

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610012156.7

C22C 1/02 (2006.01)

C22C 45/08 (2006.01)

C22F 3/02 (2006.01)

B01F 13/08 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 1 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 100365143C

[22] 申请日 2006.6.8

[21] 申请号 200610012156.7

[73] 专利权人 北京交通大学

地址 100044 北京市海淀区西直门外上园村 3 号

[72] 发明人 张 鹏 杜云慧 刘汉武

[56] 参考文献

US4229210A 1980.10.21

CN1740369A 2006.3.1

审查员 庞立敏

[74] 专利代理机构 北京市商泰律师事务所

代理人 李鸿华 毛燕生

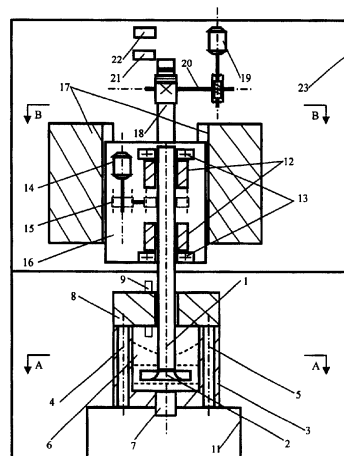
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

## [54] 发明名称

一种铝 20 锡半固态浆料机械搅拌制备方法

## [57] 摘要

一种铝 20 锡半固态浆料机械搅拌制备方法，属于铝 20 锡半固态研究领域，利用连续上下移动的双面双弧形叶片旋转产生的周向运动、向内运动和向上运动，打碎铝 20 锡熔体凝固过程中形成的初生固相，并不断地将石墨坩埚内周围的铝 20 锡熔体移到内部、将下部的铝 20 锡熔体移到上部，来阻止锡液滴的离心运动与沉淀运动，当铝 20 锡熔体的周向运动状态接近双面双弧形叶片周向运动状态时，改变双面双弧形叶片的旋转方向，来保持搅拌效果；利用铝 20 锡熔体的高粘度和初生固相颗粒来进一步阻止锡液滴的离心运动与沉淀运动，得到锡液滴分布均匀的铝 20 锡半固态浆料，解决现有制备方法存在的“设备结构复杂”的技术问题。



1. 一种铝 20 锡半固态浆料机械搅拌制备方法，其特征在于，铝 20 锡半固态浆料机械搅拌制备方法的工艺步骤：

步骤 1，制备铝 20 锡熔体，控制在 700℃；

步骤 2，将上述铝 20 锡熔体倒入预热温度为 500℃的石墨坩埚，盖上上盖，接通 Ar 气以防氧化；

步骤 3，启动机械搅拌器及其上下移动控制装置，对铝 20 锡熔体进行搅拌，同时，接通并调节石墨坩埚壁内冷却管的冷却水与加热管的电源，将铝 20 锡熔体温度控制在铝 20 锡半固态浆料拟达到固相率所需温度，利用连续上下移动的机械搅拌器的双面双弧形叶片旋转产生的周向运动、向内运动和向上运动，打碎铝 20 锡熔体凝固过程中形成的初生固相，并不断地将石墨坩埚内周围的铝 20 锡熔体移到内部、将下部的铝 20 锡熔体移到上部，来阻止锡液滴的离心运动与沉淀运动，机械搅拌器的旋转方向每隔 1~3 分钟改变一次，来保持阻止锡液滴离心运动与沉淀运动的效果，利用铝 20 锡熔体的高粘度和初生固相颗粒进一步阻止锡液滴的离心运动与沉淀运动，搅拌一定时间后，得到锡液滴分布均匀的铝 20 锡半固态浆料；机械搅拌器的双面双弧形叶片左右二侧面为双弧形面，对称分布，在长度方向上，凹弧面为圆弧形，弧度为 20~30°，左右二侧的凹弧面与双面双弧形叶片上表面的相交弧线在双面双弧形叶片根部相切；双面双弧形叶片在厚度方向上，凹弧面朝上，为圆弧形，弧度为 45~90°，凹弧面下部与双面双弧形叶片下表面相切。

2. 根据权利要求 1 所述的一种铝 20 锡半固态浆料机械搅拌制备方法，其特征在于，机械搅拌器的连续上下移动速度控制在 5~20mm/s，搅拌时间为 8~10min，铝 20 锡熔体温度控制在 560~600℃。

## 一种铝 20 锡半固态浆料机械搅拌制备方法

### 技术领域

本发明涉及一种铝 20 锡半固态浆料机械搅拌制备方法。

### 背景技术

公开号: CN1740369A, 发明名称: “一种铝 20 锡半固态浆料制备方法”上, 阐述了制备铝 20 锡半固态浆料的方法, 其基本技术方案如下: 1) 利用电磁搅拌装置打碎铝 20 锡合金液凝固过程中形成的初生枝晶; 2) 利用机械搅拌装置阻止锡液滴的离心与沉淀运动, 得到锡液滴分布均匀的铝 20 锡半固态浆料。在该方法中, 电磁搅拌装置和机械搅拌装置的共同作用, 阻止了由于铝与锡密度的差别引起的锡液滴的离心与沉淀运动, 得到了锡液滴分布均匀的铝 20 锡半固态浆料。但是, 在该方法中, 由于同时使用了电磁搅拌装置和机械搅拌装置, 导致设备结构十分复杂。

### 发明内容

本发明所要解决的技术问题是, 克服现有制备方法存在的“设备结构复杂”的不足, 提供一种能够制备出锡液滴均匀悬浮于铝 20 锡熔体中的铝 20 锡半固态浆料的机械搅拌制备方法。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

利用机械搅拌器的双面双弧形叶片旋转时产生的周向运动、向内运动和向上运动, 来打碎铝 20 锡熔体凝固过程中形成的初生固相, 并不断地将双面双弧形叶片周围的铝 20 锡熔体移到内部、将下部的铝 20 锡熔体移到上部, 来阻止双面双弧形叶片周围的锡液滴的离心运动与沉淀运动, 当铝 20 锡熔体的周向运动状态接近双面双弧形叶片周向运动状态而导致阻止锡液滴离心运动与沉淀运

动效果变差时，机械搅拌器改变旋转方向，利用双面双弧形叶片另一面的双弧形来阻止双面双弧形叶片周围的锡液滴的离心运动与沉淀运动；借助于机械搅拌器的上下移动控制装置，来驱动机械搅拌器进行上下运动，从而在整个坩埚范围内阻止锡液滴的离心运动与沉淀运动；利用铝 20 锡熔体的高粘度和初生固相颗粒来进一步阻止锡液滴的离心运动与沉淀运动，得到锡液滴分布均匀的铝 20 锡半固态浆料。

铝 20 锡半固态浆料的机械搅拌制备装置主要包括：机械搅拌器及其驱动与上下移动控制装置、石墨坩埚、上盖、堵塞、Ar 气管及热电偶。

石墨坩埚采用机械连接方式固定于底架上，其壁内间隔均布加热管和冷却管，分别与外部电源与冷却液供给系统连接。

机械搅拌器由圆形搅拌杆和四个双面双弧形叶片构成，材质为耐热陶瓷；圆形搅拌杆的下端为方形，其四面与圆形搅拌杆相切，四个双面双弧形叶片位于圆形搅拌杆的方形下端，其根部与圆形搅拌杆的方形下端的四个表面垂直，互成  $90^\circ$ ，厚度与圆形搅拌杆的方形下端的厚度相同；双面双弧形叶片左右二侧面为双弧形面，对称分布，在长度方向上，凹弧面为圆弧形，弧度为  $20\sim 30^\circ$ ，左右二侧的凹弧面与双面双弧形叶片上表面的相交弧线在双面双弧形叶片根部相切；双面双弧形叶片在厚度方向上，凹弧面朝上，为圆弧形，弧度为  $45\sim 90^\circ$ ，凹弧面下部与双面双弧形叶片下表面相切；双面双弧形叶片最外端部与石墨坩埚内壁之间的距离为 5mm。

机械搅拌器的驱动装置由电机、齿轮传动机构和定位机构构成。定位机构位于机械搅拌器的圆形搅拌杆上部，由上下二个轴瓦进行横向定位，由上下二个止推轴承进行纵向定位，机械搅拌器驱动装置的电机、齿轮传动机构和定位机构分别采用机械连接方式固定于导向板上，导向板可在固定于支架上的导向槽内进行上下移动。

机械搅拌器上下移动控制装置由电机、传动机构、上行程开关和下行程开

关构成。传动机构由齿条与齿轮、涡轮与蜗杆传动构成，齿条的下端与机械搅拌器驱动装置的导向板采用机械连接方式连接，电机的转向由上、下行程开关控制，也就是，当机械搅拌器的双面双弧形叶片向上移动到铝 20 锡熔体上方时，齿条的上部触动下行程开关，电机改变转向，使机械搅拌器向下移动；当机械搅拌器的双面双弧形叶片向下移动到石墨坩埚底部时，齿条的上部触动上行程开关，电机改变转向，使机械搅拌器向上移动，机械搅拌器上下移动控制装置的电机、传动机构、行程开关采用机械连接方式固定于支架上。

机械搅拌器的上下移动速度控制在 5~20mm/s，Ar 气管固定于上盖的孔内，热电偶固定于石墨坩埚的侧壁内，其端部与铝 20 锡熔体接触，堵塞位于石墨坩埚底部。

铝 20 锡半固态浆料的制备工艺步骤如下：

步骤 1，制备铝 20 锡熔体，控制在 700℃；

步骤 2，将上述铝 20 锡熔体倒入预热温度为 500℃的石墨坩埚，盖上上盖，接通 Ar 气以防氧化；

步骤 3，启动机械搅拌器及其上下移动控制装置，对铝 20 锡熔体进行搅拌，同时，接通并调节石墨坩埚壁内冷却管的冷却水与加热管的电源，将铝 20 锡熔体温度控制在铝 20 锡半固态浆料拟达到固相率所需温度，利用连续上下移动的机械搅拌器的双面双弧形叶片旋转产生的周向运动、向内运动和向上运动，打碎铝 20 锡熔体凝固过程中形成的初生固相，并不断地将石墨坩埚内周围的铝 20 锡熔体移到内部、将下部的铝 20 锡熔体移到上部，来阻止锡液滴的离心运动与沉淀运动，机械搅拌器的旋转方向每隔一定时间改变一次，来保持阻止锡液滴离心运动与沉淀运动的效果，利用铝 20 锡熔体的高粘度和初生固相颗粒进一步阻止锡液滴的离心运动与沉淀运动，搅拌一定时间后，得到具有锡液滴分布均匀的铝 20 锡半固态浆料。

本发明的有益效果是：利用本发明，无需电磁搅拌装置，直接可以从高温液态通过降温进行机械搅拌制备锡液滴分布均匀的铝 20 锡半固态浆料，解决了现有制备方法存在的“设备结构复杂”的问题。

## 附图说明

图 1 为本发明方法制备铝 20 锡半固态浆料装置的主视图。

图中，圆形搅拌杆 1，双面双弧形叶片 2，石墨坩埚 3，加热管 4，冷却管 5，铝 20 锡半固态浆料 6，堵塞 7，上盖 8，Ar 气管 9，底架 11，轴瓦 12，止推轴承 13，电机 14，齿轮传动机构 15，导向板 16，导向槽 17，齿条 18，电机 19，传动机构 20，上行程开关 21，下行程开关 22，支架 23。

图 2 为本发明方法制备铝 20 锡半固态浆料装置的 A-A 视图。

图中 10.热电偶。

图 3 为本发明方法制备铝 20 锡半固态浆料装置的 B-B 局部视图。

图 4 为本发明方法制备的固相率为 40% 的铝 20 锡半固态浆料的微观组织。

## 具体实施方式

结合附图对本发明方法制备铝 20 锡半固态浆料装置的具体说明如下：

铝 20 锡半固态浆料的机械搅拌制备装置主要由机械搅拌器及其驱动与上下移动控制装置、石墨坩埚 3、上盖 8、堵塞 7、Ar 气管 9 及热电偶 10 构成。

石墨坩埚 3 采用机械连接方式固定于底架 11 上，其壁内间隔均布加热管 4 和冷却管 5，分别与外部电源与冷却液供给系统连接；

机械搅拌器由圆形搅拌杆 1 和四个双面双弧形叶片 2 构成，材质为耐热陶瓷；圆形搅拌杆 1 的下端为方形，其四面与圆形搅拌杆 1 相切，四个双面双弧形叶片 2 位于圆形搅拌杆 1 的方形下端，其根部与圆形搅拌杆 1 的方形下端的四个表面垂直，互成  $90^\circ$ ，厚度与圆形搅拌杆 1 的方形下端的厚度相同；双面双弧形叶片 2 左右二侧面为双弧形面，对称分布，在长度方向上，凹弧面为圆弧形，弧度为  $20\sim 30^\circ$ ，左右二侧的凹弧面与双面双弧形叶片 2 上表面的相交弧

线在双面双弧形叶片 2 根部相切；双面双弧形叶片 2 在厚度方向上，凹弧面朝上，为圆弧形，弧度为  $45\sim 90^\circ$ ，凹弧面下部与双面双弧形叶片 2 下表面相切；双面双弧形叶片 2 最外端部与石墨坩埚 3 内壁之间的距离为 5mm。

机械搅拌器的驱动装置由电机 14、齿轮传动机构 15 和定位机构构成。定位机构位于圆形搅拌杆 1 上部，由上下二个轴瓦 12 进行横向定位，由上下二个止推轴承 13 进行纵向定位，机械搅拌器驱动装置的电机 14、齿轮传动机构 15 和定位机构分别采用机械连接方式固定于导向板 16 上，导向板 16 可在固定于支架 23 上的导向槽 17 内进行上下移动。

机械搅拌器上下移动控制装置由电机 19、传动机构 20、上行程开关 21 和下行程开关 22 构成。传动机构 20 由齿条 18 与齿轮、涡轮与蜗杆传动构成，齿条 18 的下端与机械搅拌器驱动装置的导向板 16 采用机械连接方式连接，电机 19 的转向由上行程开关 21、下行程开关 22 控制，也就是，当双面双弧形叶片 2 向上移动到铝 20 锡熔体上方时，齿条 18 的上部触动下行程开关 22，电机 19 改变转向，使机械搅拌器向下移动；当双面双弧形叶片 2 向下移动到石墨坩埚 3 底部时，齿条 18 的上部触动上行程开关 21，电机 19 改变转向，使机械搅拌器向上移动，机械搅拌器上下移动控制装置的电机 19、传动机构 20、上行程开关 21、下行程开关 22 采用机械连接方式固定于支架 23 上；

Ar 气管 9 固定于上盖 8 的孔内，热电偶 10 固定于石墨坩埚 3 的侧壁内，其端部与铝 20 锡半固态浆料 6 接触，堵塞 7 位于坩埚 3 底部。

在机械搅拌器的功率为 2kW、转速为 3 转/秒、每隔 3 分钟改变一次机械搅拌器的旋转方向、双面双弧形叶片 2 长度方向上凹弧面的弧度为  $20^\circ$ 、厚度方向上凹弧面的弧度为  $50^\circ$ 、机械搅拌器的上下移动速度为 5mm/s 的条件下，具体实施步骤：

步骤 1，制备铝 20 锡熔体，温度控制在  $700^\circ\text{C}$ ；

步骤 2，将上述铝 20 锡熔体倒入石墨坩埚 3 中，石墨坩埚 3 的预热温度为

500℃，由其壁内的加热管 4 实现预热，盖上上盖 8 后，接通 Ar 气以防氧化；

步骤 3，启动机械搅拌器及其上下移动控制装置，对铝 20 锡熔体进行搅拌，同时，关闭加热管 4 的电源并向石墨坩埚 3 壁内的冷却管 5 内接通冷却水进行冷却，将铝 20 锡熔体冷却至 585℃后，关闭冷却水，打开并调节加热管 4 的电源，使铝 20 锡熔体温度稳定在 585℃，稳定搅拌 10min 后，得到固相率为 40%、锡液滴分布均匀的铝 20 锡半固态浆料 6。

在双面双弧形叶片 2 长度方向上凹弧面的弧度为 30°、厚度方向上凹弧面的弧度为 90°、机械搅拌器的转速为 5 转/秒、上下移动速度为 15mm/s、每隔 2 分钟改变一次机械搅拌器的旋转方向、石墨坩埚 3 内铝 20 锡熔体的温度控制在 570℃、其它参数同上的条件下，稳定搅拌 8min 后，得到固相率为 50%、锡液滴分布均匀的铝 20 锡半固态浆料 6。

在双面双弧形叶片 2 长度方向上凹弧面的弧度为 25°、厚度方向上凹弧面的弧度为 70°、机械搅拌器的转速为 4 转/秒、上下移动速度为 20mm/s、每隔 1 分钟改变一次机械搅拌器的旋转方向、石墨坩埚 3 内铝 20 锡熔体的温度控制在 600℃、其它参数同上的条件下，稳定搅拌 9min 后，得到固相率为 30%、锡液滴分布均匀的铝 20 锡半固态浆料 6。

附图 4 为本发明方法制备的固相率为 40%的铝 20 锡半固态浆料的微观组织，图中呈球形或椭球形的白色部分为初生固相颗粒，呈球形或椭球形的黑色部分为锡颗粒，由图可见，铝 20 锡半固态浆料中的初生固相颗粒与锡液滴均匀地分布在半固态浆料中，所以，本发明方法可用于制备重金属锡均匀悬浮于熔体中的铝 20 锡半固态浆料。



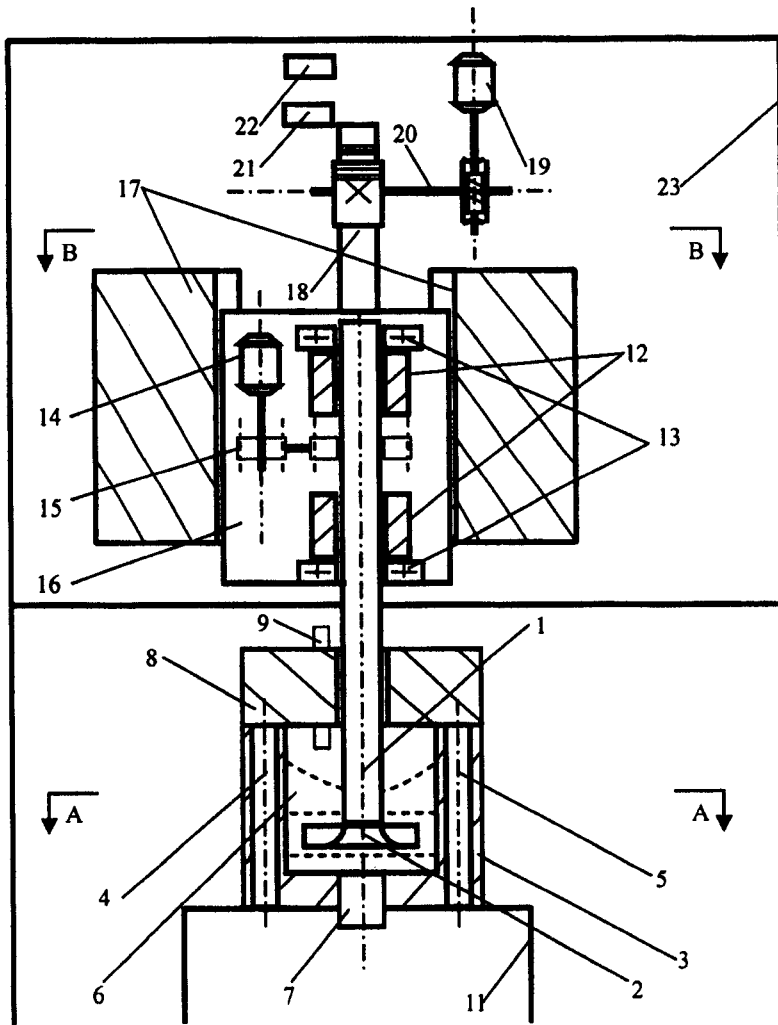


图 1

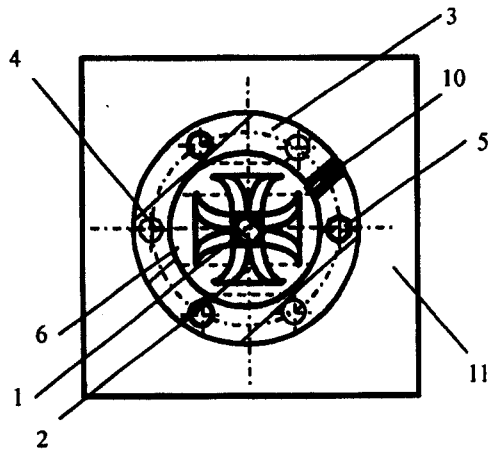


图 2

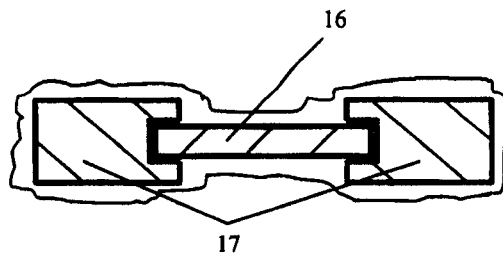


图 3

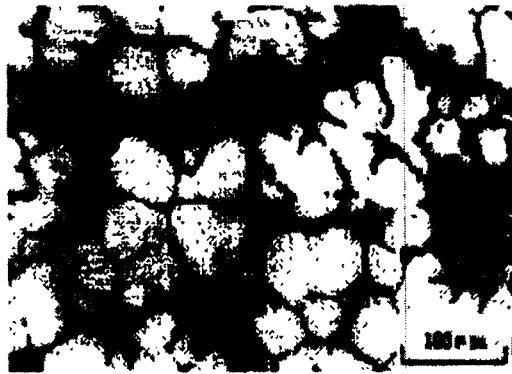


图 4