



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108971449 A

(43)申请公布日 2018.12.11

(21)申请号 201810515863.0

(22)申请日 2018.05.25

(30)优先权数据

15/611821 2017.06.02 US

(71)申请人 通用汽车环球科技运作有限责任公司

地址 美国密歇根州

(72)发明人 R·奥斯本 Q·王 H·W·多蒂

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 代易宁 邓雪萌

(51)Int.Cl.

B22D 18/02(2006.01)

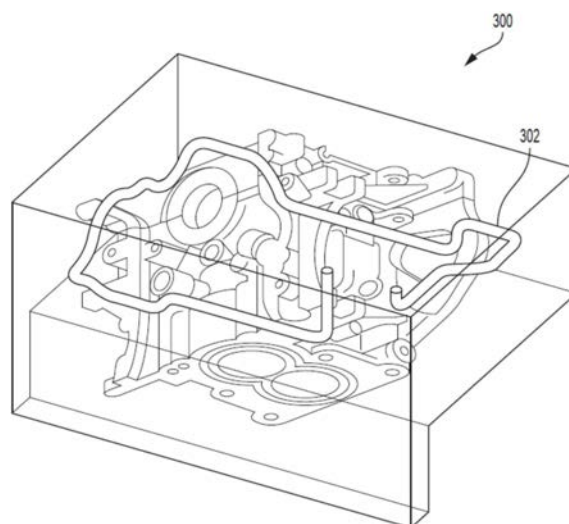
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

用于直接挤压铸造的工具和方法

(57)摘要

一种用于直接挤压铸造工艺的铸造工具,其包括具有波状内部通道的铸模工具,以进行更好的模具热管理。这使得能够使用灰铸铁模具材料。耐久的模具表面也可以通过在砂芯或砂芯涂层中添加镁的球墨铸铁反应而形成。



1. 一种用于直接挤压铸造工艺的铸造工具,所述工具包括包含波状内部通道的铸造工具。
2. 根据权利要求1所述的工具,其中所述波状内部通道形成用于所述直接挤压铸造工艺的热管理通道。
3. 根据权利要求1所述的工具,其中所述波状内部通道形成用于所述直接挤压铸造工艺的排气通道。
4. 根据权利要求1所述的工具,其中所述波状内部通道形成用于所述直接挤压铸造工艺的浇道和浇口通道。
5. 根据权利要求1所述的工具,其中所述工具包括灰铸铁材料。
6. 根据权利要求1所述的工具,还包括具有过渡层的模具表面,所述过渡层具有易延展的和压实的石墨结构。
7. 根据权利要求1所述的工具,还包括包含压敏模压涂层的模具表面。
8. 一种铸造系统,包括:
 - 浇杯;
 - 多个浇道,其从所述浇杯接收熔融金属;
 - 上模具和下模具,其从所述多个浇道接收所述熔融金属;以及
 - 定位在所述上模具和所述下模具内的多个滑动件,其中所述多个滑动件的定位对所述上模具和所述下模具中的所述熔融金属施加直接压力以形成结构部件,并且其中所述上模具和所述下模具中的一个包括包含波状内部通道的铸件。
9. 根据权利要求8所述的系统,其中所述波状内部通道形成热管理通道。
10. 根据权利要求8所述的系统,其中所述波状内部通道形成排气通道。

用于直接挤压铸造的工具和方法

技术领域

[0001] 本公开涉及用于直接挤压铸造工艺的工具和方法。

[0002] 引言

[0003] 此引言总体呈现本公开的背景。根据本引言所描述的程度,当前署名的发明人的工作,以及在提交申请时可不被另行视为现有技术的该描述的各方面,既不明确也不隐含地被认作针对本公开的现有技术。

[0004] 小容量和原型铸件通常仅限于砂铸工艺,因为永久铸模工艺的加工成本可能过高。依赖这些小容量砂铸零件的设计者面临着一个重大问题:砂铸零件的特性通常可能不会展现出与使用大容量永久铸模工艺产生的特性相同的特性。这对零件设计者在设计过程早期验证设计的能力有很大限制。

[0005] 目前用于生产机动车辆的发动机部件(例如气缸体)的大容量制造工艺包括高压压铸(HPDC)工艺。虽然用于HPDC工艺的工具更昂贵并且需要更长的生产周期,但这些成本可能会分布在HPDC工艺产生的大量零件上,使得单个零件成本可能更低。但是,HPDC工艺也存在一些问题。通常,当熔融金属被引入到模具中时,HPDC高速填充工艺夹带空气,产生氧化物,并且难以解决模具内某些区域的金属收缩。

[0006] 共同未决、共同转让的美国专利申请序列号15/223,911公开了一种新颖的直接挤压铸造工艺,其解决了上述铸造工艺的许多问题,所述专利申请以全文引用方式并入本文中。所述新颖的直接挤压工艺得益于较慢的浇注速度,较慢的浇注速度导致模具的静态填充,减少或消除流动的熔融金属中的湍流。这减少了所得铸件中空气的夹带,降低了气体孔隙度的可能性并且使热处理成为可能。此外,直接挤压工艺能够更好地补偿金属冷却和凝固时的收缩。压力可以仅策略性地施加于那些最能得益于该压力的部分,比如较厚截面、隔板等。这提供了生产高完整性气缸体铸件的能力,所述铸件可以进行热处理以达到最佳拉伸强度、疲劳强度和其它材料特性。

[0007] 图1是用于在内部空腔130内形成铸件128的新颖的直接挤压铸造系统100的内部视图。系统100包括上模具102和下模具104。一组插入件或滑动件106、108、110和112定位在上模具102和下模具104中。滑动件106、108、110和112构造成沿上模具102和下模具104两者中的通道往复运动,如箭头114、116、118和120所示。在沿着箭头114、116、118和120施加直接压力时,滑动件106、108、110和112可以沿着通道向外移动以适应过度填充容量和/或向内移动以补偿铸造凝固期间的金属收缩。

[0008] 图2示意性地示出了从六个方向(顶部和底部以及从侧面)以受控方式直接施加压力以模制机械部件122。具体而言,除了由滑动件106、108、110和112沿着线114、116、118和120施加直接压力之外,上模具102可以如箭头124所示上下移动,并且下模具104可以如箭头126所示上下移动。此外,所施加的压力可以通过使用一个或多个压力冲头和排气口(未示出)来控制,以施加并控制凝固铸件的感兴趣区域的压力。滑动件和一个或多个压力冲头可以同时或彼此独立地操作。

[0009] 新颖的直接挤压工艺使得能够使用较低的铸造压力,从而降低工具和压机的刚性

要求,使得与HPDC机械相比,能够使用更简单的铸造机器、液压系统和控制件。因此,与使用HPDC系统制造的部件相比,更简单的铸造机器、液压系统和控制件以及更长的工具寿命降低了每个部件的成本对比。

[0010] HPDC和直接挤压工艺均依赖于使用通常由锻造和机械加工的钢板制成的工具,举例来说,诸如以其韧性和热稳定性而为人所知的H13钢。这些锻造和机械加工的工具通常还包括可以用于管理模具内的热传递的内部通道。液体流过通道以加热或冷却模具。为了改善铸造材料的性质和生产率,正确的热管理是必要的。此外,热管理对于通过减少热疲劳和降低与熔融金属的反应(诸如焊接或熔合到模头表面)来延长工具寿命是必要的。此外,热管理对于管理铸造金属的凝固图案是重要的,特别是对于具有厚度变化的铸造零件。目前的工具制造技术严重限制了内部通道的形状。机械加工技术要求从外表面接近的直接“视线”,以便通过机械加工工具接近,以使得能够对内部通道进行机械加工。因此,这些经机械加工的通道限于仅具有直的形状。这进一步严重限制了所得的经机械加工的通道通过模具可能采用的路线。另外,通常使用的H13钢具有相对较低的热导率,并且期望具有较高的热导率以改善热传递能力以在铸造过程期间更好地管理热传递。

[0011] 如上所述,在铸造期间,金属被引入成形的模具空腔并在金属凝固时保持在适当位置。然后将模具的形状复制到铸件的表面上,并且通过至少以下三个因素来确定铸件的材料性质:1) 铸造合金;2) 夹杂物的存在;以及3) 凝固条件。就凝固条件而言,凝固速率越高,铸件的性质可能提高得越多。此外,凝固模式可能影响由于合金从液态转变为固态时特定容量减少而引起的凝固收缩。铸件的凝固模式直接取决于模具内的内部通道的构造。由于这些通道被机械加工这个事实引起的这些通道限于仅具有源自外表面的直线形状这个事实,严重限制了模具设计者设计内部通道而可能更好地控制铸件的凝固条件和凝固模式的能力。为了机械加工这些通道,工具必须相对较厚和较重。此外,由于机械于加工引起的任何通道都包括交叉点处的尖锐边缘,这些边缘用作应力集中部或集中器,从而降低抗热疲劳性。

发明内容

[0012] 在示例性方面,用于直接挤压铸造工艺的铸造工具包括波状内部通道。

[0013] 在另一个示例性方面,波状内部通道形成用于直接挤压铸造工艺的热管理通道。

[0014] 在另一个示例性方面,波状内部通道形成用于直接挤压铸造工艺的排气通道。

[0015] 在另一个示例性方面,波状内部通道形成用于直接挤压铸造工艺的浇口通道。

[0016] 在另一个示例性方面,工具包括灰铸铁材料。

[0017] 在另一个示例性方面,工具包括具有过渡层的模具表面,所述过渡层具有易延展的和压实的石墨结构

[0018] 在另一个示例性方面,工具包括包含压敏模压涂层的模具表面。

[0019] 以这种方式,内部通道的波状形状改善了在铸造和凝固过程期间对热传递、排气和熔融金属进入模具的移动的管理。具体地说,内部通道的波状形确保内部通道更接近最佳形状,更好地配合铸件的形状,并为铸件提供改善的热传递特性。结果,可以将具有更好的热性质的材料用于模具并且可以改善那些模具的性质。这改善了铸件的凝固模式,缩短了循环时间,降低了模具的成本,减少了生产模具所需的时间,并降低了整体模制系统的成

本。

[0020] 此外,与常规通道相比,内部通道的波状形状减少或消除了应力集中部或集中器的存在,由此改善抗热疲劳性并延长工具寿命。内部通道的波状形状也可以改善熔融金属通过工具的流动。另外,波状内部通道的改善的表面可以提供微粗糙表面,其增加模头/工具和熔融金属之间的热传递能力。

[0021] 由这些示例性实施例提供的优点使得能够使用将内部通道更加紧密地成形为优化形状的取芯技术。波状内部通道的形状、容量、尺寸和表面纹理可以被优化以在期望高通量或热量提取的那些区域中提供增强的热传递特性。与常规的机械加工工具相比,示例性实施例中的波状内部通道还可以导致更紧凑和更轻的工具。根据以下详细描述,这些和其它优点将变得明显。

[0022] 根据下面提供的详细描述,本公开的其它应用领域将变得显而易见。应当理解,详细描述和具体示例仅旨在用于说明的目的,而不旨在限制本公开的范围。

[0023] 从详细描述来看,本发明的上述特征和优点以及其它特征和优点显而易见,所述详细描述包括权利要求和结合附图考虑的示例性实施例。

附图说明

[0024] 根据详细描述和附图将更全面地理解本公开,其中:

[0025] 图1是用于示例性直接挤压铸造系统的系统上模具和下模具的内部视图;

[0026] 图2是图1的直接挤压铸造系统的示意图;

[0027] 图3是用于直接挤压铸造系统的示例性铸造上模具的内部视图;

[0028] 图4是示例性灰铸铁模具表面和砂模表面的横截面图,所述砂模表面已被修改以提供示例性灰铸铁模具表面;以及

[0029] 图5是直接挤压铸造(DSC)工艺加工的部分的透视图,所述加工包括芯式近净形灰铸铁加工。

具体实施方式

[0030] 图3是用于直接挤压铸造(DSC)系统的示例性上模具300的内部视图。上模具300包括弯曲的内部通道302。与受机械加工方法限制而仅包括直线形部分的常规的直接挤压模具的内部通道不同,内部通道302包括多个弯曲部分。如所清楚地示出的,内部通道302非常复杂,并且其形状已针对特定模具设计进行了优化,以提供最高质量的模制零件。在一个示例性实施例中,通过使用铸造工艺形成上模具300来提供复杂和优化的内部通道,所述铸造工艺依赖于使用芯来形成内部通道。芯是在铸造工艺中使用以提供具有模具内的形状和位置的内部通道的装置,通过其它方法(诸如通过机械加工工艺)则可能无法实现所述内部通道。

[0031] 图4是示例性灰铸铁模具表面406和砂模表面404的横截面视图,所述砂模表面已被修改以提供示例性灰铸铁模具表面406。砂模400包括常规的砂模材料402,但也包括可结合镁颗粒或微粒的砂模表面404。在铸造期间引入砂模400中的熔融灰铸铁可以与镁反应并将在表面界面406处形成不同的结构。具有这些镁颗粒的砂模400的使用可以在灰铸铁模具408的表面上产生薄的过渡层406,所述过渡层然后可以包括易延展的和压实的石墨结构,

其提供改善的机械和耐久性性质。

[0032] 在一个示例性实施例中，表面406在本领域中可以被称为“耐久性表面(Duraface)”，其比可以包括裂纹状石墨片的其它灰铸铁表面更耐久。球墨铸铁含有球状石墨颗粒，而常规的灰铸铁表面具有片状石墨颗粒，并且所述压实的石墨铸铁还可以含有在其各自微结构中为棒状和片状的石墨中间颗粒。相比之下，与石墨片相比，球形石墨颗粒是圆形且光滑的，这类似于具有尖锐边缘的片。由示例性实施例提供的球形石墨颗粒导致表面对热应力和开裂的敏感性降低，这促进了工具寿命的延长。

[0033] 图5是示例性DSC工艺加工工具500的部分的透视图，其包括芯式近净形灰铸铁加工工具502。DSC工艺加工工具500可以与直接挤压铸造工艺一起使用，以例如使用范围在约15至3000PSI之间的模具空腔压力来产生铝内联开放式甲板气缸体。最佳压力取决于许多因素，包括例如铸造几何形状、进料距离以及模具的热提取率。随着通过波状内部通道实现改善的排热，压力可以进一步优化，这导致高度完整的铝缸体铸造。

[0034] 此外，示例性实施例使得能够使用模具材料，所述模具材料相比于H13钢具有显著改善的特性，其通常可以用于DSC工艺和/或其它高容量铸造工艺。模头部件通常由热加工或锻造H13钢的实心块机械加工而成。相比之下，灰铸铁模具材料的使用通过本发明实现。与H13钢相比，灰铸铁具有显著改善的(更高的)热导率。在一些情况下，灰铸铁合金可能具有比H13钢高大约50%至150%的导热率。与H13钢模具相比，这可以大大改善对通过灰铸铁模具铸造的零件的凝固控制。此外，改善和提高的导热率可以使铸件的凝固时间显著缩短，这可以缩短DSC工艺的循环时间。

[0035] 更快的凝固可以进一步减少可能与熔融金属溶解的气体的不利影响。气体夹带的任何减少都会降低否则在随后的热处理过程期间可能发生起泡或其它不利影响的可能性。因此，由铸造模具内的本发明的弯曲的芯式内部通道提供的改善的热管理、浇注和排气改善了进一步优化热传递的能力，从而进一步改善了铸件的质量和材料性质。

[0036] 大大改善的热导率与铸模工具的优化的波状内部通道的组合改善了工具热交换率，可以进一步最小化模具的热疲劳，并且对铸件的凝固模式提供很大改善的控制。这不仅改善了铸件的质量和性质，而且进一步改善了DSC工艺的循环时间以接近HPDC铸造工艺的循环时间。

[0037] 此外，由于它们不同的微观结构和热膨胀系数(CTE)，灰铸铁的凝固收缩量与H13钢相比要小得多。这使得能够铸造形状更接近于DSC工艺中铸件最终要求的形状的灰铸铁工具。当模具在凝固期间从液体转变为固体时，灰铸铁通常展现负收缩(膨胀)。这允许使用H13钢模具无法实现的更复杂的外芯和内芯特征。因此，与H13钢模具相比，灰铸铁模具的机械加工量可以显著减少。这也使得能够显著降低制造DSC模具的成本和时间。本发明的具有芯式波状内部通道的铸模工具还使得具有近净形状的铸件成为可能。经过优化和改善的通道可以为DSC工艺提供改善的排气、浇注和溢流通道，从而改善工艺的金属产率。

[0038] 波状内部通道可以通过例如模具铸造工艺来提供，所述工艺依赖于芯以产生波状和有纹理的内部通道。芯的使用使得能够在模具内形成内部通道，与常规DSC模具中目前提供的内部通道相比，该内部通道得到了很大的改善。如上所述，常规模具内部通道限于通过机械加工技术可能实现的构型。形成鲜明对比的是，通过芯式铸造技术提供的内部通道的构型能够大大改善那些通道形状的优化。在铸造工艺期间，模具中的芯铸件内部通道的形

状导致在铸件的热管理方面对排气和加热/冷却的更大控制,其例如提供铸件内显著改善的凝固模式。内部通道的最佳构型提供了对模具内各个区域的排气、加热和冷却的最终控制,以缩短铸造循环时间并优化凝固模式以改善铸造完整性。

[0039] 通过芯铸模工具实现的波形内部通道的形状的优化与DSC工艺的增强的安静的非湍流模具锉磨和直接加压协同工作以产生高完整性铸件。灰铸铁模具拥有足够的耐磨损和疲劳特性,来应对与HPDC工艺相比,与DSC工艺结合使用时较低的金属压力和降低的热疲劳。与必须经过完全机械加工并热处理来获得高公差H13钢模具相比,铸造模具的能力进一步显著降低成本并缩短交货时间。

[0040] 在一个示例性实施例中,压敏模压涂层可以被施加到铸模工具,以促进填充时模具空腔的缓慢静态模具填充以及当施加流体静力金属压力时增加热传递。压敏模压涂层可以在没有压力的情况下提供极好的抗传递性,并且在施加压力时可以显著增加热传递。

[0041] 在一个示例性实施例中,可以使用砂模通过例如增材制造技术来产生具有芯式波状内部通道的铸模工具。这允许快速的DSC近净形模具生产,这可能只需要非常有限的机械加工量。由木材、塑料或金属制成的传统绿砂模模式也可用于产生砂模和砂芯,然后可以用于产生具有芯式波状内部通道的本发明铸模工具。

[0042] 本描述本质上仅仅是说明性的,决不意图限制本公开、其应用或用途。本公开的广泛教导可以以各种形式来实施。因此,尽管本公开包括特定示例,但是本公开的真实范围不应该受限于此,因为在研究附图、说明书和以下权利要求书后其它修改将变得显而易见。

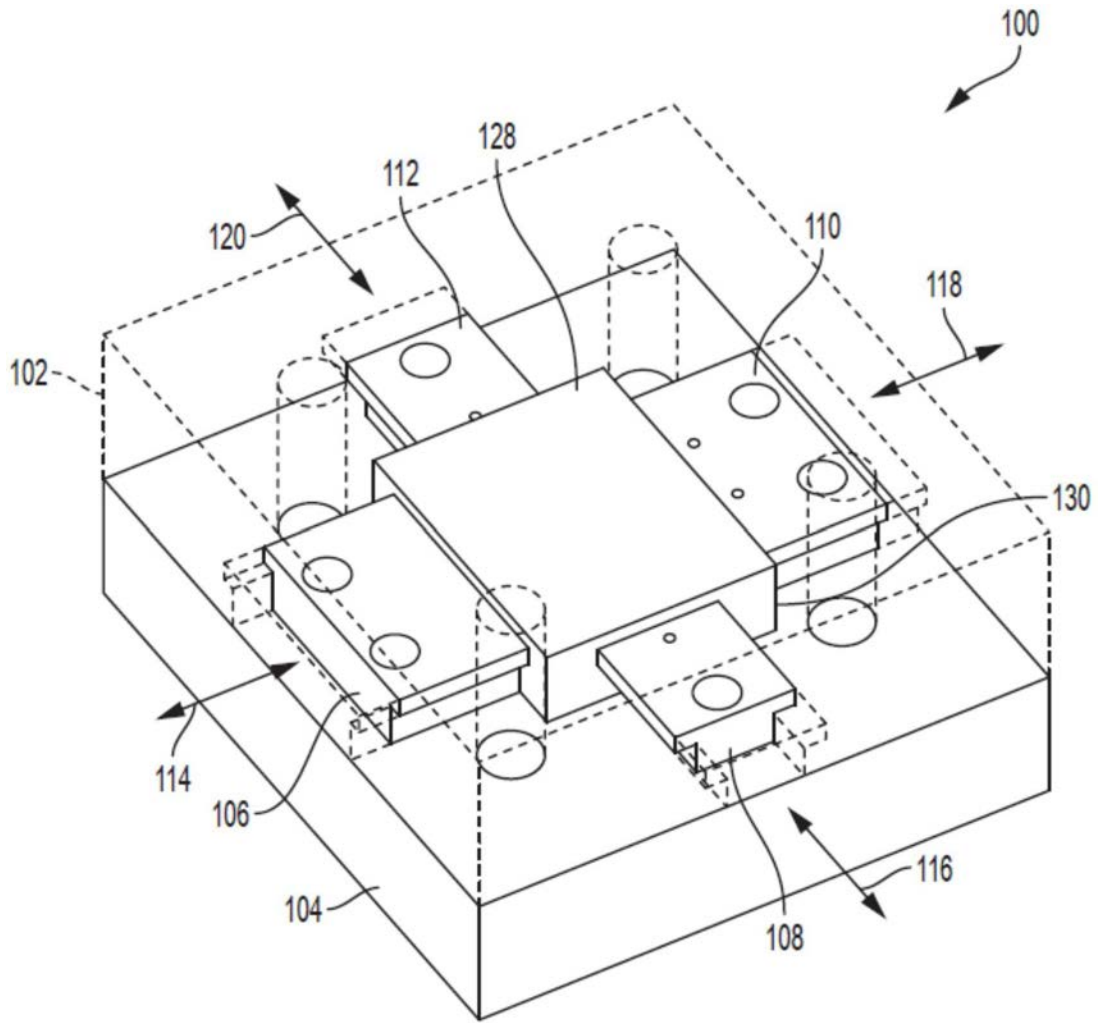


图1

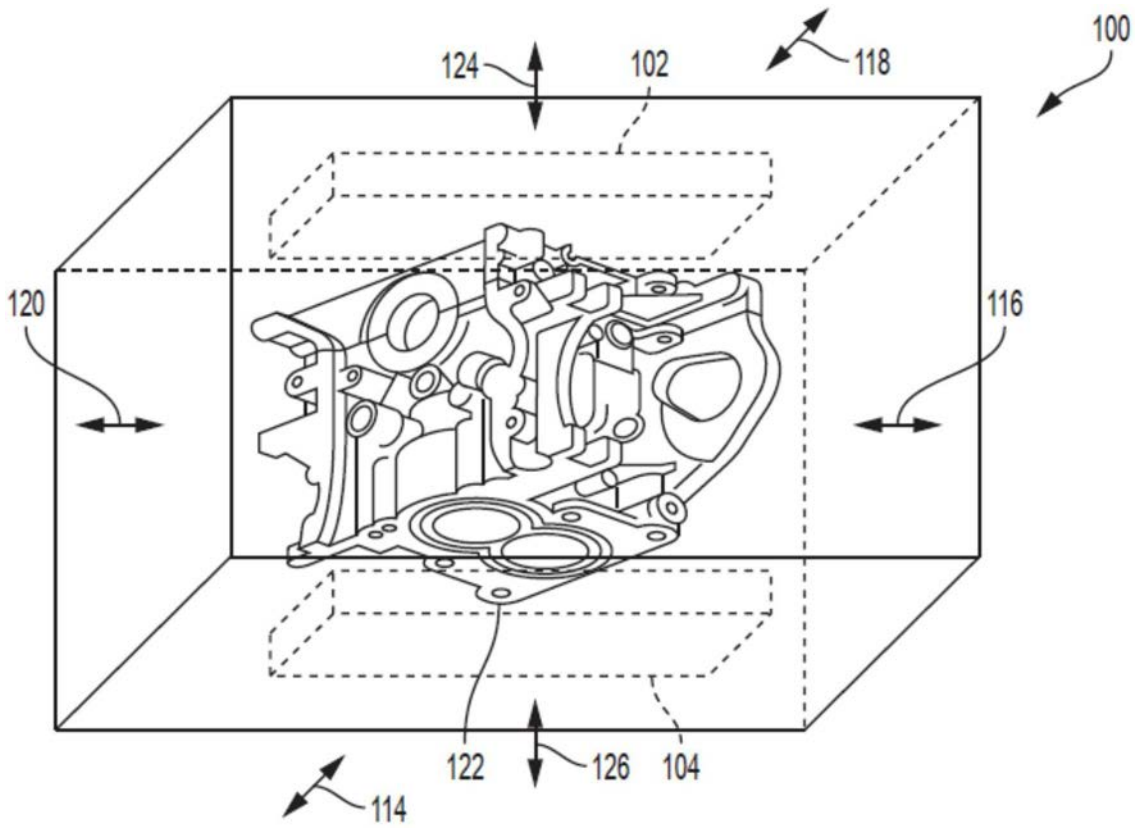


图2

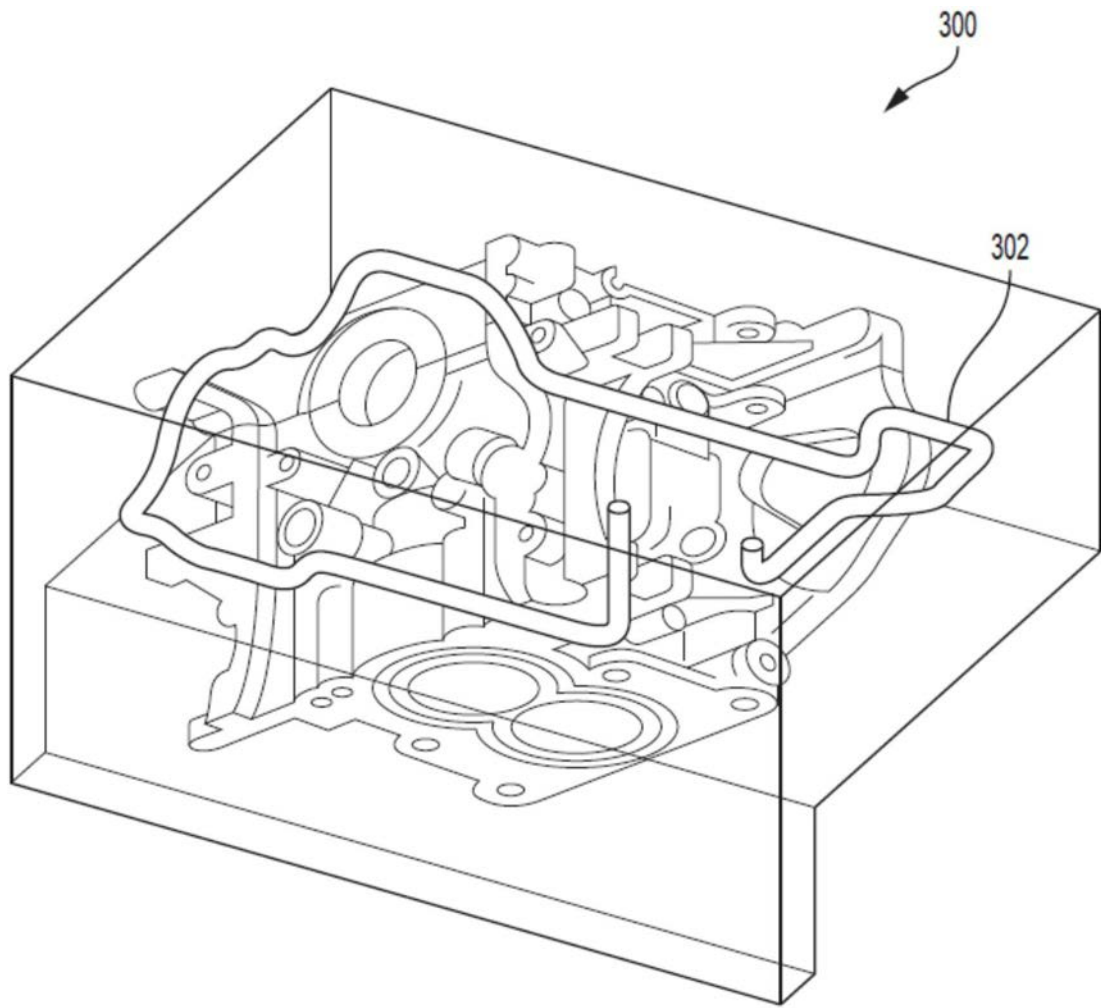


图3

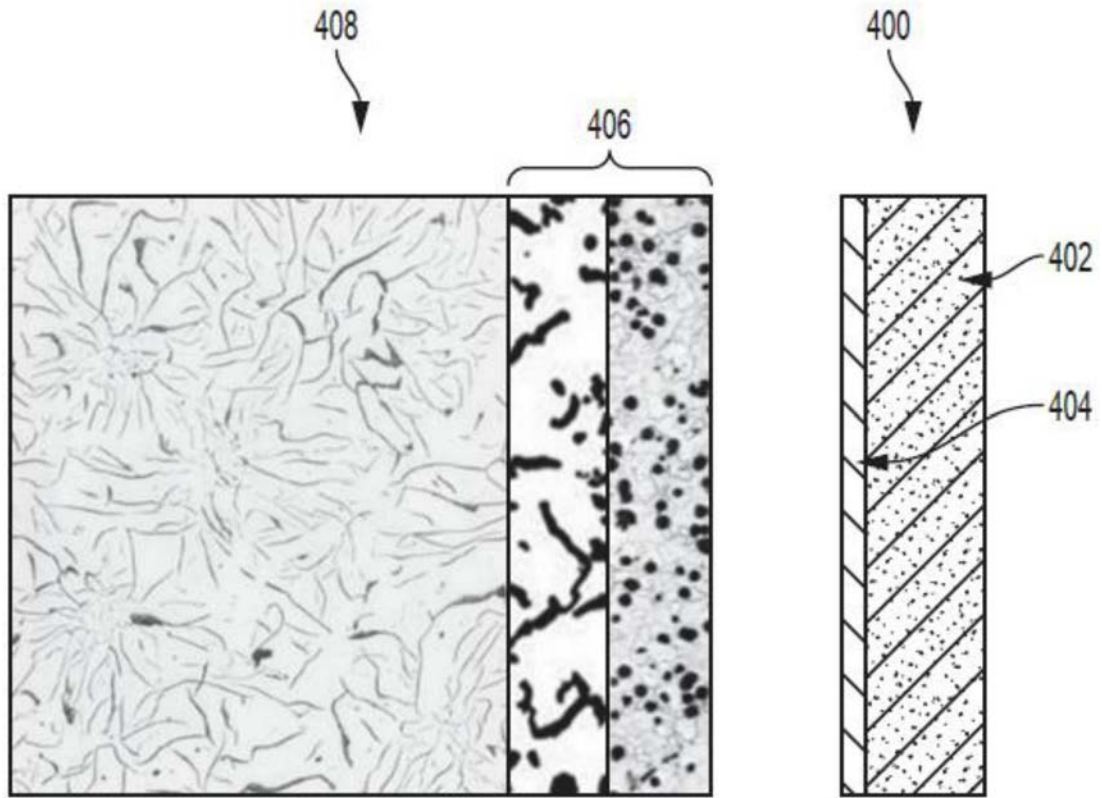


图4

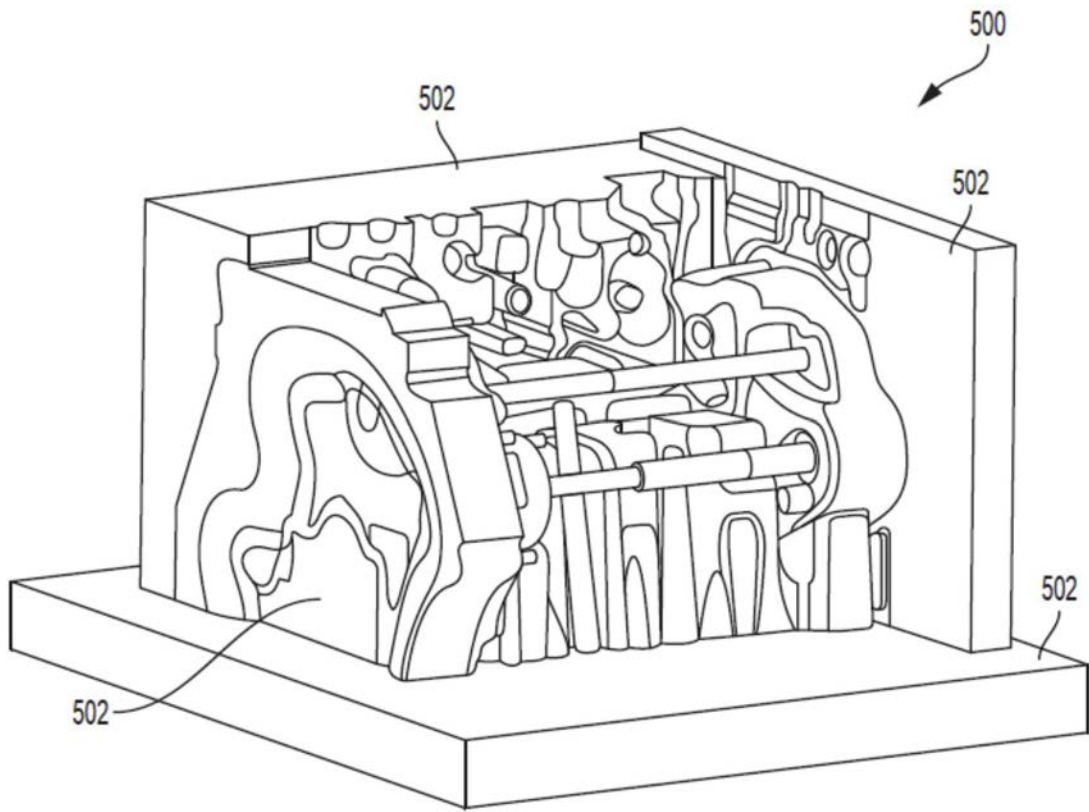


图5