



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510011154.1

[43] 公开日 2005 年 7 月 27 日

[11] 公开号 CN 1644278A

[22] 申请日 2005.1.12

[21] 申请号 200510011154.1

[71] 申请人 北京科技大学

地址 100083 北京市海淀区学院路 30 号

[72] 发明人 曲选辉 郭世柏 秦明礼 何新波
段柏华 汤春峰[74] 专利代理机构 北京科大华谊专利代理事务所
代理人 刘月娥

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称 一种 Ti6Al4V 合金注射成形方法

[57] 摘要

本发明一种 Ti6Al4V 合金注射成形方法, 采用粉末注射成形技术制备钛合金预成形坯, 然后通过脱脂和烧结制备钛合金; 具体工艺为: 将所选用的 Ti6Al4V 粉末与所配制的粘结剂按比例在 SK-160 型开放式炼胶机上混炼 1.5~2 个小时, 制粒后在注射成钛合金预成形坯, 然后在混合溶剂无水乙醇和三氯乙烯、真空热脱脂, 将脱脂坯置于真空烧结炉烧结得到较致密 Ti6Al4V 合金。将烧结坯热等静压处理 2~4 小时, 随后退火, 即得综合力学性能较好和精度高达 $\pm 0.2\%$ 的 Ti6Al4V 零部件。本发明的优点在于 Ti6Al4V 零部件力学性能达到传统粉末冶金水平, 零件尺寸精度高。



1、一种 Ti6Al4V 合金注射成形方法，其特征在于：采用粉末注射成形技术制备钛合金预成形坯，然后通过脱脂和烧结制备钛合金；具体工艺为：

a、将所选用的 Ti6Al4V 粉末与所配制的粘结剂按比例在 SK-160 型开放式炼胶机上混炼 1.5~2 个小时，再在 PSJ32 型混炼挤出机上制粒，使喂料进一步均匀，粉末装载量为 68~72vol %；

b、制粒后在注射温度为 120℃~140℃，注射压力为 70MPa~90MPa 条件下注射成形，得到所需形状的钛合金预成形坯，

c、然后在混合溶剂无水乙醇和三氯乙烯体积比为 1.5~2: 7.5~8 中于 50℃~80℃进行溶剂脱脂 1~3 小时，在 40℃~60℃的温度下干燥 30~60 分钟，真空热脱脂在室温~600℃间进行，时间为 6~8 小时；

d、将脱脂坯置于真空烧结炉 10^{-3} Pa 中于 1230℃~1260℃真空烧结 2~4 小时，得到较致密 Ti6Al4V 合金，将烧结坯于 920℃~950℃和 100~140MPa 条件下热等静压处理 2~4 小时，随后在 720℃~760℃温度下退火 1~2 小时，即得综合力学性能较好和精度高达±0.2%的 Ti6Al4V 零部件。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于：所选用的 Ti6Al4V 粉末为按重量百分比氢化—脱氢 Ti6Al4V：气雾化 Ti6Al4V 为 1: 9 的比例配好粉末；Ti6Al4V 粉末的粒径为 25~80 μm。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于：所配制的粘结剂为由重量百分比为 60~65%改进型石蜡、12~16%低密度聚乙烯、8~12%聚丙烯、10~15%聚乙二醇 20000 和 0~5%的硬脂酸组成的多聚合物组元粘结剂。

一种 Ti6Al4V 合金注射成形方法

技术领域

本发明属于钛合金成形技术领域，特别是提供了一种 Ti6Al4V 合金注射成形方法，实现了低成本、高性能钛合金制备。

背景技术

钛及其钛合金具有低密度、高比强度、低弹性模量、良好高温强度、无毒无磁、卓越的耐腐蚀性等性能，广泛应用于石化、航空航天、汽车、生物工程（良好相容性）、手表、环保、高尔夫球俱乐部等领域，因此，该材料的研究一直是材料研究领域的一大热点。目前，制备 Ti6Al4V 较成熟的方法主要有真空熔炼、精密铸造和粉末冶金法。熔炼法和精密铸造这些工艺存在缺陷，成分易于偏析和组织不均匀、引进夹杂、生产效率低和生产成本高、难于批量生产。传统粉末冶金法采用简单的混粉—压形—烧结三步工艺生产较高性能钛合金。但该方法只能生产简单形状零件，并且生产效率低，生产成本高。而金属注射成形方法可以批量生产成分和组织均匀、尺寸精度高达 $\pm 0.2\%$ 的复杂形状零件，实现钛合金零部件的低成本连续化生产。该方法首先是将一定比例的 Ti6Al4V 粉末和粘结剂在一定温度下混炼，然后制粒、注射成预成形坯，然后将粘结剂脱除并进行烧结制备出具有较高性能的钛合金，最后也可通过热等静压技术降低烧结坯的空隙度，从而提高钛合金的力学性能。目前国际上还没有金属注射成形制备 Ti6Al4V 合金的报道。

发明内容

本发明的目的在于提供一种 Ti6Al4V 合金注射成形方法，能够低成本直接制备出具有最终形状和较高尺寸精度的钛合金零件，使这种材料得到广泛应用。

本发明采用粉末注射成形技术制备钛合金预成形坯，然后通过脱脂和烧结制备钛合金。具体工艺为：

1、将所选用的 Ti6Al4V 粉末与所配制的粘结剂按比例在 SK-160 型开放式炼胶机上混炼 1.5~2 个小时，再在 PSJ32 型混炼挤出机上制粒，使喂料进一步均匀，粉末装载量为 68~72vol%。

2、制粒后在注射温度为 $120^{\circ}\text{C}\sim 140^{\circ}\text{C}$ ，注射压力为 70MPa~90MPa 条件下注射成形，得到所需形状的钛合金预成形坯。

3、然后在混合溶剂无水乙醇和三氯乙烯体积比为 $1.5\sim 2:7.5\sim 8$ 中于 $50^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 进行溶剂脱脂 1~3 小时，在 $40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的温度下干燥 30~60 分钟，真空热脱脂在室温~ 600°C 间进行，时间为 6~8 小时。

4、将脱脂坯置于真空烧结炉 10^{-3}Pa 中于 $1230^{\circ}\text{C}\sim 1260^{\circ}\text{C}$ 真空烧结 2~4 小时，得到较致密 Ti6Al4V 合金，将烧结坯于 $920^{\circ}\text{C}\sim 950^{\circ}\text{C}$ 和 100~140MPa 条件下热等静压处理 2~4 小时，随后在 $720^{\circ}\text{C}\sim 760^{\circ}\text{C}$ 温度下退火 1~2 小时，即得综合力学性能较好和精度高达 $\pm 0.2\%$ 的 Ti6Al4V 零部件。

本发明所选用的 Ti6Al4V 粉末为按重量百分比氢化—脱氢 Ti6Al4V: 气雾化 Ti6Al4V 为 1: 9 的比例配好粉末。

Ti6Al4V 粉末的粒径为 25~80 μm 。

本发明所配制的粘结剂为由重量百分比为 60~65%改进型石蜡 (PW)、12~16% 低密度聚乙烯 (LDPE)、8~12% 聚丙烯 (PP)、10~15% 聚乙二醇 20000 (PEG20000) 和 0~5% 的硬脂酸 (SA) 组成的多聚合物组元粘结剂, 其中, 改进型石蜡 (PW) 基粘结剂体系, 低密度聚乙烯 (LDPE)、聚丙烯 (PP)、聚乙二醇 20000 (PEG20000) 作为增塑剂, 以硬脂酸 (SA) 为表面活性剂。

本发明的优点在于: Ti6Al4V 零部件力学性能达到传统粉末冶金水平 (拉伸强度 1020 MPa—1060 MPa、屈服强度 880 MPa—970 MPa、延伸率 8.0%—9.5%、断面收缩率 9.0%—12.0%)。零件尺寸精度高。

附图说明

图 1 为本发明的具体工艺流程图。

具体实施方式

实施例 1:

按重量百分比氢化—脱氢 Ti6Al4V: 气雾化 Ti6Al4V 为 1: 9 的比例配好粉末, 粘结剂由 60%PW、15%PEG20000、15%LDPE、10%PP 和 0%SA 组成, 粉末装载量为 68vol%, 将粉末与粘结剂在 SK-160 型开放式炼胶机上混炼 1.5 个小时, 再在 PSJ32 型混炼挤出机上制粒, 使喂料进一步均匀, 喂料在 CJ80—E 型注射机上注射成形, 注射温度为 120℃, 注射压力为 80MPa, 所得的注射坯在混合溶剂无水乙醇和三氯乙烯 (vol/vol=1.5: 7.5) 中于 50℃进行溶剂脱脂 2 小时, 再在 40℃温度下干燥 60 分钟后置于真空脱脂炉 (10^{-3}Pa) 中进行热脱脂, 脱脂时间为 8 小时, 将脱脂坯置于真空烧结炉 (10^{-3}Pa) 中进行烧结, 烧结温度为 1230℃, 烧结时间为 2 小时, 将烧结坯于 920℃和 120MPa 条件下热等静压处理 2 小时, 随后在 720℃退火 1.5 小时, 即得到综合力学性能较好和精度高达 $\pm 0.2\%$ 的 Ti6Al4V 零部件 (抗拉强度 1020MPa, 屈服强度 880MPa, 延伸率 8.0%, 断面收缩率 9.0%)。

实施例 2:

按重量百分比氢化—脱氢 Ti6Al4V: 气雾化 Ti6Al4V 为 1: 9 的比例配好粉末; 粘结剂由 60%PW、14%PEG20000、15%LDPE、10%PP 和 1%SA 组成, 粉末装载量为 68vol%, 将粉末与粘结剂在 SK-160 型开放式炼胶机上混炼 1.5 个小时, 再在 PSJ32 型混炼挤出机上制粒, 使喂料进一步均匀, 喂料在 CJ80—E 型注射机上注射成形, 注射温度为 130℃, 注射压力为 70MPa, 所得的注射坯在混合溶剂无水乙醇和三氯乙烯 (vol/vol=1.5: 7.5) 中于 50℃进行溶剂脱脂 3 小时, 再在 40℃温度下干燥 60 分钟后置于真空脱脂炉 (10^{-3}Pa) 中进行热脱脂, 脱脂时间为 8 小时, 将脱脂坯置于真空烧结炉 (10^{-3}Pa) 中进行烧结, 烧结温度为 1230℃, 烧结时间为 3 小时, 将烧结坯于 920℃和 120MPa 条件下热等静压处理 3 小时, 随后在 720℃退火

1.5 小时,即得到综合力学性能较好和精度高达 $\pm 0.2\%$ 的 Ti6Al4V 零部件(抗拉强度 1020MPa,屈服强度 900MPa,延伸率 8.0%,断面收缩率 9.5%)。

实施例 3:

按重量百分比氢化—脱氢 Ti6Al4V: 气雾化 Ti6Al4V 为 1: 9 的比例配好粉末, 粘结剂由 62%PW、14%PEG20000、12%LDPE、9%PP 和 3%SA 组成, 粉末装载量为 70vol%, 将粉末与粘结剂在 SK-160 型开放式炼胶机上混炼 1.8 个小时, 再在 PSJ32 型混炼挤出机上制粒, 使喂料进一步均匀, 喂料在 CJ80—E 型注射机上注射成形, 注射温度为 130℃, 注射压力为 80MPa, 所得的注射坯在混合溶剂无水乙醇和三氯乙烯 (vol/vol=1.5: 7.5) 中于 60℃进行溶剂脱脂 2 小时, 再在 40℃温度下干燥 30 分钟后置于真空脱脂炉 (10^{-3} Pa) 中进行热脱脂, 脱脂时间为 7 小时, 将脱脂坯置于真空烧结炉 (10^{-3} Pa) 中进行烧结, 烧结温度为 1230℃, 烧结时间为 4 小时, 将烧结坯于 920℃和 130MPa 条件下热等静压处理 4 小时, 随后在 740℃退火 1.5 小时, 即得到综合力学性能较好和精度高达 $\pm 0.2\%$ 的 Ti6Al4V 零部件(抗拉强度 1040MPa, 屈服强度 920MPa, 延伸率 9.0%, 断面收缩率 10.0%)。

实施例 4:

按重量百分比氢化—脱氢 Ti6Al4V: 气雾化 Ti6Al4V 为 1: 9 的比例配好粉末, 粘结剂由 63%PW、12%PEG20000、12%LDPE、12%PP 和 1%SA 组成, 粉末装载量为 70vol%, 将粉末与粘结剂在 SK-160 型开放式炼胶机上混炼 2 个小时, 再在 PSJ32 型混炼挤出机上制粒, 使喂料进一步均匀, 喂料在 CJ80—E 型注射机上注射成形, 注射温度为 130℃, 注射压力为 90MPa, 所得的注射坯在混合溶剂无水乙醇和三氯乙烯 (vol/vol=1.5: 8) 中于 60℃进行溶剂脱脂 2 小时, 再在 50℃温度下干燥 60 分钟后置于真空脱脂炉 (10^{-3} Pa) 中进行热脱脂, 脱脂时间为 6 小时, 将脱脂坯置于真空烧结炉 (10^{-3} Pa) 中进行烧结, 烧结温度为 1250℃, 烧结时间为 3 小时, 最后将烧结坯于 940℃和 120MPa 条件下热等静压处理 2 小时, 随后在 760℃退火 2 小时, 即得到综合力学性能较好和精度高达 $\pm 0.2\%$ 的 Ti6Al4V 零部件(抗拉强度 1050MPa, 屈服强度 940MPa, 延伸率 9.0%, 断面收缩率 10.5%)。

实施例 5:

按重量百分比氢化—脱氢 Ti6Al4V: 气雾化 Ti6Al4V 为 1: 9 的比例配好粉末, 粘结剂由 65%PW、10%PEG20000、12%LDPE、10%PP 和 3%SA 组成, 粉末装载量为 72vol%, 将粉末与粘结剂在 SK-160 型开放式炼胶机上混炼 2 个小时, 再在 PSJ32 型混炼挤出机上制粒, 使喂料进一步均匀, 喂料在 CJ80—E 型注射机上注射成形, 注射温度为 140℃, 注射压力为 70MPa, 所得的注射坯在混合溶剂无水乙醇和三氯乙烯 (vol/vol=2: 8) 中于 70℃进行溶剂脱脂 1 小时, 再在 50℃温度下干燥 40 分钟后置于真空脱脂炉 (10^{-3} Pa) 中进行热脱脂, 脱脂时间为 6 小时, 将脱脂坯置于真空烧结炉 (10^{-3} Pa) 中进行烧结, 烧结温度为 1260℃, 烧结时间为 2 小时, 最后将烧结坯于 940℃和 140MPa 条件下热等静压处理 3 小时, 随后在 740℃退火 1.5

小时，即得到综合力学性能较好和精度高达 $\pm 0.2\%$ 的 Ti6Al4V 零部件（抗拉强度 1060MPa，屈服强度 960MPa，延伸率 9.5%，断面收缩率 12.0%）。

实施例 6：

按重量百分比氢化—脱氢 Ti6Al4V：气雾化 Ti6Al4V 为 1：9 的比例配好粉末，粘结剂由 65%PW、12%PEG20000、10%LDPE、10%PP 和 3%SA 组成，粉末装载量为 72vol%，将粉末与粘结剂在 SK-160 型开放式炼胶机上混炼 2 个小时，再在 PSJ32 型混炼挤出机上制粒，使喂料进一步均匀，喂料在 CJ80—E 型注射机上注射成形，注射温度为 140℃，注射压力为 80MPa，所得的注射坯在混合溶剂无水乙醇和三氯乙烯（vol/vol=2：8）中于 80℃进行溶剂脱脂 1 小时，再在 60℃温度下干燥 30 分钟后置于真空脱脂炉（ 10^{-3} Pa）中进行热脱脂，脱脂时间为 6 小时，将脱脂坯置于真空烧结炉（ 10^{-3} Pa）中进行烧结，烧结温度为 1260℃，烧结时间为 3 小时，最后将烧结坯于 950℃和 120MPa 条件下热等静压处理 2 小时，随后在 740℃退火 1.5 小时，即得到综合力学性能较好和精度高达 $\pm 0.2\%$ 的 Ti6Al4V 零部件（抗拉强度 1040MPa，屈服强度 970MPa，延伸率 9.5%，断面收缩率 12.0%）。

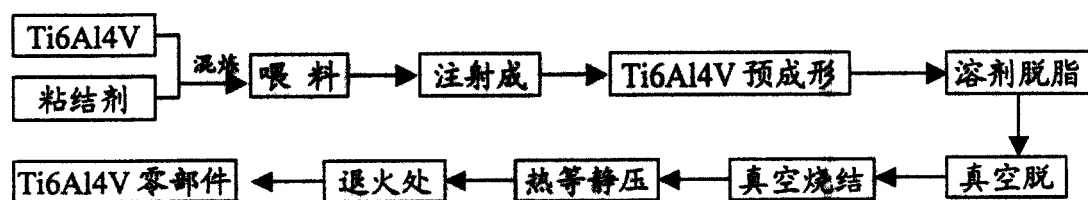


图 1