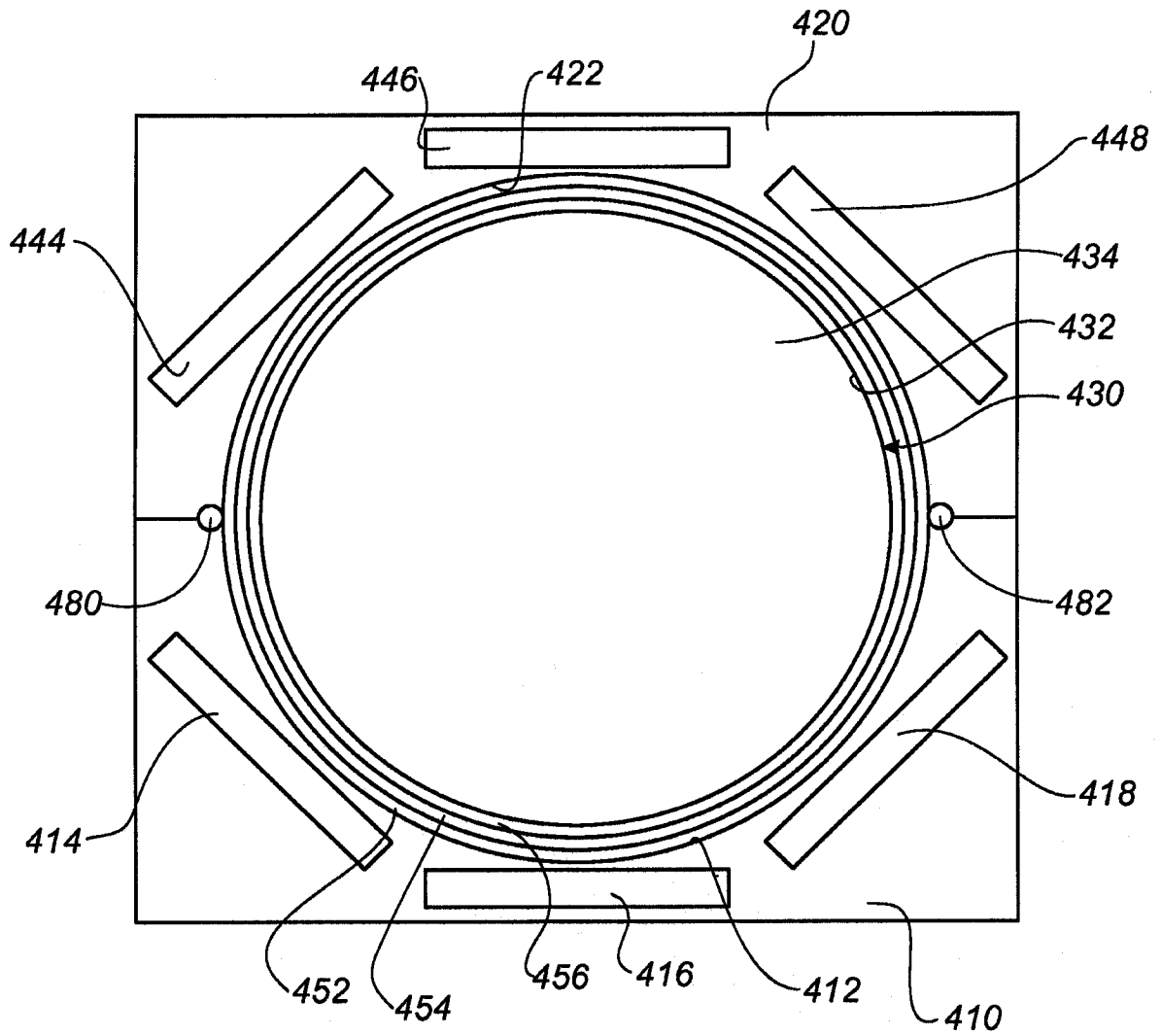


图 4

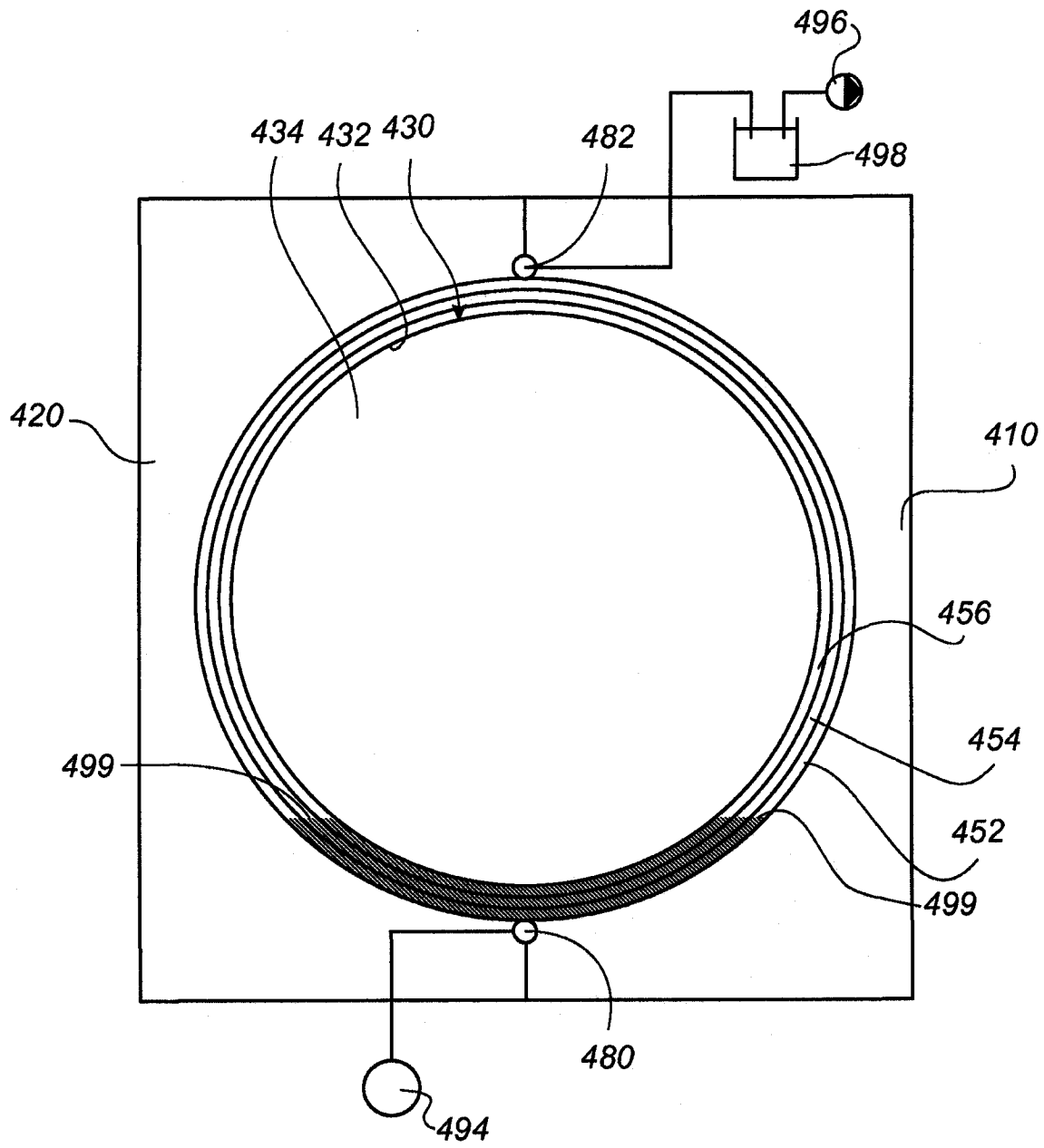


图 5