[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B21B 19/04 (2006.01)
B21B 19/06 (2006.01)
B21B 37/78 (2006.01)
C21D 9/70 (2006.01)
C21D 9/08 (2006.01)
C21D 11/00 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710179427.2

[43] 公开日 2008 年 5 月 14 日

[11] 公开号 CN 101176882A

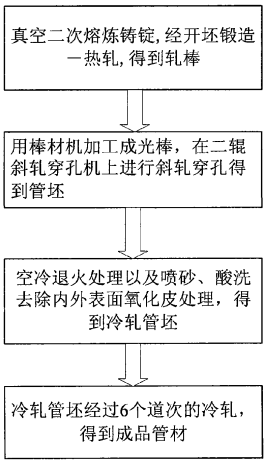
[22] 申请日 2007.12.13
[21] 申请号 200710179427.2
[71] 申请人 北京有色金属研究总院
地址 100088 北京市新街口外大街 2 号
[72] 发明人 高 莹 胡 捷 李德富 杨宏伟 付 鑫
[74] 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司
代理人 朱 琨
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

[54] 发明名称

一种高强钛合金管材的加工工艺

[57] 摘要

本发明属于材料加工领域，涉及一种高强钛合金管材的加工工艺。该工艺具体步骤为：1)将真空二次熔炼直径为 380mm 的 TB2 合金铸锭经开坯锻造—热轧，得到 TB2 轧棒；2)将 TB2 轧棒用棒材机加工成 φ52 ~ φ54mm 光棒，加热至 950℃ ~ 1000℃，保温 30 ~ 50min，在二辊斜轧穿孔机上进行斜轧穿孔得到 $\phi_{外}$ 为 55 ~ 58mm，$\phi_{内}$ 为 39 ~ 42mm 的管坯；3)将斜轧穿孔管坯经 770 ~ 800℃，保温 30 ~ 50min，空冷退火处理以及喷砂、酸洗去除内外表面氧化皮处理，得到冷轧管坯；4)冷轧管坯在 LD60 冷轧管机上经过 6 个道次的冷轧，中间退火温度为 760 ~ 790℃，得到成品管材。



1 一种高强钛合金管材的加工工艺，其特征在于采用斜轧穿孔和冷轧相结合的加工工艺，具体操作步骤如下：

1）将真空二次熔炼直径为 380mm 的 TB2 合金铸锭经 1100～1200℃两火进行开坯锻造，将得到的锻棒加热至 950～1000℃，保温 30～50 分钟，一火热轧得到截面 55×55mm 的 TB2 轧棒，其中热轧变形量为 79%；

2）将 TB2 轧棒用棒材机加工成Φ为 52～ 54mm 光棒，加热至 950℃～1000℃，保温 30～50min，在二辊斜轧穿孔机上进行斜轧穿孔得到$\Phi_{外}$为 55～58mm，$\Phi_{内}$为 39～42mm 的管坯；

3）将斜轧穿孔管坯经 770～800℃，保温 30～50min，空冷退火处理以及喷砂、酸洗去除内外表面氧化皮处理，得到冷轧管坯；

4)冷轧管坯在 LD60 冷轧管机上经过 6 个道次的冷轧，中间退火温度为 760～790℃，得到成品管材。

2、按照权利要求 1 所述的一种高强钛合金管材的加工工艺，其特征在于：所述步骤 1）中热轧的 TB2 轧棒加工率≥75%，轧棒直径不小于 54mm。

3、按照权利要求 1 所述的一种高强钛合金管材的加工工艺，其特征在于所述步骤 4）每 2 道次之间进行中间真空退火，且每道次的管材轧制变形量为 7～20%。

一种高强钛合金管材的加工工艺

技术领域

本发明属于材料加工领域，特别涉及一种高强钛合金管材的加工工艺。

背景技术

对于加工具有较高的室温强度和变形抗力，中等管径，一定长度和壁厚的钛合金管材，从管材加工工艺考虑，有相当难度。其技术难点在于：如采用热挤压方法制备高强度管坯，变形抗力大，热加工温度高，如采用传统的铜包套挤压，由于钛和铜在880℃左右发生共晶反应，生成共晶脆性相，挤压管坯的质量难以保证。同时对于较大尺寸的挤压坯料，需要较大吨位的挤压机进行挤压，一般单位并不具备该种设备；另外采用锻棒打深孔制备管坯，由于钛合金的价格较贵，采用此种方法材料利用率较低，同时该方法材料的加工率较小，不利于提高材料的性能。

发明内容

本发明为了解决现有技术中的不足，特别提供了一种高强钛合金管材的加工工艺。

本发明的技术方案是采用斜轧穿孔和冷轧的加工工艺，具体操作步骤如下：

1）将真空二次熔炼直径为380mm的TB2合金铸锭经1100～1200℃两火进行开坯锻造，将得到的锻棒加热至950～1000℃，保温30～50分钟，一火热轧得到截面55×55mm的TB2轧棒，其中热轧变形量为79%；其中热轧的TB2轧棒加工率≥75%，轧棒直径不小于54mm。

2）将TB2轧棒用棒材机加工成Φ为52～54mm光棒，加热至950℃～1000℃，保温30～50min，在二辊斜轧穿孔机上进行斜轧穿孔得到$\Phi_{外}$为55～58mm，$\Phi_{内}$为

39～42mm 的管坯。

3）将斜轧穿孔管坯经 770～800℃，保温 30～50min，空冷退火处理以及喷砂、酸洗等去除内外表面氧化皮处理，得到冷轧管坯；

4)冷轧管坯在 LD60 冷轧管机上经过 6 个道次的冷轧，中间退火温度为 760～790℃，其中每 2 道次之间进行中间真空退火，且每道次的管材轧制变形量为 7～20%，得到成品管材。

本发明生产工艺简单、生产成本低，成品率高，对于加工具有较高室温强度和变形抗力大的钛合金管材，工艺设备简单、容易成型，可以有效提高合金管材的质量、成品率，可以加工出一种中等管径，一定的长度和壁厚的钛合金管材，加工出的合金管材表面光亮，使用性能良好，完全符合使用要求，生产的钛合金管材具有很高的综合性能，避免了采用热挤压工艺，变形抗力大、热加工温度高、挤压成型困难，难找到适合的挤压润滑剂的问题，以及锻棒打深孔工艺存在材料利用率低等一系列问题。

附图说明

图 1 为本发明热轧状态截面图

图 2 为本发明斜轧穿孔截面图

图 3 为本发明精整后截面图

图 4 为本发明冷轧管截面图

图 5 为本发明工艺流程图

具体实施方式

下面通过附图及具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

对所研制的具有较高室温强度和变形抗力的 TB2 钛合金，加工出内径 40～30mm，壁厚 2～5 的管材，采用斜轧穿孔和冷轧的加工工艺加工管材，具体操作步骤如下：

1） 参照图 1、图 5 所示，将 TB2 合金真空二次熔炼直径为 380mm 的铸锭

先分别经 1150℃、1110℃两火进行开坯锻造，锻造成截面为 120×120mm 的方坯，再将锻棒加热到 980℃，保温 30～50 分钟，然后一火热轧成截面为 55×55mm 的方棒，热轧变形量为 79%；

2） 参照图 2、图 5 所示，将热轧棒材经过精加工成Φ52×800mm 的棒材，将棒材加热至 980℃，保温 30～50min，然后在二辊斜轧穿孔机上进行斜轧穿孔得到$\Phi_{外}$为 56.6mm，$\Phi_{内}$为 41mm，长度为 1200mm 的管坯；

3） 参照图 3、图 5 所示，将斜轧穿孔管坯经 800℃，保温 30min，空冷，退火处理，管坯外表面采用喷砂、酸洗和机加工的方法去除氧化皮，其内表面采用Φ43.5mm 的铰刀氧化皮，得到$\Phi_{外}$为 54mm，$\Phi_{内}$为 43.5mm，长度为 1200mm 冷轧管坯；

4） 参照图 4、图 5 所示，冷轧管坯在 LD60 冷轧管机上经过 6 个道次的冷轧，表 1 中给出了 6 个道次轧制工艺参数以及轧制管材的尺寸，表中分别列出每道次选用的轧辊和芯杆的直径，以及管材的内径和外径尺寸，同时列出了轧制速度（进给量）。在轧制过程中每两道次之间进行一次中间退火，中间退火温度为 790℃，为避免管材氧化采用真空退火，由于钛合金吸氢易引起氢脆，退火后管材在 20%HNO_3+5%HF+H_2O 中进行酸性，去处管材表面的吸氢层，最终得到$\Phi_{外}$为 41.5，$\Phi_{内}$为 36.5mm 的成品管材。

表 2 中列出成品管材分别在冷轧态、两相区固溶、单相区固溶、两相区固溶＋时效、单相区固溶＋时效的拉伸性能。表中可以看出单相区固溶后管材强度降低、塑性提高，材料软化，有利于后续进一步冷加工。两相区固溶＋时效处理后管材具有较好的塑性与强度的匹配，可做为成品管材强化热处理制度。

表 1

道次	轧辊	芯杆直径	管材外径	管材内径	进给量 mm/转
1	52	42	52.09	42.20	2.5

2	50	40.5	50.18	40.60	2.5
790℃/30min 真空退火					
3	48	39	48.05	39.04	2.5
4	46	37.5	46.05	37.51	2.5
790℃/30min 真空退火					
5	44	36	44.02	36.02	2.5
6	42	35.5	42.05	35.51	2.5

表 2

热处理状态	分析测试结果		
	σ_b/MPa	$\sigma_{0.2}$/MPa	δ_5/%
冷轧态	1005	938	8.0
两相区固溶	905	840	15.5
单相区固溶	863	807	18.5
两相区固溶＋时效	1245	1170	8.0
单相区固溶＋时效	1105	990	9.0

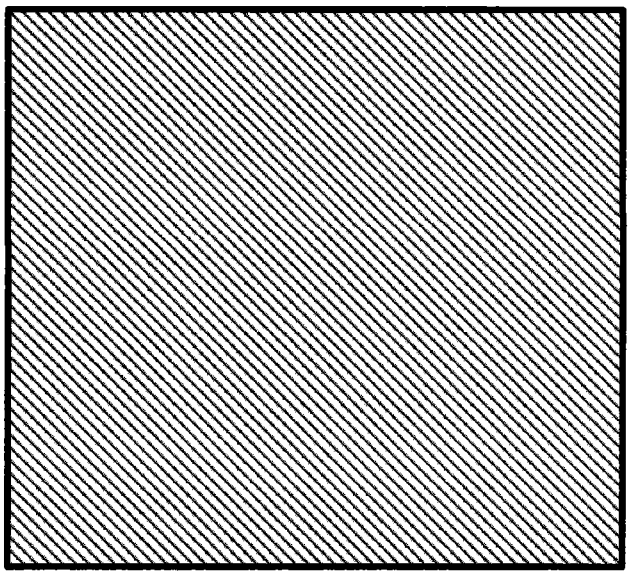


图 1

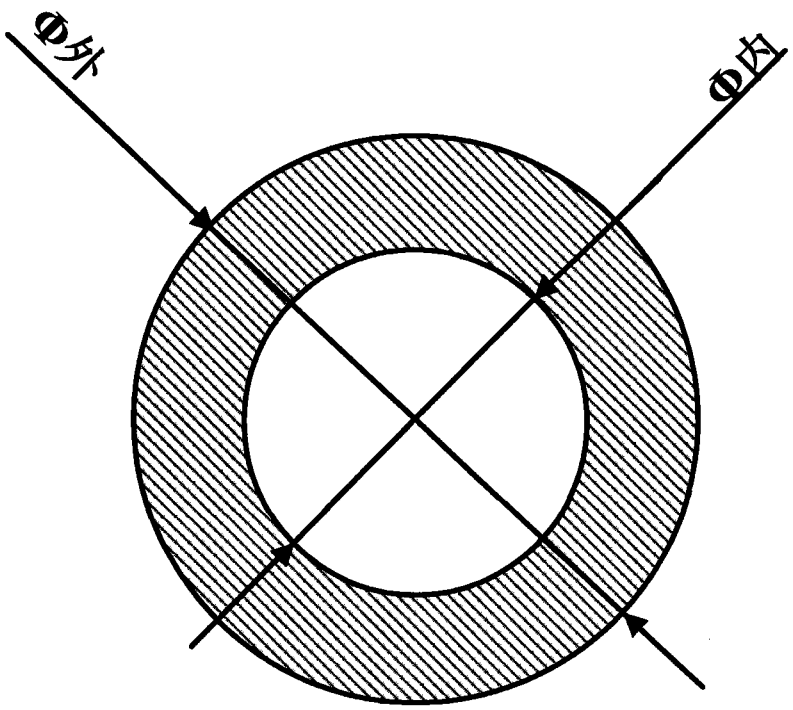


图 2

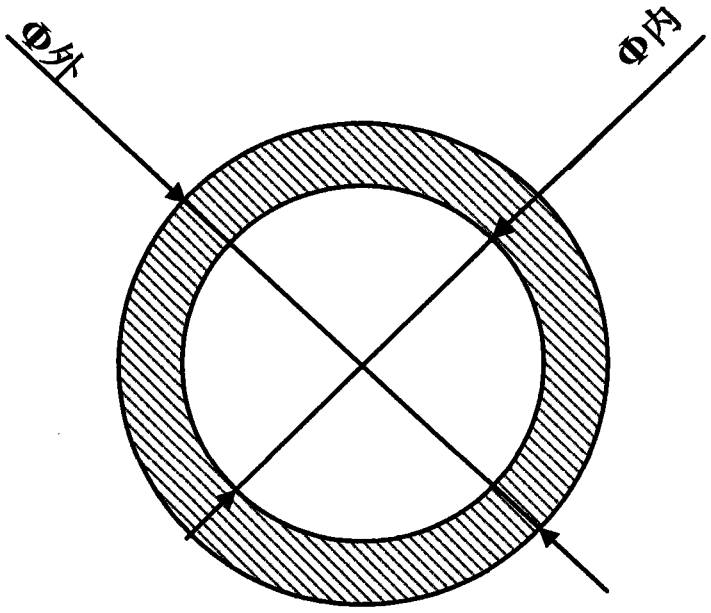


图 3

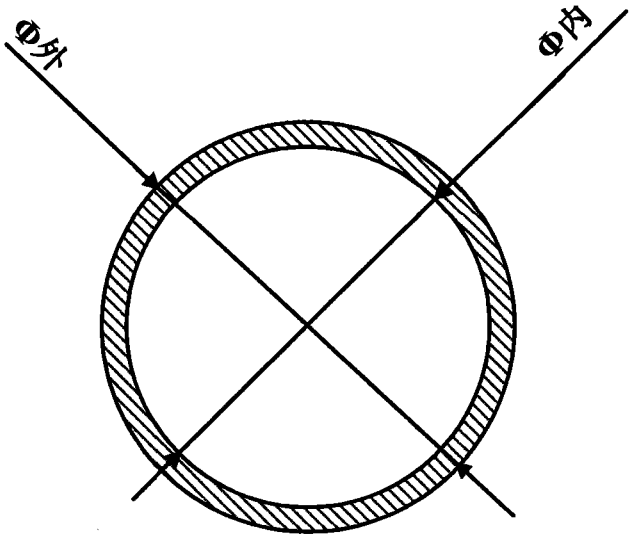


图 4

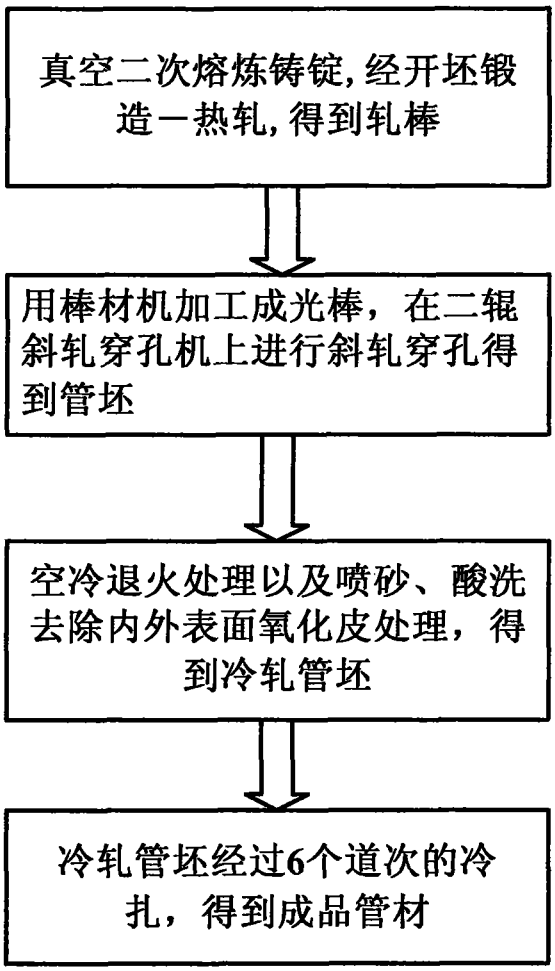

真空二次熔炼铸锭，经开坯锻造一热轧，得到轧棒
用棒材机加工成光棒，在二辊斜轧穿孔机上进行斜轧穿孔得到管坯
空冷退火处理以及喷砂、酸洗去除内外表面氧化皮处理，得到冷轧管坯
冷轧管坯经过6个道次的冷扎，得到成品管材

图 5