



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104511725 A

(43) 申请公布日 2015.04.15

(21) 申请号 201410501219.X

F01D 25/12(2006.01)

(22) 申请日 2014.09.26

(30) 优先权数据

14/037887 2013.09.26 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 S.C. 科蒂林加姆 B.P. 莱西

C.M. 米兰达 D.E. 施克

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 李强 谭祐祥

(51) Int. Cl.

B23P 15/00(2006.01)

F01D 9/02(2006.01)

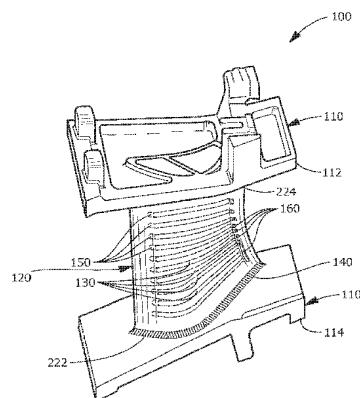
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

制造构件的方法和热管理工艺

(57) 摘要

本发明涉及制造构件的方法和热管理工艺。本发明提供了一种制造构件的方法和热管理的方法。该方法包括形成构件的至少一部分,打印该构件的冷却部件,并且将所述至少一部分附连到该构件的冷却部件上。冷却部件包括至少一个冷却结构。所述至少一个冷却结构包括邻近构件的表面的至少一个冷却通道,其中打印容许冷却部件有接近最终形状的几何结构,其中所述至少一个冷却通道定位在离构件的表面的大约 127 微米(0.005 英寸)至大约 762 微米(0.030 英寸)的范围内。热管理方法还包括将流体运送通过由构件内的至少一个冷却通道所限定的至少一个流体路径,以冷却构件。



1. 一种制造构件的方法 :包括 :
形成所述构件的至少一部分 ;
打印所述构件的冷却部件,所述冷却部件包括至少一个冷却结构,所述至少一个冷却结构包括与所述构件的表面邻近的至少一个冷却通道,其中打印容许所述冷却部件有接近最终形状的几何结构,其中所述至少一个冷却通道定位在离所述构件的表面的大约 127(0.005 英寸)至大约 762 微米(0.030 英寸)的范围内 ;且
将所述至少一部分附连到所述构件的冷却部件上。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述至少一个冷却结构还包括与所述至少一个冷却通道邻近的至少一个冷却空腔。
3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述打印步骤还包括在所述至少一个冷却通道中产生第一开口,所述第一开口将所述至少一个冷却空腔连接到所述至少一个冷却通道上。
4. 根据权利要求 3 所述的方法,其特征在于,所述打印步骤还包括在所述至少一个冷却通道中产生第二开口,所述第二开口位于所述构件的表面中。
5. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述构件的至少一部分还包括至少一个冷却空腔。
6. 根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于,所述至少一部分的至少一个冷却空腔与所述冷却部件的至少一个冷却空腔对齐。
7. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述形成步骤包括铸造或三维打印所述至少一部分。
8. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述打印步骤使用三维打印工艺。
9. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述附连步骤包括焊接、钎焊、瞬时液相(TLP) 粘结、扩散粘结、机械附连或其组合。
10. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述至少一部分选自第一材料,并且所述冷却部件选自第二材料。

制造构件的方法和热管理工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及制造构件的工艺和使用制造的构件的热管理工艺。更具体地说,本发明涉及用于形成构件的制造工艺,构件包括形成于其里面的冷却结构。

背景技术

[0002] 涡轮系统正在持续地改进,以提高效率和降低成本。一种用于提高涡轮系统的效率的方法包括提高涡轮系统的运行温度。为了提高温度,涡轮系统必须由能够在持续使用期间承受高温的材料构造而成。

[0003] 除了改进构件材料和涂层之外,一种提高涡轮构件的耐温度能力的普遍方法包括使用冷却通道。冷却通道通常结合在燃气涡轮的高温区域中所使用的金属和合金中。在构件中制造冷却通道可为困难且耗时的。一种技术包括利用复杂的模具铸造构件中的通道。复杂的模具通常难以相对于靠近需要冷却的热气道的构件表面进行定位。另一技术包括在铸造之后将通道机械加工到构件中,这就需要在构件的表面处通过将插件和冲击板焊接或钎焊到表面上来关闭开放的通道。然后利用热喷涂将最终构件喷上涂层。冷却通道的关闭通常可能无意中填充了冷却通道,阻塞了冷却流体(例如来自燃气涡轮的压缩机区段空气)的流动。

[0004] 选择性的激光熔化(或三维打印)是相对较廉价的工艺,其能够制造难于制造的构件。然而,通过选择性的激光熔化打印的构件不具有与铸件高温超合金材料相同的耐温度能力。因而,高温环境中的使用被视为是不明智的。

[0005] 在本领域中将需要一种不具有上述一个或多个缺点的形成构件的方法和热管理工艺。

发明内容

[0006] 根据本公开的一个典型的实施例,提供了一种形成构件的方法。该方法包括形成构件的至少一部分,打印该构件的冷却部件,并且将所述至少一部分附连到该构件的冷却部件上。冷却部件包括至少一个冷却结构。所述至少一个冷却结构包括邻近构件的表面的冷却通道,其中打印容许冷却部件有接近最终形状的几何结构,其中所述至少一个冷却通道定位在离构件的表面的大约 127 微米(0.005 英寸)至大约 762 微米(0.030 英寸)的范围内。

[0007] 根据本公开的另一典型的实施例,提供了一种构件的热管理方法。该方法包括形成构件的至少一部分,打印构件的冷却部件,将所述至少一部分附连到构件的冷却部件上,并将流体运送通过由构件中的至少一个冷却通道所限定的至少一个流体路径,以冷却构件。冷却部件包括至少一个冷却结构。所述至少一个冷却结构包括邻近构件的表面的至少一个冷却通道。打印容许冷却部件有接近最终形状的几何结构,其中所述至少一个冷却通道定位在离构件的表面的大约 127 微米(0.005 英寸)至大约 762 微米(0.030 英寸)的范围内。冷却通道限定了运送流体的流体路径。

[0008] 一种制造构件的方法,包括:

形成所述构件的至少一部分;

打印所述构件的冷却部件,所述冷却部件包括至少一个冷却结构,所述至少一个冷却结构包括与所述构件的表面邻近的至少一个冷却通道,其中打印容许所述冷却部件有接近最终形状的几何结构,其中所述至少一个冷却通道定位在离所述构件的表面的大约 127(0.005 英寸)至大约 762 微米(0.030 英寸)的范围内;且

将所述至少一部分附连到所述构件的冷却部件上。

[0009] 在一个实施例中,所述至少一个冷却结构还包括与所述至少一个冷却通道邻近的至少一个冷却空腔。

[0010] 在一个实施例中,所述打印步骤还包括在所述至少一个冷却通道中产生第一开口,所述第一开口将所述至少一个冷却空腔连接到所述至少一个冷却通道上。

[0011] 在一个实施例中,所述打印步骤还包括在所述至少一个冷却通道中产生第二开口,所述第二开口位于所述构件的表面中。

[0012] 在一个实施例中,所述构件的至少一部分还包括至少一个冷却空腔。

[0013] 在一个实施例中,所述至少一部分的至少一个冷却空腔与所述冷却部件的至少一个冷却空腔对齐。

[0014] 在一个实施例中,所述形成步骤包括铸造或三维打印所述至少一部分。

[0015] 在一个实施例中,所述打印步骤使用三维打印工艺。

[0016] 在一个实施例中,所述附连步骤包括焊接、钎焊、瞬时液相(TLP)粘结、扩散粘结、机械附连或其组合。

[0017] 在一个实施例中,所述至少一部分选自第一材料,并且所述冷却部件选自第二材料。

[0018] 在一个实施例中,所述第一材料与所述第二材料是相同的。

[0019] 在一个实施例中,所述第一材料不同于所述第二材料。

[0020] 在一个实施例中,所述第一材料选自镍、铁、钴、铬、钼、铝、钛、不锈钢、镍基超合金、钴超合金或其组合。

[0021] 在一个实施例中,所述第二材料选自镍、铁、钴、铬、钼、铝、钛、不锈钢、镍基超合金、钴超合金或其组合。

[0022] 在一个实施例中,所述至少一个冷却通道定位在离所述构件的表面的至少小于大约 508 微米(0.020 英寸)处。

[0023] 在一个实施例中,所述至少一个冷却通道定位在离所述构件的表面的至少小于大约 254 微米(0.010 英寸)处。

[0024] 在一个实施例中,所述至少一个冷却通道具有贯穿所述冷却部件而变化的几何结构。

[0025] 在一个实施例中,还包括在所述附连步骤之后应用至少一个保护性涂层。

[0026] 一种构件的热管理方法,包括:

形成所述构件的至少一部分;

打印所述构件的冷却部件,所述冷却部件包括至少一个冷却结构,所述至少一个冷却结构包括与所述构件的表面邻近的至少一个冷却通道,其中打印容许所述冷却部件有

接近最终形状的几何结构,其中所述至少一个冷却通道定位在离所述构件的表面的大约 127(0.005 英寸)至大约 762 微米(0.030 英寸)的范围内;

将所述至少一部分附连到所述构件的冷却部件上;且

将流体运送通过由所述构件中的至少一个冷却通道所限定的至少一个流体路径,以冷却所述构件。

[0027] 在一个实施例中,所述至少一个冷却通道定位在离所述构件的表面的至少小于大约 508 微米(0.020 英寸)处。

[0028] 根据结合附图得到的优选实施例的以下更详细的描述,将明晰本发明的其它特征和优势,附图以示例的方式显示本发明的原理。

附图说明

[0029] 图 1 是根据本公开的一个实施例的构件的透视图,其包括多个形成于其里面的冷却通道。

[0030] 图 2 是构件的冷却部件的分解透视图,其包括冷却结构。

[0031] 图 3 是根据本公开的一个实施例的构件的冷却部件的透视图,其包括形成于其里面的冷却结构。

[0032] 图 4 是根据本公开的一个实施例的构件的沿着图 3 的线 4-4 得到的横截面图,其显示了形成于构件中的冷却通道。

[0033] 图 4 是根据本公开的一个实施例的构件的沿着图 2 的线 4-4 得到的横截面图,其显示了包括供给通路和出口通路的至少一个冷却通道。

[0034] 图 5 是根据本公开的一个实施例的构件的沿着图 3 的线 5-5 得到的横截面图,其显示了形成于构件中的冷却结构。

[0035] 图 6 是根据本公开的一个实施例的构件的沿着图 5 的线 6-6 得到的横截面图,其显示了破坏流体层流的结构。

[0036] 在可能的任何地方,将在全部附图中使用相同的标号来代表相同的部件。

具体实施方式

[0037] 本发明提供了一种制造工艺和利用制造的构件的热管理工艺。同不包括这里所公开的一个或多个特征的工艺和物件相比,本公开的实施例提供了额外的冷却和加热,允许在新的区域中进行冷却,允许对新材料进行冷却,允许较冷和 / 或较热的流被引导自涡轮构件中的流,允许涡轮构件的有效寿命得以延长,允许利用涡轮构件的实施例的涡轮系统更加高效,允许涡轮构件更容易地制造出来,允许制造之前不能做出的冷却结构,允许制造本来不能利用传统制造工艺做出的构件,允许以混合材料构造涡轮构件或其组合。

[0038] 以下将描述本发明的一个或多个特定实施例。为了致力于提供这些实施例的简明描述,在说明书中可能没有描述实际实施的所有特征。应该懂得,在任何这种实际实施例的开发中,如同在任何工程或设计项目中一样,必须做出许多对于实施专有的决策,以实现开发者的特定目的,例如与涉及系统及涉及商业的约束的适应性,其可能根据实施而变化。此外,应该懂得这种开发工作可为复杂且耗时的,但对于受益于本公开的普通技术人员仍然是其进行设计、构造和制造的日常事务。

[0039] 当介绍本发明的各种实施例的元件时,冠词“一”、“一个”、“这个”和“所述”都意图表示有一个或多个元件。词语“包括”、“包含”和“具有”都意图为包括性的且意味着除了列出的元件之外,还可以有其它元件。

[0040] 术语“打印”指三维打印工艺。三维打印工艺的示例包括,但不局限于本领域中的普通技术人员已知的工艺,例如直接金属激光熔化 (“DMLM”)、直接金属激光烧结 (“DMLS”)、选择性激光烧结 (“SLS”)、选择性激光熔化 (“SLM”) 和电子束熔化 (“EBM”)。这里使用的术语“三维打印工艺”指上述工艺以及其它合适的当前或未来工艺,其包括材料的逐层累积。

[0041] 参照图 1,在一个实施例中,构件 100 可为涡轮系统中的静止构件、旋转构件或燃烧硬件。静止构件的示例包括,但不局限于喷嘴、导片、护罩、靠近流动路径的密封件、过渡件和其组合。构件 100 包括至少一部分 110 和冷却部件 120。冷却部件 120 通过任何合适的连接技术而附连在至少一部分 110 上,例如,但不局限于钎焊、焊接或机械手段。例如,在图 1 中,构件 100(喷嘴)包括冷却部件 120(翼型件),其附连在第一末端部分 114 和第二末端部分 112 上。

[0042] 为了制造构件 100,形成了至少一部分 110。用于形成至少一部分 110 的合适的方法包括铸造或打印。在一个实施例中,至少一部分 110 利用传统的制造方法来形成,例如,但不局限于铸造。至少一部分 110 可利用模具进行铸造,以利用所需的材料形成所需的形状,以便提供所需的强度和热特征。

[0043] 打印冷却部件 120 或至少一部分 110 可包括利用三维打印来形成至少一个冷却结构 122(见图 2 和 5)。所述至少一个冷却结构 122 包括冷却通道 130 和冷却空腔 490 和 590。所述至少一个冷却通道 130 邻近构件 100 的表面 322。在一个备选实施例中,如图 2 中所示,可对冷却部件 120 或部分 110 的节段打印至少一个冷却通道 130,然后将冷却部件 120 或部分 110 的包括至少一个冷却通道 130 的打印节段附连到冷却部件 120 或部分 110 的没有冷却通道的其它节段上。冷却部件 120 或部分 110 的其它节段可利用各种方法来形成,例如,但不局限于铸造、锻造或打印。三维打印包括利用涂布机构(未显示)而将雾化的粉末分布到衬底板(未显示)上。衬底板定位在腔室(未显示)中,腔室具有受控气氛,例如惰性气体,例如氩、氮、其它合适的惰性气体或其组合。雾化的粉末通过例如电子束熔化、激光熔化、或来自其它能源的其它熔化而被熔化,以形成三维产品的一部分或层,例如构件 100 的冷却部件 120 或至少一部分 110 的节段。该工艺经过重复以形成三维产品,例如冷却部件 120 或部分 110。

[0044] 三维打印可使用雾化的粉末,其是热塑料、金属、金属质的、陶瓷、其它合适的材料或其组合。用于雾化的粉末的合适的材料包括,但不局限于不锈钢、工具钢、钴、铬、钛、铝、其合金、镍基超合金或其组合。在一个实施例中,用于雾化的粉末的材料与适合于涡轮系统的热气道的合金的材料相对应。用于冷却部件 120 的材料可与为部分 110 所选择的材料相同或不同。至少一部分 110 可选自第一材料,并且冷却部件 120 可选自第二材料。在一个实施例中,第一材料可不同于第二材料。备选地,第一材料可与第二材料相同。用于至少一部分 110 的第一材料的合适的示例包括但不局限于镍、铁、钴、铬、钼、铝、钛、金、银、不锈钢、其合金、镍基超合金、钴超合金或其组合。用于冷却部件 120 的第二材料的合适的示例包括但不局限于镍、铁、钴、铬、钼、铝、钛、金、银、不锈钢、其合金、镍基超合金、钴超合金或

其组合。商业上可获得的材料的合适的示例包括但不限于 Co-Cr (70Co、27Cr、3Mo)、不锈钢 316、因科镍®合金 625 和因科镍®合金 718, 因科镍®合金 738 (因科镍®可从肯塔基州普林斯顿特种金属公司获得)、GTD-222® (通用电器公司的商标)、海恩斯®282®合金 (可从印第安那州科科莫的海恩斯国际公司获得)、UDIMET®合金 500 (可从肯塔基州普林斯顿特种金属公司获得)。在一个实施例中, 用于冷却部件 120 的材料可选择成具有比形成至少一部分 110 的材料更高的热导率, 从而可使效率提高, 并且需要使用较少的流体来改变构件 100 的表面 322 的温度。

[0045] 三维打印工艺的一个示例是选择性激光熔化, 其使用例如来自计算机辅助设计程序的预定的设计文档或三维文档的二维切片。二维切片的厚度确定了选择性激光熔化的分辨率。例如, 对于打印预定的构件 (例如, 冷却部件 120), 当二维切片为 20 微米厚时, 分辨率将大于当二维切片为 100 微米厚时的分辨率。在一个实施例中, 由打印形成的冷却部件 120 或至少一部分 110 接近最终的形状, 并且包括多个冷却结构 122, 例如至少一个冷却空腔 490、590 和形成于里面的多个冷却通道 130。如图 2 中所示, 冷却部件 120 可为翼型件, 其具有接近最终形状, 并且具有多个冷却结构 122, 例如冷却空腔 490、590 和形成于里面的冷却通道 130。在一个实施例中, 冷却部件 120 可被打印成单个零件 (见图 1)。在一个备选实施例中, 如图 2 和 3 中所示, 冷却部件 120 可成形为第一节段 260 和至少一个第二节段 280, 第一节段 260 包括多个冷却通道 130 和至少一个冷却空腔 490, 并且所述至少一个第二节段 280 可选地包括多个冷却空腔 590。如图 2 和 3 中所示, 第一节段 260 的至少一个冷却空腔 490 可与第二空腔的至少一个冷却空腔 590 对齐。第一节段 260 可利用任何合适的连接技术而连接到至少一个第二节段 280 上, 如虚线 270 所示 (见图 3)。打印的冷却部件 120 包括第一末端 222 和第二末端 224。第一末端 222 或第二末端 224 可利用任何合适的连接工艺而附连在部分 110 上, 例如, 但不局限于钎焊、焊接或机械附连手段。如图 1 中所示, 冷却部件 120 的第一末端 222 通过焊接或钎焊而附连在第一末端部分 114 上, 并且冷却部件 120 的第二末端 224 附连在第二末端部分 112 上, 如接头 140 所示。合适的附连示例包括, 但不局限于弧焊、射束焊接、钎焊、瞬时液相 (TLP) 粘结和扩散粘结。

[0046] 在一个实施例中, 如图 1 中所示, 冷却部件 120 是单个打印的零件, 其包括冷却通道 130、冷却空腔 490 和形成于里面的第一开口 150 或供给通路和第二开口 160 或出口通路。在一个备选实施例中, 如图 2 和图 3 中所示, 按步骤形成冷却部件 120。在一个步骤中, 打印第一节段 260, 其包括多个冷却结构 122, 冷却结构包括冷却通道 130 和 / 或冷却空腔 490 和 / 或第一和第二开口 150 和 160。在另一步骤中, 利用三维打印或传统的铸造技术形成至少一个第二节段 280。如上面论述的那样, 可利用第一材料而形成第一节段 260, 并且可利用第二材料而形成至少一个第二节段 280。在一个实施例中, 第一材料和第二材料是相同的。在一个备选实施例中, 第一材料和第二材料是不同的。在形成第一节段 260 和至少一个第二节段 280 之后, 通过将第一节段 260 和至少一个第二节段 280 沿着接头线 270 (见图 3) 连接起来从而构建冷却部件 120。任何合适的连接方法可用于将第一节段 260 和至少一个第二节段 280 连接起来, 例如, 但不局限于弧焊、射束焊接、钎焊、瞬时液相 (TLP) 粘结和扩散粘结。

[0047] 如图 4 中所示, 从冷却空腔 490 至冷却通道 130 的供给通路的第一开口 150 和便于冷却剂离开通道 130 的第二开口 160 或出口通路也可被打印到冷却部件 120 或冷却部件

120 的第一节段 260 中。第一开口 150 或入口可附连在冷却通道空腔 490 上,冷却通道空腔贯穿构件 100 的长度而延伸。第一开口 150 和第二开口 160 通过冷却通道 130 互连起来。在一个实施例中,第二开口 160 可为圆柱形孔,但还可以是带形状的孔,以便使离开冷却通道 130 的冷却剂为构件的下游部分提供膜覆盖。第二开口 160 或出口通路还可为沟槽,其中来自一个或多个冷却通道 130 的冷却剂进入沟槽中,以便沿着沟槽散布,并作为膜而离开沟槽(见图 1)。

[0048] 参照图 5,利用三维打印容许至少一个冷却通道 130 定位在距离 350 处,其在离构件 100 的冷却部件 120 的表面 322 的大约 127 微米(0.005 英寸)至大约 762 微米(0.030 英寸)的范围内。备选地,三维打印容许至少一个冷却通道 130 定位在距离 350 处,其离构件 100 的冷却部件 120 的表面 322 至少小于大约 508 微米(0.020 英寸)(见图 5)。在冷却通道 130 和构件 100 的表面 322 之间的距离 350 可达至少小于大约 127 微米(0.005 英寸)或小到大约 127 微米(0.005 英寸)。在冷却通道 130 和构件 100 的表面 322 之间的距离 350 在构件 100 中的冷却通道 130 的整个长度上可为恒定的。在一个备选实施例中,距离 350 可在构件 100 中的冷却通道 130 的整个长度上变化(见图 4)。距离 350 可为大约 127 微米(0.005 英寸)至大约 1524 微米(0.060 英寸),或者备选地大约 254 微米(0.010 英寸)至大约 1270 微米,或者备选地大约 254 微米(0.010 英寸)至大约 1016 微米,或者备选地大约 254 微米(0.010 英寸)至大约 508 微米(0.020 英寸),或者备选地小于大约 508 微米(0.020 英寸),或者备选地大约 254 微米(0.010 英寸),或者备选地大约 127 微米(0.005 英寸)。相比之下,用于形成具有冷却通道的构件的典型的铸造方法将具有定位在离表面大约 2540 微米(0.100 英寸)处的冷却通道。

[0049] 利用三维打印以便在冷却部件 120 或至少一部分 110 中形成至少一个冷却通道 130 减少了制造步骤并节省了时间和资源,因为冷却通道不需要钻到构件的表面中。对冷却部件 120 或至少一部分 110 打印形成于里面的冷却通道 130 还减少了制造步骤和时间及资源,因为开放的冷却通道不需要利用插件板来关闭。三维打印工艺还容许冷却通道 130 和其里面的至少一个流体路径 360 的几何结构(长度、宽度、高度和深度)沿着冷却部件 120 中的冷却通道 130 的长度而变化。例如,冷却通道 130 在某些区域可收缩或变窄,或者在其它区域变宽,以匹配构件 100 的冷却或加热局部要求。冷却通道 130 的尺寸可根据需要而变化,并且这些尺寸不需要从一个末端至另一末端都保持恒定不变。在一个实施例中,冷却通道 130 可为半圆,其具有大约 254 微米(0.010 英寸)至大约 2540 微米(0.100 英寸),或者备选地大约 762 微米(0.030 英寸)至大约 1524 微米(0.060 英寸)的宽度和深度。

[0050] 在一个实施例中,在将冷却部件 120 连接到至少一部分 110 上之前,执行热等静压(HIP)和/或溶液热处理的可选步骤,以加强打印的冷却部件 120 或至少一部分 110。在 HIP 操作期间,内部缺陷例如多孔性和微裂隙由于温度和施加的压力而被封闭并痊愈。在溶液热处理期间,所有有害的沉淀物被置于材料基质的溶液中,从而提供最好的属性。这些热处理通过新晶粒的形成而改变了晶粒结构,最终加强了打印的冷却部件 120。

[0051] 如图 4 中所示,表面 322 可涂覆有保护性涂层 340。保护性涂层 340 可包括任何数量的层,例如,但不局限于粘结涂层 342 和应用于粘结涂层 342 上的隔热涂层 344。在冷却部件 120 连接到至少一部分 110 上之前可应用保护性涂层 340。在冷却部件 120 通过焊接、钎焊或其它合适的机械连接手段方法连接到至少一部分 110 上之后可应用保护性涂层

340。

[0052] 将流体运送通过由构件中的至少一个冷却通道 130 所限定的至少一个流体路径 360 会改变、冷却或加热构件 100 的表面 322。几何结构上的变化可经过设计,从而在沿着构件 100 中的至少一个冷却通道 130 的长度的任何具体位置上最大限度地增大或减小温度的变化。几何结构上的变化可通过至少一个冷却通道 130 而实现表面 322 的热特性的高度特定的操作。同不包括这里公开的一个或多个特征的方法和物件相比,几何结构的变化可以最小的成本和时间实现构件设计的热管理属性的改进。

[0053] 参照图 6,在一个实施例中,至少一个冷却通道 130 可包括至少一个结构,以便破坏通过至少一个流体路径 360 的流体的层流。破坏层流的至少一个结构可包括紊流器 406,其使至少一个流体路径 360 中的流体从中间混合到侧部,以及从侧部混合到中间,从而使至少一个流体路径 360 有效地变长。紊流器 406 还可增加至少一个冷却通道 130 的表面面积,这增加了通过至少一个流体路径 360 而流向或流自衬底 322 的流体的热传递。紊流器 406 的合适的示例包括,但不局限于翅片 410 和隆起部 412。紊流器 406 可具有任何合适的形状或尺寸,并且可以任何合适的排列或间距而包含在冷却通道 130 的至少一个内表面上,从而实现所需的效果。紊流器 406 可利用三维打印工艺而形成于至少一个冷却通道 130 中,从而造就一种单个均质的零件。

[0054] 本发明还提供了一种热管理的方法。该方法包括形成构件 100 的至少一部分 110(见图 1)。该方法包括打印冷却部件 120(见图 1)或第一节段 260 和至少一个第二节段 280,并构建构件 100 的冷却部件 120(见图 2 和图 3)。该方法包括将至少一部分 110 附连到构件 100 的冷却部件 120 上(见图 1)。该方法包括将流体运送通过由构件 100 中的至少一个冷却通道 130 所限定的至少一个流体路径 360,从而冷却构件 100(见图 4 和图 6)。

[0055] 虽然已经参照优选实施例描述了本发明,但是本领域中的技术人员应该懂得,在不脱离本发明的范围的情况下,可进行各种变化,并用等效物替代优选实施例的元件。另外,在不脱离本发明的本质范围的情况下,可进行许多改型,使特殊的情形或材料适应本发明的教导。因此,意图的是,本发明并不局限于作为被认为是实现本发明的最佳模式而公开的特定的实施例,相反本发明将包括落在附属权利要求范围内的所有实施例。

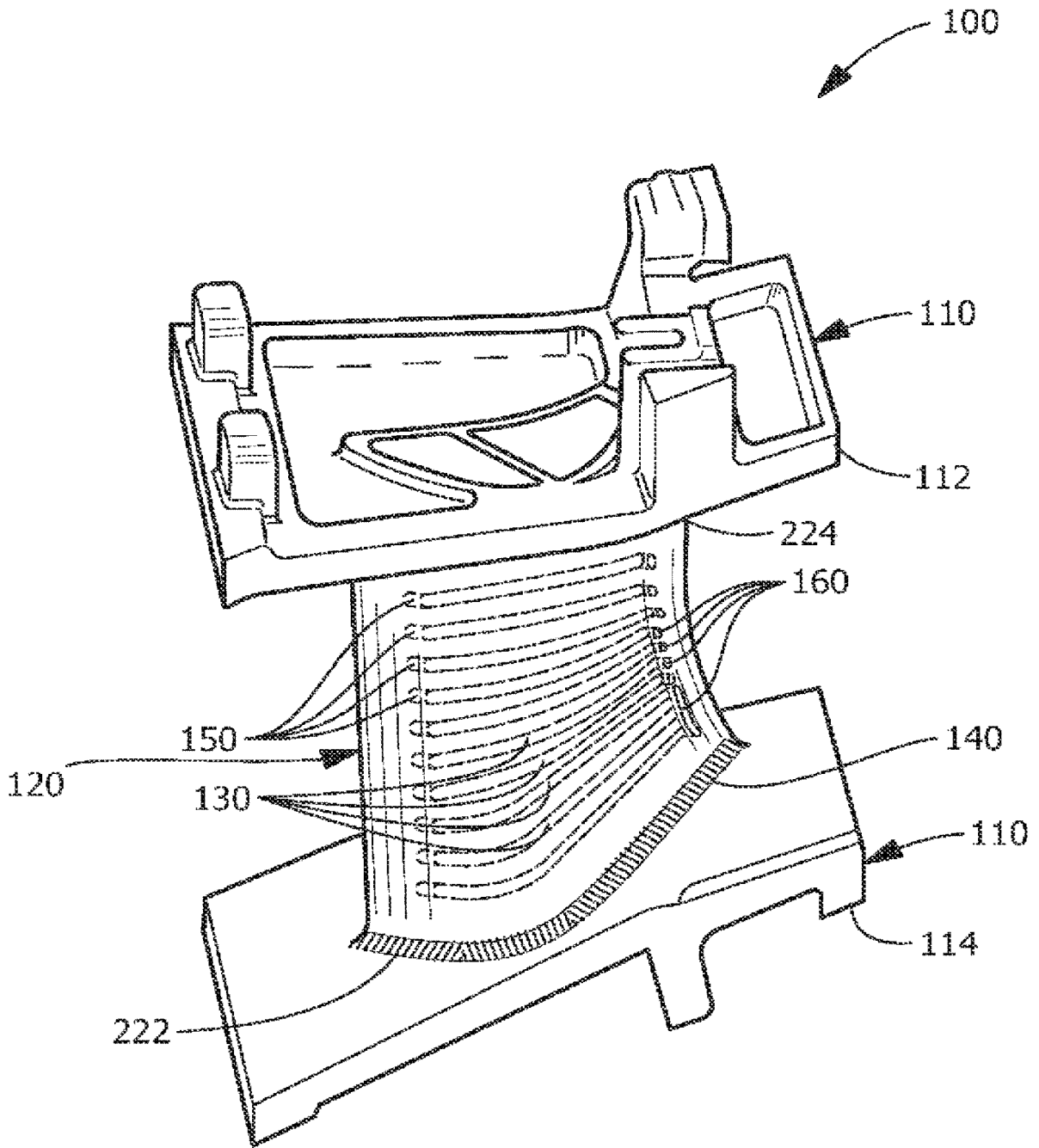


图 1

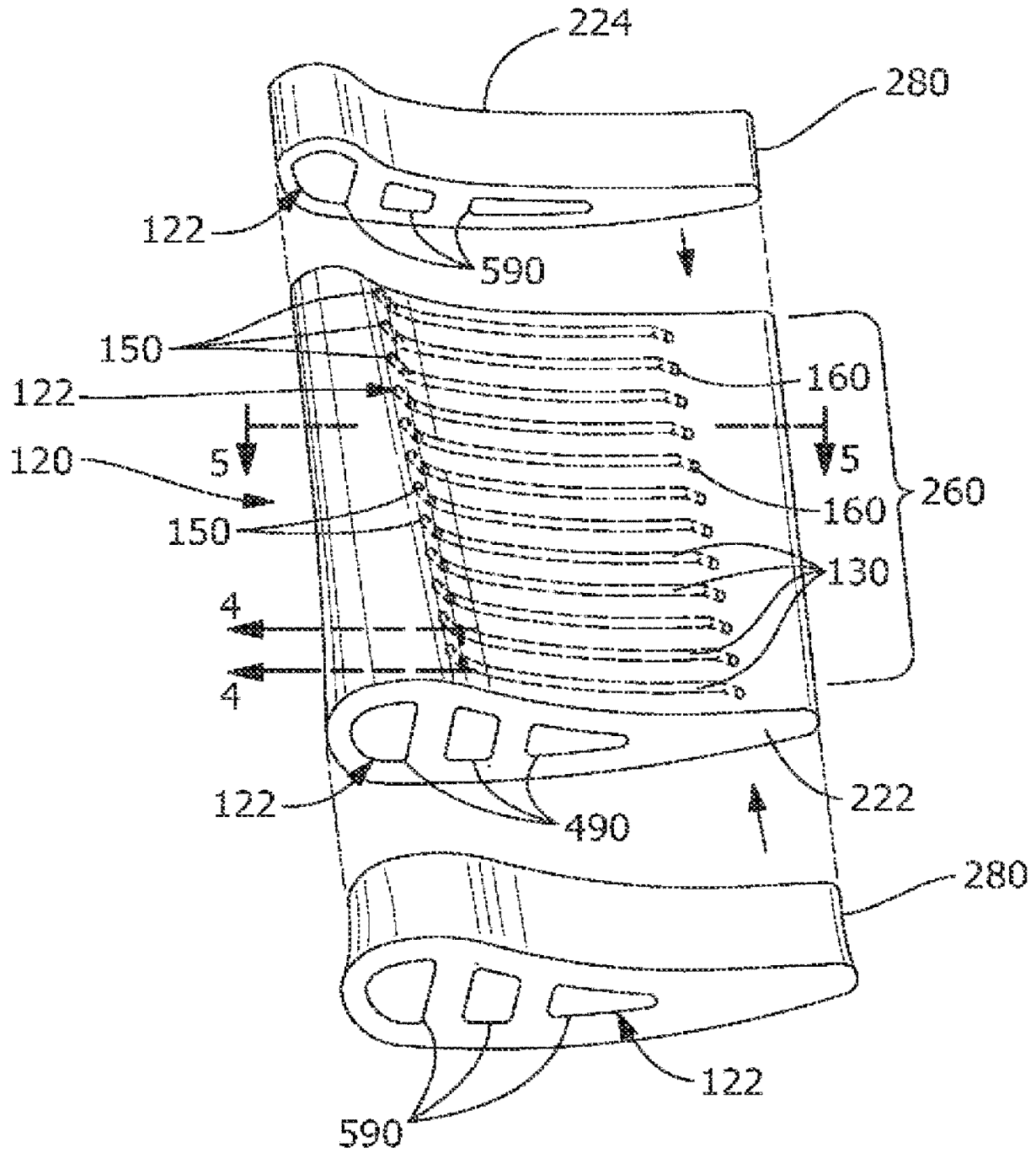


图 2

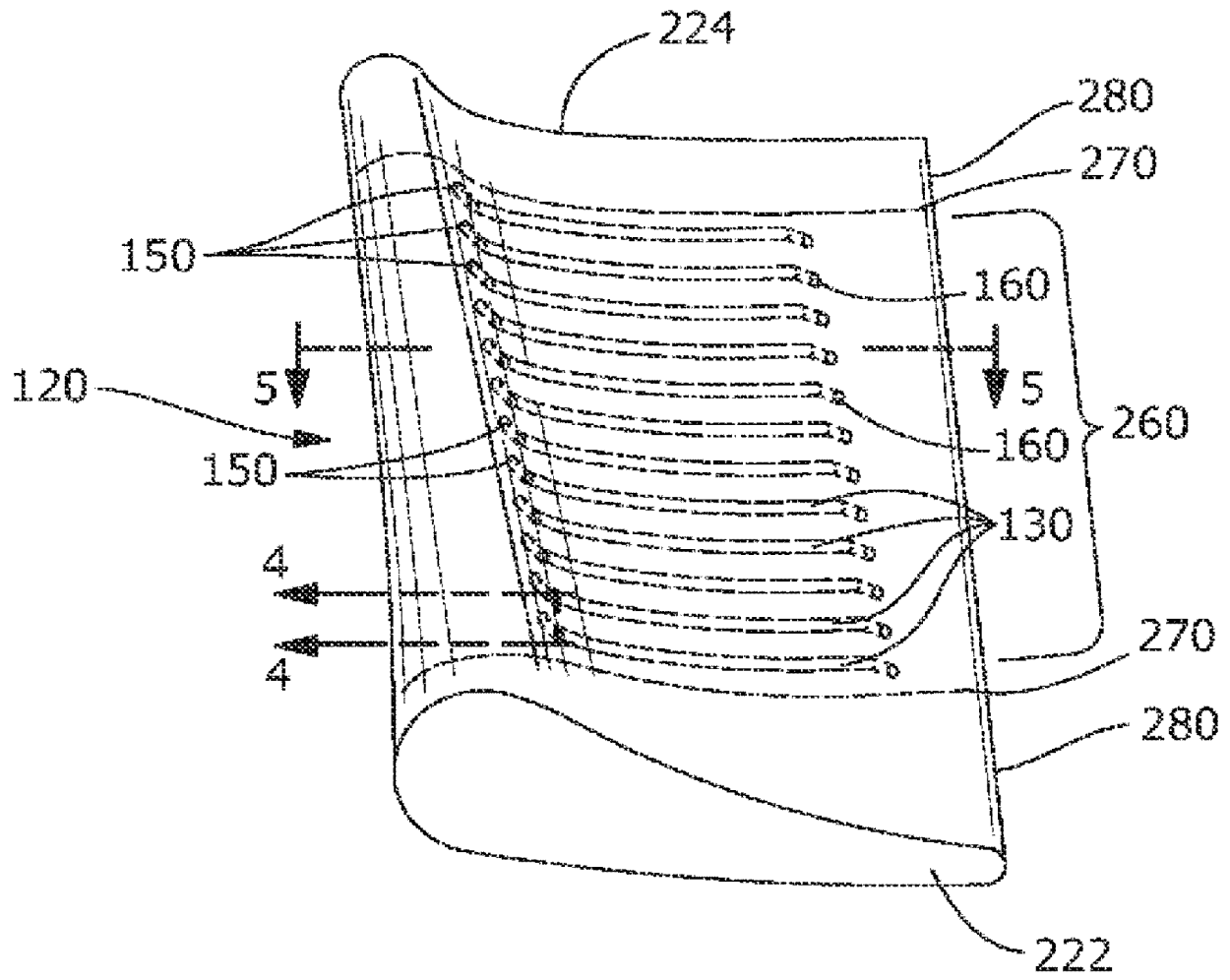


图 3

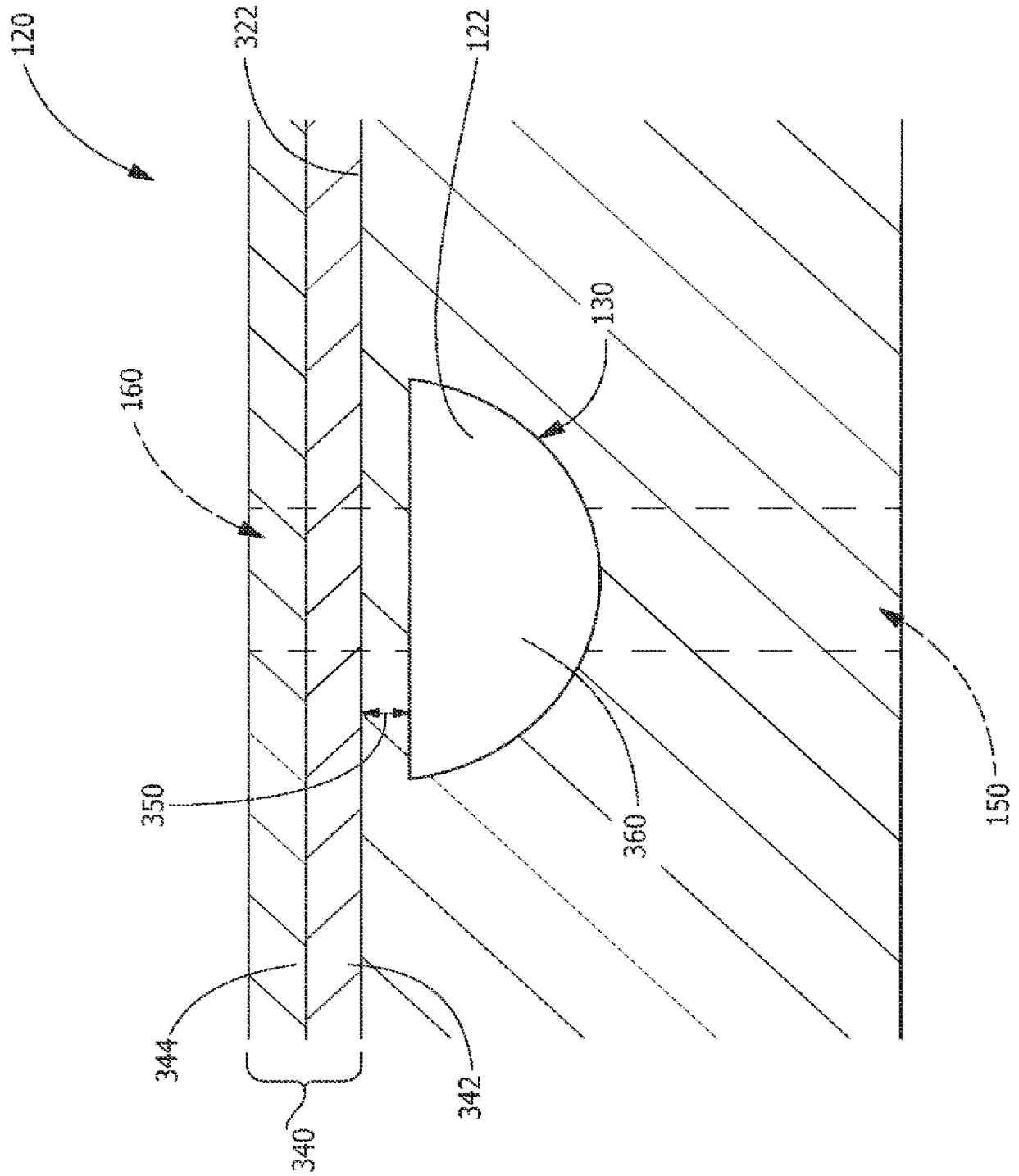


图 4

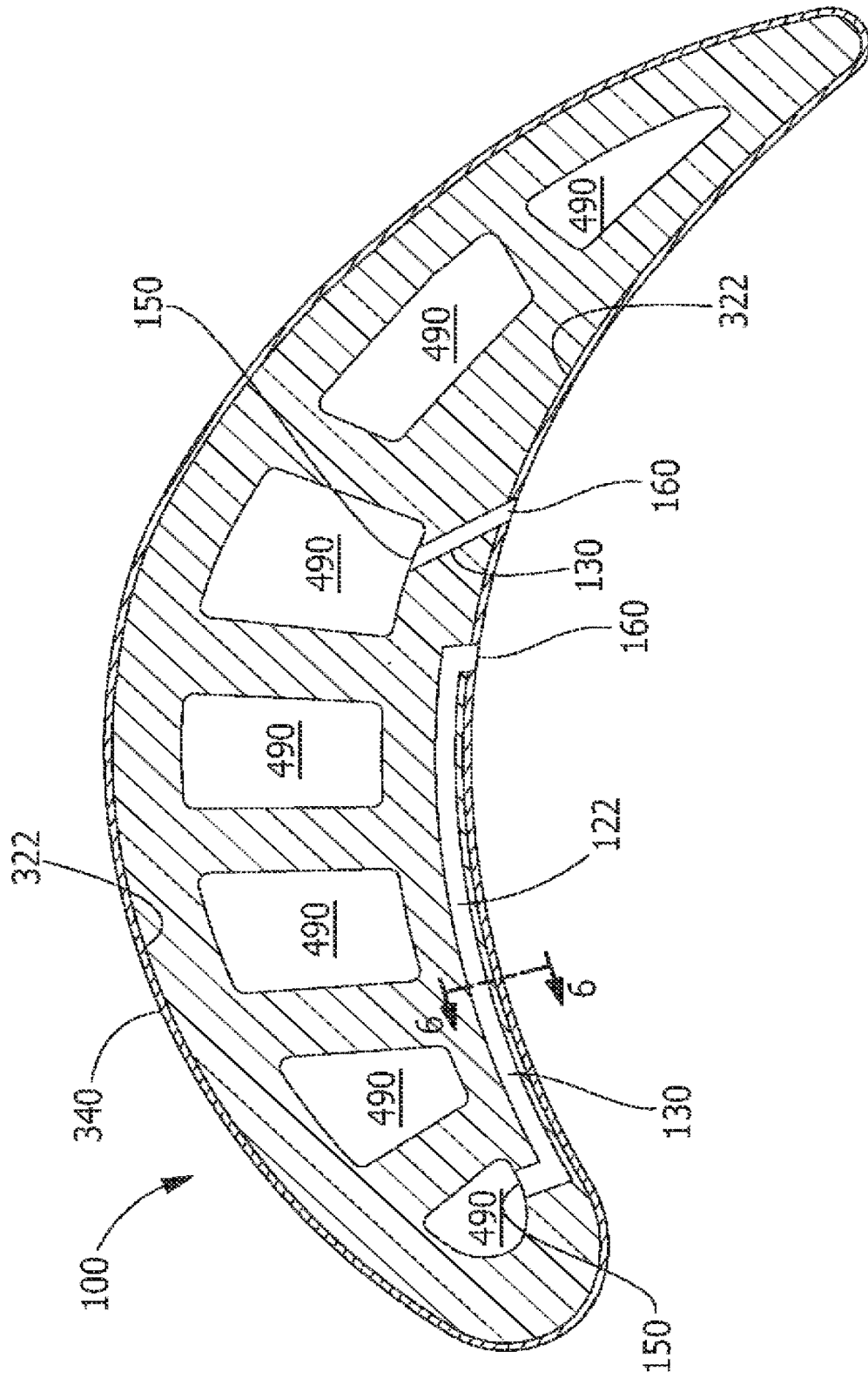


图 5

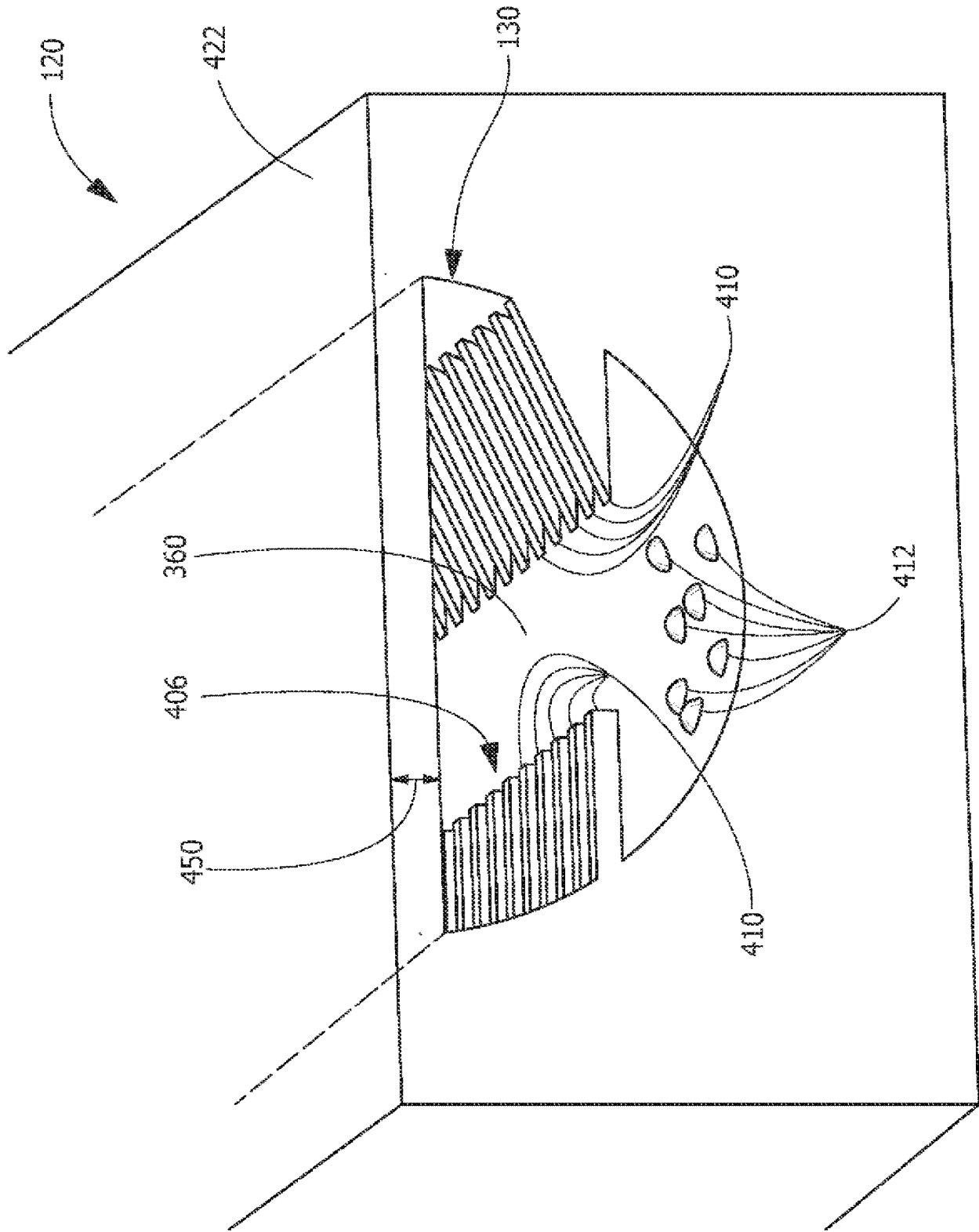


图 6