



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101712115 B

(45) 授权公告日 2011.05.18

(21) 申请号 200810223537.9

(22) 申请日 2008.10.07

(73) 专利权人 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 魏衍广 林晨光 陶海明 罗峥

(74) 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

代理人 童晓林

(51) Int. Cl.

*B23P 15/26* (2006.01)

*B22F 1/00* (2006.01)

*B22F 3/115* (2006.01)

*B22F 3/24* (2006.01)

*B22F 3/10* (2006.01)

*C09J 191/08* (2006.01)

*H05K 7/20* (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101653904 A, 2010.02.24, 全文.

TW 250913 B, 2006.03.11, 全文.

US 2004174651 A1, 2004.09.09, 全文.

US 2003042006 A1, 2003.03.06, 全文.

CN 1094849 A, 1994.11.09, 全文.

CN 1988049 A, 2007.06.27, 全文.

TW 200734598 A, 2007.09.16, 全文.

钟培全. 散热片用钼-铜合金材料加工工艺研究. 《中国钼业》. 2001, 第25卷(第01期), 37-38.

审查员 王荣

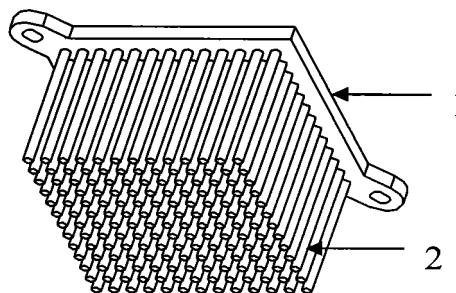
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

## (54) 发明名称

一种电子元件用梯度结构铜散热片的制备方法

## (57) 摘要

本发明公开了属于粉末冶金技术领域的一种电子元件用梯度结构铜散热片的制备方法。电子元件用梯度结构铜散热片包括散热片的散热部分和散热片的底座, 散热片的散热部分采用金属粉末注射成形技术制备, 散热片的底座采用机械加工方法制备, 将散热片的散热部分与散热片的底座焊接在一起得到电子元件用梯度结构铜散热片。采用该法制备的散热片的散热部分为相对密度在 50~96% 之间的多孔结构材料, 有利于提高散热片的表面积, 显著提高散热效率。梯度结构铜散热片的散热效率比相对密度为 99% 的散热片高 10~40%, 充分体现了铜本身较高的热导性能。



1. 一种电子元件用梯度结构铜散热片的制备方法,其特征在于,电子元件用梯度结构铜散热片包括散热片的散热部分和散热片的底座,制备方法如下:

(1) 散热片的散热部分采用金属粉末注射成形技术制备,

①按照铜粉与粘结剂体积比为 50 ~ 70% : 30 ~ 50%,将铜粉和粘结剂在混炼挤出机上充分混合,混炼挤出温度为 60 ~ 140°C,然后通过切粒机制备出注射成形喂料;

②注射成形喂料通过注塑机制备出所需形状的散热片生坯,注射时所述喂料温度为 100 ~ 180°C,射胶压力为 30 ~ 80MPa,模具按照散热片成品设计,比散热片尺寸扩大 10 ~ 25%;

③散热片生坯脱出粘结剂,分两步进行:溶剂脱脂和氢气氛下热脱脂,每个散热片所需溶剂的量为 60 ~ 180cm<sup>3</sup>,溶剂脱脂温度为 30 ~ 60°C,时间为 2 ~ 24h,气氛热脱脂温度为 20 ~ 700°C,时间为 3 ~ 36h;

④散热片脱脂坯在氢气保护气氛下烧结,烧结温度为 700 ~ 1070°C,时间为 0.5 ~ 6h,制成散热片的散热部分;

所述粘结剂采用的是石蜡基热塑性粘结剂,成分为石蜡、高密度聚乙烯、聚乙烯乙酸-乙酯共聚物和硬脂酸;

(2) 散热片的底座采用机械加工方法制备;

(3) 将散热片的散热部分与散热片的底座焊接在一起,焊接材料选择银铜合金,焊接气氛为氢气氛,焊接温度为 200 ~ 900°C,焊接时间为 0.5min ~ 2h。

2. 根据权利要求 1 所述的一种电子元件用梯度结构铜散热片的制备方法,其特征在于,所述粘结剂的成分按体积分数为,石蜡:40 ~ 70%、高密度聚乙烯 5 ~ 20%、聚乙烯乙酸-乙酯共聚物:20 ~ 30%和硬脂酸:5 ~ 10%。

3. 根据权利要求 1 所述的一种电子元件用梯度结构铜散热片的制备方法,其特征在于,所述溶剂有三类:①正庚烷和环己烷按照体积比正庚烷:环己烷= 10 ~ 40% : 60 ~ 90%配成的溶液;②三氯乙烯;③煤油。

## 一种电子元件用梯度结构铜散热片的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于粉末冶金技术领域,特别涉及一种电子元件用梯度结构铜散热片的制备方法。

### 背景技术

[0002] 自从电子器件研制成功并应用以来,其散热片的研究也随之发展。在电子器件的发展初期,电子器件的功率较低,散热片多采用铝或铝合金,通过简单的挤压或者切削加工制备。随着技术的发展,电子器件的功率提高,简单形状的铝合金散热片已经不能满足散热要求。此时,有两种技术方向可以提高散热效率:一是提高铝合金散热片的散热面积,通过复杂的加工工艺制备形状复杂、表面积更大的散热片;二是更换散热片材料,采用热导性能更高的材料制备散热片。到了 21 世纪,电子技术的发展使电子器件朝向高功能化和高频化发展,对散热片的性能提出了更高的要求。

[0003] 目前,电子器件的散热主要有三类:风冷、热管和水冷,在这三类散热方式中,散热片是主要部件之一。散热片的加工方式多种多样,主要包括以下几类:

[0004] (1) 冲压散热片。铝合金和铜均可采用冲压工艺制备散热片,冲压工艺的优点在于自动化、批量化,缺点在于只能制备形状简单(低发热密度)的散热片;

[0005] (2) 挤压散热片。挤压是散热片制造中最广泛的加工方式,采用的材料通常为 AA6061 或 AA6063,将铝合金原锭加热至约 520 ~ 540℃,利用机械加压,令金属流经模具钢制成的挤型模具,在模具出口处对金属进行冷却,使之迅速凝固,成为具有连续平行结构的散热片初胚。该技术的优势在于投资少、技术门槛低、易于投产、生产成本低、产量大、适用范围广。但是,生产的鳍片形状相对简单,无法获得很大(大于 20)的瘦长比,并且只能生产铝合金散热片。

[0006] (3) 焊接散热片。焊接作为传统的金属结合方式,在散热片加工中被普遍采用。目前散热片加工中所采用仍然主要是钎焊,即采用熔点较母材低的焊料填充母材间的空隙,通过某种方式加热焊接部位至一定温度,令焊料熔化,填充母材间的空隙,冷却后即可结合为一体。其优点在于底座与鳍片的组合多种多样,相关生产设备已经非常成熟,易于大规模生产。但是,散热片底座与鳍片之间存在界面热阻,二者一旦结合度不好,严重影响散热片性能;而且,控制焊着率难度较高,检验不易,容易出现不良品,加工成本较高。

[0007] (4) 铸造散热片。将铝合金锭熔解成液态后,充填入模型内,利用压铸机一次性压铸成型,再经过冷却与后续处理,制成单体散热片。该技术可制造细薄、密集或结构复杂的鳍片,易于一些特殊设计的实现;缺点是在铸造时表面流纹及氧化渣过多,降低热传导效果,冷却时内部微缩孔偏高,实质热传导率降低,模具寿命较短,设备相对复杂,产量较小,成本较高。

[0008] (5) 机械加工散热片。机械加工包括数控机械加工和切削加工,铝合金和铜散热片都可以采用该工艺制备。如精密切削技术制备铜散热片加工方法为:将一整块金属型材利用精确控制的特殊刨床切割出指定厚度的薄片,再向上弯折为直立状态,成为散热鳍片。该

工艺的最大优势在于散热片底座与鳍片一体成形,不存在界面热阻,能够更有效利用散热表面积,此外,切割而成的鳍片排列密集,能在单位体积内获得更大的散热面积。然而,受到原材料等的影响,成品率低,机械加工的设备、人工成本高,大规模生产资金投入过大。

[0009] (6) 锻造散热片。将铝合金或者铜合金加热至较高温度,然后在较高压力下填入锻造模具成形。其优点在于散热片鳍片与吸热底座一体成形,无界面热阻,适于加工柱状鳍片。但是,由于在冷却时可能出现颈缩现象,使鳍片存在厚薄、高度不均的情况,所需锻造压力高(500吨以上),设备昂贵,模具制造成本高,磨损快,加工成本高,加工条件苛刻,时间长,不易量产。

[0010] (7) 热缩嵌套散热片。利用热胀冷缩原理的机械结合方式,主要用于铝鳍片嵌铜。该工艺优点是兼具铝质鳍片的低成本、低密度、易加工特性与铜材的高吸热及导热能力,缺点在于对鳍片、嵌入铜材尺寸、形状要求严格,否则严重影响性能。

[0011] (8) 金属粉末注射成形散热片。采用金属粉末注射成形技术制备散热片,能大批量生产形状复杂、尺寸精度高的散热片。目前,该项技术主要是制备铜散热片,研发生产活动主要集中在中国台湾地区和欧洲。台湾大学陈柏源、黄坤祥采用注射成形技术制备铜散热片,烧结后的散热片相对密度在90%~92%之间。奥地利的 R. Zauner、R. Nagel 等人采用注射成形技术制备应用在 LED 上的 Cu 散热片。但是,该技术制备的铜散热片的相对密度在94%以下,底座的热导率在  $320\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  以下,不能充分发挥铜本身所具备的热导性能。

[0012] 影响铜散热片应用的主要是以下三个因素:(1) 铜散热片多是采用机械加工或焊接工艺制备,生产流程长,能耗高,成本高。(2) 铜散热片使用的是相对密度在99%以上的纯铜。纯铜的吸热能力比铝高,但是,铜的比热容为  $0.39\text{J}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ,铝的比热容为  $0.9\text{J}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ,同等体积与同样形状的铝散热片比铜的散热能力更强,传统工艺制备的铜散热片没有充分发挥它所具备的吸热能力。(3) 铜的密度为  $8.9\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ,铝的密度为  $2.7\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ,铜散热片较高的质量限制了它在便携式计算机中的应用。

[0013] 采用金属粉末注射成形技术制备梯度结构铜散热片,有效地克服了传统工艺制备铜散热片存在的弱点,扩展了它的应用范围:(1) 采用金属粉末注射成形技术能大批量地制备铜散热片,缩短了工艺流程,降低了能耗,降低了成本,提高了效益。(2) 采用相对密度在50~96%之间的三维多孔 Cu 材料代替原来的相对密度为99%的 Cu 鳍片,增大了散热面积,提高了散热能力,把铜的高热导能力有效地发挥出来。(3) 采用相对密度为50~99% T. D 的梯度结构铜散热片,显著降低铜的重量,增强了铜散热片的竞争能力。

## 发明内容

[0014] 本发明的目的是提供一种电子元件用梯度结构铜散热片的制备方法,其特征在于,电子元件用梯度结构铜散热片包括散热片的散热部分和散热片的底座,制备方法如下:

[0015] (1) 散热片的散热部分采用金属粉末注射成形技术制备,

[0016] ①按照铜粉与粘结剂体积比为50~70%:30~50%,将铜粉和粘结剂在混炼挤出机上充分混合,混炼挤出温度为60~140℃,然后通过切粒机制备出注射成形喂料;

[0017] ②注射成形喂料通过注塑机制备出所需形状的散热片生坯,注射时喂料温度为100~180℃,射胶压力为30~80MPa,模具按照散热片成品设计,比散热片尺寸扩大10~

25% ;

[0018] ③散热片生坯脱出粘结剂,分两步进行:溶剂脱脂和氢气氛下热脱脂,每个散热片所需溶剂的量为 $60 \sim 180\text{cm}^3$ ,溶剂脱脂温度为 $30 \sim 60^\circ\text{C}$ ,时间为 $2 \sim 24\text{h}$ ,气氛热脱脂温度为 $20 \sim 700^\circ\text{C}$ ,时间为 $3 \sim 36\text{h}$ ;

[0019] ④散热片脱脂坯在氢气保护气氛下烧结,烧结温度为 $700 \sim 1070^\circ\text{C}$ ,时间为 $0.5 \sim 6\text{h}$ ,制成散热片的散热部分;

[0020] (2) 散热片的底座采用机械加工方法制备;

[0021] (3) 将散热片的散热部分与散热片的底座焊接在一起,焊接材料选择银铜合金,焊接气氛为氢气氛,焊接温度为 $200 \sim 900^\circ\text{C}$ ,焊接时间为 $0.5\text{min} \sim 2\text{h}$ 。

[0022] 所述粘结剂采用的是石蜡基热塑性粘结剂,成分为石蜡、高密度聚乙烯、聚乙烯乙酸-乙酯共聚物和硬脂酸。

[0023] 所述粘结剂的成分按体积分数为,石蜡:40~70%、高密度聚乙烯5~20%、聚乙烯乙酸-乙酯共聚物:20~30%和硬脂酸:5~10%。

[0024] 所述溶剂有三类:①正庚烷和环己烷按照体积比正庚烷:环己烷=10~40%:60~90%配成的溶液;②三氯乙烯;③煤油。

[0025] 本发明的有益效果为:采用该法制备的散热片的散热部分为相对密度在50~96%之间的多孔结构材料,有利于提高散热片的表面积,显著提高散热效率。梯度结构铜散热片的散热效率比相对密度为99%的散热片高10~40%,充分体现了铜本身较高的热导性能。

#### 附图说明

[0026] 图1是圆柱状鳍片散热片;

[0027] 图2是片状鳍片散热片;

[0028] 图3是水雾化铜粉的SEM照片;

[0029] 图中标号:

[0030] 1-圆柱状鳍片散热片的底座;2-圆柱状鳍片散热片的散热部分;

[0031] 3-片状鳍片散热片的散热部分;4-片状鳍片散热片的底座。

#### 具体实施方式

[0032] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明:

[0033] 实施例1

[0034] 一种电子元件用梯度结构铜散热片的制备方法,圆柱状鳍片散热片如图1所示,以图1所示散热片为例,电子元件用梯度结构铜散热片包括散热片的散热部分2和散热片的底座1,散热片制备过程如下:

[0035] (1) 散热片的散热部分2采用金属粉末注射成形技术制备,

[0036] ①按照铜粉与粘结剂体积比为56%:44%,把铜粉和粘结剂在混炼挤出机上充分混合,其中铜粉选用水雾化铜粉,其纯度为99.81%,比表面积为 $0.077\text{m}^2/\text{g}$ ,松装密度为 $3.4\text{g}/\text{cm}^3$ ,比重瓶密度为 $8.86\text{g}/\text{cm}^3$ ,粒度为 $10\mu\text{m}$ 左右,水雾化铜粉的SEM形貌如图3所示,粘结剂采用的是石蜡基热塑性粘结剂,成分为石蜡、高密度聚乙烯、聚乙烯乙酸-乙酯

共聚物和硬脂酸, 粘结剂的成分按体积分数为: 石蜡为 60%、高密度聚乙烯为 10%、聚乙烯乙酸-乙酯共聚物为 25%、硬脂酸为 5%, 混炼挤出温度为 110℃, 然后通过切粒机制备出注射成形喂料;

[0037] ②注射成形喂料通过注塑机制备出所需形状的散热片生坯, 注射时喂料温度为 140℃, 射胶压力为 50MPa, 模具按照散热片成品设计, 比散热片尺寸扩大 16%;

[0038] ③散热片生坯脱出粘结剂, 分两步进行: 溶剂脱脂和氢气氛下热脱脂, 溶剂采用正庚烷和环己烷配成的溶液, 每个散热片所需溶剂为 120cm<sup>3</sup>, 其中正庚烷为 36cm<sup>3</sup>, 环己烷为 84cm<sup>3</sup>, 脱脂温度为 40℃, 时间为 8h, 气氛热脱脂温度为 20 ~ 700℃, 时间为 12h, 其中气氛热脱脂温度梯度增加, 具体为: 以 1℃/min 的升温速率从 20℃升温至 120℃, 以 2℃/min 的升温速率从 120℃升温至 320℃, 以 1.5℃/min 的升温速率从 320℃升温至 520℃, 以 2℃/min 的升温速率从 520℃升温至 700℃。

[0039] ④散热片脱脂坯在氢气保护气氛下烧结, 烧结温度为 900℃, 时间为 1h, 制成散热片的散热部分;

[0040] (2) 散热片的底座 1 采用机械加工方法制备: 采用厚度大约在 3mm 的铜板, 在铣床上铣出所需尺寸的铜板;

[0041] (3) 将散热片的散热部分 2 与散热片的底座 1 焊接在一起, 焊接材料选择银铜合金 (Ag72Cu28), 焊接气氛为氢气氛, 焊接温度为 800℃, 焊接时间为 0.5min。

[0042] 散热片的底座与电子元件接触, 主要功能是把电子元件工作时产生的热量吸收到散热片上, 要求有高的热导, 因此要求底座的密度高, 相对密度在 90 ~ 99% 之间; 散热片的底座吸收热量后, 通过散热片的散热部分把热量及时地散发出去, 影响热量散发效率的因素主要有散热片的周围环境及其本身的表面积。

[0043] 该梯度结构铜散热片与相对密度为 99% 的铜散热片在同一的测试设备上比较, 测试条件相同, 前者温度为 42℃, 而后者温度为 60℃, 说明前者的散热效率比后者高 30%。

[0044] 实施例 2

[0045] 一种电子元件用梯度结构铜散热片的制备方法, 圆柱状鳍片散热片如图 1 所示, 以图 1 所示散热片为例, 电子元件用梯度结构铜散热片包括散热片的散热部分 2 和散热片的底座 1, 散热片制备过程如下:

[0046] (1) 散热片的散热部分 2 采用金属粉末注射成形技术制备,

[0047] ①按照铜粉与粘结剂体积比为 62% : 38%, 把铜粉和粘结剂在混炼挤出机上充分混合, 其中铜粉选用水雾化铜粉, 其纯度为 99.81%, 比表面积为 0.077m<sup>2</sup>/g, 松装密度为 3.4g/cm<sup>3</sup>, 比重瓶密度为 8.86g/cm<sup>3</sup>, 粒度为 10 μm 左右, 水雾化铜粉的 SEM 形貌如图 3 所示, 粘结剂采用的是石蜡基热塑性粘结剂, 成分为石蜡、高密度聚乙烯、聚乙烯乙酸-乙酯共聚物和硬脂酸, 粘结剂的成分按体积分数为: 石蜡为 70%、高密度聚乙烯为 5%、聚乙烯乙酸-乙酯共聚物为 20%、硬脂酸为 5%, 混炼挤出温度为 140℃, 然后通过切粒机制备出注射成形喂料;

[0048] ②注射成形喂料通过注塑机制备出所需形状的散热片生坯, 注射时喂料温度为 170℃, 射胶压力为 70MPa, 模具按照散热片成品设计, 比散热片尺寸扩大 20%;

[0049] ③散热片生坯脱出粘结剂, 分两步进行: 溶剂脱脂和氢气氛下热脱脂, 溶剂采用三氯乙烯, 每个散热片所需溶剂为 110cm<sup>3</sup>, 脱脂温度为 50℃, 时间为 10h, 气氛热脱脂温度为

20 ~ 700℃, 时间为 16h, 其中气氛热脱脂温度梯度增加, 具体为: 以 1℃/min 的升温速率从 20℃升温至 120℃, 以 2℃/min 的升温速率从 120℃升温至 320℃, 以 1.5℃/min 的升温速率从 320℃升温至 520℃, 以 2℃/min 的升温速率从 520℃升温至 700℃。

[0050] ④散热片脱脂坯在氢气保护气氛下烧结, 烧结温度为 1000℃, 时间为 2h, 制成散热片的散热部分;

[0051] (2) 散热片的底座 1 采用机械加工方法制备: 采用厚度大约在 3mm 的铜板, 在铣床上铣出所需尺寸的铜板;

[0052] (3) 将散热片的散热部分 2 与散热片的底座 1 焊接在一起, 焊接材料选择银铜合金 (Ag72Cu28), 焊接气氛为氢气气氛, 焊接温度为 700℃, 焊接时间为 5min。

[0053] 该梯度结构铜散热片与相对密度为 99% 的铜散热片在同一的测试设备上比较, 测试条件相同, 前者温度为 45℃, 而后者温度为 60℃, 说明前者的散热效率比后者高 25%。

[0054] 实施例 3

[0055] 一种电子元件用梯度结构铜散热片的制备方法, 片状鳍片散热片如图 2 所示, 以图 2 所示散热片为例, 电子元件用梯度结构铜散热片包括散热片的散热部分 3 和散热片的底座 4, 散热片制备过程如下:

[0056] (1) 散热片的散热部分 3 采用金属粉末注射成形技术制备,

[0057] ①按照铜粉与粘结剂体积比为 70% : 30%, 把铜粉和粘结剂在混炼挤出机上充分混合, 其中铜粉选用水雾化铜粉, 其纯度为 99.81%, 比表面积为 0.077m<sup>2</sup>/g, 松装密度为 3.4g/cm<sup>3</sup>, 比重瓶密度为 8.86g/cm<sup>3</sup>, 粒度为 10 μm 左右, 水雾化铜粉的 SEM 形貌如图 3 所示, 粘结剂采用的是石蜡基热塑性粘结剂, 成分为石蜡、高密度聚乙烯、聚乙烯乙酸-乙酯共聚物和硬脂酸, 粘结剂的成分按体积分数为: 石蜡为 50%、高密度聚乙烯为 15%、聚乙烯乙酸-乙酯共聚物为 25%、硬脂酸为 10%, 混炼挤出温度为 80℃, 然后通过切粒机制备出注射成形喂料;

[0058] ②注射成形喂料通过注塑机制备出所需形状的散热片生坯, 注射时喂料温度为 110℃, 射胶压力为 80MPa, 模具按照散热片成品设计, 比散热片尺寸扩大 24%;

[0059] ③散热片生坯脱出粘结剂, 分两步进行: 溶剂脱脂和氢气气氛下热脱脂, 溶剂采用煤油, 每个散热片所需溶剂为 140cm<sup>3</sup>, 脱脂温度为 60℃, 时间为 15h, 气氛热脱脂温度为 20 ~ 700℃, 时间为 20h, 其中气氛热脱脂温度梯度增加, 具体为: 以 1℃/min 的升温速率从 20℃升温至 120℃, 以 2℃/min 的升温速率从 120℃升温至 320℃, 以 1.5℃/min 的升温速率从 320℃升温至 520℃, 以 2℃/min 的升温速率从 520℃升温至 700℃。

[0060] ④散热片脱脂坯在氢气保护气氛下烧结, 烧结温度为 1020℃, 时间为 4h, 制成散热片的散热部分;

[0061] (2) 散热片的底座 4 采用机械加工方法制备: 采用厚度大约在 3mm 的铜板, 在铣床上铣出所需尺寸的铜板;

[0062] (3) 将散热片的散热部分 3 与散热片的底座 4 焊接在一起, 焊接材料选择银铜合金 (Ag72Cu28), 焊接气氛为氢气气氛, 焊接温度为 900℃, 焊接时间为 1min。

[0063] 该梯度结构铜散热片与相对密度为 99% 的铜散热片在同一的测试设备上比较, 测试条件相同, 前者温度为 48℃, 而后者温度为 60℃, 说明前者的散热效率比后者高 20%。

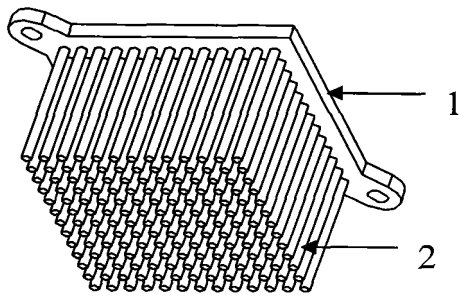


图 1

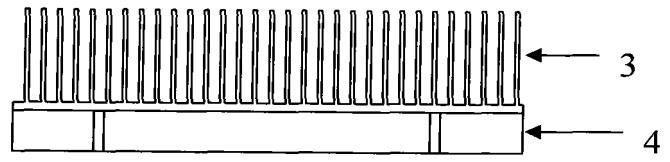


图 2

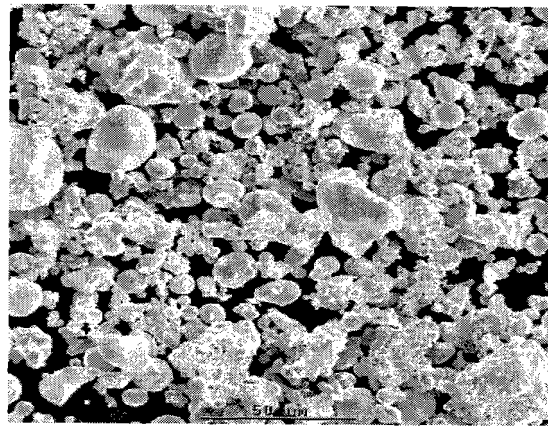


图 3