



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106756301 B

(45)授权公告日 2019.01.08

(21)申请号 201611109923.6

G22C 1/06(2006.01)

(22)申请日 2016.12.06

G22F 1/043(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B22D 18/04(2006.01)

申请公布号 CN 106756301 A

审查员 牛培利

(43)申请公布日 2017.05.31

(73)专利权人 江苏凯特汽车部件有限公司

地址 213133 江苏省常州市新北区罗溪镇
空港工业园区叶汤路9号

(72)发明人 李萍 胡因行 孔祥建

(74)专利代理机构 常州市科谊专利代理事务所
32225

代理人 孙彬

(51)Int.Cl.

G22C 21/04(2006.01)

G22C 1/03(2006.01)

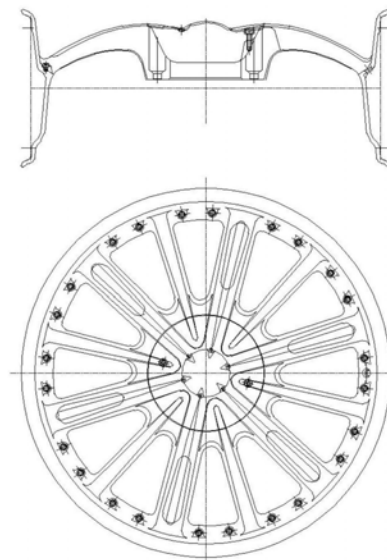
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种半固态流变成形大型汽车用高强韧铝合金轮毂的制造方法

(57)摘要

一种半固态成形大型汽车用高强韧铝合金轮毂的制造方法,主要包括高合金化材料制备、半固态流变成型和铸件热处理。高合金化材料制备是按10:1比例将A356.2合金锭和含铜量20%的Al-Cu中间合金锭进行熔化,然后倒入中转包以Al-Zr-B-O和Al-Sr-RE中间合金进行变质细化处理,同时以专门的喷吹装置对熔体进行除气除渣净化;再在静止炉底部和升液管上端设计电磁搅拌进行复合电磁搅拌。半固态流变成型是将以上材料在615-625℃半固态温度区间以增压充型方式成形。铸件热处理是采用连续变温均匀化处理、固熔处理和分阶时效处理。经检测以上方法制造的铝轮毂延伸率、抗拉强度、屈服强度达到为大型车辆配套的要求。



1. 一种半固态流变成形大型汽车用高强韧铝合金轮毂的制造方法,其特征是:主要包括高合金化材料制备技术、半固态流变成型技术、铸件热处理技术;高合金化材料是以A356.2铝合金为基础通过添加铜元素形成Al-Si-Cu-Mg材料体系、然后通过复合变质细化和精炼净化处理、复合电磁搅拌形成的高强韧合金材料;半固态流变成型是将成型温度控制在615-625℃半固态温度区间并以增压充型方式进行的成型;铸件热处理是采用连续变温均匀化处理、固溶处理、分阶时效处理。

2. 根据权利要求1所述的一种半固态流变成形大型汽车用高强韧铝合金轮毂的制造方法,其特征是:高合金化Al-Si-Cu-Mg材料体系是按10:1的比例将A356.2合金锭和含铜量20%的Al-Cu中间合金锭投入熔炼炉熔化得到的,其中熔炼炉熔化气氛温度控制在740-760℃,熔炼炉保温室温度控制在730-750℃,Al-Si-Cu-Mg材料体系Si控制在6.5%-7.5%,Cu控制在1.5%-2.0%;Mg控制在0.30%-0.45%。

3. 根据权利要求1所述的一种半固态流变成形大型汽车用高强韧铝合金轮毂的制造方法,其特征是:其中复合变质细化处理是中转包中在铝液温度保持在液相线以上100-120℃加入Al-Zr-B-O和Al-Sr-RE中间合金进行处理,其顺序为先加入细化剂再加入变质剂,二者加入时间间隔2-3分钟;精炼净化处理是以专门的喷吹装置以氮气为载体携带精炼剂进入熔体进行除气除渣净化。

4. 根据权利要求1所述的一种半固态流变成形大型汽车用高强韧铝合金轮毂的制造方法,其特征是:复合电磁搅拌是在保温炉底部和升液管上端都设计电磁搅拌器进行电磁搅拌。

5. 根据权利要求1所述的一种半固态流变成形大型汽车用高强韧铝合金轮毂的制造方法,其特征是:半固态流成型中增压充型将充型参数设计为:升液压力200-300mbar时间8-10s ;充型压力450-550mbar,时间28-32s ;补缩压力1500-1800mbar,时间10-12s ;保压压力1500-1800mbar,时间280-320s 。

6. 根据权利要求1所述的一种半固态流变成形大型汽车用高强韧铝合金轮毂的制造方法,其特征是:铸件热处理均匀化处理为第一段加热,处理温度为350-490℃、处理时间为2-3小时;固溶处理为第二阶段加热保温,固溶温度490-500℃、固溶时间5-6小时;分阶时效处理温度为135-145℃、保温时间3-4小时。

一种半固态流变成形大型汽车用高强韧铝合金轮毂的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车铝合金轮毂制造技术领域,具体地说涉及一种半固态流变成形大型汽车用高强韧铝合金轮毂的制造方法。

背景技术

[0002] 铝合金轮毂具有重量轻、舒适性好、造型美观等优点,目前在轿车和运动车上的使用率已超过90%;但以Al-Si-Mg为主要材料制造的铝轮毂力学性能不能达到大型车辆(主要指大型客车、卡车、房车、越野车等)轮毂高性能的要求,因此除部分高端大型车轮采用昂贵的锻造或旋压铝轮毂外,许多大型车轮仍然使用重量重、散热差、排放高、尺寸精度低、造型单一的钢制轮毂。

[0003] 和普通的13-18英寸轿车和运动车轮毂相比,大型汽车轮毂具有直径大、轮辋宽等特点,其一般直径在18英寸以上、轮辋宽度在10英寸以上,因此其不仅要求有更高的力学性能,同时制造难度更大。近年来,随着新材料和轮毂制造技术的不断进步,国际上对大直径高强度铝轮毂制造技术也不断取得突破,美国、德国、日本等发达国家采用锻压或旋压工艺成功研制出强度超过普通铝轮毂50%的铝轮毂,目前已开始配置在高端大型车辆上;但锻压和旋压不仅投资大、产品合格率低,而且仅能生产造型简单的轮型,并且轮毂尺寸受限(不能生产22英寸以上轮毂);美国公司采用新的合金材料体系和半固态成型方式成功研制了20-28英寸的铝轮毂,其抗拉强度已达350MPa,屈服强度达到260MPa,超过Al-Si-Mg系50%以上,达到为大型汽车轮毂配套的要求,目前在国际市场具有明显的性价比优势,但技术处于保密状态。国内虽有机机构研制Al-Zn-Mg-Cu高合金化材料,但其铸造流动性差,合金成分偏析等问题未能解决;另有一些企业在试制铝基复合材料轮毂,但在材料的强韧性和产品的制造技术上未能取得根本突破,因此国内行业迫切希望在大型车轮铝轮毂的材料制备和研制技术上获得突破。

发明内容

[0004] 本发明根据大型汽车轮毂的需要,通过研制新的合金材料和制造技术生产20英寸以上高强韧铝轮毂,具体地说提供一种半固态流变成形大型汽车用高强韧铝合金轮毂的制造方法。

[0005] 实现以上技术的具体方案是:一种半固态流变成形大型汽车用高强韧铝合金轮毂的制造方法,主要包括高合金化材料制备技术,半固态流变成型技术和铸件热处理技术,具体过程为:

[0006] 1、高合金化、组织均匀细小的合金材料制备技术。

[0007] (1) 高合金化Al-Si-Cu-Mg材料体系的选择。

[0008] 目前以A356.2为基础制造的铝轮毂为Al-Si-Mg系合金,该合金铸造具有良好的流动性,但因热处理强化相为Mg₂Si,其时效硬化后强度提升有限;Al-Si-Cu-Mg在铝合金热处

理后析出相除了 Mg_2Si 之外还有 Al_2Cu ，而 Al_2Cu 时效硬化效果十分明显，因此在保持A356.2铝合金良好的铸造性前提下通过添加铜元素形成Al-Si-Cu-Mg体系将使材料的强度获得极大的提升。按10:1的比例将A356.2合金锭和含铜量20%的Al-Cu中间合金锭投入熔炼炉熔化，熔炼炉熔化气氛温度保持在740-760℃，熔炼炉保温室温度控制在730-750℃，得到Al-Si-Cu-Mg合金体系，其中Si控制在6.5%-7.5%，Cu控制在1.5%-2.0%；Mg控制在0.30%-0.45%。

[0009] (2) 高合金化材料的复合变质细化和精炼净化处理。

[0010] 将以上铝液倒入中转包并在其中进行变质细化和精炼净化处理，采用Al-Zr-B-O和Al-Sr-RE进行变质细化。目前铝轮毂行业一般采用Al-Ti-B中间合金进行晶粒细化，Al-Sr中间合金对共晶硅进行变质处理，但在使用中发现对a枝晶的细化效果不能够取得更进一步的突破；采用Al-Sr中间合金进行变质时存在吸气和有效变质时间短的问题。经反复试验我公司发现采用Al-Zr-B-O和Al-Sr-RE可以更好的细化a枝晶和共晶硅。在铝液温度保持在液相线以上100-120℃加入Al-Zr-B-O和Al-Sr-RE中间合金，其顺序为先加入细化剂再加入变质剂，二者加入时间间隔2-3分钟，再以专门的喷吹装置以氮气为载体携带精炼剂进入熔体进行除气除渣净化。该方式处理过的熔体结晶凝固后晶粒度可达到7-8级，共晶硅颗粒尺寸在1.0-5.0um，经测氢试样密度达到2.65g/cm³。

[0011] (3) 复合电磁搅拌。

[0012] 高合金化铝合金容易产生沉淀和成分偏析问题，为此在保温炉炉底和升液管上端设计电磁搅拌装置以保证其成分组织的细小均匀。其中保温炉炉底部设计的电磁搅拌装置在整个生产过程中始终对熔体进行搅拌，并且每隔3-5分钟改变一次搅拌的方向，以保证炉内成分和温度的均匀；在升液管上端设计的电磁搅拌每做一件产品即搅拌一次，目的是进一步控制浆料的细化和均匀化。

[0013] 2、合金浆料的半固态流变成形。

[0014] 半固态流变成形是一种近净成形方式，在制备了以上组织细小、成分均匀的材料后采用半固态流变方式进行成形，即将成形前的温度设计在615-625℃的温度区间，同时为保持在模具型腔良好的流动性，采用增压方式进行充型，充型参数设计如下：

[0015] 半固态流变充型参数

[0016]

充型过程	压力 (mbar)	所需时间 (S)
升液	200-300	8-10
充型	450-550	28-32
补缩	1500-1800	10-12
保压	1500-1800	350-420

[0017] 3、铸件热处理

[0018] 根据Al-Si-Cu-Mg强化相为 Mg_2Si 和 Al_2Cu 的特点进行热处理工艺的选择。使用连续式热处理炉，先对铸件进行连续变温均匀化处理与固熔处理，再进行分阶时效处理。其中均匀化处理为第一段加热，处理温度为350-490℃，处理时间为2-3小时；固熔处理为第二阶段加热保温，固熔温度490-500℃，固熔时间5-6小时；然后在淬火后进行分阶时效处理，分阶时效即根据产品表面处理中烘烤工艺对时效强度的提高程度将热处理过程中时效温度设

定为135-145℃,保温时间3-4小时。

[0019] 制备以上组织细小均匀的高合金材料并采用半固态流变成形和连续变温均匀化处理、固熔处理和分阶时效热处理工艺生产的铝合金轮毂,经检测其延伸率超过10%,抗拉强度超过350Mpa,屈服强度超过260Mpa,达到为大型车辆配套轮毂的高强韧要求;和现有技术相比,本制造方法具有成本低、合格率高并不受轮毂尺寸和产品造型限制的优点。

附图说明

[0020] 图1本发明制备的材料金相组织图。

[0021] 图2本发明制备的大型汽车用铝轮毂。

[0022] 具体的实施方式

[0023] 以802-2295轮型为例,采用以上方法制造的主要过程为:

[0024] 首先制备组织细小、成分均匀的Al-Si-Cu-Mg合金体系。按10:1比例将A356.2铝合金锭和20%Al-Cu中间合金进行熔化,得到以上材料;其中Si含量为6.7%,Cu含量1.8%,Mg含量0.40%。将配好的合金转入中转包进行变质细化和除气除渣精炼,二者加入时间间隔2分钟,再以专门的喷吹装置以氮气为载体携带精炼剂进入熔体进行除气除渣净化。该方式处理的熔体结晶凝固后晶粒度8级,共晶硅颗粒尺寸在2.0um,经测氢试样密度达到2.64g/cm³。

[0025] 其次将精炼合格后转入铸造机下的保温炉中进行电磁搅拌,在产品充型时开启升液管上部环缝式搅拌器进行搅拌,设定升液压力250mbar,时间为9s;充型压力500mbar,时间30S;补缩压力1700mbar,时间11s;保压压力1700mbar,保压时间360S,得到802-2295铝轮毂铸件。

[0026] 再次进行铸件热处理,选择均匀化处理温度380℃,处理时间2.5小时;固熔温度500℃,时间5小时;热处理时效温度140℃,时间3小时。

[0027] 对以上802-2295毛坯进行机械性能检测,结果为延伸率11.2%,抗拉强度361Mpa,屈服强度272Mpa,达到为客车和卡车、房车、越野车等大型车辆轮毂强度的要求。

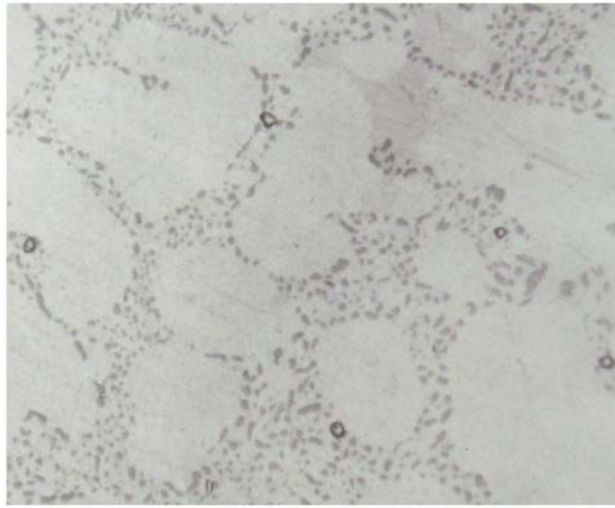


图1

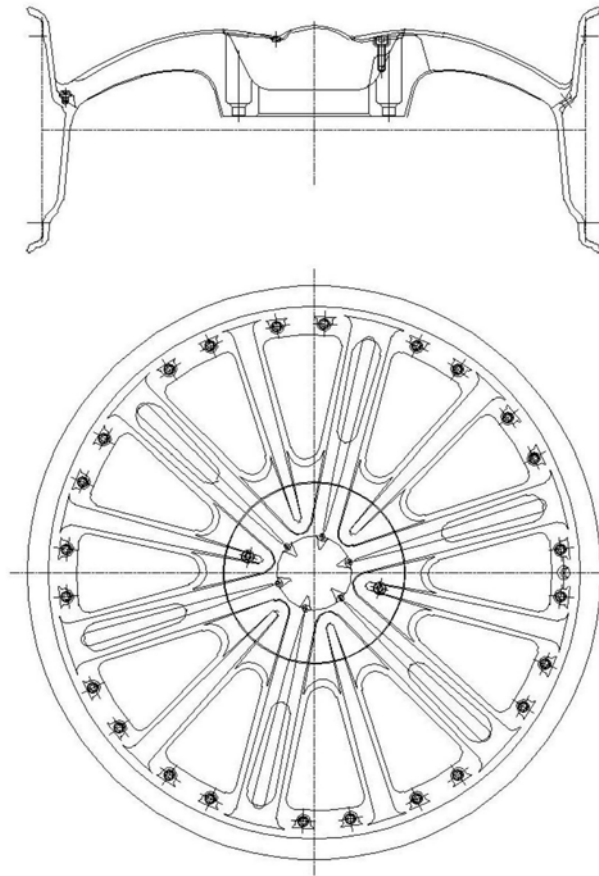


图2