



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118984748 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 19

(21) 申请号 202380028319.2

(22) 申请日 2023.03.10

(30) 优先权数据

2022-048834 2022.03.24 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/009306 2023.03.10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/181994 JA 2023.09.28

(71) 申请人 三菱综合材料株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 加藤纯 大森信一 小林佳吾

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018

专利代理师 刁兴利 康泉

(51) Int. Cl.

B22F 1/052 (2022.01)

B22F 10/14 (2021.01)

B22F 10/34 (2021.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

B33Y 70/00 (2020.01)

C22C 1/04 (2023.01)

C22C 21/00 (2006.01)

C22C 21/02 (2006.01)

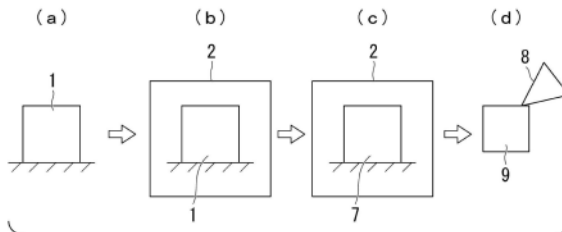
权利要求书2页 说明书11页 附图1页

(54) 发明名称

金属层叠造型用铝粉末产品及铝粉末造型物的制造方法

(57) 摘要

在该金属层叠造型用铝粉末产品中,铝在粉末整体中所占的纯度为98质量%以上,含有0.01质量%以上且0.5质量%以下的Mg,并且所含有的Mg量(质量%)与氧量(质量%)之比即Mg量/氧量为0.1以上且2.0以下。



1. 一种金属层叠造型用铝粉末产品,其特征在于,
铝在粉末整体中所占的纯度为98质量%以上,含有0.01质量%以上且0.5质量%以下的Mg,并且所含有的Mg量与氧量之比即Mg量/氧量为0.1以上且2.0以下,其中,Mg量的单位为质量%,氧量的单位为质量%。
2. 根据权利要求1所述的金属层叠造型用铝粉末产品,其特征在于,
除了所述Mg以外,还含有0.1质量%以上且1.0质量%以下的Si。
3. 根据权利要求1或2所述的金属层叠造型用铝粉末产品,其特征在于,
所述金属层叠造型用铝粉末产品为纯度99%以上的铝粉末与含有0.1质量%以上且1.0质量%以下的Mg及3.0质量%以上且12.0质量%以下的Si的铝合金粉末的混合物,
所含有的Mg量与氧量之比即Mg量/氧量为0.1以上且2.0以下,其中,Mg量的单位为质量%,氧量的单位为质量%。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的金属层叠造型用铝粉末产品,其特征在于,
所述氧量为0.05质量%以上且0.3质量%以下。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的金属层叠造型用铝粉末产品,其特征在于,
通过激光衍射散射法测定的体积基准的50%累计粒径为10 μ m以上且100 μ m以下。
6. 一种铝粉末造型物的制造方法,其特征在于,
所述铝粉末造型物的制造方法为如下方法:重复进行层叠铝粉末的工序和涂布含有粘合剂的油墨的工序,之后通过使所述粘合剂中的树脂加热固化来成型铝粉末成型体,然后,通过对所述铝粉末成型体进行加热脱脂来制作作为烧结前体的铝粉末脱脂体,经过对所述铝粉末脱脂体进行加热烧结的工序,从而获得铝造型物,
所述粘合剂用于选择性地固接所层叠的所述铝粉末,
作为所述铝粉末,使用铝在粉末整体中所占的纯度为98质量%以上且含有0.01质量%以上且0.5质量%以下的Mg,并且将所含有的Mg量与氧量之比即Mg量/氧量设为0.1以上且2.0以下的金属层叠造型用铝粉末产品,其中,Mg量的单位为质量%,氧量的单位为质量%,
在500 $^{\circ}$ C以下实施所述脱脂的工序。
7. 根据权利要求6所述的铝粉末造型物的制造方法,其特征在于,
使用除了所述Mg以外,还包含0.1质量%以上且1.0质量%以下的Si的铝粉末。
8. 一种铝粉末造型物的制造方法,其特征在于,
所述铝粉末造型物的制造方法为如下方法:重复进行层叠铝粉末的工序和涂布含有粘合剂的油墨的工序,之后通过使树脂加热固化来成型铝粉末成型体,然后,通过对所述铝粉末成型体进行加热脱脂来制作作为烧结前体的铝粉末脱脂体,经过对所述铝粉末脱脂体进行加热烧结的工序,从而获得铝造型物,
所述粘合剂用于选择性地固接所层叠的所述铝粉末,
作为所述铝粉末,使用作为纯度99%以上的铝粉末与含有0.1质量%以上且1.0质量%以下的Mg及3.0质量%以上且12.0质量%以下的Si的铝合金粉末的混合物,并且将所含有的Mg量与氧量之比即Mg量/氧量设为0.1以上且2.0以下的金属层叠造型用铝粉末产品,其中,Mg量的单位为质量%,氧量的单位为质量%,
在500 $^{\circ}$ C以下在氧化性气氛、惰性气氛、1Pa以上且100kPa以下的减压气氛中的任一气氛下实施所述脱脂的工序。

9. 根据权利要求6至8中任一项所述的铝粉末造型物的制造方法,其特征在於,在惰性气氛气流中、还原性气流中、1Pa以上且100kPa以下的减压气氛下的惰性气流中或1Pa以上且100kPa以下的还原性气流中的任一气流中实施所述加热烧结的工序。

10. 根据权利要求6至9中任一项所述的铝粉末造型物的制造方法,其特征在於,将所述脱脂的工序中的氧化性气氛设为露点10°C以下的干燥空气中。

金属层叠造型用铝粉末产品及铝粉末造型物的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种金属层叠造型用铝粉末产品及铝粉末造型物的制造方法。

[0002] 本申请主张基于2022年3月24日在日本申请的专利申请第2022-048834号的优先权,并将其内容援用于此。

背景技术

[0003] 铝由于重量轻、高导热性等特征而被广泛用作散热器用材料,但是为了进一步提高散热特性,要求能够进行更有效的热交换的复杂形状的销或鳍片、栅格状等的设计及制造。作为复杂形状的产品制造的方法,正在进行金属3D打印机的利用。

[0004] 近年来,作为使用了金属粉末的层叠造型技术之一,粘合剂喷射方式受到关注。粘合剂喷射方式中,从打印头选择性地向金属粉末层喷射含有热固性树脂、热塑性树脂或光固化性树脂的粘合剂,并使其反复层叠。已知有如下方法:通过该重复层叠,在获得固接于所期望的三维形状的金属粉末成型体之后,经过粘合剂固接、不需要的粉末的去除、脱脂、烧结工序,获得三维金属造型物。

[0005] 例如,以下的专利文献1、专利文献2中,公开了使用了粘合剂喷射方式的金属层叠造型或其造型装置。

[0006] 专利文献1:日本特表2020-511593号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2020-152001号公报

[0008] 专利文献3:日本特开2004-308004号公报

[0009] 另一方面,在使用粘合剂喷射方式来获得铝或铝合金的造型物的情况下,需要改善由铝粉末表面的氧化被膜导致的难烧性。

[0010] 例如,在专利文献3中记载了使用比表面积大的微粉末来改善铝的烧性的方法,但在应用于粘合剂喷射方式时,比重较轻的铝在粉末层形成时会因飞散而引起均匀性下降或填充密度的下降,或者在安全性方面存在问题。

[0011] 因此,在使用粘合剂喷射方式来获得铝或铝合金的造型物的情况下,在确保金属粉末流动性的同时获得充分的烧性是重要的。

发明内容

[0012] 本发明是鉴于上述问题而提出的,其目的在于提供一种金属层叠造型用铝粉末产品、以及使用了该金属层叠造型用铝粉末产品的铝粉末造型物的制造方法,在该金属层叠造型用铝粉末产品中,即使是具有氧化被膜并且作为难烧材料而已知的铝粉末也能够应用于粘合剂喷射方式。

[0013] 根据上述背景,本发明人对使用如下的原料应用于粘合剂喷射方式进行了研究:作为原料的铝粉末中所包含的镁量(质量%)与氧量(质量%)之比调整为0.1以上且2.0以下,并且铝粉末中所含的氧量为0.3质量%以下。

[0014] 其结果发现,开发了通过在氧化环境中在500°C以下实施基于粘合剂喷射方式的

造型后的脱脂工序,或者在1Pa以上且100kPa以下的减压下在非氧化性气流中对所获得的脱脂体进行加热烧结的技术,可获得相对于作为原料的铝粉末的真密度具有相对密度90%以上的高密度的铝烧结体。

[0015] 因此,本发明人进行了各种研究的结果,提供一种金属层叠造型用铝粉末产品、以及使用了该金属层叠造型用铝粉末产品的铝粉末造型物的制造方法。

[0016] (方式1) 本发明所涉及的方式1的金属层叠造型用铝粉末产品的特征在于,铝在粉末整体中所占的纯度为98质量%以上,含有0.01质量%以上且0.5质量%以下的Mg,并且所含有的Mg量(质量%)与氧量(质量%)之比即Mg量/氧量为0.1以上且2.0以下。

[0017] 上述金属层叠造型用铝粉末产品含有适量的Mg,并且具有与所包含的Mg对应的适量的氧。通过在铝粉末中包含适量的Mg而使Mg还原金属层叠造型用铝粉末产品的粒子表面的氧化被膜并使其局部破坏,从而改善烧结性。并且,为了实现金属层叠造型用铝粉末产品的粒子表面的还原反应,需要相对于氧量为一定值以上的Mg量。在Mg量较少的情况下,无法实现金属层叠造型用铝粉末产品的粒子表面的氧化被膜的局部破坏。在Mg量过多的情况下,因氧化被膜的破坏而引起的烧结性提高效果变少,从而引起因Mg量的增大而引起的导电率的下降、导热率的下降等。Mg量更优选为0.015质量%以上且0.4质量%以下,进一步优选为0.02质量%以上且0.3质量%以下。在后述的方式2~方式10中也可以与该方式同样。

[0018] 为了实现金属层叠造型用铝粉末产品的表面的还原反应,并且使烧结性良好且防止导热率的下降,需要Mg量/氧量的值为0.1以上且2.0以下。Mg量/氧量的值可以更优选为0.015以上且0.15以下,可以进一步优选为0.02以上且0.1以下。在后述的方式2~方式10中也可以与该方式同样。

[0019] (方式2) 方式2的金属层叠造型用铝粉末产品优选为,在方式1中除了所述Mg以外,还含有0.1质量%以上且1.0质量%以下的Si。

[0020] 若Si含量在上述范围内,则有助于金属层叠造型用铝粉末产品的熔点下降,能够提高烧结性,并且在抑制导电率下降的同时维持高导热性。Si含量可以为0.15质量%以上且0.8质量%以下,可以进一步优选为0.2质量%以上且0.7质量%以下。在后述的方式3~方式10中也可以与该方式同样。

[0021] (方式3) 方式3的金属层叠造型用铝粉末产品的特征在于,该金属层叠造型用铝粉末产品为纯度99%以上的铝粉末与含有0.1质量%以上且1.0质量%以下的Mg及3.0质量%以上且12.0质量%以下的Si的铝合金粉末的混合物,所含有的Mg量(质量%)与氧量(质量%)之比即Mg量/氧量为0.1以上且2.0以下。

[0022] 若为上述金属层叠造型用铝粉末产品,则能够在混合物的整体中包含适量的Mg,并且具有与所包含的Mg对应的适量的氧。通过在粉末的混合物中包含适量的Mg而使Mg还原纯度99%以上的铝粉末的粒子表面的氧化被膜并使其局部破坏,从而改善烧结性。此外,为了实现铝粉末的粒子表面或铝合金粉末的粒子表面的还原反应,需要相对于氧量为一定值以上的Mg量。在Mg量较少的情况下,变得无法实现铝粉末的粒子表面或铝合金粉末的粒子表面的氧化被膜的局部破坏。在Mg量过多的情况下,因氧化被膜的破坏而引起的烧结性提高效果变少,从而引起因Mg量的增大而引起的导电率的下降、导热率的下降等。

[0023] 在方式3的金属层叠造型用铝粉末产品中,为了实现铝粉末表面或铝合金粉末表面的还原反应,并且使烧结性良好并防止导热率的下降,因此需要Mg量/氧量为0.1以上且

2.0以下。

[0024] (方式4)方式4的金属层叠造型用铝粉末产品优选为,在方式1至方式3中,所述氧量为0.05质量%以上且0.3质量%以下。

[0025] 规定Mg量的范围,根据实质性比即Mg量/氧量的比率来设定氧量的范围,特别是上限规定为考虑层叠造型用粉末的制法而能够取得的值。所述氧量可以为0.05质量%以上且0.3质量%以下。在后述的方式5至方式10中也可以与该方式同样。

[0026] (方式5)方式5的金属层叠造型用铝粉末产品优选为,在方式1至方式4中,通过激光衍射散射法测定的体积基准的50%累计粒径为10 μ m以上且100 μ m以下。

[0027] 通过体积基准的50%累计粒径为10 μ m以上且100 μ m以下,能够提供在铝粉末层叠中有利的粒径,并且在粘合剂喷射方式中优选的粒径的铝粉末。体积基准的50%累计粒径可以为10 μ m以上且50 μ m以下。在后述的方式6至方式10中也可以与该方式同样。

[0028] (方式6)方式6的铝粉末造型物的制造方法为如下方法:交替重复进行层叠铝粉末的工序和涂布含有粘合剂(所述粘合剂用于选择性地固接所层叠的所述铝粉末)的油墨的工序,之后通过使粘合剂中的树脂加热固化来成型铝粉末成型体,然后,通过对所述铝粉末成型体进行加热脱脂来制作作为烧结前体的铝粉末脱脂体,经过对所述铝粉末脱脂体进行加热烧结的工序,从而获得铝造型物。作为所述铝粉末,使用铝在粉末整体中所占的纯度为98质量%以上且含有0.01质量%以上且0.5质量%以下的Mg,并且将所含有的Mg量(质量%)与氧量(质量%)之比即Mg量/氧量设为0.1以上且2.0以下的金属层叠造型用铝粉末产品。所述脱脂的工序优选在500 $^{\circ}$ C以下在氧化性气氛、惰性气氛或1Pa以上且100kPa以下的减压气氛中的任一气氛下实施。

[0029] 在对含有0.01质量%以上且0.5质量%以下的Mg且将Mg量/氧量的值设为0.1以上且2.0以下的铝粉末进行脱脂的情况下,能够通过上述的所述脱脂的工序的条件来防止Mg的氧化并对其进行加热烧结。即,防止在脱脂工序中的Mg的氧化,并将不具有氧化被膜的状态的Mg维持到加热烧结时为止。因此,能够有效地发挥基于Mg的铝被膜的破坏效果以获得烧结性的提高效果。所述铝粉末造型物可以为具有鳍片的散热器。

[0030] (方式7)方式7所涉及的铝粉末造型物的制造方法为,在方式6中,能够使用除了所述Mg以外,还包含0.1质量%以上且1.0质量%以下的Si的铝粉末原料。

[0031] 在使用了包含Si的铝粉末原料的情况下,能够实现因Si添加而引起的铝合金的熔点降低,从而有助于烧结性提高。

[0032] (方式8)方式8所涉及的铝粉末造型物的制造方法为如下方法:重复进行层叠铝粉末的工序和涂布含有粘合剂(所述粘合剂用于选择性地固接所层叠的所述铝粉末)的油墨的工序,之后通过使树脂加热固化来成型铝粉末成型体,然后,通过对所述铝粉末成型体进行加热脱脂来制作作为烧结前体的铝粉末脱脂体,经过对所述铝粉末脱脂体进行加热烧结的工序,从而获得铝造型物。作为所述铝粉末,使用纯度99%以上的铝粉末与含有0.1质量%以上且1.0质量%以下的Mg及3.0质量%以上且12.0质量%以下的Si的铝合金粉末的混合物,将所含有的Mg量(质量%)与氧量之比即Mg量/氧量设为0.1以上且2.0以下的金属层叠造型用铝粉末产品,在500 $^{\circ}$ C以下在氧化性气氛、惰性气氛、1Pa以上且100kPa以下的减压气氛中的任一气氛下实施所述脱脂的工序,在防止Mg氧化的基础上进行加热烧结。

[0033] 通过防止脱脂工序中的Mg氧化,可以将不具有氧化被膜状态的Mg维持到加热烧结

时为止。因此,能够有效地发挥基于Mg的铝被膜的破坏效果以获得烧结性的提高效果。

[0034] 在将铝合金粉末与纯度99%以上的铝粉末进行混合的情况下,除了0.1质量%以上且1.0质量%以下的Mg,还可以含有3.0质量%以上且12.0质量%以下的Si。只要Si含量在上述范围内,则有助于铝合金粉末的熔点下降,能够提高烧结性,并且在使导电率显著下降的情况下,能够制造出保持高导热性的铝造型物。

[0035] (方式9)方式9所涉及的铝粉末造型物的制造方法为,在方式6至方式8中,能够在惰性气流中、还原性气流中、1Pa以上且100kPa以下的减压气氛下的惰性气流中或1Pa以上且100kPa以下的减压气氛下的还原性气流中的任一气流中实施所述加热烧结的工序。

[0036] 通过在惰性气流中、还原性气流中、1Pa~100kPa的减压气氛下的惰性气流中或1Pa以上且100kPa以下的减压气氛下的还原性气流中的任一气流中进行加热烧结,能够使所添加的Mg与铝氧化被膜高效地反应以促进尖晶石的生成,从而有助于烧结性的提高。并且,在上述气流中进行加热烧结的情况下,能够获得足量的气流,从而能够有效地去除粘合剂残渣。

[0037] (方式10)方式10所涉及的铝造型物的制造方法为,在方式6至方式9中,能够将所述脱脂的工序中的氧化性气氛设为露点10°C以下的干燥空气中。

[0038] 通过使用露点10°C以下的干燥空气而能够抑制空气中水分与铝的反应,并且能够有效地去除铝粉末的成型体中可能含有的粘合剂成分。所述脱脂工序中的氧化性气氛更优选设为露点为-80°C以上且0°C以下的干燥空气中。

[0039] 通过所述铝粉末造型物的制造方法来获得的铝粉末造型物的相对密度可以为90%以上,且导热率可以为180W/K。

[0040] 根据本发明的各方式所涉及的金属层叠造型用铝粉末产品,能够通过粘合剂喷射方式而制造出内部缺陷少且具有高相对密度的铝部件。

[0041] 其结果,所获得的铝烧结体能够获得高密度化及高导电性、高导热性。由此,能够进一步提高例如使用粘合剂喷射方式而制作的换热部件、导电性部件、强度部件的性能。

附图说明

[0042] 图1是表示第一实施方式所涉及的金属层叠造型用铝粉末产品及其烧结过程的一例的图,图1的(a)是表示铝粉末的层叠物的局部放大剖视图,图1的(b)是表示用加热炉对同一层叠物进行烧结的状态的说明图,图1的(c)是表示所获得的烧结体的概要的说明图,图1的(d)是表示对烧结体进行最终加工的状态的说明图。

[0043] 图2表示对金属层叠造型用铝粉末产品进行烧结的过程的一例,图2的(a)是表示烧结前的金属层叠造型用铝粉末产品的说明图,图2的(b)是表示在烧结过程中液相润湿扩展的状态的说明图,图2的(c)是表示烧结后各粉末一体化而成为烧结体的状态的说明图。

具体实施方式

[0044] 以下,对本发明详细地进行说明,但本发明并不限于以下说明的实施方式。

[0045] 作为一例,本实施方式所涉及的金属层叠造型用铝粉末产品的特征在于,其为纯度98%以上的铝系粉末,该粉末含有0.01质量%以上且0.5质量%以下的Mg,并且所含有的Mg量(质量%)与氧量(质量%)之比即Mg量/氧量为0.1以上且2.0以下。

[0046] 并且,本实施方式所涉及的金属层叠造型用铝粉末产品可以为纯度99%以上的铝粉末与含有0.1质量%以上且1.0质量%以下的Mg及3.0质量%以上且12.0质量%以下的Si的铝合金粉末的粉末混合物。

[0047] 在金属层叠造型用铝粉末产品为纯度99%以上的铝粉末与含有0.1质量%以上且1.0质量%以下的Mg的铝合金粉末的粉末混合物的情况下,优选为在调整铝合金粉末的量以成为相对于粉末整体质量含有0.01质量%以上且0.5质量%以下的Mg的比率的基础上,将该铝合金粉末与纯度99%以上的铝粉末均匀混合。

[0048] 所述金属层叠造型用铝粉末产品如上所述那样包含Mg,并且根据需要含有上述范围的Si,但剩余部分由不可避免的杂质和铝构成。

[0049] [Mg:0.01质量%~0.5质量%]

[0050] 通过在金属层叠造型用铝粉末产品中包含上述范围的Mg,从而使Mg还原铝粉末表面的氧化被膜并使氧化被膜局部破坏,从而改善铝粉末整体的烧结性。

[0051] 并且,为了实现铝粉末表面的还原反应,需要相对于氧量为一定值以上的Mg量。在Mg量较少的情况下,无法实现铝粉末的氧化被膜的局部破坏。在Mg量过多的情况下,因氧化被膜的破坏而引起的烧结性提高效果变少,从而引起因Mg量的增大而引起的导电率的下降、导热率的下降等。

[0052] 为了实现铝粉末表面的还原反应,并且使烧结性良好,并且防止导热率的下降,将铝粉末中所包含的Mg量(质量%)与氧量(质量%)之比即Mg量/氧量设为0.1以上且2.0以下变得重要。

[0053] 在将Mg添加到铝中的合金成分的方式中,通过以相对于氧量为0.1以上且2.0以下的比率添加Mg量,能够与铝粉末表面的氧化被膜进行反应而生成尖晶石($MgAl_2O_4$),能够使其部分破坏,从而获得高烧结性。

[0054] 当Mg量/氧量的值小于0.1时,相对于铝氧化被膜而不存在充分的Mg,因此无法充分获得基于所述尖晶石生成的氧化被膜破坏效果。在Mg量/氧量的值大于2.0的情况下,对于氧化被膜破坏效果存在过量的Mg,这些在减压下加热烧结时会过度蒸发,从而成为在铝造型物内生成气孔的原因,可能会使铝造型物的到达密度(到达密度)下降。

[0055] 并且,在金属层叠造型用铝粉末产品中,氧含量优选为0.3质量%以下。在氧含量大于0.3质量%的情况下,氧化被膜可能会变得过厚,从而可能会导致不易发生因Mg添加而引起局部氧化被膜的破坏。优选金属层叠造型用铝粉末产品中的氧含量较少,但将氧含量设为小于0.05质量%时,制造条件的管理会变得严格,因此氧含量优选为0.05质量%以上。

[0056] [Si:0.1质量%~1.0质量%]

[0057] 在金属层叠造型用铝粉末产品中,除了所述范围的Mg以外,还可以含有0.1质量%以上且1.0质量%以下的Si作为合金成分。只要Si含量在上述范围内,则有助于铝合金粉末的熔点下降,能够提高烧结性,并且在使导电率显著下降的情况下,能够保持高导热性。

[0058] [铝合金粉末的Mg:0.1质量%~1.0质量%,Si:3.0质量%~12.0质量%]

[0059] 在本实施方式的层叠造型用铝粉末中,可以采用纯度99%以上的铝粉末与含有0.1质量%以上且1.0质量%以下的Mg及3.0质量%以上且12.0质量%以下的Si的铝合金粉末的粉末混合物。

[0060] [体积基准的50%累计粒径(D50)为10 μ m以上且100 μ m以下]

[0061] 关于上述的铝粉末或者构成粉末混合物的纯铝粉末和铝合金粉末,优选体积基准的50%累计粒径为 $10\mu\text{m}$ 以上且 $100\mu\text{m}$ 以下。

[0062] 若体积基准的50%累计粒径为 $10\mu\text{m}$ 以上且 $100\mu\text{m}$ 以下,则能够获得稳定的流动性和烧结性优异的粉末混合物。在粉末粒径(D50)小于 $10\mu\text{m}$ 的情况下,存在因流动性下降或粉末飞散而引起的粉尘爆炸的风险。在粉末粒径(D50)超过 $100\mu\text{m}$ 的情况下,粉末粒子的比表面积会下降,因此铝粉末混合物的烧结性会下降,可能无法获得作为烧结体的充分的到达密度。

[0063] [铝粉末烧结体的制造方法]

[0064] 为了使用前述的层叠造型用铝粉末来制造铝粉末烧结体,可以使用如下方法等:首先,将上述铝粉末作为原料粉末(金属层叠造型用铝粉末产品),反复进行选择性地向原料粉末喷雾含有热固性树脂、热塑性树脂或光固化性树脂的粘合剂并将其层叠而使其成为接近目标形状的形状后,并经过脱脂处理后,进行加热烧结。

[0065] 作为一例,用于构成金属层叠造型用铝粉末产品的纯度高的铝粉末可以通过氮气雾化法等方法来制造。作为一例,用于构成铝粉末混合物的铝合金粉末能够通过氮气雾化法由目标组成的合金熔液制造。

[0066] 例如,在与目标组成对应的所需量的纯铝中添加所需量的铝母合金并投入到熔炼炉中,制作铝合金熔液,能够通过惰性气体雾化法由该熔液制作上述铝合金粉末。

[0067] 所获得的铝粉末或铝合金粉末可以通过筛分或清洗去除由粗大粉末或烟尘等构成的微细粉末,根据需要进行与目标粒度对应的筛分后,能够用作原料粉末。

[0068] 在层叠上述铝粉末以获得目标形状的情况下,使用原料粉末进行含有选择性粘合剂的油墨的喷雾并对其进行反复层叠,由此能够获得与目标产品形状类似的形状的粉末成型体。通过重复层叠来固接原料粉末,以成为与所期望的三维形状一致的形状。在基于加热的粘合剂油墨涂布部的原料粉末的固接后,根据需要进行不需要粉末的去除或脱脂工序等,例如,能够获得图1的(a)所示的立方体形状的坯体1。对该坯体1实施以下脱脂工序。

[0069] [脱脂工序]

[0070] 脱脂工序优选在氧化性气氛中且在 500°C 以下进行。并且,脱脂工序更优选在氧化性气氛(大气中等)下,在 500°C 以下且露点 10°C 以下的干燥空气下进行。通过在露点 10°C 以下的干燥空气下进行脱脂,能够抑制空气中的水分与铝的反应,并且有效地去除铝粉末成型体中所包含的粘合剂。

[0071] 在脱脂工序中,为了有效地去除油墨中所包含的粘合剂,优选在包含氧的氧化性气氛下进行脱脂。另一方面,为了最大限度地发挥基于上述Mg的氧化被膜破坏效果,优选在作为烧结前驱体的状态的铝粉末脱脂体内,Mg作为合金成分或单质存在。在铝粉末脱脂体的阶段中,不优选Mg作为氧化物存在。为了抑制Mg的氧化,更期望在 400°C 以下进行脱脂工序。

[0072] [加热烧结工序]

[0073] 若获得了坯体1,则将坯体1如图1的(b)所示那样容纳于加热炉2中,并作为减压气氛在还原气氛或惰性气体气氛中,加热至 $560^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$ 的温度而烧结所需时间。

[0074] 通过加热至该范围的温度而在原料粉末彼此的界面生成液相,液相以填充原料粉末之间的间隙的方式润湿扩展,能够获得各向同性的收缩并实现高密度化。在此情况下,为

了抑制液相的急剧生成,优选在液相生成开始的500°C以上的温度区域中,以10°C/分钟以下的升温速度进行加热。

[0075] 此外,为了使液相在粉末粒子间的润湿扩展更稳定,可以实施以促进基于在液相生成温度以下的温度保持的固相烧结,并使粒子间的间隙稳定为目的的两个阶段以上的加热工序。

[0076] 通过将加热烧结工序设在1Pa以上且100kPa以下的减压气氛下,所添加的Mg能够有效地与铝粉末表面的氧化被膜反应,从而能够促进所述尖晶石的形成反应。并且,通过在惰性气体中或还原性气体中进行流动,能够有效地去除残留在脱脂体中的粘合剂的残渣。

[0077] 在小于1Pa的减压气氛下,无法获得足量的气流的流量以维持高真空度,因此可能会因粘合剂残渣的影响而导致烧结性下降。在高于100kPa的压力下,由于减压不充分,所添加的Mg无法充分蒸发而与铝表面的氧化被膜的反应变得不充分,从而变得无法获得基于Mg添加的烧结性的提高效果。

[0078] 此外,通过将气流设为惰性气流或还原性气流,能够抑制加热烧结中的铝的表面氧化。

[0079] 图2作为对铝粉末混合物3进行建模的一例,描绘了混合了纯度99%以上的铝粉末粒子4和熔点比铝粉末粒子4低的铝合金粉末粒子5而成的铝粉末混合物。为了在图2中进行建模显示,示出了具备四个铝粉末粒子4和一个铝合金粉末粒子5的铝粉末混合物,但只要铝粉末粒子4的个数和铝合金粉末粒子5的个数符合上述质量%的比例,则可以为任意比率。

[0080] 图2是用于对将铝粉末混合物3加热至560°C ~ 650°C左右的温度的情况进行建模而示出的说明图。

[0081] 纯铝的熔点为约660°C。此外,若在纯铝中添加Mg、Si等共晶合金元素,则可以获得比纯铝熔点即约660°C低的温度作为熔点的铝合金粉末。

[0082] 在图2的(a)中,为了简化图示,示出以4:1配合纯铝粉末粒子4和铝合金粉末粒子5而构成了铝粉末混合物3的情况的模型结构。

[0083] 并且,将图2的(a)所示的纯铝粉末粒子4全部省略,也能够由铝合金粉末粒子5构成铝粉末混合物3。

[0084] 在将图2的(a)所示的铝粉末混合物3加热至上述温度的情况下,由熔点较低的铝合金粉末粒子5生成液相6,如图2的(b)所示,液相6在其周围存在的纯铝粉末粒子4之间的间隙中润湿扩展。

[0085] 纯铝粉末粒子4的熔点为约660°C,因此在前述温度范围的加热中纯铝粉末粒子4的整体不会完全熔融,但是由于作为纯铝粉末粒子4彼此的界面部分且液相6润湿扩展的部分中的一部分相互熔融而熔接,因此若加热规定时间之后进行冷却,则最终能够获得如图2的(c)所示那样全部大致熔融一体化的致密的烧结体7。将在加热炉2中生成烧结体7的状态示于图1的(c)中。

[0086] 根据需要,如图1的(d)所示,能够通过利用切削工具8进行加工或表面抛光等来精加工所获得的烧结体7,以获得产品烧结体(铝粉末造型物)9。

[0087] 烧结体7或产品烧结体9中,铝粉末中的氧含量为0.3质量%以下,含有0.01质量% ~ 0.5质量%的Mg且Mg量/氧量在0.1 ~ 2.0的范围内,因此在烧结时能够有效地破坏铝粉末

表面的氧化被膜并进行烧结,从而具有液相有效填充了纯铝粉末粒子4之间的间隙的致密结构。

[0088] 因此,能够获得接近目标形状且形状整齐的密度高的烧结体7或产品烧结体9。例如,能够获得具有相对密度80%以上且导热率180W/mK以上的特性的铝制的烧结体7或产品烧结体9。

[0089] 只要是上述的烧结体7或产品烧结体9,则高密度化,并能够获得高导热性。

[0090] 由此,能够进一步提高例如使用上述烧结体7或产品烧结体9制作的换热部件、导电性部件、强度部件的性能。

[0091] 此外,铝制的烧结体7或产品烧结体9可以根据目的进行研磨、阳极氧化、镀敷等表面处理。

[0092] 上述烧结体7或产品烧结体9为高密度且具有高导热性,因此期望作为换热器的构成部件。烧结体7或产品烧结体9致密且具有高导热性,因此使用这些有助于提高所构成的换热器的性能。

[0093] 实施例

[0094] 添加在与目标组成对应的所需量的铝母合金并投入到熔解炉中,制作铝合金熔液,并通过惰性气体雾化法由这些熔液制作了表1所示的各组成的铝合金粉末(实施例1至实施例6、比较例1、比较例2)。

[0095] 并且,准备与目标组成对应的所需量的纯铝或铝母合金并投入到多个溶解炉中,制作纯铝熔液或铝合金熔液,并通过惰性气体雾化法由这些各溶解炉的熔液制作了表2所示的各组成的纯铝粉末(粉末1)和铝合金粉末(粉末2)。

[0096] 所获得的纯铝粉末及铝合金粉末通过筛分或清洗去除粗大的粉末或由烟尘等构成的微细粉末之后,根据需要实施与目标粒度对应的筛分后,按以下表2所示的混合比率混合纯铝粉末(粉末1)及铝合金粉末(粉末2),由此获得铝粉末混合物。

[0097] 使用表1、表2中所记载的各组成的铝粉末,并使用金属粘合剂喷射方式的层叠造型装置(Digital Metal公司制造,产品名称:DM-P2500),在造型为长度10mm×宽度10mm×厚度5mm的形状之后,在大气气氛或惰性气体气氛下,通过250°C下的加热进行了树脂固化。然后,在露点10°C以下的干燥空气气氛或在水槽中进行了鼓泡的加湿空气气氛下,对所获得的脱脂体在400°C下进行了加热脱脂。此外,加热至565°C~650°C,从而制作了烧结体。

[0098] 各物性值的测定方法如下所示。

[0099] [粒度分布的测定]

[0100] 关于纯铝粉末和铝合金粉末的粒度分布的测定,使用MicrotracBEL Corp.制造的MT3300EXII(激光衍射散射法粒径分布测定装置)进行基于湿式的粒径分布的测定,并根据所获得的结果计算出50%体积基准频率累计直径D50。

[0101] [造型物密度]

[0102] 分别按照JIS Z 8807固体的密度及比重的测定方法测定所获得的造型物的堆积密度,通过比重瓶法分别测定造型物的真密度,并从所获得的堆积密度及真密度,计算出造型物的相对密度(=堆积密度/真密度)。

[0103] [铝纯度、合金元素质量比率]

[0104] 使用感应耦合等离子体发光分析装置测定了铝粉末、铝合金粉末、铝粉末混合物

中所包含的Mg、Si的质量比率。并且,同时测定Fe、Cu、Mn、Zn、Ti、Cr、Zr、B、Ni、Bi、Pb、Ga、V、Sn、Be这15种元素的质量比率,并将从100%中减去包含Mg、Si的17种元素的合计量而得的值设为铝纯度。

[0105] [氧浓度]

[0106] 使用惰性气体熔解-红外线吸收法,测定了铝粉末混合物中的氧浓度。

[0107] [导热率]

[0108] 关于烧结体的导热率,将所制作的烧结体加工成8mm×8mm×2mm,并使用NETZSCH公司制、产品名称:LFA467,并通过激光闪光法来测定。将以上测定结果汇总记载于以下表1至表3中。

[0109] [表1]

	铝粉末组成					D50	树脂固化 工序条件	脱脂 工序条件	烧结 工序条件	烧结体 相对密度	导热率 W/mK
	Mg/%	O/%	Si/%	Mg/O	Al						
实施例 1	0.02	0.09	0.15	0.222	99.73	24	200℃-干燥 空气	400℃-干燥 空气	620℃-1kPa减 压 Ar	0.949	225
实施例 2	0.05	0.12	0.14	0.375	99.72	33	200℃-干燥 空气	400℃-干燥 空气	620℃-10Pa减 压 Ar	0.924	216
实施例 3	0.03	0.17	0.25	0.194	99.62	23	200℃-干燥 空气	400℃-干燥 空气	610℃-1kPa减 压 Ar	0.936	221
实施例 4	0.02	0.21	0.10	0.100	99.78	37	200℃-干燥 空气	400℃-干燥 空气	620℃-常压 Ar	0.907	191
实施例 5	0.30	0.21	0.05	1.429	99.55	22	200℃-干燥 空气	400℃-干燥 空气	620℃-10kPa 减压 Ar	0.935	211
实施例 6	0.45	0.23	0.03	1.957	99.42	29	200℃-干燥 空气	400℃-干燥 空气	630℃-10kPa 减压 Ar	0.937	192
实施例 7	0.03	0.17	0.25	0.194	99.62	35	200℃-干燥 空气	400℃-干燥 空气	620℃-0.01Pa 真空	0.887	181
比较例 1	0.53	0.12	7.00	4.417	92.37	33	200℃-干燥 空气	400℃-干燥 空气	560℃-1kPa减 压 Ar	0.934	155
比较例 2	0.02	0.30	0.15	0.067	99.73	34	200℃-干燥 空气	400℃-干燥 空气	620℃-1kPa减 压 Ar	0.813	120

[0110] [表2]

[0111] [表2]

[0112]

	粉末 1				粉末 2				粉末 混合 比率	铝粉末混合物组成				
	Mg/%	O/%	Si/%	Al	Mg/%	O/%	Si/%	Al		Mg/%	O/%	Si/%	Mg/O	Al
实施例 8	0.001	0.14	0.03	99.86	0.36	0.18	9.5	剩余部分	95:5	0.019	0.14	0.50	0.13	99.38
实施例 9	0.001	0.14	0.03	99.86	0.36	0.18	9.5	剩余部分	90:10	0.037	0.14	0.98	0.26	98.89
实施例 10	0.001	0.14	0.03	99.86	0.53	0.12	7.0	剩余部分	95:5	0.027	0.14	0.38	0.20	99.49
实施例 11	0.001	0.14	0.03	99.86	0.53	0.12	7.0	剩余部分	90:10	0.054	0.14	0.73	0.39	99.12
实施例 12	0.001	0.14	0.03	99.86	0.53	0.12	7.0	剩余部分	80:20	0.107	0.14	1.42	0.79	98.37
实施例 13	0.001	0.14	0.03	99.86	0.49	0.12	3.0	剩余部分	90:10	0.050	0.14	0.33	0.36	99.52
实施例 14	0.001	0.14	0.03	99.86	0.49	0.12	3.0	剩余部分	70:30	0.148	0.13	0.92	1.10	98.83
比较例 3	0.001	0.25	0.03	99.86	0.36	0.18	9.5	剩余部分	95:5	0.019	0.25	0.50	0.08	99.38
比较例 4	0.001	0.14	0.03	99.86	0.8	0.22	3.0	剩余部分	50:50	0.401	0.18	1.52	2.23	97.98

[0113]

[表3]

	D50	树脂固化 工序条件	脱脂工序条件	烧结工序条件	烧结体相 对密度	导热率
						W/mK
实施例 8	21	200℃-干燥空气	400℃-干燥空气	620℃-1kPa 减压 Ar	0.915	195
实施例 9	28	200℃-干燥空气	400℃-干燥空气	600℃-10Pa 减压 Ar	0.966	200
实施例 10	23	200℃-干燥空气	400℃-干燥空气	610℃-1kPa 减压 Ar	0.946	209
实施例 11	32	200℃-干燥空气	400℃-干燥空气	610℃-常压 Ar	0.938	202
实施例 12	27	200℃-干燥空气	400℃-干燥空气	600℃-10kPa 减压 Ar	0.958	181
实施例 13	36	200℃-干燥空气	400℃-干燥空气	630℃-10kPa 减压 Ar	0.954	220
实施例 14	28	200℃-干燥空气	400℃-干燥空气	610℃-1kPa 减压 Ar	0.939	180
比较例 3	30	200℃-干燥空气	400℃-干燥空气	620℃-1kPa 减压 Ar	0.831	125
比较例 4	27	200℃-干燥空气	400℃-干燥空气	560℃-1kPa 减压 Ar	0.960	148

[0114]

[0115] 如表1所示,实施例1至实施例7为在铝中包含0.02质量%~0.45质量%的Mg和0.03质量%~0.25质量%的Si,并且将Mg量/氧量的值设为0.1以上且2.0以下的试样。

[0116] 实施例1至实施例7具有0.88~0.95范围内的优异的相对密度,并示出181W/K~225W/K的优异的导热率。

[0117] 对于这些实施例,含有0.53质量%的Mg的比较例1,由于Mg含量过多且Mg量/氧量的值过大,导致导热率下降。

[0118] 在比较例2中,由于Mg量/氧量的值过小,烧结体的相对密度变低,导热率也下降。

[0119] 表2所示的实施例8至实施例14为由将纯度99%以上的铝粉末(粉末1)和铝合金粉末(粉末2)以表2所示的粉末混合比率(以粉末1:粉末2的比率或粉末2/粉末1的比例表示)混合而成的粉末混合物构成的层叠造型用铝粉末。

[0120] 如表3所示,实施例8~实施例14为在铝粉末混合物中除了0.019质量%~0.15质

量%的Mg以外,还包含0.33质量%~1.42质量%的Si,并且将Mg量/氧量的值设为0.13以上且1.10以下的试样。

[0121] 实施例8至实施例14具有0.915~0.966范围内的优异的相对密度,并示出180W/K~220W/K的优异的导热率。

[0122] 产业上的可利用性

[0123] 根据本发明的方式所涉及的金属层叠造型用铝粉末产品,能够通过粘合剂喷射方式而制造出内部缺陷少且具有高相对密度的铝部件。其结果,所获得的铝烧结体能够获得高密度化及高导电性、高导热性。由此,能够进一步提高例如使用粘合剂喷射方式而制作的换热部件、导电性部件、强度部件的性能。因此,本发明能够在工业上利用。

[0124] 符号说明

[0125] 1-坯体,2-加热炉,3-铝粉末混合物(金属层叠造型用铝粉末产品),4-纯铝粉末,5-铝合金粉末,6-液相,7-烧结体,9-产品烧结体(铝粉末造型物)。

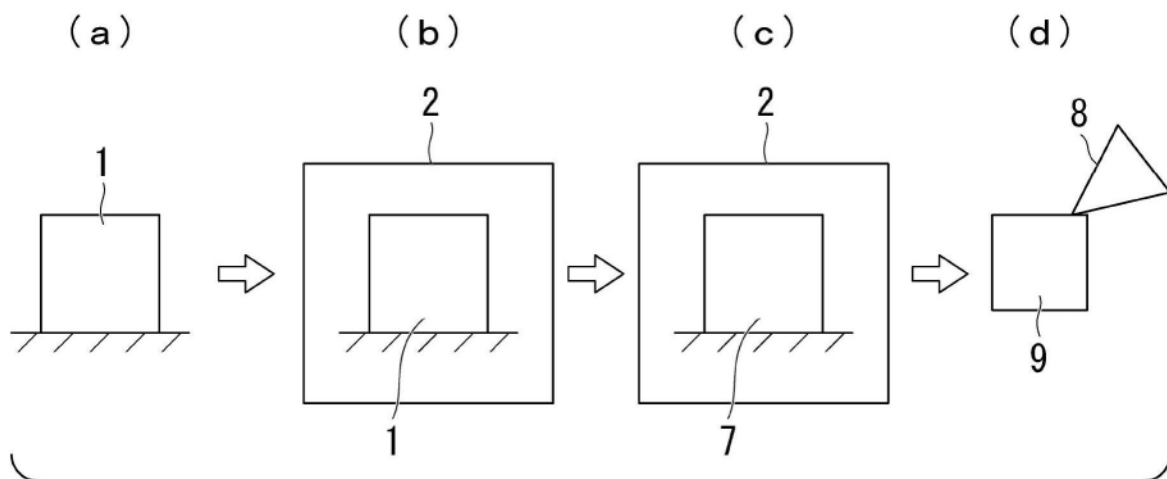


图1

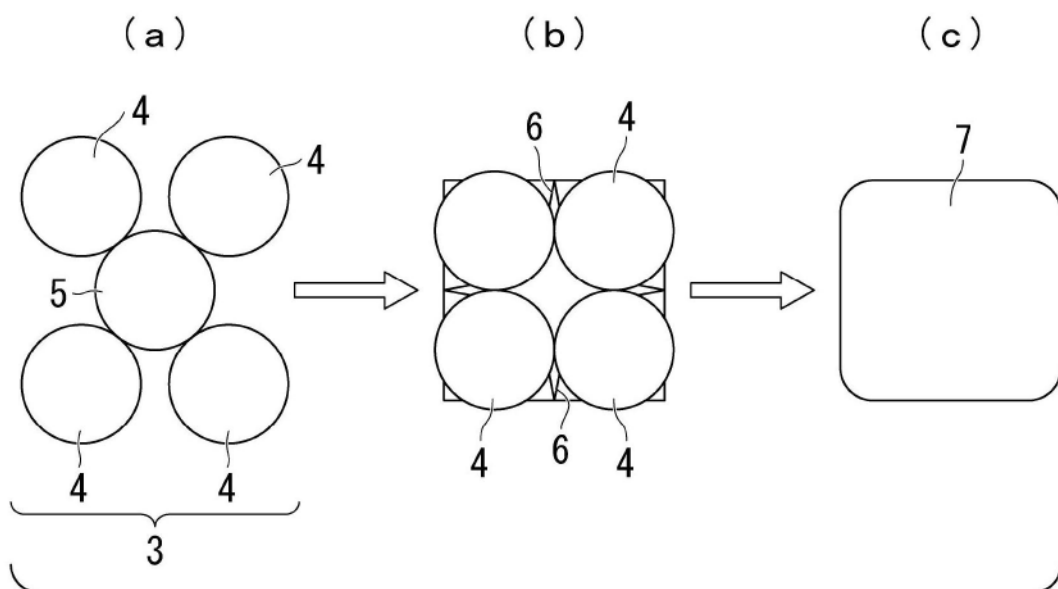


图2