



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101462123 B

(45) 授权公告日 2011.05.11

(21) 申请号 200910076281.8

(22) 申请日 2009.01.09

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市 100084 信箱 82 分箱清
华大学专利办公室

(72) 发明人 李培杰 赵虎 何良菊

(51) Int. Cl.

B21B 1/46 (2006.01)

B21B 1/22 (2006.01)

B21B 37/74 (2006.01)

B21B 37/58 (2006.01)

C21D 1/26 (2006.01)

C21D 9/46 (2006.01)

C21D 11/00 (2006.01)

审查员 李晓辉

权利要求书 1 页 说明书 3 页

(54) 发明名称

一种高性能镁合金薄板的制备方法

(57) 摘要

一种高性能镁合金薄板的制备方法属于镁合金制备技术领域。本发明的特征在于,首先熔炼出符合成分要求的镁合金熔体,然后采用双辊铸轧机生产铸轧板坯;将铸轧板坯加热到设定温度进行热轧,在热轧过程中配合中间退火,使板材发生完全再结晶,消除加工硬化;之后将热轧板温轧至所要求的厚度,并对镁合金薄板进行最终退火,获得晶粒细小均匀的高性能镁合金薄板。制备得到的镁合金薄板具有较高的抗拉强度、屈服强度和延伸率。

1. 一种高性能镁合金薄板的制备方法,其特征在于,依次含有以下步骤:

1) 铸轧

1.1) 合金熔炼:按设定成分进行配料,在保护气氛下加热到熔化温度,强烈搅拌之后,进行除氢处理,使熔体洁净并分布均匀;

1.2) 高温铸轧:在铸轧温度 $670 \sim 740^{\circ}\text{C}$ 下,将上述熔体精炼;将铸辊预热到 $140 \sim 240^{\circ}\text{C}$,调节铸轧速率为 $2 \sim 10\text{m}/\text{min}$,进行铸轧,得到铸坯;在铸轧机出口设置风冷装置,对刚刚凝固后的高温铸轧板坯进行风冷淬火,使板坯部分固溶;

2) 均匀化退火:退火温度为 $450 \sim 500^{\circ}\text{C}$,退火时间为 $60 \sim 180\text{h}$;

3) 热轧:将铸轧坯加热到 $440 \sim 500^{\circ}\text{C}$,轧辊加热到 $150 \sim 240^{\circ}\text{C}$,进行热轧,道次压下量控制在 $15 \sim 30\%$;轧制 1 或 2 道次后进行一次中间退火,中间退火温度 $250 \sim 400^{\circ}\text{C}$,退火时间 $30\text{min} \sim 90\text{min}$;

4) 温轧:将热轧后的板坯加热到 $240 \sim 300^{\circ}\text{C}$,轧辊加热到 $100 \sim 160^{\circ}\text{C}$,进行温轧,道次压下量控制在 $5 \sim 10\%$,轧制 1 或 2 道次后进行一次中间退火,中间退火温度 $250 \sim 350^{\circ}\text{C}$,退火时间 $30\text{min} \sim 90\text{min}$;

5) 最终退火:退火温度 $200 \sim 350^{\circ}\text{C}$,退火时间为 $60 \sim 120\text{min}$ 。

2. 如权利要求 1 所述的高性能镁合金薄板的制备方法,其特征在于,采用的铸轧机是双辊铸轧机。

3. 如权利要求 1 所述的高性能镁合金薄板的制备方法,其特征在于,第 1.1) 步中所述的保护气氛是 SF_6 和 N_2 的混合气体。

一种高性能镁合金薄板的制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于镁合金制备技术领域。

背景技术

[0002] 镁合金在汽车、航空、航天、电子和体育用品等行业具有广泛的应用前景。而目前镁合金的应用仅集中在铸造镁合金,尤其适合压铸镁合金,变形镁合金的应用有待进一步开发。板材是金属使用最广泛的材料,传统金属结构材料中板材占金属总量的 60% 以上。而目前镁合金中板材还不到总产品的 2%,因此,镁合金板材,尤其是薄板,发展空间极大。

[0003] 镁的密排六方结构决定了其室温塑性变形能力较差,常规的轧制工艺无法满足生产高性能镁合金板材的要求。铸轧工艺是将铸造和轧制工艺相结合的一种短流程、高效的板材生产工艺。采用铸轧工艺可直接生产出厚度小于 6mm 且性能优异的铸轧板。但采用铸轧工艺生产镁合金板材,尤其是薄板,技术环节较多,难度较大,开发合理的生产工艺和方法十分必要。主要技术难点是镁合金熔体的保护、凝固过程的受力、变形温度和压下量的控制。专利检索结果表明,目前关于镁合金铸轧板的专利主要集中在铸轧设备和铸轧工艺的开发,未检索到关于铸轧板坯、热轧、温轧和退火整个工艺流程的优化配置的专利。

发明内容

[0004] 本发明通过充分发挥铸轧板坯优异的组织性能,综合优化后续热轧、温轧和退火工艺,开发出了一种生产 0.8 ~ 2mm 厚,600mm 宽的镁合金薄板的生产工艺。本发明生产的铸轧板晶粒尺寸约为 4 ~ 7 μm ,抗拉强度大于 280MPa,屈服强度大于 190MPa,延伸率大于 20%,可以实现规模化工业生产。

[0005] 本发明首先熔炼出符合成分要求的镁合金熔体,之后采用双辊铸轧机生产铸轧板坯。将铸轧板坯加热到设定温度进行热轧,在热轧过程中配合合理的中间退火,使板材发生完全再结晶,消除加工硬化。之后将热轧板温轧至所要求的厚度。最后对镁合金薄板进行最终退火,获得晶粒细小均匀的高性能镁合金薄板。

[0006] 本发明的特征在于:依次含有以下步骤:

[0007] 1) 铸轧

[0008] 1.1) 合金熔炼:按设定成分进行配料,在保护气氛下加热到熔化温度,强烈搅拌之后,进行除氢处理,使熔体洁净并分布均匀;

[0009] 1.2) 高温铸轧:在铸轧温度 670 ~ 740 $^{\circ}\text{C}$ 下,将上述熔体精炼;将铸辊预热到 140 ~ 240 $^{\circ}\text{C}$,调节铸轧速率为 2 ~ 10m/min,进行铸轧,得到铸坯;在铸轧机出口设置风冷装置,对刚刚凝固后的高温铸轧板坯进行风冷淬火,使板坯部分固溶;

[0010] 2) 均匀化退火:退火温度为 450 ~ 500 $^{\circ}\text{C}$,退火时间为 60 ~ 180h;

[0011] 3) 热轧:将铸轧坯加热到 440 ~ 500 $^{\circ}\text{C}$,轧辊加热到 150 ~ 240 $^{\circ}\text{C}$,进行热轧,道次压下量控制在 15 ~ 30%;轧制 1 或 2 道次后进行一次中间退火,中间退火温度 250 ~ 400 $^{\circ}\text{C}$,退火时间 30min ~ 90min;

[0012] 4) 温轧 :将热轧后的板坯加热到 240 ~ 300℃, 轧辊加热到 100 ~ 160℃, 进行温轧, 道次压下量控制在 5 ~ 10%, 轧制 1 或 2 道次后进行一次中间退火, 中间退火温度 250 ~ 350℃, 退火时间 30min ~ 90min ;

[0013] 5) 最终退火 :退火温度 200 ~ 350℃, 退火时间为 60 ~ 120min。

[0014] 采用的铸轧机是双辊铸轧机。

[0015] 第 1. 1) 步中所述的保护气氛是 SF₆ 和 N₂ 的混合气体。

[0016] 首先熔炼出符合成分要求的镁合金熔体, 之后采用双辊铸轧机生产铸轧板坯。将铸轧板坯加热到设定温度进行热轧, 在热轧过程中配合合理的中间退火, 使板材发生完全再结晶, 消除加工硬化。之后将热轧板温轧至所要求的厚度。最后对镁合金薄板进行最终退火, 获得晶粒细小均匀的高性能镁合金薄板。

[0017] 实验证明, 本发明制备得到的美合金薄板晶粒细小均匀, 具有较高的抗拉强度、屈服强度和延伸率。

[0018] 具体实施方式

[0019] 按照如下镁合金薄板的合金成分为进行配比 :

[0020] 2. 5% ~ 3. 5% Al, 0. 6% ~ 1. 4% Zn, Fe ≤ 0. 005%, Si ≤ 0. 08%, Cu ≤ 0. 01%, Ni ≤ 0. 001, Ca ≤ 0. 04%, 其余为 Mg。

[0021] 生产工艺为 :

[0022] 1) 铸轧工艺

[0023] 1. 1) 合金熔炼 :

[0024] 按设定成分进行配料, 之后在 SF₆+N₂ 保护气氛下从室温加热到 640 ~ 660℃, 使配料熔化。升温至 700 ~ 720℃, 加入中间合金, 强烈搅拌, 使添加合金分散均匀, 保温 25-30min。升温至 720 ~ 750℃, 往熔体内通入氩气 10 ~ 15min, 进行除氢处理, 同时持续搅拌至熔体较为均匀。

[0025] 1. 2) 高温铸轧 :

[0026] 将温度回降到铸轧温度 670 ~ 740℃, 精炼 20 ~ 30min。将双辊铸轧机的铸辊预热到 140 ~ 240℃, 调节铸轧速率为 2 ~ 10m/min, 进行铸轧, 得到铸坯厚度为 6mm。在铸轧机板坯出口设置帘幕式风冷装置, 对刚刚凝固后离开铸轧辊的高温铸轧板坯进行风冷淬火, 使板坯部分固溶。

[0027] 2) 均匀化退火

[0028] 热轧之前, 对铸轧板坯进行均匀化退火, 退火温度为 440 ~ 550℃, 退火时间为 1 ~ 3h。

[0029] 2) 热轧工艺

[0030] 将铸轧坯加热到 440 ~ 500℃, 轧辊加热到 150 ~ 240℃, 进行热轧, 道次压下量控制在 15 ~ 30%。轧制一或两道次后进行一次中间退火, 使板坯发生再结晶, 消除加工硬化, 提高塑性变形能力, 中间退火工艺为 :退火温度 250 ~ 400℃, 退火时间 30min ~ 90min。

[0031] 3) 温轧工艺

[0032] 将热轧后的板坯加热到 240 ~ 300℃, 轧辊加热到 100 ~ 160℃, 进行温轧, 道次压下量控制在 5 ~ 10%, 轧制两道次后进行一次中间退火, 中间退火工艺为 :退火温度 250 ~ 350℃, 退火时间 30min ~ 90min。

[0033] 4) 成品退火工艺

[0034] 经过对不同铸轧板退火后力学性能的对比分析,确定最佳退火工艺参数为:退火温度 200 ~ 350℃,退火时间为 60 ~ 120min。

[0035] 按照上述工艺方法提供 5 个实施例,所用参数及获得的镁合金薄板的力学性能参数见表一:

[0036] 表一

[0037]

编号	成品板厚 度/mm	铸轧温度 /℃	铸轧辊预热温度/ ℃	铸轧速率 /m.min ⁻¹	均匀化退火温度/ ℃	均匀化退火时间/ min	热轧温度 /℃
1	0.8	740	220	8	450	120	460
2	1	680	240	10	440	60	450
3	1.2	730	200	7	480	90	500
4	1.5	670	140	4	550	120	440
5	2	720	160	2	500	180	500

[0038] 表一续

[0039]

编号	热轧辊温 度/℃	热轧中间退火温度 /℃	热轧中间退火时间 /min	温轧温度 /℃	温轧辊温 度/℃	温轧中间退火温 度/℃	温轧中间退火时间 /min
1	220	280	60	250	150	280	30
2	240	250	30	240	160	250	60
3	200	300	70	300	120	300	60
4	150	360	90	270	100	320	30
5	180	400	90	300	120	350	90

[0040] 表一续

[0041]

编号	成品退火温度/℃	成品退火时间/min	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	延伸率(标距 50mm)/%
1	200	120	295	213	21.7
2	250	90	303	203	29.9
3	300	60	298	196	25.3
4	350	60	297	200	22.2
5	270	120	282	191	20.6

[0042] 本发明通过综合优化铸轧、热轧、温轧和退火工序以及各工序之间的配合,最终获得晶粒细小均匀、厚度在 0.8 ~ 2mm 的镁合金薄板。最终镁合金薄板的晶粒尺寸为 4 ~ 7 μm,具有优异的力学性能。在铸轧机板坯出口设置帘幕式风冷装置,获得部分固溶的板坯,提高了铸轧板的后续加工能力和镁合金薄板的力学性能。本发明所生产的镁合金薄板抗拉强度大于 280MPa,屈服强度大于 190MPa,延伸率大于 20%。