



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104271888 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201380022738. 1

(22) 申请日 2013. 04. 25

(30) 优先权数据

1253977 2012. 04. 30 FR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 10. 30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2013/050917 2013. 04. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/164532 FR 2013. 11. 07

(73) 专利权人 斯奈克玛

地址 法国巴黎

(72) 发明人 吉勒斯·克莱恩

吉恩-米歇尔·弗朗切特

多米尼克·麦格纳德克斯

吉尔伯特·莱孔特

(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 曾海艳

(51) Int. Cl.

F01D 5/28(2006. 01)

F01D 5/14(2006. 01)

F04D 29/38(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101153612 A , 2008. 04. 02, 全文 .

CN 102116175 A , 2011. 07. 06, 全文 .

CN 1102632 A , 1995. 05. 17, 全文 .

CN 1847428 A , 2006. 10. 18, 全文 .

US 2012100006 A1 , 2012. 04. 26, 全文 .

US 5725354 A , 1998. 03. 10, 全文 .

审查员 王海民

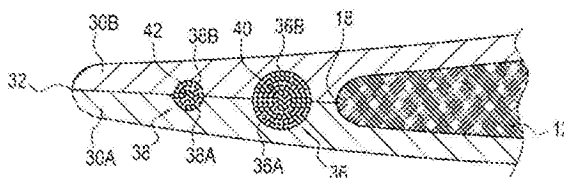
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

用于由复合材料制成的涡轮发动机叶片的金属结构增强件

(57) 摘要

本发明涉及用于由复合材料制成的涡轮发动机的叶片 (10) 的结构增强件 (30), 所述增强件用于粘附性地结合到叶片的前缘 (18) 并在其全部高度上具有基本 V 型的截面, 其具有通过两个横向侧部 (34A, 34B) 延伸的基部 (32)。根据本发明, 包括多个纤维束 (40, 52) 的组件被布置在基部 (32) 的至少一个壳体 (34, 38) 内, 所述组件限定的纤维含量沿所述壳体的全部高度变化。本发明还涉及包括一个所述增强件 (30) 的涡轮发动机的叶片以及包括该叶片的涡轮发动机。



1. 用于由复合材料制成的涡轮发动机的叶片的结构增强件,所述增强件粘附性地结合到所述叶片的前缘并在其全部高度上呈现基本 V 型的截面,所述增强件具有通过两个横向侧部延伸的基部,该基部包括沿所述结构增强件的纵向方向延伸的至少一个壳体,其特征在于,所述增强件包括多个纤维束的组件,该组件布置在所述至少一个壳体内,所述组件限定的纤维含量沿所述壳体的全部高度变化。

2. 根据权利要求 1 所述的结构增强件,其特征在于,组成所述纤维束的纤维通过在所述纤维束的至少一端布置的环被保持在适当位置。

3. 根据权利要求 2 所述的结构增强件,其特征在于,所述环的直径随所述纤维束的数目增加而增加,所述环将所述纤维束保持在一起。

4. 根据权利要求 1 所述的结构增强件,其特征在于,所述结构增强件由焊接在一起的两部分形成,用于收容所述纤维束的所述至少一个壳体通过将两个相互面对的凹槽连接在一起形成,所述凹槽在所述两个部分的各自部分内形成,所述凹槽在焊接过程中被连接在一起。

5. 根据权利要求 4 所述的结构增强件,其特征在于,所述壳体的直径连续阶段性地改变以匹配它所收容的纤维束的直径。

6. 根据权利要求 1 所述的结构增强件,其特征在于,所述多个纤维束的组件包括至少两个同轴纤维束,具有第一长度的管状束以及环形束,该环形束覆盖所述第一纤维束的一部分并具有少于所述第一长度的第二长度,从而在所述第一纤维束和所述第二纤维束的重叠长度上限定第一纤维含量,以及在剩余长度上限定第二纤维含量。

7. 根据权利要求 6 所述的结构增强件,其特征在于,所述重叠长度由所述第二长度形成,以及所述剩余长度由所述第一长度减去所述第二长度形成。

8. 根据权利要求 6 所述的结构增强件,其特征在于,所述纤维束组件包括四个同心纤维束,具有第四长度的环形第四纤维束覆盖具有第三长度的环形第三纤维束的一部分,所述第三纤维束本身覆盖具有所述第二长度的所述第二纤维束的一部分,从而分别沿着第三和第四纤维束的重叠长度限定第三和第四纤维含量。

9. 根据权利要求 1 到 8 任一项所述的结构增强件,其特征在于,所述壳体形成封闭空间。

10. 一种涡轮发动机叶片,其包括根据权利要求 1 到 9 任一项所述的结构增强件。

11. 一种涡轮发动机,其包括至少一个根据权利要求 10 所述的叶片。

## 用于由复合材料制成的涡轮发动机叶片的金属结构增强件

### 背景技术

[0001] 本发明的领域是涡轮发动机,更特别地是由复合材料制成的涡轮发动机叶片,以及本发明更特别地涉及涡轮发动机叶片前缘的金属结构增强件。

[0002] 应该想起的是,前缘对应于面对气流以及将空气流分成压力侧气流和吸力侧气流的气动轮廓的前部。相比之下,后缘对应于压力侧和吸力侧流重新会合的气动轮廓的后部。

[0003] 涡轮发动机叶片,以及特别地风扇叶片,遭受高水平应力,特别地机械应力。因此,已知将由复合材料制成的风扇叶片装配有金属结构增强件,该金属结构增强件在气动轮廓的全部高度上延伸以及更紧密地配合前缘形状,如在以本申请人名义的申请 FR2732406 中所提到的。这种金属结构增强件在异物(如例如鸟,冰雹或石头)冲击风扇的情况下用于保护由复合材料组成的叶片组。特别地,金属结构增强件保护由复合材料制成的叶片前缘,以避免脱层、纤维断裂、甚至由在纤维和基质之间的内聚力损失所导致的损害的任何风险。

[0004] 以传统方式,金属结构增强件是一种由钛制成的金属部件,所述金属部件由两个在高温下焊接在一起的 TA6V 类型合金冲压金属片构成,以形成单块材料。不幸地,这种部件很重,但是可能发生的是它仍不够坚固,特别地树脂传递模塑(RTM)叶片的尺寸不断增加,特别地对于非常大尺寸的涡轮发动机,或者当叶片的长度和宽度明显增加时。此外,其还表现为材料密度不变,这不能很好地适应于前缘形状,所述前缘形状随其高度改变。

[0005] 发明目的和内容

[0006] 在这种背景下,通过提出改进的金属结构增强件以减轻现有结构增强件的上述缺点,所述改进的金属结构增强件的强度增加以及材料密度可以简单和快速的方式被修改

[0007] 该目的通过用于涡轮发动机的由复合材料制成的叶片的结构增强件来实现,所述增强件用于粘附性地结合到所述叶片的前缘并在其全部高度上呈现基本 V 型的截面,具有通过两个横向侧部延伸的基部,所述增强件的特征在于,它包括在所述底座的至少一个壳体内布置的多个纤维束的组件,所述组件限定了沿所述壳体的全部高度变化的纤维含量。

[0008] 因此,增强件的密度可适于其形状,靠近叶片的末端密度越高或相反靠近叶片根部的密度越低。

[0009] 有利地,构成纤维束的纤维通过在所述纤维束的每一端布置的至少一个环保持在适当位置,所述环的直径随着纤维束的数目增加而增加,所述环将所述纤维束保持在一起。

[0010] 优选地,所述增强件由焊接在一起的两部分形成,通过将在所述两个部分的各自部分内形成的两个相互面对的凹槽连接在一起形成用于收容所述纤维束的所述至少一个壳体,所述凹槽在焊接过程中被连接在一起。

[0011] 根据所考虑的实施方式,所述多个纤维束的组件可包括至少两个同轴纤维束,具有第一长度的管状束以及覆盖所述第一纤维束的一部分的环形束,该环形束具有少于所述第一长度的第二长度,从而在所述第一和第二纤维束的重叠长度上限定第一纤维含量,以及在剩余长度上限定第二纤维含量,所述重叠长度可以由所述第二长度形成以及所述剩余长度由所述第一长度形成,或所述组件可包括四个同心纤维束,具有第四长度的环形第四纤维束覆盖具有第三长度的环形第三纤维束的一部分,环形第三纤维束本身覆盖具有第二

长度的所述第二纤维束的一部分,从而分别沿着第三和第四纤维束的重叠长度限定第三和第四纤维含量。

[0012] 优选地,所述壳体形成在所述结构增强件的纵向方向内延伸的封闭空间,该封闭空间的直径连续阶段性改变以匹配它所收容的纤维束的直径。

[0013] 本发明还提供了包括如上所述的结构增强件的任何叶片以及包括至少一个这种叶片的任何涡轮发动机。

## 附图说明

[0014] 从参考示出了不具有限制特征的附图进行的以下描述中,显现本发明的其它特征和优点,其中:

[0015] • 图 1 以侧视图示出了涡轮发动机风扇叶片;

[0016] • 图 2 和图 3 是图 1 叶片的局部截面,示出了根据本发明在两个不同高度的前缘的金属结构增强件;以及

[0017] • 图 4 示出了被放置到在图 3 的金属结构金属增强件底座的壳体内适当位置以改变材料密度的纤维束组件。

## 具体实施方式

[0018] 图 1 是叶片的侧视图,如涡轮发动机风扇(未示出)的动叶片,其包括根据本发明的其前缘的金属结构增强件。叶片 10 包括气动表面或翼面 12,该气动表面或翼面 12 被固定到根部 14 并沿前缘 18 和后缘 20 之间的轴向第一方向 16 以及沿叶片的根部 14 和末端 24 之间基本垂直于第一方向 16 的径向第二方向 22 延伸。将前缘 18 和后缘 20 连接在一起的翼面 12 的侧表面构成叶片的吸力侧面 26 和压力侧面 28。

[0019] 通常,翼面 12 由通过覆盖或成形编织纤维织物所获得的复合材料制成。例如,所使用的复合材料可由编织碳纤维和环氧树脂基质的组件形成,所述组件通过使用树脂传递模塑(RTM)类型喷射方法所形成。

[0020] 叶片 10 也具有粘附地结合到叶片前缘的结构增强件 30,该结构增强件 30 沿前缘 18 外的第一方向 16 和沿叶片的根部 14 和末端 24 之间的第二方向 22 延伸。

[0021] 如图 2 所示,结构增强件 30 紧密贴合它所保护的叶片 10 的翼面 12 的前缘 18 形状,以构成叶片的前缘 32。通常,该结构增强件 30 为单件部件,否则,如图所示,它可以是被焊接在一起并包括基本 V 型截面的两部分 30A、30B 的形式,其构成基部,该基部的外部轮廓形成叶片的前缘 32 以及圆形内部轮廓紧密贴合翼面 12 的前缘 18 的圆形形状。该基部通过两个横向侧部 34A 和 34B 延伸,所述侧部紧密地贴合到叶片的压力侧 28 和吸力侧 26,并且每个都呈现锥形的轮廓,即朝叶片后缘变得更薄的轮廓。

[0022] 结构增强件 30 由金属制成,优选由 TA6V 类型的钛合金制成。这种材料具有吸收由于冲击的能量的大容量。结构增强件 30 通过本领域技术人员已知的胶粘剂粘附地结合到翼面 12,所述胶粘剂例如为氰基丙烯酸胶粘剂或环氧树脂胶粘剂。

[0023] 在本发明中,以及如图 3 所示,结构增强件 30 包括在其基部内在至少一个壳体 36、38(在所示示例中存在两个壳体,该数目不受限制)内收容的相应组件 40、42,每个都包括限定了一直沿着壳体高度变化的纤维含量的多个纤维束。这种壳体沿叶片的第二方向

22(对应于增强件的纵向方向)延伸,但不展开进入到叶片的根部 14 或末端 24,使得可以在该封闭空间内保证组件纤维 40、42 的完整性和连续性,没有纤维可从所述空间逃脱。此外,由于纤维不通过焊接保持在一起,将组件放置到适当位置不会导致任何纤维断裂,特别地剪切,其可构成断裂起动器的来源。

[0024] 应该注意到的是,因为结构增强件 30 由两部分 30A、30B 构成,当这两部分焊接在一起时,通过将两个凹槽 36A&36B 和 38A&38B 连接在一起形成壳体 36、38,所述凹槽彼此面对并形成在这两部分的相应一个中,从而一旦这两部分焊接在一起,形成包含纤维束 40 和 42 的组件的相应封闭空间。

[0025] 壳体(以及因此更不用说组成它的两个凹槽)的截面有利地是圆形(即,每个凹槽为半圆形),但根据增强件的机械尺寸或几何要求,它可很容易被修改,例如它可以呈现椭圆形状、多边形等。

[0026] 如图 4 所示,组成组件 40、42 的纤维束的纤维通过至少在纤维束的每个端部布置的环 44、46、48、50、52 被保持在适当位置(应该必要的是,可以添加额外的中间环 54)。更准确地,为了尽可能紧密地匹配翼面 12 的轮廓,提供了一个由四个纤维束组成的组件,从而可以获得在从叶片的末端 24 到根部 14 的连续阶段性减少的许多纤维。为此,具有对应于被填充总长度的第一长度的管状中央第一纤维束 60 本身由环形第二纤维束 62 局部地覆盖,即覆盖了第二长度,该第二长度短于前一长度;环形第二纤维束 62 被环形第三纤维束 64 局部地覆盖第三长度,该第三长度短于前一长度;第三纤维束 64 本身被环形第四纤维束 66 局部地覆盖第四长度,该第四长度短于前一长度。因此限定了三个重叠长度,特别地由于该重叠,其中纤维含量不同于第一纤维束的纤维含量。为了将纤维保持在它们的各自束内的适当位置,环的直径随着纤维束的数量增加而增加,环将纤维束保持,以及为了确保这些纤维束本身没有被保持为松弛的,壳体的直径连续阶段性变化以匹配它所收容的纤维束直径。

[0027] 例如,第一纤维束可包含 40 条 SiC 纱线,其长度几乎等于增强件的总长度并通过一组具有 3 毫米内径的环保持在一起;第二纤维束可包含 30 条纱线,其在增强件的总长度的几乎 70%上延伸并通过一组具有 3.6 毫米内径的环保持在一起的;第三纤维束可具有 30 条纱线,其在增强件的总长度的几乎 50%上延伸并通过一组具有 4 毫米内径的环保持在一起,第四和最后的纤维束可具有 30 条纱线,其在增强件的总长度的几乎 30%上延伸并通过一组具有 4.2 毫米内径的环保持在一起。以这种方式形成的组件被布置在壳体内,该壳体用于由碳纤维和环氧树脂基质制成的叶片前缘的 TA6V 钛结构增强件。

[0028] 自然地,以上示例纯粹是说明性的,并且束的数量、其长度以及其纤维含量应根据结构增强件 30 所需特征选择。

[0029] 尽管通过涡轮发动机风扇叶片说明了以上描述,应该注意的是,本发明也适用于制造用于增强任何类型涡轮发动机叶片的前缘和后缘的金属结构增强件,无论用于陆地还是航空目的,特别地直升机涡轮轴发动机或飞机涡轮喷气发动机,并且本发明也适合于推进器,如无涵道成对(unducted pairs)反转风扇的推进器。本发明也适用于制造任何其他发动机元件,例如诸如外壳的固体结构部件,无论何时需要以局部方式修改密度。

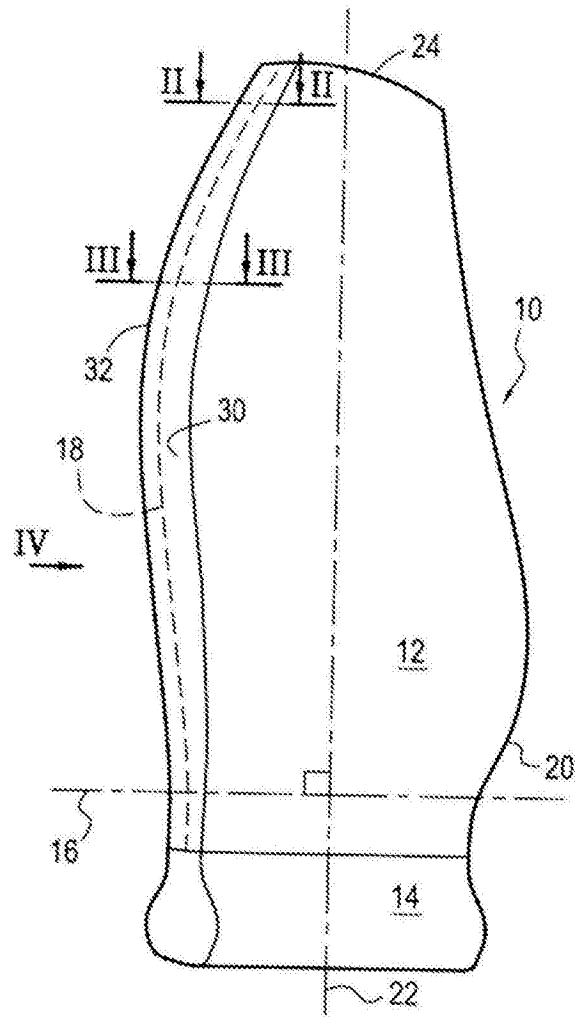


图 1

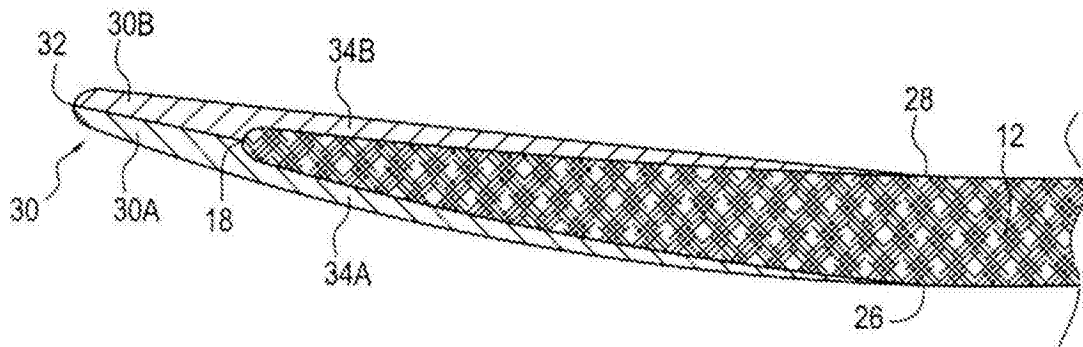


图 2

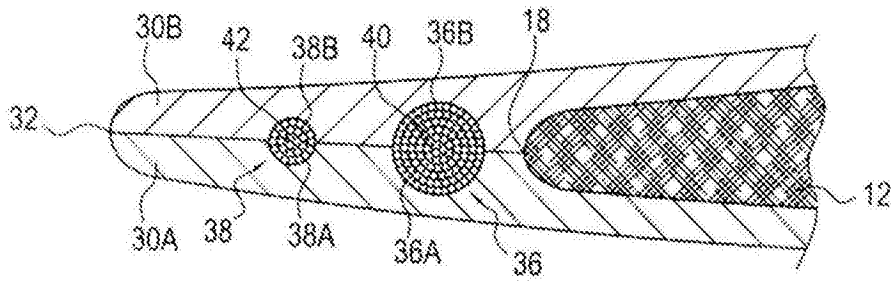


图 3

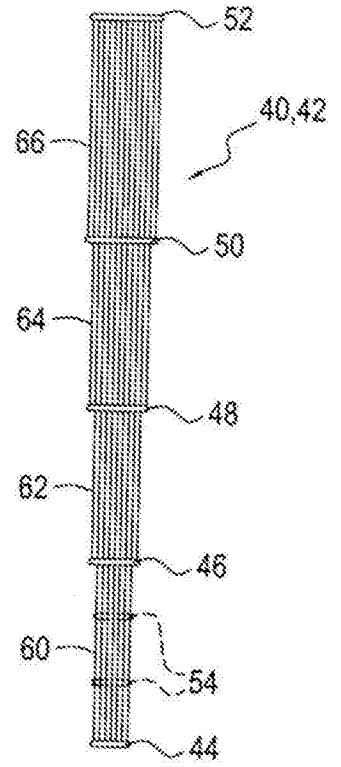


图 4