



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102905866 A

(43) 申请公布日 2013.01.30

(21) 申请号 201080065133.7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010.05.20

B29C 33/68 (2006.01)

(30) 优先权数据

B29C 70/44 (2006.01)

10155295.8 2010.03.03 EP

B29L 31/08 (2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012.09.03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2010/056988 2010.05.20

(87) PCT申请的公布数据

W02011/107166 EN 2011.09.09

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 H. 施蒂斯达尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 薛峰 严志军

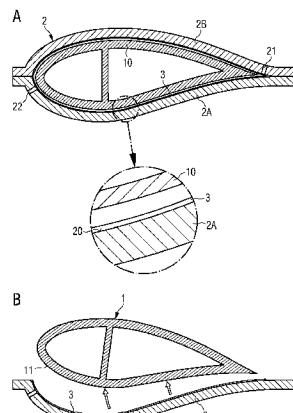
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于模制风力涡轮机叶片的方法和模具

(57) 摘要

本发明描述了一种用增强材料和基体材料模制风力涡轮机叶片(1)的模具(2)，该模具(2)包括固态不沾衬里(3)，并且其中所述不沾衬里(3)的材料性质被选择成防止基体材料与模具(2)的不沾衬里(3)结合。本发明还描述了一种在模具(2)中模制风力涡轮机叶片(1)的方法，该方法包括步骤：向模具(2)的内表面(20)施加固态不沾衬里(3)；在不沾衬里(3)上组装用于风力涡轮机叶片(1)的增强材料敷层(10)；在增强材料敷层(10)的各层中分布基体材料；执行固化步骤，以使基体材料硬化，并且随后从模具(2)中移走固化的风力涡轮机叶片(1)。



1. 一种用增强材料和基体材料模制风力涡轮机叶片(1)的模具(2),该模具(2)包括固态不沾衬里(3),并且其中所述不沾衬里(3)的材料性质被选择成防止基体材料与所述模具(2)的不沾衬里(3)结合。
2. 根据权利要求1所述的模具,其中所述不沾衬里(3)包括聚四氟乙烯材料层(3)。
3. 根据权利要求2所述的模具,其中所述不沾衬里(3)的底面包括粘合剂涂层(30),并且所述粘合剂涂层(30)粘合到所述模具(2)的内表面(20)。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的模具,其中所述模具(2)包括闭式模具(2),其具有至少第一模具部分(2A)和第二模具部分(2B)。
5. 根据权利要求4所述的模具,其中所述模具(2)被实现为用在真空辅助树脂传递模制工艺中,其中基体材料包括环氧树脂。
6. 根据权利要求4或5所述的模具,包括:喷射入口(22),其用于将基体材料喷射到所述闭式模具(2)中;和真空抽取出口(21),其用于施加真空以将基体材料分配到增强材料敷层的各层(10)。
7. 一种在模具(2)中模制风力涡轮机叶片(1)的方法,该方法包括步骤:
  - 向模具(2)的内表面(20)施加固态不沾衬里(3);
  - 在所述不沾衬里(3)上组装用于风力涡轮机叶片(1)的增强材料敷层(10);
  - 在所述增强材料敷层(10)的各层中分布基体材料;
  - 执行固化步骤,以使基体材料变硬,并且随后
  - 从所述模具(2)中移走固化的风力涡轮机叶片(1)。
8. 根据权利要求7所述的方法,其中施加固态不沾衬里(3)的步骤包括:施加自粘合式不沾衬里材料条带(31),以覆盖已施加到所述模具(2)的不沾衬里(3)中的缺陷(32)。
9. 根据权利要求7或权利要求8所述的方法,包括如下另外的步骤:在铺设增强材料之前,在不沾衬里(3)上铺设一次性复合纤维层(5)。
10. 根据权利要求1-6任一项所述的模具(2)在根据权利要求7-9任一项所述的方法模制风力涡轮机叶片(1)中的用途。

## 用于模制风力涡轮机叶片的方法和模具

### 技术领域

[0001] 本发明描述了一种模制风力涡轮机叶片的方法、用在风力涡轮机叶片模制工艺中的膜和该膜在模制风力涡轮机叶片中的用途。

### 背景技术

[0002] 闭式模具铸造技术被广泛用来制造必须轻而且坚固的大型部件，例如风力涡轮机叶片。这样的部件可被制成为复合物，其组成材料包括被基体材料全部接合或结合的数层刚性或半刚性增强材料(给部件赋予其结构稳定性)。增强材料可以是一些适当的轻质柔性材料，诸如玻璃或碳纤维垫。各层被构造或铺设在适当成形的模具中，垫的各层与适当基体材料结合，并在模具中固化，以得到纤维增强聚合物，玻璃增强塑料等。此方法描述于 EP 1 310 351A1 中。

[0003] 为了便于在固化之后释放成品部件，模具通常用脱模剂，如适当的蜡敷涂，使基体材料不与模具结合，这使在不损坏任一者的情况下从模具中移走部件，不是有效可行的。在铺设之前，脱模剂被施加到模具。已知的脱模剂是聚乙烯醇，硅酮蜡、滑蜡等。脱模剂必须以均匀厚度施加到整个模具内表面，以便确保硬化后部件的平滑外表面。然而，施加脱模剂以满足这些要求并不容易，并且如果被不适当地施加，则不均匀的脱模剂层可导致不均匀或有波纹的叶片表面。而且，通常使用的脱模剂的类型包含易挥发溶剂，其对暴露于它们中的任何人产生健康危害。必须使用此脱模剂的另一主要缺点是在固化之后，脱模剂的硬化残余物可附着到就位的叶片。这些残余物必须被移走，使得可以完成叶片的表面。再次，这可能是耗成本的工序，由于在可以执行最后的喷漆步骤之前，风力涡轮机叶片必须绝对没有任何残余物。因此，脱模剂的残余物必须在耗时的工序如擦洗或喷沙工序中被移去，增加了制造的总体成本。

[0004] 在现有技术已知的模制技术中，如真空辅助树脂传递模制(VARTM)，小气袋或气泡可陷入在粘性或打蜡的脱模剂层和纺织层的外区域之间。在成品过程中，这些气袋可打开，以“针孔”出现在叶片的外表面上。由于针孔导致在喷漆之后有明显的表面不规则，因此必须在耗时且费用高的另外的步骤中通过手工施加填孔物来修复。因此，这样的针孔缺陷被认为是极其不希望的。

### 发明内容

[0005] 因此，本发明的一个目的是要提供一种通过模制来制造风力涡轮机叶片的改进方式，从而克服了上文提到的问题。

[0006] 本发明的这个目的是通过权利要求 1 所述的用于模制风力涡轮机叶片的模具、权利要求 7 所述的模制风力涡轮机叶片的方法和权利要求 10 所述的此模具在模制风力涡轮机叶片的方法中的用途来实现的。

[0007] 根据本发明的用增加材料和基体材料来模制风力涡轮机叶片的模具包括固态不沾衬里，其中不沾衬里的材料性质被选择成防止基体材料与模具的不沾衬里结合。

[0008] 在用于形成复合物模具的背景下,基体材料是用来结合并支撑增强层的物质。在现有技术的模制技术中,正如上文已描述的,基体材料还结合到模具,除非使用了脱模剂。根据本发明的模具的一个明显优点在于,固态不沾衬里使得不需要脱模剂,且在固化后,风力涡轮机叶片可被容易地从不沾衬里拆开。因此,在时间和成本上可实现节约,由于不需要将时间花在要求严格的脱模剂层的施加上,并且对于健康问题而言,工作人员不需要暴露到任何溶剂烟气中。而且,在固化并从模具中拿出来之后,叶片的表面没有任何有问题的脱模剂的残余物,且基本准备好用于最后的成品步骤,诸如喷漆。同样,固态不沾衬里有利地抑制了气袋陷入在部件的外表面上,使得基本阻止不发展成针孔。这些积极方面可节省大量时间和费用,同时允许以高质量的外表面制造叶片。

[0009] 根据本发明,在模具中模制风力涡轮机叶片的方法包括步骤:向模具的内表面施加固态不沾衬里;在不沾衬里上组装用于风力涡轮机叶片的增强材料敷层,该不沾内部衬里优选没有任何脱模剂;在增强材料敷层的各层中分布基体材料;执行固化步骤,以使基体材料变硬,并且随后从模具中移走固化的风力涡轮机叶片。

[0010] 本发明特别有利的实施例和特征由从属权利要求给出,如在下文的描述中揭示的。可根据需要组合各实施例的特征,以得到另外的实施例。

[0011] 下文中,术语“织物层”应被理解为表示铺设在模具中的增强材料层,且铺设时可包括基体材料在内。替代性地,可在铺设增强材料层之后加入基体材料(通常仅称为“环氧树脂”或仅称为“树脂”)。

[0012] 在不沾衬里的背景下,所用术语“固态”的含义用来表示不沾衬里并非蜡态或其它半固态材料,以便将其与现有技术中手工施加以敷涂模具内部的任何脱模剂完全区分开。在本发明的一个特别优选的实施例中,固态不沾衬里包括聚四氟乙烯(PTFE)材料层,诸如Teflon<sup>®</sup>(特氟龙),它是DuPont(杜邦)公司的注册商标。固态不沾衬里可只被施加到模具的内表面一次,然后可使用多次,不必更换不沾衬里。

[0013] Telfon和类似不沾材料可用在许多不同的产品类型中,并且可以各种方式施加。例如,Teflon可在预制造的片或带中提供,或甚至作为喷雾提供。根据本发明模具的内表面因此可喷射有不沾物质,以得到满意的平滑衬里。替代性地,在本发明的另一优选实施例中,不沾材料可以在底面有粘合剂涂层的形式提供,该粘合剂表面可附着到模具的内表面,使不沾表面朝外。

[0014] 根据本发明的方法可用于在固化之前在模具中铺设各层的任何模制技术。例如,基本中空的风力涡轮机叶片可通过单独模制两个外壳形成,在固化之后,通过在前边缘和后边缘用胶粘在一起接合。该结构可通过结合到半个外壳的内表面的一个或多个横梁而被赋予另外的支撑。然而,由于不同的材料性质,如半个壳体弹性模量和用来沿整个长度将它们进行结合所使用的胶,确保胶粘接合处的满意质量可能很难。在风力涡轮机叶片的情况下,由于可作用于叶片上的极限力的结果,这些胶接合存在潜在弱点,最终可破裂或打开。因此,在本发明的一个特别优选的实施例中,模具包括用于以整体制造风力涡轮机叶片的闭式模具,具有至少第一模具部分和第二模具部分,在固化步骤中,它们可以气密方式接合在一起。优选地,第一和第二模具部分两者都包括固态不沾衬里。织物层然后可铺设在模具中,也许还如EP 1 310 351A1中描述,使用内模具,以得到叶片的附加结构支撑。在闭式模具方法中,织物层可绕核心或心轴设置,然后整个结构可封装在模具中。在固化后,模

具打开,可取出变硬的风力涡轮机叶片。使用此方法,可以制造大型中空部件,如整体式的风力涡轮机叶片,而没有任何潜在的临界胶接合。

[0015] 在一种方法中,复合物敷层可包括预浸材料层,其中增强材料层已经用基体材料,如热固化聚合物或任何适当环氧树脂渗透或浸泡。为了固化各层,热可被施加到模具。为此目的,模具优选包括加热元件,例如埋入在模具体中的加热丝或线圈。在固化之前,通常从闭式模具中吸出空气,使材料层膨胀,以填充模具,并压在模具的内表面上,因此确保成品部件的平滑外表面。为此目的,闭式模具优选包括气密密封,以便于形成满意的真空。

[0016] 在本发明的一个特别优选的实施例中,模具被实现为用在真空辅助树脂传递模制(VARTM)工艺中,其中热固聚合物或环氧树脂被抽吸或吸入到闭式模具中,基本均匀地在增强材料层周围分布。在另一优选实施例中,模具则优选包括喷射入口,用于将基体材料喷射到闭式模具中;和真空抽取出口,用于施加真空以将基体材料分配到增强材料敷层的各层中。喷射入口(或树脂入口)可位于比真空抽取出口更低的水平面上,抽取出口通常位于模具高处,使得当树脂被迫进入闭式模具中时,待抽吸的空气可向上上升。通常,闭式模具在闭合之后,被放置在垂直位置,使树脂可最佳地从模具底部的树脂入口被抽吸,而空气最佳地通过模具的顶部的真空抽取出口取出。

[0017] 在本发明的另一实施例中,模具可包括许多个附加通道以便于通过真空抽取去掉空气。此通道可以任何适当方式设置,使得便于空气的抽取。优选地,模具包括多个通道,这些通道可被设置成在真空喷嘴附近开始或终止,空气通过真空喷嘴从模具中抽出。

[0018] 当在模具中铺设复合物材料层时,剪切工具可用来将各层切成一定大小。结果,可能出现不沾衬里在其位置处被损坏。在不沾衬里有缺口或被切下的任何区域,基体材料会结合到模具的内表面,导致在移动固化的叶片时有困难,并且可能损坏叶片外表面或模具。因此,向模具的内表面施加固态不沾衬里的步骤可包括:施加不沾衬里的片段或带状物,以根据需要覆盖(已经施加到所述模具的)不沾衬里中的缺陷。例如,自粘合式 Telfon 带的薄带可被粘贴到损坏的区域上。优选地,所述的带可被切割成以小的重叠最佳覆盖缺陷的大小。以此方式,通过只使用小段的带来在出现缺陷时进行修复,不沾衬里可以成本节约和快速方式被修复。有效地是,由于能够以此方式修复缺陷,固态不沾衬里可不限制地被重新使用。

[0019] 然而,根据使用的增强材料和基体材料,可能期望用一些收集任何多余基体材料的手段。因此,在本发明的另一实施例中,所述方法包括附加步骤:在铺设部件层之前,在不沾衬里的顶上设置附加的一次性复合纤维层。此复合物织物的一个例子是 Compoflex®(Fibertex 公司的产品),它由几种不同的功能层组成。例如,可以使用包括排放层和呼入层的 Compoflex® 织物。排放层被设计成有效地吸收挤出到部件的外表面的多余树脂,呼吸层有助于防止气袋陷入部件表面附近。在固化后,此附加复合物层可从变硬的部件剥离,并丢弃。

[0020] 根据本发明的方法特别适于模制必须轻并要求适于施加喷漆的平滑外表面的大型风力涡轮机叶片。因此,在本发明的一个优选实施例中,要被模制的部件包括适当的材料层或垫,诸如玻璃纤维或碳纤维,这些层与适当的基体材料,诸如树脂、胶、热固聚合物等结合。可以任何适当方式执行此结合过程。例如,在手工铺设步骤中,干燥的纤维玻璃可用树脂敷涂。替代性地,可以使用预浸材料。通过加热模具,通过施加 UV- 辐射等可以执行固化

或结合。

### 附图说明

[0021] 根据下文的详细描述并结合附图考虑,本发明的其它目的和特征将变得明显。然而,要理解的是,设计这些附图仅仅是出于图解说明的目的,不应将其作为限制本发明的限定。

[0022] 图 1 示出了在现有技术的风力涡轮机叶片安装过程中,穿过具有增强材料敷层的模具的横截面示意表示;

图 2 示出了根据本发明的风力涡轮机叶片安装过程的一个实施例中,穿过具有增强材料敷层的模具的横截面示意表示;

图 3 示出了根据本发明用于模具中的固态不沾衬里的修理步骤;

图 4 示出了根据本发明的风力涡轮机叶片安装过程的另一个实施例中,穿过具有增强材料敷层的模具的横截面示意表示。

[0023] 在图中,相同的附图标记全部指相同物体。图中的物体不一定是按比例绘制的。特别是,模具、脱模剂层、不沾衬里和增强材料敷层的厚度是不成比例的。

### 具体实施方式

[0024] 图 1 示出了在现有技术的部件模制过程中穿过具有敷层部件层 10 的模具 2 的非常简化的横截面,这样的现有技术如是在 EP 1 310 351A1 中描述的现有计数,其中风力涡轮机叶片是用增强材料敷层 10 形成的,并且在闭式模具 2 中固化,环氧树脂在压力下被注入到闭式模具 2 中。如该图的 A 部分所示,模具 2 包括真空抽取喷嘴 21 和树脂喷射入口 22,在真空抽取步骤中,通过真空抽取喷嘴 21 空气可被抽取,因此使部件层膨胀,通过树脂喷射入口 22,基体材料被吸入到模具 2 中,并分布在增强材料敷层 10 中。为了允许固化的风力涡轮机叶片从模具中取出,而不损坏其表面,模具部分 2A、2B 的内表面 20 必须通过用均匀的一层脱模剂 4 (诸如滑蜡 4) 敷涂来制备。即便如此,当从模具 2 中取出固化的叶片 1 时,如图中的 B 部分所示,蜡 4 的残余物 40 仍然可能粘合到叶片 1 的外表面,必须在附加步骤中去掉,如擦洗或喷砂。同样,在可以再次使用模具 2 之前,脱模剂层 4 或者必须通过从模具部分 2A、2B 的内表面 20 刮去而被去掉,或者必须再次变光滑以得到所需的一致性水平。

[0025] 图 2 示出了根据本发明在风力涡轮机叶片模制过程中通过具有铺设部件层 10 的模具 2 的非常简化的横截面。基本上,可以使用图 1 的模具。不过,与图 1 中所示的设置相比,除了使用脱模剂之外,模具部分 2A、2B 的内表面 20 用固态不沾衬里 3 作衬里,如图的上面部分 A 所示的,如 Telfon<sup>®</sup>。在关闭模具 2 并执行真空抽取步骤以通过真空抽取喷嘴 21 抽取空气,并通过树脂喷射入口 22 将树脂吸入到闭式模具 2 中之前,增强材料敷层 10 可以通常方式完成。一旦叶片 1 固化,可以很容易地从模具部分 2A 中取出,如图中的下面部分 B 所示。由于不需要任何脱模剂,叶片 1 的外表面 11 是干净的,准备好用于成品步骤。模具 2 的内部也是干净的,并准备好再次使用。

[0026] 图 3 示出了根据本发明用于模具 2 的固态不沾衬里 3 的修理步骤。这里,小缺陷 32 已经出现在模具部分 2A 的固态不沾衬里 3 上。为了修理缺陷 32,可施加小的不沾衬里

材料补片 31 或条带 31 来覆盖缺陷 32，并确保模具部分 2B 的内部被不沾衬里 3 均匀覆盖。为了施加容易，条带 31 可是自粘合式的，即不沾衬里材料的底面可用粘合剂涂层 30 敷涂。不沾衬里材料例如可在辊上提供或以大的片提供，由此衬里片可被剥离。一开始，整个模具部分 2A 可使用自粘合式不沾衬里 (self-adhesive non-stick lining) 3 做衬里，在模具寿命中出现的衬里 3 上的任何缺陷 32 可简单地通过施加相同材料 3 的小片 31 来修复。

[0027] 图 4 示出了在根据本发明的风力涡轮机叶片模制过程的另一实施例中，通过具有增强材料敷层 10 的模具 2 的横截面的一个非常简化的示意表示。这里，附加的一次性复合物层 5 已经铺设在固态不沾衬里之上。如上文提到的，此复合物层 5，例如 Compoflex<sup>®</sup> 层 5，可用来吸收多余树脂，并帮助获得平滑的叶片外表面。与使用此一次性复合物层的现有技术的方法相比，根据本发明的方法不需要将任何脱模剂施加到模具 2 的内部。在固化后，一次性层 5 可从叶片剥离，丢弃，而模具 2 的不沾衬里 3 准备好再次使用。

[0028] 尽管已经以优选实施例和其变型的形式公开了本发明，应理解的是，在不偏离本发明的范围下，可对其进行各种另外的改进和变型。

[0029] 为清楚起见，要理解的是，本申请中用来表示英语不定冠词的用语“一”并不排除为多个，用语“包括”并不排除其它步骤或元件。

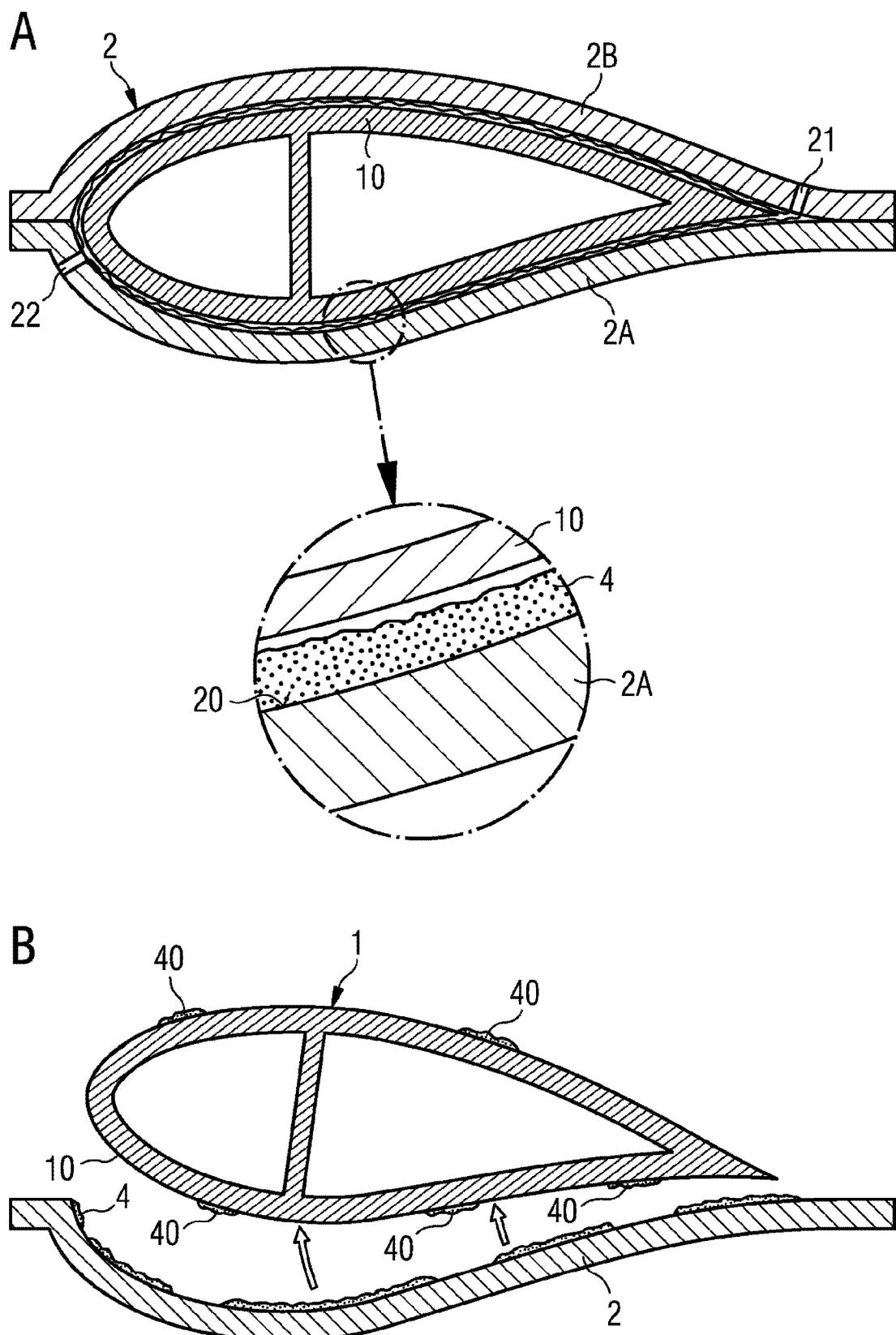


图 1

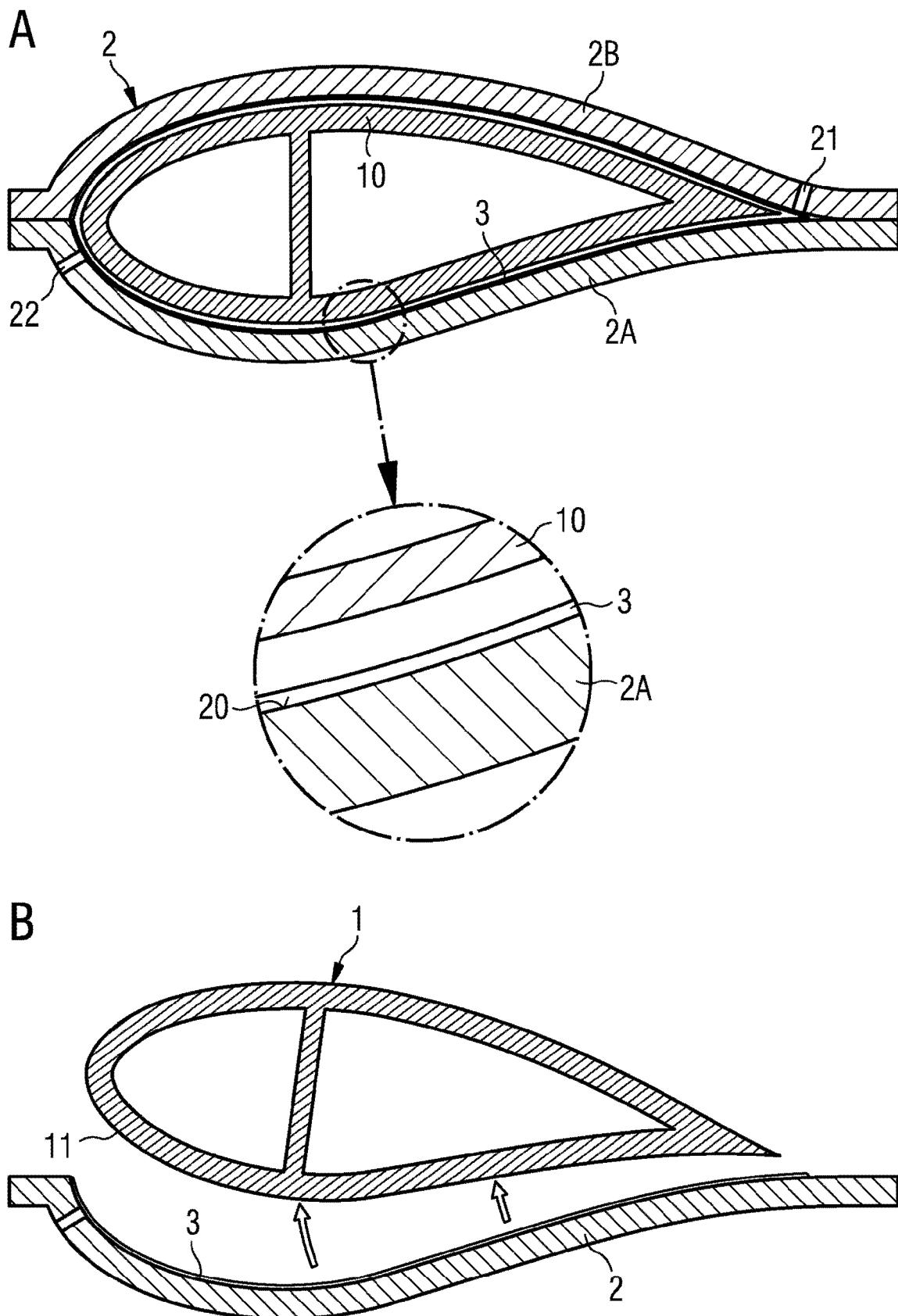


图 2

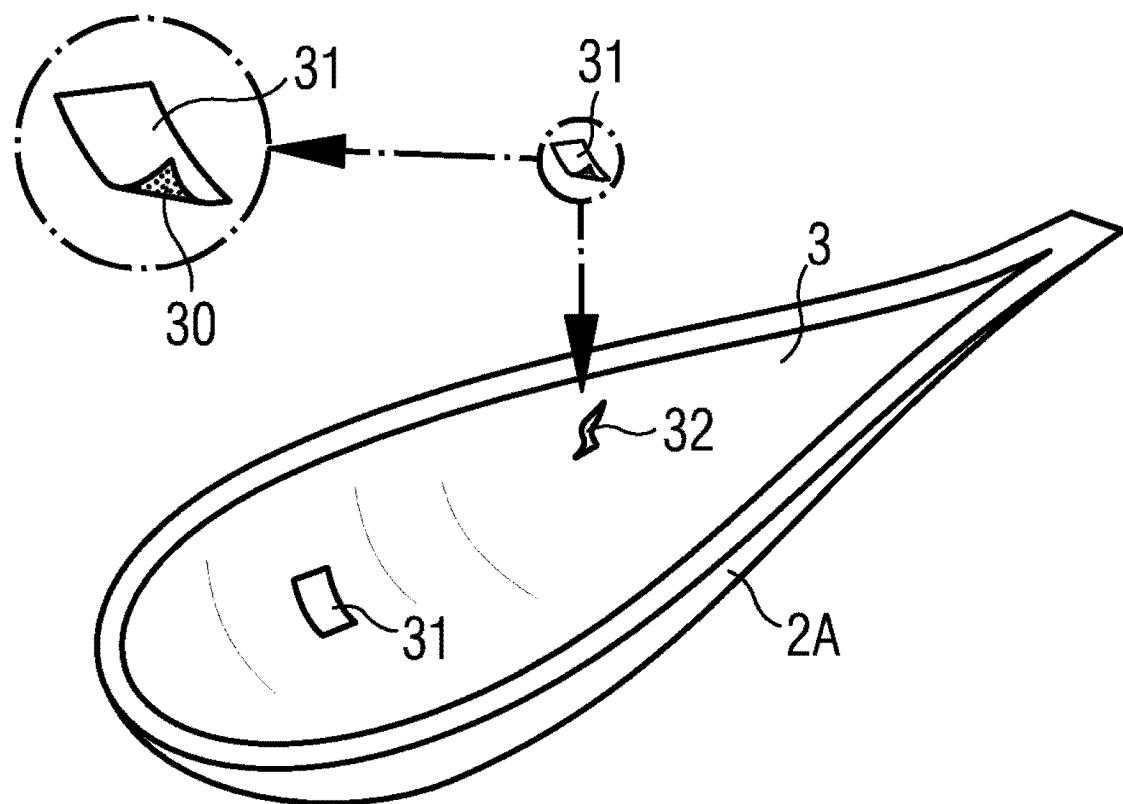


图 3

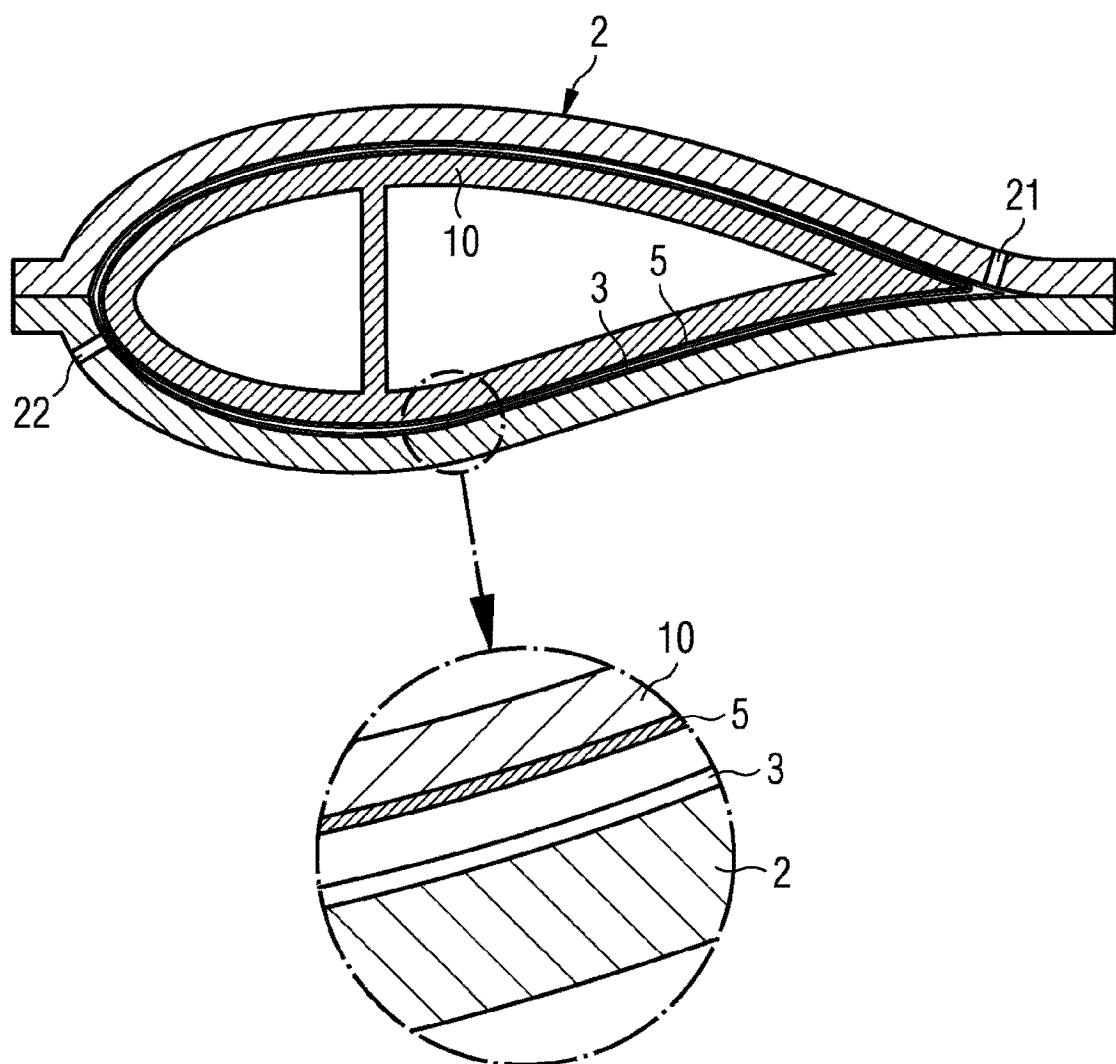


图 4