



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 90104120.3

[51] Int.Cl⁵

B22C 9/04

[43] 公开日 1990年11月28日

[22] 申请日 90.5.1

[30] 优先权

[32] 89.5.1 [33] CA [31] 598,137

[71] 申请人 艾尔坎国际有限公司

地址 加拿大魁北克省

[72] 发明人 唐·阿伦·道特

[74] 专利代理机构 中国专利代理有限公司

代理人 杨丽琴

B22D 27/04

说明书页数: 14 附图页数:

[54] 发明名称 在可成型介质中的成型铸造方法

[57] 摘要

一种利用非粘结(疏松的)造型介质进行成型铸造的方法,即气化模型铸造方法。根据这个新的特点,如果用比空气具有更高导热系数的气体取代一般存在于非粘结成型介质空隙空间中的空气,铸件的冷却和固化速率可以获得显著提高。已经发现,氮特别有助于实现这一目的。

△
8
V

1、一种成型铸造方法，包括的步骤是在型箱中用非粘结造型介质制作一个所要铸造的产品的模型，向型箱中浇注一定量的熔融金属以在造型介质中制成一个具有模型形状的铸件，改进在于包括这样的步骤，即用比空气具有更高导热系数的气体取代一般存在于造型介质空隙空间中的空气。

2、根据权利要求1所述的方法，其中非粘结造型介质含有疏松的耐热材料的颗粒。

3、根据权利要求2所述的方法，其中气体是氮。

4、根据权利要求2所述的方法，其中气体是氮是与空气，氮或一种非活性气体的混合物。

5、根据权利要求3所述的方法，其中所要铸造的金属是铝或其合金。

6、一种成型铸造方法，包括的步骤是，制作一个所要铸造的产品的模型，其所用材料是可气化的，受到熔化的浇铸金属进料作用而基本上没有残渣，该模型具有与所要铸造的产品一致的形状；用包含非粘结颗粒材料的造型介质填绕在铸箱中的模型周围；向铸箱里浇注一定量的熔融金属以气化模型和制作一个模型形状的铸件，改进包含这样的步骤，即用比空气具有更高导热系数的气体取代一般存在于颗粒造型介质空隙空间中的空气。

7、根据权利要求6所述的方法，其中气体是氮。

8、根据权利要求6所述的方法，其中气体是氮与空气，氮或一种非活性气体的混合物。

9、根据权利要求7所述的方法，其中所要铸造的金属是铝或其合金。

在可成型介质中的成型铸造方法

本发明涉及在可成型介质中的成型铸造方法，特别是这样一种铸造方法，其中的非粘结造型介质含有高导热性空隙气体。

硅砂传统上用做成型铸造各种金属及其合金的造型介质。在熟知的铸造方法中，可以提到的有：砂型铸造方法，其中是把金属浇入由型砂和粘结剂制成的空心铸模中；二氧化碳铸造方法，其中粘结剂（水玻璃）和二氧化碳气体发生作用以使其活化；熔模铸造方法，其中铸模是由耐火材料浆料周围涂复在一个可熔模型上制成；壳型铸造方法，铸模是由型砂颗粒彼此粘结形成一个壳型而构成，它具有金属模型的外形。具有特别兴趣的另一铸造方法是气化泡沫材料铸造方法，其中所要铸造物件的泡沫材料模型一般含有泡沫聚苯乙烯。这种泡沫材料模型用一种适当的耐火涂料涂复，放在铸箱或型箱中，并用作为造型介质的非粘结硅砂包围。一个泡沫材料浇口从模型延伸到造型介质的上表面，提供一个熔融金属浇注通道。振动铸箱以获得砂的最大紧实密度。然后经过浇口把熔融金属浇入铸箱，熔融金属使浇口及模型气化，从而取代之其结果是一个很好再现模型形状的铸件。气化聚苯乙烯而生成的气体透过涂层和型砂，经过铸箱中的排气孔而排出。

为提高导热性，各种各样的金属材料已经试验用作成型介质。例如，在苏联已经研究利用生铁或钢粒，或作铸模或被破碎，作为铁磁性造型介质使用在有关气化泡沫材料方法中。这些研究成果已

由苏联基辅乌克兰科学院铸造研究所于1979年公开的“Lit'e po Gazifitsiruemy. Modelyan” (英文是实型铸造)的论文中报道。

上述材料虽然能够提供所需的导热性，但它们是非常重的材料，使得用于气化泡沫材料方法中的聚苯乙烯模型变形，导致铸造不精确。况且，这样重的成型介质对适用于硅砂的一般设备也不便操作。

1987年6月10日公开的2, 183, 517号英国专利申请，记载了在气化泡沫材料方法中使用锆砂作为造型介质。由于锆砂具有比硅砂更高的容积密度，大约等于所要浇铸的熔融金属的容积密度，可以确信作用在造型零件上的静态压力减少了，因而极大地提高了铸模的稳定性从而极大地提高了铸件的最后精确度。另一方面，在600℃下，锆的导热系数为0.83W/m° K，仅是石英(硅石)，导热系数0.54 W/m° K的两倍。由于放热速率大约与成型介质的导热系数的平方根成正比，锆使冷却速率提高大约24%。

1985年6月4日公开的Ryntz等的4520858号美国专利记载了另一种提高固化速率的方法。在该专利中，一个做为潜在的散热器的激冷金属元件附着在气化泡沫材料模型上。当金属浇入铸模时，激冷元件加速冷却和固化。但是，把激冷元件附着在每一个模型上是一种费工的方法，增加固化速率却有限。

还有这样的建议，就是在造型介质颗粒上，涂复耐火层以改进造型介质。1987年3月24日公开的Rikker的4, 651, 798号美国专利记载这样一种方法，在硅砂、铝砂、锆砂或玻璃颗粒上涂复这样一种耐火层。这一层还改变了颗粒的形状，使其更接近球形，以便这些颗粒围绕模型流动更均匀，从而提高铸造精度。但是，这些材料却又不具备为提高固化速率所需的高导热性。

另一种改进气化模型铸造方法的造型介质是铝颗粒。已经发现,这种介质在提高散热率性能方面具有高效,同时还可避免使用过重金属作为造型介质带来的问题。然而,上述所有研究都只集中到造型介质的固相性质,没有考虑颗粒之间的空隙中存在的气相在控制造型介质的导热性能方面的作用。

还有更早的建议:利用氩气来改进热传导速率。例如,1973年11月15日公布的369,972号苏联专利公开了一个冷凝砂型的方法,概括地说是在铸造以前,粘结介质颗粒,其中为了提高冷凝速率,铸模中用比空气具有更高的导热系数的气体充满。但是该专利仅涉及0℃以下的铸模冷却而没有涉及铸造熔融金属的情况。

1985年6月15日公开的1161224号苏联专利涉及一种带有多孔芯体的铸模,从表面上的细孔到中间的粗糙贯穿空洞,其空隙度是变化的。芯体上这些粗糙空洞能够用包括氩的不同冷却介质充满,用以改变芯体的热储存容量及改变与芯体接触的铸件的冷却速率。

1987年公开的4,749,027号美国专利,描述了在生产金属带材的连铸机中,在熔化金属和移动的铸造带材的端面之间使用氩膜。然而使用氩的目的仅在于在金属与带材之间产生一气膜而已。

S·Engler和R·Ellerbrok在Giessereie 64(9) 227-230上发表的名为“各种气体环境气氛和气体压力对诸如铝硅合金在某些铸造特性方面的影响”的文章描述了在熔炉内、在运输浇包内及在熔融金属从浇包浇入铸模时,在熔融金属周围的氩或其它气体的作用效果。使用这种气体的目的是在熔化和运输过程中降低金属的冷却速率。文章指出降低气体压力和用氩取代空气会达到降低冷却速率的目的,即增加固化时间。

本发明的目的在于提供一种改进的铸造方法，使通过造型介质的热传导更块。

本发明公开的是用具有较高热传导系数的气体例如氦来取代一般存在于非粘结(疏松的)造型介质的空隙中的空气，从而能够获得更大的冷却和固化速率。

因此，本发明的主要方面涉及一种制作铸件的方法，包含的步骤有：在铸箱中，通过利用非粘结造型介质，例如非粘结的耐热材料颗粒来制作所要浇铸产品的模型；浇注一定量熔融金属到铸箱中以制作与造型介质中的模型一样形状的铸件。按照这新颖的特征，一般存在于非粘接(疏松的)造型介质的空隙中的空气由具有比空气更高的热传导系数的气体所取代。

本发明的优异特征在于一种制作铸件的方法，包含的步骤有：制作一个所要铸造产品的模型，其所用材料是可气化的，由于受到浇铸的熔融金属作用基本上没有残渣；该模型具有与所要铸造产品相一致的形状；用包含非粘结颗粒材料的造型介质填绕在铸箱中的模型周围；向铸箱里浇注一定量的熔融金属以气化模型和制作一个模型形状的铸件。其新颖特征包括这样一个步骤即用比空气具有更高的热传导系数的气体来替代一般存在于颗粒造型介质空隙间的空气。

氦是最适宜的气体，因为它是惰性的，无毒、无腐蚀性的，而且比较便宜。还存在其它高导热性气体，值得注意的是氢和氖。但是，很显然，由于氢的安全性和氖的价格，实际限制了它们的应用。氦和其它具有低导热性的非活性气体的混合物在需要仔细选择冷却速率的特定场合具有某些优点，比用空气所得冷却速率要块，但比

用氮所得的要低。对这些应用场合，所需要的冷却速率的获得是由于利用氮和空气，或氮和氮，或氮和氩，或氮和任何既不与熔化的或固化的金属也不与造型介质反应的气体混合物。使这种经过选择的混合物会得到“特定”的冷却和固化速率。

在本发明的一个实施例中，在开始铸造之前，颗粒状造型介质的空隙区域就用具有高导热性气体单一充满。也可以换个方法，在输入高导热性气体之前，将熔融金属注满铸模，以便在低的散热条件下完全充满铸模，接着通入气体，例如氮或正如上述利用氮和空气的混合物，以增加冷却速率，从而获得中间的散热速率。

各种各样的颗粒材料都可以用作造型介质，包括硅砂、锆砂、铬镁砂、钢粒、碳化硅、铝土、铝颗粒等等。利用本发明的方法，还可铸造各种各样的金属，其中包括诸如铝、镁、锌及它们的合金。通过如下的非限定性例子对本发明的最佳实施例进行说明。

例1

气化泡沫材料铸造方法

在制备好的由膨胀聚苯乙烯制成的模型(38.1毫米×50.8毫米×152.4毫米)上用包含Styro-Kote 250.1(Thiem公司商标)的铸模涂料涂复。这些模型放在各种造型介质(-20/+80目的铝颗粒, 24[#]碳化硅细砂和铸造型砂)中，在750℃下，通过向模型上浇注一种铝-4.5%铜合金而制成铸件。在铸件的中间部分放一个热电偶，记录在表1所示条件下的冷却时间。

表1: 一种铝-4.5%铜在750℃下铸造的冷却时间。表中的时间表示的是在液相线相变点与所示温度之间持续的秒数。

表 1

	铝 颗 粒		型 砂		碳化硅 (SiC)
环境气氛	空气	氮	空气	氮	空气
液相线—固相线相变点	330	220	420	220	345
液相线→400℃	580	430	760	430	635
液相线→300℃	955	720	1300	740	1105
铸件重量(克)	703	800	659	810	659

可以看出在这些条件下,使用型砂和氮所获得的冷却速率等于在铝颗粒和氮条件下获得的冷却速率。并高于在铝颗粒或碳化硅在空气中获得的冷却速率。使用氮的零件铸造冷却速率大约是在空气环境气氛使用型砂时的冷却速率的两倍。

例2

为了评价在更接近常规砂型铸造操作条件下的氮对散热速率的影响效果,进行了一系列独立的实验。

在这些实验过程中,造型介质填充在未使过的空心罐体周围。在700℃下,把金属(铝—4.5%铜)直接浇入罐内,在铸模上面放一绝热复盖物。为了比较在各种铸造条件下的相对冷却速率,测取温度—时间记录。

所得结果表示在表2和表3。审阅这些表可以发现在所有的考核条件下,氮的存在都有较大的影响,并且在硅砂中输入氮是增加铸件冷却速率一种非常有效的方法。

表 2

冷却时间(秒) 铝—4.5%铜 浇注温度 $T_{\text{pour}}=700^{\circ}\text{C}$
无涂层铸模

造型介质 环境气氛 时间(分)	铝		型砂		碳化硅(Sic)	
	空气	氮	空气	氮	空气	氮
液相→固相	2.9	2.2	8.25	3.6	6.25	3.05
液相→ 500°C	3.6	2.6	10.25	4.6	8.0	3.9
液相→ 400°C	6.0	4.5	17.75	8.0	13.5	7.0
液相→ 350°C	8	6	23.5	10.75	17.5	9.25
液相→ 300°C	10.8	8.25	30.5	15.0	23.25	12.7
样品重量(克)	601	557	684	589	467	713

表 3

冷却时间(秒) 铝—4.5%铜 浇注温度 $T_{\text{pour}}=100^{\circ}\text{C}$
有涂层铸模

造型介质 环境气氛 时间(分)	铝		型砂		碳化硅(Sic)	
	空气	氮	空气	氮	空气	氮
液相→固相	6.4	3.3	9.25	3.3	6.5	3.5
液相→ 500°C	—	—	—	—	—	—
液相→ 400°C	12.5	6.3	19	6.5	13	7.3
液相→ 300°C	22	12	33	12	22.5	13.8
样品重量(克)	649	630	752	430	683	614

例3

各种不同造型介质在利用气化泡沫材料模型铸造技术时进行的一系列试验。

表 4

试验材料名称	说 明	类型
铸造型砂	美国铸造标准 (AFS) 26 ⁺	非粘结的多孔的, 非金属的
片状 (Tabular)	14×28目 (Mesh)	非粘结的, 多孔的
三氧化二铝 (Al ₂ O ₃)	由Kaiser公司提供地址: Pleasantown, CA. USA	非金属的
片状 (Tabular)	同上, 但与5%W/W硅酸	粘结的, 非多孔的,
粘结的 (Bonded)	钠, 钠粘合 (40—42% 铍; 与二	非金属的
三氧化二铝 (Al ₂ O ₃)	氧化碳配合 (setwithCo)	
碳化硅	4部份组成	非粘结的, 多孔的,
80×200目 (Mesh)	部份200目	非金属的
	由White Abrasive公司提供	
	地址: Niagara Falls, ON, Canada	
36×54RA	由Canadian Carborundum	
	提供, 地址: Niagara Falls,	
	ON, Canada	
铝颗粒	AA1100 铝粉	非粘结的, 多孔的,
NMI	25×40目, 由Nuclear	金属的
	Metal公司提供, 地址:	
	Concord, MA. USA	

AMPAL	AMPAL 603 由Atomized Metal Pow- ders 公司提供, 地址: Flemington, NJ, USA
TOYAL	等级 (Grade) 5600铝粉 由Alcan Toyo America 公司提供, 地址: Joliet IL.
J (&) M	20×80目铝粉 由Johnson (&) Mathey 有限公司提供, 地址: 110 Industry Street Toronto, ON, M6M 4M1

采用Wisconsin(威斯康星) sheboygan Falls的失泡 (Lost Foam) 精密铸造技术得到测量直径为38.1毫米, 长为152毫米的园柱形膨胀聚苯乙烯模型(密度等于22.5千克/米³)。所需填充这些模型的金属的重量为0.5千克。

为了提供0.2毫米的涂层厚度, Styro-Kote 250, 1涂浆的比重调整到1.56, 模型浸入到涂浆中, 带有涂层的模型便被制备好。浸过之后, 模型或在空气中过夜干燥或在微波炉中干燥。

在模型置入造型介质以前, 把一个热电偶在长度方向的中点插入到园柱体中心线纵深处。然后把模型放入到一个型箱中, 型箱再用造型介质填满, 与此同时振动整个组装体。为了防止从型箱底部损失热量, 一绝缘垫层(或2.7毫米纤维板或两层Frax*纤维纸板)放在型箱的底部。(Carborundum公司商标)为了改变气相进行试验,

在型箱的底部放一个有孔的不锈钢气体分配器，并将其接到气源上，在铸造以前吹扫颗粒层 (bed)。为了吹扫要吹入2.7SLPM的氦气2—3分钟。为了在冷却过程中维持气体环境气氛，在铸造以前立即把气流减少到大约0.3SLPM。

样品是在700℃的浇注温度下铸造二元铝—4.5%铜合金，并用带式图纸记录仪监测温度。选择这种合金是因为它的共晶点在548℃下，十分确定，这样就易于判明固化时间。当在700℃下进行铸造时，接触热电偶的金属已处液相线温度，冷却速率的计算是液相线到共晶相变点的温度范围(100℃)除以从浇注时刻到共晶相变点结束的时刻之间所经过的时间而得到的。

(a) 记录固化速率的结果是在气化无涂层的泡沫材料模型时，用氦来取代空气情况下得到的。其结果表示在表5，当有氦存在时固化速率较高。

(b) 进行的另外一项试验是在气化有涂层的泡沫材料模型时，用氦来取代空气。其结果表示在表6，再次显示当有氦存在时固化速率就较高。

(c) 另外一项试验表明了使用静态空气和流动的氦时的固体速率。这两者的导热系数都较氦为低。试验结果表示在表7，从中可以看到使用空气和氦时观测到的固化速率都显著低于使用氦时的固化速率。

(d) 另外进行的一项试验是用8千克金属；使用一个大的气化泡沫材料模型来铸造，其结果表示在表8，当用氦气取代空气时，对固化速率及随后降到+445℃和+395℃的冷却都可以得到同样的改进。

表 5

在空气中和在氮中的固化速率 模型上无涂层

固化速率	℃/秒		(标准误差)		氮/空气
	在空气中		在氮中		
铸造型砂	0.34	(0.02)	0.74	(0.06)	2.2
铝颗粒					
NMT	0.80	(0.06)	1.24	(0.80)	1.6
J (&) M	0.71	(0.03)	1.10	(0.05)	1.5
AMPAL	0.83	(0.04)	1.29	(0.04)	1.6
TOYAL	0.58	(0.07)	0.99	(0.09)	1.7
TABULAR Al ₂ O ₃	0.42	(0.01)	0.98	(0.03)	2.3
Silicon • Carbide					
(碳化硅)					
80×200目	0.56	(0.01)	0.96	(0.04)	1.7
36×54RA	0.43	(0.03)	1.02	(0.10)	2.4

表 6

在空气中和在氮中的固化速率

有涂层的模型

固化速度 °C/秒 (标准误差)

	在空气中		在氮中		氮/空气
铸造型砂	0.35	(0.02)	0.59	(0.02)	1.7
铝颗粒					
NMT	0.49	(0.02)	0.90	(0.07)	1.8
J & M	0.51	(0.03)	0.84	(0.05)	1.6
TOYAL	0.45	(0.04)	0.72	(0.07)	1.6
碳化硅					
36×54RA	0.36	(0.01)	0.71	(0.03)	2.0
80×200目	0.41	(0.01)	0.64	(0.01)	1.6
TABULAR Al_2O_3	0.36	(0.01)	0.75	(0.04)	2.1

表 7

氮和氩对固化速率的影响

测量是在作为标准的TOYAL铝颗粒中进行的固化速度 °C/秒 (S)

空气 ^{1*}	氮 ^{2*}	氩 ^{2*}
0.58 (0.07)	0.99 (0.09)	0.50 (0.06)
1、静态	2、流动0.35SLPM	
导热系数	在 300° K	1000° K
*空气	0.026W/m° K	0.067W/m° K
*氮	0.151W/m° K	0.354W/m° K
*氩	0.018W/m° K	0.044W/m° K

表 8

作为造型介质和环境气氛函数的冷却时间 对大型 (8千克) 铸件
时间 (分) 从浇注到:

造型介质	气体	共晶相变点	445°C	396°C
铸造型砂	空气	16	38	60
铸造型砂	氮	7	15.5	22.5
铝颗粒	空气	9	20.5	32
TABULAR Al ₂ O ₃ (片状三氧化二铝)	氮	7.25	13.25	18

从以上例子可以看出:在气化泡沫材料过程中, 通过利用高导热性/热容量的造型介质时, 固化和冷却速率能够明显增加。这种介质材料的使用终究受到限制是由于颗粒接触点上存在的热阻。利用高导热性气体, 例如氮显著地增加了固化和冷却速率。例如, 利用氮和硅砂在提高固化速率方面甚至比最好的铝颗粒在空气中试验更有效。在气化泡沫材料方法中常规使用的耐火材料的模型涂层对热流是个障碍, 故在高导热性介质综合起来就能得到固化速率的最佳结果。

人们发现最有效的方法是氮与气化泡沫材料方法的综合使用。另外, 在理论上说利用其它介质能够进一步增加固化速率, 为了超过利用氮与型砂所得的结果, 很明显需要高导热的模型涂层或无涂层方法。

上面所做详述主要是关于气化泡沫材料方法, 在工艺方面技术熟练的人将会评价, 本发明对于其它铸造方法领域也将会有更广及的应用, 例如湿砂 (green sand) 造型, 壳型造型, 熔模造型, 砂芯等等。