



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112008073 B

(45) 授权公告日 2023.03.24

(21) 申请号 202010768285.9 *B22F 3/10* (2006.01)
(22) 申请日 2020.08.03 *B22F 3/17* (2006.01)
(65) 同一申请的已公布的文献号 *B22F 3/24* (2006.01)
申请公布号 CN 112008073 A *B22F 5/12* (2006.01)
(43) 申请公布日 2020.12.01 审查员 郑小雯
(73) 专利权人 洛阳科威钨钼有限公司
地址 471000 河南省洛阳市涧西区先进制
造业集聚区科技二路
(72) 发明人 张灵杰
(74) 专利代理机构 洛阳公信联创知识产权代理
有限公司 41190
专利代理师 王学鹏
(51) Int.Cl.
B22F 1/00 (2022.01)
B22F 3/04 (2006.01)

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

一种内燃机等离子节油器阴阳极的制备方法

(57) 摘要

一种内燃机等离子节油器阴阳极的制备方法,包括将单组份难熔金属或者难熔金属与其它元素(包括其它难熔金属、普通金属元素)形成的多组元合金粉末或者钨基高比重合金粉末过筛处理的步骤、冷等静压步骤、烧结步骤、锻造加工步骤、退火处理步骤、机加工步骤,制得内燃机等离子节油器阴阳极。本发明采用自身耐温性较好的钨、钼、钽、铌等难熔金属及其合金,形成大功率长弧层流等离子体,含有大量氢、氧离子的等离子体进入内燃机后能够促使内燃机充分燃烧,提高燃油效率,并减少内燃机热损失,较未安装等离子节油器内燃机而言具有成本低、耗能少和安全、环保等诸多优势。

1. 一种内燃机等离子节油器阴阳极的制备方法,包括以下步骤:

步骤一、选取以下材料作为节油器阴极材料:b、单一难熔金属与Ni、Cr和Co金属元素形成的合金;c、两种或者两种以上难熔金属与Ni、Cr和Co金属元素形成的合金;d、钨基高比重合金;

选取以下材料作为节油器阳极材料:f、两种或者两种以上难熔金属构成的合金;g、钨基高比重合金;

其中,在b和c所限定的成分中,难熔金属粉末按照质量占比需达到60%以上;在d和g所限定的成分中,钨粉按照质量占比需达到80%以上;

阴阳极材料选择时:阴极材料密度 \leq 阳极材料密度,过筛处理,备用;

步骤二、将步骤一选取的粉末原料装入带有挠性钢芯的模具中,冷等静压制成粉质管坯,作为阴极材料备用;同时,将步骤一选取的粉末原料装入模具中,冷等静压制成粉质棒坯,作为阳极材料备用;

步骤三、将阴极用粉质管坯和阳极用粉质棒坯装入烧结炉,在氢气或真空环境下,通过烧结获得致密度大于98%的烧结管坯和烧结棒坯,其中烧结温度为1000 $^{\circ}$ C~2600 $^{\circ}$ C,烧结时间为6~72h,备用;

步骤四、将阴极用烧结管坯和阳极用烧结棒坯加热,加热温度为1000 $^{\circ}$ C~2000 $^{\circ}$ C,然后分别采用空心锻造和实心锻造加工方式,使用模具进行锻造,制成管坯和棒坯备用;

步骤五、将锻造完成的管坯和棒坯进行退火处理,退火温度1000 $^{\circ}$ C~1500 $^{\circ}$ C,退火保温时间1h~5h,以优化管坯和棒坯金相组织结构,细化晶粒,促使加工态组织向回复组织转变,使管坯和棒坯内部金相组织趋于稳定状态,然后冷却备用;

步骤六、热处理完成的管坯和棒坯机加工至目标要求尺寸,即得到内燃机等离子节油器的阴阳极,然后进行缺陷探伤和结晶扫描检测;

步骤七、对经扫描合格的阴阳极进行超声波洁净处理,并用去离子水清洗后烘干,即制得内燃机等离子节油器阴阳极;

步骤四中,将阴极用烧结管坯和阳极用烧结棒坯放进马弗炉中加热,加热温度为1000 $^{\circ}$ C~2000 $^{\circ}$ C,加热时间为30~90min,选用模具规格为目标尺寸要求,按照设计的锻造模具,分别对烧结管坯和烧结棒进行空心锻造加工和实心锻造加工,至目标尺寸要求规格,最终锻造面收缩率为5%~50%。

2. 根据权利要求1所述的一种内燃机等离子节油器阴阳极的制备方法,其特征在于:步骤一中,所述的难熔金属粉末,为钨、钼、铌、钽、钒、锆,铪、钨中的任意一种金属粉末,进行筛分处理时,筛网选择160目~500目,筛下粉末备用。

3. 根据权利要求1所述的一种内燃机等离子节油器阴阳极的制备方法,其特征在于:步骤二中,所述的模具为管型柔性模具,冷等静压的压制压力150~280MPa,保压时间10~30min。

4. 根据权利要求1所述的一种内燃机等离子节油器阴阳极的制备方法,其特征在于:步骤六中,使用水浸式超声波C扫描,机加工后的管坯和棒坯内部无平均直径大于0.3mm的气孔缺陷存在,结晶扫描底面波强度不小于80%,平均晶粒直径小于35 μ m。

一种内燃机等离子节油器阴阳极的制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于汽车节油及清洁能源技术领域,具体涉及一种内燃机等离子节油器阴阳极的制备方法。

背景技术

[0002] 随着经济快速发展,人们生活日渐富裕,汽车成为了人民生活中不可或缺的一部分,但是石油资源的日渐匮乏,不仅大大提升了车主的用车成本,而且还时刻危及着汽车工业持续、健康、稳定的发展。另一方面,汽车数量的不断增加,导致汽车尾气排放量也与日俱增,使得许多大中型城市的环境均受到了严重的污染,严重威胁着人民的生命健康。如何降低汽车有害尾气排放并有效控制汽车百公里油料消耗,已成为当前改善城市环境和应对能源危机背景下推进汽车工业发展的主要任务。

[0003] 但是,目前市面上现有的汽车节能产品,均存在着成本高、节油效果不明显以及产品寿命短等诸多问题,远远不能满足当前汽车工业对于内燃机燃油效率和节油性能提升以及废气减排的基本需求。因此,开发出一种能够持续、稳定形成大功率长弧层流等离子体的等离子节油器用的阴阳极成为了当前实现汽车节油、减排目的,推动汽车工业快速、持续、健康发展的关键。

发明内容

[0004] 为了克服现有汽车内燃机节油器成本高、寿命短和节油效果不明显等诸多问题,本发明提供了一种内燃机等离子节油器阴阳极的

[0005] 制备方法,该方法制备的阴阳极可配合其他组件构成能够持续、稳定形成大功率长弧层流等离子体的等离子节油器,提高节油器高温环境下的使用寿命,降低成本,提高节油性能。

[0006] 本发明采用的技术方案是:

[0007] 一种内燃机等离子节油器阴阳极的制备方法,包括以下步骤:

[0008] 步骤一、选取一种难熔金属粉末或者至少两种难熔金属组成的合金粉末或者由一种或多种难熔金属与其它金属元素组成的多元合金粉末,作为内燃机等离子节油器阴阳极的原料,过筛处理,备用;

[0009] 步骤二、将步骤一选取的粉末原料装入带有挠性钢芯的模具中,冷等静压制成粉质管坯,作为阴极材料备用;同时,将步骤一选取的粉末原料装入模具中,冷等静压制成粉质棒坯,作为阳极材料备用;

[0010] 步骤三、将阴极用粉质管坯和阳极用粉质棒坯装入烧结炉,在氢气或真空环境下,通过烧结获得致密度大于98%的烧结管坯和烧结棒坯,备用;

[0011] 步骤四、将阴极用烧结管坯和阳极用烧结棒坯加热,加热温度为1000℃~2000℃,然后分别采用空心锻造和实心锻造加工方式,使用模具进行锻造,制成管坯和棒坯备用;

[0012] 步骤五、将锻造完成的管坯和棒坯进行退火处理,退火温度1000℃~1500℃,退火

保温时间1h~5h,然后冷却备用;

[0013] 步骤六、热处理完成的管坯和棒坯机加工至目标要求尺寸,即得到内燃机等离子节油器的阴阳极,然后进行缺陷探伤和结晶扫描检测;

[0014] 步骤七、对经扫描合格的阴阳极进行超声波洁净处理,并用去离子水清洗后烘干,即制得内燃机等离子节油器阴阳极。

[0015] 进一步优化,步骤一中,所述的难熔金属粉末,为钨、钼、铌、钽、钒、锆,铈、钪中的任意一种金属粉末,进行筛分处理时,筛网选择160目~500目,筛下粉末备用。

[0016] 进一步优化,步骤二中,所述的模具为管型柔性模具,冷等静压的压制压力150~280MPa,保压时间10~30min。

[0017] 进一步优化,步骤三中,其中烧结温度为1000℃~2600℃,烧结时间为6~72h。

[0018] 进一步优化,步骤四中,将阴极用烧结管坯和阳极用烧结棒坯放进马弗炉中加热,加热温度为1000℃~2000℃,加热时间为30~90min,选用模具规格为目标尺寸要求,按照设计的锻造模具,分别对烧结管坯和烧结棒进行空心锻造加工和实心锻造加工,至目标尺寸要求规格,最终锻造面收缩率为5%~50%。

[0019] 进一步优化,步骤六中,使用水浸式超声波C扫描,机加工后的管坯和棒坯内部无平均直径大于0.3mm的气孔缺陷存在,结晶扫描底面波强度不小于80%,平均晶粒直径小于35 μ m。

[0020] 本发明的有益效果是:

[0021] 本发明采用难熔金属及其合金制备内燃机等离子节油器阴阳极材料的工艺,提高节油器高温环境下的使用寿命,实现汽车内燃机燃油效率提升、节油和减排的目的,克服了市面上流通的汽车内燃机节油器成本高、寿命低和节油效果不明显等诸多问题,为汽车内燃机节油器的顺利完工和工业应用,奠定了坚实的实践基础。

具体实施方式

[0022] 下面,通过示例性的实施方式对本发明进行具体描述。然而,应当理解,在没有进一步叙述的情况下,一个实施方式中的元件、结构和特征也可以有益的结合到其他实施方式中。

[0023] 一种内燃机等离子节油器阴阳极的制备方法,包括以下步骤:

[0024] 步骤一、内燃机等离子节油器阴极材料可以选用:a、单一难熔金属;b、单一难熔金属与Ni、Cr和Co等金属元素形成的合金;c、两种或者两种以上难熔金属与Ni、Cr和Co等金属元素形成的合金;d、钨基高比重合金,如W-Ni-Cu和W-Ni-Fe等;内燃机等离子节油器阳极材料可以选用:e、单一难熔金属;f、两种或者两种以上难熔金属构成的合金;g、钨基高比重合金,如W-Ni-Cu和W-Ni-Fe等;所述的难熔金属粉末,为钨、钼、铌、钽、钒、锆,铈、钪中的任意一种金属粉末,需要说明的是:考虑后期阴阳极起弧效果、放电效应和使用性能,阴阳极材料选择时:阴极材料密度 \leq 阳极材料密度;在b和c所限定的成分中,难熔金属粉末按照质量占比需要达到60%以上;在d和g所限定的成分中,钨粉按照质量占比需要达到80%以上,镍粉按照质量占比需要限制在2%-12%,铜粉按照质量占比需要限制在1%-8%,将选取的粉末原料进行筛分处理时,筛网选择160目~500目,筛上物做废料处理,筛下粉末备用;使用前检查筛网是否有破损,确保杂物或大的粉末团聚体被筛分出来;

[0025] 步骤二、将步骤一选取的粉末原料装入带有挠性钢芯的管型柔性模具和不带钢芯的管型柔性模具中,冷等静压的压制压力150~280MPa,保压时间10~30min,具体执行工艺根据制备的内燃机等离子节油器规格和选用粉末的技术指标,在范围内进行调节;冷等静压为设备自动升压,无升压速度限定,冷等静压制成粉质管坯和粉质棒坯,粉质管坯作为阴极材料备用,粉质棒坯作为阳极材料备用;

[0026] 步骤三、将粉质管坯和棒坯装入烧结炉,在氢气或真空环境下,通过烧结获得致密度大于98%的烧结管坯和棒坯,烧结温度为1000℃~2600℃,烧结时间为6~72h,为了实现较好的使用效果,此处烧结后烧结管坯的材料密度 \leq 棒坯的材料密度;

[0027] 步骤四、将烧结管坯和烧结棒坯放进马弗炉中加热,加热温度为1000℃~2000℃,具体根据产品设计的材质和锻造变形量进行选择,加热时间为30~90min,选用模具规格为目标尺寸要求,按照设计的锻造模具,分别对烧结管坯和烧结棒进行空心锻造加工和实心锻造加工,至目标尺寸要求规格,最终锻造面收缩率为5%~50%,制成管坯和棒坯;

[0028] 步骤五、将锻造完成的管坯和棒坯进行退火处理,退火温度1000℃~1500℃,退火保温时间1h~5h,以优化管坯和棒坯金相组织结构,细化晶粒,促使加工态组织向回复组织转变,使管坯和棒坯内部金相组织趋于稳定状态,进一步提高综合力学性能然后冷却备用;

[0029] 步骤六、热处理完成的管坯和棒坯机加工至目标要求尺寸,使用水浸式超声波C扫描,机加工后的管坯内部无平均直径大于0.3mm的气孔缺陷存在,结晶扫描底面波强度不小于80%,平均晶粒直径小于35 μ m。水浸式超声波C扫描分两次,分别选用不同模型检测物理缺陷和晶粒组织均匀性,检测结果以彩色图片颜色差异表示;

[0030] 步骤七、对经扫描合格的阴阳极进行超声波洁净处理,并用去离子水清洗后烘干,然后真空包装。

[0031] 实施例1、

[0032] 一种内燃机等离子节油器阴阳极的制备方法,包括以下步骤:

[0033] 步骤一、选取钨粉和镍粉,钨粉费氏粒度3.0 μ m,镍粉费氏粒度3.2 μ m,批次钨粉和镍粉取样分析各项物理和化学性能指标符合应用要求,分别用500目筛网筛分处理,筛上物做废料处理,筛下钨粉和镍粉备用,其中:阳极材料选用筛下钨粉,阴极材料选用筛下钨粉和镍粉按比例混合的混合粉末,钨粉和镍粉混合比例为:4:1(质量比);

[0034] 步骤二、阴极选用 $\Phi 90 \times \Phi 86 \times 60$ mm规格管型橡胶模具,配合 $\Phi 70$ mm的挠性钢芯使用和阳极选用 $\Phi 50 \times 10$ mm规格的管型橡胶模具,内部清理干净,均匀添加钨镍合金粉末和钨粉,装粉重量分别为:1.8kg和0.3kg;封口后,冷等静压制,压制压力185MPa,保压时间10min;压制完成后,脱模,备用;

[0035] 步骤三、将阴极用钨镍合金管坯置于中频感应烧结炉,通入氢气作为保护和还原气氛,烧结温度1420℃,烧结时间为8h,随炉冷却,出炉,测得烧结密度9.756g/cm³;将阳极用钨棒坯装入中频感应烧结炉,通入氢气作为保护和还原气氛,烧结温度1870℃,烧结时间为42h,随炉冷却,出炉,测得烧结密度9.998g/cm³;

[0036] 步骤四、将阴极用钨镍合金烧结管置于氢气保护高温退火炉中进行加热,加热温度为:1150℃,保温30min,选用模具规格为 $\Phi 83$ mm- $\Phi 78$ mm,对管坯进行空心锻造加工;将阳极用钨烧结棒坯置于氢气保护高温退火炉中进行加热,加热温度为:1360℃,保温60min,选用模具规格为 $\Phi 43$ mm- $\Phi 32$ mm,对棒坯进行实心锻造加工;

[0037] 步骤五、使用退火炉分别对阴极用钼镍合金锻造管进行1100℃去应力退火,保温2h,自然降温冷却;对阳极用钼锻造棒进行1250℃去应力退火,保温2h,自然降温冷却;

[0038] 步骤六、热处理完成的阴极钼镍合金管坯和阳极钼合金棒坯机加工至客户图纸要求尺寸,然后进行缺陷探伤检测,缺陷探伤检查阴极钼镍合金管坯和阳极钼合金棒坯内部是否有裂纹、气孔等缺陷,内部无平均直径大于0.3mm的气孔缺陷存在,且金相组织均匀,平均晶粒直径小于35 μm ;

[0039] 步骤七、对经扫描合格的阴阳极进行超声波洁净处理,并用去离子水清洗后烘干,然后真空包装。

[0040] 实施例2、

[0041] 一种内燃机等离子节油器阴阳极的制备方法,包括以下步骤:

[0042] 步骤一、选取钨粉和镍粉,钼粉费氏粒度4.0 μm ,镍粉费氏粒度3.2 μm ,批次钨粉和镍粉取样分析各项物理和化学性能指标符合应用要求,分别用200目筛网筛分处理,筛上物做废料处理,筛下钨粉和镍粉备用,其中:阳极材料选用筛下钨粉,阴极材料选用筛下钨粉和镍粉按比例混合的混合粉末,钼粉和镍粉混合比例为:7:3(质量比);

[0043] 步骤二、阴极选用 $\Phi 95 \times \Phi 92 \times 60\text{mm}$ 规格管型橡胶模具,配合 $\Phi 76\text{mm}$ 的挠性钢芯使用和阳极选用 $\Phi 50 \times 10\text{mm}$ 规格的管型橡胶模具,内部清理干净,均匀添加钨镍合金粉末和钨粉,装粉重量分别为:3kg和0.6kg;封口后,冷等静压制,压制压力192MPa,保压时间15min;压制完成后,脱模,备用;

[0044] 步骤三、将阴极用钨镍合金粉质管坯置于中频感应烧结炉,通入氢气作为保护和还原气氛,烧结温度1450℃,烧结时间为10h,随炉冷却,出炉,测得烧结密度14.02g/cm³;将阳极用钨粉质棒坯装入中频感应烧结炉,通入氢气作为保护和还原气氛,烧结温度1970℃,烧结时间为48h,随炉冷却,出炉,测得烧结密度18.92g/cm³;

[0045] 步骤四、将阴极用钨镍合金烧结管置于氢气保护高温退火炉中进行加热,加热温度为:1250℃,保温30min,选用模具规格为 $\Phi 91\text{mm} - \Phi 88\text{mm}$,对管坯进行空心锻造加工;将阳极用钨烧结棒坯置于氢气保护高温退火炉中进行加热,加热温度为:1400℃,保温60min,选用模具规格为 $\Phi 43\text{mm} - \Phi 32\text{mm}$,对棒坯进行实心锻造加工;

[0046] 步骤五、使用退火炉分别对阴极用钨镍合金锻造管进行1200℃去应力退火,保温2h,自然降温冷却;对阳极用钨锻造棒进行1300℃去应力退火,保温2h,自然降温冷却;

[0047] 步骤六、热处理完成的阴极钨镍合金管坯和阳极钨棒坯机加工至客户图纸要求尺寸,然后进行缺陷探伤检测,缺陷探伤检查阴极钼镍合金管坯和阳极钼合金棒坯内部是否有裂纹、气孔等缺陷,内部无平均直径大于0.3mm的气孔缺陷存在,且金相组织均匀,平均晶粒直径小于35 μm ;

[0048] 步骤七、对经扫描合格的阴阳极进行超声波洁净处理,并用去离子水清洗后烘干,然后真空包装。

[0049] 实施例3、

[0050] 一种内燃机等离子节油器阴阳极的制备方法,包括以下步骤:

[0051] 步骤一、选取钨粉、钼粉和镍粉,钨粉费氏粒度4.0 μm ,钼粉费氏粒度3.5 μm ,镍粉费氏粒度3.2 μm ,批次钨粉、钼粉和镍粉取样分析各项物理和化学性能指标符合应用要求,分别用250目筛网筛分处理,筛上物做废料处理,筛下钨粉、钼粉和镍粉备用,其中:阳极材料

选用筛下钨粉和钼粉按比例混合的混合粉末,钨粉和钼粉混合比例为:3:2(质量比),阴极材料选用筛下钼粉和镍粉按比例混合的混合粉末,钼粉和镍粉混合比例为:4:1(质量比);

[0052] 步骤二、阴极选用 $\Phi 95 \times \Phi 92 \times 60$ mm规格管型橡胶模具,配合 $\Phi 76$ mm的挠性钢芯使用和阳极选用 $\Phi 50 \times 10$ mm规格的管型橡胶模具,内部清理干净,均匀添加钨钼合金粉末和钼镍合金粉末,装粉重量分别为:3kg和0.4kg;封口后,冷等静压制,压制压力192MPa,保压时间15min;压制完成后,脱模,备用;

[0053] 步骤三、将阴极用钼镍合金粉质管坯置于中频感应烧结炉,通入氢气作为保护和还原气氛,烧结温度1420℃,烧结时间为8h,随炉冷却,出炉,测得烧结密度 $9.74\text{g}/\text{cm}^3$;将阳极用钨钼合金粉质棒坯装入中频感应烧结炉,通入氢气作为保护和还原气氛,烧结温度1920℃,烧结时间为46h,随炉冷却,出炉,测得烧结密度 $13.96\text{g}/\text{cm}^3$;

[0054] 步骤四、将阴极用钼镍合金烧结管置于氢气保护高温退火炉中进行加热,加热温度为:1250℃,保温30min,选用模具规格为 $\Phi 91\text{mm} - \Phi 88\text{mm}$,对管坯进行空心锻造加工;将阳极用钨钼合金烧结棒坯置于氢气保护高温退火炉中进行加热,加热温度为:1450℃,保温60min,选用模具规格为 $\Phi 43\text{mm} - \Phi 32\text{mm}$,对棒坯进行实心锻造加工;

[0055] 步骤五、使用退火炉分别对阴极用钼镍合金锻造管进行1150℃去应力退火,保温2h,自然降温冷却;对阳极用钨钼合金锻造棒进行1250℃去应力退火,保温2h,自然降温冷却;

[0056] 步骤六、热处理完成的阴极钼镍合金管坯和阳极钨钼棒坯机加工至客户图纸要求尺寸,然后进行缺陷探伤检测,缺陷探伤检查阴极钼镍合金管坯和阳极钨钼合金棒坯内部是否有裂纹、气孔等缺陷,内部无平均直径大于0.3mm的气孔缺陷存在,且金相组织均匀,平均晶粒直径小于35 μm ;

[0057] 步骤七、对经扫描合格的阴阳极进行超声波洁净处理,并用去离子水清洗后烘干,然后真空包装。

[0058] 实施例4、

[0059] 一种内燃机等离子节油器阴阳极的制备方法,包括以下步骤:

[0060] 步骤一、选取钨粉、钼粉、镍粉和铜粉,钨粉费氏粒度 $4.0\mu\text{m}$,钼粉费氏粒度 $3.5\mu\text{m}$,镍粉费氏粒度 $3.2\mu\text{m}$,铜粉费氏粒度 $3.0\mu\text{m}$,批次钨粉、钼粉、镍粉和铜粉取样分析各项物理和化学性能指标符合应用要求,分别用250目筛网筛分处理,筛上物做废料处理,筛下钨粉、钼粉、镍粉和铜粉备用,其中:阳极材料选用筛下钨粉、镍粉和铜粉按比例混合的混合粉末,钨粉、镍粉和铜粉混合比例为:90:7:3(质量比),阴极材料选用筛下钼粉和镍粉按比例混合的混合粉末,钼粉和镍粉混合比例为:4:1(质量比);

[0061] 步骤二、阴极选用 $\Phi 95 \times \Phi 92 \times 60$ mm规格管型橡胶模具,配合 $\Phi 76$ mm的挠性钢芯使用和阳极选用 $\Phi 50 \times 10$ mm规格的管型橡胶模具,内部清理干净,均匀添加钨镍铜合金粉末和钼镍合金粉末,装粉重量分别为:3kg和0.4kg;封口后,冷等静压制,压制压力192MPa,保压时间15min;压制完成后,脱模,备用;

[0062] 步骤三、将阴极用钼镍合金粉质管坯置于中频感应烧结炉,通入氢气作为保护和还原气氛,烧结温度1420℃,烧结时间为8h,随炉冷却,出炉,测得烧结密度 $9.76\text{g}/\text{cm}^3$;将阳极用钨镍铜合金粉质棒坯装入中频感应烧结炉,通入氢气作为保护和还原气氛,烧结温度1460℃,烧结时间为10h,随炉冷却,出炉,测得烧结密度 $17.18\text{g}/\text{cm}^3$;

[0063] 步骤四、将阴极用钼镍合金烧结管置于氢气保护高温退火炉中进行加热,加热温度为:1180℃,保温30min,选用模具规格为Φ91mm-Φ88mm,对管坯进行空心锻造加工;将阳极用钨镍铜合金烧结棒坯置于氢气保护高温退火炉中进行加热,加热温度为:1300℃,保温60min,选用模具规格为Φ43mm-Φ32mm,对棒坯进行实心锻造加工;

[0064] 步骤五、使用退火炉分别对阴极用钼镍合金锻造管进行1100℃去应力退火,保温2h,自然降温冷却;对阳极用钨镍铜合金锻造棒进行1250℃去应力退火,保温2h,自然降温冷却;

[0065] 步骤六、热处理完成的阴极钼镍合金管坯和阳极钨镍铜棒坯机加工至客户图纸要求尺寸,然后进行缺陷探伤检测,缺陷探伤检查阴极钼镍合金管坯和阳极钨镍铜合金棒坯内部是否有裂纹、气孔等缺陷,内部无平均直径大于0.3mm的气孔缺陷存在,且金相组织均匀,平均晶粒直径小于35um;

[0066] 步骤七、对经扫描合格的阴阳极进行超声波洁净处理,并用去离子水清洗后烘干,然后真空包装。

[0067] 实施例5、

[0068] 一种内燃机等离子节油器阴阳极的制备方法,包括以下步骤:

[0069] 步骤一、选取钼粉,钼粉费氏粒度3.0um,批次钼粉取样分析各项物理和化学性能指标符合应用要求,分别用500目筛网筛分处理,筛上物做废料处理,筛下钼粉备用;

[0070] 步骤二、阴极选用Φ90×Φ86×60mm规格管型橡胶模具,配合Φ70mm的挠性钢芯使用和阳极选用Φ50×10mm规格的管型橡胶模具,内部清理干净,均匀添加钼粉,装粉重量分别为:1.8kg和0.3kg;封口后,冷等静压制,压制压力185MPa,保压时间10min;压制完成后,脱模,备用;

[0071] 步骤三、将阴极用钼管坯置于中频感应烧结炉,通入氢气作为保护和还原气氛,烧结温度1900℃,烧结时间为42h,随炉冷却,出炉,测得烧结密度10.05g/cm³;将阳极用钼棒坯装入中频感应烧结炉,通入氢气作为保护和还原气氛,烧结温度1900℃,烧结时间为42h,随炉冷却,出炉,测得烧结密度10.02g/cm³;

[0072] 步骤四、将阴极用钼烧结管置于氢气保护高温退火炉中进行加热,加热温度为:1280℃,保温30min,选用模具规格为Φ83mm-Φ78mm,对管坯进行空心锻造加工;将阳极用钼烧结棒坯置于氢气保护高温退火炉中进行加热,加热温度为:1360℃,保温60min,选用模具规格为Φ43mm-Φ32mm,对棒坯进行实心锻造加工;

[0073] 步骤五、使用退火炉分别对阴极用钼锻造管和阳极用钼棒坯进行1200℃去应力退火,保温2h,自然降温冷却;

[0074] 步骤六、热处理完成的阴极钼管坯和阳极钼棒坯机加工至客户图纸要求尺寸,然后进行缺陷探伤检测,缺陷探伤检查阴极钼管坯和阳极钼棒坯内部是否有裂纹、气孔等缺陷,内部无平均直径大于0.3mm的气孔缺陷存在,且金相组织均匀,平均晶粒直径小于35um;

[0075] 步骤七、对经扫描合格的阴阳极进行超声波洁净处理,并用去离子水清洗后烘干,然后真空包装。

[0076] 实施例中未注明具体条件者,按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者,均为可以通过市售购买获得的常规产品。

[0077] 应当指出,虽然通过上述实施方式对本发明进行了描述,然而本发明还可以有其

他的多种实施方式。在不脱离本发明精神和范围的前提下,熟悉本领域的技术人员显然可以对本发明做出各种相应的改变和变形,但这些改变和变形都应当属于本发明所附权利要求及其等效物所保护的范围内。