



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113182379 A

(43) 申请公布日 2021.07.30

(21) 申请号 202110744170.0

(22) 申请日 2021.07.01

(71) 申请人 中国航发北京航空材料研究院  
地址 100089 北京市海淀区温泉镇环山村

(72) 发明人 臧金鑫 何维维 戴圣龙 伊琳娜  
王亮

(74) 专利代理机构 北京观韬中茂律师事务所  
11553

代理人 郝政宇

(51) Int. Cl.

B21C 37/02 (2006.01)

G22F 1/04 (2006.01)

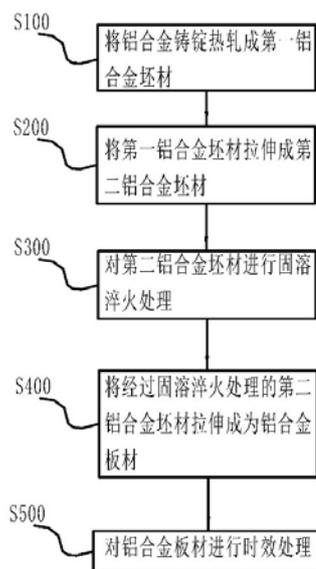
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种铝合金板材的制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种铝合金板材的制备方法，用以将铝合金铸锭制作成铝合金板材，包括步骤：S100、将铝合金铸锭热轧成第一铝合金坯材；S200、将第一铝合金坯材拉伸成第二铝合金坯材；S300、对第二铝合金坯材进行固溶淬火处理；S400、将经过固溶淬火处理的第二铝合金坯材拉伸成为铝合金板材。本发明具有能够提高板形的控制效果，降低不平度，同时还能够使铝合金板材的内部残余应力更加均匀的优点。



1. 一种铝合金板材的制备方法,用以将铝合金铸锭制作成所述铝合金板材,其特征在于:

包括步骤:

S100、将所述铝合金铸锭热轧成第一铝合金坯材;

S200、将所述第一铝合金坯材拉伸成第二铝合金坯材;

S300、对所述第二铝合金坯材进行固溶淬火处理;

S400、将经过固溶淬火处理的所述第二铝合金坯材拉伸成为所述铝合金板材。

2. 根据权利要求1所述的铝合金板材的制备方法,其特征在于:

步骤S400中形成的所述铝合金板材的厚度为D;

在步骤S100中形成的所述第一铝合金坯材的厚度为D1,其中 $3\% \leq (D1-D)/D \leq 8\%$ 。

3. 根据权利要求2所述的铝合金板材的制备方法,其特征在于:

设在步骤S200中对所述第一铝合金坯材进行拉伸的方向为预拉伸方向;

在沿所述预拉伸方向上,所述第一铝合金坯材的长度为L1,所述第二铝合金坯材的长度为L2,其中 $2\% \leq (L2-L1)/L1 \leq 4\%$ 。

4. 根据权利要求3所述的铝合金板材的制备方法,其特征在于:

在步骤S200中,通过N1次拉伸将所述第一铝合金坯材拉伸成第二铝合金坯材,其中 $1 \leq N1 \leq 3$ 。

5. 根据权利要求1的铝合金板材的制备方法,其特征在于:

在步骤S300中包括步骤:

S310、将所述第二铝合金坯材装入加热设备中进行固溶处理;

S320、对进行固溶处理后的所述第二铝合金坯材进行淬火。

6. 根据权利要求5的铝合金板材的制备方法,其特征在于:

在步骤S320中,在加热设备中对进行固溶处理后的所述第二铝合金坯材进行喷淋淬火。

7. 根据权利要求1至6任意一项所述的铝合金板材的制备方法,其特征在于:

在步骤S400之后包括步骤:

S500、对所述铝合金板材进行时效处理。

## 一种铝合金板材的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及铝合金加工技术领域,特别涉及一种铝合金板材的制备方法。

### 背景技术

[0002] 铝合金具有密度低、比强度高、综合性能好、易加工、成本低等一系列优点,长期以来一直是飞机机体的主要结构材料,随着飞机尺寸的增加及减重要求,机身/机翼蒙皮等部位对铝合金板材尺寸的要求也越来越大,通常所述需要的板材厚度为12mm至30mm之间,宽度达到3000mm以上。目前对这种中厚度宽板形的铝合金板的加工方式,大多采用对铝合金铸锭进行热轧后直接进行固溶处理,然后再进行预拉伸的方式实现的,采用这样的方式存在不平度高、内部残余应力不均匀的缺点。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种铝合金板材的制备方法,能够提高板形的控制效果,降低不平度,同时还能够使铝合金板材的内部残余应力更加均匀。

[0004] 为实现上述目的,本发明所采用的技术方案是:

一种铝合金板材的制备方法,用以将铝合金铸锭制作成所述铝合金板材,包括步骤:

S100、将所述铝合金铸锭热轧成第一铝合金坯材;

S200、将所述第一铝合金坯材拉伸成第二铝合金坯材;

S300、对所述第二铝合金坯材进行固溶淬火处理;

S400、将经过固溶淬火处理的所述第二铝合金坯材拉伸成为所述铝合金板材。

[0005] 较优地,步骤S400中形成的所述铝合金板材的厚度为D;

在步骤S100中形成的所述第一铝合金坯材的厚度为D1,其中 $3\% \leq (D1-D)/D \leq 8\%$ 。

[0006] 较优地,设在步骤S200中对所述第一铝合金坯材进行拉伸的方向为预拉伸方向;

在沿所述预拉伸方向上,所述第一铝合金坯材的长度为L1,所述第二铝合金坯材的长度为L2,其中 $2\% \leq (L2-L1)/L1 \leq 4\%$ 。

[0007] 较优地,在步骤S200中,通过N1次拉伸将所述第一铝合金坯材拉伸成第二铝合金坯材,其中 $1 \leq N1 \leq 3$ 。

[0008] 较优地,在步骤S300中包括步骤:

S310、将所述第二铝合金坯材装入加热设备中进行固溶处理;

S320、对进行固溶处理后的所述第二铝合金坯材进行淬火。

[0009] 较优地,在步骤S320中,在加热设备中对进行固溶处理后的所述第二铝合金坯材进行喷淋淬火。

[0010] 较优地,在步骤S400之后包括步骤:

S500、对所述铝合金板材进行时效处理。

[0011] 本发明的铝合金板材的制备方法通过采用S100、将所述铝合金铸锭热轧成第一铝合金坯材；S200、将所述第一铝合金坯材拉伸成第二铝合金坯材；S300、对所述第二铝合金坯材进行固溶淬火处理；S400、将经过固溶淬火处理的所述第二铝合金坯材拉伸成为所述铝合金板材的技术方案，能够提高板形的控制效果，降低不平度，同时还能够使铝合金板材的内部残余应力更加均匀。

### 附图说明

[0012] 图1为本发明的铝合金板材的制备方法流程图。

[0013] 图2为图1中S300的流程图。

[0014] 图3为图1中S500的流程图。

### 具体实施方式

[0015] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例对本发明的铝合金板材的制备方法进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0016] 如图1所示，一种铝合金板材的制备方法，用以将铝合金铸锭制作成铝合金板材，包括步骤：S100、将铝合金铸锭热轧成第一铝合金坯材，S200、将第一铝合金坯材拉伸成第二铝合金坯材，S300、对第二铝合金坯材进行固溶淬火处理，S400、将经过固溶淬火处理的第二铝合金坯材拉伸成为铝合金板材。通过在步骤S300前增加步骤S200，不仅能够有效改善所述铝合金板材的板型，而且通过在步骤S400中对固溶后的第二铝合金坯材进行拉伸，能够对第二铝合金坯材内的残余应力进行消除，即减小了所述形成的铝合金板材内的残余应力，同时也使其内部残余应力更加均匀。

[0017] 具体地，步骤S400中形成的铝合金板材的厚度为D，在步骤S100中形成的第一铝合金坯材的厚度为D1，其中 $3\% \leq (D1-D)/D \leq 8\%$ 。

[0018] 在实际操作中，设在步骤S200中对第一铝合金坯材进行拉伸的方向为预拉伸方向，在沿预拉伸方向上，第一铝合金坯材的长度为L1，第二铝合金坯材的长度为L2，其中 $2\% \leq (L2-L1)/L1 \leq 4\%$ 。需要说明的是，在步骤S200中，通过N1次拉伸将第一铝合金坯材拉伸成第二铝合金坯材，其中 $1 \leq N1 \leq 3$ 。在步骤S400中对经过固溶淬火处理的第二铝合金坯材进行拉伸的次数为N2次，其中 $N2 \geq 1$ 。

[0019] 进一步地，如图2所示，在步骤S300中包括步骤：S310、将第二铝合金坯材装入加热设备中进行固溶处理，S320、对进行固溶处理后的第二铝合金坯材进行淬火。

[0020] 其中，在步骤S310中，对第二铝合金坯材进行固溶处理的温度控制在470℃至490℃，保温时间为1.5小时至2.5小时。在实际操作中在步骤S320中，在加热设备中对进行固溶处理后的第二铝合金坯材进行喷淋淬火，但并不仅限于此。

[0021] 作为一种可实施方式，如图1所示，在步骤S400之后包括步骤：S500、对铝合金板材进行时效处理。具体地，如图3所示，在步骤S500中包括步骤：S510、对铝合金板材进行一级时效处理，S520、对铝合金板材进行二级时效处理。

[0022] 其中，在步骤S510中对铝合金板材进行一级时效处理的温度可以控制为120℃至125℃，保温时间为4小时至7小时；

和/或,在步骤S520中对铝合金板材进行二级时效处理的温度可以控制为160℃至165℃,保温时间为10小时至30小时。

[0023] 需要说明的是在步骤S500中,也可以对铝合金板材采用自然时效的方式,也就是说让铝合金板材在室温下自然冷却。

[0024] 为验证本发明的铝合金板材的制备方法的效果,发明人分别对成分为7475-T7351、7050-T7651和2024-T351的铝合金进行测试:

#### 一、7475-T7351

制作的铝合金板材的目标厚度D为17mm,宽度为3100mm。在步骤S100中将浇铸得到的半连续铝合金铸锭铣面后验证成为第一铝合金坯材,第一铝合金板材的厚度D1=17.8mm(即 $(D1-D)/D=5\%$ )。在步骤S200中通过两次拉伸(即N1=2)将第一铝合金坯材拉伸成第二铝合金坯材,在步骤S200中对第一铝合金坯材进行拉伸的方向为预拉伸方向,在沿预拉伸方向上,第一铝合金坯材的长度为L1,第二铝合金坯材的长度为L2,其中 $(L2-L1)/L1=3\%$ ,此时获得的第二铝合金坯材的厚度为17.3mm。在步骤S300中通过辊底式淬火炉对第二铝合金坯材固溶淬火处理,也就是说在步骤S310中将第二铝合金坯材装入辊底式淬火炉中进行固溶处理,其中对第二铝合金坯材进行固溶处理的温度控制480℃,保温时间为2小时。在步骤S320中采用在辊底式淬火炉中对进行固溶处理后的第二铝合金坯材进行喷淋淬火。在步骤S400中对第二铝合金坯材进行拉伸(即去应力拉伸)拉伸次数可以试一次或者一次以上,拉伸时可以使第二铝合金坯材在拉伸方向的长度延伸量1.7%,已得到厚度D为17mm的铝合金板材。在步骤S500中采用双级时效的方式对铝合金板材进行时效处理。其中在在步骤S510中对铝合金板材进行一级时效处理的温度可以控制为121℃,保温时间为6小时,在步骤S520中对铝合金板材进行二级时效处理的温度可以控制为163℃,保温时间为28小时。经过测量获得铝合金板材的横向不平度为1mm/m,在铝合金板材宽度中心、边缘,取4个位置,采用小孔法测量残余应力,各点之间的残余应力之间的最大差值小于30MPa。而采用现有技术制作的同样材质和规格的铝合金板材横向不平度为18mm/m,各点之间的残余应力之间的最大差值小于180MPa。

#### [0025] 二、7050-T7651

制作的铝合金板材的目标厚度D为12mm,宽度为3500mm。在步骤S100中将浇铸得到的半连续铝合金铸锭铣面后验证成为第一铝合金坯材,第一铝合金板材的厚度D1=12.8mm(即 $(D1-D)/D=7\%$ )。在步骤S200中通过三次拉伸(即N1=3)将第一铝合金坯材拉伸成第二铝合金坯材,在步骤S200中对第一铝合金坯材进行拉伸的方向为预拉伸方向,在沿预拉伸方向上,第一铝合金坯材的长度为L1,第二铝合金坯材的长度为L2,其中 $(L2-L1)/L1=4\%$ ,此时获得的第二铝合金坯材的厚度为12.3mm。在步骤S300中通过辊底式淬火炉对第二铝合金坯材固溶淬火处理,也就是说在步骤S310中将第二铝合金坯材装入辊底式淬火炉中进行固溶处理,其中对第二铝合金坯材进行固溶处理的温度控制475℃,保温时间为2小时。在步骤S320中采用在辊底式淬火炉中对进行固溶处理后的第二铝合金坯材进行喷淋淬火。在步骤S400中对第二铝合金坯材进行拉伸(即去应力拉伸),拉伸时可以使第二铝合金坯材在拉伸方向的长度延伸量2.4%,以得到厚度D为12mm的铝合金板材。在步骤S500中采用双级时效的方式对铝合金板材进行时效处理。其中在在步骤S510中对铝合金板材进行一级时效处理的温度可以控制为121℃,保温时间为4小时,在步骤S520中对铝合金板材进行二级时效处

理的温度可以控制为163℃,保温时间为14小时。经过测量获得铝合金板材的横向不平度为2mm/m,在铝合金板材宽度中心、边缘,取4个位置,采用小孔法测量残余应力,各点之间的残余应力之间的最大差值小于25MPa。而采用现有技术制作的同样材质和规格的铝合金板材横向不平度为25mm/m,各点之间的残余应力之间的最大差值小于130MPa。

### [0026] 三、2024-T351

制作的铝合金板材的目标厚度D为30mm,宽度为3600mm。在步骤S100中将浇铸得到的半连续铝合金铸锭铣面后验证成为第一铝合金坯材,第一铝合金板材的厚度D1=30.9mm(即 $(D1-D)/D=3\%$ )。在步骤S200中通过一次拉伸(即N1=1)将第一铝合金坯材拉伸成第二铝合金坯材,在步骤S200中对第一铝合金坯材进行拉伸的方向为预拉伸方向,在沿预拉伸方向上,第一铝合金坯材的长度为L1,第二铝合金坯材的长度为L2,其中 $(L2-L1)/L1=1\%$ ,此时获得的第二铝合金坯材的厚度为30.6mm。在步骤S300中通过辊底式淬火炉对第二铝合金坯材固溶淬火处理,也就是说在步骤S310中将第二铝合金坯材装入辊底式淬火炉中进行固溶处理,其中对第二铝合金坯材进行固溶处理的温度控制490℃,保温时间为2小时。在步骤S320中采用在辊底式淬火炉中对进行固溶处理后的第二铝合金坯材进行喷淋淬火。在步骤S400中对第二铝合金坯材进行拉伸(即去应力拉伸),拉伸时可以使第二铝合金坯材在拉伸方向的长度延伸量2%,以得到厚度D为30mm的铝合金板材。在步骤S500中对铝合金板材采用自然时效的方式,也就是说让铝合金板材在室温下自然冷却,其中冷却时间为96小时。经过测量获得铝合金板材的横向不平度为1mm/m,在铝合金板材宽度中心、边缘,取4个位置,采用小孔法测量残余应力,各点之间的残余应力之间的最大差值小于16MPa。而采用现有技术制作的同样材质和规格的铝合金板材横向不平度为12mm/m,各点之间的残余应力之间的最大差值小于100MPa。

[0027] 以上实施例可以证明,本发明具有能够提高板形的控制效果,降低不平度,同时还能够使铝合金板材的内部残余应力更加均匀的优点。

[0028] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

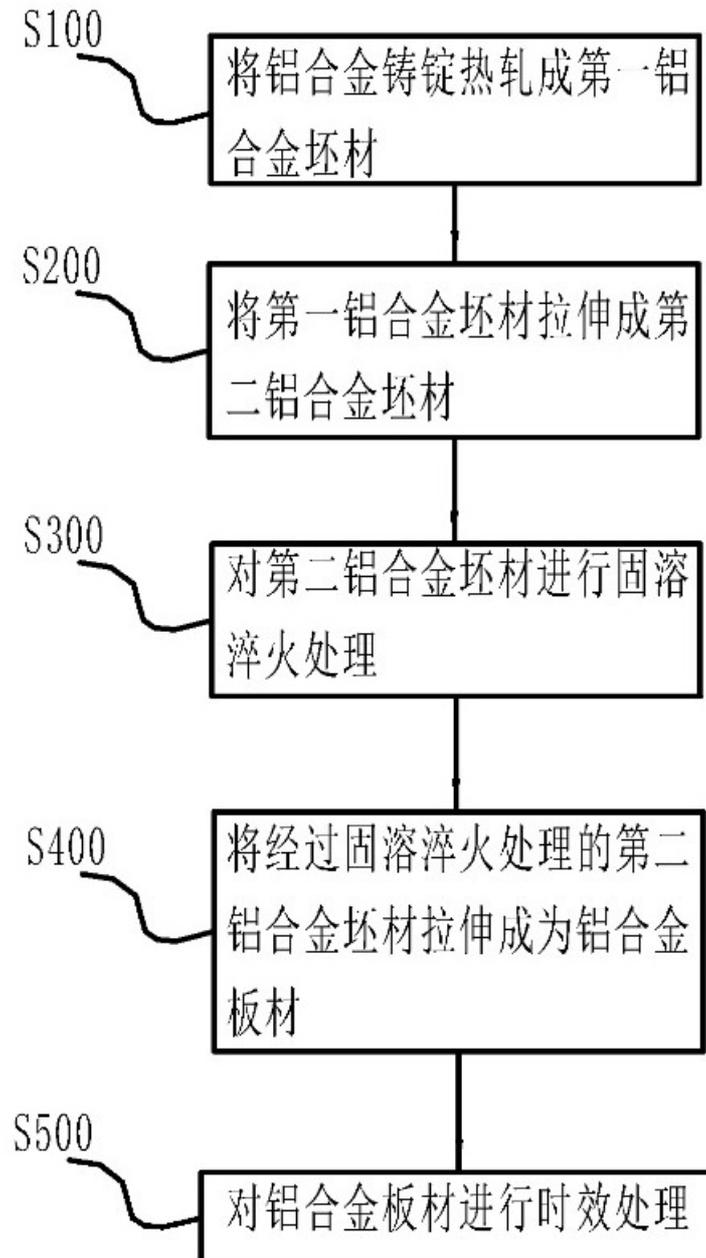


图1

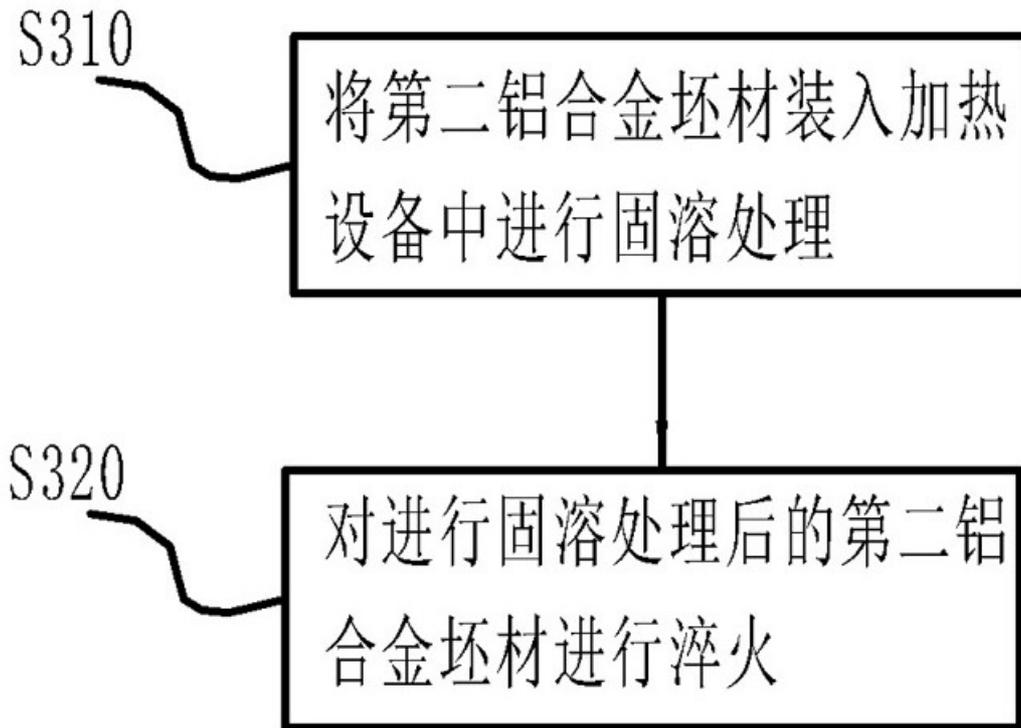


图2

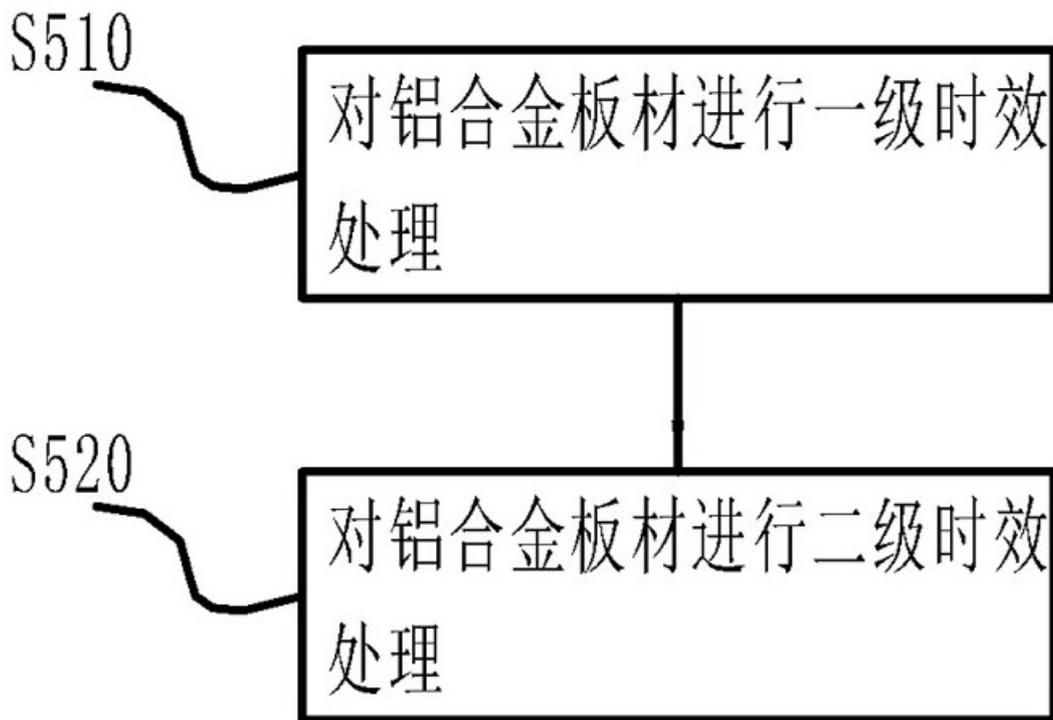


图3