



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101384387 B

(45) 授权公告日 2011.12.21

(21) 申请号 200780005727.7

C22C 38/00 (2006.01)

(22) 申请日 2007.02.14

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

037916/2006 2006.02.15 JP

337876/2006 2006.12.15 JP

JP 特开 2005-264201 A, 2005.09.29, 全文.

JP 特开 2005-15866 A, 2005.01.20, 说明书摘要、权利要求 10, 说明书第 0018 段.

JP 特开平 5-148505 A, 1993.06.15, 说明书摘要、说明书第 0061-0065, 0077-0078 段, 实施例 2, 3, 表 7-12.

(85) PCT 申请进入国家阶段日

2008.08.15

JP 特开平 7-3378 A, 1995.01.06, 全文.

JP 特公平 7-11007 B2, 1995.02.08, 全文.

(86) PCT 申请的申请数据

PCT/JP2007/053125 2007.02.14

(87) PCT 申请的公布数据

W02007/105429 JA 2007.09.20

审查员 杨珂

(73) 专利权人 杰富意钢铁株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 尾崎由纪子 尾野友重 宇波繁

藤长政志

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 樊卫民 郭国清

(51) Int. Cl.

B22F 3/02 (2006.01)

B22F 1/00 (2006.01)

C22C 33/02 (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 20 页

(54) 发明名称

铁基混合粉末以及铁基粉末成形体和铁基粉末烧结体的制造方法

(57) 摘要

提供一种粉末冶金用铁基混合粉末,其通过在铁基粉末中配合选自滑石粉和块滑石中的至少一种,优选还配合金属皂,在烧结成形体时,不对炉内环境产生不良影响,另外在不足 100℃ 的低温度范围内也能够得到优良的成形性,进一步优选所得到的烧结体的切削性优良。

1. 一种铁基混合粉末,其特征在于,含有铁基粉末,并且作为添加剂,含有块滑石 0.05 ~ 0.3 质量%以及脂肪酸酰胺。

2. 如权利要求 1 所述的铁基混合粉末,其特征在于,所述添加剂还含有金属皂。

3. 如权利要求 1 所述的铁基混合粉末,其特征在于,还配合合金用粉末。

4. 如权利要求 2 所述的铁基混合粉末,其特征在于,还配合合金用粉末。

5. 一种铁基混合粉末,其特征在于,混合有:

水雾化合金钢粉,其含有 Mo :0.3 ~ 0.5 质量%、Mn :0.1 ~ 0.25 质量%,余量由 Fe 和不可避免的杂质构成;

Cu 粉 :1 ~ 3 质量%;

石墨粉 :0.5 ~ 1.0 质量%;

选自滑石粉及块滑石中的至少一种,合计 0.05 ~ 0.3 质量%;和脂肪酸酰胺。

6. 如权利要求 5 所述的铁基混合粉末,其中,还含有金属皂。

7. 一种铁基粉末成形体的制造方法,其特征在于,将权利要求 1 至 4 中任一项所述的铁基混合粉末填充到模具中,在低于 100℃ 的温度下成形。

8. 一种铁基粉末烧结体的制造方法,其特征在于,将权利要求 1 至 4 中任一项所述的铁基混合粉末填充到模具中,在低于 100℃ 的温度下成形后,对所得到的铁基粉末成形体进行烧结。

铁基混合粉末以及铁基粉末成形体和铁基粉末烧结体的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及在铁基粉末 (iron-based powder) 中混合有润滑剂 (lubricant)、以及根据需要混合有合金用粉末 (alloying powder) 的铁基混合粉末 (iron-based powder mixture)。本发明的铁基混合粉末还是适于粉末冶金 (powder metallurgy)、特别适于从常温至不足 100℃ 的温度范围内的加压成形 (compaction) 的混合粉末。

[0002] 本发明还涉及适于制造汽车用高强度烧结部件 (sintered parts) 的粉末冶金用混合粉末。

[0003] 另外,本发明还涉及将上述铁基混合粉末作为原料的铁基粉末成形体 (compacted body) 的制造方法以及将该铁基粉末成形体作为原材的铁基粉末烧结体 (sintered body) 的制造方法。

背景技术

[0004] 粉末冶金用的铁基混合粉末,通常在铁基粉末中添加润滑剂、合金用粉末、并且根据需要添加切削性改善用粉末 (powder of free cutting additives) 并混合来进行制造。

[0005] 在此,铁基粉末作为混合粉末的主成分,主要使用铁粉 (iron powder) (包括纯铁粉 (pure iron powder)) 或合金钢粉 (alloyed steel powder) 等。合金钢粉是含有合金成分的钢粉,作为合金钢粉也使用不含有 C 的粉末,但在此将含有 C 的合金钢粉和不含有 C 的合金钢粉统称并记为合金钢粉。除上述之外,还使用通过部分扩散使合金元素与纯铁粉等结合的部分扩散合金化钢粉 (partly diffused alloyed steel powder),但在本申请中将其也作为合金铁粉的一种。

[0006] 润滑剂是特别用于使加压成形或从成形后的模具中的取出变容易的添加物。作为润滑剂可以采用各种物质,可考虑与铁基粉末的混合性或烧结时的分散性等进行选择。作为润滑剂的例子,可以列举出:硬脂酸锌、硬脂酸铝、硬脂酸铅等。另外,例如在美国专利第 5256185 号公报等中例示有各种润滑剂。

[0007] 合金用粉末主要为了调节铁基粉末成形体和铁基粉末烧结体的组成和结构而添加,可以列举出:石墨粉、铜粉、磷化铁粉、钼粉、镍粉等。

[0008] 切削性改善用粉末 (快削成分 (free cutting additives)) 是特别为了改善烧结体的切削性而添加的成分,可以列举出:S、MnS 等。

[0009] 近年来,随着对于烧结部件的高强度化的要求的提高,如日本特开平 2-156002 号公报、日本特公平 7-1034404 号公报和美国专利第 5368630 号公报中所公开,开发了一种温成形技术,其通过对铁基混合粉末进行加热并成形,从而能够实现成形体的高密度化和高强度化的温成形技术。通过该技术,利用铁基粉末因加热而塑性变形阻力降低的情况,能够以更低的负荷来提高成形体密度。

[0010] 但是,这种铁基混合粉末存在如下所述的各种问题。即,温成形是将模具和粉末预先加热至高温后将铁基混合粉末加压成形的技术。作为加热温度,虽然在日本特开平

2-156002 号公报中提到了 70 ~ 120℃ 的范围,但实际上如日本特公平 7-103404 号公报和美国专利第 5368630 号说明书所述,优选在 100℃ 以上进行。但是,由于将导热性差的铁基混合粉末稳定地加热至 100℃ 以上并保温是非常困难的,因而具有引起烧结部件的生产率降低的趋势。另外,因长时间加热铁基混合粉末,还产生由铁基混合粉末的氧化引起的变质的问题。

[0011] 另外,在日本特开平 9-104901 号公报、日本特开平 10-317001 号公报中,公开了将 MoS_2 、氟化碳、石墨等具有层状结晶的无机化合物用作润滑剂的技术。但是,在使用 MoS_2 的情况下,烧结时分解而产生有害的 S,存在污染煅烧炉的危险性。另外,在使用氟化碳、并且在氢气氛围中进行烧结的情况下,可能产生氟化氢。

[0012] 因此,希望开发出即使不施加温轧也具有与其同等的高压缩性的铁基混合粉末。

[0013] 另一方面,铁基混合粉末还希望解决切削性的问题。

[0014] 通过粉末冶金技术来制造汽车等各种机械的部件时,将粉末冶金用混合粉末填充到模具中而压粉成形,再进行烧结。这样所得到的各种机械的部件(以下称为烧结部件),通常具有 5.0 ~ 7.2g/cm³ 的密度。另外,烧结部件尺寸精度良好,能够制造复杂形状的部件。

[0015] 烧结部件可用作各种机器的部件,特别是汽车用部件(例如齿轮等)要求高强度、高疲劳特性。因此,为了制造具有高强度、高疲劳特性的烧结部件,对使用添加有合金成分的粉末冶金用混合粉末的技术进行了各种研究。例如在日本特公昭 45-9649 号公报中公开了粉末冶金用混合粉末,其使 Ni、Cu、Mo 等粉末在纯 Fe 粉中扩散附着,适合于制造具有高强度、高疲劳特性的烧结部件,且压缩性优良。另外,作为适合于制造高强度的烧结部件的粉末冶金用混合粉末,在日本特开昭 61-163239 号公报中公开了在含有 C 和 Mo、实施上不含有 Mn 和 Cr 的低合金钢粉中添加 Cu 粉和 / 或 Ni 粉、且还添加有石墨粉的粉末冶金用混合粉末,另外,在日本特开昭 63-114903 号公报中公开了在含有 Mo、Mn、C 的合金钢粉中熔敷 Cu 粉的粉末冶金用混合粉末。

[0016] 但是,即使使用粉末冶金技术,在制造要求非常严格的尺寸精度的烧结部件的情况下,也需要在烧结后实施机械加工(例如切削加工、钻孔加工等)。但是,由于烧结部件的切削性差,因而在机械加工中使用的切削工具显著损耗。其结果,机械加工费用增加,导致烧结部件的制造成本上升。这种烧结部件的切削性变差的原因在于,因内部存在的气孔在被切削材料内部断续地出现固体表面,除了对切削中的工具断续地赋予冲击以外,烧结部件的导热率降低,在切削中烧结部件的温度上升。另外,烧结体越高强度,切削性越显著变差。

[0017] 如上所述,一直以来已知通过在粉末冶金用混合粉末中添加快削成分来改善烧结部件的切削性。快削成分具有使切屑容易断裂的效果、或在切削工具表面形成较薄的构成刀尖来提高切削工具(特别是前刀面)的润滑性的效果。

[0018] 但是,含有 S 作为主成分的快削成分与上述的 MoS_2 同样污染煅烧炉。另外,在日本特公昭 45-9649 号公报、日本特开昭 61-163239 号公报、日本特开昭 63-114903 号公报等中公开的技术中,由于所得到的烧结部件的硬度特别高,因此,即使在粉末冶金用混合粉末中添加快削成分,也不能期待切削性的大幅度的改善。

[0019] 作为排除对煅烧炉的不良影响而改善烧结部件的切削性的技术,提出了利用

MgO-SiO₂ 类复合氧化物的技术。例如在日本特开平 1-255604 号公报中,作为不损害烧结体的机械特性(例如强度)而改善切削性的方法,公开有以摩尔比 MgO/SiO₂ 为 0.5 以上且不足 1.0 将不具有结晶水的 MgO-SiO₂ 类复合氧化物(例如无水滑石粉)在铁类原料粉末中配合的技术;另外,在日本特开昭 64-79302 号公报中,公开有以在还原铁粉的颗粒内存在的方式(即添加到还原前的铁粉原料中)含有由 MgO-SiO₂ 类复合氧化物和 / 或玻璃粉形成的快削成分的技术。

[0020] 在上述任一公报中都优选添加上述复合氧化物 0.1 ~ 1.5 重量%,但根据含有润滑剂(硬脂酸锌 1 重量%)等的铁基粉末中的调查结果,上述复合氧化物的添加量越多切削性改善效果越高,特别是在 0.5 ~ 1.0 重量%以上时效果大,相对于此,机械特性则是添加量越多反而降低(日本特开平 1-255604 号公报:表 3、日本特开昭 64-79302 号公报:图 6 和图 8)。即,从烧结体的品质的观点出发,不一定是有利的技术。

发明内容

[0021] 本发明有利地解决上述问题,其目的在于提供一种粉末冶金用铁基混合粉末,其在成形体的烧结时,不会对煅烧炉的炉内环境产生不良影响,并且可以得到在不足 100℃ 的低温度范围内能够进行高密度成形的优良成形性。

[0022] 另外,鉴于为了削减制造成本而对改善烧结部件的切削性的要求提高,本发明的另一个目的在于提供适合于制造具有优良的切削性的烧结部件、优选特别适合于制造高强度烧结部件的粉末冶金用铁基混合粉末。

[0023] 另外,本发明的目的在于提供将上述铁基混合粉末作为原料的铁基粉末成形体的制造方法、以及将该铁基粉末成形体作为原材的铁基粉末烧结体的制造方法。

[0024] 作为解决上述问题的对策,本发明人对以下润滑剂进行了锐意研究,所述润滑剂,在铁基混合粉末成形时对炉内环境不产生不良影响,另外,即使在进一步降低铁基混合粉末的加热温度、优选不加热而进行成形的情况下,也能够制造高密度的成形体。

[0025] 其结果得到如下见解:在使用滑石粉或块滑石作为润滑剂、再使用脂肪酸酰胺的情况下,在加压成形时促进铁基粉末粒子的重排列,即使是室温程度的低成形温度,也得到成形密度高的铁基粉末成形体。

[0026] 另外发现,进一步添加金属皂时,通过比以往公知更低的、对机械特性没有不良影响的添加量的滑石粉或块滑石,可得到非常良好的切削性改善效果。

[0027] 本发明立足于上述见解。

[0028] 即,本发明的主要构成如下所述:

[0029] (1) 一种铁基混合粉末,其特征在于,含有铁基粉末,并且作为添加剂,含有选自滑石粉及块滑石中的至少一种以及脂肪酸酰胺。

[0030] (2) 上述 1 所述的铁基混合粉末,其特征在于,上述添加剂还含有金属皂。

[0031] (3) 上述 (1) 或 (2) 所述的铁基混合粉末,其特征在于,还配合合金用粉末。

[0032] (4) 上述 (3) 所述的铁基混合粉末,其特征在于,上述铁基粉末为含有 Mo :0.3 ~ 0.5 质量%、Mn :0.1 ~ 0.25 质量%,且余量由 Fe 和不可避免的杂质构成的水雾化合金钢粉,并且上述合金用粉末为 Cu 粉 :1 ~ 3 质量%和石墨粉 :0.5 ~ 1.0 质量%。

[0033] (5) 一种铁基混合粉末,其特征在于,混合有:水雾化合金钢粉,其含有 Mo :0.3 ~

0.5 质量%、Mn :0.1 ~ 0.25 质量%，余量由 Fe 和不可避免的杂质构成；Cu 粉 :1 ~ 3 质量%；石墨粉 :0.5 ~ 1.0 质量%；选自滑石粉及块滑石中的至少一种，合计 0.05 ~ 0.5 质量%；和脂肪酸酰胺。

[0034] (6) 上述 (5) 所述的铁基混合粉末，其中，还含有金属皂。

[0035] (7) 一种铁基粉末成形体的制造方法，其特征在于，将上述 (1) 至 (6) 中任一项所述的铁基混合粉末填充到模具中，在低于 100℃ 的温度下成形。

[0036] (8) 一种铁基粉末烧结体的制造方法，其特征在于，将上述 (1) 至 (6) 中任一项所述的铁基混合粉末填充到模具中，在低于 100℃ 的温度下成形后，对所得到的铁基粉末成形体进行烧结。

[0037] 其中，铁基粉末中的合金 (Mo、Mn 等) 含量、以及所添加的合金用粉末 (Cu 粉、石墨粉等) 和滑石粉、块滑石等的添加量，均是指在铁基混合粉末的质量中所占的比率。

具体实施方式

[0038] 下面，对本发明进行具体说明。

[0039] 首先，对本发明的铁基混合粉末的原料进行说明。铁基粉末中的合金成分的含量和各原料 (合金化用粉末、润滑剂等) 的配合量，用在混合它们而得到的铁基混合粉末的质量 (100 质量%) 中所占的内数的重量比率来表示。其中，与将铁基粉末中的合金含量 (也包括部分扩散合金量) 等以相对于铁基粉末的重量比率来表示的情况，在数值上没有大区别。

[0040] < 铁基粉末 >

[0041] 在本发明中，作为铁基粉末，例示有：雾化铁粉 (atomized iron powder)、还原铁粉 (reduced iron powder) 等纯铁粉、或合金钢粉等。另外，作为合金钢粉，例示有：部分扩散合金化钢粉和完全合金化钢粉 (在熔炼时已经含有合金成分的钢粉)、以及使合金成分在完全合金化钢粉中部分扩散的混合钢粉等。

[0042] 铁基粉末中的杂质合计约在 3 质量% 以下即可。代表性的杂质的含量为：C :0.05 质量% 以下、Si :0.10 质量% 以下、Mn (没有作为合金元素添加的情况) :0.50 质量% 以下、P :0.03 质量% 以下、S :0.03 质量% 以下、O :0.30 质量% 以下、N :0.1 质量% 以下。

[0043] 另外，作为合金钢粉，能够使 Cr、Mn、Ni、Mo、V、Ti、Cu、Nb 等合金化，特别是对于 Ti、Ni、Mo、Cu 等可根据扩散接合来添加。只要满足作为铁基粉末的前提 (Fe 为 50 质量% 以上)，则对其它合金元素的含量没有特别限定。

[0044] 铁基粉末的平均粒径优选在粉末冶金中通常使用的范围，即约 70 ~ 100 μm。另外，粉末的粒径只要没有特别限制，即为利用 JIS 标准 Z 2510 基准的筛分法的测定值。

[0045] 下面，例示作为高强度烧结体的原料特别适合的合金钢粉的具体组成。

[0046] (铁基粉末例 1)

[0047] 作为第一例，优选为 Mo :0.3 ~ 0.5 质量%、Mn :0.1 ~ 0.25 质量%、余量为 Fe 和不可避免的杂质的完全合金化钢粉。另外，从生产率的观点出发，优选为将上述组成的钢进行水雾化而制造的水雾化合金钢粉。

[0048] 各组成的优选范围的理由如下：

[0049] • Mo :0.3 ~ 0.5 质量%

[0050] Mo 是通过合金钢粉的固溶强化、淬火性提高来提高烧结部件的强度的元素。Mo 含量不足 0.3 质量%时,不能得到通过 Mo 来提高烧结部件的强度的效果。另一方面,超过 0.5 质量%时,由于烧结部件的强度提高的效果饱和,因而切削性不必要地降低。因此,Mo 优选在 0.3 ~ 0.5 质量%的范围内。

[0051] • Mn :0.1 ~ 0.25 质量%

[0052] Mn 是通过水雾化合金钢粉的固溶强化、淬火性提高来提高烧结部件的强度的元素。Mn 含量不足 0.1 质量%时,不能得到通过 Mn 来提高烧结部件的强度的效果。另一方面,超过 0.25 质量%时,容易进行 Mn 的氧化,合金钢粉的强度和压缩性降低。因此, Mn 优选在 0.1 ~ 0.25 质量%的范围内。

[0053] 上述成分以外的余量优选为 Fe 和不可避免的杂质。不可避免的杂质是在熔炼作为水雾合金钢粉的原材的钢水的阶段、由钢水制造水雾化合金钢粉的阶段不可避免地混入。

[0054] 另外,对上述本发明中可以适用的水雾化合金钢粉的优选制造方法进行说明。将含有规定的(即上述)成分的钢水进行熔炼,用水雾化法将该钢水制成粉末。再对所得到的粉末实施最终还原和粉碎,制成水雾化合金钢粉。另外,通过水雾化法由钢水得到粉末的装置并不限于特定的型式,只要使用以往公知的装置即可。

[0055] (合金用粉末)

[0056] 另外,作为合金用粉末,例示有石墨粉末、Cu、Mo、Ni 等金属粉末、硼粉末和氧化亚铜粉末等。通过使这些合金用粉末与铁基粉末混合,可以使烧结体的强度提高。

[0057] 该合金用粉末的配合量优选在铁基混合粉末中约为 0.1 ~ 10 质量%。这是因为,通过配合合金用粉末 0.1 质量%以上,有利地提高所得到的烧结体的强度,另一方面超过 10 质量%时,烧结体的尺寸精度降低。

[0058] 另外,在铁基粉末例 1 的情况下,特别优选添加 Cu 粉:1 ~ 3 质量%和石墨粉:0.5 ~ 1.0 质量%。

[0059] 作为石墨粉的主成分的 C 是通过水雾化合金钢粉的固溶强化、淬火性提高来提高烧结部件的强度的元素。石墨粉的添加量不足 0.5 质量%时,不能得到在铁基粉末例 1 中期望程度的效果。另一方面,超过 1.0 质量%时,烧结部件的强度上升至必要以上,切削性不必要地降低。因此,将石墨粉设定在 0.5 ~ 1.0 质量%的范围内。

[0060] Cu 是通过合金钢粉的固溶强化、淬火性提高来提高烧结部件的强度的元素。另外 Cu 粉在烧结时熔融而成为液相,使合金钢粉的粒子相互固定。Cu 粉的添加量不足 1 质量%时,不能得到在铁基粉末例 1 中期望程度的效果。另一方面,超过 3 质量%时,由于烧结部件的强度提高的效果饱和,因而切削性不必要地降低。因此,将 Cu 粉设定在 1 ~ 3 质量%的范围内。

[0061] 另外,添加 Cu 粉时,添加量只要在上述范围内,添加方法可以是在合金钢粉中添加 Cu 粉并简单混合的方法,也可以是在水雾化合金钢粉的表面通过粘合剂使 Cu 粉附着的方法。另外,代替与合金钢粉混合的方法,也可以混合合金钢粉和 Cu 粉,再进行热处理,在合金钢粉的表面使 Cu 粉扩散附着,制成部分扩散合金化钢粉(或混合合金化钢粉)。

[0062] (滑石粉、块滑石)

[0063] 在本发明中,配合选自滑石粉($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2$)和块滑石中的至少一种很重要。块

滑石也被称作煅烧滑石,主成分为顽火辉石 ($\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$)。

[0064] 滑石粉或块滑石通过与脂肪酸酰胺一起添加而作为润滑剂发挥显著的效果。另外,滑石粉或块滑石是作为快削成分公知的 MgO-SiO_2 类复合氧化物的一种,还通过与金属皂一起添加而作为快削成分来发挥显著的效果。

[0065] 通过配合上述滑石粉或块滑石作为润滑剂,在提高成形体的压缩性的同时,降低成形时的拔出力,大幅度改善成形性,可以认为其原因如下所述。

[0066] 即认为:滑石粉、块滑石以及氮化硼在成形时在铁基粉末粒子之间受到剪切应力时,上述物质容易沿着结晶面裂开,由此降低成形体内部的粒子之间的摩擦阻力,在粒子间相互容易运动,其结果成形体的密度提高。该效果在压缩压力较低的区域有效。另一方面,在高压的区域中,脂肪酸酰胺较薄地进入粒子之间而发挥降低摩擦阻力的效果。由此,可以认为由于在压缩的整个区域中降低摩擦阻力,因而在成形体密度的提高上发挥相乘的效果。

[0067] 另外,可以认为在成形体和模具之间存在滑石粉或块滑石时,由于在拔出成形体时受到来自模具表面的剪切应力而裂开,因而金属表面上的成形体的滑动性容易提高,拔出力降低。

[0068] 这些效果由于不依赖于铁基混合粉末的温度而显现,因而不必加热铁基混合粉末,有助于常温下的成形中的铁基粉末成形体的密度提高。另外,在加热铁基粉末的情况下,由于加压成形时铁基粉末的塑性变形阻力降低,因而可得到更高的成形体密度。因此,根据所需要的成形体密度,可以适当设定铁基粉末的加热温度,但该加热温度不足 100°C 也充分。更优选在 80°C 以下。

[0069] 另外,虽然没有明确切削性显著改善的原因,但认为可能是烧结时金属皂中的金属成分与滑石粉、块滑石发生反应,作为辅助性的快削成分发挥作用。使用本发明的粉末冶金用混合粉末制造的烧结部件,能够具有与以往的高强度烧结部件同等的高强度,并且也具有非常优良的切削性。

[0070] 所述滑石粉或块滑石的配合量优选在铁基混合粉末中共计约为 $0.01 \sim 0.5$ 质量%。这是由于:通过配合这些润滑剂 0.01 质量%以上,能够充分地提高加压成形时的成形体密度,并且能够充分地减少拔出成形体时的拔出力。另外,在得到切削性改善效果的情况下,优选添加 0.01 质量%以上。另外,在使用高强度烧结体用合金钢粉(例如铁基粉末例1)的情况下,为了确保更强力的切削性改善效果,优选使滑石粉和/或块滑石的添加量合计在 0.05 质量%以上。

[0071] 另一方面,配合量超过 0.5 质量%时,可能混合粉末的压缩性降低,将成形体进行烧结而得到的烧结材料的机械强度等降低。另外,更优选的上限为 0.3 质量%,为了使对烧结体的机械特性的影响几乎没有,优选在 0.2 质量%以下。

[0072] 另外,滑石粉优选具有单斜晶系或三斜晶系的结晶结构,块滑石优选具有单斜晶系的结晶结构,氮化硼优选具有六方晶系的结晶结构。

[0073] 另外,滑石粉或块滑石的尺寸优选粒径为约 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ 。

[0074] (脂肪酸酰胺)

[0075] 在本发明中,作为润滑剂至少配合一种脂肪酸酰胺。在此,作为脂肪酸酰胺,优选为选自脂肪酸单酰胺(硬脂酸单酰胺等)和脂肪酸双酰胺(乙撑双硬脂酰胺、甲撑双硬脂

酰胺等)中的一种以上。

[0076] 它们不仅作为润滑剂而且作为结合剂来发挥作用,通过使用它们,可有效地防止该铁基混合粉末的偏析、发尘,并且能够进一步提高流动性、成形性。另外,在脂肪酸酰胺中混合存在脂肪酸,但这并不是特别禁止的。

[0077] 上述脂肪酸酰胺的配合量优选在铁基混合粉末中约为 0.01 ~ 0.5 质量%。这是由于:配合量不足 0.01 质量%时,其添加效果甚微,另一方面超过 0.5 质量%时,压粉体的强度降低。更优选的下限,在铁基粉末为纯铁粉的情况下为 0.03 质量%、在合金钢粉的情况下为 0.05 质量%,更优选的上限为 0.4 质量%,在铁基粉末为纯铁粉的情况下进一步优选的上限为 0.3 质量%。

[0078] (金属皂)

[0079] 在本发明中,也可以配合金属皂。根据一直以来的看法,在此还将金属皂作为润滑剂处理。

[0080] 作为金属皂,可以列举出:硬脂酸锌、硬脂酸锂、硬脂酸钙等。其中,特别优选硬脂酸锌、硬脂酸锂等。

[0081] 金属皂的配合量优选在铁基混合粉末中约为 0.01 ~ 0.5 质量%。这是由于:配合量不足 0.01 质量%时,其添加效果甚微,另一方面超过 0.5 质量%时,压粉体的强度降低。更优选的下限量在 0.05 质量%以上,更优选的上限量为 0.3 质量%。

[0082] 脂肪酸酰胺和金属皂的合计添加量优选在 0.1 质量%以上且 1.0 质量%以下。更优选的下限为 0.2 质量%。更优选的上限为 0.6 质量%。

[0083] 另外,滑石粉、块滑石、脂肪酸酰胺以及金属皂的合计配合量优选在铁基混合粉末中约为 0.01 ~ 2.0 质量%。更优选的下限为 0.15 质量%,更优选的上限为 0.8 质量%。

[0084] (其他原料)

[0085] 在本发明的铁基混合粉末中没有特别需要其他添加物,可自由进一步添加表面改性剂(硅氧烷类等)等公知的添加剂约 0.5 质量%以下。

[0086] (混合粉末的制造方法)

[0087] 下面对本发明的铁基混合粉末的制造方法进行说明。

[0088] (第一方法)

[0089] 在铁基粉末中添加上述各原料(滑石粉、块滑石、脂肪酸酰胺、金属皂、合金用粉末等),进行一次混合。接着,将一次混合后的混合物加热至脂肪酸酰胺、金属皂中的至少一种的熔点以上并搅拌,混合的同时慢慢冷却。其结果,通过上述熔融的原料,在铁基粉末的表面固定合金用粉末或其他原料粉末。

[0090] 即,熔融而用于固定的原料还作为结合剂发挥作用。

[0091] (第二方法)

[0092] 与第一方法类似,但仅将上述原料的一部分添加到铁基粉末中,进行一次混合后,还可以添加余量来进行二次混合。二次混合后的原料在游离状态下存在于混合粉末中。特别优选的一例是:将金属皂的至少一部分进行二次混合,将剩余原料供于一次混合,并且作为上述结合剂使用脂肪酸酰胺或其与金属皂的共融物的方法。在该方法中,能够使在铁基粉末中配合的各原料的添加量最少。

[0093] 另外,作为铁基粉末与各原料的混合设备,没有特别限制,可任意使用以往公知的

混合机。其中,容易加热的、高速底部搅拌式混合机 (high-speed mixer)、旋转盘型混合机 (counter current mixer)、旋转锄型混合机 (plough share mixer) 以及圆锥行星螺旋形混合机 (conical mixer) 等特别有利地适合。

[0094] (成形体以及烧结体的制造方法)

[0095] 下面,对使用本发明的铁基混合粉末的铁基粉末成形体的制造方法及铁基粉末烧结体(烧结部件)的制造方法进行说明。

[0096] 本发明的铁基混合粉末能够通过通常的成形方法来制成成形体。具体来说,将铁基混合粉末填充到模具,并进行压粉成形。作为压粉成形的一般优选条件,加压优选为 400 ~ 1000MPa。另外,也可以将模具加热至 50 ~ 70℃。或者,也可以将粉末冶金用混合粉末和模具加热至 80 ~ 130℃。

[0097] 另外,本发明的铁基混合粉末在常温下也能够充分高密度地成形,从生产率的观点出发优选常温成形。尽管如此,但将铁基混合粉末、模具加热或在模具上涂敷润滑剂是有利的。

[0098] 在加热气氛下进行成形的情况下,铁基混合粉末、模具的温度优选不足 100℃。这是由于:本发明的铁基混合粉末富于压缩性,因而即使在不足 100℃的温度下也显示优良的成形性,另外,达到 100℃以上时可能产生由氧化引起的劣化。更优选在 80℃以下。

[0099] 接着从模具取出如上所述地得到的高密度铁基粉末成形体,实施烧结处理而制成高密度的烧结体。对于烧结处理,没有特别限定,可适宜使用以往公知的烧结处理方法中的任一种。烧结优选加热温度为 1100 ~ 1600℃,加热时间为 10 ~ 60 分钟。

[0100] 通过这样进行烧结,得到具有优良的强度和切削性的烧结部件(在使用合金钢粉的情况下特别是高强度烧结部件)。

[0101] 在进行烧结后,根据需要实施浸碳淬火(气体浸碳热处理)、光亮淬火、高频淬火、浸碳氮化热处理等热处理,能够进一步提高(高强度)烧结部件的强度。另外,也可以实施回火处理。

[0102] 实施例

[0103] 下面,根据实施例对本发明进行具体说明。

[0104] 表 1 中表示在实施例 1 至 4 中用作铁基粉末的各种粉末冶金用铁粉(平均粒径均为约 80 μm)的种类。特别是在合金钢粉的情况下,表示是完全合金化钢粉、是部分合金化钢粉、以及是使合金成分在完全合金化钢粉中部分扩散的混合钢粉的区别。

[0105] 表 1

[0106]

记号	铁基粉末的种类	合金钢粉的区分
A	雾化纯铁粉	—
B	还原纯铁粉	—
C	Fe-2% Cu	部分合金化钢粉
D	Fe-4% Ni-1.5% Cu-0.5% Mo	部分合金化钢粉

E	Fe-2% Ni-1% Mo	部分合金化钢粉
F	Fe-0.5% Ni-0.5% Mo	完全合金化钢粉
G	Fe-0.6% Mo	完全合金化钢粉
H	(Fe-0.6% Mo)-[0.2% Mo]	混合钢粉 *
I	Fe-0.45% Mo	完全合金化钢粉
J	(Fe-0.45% Mo)-[0.15% Mo]	混合钢粉 *
K	(Fe-1.5% Mo)-[2% Ni]	混合钢粉 *

[0107] (实施例 1)

[0108] 在表 2 所示的各种铁基粉末、天然石墨粉 (平均粒径 : $5\mu\text{m}$) 和 / 或铜粉 (平均粒径 : $25\mu\text{m}$) 中添加各种润滑剂粉末 (一次添加剂), 用高速底部搅拌式混合机进行混合的同时加热至 140°C 后, 冷却至 60°C 以下, 再添加各种润滑剂粉末 (二次添加剂), 以 500rpm 搅拌 1 分钟后, 从混合机排出混合粉末。将一次及二次添加剂的种类和配合量一并记入表 2 中。润滑材料的添加量 (质量份) 用外数表示铁基粉末、天然石墨粉和铜粉相对于合计质量 100% 的比率, 与用内数表示的数值大致相同。另外, 滑石粉粉末、块滑石粉末的平均粒径分别为 $6\mu\text{m}$ 、 $4\mu\text{m}$ 。

[0109] 另外, 为了比较, 准备在与上述相同的铁基粉末、天然石墨粉和 / 或铜粉的组成的粉末中添加 0.8 质量% 的硬脂酸锌并用 V 型容器旋转式混合机进行混合而成的混合粉末 (参照表 3)。该比较材料为在常温成形中通常使用的组成。

[0110] 接着, 将所得到的铁基混合粉末在室温下填充到内径为 11mm 的超硬质平板模具中, 以 490MPa 和 686MPa 进行加压成形。此时, 测定从模具拔出成形体时的拔出力以及所得到的成形体的压粉密度。

[0111] 另外, 相对于所得到的铁基混合粉末, 另行进行了切削试验用的试验片 (外径 60mm、内径 20mm、长度 30mm) 的压粉成形。使压粉成形的施加压力为 590MPa。烧结在 RX 气体气氛中进行, 使加热温度为 1130°C , 加热时间为 20 分钟。评价切削性时, 使用金属陶瓷的切削工具进行切削速度 200m/ 分钟、送给 0.1mm/ 次、切入深度 0.3mm、切削距离 1000m 的切削试验, 测定了切削工具后面的磨损宽度。切削工具后面的磨损宽度越小, 表示烧结体的切削性越优良。

[0112] 所得到的结果如表 4 所示。

[0113] 表 2

[0114]

	铁基粉末		天然石墨粉 (质量%)	铜粉		一次添加润滑剂*		二次添加润滑剂*	
	种类	配合量 (质量%)		种类	配合量 (质量%)	种类	配合量 (质量%)	种类	配合量 (质量%)
发明 例1	C	99.4	0.6	—	0	STAM	0.1	块滑石	0.1
						EBS	0.1	STZN	0.02
						—	—	EBS	0.08
						—	—	STLI	0.1
发明 例2	A	97.2	0.8	电解 铜粉	2.0	STAM	0.1	STZN	0.1
						EBS	0.1	EBS	0.02
						块滑石	0.1	STLI	0.08
						—	—	—	—
发明 例3	A	97.9	0.6	雾化 铜粉	1.5	STAM	0.1	STZN	0.02
						EBS	0.1	EBS	0.08
						块滑石	0.1	STLI	0.1
						—	—	—	—
发明 例4	B	97.2	0.8	电解 铜粉	2.0	STAM	0.1	块滑石	0.1
						EBS	0.1	STZN	0.02
						—	—	EBS	0.08
						—	—	STLI	0.1
发明 例5	D	99.7	0.3	—	0	STAM	0.1	STZN	0.02
						EBS	0.1	EBS	0.08
						块滑石	0.1	STLI	0.1
						—	—	—	—
发明 例6	F	99.5	0.5	—	0	STAM	0.1	块滑石	0.1
						EBS	0.1	STZN	0.02
						—	—	EBS	0.08
						—	—	STLI	0.1
发明 例7	G	97.5	0.5	电解 铜粉	2.0	STAM	0.1	滑石粉	0.1
						EBS	0.1	STZN	0.02
						—	—	EBS	0.08
						—	—	STLI	0.1
发明 例8	H	99.5	0.5	—	0	STAM	0.1	滑石粉	0.1
						EBS	0.1	STZN	0.02
						—	—	EBS	0.08
						—	—	STLI	0.1
发明 例9	I	97.2	0.8	雾化 铜粉	2.0	STAM	0.1	块滑石	0.1
						EBS	0.1	STAM	0.04
						—	—	EBS	0.04
						—	—	STZN	0.02
						—	—	STLI	0.1

[0115] *EBS :乙撑双硬脂酰胺, STZN :硬脂酸锌, STAM :脂肪酸单酰胺, STLI :硬脂酸锂

[0116] 表 3

[0117]

	铁基粉末		天然石墨粉(质量%)	铜粉		添加润滑剂*
	种类	配合量 (质量%)		种类	配合量 (质量%)	
比较例1	C	99.4	0.6	—	0	0.8质量% STZN
比较例2	A	97.2	0.8	电解铜粉	2.0	0.8质量% STZN
比较例3	A	97.9	0.6	雾化铜粉	1.5	0.8质量% STZN
比较例4	B	97.2	0.8	电解铜粉	2.0	0.8质量% STZN
比较例5	D	99.7	0.3	—	0	0.8质量% STZN
比较例6	F	99.5	0.5	—	0	0.8质量% STZN
比较例7	G	97.5	0.5	电解铜粉	2.0	0.8质量% STZN
比较例8	H	99.5	0.5	—	0	0.8质量% STZN
比较例9	I	97.2	0.8	雾化铜粉	2.0	0.8质量% STZN

[0118] *STZN :硬脂酸锌

[0119] 表 4

[0120]

	铁基粉末	压粉密度(Mg/m ³)		拔出力(MPa)		切削工具
	种类	490MPa 成形时	686MPa 成形时	490MPa 成形时	686MPa 成形时	后面磨损 (mm)
发明例1	C	6.99	7.25	13	18	0.15
发明例2	A	7.01	7.26	13	18	0.20
发明例3	A	7.00	7.26	13	17	0.18
发明例4	B	6.86	7.09	11	20	0.21
发明例5	D	7.00	7.25	13	17	0.48
发明例6	F	6.91	7.19	14	18	0.15
发明例7	G	6.96	7.21	12	18	0.05
发明例8	H	6.98	7.22	11	18	0.12
发明例9	I	6.98	7.22	12	20	0.03
比较例1	C	6.96	7.11	11	19	0.35
比较例2	A	6.97	7.12	12	18	0.55
比较例3	A	6.97	7.12	12	17	0.48
比较例4	B	6.81	6.99	10	18	0.58
比较例5	D	6.94	7.15	13	18	0.98
比较例6	F	6.84	7.09	14	19	0.43
比较例7	G	6.85	7.08	13	19	0.22
比较例8	H	6.85	7.09	12	19	0.31
比较例9	I	6.85	7.09	13	20	0.11

[0121] 比较表 2 至表 4 所示的发明例 1 至 9 与比较例 1 至 9 可知,通过使用根据本发明的润滑剂作为润滑剂,即使是室温成形,也能够不增加太多的拔出力而得到高密度的压粉体,并且还显著改善切削性。

[0122] (实施例 2)

[0123] 在表 5 所示的各种铁基粉末、天然石墨粉和 / 或铜粉中添加各种润滑剂(一次添加剂),用高速底部搅拌式混合机进行混合的同时加热至 140℃后,冷却至 60℃以下,再添加各种润滑剂(二次添加剂),以 500rpm 搅拌 1 分钟后,从混合机排出混合粉末。将一次及二次添加剂的种类和配合量一并记入表 5 中。所使用的原料与实施例 1 相同为表 1 中记载的原料。

[0124] 另外,为了比较,准备在与上述相同的铁基粉末、天然石墨粉和 / 或钢粉的组成的粉末中添加 0.6 质量%的乙撑双硬脂酰胺并用 V 型容器旋转式混合机进行混合得到的混合

粉末（比较材料）。

[0125] 接着,将所得到的室温的各铁基混合粉末填充到预先加热以使腔室壁面温度成为 80℃的内径为 11mm 的超硬质平板模具中,以 490MPa 和 686MPa 进行加压成形。此时,测定从模具拔出成形体时的拔出力以及所得到的成形体的压粉密度。

[0126] 另外,将比较材料加热至一般温成形的成形条件、即 120℃后,将模具填充到加热至 130℃的内径为 11mm 的超硬质平板模具中,以 490MPa 和 686MPa 进行加压成形。此时,测定从模具拔出成形体时的拔出力以及所得到的成形体的压粉密度。

[0127] 另外,与实施例 1 相同地将切削试验用试验片压粉成形,考察切削性。

[0128] 所得到的结果如表 6 所示。

[0129] 表 5

[0130]

	铁基粉末		天然石墨粉(质量%)	铜粉		一次添加润滑剂*		二次添加润滑剂*	
	种类	配合量(质量%)		种类	配合量(质量%)	种类	配合量(质量%)	种类	配合量(质量%)
发明例10	A	97.2	0.8	电解铜粉	2.0	STAM	0.1	滑石粉	0.1
						EBS	0.1	STZN	0.02
						—	—	EBS	0.08
						—	—	STLI	0.1
发明例11	D	99.7	0.3	—	0	STAM	0.1	STZN	0.02
						EBS	0.1	EBS	0.08
						块滑石	0.1	STLI	0.1
发明例12	H	99.35	0.65	—	0	STAM	0.1	滑石粉	0.1
						EBS	0.1	STZN	0.02
						—	—	EBS	0.08
						—	—	STLI	0.1
发明例13	E	99.4	0.6	—	0	STAM	0.05	块滑石	0.1
						EBS	0.05	STZN	0.02
						—	—	EBS	0.08
						—	—	STLI	0.1
发明例14	J	99.35	0.65	—	0	STAM	0.1	块滑石	0.1
						EBS	0.1	STAM	0.04
						—	—	EBS	0.04
						—	—	STZN	0.02
						—	—	STLI	0.1
发明例15	K	99.7	0.3	—	0	STAM	0.05	块滑石	0.1
						EBS	0.05	STAM	0.04
						—	—	EBS	0.04
						—	—	STZN	0.02
						—	—	STLI	0.1
比较例10	A	97.2	0.8	电解铜粉	2.0	0.6质量% EBS			
比较例11	D	99.7	0.3	—	0	0.6质量% EBS			
比较例12	H	99.35	0.65	—	0	0.6质量% EBS			
比较例13	E	99.4	0.6	—	0	0.6质量% EBS			
比较例14	J	99.35	0.65	—	0	0.6质量% EBS			
比较例15	K	99.7	0.3	—	0	0.6质量% EBS			

[0131] *EBS :乙撑双硬脂酰胺, STZN :硬脂酸锌, STAM :脂肪酸单酰胺, STLI :硬脂酸锂

[0132] 表 6

[0133]

	铁基粉末	压粉密度(Mg/m ³)		拔出力(MPa)	
	种类	490MPa 成形时	686MPa 成形时	490MPa 成形时	686MPa 成形时
发明例10	A	7.10	7.30	14	15
发明例11	D	7.05	7.30	16	17
发明例12	H	7.01	7.26	18	19
发明例13	E	7.04	7.29	15	18
发明例14	J	7.02	7.27	18	20
发明例15	K	6.99	7.24	18	21
比较例10	A	7.11	7.30	15	16
比较例11	D	7.11	7.32	16	18
比较例12	H	7.03	7.27	17	20
比较例13	E	7.09	7.30	15	19
比较例14	J	7.02	7.27	17	19
比较例15	K	6.98	7.23	19	22

[0134] 由表 5 至表 6 所示的发明例 10 至 15 与比较例 10 至 15 的比较可知,通过添加本发明的一次及二次添加剂作为润滑剂,仅将模具加热至不足 100℃的较低的温度,不加热混合粉末也能够不增加拔出力而得到与一般的温成形材料相同的高密度的压粉体。

[0135] 另外,各发明例的后面磨损宽度 (mm),降低至相同系统 (编号) 的比较例的约 20 ~ 40%,关于切削性也发现显著的改善。

[0136] (实施例 3)

[0137] 在表 7 所示的各种铁基粉末、天然石墨和 / 或铜粉中添加各种润滑剂 (一次添加剂),用高速底部搅拌式混合机进行混合的同时加热至 140℃后,冷却至 60℃以下,再添加各种润滑剂 (二次添加剂),以 500rpm 搅拌 1 分钟后,从混合机排出混合粉末。将一次及二次添加剂的种类和配合量一并记入表 7 中。所使用的原料与实施例 1 相同。

[0138] 并且,为了比较,制作了添加各重量的乙撑双硬脂酰胺并用 V 型容器旋转式混合机进行混合而成的混合粉末。

[0139] 接着,将所得到的各铁基混合粉末加热到 60℃后,填充到预先加热以使腔室壁面温度成为 80℃且在壁面上涂敷硬脂酸锂粉末的内径为 11mm 的超硬质平板模具中,以 490MPa 和 686MPa 进行加压成形。此时,测定从模具拔出成形体时的拔出力以及所得到的成形体的压粉密度。

[0140] 另外,将比较材料加热至一般温成形的成形条件、即 120℃后,将模具填充到加热至 130℃的内径为 11mm 的超硬质平板模具中,以 490MPa 和 686MPa 进行加压成形。此时,测定从模具拔出成形体时的拔出力以及所得到的成形体的压粉密度。

[0141] 另外,与实施例 1 同样地将切削试验用试验片进行压粉成形,考察切削性。

[0142] 所得到的结果如表 8 所示。

[0143] 表 7

[0144]

	铁基粉末		天然石墨粉(质量%)	铜粉		一次添加润滑剂*		二次添加润滑剂*	
	种类	配合量(质量%)		种类	配合量(质量%)	种类	配合量(质量%)	种类	配合量(质量%)
发明例16	A	97.2	0.8	电解铜粉	2.0	STAM	0.2	块滑石	0.2
						EBS	0.2	STZN	0.04
						—	—	EBS	0.16
发明例17	G	99.35	0.65	—	0	STAM	0.1	滑石粉	0.1
						EBS	0.1	STZN	0.02
						—	—	EBS	0.08
						—	—	STLI	0.1
比较例16	A	97.2	0.8	电解铜粉	2.0	0.6质量% EBS			
比较例17	G	99.35	0.65	—	0	0.6质量% EBS			

[0145] *EBS :乙撑双硬脂酰胺, STZN :硬脂酸锌, STAM :脂肪酸单酰胺, STLI :硬脂酸锂

[0146] 表 8

[0147]

	铁基粉末	成形温度		压粉密度(Mg/m ³)		拔出力(MPa)	
	种类	粉末(°C)	模具(°C)	490MPa成形时	686MPa成形时	490MPa成形时	686MPa成形时
发明例16	A	60	80	6.90	7.19	8	11
发明例17	G	60	80	7.04	7.29	15	19
比较例16	A	120	130	6.94	7.2	9	12
比较例17	G	120	130	7.00	7.26	16	19

[0148] 由表 7 至表 8 所示的发明例 16 与比较例 16 以及发明例 17 与比较例 17 的比较可知,通过添加本发明的一次及二次添加剂作为润滑剂,仅将模具和粉末加热至不足 100℃的较低的温度,就能够以非常小的拔出力使与一般的温成形材料相同的高密度成形体成形。

[0149] 另外,各发明例的后面磨损宽度(mm),降低至相同系统(编号)的比较例的约 25 ~ 35%,关于切削性也发现显著的改善。

[0150] (实施例 4)

[0151] 在表 9 所示的各种铁基粉末、天然石墨粉和 / 或铜粉中添加各种润滑剂(一次添加剂),用高速底部搅拌式混合机进行混合的同时加热至 140℃后,冷却至 60℃以下,再添加各种润滑剂(二次添加剂),以 500rpm 搅拌 1 分钟后,从混合机排出混合粉末。将一次及二次添加剂的种类和配合量一并记入表 9 中。所使用的原料与实施例 1 相同。另外,比较例 20 进行以下处理,添加块滑石粉末来代替一次、二次添加,并通过高速底部搅拌式混合机以相同条件进行混合。

[0152] 接着,将所得到的各铁基混合粉末在室温下填充到内径为 11mm 的超硬质平板模具中,以 490MPa 和 686MPa 进行加压成形。此时,测定从模具拔出成形体时的拔出力以及所得到的成形体的压粉密度。

[0153] 另外,相对于所得到的铁基混合粉末,另行进行了依据日本粉末冶金工业会 JPMAM04-1992 的拉伸试验片和切削试验用的试验片(外径 60mm、内径 20mm、长度 30mm)的压粉成形。使压粉成形的施加压力为 590MPa。烧结在 RX 气体气氛中进行,使加热温度在 1130℃,加热时间为 20 分钟。切削性的评价法与实施例 1 相同。

[0154] 所得到的结果如表 10 所示。

[0155] 表 9

[0156]

	铁基粉末		天然石墨 粉(质量%)	铜粉		一次添加润滑剂*		二次添加润滑剂*	
	种类	配合量 (质量%)		种类	配合量 (质量%)	种类	配合量 (质量%)	种类	配合量 (质量%)
比较 例18	D	99.4	0.6	—	0	STAM	0.1	STLI	0.1
						EBS	0.1	STZN	0.02
						—	—	EBS	0.08
发明 例18	D	99.4	0.6	—	0	STAM	0.1	块滑石	0.05
						EBS	0.1	STLI	0.1
						—	—	STZN	0.02
发明 例19	D	99.4	0.6	—	0	—	—	EBS	0.08
						STAM	0.1	块滑石	0.1
						EBS	0.1	STLI	0.1
发明 例20	D	99.4	0.6	—	0	—	—	STZN	0.02
						—	—	EBS	0.08
						STAM	0.1	块滑石	0.2
发明 例21	D	99.4	0.6	—	0	EBS	0.1	STLI	0.1
						—	—	STZN	0.02
						—	—	EBS	0.08
比较 例19	D	99.4	0.6	—	0	STAM	0.1	块滑石	0.3
						EBS	0.1	STLI	0.1
						—	—	STZN	0.02
发明 例22	I	97.2	0.8	—	0	—	—	EBS	0.08
						STAM	0.1	块滑石	0.6
						EBS	0.1	STLI	0.1
比较 例20	I	97.2	0.8	—	0	—	—	STZN	0.02
						—	—	EBS	0.08
						STAM	0.1	块滑石	0.1
发明 例23	I	97.2	0.8	—	0	EBS	0.1	STLI	0.1
						STZN	0.1	—	—
						块滑石	0.1	—	—
比较 例21	I	97.2	0.8	—	0	STAM	0.2	块滑石	0.1
						EBS	0.2	—	—
						STZN	0.2	块滑石	0.1
								STLI	0.2

[0157] *EBS:乙撑双硬脂酰胺, STZN:硬脂酸锌, STAM:脂肪酸单酰胺, STLI:硬脂酸锂

[0158] 表 10

[0159]

	铁基粉末	压粉密度(Mg/m ³)		拔出力(MPa)		烧结体	切削工具
	种类	490MPa 成形时	686MPa 成形时	490MPa 成形时	686MPa 成形时	拉伸强度 (MPa)	后面磨损 (mm)
比较例18	D	6.99	7.24	14	18	630	0.92
发明例18	D	6.99	7.25	13	17	625	0.65
发明例19	D	7.00	7.25	12	16	610	0.54
发明例20	D	6.97	7.23	13	17	590	0.51
发明例21	D	6.95	7.21	13	18	550	0.45
比较例19	D	6.94	7.20	15	19	490	0.43
发明例22	I	6.99	7.23	12	18	620	0.03
比较例20	I	由于粘住而不能成形					
发明例23	I	6.98	7.22	13	19	630	0.05
比较例21	I	6.96	7.20	20	20	610	0.06

[0160] 由表 9 至表 10 所示的发明例 18 至 21 与比较例 18、19 的比较可知,在本发明的范围内添加有块滑石等的铁基混合粉末,不增加拔出力就能够得到高密度的压粉体。另外,添加块滑石等超过 0.5 质量%的比较例 19,其机械特性的降低较大。并且,从机械特性的观点出发,由发明例 18 至 21 可知,块滑石等的添加量更优选在 0.2 质量%以下。

[0161] 另外,由发明例 22、23 与比较例 20、21 的比较可知,为了不增加拔出力而得到高密度的压粉体,需要与块滑石等一起添加脂肪酸酰胺。另外可知,通过进一步添加金属皂,能够显著改善烧结体的切削性。

[0162] (实施例 5)

[0163] 通过水雾化法制造表 11 中所示成分的水雾化合金钢粉。Mn、Mo 以外的余量为 Fe 和不可避免的杂质。在其水雾化合金钢粉中,以表 11 所示的比例添加 Cu 粉、石墨粉、滑石粉、块滑石。另外,水雾化钢粉中的 Mo 含量、Mn 含量(质量%)以及在水雾化钢粉中添加的 Cu 粉、石墨粉、滑石粉、块滑石的添加量(质量%),均以内数表示在粉末冶金用混合粉末的质量中所占的比率。

[0164] 另外,以表 11 所示的比例添加润滑材料。润滑材料的添加量(质量份)以外数表示相对于混合水雾化合金钢粉与添加剂而得到的粉末冶金用混合粉末的质量(100 质量份)的比率(其中与以内数表示的数值大致相同)。

[0165] 接着,将用 V 型混合器混合而得到的粉末冶金用混合粉末填充到模具,进行依据日本粉末冶金工业会 JPMA M04-1992 的拉伸试验片和切削试验用的试验片(外径 60mm、内径 20mm、长度 30mm)的压粉成形。使压粉成形的施加压力为 590MPa。烧结在 RX 气体气氛中进行,使加热温度在 1130℃,加热时间为 20 分钟。

[0166] 通过拉伸试验得到的拉伸强度如表 11 所示。

[0167] 评价切削性时,使用金属陶瓷的切削工具进行切削速度 200m/分钟、送给 0.1mm/次、切入深度 0.3mm、切削距离 1000m 的切削试验,测定切削工具后面的磨损宽度。其结果如

表 11 所示。切削工具后面的磨损宽度越小,表示烧结体的切削性越优良。

[0168] 在表 11 中,发明例是使用满足本发明范围的粉末冶金用混合粉末的例子,比较例是使用脱离本发明范围的粉末冶金用混合粉末的例子。No. 22 的现有例是在使用一直以来实用化的 Fe-4Ni-1.5Cu-0.5Mo 系的水雾化合金钢粉的粉末冶金用混合粉末中配合现有的润滑剂的例子。No. 22 的合金元素中标记的数值表示质量%。

[0169] 表 11

[0170]

No	粉末冶金用混合粉末(质量%)*1						润滑材料1		润滑材料2		烧结体	切削工具	备注
	水雾化合金钢粉		Cu粉	石墨粉	滑石粉	块滑石	种类*2	添加量(质量份)*3	种类*2	添加量(质量份)*3	拉伸强度(MPa)	后面磨损(mm)	
	Mo	Mn											
1	0.45	0.21	0.0	0.8	0.1	-	EBS	0.4	-	-	380	0.04	发明例
2	0.45	0.21	1.5	0.8	0.1	-	EBS	0.4	-	-	520	0.08	发明例
3	0.45	0.21	2.0	0.8	0.1	-	EBS	0.4	-	-	630	0.08	发明例
4	0.45	0.21	3.0	0.8	0.1	-	EBS	0.4	-	-	650	0.15	发明例
6	0.45	0.05	2.0	0.8	-	0.1	STAM	0.2	STZN	0.2	480	0.02	比较例
7	0.45	0.12	2.0	0.8	-	0.1	STAM	0.2	STZN	0.2	550	0.02	发明例
8	0.45	0.19	2.0	0.8	-	0.1	STAM	0.2	STZN	0.2	640	0.04	发明例
10	0.2	0.20	2.0	0.8	0.1	0.1	STAM	0.4	-	-	430	0.07	发明例
11	0.3	0.20	2.0	0.8	0.1	0.1	STAM	0.4	-	-	540	0.07	发明例
12	0.5	0.20	2.0	0.8	0.1	0.1	STAM	0.4	-	-	630	0.07	发明例
14	0.45	0.21	2.0	0.4	0.1	-	EBS	0.5	-	-	410	0.05	发明例
15	0.45	0.21	2.0	0.6	0.1	-	EBS	0.5	-	-	530	0.05	发明例
16	0.45	0.21	2.0	0.9	0.1	-	EBS	0.5	-	-	620	0.10	发明例
18	0.45	0.21	2.0	0.8	-	-	EBS	0.3	STLI	0.15	650	0.30	比较例
19	0.45	0.21	2.0	0.8	-	0.3	EBS	0.3	STLI	0.15	640	0.02	发明例
20	0.45	0.21	2.0	0.8	-	0.5	EBS	0.3	STLI	0.15	600	0.02	发明例
21	0.45	0.21	2.0	0.8	-	0.7	EBS	0.3	STLI	0.15	460	0.01	比较例
22	Fe-4Ni-1.5Cu-0.5Mo			0.6	-	-	EBS	0.5	EBS	0.5	590	0.48	现有例

[0171] *1 在粉末冶金用混合粉末的质量中所占比率(内数)

[0172] *2EBS:乙撑双硬脂酰胺,STZN:硬脂酸锌,STAM:脂肪酸单酰胺,STLI:硬脂酸锂

[0173] *3 相对于粉末冶金用混合粉末 100 质量份的比率(外数)

[0174] 由表 11 可知,特别由发明例的粉末冶金用混合粉末得到的烧结体,其机械特性和切削性均优良。特别是在现有例中,烧结体的切削性显著差。

[0175] 在水雾化合金钢粉含有 Mo:0.3~0.5 质量%和 Mn:0.1~0.25 质量%、并且含有 Cu 粉:1~3 质量%和石墨粉:0.5~1.0 质量%的情况下,能够得到拉伸强度在 500MPa 以上、且切削性优良的烧结体。

[0176] 产业上利用的可能性

[0177] 根据本发明,即使在室温程度的较低的温度下成形,也能够得到成形密度高且拔出力的铁基混合粉末。另外,根据适合的本发明,能够得到适合于制造具有优良的切削性的烧结部件、特别是高强度烧结部件的粉末冶金用混合粉末。

[0178] 另外,根据本发明,通过将上述铁基混合粉末作为原料,能够得到成形密度高的铁

基粉末成形体、以及烧结密度高或切削性还优良的铁基粉末烧结体。