



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102337435 B

(45) 授权公告日 2013.03.27

(21) 申请号 201110336655.2

(22) 申请日 2011.10.31

(73) 专利权人 哈尔滨中飞新技术股份有限公司
地址 150090 黑龙江省哈尔滨市经开区哈平
路集中区机电配套基地锦州路东侧

(72) 发明人 李念奎 范长龙

(51) Int. Cl.

G22C 21/06 (2006.01)

G22C 1/02 (2006.01)

G22C 1/06 (2006.01)

G22F 1/047 (2006.01)

审查员 李娇

权利要求书 1 页 说明书 5 页

(54) 发明名称

一种铝合金管材的制造方法

(57) 摘要

针对现有的 7 系铝合金管材存在抗拉强度低、屈服强度低、延伸率低的问题,本发明提供一种铝合金管材,按元素的质量百分比由 $Si \leq 0.12\%$, $Fe \leq 0.25\%$, $Cu : 2.0-2.6\%$, $Mn \leq 0.10\%$, $Mg : 2.3-3.0\%$, $Cr \leq 0.05\%$, $Zn : 8.0-9.0\%$, $Ti \leq 0.03\%$, $Zr : 0.10-0.20\%$, $Be : 0.0002-0.002\%$, 单个杂质 $\leq 0.05\%$, 合计杂质 $\leq 0.1\%$, 余量为 Al 制成,且 Fe 的质量百分比 $> Si$ 的质量百分比。本发明同时提供一种铝合金管材的制造方法,依次包括一、原材料配比、熔炼、铸造;二、均匀化退火;三、将铝合金空心圆铸锭挤压成管材;四、淬火;五、时效的步骤。本发明可以使铝合金管材的抗拉强度达到 $650MPa \sim 690MPa$ 、屈服强度为 $600MPa \sim 630MPa$ 、延伸率 $7.0 \sim 9.0\%$ 。

1. 一种铝合金管材的制造方法,其特征在于依次包括以下步骤:

一、按照元素质量百分比 $\text{Si} \leq 0.12\%$, $\text{Fe} \leq 0.25\%$, $\text{Cu} : 2.0-2.6\%$, $\text{Mn} \leq 0.10\%$, $\text{Mg} : 2.3-3.0\%$, $\text{Cr} \leq 0.05\%$, $\text{Zn} : 8.0-9.0\%$, $\text{Ti} \leq 0.03\%$, $\text{Zr} : 0.10-0.20\%$, $\text{Be} : 0.0002-0.002\%$, 单个杂质 $\leq 0.05\%$, 合计杂质 $\leq 0.1\%$, 其余为 Al, 且 Fe 的质量百分比 $> \text{Si}$ 的质量百分比进行配料, 将原材料加入到干燥的熔炼炉中, 并加热;

二、加热温度在 $700^\circ\text{C} \sim 750^\circ\text{C}$ 的条件下熔炼 $5 \sim 6\text{h}$, 然后按熔炼炉中金属质量的 $0.5\% \sim 0.6\%$ 加入覆盖剂, 在 $700^\circ\text{C} \sim 750^\circ\text{C}$ 的条件下继续熔炼使熔炼炉内的材料在 $10\text{h} \sim 14\text{h}$ 的时间内全部熔化, 开启搅拌, 然后用氩气与氯气的体积比为 $31 \sim 33.5 : 1$ 的 $\text{Ar}-\text{Cl}_2$ 混合气体精炼, 静置 30min , 得到铝合金熔液;

三、将铝钛硼晶粒细化剂置于流槽上端, 将经步骤二得到的铝合金熔液依次经过 30ppi 和 50ppi 的陶瓷过滤片过滤后浇注至结晶器中, 浇注的同时将铝钛硼晶粒细化剂以 $430 \sim 460\text{mm}/\text{min}$ 的速度插入流槽中, 使铝钛硼晶粒细化剂中的元素均匀熔入合金熔液中, 铝钛硼细化剂与铝合金溶液重量比为 $1:80 \sim 90$;

四、将纯铝锭熔化后的熔体倒入结晶器中的底座上铺底, 然后在温度为 $690^\circ\text{C} \sim 720^\circ\text{C}$ 、水压为 $0.03 \sim 0.10\text{MPa}$ 、速度为 $20 \sim 55\text{mm}/\text{min}$ 的条件下将步骤三所得的合金熔液铸造成铝合金空心圆铸锭;

五、将步骤四得到的空心圆铸锭车皮、锯切成挤压坯料;

六、将步骤五得到的铝合金空心圆铸锭加热到 $465^\circ\text{C} \sim 475^\circ\text{C}$ 、保温 $20\text{h} \sim 25\text{h}$, 再空冷;

七、将步骤六得到的铝合金空心圆铸锭加热至 $390^\circ\text{C} \sim 430^\circ\text{C}$ 并保温 $0.5\text{h} \sim 1.5\text{h}$, 然后将铝合金空心圆铸锭放置在温度为 $380^\circ\text{C} \sim 450^\circ\text{C}$ 的挤压机的挤压筒内, 以 $0.5\text{m}/\text{min}$ 的挤压速度、25 的挤压比将铝合金空心圆铸锭挤压成管材半成品; 预拉伸变形量为 $1.5 \sim 2.5\%$;

八、将步骤七得到的挤压管材在温度为 $465^\circ\text{C} \sim 475^\circ\text{C}$ 、保温时间为 $0.5\text{h} \sim 1.5\text{h}$ 、转移时间 $< 30\text{s}$ 、冷却水的温度为 $< 35^\circ\text{C}$ 的条件下淬火;

九、将步骤八得到的管材在温度为 $110^\circ\text{C} \sim 130^\circ\text{C}$ 、保温时间为 $20\text{h} \sim 26\text{h}$ 条件下时效。

2. 根据权利要求 1 所述铝合金管材的制造方法, 其特征在于步骤二中所述的覆盖剂是 2 号熔剂, 按质量百分比由 $50\%\text{KCl}$ 和 $50\%\text{NaCl}$ 混合而成。

3. 根据权利要求 1 所述铝合金管材的制造方法, 其特征在于用下述方案代替步骤四所述方案: 将纯铝锭熔化后的熔体倒入结晶器中的底座上铺底, 然后在温度为 $690^\circ\text{C} \sim 720^\circ\text{C}$ 、水压为 $0.03 \sim 0.10\text{MPa}$ 、速度为 $20 \sim 55\text{mm}/\text{min}$ 的条件下将步骤三所得的合金熔液铸造成 $\phi 290\text{mm}$ 、长度为 3.5m 的铝合金圆铸锭, 再经过后期加工成为空心圆铸锭。

4. 根据权利要求 1 或 3 所述铝合金管材的制造方法, 其特征在于所述空心圆铸锭的外径及内径分别为 $\phi 262\text{mm}/\phi 120\text{mm}$, 长度为 $600 \sim 615\text{mm}$; 或者为 $\phi 162\text{mm}/\phi 130\text{mm}$ 、长度为 190mm 。

5. 根据权利要求 4 所述铝合金管材的制造方法, 其特征在于步骤五中, 将圆铸锭车皮、锯切成 $\phi 254\text{mm}/\phi 130\text{mm} \times 600\text{mm}$ 的挤压坯料。

6. 根据权利要求 5 所述铝合金管材的制造方法, 其特征在于步骤七中, 所述挤压机的挤压筒外径与内径分别为 $\phi 262\text{mm}/\phi 135\text{mm}$ 。

一种铝合金管材的制造方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种铝合金挤压管材的制造方法。

背景技术：

[0002] Al-8.5Zn-2.5Mg-2.2Cu 合金(属于 7xxx 系合金)具有比强度高、加工性能好、抗腐蚀性能较好等优点,被广泛应用于各种飞机的机身、蒙皮、机翼梁、桁条以及飞机和火箭中的高强度结构零件等的制造,是航空航天领域中不可缺少的重要结构材料。

[0003] 对于 7 系高强高韧铝合金,其铸造难度较其它铝合金要高,DC (Direct Chilling Casting) 铸造的发明大大推动了铝合金加工技术的发展。此后,除了采用铸轧和带式连铸生产薄板坯之外,几乎所有用于压力加工的铝合金锭坯,都采用 DC 铸造技术制备。

[0004] 铝合金的锭坯通常都采用立式 DC 铸造,为提高生产率,均采用多根连铸。但在铸造较大直径 $\phi 290\text{mm}$ 的圆铸锭,且其 Zn 含量较高时,容易产生炸裂、疏松、粗晶环等缺陷。

[0005] 现有的 7 系铝合金管材存在抗拉强度低、屈服强度低、延伸率低的问题,而目前没有哪一种方法能够显著提高 7 系铝合金管材的抗拉强度、屈服强度及延伸率。

发明内容：

[0006] 针对现有的 7 系铝合金管材存在抗拉强度低、屈服强度低、延伸率低的问题,本发明提供一种铝合金管材及其制造方法,可有效解决上述问题。

[0007] 所述目的是通过如下方案实现的：

[0008] 一种铝合金管材,按元素的质量百分比由 $\text{Si} \leq 0.12\%$, $\text{Fe} \leq 0.25\%$, $\text{Cu} : 2.0-2.6\%$, $\text{Mn} \leq 0.10\%$, $\text{Mg} : 2.3-3.0\%$, $\text{Cr} \leq 0.05\%$, $\text{Zn} : 8.0-9.0\%$, $\text{Ti} \leq 0.03\%$, $\text{Zr} : 0.10-0.20\%$, $\text{Be} : 0.0002-0.002\%$, 单个杂质 $\leq 0.05\%$, 合计杂质 $\leq 0.1\%$, 余量为 Al 制成,且 Fe 的质量百分比 $> \text{Si}$ 的质量百分比。

[0009] 优选方案为,按元素的质量百分比由 $\text{Si} \leq 0.12\%$, $\text{Fe} \leq 0.25\%$, $\text{Cu} : 2.1\%$, $\text{Mn} \leq 0.10\%$, $\text{Mg} : 2.9\%$, $\text{Cr} \leq 0.05\%$, $\text{Zn} : 8.5\%$, $\text{Ti} \leq 0.03\%$, $\text{Zr} : 0.15\%$, $\text{Be} : 0.0018\%$, 单个杂质 $\leq 0.05\%$, 合计杂质 $\leq 0.1\%$, 余量为 Al 制成,且 Fe 的质量百分比 $> \text{Si}$ 的质量百分比。

[0010] 优选方案为,按元素的质量百分比由 $\text{Si} \leq 0.12\%$, $\text{Fe} \leq 0.25\%$, $\text{Cu} : 2.5\%$, $\text{Mn} \leq 0.10\%$, $\text{Mg} : 2.4\%$, $\text{Cr} \leq 0.05\%$, $\text{Zn} : 8.2\%$, $\text{Ti} \leq 0.03\%$, $\text{Zr} : 0.18\%$, $\text{Be} : 0.0003\%$, 单个杂质 $\leq 0.05\%$, 合计杂质 $\leq 0.1\%$, 余量为 Al 制成,且 Fe 的质量百分比 $> \text{Si}$ 的质量百分比。

[0011] 优选方案为,按元素的质量百分比由 $\text{Si} \leq 0.12\%$, $\text{Fe} \leq 0.25\%$, $\text{Cu} : 2.3\%$, $\text{Mn} \leq 0.10\%$, $\text{Mg} : 2.6\%$, $\text{Cr} \leq 0.05\%$, $\text{Zn} : 8.8\%$, $\text{Ti} \leq 0.03\%$, $\text{Zr} : 0.11\%$, $\text{Be} : 0.001\%$, 单个杂质 $\leq 0.05\%$, 合计杂质 $\leq 0.1\%$, 余量为 Al 制成,且 Fe 的质量百分比 $> \text{Si}$ 的质量百分比。

[0012] 本发明同时提供一种铝合金管材的制造方法,依次包括以下步骤：

[0013] 一、按照元素质量百分比 $\text{Si} \leq 0.12\%$, $\text{Fe} \leq 0.25\%$, $\text{Cu} : 2.0-2.6\%$, $\text{Mn} \leq 0.10\%$, $\text{Mg} : 2.3-3.0\%$, $\text{Cr} \leq 0.05\%$, $\text{Zn} : 8.0-9.0\%$, $\text{Ti} \leq 0.03\%$, $\text{Zr} : 0.10-0.20\%$, $\text{Be} : 0.0002-0.002\%$, 单个杂质 $\leq 0.05\%$, 合计杂质 $\leq 0.1\%$, 其余为 Al, 且 Fe 的质量百分比 $> \text{Si}$ 的质量百分比进行配

料,将原材料加入到干燥的熔炼炉中,并加热;

[0014] 二、加热温度在 700℃~750℃的条件下熔炼 5~6h,然后按熔炼炉中金属质量的 0.5%~0.6% 加入覆盖剂,在 700℃~750℃的条件下继续熔炼使熔炼炉内的材料在 10h~14h 的时间内全部熔化,开启搅拌,然后用氩气与氯气的体积比为 31~33.5:1 的 Ar-Cl₂ 混合气体精炼,静置 30min,得到铝合金熔液;

[0015] 三、将铝钛硼晶粒细化剂置于流槽上端,将经步骤二得到的铝合金熔液依次经过 30ppi 和 50ppi 的陶瓷过滤片过滤后浇注至结晶器中,浇注的同时将铝钛硼晶粒细化剂以 430~460mm/min 的速度插入流槽中,使铝钛硼晶粒细化剂中的元素均匀熔入合金熔液中,铝钛硼细化剂与铝合金溶液重量比为 1:80~90;

[0016] 四、将纯铝锭熔化后的熔体倒入结晶器中的底座上铺底,然后在温度为 690℃~720℃、水压为 0.03~0.10MPa、速度为 20~55mm/min 的条件下将步骤三所得的合金熔液铸造成铝合金空心圆铸锭;

[0017] 所述步骤四的方案还可以用下述方案代替:将纯铝锭熔化后的熔体倒入结晶器中的底座上铺底,然后在温度为 690℃~720℃、水压为 0.03~0.10MPa、速度为 20~55mm/min 的条件下将步骤三所得的合金熔液铸造成 Φ 290mm、长度为 3.5m 的铝合金圆铸锭,再经过后期加工成为空心圆铸锭。

[0018] 五、将步骤四得到的空心圆铸锭车皮、锯切成挤压坯料;

[0019] 六、将步骤五得到的铝合金空心圆铸锭加热到 465℃~475℃、保温 20h~25h,再空冷;

[0020] 七、将步骤六得到的铝合金空心圆铸锭加热至 390℃~430℃并保温 0.5h~1.5h,然后将铝合金空心圆铸锭放置在温度为 380℃~450℃的挤压机的挤压筒内,以 0.5m/min 的挤压速度、25 的挤压比将铝合金空心圆铸锭挤压成管材半成品;预拉伸变形量为 1.5~2.5%;

[0021] 八、将步骤七得到的挤压管材在温度为 465℃~475℃、保温时间为 0.5h~1.5h、转移时间 < 30s、冷却水的温度为 < 35℃的条件下淬火;

[0022] 九、将步骤八得到的管材在温度为 110℃~130℃、保温时间为 20h~26h 条件下时效。

[0023] 步骤二中所述的覆盖剂是 2 号熔剂,按质量百分比由 50%KCl 和 50%NaCl 混合而成。

[0024] 所述空心圆铸锭的外径及内径分别为 Φ 262mm/ Φ 120mm,长度为 600~615mm;或者为 Φ 162mm/ Φ 130mm、长度为 190mm;

[0025] 步骤五中,将圆铸锭车皮、锯切成 Φ 254mm/ Φ 130mm \times 600mm 的挤压坯料。

[0026] 步骤七中,所述挤压机的挤压筒外径与内径分别为 Φ 262mm/ Φ 135mm。

[0027] 本发明的方法制造的铝合金管材,通过铝合金中元素含量比的严格控制和合理的热处理工艺制定,使铝合金管材的抗拉强度为 650MPa~690MPa、屈服强度为 600MPa~630MPa、延伸率 7.0~9.0%,本发明的方法使铝合金微观组织均匀、细化,并获得了良好的综合性能。

具体实施方式:

[0028] 下面详细阐述本发明优选的实施方式。

[0029] 实施例一：

[0030] 本实施例提供一种铝合金管材的制造方法，依次包括以下步骤：

[0031] 一、按元素的质量百分比由 $\text{Si} \leq 0.12\%$ ， $\text{Fe} \leq 0.25\%$ ， $\text{Cu} : 2.1\%$ ， $\text{Mn} \leq 0.10\%$ ， $\text{Mg} : 2.9\%$ ， $\text{Cr} \leq 0.05\%$ ， $\text{Zn} : 8.5\%$ ， $\text{Ti} \leq 0.03\%$ ， $\text{Zr} : 0.15\%$ ， $\text{Be} : 0.0018\%$ ，单个杂质 $\leq 0.05\%$ ，合计杂质 $\leq 0.1\%$ ，余量为 Al 制成，且 Fe 的质量百分比 $> \text{Si}$ 的质量百分比进行配料，将原材料加入到干燥的熔炼炉中，并加热；

[0032] 二、加热温度在 700°C 的条件下熔炼 5.5h，然后按熔炼炉中金属质量的 0.55% 加入 2 号熔剂，所述 2 号熔剂按质量百分比由 50%KCl 和 50%NaCl 混合而成。然后，在 700°C 的条件下继续熔炼使熔炼炉内的材料在 10h ~ 14h 的时间内全部熔化，开启搅拌，然后用氩气与氯气的体积比为 32 : 1 的 Ar-Cl₂ 混合气体精炼，静置 30min，得到铝合金熔液；

[0033] 三、将铝钛硼晶粒细化剂置于流槽上端，将经步骤二得到的铝合金熔液依次经过 30ppi 和 50ppi 的陶瓷过滤片过滤后浇注至结晶器中，浇注的同时将铝钛硼晶粒细化剂以 450mm/min 的速度插入流槽中，使铝钛硼晶粒细化剂中的元素均匀熔入合金熔液中，铝钛硼细化剂与铝合金溶液重量比为 1:80 ~ 90；

[0034] 四、将纯铝锭熔化后的熔体倒入结晶器中的底座上铺底，然后在温度为 710°C 、水压为 0.05MPa、速度为 35mm/min 的条件下将步骤三所得的合金熔液铸造成 $\phi 262\text{mm}/\phi 120\text{mm}$ ，长度为 600-615mm 的铝合金空心圆铸锭；

[0035] 五、将步骤四得到的空心圆铸锭车皮、锯切成 $\phi 254\text{mm}/\phi 130\text{mm} \times 600\text{mm}$ 的挤压坯料；

[0036] 六、将步骤五得到的铝合金空心圆铸锭加热到 470°C 、保温 20h，再空冷；

[0037] 七、将步骤六得到的铝合金空心圆铸锭加热至 390°C 并保温 0.5h，然后将铝合金空心圆铸锭放置在温度为 380°C 的 $\phi 262\text{mm}/\phi 135\text{mm}$ 的挤压机的挤压筒内，以 0.5m/min 的挤压速度、25 的挤压比将铝合金空心圆铸锭挤压成管材半成品；预拉伸变形量为 1.5-2.5%；

[0038] 八、将步骤七得到的挤压管材在温度为 465°C 、保温时间为 1.5h、转移时间 $< 30\text{s}$ 、冷却水的温度为 $< 35^\circ\text{C}$ 的条件下淬火；

[0039] 九、将步骤八得到的管材在温度为 110°C 、保温时间为 20h 条件下时效。

[0040] 实验证明，用本实施例所述方法得到的铝合金管材的抗拉强度为 655MPa、屈服强度为 625MPa、延伸率 8.0%。

[0041] 实施例二：

[0042] 本实施例提供一种铝合金管材的制造方法，依次包括以下步骤：

[0043] 一、按元素的质量百分比由 $\text{Si} \leq 0.12\%$ ， $\text{Fe} \leq 0.25\%$ ， $\text{Cu} : 2.5\%$ ， $\text{Mn} \leq 0.10\%$ ， $\text{Mg} : 2.4\%$ ， $\text{Cr} \leq 0.05\%$ ， $\text{Zn} : 8.2\%$ ， $\text{Ti} \leq 0.03\%$ ， $\text{Zr} : 0.18\%$ ， $\text{Be} : 0.0003\%$ ，单个杂质 $\leq 0.05\%$ ，合计杂质 $\leq 0.1\%$ ，余量为 Al 制成，且 Fe 的质量百分比 $> \text{Si}$ 的质量百分比进行配料，将原材料加入到干燥的熔炼炉中，并加热；

[0044] 二、加热温度在 730°C 的条件下熔炼 6h，然后按熔炼炉中金属质量的 0.5% 加入 2 号熔剂，所述 2 号熔剂按质量百分比由 50%KCl 和 50%NaCl 混合而成。然后，在 730°C 的条件下继续熔炼使熔炼炉内的材料在 10h ~ 14h 的时间内全部熔化，开启搅拌，然后用氩气与氯

气的体积比为 31 : 1 的 Ar-Cl₂ 混合气体精炼, 静置 30min, 得到铝合金熔液;

[0045] 三、将铝钛硼晶粒细化剂置于流槽上端, 将经步骤二得到的铝合金熔液依次经过 30ppi 和 50ppi 的陶瓷过滤片过滤后浇注至结晶器中, 浇注的同时将铝钛硼晶粒细化剂以 430mm/min 的速度插入流槽中, 使铝钛硼晶粒细化剂中的元素均匀熔入合金熔液中, 铝钛硼细化剂与铝合金溶液重量比为 1:80 ~ 90;

[0046] 四、将纯铝锭熔化后的熔体倒入结晶器中的底座上铺底, 然后在温度为 690℃、水压为 0.03MPa、速度为 20mm/min 的条件下将步骤三所得的合金熔液铸造成 ϕ 262mm/ ϕ 120mm、长度为 600 ~ 615mm 的铝合金空心圆铸锭;

[0047] 五、将步骤四得到的空心圆铸锭车皮、锯切成 ϕ 254mm/ ϕ 130mm \times 600mm 的挤压坯料;

[0048] 六、将步骤五得到的铝合金空心圆铸锭加热到 475℃、保温 20h ~ 25h, 再空冷;

[0049] 七、将步骤六得到的铝合金空心圆铸锭加热至 415℃ 并保温 1.5h, 然后将铝合金空心圆铸锭放置在温度为 415℃ 的 ϕ 262mm/ ϕ 135mm 的挤压机的挤压筒内, 以 0.5m/min 的挤压速度、25 的挤压比将铝合金空心圆铸锭挤压成管材半成品; 预拉伸变形量为 1.5-2.5%;

[0050] 八、将步骤七得到的挤压管材在温度为 475℃、保温时间为 0.5h、转移时间 < 30s、冷却水的温度为 < 35℃ 的条件下淬火;

[0051] 九、将步骤八得到的管材在温度为 130℃、保温时间为 26h 条件下时效。

[0052] 实验证明, 用本实施例所述方法得到的铝合金管材的抗拉强度为 690MPa、屈服强度为 640MPa、延伸率 8.8%。

[0053] 实施例三:

[0054] 本实施例提供一种铝合金管材的制造方法, 依次包括以下步骤:

[0055] 一、按元素的质量百分比由 Si \leq 0.12%, Fe \leq 0.25%, Cu :2.3%, Mn \leq 0.10%, Mg :2.6%, Cr \leq 0.05%, Zn :8.8%, Ti \leq 0.03%, Zr :0.11%, Be :0.001%, 单个杂质 \leq 0.05%, 合计杂质 \leq 0.1%, 余量为 Al 制成, 且 Fe 的质量百分比 > Si 的质量百分比进行配料, 将原材料加入到干燥的熔炼炉中, 并加热;

[0056] 二、加热温度在 750℃ 的条件下熔炼 5h, 然后按熔炼炉中金属质量的 0.6% 加入 2 号熔剂, 所述 2 号熔剂按质量百分比由 50%KCl 和 50%NaCl 混合而成。然后, 在 750℃ 的条件下继续熔炼使熔炼炉内的材料在 10h ~ 14h 的时间内全部熔化, 开启搅拌, 然后用氩气与氯气的体积比为 33.5 : 1 的 Ar-Cl₂ 混合气体精炼, 静置 30min, 得到铝合金熔液;

[0057] 三、将铝钛硼晶粒细化剂置于流槽上端, 将经步骤二得到的铝合金熔液依次经过 30ppi 和 50ppi 的陶瓷过滤片过滤后浇注至结晶器中, 浇注的同时将铝钛硼晶粒细化剂以 460mm/min 的速度插入流槽中, 使铝钛硼晶粒细化剂中的元素均匀熔入合金熔液中, 铝钛硼细化剂与铝合金溶液重量比为 1:80 ~ 90;

[0058] 四、将纯铝锭熔化后的熔体倒入结晶器中的底座上铺底, 然后在温度为 720℃、水压为 0.10MPa、速度为 55mm/min 的条件下将步骤三所得的合金熔液铸造成 ϕ 262mm/ ϕ 120mm、长度为 600 ~ 615mm 的铝合金空心圆铸锭;

[0059] 五、将步骤四得到的空心圆铸锭车皮、锯切成 ϕ 254mm/ ϕ 130mm \times 600mm 的挤压坯料;

- [0060] 六、将步骤五得到的铝合金空心圆铸锭加热到 465℃保温 22h,再空冷;
- [0061] 七、将步骤六得到的铝合金空心圆铸锭加热至 430℃并保温 1h,然后将铝合金空心圆铸锭放置在温度为 450℃的 $\phi 262\text{mm}/\phi 135\text{mm}$ 的挤压机的挤压筒内,以 0.5m/min 的挤压速度、25 的挤压比将铝合金空心圆铸锭挤压成管材半成品;预拉伸变形量为 1.5 ~ 2.5%;
- [0062] 八、将步骤七得到的挤压管材在温度为 470℃、保温时间为 1h、转移时间 < 30s、冷却水的温度为 < 35℃的条件下淬火;
- [0063] 九、将步骤八得到的管材在温度为 120℃、保温时间为 23h 条件下时效。
- [0064] 实验证明,用本实施例所述方法得到的铝合金管材的抗拉强度为 678MPa、屈服强度为 630MPa、延伸率 9.0%。
- [0065] 实施例四:
- [0066] 本实施例与实施例三的区别点只在于,用下述方案代替步骤四所述方案:将纯铝锭熔化后的熔体倒入结晶器中的底座上铺底,然后在温度为 690℃~720℃、水压为 0.03 ~ 0.10MPa、速度为 20 ~ 55mm/min 的条件下将步骤三所得的合金熔液铸造成 $\phi 290\text{mm}$ 、长度为 3.5m 的铝合金圆铸锭,再经过后期加工成为空心圆铸锭。后期加工工序为钻孔→粗车外皮→镗孔→精车内孔→精车外皮。
- [0067] 实验证明,用本实施例所述方法得到的铝合金管材的抗拉强度为 678MPa、屈服强度为 635MPa、延伸率 9.0%。
- [0068] 上述实施方式只是对本专利的示例性说明而并不限定它的保护范围,本领域人员还可以对其进行局部改变,只要是没有超出本专利的精神实质,都示为对本专利的等同替换,都在本专利的保护范围之内。