



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107044302 B

(45) 授权公告日 2021.06.08

(21) 申请号 201710235411.2

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2017.02.04

F01D 9/04 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

F01D 9/06 (2006.01)

申请公布号 CN 107044302 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2017.08.15

CN 1126795 A, 1996.07.17

(30) 优先权数据

CN 102797511 A, 2012.11.28

15/016498 2016.02.05 US

CN 103975129 A, 2014.08.06

(73) 专利权人 通用电气公司

EP 2975217 A1, 2016.01.20

地址 美国纽约州

GB 2326706 A, 1998.12.30

审查员 曹昕慧

(72) 发明人 B·P·莱西 D·E·施克

S·杜塔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

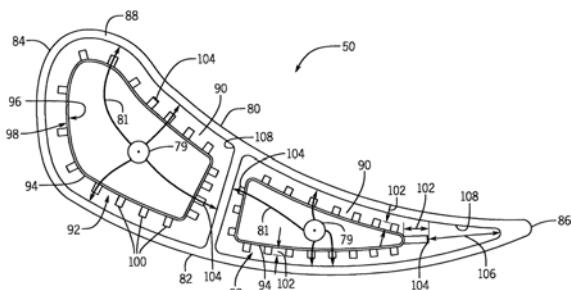
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

用于涡轮喷嘴冷却的系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于涡轮喷嘴冷却的系统和方法。具体而言，提供了一种具有构造成接收冷却流(81)的冲击套筒(92)的系统(10)。冲击套筒(92)包括从冲击套筒(92)的外表面(98)延伸的成列端口(100)，其中成列端口(100)中的每个端口构造成朝受热结构(88,108)引导冲击流(81)，且每股冲击流包括冷却流(81)的一部分。此外，一个或多个销(138)相对于冷却流(81)布置在外表面(98)外，其中该一个或多个销(138)中的每个销联接在成列端口(100)的端口对(101)之间。



1. 一种用于涡轮喷嘴冷却的系统,包括:

冲击套筒,其构造成接收冷却流,其中所述冲击套筒包括:

成列端口,其从所述冲击套筒的外表面延伸,其中所述成列端口中的每个端口构造成朝受热结构引导冲击流,且每股冲击流包括所述冷却流的一部分;和

多个销,其相对于所述冷却流布置在所述外表面外,其中所述多个销中的每个销联接至所述成列端口中的至少一个端口。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述冲击套筒是具有建造轴线的增材制造的冲击套筒,其中所述多个销中的每个销沿所述建造轴线的阈值支撑角度内的对应的销轴线对准。

3. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于,所述成列端口中的一个或多个端口相对于所述建造轴线以90度从所述外表面延伸。

4. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于,所述增材制造的冲击套筒包括激光烧结的金属材料。

5. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述多个销包括联接在所述成列端口中的端口对之间的销阵列。

6. 根据权利要求5所述的系统,其特征在于,联接在所述成列端口中的对应的端口对之间的销阵列中的销的内层在所述对应的端口对中的端口的直径的0.5倍的范围内间隔开,其中销的所述内层相比于所述销阵列中的其它销更接近所述外表面。

7. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述成列端口中的第一端口从所述外表面延伸超过所述第一端口的直径的距离。

8. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述冲击套筒的外表面包围构成接收所述冷却流的冷却通道。

9. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述系统还包括所述受热结构,其中所述受热结构包括燃气涡轮的喷嘴,其中所述冲击套筒布置在所述喷嘴的腔内,且每股冲击流朝所述喷嘴的内表面引导。

10. 根据权利要求9所述的系统,其特征在于,每股冲击流以大致垂直的角度朝所述喷嘴的内表面引导。

11. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述多个销中的每个销包括小于0.25mm的特征宽度。

12. 一种用于涡轮喷嘴冷却的方法,包括:

在建造方向上增材制造冲击套筒,其中所述冲击套筒包括:

外表面;

多个端口,其相对于所述建造方向以大于45度的角度从所述外表面延伸,其中所述多个端口中的每个端口构造成朝受热结构引导冲击流;和

多个销,其中所述多个销中的每个销沿所述建造方向的阈值角度内的对应的销轴线布置,所述多个销中的每个销联接至所述多个端口中的至少一个端口,且所述多个销构造成在增材制造期间支撑所述多个端口;以及

将增材制造的冲击套筒插入燃气涡轮的喷嘴中。

13. 根据权利要求12所述的方法,其特征在于,所述方法包括在将所述增材制造的冲击

套筒插入所述燃气涡轮的喷嘴中之前移除所述多个销中的一个或更多销。

14. 根据权利要求13所述的方法，其特征在于，所述方法包括在将所述增材制造的冲击套筒插入所述燃气涡轮的喷嘴中之前移除所述多个销中的每个销。

15. 根据权利要求12所述的方法，其特征在于，所述多个端口中的每个端口从所述外表面对应的端口的直径的至少0.5倍的距离。

## 用于涡轮喷嘴冷却的系统和方法

### 技术领域

[0001] 本文公开的主题大体上涉及燃气涡轮，且更具体而言涉及用于冷却涡轮喷嘴的系统和方法。

### 背景技术

[0002] 燃气涡轮发动机燃烧燃料以产生热燃烧气体，其流过涡轮以驱动负载和/或压缩机。在这种系统中，总体燃气涡轮性能和效率可通过提高内部燃烧温度而提高。受到热气体通路中的高温的构件（例如热气体通路构件）可通过冲击套筒从压缩机或其它位置传送冷却空气而冷却，冲击套筒使冷却空气流冲击在热气体通路构件的内表面上。尽管使用此方法可为热气体通路构件提供冷却，但期望进一步提高冷却效率。

### 发明内容

[0003] 下面概述与原始请求保护的发明相当的某些实施例。这些实施例不意在限制请求保护的发明的范围，相反，这些实施例仅意在提供本发明的可能形式的简要概述。事实上，本发明可包含与下文阐述的实施例类似或不同的多种形式。

[0004] 在一个实施例中，一种系统包括构造成接收冷却流的冲击套筒。冲击套筒包括从冲击套筒的外表面延伸的成列端口，其中成列端口中的每个端口构造成朝高温结构引导冲击流，且每股冲击流包括冷却流的一部分。冲击套筒还包括相对于冷却流布置在外表面外的一个或多个销，其中所述一个或多个销中的每个销联接在成列端口中的端口对之间。

[0005] 在另一个实施例中，一种系统包括构造成接收冷却流的增材制造的冲击套筒。冲击套筒包括与形成增材制造的冲击套筒的多个层大致垂直的建造轴线。冲击套筒还包括从冲击套筒的外表面延伸的多个端口，其中该多个端口包括多个端口列。该多个端口中的每个端口构造成朝受热结构引导冲击流，且每股冲击流包括冷却流的一部分。冲击套筒还包括相对于冷却流布置在外表面外的多个销。每个端口列包括该多个销中的一个或多个销，其沿对应的端口列联接在该多个端口中的端口对之间，以在增材制造期间支撑对应的端口列。该多个销中的每个销沿建造轴线的阈值角度内的对应的销轴线布置。

[0006] 在另一个实施例中，一种方法包括沿建造方向增材制造冲击套筒，其中冲击套筒包括外表面以及相对于建造方向以大于45度的角度从外表面延伸的多个端口。该多个端口中的每个端口构造成朝受热结构引导冲击流。冲击套筒还包括多个销，其中该多个销中的每个销沿建造方向的阈值角度内的对应的销轴线布置。该多个销中的每个销联接至该多个端口中的至少一个端口，且该多个销中的每个销构造成在增材制造期间支撑该至少一个端口。该方法还包括将增材制造的冲击套筒插入燃气涡轮的喷嘴中。

[0007] 技术方案1.一种系统，包括：

[0008] 冲击套筒，其构造成接收冷却流，其中所述冲击套筒包括：

[0009] 成列端口，其从所述冲击套筒的外表面延伸，其中所述成列端口中的每个端口构造成朝受热结构引导冲击流，且每股冲击流包括所述冷却流的一部分；和

[0010] 一个或多个销，其相对于所述冷却流布置在所述外表面外，其中所述一个或多个销中的每个销联接至所述成列端口中的至少一个端口。

[0011] 技术方案2.根据技术方案1所述的系统，其中，所述冲击套筒包括具有建造轴线的增材制造的冲击套筒，其中所述一个或多个销中的每个销沿所述建造轴线的阈值支撑角度内的对应的销轴线对准。

[0012] 技术方案3.根据技术方案2所述的系统，其中，所述成列端口中的一个或多个端口相对于所述建造轴线以大约90度从所述外表面延伸。

[0013] 技术方案4.根据技术方案2所述的系统，其中，所述增材制造的冲击套筒包括激光烧结的金属材料。

[0014] 技术方案5.根据技术方案1所述的系统，其中，所述一个或多个销包括联接在所述成列端口中的端口对之间的销阵列。

[0015] 技术方案6.根据技术方案5所述的系统，其中，联接在所述成列端口中的对应的端口对之间的销阵列中的销的内层在所述对应的端口对中的端口的直径的大约0.5倍内间隔开，其中销的所述内层相比于所述销阵列中的其它销更接近所述外表面。

[0016] 技术方案7.根据技术方案1所述的系统，其中，所述成列端口的第一端口从所述外表面延伸超过所述第一端口的直径。

[0017] 技术方案8.根据技术方案1所述的系统，其中，所述冲击套筒的外表面包围构造成接收所述冷却流的冷却通道。

[0018] 技术方案9.根据技术方案1所述的系统，其中，所述系统还包括所述受热结构，其中所述受热结构包括燃气涡轮的喷嘴，其中所述冲击套筒布置在所述喷嘴的腔内，且每股冲击流朝所述喷嘴的内表面引导。

[0019] 技术方案10.根据技术方案1所述的系统，其中，每股冲击流以大致垂直的角度朝所述喷嘴的内表面引导。

[0020] 技术方案11.根据技术方案1所述的系统，其中，所述一个或多个销中的每个销包括小于大约0.25mm的特征宽度。

[0021] 技术方案12.一种系统，包括：

[0022] 增材制造的冲击套筒，其构造成接收冷却流，其中所述冲击套筒包括：

[0023] 建造轴线，其与形成所述增材制造的冲击套筒的多个层大致垂直；

[0024] 多个端口，其从所述冲击套筒的外表面延伸，其中所述多个端口包括多个端口列，所述多个端口中的每个端口构造成朝受热结构引导冲击流，且每股冲击流包括所述冷却流的一部分；和

[0025] 多个销，其相对于所述冷却流布置在所述外表面外，其中每个端口列包括所述多个销中的一个或多个销，其沿对应的端口列联接至所述多个端口中的至少一个端口，以在增材制造期间支撑所述对应的端口列，且所述多个销中的每个销沿所述建造轴线的阈值角度内的对应的销轴线布置。

[0026] 技术方案13.根据技术方案12所述的系统，其中，所述多个端口的端口的子集延伸超过端口的所述子集的直径，且所述多个端口中的端口的子集以相对于所述建造轴线大于45度的角度从所述外表面延伸。

[0027] 技术方案14.根据技术方案12所述的系统，其中，所述多个销中的每个销的销轴线

与所述多个销中的对应的销附近的冲击套筒的外表面大致平行。

[0028] 技术方案15.根据技术方案12所述的系统,其中,所述增材制造的冲击套筒包括激光烧结的材料,且所述激光烧结的材料包括不锈钢或镍铬合金。

[0029] 技术方案16.根据技术方案12所述的系统,其中,每股冲击流以大致垂直的角度朝所述受热结构引导。

[0030] 技术方案17.一种方法,包括:

[0031] 在建造方向上增材制造冲击套筒,其中所述冲击套筒包括:

[0032] 外表面;

[0033] 多个端口,其相对于所述建造方向以大于45度的角度从所述外表面延伸,其中所述多个端口中的每个端口构造成朝受热结构引导冲击流;和

[0034] 多个销,其中所述多个销中的每个销沿所述建造方向的阈值角度内的对应的销轴线布置,所述多个销中的每个销联接至所述多个端口中的至少一个端口,且所述多个销中的每个销构造成在增材制造期间支撑所述至少一个端口;以及

[0035] 将增材制造的冲击套筒插入燃气涡轮的喷嘴中。

[0036] 技术方案18.根据技术方案17所述的方法,其中,所述方法包括在将所述增材制造的冲击套筒插入所述燃气涡轮的喷嘴中之前移除所述多个销中的一个或多个销。

[0037] 技术方案19.根据技术方案18所述的方法,其中,所述方法包括在将所述增材制造的冲击套筒插入所述燃气涡轮的喷嘴中之前移除所述多个销中的每个销。

[0038] 技术方案20.根据技术方案17所述的方法,其中,所述多个端口中的每个端口从所述外表面延伸对应的端口的直径的至少0.5倍。

## 附图说明

[0039] 当参照附图阅读下面的详细描述时,本发明的这些和其它特征、方面和优点将变得更好理解,在附图中相似的符号贯穿附图表示相似的构件,其中:

[0040] 图1是燃气涡轮系统的实施例的框图;

[0041] 图2是燃气涡轮系统的局部侧截面视图;

[0042] 图3是带有冲击套筒的燃气涡轮系统的翼型件受热结构的实施例的截面视图;

[0043] 图4是带有多个端口的冲击套筒的实施例的透视图;

[0044] 图5是带有多个端口的图4的冲击套筒的一部分的实施例的局部透视图;

[0045] 图6是图5的多个端口之一的实施例的截面视图;

[0046] 图7是图5的多个端口之一的另一实施例的截面视图;

[0047] 图8是图5的多个端口之一的另一实施例的截面视图;

[0048] 图9是用于建造和实施冲击套筒的方法的流程图。

## 具体实施方式

[0049] 本发明的一个或多个特定实施例将在下面描述。为了提供这些实施例的准确描述,说明书中可不描述实际实施方式的所有特征。应了解的是,在任何这种实际实施方式的开发中,如在任何工程和设计项目中那样,必须采取很多实施方式特定的决定以实现开发者的特定目标,诸如符合系统相关或商业相关的约束,其可从一个实施方式到另一个变化。

此外,应了解的是,这种开发努力可为复杂和耗时的,但对于具有此公开的益处的本领域普通技术人员来说将不过是设计、制造和生产的常规任务。

[0050] 在引入本发明的各种实施例的元件时,冠词“一”、“一个”、“该”和“所述”意在表示存在一个或多个元件。用语“包括”、“包含”和“具有”意在为包含性的,且表示可存在除了列出的元件之外的额外元件。

[0051] 根据本公开的燃气涡轮系统可在燃气涡轮系统的涡轮区段内利用多种类型的硬件(诸如冲击套筒)提供冷却。某些燃气涡轮系统可包括定位在受热部分(例如,翼型件)内的冲击套筒,或定位在燃气涡轮的受热部分的壳附近的冲击套筒。冲击冷却通过利用高速冷却空气冲击(例如,撞击)受热构件的内表面来操作。冲击冷却允许更多的热量通过对流传递(例如,相比于常规的对流冷却所做),且冲击冷却通常用在高热负载的区域中,诸如涡轮叶片和涡轮喷嘴。例如,涡轮的涡轮叶片或其它受热构件的翼型件可为带有一个或多个腔的中空部,且冲击套筒可插入那些腔内。

[0052] 用于冲击冷却的冲击套筒的一些实施例可包括用于冷却空气离开且冲击受热结构的内表面的孔或空气出口。然而,取决于冲击套筒和受热结构的内表面之间的构造,可能难以控制冲击距离(例如,从空气出口至内表面的距离)。此外,可能难以引导冷却空气至受热结构的难以达到的点。例如,受热结构可在对应的表面轮廓上具有窄的角部或急过渡,使得冲击套筒难以符合这种形状以便有效地引导空气冷却内表面。因此,存在提供燃气涡轮系统的受热结构的有效冷却的冲击套筒的需要。例如,本文描述的系统可允许冲击距离的控制和将冷却空气引导至受热结构的期望点的控制,且因此可改进冲击套筒的冷却效率。

[0053] 转到附图,图1示出了燃气涡轮系统10的实施例的框图,其可包括改进系统10的某些部分内的冷却的特征(例如,冷却特征,诸如冲击套筒)。将了解的是,本文描述的系统和方法可用在任何涡轮系统(诸如燃气涡轮系统和蒸汽涡轮系统)中,且不意在限于任何特定的机器或系统。如图所示,系统10包括压缩机12、涡轮燃烧器14和涡轮16,其中涡轮16可包括一个或多个单独的级18。系统10可包括一个或多个燃烧器14,其包括构造成接收液体燃料和/或气体燃料22(诸如天然气或合成气)的一个或多个燃料喷嘴20。

[0054] 涡轮燃烧器14点燃且燃烧燃料-空气混合物,且然后将热的加压燃烧气体24(例如,排气)传递到涡轮16中。涡轮叶片联接至轴26,轴又联接至贯穿燃气涡轮系统10的若干其它构件。当燃烧气体24穿过涡轮16中的涡轮叶片时,涡轮16被驱动旋转,这引起轴26旋转。最后,燃烧气体24经由排气出口28排出燃气涡轮系统10。此外,轴26可联接至经由轴26的旋转供以动力的负载30。例如,负载30可为可经由燃气涡轮系统10的旋转输出产生功率的任何合适的装置,诸如发电机、飞机的推进器等。

[0055] 压缩机叶片可包括为压缩机12的构件。压缩机12内的叶片联接至轴26,且将在轴26被涡轮16驱动旋转时旋转,如下面描述的那样。进气口32将空气34供给至压缩机12,压缩机12内的叶片的旋转压缩空气34以产生加压空气36。加压空气36然后供给到涡轮燃烧器14的燃料喷嘴20中。燃料喷嘴20将加压空气36与燃料22混合以产生用于燃烧的合适的混合物比率(例如,引起燃料更加彻底燃尽的燃烧)。

[0056] 图2是燃气涡轮系统10的实施例的局部截面侧视图。如图所示,可参照纵向轴线或方向38、径向轴线或方向40以及周向轴线或方向42来描述燃气涡轮系统10。热燃烧气体24可在大体沿纵轴线28的方向上从燃烧器14(图1)流到涡轮16中,如由箭头44所示。涡轮16的

每个级包括联接至转子叶轮的一组叶片46,转子叶轮可旋转地附接至轴26。涡轮16包括在每个级18内的涡轮喷嘴组件48,且涡轮喷嘴组件48朝对应的级18的该组叶片46引导热燃烧气体24。本文描述的涡轮喷嘴组件48可用在第一级、第二级、第三级或其组合中。每个喷嘴组件48可包括在径向方向40上在内带节段52和外带节段54之间延伸的周向隔开的导叶50。相邻的外带节段54可联接在一起以形成围绕相邻的内带节段52的内环形圈延伸的外环形圈。导叶50可在由内带节段52和外带节段54形成的两个环形圈之间延伸。燃气涡轮系统10还可包括护罩节段56,其可布置在外带节段54的下游以将流动越过导叶50的热燃烧气体24引导至叶片46。可了解的是,用语“下游”大体上指燃烧气体24沿纵轴线38穿过涡轮16的方向,如由箭头44所示的那样。类似地,用语“上游”大体上指沿纵轴线38的相反方向(例如,朝压缩机12)。

[0057] 沿热气体(例如,燃烧气体24)的流路布置的结构或构件可称作受热结构或构件。在一个示例中,受热结构可为叶片46和涡轮喷嘴组件48的其它部分(例如,导叶50)。在一些实施例中,为了冷却受热结构(例如,导叶50),一个或多个冲击套筒92可布置在受热结构内,如由虚线78所示的那样。例如,如由箭头79指出的冷却空气可从压缩机12或其它位置传送穿过冲击套筒92,冲击套筒将如由箭头81指出的冷却空气流冲击在受热结构的内表面上。

[0058] 图3示出了沿图2的线3-3截取的受热结构(例如,导叶50)的示例的截面视图。受热结构可具有总体空气动力学形状(例如,翼型件),从压力侧80延伸至吸力侧82。受热结构(例如,导叶50)还可从前缘84延伸至后缘86。受热结构可具有壳体88,其限定一个或多个内部冷却腔90。受热结构可通过将冷却空气传递穿过受热结构内部的通道来冷却(例如,对流冷却)。例如,空气34(图1)的一部分可从压缩机12转向以流过受热结构(例如,导叶50)的一个或多个内部冷却腔90,如由箭头79指出的那样。此外,一个或多个冲击套筒90可布置在一个或多个内部冷却腔90内以经由壳体88上的冲击冷却来冷却受热结构,如由箭头81指出的那样。

[0059] 冲击套筒92可具有壳体94,且壳体94可具有内表面96和外表面98。冲击套筒92的外表面98可包围构造成接收冷却空气的冷却通道。此外,冲击套筒92可具有从外表面98远离内表面96延伸的多个端口100。该多个端口100可各自具有长度102和出口104,且从出口104至形成内部冷却腔90的壳体88的壁108可存在距离106。在一些实施例中,冲击套筒92的外表面98可大体上平行于相应的内部冷却腔90的壁108。

[0060] 如上文所述,冲击套筒92的外表面98可包围构造成接收冷却空气(图2的箭头79和81)的冷却通道。冷却空气可流过冲击套筒92的内表面96,且可穿过多个端口100从对应的出口104排出(如由箭头81所示),从而利用高速空气撞击/冲击内部冷却腔90的壁108(例如,冲击冷却)。这允许更多热量通过对流从壳体传递至冷却空气,且从而增强受热结构(例如,导叶50)的冷却。在一个示例中,排出该多个端口100中的每一个的出口104的冷却空气(例如,每股冲击流)可以大致垂直的角度朝壁108引导。每个端口100的长度102可在该多个端口100之间变化,以便控制对应的出口104与内部冷却腔90的壁108之间的对应距离106(例如,以允许控制对壁108的冲击的距离)。例如,长度102对于该多个端口100中的每一个可为相同的,或长度102对于该多个端口100中的不同端口可变化。在一些实施例中,端口100的长度102可变化以允许每个对应的端口104与壁108之间的距离106近似相等。改变端

口100的长度102可允许冷却空气带至难以达到的区域,诸如受热结构的后缘86附近。可了解的是,朝后缘86的壁108引导冷却空气在没有本文所描述的端口100的情况下可为困难的。

[0061] 图4是带有多个端口100的冲击套筒92的实施例的透视图。多个端口100中的每一个可具有端口轴线或方向132,其与端口100的纵向方向对准,且端口轴线132可相对于冲击套筒92的外表面98的表面切线136成角度134。角度134对于该多个端口100中的全部可为恒定值,或角度134可在该多个端口100中的不同端口之间变化。在一个示例中,角度134可为90度(例如,端口100相对于冲击套筒92的外表面98垂直地对准)。在另一个示例中,角度34可为0到180度之间的任何值。此外,在该多个端口100中的每对101之间可存在一个或多个销138。在一些实施例中,在冲击套筒92的外表面98和多个端口100之间可存在一个或多个销139。例如,销138的一端可连接至端口100,且另一端可联接至冲击套筒92的外表面98。此外,在多个端口100和底面之间还可能存在一个或多个销141。可了解的是,本文所论述的用语“底面”可指在其上加入增材制造的构件的初始层的基底表面。该一个或多个销138可在该多个端口100的构造/建造期间为该多个端口100提供结构支撑,以便允许该多个端口100相对于冲击套筒92的外表面98以任何角度134定向。该一个或多个销138中的每一个可具有销轴线或方向140,其与销138的纵向方向对准。该一个或多个销138中的每一个的销轴线140在该多个销138中的对应的销附近的位置处可与冲击套筒92的外表面98大致平行,使得每个销138大致符合冲击套筒92的外表面98的轮廓。在一些实施例中,该一个或多个销138中的每一个的销轴线140可相对于冲击套筒92的外表面98成角度(例如,大约45度或小于45度)。

[0062] 图5是在图4中所示的多个端口100中的每对101之间带有一个或多个销138的该多个端口100的一部分的细节透视图。在一些实施例中,包括该多个端口100和该一个或多个销138的冲击套筒92使用增材制造技术(诸如直接金属激光烧结(DMLS)过程)建造,其中冲击套筒92可包括任何合适的激光烧结金属材料(例如,不锈钢、镍铬合金、钴铬合金、马氏体时效钢、铝合金、钛合金等)。包括该多个端口100和该一个或多个销138的冲击套筒92也可使用任何其它增材制造技术(诸如3D打印)建造,其中冲击套筒92可包括用于所述增材制造技术的任何适合的金属材料。使用DMLS过程或其它增材制造技术建造的冲击套筒92可具有建造轴线或方向160(例如,与建造材料敷设的方向相反)。

[0063] 该多个端口100中的每一个可具有相对于建造轴线160成角度162的端口轴线132,其中该角度162可为大约90度、大于45度,或在0度到90度之间的任何其它角度。该多个端口100可分布成使得形成端口的一个或多个列164。在该多个端口100中的相邻端口之间可存在间隔166。在一个示例中,间隔166可对于该多个端口100的每个相邻端口为恒定的(例如,该多个端口100相等地间隔开)。在另一个示例中,间隔166可对于该多个端口100中的一些或全部变化(例如,该多个端口100不相等地间隔开)。例如,成列164的端口100之间的间隔166可与两列164之间的间隔166不同。另外或备选地,朝受热结构的后缘引导的端口100之间的间隔166可与朝受热结构的宽面引导的端口100之间的间隔166不同。

[0064] 此外,该一个或多个列164中的每一个可具有列方向(如由箭头168所示)。列方向168可与建造轴线160对准。列方向168还可相对于建造方向160成角度170,其中该角度170可在0度到90度之间。在一些实施例中,用于该列164中的每一个的角度170可造成围绕外表

面98螺旋地布置的列164,如关于图5的端口165所示的那样。在一个示例中,该角度170对于该多个端口100中的该一个或多个列164中的每一个可为相同的。例如,图5的端口167关于建造轴线160布置使得该角度170为0度。在另一个示例中,该角度170对于该多个端口100中的该一个或多个列164中的不同列可变化。该一个或多个销138中的每一个可具有相对于建造轴线160成角度172的销轴线140,其中该角度172可在建造轴线160的阈值支撑角度内的任何角度。在一些实施例中,该一个或多个销138可具有相对于冲击套筒92的外表面98成角度的销轴线140,其中该角度可在建造轴线160的阈值支撑角度内。例如,该一个或多个销138可以相对于冲击套筒92的外表面98成大约45度或小于45度的角度沿销轴线140建造。即,该一个或多个销138可从冲击套筒92的外表面建造,而不是从底面向上或离开之前的端口100沿轴向建造。可了解的是,如本文所论述的用语“底面”可指在其上加入增材制造的构件的初始层的基底表面。可了解的是,阈值支撑角度是相对于建造轴线160的临界角度,使得以小于该临界角度的任何角度敷设的结构/特征或DMLA层在没有任何额外支撑的情况下可在其自身上承受(例如,没有下沉或下垂)。建造轴线的所述阈值支撑角度可为大约45度。该一个或多个销可具有任何截面形状(例如,圆形、椭圆形、矩形、六边形)。该一个或多个销138中的每一个还可具有特征宽度174。该特征宽度174可为大约1.0毫米、0.5毫米、0.25毫米、0.2毫米或更小。可了解的是,该一个或多个销138中的每一个可具有截面区域(例如,垂直于销轴线140),其具有圆形、方形或矩形的形状,或任何其它形状。

[0065] 联接在该多个端口100中的每对101之间的该一个或多个销138中的每个相邻销之间可存在间隔176。在一个示例中,该间隔176对于该一个或多个销138中的每对可为恒定值(例如,该一个或多个销138相等地间隔开)。例如,相邻的销138之间的间隔176可为恒定值(例如,大约0.2mm至3.0mm,或0.2mm至1.0mm),且外表面98附近的销138可由间隔176偏置。在一些实施例中,销轴线140与冲击套筒92的外表面98大致平行(例如,平行的10度内)且由间隔176偏置。该间隔176可至少部分地基于建造材料、角度172或其任何组合。该间隔176可构造成在冲击套筒92的形成期间减少或消除端口100的任何下沉或下垂,从而允许端口100具有期望的形状和长度102。在一些实施例中,该间隔176对于该一个或多个销138的不同对可变化(例如,该一个或多个销138不相等地间隔开)。

[0066] 该多个端口100中的每一个也可具有特征宽度178。该特征宽度178对于该多个端口100中的每一个可为相同或不同的。例如,该特征宽度178对于该多个端口100中的每一个选择成具有对应的端口100的一定截面区域以便实现设计的热传递特性、冷却性能、冷却空气流体积、冷却空气流率、冷却空气流型或其组合。因此,每个相邻的一个或多个销138之间的间隔176可为对应的端口100的特征宽度178的大约0.5倍。该多个端口100中的任何一个的长度102可比它对应的特征宽度178的0.5倍长。在另一个示例中,该多个端口100中的任何一个的长度102可比它对应的特征宽度178长。

[0067] 图6-图8是该多个端口100的不同实施例垂直于端口轴线132的截面视图。如图所示,该多个端口100中的每一个可具有中空截面,其大体上具有圆形190、方形或矩形192、泪滴形194的形状,或任何其它形状。可了解的是,特征宽度178是圆形形状190的直径、矩形192的对角线长或边长或泪滴形形状194的主轴线。该多个端口100中的每一个可具有小于特征宽度178的任何合适值的厚度196。在一些实施例中,厚度196和特征宽度174可具有相同值,且其可为DMLS机器或3D打印机的最小分辨率。在一些实施例中,该多个端口100中的

每一个可具有一个或多个渐缩的边缘198。可了解的是，冲击套筒92和端口100的一些实施例可具有与图3-图8中所示的那些不同的截面。例如，冲击套筒和冲击管(例如，端口)可具有2015年5月29日提交的名称为“Article, Component, and Method of Forming an Article”的美国专利申请第14/725374号中示出和描述的那些的形状或截面，其由此通过引用并入本公开。

[0068] 图9是示出了用于建造和实施冲击套筒92的方法200的流程图。可执行方法200的一个或多个步骤。方法200包括将冲击套筒92的计算机模型(例如，三维(3D)计算机辅助设计(CAD)模型)加载(框202)至制造系统(例如，DMLS机器或3D打印机)。方法200还包括基于加载的3D CAD文件建造(框204)物理部分(例如，冲击套筒92)，其中DMLS机器在建造方向上以层-层方式建造冲击套筒92。例如，此过程可包括建造(框206)冲击套筒92的主体的一个或多个部分(例如，壳体94)，然后建造(框208)该一个或多个销138，然后建造(框210)该多个端口100。对于每个层都重复框206至框210中描述的步骤，直到建造整个冲击套筒92。可了解的是，步骤206、208和210可为同时进行的或以任何顺序的组合依次进行(例如，部分本体、销和端口可被同时建造，或以取决于将在每个建造层中建造的套筒结构的顺序的任何组合建造)。即，一些层可只加入部分本体，且一些层可加入部分本体、销和端口。当建造了末层且冲击套筒92被冷却和固化时，冲击套筒92的建造完成(框212)。可选地，该一个或多个销138可移除(框214)使得该多个端口100在没有销138的情况下由壳体94支撑。方法190方法还包括将冲击套筒92安装(框216)在涡轮级18的受热结构(例如，喷嘴、叶片)中。

[0069] 该书面描述使用示例来公开本发明，包括最佳模式，并且还使本领域技术人员能够实践本发明，包括制造和使用任何装置或系统以及执行任何包含的方法。本发明可申请专利的范围由权利要求限定，并且可包括本领域技术人员想到的其它示例。如果这些其它示例具有不与权利要求的字面语言不同的结构元件，或者如果它们包括与权利要求的字面语言无实质差异的等同结构元件，则意在使这些其它示例处于权利要求的范围内。

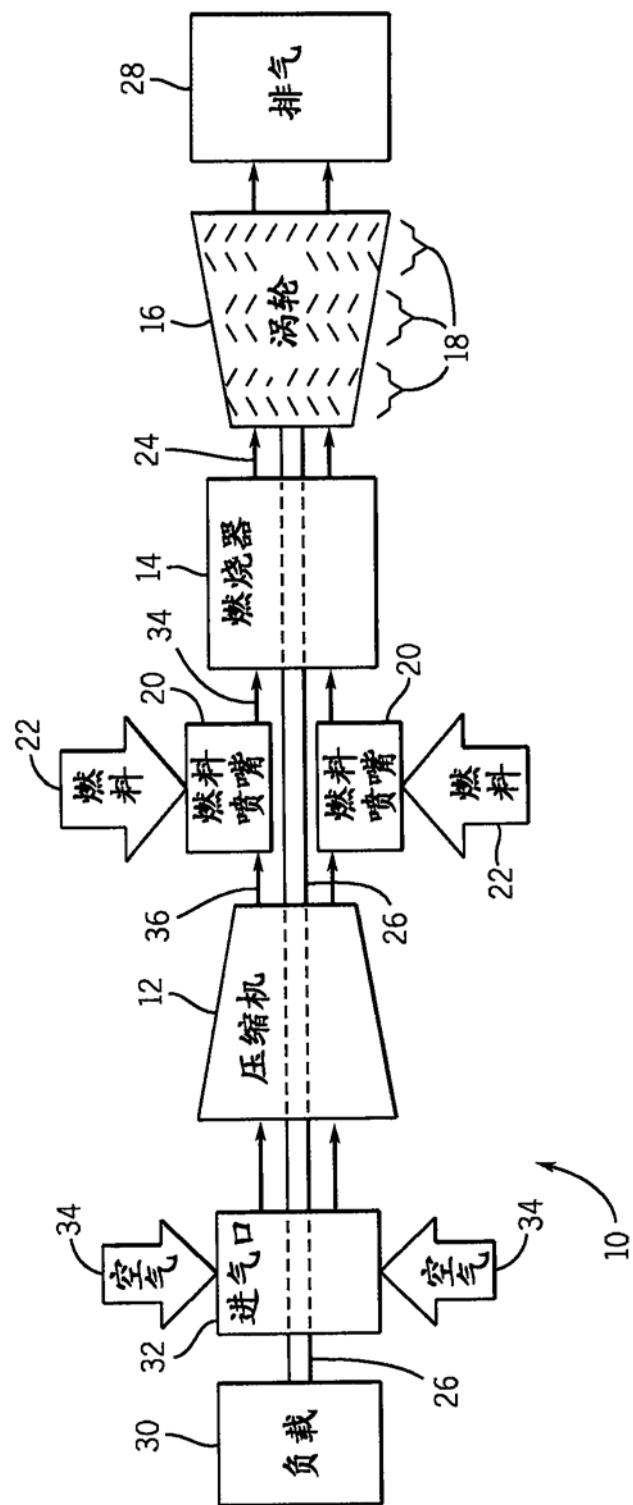


图1

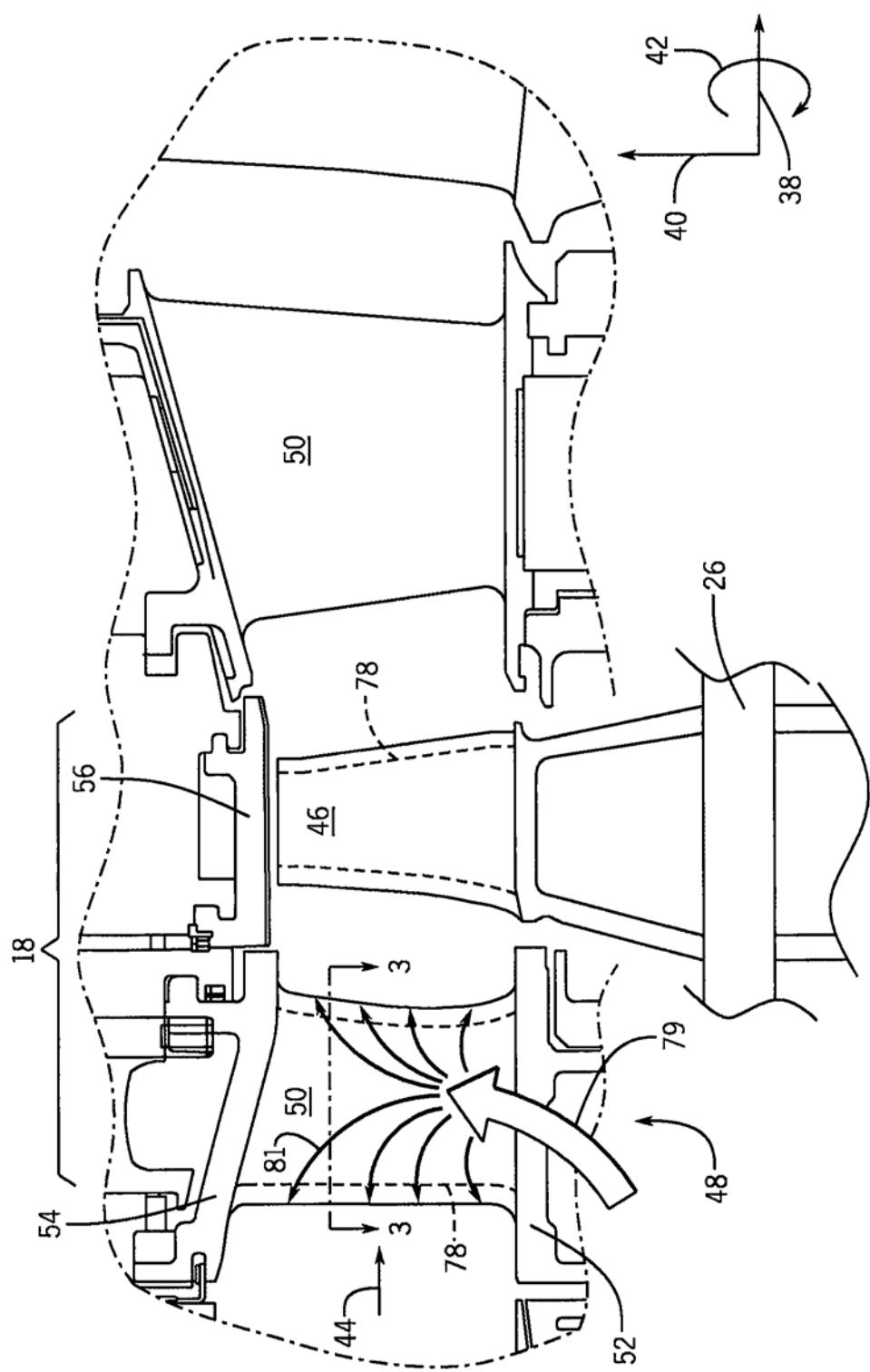


图2

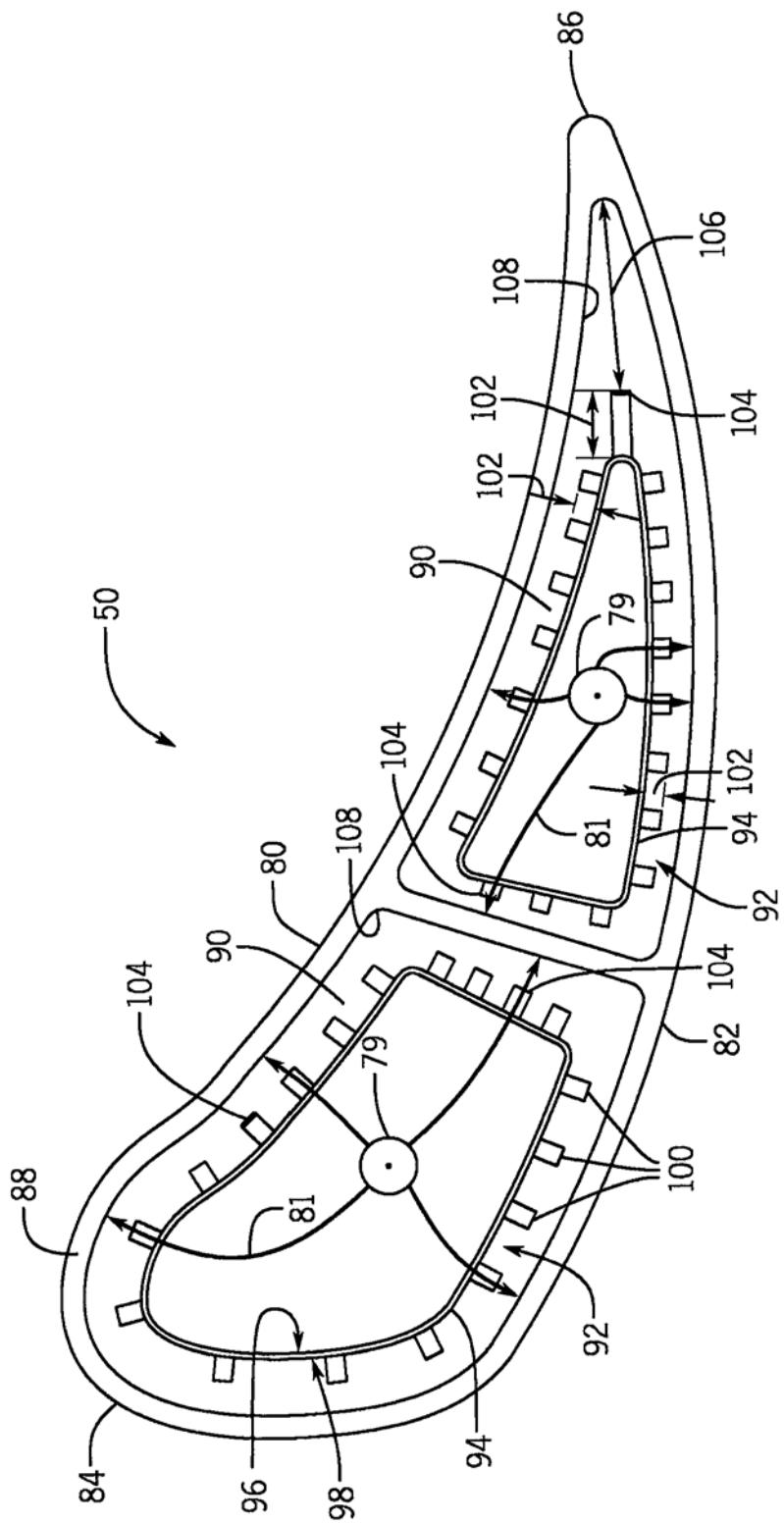


图3

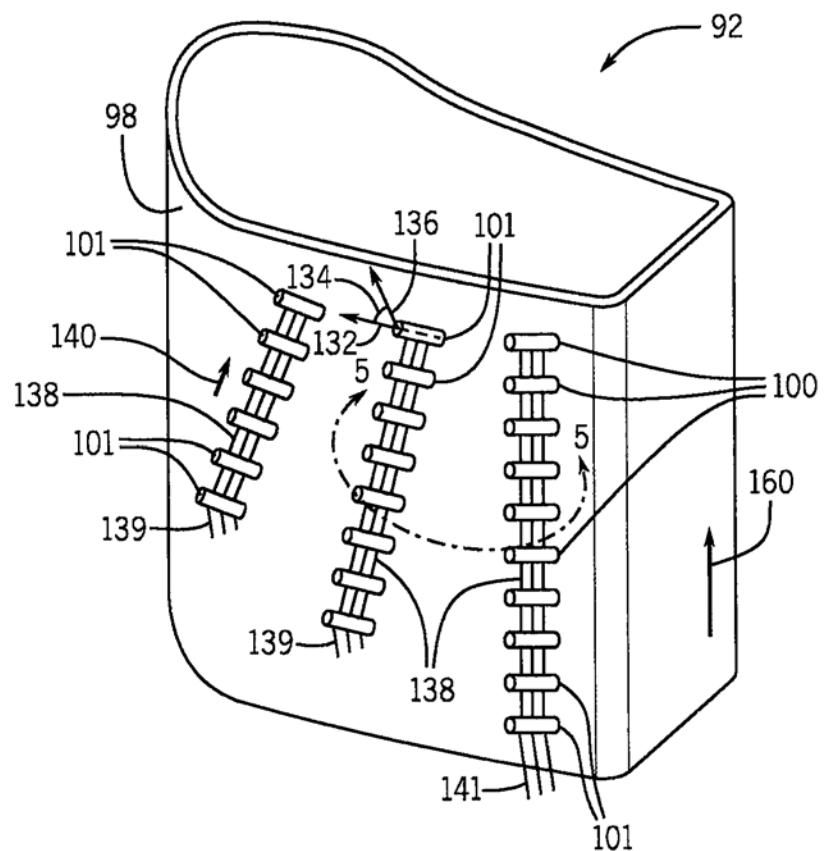


图4

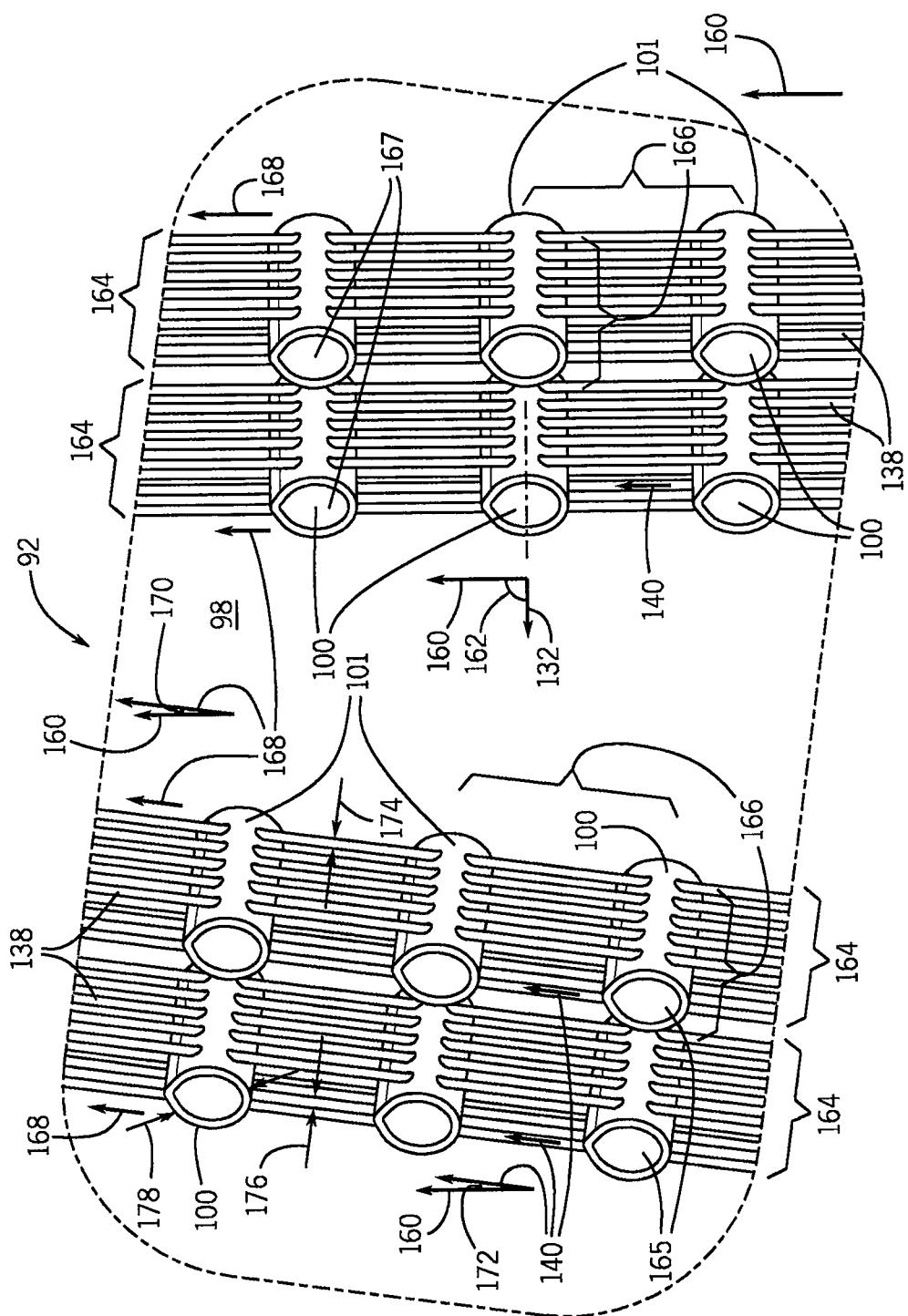


图5

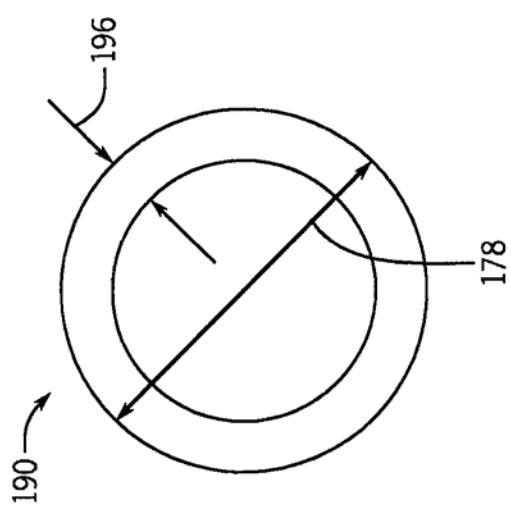


图6

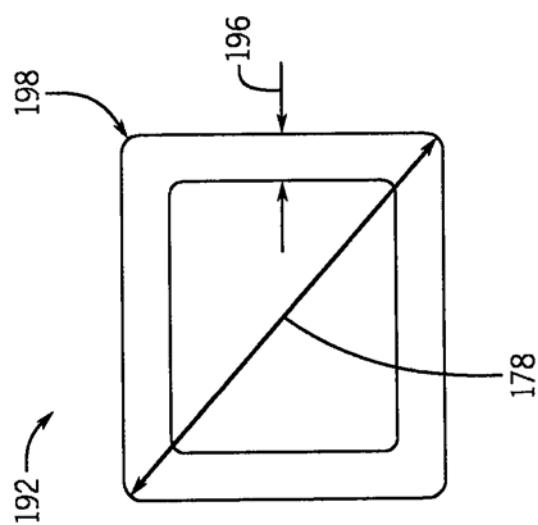


图7

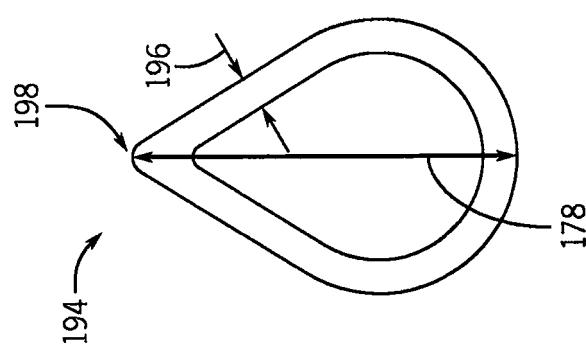


图8

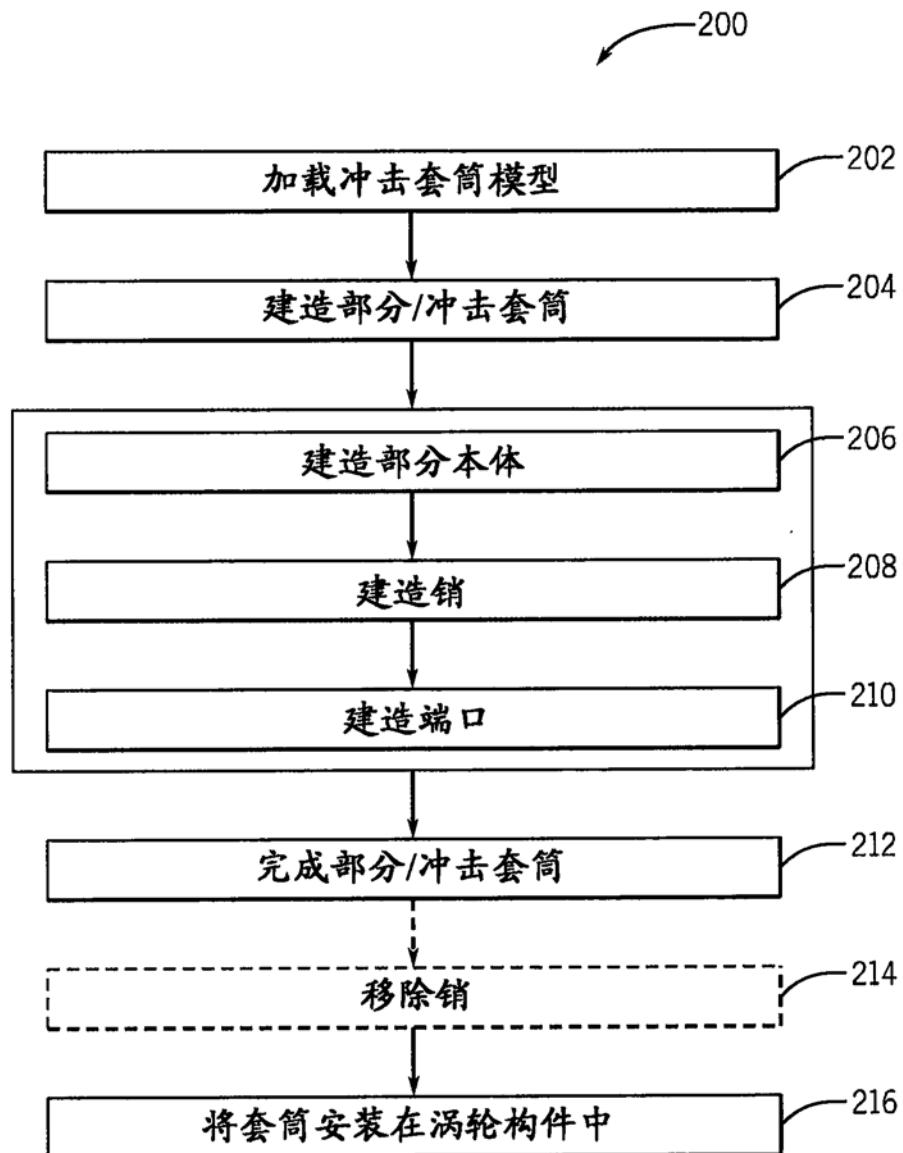


图9