



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113549876 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 01

(21) 申请号 202110831553.1

G23C 14/06 (2006.01)

(22) 申请日 2021.07.22

G23C 14/35 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G23C 14/58 (2006.01)

申请公布号 CN 113549876 A

B22D 17/22 (2006.01)

B22C 3/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2021.10.26

(56) 对比文件

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所

CN 110670040 A, 2020.01.10

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

GB 201415234 D0, 2014.10.15

审查员 刘德全

(72) 发明人 夏原 李国栋 许亿

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理

事务所(普通合伙) 11390

专利代理师 吴迪

(51) Int. Cl.

G23C 14/16 (2006.01)

G23C 14/08 (2006.01)

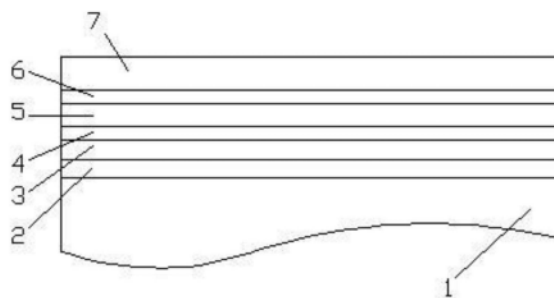
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种铝合金压铸基体的阻隔涂层

(57) 摘要

本发明涉及基体防护涂层技术领域,提供了一种铝合金压铸模具的阻隔涂层,包括设置在基体表面的过渡层,远离基体侧的过渡层上设置有强化层,远离过渡层侧的强化层上设置有阻隔层,远离强化层侧的阻隔层上设置有抗粘层;在服役温度(650℃)环境下,能够避免发生模具的阻隔涂层剥落或层间微裂,同时避免引起裂纹的加速扩展汇集而形成主裂纹,从而避免引发基体失效;与此同时,在多层涂层中,层间界面中不会引发微裂纹,避免降低涂层韧性,尤其是在高温环境下,提升了涂层服役性能。



1. 一种铝合金压铸模具的阻隔涂层,包括设置在基体表面的过渡层,远离所述基体侧的所述过渡层上设置有强化层,远离所述过渡层侧的所述强化层上设置有阻隔层,远离所述强化层侧的所述阻隔层上设置有抗粘层,所述阻隔层包括第一扩散层,所述第一扩散层上设置有致密层,远离所述第一扩散层侧的所述致密层上设置有第二扩散层;

所述第一扩散层和所述第二扩散层均为Al金属材料,所述致密层为 Al_2O_3 材料;

所述过渡层采用热膨胀系数介于基体钢与强化层的热膨胀系数的金属材料,并梯度制备纯金属Cr梯度向 Cr_xN_y 的过渡层;

所述强化层为CrAlN材料。

2. 根据权利要求1所述的铝合金压铸模具的阻隔涂层,其特征在于,铝合金压铸模具的阻隔涂层的沉积方法包括:

辉光清洗步骤,用于清洗模具;

沉积过渡层步骤,用于沉积过渡层;

沉积强化层步骤,用于沉积强化层;

沉积阻隔层步骤,用于沉积阻隔层,转动基体至Al靶材前,制备所述第一扩散层,采用HiPIMS电源沉积Al,调节真空腔内氩气流量,使气压至 $0.3\sim 0.6Pa$,开启基体加热装置,将基体温度升高至 $620\sim 680^\circ C$,电压设定为 $600\sim 750V$,频率为 $50\sim 100Hz$,脉宽 $50\sim 120\mu s$,所述第一扩散层的子层沉积时间为 $15\sim 120s$;所述第一扩散层沉积结束后沉积所述致密层,开启阳极离子源,离子源功率为 $2.0\sim 3.5Kw$,并通入氧气,控制氧气分压为 $0.1\sim 0.2Pa$,所述致密层的子层沉积时间为 $10\sim 300s$;所述致密层结束后沉积所述第二扩散层,所述第二扩散层的参数与所述第一扩散层的参数相同;

加强沉积步骤,用于强化沉积阻隔层和强化层;

沉积抗粘层步骤,用于沉积抗粘层;

层间扩散步骤,用于扩散Al原子。

3. 根据权利要求2所述的铝合金压铸模具的阻隔涂层,其特征在于,

在所述辉光清洗步骤中,将真空度抽至 $5\times 10^{-3}Pa$ 以下,向真空腔体内部通入氩气,将气压升至 $1.0\sim 1.5Pa$,调节脉冲偏压电源电压为 $-800\sim -1200V$,频率 $20K\sim 100kHz$,占空比 $40\%\sim 90\%$,清洗时间 $20\sim 40min$;

在所述沉积过渡层步骤中,降低氩气通量,将气压调节至 $0.3\sim 0.5Pa$,采用高功率脉冲磁控溅射电源进行过渡层沉积,沉积 $5\sim 10min$ 后,通入氮气,控制氮气分压从 $0Pa$ 到 $0.1\sim 0.15Pa$ 梯度上升,达到设定分压所需时间为 $10\sim 15min$,同时采用脉冲偏压电源给基体施加负向脉冲偏压;

在所述沉积强化层步骤中,转动基体至CrAl靶位前,通入氩气和氮气,氮气/氩气的分压比控制在 $0.3\sim 0.5$,采用高功率脉冲磁控溅射电源进行CrAlN子层的沉积,电源电压为 $800\sim 900V$;频率为 $80\sim 150Hz$,脉宽 $100\sim 180\mu s$,脉冲偏压电源电压 $-50\sim 270V$,频率 $20K\sim 100kHz$,占空比 $40\%\sim 90\%$,沉积时间为 $60\sim 80min$;

在所述沉积抗粘层步骤中,转动基体至CrTiAl靶材前,通入氩气和氮气,氮氩比控制在 $0.2\sim 0.4$,总气压为 $0.3\sim 0.7Pa$,采用高功率脉冲磁控溅射电源制进行沉积CrTiAl的子层,电源的峰值电压为 $850\sim 900V$,频率 $80\sim 150Hz$,脉宽 $100\sim 150\mu s$,沉积时间为 $15\sim 25min$;

在所述层间扩散步骤中,开启基体加热装置的电源,使基体温度保持在 $620\sim 680^\circ C$ 进

行Al原子扩散,扩散时间1~2min。

4. 根据权利要求2所述的铝合金压铸模具的阻隔涂层的制备方法,其特征在于,在所述加强沉积步骤中,在所述阻隔层的表面沉积第二强化层,在所述第二强化层的表面沉积第二阻隔层;

沉积第二强化层过程中的沉积参数中的电源参数、气压参数与所述沉积强化层步骤中的参数相同,沉积第二阻隔层中的沉积参数中的电源参数、气压参数与所述沉积阻隔层步骤中的参数相同;

沉积第二强化层和沉积第二阻隔层过程中的沉积时间分别减少至所述沉积强化层步骤和所述沉积阻隔层步骤中沉积时间的 $1/n$,其中, n 为所述阻隔层和所述强化层的交替次数。

5. 根据权利要求3所述的铝合金压铸模具的阻隔涂层的制备方法,其特征在于,在所述沉积过渡层步骤中,采用脉冲偏压电源给基体施加负向脉冲偏压的参数为:高功率脉冲磁控溅射电源电压-600~-750V,频率80~150Hz,脉宽100~180 μ s,脉冲偏压电源电压-50~-270V,频率20K~100kHz,占空比40%~90%,沉积时间15~25min。

6. 根据权利要求3所述的铝合金压铸模具的阻隔涂层的制备方法,其特征在于,在所述层间扩散步骤中,所述基体加热装置包括支撑架,所述支撑架上设置有用放置所述基体并对所述基体进行加热的加热架,所述加热架与所述支撑架之间设置有旋转件;

所述支撑架上还设置有辅助支撑所述加热架的支撑杆,靠近地面侧的所述加热架上设置有限位块,靠近地面侧的所述限位块表面设置有凹槽,远离所述支撑架侧的所述支撑杆的端部与所述凹槽相卡接。

一种铝合金压铸基体的阻隔涂层

技术领域

[0001] 本发明涉及基体防护涂层技术领域,具体涉及一种铝合金压铸基体的阻隔涂层。

背景技术

[0002] 铝合金压铸技术,是汽车制造业中重要成型技术,其实质是在高压作用下,使液态或半固态铝合金金属以较高的速度充填进入压铸型腔,并在压力下快速凝固而获得铸件的一种成型方法。该工艺特点及铝的本征属性赋予了铝合金压铸技术具备成型精度高、铸件比重小、散热性强等诸多优势。但是,在铝合金压铸过程中,基体型腔表面在熔融高温铝液不断的冲刷下,产生周期性的热、机械冲击和化学反应腐蚀,大幅降低了基体寿命。因此,在铝合金压铸产业中,基体造价高、寿命短的技术难题,成为影响铝合金压铸产业发展的核心问题。

[0003] 引发铸铝基体过早失效的主要因素有以下三点。第一,熔损冲蚀:压铸过程中,熔融铝液不断高速射入型腔,对内浇口产生机械应力和腐蚀作用,使基体产生机械磨损和化学磨蚀,造成基体基材损伤或流失,而损伤点极易演变为热裂纹的萌生源。第二,热应力开裂:压铸工艺中,基体型腔表面与熔融铝反复接触,基体在急冷急热作用下产生的热应力,随着热应力的循环积累,在基体表面的损伤缺陷区域产生微裂纹,并逐渐与主裂纹慢慢合并,最终导致裂纹的扩展和基体失效。第三,焊合:在高温下,熔铝对铁有很高的亲和性,铝原子扩散至基体表面形成脆性Fe-Al相,形成物理化学焊合,起模时会留在基体表面或基体被撕裂;另外,熔融铝液填充入裂纹内部并凝固,形成机械焊合,并促使裂纹扩展,引发基体失效。上述因素,是导致铝合金压铸基体失效的根本原因,也是目前压铸基体领域亟待解决的关键问题。

[0004] 表面强化技术,能显著提高基体表面材料性能及基体服役特性,已然成为压铸领域中提高基体寿命的关键技术。压铸基体表面常见的强化技术有物理/化学气相沉积技术、渗氮/碳技术、热扩散技术。然而,化学气相沉积工艺对环境会造成污染,而且化学气相沉积一般需要在高温下进行,导致压铸基体基体的组织性能发生改变,而且涂层内部一般呈拉应力状态,容易产生微裂纹,所以化学气相沉积技术在压铸基体防护中的使用受到条件限制,同时,渗氮/碳技术与热扩散技术也存在此类高温问题。

[0005] 物理气相沉积技术中的磁控溅射技术在压铸基体及其它高温防护领域存在下述问题,第一、磁控溅射工艺的沉积温度较低,在服役温度环境下(650℃),膜基或薄膜子层之间的热膨胀系数差异容易导致模具的阻隔涂层剥落或层间微裂,当熔融铝液填充微裂纹处,容易引起裂纹的加速扩展汇集,从而形成主裂纹,引发基体失效;第二、目前磁控多层涂层中,层间界面中存在缺陷和晶格失配问题会引发微裂纹,反而会降低涂层韧性,尤其是在高温环境下,这种界面结合缺陷更会导致涂层服役性能下降。

[0006] 如何有效地解决上述技术问题,是目前本领域技术人员需解决的问题。

发明内容

[0007] 为了解决上述技术问题或者至少部分地解决上述技术问题,本发明提供了一种铝合金压铸基体的阻隔涂层。

[0008] 铝合金压铸模具的阻隔涂层,包括设置在基体表面的过渡层,远离所述基体侧的所述过渡层上设置有强化层,远离所述过渡层侧的所述强化层上设置有阻隔层,远离所述强化层侧的所述阻隔层上设置有抗粘层。

[0009] 可选的,所述阻隔层包括第一扩散层,所述第一扩散层上设置有致密层,远离所述第一扩散层侧的所述致密层上设置有第二扩散层。

[0010] 可选的,远离所述致密层侧的所述第一扩散层连接至所述强化层,远离所述致密层侧的所述第二扩散层连接至所述抗粘层。

[0011] 可选的,所述第一扩散层和所述第二扩散层均为Al金属材料,所述致密层为 Al_2O_3 材料。

[0012] 可选的,所述过渡层采用热膨胀系数介于基体钢与强化层的热膨胀系数的金属材料,并梯度制备纯金属Cr梯度向 Cr_xN_y 的过渡层;

[0013] 所述强化层为CrAlN材料。

[0014] 可选的,铝合金压铸模具的阻隔涂层的沉积方法包括:

[0015] 辉光清洗步骤,用于清洗模具;

[0016] 沉积过渡层步骤,用于沉积过渡层;

[0017] 沉积强化层步骤,用于沉积强化层;

[0018] 沉积阻隔层步骤,用于沉积阻隔层,转动基体至Al靶材前,制备所述第一扩散层,采用HiPIMS电源沉积Al,调节真空腔内氩气流量,使气压至0.3~0.6Pa,开启基体加热装置,将基体温度升高至620~680℃,电压设定为600~750V,频率为50~100Hz,脉宽50~120 μ s,所述第一扩散层的子层沉积时间为15~120S;所述第一扩散层沉积结束后沉积所述致密层,开启阳极离子源,离子源功率为2.0~3.5Kw,并通入氧气,控制氧气分压为0.1~0.2Pa,所述致密层的子层沉积时间为10~300S;所述致密层结束后沉积所述第二扩散层,所述第二扩散层的参数与所述第一扩散层的参数相同;

[0019] 加强沉积步骤,用于强化沉积阻隔层和强化层;

[0020] 沉积抗粘层步骤,用于沉积抗粘层;

[0021] 层间扩散步骤,用于扩散Al原子。

[0022] 可选的,在所述辉光清洗步骤中,将真空度抽至 5×10^{-3} Pa以下,向真空腔体内部通入氩气,将气压升至1.0~1.5Pa,调节脉冲偏压电源电压为-800~-1200V,频率20K~100Khz,占空比40%~90%,清洗时间20~40min;

[0023] 在所述沉积过渡层步骤中,降低氩气通量,将气压调节至0.3~0.5Pa,采用高功率脉冲磁控溅射电源进行过渡层沉积,沉积5~10min后,通入氮气,控制氮分压从0Pa到0.1~0.15Pa梯度上升,达到设定分压所需时间为10~15min,同时采用脉冲偏压电源给基体施加负向脉冲偏压;

[0024] 在所述沉积强化层步骤中,转动基体至CrAl靶位前,通入氩气和氮气,氮气/氩气的分压比控制在0.3~0.5,采用高功率脉冲磁控溅射电源进行CrAlN子层的沉积,电源电压为800~900V;频率为80~150Hz,脉宽100~180 μ s,脉冲偏压电源电压-50~270V,频率20K

~100K Hz, 占空比40%~90%, 沉积时间为60~80min;

[0025] 在所述沉积抗粘层步骤中, 转动基体至CrTiAl靶材前, 通入氩气和氮气, 氮氩比控制在0.2~0.4, 总气压为0.3~0.7Pa, 采用高功率脉冲磁控溅射电源制进行沉积CrTiAl的子层, 电源的峰值电压为850~900V, 频率80~150Hz, 脉宽100~150 μ s, 沉积时间为15~25min;

[0026] 在所述层间扩散步骤中, 开启基体加热装置的电源, 使基体温度保持在620~680 $^{\circ}$ C进行Al原子扩散, 扩散时间1~2min。

[0027] 可选的, 在所述加强沉积步骤中, 在所述阻隔层的表面沉积第二强化层, 在所述第二强化层的表面沉积第二阻隔层;

[0028] 沉积第二强化层过程中的沉积参数中的电源参数、气压参数与所述沉积强化层步骤中的参数相同, 沉积第二阻隔层中的沉积参数中的电源参数、气压参数与所述沉积阻隔层步骤中的参数相同;

[0029] 沉积第二强化层和沉积第二阻隔层过程中的沉积时间分别减少至所述沉积强化层步骤和所述沉积阻隔层步骤中沉积时间的1/n, 其中, n为所述阻隔层和所述强化层的交替次数。

[0030] 可选的, 在所述沉积过渡层步骤中, 采用脉冲偏压电源给基体施加负向脉冲偏压的参数为: 高功率脉冲磁控溅射电源电压-600~-750V, 频率80~150Hz, 脉宽100~180 μ s, 脉冲偏压电源电压-50~-270V, 频率20K~100K Hz, 占空比40%~90%, 沉积时间15~25min。

[0031] 可选的, 在所述层间扩散步骤中, 所述基体加热装置包括支撑架, 所述支撑架上设置有用于放置所述基体并对所述基体进行加热的加热架, 所述加热架与所述支撑架之间设置有旋转件;

[0032] 所述支撑架上还设置有辅助支撑所述加热架的支撑杆, 靠近地面侧的所述加热架上设置有限位块, 靠近地面侧的所述限位块表面设置有凹槽, 远离所述支撑架侧的所述支撑杆的端部与所述凹槽相卡接。

[0033] 本发明的技术方案, 在服役温度(650 $^{\circ}$ C)环境下, 能够避免发生模具的阻隔涂层剥落或层间微裂, 同时避免引起裂纹的加速扩展汇集而形成主裂纹, 从而避免引发基体失效; 与此同时, 在多层涂层中, 层间界面中不会引发微裂纹, 避免降低涂层韧性, 尤其是在高温环境下, 提升了涂层服役性能。

附图说明

[0034] 图1是本发明提供的阻隔涂层的结构示意图;

[0035] 图2是本发明提供的基体加热装置的结构示意图;

[0036] 附图标记:

[0037] 1、基体; 2、过渡层; 3、强化层; 4、第一扩散层; 5、致密层; 6、第二扩散层; 7、抗粘层; 8、基体加热装置; 9、旋转件; 10、支撑架; 11、支撑杆; 12、凹槽; 13、限位块; 14、加热架。

具体实施方式

[0038] 为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点, 下面结合附图和实施例

对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。以下实施例仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。基于所描述的本发明的实施例,本领域普通技术人员所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范畴。若未特别指明,实施例中所用的技术手段为本领域技术人员所熟知的常规手段。

[0039] 需要说明的是,在本文中,诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。术语“连接”、“相连”等术语应作广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接连接,也可以是通过中间媒介间接相连。术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0040] 本发明提供的一实施例,如图1所示,一种铝合金压铸模具的阻隔涂层,包括设置在基体1表面的过渡层2,远离基体1侧的过渡层2上设置有强化层3,远离过渡层2侧的强化层3上设置有阻隔层,远离强化层3侧的阻隔层上设置有抗粘层7。

[0041] 在本实施例中,由过渡层2、强化层3、阻隔层、抗粘层7共同形成的阻隔涂层中,在服役温度(650℃)环境下,阻隔层在其它各层的配合下避免发生模具的阻隔涂层剥落或层间微裂,同时避免引起裂纹的加速扩展汇集而形成主裂纹,从而避免引发基体失效;与此同时,在多层涂层中,层间界面中不会引发微裂纹,避免降低涂层韧性,尤其是在高温环境下,提升了涂层服役性能。

[0042] 本发明提供的又一实施例,如图1所示,阻隔层包括第一扩散层4,第一扩散层4上设置有致密层5,远离第一扩散层4侧的致密层5上设置有第二扩散层6。

[0043] 在本实施例中,阻隔层形成了三明治结构,第一扩散层4和第二扩散层6,一方面提高涂层的热疲劳能力,并且能够很大程度的阻止/碍裂纹扩展,起到应力/裂纹容纳层作用,另一方面利用Al金属低熔点(650℃)特性,在CrAlN相变温度(800℃)以下,即可使Al原子渗入CrAlN涂层的晶界中,形成金属Al包裹晶体CrAlN的纳米复合结构,这种软/硬复合的包裹结构能够极大程度提高涂层韧性,同时提高涂层内部的压应力并起到阻隔熔融铝液侵蚀的作用,也就是说,本发明是利用高温扩散手段制备金属相包裹晶体相的方法。

[0044] 致密层5为三明治结构的中间层,能够防止铝液进一步往涂层内部扩散,作为抗铝液侵蚀的内部屏障,并提高涂层的抗高温氧化能力。

[0045] 为了进一步的介绍阻隔层与强化层3和抗粘层7的具体连接关系,本发明提供的又一实施例,如图1所示,远离致密层5侧的第一扩散层4连接至强化层3,远离致密层5侧的第二扩散层6连接至抗粘层7。

[0046] 本发明提供的又一实施例,如图1所示,第一扩散层4和第二扩散层6均为Al金属材料,致密层5为Al₂O₃材料。

[0047] 在本实施例中,Al金属材料的第一扩散层4和第二扩散层6既可以使CrAlN高硬陶瓷层中热应力在硬度低、塑性好的纯金属Al层中释放,提高涂层的热疲劳能力,并且其高塑性能够很大程度的阻止/碍裂纹扩展,起到应力/裂纹容纳层作用,又可以利用Al金属低熔

点(650℃)特性,在CrAlN相变温度(800℃)以下,即可使Al原子渗入CrAlN涂层的晶界中,形成金属Al包裹晶体CrAlN的纳米复合结构,这种软/硬复合的包裹结构能够极大程度提高涂层韧性,同时提高涂层内部的压应力并起到阻隔熔融铝液侵蚀的作用;Al₂O₃材料的致密层5,利用Al₂O₃涂层优异的致密性和抗高温氧化性,能够防止铝液进一步往涂层内部扩散,作为抗铝液侵蚀的内部屏障,并提高涂层的抗高温氧化能力。

[0048] 本发明提供的又一实施例,如图1所示,过渡层2采用热膨胀系数介于基体钢与强化层3的热膨胀系数的金属材料,并梯度制备纯金属Cr梯度向Cr_xN_y的过渡层;

[0049] 强化层3为CrAlN材料。

[0050] 在本实施例中的过渡层2提高了膜基结合力,强化层3属于整个涂层体系的主体支撑功能层,为整体涂层提供高机械强度和高温抗氧化性。

[0051] 在选材时,强化层3的相变温度需低于阻隔层中金属材质的熔点。

[0052] 本发明中的抗粘层7具有显著的低表面能属性涂层,以降低铝液与涂层之间的黏结,同时,采用离子注入的手段调控顶层涂层内部的压应力,使其具备抗黏结性能的同时具备良好的韧性,在降低焊合作用的同时也抑制了裂纹的萌生,该涂层为防止铝液侵蚀的外层屏障。

[0053] 本发明提供的又一实施例,铝合金压铸模具的阻隔涂层的沉积方法包括:

[0054] 辉光清洗步骤,用于清洗模具;

[0055] 沉积过渡层步骤,用于沉积过渡层;

[0056] 沉积强化层步骤,用于沉积强化层;

[0057] 沉积阻隔层步骤,用于沉积阻隔层,转动基体至Al靶材前,制备第一扩散层,采用HiPIMS电源沉积Al,调节真空腔内氩气流量,使气压至0.3~0.6Pa,开启基体加热装置,将基体温度升高至620~680℃,电压设定为600~750V,频率为50~100Hz,脉宽50~120μs,第一扩散层的子层沉积时间为15~120S;第一扩散层沉积结束后沉积致密层,开启阳极离子源,离子源功率为2.0~3.5Kw,并通入氧气,控制氧气分压为0.1~0.2Pa,致密层的子层沉积时间为10~300S;致密层结束后沉积第二扩散层,第二扩散层的参数与第一扩散层的参数相同;

[0058] 加强沉积步骤,用于强化沉积阻隔层和强化层;

[0059] 沉积抗粘层步骤,用于沉积抗粘层;

[0060] 层间扩散步骤,用于扩散Al原子。

[0061] 在本实施例中,通过本方法沉积的阻隔涂层,共同辅助阻隔层在服役温度(650℃)环境下,避免发生模具的阻隔涂层剥落或层间微裂,同时避免引起裂纹的加速扩展汇集而形成主裂纹,从而避免引发基体失效;与此同时,通过本方法沉积的阻隔涂层在多层涂层中,层间界面中不会引发微裂纹,避免降低涂层韧性,尤其是在高温环境下,提升了涂层服役性能。

[0062] 为了进一步地说明各步骤的详细沉积过程,本发明提供的又一实施例,在辉光清洗步骤中,将真空度抽至 5×10^{-3} Pa以下,向真空腔体内部通入氩气,将气压升至1.0~1.5Pa,调节脉冲偏压电源电压为-800~-1200V,频率20K~100K hz,占空比40%~90%,清洗时间20~40min;

[0063] 在沉积过渡层步骤中,降低氩气通量,将气压调节至0.3~0.5Pa,采用高功率脉冲

磁控溅射电源进行过渡层沉积,沉积5~10min后,通入氮气,控制氮气分压从0Pa到0.1~0.15Pa梯度上升,达到设定分压所需时间为10~15min,同时采用脉冲偏压电源给基体施加负向脉冲偏压;

[0064] 在沉积强化层步骤中,转动基体至CrAl靶位前,通入氩气和氮气,氮气/氩气的分压比控制在0.3~0.5,采用高功率脉冲磁控溅射电源进行CrAlN子层的沉积,电源电压为800~900V;频率为80~150Hz,脉宽100~180 μ s,脉冲偏压电源电压-50~270V,频率20K~100K Hz,占空比40%~90%,沉积时间为60~80min;

[0065] 在沉积抗粘层步骤中,转动基体至CrTiAl靶材前,通入氩气和氮气,氮氩比控制在0.2~0.4,总气压为0.3~0.7Pa,采用高功率脉冲磁控溅射电源制进行沉积CrTiAl的子层,电源的峰值电压为850~900V,频率80~150Hz,脉宽100~150 μ s,沉积时间为15~25min;

[0066] 在层间扩散步骤中,开启基体加热装置的电源,使基体温度保持在620~680 $^{\circ}$ C进行Al原子扩散,扩散时间1~2min。

[0067] 为了在高压射速度环境下或硬铝压铸工艺时,需要重点保持涂层高强度及耐磨性,本发明提供的又一实施例,在加强沉积步骤中,在阻隔层的表面沉积第二强化层,在第二强化层的表面沉积第二阻隔层,以形成6层、8层或者更多层数的涂层制备工艺。

[0068] 沉积第二强化层过程中的沉积参数中的电源参数、气压参数与沉积强化层步骤中的参数相同,沉积第二阻隔层中的沉积参数中的电源参数、气压参数与沉积阻隔层步骤中的参数相同。沉积第二强化层和沉积第二阻隔层过程中的沉积时间分别减少至沉积强化层步骤和沉积阻隔层步骤中沉积时间的1/n,其中,n为阻隔层和强化层的交替次数,以保证整体涂层厚度不变。

[0069] 本发明提供的又一实施例,在沉积过渡层步骤中,采用脉冲偏压电源给基体施加负向脉冲偏压的参数为:高功率脉冲磁控溅射电源电压-600~-750V,频率80~150Hz,脉宽100~180 μ s,脉冲偏压电源电压-50~-270V,频率20K~100KHz,占空比40%~90%,沉积时间15~25min。

[0070] 需要说明的是,基体加热装置在涂层沉积结束后开启。

[0071] 本发明提供的又一实施例,在辉光清洗步骤前还包括前处理步骤,前处理步骤为依次采用金属清洗剂、丙酮和无水乙醇对基体表面进行去污去油处理,再将基体烘干后安装至真空腔体,并连接偏压电源负极。

[0072] 本发明提供的又一实施例,如图2所示,在层间扩散步骤中,基体加热装置8包括支撑架10,支撑架10上设置有用于放置基体1并对基体1进行加热的加热架14,加热架14与支撑架10之间设置有旋转件9。

[0073] 在本实施例中,旋转件9可实现加热架14的旋转,加热架14沿支撑架10的径向进行旋转,旋转件9采用现有技术中能够实现旋转的部件或装置。

[0074] 为了进一步地实现加热架14和支撑架10之间的支撑作用,支撑架10上还设置有辅助支撑加热架14的支撑杆11,靠近地面侧的加热架14上设置有限位块13,靠近地面侧的限位块13表面设置有凹槽12,远离支撑架10侧的支撑杆11的端部与凹槽12相卡接。

[0075] 本发明可实现诸如TiAlSiN、CrAlSiN此类具有典型a-Si₃N₄/nc-TiAlN结构的纳米包裹结构,使涂层具有的高耐蚀特性和高硬韧特性,同时,又无需引入Si₃N₄等脆性相或第三种元素,而且能够简单有效的控制包裹结构层的厚度和内应力,实现一种边沉积生长边

高温扩散的复合处理工艺。此方法既实现了高耐蚀高韧性的“无界面”Al金属包裹纳米晶的复合结构,又保持了强化层的本征强度。

[0076] 以上所述并非是对本发明的限制,最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制。尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明。本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换,在不偏离本发明精神的基础上所做的修改或替换,均属于本发明要求保护的范围内。

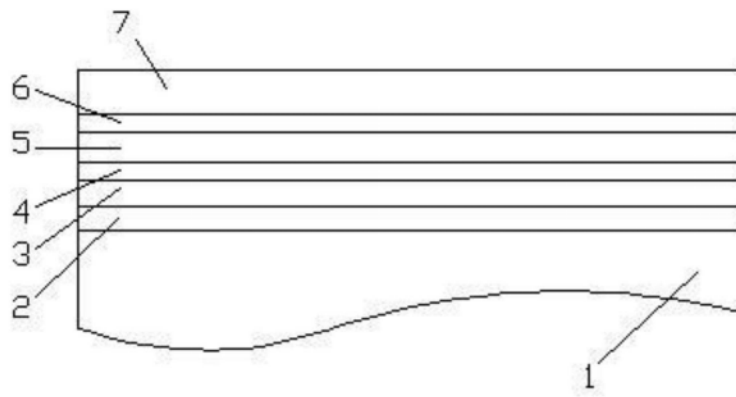


图1

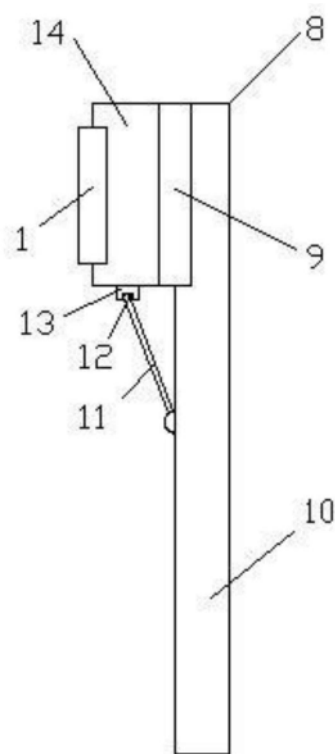


图2