



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105121059 B

(45)授权公告日 2017.03.08

(21)申请号 201480016226.9

(22)申请日 2014.02.07

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105121059 A

(43)申请公布日 2015.12.02

(30)优先权数据
13/835,196 2013.03.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.09.15

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/015266 2014.02.07

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/149218 EN 2014.09.25

(73)专利权人 金属铸造技术股份有限公司
地址 美国新罕布什尔州

(72)发明人 阿蒂拉·P·法尔卡斯

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240
代理人 李静 马强

(51)Int.Cl.
B22C 7/02(2006.01)
B22C 9/04(2006.01)

(56)对比文件
CN 101362186 A, 2009.02.11,
US 6889745 B2, 2005.05.10,
US 3186041 A, 1965.06.01,
JP S58132347 A, 1983.08.06,
US 5069271 A, 1991.12.03,
JP S5656756 A, 1981.05.18,
CN 1040529 A, 1990.03.21,

审查员 宋卫华

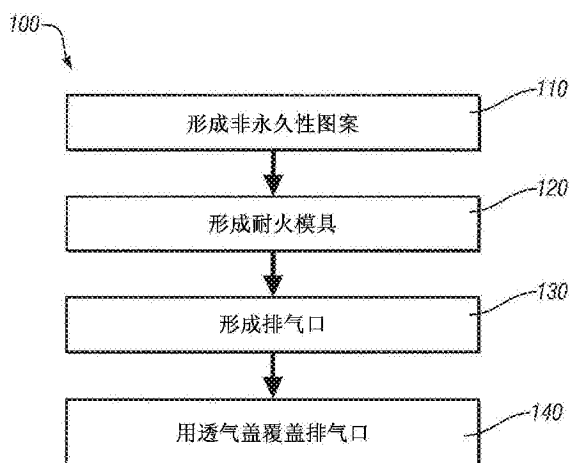
权利要求书2页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

制造耐火模具的方法

(57)摘要

公开了一种制造粘结的耐火模具的方法。该方法包括,形成包括能热移除材料的非永久性图案。该方法还包括,形成包括模壁的耐火模具,该模壁包括耐火材料并限定浇口、浇道和模腔,该浇道具有通向浇口的浇道入口以及通向模腔的浇道出口,模具由非永久性图案限定。该方法进一步包括,形成延伸贯穿模壁的排气口。该方法还包括,用透气盖覆盖排气口。



1. 一种制造粘结的耐火模具的方法,所述方法包括:
形成包括能热移除材料的非永久性图案;
形成包括模壁的耐火模具,所述模壁包括耐火材料并且所述模壁限定浇口、浇道和模腔,所述浇口的端部上具有浇口出口,所述浇道具有通向所述浇口的浇道入口以及通向所述模腔的浇道出口,所述耐火模具由所述非永久性图案限定;
形成排气口,所述排气口包括分离的开口,除了所述浇口出口,所述开口在所述浇道或所述浇口的至少一个中延伸贯穿所述模壁;以及
用透气盖覆盖所述排气口,所述透气盖设置在所述模壁的外表面上并覆盖所述开口,所述透气盖构造成将支撑介质保持在模具之外。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,形成所述非永久性图案的步骤包括,组装多个图案部分。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述能热移除材料包括蜡或聚合物,或这两者的组合。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中,形成所述非永久性图案的步骤包括,在所述非永久性图案的位于所述浇口中的一部分中形成浇口通道,所述浇口通道与浇口入口流体连通并从所述浇口入口朝着所述浇口出口向内延伸,并且所述方法进一步包括,用所述浇口出口盖覆盖所述浇口出口,所述浇口出口盖覆盖所述浇口出口并配置成不包括从所述浇口抵靠所述浇口出口盖的外表面设置的所述支撑介质。
5. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述浇口出口盖包括透气盖。
6. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述浇口出口盖包括不透气盖,并且所述方法进一步包括,在所述非永久性图案中形成排气通道,所述排气通道与所述浇口通道流体连通并从所述浇口通道延伸至所述排气口。
7. 根据权利要求6所述的方法,其中,形成所述排气通道的步骤和形成所述排气口的步骤包括,钻取贯穿所述模壁和通向所述浇口通道的图案的孔。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中,形成耐火模具的步骤包括,在所述非永久性图案上设置粘结的陶瓷。
9. 根据权利要求8所述的方法,其中,设置所述粘结的陶瓷的步骤包括,在所述非永久性图案上施加设置于无机粘合剂中的多个陶瓷颗粒。
10. 根据权利要求9所述的方法,其中,在所述非永久性图案上施加设置于无机粘合剂中的多个陶瓷颗粒的步骤包括,在所述非永久性图案上施加多个连续层的陶瓷颗粒和无机粘合剂。
11. 根据权利要求1所述的方法,其中,形成贯穿所述模壁的排气口的步骤包括,在所述模壁中形成所述开口。
12. 根据权利要求11所述的方法,其中,在所述模壁中形成所述开口的步骤包括,钻取贯穿所述模壁的孔。
13. 根据权利要求12所述的方法,其中,形成贯穿所述模壁的所述开口的步骤包括,在所述浇道或所述浇口的至少一个中形成孔。
14. 根据权利要求1所述的方法,其中,形成延伸贯穿所述模壁的排气口的步骤包括,形成多个排气口。

15. 根据权利要求14所述的方法, 其中, 形成延伸贯穿所述模壁的排气口的步骤包括, 在所述浇道或所述浇口中, 或这两者的组合中形成多个排气口。

16. 根据权利要求14所述的方法, 其中, 形成所述多个排气口的步骤包括, 钻取贯穿所述模壁的多个孔。

17. 根据权利要求16所述的方法, 其中, 钻取贯穿所述模壁的多个孔的步骤包括, 钻取预定数量的孔, 每个孔均具有预定孔位置和预定孔尺寸。

18. 根据权利要求17所述的方法, 所述方法进一步包括, 配置孔的所述预定数量、所述预定孔位置和所述预定孔尺寸, 以在所述耐火模具内提供基本上均匀的热响应特征。

19. 根据权利要求18所述的方法, 所述方法进一步包括, 通过从热源向所述浇口的入口中施加热量来加热所述耐火模具, 以去除所述非永久性图案的所述能热移除材料, 其中, 所述基本上均匀的热响应特征是所述模腔的基本上均匀的温度。

20. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 用透气盖覆盖所述排气口的步骤包括, 在所述耐火模具的外表面上设置金属筛网或多孔耐火材料, 以覆盖所述排气口。

21. 根据权利要求1所述的方法, 其中, 形成所述排气口的步骤进一步包括在所述模腔中使所述分离的开口延伸贯穿所述模壁。

制造耐火模具的方法

技术领域

[0001] 本发明主要涉及一种制造耐火模具(refractory mold,耐熔模具)的方法,更具体地,涉及一种制造通风的耐火模具的方法。

背景技术

[0002] 熔模铸造工艺通常使用耐火模具,其通过在熔消图案材料(例如蜡、塑料等)周围累积连续多层的用无机粘结剂粘结的陶瓷颗粒而构成。完成的耐火模具通常在非永久性(可熔消且可去除)图案周围形成为壳模。将耐火壳模制造成足够厚且坚固,以承受:1)蒸汽压力罐(steam autoclave)或闪火图案消除(flash fire pattern elimination)的应力,2)通过燃烧炉的行程,3)在熔融金属的铸造过程中承受热压力和金属静压力,以及4)这些处理步骤之间包含的物理处理。构造此强度的壳模通常需要至少5层耐火浆料以及产生通常4mm至10mm厚的模壁的耐火灰泥(stucco),从而需要大量耐火材料。这些层还需要长时间来使粘结剂干燥和变硬,从而导致处理过程缓慢,在处理过程库存方面需要相当大的工作量。

[0003] 粘结的耐火壳模通常装载为一批或装载如连续炉内,通过气体或油的燃烧来加热并加热至1600°F到2000°F。通过对壳模外表面的辐射和传导来加热耐火壳模。通常,烤炉所产生的的热量的小于5%由耐火模具吸收,并且,烤炉所产生的的热量的大于95%通过经过烤炉排放系统排出而浪费掉。

[0004] 将加热的耐火模具从烤炉移除,并将熔融金属或合金铸造在这些耐火模具中。铸造时升高的模具温度是铸造高熔化温度合金(例如铁合金)用于防止浇铸不满、夹气、热撕裂和收缩缺陷所需的。

[0005] 熔模铸造的趋势是,将耐火壳模制造得尽可能薄,以降低如上所述的模具的成本。薄壳模的使用已要求使用支撑介质来防止模具故障,如授予Chandley等人的美国专利5,069,271中所描述的。’271专利公开了制造得尽可能薄的粘结陶瓷壳模的使用,例如小于0.12英寸的厚度。在将未粘结的支撑颗粒介质从预热炉去除之后,将该介质在薄热耐火壳模周围压紧。该未粘结的支撑介质用来抵抗铸造过程中施加至壳模的应力,以防止模具故障。

[0006] 然而,在从模具预热炉移除之后并用支撑介质包围壳体之后,薄壳模比更厚的模具更快速地冷却。此快速冷却在铸造时导致更低的模具温度。低模具温度会使得具体地在薄铸件中产生缺陷,例如浇铸不满、收缩、夹气和热撕裂。

[0007] 授予Redemske的US 6,889,745教导了一种热学上有效的用于加热粘结的耐火模具的透气壁的方法,其中,模壁限定模腔,将熔融金属或合金浇铸在模腔中。通过将热量从在模腔内流动的热气转移至模壁,来加热模壁。使热气从模具外部的热气源流过模腔和透气模壁到达模具外部的低压区域,以控制模壁的内表面的温度。不管’745专利中描述的模具加热工艺的有用性如何,都已经观察到不均匀的图案消除和不均匀的模具加热,其中,模具顶部加热得比底部快,这会导致在顶部处外壳破裂并在导致在底部处图案消除不完全。

这可通过以更慢的速度加热薄壳耐火模具以促进温度均匀性来解决,但是会导致非常长的烧尽(burn-out)周期;长达7小时。另外,当粘结剂从模壁燃尽时由于初始低透气性的原因,图案消除会是有问题的,这是由于以(由差透气性控制的)低燃烧速度启动和操作燃烧器时有困难,导致燃烧器多次重新启动以产生可靠的火焰。另外,对于如上所述的具有相对较高的通过模具的透气性的薄壳耐火模具,’745专利中描述的模具加热方法是有用的,但是,对于具有相对较低的透气性或没有透气性的厚壳耐火模具,这是无用的。

[0008] 因此,希望的是提供耐火模具和制造并使用模具的方法,该方法能够在模具中保持均匀的模具温度且对于所有类型的耐火模具都是有用的,不管模壁的厚度透气性如何。

发明内容

[0009] 在一个示例性实施例中,公开了一种制造粘结的耐火模具的方法。该方法包括,形成包括能热移除材料的非永久性图案。该方法还包括,形成包括模壁的耐火模具,该模壁包括耐火材料并限定浇口、浇道和模腔,浇道具有通向浇口的浇道入口以及通向模腔的浇道出口,模具由非永久性图案限定。该方法进一步包括,形成延伸贯穿模壁的排气口。该方法还包括,用透气盖覆盖排气口。

[0010] 当结合附图时,从本发明的以下详细描述中,本发明的以上特征和优点以及其他特征和优点将变得显而易见。

附图说明

[0011] 在实施例的以下仅以实例的方式的详细描述中,便可看到其他目的、特征、优点和细节,该详细描述参考以下附图,在附图中:

[0012] 图1是如本文公开的耐火模具、支撑介质和铸造型盒(casting flask)的一个示例性实施例的部分横截面图;

[0013] 图2是图1的放大截面,更详细地示出了如本文公开的具有浇口排气口的耐火模具的一个示例性实施例;

[0014] 图3是如本文公开的耐火模具的第二示例性实施例的透视侧视图;

[0015] 图4是如本文公开的耐火模具和图案部分的一个实施例的透视图,该图案部分包括浇口通道和排气口通道;

[0016] 图5是相关领域耐火模具的模腔温度与时间的函数关系的图表;

[0017] 图6是如本文公开的耐火模具的一个示例性实施例的模腔温度与时间的函数关系的图表;

[0018] 图7是制造如本文公开的耐火模具的方法的一个示例性实施例的流程图;

[0019] 图8是使用如本文公开的耐火模具的方法的一个示例性实施例的流程图。

具体实施方式

[0020] 本发明主要涉及一种耐火模具,以及一种制造并使用耐火模具的方法。模具配置为由热气流加热,来自热气源的该热气流过一个或多个耐火管道和相关排气口,特别是在浇口或浇道(或其组合)中流过,进入模具外部的空间或区域,特别是模具周围的支撑介质。加热位于模壁外部处的区域,更具体地是加热支撑介质,可明显改进模具的加热,并增强从

模具内图案组件的消除。

[0021] 参考附图,特别是图1和图2,根据本发明的一个示例性实施例,示出了粘结的耐火模具10。描绘了图案消除的三个阶段,从底部到顶部进行的——图案消除的开始、图案消除的早期阶段,以及完成图案消除之后的模具加热。模具10包括模壁12。模壁12包括粘结的耐火材料14并限定耐火管道11,该耐火管道包括浇口16和至少一个浇道18及模腔20。浇道18具有通向浇口16的浇道入口22以及通向模腔20的浇道出口24。模具10包括贯穿模壁12的排气口26,更具体地,可包括多个排气口26。模具10还包括覆盖排气口26的透气耐火盖28。在图1至图4中,为了示出模具10的其他方面,已省略浇道18和模腔20的一部分。

[0022] 如图1和图2所示,在一个实施例中,模具10配置成放在铸造型盒31中,该铸造型盒限定铸造室29并由支撑介质30包围,例如包装好的颗粒支撑介质,例如多种类型的型砂(casting sand,铸造用砂)。为了图示的目的,示出了在浇道18之间包围模具10的支撑介质30,但是将理解的是,当存在时,支撑介质30通常将完全填充包围模具10的铸造室31中的空间。铸造型盒31和模具10配置成在熔模铸造工艺中使用,特别是非常适合于与反重力熔模铸造结合使用。本文进一步描述了在多种铸造工艺中的模具10、制造模具10的方法100和使用模具10的方法200。

[0023] 模具10可包括模壁12,该模壁是透气的或不透气的。模具10可包括例如,可通过熔模铸造行业中众所周知的方法制造的粘结的透气耐火壳模10,例如众所周知的失蜡熔模造型工艺。例如,提供典型地由蜡、塑料泡沫或其他可消除图案材料33制成的非永久性(可消除)图案组件40以限定模具10,并且,该图案组件包括一个或多个具有待铸造物品的形状的非永久性(即可去除)图案32。图案32包括并连接至可消耗浇道部分34和浇口部分36或分别用来限定浇道18和浇口16的部分。图案32、浇道部分和浇口部分形成整个图案组件40。将图案组件40重复浸入陶瓷/无机粘结剂浆料中,排出多余浆料,用耐火或陶瓷颗粒(灰泥)粉刷,在空气中干燥或在受控干燥条件下干燥以在图案组件40上建立壳模10的粘结的耐火壳壁12。浆料可包括耐火陶瓷材料和粘结剂材料的多种组合以及多种用量的这些材料,并可施加为任意数量的涂层。在某些实施例中,粘结的耐火壳壁12可相对较薄且透气,可用几层(例如2层至4层)浆料形成,具有大约1mm至大约4mm的厚度,更具体地大约1mm至大约2mm,并包括几层熔模铸造(SLIC)模具10。在某些其他实施例中,粘结的耐火壳壁12可相对较厚且不透气的(即更低的透气性),可用多层(例如6层至10层或更多层)浆料形成,具有大约10mm或更大的厚度,并包括传统的熔模铸造模壁12。在在图案组件40上累积预期壳模壁12厚度之后,通过众所周知的去除技术选择性地去除图案组件40,例如蒸汽压力罐或闪火图案32消除,留下具有一个或多个模腔20的绿壳模具(green shell mold),模腔20用于用熔融金属或合金填充并在模腔中固化,以形成具有模腔20的形状的铸造物品。或者,可将图案32留在粘结的耐火模具内,并之后在模具加热过程中去除。图案组件40可包括一个或多个预成型耐火管道11,这些耐火管道可包括浇口16和附接至该浇口的浇道18,用于整合为壳模10的一部分。提供耐火管道11以使热气在根据本发明的模具预加热过程中流动,并将熔融金属或合金导入模腔20。代替附接至图案组件40,耐火管道11可在其形成之后、或在将壳模10装配在金属铸造型盒31或壳体的铸造室29中的过程中,附接至壳模10。对于反重力铸造,耐火管道11通常具有长陶瓷管状浇口16的形状,其设置在将浸入一池熔融金属或合金的模具10的底部处并通向该底部,图3,并将熔融金属或合金通过多个相关浇道18供应至模腔20。壳

模10可包括多个模腔20,其设置于一定长度的中心浇口16周围并沿着该长度设置,例如,如图1至图4所示,其中,用相同的参考数字来表示相同的特征。类似地,对于重力铸造(未示出),壳模10也可包括一个或多个模腔20。对于重力铸造,耐火管道11设置于壳模10的组件的顶部上,并通常具有漏斗形状以从浇注容器接收熔融金属或合金,例如传统的坩埚(未示出)。

[0024] 当模壁是透气的时,可选择粘结的耐火壳模壁12的透气性,以使得通过模壁的气体流速适合于将热量以足以控制模壁12的内表面的温度的速度,传递至模壁12中和/或周围的支撑介质30中。模壁12的加热速度与穿过模壁12并进入支撑介质30的气体流速成正比。可使用任何适当的气体流速。在一个实施例中,高达60scfm(标准立方英尺每分)的气体流速已经是有益的,更具体地,大约50scfm至大约60scfm。更大的模具和更快的加热速度需要更高的热气体流速。通过所使用的耐火材料14或材料、在制造模具中使用的耐火粉的颗粒形状和尺寸分布、干燥的壳层或涂层中的空隙分数、粘结剂含量和模壁的厚度,来控制通过粘结的耐火模具的热气体流速。粘结的耐火模壁12的厚度的范围可在1.0mm和10mm(或更大)之间,这取决于模具的尺寸和其他因素。在本发明的一个说明性实施例中,使用具有比支撑介质30低的透气性的粘结的耐火模壁12,可在整个模壁上产生通常0.9大气压的较低压差。通常将模具10的外表面42包在铸造室29内的支撑介质30中,例如未粘结颗粒支撑介质30(例如,未粘结干燥铸造用砂),如在授予Chandley等人的美国专利第5,069,271号中描述的,该专利通过引证的方式结合于此。此压差可迫使热气以基本上均匀的方式流过模壁12的所有区域。

[0025] 对壳模10选择的耐火材料的类型应与所铸造的金属或合金兼容。如果在壳模10周围提供支撑介质30,那么壳模壁12的热膨胀系数应与支撑介质30的热膨胀系数相似,以防止粘结的耐火模具10的差热膨胀破裂。另外,对于较大的零件,可对粘结的耐火壳模10和支撑介质30使用具有低热膨胀系数的耐火材料,例如熔融石英,以防止模腔壁12的热膨胀弯曲。

[0026] 参考图1至图4,为了控制(更具体地是为了增加)模壁12的透气性并促进支撑介质30和模具10的外表面42的加热,模壁12还包括一个或多个排气口26。该一个或多个排气口26可位于模壁12的任何适当的部分中,包括位于浇道中或浇口中。当使用多个排气口26时,其可位于浇道18中或浇口16中,或位于两者的组合中。例如,在浇道18和相关模腔20以环或环状结构围绕浇口16的周缘或外围并径向地隔开,排气口26可位于浇口16中,在多圈浇道18/模腔20之间轴向地隔开,如图1所示。在该反重力模具结构中,使得用来去除图案组件40的热燃烧气体通过排气口26,以加热轴向相邻的多圈浇道18/模腔20(即,位于相应排气口上方和下方)。在另一实例中,在浇道18和相关的模腔20以环或环状结构围绕浇口16的周缘或外围并径向地隔开,排气口26也可位于浇口16中并在相邻的径向隔开的浇道18/模腔20之间,如图3所示。在此反重力模具结构中,使得用来去除图案组件40的热燃烧气体通过排气口26,以加热径向相邻的浇道18/模腔20。将理解的是,排气口26的这些布置或模式的组合也是可能的。例如,可使一圈一圈的孔的布置对准,或径向偏离以围绕浇口16形成螺旋形图案。在使用多个排气口26的情况下,排气口26可具有任何适当的形状或尺寸,包括柱形钻孔(bore)44或孔的形状,并可包括在任何适当的数量和布置或图案中,包括本文描述的那些。孔或钻孔44是特别有用的,因为其可通过在模壁12中钻孔而简单地形成,例如在将模具

10熔模铸造在支撑介质30中之前钻孔。可形成预定数量的孔或钻孔44,每个孔具有预定孔位置和预定孔尺寸,其中,孔尺寸可以是相同的或不同的。孔的预定数量、预定孔位置和预定孔尺寸可配置为用于在模具10内提供基本上均匀的热响应特征。该均匀的热响应特征可以是,响应于施加从热气源80(例如燃烧器81)直接进入浇口入口48的热量,而在模腔20中的基本上均匀的温度。可手动选择孔的预定数量、预定孔位置和预定孔尺寸,或用热模型制作预定数量的孔、预定孔位置和预定孔尺寸的模型,以在模具10内提供基本上均匀的热响应特征。通常,许多更小的孔比几个大孔提供更均匀的加热和图案32消除。然而,由于用于钻孔的模具截面的可及性,会限制孔的数量。在一个实例中,在3英寸直径浇口周围构造的26英寸高的模具,包括18个至36个具有0.125英寸的直径的浇口孔,并提供均匀的温度分布和本文描述的图案32消除特征。

[0027] 排气口26(例如孔)由透气耐火盖28覆盖。透气耐火盖28设置于模壁12的外表面42上。透气耐火盖28可以任何适当的方式设置于外表面42上,包括通过使用耐火粘结材料50。可使用任何适当的透气耐火盖28将支撑介质30(例如铸造用砂)保持在模具之外,但仍允许热气从模具10进入支撑介质30,以加热介质和模具10的外表面42,并可包括,例如,包括耐火金属筛网或耐火材料的金属筛网,包括多孔耐火材料,更具体地,多孔耐火织物46或多孔耐火陶瓷。合适的多孔耐火织物的一个实例包括多孔耐火毡。多孔耐火毡的实例包括商业上可获得的耐火毡,例如Lytherm或Kaowool。在一个实施例中,透气耐火盖28可包括一条透气耐火织物46。耐火织物46条可用耐火粘结材料50沿着其边缘固定,例如耐火修补混合料。为了便于放置排气口26和相关耐火盖28,可省略每圈浇道18/模腔20中的图案32的某些部分。省略的图案32可在柱中轴向地延伸(例如图3)或周向地延伸(例如图1至图3),或者其可以以螺旋形结构轴向地和周向地延伸。一种替代方法是用图案32填充这些圈,但是在相邻圈之间留下足够宽的间隙,或者,在每两圈或每三圈之间留下足够宽的间隙,以容纳放置的耐火织物46条。

[0028] 模具10还可包含浇口出口盖52,例如沙塞,以封闭浇口出口54。浇口出口盖52覆盖浇口出口54并配置为不包括任何从浇口16抵靠出口盖的外表面设置的支撑介质30。浇口出口盖52还可用来控制热燃烧气体通过浇口和模具10的其他部分的流动,以防止过度反向压力,并使得燃烧器81能够适当地起作用。浇口出口盖52可由任何适当的材料形成,更具体地,其可包括多种耐火材料。浇口出口盖52可包括透气盖或不透气盖。为了便于从模腔20、浇道18腔体和浇口16腔体去除非永久性图案组件40,更具体地,为了促进燃烧器81中的燃烧和热气60通过浇口16腔体的流动,非永久性图案32的设置于浇口16中并限定该浇口的形状的部分可包括浇口通道56(图4),该浇口通道与浇口入口48流体连通并朝着浇口出口54从浇口入口48向内延伸。在浇口出口盖52包括不透气盖的情况下,图案组件40还可在非永久性图案32中包括排气口通道58(图4),排气口通道58与浇口通道56流体连通并从该浇口通道延伸至排气口26。此布置便于必要流动,以当这种流动不可能通过浇口16时(例如由于使用了不透气浇口出口盖52)支持燃烧和所必需的热气60的产生。

[0029] 一旦已经在图案组件40上形成了模具10,该模具包括包含排气口26和耐火盖,例如耐火织物条46,如本文描述的,如在授予Redemske的美国专利6,889,745中公开的(该专利通过引证而整体结合于此),使热气60通过中央浇口16(该中央浇口包括浇口通道56(图4)),导致浇口的非永久性材料39瓦解(collapse)(图1),例如通过热解(包括非永久性材料

的熔化和/或燃烧),使得将该非永久性材料从浇口16腔体消除并逐渐通过模具的其他部分(包括浇道18腔体和模腔20)。不受理论限制,热气60以高于环境压力的压力通过(并由此暴露于)排气口26并抵靠支撑介质30压缩耐火织物46,在壳壁和织物之间产生薄通道。而且,由于耐火织物46是透气的,所以其也可用作热气60的外围通道。例如,热气60可在其通过耐火织物46散开之前在耐火织物46下扩散,从而产生更分散的通过织物进入支撑介质30的气流。通过此通道,使热气60均匀地分布在浇口的外围周围。热气60通过织物和支撑介质30扩散。对于如图1至图4所示的周向分布的排气口26,热气60的这种扩散和支撑介质的加热可在支撑介质30内产生温度分布62(即,大约等温的区域),其具有饼形横截面的大约环形的形状。由于支撑介质30颗粒的大表面积体积比的原因,在使用颗粒介质(例如型砂)的情况下,将热量从热气60有效地转移至支撑介质30和模具10的外表面。当热量散开时,其加热浇道18,并最终从外表面通过模壁12到图案材料33加热图案32的在浇道中的部分。这种加热导致浇道18中的非永久性图案材料33萎缩并热解,从而打开浇道18中的通道38,以使热气60从浇口16到达模腔20。继续该过程,直到消除所有非永久性图案材料33且模具10达到预期温度(例如预定铸造温度)为止。

[0030] 图3中示出了一种替代的排气方法。排气口26可放在柱中并覆盖有参考模具10的纵向轴线64竖直延伸或径向延伸的耐火盖28。此方法通常不太有效,因为必须留出更多的浇道18/模腔20,并且,通过排气口26进入支撑介质30的热分布不太均匀。可在浇道18的底座66附近的浇口16中钻包括排气口26的孔,在那里这些孔附接至浇口16,例如在相邻浇道18的底座66之间,并由多条也可轴向或竖直定向的耐火织物46覆盖。可在浇口16的模壁12中(例如,在模具的中间和顶部)或在浇道的面向下的底座处(例如,在模具的底部)钻孔。可使用硬质合金钻头或金刚石磨粒钻。在此方法中,上述通道的形成以及热气60流动的分布,受小面积的织物或补片限制,因此,将支撑介质30和模壁12的外表面42加热至足以热解并去除浇道18和模腔20中的非永久性图案材料33(以及打开浇道18中的任何排气口以使热气60流过)通常要消耗更长的时间。

[0031] 如本文所述,排气口26和透气耐火盖28的使用可明显改进图案32消除工艺,并同样可大幅改进相关的使用这些模具的造型和铸造工艺,使得能够缩短模具加热周期时间、具有更高的生产率、降低的报废率,以及与改进的图案32烧尽及模具内的温度均匀性相关的改进的产品质量。在模壁中制造使气体通过但是不允许支撑介质30进入模具或不允许熔融金属离开模具的排气口26,以便于热燃烧气体60进入由铸造型盒所包含的模具10周围的支撑介质30。一旦燃烧产物通过模壁12,其以非常小的阻力(即高渗透性)通过支撑介质30扩散,加热介质和浇道18与模腔20的模壁12。模壁12将热量传递至非永久性图案材料33,导致该图案材料从壁部打开的通道38收缩(图1),如本文所述。由此打开通道,增加热气60在模具10内的流动。从内部和外部的组合加热提供了均匀、有效的图案32消除。通过将本文描述的模具和使用模具的方法与例如在美国专利6,889,745中描述的模具及其使用方法进行比较,可理解改进的重要性,该专利中不包括本文描述的排气口26或透气耐火盖28。这些不包含排气口26的模具提供不太均匀的温度分布并需要更多的时间来消除图案32。这是因为仅有小面积的非永久性材料暴露于浇道中的热气并且气流受模壁渗透性限制。图5和图6示出了具有浇口排气(图6)和没有浇口排气(图5)的相同模具的顶部模腔、中间模腔和底部模腔处的实际温度测量结果。更快的图案32消除和排气模具10的模腔的更均匀的加热,是

清楚明显的。

[0032] 参考图1至图4,将粘结的耐火壳模10放在铸造型盒31的铸造室29中,耐火管道11(特别是浇口入口48)在型盒31的外部延伸。于是,耐火模具10由支撑介质30包围,特别是压紧的未粘结的耐火颗粒介质,如本文所述。在支撑介质30已经覆盖粘结的耐火壳模10并已经填充铸造室29之后,通常用封闭件70封闭铸造型盒31的上端,例如可移动顶盖72或隔膜(未示出),以在颗粒支撑介质30上施加压缩力,使得支撑介质30保持牢固地压紧。提供筛网端口74(其与O形环密封件76一起通常是封闭件70的一部分),以使得在筛网端口74将支撑介质30保持于其中的同时冷却的燃烧气体61能够从铸造室29流出。授予Chandley等人的美国专利5,069,271描述了在薄壳模10周围使用颗粒支撑介质30,该专利通过引证的方式结合于此。

[0033] 根据一个实施例,将铸造型盒31和模具移动至热气源80,并降低铸造型盒和模具以将浇口入口48定位在热气60流中(图1),使得热气60流过管道11(包括浇口通道56和排气口通道58),并流过排气口26进入支撑介质30。当加热图案组件40和支撑介质30时,非永久性图案材料33从模壁12拉回可进一步帮助加热和热解并消除图案材料33,如本文所述。可通过任何方式加热气体,例如电加热,或优选地通过气体燃烧。热气的温度可在大约472°C(800°F)和大约1204°C(2200°F)之间变化,取决于待铸造的金属或合金以及模具10加热的预期量。

[0034] 通过在模腔20与由铸造室29中的颗粒支撑介质30占据的区域之间产生有效的压差,使得热气60流过耐火管道11进入模腔20,并流过透气粘结的耐火模壁12。为了说明而并非限制的目的,通常在模壁12上施加0.5至0.9大气压的压差。根据本发明的一个实施例,可通过对筛网腔室端口74施加低气压(真空),来建立此压差,筛网腔室端口74接着使真空与设置于铸造室29中的粘结的耐火壳模10周围的未粘结颗粒支撑介质30连通。在端口74处使用低气压使得,传递至耐火管道11和模具内部(包括模腔20)的热气60能够处于大气压力下。可在端口74处施加更高的真空,以增加流过模腔20和模壁12以及排气口26的热气60的流速。或者,热气60流入壳模10并流过模腔20,在将壳模10的内部(例如,铸造型盒31中的颗粒支撑介质30)保持在接近于环境压力的压力的同时,可通过在耐火管道11中(由此在模具内部中)施加高于大气压的热气60的压力,来影响透气模壁12。例如,可使用例如可从北美制造公司(North American Mfg.Co.)获得的高压燃烧器81,对耐火管道11提供热气60的高气压(例如14psig)。此实施例可迫使质量更大的热气60通过壳模10,从而产生更短的模具加热时间。在本文公开的本发明的实践中,也可使用上述真空和压力方法的组合。

[0035] 将限定模腔20的模壁12加热至预期温度,以通过热气60的连续流动,将熔融金属或合金浇铸在模腔20中,当壁部是透气的时,热气通过排气口并通过透气的粘结的耐火模壁12连续地流入支撑介质30。热气温度、加热时间以及通过排气口26并在透气粘结的耐火模壁12上流动的流速,可控制模腔20中的模壁12的内表面的最终温度。在模具10(特别是模腔)已经达到用于铸造的预期温度之后,使热气60从热气源80的流动中断,并将熔融金属或合金浇铸在加热的模腔20中。当未粘结颗粒支撑介质30设置于壳模10周围时,在热气60流过排气口26和模壁12的过程中,加热模壁12以及在未粘结支撑介质30内的一定距离。在颗粒支撑介质30中建立有利的小温度梯度,这在当热气60流动中断时以及例如如图6所示铸造模具10之间,可帮助保持模壁12的(特别是模腔20中的)表面温度。与传统熔模铸造模具

的传统加热相比,这是特别有利的,传统熔模铸造模具通常在烤炉中加热以消除图案32并预加热模具然后转移至铸造室,在那里,增加支撑介质以在铸造之后包围模具,因为已知增加支撑介质会在铸造之前大量地且不期望地降低模具温度。在消除图案组件40的过程中存在加热模具10的外表面、模壁12和模腔20的支撑介质30,对于所有类型的模具10来说都是非常有利的,如本文所述。本文公开的模腔20加热方法的能量效率非常高。当使用支撑介质30时,粘结的耐火壳模10和未粘结支撑介质30从进入模具的热气60吸收几乎所有的热量。例如,与此相比,由熔模铸造中通常使用的模具加热炉中的模具吸收的小于5%的热量。当热气在炉子的排气管中向上移动时,浪费超过95%的能量。

[0036] 在如上所述的模具加热过程中,去除非永久性图案组件40。热气60流一开始主要在图案组件40处引导,导致图案组件热解、熔化并蒸发。如本文所述,迫使热气60流过粘结的耐火模壁12和排气口26,会导致图案32的移除以比不使用排气口26时出现的更快。

[0037] 来自热气源80的热气60可具有强烈的氧化、中和或还原可能性,取决于从模腔20去除含碳图案材料33残余的希望。应指出,通过经过模腔20的所有区域并经过粘结的耐火模壁12的氧化气体的强制流,可使氧化含碳图案材料33残余的能力大幅增强。图案材料33残余的氧化还可产生可用来增加粘结的耐火模具10的温度的热量。

[0038] 通常,需要1100°F至1400°F的模具温度来确保图案材料33的完全消除。对于低熔化温度合金,例如铝和镁,该模具温度对于铸造来说过高。可通过增加空燃比(过量空气)的方式使用燃烧器81,模具能够被冷却。例如,400%的过量空气将使模具20在15分钟内冷却至低于700°F。

[0039] 本发明的另一实施例包括模具加热,以在将其放在支撑介质30中之后,调节之前加热的壳模10(包括排气口26和透气盖28)的温度。在此实施例中,一开始将粘结的耐火模具10在烤炉(未示出)中在足够高的温度下加热,以去除图案材料33残余。然后,从烤炉去除热粘结的耐火模具10,放在铸造型盒31的铸造室29中,并在模具10周围压紧颗粒支撑介质30。这样模具10通常将具有减小的模壁厚度,从而需要在铸造过程中施加颗粒支撑介质30以防止模具失效。然而,在从模具预热炉去除之后并在由支撑介质30包围之后,这种薄壳模比壁部更厚的壳模更快得冷却。此快速冷却在铸造时产生更低的模具温度。低模壁温度会有导致特别是在薄铸件中产生缺陷,例如浇铸不满、收缩、夹气和热撕裂。因此,通过热气60从热气源80流过耐火管道11进入模腔20并通过透气模壁进入支撑介质30以及通过进气孔26进入支撑介质30的流动,使模壁12的温度增加回至预期范围。如上所述,通过使在模腔20中产生的压力比模壁12外部的压力高,来产生该热气流动。在壳模10已经达到预期温度之后,使热气60的流动中断,并将熔融金属浇铸在重新加热的模腔20中。

[0040] 参考图1至图7,在一个实施例中,公开了一种制造粘结的耐火模具10的方法。该方法包括形成非永久性图案32(110),例如,包括能热移除材料或非永久性材料的非永久性图案组件40,如本文所述。方法100还包括形成耐火模具10(110),该耐火模具包括模壁12,如本文所述。模壁12包括耐火材料14并限定浇口16、浇道18和模腔20,如本文所述。模具10由非永久性图案32限定,例如图案组件40。浇道18具有通向浇口16的浇道入口22以及通向模腔20的浇道出口24。方法100进一步包括形成延伸穿过模壁12的排气口26(130)。更进一步,方法100包括用透气盖28覆盖排气口26(140),如本文所述。

[0041] 非永久性图案32的形成110可包括,将多个图案部分装配在图案组件40中,如本文

所述。非永久性图案32的能热移除材料或非永久性材料33,可包括蜡或聚合物,或其组合。可通过任何适当的装配方法来装配图案部分,包括粘合剂和熔蜡的使用,如图案制造中所通常使用的。形成非永久性图案32(110)可包括,在非永久性图案32的位于浇口16中的部分中形成浇口通道56,该浇口通道与浇口入口48流体连通并朝着浇口出口从浇口入口48向内延伸,并进一步包括用浇口出口盖52覆盖浇口出口54,浇口出口盖覆盖浇口出口54并配置成不包括从浇口16抵靠出口盖的外表面设置的支撑介质30。如本文指出的,浇口出口盖52可包括透气盖或不透气盖。在浇口出口盖52包括不透气盖的情况下,方法100还可包括,在非永久性图案32中形成排气口通道58,例如图案组件40,排气口通道58与浇口通道56流体连通并从浇口通道延伸至排气口26。在一个实施例中,形成排气口通道58(110)和形成排气口26(130)可包括,在模壁12和通向浇口通道56的图案32中钻孔。

[0042] 形成耐火模具10(120)可以以任何适当的方式和任何适当的方法执行,包括将粘结陶瓷制品设置在非永久性图案32上,例如图案组件40,如本文所述。可以以任何适当的方式和任何适当的方法来执行设置粘结陶瓷制品,包括通过非永久性图案32上施加多个设置于无机粘合剂中的陶瓷颗粒,例如这些材料的浆料,通过浸渍或其他方式来施加,如本文所述。如所指出的,在非永久性图案32上施加多个设置于无机粘合剂中的陶瓷颗粒可包括,在非永久性图案32上施加多个连续层的陶瓷颗粒和无机粘合剂,例如图案组件40,如本文所述。这可包括,例如,将图案组件40浸在陶瓷颗粒的设置于无机粘合剂中的浆料中,以形成一层,然后干燥该层,之后,对预定数量的层重复该过程,如本文所述。

[0043] 形成贯穿模壁12的排气口26(130),可以以任何适当的方式并通过任何适当的方法来执行,包括形成穿过模壁12的孔。形成穿过模壁12的孔,可以以任何适当的方式并通过任何适当的方法来执行,包括钻穿过模壁12的钻孔,如本文所述,包括在浇道或浇口中钻孔。此外,这可包括形成多个排气口26(130),这可包括在浇道18或浇口16(或其组合)中形成多个排气口26,例如,通过在模壁12中钻多个孔。在模壁12中钻多个孔可包括钻预定数量的孔,每个孔具有预定孔位置和预定孔尺寸,如本文所述。钻孔还可包括配置孔的预定数量、预定孔位置和预定孔尺寸,以在模具内提供基本上均匀的热响应特征。提供预定响应特征可包括,通过在浇口16的浇口入口48中施加热量以去除图案32的能热移除材料33来加热模具10,例如来自热源(例如热气源80)的热气60,其中,该基本上均匀的热响应特征包括模腔20的基本上均匀的温度,如图6所示。

[0044] 用透气盖28覆盖排气口26(140)可包括在模具10的外表面42上设置耐火金属筛网或多孔耐火材料,以覆盖排气口26。设置多孔耐火材料可包括,将多孔耐火织物46以本文所述的方式设置在模具的外表面42上。

[0045] 参考图1至图6和图8,公开了一种使用粘结的耐火模具10的方法200。使用模具的方法200包括:形成如本文所述的耐火模具10(210)。模具10包括设置于非永久性图案32上的模壁12,该非永久性图案包括能热移除材料33,模壁12包括耐火材料14并限定浇口16、浇道18和模腔20,浇道18具有通向浇口16的浇道入口22以及通向模腔20的浇道出口24;贯穿模壁12延伸的排气口26;以及覆盖排气口26的透气耐火材料46,非永久性图案32具有浇口部分,浇口部分具有浇口通道56,该浇口通道与浇口入口48流体连通并朝着浇口出口54延伸。方法200还包括,用热气60加热耐火模具10以去除能热移除材料33(220),其中,将热气60的一部分从耐火模具10通过排气口26排出。

[0046] 可通过任何适当的加热方法或加热设备来执行加热220,特别是通过使用热气源80,例如燃烧器81,如本文所述。在一个实施例中,加热220可包括加热内表面43,特别是包括模腔20的内表面43的部分,并包括,通过使得热气60通过排气口26和透气模壁12来加热模具10的外表面42。可用热气60来加热模具10的内表面43,热气包括燃烧器81的进入浇口入口48的排气流。在某些实施例中,在将通过反重力铸造来填充模具10的情况下,浇口入口48位于模具10的底面45上。在某些其他实施例中,在将通过重力铸造来填充模具10的情况下,浇口入口48位于模具10的顶面47上。在一个实施例中,耐火模具10进一步包括覆盖浇口出口54的透气浇口出口盖52,其中,热气60流的第一部分通过出口盖,第二部分流过该系统的其余部分,包括排气口26和模壁12(在模壁12是透气的地方)。热气60(例如热排气)流的第一部分和第二部分可以以任何适当的方式分配。例如,一个可大于另一个。当排气口26包括多个排气口26时,排气流的第二部分通过该多个排气口26。该多个排气口26可包括预定数量的孔,每个孔具有预定孔位置和预定孔尺寸,方法200和加热220还可包括,配置孔的预定数量、预定孔位置和预定孔尺寸,以在加热220过程中在模具10内提供基本上均匀的热响应特征,并配置孔、位置和尺寸,使得该基本上均匀的热响应特征包括,在加热220过程中在模腔20内的多个位置保持基本上均匀的温度。在一个实施例中,在多个位置保持基本上均匀的温度包括,在模腔20的底部中并在模腔20的顶部中保持基本上均匀的温度,或在具有多个轴向隔开的层或层级的模腔20的模具中保持基本上均匀的温度,在位于底层(或下层)中的模腔20以及在位于顶层(或上层)中的模腔20保持基本上均匀的温度。在另一实施例中,在多个位置保持基本上均匀的温度包括,在一层径向隔开的模腔内保持基本上均匀的温度,更具体地,在模具10外围周围的多个径向隔开的位置的模腔20中保持基本上均匀的温度。或者,在多个位置保持基本上均匀的温度可包括,在轴向和径向隔开的模腔20内保持基本上均匀的温度。

[0047] 在另一实施例中,在耐火模具10包括覆盖浇口出口54的不透气浇口出口盖52的情况下,图案组件40可包括排气口通道58,该与浇口通道56流体连通并从该浇口通道延伸至排气口26,其中,排气流的一部分通过排气口通道58和排气口26。

[0048] 该方法还可包括,将模具放在铸造型盒31中(230)并将支撑介质30设置在铸造型盒31中的耐火模具10周围以充分支撑耐火模具10,使得能够将熔融金属浇铸在模腔20中。在加热220之前可将模具放在支撑介质中,以去除能热移除材料33。如本文所述,支撑介质30优选地将用来提供特征热响应,包括加热220过程中的温度均匀性,特别是当模具10包括薄模壁使得该模具在图案消除和铸造过程中可以是非自支撑时,和/或不存在支撑介质30而经受高热损耗时。

[0049] 使用粘结的耐火模具10的方法200还可包括,将熔融材料浇铸在模腔20中(240),如本文所述。浇铸240可包括传统的重力铸造或反重力铸造。这包括重力铸造或反重力铸造的所有方式,包括离心铸造方法,在离心铸造方法中,使模具10和铸造型盒31在铸造过程中旋转。

[0050] 术语“一(a)”和“一个(an)”在本文中不表示数量的限制,而是表示至少一个所述物品的存在。与量结合使用的修饰语“大约”包括所述值,并具有由上下文表明的含义(例如,包括与特殊量的测量相关的误差的程度)。此外,除非另外限制,否则本文公开的所有范围都是包括性质的并且是可结合的(例如,“高达大约25,更具体地大约5至大约20,甚至更

具体地大约10至大约15”的范围包括该范围的端点和所有中间值,例如,“大约5至大约25,大约5至大约15”,等等)。与合金成分的组分列表相结合,对所有所列出的组分应用“大约”的使用,并对该范围的两个端点应用与范围结合的“大约”的使用。最后,除非另外定义,否则本文使用的技术和科学术语具有如本发明所属领域中的技术人员通常理解的不同含义。如本文使用的修饰语“(多个) (s)”旨在包括其所修饰的术语的单数形式和复数形式,从而包括一个或多个该术语(例如,多种金属(metal (s))包括一种或多种金属)。在说明书中提到“一个实施例”、“另一实施例”、“一个实施例”等,意味着与该实施例结合描述的具体元素(例如,特征、结构和/或特性)包括在至少一个本文描述的实施例中,并且,可以存在于或可以不存在于其他实施例中。

[0051] 虽然已经仅结合有限数量的实施例详细描述了本发明,但是应容易理解,本发明不限于这些公开的实施例。相反,可修改本发明以包含任意数量的之前未描述的变型、替代、替换或等价布置结构,但是这些都与本发明的实质和范围相当。另外,虽然已经描述了本发明的多种实施例,但是应理解,本发明的多个方面可仅包括所述实施例的一部分。因此,本发明不应看做被上述描述限制,而是仅由所附权利要求书的范围限定。

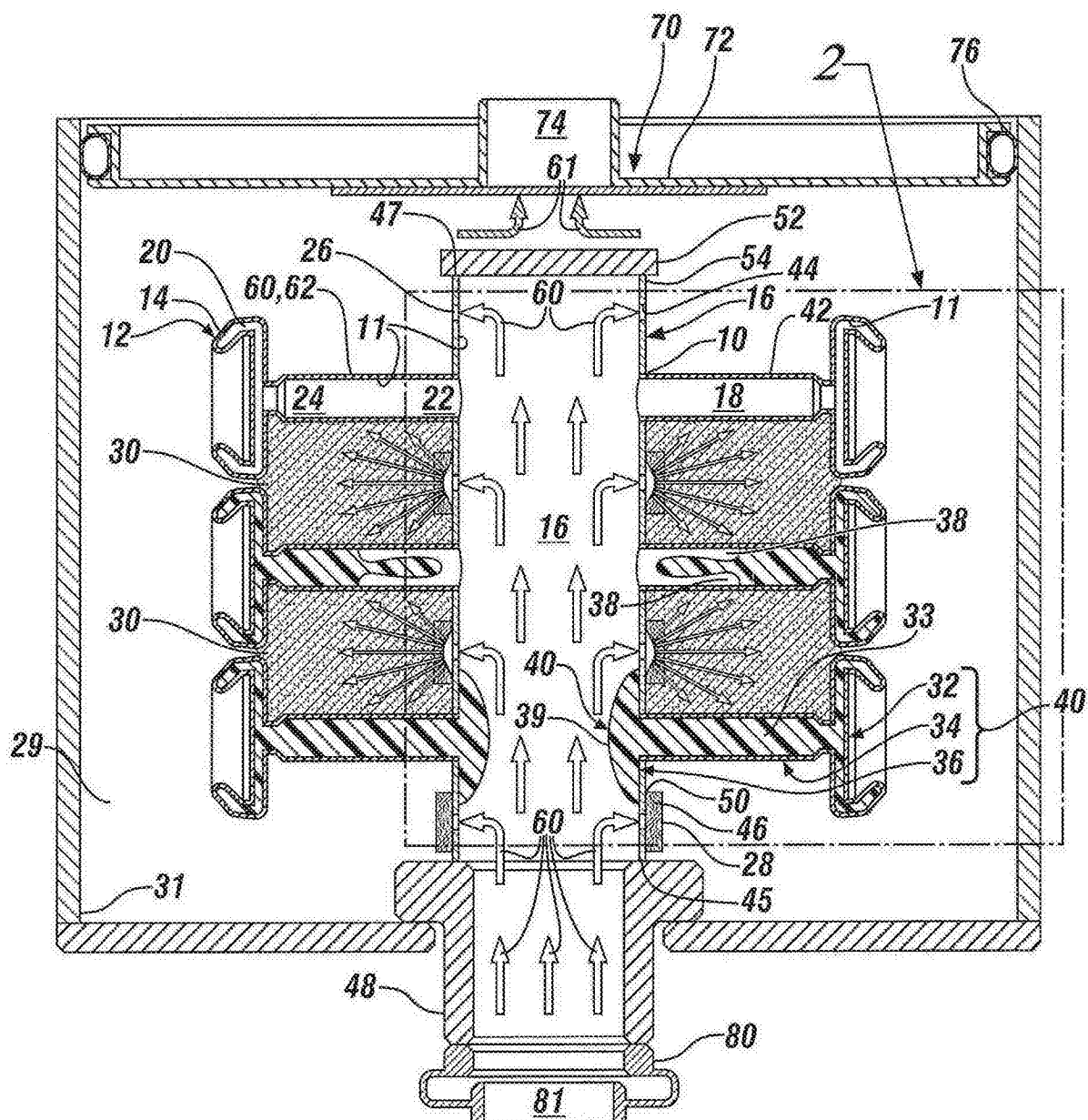


图1

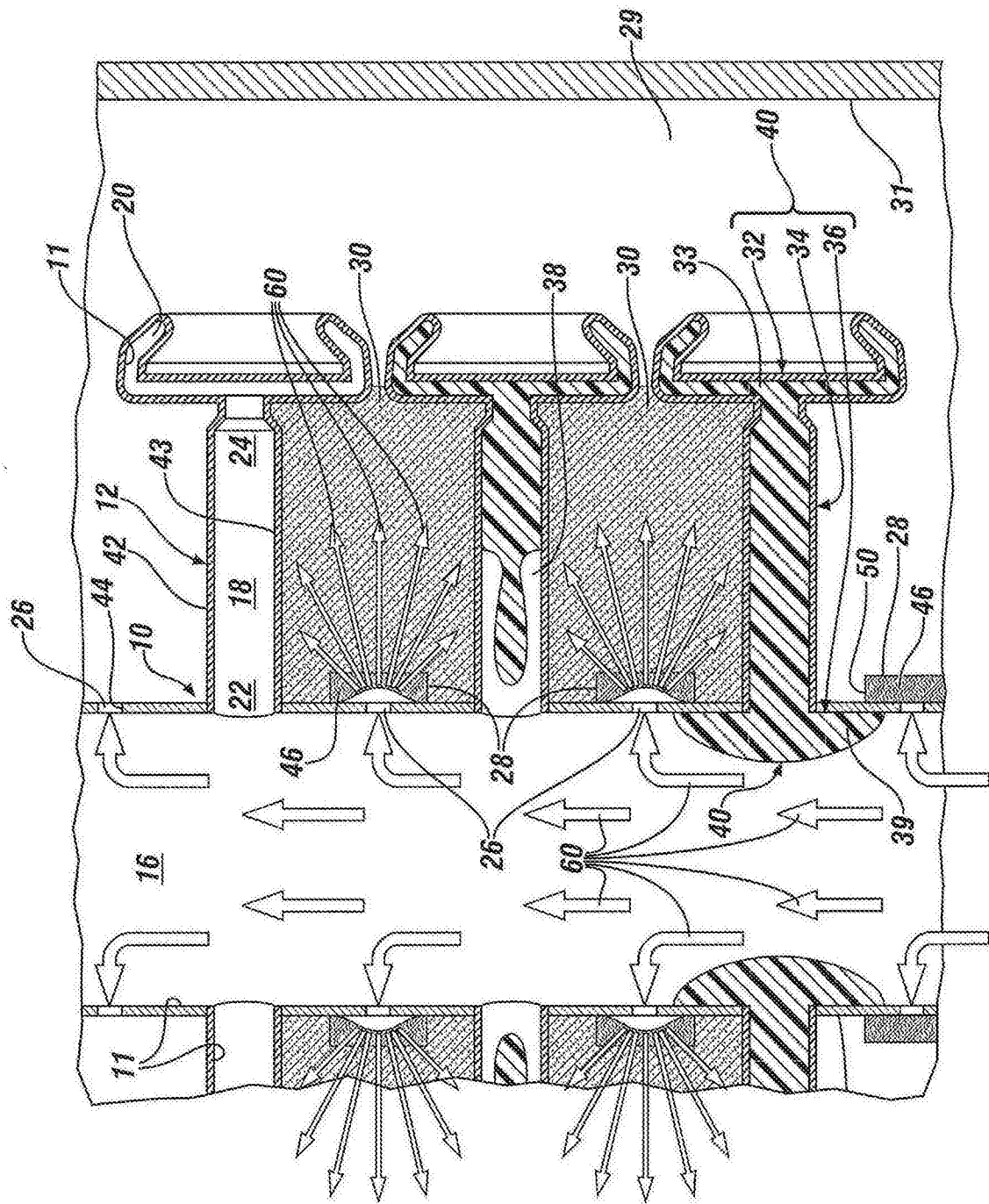


图2

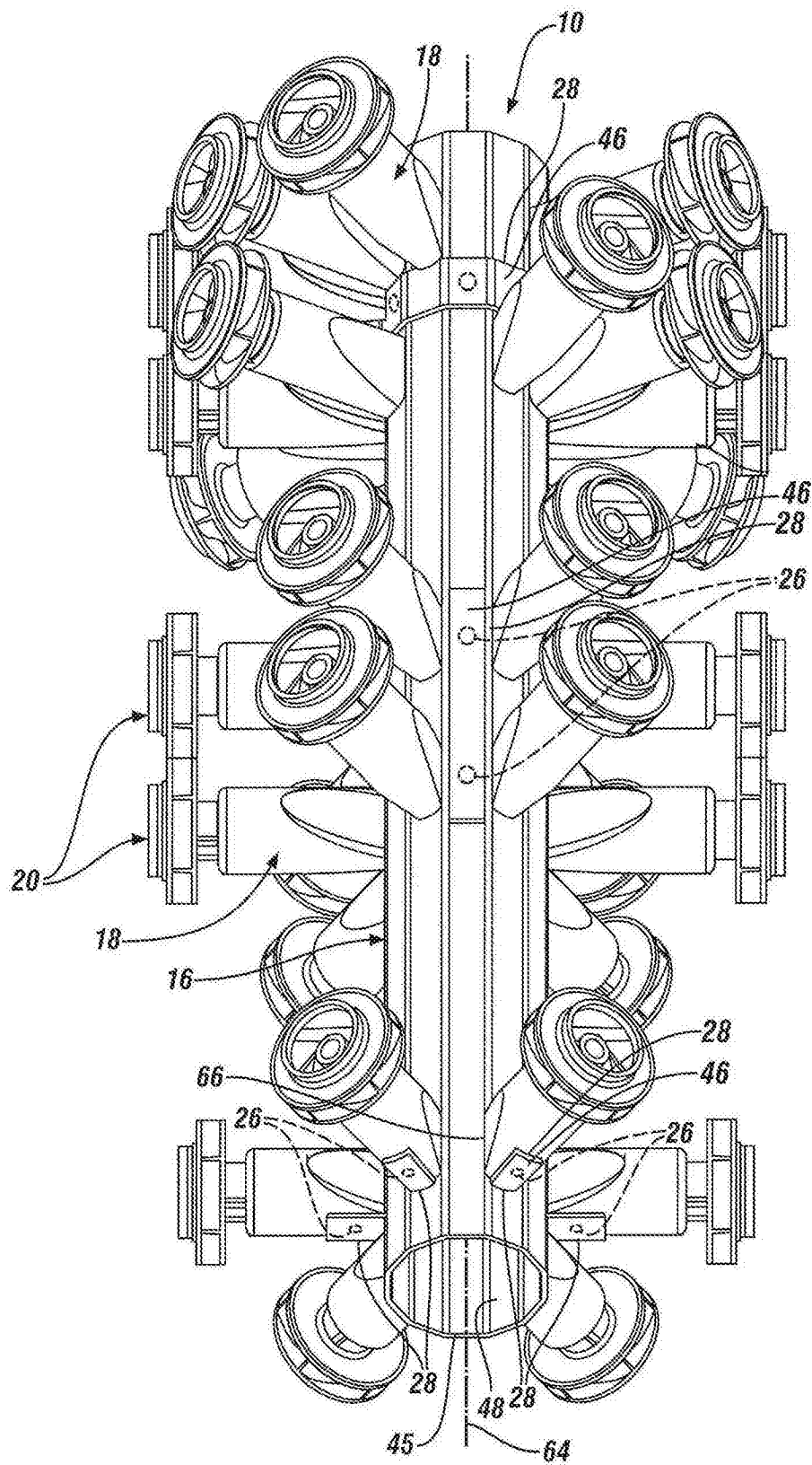


图3

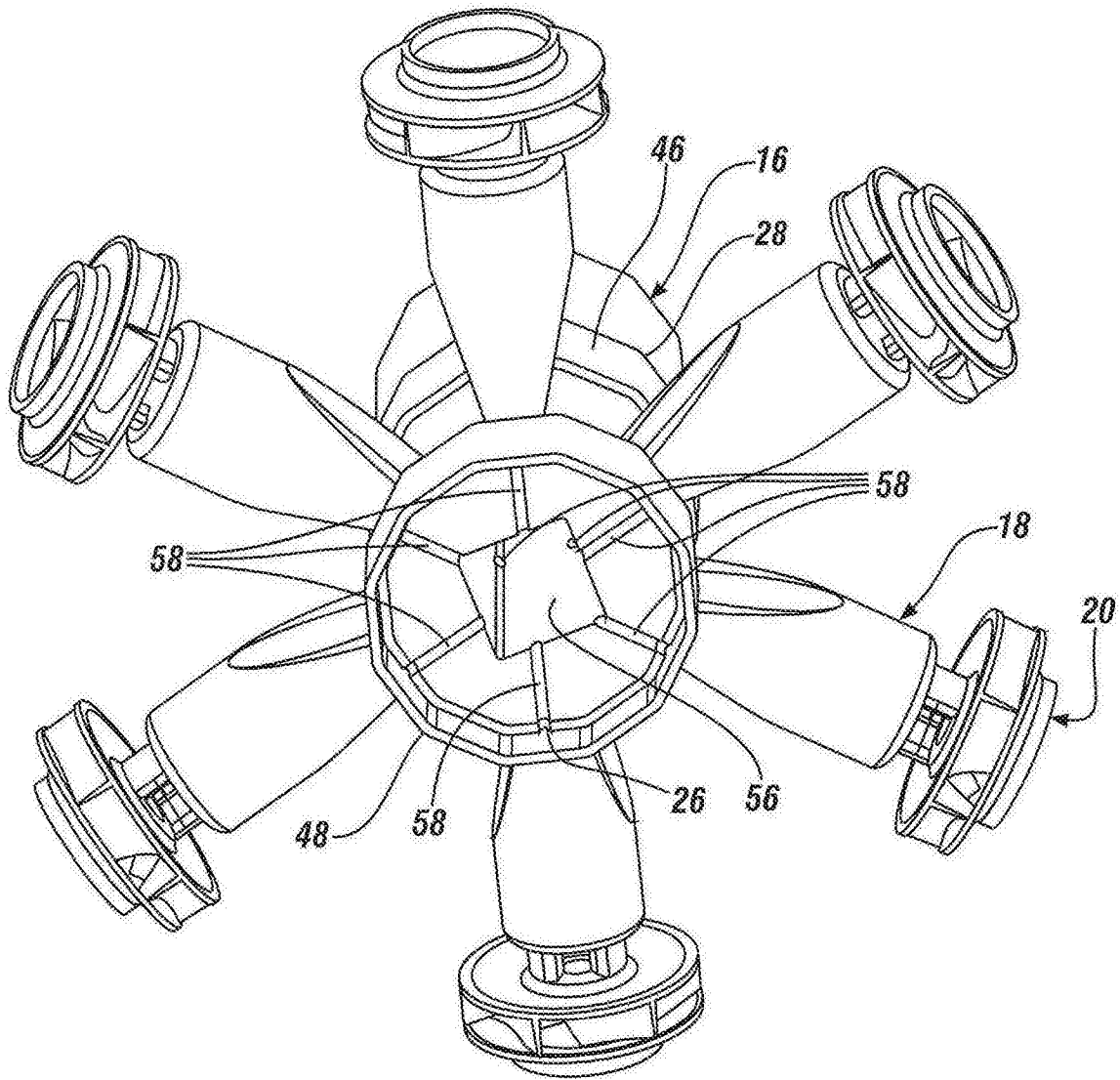


图4

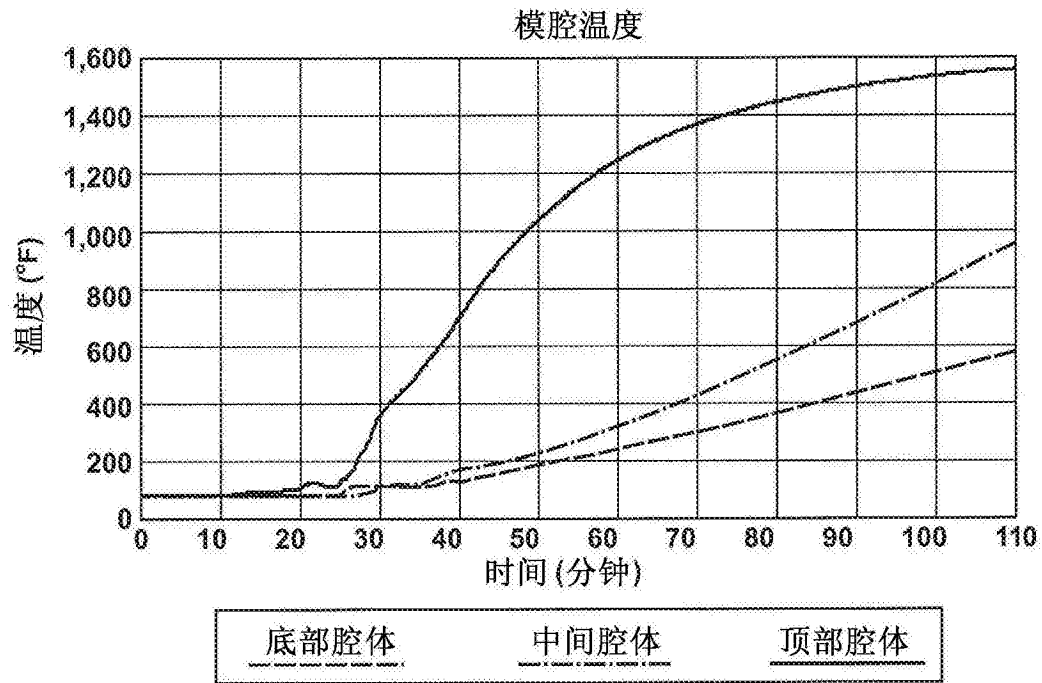


图5

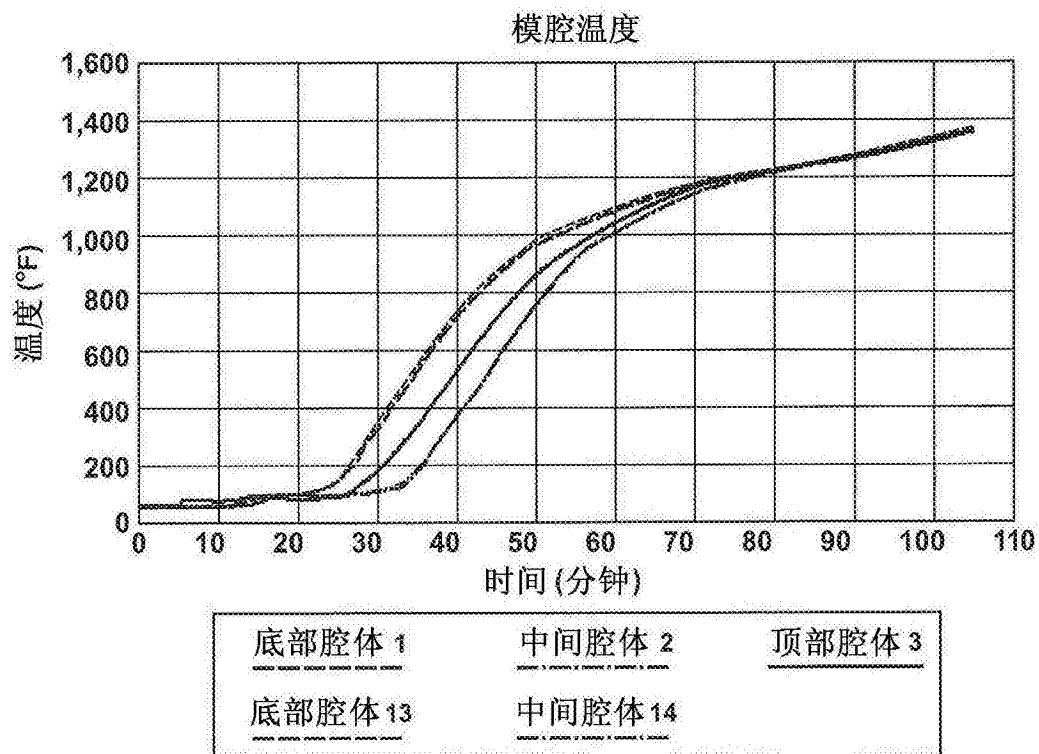


图6

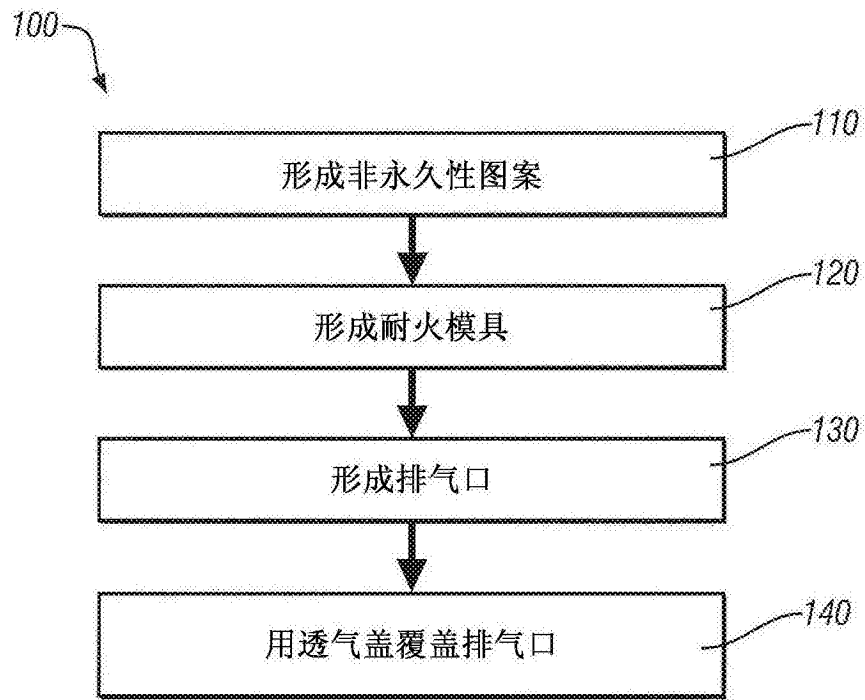


图7