



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102140594 A

(43) 申请公布日 2011.08.03

(21) 申请号 201110058012.6

(22) 申请日 2011.03.11

(71) 申请人 无锡日月合金材料有限公司

地址 214192 江苏省无锡市锡山经济开发区
芙蓉三路科技创业园 2 号楼

(72) 发明人 晏弘

(74) 专利代理机构 无锡市大为专利商标事务所
32104

代理人 曹祖良

(51) Int. Cl.

C22C 9/06 (2006.01)

C22C 1/03 (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 4 页

(54) 发明名称

一种高强高导高韧铜合金及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种高强高导高韧铜合金及其制备方法。所述高强高导高韧铜合金,按重量百分比计,包括成分为: Ni(镍), 1.5-4.5%; Si(硅), 0.5-0.8%; Ce(铈), 0.01-0.3%; Hf(铪), 0.05-0.5%; 余量为铜和不可避免的杂质。该铜合金组分合理,制备获得的铜合金具有强度高、导电性好、韧性强等优点,铜合金可用于集成电路,特别是大规模和超大规模集成电路框架以及各种电子产品接插件。所述铜合金的制备方法包括配料、真空熔炼、浇铸、冷轧和时效处理步骤。该制备方法排除了热轧工序,使加工工序更为简单。

1. 一种高强高导高韧铜合金,其特征在于:按重量百分比计,所述铜合金包括成分为: Ni, 1.5-4.5%; Si, 0.5-0.8%; Ce, 0.01-0.3%; Hf, 0.05-0.5%; 余量为铜和不可避免的杂质。

2. 如权利要求1所述的高强高导高韧铜合金,其特征在于:按重量百分比计,所述铜合金包括成分为: Ni, 2-4%; Si, 0.4-0.6%; Ce, 0.02-0.15%; Hf, 0.1-0.2%; 余量为铜和不可避免的杂质。

3. 一种高强高导高韧铜合金的制备方法,其特征在于:包括如下步骤:

(1) 配料:称取原材料,所述原材料中含有的化学成分及其重量百分比如下: Ni, 1.5-4.5%; Si, 0.5-0.8%; Ce, 0.01-0.3%; Hf, 0.05-0.5%; 余量为铜;

(2) 真空熔炼:将步骤(1)中称取的原材料放入真空熔炼设备中,在真空度为 10^{-10} - 10^{-2} Pa,温度为1250-1300°C的条件下真空熔炼,形成铜合金熔体;

(3) 浇铸:将步骤(2)中获得的铜合金熔体浇注成扁锭,并快速冷却到室温,以达到固溶处理的目的;

(4) 冷轧:将步骤(3)中获得的扁锭冷轧成厚度为0.2-0.4mm的带材;

(5)、时效处理:将步骤(4)中获得的带材在420-500°C的温度下时效处理1-5小时。

4. 如权利要求3所述的高强高导高韧铜合金的制备方法,其特征在于:所述配料步骤中的原材料包括:电解镍,其提供Ni元素;多晶硅,其提供Si元素;中间合金CuCe,其提供Ce元素和部分铜元素;中间合金CuHf,其提供Hf元素和部分铜元素;电解铜,其提供其余的铜元素。

5. 如权利要求3所述的高强高导高韧铜合金的制备方法,其特征在于:所述真空熔炼步骤中的真空熔炼设备是真空感应炉。

6. 如权利要求3所述的高强高导高韧铜合金的制备方法,其特征在于:所述真空熔炼步骤详细操作如下:将电解铜、电解镍和多晶硅加入真空熔炼设备中,调节真空熔炼设备的真空度至 10^{-10} - 10^{-2} Pa,然后加热至1250°C-1300°C下保温20-30分钟,使电解铜、电解镍和多晶硅完全熔融;然后加入中间合金CuCe和CuHf,继续保温8~12分钟,形成铜合金熔体。

一种高强高导高韧铜合金及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于金属材料技术领域,具体是涉及一种高强高导高韧铜合金及其制备方法。

背景技术

[0002] 国内外用于集成电路和半导体的引线框架材料分为铁镍合金(Fe42Ni)和铜合金两大类。铁镍合金的强度和软化温度很高,但电导率和热导率很低,主要用于陶瓷和玻璃封装。铜合金由于优良的导电性和低廉的价格,进入二十一世纪以来,铜合金引线框架的消耗已占总量的90%。

[0003] 对引线框架,电子设备的各种端子,连接件等所使用的铜合金除了要求具备高强度和高导电性外,更由于各种端子,连接器上引线数量的增加,小节距化的进展较快,要求电子部件具有高密度组装性和高可靠性。因此对电子部件所使用的材料也提出了加工性优良的要求。

[0004] 在这些合金中,CuNiSi时效硬化型合金是典型的代表性合金,例如:C70250合金(Cu-3Ni-0.65Si-0.1Mg)、KLF1合金(Cu-3.2Ni-0.75Si-0.3Zn)、KLF125合金(Cu-3.2Ni-0.7Si-1.25Sn)等。这些合金典型的工艺一般为:铸锭-热轧-固溶处理-冷轧-时效处理,其加工工艺比较复杂,加工工艺的好坏直接影响产品的性能。

[0005] 为了提高产品的性能,不少专利提出添加不同微量元素的方法:如W02008123433A提出在CuNiSi合金基体上加入0.003-0.3%Cr;W02009123140A1提出在CuNiSi合金基体上加入<0.2%Mg,0.2-1%Sn,0.2-1%Zn,1-1.5%Co,0.05-0.2%Cr。W02006101172A1提出在CuNiSi合金基体上加入0.5-2%Co;W02008099892A1提出在CuNiSi合金基体中加入至少下列元素中的一种元素:0.1-0.3%Sn,0.085-0.2%Mg,0.01-5%Zn,0.01-0.5%Mn,0.001-0.3%Cr;US2010037996提出在CuNiSi合金基体中加入1-5%Zn,0.1-0.5%Sn,0.003-0.3%P;W02009123159提出在CuNiSi合金基体中加入0.01-0.2%Mg;0.05-1.5%Sn,0.2-1.5%Zn。这些微量元素的加入虽然在一定程度上改进了合金的性能,但由于没有改变合金的加工工艺,尚不足以使合金的性能有质的飞跃,无法在强度、导电性和韧性三个方面都达到足够的程度。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服现有技术中存在的不足,提供一种强度高、导电性好、韧性强的铜合金及其制备方法,该铜合金主要用于集成电路,特别是大规模和超大规模集成电路框架以及各种电子产品接插件。

[0007] 按照本发明提供的技术方案:

[0008] 一种高强高导高韧铜合金,其特征在于:按重量百分比计,所述铜合金包括成分为:Ni(镍),1.5-4.5%;Si(硅),0.5-0.8%;Ce(铈),0.01-0.3%;Hf(铪),0.05-0.5%;余量为铜和不可避免的杂质。

[0009] 作为本发明的进一步改进,按重量百分比计,所述铜合金包括成分为: Ni(镍), 2-4%; Si(硅), 0.4-0.6%; Ce(铈), 0.02-0.15%; Hf(铪), 0.1-0.2%; 余量为铜和不可避免的杂质。

[0010] 本发明所述铜合金的特点在于: 在 CuNiSi 合金基体上加入微量的 Ce 和 Hf, Ce 在合金中作用是: Ce 进入铜液后能与合金中的部分元素反应, 形成高熔点化合物, 并以极细小的高熔点化合物颗粒悬浮于熔体之中, 形成弥散的结晶核心, 使晶粒变多、变小, 从而细化晶粒; 由于 Ce 的原子半径比铜原子大, 比较容易填补铜或铜合金生长过程中晶粒新相的表面缺陷, 生成能阻碍晶粒继续生长的膜, 从而起细化晶粒的作用。同时 Ce 与铜中的杂质也会起反应, 生产高熔点稀土化合物, 进一步达到净化晶体和晶界的作用。Hf 的作用与 Ce 类似, 但两者共同作用的结果更为显著, 从而可以大大改善了铜合金的整体性能, 使其具有高的强度、良好的导电性和韧性。

[0011] 一种高强高导高韧铜合金的制备方法, 其特征在于: 包括如下步骤:

[0012] (1) 配料: 称取原材料, 所述原材料中含有的化学成分及其重量百分比如下: Ni, 1.5-4.5%; Si, 0.5-0.8%; Ce, 0.01-0.3%; Hf, 0.05-0.5%; 余量为铜;

[0013] (2) 真空熔炼: 将步骤 (1) 中称取的原材料放入真空熔炼设备中, 在真空度为 10^{-10} - 10^{-2} Pa, 温度为 1250-1300°C 的条件下真空熔炼, 形成铜合金熔体;

[0014] (3) 浇铸: 将步骤 (2) 中获得的铜合金熔体浇注成扁锭, 并快速冷却(水冷)到室温, 以达到固溶处理的目的;

[0015] (4) 冷轧: 将步骤 (3) 中获得的扁锭冷轧成厚度为 0.2-0.4mm 的带材;

[0016] (5)、时效处理: 将步骤 (4) 中获得的带材在 400-500°C 的温度下时效处理 1-5 小时。

[0017] 作为本发明的进一步改进, 所述配料步骤中的原材料包括: 电解镍, 其提供 Ni 元素; 多晶硅, 其提供 Si 元素; 中间合金 CuCe, 其提供 Ce 元素和部分铜元素; 中间合金 CuHf, 其提供 Hf 元素和部分铜元素; 电解铜, 其提供其余的铜元素。

[0018] 作为本发明的进一步改进, 所述真空熔炼步骤中的真空熔炼设备是真空感应炉。

[0019] 作为本发明的进一步改进, 所述真空熔炼步骤详细操作如下: 将电解铜、电解镍和多晶硅加入真空熔炼设备中, 调节真空熔炼设备的真空度至 10^{-10} - 10^{-2} Pa, 然后加热至 1250°C-1300°C 下保温 20-30 分钟, 使电解铜、电解镍和多晶硅完全熔融; 然后加入中间合金 CuCe 和 CuHf, 继续保温 8~12 分钟, 形成铜合金熔体。

[0020] 本发明与现有技术相比, 优点在于: 合金组分合理, 制备获得的铜合金具有强度高、导电性好、韧性强等优点, 铜合金可用于集成电路, 特别是大规模和超大规模集成电路框架以及各种电子产品接插件。本发明铜合金的制备方法排除了热轧工序, 使加工工序更为简单。

具体实施方式

[0021] 下面结合具体实施例对本发明作进一步说明。

[0022] 实施例 1

[0023] 一种铜合金, 按重量百分比计, 包括的化学成分如下: Ni, 3%; Si, 0.6%; Ce, 0.04%; Hf, 0.1%; 余量为铜和不可避免的杂质。

[0024] 所述铜合金的制备方法如下：

[0025] (1) 配料：根据上述的各化学成分的重量百分比，经计算，称取相应重量的电解铜、电解镍、多晶硅、中间合金 CuCe (85Cu-15Ce) 和中间合金 CuHf (90Cu-10Hf)；

[0026] (2) 真空熔炼：将称取的电解铜、电解镍和多晶硅加入真空感应炉中，调节真空感应炉的真空度至 0.5Pa，然后加热至 1250℃ 下保温 25 分钟，使电解铜、电解镍和多晶硅完全熔融；然后加入中间合金 CuCe 和 CuHf，继续保温 10 分钟，形成铜合金熔体；

[0027] (3) 浇注：将上一步骤获得的铜合金熔体浇铸在铸膜内，快速冷却（水冷）到室温，以达到固溶处理的目的，获得厚度为 40mm，宽度为 105mm 铸锭；

[0028] (4) 冷轧：将上一步骤获得的铸锭冷轧成厚度为 0.3mm 的带材；

[0029] (5) 时效处理：将冷轧后的带材在 450℃ 下时效处理 150 分钟，获得最终的铜合金。

[0030] 对上述制备获得的铜合金进行测试，其性能如下：抗拉强度 σ_b 为 720-750MPa，屈服强度 σ_s 为 620-660MPa，延伸率 δ 为 12-13%，弹性模量 E 为 135-139KN/mm²，导电率为 54.2% IACS。

[0031] 实施例 2

[0032] 一种铜合金，按重量百分比计，包括的化学成分如下：Ni, 2.6%；Si, 0.75%；Ce, 0.07%；Hf, 0.15%；余量为铜和不可避免的杂质。

[0033] 所述铜合金的制备方法如下：

[0034] (1) 配料：根据上述的各化学成分的重量百分比，经计算，称取相应重量的电解铜、电解镍、多晶硅、中间合金 CuCe (85Cu-15Ce) 和中间合金 CuHf (90Cu-10Hf)；

[0035] (2) 真空熔炼：将称取的电解铜、电解镍和多晶硅加入真空感应炉中，调节真空感应炉的真空度至 10Pa，然后加热至 1250℃ 下保温 30 分钟，使电解铜、电解镍和多晶硅完全熔融；然后加入中间合金 CuCe 和 CuHf，继续保温 10 分钟，形成铜合金熔体；

[0036] (3) 浇注：将上一步骤获得的铜合金熔体浇铸在铸膜内，快速冷却（水冷）到室温，以达到固溶处理的目的，获得厚度为 40mm，宽度为 105mm 铸锭；

[0037] (4) 冷轧：将上一步骤获得的铸锭冷轧成厚度为 0.4mm 的带材；

[0038] (5) 时效处理：将冷轧后的带材在 420℃ 下时效处理 300 分钟，获得最终的铜合金。

[0039] 对上述制备获得的铜合金进行测试，其性能如下：抗拉强度 σ_b 为 730-750MPa，屈服强度 σ_s 为 650-680MPa，延伸率 δ 为 11.5-12.5%，弹性模量 E 为 135KN/mm²，导电率为 56% IACS。

[0040] 实施例 3

[0041] 一种铜合金，按重量百分比计，包括的化学成分如下：Ni, 3.3%；Si, 0.55%；Ce, 0.1%；Hf, 0.12%；余量为铜和不可避免的杂质。

[0042] 所述铜合金的制备方法如下：

[0043] (1) 配料：根据上述的各化学成分的重量百分比，经计算，称取相应重量的电解铜、电解镍、多晶硅、中间合金 CuCe (85Cu-15Ce) 和中间合金 CuHf (90Cu-10Hf)；

[0044] (2) 真空熔炼：将称取的电解铜、电解镍和多晶硅加入真空感应炉中，调节真空感应炉的真空度至 0.01Pa，然后加热至 1300℃ 下保温 20 分钟，使电解铜、电解镍和多晶硅完全熔融；然后加入中间合金 CuCe 和 CuHf，继续保温 10 分钟，形成铜合金熔体；

[0045] (3) 浇注：将上一步骤获得的铜合金熔体浇铸在铸膜内，快速冷却（水冷）到室

温,以达到固溶处理的目的,获得厚度为 40mm,宽度为 105mm 铸锭;

[0046] (4) 冷轧:将上一步骤获得的铸锭冷轧成厚度为 0.2mm 的带材;

[0047] (5) 时效处理:将冷轧后的带材在 500℃下时效处理 60 分钟,获得最终的铜合金。

[0048] 对上述制备获得的铜合金进行测试,其性能如下:抗拉强度 σ_b 为 700-730MPa,屈服强度 σ_s 为 630-660MPa,延伸率 δ 为 12-14%,弹性模量 E 为 140KN KN/mm²,导电率为 56% IACS。

[0049] 上述实施例 1 ~ 3 获得铜合金与现有的 C70250 铜合金(抗拉强度 $\sigma_b > 655\text{Mpa}$; 屈服强度 $\sigma_s > 580\text{Mpa}$;弹性模量 $E = 132\text{KN/mm}^2$;延伸率 $\delta > 7\%$;导电率 $> 40\%$ IACS)相比,已达到 C70250 铜合金的强度和导电性能,在加工工艺过程方面,取消了热轧和固溶处理,使加工工艺更为简便。