



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103643108 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 19

(21) 申请号 201310658974. 4

(22) 申请日 2013. 12. 10

(71) 申请人 南昌航空大学

地址 330063 江西省南昌市丰和南大道 696 号

(72) 发明人 戴斌煜

(74) 专利代理机构 南昌洪达专利事务所 36111

代理人 刘凌峰

(51) Int. Cl.

C22C 37/10 (2006. 01)

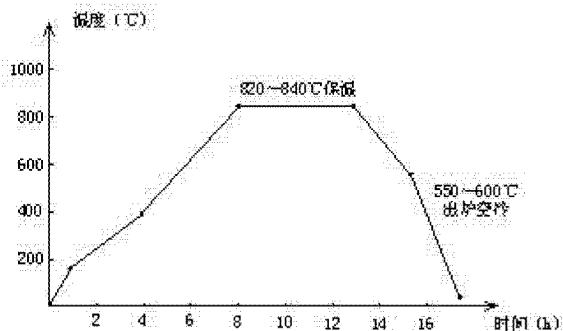
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种钛合金热压成形用耐热球铁

(57) 摘要

一种钛合金热压成形用耐热球铁,其化学成分(wt%,质量分数)为:C2.2~3.6, Si4.0~5.5, Mn1.8~2.8, P0.05~0.06, S0.01~0.03, Mo1.0~2.5, Mg:0.04~0.06, RE0.03~0.05, 余量为Fe。该合金退火后金相组织为:以铁素体为主,含有少量珠光体和碳化物。该材料性能是:铸态常温抗拉强度为740MPa,铸态常温硬度达到40HRC;800℃下抗拉强度80MPa;800℃下硬度为230HV;在800℃保温500h,平均氧化速度低于0.17g/m²·h,性能优于中硅钼耐热球铁,是制作钛合金热压成形模具的理想材料。



1. 一种钛合金热压成形耐热球铁,其特征在于,所述的钛合金热压成形耐热球铁由组分与按质量百分比的含量为 :C :2.2 ~ 3.6%, Si :4.0 ~ 5.5%, Mn :1.8 ~ 2.8%, Mo :1.0 ~ 2.5%, P :0.05 ~ 0.06%, S :0.01 ~ 0.03%, Mg :0.04 ~ 0.06%, RE :0.03 ~ 0.05% 和余量为 Fe 所组成。

2. 按照权利要求书 1 所述的钛合金热压成形耐热球铁,其特征在于,所述的组分 C 按质量百分比的含量为 2.5 ~ 3.0%。

3. 按照权利要求书 1 所述的钛合金热压成形耐热球铁,其特征在于,所述的组分 Si 按质量百分比的含量为 4.1 ~ 5.0%。

4. 按照权利要求书 1 所述的钛合金热压成形耐热球铁,其特征在于,所述的组分 Mn 按质量百分比的含量为 1.9 ~ 2.3%。

5. 按照权利要求书 1 所述的钛合金热压成形耐热球铁,其特征在于,所述的组分 Mo 按质量百分比的含量为 1.8 ~ 2.2%。

## 一种钛合金热压成形用耐热球铁

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种耐热球墨铸铁,特别涉及一种钛合金热压成形耐热球墨铸铁模具材料,属于金属材料领域。

### [0002] 背景技术

钛合金零件在航空航天工业应用越来越广。由于钛合金板材在室温下塑性变形范围小、回弹量大、缺口敏感性高,需加热到600℃以上才能加工成所需要的零件。钛合金成形模具反复在热作用下,容易产生氧化脱皮、体积膨胀生长和开裂等缺陷,影响零件的表面质量和尺寸精度。因此,要求模具需具有较高的高温强度和硬度、高温抗氧化性能、高温组织稳定性和良好的机械加工性能。国外大都采用镍铬耐热钢,而镍、铬为我国稀缺金属,价格昂贵,且这类材料加工十分困难。国内多使用耐热球铁制造钛合金热压成形模具。

[0003] 球墨铸铁中的石墨球互不连续,氧化性气氛不易沿石墨侵入,因此使铸铁抗氧化性能大大提高;石墨球均匀分布于基体中,因而对基体的削弱作用和产生应力集中的倾向较小,从而使基体的作用能得到充分发挥。又由于球墨铸铁含有较高的硅和锰,所以球墨铸铁的抗拉强度高于其他铸铁。国内将球墨铸铁用于制造拉伸模具和耐热部件,取得了可观的经济效益。现有耐热球墨铸铁主要有中硅类、中铝类、硅铝类、中硅钼类、中硅铬钼多元合金类等,主要用在汽车发动机的排气系统部件、耐热模具及烧结机的篦条等。例如,中国专利公开号为CN1051593A,公开日为1991年5月22日,申请日为1989年11月7日,发明创造名称为“低铬中硅钼铁素体球墨铸铁”,申请人是沈阳飞机制造公司,该申请案中公开了低铬中硅钼铁素体球墨铸铁的组分与按质量百分比(wt.%)的含量为:C:2.0~3.5%, Si:4.5~6.0%, Mo:0.8~1.6%, Mn:0.06~0.17%, Cr:0.2~0.4%,余量为少量合金元素及Fe,适用于研制和小批量生产中的耐高温模具材料。中国专利公开号为CN1103435A,公开日为1995年6月7日,申请日为1993年12月1日,发明创造名称为“中硅低合金耐热球铁篦条”,申请人是鞍山钢铁公司,该申请案中公开了中硅低合金耐热球铁篦条的组分与按质量百分比(wt.%)的含量为:C:2.50~2.90%, Si:6.60~7.20%, Mn:0.20~0.35%, P:0.03~0.05%, S:0.03~0.05%, Cr:0.2~0.4%, Mg:0.012~0.040%, X<sub>t</sub>:0.035~0.05%, Cr:0.30~0.50%, Mo:0.30~0.50%, Al:0.12~0.50%, Ba:0.005~0.07%,余量为Fe。其含Si量较高,并通过其它的多元微合金化元素添加,使篦条抗氧化、耐磨、耐热冲击,可代替高合金篦条用于烧结机台车上,常温抗拉强度为360~380MPa,常温硬度330~350HB,750℃抗生长性能0.030~0.035%。不足之处是合金种类多,操作复杂。中国专利公开号为CN1826421A,公开日为2006年8月30日,申请日为2004年7月20日,发明创造名称为“奥氏体系耐热球状石墨铸铁”,申请人是日立金属株式会社,该申请案中公开了奥氏体系耐热球状石墨铸铁的组分与按质量百分比(wt.%)的含量为:C:1~3.5%, Si:1~6.5%, Cr:3%以下, Ni:10~40%, Mo:1~4.5%, Sn及/或Sb以2Sn+Sb计为0.001~0.5%。该系列球墨铸铁适用于汽车发动机用的排气系统部件等。不足之处是价格昂贵的Ni、Mo元素含量较高,增加了成本。中国专利公布号为CN101736191A,公布日为2010年6月16日,申请日为2010年1月21日,发明创造名称为“耐热球铁冲压模具镶块材料”,申请人是吉

林大学,该申请案中公开了耐热球铁冲压模具镶块材料的组分与按质量百分比(wt.%)的含量为:C:2.4~2.9%,Si:4.0~6.0%,Mn:0.3~1.2%,Cr:0.3~1.2%,余量为Fe。适用于制造较厚钢板在高温下冲压成形的模具镶块材料,其常温抗拉强度为505MPa,800℃保温150h氧化速度低于0.20g/m<sup>2</sup>h。中国专利公布号为CN102796940A,公布日为2012年11月28日,申请日为2012年8月31日,发明创造名称为“一种高硅耐热球铁制备方法”,申请人是丹阳市锦雄机械制造有限公司,该申请案中公开了一种高硅耐热球铁材料的组分与按质量百分比(wt.%)的含量为:C:2.5~3.1%,Si:4.7~5.2%,Mn:0.3~0.5%,Cr:0.1~0.3%,P:≤0.07%,S:≤0.02%,Mg:0.025~0.035%,RE:0.12~0.02%,余量为Fe,其常温抗拉强度 $\sigma_b \geq 520 \sim 580$ MPa,硬度185~230HB,延伸率 $\geq 10 \sim 14\%$ ,耐热温度 $\geq 850$ ℃,适用于制作工业电炉炉排配件。

### 发明内容

[0004] 本发明所要解决的问题是克服现有钛合金热压成形模具材料高温性能较低的问题,提供一种适合于钛合金在高温下冲压成形的耐热球墨铸铁模具材料。

[0005] 本发明是一种钛合金热压成形用耐热铁球,该耐热铁球锰的含量较高。本发明的耐热球墨铸铁是由组分与按质量百分比(wt.%)的含量为:C:2.2~3.6%,Si:4.0~5.0%,Mn:1.8~2.8%,P:0.05~0.06%,S:0.01~0.03%,Mo:1.0~2.5%,Mg:0.04~0.06%,RE:0.03~0.05%和余量为Fe所组成。

[0006] 技术方案中所述的组分C按质量百分比的含量为2.5~3.0%;所述的组分Si按质量百分比的含量为4.1~4.9%;所述的组分Mn按质量百分比的含量为1.9~2.3%;所述的组分Mo按质量百分比的含量为1.5~2.1%。

[0007] 与现有技术相比本发明的有益效果是:

本发明所述的耐热球铁成分设计合理,机械加工性能好,价格低廉,综合性能良好。试验结果与现有技术相比具体性能如下:

1. 本发明所述的耐热球铁的铸态常温抗拉强度达到740MPa;
2. 本发明所述的耐热球铁的铸态常温硬度达到40HRC;
3. 本发明所述的耐热球铁铸态800℃高温下的抗拉强度达到80MPa;
4. 本发明所述的耐热球铁铸态800℃高温下的硬度达到230HV;
5. 本发明所述的耐热球铁在800℃保温500h,平均氧化速度低于0.17g/m<sup>2</sup>·h。

### 附图说明

[0008] 图1是本发明所述的耐热球铁的退火工艺曲线图。

[0009] 图2是本发明所述的耐热球铁的石墨形态与分布显微镜照片(倍率:100倍)。

[0010] 图3是本发明所述的耐热球铁的铸态金相组织显微镜照片(倍率:100倍)。

[0011] 图4是本发明所述的耐热球铁的退火态金相组织显微镜照片(倍率:100倍)。

### 具体实施方式

[0012] 本实施例为一耐高温模具,用于钛合金板材热压成形,模具材料为本发明的耐热球墨铸铁合金。

[0013] 本发明所述的耐热球墨铸铁的组分与按质量百分比(wt.%)的含量为 C :2.6%, Si :4.2%, Mn :2.1%, Mo :2.0%, P :< 0.05%, S :< 0.03%, Mg :0.04 ~ 0.06%, RE :0.03 ~ 0.05%, 其余是 Fe。

[0014] 本发明可采用碱性中频感应电炉熔炼。先将生铁、钼铁和废钢在炉中化清,扒渣后加入硅铁和锰铁,调整合金成分,待铁合金全部化清后,扒渣出炉。球化处理采用冲入法,铁水出炉温度为 1450℃~1500℃,球化处理温度约为 1360℃~1460℃。采用稀土镁球化剂进行球化处理,其加入量(占铁水总量,wt.%)为 1.4%~1.6%,为避免球化衰退,加入了重稀土球化剂,其加入量为 0.4~0.5%。孕育剂为 FeSi75 硅铁,二次孕育处理采用 FeSi75 硅铁粉。采用酯硬化水玻璃砂消失模铸造工艺。

[0015] 为了促使合金基体中的珠光体向铁素体和石墨转变,采用退火处理,退火工艺曲线参阅附图 1。退火后基体组织为:铁素体约占 80%左右,珠光体约占 10%,渗碳体为 3%左右。

[0016] 所得耐热球铁石墨形态及分布如图 2 中所示,其铸态常温抗拉强强度为 740MPa,铸态常温硬度达到 40HRC,800℃高温下的抗拉强度为 80MPa,在 800℃下的硬度为 230 HV;800℃保温 500h,平均氧化速度为 0.17g/m<sup>2</sup>·h。可见,本发明所述的耐热球铁具有较好的常温和高温力学性能以及抗氧化性。

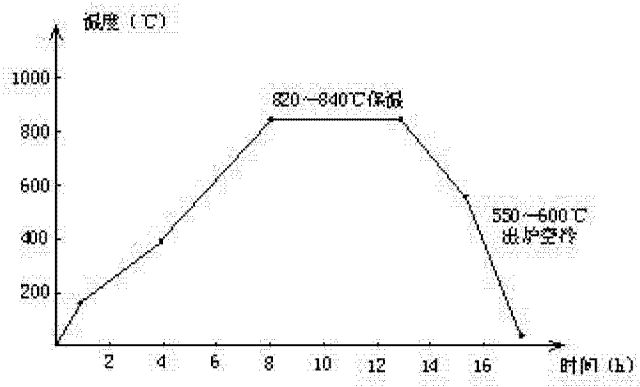


图 1

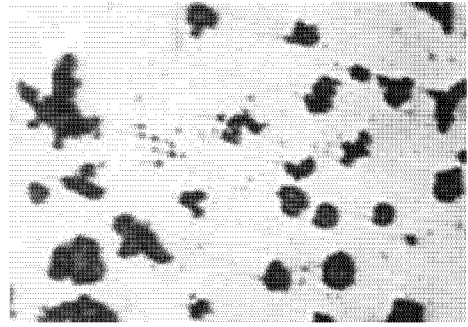


图 2

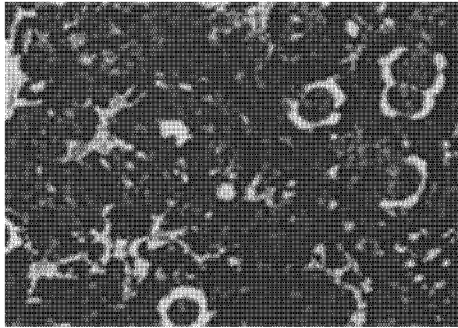


图 3

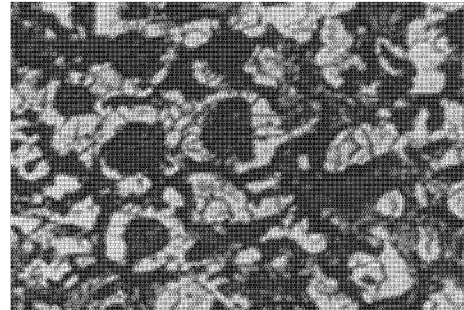


图 4