

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610169849.7

[51] Int. Cl.
B22F 3/00 (2006.01)
B01J 2/28 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 7 月 11 日

[11] 公开号 CN 1994627A

[22] 申请日 2006.12.29

[21] 申请号 200610169849.7

[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 何新波 唐安旭 任淑彬

[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

[54] 发明名称

一种 CuSn10 合金的注射成形方法

[57] 摘要

一种 CuSn10 合金的注射成形方法，属于铜合金成形技术领域。工艺为：所选择 CuSn10 铜合金粒径为 $6 \sim 50 \mu\text{m}$ 。所选粘结剂为不同质量配比的石蜡 PW，聚苯乙烯 PS 乙酸乙烯共聚物 EVA，硬脂酸 SA 组成的聚合物。首先将 CuSn10 粉末与粘结剂以 $50 \sim 66\text{vol}\%$ 的装载量混合、制粒，再进行注射成形。随后采用溶剂脱脂和热脱脂工艺脱除粘结剂并于 $600^\circ\text{C} \sim 750^\circ\text{C}$ 之间进行预烧结。最后，在还原气氛或惰性气氛的保护下烧结制得零部件。本发明的优点在于，能够实现以较低的成本批量生产形状复杂、性能优良的铜合金零部件。

1、一种 CuSn10 合金的注射成形方法，其特征在于，工艺为：

a、粘结剂的配制：在整个粘结剂中，石蜡 PW 所占质量百分比为 60~70%，聚苯乙烯 PS 质量百分比为 5~30%，乙酸乙烯共聚物 EVA 质量百分比为 5~30%，硬脂酸 SA 质量百分比为 2~10%；将三种组元加入转矩流变仪或双螺旋挤出机中进行共混，并达到成分均匀；

b、混炼：将所选用铜合金粉末与所配制的粘结剂按比例在型开放式炼胶机上混炼 1~1.5 小时，混炼温度为 120~130℃，再在混炼挤出机上制粒，使喂料进一步均匀，粉末装载量为 50~66vol%；

c、注射成形：制粒后在注射温度为 130~150℃，注射压力为 70~90MPa 的条件下注射，得到所需形状的铜合金预成形坯；

d、脱脂：成形坯的脱脂采用溶剂脱脂+后续热脱脂的脱脂工艺，首先将预成形坯浸于三氯乙烯中进行溶剂脱脂 4~8 小时，脱脂温度为 30~40℃，脱脂完成后取出坯件，然后烘干；热脱脂在 30~550℃之间进行 6~14 小时，脱脂后将脱脂坯加热至 600℃~750℃之间进行预烧结；

e、烧结：将预烧结坯在烧结炉中 880~920℃的温度下烧结，保温 0.5~1 小时，烧结过程中采用氮氢混合气氛保护，气体体积比为 $N_2:H_2=1\sim5:2\sim3$ 。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于：所选用的铜合金粉末为气雾化 CuSn10 合金粉末或水雾化 CuSn10 合金粉末，粉末的粒径为 6~50 μm 。

一种 CuSn10 合金的注射成形方法

技术领域

本发明属于铜合金成形技术领域，特别是提供了一种 CuSn10 合金注射成形方法。适用于制备高性能、高尺寸精度，复杂形状的铜合金零部件。

背景技术

铜是人类最早使用的金属，也是目前应用最广泛的金属之一。铜及铜合金由于具有一系列优良性能：电导率与热导率高，抗腐蚀性能强，强度适中到大等，广泛应用于摩擦材料、含油轴承、电触头材料、导电材料、金刚石制品、过滤器和机械零件等，在汽车、家电电子、通信等领域发挥着重要的作用。

目前制备 CuSn10 零部件的方法主要有：精密铸造、铸造+切削加工和粉末冶金法等工艺。精密铸造或铸造+切削加工的方法制备的铜合金零件，容易出现成分偏析、组织不均匀、夹杂较多等缺陷，并且这两项工艺生产效率低，生产成本低，难以实现批量生产。铸造+切削加工还会造成原材料的大量浪费。传统的粉末冶金法采用简单的混粉—压制—烧结工艺可以制备出较高性能的铜合金，但该方法无法保证压制的过程中压坯内部密度的均匀性，易造成铜合金在烧结过程中的膨胀，从而影响零件性能的进一步提高，而且采用该方法无法生产形状复杂的零件。

金属注射成形工艺是将传统粉末冶金与塑料注塑成形技术相结合而形成的一种新的零部件加工技术，与传统的工艺相比，采用注射成形工艺制备 CuSn10 合金零件具有以下几个优点：1) 能根据使用需要，方便地制成各种复杂形状的铜合金零部件，如轴承、齿轮、垫圈等；2) 可以保证零件内部组织和成分的均匀性，使铜合金获得良好的导电和导热性能；3) 在烧结过程中能够在一定程度上抑制铜合金的膨胀，实现在较高温度的烧结，有利于获得优良的力学性能；4) 工艺简单，生产效率高，产品尺寸精度高，并且材料利用率接近 100%，能够有效地降低生产成本。

发明内容

本发明的目的在于，提供一种 CuSn10 铜合金注射成形方法，能够实现以较低的成本批量生产形状复杂、性能优良的铜合金零部件。

本发明采用注射成形方法制备成形坯，然后通过脱脂和烧结制备铜合金零件。具体工艺为：

1、粘结剂的配制：在整个粘结剂中，石蜡 PW 所占质量百分比为 60~70%，聚苯乙烯 PS 质量百分比为 5~30%，乙酸乙烯共聚物 EVA 质量百分比为 5~30%，硬脂酸 SA 质量百分比为 2%~10%。将四种组元加入转矩流变仪或双螺旋挤出机中进行共混，并达到成分均匀；

2、混炼：将所选用铜合金粉末与所配制的粘结剂按比例在炼胶机上混炼 1~

1.5 小时，混炼温度为 120~130℃，再在混炼挤出机上制粒，使喂料进一步均匀，粉末装载量为 50~66vol%；

3、注射成形：制粒后在注射温度为 130~150℃，注射压力为 70~90MPa 的条件下注射，得到所需形状的铜合金预成形坯；

4、脱脂：成形坯的脱脂采用溶剂脱脂+后续热脱脂的脱脂工艺，首先将预成形坯浸于三氯乙烯中进行溶剂脱脂 4~8 小时，脱脂温度为 30~40℃，脱脂完成后取出坯件，然后烘干；热脱脂在 30~550℃之间进行，共需要 6~12 小时，脱脂后将脱脂坯加热至 600℃~750℃之间进行预烧结；

5、烧结：将预烧结坯在烧结炉中 880~920℃的温度下烧结，保温 0.5~1 小时，体积比为 $N_2:H_2 = (1\sim5) : (2\sim3)$ 的氮氢混合气。

本发明所选用的铜合金粉末为气雾化 CuSn10 合金粉末或水雾化 CuSn10 合金粉末，粉末的粒径为 6~50 μm。

本发明的优点在于：采用此方法制备的 CuSn10 合金，相对密度大于 96%，拉伸强度大于 200MPa，硬度大于 50HB，尺寸精度在 ±0.5% 之内。

具体实施方式

实施例 1：

原料：粘结剂由质量百分比为 60%PW、25%PS、5%EVA、10%SA 组成，CuSn10 粉末粒径为 6 μm，粉末装载量为 64vol%。

将粉末与配制好的粘结剂在开放式炼胶机上混炼 1.5 小时，混炼温度为 125℃，再在混炼挤出机上制粒，使喂料混合均匀。制粒后的喂料在注射温度为 150℃，注射压力为 90MPa 的条件下注射，得到所需形状的铜合金预成形坯，然后将预成形坯浸入三氯乙烯中脱脂 8 小时，脱脂温度为 30℃，脱脂完成后取出坯件在恒温干燥箱内烘干，热脱脂在 30~550℃之间进行，共脱脂 10 小时，脱脂后将脱脂坯加热至 650℃进行预烧结，最后将预烧结坯在 $N_2:H_2=5:3$ 的氮氢混合气中于 880℃的温度下烧结 0.5 小时，即得相对密度 96%，拉伸强度 213MPa，硬度 51HB，尺寸精度在 ±0.3% 之内的铜合金零部件。

实施例 2：

原料：粘结剂由质量百分比为 70%PW、10%PS、15%EVA、5%SA 组成，CuSn10 粉末粒径为 6 μm，粉末装载量为 56vol%。

将粉末与配制好的粘结剂在开放式炼胶机上混炼 1.5 小时，混炼温度为 123℃，再在混炼挤出机上制粒，使喂料混合均匀。制粒后的喂料在注射温度为 135℃，注射压力为 80MPa 的条件下注射，得到所需形状的铜合金预成形坯，然后将预成形坯浸入三氯乙烯中脱脂 8 小时，脱脂温度为 30℃，脱脂完成后取出坯件在恒温干燥箱内烘干，热脱脂在 30~550℃之间进行，共脱脂 12 小时，脱脂后将脱脂坯加热至 650℃进行预烧结，最后将预烧结坯在 $N_2:H_2=1:3$ 的氮氢混合气中于 910℃的温度下烧结 1 小时，即得相对密度 98%，拉伸强度 215MPa，硬度 57HB，

尺寸精度在 $\pm 0.4\%$ 之内的铜合金零部件。

实施例 3:

原料: 粘结剂由质量百分比为 60%PW、20%PS、12%EVA、8%SA 组成, CuSn10 粉末粒径为 $15\mu\text{m}$, 粉末装载量为 63vol%。

将粉末与配制好的粘结剂在开放式炼胶机上混炼 1 小时, 混炼温度为 130°C , 再在混炼挤出机上制粒, 使喂料混合均匀。制粒后的喂料在注射温度为 145°C , 注射压力为 75MPa 的条件下注射, 得到所需形状的铜合金预成形坯, 然后将预成形坯浸入三氯乙烯中脱脂 6 小时, 脱脂温度为 40°C , 脱脂完成后取出坯件在恒温干燥箱内烘干, 热脱脂在 $30\sim 550^{\circ}\text{C}$ 之间进行, 共脱脂 8 小时, 脱脂后将脱脂坯加热至 650°C 进行预烧结, 最后将预烧结坯在 $\text{N}_2:\text{H}_2=1:1$ 的氮氢混合气中于 900°C 的温度下烧结 1 小时, 即得相对密度 96%, 拉伸强度 205MPa , 硬度 53HB, 尺寸精度在 $\pm 0.2\%$ 之内的铜合金零部件。

实施例 4:

原料: 粘结剂由质量百分比为 63%PW、17%PS、15%EVA、5%SA 组成, CuSn10 粉末粒径为 $15\mu\text{m}$, 粉末装载量为 61vol%。

将粉末与配制好的粘结剂在开放式炼胶机上混炼 1 小时, 混炼温度为 125°C , 再在混炼挤出机上制粒, 使喂料混合均匀。制粒后的喂料在注射温度为 145°C , 注射压力为 90MPa 的条件下注射, 得到所需形状的铜合金预成形坯, 然后将预成形坯浸入三氯乙烯中脱脂 6 小时, 脱脂温度为 40°C , 脱脂完成后取出坯件在恒温干燥箱内烘干, 热脱脂在 $30\sim 550^{\circ}\text{C}$ 之间进行, 共脱脂 12 小时, 脱脂后将脱脂坯加热至 650°C 进行预烧结, 最后将预烧结坯在 $\text{N}_2:\text{H}_2=1:2$ 的氮氢混合气中于 920°C 的温度下烧结 1 小时, 即得相对密度 97%, 拉伸强度 212MPa , 硬度 53HB, 尺寸精度在 $\pm 0.2\%$ 之内的铜合金零部件。

实施例 5:

原料: 粘结剂由质量百分比为 67%PW、21%PS、10%EVA、2%SA 组成, CuSn10 粉末粒径为 $20\mu\text{m}$, 粉末装载量为 57vol%。

将粉末与配制好的粘结剂在开放式炼胶机上混炼 1 小时, 混炼温度为 130°C , 再在混炼挤出机上制粒, 使喂料混合均匀。制粒后的喂料在注射温度为 145°C , 注射压力为 85MPa 的条件下注射, 得到所需形状的铜合金预成形坯, 然后将预成形坯浸入三氯乙烯中脱脂 6 小时, 脱脂温度为 40°C , 脱脂完成后取出坯件在恒温干燥箱内烘干, 热脱脂在 $30\sim 550^{\circ}\text{C}$ 之间进行, 共脱脂 10 小时, 脱脂后将脱脂坯加热至 650°C 进行预烧结, 最后将预烧结坯在 $\text{N}_2:\text{H}_2=2:1$ 的氮氢混合气中于 900°C 的温度下烧结 1 小时, 即得相对密度 97%, 拉伸强度 213MPa , 硬度 54HB, 尺寸精度在 $\pm 0.5\%$ 之内的铜合金零部件。

实施例 6:

原料: 粘结剂由质量百分比为 61%PW、21%PS、12%EVA、6%SA 组成, CuSn10

粉末粒径为 $30\mu\text{m}$ ，粉末装载量为 52vol%。

将粉末与配制好的粘结剂在开放式炼胶机上混炼 1 小时，混炼温度为 125°C ，再在混炼挤出机上制粒，使喂料混合均匀。制粒后的喂料在注射温度为 140°C ，注射压力为 110MPa 的条件下注射，得到所需形状的铜合金预成形坯，然后将预成形坯浸入三氯乙烯中脱脂 4 小时，脱脂温度为 35°C ，脱脂完成后取出坯件在恒温干燥箱内烘干，热脱脂在 $30\sim 550^{\circ}\text{C}$ 之间进行，共需要 6 小时，脱脂后将脱脂坯加热至 650°C 进行预烧结，最后将预烧结坯在 $\text{N}_2:\text{H}_2=2:1$ 的氮氢混合气中于 910°C 的温度下烧结 1 小时，即得相对密度 96%，拉伸强度 207MPa ，硬度 53HB，尺寸精度在 $\pm 0.2\%$ 之内的零部件。

实施例 7：

原料：粘结剂由质量百分比为 64%PW、23%PS、6%EVA、7%SA 组成，CuSn10 粉末粒径为 $50\mu\text{m}$ ，粉末装载量为 63vol%。

将粉末与配制好的粘结剂在开放式炼胶机上混炼 1 小时，混炼温度为 130°C ，再在混炼挤出机上制粒，使喂料混合均匀。制粒后的喂料在注射温度为 145°C ，注射压力为 85MPa 的条件下注射，得到所需形状的铜合金预成形坯，然后将预成形坯浸入三氯乙烯中脱脂 4 小时，脱脂温度为 35°C ，脱脂完成后取出坯件在恒温干燥箱内烘干，热脱脂在 $30\sim 550^{\circ}\text{C}$ 之间进行，共脱脂 6 小时，脱脂后将脱脂坯加热至 650°C 进行预烧结，最后将预烧结坯在 $\text{N}_2:\text{H}_2=2:1$ 的氮氢混合气中于 920°C 的温度下烧结 1 小时，即得相对密度 96%，拉伸强度 202MPa ，硬度 51HB，尺寸精度在 $\pm 0.5\%$ 之内的零部件。