



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104046867 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 17

(21) 申请号 201410298380. 1

(22) 申请日 2014. 06. 26

(71) 申请人 宝山钢铁股份有限公司

地址 201900 上海市宝山区富锦路 885 号

(72) 发明人 徐世伟 唐伟能 秦云 蒋浩民

张丕军

(74) 专利代理机构 上海开祺知识产权代理有限

公司 31114

代理人 竺明

(51) Int. Cl.

*C22C 23/00* (2006. 01)

*C22C 23/04* (2006. 01)

*C22C 1/03* (2006. 01)

*C22F 1/06* (2006. 01)

权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种高塑性导热镁合金及其制备方法

(57) 摘要

一种高塑性导热镁合金及其制备方法,其成分重量百分比为:Zn0.5~3.0wt%,Zr0.2~0.6wt%,Ca0.2~1.0wt%,Mn0.1~0.5wt%,其余为Mg以及不可避免的杂质。本发明导热镁合金解决了现有镁合金导热系数和塑性低,无法同时兼顾高导热性和高塑性的问题。该导热镁合金导热系数(大于120W/(m\*K))和室温塑性(伸长率约15~25%)都比较高,并且具有一定强度水平,且成本相对低廉。该合金可广泛用于航空航天、计算机、通讯和消费类电子产品以及LED照明产品的散热系统结构材料以及医疗、福祉和户外运动器械的结构材料。

1. 一种高塑性导热镁合金,其成分重量百分比为:Zn0.5~3.0wt%,Zr0.2~0.6wt%,Ca0.2~1.0wt%,Mn0.1~0.5wt%,其余为Mg以及不可避免的杂质。

2. 如权利要求1所述的高塑性导热镁合金的制备方法,其特征是,包括以下步骤:

1) 以纯Mg锭、纯Zn锭、纯Ca颗粒或Mg-Ca中间合金以及Mg-Zr和Mg-Mn中间合金为原料,按权利要求1所述的镁合金成分的重量百分比进行配料;

2) 将纯Mg锭和Mg-Mn中间合金放入熔炼炉的坩埚中,在CO<sub>2</sub>和SF<sub>6</sub>的混合保护气的保护下完全熔化,CO<sub>2</sub>和SF<sub>6</sub>的流量比为40~100,原料升温速率控制在15~50℃/min;

3) 将纯Zn锭和Mg-Zr中间合金放在预热炉中加热至200~280℃,待纯Mg锭和Mg-Mn中间合金完全熔化后,按顺序将预热后的Zn锭和Ca颗粒或者Mg-Ca中间合金先后加入熔化好的熔体中,加Ca时需吹氩气搅拌,然后将熔体温度升温到810~830℃添加预热好的Mg-Zr中间合金并搅拌,保温5~10分钟,最后采用金属模铸造或半连续铸造制备成导热镁合金铸锭;

4) 将上述制备的导热镁合金铸锭在氩气氛围的保护下加热至370~390℃进行0.1~48小时的均匀化处理,然后将经过均匀化处理或未经均匀化处理的导热镁合金铸锭切割成相应的轧制、挤压或锻造坯料;

5) 将坯料放入加热炉中加热到轧制、挤压或锻造变形温度即250~385℃,然后直接采用轧制、挤压或锻造工艺将坯料变形加工成板材、管材、型材、棒材或各种锻压件,即采用轧制工艺将坯料变形加工成板材,采用挤压工艺将坯料变形加工成管材、型材或棒材,采用锻造工艺将坯料变形加工成各种锻件,或者采用上述几种变形工艺复合变形加工成变形材。

3. 如权利要求2所述的高塑性导热镁合金的制备方法,其特征是,所述的轧制工艺中,轧制速度为10~40m/min,单道次压下量为30%~50%,板材的累计变形量≥90%。

4. 如权利要求2所述的高塑性导热镁合金的制备方法,其特征是,所述的挤压工艺中,挤压速度为0.2~30m/min,挤压比为10~40。

5. 如权利要求2所述的高塑性导热镁合金的制备方法,其特征是,所述的锻造工艺中,锻造速度为0.1~30m/min,单道次压下量为30%~50%,累计变形量≥60%。

## 一种高塑性导热镁合金及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及有色金属材料变形加工技术领域,特别涉及一种高塑性导热镁合金及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 镁是常用金属结构材料中最轻的一种,比重约为  $1.74\text{g/cm}^3$ ,是钢的  $1/4$ ,铝的  $2/3$ 。镁及镁合金具有资源丰富、节约能源、环境友好三大优势,而且是比强度很高的轻质结构材料和功能材料,被世界公认为“二十一世纪最有发展前景的新材料”。

[0003] 纯镁室温下的热导率较高,约为  $157\text{W/m}\cdot\text{K}$ ,但强度太低,铸态下的拉伸屈服强度约为  $21\text{MPa}$ 。纯镁经过合金化后,其强度显著提高,但导热系数通常明显降低,如现有的商业合金 Mg-3Al-1Zn (AZ31) 合金的导热系数为  $78\text{W/m}\cdot\text{K}$ 、Mg-9Al-1Zn (AZ91) 合金的导热系数为  $55\text{W/m}\cdot\text{K}$ 、Mg-6Al-0.5Mn (AM60) 合金的导热系数为  $61\text{W/m}\cdot\text{K}$  (Magnesium, Magnesium Alloys, and Magnesium Composites, by Manoj Gupta and Nai Mui Ling, Sharon), 它们的导热系数都远低于纯镁的导热系数。目前镁合金散热器基本上都是采用上述热导率较低的商业镁合金制得,镁合金的散热效果还远没有充分发挥出来。

[0004] 近年来我国电子技术飞速发展,电子产业的高性能、微型化、集成化发展趋势,使得电子器件的总功率密度和发热量大幅地增加,散热问题越来越突出,尤其是对减重要求敏感的航空航天器件、便携电器和通讯设备、交通工具等产品散热系统的复杂结构件,既要求优良的导热性能,同时还必须具有密度小、力学性能优异、生产成本低的特点,因此兼顾导热性、力学性能和生产加工性能的轻质导热镁合金材料有着不可替代的作用并具有重要的应用背景。但目前国内外关于镁合金中合金元素对其导热性能的影响规律及其机理方面的报道很少,急需开展导热镁合金的成分设计研究,发展新型高导热镁合金及其相关制备技术。

[0005] 目前大规模商业化镁合金的导热系数一般均低于  $100\text{W/m}\cdot\text{K}$ ,如 AZ91、AM60 等。导热系数相对较高的如 EZ33 ( $100\text{W/m}\cdot\text{K}$ , Mg-RE-Zn)、QE22 ( $113\text{W/m}\cdot\text{K}$ , Mg-Ag-RE) 等合金,其铸态合金的室温伸长率均低于  $5\%$ ;同时,上述铸态合金的室温拉伸屈服强度都低于  $190\text{MPa}$ ,很难满足航空航天器件、便携电器和通讯设备、交通工具等领域对于散热系统结构材料的较高力学性能的要求。

[0006] 虽然热变形加工如轧制、挤压或者锻造工艺等可以明显提高导热镁合金的塑性,但文献可查的高导热镁合金(导热系数大于  $100\text{W/m}\cdot\text{K}$ )即使经过上述变形工艺,其室温伸长率大多仍低于  $12\%$  (Magnesium, Magnesium Alloys, and Magnesium Composites, by Manoj Gupta and Nai Mui Ling, Sharon),难以同时兼顾导热性、强度和塑性。

[0007] 新近公开的导热镁合金发明专利亦未见具有高塑性的合金出现。例如,中国专利 CN100513606C 和 CN101709418 分别提出了一种导热镁合金及其制备方法,其化学成分:前者含  $2.5\sim 11\%$  Zn,  $0.15\sim 1.5\%$  Zr,  $0.1\sim 2.5\%$  Ag,  $0.3\sim 3.5\%$  Ce,  $0\sim 1.5\%$  Nd,  $0\sim 2.5\%$  La, Pr  $0\sim 0.5\%$ ,其余为镁;后者含  $1\sim 6.5\%$  Zn,  $0.2\sim 2.5\%$  Si,其余为镁(重量

百分比)。由于前者含有一定量的贵金属和稀土金属元素,特别是Ag元素,故该合金的成本很高;后一种导热合金虽降低了合金成本,但较多Zn和Si的使用导致该合金的密度较大。两种合金在20℃导热率均大于120W/m·K,具有较好的热导性能和强度,但都未报道具有高塑性。

[0008] 关于高塑性镁合金已有不少专利公开,但都未能解决合金的高导热率问题。例如,中国专利公开号CN102061414A公开了一种高塑性镁合金,其合金元素重量百分比为:铝0.5~2%,锰2%,钙0.02~0.1%,余量为镁,该镁合金伸长率最高可达25%,屈服强度为260MPa;但是没有涉及该合金的导热性能方面的数据介绍。

[0009] 镁合金中添加适当的稀土元素等,也可以一定程度上提高镁合金的强度的同时也提高塑性。例如,中国专利CN200910011111.1公布了一种高塑性、低各向异性镁合金及其板材的热轧制工艺,该合金通过在Mg-Zn二元基础上添加稀土元素Gd降低了轧制板材的基面织构强度,获得塑性达30%。但是,该合金系列由于添加稀土元素(0.1~10%)导致其成本较高,且强度(屈服强度低于150MPa,抗拉强度低于240MPa)较低,也未能解决合金的导热性能问题。

[0010] 纵观现有技术,目前镁合金还没有能同时兼顾导热性和塑性两方面的关切,需要进一步开发新的高塑性导热镁合金,以满足对导热性能和伸长率同时具有较高需求的情况。

## 发明内容

[0011] 本发明的目的在于提供一种高塑性导热镁合金及其制备方法,解决现有镁合金导热系数和塑性低,无法同时兼顾高导热性和高塑性的问题。该导热镁合金导热系数(大于120W/(m·K))和室温塑性(伸长率约15~25%)都比较高,具有中等强度水平,且成本相对低廉。该材料可广泛用于航空航天、计算机、通讯和消费类电子产品以及LED照明产品的散热系统结构材料以及医疗、福祉和户外运动器械的结构材料。

[0012] 为达到上述目的,本发明的技术方案是:

[0013] 一种高塑性导热镁合金,其成分重量百分比为:Zn0.5~3.0wt%,Zr0.2~0.6wt%,Ca0.2~1.0wt%,Mn0.1~0.5wt%,其余为Mg以及不可避免的杂质。

[0014] 目前用于散热器的金属材料大多以铝合金或铜合金为主。研究发现,合金导热性能与该合金中的固溶原子和第二相的数量和种类有密切联系。镁合金的导热性能也遵循类似原则。本发明设计新型导热合金,提升镁合金导热性,也应该适当控制镁合金中固溶原子的数量,同时保证其析出相的尺寸不能太大、数量不能太多。

[0015] 高塑性合金设计也需要全方位考虑影响镁合金塑性的因素。

[0016] 首先,合金元素及组织形态会对合金的塑性产生明显影响。不同的元素对镁合金塑性的影响各不相同,这取决于合金元素的种类、性质和结构,也取决于合金中所生成的固溶体及其化合物类型。

[0017] 镁合金大多具有密排六方晶体结构,滑移系少,其它元素的溶入会影响其晶格参数c/a,进而影响变形时的晶体滑移。镁合金中所生成的化合物,除镁锂等极少数合金外,一般均是脆硬相,对塑性产生不利的影 响。因此,设计塑性较好的合金,元素应有利于形成塑性较好的固溶体,其合金元素含量不能很高,一般不能超过最大固溶量,以免形成粗大的脆

性第二相。镁合金中的化合物要求数量要少,尺寸要小,特别是晶间不能呈网状分布。

[0018] 根据文献,从元素对提高材料塑性作用角度来看,加入 Cd、Li 等能提高镁合金的塑性;加入 Sn、Pb、Bi 和 Sb 可能会损害镁合金的塑性;而加入 Zn、Ag、Ce、Ca、Al 等元素能同时提高镁合金的强度与塑性。

[0019] Zn 元素在镁中的固溶度较大(约 6%),能形成一系列的 Mg-Zn 二元相,具有固溶强化和时效强化双重作用。适量 Zn 添加能增加熔体流动性,是一种弱的晶粒细化剂,有助于获得较细铸态组织。但是如果添加量过多,会大大降低合金流动性,且有形成显微缩松或热裂的倾向。

[0020] Ca 元素在镁中能产生晶粒细化作用,也可抑制熔融镁的氧化,提高合金熔体的着火温度,并且能改善合金的蠕变性能。该元素在镁中可以与其它元素形成第二相,特别是,可能得到有序的单层纳米结构的 GP 区,其对于提高合金的力学性能效果非常明显。合金设计中,为了控制存在的第二相的量和类型,应采用低合金化,Ca 的含量一般不超过 1%。

[0021] Mn 以沉淀 Fe-Mn 化合物来控制铁含量,通过控制铁含量而改善腐蚀行为;同时,Mn 元素在镁中可以增大耐热性,细化晶粒、强化合金。据报道,在 Mg-6Al-3Ca 合金添加 0.1-0.5% 的 Mn 元素后,其蠕变抗力显著增加,耐热性提高。但 Mn 在镁中的含量一般不超过 1wt%。

[0022] Zr 元素在镁中的溶解度非常小。但它具有很强的晶粒细化作用,可以作为含 Zn 镁合金很好的晶粒细化剂。特别在变形镁合金中可以强烈抑制晶粒长大,稳定细晶组织。

[0023] 本发明高塑性导热镁合金设计方案,将选择 Zn、Ca、Zr、Mn 等常规元素进行多元合金化,各添加元素含量尽量控制在各自的固溶度以下,从而可以兼顾合金的高塑性和高导热性能。

[0024] 本发明的高塑性导热镁合金的制备方法,包括以下步骤:

[0025] 1) 以纯 Mg 锭、纯 Zn 锭、纯 Ca 颗粒或 Mg-Ca 中间合金以及 Mg-Zr 和 Mg-Mn 中间合金为原料,按上述的镁合金成分的重量百分比进行配料;

[0026] 2) 将纯 Mg 锭和 Mg-Mn 中间合金放入熔炼炉的坩埚中,在 CO<sub>2</sub> 和 SF<sub>6</sub> 的混合保护气的保护下完全熔化,CO<sub>2</sub> 和 SF<sub>6</sub> 的流量比为 40 ~ 100,原料升温速率控制在 15 ~ 50°C/min;

[0027] 3) 将纯 Zn 锭和 Mg-Zr 中间合金放在预热炉中加热至 200 ~ 280°C,待纯 Mg 锭和 Mg-Mn 中间合金完全熔化后,按顺序将预热后的 Zn 锭和 Ca 颗粒或者 Mg-Ca 中间合金先后加入熔化好的熔体中,加 Ca 时需吹氩气搅拌,然后将熔体温度升温到 810 ~ 830°C 添加预热好的 Mg-Zr 中间合金并搅拌,保温 5 ~ 10 分钟,最后采用金属模铸造或半连续铸造制备成导热镁合金铸锭;

[0028] 4) 将上述制备的导热镁合金铸锭在氩气氛围的保护下加热至 370 ~ 390°C 进行 0.1 ~ 48 小时的均匀化处理,然后将经过均匀化处理或未经均匀化处理的导热镁合金铸锭切割成相应的轧制、挤压或锻造坯料;

[0029] 5) 将坯料放入加热炉中加热到轧制、挤压或锻造变形温度即 250 ~ 385°C,然后直接采用轧制、挤压或锻造工艺将坯料变形加工成板材、管材、型材、棒材或各种锻压件,即采用轧制工艺将坯料变形加工成板材,采用挤压工艺将坯料变形加工成管材、型材或棒材,采用锻造工艺将坯料变形加工成各种锻件,或者采用上述多种变形工艺复合变形加工成变形材。

[0030] 进一步,所述的轧制工艺中,轧制速度为 10 ~ 40m/min,单道次压下量为 30% ~ 50%,板材的累计变形量  $\geq 90\%$ 。

[0031] 又,所述的挤压工艺中,挤压速度为 0.2 ~ 30m/min,挤压比为 10 ~ 40。

[0032] 再有,所述的锻造工艺中,锻造速度为 0.1 ~ 30m/min,单道次压下量为 30% ~ 50%,累计变形量  $\geq 60\%$ 。

[0033] 众所周知,材料的加工状态也会对合金的塑性产生明显影响。晶粒细化有利于镁合金在后续变形过程中多种滑移系联合启动、协调变形,克服合金中由于密排六方合金滑移系较少引起的应力集中而导致的早期断裂,提高塑性。另一方面,由于晶粒细小,晶界滑移变形方式容易被启动,晶界滑移产生的变形在材料总体塑性变形中占据的比例增加,也有利于提高合金塑性。为了能够得到更加细小的晶粒,一般采用热变形加工,如挤压、轧制、锻造等,在变形加工过程中,铸造形成的粗大第二相逐渐得到破碎细化、弥散分布,显著提高其合金的强度和塑性。

[0034] 本发明对比已有的导热镁合金具有以下显著优点:

[0035] 1. 合金成本相对较低、密度较小:本发明制备的高塑性导热镁合金由常规合金元素 Zn、Ca、Mn 和少量的 Zr 元素组成,不添加任何稀土元素,密度小于  $1.80\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0036] 2. 热导性能优异:本发明制备的高塑性导热镁合金在  $20^\circ\text{C}$  的导热系数均大于  $120\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

[0037] 3. 综合性能优异,具有高的导热性能同时兼顾高室温塑性和适当的强度:室温 ( $25^\circ\text{C}$ ) 伸长率大于 15%,最高可达 40% (拉伸屈服强度  $>220\text{MPa}$ )。

## 附图说明

[0038] 图 1 为本发明实施例导热镁合金的铸态金相组织电镜照片。

[0039] 图 2 为本发明实施例导热镁合金的扫描组织电镜照片。

[0040] 图 3 为本发明实施例导热镁合金经过  $380^\circ\text{C}$  固溶 24 小时的均匀化处理后的扫描组织电镜照片。

[0041] 图 4 为本发明实施例导热镁合金挤压后的金相组织照片。

[0042] 图 5 为本发明实施例导热镁合金挤压后的 EBSD 组织照片。

[0043] 图 6 为本发明实施例导热镁合金挤压后的微观结构照片。

[0044] 图 7 为本发明实施例导热镁合金合金挤压材导热系数随温度变化曲线。

[0045] 图 8 为本发明实施例导热镁合金挤压材的室温拉伸测试曲线。

## 具体实施方式

[0046] 下面通过实施例对本发明的技术方案作详细说明,本实施例在本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0047] 本发明设计选取一种高塑性导热镁合金的成分含量为:2.0wt% Zn,0.5wt% Zr,0.4wt% Ca,0.3wt% Mn,其余为 Mg (简称 Mg-2.0Zn-0.5Zr-0.4Ca-0.3Mn 合金),合金的铸态组织如图 1、图 2 所示,合金中存在少量的粗大第二相粒子,经过  $380^\circ\text{C}$  固溶 24 小时后,均匀化后组织中第二相数量明显减少,合金元素绝大部分被固溶进基体中,只有少量的尺寸较

小的第二相残留在晶界处,如图 3 所示。

[0048] 均匀化处理后的坯料被切割成挤压坯锭,在电阻炉中预热到 350℃,然后挤压变形形成棒材;挤压比 20,挤压出口速度 1.0m/min。挤压后棒材采用风冷冷却,坯料挤压时不采用任何润滑剂。获得的镁合金挤压材组织如图 4~图 6 所示,合金挤压组织均匀细小(小于 10 μm),第二相较少,形成的织构较弱,这种组织特征对于该导热镁合金塑性的提高有重要贡献。

[0049] 经测试,挤压材在 20℃~270℃条件范围内的导热系数均大于 120W/(m·K),如图 7 所示。密度约为 1.77g/cm<sup>3</sup>。室温(25℃)抗拉强度为 272MPa,室温拉伸屈服强度为 228MPa,室温伸长率为 32%,如图 8 所示。

[0050] 经过系列实验结果分析,证实了该发明的导热镁合金产品具有优异综合性能。

[0051] 本发明导热镁合金的其他实施例参见表 1。

[0052] 实施例 1

[0053] 1) 设计选取高塑性导热镁合金的成分含量为:2.8wt% Zn,0.3wt% Zr,0.8wt% Ca,0.2wt% Mn,其余为 Mg,以纯 Mg 锭、纯 Zn 锭、纯 Ca 颗粒以及 Mg-30wt% Zr,和 Mg-1.3wt% Mn 等中间合金为原料,按此设计的镁合金成分的重量百分比进行配料;

[0054] 2) 坩埚清理并预热后将全部纯镁锭和 Mg-1.3Mn 中间合金放入熔炼炉的坩埚中,在 CO<sub>2</sub> 和 SF<sub>6</sub> 的混合保护气氛下加热升温,升温速率为 20~30℃/min,CO<sub>2</sub> 和 SF<sub>6</sub> 的流量比为 50:1;

[0055] 3) 将纯 Zn 锭和 Mg-30Zr 中间合金放在预热炉中加热至 260~280℃。待纯 Mg 锭和 Mg-1.3Mn 中间合金完全熔化后,按顺序将预热后的 Zn 锭和 Ca 颗粒先后加入镁熔液中,加 Ca 时需吹氩气搅拌,然后将熔体温度升到 810~830℃添加预热好的 Mg-30Zr 中间合金并搅拌,保温 10min,最后采用金属模铸造制备成导热镁合金铸锭;

[0056] 4) 将上述制备的导热镁合金铸锭在氩气氛围的保护下加热至 380℃进行 24 小时的均匀化处理,然后将经过均匀化处理的导热镁合金铸锭切割成相应的轧制坯料;

[0057] 5) 将坯料加热到 350℃,然后在轧机上轧制变形加工成高塑性导热镁合金。

[0058] 所得导热镁合金在 20℃的导热系数 121W/(m·K),密度约为 1.78g/cm<sup>3</sup>。室温(25℃)抗拉强度为 331MPa,拉伸屈服强度为 330MPa,伸长率为 20%。

[0059] 实施例 2

[0060] 1) 设计选取高塑性导热镁合金的成分含量为:2.2wt% Zn,0.5wt% Zr,0.2wt% Ca,0.4wt% Mn,其余为 Mg,按此设计的镁合金成分的重量百分比进行配料;

[0061] 2) 将上述配料按实施例 1 所述方法进行熔炼,最后采用金属模铸造制备成导热镁合金铸锭;

[0062] 3) 将上述制备的导热镁合金铸锭在氩气氛围的保护下加热至 380℃进行 24 小时的均匀化处理,然后将经过均匀化处理的导热镁合金铸锭切割成相应的变形坯料;

[0063] 4) 将坯料放入加热炉中预热到 400℃,然后采用锻压变形加工成高塑性导热镁合金。

[0064] 获得的导热镁合金在 20℃的导热系数为 125W/(m·K),密度约为 1.78g/cm<sup>3</sup>。室温(25℃)抗拉强度为 310MPa,拉伸屈服强度为 300MPa,伸长率为 23%。

[0065] 实施例 3

[0066] 1) 设计选取高塑性导热镁合金的成分含量为 :1.5wt% Zn,0.5wt% Zr,0.4wt% Ca,0.4wt% Mn,其余为 Mg,该镁合金以纯 Mg 锭、纯 Zn 锭、Mg-30Ca 以及 Mg-30Zr 和 Mg-1.3Mn 中间合金为原料,按上述的镁合金成分的重量百分比进行配料;

[0067] 2) 将上述配料按实施例 1 所述方法进行熔化,最后采用半连续铸造制备成导热镁合金铸锭;

[0068] 3) 将上述制备的未经过均匀化处理的导热镁合金铸锭切割成相应的挤压坯料;

[0069] 4) 将坯料加热到 350℃,然后采用挤压将坯料变形加工成高塑性导热镁合金材料。

[0070] 获得的导热镁合金在 20℃ 的导热系数 123W/(m\*K),密度约为 1.77g/cm<sup>3</sup>;室温(25℃)抗拉强度为 270MPa,拉伸屈服强度为 225MPa,伸长率为 33%。

[0071] 实施例 4

[0072] 1) 设计选取高塑性导热镁合金,其成分含量为 :Mg-3.0Zn-0.2Zr-1.0Ca-0.1Mn,其余为 Mg;按此设计的镁合金成分的重量百分比进行配料;

[0073] 2) 将上述配料按实施例 1 所述方法进行熔炼,最后采用金属模铸造制备成导热镁合金铸锭;

[0074] 3) 将上述制备的导热镁合金铸锭在氩气氛围的保护下加热至 380℃ 进行 24 小时的均匀化处理,然后将经过均匀化处理的导热镁合金铸锭切割成相应的轧制坯料;

[0075] 4) 将坯料加热到 350℃,然后在轧机上轧制变形加工成高塑性导热镁合金。

[0076] 所得导热镁合金在 20℃ 的导热系数 122W/(m\*K)。室温(25℃)抗拉强度为 345MPa,拉伸屈服强度为 335MPa,伸长率为 15%。

[0077] 实施例 5

[0078] 1) 设计选取高塑性导热镁合金,其成分含量为 :Mg-1.0Zn-0.3Zr-0.5Ca-0.1Mn,其余为 Mg;按此设计的镁合金成分的重量百分比进行配料;

[0079] 2) 将上述配料按实施例 1 所述方法进行熔炼,最后采用金属模铸造制备成导热镁合金铸锭;

[0080] 3) 将上述制备的导热镁合金铸锭在氩气氛围的保护下加热至 380℃ 进行 24 小时的均匀化处理,然后将经过均匀化处理的导热镁合金铸锭切割成相应的变形坯料;

[0081] 4) 将坯料放入加热炉中预热到 400℃,然后采用锻压变形加工成高塑性导热镁合金。

[0082] 获得的导热镁合金在 20℃ 的导热系数为 128W/(m\*K)。室温(25℃)抗拉强度为 340MPa,拉伸屈服强度为 320MPa,伸长率为 18%。

[0083] 实施例 6

[0084] 1) 设计选取高塑性导热镁合金,其成分含量为 :Mg-0.5Zn-0.6Zr-0.3Ca-0.5Mn,其余为 Mg;按此设计的镁合金成分的重量百分比进行配料;

[0085] 2) 将上述配料按实施例 1 所述方法进行熔炼,最后采用半连续铸造制备成导热镁合金铸锭;

[0086] 3) 将上述制备的导热镁合金铸锭在氩气氛围的保护下加热至 380℃ 进行 24 小时的均匀化处理,然后将经过均匀化处理的导热镁合金铸锭切割成相应的挤压坯料;

[0087] 4) 将坯料加热到 350℃,然后采用挤压和锻造将坯料变形加工成高塑性导热镁合

金属材料。

[0088] 获得的导热镁合金在 20℃ 的导热系数 130W/(m\*K) ; 室温 (25℃) 抗拉强度为 225MPa, 拉伸屈服强度为 220MPa, 伸长率为 40%。

[0089] 表 1

[0090]

序号	合金成分 (wt%)	导热系数 W/(m*K)	抗拉 强度 (MPa)	屈服 强度 (MPa)	伸长率 (%)
实施例 1	Mg-2.8Zn-0.3Zr-0.8Ca-0.2Mn	121	331	330	20
实施例 2	Mg-2.2Zn-0.5Zr-0.2Ca-0.4Mn	125	310	300	23
实施例 3	Mg-1.5Zn-0.5Zr-0.4Ca-0.4Mn	123	270	225	33
实施例 4	Mg-3.0Zn-0.2Zr-1.0Ca-0.1Mn	122	345	335	15
实施例 5	Mg-1.0Zn-0.3Zr-0.5Ca-0.1Mn	128	340	320	18
实施例 6	Mg-0.5Zn-0.6Zr-0.3Ca-0.5Mn	130	225	220	40

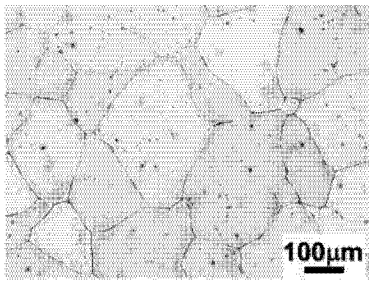


图 1

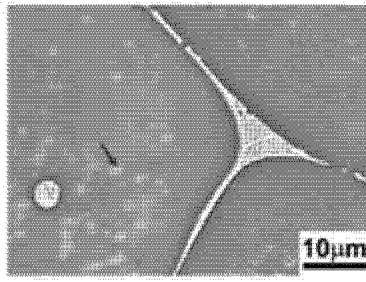


图 2

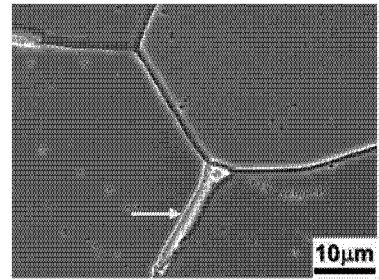


图 3

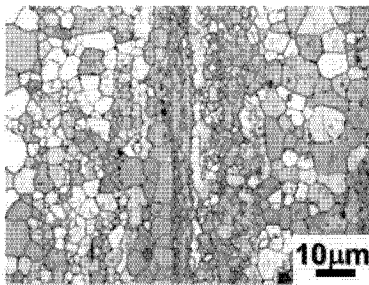


图 4

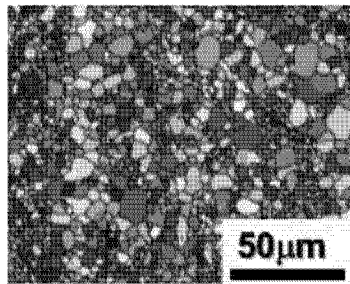


图 5

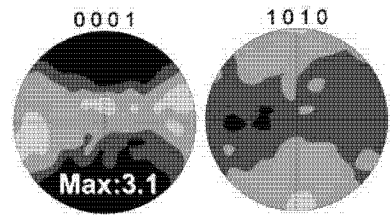


图 6

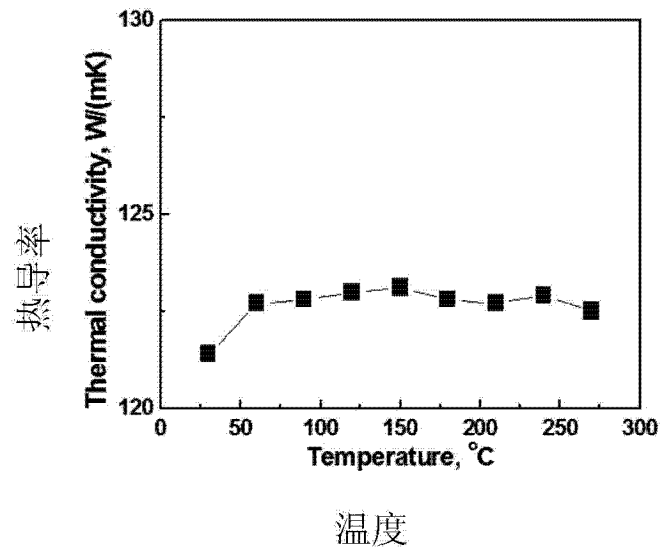
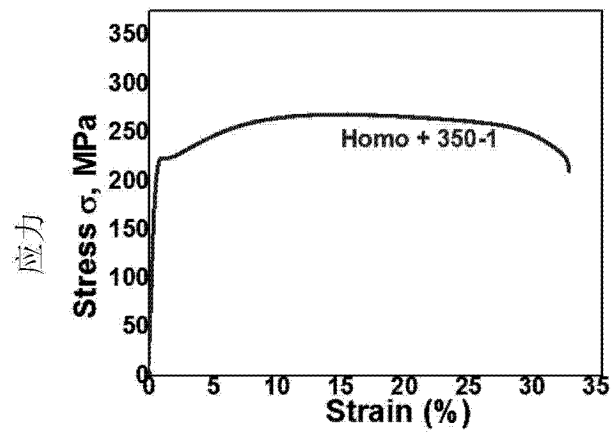


图 7



延伸率

图 8