(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118119464 A
(43)申请公布日 2024.05.31

(21)申请号 202280068738.4
(22)申请日 2022.10.04
(30)优先权数据
2021-168725 2021.10.14 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.04.11
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/037127 2022.10.04
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/063170 JA 2023.04.20
(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 织户贤治
(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 1/00(2022.01)
B22F 1/05(2022.01)
B22F 1/14(2022.01)
B22F 10/14(2021.01)
B33Y 70/00(2020.01)
B33Y 70/10(2020.01)
B33Y 80/00(2015.01)
C22C 21/00(2006.01)
C22C 21/02(2006.01)
C22C 21/06(2006.01)
C22C 21/10(2006.01)
C22C 21/12(2006.01)

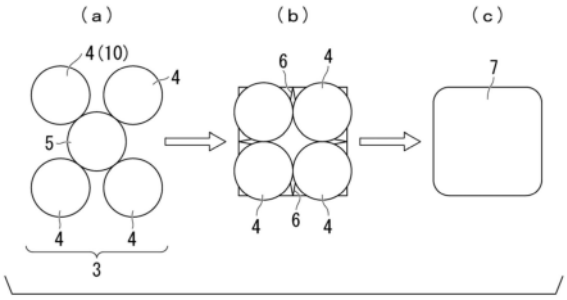
权利要求书1页 说明书13页 附图2页

(54)发明名称

铝粉末混合物、金属层叠造型用粉末及金属层叠造型物

(57)摘要

该铝粉末混合物是将两种以上含有铝的粉末混合而成的铝粉末混合物,所述铝粉末混合物的氧含量为0.3质量%以下,且所述铝粉末混合物中所含的选自Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn中的一种或两种以上的元素的合计含量为0.4质量%以上且5.0质量%以下。



CN 118119464 A

1.一种铝粉末混合物,其是将两种以上含有铝的粉末混合而成的铝粉末混合物,其特征在于,

所述铝粉末混合物的氧含量为0.3质量%以下,且

所述铝粉末混合物中所含的选自Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn中的一种或两种以上的元素的合计含量为0.4质量%以上且5.0质量%以下。

2.根据权利要求1所述的铝粉末混合物,其特征在于,

构成所述铝粉末混合物的粉末中的至少一种是纯度99%以上的纯铝粉末。

3.根据权利要求1或2所述的铝合金粉末,其特征在于,

构成所述铝粉末混合物的粉末中的至少一种是含有合计含量为2.0质量%以上且25.0质量%以下的选自Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn中的一种或两种以上的元素作为合金成分的铝合金粉末。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的铝粉末混合物,其特征在于,

构成所述铝粉末混合物的纯铝粉末或所述铝合金粉末中,熔点最低的纯铝粉末或铝合金粉末的熔点ML与熔点最高的纯铝粉末或铝合金粉末的熔点MH之差MH-ML为10℃以上且100℃以下,其中,所述熔点的单位为℃。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的铝粉末混合物,其特征在于,

以激光衍射散射法测量的体积基准的50%累积粒径为10μm以上且100μm以下。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的铝粉末混合物,其特征在于,

根据以激光衍射散射法测量的体积基准的10%累积粒径即D10、体积基准的50%累积粒径即D50、体积基准的90%累积粒径即D90算出的Y＝(D90-D10)/D50在0.5＜Y＜2.0的范围内。

7.一种金属层叠造型用粉末,其特征在于,

由权利要求1至6中任一项所述的铝粉末混合物构成。

8.一种金属层叠造型物,其特征在于,

使用权利要求1至6中任一项所述的铝粉末混合物作为原料进行造型。

铝粉末混合物、金属层叠造型用粉末及金属层叠造型物

技术领域

[0001] 本发明涉及一种铝粉末混合物、金属层叠造型用粉末及金属层叠造型物。

[0002] 本申请基于2021年10月14日在日本申请的专利申请2021-168725号,主张其优先权,并将其内容援用于此。

背景技术

[0003] 铝由于轻量、高导热性等特征被广泛用作散热器等热交换器用途的材料,但为了进一步提高散热特性,而要求可进行更有效的热交换的复杂形状的销及散热片设计、制造。

[0004] 作为复杂形状的零件的制造方法所使用的粉末冶金法,由于可利用模具进行近净成形,因此可低成本地赋予形状,但以往在应用于铝时,存在因氧化皮膜而难以烧结的问题。

[0005] 因此,提供了如专利文献1所记载的将预成品进行加压成形的方法,如专利文献2所记载的使用烧结性优异的几微米的微细粉末的方法等,用于改善烧结性的方法。

[0006] 另一方面,近年来,作为使用金属粉末的层叠造型技术之一,粘合剂喷射方式备受瞩目。例如,专利文献3公开一种使用粘合剂喷射方式的金属层叠造型方法及造型装置。该方式是将含有热固性树脂、热塑性树脂或光固化性树脂的粘合剂选择性地从打印头喷雾到金属粉末层,并且重复层叠,由此形成呈所期望的三维形状的金属粉末成形体。然后,经过粘合剂固化、去除不需要的粉末、脱脂及烧结工序获得三维形状的金属造型物。与已有的PBF(Powder Bed Fusion:粉末床融合)方式或DED(Directed Energy Deposition:定向能量沉积)方式相比,粘合剂喷射方式具有高精度、高生产率及原料粉末的高回收性等优点。

[0007] 专利文献1:日本特开平01-294833号公报

[0008] 专利文献2:日本特开2004-308004号公报

[0009] 专利文献3:日本特表2020-511593号公报

[0010] 在专利文献1中记载的方法中,由于需要对模具进行填充、加压,因此在生产率方面存在问题。并且,认为在利用专利文献2中记载的微粉末时,由于铝的比重轻,因此填充时的飞散会导致品质降低及安全性的问题。

[0011] 在专利文献3中公开的粘合剂喷射方式中,由于在层叠粉末时难以施加伴随塑性变形的高压,因此很难直接应用以往模具成型及金属注射成型时所使用的烧结手法。并且,在粘合剂喷射方式中,由于重复进行粉末层叠,因此对原料粉末要求稳定的流动性及填充性,从而也难以应用凝聚及飞散的影响大的微细粉末。

发明内容

[0012] 本发明是鉴于上述问题而完成的,其目的在于提供可制造高密度的铝烧结体的铝粉末混合物、金属层叠造型用粉末及金属层叠造型物。

[0013] 本发明人等发现通过使用具有不同熔点的纯铝粉末或铝合金粉末的混合物作为粉末原料,可改善烧结性,即使在无加压下,也可达成相对密度85%以上的高密度化。认为

其原因在于,通过将上述纯铝粉末或铝合金粉末的混合物作为原料,在加热烧结时可局部产生微量的熔液,通过液相烧结而提高烧结性。

[0014] 本发明包含如下方案。

[0015] (1)本发明的一个方案的铝粉末混合物是将熔点不同的两种以上含有铝的粉末混合而成的铝粉末混合物,前述铝粉末混合物的氧含量为0.3质量%以下,且前述铝粉末混合物中所含的选自Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn中的一种或两种以上的元素的合计含量为0.4质量%以上且5.0质量%以下。

[0016] 根据方案(1)的铝粉末混合物,通过烧结,可从熔点低的铝粉末生成适量的液相。因此,可提供一种铝粉末混合物,其能够制造通过在熔点高的铝粉末粒子间产生的液相将熔点高的铝粉末一体化而得的高密度的铝烧结体。并且,通过如上述那样减少氧含量,可抑制在粉末粒子表面生成的氧化皮膜的影响,可提供液相对粉末粒子间的润湿性优异的铝粉末混合物。

[0017] (2)在方案(1)的铝粉末混合物中,构成前述铝粉末混合物的粉末中的至少一种可为纯度99%以上的纯铝粉末(高纯度铝粉末)。

[0018] 在构成前述铝粉末混合物的粉末中的至少一种为纯铝粉末的情况下,在作为金属层叠造型物时,可以高水平确保导电率及导热率。

[0019] (3)在方案(1)或(2)的铝粉末混合物中,构成前述铝粉末混合物的粉末中的至少一种可以是含有合计含量为2.0质量%以上且25.0质量%以下的选自Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn中的一种或两种以上的元素作为合金成分的铝合金粉末。前述范围也可为2.0质量%以上且20.0质量%以下。

[0020] 在构成铝粉末混合物的粉末中的至少一种中含有2.0质量%以上且25.0质量%以下的选自Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn中的一种或两种以上的元素时,可形成熔点低的铝粉末,可形成含有熔点高的铝粉末及熔点低的铝粉末的铝粉末混合物。在铝粉末混合物的整体中所含的上述元素的合计含量为0.4质量%以上且5.0质量%以下,且在其中含有以2.0质量%以上且25.0质量%以下含有上述元素的上述熔点低的铝粉末的情况下,通过相对于铝粉末混合物的整体质量含有适量的熔点低的铝合金粉末,来形成在烧结时可生成适量的液相的铝粉末混合物。因此,通过生成适量的液相而可提供能够生成高密度铝烧结体或金属层叠造型物的铝粉末混合物。并且,通过将使熔点降低的元素的添加量限制在上述范围内,可提供具有优异的导热性及导电性的铝烧结体。

[0021] (4)在方案(1)至(3)中任一种铝粉末混合物中,构成前述铝粉末混合物的纯铝粉末或前述铝合金粉末中,熔点最低的纯铝粉末或铝合金粉末的熔点ML(℃)与熔点最高的纯铝粉末或铝合金粉末的熔点MH(℃)之差MH-ML(℃)可为10℃以上且100℃以下。

[0022] 在熔点最低的纯铝粉末或铝合金粉末的熔点ML与熔点最高的纯铝粉末或铝合金粉末的熔点MH之差为10℃以上且100℃以下时,能够在烧结时可靠地生成适量的液相,可提供可通过适量的液相的生成而生成高密度铝烧结体的铝粉末混合物。

[0023] (5)在方案(1)至(4)中任一种铝粉末混合物中,以激光衍射散射法测量的体积基准的50%累积粒径可为10μm以上且100μm以下。

[0024] 若具有上述粒径,则可提供具有稳定的流动性、烧结性优异、适用于铝烧结体用途或金属层叠造型物用途的铝粉末混合物。

[0025] (6)在方案(1)至(5)中任一种铝粉末混合物中,根据以激光衍射散射法测量的体积基准的10％累积粒径即D10、体积基准的50％累积粒径即D50、体积基准的90％累积粒径即D90算出的Y＝(D90-D10)/D50可以在0.5＜Y＜2.0的范围内。

[0026] 在将Y＝(D90-D10)/D50设在0.5＜Y＜2.0的范围的情况下,在形成由铝粉末混合物构成的粉末层时,可以高水平稳定地获得体积密度。当Y值小于前述范围时,粉末粒子间的间隙变大,难以获得高体积密度。当Y值大于前述范围时,大粉末粒子的烧结性降低,在利用烧结获得造型物时,成为产生密度不均的原因。

[0027] (7)本发明的一个方案的金属层叠造型用粉末由方案(1)至(6)中任一种铝粉末混合物构成。

[0028] 上述铝粉末混合物作为金属层叠造型用粉末优异。

[0029] (8)本发明的一个方案的金属层叠造型物由方案(1)至(6)中任一种铝粉末混合物构成。具体而言,通过粉末床方式、定向能量堆积法、FDM方式、粘合剂喷射方式等,将铝粉末混合物以成为所期望的三维形状的方式进行层叠,与层叠同时或在完成层叠后进行烧结,获得金属层叠造型物。特别是,利用粘合剂喷射方式的层叠造型适合于本发明。

[0030] 若为由上述铝粉末混合物形成的金属层叠造型物,则可提供相对密度高、导电性及导热性优异的金属层叠造型物。

[0031] 根据本发明的一个方案的铝粉末混合物,相对于以往的粉末,可更促进熔点不同的两种以上的粉末间的烧结,结果,可获得所得到的铝烧结体的高密度化及高导电性、高导热性。由此,可进一步提高例如使用铝粉末混合物制作的热交换部件或导电性部件、强度部件等金属层叠造型物的性能。

附图说明

[0032] 图1是表示第一实施方式的铝粉末混合物与其烧结过程的一例的图,图1的(a)是表示铝粉末混合物的层叠物的局部放大剖视图,图1的(b)是表示在加热炉中烧结相同层叠物的状态的说明图,图1的(c)是表示所得到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。

[0033] 图2是表示烧结铝粉末混合物的过程的一例的图,图2的(a)是表示烧结前的铝粉末混合物的说明图,图2的(b)是表示烧结途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。

[0034] 图3是表示Al-10％Al10Si0.5Mg混合粉末的DSC测量结果的图表。

具体实施方式

[0035] 以下,将详细说明本发明,但本发明不限于以下说明的实施方式。

[0036] 本实施方式的铝粉末混合物是(1)纯铝粉末及至少一种以上的铝合金粉末以合计两种以上混合而成的铝粉末混合物,或(2)熔点彼此不同的两种以上的铝合金粉末混合而成的铝粉末混合物。

[0037] 在前述(1)及(2)的任一种中,前述铝合金粉末中含有选自Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn中的一种或两种以上的元素作为合金成分,剩余部分由不可避免的杂质及铝构成。

[0038] 构成前述铝混合粉末的至少一种铝粉末中所含的前述元素(合金成分)的合计含

量在前述各铝合金粉末中优选为2.0质量%以上且25.0质量%以下。

[0039] 并且,相对于本实施方式的铝粉末混合物的总质量,铝粉末混合物中所含的选自Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn中的一种或两种以上的元素的合计含量为0.4质量%以上且5.0质量%以下。

[0040] 在本实施方式中,为了方便起见,可将铝粉末混合物定义为第一粉末与第二粉末的混合物。

[0041] 第一粉末是由铝合金构成的粉末,该铝合金包含作为合金成分的选自Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn中的一种或两种以上的元素,剩余部分由不可避免的杂质及铝构成。

[0042] 第二粉末作为第一例由纯铝粉末(高纯度铝粉末)构成。在铝粉末混合物中包含纯铝粉末时,相对于铝粉末混合物的总质量,优选含有70质量%以上的纯铝粉末。

[0043] 第二粉末作为第二例由铝合金粉末构成,可定义为熔点高于第一粉末的粉末。

[0044] 如后述那样,本实施方式的铝粉末混合物可用作金属层叠造型用粉末。

[0045] 优选“作为铝合金粉末中的合金成分,含有2.0质量%以上且25.0质量%以下的选自Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn中的一种或两种以上的元素”的理由如下所述。

[0046] 前述元素均是能够与铝生成共晶的元素,并且是可通过将它们作为合金元素添加到铝中来降低铝合金粉末的熔点且可局部地产生液相的元素。

[0047] 在选自Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn中的一种或两种以上的元素小于2.0质量%时,加热至构成铝粉末混合物的铝合金粉末的熔点以上时产生的液相量不足,通过液相的致密化变得不足,作为烧结体时的相对密度降低。

[0048] 当选自Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn中的一种或两种以上的元素超过25.0质量%时,由于存在共晶组成以上的添加元素,因此同样地加热至构成铝粉末混合物的铝合金粉末的熔点以上时产生的液相量不足,通过液相的致密化变得不足,作为烧结体时的相对密度降低。

[0049] “铝粉末混合物中选自Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn中的一种或两种以上的元素的合计含量为0.4质量%以上且5.0质量%以下”的理由如下所述。

[0050] 如上所述,前述元素均是可与铝生成共晶的元素,可通过将其作为合金元素包含在铝合金粉末中来降低熔点,并且可局部地产生液相。

[0051] 所产生的液相通过扩展至未熔融状态的周围的纯铝粉末或熔点高的铝合金粉末的晶界,可促进烧结。

[0052] 由于这些元素在铝粉末混合物中小于0.4质量%时无法产生充分的液相,因此不能期望铝粉末混合物的烧结性得到提高。另一方面,由于添加元素的增加会导致最终得到的造型物的导热率、电导率的降低,因此不优选添加5.0质量%以上。

[0053] 构成铝粉末混合物的纯铝粉末或铝合金粉末的体积基准的50%累积粒径(D50)优选为10μm以上且100μm以下。

[0054] 关于纯铝粉末或铝合金粉末,当体积基准的50%累积粒径为10μm以上且100μm以下时,可获得稳定流动性及烧结性优异的粉末混合物。当粉末粒径(D50)为10μm以下时,存在由流动性降低或粉末飞散导致的粉尘爆炸的风险。当粉末粒径(D50)超过100μm时,由于粉末粒子的比表面积降低,因此铝粉末混合物的烧结性降低,无法获得作为烧结体的充分的到达密度。

[0055] 根据体积基准的10％累积粒径(D10)、体积基准的50％累积粒径(D50)、体积基准的90％累积粒径(D90)算出的Y＝(D90-D10)/D50优选在0.5＜Y＜2.0的范围内。

[0056] 若Y＝(D90-D10)/D50在0.5＜Y＜2.0的范围内,则可以高水平稳定地获得铝粉末混合物的体积密度。

[0057] 当Y为0.5以下时,由于粒度分布范围极窄,因此作为粉末混合物的稳定性优异,但粒子间的间隙变大,难以获得高体积密度。

[0058] 当Y为2.0以上时,由于小粒子进入大粒子的间隙中,因此存在容易获得高体积密度的优点。然而,微细粒子的飞散及大粒子的烧结性低等问题可能成为在造型物内密度产生偏差的原因。

[0059] 优选“氧含量:0.3质量％以下”的理由如下所述。

[0060] 若铝粉末混合物的氧含量在0.3质量％以下的范围内,则可稳定地提高加热铝粉末混合物时产生的液相对粉末粒子间的润湿性,可抑制液相的偏析及凝聚。

[0061] 当氧含量为超过0.3质量％的值时,固相与液相的润湿性降低,液相发生偏析,可能发生由这些直接凝固而引起的外观不良及烧结体密度的不均匀性。

[0062] 为了将铝粉末混合物的氧含量抑制在0.3质量％以下,作为一例可通过如下抑制:预先以酸性或碱性溶液清洗构成铝混合粉末的铝粉末或铝合金粉末,并实施干燥处理。并且,为了抑制工序期间与大气中水分的反应,期望在干燥室或手套箱等低湿度环境下储存和混合处理铝粉末。

[0063] 铝粉末混合物的氧含量更优选为0.25质量％以下,进一步优选为0.20质量％以下。

[0064] “铝粉末烧结体的制造方法”

[0065] 使用上述铝粉末混合物制造铝粉末烧结体时,首先,可将前述铝粉末混合物用作原料粉末(金属层叠造型用粉末),并使用填充至具有特定形状的模具中的方法、粉末床方式、定向能量堆积法、FDM方式、粘合剂喷射方式等层叠造型法,特别优选为粘合剂喷射方式的层叠造型法。在粘合剂喷射方式的层叠造型法中,可使用对该原料粉末选择性地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且重复层叠的方法等。

[0066] 用于构成铝粉末混合物的纯铝粉末作为一例可通过氮气雾化法等方法制造。用于构成铝粉末混合物的铝合金粉末作为一例可通过氮气雾化法制造。

[0067] 当层叠粉末混合物来获得形状时,可通过使用原料粉末进行选择性的粘合剂喷雾,并重复层叠而实现。通过重复层叠,将原料粉末固着成与所期望的三维形状一致的形状。具体而言,首先,涂覆机将原料粉末薄薄地铺在构建板上以形成床。其次,一边使喷墨喷嘴通过床上方,一边根据模型的截面形状选择性地喷射液体粘合剂。完成一层后,构建板会下降一阶,涂覆机铺上新的床。根据模型的截面形状将粘合剂喷射至新铺的床上。重复该步骤直到造型物完成。造型物完成且原料粉末固着后,根据需要进行不需要粉末的去除或脱脂等,获得例如图1的(a)所示的立方体形状的生坯体1。

[0068] 若获得生坯体1,则如图1的(b)所示,将生坯体1收容于加热炉2内,在无加压下的真空环境中、还原环境中或惰性气体中以560℃～650℃左右的温度加热所需时间来进行烧结。通过加热至该范围的温度,从添加混合于原料粉末中的低熔点的铝合金粉末生成液相,液相润湿扩展以埋填熔点高的原料粉末间的间隙,获得各向同性的收缩,可实现高密度化。

[0069] 此时,关于升温速度,为了抑制液相的快速生成,期望在液相开始生成的500℃以上的温度范围内以10℃/min以下的升温速度进行加热。

[0070] 并且,为了使液相对粉末粒子间的润湿扩展更稳定化,可促进利用在液相的生成温度以下的温度保持的固相烧结,并且为了使粒子间的间隙稳定,可以实施两阶段以上的加热工序。

[0071] 在图2中,作为将铝粉末混合物3模型化的一例,描绘具有纯铝粉末4及熔点低于纯铝粉末4的第一铝合金粉末5的粉末混合物。在图2中,为了模拟并示出,示出了具备4个纯铝粉末4及1个第一铝合金粉末5的铝粉末混合物3,但纯铝粉末4的个数及第一铝合金粉末5的个数只要为上述质量%的比例则可为任意个数。

[0072] 图2是用于模拟并示出将铝粉末混合物3加热到560℃～650℃左右的温度的情况的说明图。在图2所示的例子中,可将铝合金粉末5称为第一粉末,将纯铝粉末4称为第二粉末。

[0073] 纯铝的熔点为约660℃。并且,当在纯铝中添加上述共晶类合金元素(选自Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn中的一种或两种以上)时,获得熔点为低于纯铝的熔点(即约660℃)的温度的铝合金粉末。并且,熔点与纯铝的熔点相比下降的比例根据添加至铝中的共晶类元素的添加量而不同,并且根据添加的共晶类元素的种类而不同。

[0074] 在铝粉末混合物3中,纯铝粉末(第二粉末)4及第一铝合金粉末(第一粉末)5中熔点最低的纯铝粉末或熔点最低的铝合金粉末5的熔点ML(℃)与熔点最高的纯铝粉末或熔点最高的铝合金粉末的熔点MH(℃)之差MH-ML(℃)优选为10℃以上且100℃以下。

[0075] 在铝粉末混合物3中,当使用纯铝粉末作为第二粉末时,其纯度优选为99%以上。由此,可抑制纯铝粉末的由杂质元素引起的熔点变化,可稳定地确保相对于铝合金粉末(第一粉末)的熔点差,可期待烧结体的稳定致密化。

[0076] 并且,作为铝粉末混合物3的另一例,也可选择纯铝粉末4、熔点低于前述纯铝粉末4的第一铝合金粉末5及熔点更低于第一铝合金粉末5的第二铝合金粉末10的粉末混合物。在图2的(a)中,一并记载将上述4个纯铝粉末4中的1个如用附图标记(10)所示那样置换为第二铝合金粉末10时的铝粉末混合物3的一例。

[0077] 在此,例如可以使用相对于纯铝粉末4的熔点(即660℃)而具有560℃～640℃的范围的熔点的铝合金粉末5、10。

[0078] 在该例子中,将铝合金粉末5、10称为第一粉末,将纯铝粉末4称为第二粉末。

[0079] 在图2的(a)中,为了简化图示,示出了将纯铝粉末4、第一铝合金粉末5及第二铝合金粉末10以3:1:1配合而构成铝粉末混合物3时的模型结构。

[0080] 并且,也可将图2的(a)所示的纯铝粉末4全部省略,而由第一铝合金粉末5与第二铝合金粉末10构成铝粉末混合物3。或者,也可进而准备熔点不同的多种铝合金粉末,并将这些以所需量混合。

[0081] 如以上说明,铝粉末混合物3可选择混合合计两种以上的与纯铝粉末4组成不同的一种以上的铝合金粉末的铝粉末混合物,或混合两种以上组成不同的铝合金粉末的铝粉末混合物中的任一种。

[0082] 当省略纯铝粉末4而由第一铝合金粉末5及第二铝合金粉末10构成铝粉末混合物3时,可将第一铝合金粉末5称为第一粉末,将第二铝合金粉末10称为第二粉末。

[0083] 另外,第一粉末可为以具备多个熔点的方式使组成不同的多种铝合金粉末的混合粉末,第二粉末也可为以具备多个熔点的方式使组成不同的多种铝合金粉末的混合粉末。

[0084] 当使用多种铝合金粉末作为第一粉末,使用多种铝合金粉末作为第二粉末时,这些中熔点最低的铝合金粉末的熔点ML(℃)与熔点最高的铝合金粉末的熔点MH(℃)之差MH-ML(℃)优选为10℃以上且100℃以下。

[0085] 当将图2的(a)所示的铝粉末混合物3加热至上述温度时,从熔点低的铝合金粉末5生成液相6,如图2的(b)所示那样,液相6润湿扩展到存在于其周围的纯铝粉末4间的间隙中。

[0086] 由于纯铝粉末4的熔点为约660℃,因此通过前述温度范围的加热,不会使纯铝粉末4整体完全熔融,但纯铝粉末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,因此在加热特定时间后冷却时,最终可获得如图2的(c)所示的整体几乎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)。

[0087] 根据需要,可对所得到的烧结体7如图1的(d)所示那样通过利用切削工具8进行的加工或表面抛光等进行修整,从而获得产品烧结体(层叠造型物)9。

[0088] 另外,当在铝粉末混合物3中还包含铝合金粉末10时,从铝合金粉末5及铝合金粉末10两者生成液相6,液相6润湿扩展至存在于其周围的纯铝粉末4间的间隙中。

[0089] 烧结体7或产品烧结体9是通过烧结铝粉末混合物3来制造的,因此具有从铝合金粉末5产生的液相有效地埋填熔点高的纯铝粉末4间的间隙中的致密结构,铝粉末混合物中的氧含量为0.3质量%以下,铝粉末混合物中的上述特定元素含量为0.4质量%以上且5.0质量%以下,所述铝粉末混合物3包含纯铝粉末4与上述特定元素的含量为2.0质量%以上且20.0质量%以下的铝合金粉末3。

[0090] 因此,可获得接近目标形状,形状良好的高密度的烧结体7或产品烧结体9。例如,可获得相对密度为85%以上且具有导电率40%IACS以上的特性的铝制的烧结体7或产品烧结体9。

[0091] 若为相对于纯铝粉末4含有上述范围的铝合金粉末5的铝粉末混合物3,则熔点相对于纯铝降低至适当的范围,因此在加热至上述温度范围来进行烧结时可有效地产生期望量的液相6。并且,由于将铝合金粉末中所含的氧量设为0.3质量%以下,因此还可充分确保液相6的润湿扩展,可获得不具有由液相偏析或凝聚引起的外观不良或密度不均匀性的烧结体7或产品烧结体9。

[0092] 若为上述铝粉末混合物3,则相对于纯铝粉末4,可更促进纯铝粉末4间的烧结,结果,可获得所得到的铝烧结体的高密度化及高导电性、高导热性。

[0093] 由此,可进一步提高例如使用上述铝粉末混合物制作的热交换部件或导电性部件、强度部件的性能。

[0094] 并且,铝制的烧结体7或产品烧结体9也可根据目的实施抛光或阳极氧化、镀敷等表面处理。

[0095] 实施例

[0096] 其次,例举实施例证明本发明的效果。

[0097] 添加根据目标组成的所需量的纯铝及铝母合金并投入熔炼炉中,分别制作纯铝及铝合金的熔液,通过惰性气体雾化法从这些熔液制作纯铝粉末及铝合金粉末。

[0098] 将所得到的纯铝粉末及铝合金粉末,通过筛分或清洗去除粗大粉末及由烟雾等构成的微细粉末后,根据需要实施与目标粒度相应的筛分后,以成为以下表1所示的混合比率的方式混合纯铝粉末(纯度99%以上)及铝合金粉末,由此获得铝粉末混合物。当表1所示的铝粉末混合物中的合金粉末混合比率为10%时,意味着剩余部分90%为纯铝粉末。在表2中示出铝粉末混合物整体的组成。

[0099] 并且,混合以下表4所示的组成的低熔点铝合金粉末及高熔点铝合金粉末(Al-3质量%Si粉末)来获得铝粉末混合物。当表4所示的铝粉末混合物中的低熔点合金粉末的混合比率为10%时,意味着剩余部分90%为高熔点铝合金粉末。

[0100] 使用表1～表4中记载的铝混合粉末,并使用金属粘合剂喷射方式的层叠造型装置(DigitalMetal公司制,产品名:DM-P2500),造型为长度50mm×宽度20mm×厚度1.5mm的形状后,在惰性环境或大气环境下,使树脂固化,进行加热脱脂而去除粘合剂。然后,在真空环境或惰性环境下将所得到的脱脂体加热至565℃～650℃,作成烧结体。

[0101] 以下示出各物性值的测量方法。

[0102] “粒度分布的测量”

[0103] 关于纯铝粉末及铝合金粉末的粒度分布测量,使用MICROTRAC公司制的产品名:MT3300EXII(激光衍射散射法粒径分布测量装置),进行利用湿式的粒径分布测量,从所得到的结果算出10%体积基准的频率累积直径D10、50%体积基准的频率累积直径D50、90%体积基准的频率累积直径D90。

[0104] “造型物密度”

[0105] 所得到的造型物的体积密度根据JIS Z 8807规定的固体的密度及比重的测量方法进行测量,通过比重瓶法测量造型物的真密度。从所得到的体积密度及真密度,算出造型物的相对密度(=体积密度/真密度)。

[0106] “合金元素质量比率”

[0107] 使用电感耦合等离子体发射光谱分析装置,测量铝粉末、铝合金粉末、铝粉末混合物中所含的Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn的质量比率。

[0108] “氧浓度”

[0109] 使用惰性气体熔解-红外线吸收法来测量铝粉末混合物中的氧浓度。

[0110] “导电率”

[0111] 从所得到的烧结体切出宽度10mm×长度30mm的试验片,通过四端子法求出电阻。并且,使用千分尺测量试验片的尺寸,算出试验片的截面积。而且,根据所测量的电阻值和截面积,算出导电率。

[0112] “熔点差”

[0113] 使用示差扫描热量计(DSC),将铝粉末混合物通过在氩气环境下从室温加热到700℃时的熔解所产生的吸热峰的顶点作为熔点,算出熔点最低的铝粉末或铝合金粉末的熔点ML(℃)与熔点最高的铝粉末或铝合金粉末的熔点MH(℃)之差MH-ML(℃)。

[0114] 在图3中示出Al-10%Al10Si0.5Mg混合粉末(90%纯Al-10%(Al-10Si-0.5Mg)混合粉末)的DSC测量结果。Al-10%Al10Si0.5Mg混合粉末是在90质量%的纯铝粉末中混合10质量%的Al-10Si-0.5Mg粉末而得的粉末混合物。

[0115] 如图3所示,在579.3℃观察到AlSi10Mg0.5粉末的熔融峰,在654.9℃观察到纯铝

的熔融峰。通过比较这些熔融峰温度,可算出MH-ML(℃)值。

[0116] 将以上测量结果汇总记载于以下表1～表6中。

[0117] [表1]

[0118]

		铝粉末混合物中 合金粉末组成（质量%）									添加元素合计含量（质量%）	铝粉末混合物中合金粉末混合比率
		Al	Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	Si	Zn		
实施例	1	剩余	0.0	0.0	0.1	0.5	0.0	0.0	10.0	0.0	10.6	10%
	2	剩余	0.0	0.0	0.1	0.5	0.0	0.0	10.0	0.0	10.6	20%
	3	剩余	0.0	0.0	0.1	0.5	0.0	0.0	10.0	0.0	10.6	40%
	4	剩余	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	3.0	0.0	3.6	10%
	5	剩余	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	12.1	20%
	6	剩余	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	20.1	0.0	20.3	23%
	7	剩余	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	3.0	10%
	8	剩余	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	3.0	0.0	3.6	10%
	9	剩余	0.0	6.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	7.0	20%
	10	剩余	0.0	4.0	0.7	0.6	0.7	0.0	0.6	0.3	6.9	20%
	11	剩余	0.0	0.2	0.7	1.3	1.5	0.0	0.6	0.3	4.6	20%
	12	剩余	0.0	0.3	0.8	0.1	0.1	0.0	6.0	0.1	7.3	20%
	13	剩余	0.0	0.1	0.4	2.6	0.0	0.0	0.3	0.1	3.5	20%
	14	剩余	0.0	0.1	0.4	4.5	0.2	0.0	0.3	0.3	5.8	20%
	15	剩余	0.0	0.1	0.5	0.8	0.0	0.0	0.7	0.1	2.2	20%
	16	剩余	0.0	0.1	0.4	0.9	0.1	0.0	0.8	0.1	2.4	20%
	17	剩余	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	50%
	18	剩余	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	50%
比较例	1	剩余	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	1.5	10%
	2	剩余	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	25.2	20%
	3	剩余	0.0	0.0	0.1	0.5	0.0	0.0	10.0	0.0	10.6	10%

[0119] [表2]

[0120]

		铝粉末混合物整体组成（质量%）									添加元素合计含量（质量%）	氧含量（质量%）
		Al	Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	Si	Zn		
实施例	1	剩余	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	1.0	0.0	1.2	0.17
	2	剩余	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	2.0	0.0	2.3	0.20
	3	剩余	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	4.0	0.0	4.3	0.15
	4	剩余	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.5	0.18
	5	剩余	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	2.6	0.18
	6	剩余	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	4.8	0.17
	7	剩余	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.4	0.16
	8	剩余	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.5	0.14
	9	剩余	0.0	1.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.5	0.22
	10	剩余	0.0	0.8	0.2	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	1.5	0.11
	11	剩余	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.0	0.1	0.1	1.0	0.23
	12	剩余	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	1.6	0.12
	13	剩余	0.0	0.0	0.1	0.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.8	0.14
	14	剩余	0.0	0.0	0.1	0.9	0.1	0.0	0.1	0.1	1.3	0.19
	15	剩余	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.10
	16	剩余	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	0.17
	17	剩余	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.17
	18	剩余	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.13
比较例	1	剩余	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.3	0.12
	2	剩余	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	5.2	0.16
	3	剩余	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	1.0	0.0	1.2	0.35

[0121] [表3]

[0122]

		熔点差	粒度分布 D50	(D90-D10)/D50	烧结条件 烧结温度(℃)	烧结体评价 相对密度	导电率(%IACS)
实施例	1	76	31	1.1	620	96%	54
	2	76	28	0.9	620	94%	49
	3	76	24	1.2	620	93%	41
	4	77	15	1.2	620	93%	49
	5	77	39	0.9	620	96%	51
	6	78	37	1.2	620	89%	48
	7	67	27	1.0	620	97%	56
	8	69	33	0.9	620	94%	51
	9	100	24	0.9	600	91%	45
	10	97	28	1.0	610	93%	48
	11	10	26	1.0	650	90%	45
	12	13	18	1.2	650	92%	47
	13	49	20	1.0	630	93%	49
	14	55	30	1.0	630	96%	54
	15	62	40	1.1	620	95%	53
	16	27	15	1.0	640	93%	50
	17	32	39	0.8	640	96%	54
	18	10	37	1.0	650	96%	53
比较例	1	65	25	0.9	620	78%	17
	2	74	29	1.0	620	73%	12
	3	78	33	1.1	620	71%	10

[0123] [表4]

[0124]

		铝粉末混合物中 低熔点铝合金粉末组成(质量%)									添加元素合计含量(质量%)	铝粉末混合物中低熔点粉末比例	高熔点铝合金粉末(组成)
		Al	Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	Si	Zn			
实施例	19	剩余	0.0	6.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	7.0	10%	Al-3 质量%Si
	20	剩余	0.0	6.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	7.0	20%	Al-3 质量%Si
	21	剩余	0.0	6.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	7.0	30%	Al-3 质量%Si
比较例	4	剩余	0.0	25.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	25.8	20%	Al-3 质量%Si

[0125] [表5]

[0126]

		铝粉末混合物 整体组成(质量%)									添加元素合计含量	氧含量
		Al	Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	Si	Zn	质量%	质量%
实施例	19	剩余	0.0	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	3.4	0.13
	20	剩余	0.0	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	2.4	0.1	3.8	0.18
	21	剩余	0.0	1.8	0.2	0.0	0.0	0.0	2.1	0.1	4.2	0.14
比较例	4	剩余	0.0	5.0	0.1	0.0	0.0	0.0	2.4	0.1	7.6	0.13

[0127] [表6]

[0128]

		熔点差	粒度分布	(D90-D10)/D50	烧结条件	烧结体评价	导电率(%IACS)
			D50		烧结温度(℃)	相对密度	
实施例	19	26	26	0.9	565	94%	45
	20	26	31	1.1	565	95%	45
	21	26	35	1.1	565	95%	44
比较例	4	27	37	1.0	565	73%	10

[0129] 实施例1～21的试样是铝合金粉末(第一粉末)的合金成分在0.3质量%～5.0质量%的范围内且混合有纯铝粉末(第二粉末)的铝粉末混合物。如表2、表6所示,相对于铝粉末混合物的总质量,这些试样的合金元素的合计含量为0.3质量%～5.0质量%。

[0130] 如表3、表6所示,实施例1～21的试样显示出高相对密度(89%～97%)及高导电率(41%IACS～56%IACS)。

[0131] 如表3、表6所示,实施例1～21的试样的(D90-D10)/D50值为0.8以上且小于2.0。

[0132] 并且,如表2、表5所示,实施例1～21的试样的氧含量为0.30%以下,例如为0.10%～0.23%。

[0133] 如表1所示,比较例1的试样是添加元素合计含量少的试样,比较例2的试样是添加元素合计含量多的试样,但如表3所示,是相对密度低且导电率也低的试样。

[0134] 如表4、表5所示,比较例4的试样是添加元素合计含量多的试样,但如表6所示,是相对密度低且导电率也低的试样。

[0135] 另外,在表2及表5所示的实施例及比较例中,有Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn的各栏的合计量与添加元素合计含量的栏的数值不一致的试样。这是由于构成铝粉末混合物的各粉末中所含的杂质元素的影响。例如,纯铝粉末中含有一定量的Fe、Si及Mg作为杂质。由于这些杂质含量的影响,使Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn的各栏的合计量与铝粉末混合物整体中所含的元素的总量不完全一致,由于杂质含量,值略有不同。然而,即使包含这些杂质,选自Ca、Cu、Fe、Mg、Mn、Ni、Si及Zn中的一种或两种以上的元素的合计含量也优选在前述范围内。

[0136] 产业上的可利用性

[0137] 根据本发明的铝粉末混合物,可更促进熔点不同的两种以上的粉末间的烧结,可获得铝烧结体的高密度化及高导电性、高导热性。由此,可进一步提高例如使用铝粉末混合物制作的热交换部件或导电性部件、强度部件等金属层叠造型物的性能。因此,本发明可实现产业上的利用。

[0138] 符号说明

[0139] 1-生坯体

[0140] 2-加热炉

[0141] 3-铝粉末混合物

[0142] 4-纯铝粉末(第二粉末)

[0143] 5-第一铝合金粉末(第一粉末)

[0144] 6-液相

[0145] 7-烧结体

[0146] 9-产品烧结体(层叠造型物)

[0147] 10-第二铝合金粉末。

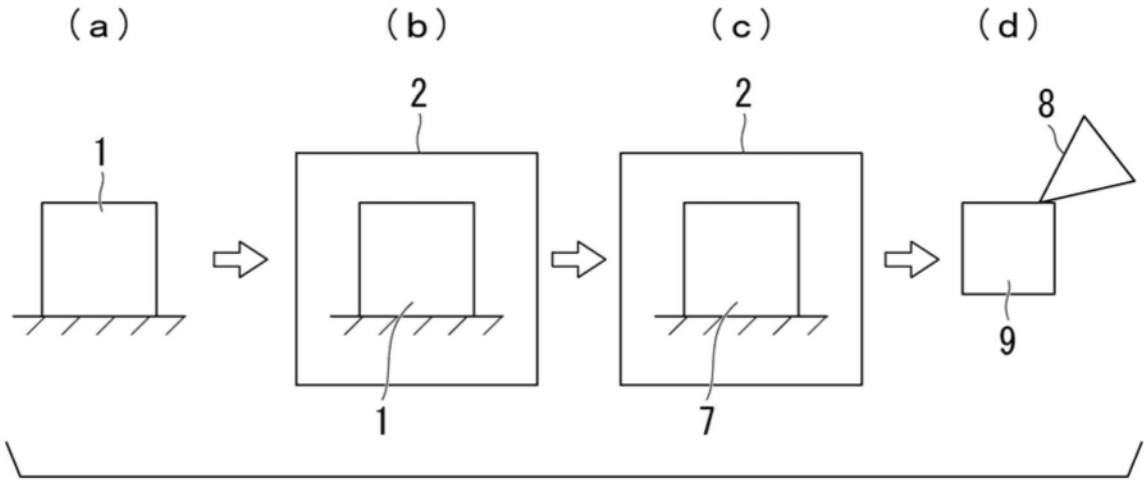


图1

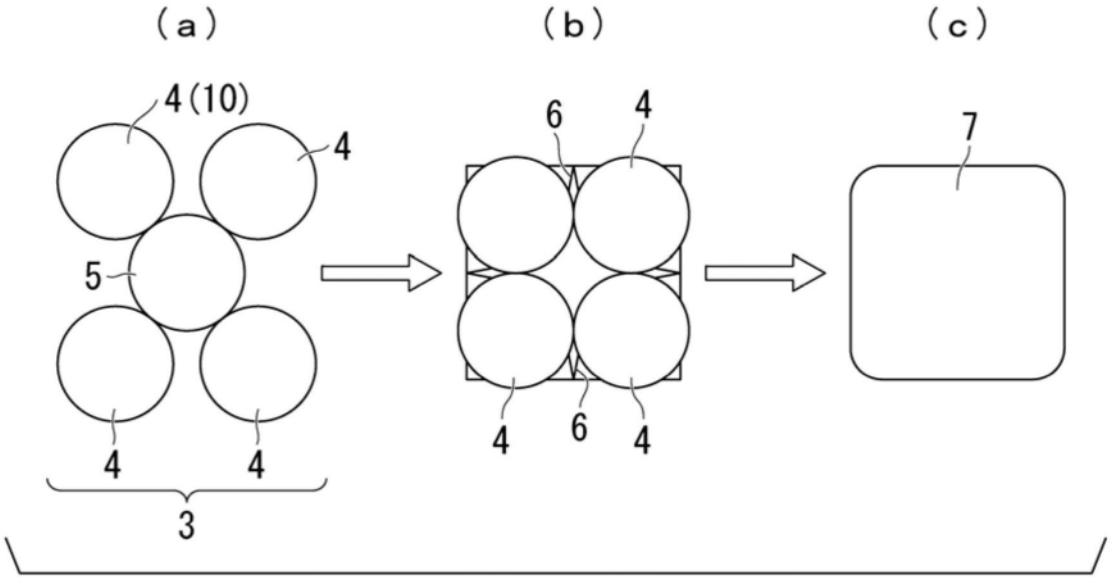


图2

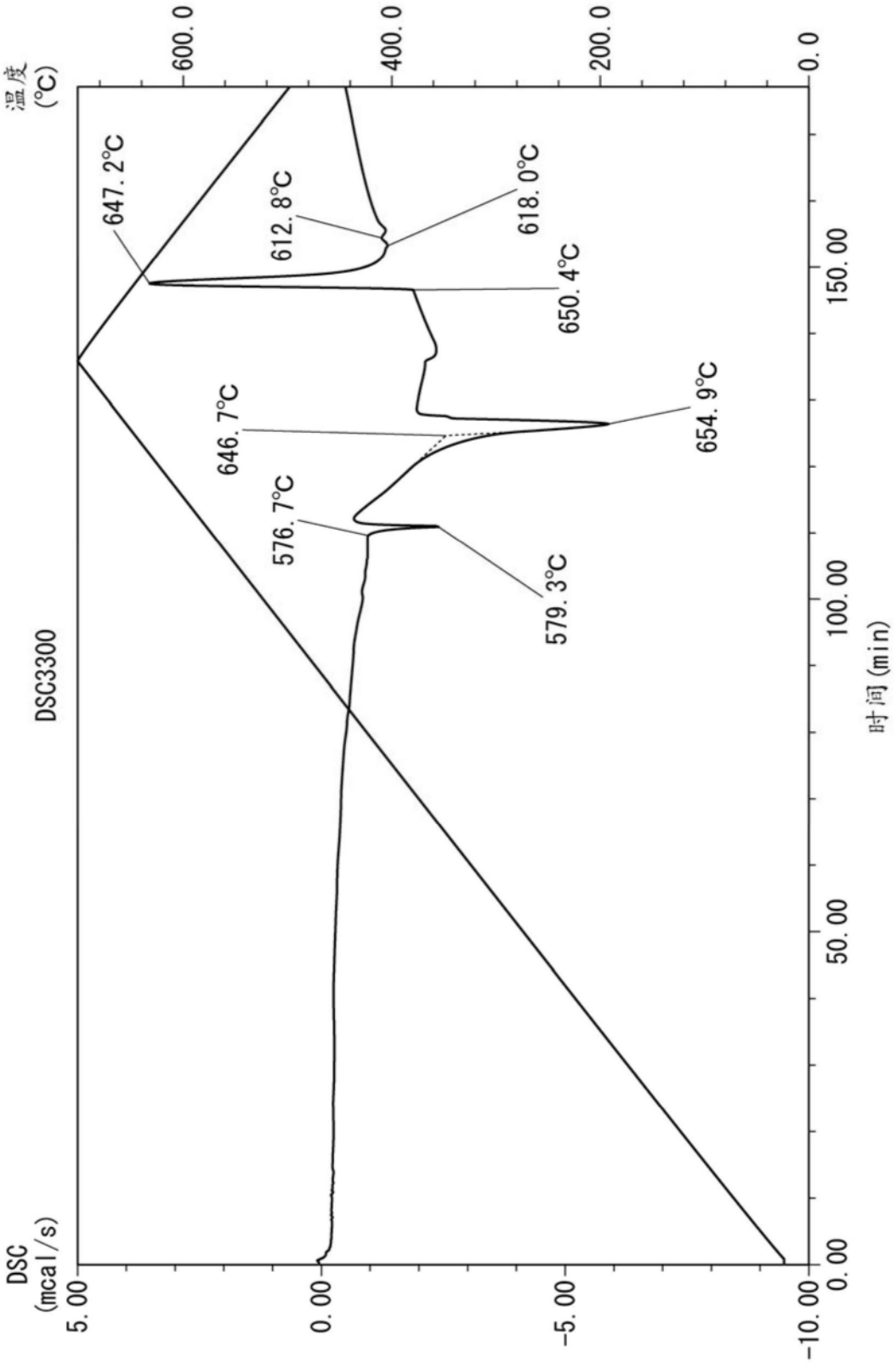

温度
(℃)
600.0
400.0
200.0
0.0
647.2℃
612.8℃
618.0℃
650.4℃
646.7℃
654.9℃
576.7℃
579.3℃
DSC3300
DSC
(mcal/s)
5.00
0.00
-5.00
-10.00
0.00
50.00
100.00
150.00
时间(min)

图3