



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106498175 B

(45)授权公告日 2019.03.12

(21)申请号 201611112103.2

(22)申请日 2013.04.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106498175 A

(43)申请公布日 2017.03.15

(30)优先权数据
61/639,196 2012.04.27 US

(62)分案原申请数据
201380022066.4 2013.04.25

(73)专利权人 挪威科技大学
地址 挪威特隆赫姆

(72)发明人 M·W·肯尼迪 S·阿赫塔尔
R·弗里奇 J·A·巴肯
R·E·奥内

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

代理人 谭冀

(51)Int.Cl.
G22B 9/02(2006.01)
G22B 21/06(2006.01)

(56)对比文件
CN 1363700 A,2002.08.14,
CN 1354267 A,2002.06.19,
CN 104334758 B,2016.12.28,
US 4331621 A,1982.05.25,
Mark William Kennedy et al.
Electromagnetically Enhanced Filtration of Aluminum Melts.《TMS LIGHT METALS》.2011,763-768.

审查员 杨珂

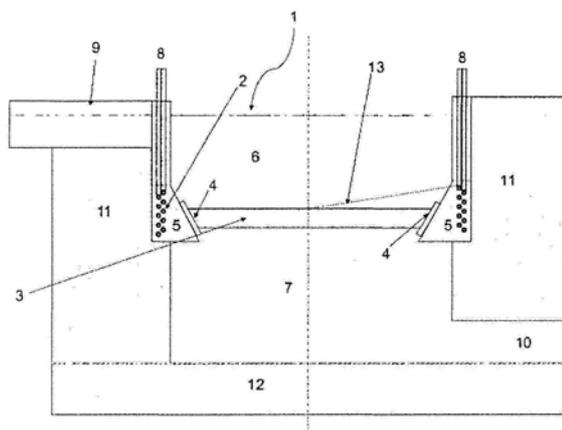
权利要求书1页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

用于灌注熔融金属过滤器的装置和方法

(57)摘要

描述了有效灌注非导电性过滤器用于从液体金属移除固体夹杂物的装置和方法。在一个实施方案中,陶瓷过滤器介质被低频感应线圈(1-60Hz)围绕,该感应线圈的轴线与净金属流的方向对准。放置线圈以增强过滤器元件上或过滤器元件的孔隙中凝结的任何金属的加热。在一个实施方案中,放置线圈以产生洛伦兹力,该洛伦兹力起到引起加热的金属冲击过滤器元件上表面的作用,从而增强灌注作用。一旦灌注了配备有这样的线圈的过滤器,其就可保持为热的或被再加热并在几个分批放液工序期间被再利用。



1. 一种用于灌注过滤器的装置,其包括:
 - 配置成接收液体金属流的过滤器元件;
 - 围绕过滤器元件的感应线圈,并且将该感应线圈配置成产生磁场,其中过滤器顶部在高纵向磁通密度的区域内,由此产生洛伦兹力,该洛伦兹力引起装置中经加热的金属在过滤器元件的上表面上的冲击,并且该感应线圈的轴线与液体金属流的引入方向基本上对准;
 - 配置成向过滤器元件外周提供安全围栏的垫圈;和
 - 容纳感应线圈并分隔感应线圈与液体金属流的分隔体。
2. 根据权利要求1的装置,其中感应线圈在过滤器元件面对液体金属流的上表面之上沿着过滤器元件的轴线延伸。
3. 根据权利要求1的装置,其中感应线圈是单层线圈或多层线圈。
4. 根据权利要求1的装置,还包括配置成引导液体金属进料到过滤器元件的液体金属进给机构;和排放设备。
5. 根据权利要求1的装置,还包括配置成在引入液体金属流之前预热过滤器元件的预热设备。
6. 根据权利要求1的装置,其中线圈延伸超过过滤器顶部的上表面至少一匝和5-10%的线圈半径,但小于线圈总长度的一半。

用于灌注熔融金属过滤器的装置和方法

[0001] 本申请是申请日为2013年4月25日、申请号为201380022066.4、发明名称为“用于灌注熔融金属过滤器的装置和方法”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 本申请要求2012年4月27日提交的美国临时申请No.61/639,196的优先权,通过引用将其全部内容并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及用于从液体金属移除固体夹杂物的过滤器灌注。本文公开的是用于灌注熔融金属过滤器的装置和方法。

背景技术

[0004] 陶瓷过滤器和通常地多孔陶瓷过滤器(CFF)对于净化液体金属是目前可用的,例如美国专利号3,893,917中公开的。最经常地这涉及从液体金属例如钢和铝移除固体夹杂物。如果在凝固之前没有被移除,这些固体夹杂物可导致最终金属产品中的物理缺陷。

[0005] 为了最有效地使用过滤器介质,必须用液体金属完全填充过滤器的开口孔隙。用液体金属完全填充过滤器改进了过滤器介质表面的润湿,从而促进固体夹杂物的收集。待解决的问题是不完全的灌注导致过滤器的活性部分中局部较高的液体速度、较高的操作压力降或较低的总体液体金属生产率连同对固体夹杂物较低的收集效率。

[0006] 通常的做法是将具有垫圈材料的多孔陶瓷过滤器放置在过滤设备或“杯”中,使得金属高度在过滤器上方积累并且被重力迫入和通过过滤器介质。随后通过深度或滤床式过滤机构移除夹杂物。这些陶瓷过滤器差的润湿特性和需要移除包含在孔隙内的空气经常导致困难,特别是在过滤操作开始时。

[0007] 灌注在过滤中的重要性公开于多个专利和专利申请中,例如美国专利号4,872,908,其中Enright,P.G.等人详细描述了灌注的定义和作用并且还给出了当使用用于30PPI过滤器的LiMCA移除20微米颗粒(-13.4和54.8%之间)时的具体效率数据。过滤效率的大范围可部分归因于灌注对过滤器性能的影响。美国专利号4,081,371,Yarwood,J.C.等人描述了从多孔陶瓷过滤器内移除气泡的需要和金属静力学头和过滤器角度对灌注的作用。通常来说,较高的总体压力(来自金属静力学头或其它装置)改进灌注效率。在美国专利申请09/867,144中,Quackenbush,M.S.公开了一种过滤器介质,没有施加机械力来支持空气泡释放,用于释放被捕获的空气泡以确保过滤器介质较容易和更完全的灌注的目的。

[0008] 在美国专利号7,666,248中,Belly,L.等人公开了使用真空系统以产生约6kPa或约25cm的铝液体头当量的额外压力梯度的方法,用于增加有效的灌注压力以确保对于具有2.5—7.6cm的厚度和150—500微米的低平均孔隙或“窗口”尺寸的多孔陶瓷过滤器(其通常为具有60或更多PPI的过滤器)的充分灌注的明确目的。这些过滤器另外需要大量的金属静力学头(从槽底部到过滤器顶部的垂直距离)以确保充分的灌注。Bellely等人还公开了用于多孔陶瓷过滤器的灌注头的通常范围为约20—80cm。较高的值与较高的孔隙密度和较小的窗口尺寸相关,并且对于在存在的铸造操作下实施经常是不实际的。

[0009] 通常预热过滤器以尝试改进金属到过滤器介质中的流动,和因此对于在过滤器上方固定金属高度的灌注效率。在没有局部过热下在获得均匀加热方面经常遇到困难,而局部过热可导致过滤器介质的热损坏。这使得难以确保整个过滤器区域对于通过液体金属将是可用的。在美国专利号4,834,876中,Walker,N.G.请求保护一种方法,通过该方法使非传导性陶瓷过滤器导电:通过用导电物质例如镍涂覆过滤器介质颗粒或通过使用导电性材料例如碳化硅来构造过滤器介质。通过使电流通过介质或通过用感应线圈围绕过滤器以诱发涡流,由于电阻(I^2R)损耗可导致介质自加热,从而确保预热和完全灌注。

[0010] 在Calogero,C.等人的美国专利4,837,385中提出了涉及使用低频感应线圈和多孔陶瓷过滤器元件的方法。在该方法中,提出了多种不同的装置,由此可产生交叉的电流和磁场,这会产生洛伦兹力。这些方法中的一些涉及使用电极和所谓的“注射电流”,该“注射电流”是不需要的,因为电极是对正在被过滤的液体金属的污染的潜在来源。Calogero等人公开的方法下的理论是洛伦兹力会优选作用于金属而不是夹杂物,从而引起夹杂物迁移和夹杂物被过滤器介质的壁拦截。没有公开磁场对过滤器介质的灌注的影响。此外,由Calogero描述的机制取决于在磁场和洛伦兹力场中不存在任何明显的涡流或旋涡。然而,如美国专利4,909,836中公开的,当使用具有恒定螺距的正常感应线圈作为交叉电流和磁场的来源时,旋涡通常存在于这些场中。本发明的一个方面使用感应线圈以避免液体金属的直接接触和污染。使用标准的恒定螺距感应线圈。本发明人很好地意识到通过这样的感应线圈产生的磁和洛伦兹力中的旋涡并且因此设计了最有利地利用旋涡的方法,以便将金属压入过滤器介质中,从而用低的金属静力学头实现较好程度的灌注。

[0011] 定义

[0012] 如本文中使用的,术语“灌注”是指过滤器(例如多孔陶瓷过滤器)的开口孔隙结构中包含的空气的置换和过滤器介质对液体金属润湿的改进,因而使最大的体积和内表面积对于通过流和收集颗粒是可用的。

[0013] 如本文中使用的,术语“夹杂物”是指对于液体金属具有大于该金属的熔点的任何污染物,并且因此在加工温度下为固体。

发明内容

[0014] 本发明的各个方面涉及:(1)灌注方法,不使用外部施加的真空或气体压力,通过施加低频感应线圈(1—60Hz)以确保非导电性过滤器元件的完全灌注;(2)灌注方法,以改进具有小“窗口”尺寸的多孔陶瓷过滤器(例如那些通常为50—80PPI商业多孔陶瓷过滤器)的灌注和随后的操作,以便以较高的效率操作并且产生含有较少夹杂物的金属产品;(3)灌注方法,其允许灌注比传统多孔陶瓷过滤器更厚的过滤器或传统过滤器的堆叠体;和(4)一种装置,其允许包括先前使用过的过滤器介质的过滤器介质保持为热的或被再加热和随后再利用持续多于一个铸造循环。

[0015] 在一个实施方案中,用于灌注过滤器的装置包括配置成接收液体金属流的过滤器元件;围绕过滤器元件并配置成产生磁场的感应线圈,该感应线圈的轴线与液体金属流的引入方向基本上对准;配置成向过滤器元件外周提供安全围栏的垫圈;和容纳感应线圈并分隔感应线圈与液体金属流的分隔体。

[0016] 在一个实施方案中,围绕并且非常接近陶瓷过滤器介质例如多孔陶瓷过滤器元件

或所述过滤器元件的堆叠体放置低频感应线圈。磁场的存在允许比约50mm的常规工业标准更厚的过滤器的灌注。可允许的总厚度由感应线圈的安装长度确定。

[0017] 假如在灌注期间使通道对于气体离开是可用的,线圈和过滤器元件的取向可为竖直或水平的。

[0018] 感应线圈的电导体可具有许多不同的形状。例如,扁圆形、管形、矩形或正方形。不像传统的感应炉线圈,不需要构造本发明的线圈用于低电阻,因为它们不用做主要旨在有效电熔化的设备的部分。因此,可有利地使用较高的电流密度(例如50A/mm²相对于1-10A/mm²的通常值),导致成比例更小直径的导体,其可在给定的线圈高度下提供更多匝,并且磁场强度相应地增加。还可有利地使用单层、双层或更多层的线圈以在过滤器介质的高度内实现甚至更高的磁场强度。还可使用多于3层的感应线圈,但是额外的磁场强度的益处减少。

[0019] 在一个实施方案中,过滤器介质基本上是水平的并且被感应线圈围绕。放置感应线圈以在过滤器元件的上表面上方延伸,其将过滤器顶部置于高纵向磁通密度的区域内。磁场的通量密度在线圈的全部高度内非常强,但是在线圈的最后一匝后快速消散。

[0020] 本发明的另一个方面特征在于浇注至过滤器上至少与线圈顶部一样高的金属。在一个优选的实施方案中,金属大体上高于线圈顶部以防止明显的金属弯月面的形成,并且减少金属在灌注期间氧化的可能性。线圈的磁场在位于过滤器介质上的金属中诱发涡流,其与线圈的强磁场相互作用以产生强大的洛伦兹力。通过在线圈激励电流中使用低的交变频率来增强可产生这些力的深度。具有大宽度的过滤器元件将需要使用较低频率以实现与较小宽度过滤器类似的结果。

[0021] 线圈的加热效率随着频率而增加。在本发明的一个方面,线圈激励电流的频率优选为1-60Hz,并且更优选50-60Hz。该频率范围提供了搅拌和加热的优化组合。如果需要较高程度的加热以重熔在先前使用过的过滤器介质中凝结的金属,那么可任选使用较高的频率。在一个优选的实施方案,选择圆形过滤器的半径或者矩形或正方形过滤器的宽度,使得可利用50或60Hz的标准电行频(electrical line frequency)以提供优化的有益效果。

[0022] 在不偏离本发明的目的下,线圈和过滤器装置的截面可为圆形、正方形或矩形。矩形形状具有优点:可使总的过滤器区域最大化,同时使得必须让磁场穿透的宽度最小化。矩形形状可消除使用低于行频(50或60Hz)的频率(其中昂贵的固态电源变成必要的)的需要。

[0023] 洛伦兹力首先仅在金属中产生而不在非导电性过滤器介质中产生。因此,大的初始旋涡存在于洛伦兹力场中,这引起金属的旋转和过滤器元件表面上的冲击。正是冲击金属的动量迫使金属进入过滤器中。

[0024] 发明人发现,在过滤器介质内通过陶瓷基体的存在将电流流动抑制到令人惊讶的程度。因此,与在过滤器上方或下方的金属中相比,更少的电流在过滤器内流动,因而降低洛伦兹力的数值。过滤器中降低的有效导电性确保了洛伦兹力中大量的旋涡持续存在直到并且通过完全过滤器灌注的点。结果是迫使金属进入并通过过滤器介质。较高孔隙密度的过滤器,例如50和80PPI,具有增加的电阻,其增加洛伦兹力中的旋涡并且提供增加的驱动力来灌注这些“较紧密”的过滤器元件。

[0025] 如果不预热过滤器介质,那么液体金属将首先在过滤器介质的表面上凝结。考虑到在相同温度下固体金属具有比液体金属显著更高的电导率(对于铝约为两倍),固体将优

选传导电流,而与此同时受到快速流动的液体金属冲击。被迫使保持静止并且在感应器的高度内,其将经历持续的加热直至其液化。在一个优选的实施方案中,通过常规手段预热过滤器元件来降低热应力以便防止开裂。然而,预热不是对于灌注、甚至对于非常紧密的80PPI过滤器元件的要求。

[0026] 一旦过滤器介质基本上用金属填充,就可停止线圈的激励。此后,可使用常规的铸造工序。在完成分批铸造工艺时,通常处置过滤器介质,因为其难以在连续金属流的不存在下再利用。

[0027] 在本发明的另一个实施方案中,可再利用使用过的过滤器元件直至完全消耗其移除夹杂物的能力。通过在用液体金属灌注之前施加感应加热期或通过使用连续的感应加热在铸造之间保持过滤器填充有液体金属,可再利用使用过的过滤器元件。在一方面,有利地使用高于60Hz的激励电流。该实施方案利用双频率电源,其可任选与专门设计用于熔化操作的第二线圈组合。

[0028] 参考文献

| | | | | |
|--------|------------|---------|-------------|-----------|
| [0029] | 3,893,917 | 7/1975 | Pror等人 | 210/69 |
| [0030] | 4,081,371 | 3/1978 | Yarwood等人 | 210/69 |
| [0031] | 4,834,876 | 5/1989 | Walker | 210/185 |
| [0032] | 4,837,385 | 6/1989 | Conti等人 | 210/695 |
| [0033] | 4,872,908 | 10/1989 | Enright等人 | 75/68 |
| [0034] | 7,666,248 | 2/2010 | Belley等人 | 75/407 |
| [0035] | 09/867,144 | 12/2002 | Quackenbush | 210/510.1 |
| [0036] | 4,909,836 | 03/1990 | EI-Kaddah | 75/10.67 |

附图说明

[0037] 本专利或申请文件包含至少一幅以彩色执行的图。在要求和支付必要的费用时由事务所提供该具有(一幅或多幅)彩图的专利或专利申请公开的副本。

[0038] 图1是本发明的一个实施方案的示意图。

[0039] 图2是显示新的30PPI多孔陶瓷过滤器的相对开放的结构扫描电子显微镜图片。

[0040] 图3是显示与新的80PPI多孔陶瓷过滤器的金属流的法线方向垂直的相对封闭的结构扫描电子显微镜图片。

[0041] 图4描绘了根据本发明的一个实施方案灌注30PPI陶瓷过滤器的非限制性实施例的照片。

[0042] 图5描绘了根据本发明的一个实施方案灌注30PPI陶瓷过滤器的非限制性实施例的照片。

[0043] 图6描绘了在没有感应线圈存在下30PPI陶瓷过滤器的不完全灌注的照片。

[0044] 图7显示了对于实施例1的经数据记录的数据的图表。

[0045] 图8是显示对于实施例2的经数据记录的数据的图表。

[0046] 图9是显示对于实施例3的经数据记录的数据的图表。

[0047] 图10描绘了根据本发明的一个实施方案灌注50PPI CFF的非限制性实施例的照片。

[0048] 图11描绘了在没有感应线圈存在下50PPI CFF的可忽略的灌注的照片。

[0049] 图12描绘了根据本发明的一个实施方案灌注80PPI CFF的非限制性实施例的照片。

[0050] 图13描绘了在没有感应线圈存在下80PPI CFF的可忽略的灌注的照片。

具体实施方式

[0051] 出于增进本发明原则的理解的目的,现在将参考在图中说明的实施方案。然而将理解本发明的某些实施方案的说明和描述意思不是本发明范围的限制。此外,将说明和/或描述的(一个或多个)实施方案的任何改变和/或修改视为在本发明的范围内。另外,如本文中说明和/或描述的,将本发明原则的任何其它应用(如对于本发明涉及的领域的技术人员通常会发生的)视为在本发明的范围内。

[0052] 图1显示了通常与多孔陶瓷过滤器一起使用的常规过滤“杯”1。根据本发明适当地修改图1以包括感应线圈2。在图1中显示了两层感应线圈2。还可使用单层、双层或更多层线圈而不改变本发明的目的。

[0053] 显示将标准多孔陶瓷过滤器元件3安装在感应线圈2内。或者,可将两个或更多个过滤器元件堆叠而不偏离本发明的目的,条件是线圈2在过滤器3顶部的上表面上方延伸一个线圈匝或至少5%和优选10%的线圈半径,如由图1中虚线13所示。

[0054] 优选尽可能地接近过滤器3的边缘放置感应线圈2以实现最有利的磁场结果。必须允许合适的空间用于垫圈材料4以防止过滤器3附近的液体金属的泄露并且用于绝热以及耐火材料5。充分的绝热和耐火材料必须存在以避免杯6的上部或杯7的排放部分中的热金属与线圈2或与线圈引线8接触。本领域技术人员理解必须将合适的冷却介质(有机物或水)与线圈引线8和线圈2组合使用以防止对电导体的电或热的过热和损坏。必须防止导体8之间和线圈2的各层之间的接触以防止激励电流的电短路。

[0055] 为了充当过滤设备,该杯必须配备有合适的液体金属进给机构9和排放装置10。必须将该杯的侧部11和底部12设计具有充足的耐火材料以保持待过滤的金属的热平衡。可通过常规手段预热过滤器3以防止在使用之前的过度热冲击。

[0056] 在本发明的一个优选实施方案中,在感应线圈上外加足够数值的电流以跨过未灌注的过滤器的宽度产生0.05—0.25T的平均磁通密度。线圈激励电流的频率优选为1—60Hz。线圈激励电流的频率优选在这样的范围内:其中杯6的上部中的液体金属中的电磁穿透深度(δ)与过滤器3的平均半径或宽度之间的比例优选为0.5—3.0和更优选为0.7—1.4,以便同时实现足够高的磁穿透和避免过度加热。

[0057] 在一个优选的实施方案中,通过进口9向杯6的上部添加液体金属,伴随向线圈2施加电流。或者,首先添加液体金属,然后向线圈2施加电流。在一个优选的实施方案中,液体金属填充杯6的上部至超过线圈2的最后一匝足够的高度,使得防止形成电磁弯月面。该实施方案还避免了金属在灌注期间的过度氧化。

[0058] 可在过滤器的上表面上方用最少的液体金属完成电磁灌注。优选地,约5—10cm的液体金属高度在线圈2的顶部匝上方。或者,优选约1.1至3.6的金属静力学压力以实现30—80PPI的CFF过滤器的充分灌注,同时避免过量的弯月面形成,并且在线圈与过滤器之间的空间中使用0.1—0.2T的平均磁通密度。

[0059] 在本发明的一个方面,电流持续约30秒至约10分钟、甚至优选约3—6分钟的时间段。一旦实现了充分的灌注,就可停止线圈2的激励电流。

[0060] 一旦使用了过滤器元件3,就可通过首先使用感应线圈2来重熔过滤器3的孔隙中凝结的金属。本领域技术人员理解较高的频率对于熔化是有利的。可施加>60Hz的频率。因此双频率电源可有益地与本方法一起使用。技术人员可指定频率、电流和时间以在恰当量的时间中实现所需的熔化,而没有对过滤器元件的明显过热和可能的损坏,同时实现高的电效率。可任选地设计第二线圈并将其与线圈2同轴安装以实现甚至更加能量有效的熔化。

[0061] 可参考具体的实施例更好地理解本发明。这些实施例是说明性的并且不旨在限制本发明的适用性。使用如表1所示的几种不同的线圈进行这些实施例。使用如在各个实施例中所示的施加电流在50Hz下操作这些线圈。

[0062] 表1

[0063]

| 线圈: | 线圈1 | 线圈2 | 线圈3 |
|---------------------------|-------|------|-------|
| 层数 | 2 | 1 | 2 |
| 内径,mm | 126 | 126 | 127 |
| 平均直径,mm | 140 | 132 | 142 |
| 高度,mm | 107 | 111 | 116 |
| 线圈铜管直径,mm | 6 | 6 | 6 |
| 线圈铜管厚度,mm | 1 | 1 | 1 |
| 匝数 | 31.0 | 16.5 | 31.0 |
| 空线圈测量的感应系数, μH | 103.3 | 27.6 | 101.5 |

[0064] 在这些实施例中使用100–105mm直径和50mm厚的名义过滤器尺寸。使用了30、50和80PPI商业多孔陶瓷过滤器(CFF)元件。在图2和3中显示了30和80PPI商业CFF的SEM图片。在这些图中可清楚地看到30PPI具有非常开放的结构,而80PPI的孔隙和窗口尺寸大量减小。30PPI的开放结构允许用低的金属头和较少的预热非常容易的灌注,但是其也使得特别是对于液体金属中细的夹杂物降低的过滤效率。更加难以使金属渗透并从80PPI CFF的封闭和紧密的结构移除空气,因而如本领域技术人员公知的那样需要增加的灌注金属高度。

[0065] 在所有实施例中使用标准铸造铝合金A356,向其添加各种水平的污染物。添加1.5wt% (实施例4–6)–3wt% (实施例1–3)的SiC,使用嵌在A356合金的基体中的13–23微米SiC颗粒。在实施例1–3中,还通过添加20重量%的阳极化和涂漆的铝板来添加氧化物颗粒。

[0066] 实施例1

[0067] 通过将名义105mm直径的30PPI CFF粘结到两部分的150mm长、4”直径纤维绝缘坩埚中来产生实验室级过滤杯,使得线圈1的中线与CFF的底部一致并且大约线圈的单匝在CFF的上表面上方。杯的底部由~25mm厚的致密陶瓷板构成,其中钻出3.2mm直径的排放孔。

[0068] 使用手提式丙烷燃烧器将该过滤器预热至红热温度。以50Hz向线圈1施加731A的RMS电流。将含有SiC和氧化物颗粒两者的A356铝合金并且在750°C的名义初始浇注温度(由在浇注前浸渍热电偶几秒来测量)下添加至该杯的上部直到超过CFF顶部100mm的水平。保持该水平直到在110秒后进料坩埚被清空。在260秒之后当铝不再从出口孔排放时,中断电源。过滤器上方和下方测量的温度和铝的排放速率是如图7所示记录的数据。感应线圈的加

热效果在图13中得到清楚地说明,下部温度随着时间、甚至随着在过滤器上方金属的温度降低而升高。由于由液体金属引起的增加的电阻,在过滤期间的平均线圈电流为715A。这种效果存在于所有的实施例中并且对于本领域技术人员是公知的。

[0069] 由于高浓度的极其硬和研磨的SiC颗粒,随后使用磨损性水切割切断过滤器。在图4中显示了一个截面。在切割过程期间烧蚀了含有高气体孔隙率和表现差的金属-陶瓷润湿的区域。在其中用“强”磁场灌注过滤器的该实施例中,烧蚀非常少的材料并且宏观上以及在随后用扫描电子显微镜的金相分析期间微观上观察到良好的润湿。

[0070] 实施例2

[0071] 使用线圈2构造装置,但是其它方面与实施例1一致。类似地预热该过滤器。向线圈2施加956A的RMS电流。在750℃下的名义浇注温度下添加相同配方的合金、SiC和氧化物。如图8所示,再次测量了过滤器上方和下方的温度和铝的排放速率。在110秒后进料坩埚被清空并且在215秒后中断电源。使用水磨损性切割再次切割用“弱”磁场灌注的该过滤器元件,并且在这种情况下如由图5中清楚地显示的在切割期间陶瓷材料的损失所表明的,观察到陶瓷大得多的孔隙率和较少的润湿。

[0072] 实施例3

[0073] 构造没有感应线圈的装置,但是其它方面与实施例1和2一致。预热该过滤器直到红热并且再次使用相同的进料配方和目标浇注温度。将灌注金属的水平保持在超过过滤器元件100mm持续145秒,直到进料坩埚被清空。如图9所示,再次测量了上方和下方的温度和铝的排放速率。在图6中说明了过滤器元件的一个截面,与来自实施例1和2的图4和5相比其显示了过滤器元件非常高的孔隙率和非常差的润湿。过滤器的差灌注还由对于过滤器上方相同的金属静力学头和排放口的相同尺寸而言金属降低的排放速率所说明。用“强”场的灌注结果是最好的,用“弱”场是不太好的,并且不用磁场是最差的。

[0074] 实施例4

[0075] 构造类似实施例1-3的装置,但是在底板上没有排放孔。使用线圈序号3。放置直径为100mm的50PPI商业多孔陶瓷过滤器(CFF),使得过滤器的底部与线圈的中线处于相同的高度并且线圈在50mm厚过滤器的上表面之上延伸约一匝。使用由A356铝合金和1.5wt% SiC组成的进料。没有预热该过滤器。在750℃的名义浇注温度下用液体铝进料材料填充过滤杯的上部,直到超过过滤器元件的上表面100mm的水平。然后向线圈施加738A的激励电流。在约20秒内,将金属引入过滤器中并且添加金属以保持超过过滤器几乎恒定的100mm的高度(在凝结之后测量为104mm)。维持电流精确地持续180秒。随后停止电源并且使样品凝固。然后使用钢刀片切断过滤器元件。在图10中显示了抛光的截面,其显示过滤器元件非常低的孔隙率和完全的金属渗透。

[0076] 实施例5

[0077] 构造与实施例4基本上一致的装置,但是没有感应线圈。使用相同的进料配方和填充工序。再次没有对过滤器元件施加预热。在填充至超过CFF顶部100mm后,没有观察到金属高度的降低。在拆卸该装置时,过滤器元件与100mm的金属分离,该金属在过滤器上方凝结并且如图11所示观察到仅发生非常少量的金属渗透(<20mm)。过滤器介质的剩余部分完全没有金属并且灌注因此失败。实施例4和5之间的结果差异是巨大的,执行上唯一的实质区别是在实施例4的情况下为“强”磁场而在实施例5中无磁场。

[0078] 实施例6

[0079] 构造与实施例4和5基本上一致的装置,但是使用80PPI替代50PPI CFF。使用与实施例4相同的工序和进料配方。在用液体合金填充至超过过滤器顶部100mm后,向线圈3施加747A的激励电流。在约30—40秒的时间内,将金属引入过滤器元件中并且在过滤器上方添加金属以保持100mm的水平(在凝结后测量为99mm)。再次维持电流精确地持续180秒。然后停止电源并且使样品凝固。随后使用水磨损性切割来切割该过滤器元件。如由图12显示的完全的金属渗透、低气体孔隙率和良好的润湿所表明的,灌注非常成功。

[0080] 实施例7

[0081] 构造与实施例6基本上一致的装置,但是没有感应线圈。再次使用相同的填充工序和进料配方。在80PPI过滤器元件上方添加含有SiC颗粒的液体铝合金直到约100mm的高度。没有检测到金属高度的降低。随后使样品凝固。在拆卸时,延伸超过过滤器元件顶部103mm的金属与过滤器的剩余部分分离,该剩余部分完全不含金属。如图13所示,约0—5mm的过滤器材料仍然附接于凝结的金属。得出结论:灌注完全失败。再次实施例6和7的唯一实质区别在于在实施例6中使用了“强”磁场而在实施例7中没有施加磁场。

[0082] 实施例4和6中强磁场的存在造成甚至在过滤器预热不存在下的良好灌注。在实施例5和7中缺少磁场结合没有预热以及过滤器上方低的金属静力学高度导致了灌注的失败。

[0083] 应当理解本文中描述的实施例和实施方案是仅出于说明性目的并且鉴于此的各种修改和变化将被建议给本领域技术人员并且将包括在本申请的精神和意图以及所附权利要求要求的范围内。

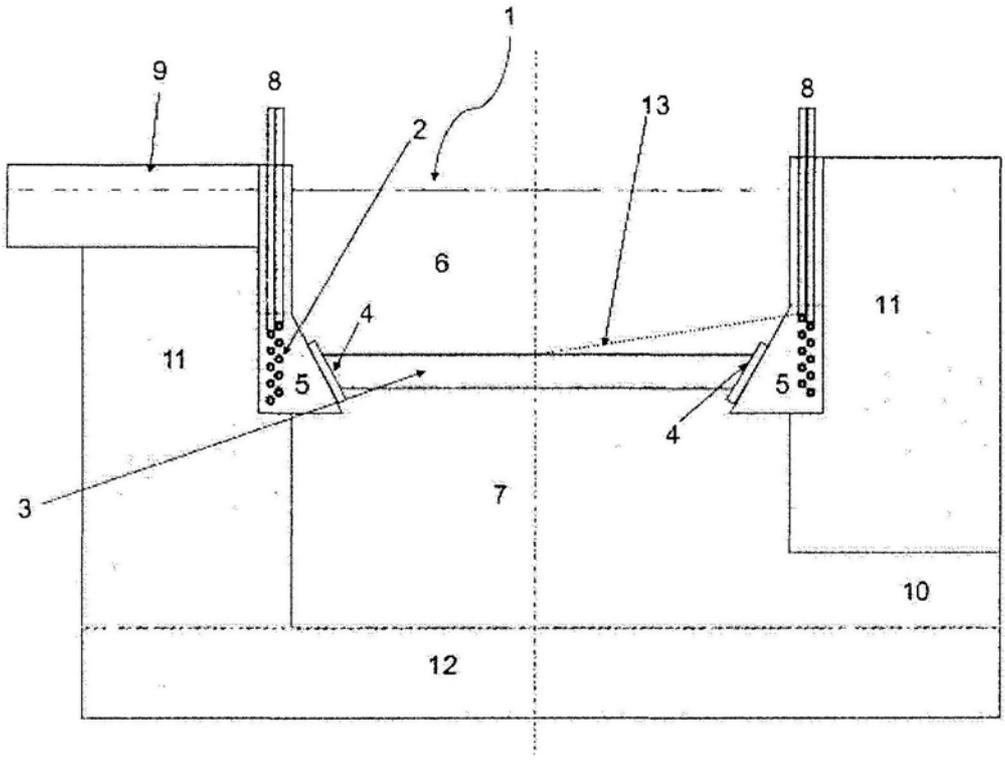


图1

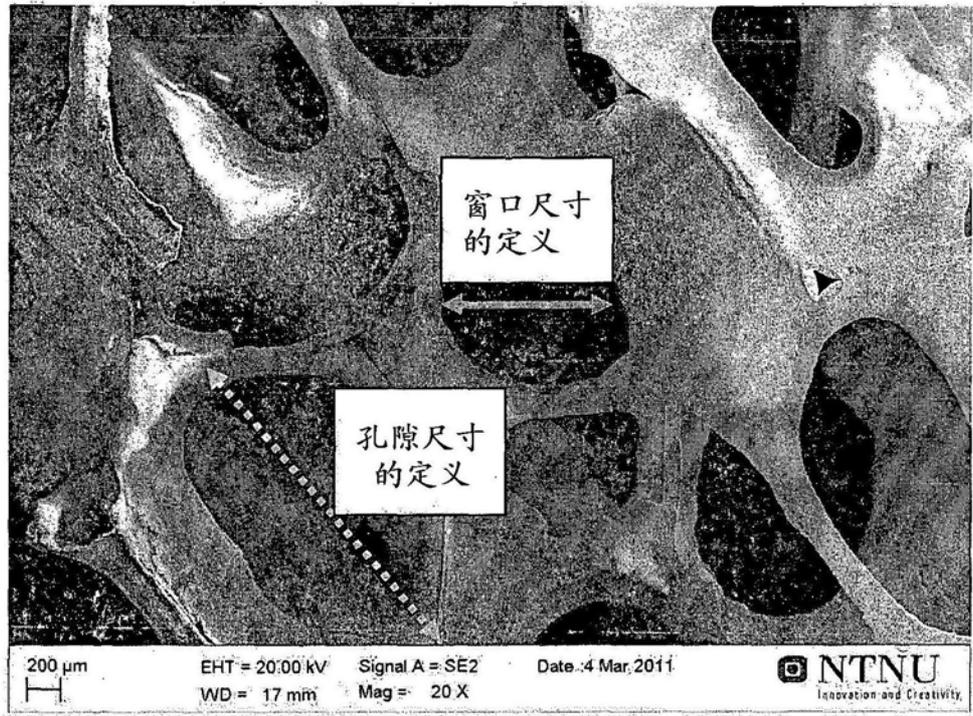


图2



图3

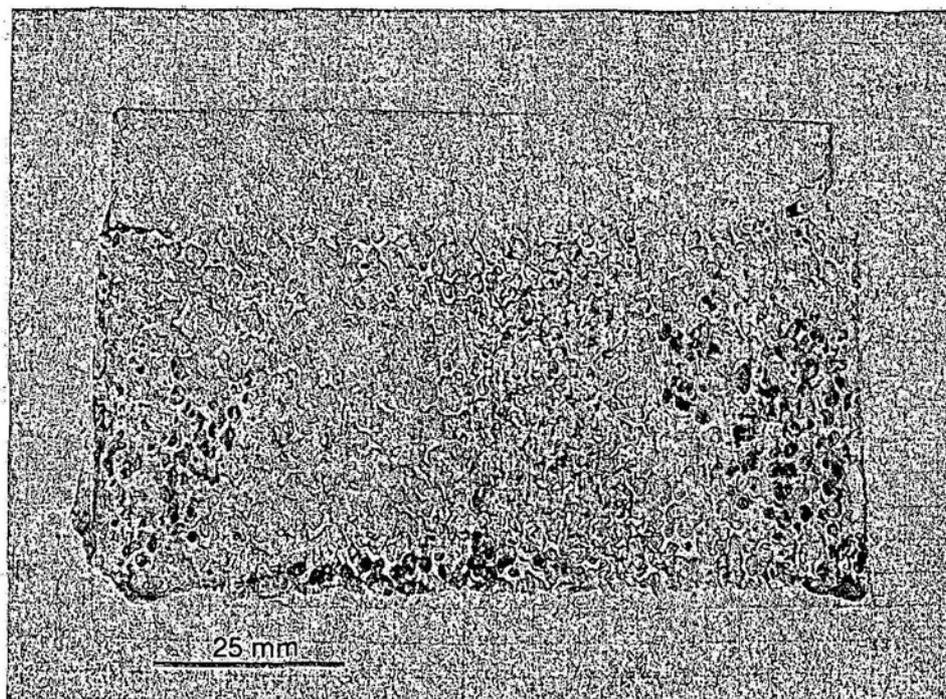


图4

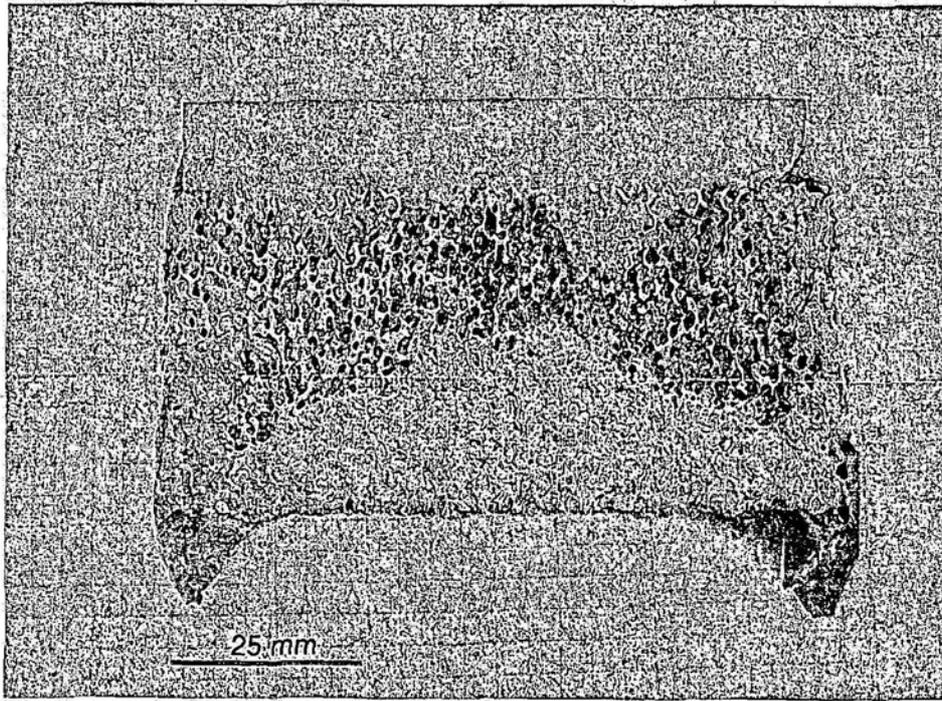


图5

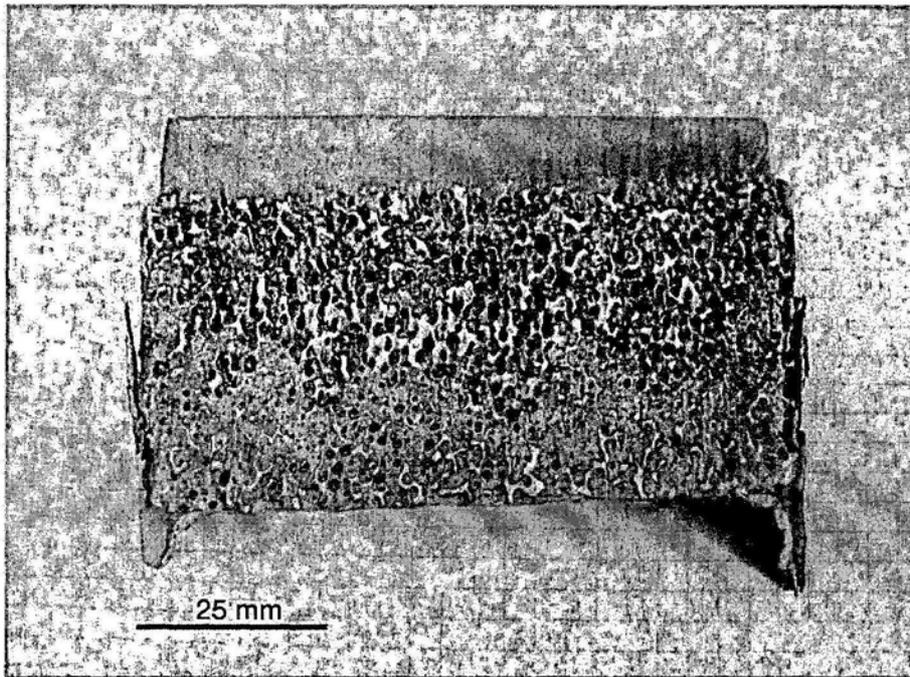


图6

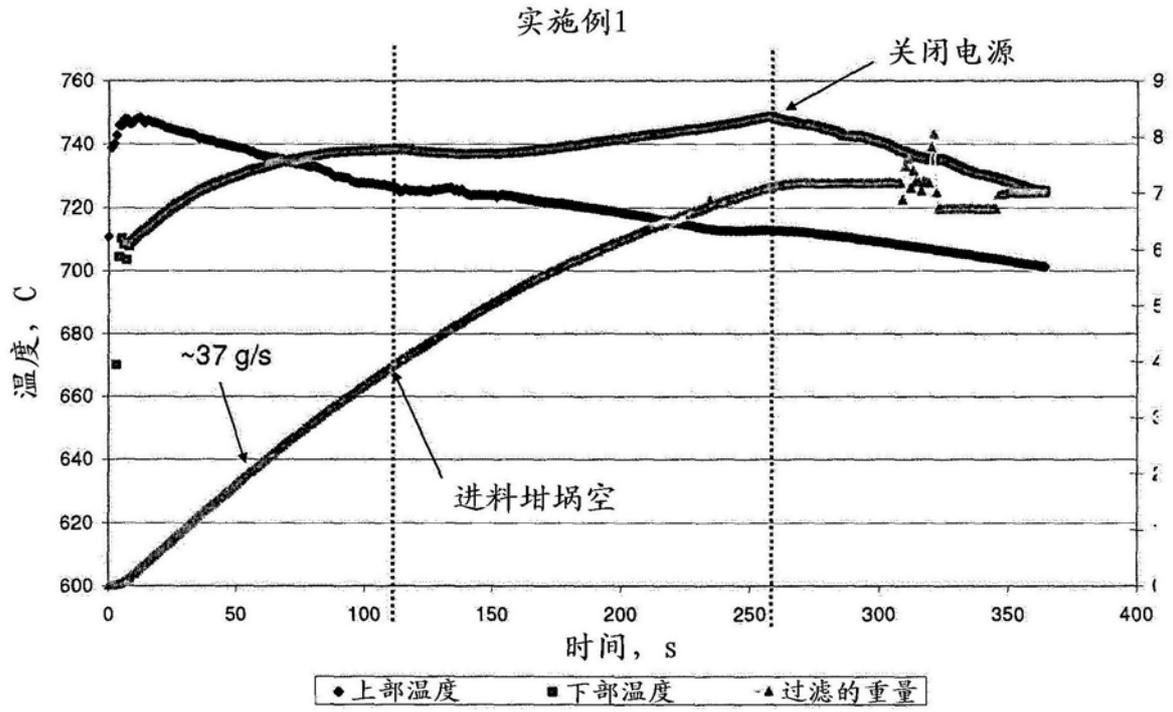


图7

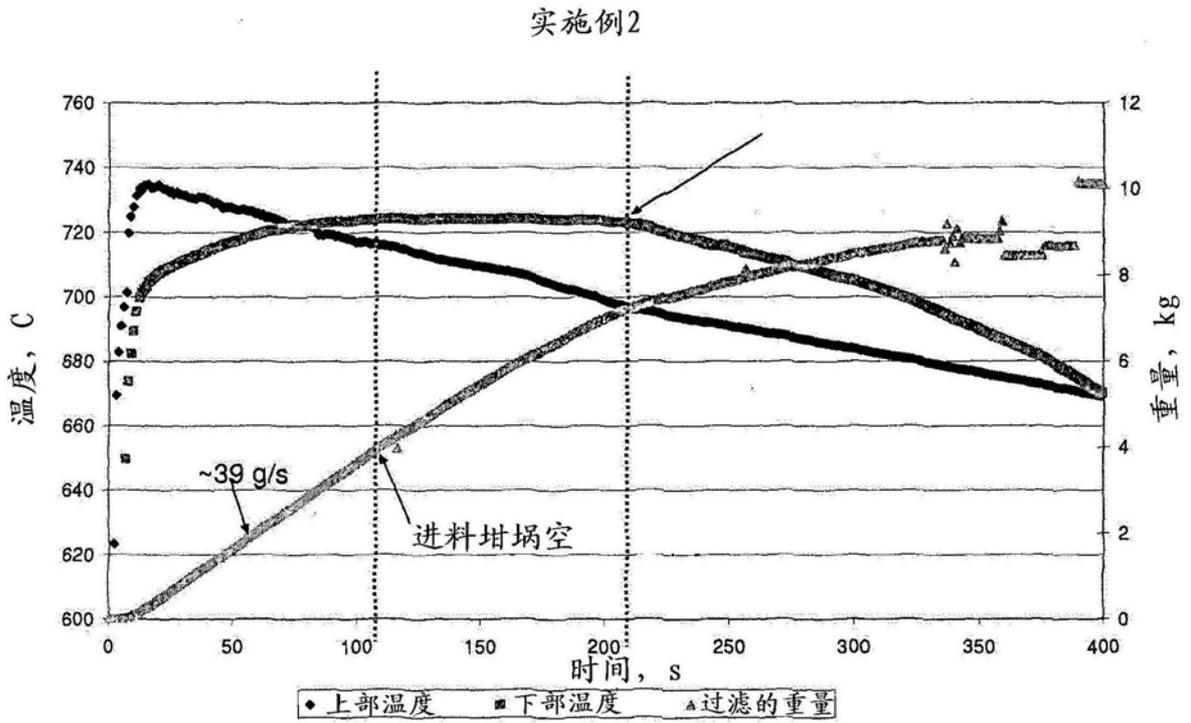


图8

实施例3

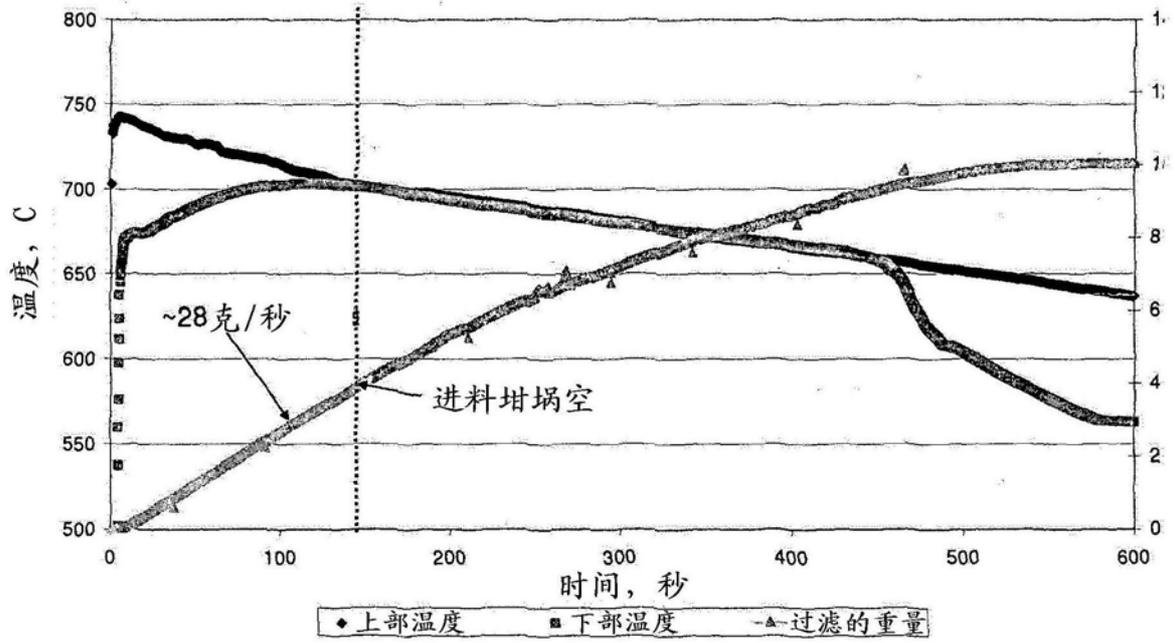


图9

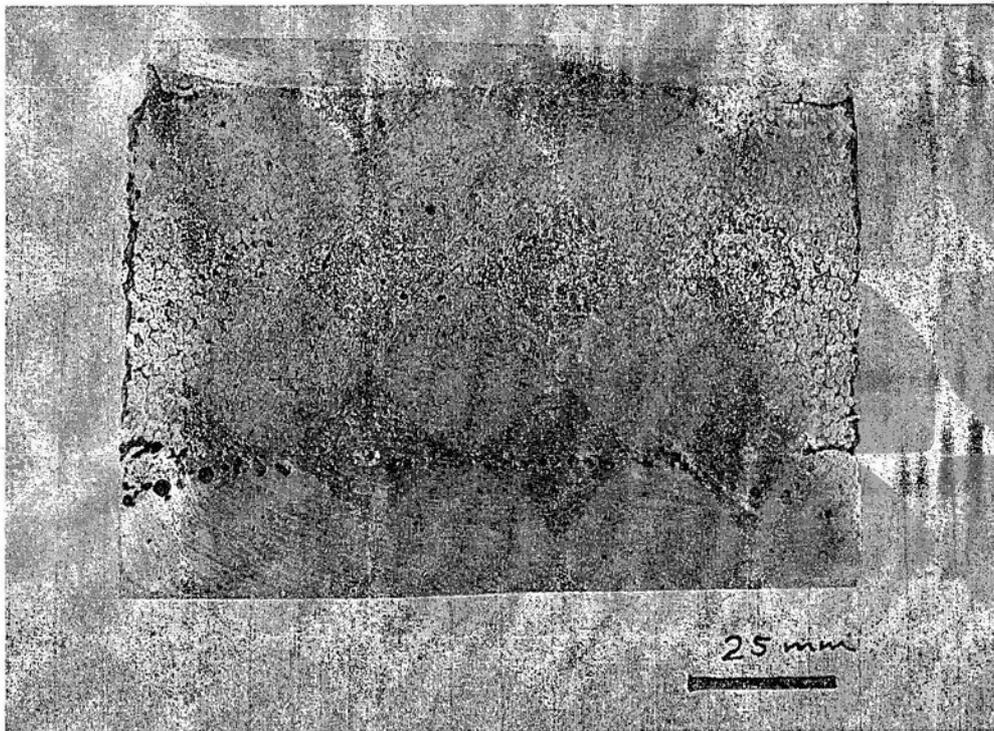


图10

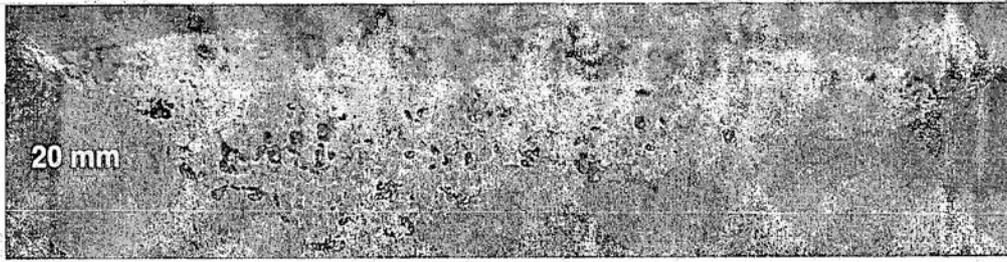


图11

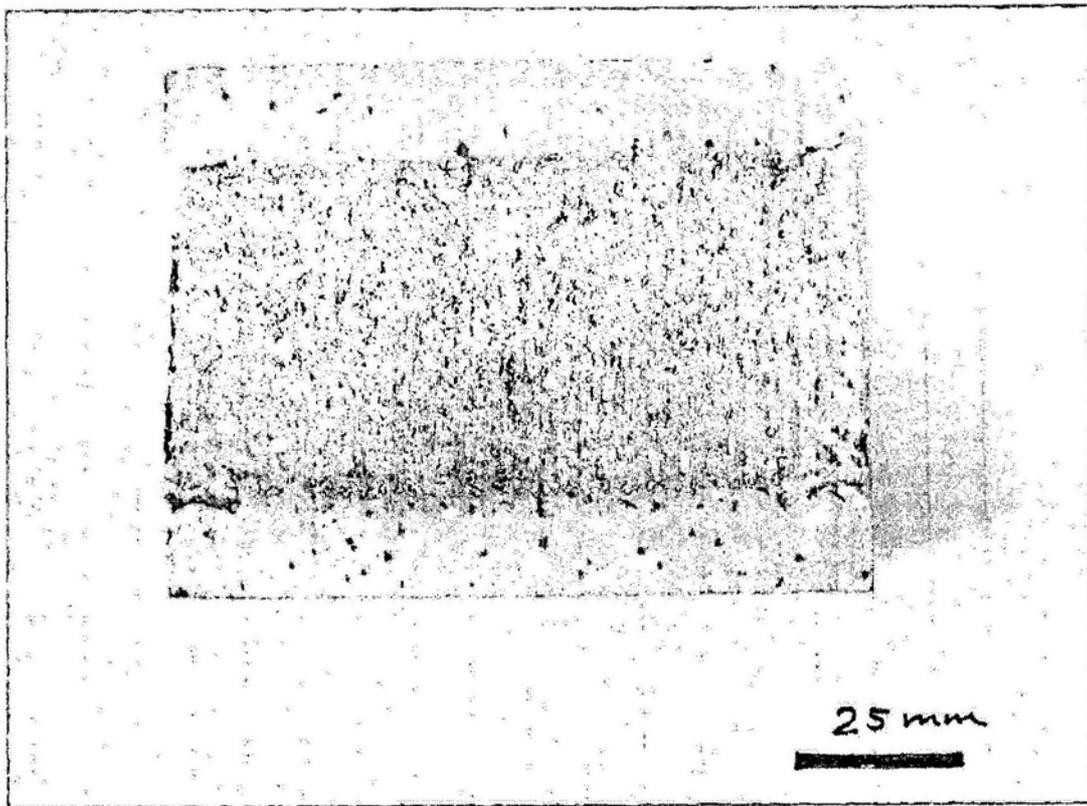


图12



图13