



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106255563 B

(45)授权公告日 2018.12.21

(21)申请号 201580022712.6

(72)发明人 佐藤充洋 赤城宣明 铃木浩则

(22)申请日 2015.05.14

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106255563 A

代理人 张玉玲

(43)申请公布日 2016.12.21

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

B22F 1/00(2006.01)

2014-111418 2014.05.29 JP

B22F 1/02(2006.01)

C22C 38/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.10.27

(56)对比文件

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2015/063889 2015.05.14

CN 103209789 A, 2013.07.17,

CN 102463348 A, 2012.05.23,

JP 2004190051 A, 2004.07.08,

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/182398 JA 2015.12.03

US 2004144203 A1, 2004.07.29,

CN 1481956 A, 2004.03.17,

(73)专利权人 株式会社神户制钢所
地址 日本兵库县

审查员 宋卫华

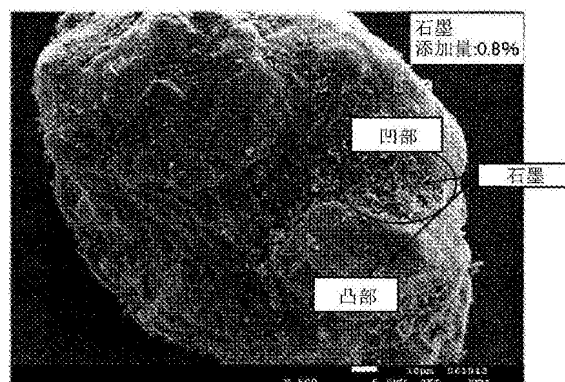
权利要求书1页 说明书11页 附图2页

(54)发明名称

粉末冶金用混合粉末

(57)摘要

本发明的目的在于提供一种能够确保良好的模具填充性且能够减少成形体的重量波动的粉末冶金用混合粉末。本发明所涉及的粉末冶金用混合粉末,不添加粘合剂,一边施加剪切力一边将石墨粉末与铁基粉末混合而获得,所述石墨粉末的平均粒径D50为 $1.0\mu\text{m}$ 以上且 $3.0\mu\text{m}$ 以下并且D90为 $10\mu\text{m}$ 以下。由此获得的本发明的粉末冶金用混合粉末也就是含有铁基粉末、和集中存在于所述铁基粉末的凹部的石墨粉末的粉末冶金用混合粉末。



1. 一种粉末冶金用混合粉末, 其特征在于, 是不添加粘合剂, 将平均粒径D50为 $1.0\mu\text{m}$ 以上且 $3.0\mu\text{m}$ 以下并且D90为 $10\mu\text{m}$ 以下的石墨粉末和铁基粉末混合而获得的粉末冶金用混合粉末,

其中, 所述石墨粉末集中存在于所述铁基粉末的凹部。

2. 根据权利要求1所述的粉末冶金用混合粉末, 其特征在于, 所述石墨粉末的平均粒径D50为 $1.6\mu\text{m}$ 以上且 $2.7\mu\text{m}$ 以下。

3. 根据权利要求1或2所述的粉末冶金用混合粉末, 其特征在于, 所述铁基粉末为雾化铁粉或还原铁粉。

粉末冶金用混合粉末

技术领域

[0001] 本发明涉及将主原料为铁基粉末的混合粉末进行成形、烧结来制造烧结体的粉末冶金技术,特别涉及能够使混合粉末在模具中的填充性提高且能够减少所得成形体的重量波动的粉末冶金用混合粉末。

背景技术

[0002] 在使用铁粉、铜粉作为主原料来制造烧结体的粉末冶金中,通常使用含有前述主原料粉末、用于使烧结体的物性提高的石墨粉末或合金成分等副原料粉末、以及润滑剂等混合粉末。尤其为了提高烧结体的强度或硬度等机械物性,通常添加石墨等碳供给成分(即:碳源)进行成形,接着在加热烧结工序期间使碳源扩散及浸渗至铁粉中。

[0003] 但是,石墨与铁粉相比,比重小而且粒径小,如果单纯地仅进行混合,则石墨与铁粉明显分离而产生石墨偏析,存在无法均匀混合的问题。粉末冶金法中,为了批量生产烧结体,通常将混合粉末预先贮藏在储料斗中。在储料斗中,比重小的石墨容易偏析在料斗的上层部,将混合粉末从料斗排出时,在料斗排出的最后阶段石墨的浓度变高,在烧结体中的石墨浓度高的部分析出渗碳体组织而使机械特性降低。如果因石墨偏析而在烧结体中产生碳含量的波动,则难以制造质量稳定的部件。此外,在混合工序、成形工序中,因石墨偏析而发生石墨粉的粉尘排放,故此产生车间环境变差以及混合粉末的加工性降低的问题。上述的偏析不仅石墨会产生,而且与铁粉混合的其它各种粉末也同样会产生,从而需要防止偏析。

[0004] 为了防止上述的偏析和粉尘排放,以往大致分别提出有三个方法。第一个方法是例如专利文献1、2等中所列举的那样在混合粉末中添加妥尔油等液体添加剂的方法。该方法具有可以用简便的设备制造混合粉末的优点,但如果添加可确认到偏析防止效果所需要的量的液体添加剂,则液桥力在铁粉粒子间起作用,存在流动性极端劣化的问题。第二个方法是如专利文献3、4等那样将高分子聚合物等固体粘合剂溶解于溶剂中并均匀混合后,使溶剂蒸发而使石墨附着于铁粉表面的方法。该方法具有能够使石墨可靠地附着,并且所使用的润滑剂的选择范围也较广的优点,但是根据其使用量和种类而存在混合粉末的流动性不足或者压缩性降低的问题。第三个方法是如专利文献5等所示那样使脂肪酸等较低分子量的润滑剂在与铁粉的混合中进行加热并使其熔融的所谓热熔法。该方法中,为了使熔融的润滑剂均匀地固着于铁粉表面,混合中的温度管理非常重要,另外存在可使用的润滑剂的选择范围受到限制的缺点。此外,在第三方法中,在润滑剂变冷之前需要等待,生产效率方面也存在问題。

[0005] 本申请人申请的专利文献6中,与上述的三个方法不同,公开了如下技术:不添加粘合剂,通过一边施加剪切力一边将控制了平均粒径的石墨与铁基粉末混合,由此抑制石墨粉末的偏析。该技术中还记载了混合粉末的流动性也优异。在粉末冶金法中,将混合粉末从储料斗排出而填充到模具中之际,混合粉末的流动性也是重要特性之一。专利文献6中,作为流动性的指标,采用了例如JIS Z2502中规定的混合粉末的流动度,除了该流动度之外,混合粉末从料斗通过软管排出而良好地填充在模具中之性能(即:模具填充性)也是重

要特性。如果模具的填充性降低,则导致成形体的重量波动。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本专利公开公报特开昭60-502158号

[0009] 专利文献2:日本专利公开公报特开平6-49503号

[0010] 专利文献3:日本专利公开公报特开平5-86403号

[0011] 专利文献4:日本专利公开公报特开平7-173503号

[0012] 专利文献5:日本专利公开公报特开平1-219101号

[0013] 专利文献6:日本专利公开公报特开2012-102355号

发明内容

[0014] 发明要解决的问题

[0015] 本发明的目的在于提供一种能够确保良好的模具填充性且能够减少成形体的重量波动的粉末冶金用混合粉末。

[0016] 用于解决问题的方案

[0017] 能够解决上述问题的本发明所涉及的粉末冶金用混合粉末,是不添加粘合剂,并且一边施加剪切力一边将石墨粉末与铁基粉末混合而获得的粉末冶金用混合粉末,其中,所述石墨粉末的平均粒径D50为 $1.0\mu\text{m}$ 以上且 $3.0\mu\text{m}$ 以下并且D90为 $10\mu\text{m}$ 以下。由此获得的本发明的粉末冶金用混合粉末,也就是含有铁基粉末、和集中存在于所述铁基粉末的凹部的石墨粉末的粉末冶金用混合粉末。

[0018] 本发明中,优选所述石墨粉末的平均粒径D50为 $1.6\mu\text{m}$ 以上且 $2.7\mu\text{m}$ 以下,另外优选所述铁基粉末为雾化铁粉或还原铁粉。

[0019] 发明效果

[0020] 根据本发明,因为不添加粘合剂,并且一边施加剪切力一边将D50和D90在规定范围的石墨粉末与铁基粉末混合,所以石墨粉末集中存在于所述铁基粉末的凹部,从而可以确保良好的模具填充性,并且可以减少成形体的重量波动。

附图说明

[0021] 图1是后述实施例中使用的模具填充性评价装置的示意图,图1(a)是主视图,图1(b)~(d)是表示工作中的状态的剖面图。

[0022] 图2是后述实施例中观察本发明的混合粉末的扫描型电子显微镜照片。

[0023] 图3是后述实施例中观察本发明的混合粉末的扫描型电子显微镜照片。

具体实施方式

[0024] 本发明人以上述专利文献6的技术为基础,为了降低专利文献6中未关注的成形体的重量波动而对于石墨的粒径与成形体的重量波动的关系进行了研究,并进行了以下的实验。利用干式喷磨机粉碎了市售的天然石墨(日本石墨制,CPB,平均粒径 $22.6\mu\text{m}$)以达到下述表1所示的平均粒径D50。将粉碎而得的石墨粉末、铁粉(神户制钢所制,阿特麦鲁(Atomel) 300M,粒径: $180\mu\text{m}$ 以下,平均粒径: $70\mu\text{m}$)、铜粉(福田金属制,CuAtw-250)、以及作

为润滑剂的硬脂酸锌(ADEKA制,ZNS-730)加以混合,获得了混合粉末。混合比率如下:相对于铁粉97.2质量份,石墨粉末为0.8质量份、铜粉为2质量份、润滑剂为0.75质量份。并且以如下条件进行了混合:使用具有搅拌翼的高速混合机以300rpm运行了4分钟。

[0025] 使用机械式粉末成型机,从所得的混合粉末连续成形了300个目标重量为51g的试验片,评价了所得的成形体的重量波动。作为重量波动,采用300个成形体中最大重量与最小重量之差R(g)而进行了评价。结果示于表1。

[0026] 表1

	石墨粉末的平均粒径 D50 (μm)	重量波动 R(g)
参考例1	未添加石墨	1.35
参考例2	22.6	7.84
参考例3	19.9	7.78
参考例4	9.3	4.36
参考例5	8.2	4.00
参考例6	6.7	3.24
参考例7	5.1	2.42
参考例8	5.0	2.46
参考例9	3.1	2.33
参考例10	2.7	2.45
参考例11	1.8	2.43

[0028] 可知:上述混合中,未添加石墨粉末的参考例1的重量波动为1.35g,与参考例1相比,添加了石墨粉末的参考例2~11的重量波动变得更大。此外,具有石墨粉末的平均粒径D50越微细则重量波动越小这样的大致趋势,但是当进一步注视参考例6~11时,则不能得出仅仅是石墨粉末的平均粒径D50影响重量波动的结论。此外,仅控制石墨粉末的平均粒径,不能实现相对于目标重量的波动为约4%以下(即:约2g以下)这样的目标。

[0029] 于是,本发明人着想到:不仅调整专利文献6中提出的石墨粉末的平均粒径D50,而且还调整D90之方案。如后述实施例中所示,通过一边施加剪切力一边将调整了D50和D90的石墨粉末与铁基粉末混合,来可以将石墨粉末摩擦嵌入至存在于铁基粉末表面的凹部,从而可以使模具填充性提高,并且可以减少成形体的重量波动。

[0030] 为了充分地发挥上述摩擦嵌入的效果,将石墨粉末的D50设为 $3.0\mu\text{m}$ 以下。D50优选为 $2.7\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $2.5\mu\text{m}$ 以下。从摩擦嵌入的效果的观点考虑,石墨粉末的D50越小越好,但如果D50变得过小,则尽管可以减少重量波动,但压制成形时的成形体密度显著降低,无法确保将成形体烧结而得的部件的强度。因此,将石墨粉末的D50设为 $1.0\mu\text{m}$ 以上。石墨粉末的D50优选为 $1.1\mu\text{m}$ 以上,更优选为 $1.6\mu\text{m}$ 以上。从进一步减少成形体的重量波动且进一步提高模具填充性并且进一步提高成形体密度的观点考虑,石墨粉末的D50优选为 $1.6\mu\text{m}$ 以上且 $2.7\mu\text{m}$ 以下。应予说明,本发明人认为:在石墨粉末的D50小于 $1.0\mu\text{m}$ 的情况下,成形体密度降低的原因在于,因过度粉碎而产生石墨的层状结构破坏,故此损害石墨所具有的润滑性。

[0031] D50被调整为上述范围的本发明的石墨粉末可以通过将市售的天然石墨或人造石

墨进行粉碎而得到,粉碎可以使用通常的粉碎机而进行。粉碎的气氛没有特别限定,可以是干式粉碎,也可以是湿式粉碎。作为粉碎机可以采用通常的粉碎机,例如可列举滚碎机、切碎机、旋转压碎机、锤式压碎机、喷磨机、振动磨碎机、销棒粉碎机、翼磨、球磨机、行星式磨机等。

[0032] 对于粉碎的石墨粉末而言,由于比表面积变大,因此认为除了如静电等的物理力进行作用之外,化学力也进行作用。即:认为在被微细粉碎的石墨的粉碎面上,含有较多如氢基等的官能团;认为经由官能团而在铁粉与石墨粉末之间产生分子间力,使得石墨粉末与铁基粉末的附着力增加。官能团的有无及其含量,可以通过在氮气气氛中加热石墨粉末并测定从室温到950℃的重量变化率而在一定程度上把握。前述的从室温升温至950℃时的升温速度可以为大约10℃/分钟。通常,在各个加热温度区域中从石墨粉末发生的气体种类不同,可以根据所发生的气体种类来推定在该温度区域中被除去的官能团的种类。一般已知:在150~500℃下,羧基(-COOH)、羟基(-OH)被除去;在500~900℃下,氧基(oxo group, =O)被除去;在900℃以上时,氢基(-H)被除去。通过调查150~950℃的重量减少量,可以消除在低于150℃的温度下能够除去的水分的重量减少的影响,能够明确石墨粉末所含的官能团的种类和含量。

[0033] 本发明中,重要的是,不仅将石墨粉末的D50调整在规定范围,而且将D90设为10μm以下。通过将D90设为10μm以下,可以减少没有摩擦嵌入至铁基粉末的凹部中的石墨粉末的量。石墨粉末的D90优选为9.5μm以下,更优选为9.0μm以下,特别优选为8.5μm以下。石墨粉末的D90越小越好,但其下限通常为3.5μm左右。为了使石墨粉末的D90在前述范围,在使用上述的粉碎机进行粉碎后,再进行气流分级便可。

[0034] 应予说明,石墨粉末的D50和D90均可以利用激光衍射式粒度分布测定装置来测定,D50是指体积基准的累积50%所对应的粒径,D90是指体积基准的累积90%所对应的粒径。

[0035] 相对于铁基粉末、石墨粉末、和后述的强度提高剂的总量100质量份,石墨粉末的含量通常为0.1~2.5质量份。在应用于机械结构用部件的情况下,大多采用0.2~1.2质量份的配合率,在该范围内能够合适地使用。

[0036] 为了实现良好的模具填充性,重要的是,在不添加粘合剂而施加剪切力的情况下,进行石墨粉末与铁基粉末的混合。通过施加剪切力,可以将石墨粉末摩擦嵌入至铁基粉末的凹部,而且由于未添加粘合剂,可以抑制石墨粉末在铁基粉末的凹部以外的例如凸部的附着,使得石墨粉末集中存在于铁基粉末的凹部。如果石墨粉末较多地存在于铁基粉末的凹部以外的部分,则混合粉末的流动性变差而模具填充性劣化。当采用添加粘合剂的方法、或者采用与后述的施加剪切力的混合方法不同的方法时,则石墨粉末较多地存在于铁基粉末的凹部以外的部分,从而无法实现良好的模具填充性。

[0037] 此外,不添加粘合剂的情形与添加了粘合剂的情形相比,以相同的成形压力进行成形时的成形体的密度、以及将该成形体烧结而成的烧结体的密度变高,还具有烧结体的强度变好的效果。进而,未添加粘合剂的本发明的混合粉末,可以省略或简化在成形工序与烧结工序之间进行的粘合剂去除工序,也有助于烧结部件的生产效率提高和环境对策。

[0038] 施加剪切力的混合方法,是与使用V型混合机或双锥混合机而代表的对流混合方法、以及与使用振动球磨或电磁磨机等振动磨碎机或者球磨机的混合方法不同的方法。施

加剪切力的混合,例如通过使用具备搅拌翼的混合机来实现。前述搅拌翼优选以切断粉末的方式移动的搅拌翼,其形状可列举桨状、涡轮状、带状、螺旋状、多级翼状、锚型、马蹄型、门型等。只要具备前述搅拌翼,混合机的容器可以是固定型,也可以是旋转型。作为具备前述搅拌翼的混合机,具体地可列举亨歇尔公司制等的高速搅拌机、犁型搅拌机、螺旋式混合搅拌机等。混合时间依据所使用的混合机的种类、混合粉末的量等而不同,但大概1~20分钟。

[0039] 石墨粉末与铁基粉末的混合,可以通过干式进行,也可以通过湿式进行。此外,石墨粉末与铁基粉末的混合步骤没有特别限定,可以将这些粉末同时投入混合机中进行混合,也可以将一方的粉末先投入混合机中,再将另一方的粉末后续投入。石墨粉末与铁基粉末的混合,不像所谓的热熔法那样将润滑剂等加热到熔融程度的温度以上之后进行,例如可以在常温下进行。此外,混合的气氛没有特别限定,例如在大气中。

[0040] 本发明的粉末冶金用粉末,除了含有石墨粉末和铁基粉末以外,还可以含有润滑剂、以及例如强度提高剂、耐磨性改善剂或可切削性改善剂等物性改善剂中的至少一种。这些可以在石墨粉末与铁基粉末混合时添加,其添加顺序没有特别限定,例如可以与石墨粉末和铁基粉末同时添加到混合机中进行混合,也可以先混合石墨粉末和铁基粉末,然后,一边例如让搅拌翼工作等来混合一边将上述润滑剂和物性改善剂各1种或2种以上添加到混合机中。

[0041] 作为润滑剂,可列举金属皂、亚烷基双脂肪酰胺、脂肪酸等,这些可以单独使用,也可以并用2种以上。作为前述金属皂,可以使用脂肪酸盐,例如优选使用碳数为12以上的脂肪酸盐,特别优选使用硬脂酸锌。作为前述亚烷基双脂肪酰胺,具体地可列举 C_{2-6} 亚烷基双 C_{12-24} 羧酰胺,优选使用亚乙基双硬脂酰胺。作为前述脂肪酸,例如可以使用 R_1 为烃基的由 R_1COOH 示例的化合物,优选使用碳数为16~22左右的羧酸,特别优选使用硬脂酸、油酸。相对于铁基粉末、石墨粉末、和强度提高剂的总量100质量份,润滑剂的含量例如为0.3质量份以上且1.5质量份以下,更优选为0.5质量份以上且1.0质量份以下。

[0042] 作为强度提高剂,例如可列举含有铜、镍、铬、钼、锰、硅中的至少一种的粉末,具体地说铜粉、镍粉、含铬粉、钼粉、含锰粉、含硅粉等。强度提高剂可以单独使用,也可以并用2种以上。相对于铁基粉末、石墨粉末、和强度提高剂的总量100质量份,强度提高剂的添加量例如为0.2质量份以上且5质量份以下,更优选为0.3质量份以上且3质量份以下。

[0043] 作为耐磨性改善剂,可列举碳化物、硅化物、氮化物等的硬质粒子,这些可以单独使用,也可以并用2种以上。

[0044] 作为可切削性改善剂,可列举硫化锰、滑石、氟化钙等,这些可以单独使用,也可以并用2种以上。

[0045] 本发明所采用的铁基粉末可以是纯铁粉和铁合金粉的任一者。铁合金粉可以是在铁基粉末的表面上扩散附着有例如铜、镍、铬、钼等的合金粉的部分合金粉,也可以是由含有与上述合金粉同样的合金成分的熔融铁或熔钢得到的预合金粉。铁基粉末可以是对熔融的铁或钢进行雾化处理而得的雾化铁粉(atomized iron powder),也可以是将铁矿石、氧化铁皮还原而得的还原铁粉(reduced iron powder)。作为铁基粉末,可以使用用于机械部件而通常被采用的铁粉,具体地说平均粒径 D_{50} 为70~100 μm 并且最大粒径为250 μm 以下(优选为180 μm 以下)的铁基粉末。铁基粉末的平均粒径是指按照日本粉末冶金工业会规格JPM

P02-1992(金属粉的筛网分析试验方法)来测定粒度分布时的累积筛下量50%的粒径。

[0046] 根据本发明,可以提高模具填充性,并且可以减少成形体的重量波动。使用本发明的混合粉末成形多个成形体时,以成形体重量的最大值与最小值来评价的重量波动,相对于目标重量可以为4%以下。

[0047] 本申请基于2014年5月29日申请的日本国专利申请第2014-111418号要求优先权的权益。2014年5月29日申请的日本国专利申请第2014-111418号的说明书的全部内容引入本申请用于参考。

[0048] 实施例

[0049] 以下列举实施例更具体地说明本发明。本发明不受以下实施例的限制,当然可以在能符合前述、后述的主旨的范围内适当进行变更来实施,这些都包含在本发明的技术范围内。

[0050] 使用干式喷磨机粉碎了市售的天然石墨(日本石墨社制,CPB,平均粒径22.6 μ m)以使其达到下述表4~6所示的平均粒径D50,并且直接粉碎或利用气流分级来调整了D90。将粉碎所得的石墨粉末、铁粉(神户制钢所制,阿特麦鲁300M、300NH或250M)、铜粉(福田金属制,CuAtw-250)、和作为润滑剂的硬脂酸锌(ADEKA制,ZNS-730)加以混合,得到了混合粉末。混合比率如下:相对于铁粉97.2质量份,石墨粉末为0.8质量份、铜粉为2质量份、润滑剂为0.75质量份。并且以如下条件进行了混合:使用具有搅拌翼的高速混合机,以300rpm运行了4分钟。使用所得的混合粉末,进行了以下的(1)~(3)的评价。

[0051] (1)成形体的重量波动的测定

[0052] 使用机械式粉末成型机,从所得的混合粉末连续成形了300个目标重量为51g、外径为30mm、内径为10mm的环状试验片,评价了所得的成形体的重量波动。作为重量波动,采用300个成形体中最大重量与最小重量之差R(g)而进行了评价。

[0053] (2)模具填充性的测定

[0054] 使用图1所示的评价装置来评价了模具填充性。图1是粉末的模具填充性评价装置,该装置具备:收容空腔容器3的基台1、被固定设置在基台上的相对于空腔容器3处于另一侧的空气缸5、以及安装在空气缸5的拉杆4的远端的粉末供给箱2。粉末供给箱2是无底的箱,利用上述空气缸5的工作,以在上述空腔容器3上进行往返的方式,在大致气密状态下移动基台1的上表面。此外,空腔容器3在与粉末供给箱2的往返移动方向垂直的方向上具有细长地形成的宽度为数mm的狭缝状空腔。图1(a)是该评价装置的主视图,(b)~(d)是表示粉末供给箱移动中的状态的剖面图。

[0055] 测定步骤如下。首先,如图1(b)所示,在拉伸空气缸5的拉杆4的状态下将规定量的粉末投入到粉末供给箱2中。接着,使空气缸5的拉杆4缩短,使粉末供给箱2以规定速度通过空腔容器3的狭缝状空腔的上方。由于该通过,如图1(c)所示,粉末供给箱2内的粉末落入空腔容器3内。于是,如图1(d)所示,在粉末供给箱2通过后,粉末被填充于空腔容器3内。粉末供给箱2的尺寸为80 $\times$ 80 $\times$ 70mm,空腔容器3的尺寸为80 $\times$ 60 $\times$ 55mm,狭缝尺寸为2 $\times$ 60mm,滑动速度(shoe rate,即:粉末供给箱2的通过速度)为100mm/s。对于各实验No.进行了3次试验,对于各试验求出了将所充填的粉末量(mg)除以狭缝状空腔的面积(即:120mm²)所得的值,将这些值的平均值作为各No.的模具填充性(mg/mm²)。

[0056] (3)成形体密度的测定

[0057] 将所得的混合粉末投入到规定的模具中,以490MPa及686MPa的压制压力进行成形,制作了 $\Phi 11.28\text{mm}$ 的片状试验片,并且测定了所得的成形体密度。

[0058] 所使用的铁基粉末(即:阿特麦鲁300M、300NH以及250M)的特性如表2、3所示。表2、3中记载的表观密度是按照JIS Z2504(金属粉-表观密度试验方法)中规定的方法测定的结果,此外,流动度是按照JIS Z2502(金属粉的流动度试验法)中规定的方法测定的结果。以阿特麦鲁300M为基准,300NH显示了较大的表观密度,250M显示了较小的表观密度。即,将阿特麦鲁300M作为基准,可以说:300NH显示了凹凸较少的铁粉表面进而不规则形状度较低,250M显示了较多的凹凸进而不规则形状度较高。应予说明,250M的表观密度与还原铁粉的表观密度大致相同。

[0059] 上述(1)~(3)的结果示于表4~6。应予说明,作为铁基粉末,表4中使用了阿特麦鲁300M(平均粒径:约 $70\mu\text{m}$),表5中使用了阿特麦鲁300NH(表观密度为 $3.10\text{g}/\text{cm}^3$,平均粒径:约 $90\mu\text{m}$),表6中使用了阿特麦鲁250M(表观密度为 $2.42\text{g}/\text{cm}^3$,平均粒径:约 $85\mu\text{m}$)。

[0060]

表2

钢种	粉体特性		化学成分组成(质量%)					
	表观密度 (g / cm^3)	流动度 ($\text{s} / 50\text{g}$)	C	Si	Mn	P	S	O
300M	2.85 ~ 3.05	≤30	≤0.02	≤0.05	0.10 ~ 0.30	≤0.020	≤0.020	≤0.25
300NH	2.95 ~ 3.10	≤30	≤0.01	≤0.03	≤0.10	≤0.010	≤0.010	≤0.20
250M	2.40 ~ 2.60	20 ~ 30	≤0.02	≤0.05	0.10 ~ 0.30	≤0.020	≤0.020	≤0.25

[0061]

表3

钢种	粒度分布 (%)									
	250 μm以上	180~250 μm	150~180 μm	106~150 μm	75~106 μm	63~75 μm	45~63 μm	45 μm以下		
300M	—	≤1	≤10	10~25	15~30	5~20	8~23	20~40		
300NH	≤1	≤15	≤15	10~30	15~30	5~20	8~23	10~30		
250M	≤1	≤10	≤10	10~25	20~35	5~20	8~23	15~35		

[0062]

表4

[0063]

实验No.	石墨粉末的粒径		R (g)	成型体密度 (g / cm ³)		模具填充性 (mg / mm ²)
	D50 (μm)	D90 (μm)		490MPa	686MPa	
1-1	22.6	49.8	7.84	6.81	7.15	28.5
1-2	19.9	44.6	7.78	6.81	7.15	28.9
1-3	9.3	18.3	4.36	6.82	7.16	29.9
1-4	8.2	16.4	4.00	6.82	7.16	30.6
1-5	6.7	11.8	3.24	6.83	7.16	31.5
1-6	5.1	8.9	2.42	6.84	7.17	32.6
1-7	5.0	12.1	2.46	6.84	7.17	32.0
1-8	3.1	12.3	2.33	6.83	7.17	33.8
1-9	3.0	9.8	2.00	6.83	7.16	34.5
1-10	2.7	11.8	2.45	6.82	7.16	33.5
1-11	2.7	7.8	1.99	6.82	7.16	36.3
1-12	2.5	4.7	1.97	6.81	7.16	36.6
1-13	1.8	11.7	2.43	6.81	7.16	35.9
1-14	1.7	7.0	1.98	6.81	7.16	37.2
1-15	1.6	4.2	1.96	6.81	7.14	37.0
1-16	1.1	3.9	1.95	6.80	7.11	35.5
1-17	0.8	3.7	1.90	6.77	7.08	33.7

[0064] ※铁基粉末使用了阿特麦鲁300M。

[0065] 表5

[0066]

实验No.	石墨粉末的粒径		R (g)	成型体密度 (g / cm ³)		模具填充性 (mg / mm ²)
	D50 (μm)	D90 (μm)		490MPa	686MPa	
2-1	19.9	44.6	7.70	6.93	7.22	29.8
2-2	5.0	12.1	2.36	6.96	7.25	33.1
2-3	2.7	7.8	1.88	6.94	7.23	37.5
2-4	1.7	7.0	1.90	6.93	7.23	37.4
2-5	0.8	3.7	1.92	6.87	7.15	34.7

[0067] ※铁基粉末使用了阿特麦鲁300NH。

[0068] 表6

[0069]

实验No.	石墨粉末的粒径		R (g)	成型体密度 (g / cm ³)		模具填充性 (mg / mm ²)
	D50 (μm)	D90 (μm)		490MPa	686MPa	
3-1	19.9	44.6	6.50	6.80	7.14	30.1
3-2	5.0	12.1	2.43	6.83	7.16	32.5
3-3	2.7	7.8	1.95	6.82	7.14	36.8
3-4	1.7	7.0	1.88	6.80	7.13	35.9
3-5	0.8	3.7	1.94	6.75	7.05	34.0

[0070] ※铁基粉末使用了阿特麦鲁250M。

[0071] 由表4~6可知:将石墨粉末的D50设为3.0μm以下且将D90设为10μm以下的本发明的实验No.1-9、1-11、1-12、1-14~1-16、2-3、2-4、3-3、3-4,呈示了能够使重量波动R处于2.0g以下(即:目标重量的4%以下),还呈示了良好的成型体密度。图2是观察了实验No.2-3的扫描型电子显微镜照片。由图2可知:石墨粉末集中存在于铁粉的凹部。此外,图3是观察了实验No.3-3的扫描型电子显微镜照片,图3也可以观察到石墨粉末集中存在于凹部的情况。

[0072] 此外,当将使用了阿特麦鲁300M的表4的发明例(即:No.1-9、1-11、1-12、1-14~1-16)与使用了阿特麦鲁300NH的表5的发明例(即:2-3、2-4)进行对比时,则表5的发明例呈示重量波动R更为减少。如上所述,当将阿特麦鲁300NH与阿特麦鲁300M相比时,虽然铁粉表面的凹凸较少而不规则形状度较低,但是,粒径大的粉末的比例较高而且凹部的宽度较大,因此认为石墨粉末可以充分地嵌入。

[0073] 另一方面,石墨粉末的D50超过3.0μm或者D90超过10μm的实验No.1-1~1-8、1-10、1-13、实验No.2-1、2-2、实验No.3-1、3-2,呈示了大的重量波动R。此外,对于实验No.1-17、2-5、3-5而言,由于D50小于1.0μm,因此重量波动R可以达到2.0g以下,但是成型体密度与本发明的各实验例相比变小。应予说明,由于成型体密度还受到铁基粉末形状的影响,因此合适的是对于每种铁基粉末评价成型体密度。于是,可如下评价:No.1-17与No.1-9、1-11、1-12、1-14~1-16相比,成型体密度较小;No.2-5与No.2-3、2-4相比,成型体密度较小;No.3-5与No.3-3、3-4相比,成型体密度较小。

[0074] 产业上的可利用性

[0075] 根据本发明,通过石墨粉末的微细化而能够将尺寸变化控制在最小限度等,从而可以使质量稳定化,还可以在烧结部件的制造中通过烧结温度的降低或烧结时间的缩短等而节省能量且节省成本。本发明的混合粉末适用于机械结构用烧结部件等,特别适用于复杂、薄壁形状的部件。并且,由于可以实现轻量化,因此还适合于高强度材料。

[0076] 符号说明

[0077] 1:基台

[0078] 2:粉末供给箱

[0079] 3:空腔容器

[0080] 4:拉杆

[0081] 5:空气缸

www.patviewer.com

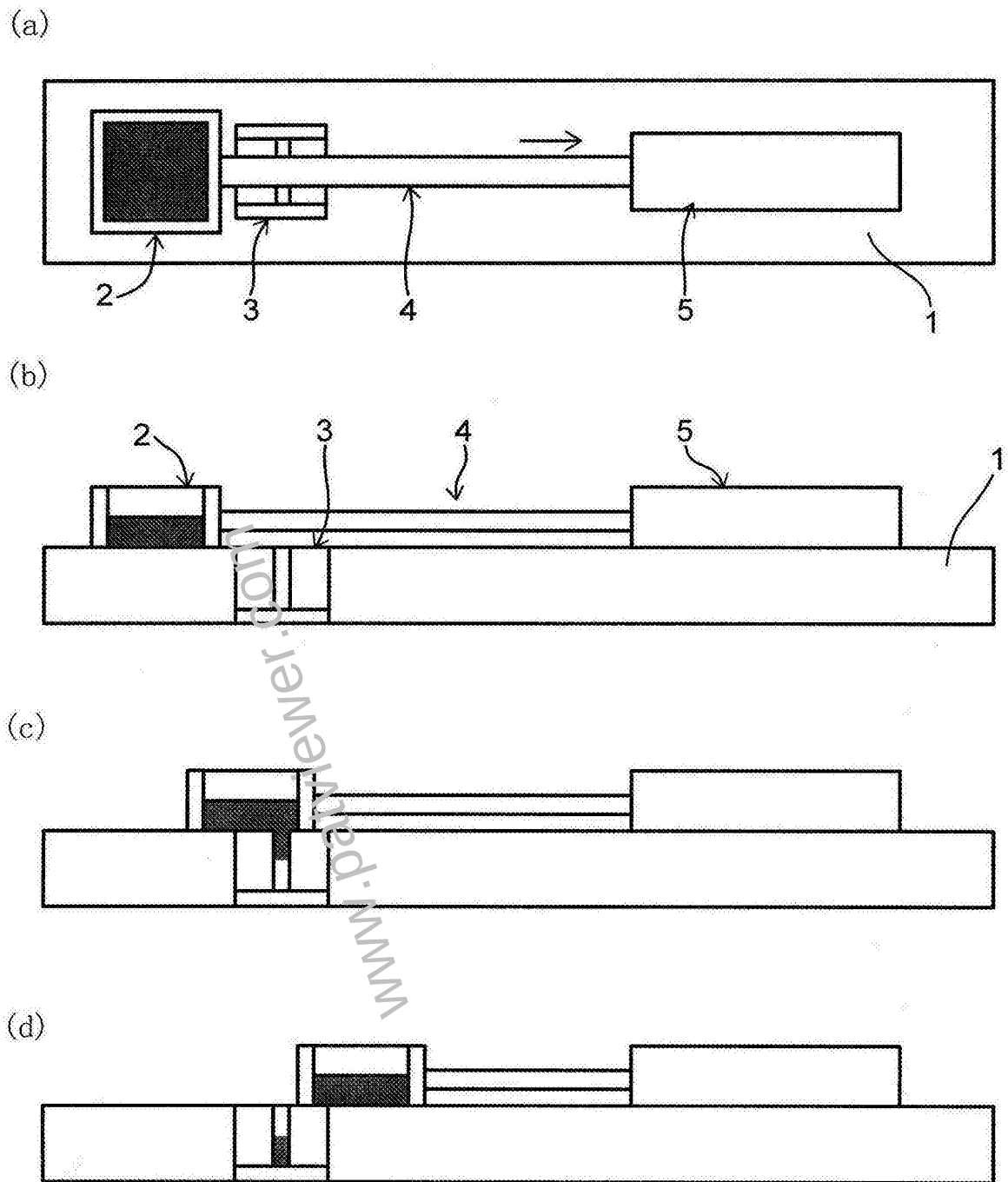


图1

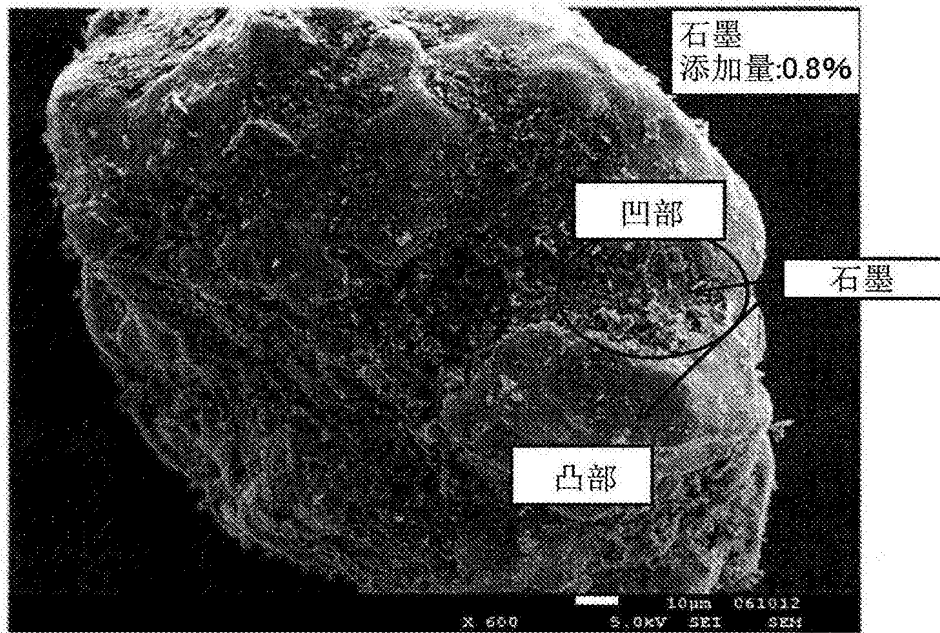


图2

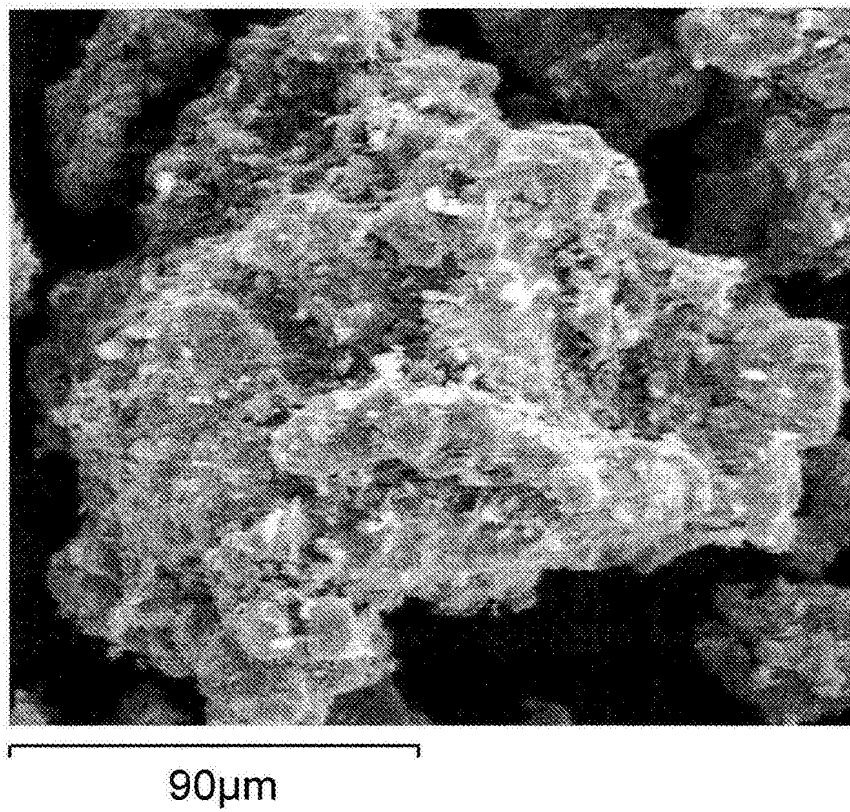


图3