



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101573196 B

(45) 授权公告日 2011.07.13

(21) 申请号 200780048806.6

C22C 33/02 (2006.01)

(22) 申请日 2007.12.28

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

0602838-5 2006.12.29 SE  
60/877,649 2006.12.29 US

US 5256185 A, 1993.10.26, 权利要求 1.  
CN 1498145 A, 2004.05.19, 权利要求 1-2.  
JP 特开平 1-225749 A, 1989.09.08, 全文.  
JP 特开昭 59-323 A, 1984.01.05, 全文.  
JP 特开昭 53-92306 A, 1978.08.14, 全文.  
US 4643765 A, 1987.02.17, 权利要求 1.

(85) PCT 申请进入国家阶段日

2009.06.29

(86) PCT 申请的申请数据

PCT/SE2007/051086 2007.12.28

审查员 张建升

(87) PCT 申请的公布数据

W02008/082353 EN 2008.07.10

(73) 专利权人 霍加纳斯股份有限公司

地址 瑞典霍加纳斯

(72) 发明人 M·拉松

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 林柏楠 刘金辉

(51) Int. Cl.

B22F 1/02 (2006.01)

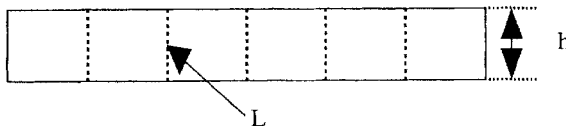
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

(54) 发明名称

粉末、制造零件的方法以及零件

(57) 摘要

本发明涉及用于零件的粉末冶金制造的粉末。特别地,本发明涉及用于零件的粉末冶金制造的铁或铁基粉末。其尤其适于制造希望具有自润滑性质的零件。本发明进一步涉及由所述粉末制造零件的方法以及由此制得的零件。本发明的扩散粘结粉末包含铁或铁基颗粒以及与铁或铁基颗粒扩散粘结的颗粒。所述与铁或铁基颗粒扩散粘结的颗粒包含 Cu 和 5 至 15 重量% Sn 的合金。本发明的零件至少部分由该扩散粘结粉末形成。



1. 扩散粘结粉末,其包含铁或铁基颗粒和与铁或铁基颗粒扩散粘结的颗粒,其中所述与铁或铁基颗粒扩散粘结的颗粒包含 Cu 和 5 至 15 重量% Sn 的合金。
2. 根据权利要求 1 的扩散粘结粉末,其中 50 至 90 重量%是铁或铁基颗粒。
3. 根据权利要求 1 或 2 的扩散粘结粉末,其中 10 至 50 重量%是与铁或铁基颗粒扩散粘结的颗粒。
4. 根据权利要求 1 或 2 的扩散粘结粉末,其中所述与铁或铁基颗粒扩散粘结的颗粒包含 85 至 95 重量%的 Cu。
5. 根据权利要求 1 或 2 的扩散粘结粉末,其中所述与铁或铁基颗粒扩散粘结的颗粒具有下述粒度分布:其中重均粒度  $X_{50}$  为 1 至 15 微米。
6. 根据权利要求 5 的扩散粘结粉末,其中重均粒度  $X_{50}$  为 1 至 10 微米。
7. 根据权利要求 1 或 2 的扩散粘结粉末,进一步包含以 0.5 至 2 重量%的量加入的石墨。
8. 制造零件的方法,包括:
  - 提供根据权利要求 1 至 7 任一项的粉末,
  - 在 200 至 600MPa 的压力压制粉末,从而得到粉末压块,
  - 将所述粉末压块烧结。
9. 根据权利要求 8 的制造零件的方法,进一步包括在压制前将粉末与润滑剂混合。
10. 一种零件,其至少部分由根据权利要求 1 至 7 任一项的扩散粘结粉末制造。
11. 根据权利要求 10 的零件,包含润滑物。
12. 根据权利要求 10 或 11 的零件,其密度为 5.5 至 6.5g/cm<sup>3</sup>。
13. 制造扩散粘结粉末的方法,包括下述步骤:
  - 提供重均粒度  $X_{50} < 15$  微米的青铜粉末,
  - 将该青铜粉末与粒度小于 250 微米的铁或铁基粉末混合,
  - 将混合物在还原气氛中在 750 至 830°C 的温度退火 15 至 180 分钟,
  - 将经过退火的混合物粉碎成粉末,并筛分该粉末。
14. 根据权利要求 13 的制造扩散粘结粉末的方法,其中所述青铜粉末是被氧化的青铜。
15. 根据权利要求 13 或 14 的制造扩散粘结粉末的方法,其中所述青铜粉末的重均粒度  $X_{50} < 10$  微米。
16. 根据权利要求 13 或 14 的制造扩散粘结粉末的方法,其中在将混合物退火前已向青铜粉末和铁或铁基粉末的混合物中添加了粘合剂。

## 粉末、制造零件的方法以及零件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于零件的粉末冶金制造的粉末。特别地,本发明涉及用于零件的粉末冶金制造的铁或铁基粉末。其尤其适于制造希望具有自润滑性质的零件。本发明进一步涉及由所述粉末制造零件的方法以及由此制得的零件。

### 背景技术

[0002] 通常,粉末冶金制造技术的特征在于具有良好尺寸精度的零件的多系列制造。制造顺序通常起始于将金属粉末和润滑剂混合,以简化后面的压制操作。金属粉末可以是例如由预合金化的雾化颗粒形成的粉末、与粉末形态的合金化元素混合的粉末、或者其中合金化元素与金属基粉末扩散合金化或扩散粘结的粉末。然后将压实的(生坯)零件加热并保温,在该温度下,生坯零件通过烧结获得其关于强度、延展性等的最终性质。

[0003] 青铜粉通常用于制造烧结的自润滑轴承。使用青铜使得轴承具有有利的特性,例如运转安静和良好的耐磨性,青铜还不易于腐蚀。但为了降低成本,加入了铁粉末,以制造所谓稀释的青铜轴承。通常使用约 40 至 60 重量%的铁粉末。该轴承通常在小功率发电机及其应用中替代青铜轴承。

[0004] 扩散粘结粉末可由数种出版物获知。在 GB 专利 1162702(1965) 中公开了一种制备粉末的方法。在该方法中,使合金化元素与铁粉末颗粒扩散粘结(部分合金化)。将未合金化的铁粉末与例如铜和钼的合金化元素在还原气氛中在低于熔点的温度一起加热,以导致粉末的预合金化和附聚。在完全合金化之前停止加热,将得到的附聚物研磨至所需的尺寸。GB 专利 1595346(1976) 也公开了一种扩散粘结粉末。由铁粉末和铜或易于还原的铜化合物粉末的混合物制备该粉末。在所获粉末中铜与铁粉末扩散粘结,其特征在于高压缩性和低的分离和起尘风险。

[0005] JP 59-050101(1982) 中公开了在雾化粉末颗粒上提供铜的不同技术,其涉及含有至少 0.05 重量%的锡的雾化铁粉末。然后用铜层涂覆该粉末。

### 发明概要

[0006] 本发明的目的是提供适于制造零件(例如含有青铜的烧结轴承,尤其是含有青铜的自润滑轴承)的冶金粉末。

[0007] 另一目的是提供制造适于用作轴承的零件的方法。

[0008] 另一目的是提供适于用作轴承的零件。

[0009] 现已发现,通过制备含有与铁或铁基粉末扩散粘结的锡或铜的粉末,可获得冶金粉末(下文称作扩散粘结粉末),并且该新型扩散粘结粉末可用于制造与零件中青铜标称浓度相比具有意想不到的高表面青铜浓度的零件。由于青铜是昂贵的金属,这是显著的优势,因为这可以使用较少的青铜。本发明提供了一种方法和基于铁或铁基颗粒的扩散粘结粉末,与由青铜粉末和铁或铁基粉末的平常混合物制得的零件相比,其可以使用较少量的青铜。

[0010] 根据一个实施方案,被氧化的青铜粉末可用作制造扩散粘结粉末的原料。在本文中,被氧化的青铜粉末或青铜氧化物粉末可描述为含有铜、锡和氧的粉末,并且可由部分或全部氧化的青铜粉末制得,但可使用由任何制造方法制得的被氧化的青铜粉末。使用具有其中  $X_{50} < 15$  微米、优选  $< 10$  微米的粒度分布的被氧化青铜粉末有利于在扩散退火后用青铜部分地覆盖铁粉末颗粒。通过不添加作为元素粉末的锡,避免了在扩散退火过程中锡的熔融,从而较少的锡溶解于铁中,而是存在于青铜合金中。通过在较大程度上使青铜覆盖铁粉末颗粒,压制和烧结的部件(例如自润滑轴承)的表面将具有高于标称青铜含量的表面青铜浓度。

[0011] 由此,通过提供包含铁或铁基颗粒的、具有含有或包含与铁或铁基颗粒扩散粘结的 Cu 和 Sn 的粒子的扩散粘结粉末,本发明实现了上述目的。特别地,含有 Cu 和 Sn 的颗粒应包含 Cu 和 5 至 15 重量%的 Sn。

[0012] 使用扩散粘结粉末与使用相应单独的铁、铜和锡粉末的平常混合物或预合金化 Cu-Sn 合金相比的另一个优点是在处理粉末期间较少发生分离。

[0013] 优选实施方案在从属权利要求中给出。

[0014] 简而言之,根据本发明制备扩散粘结粉末的方法包括在低于合金化元素熔点的温度下、在还原气氛中将铁或铁基粉末与含有合金化元素锡和铜的化合物一起加热,使颗粒部分合金化(扩散粘结)和附聚。合金化元素锡和铜可以预合金化状态存在,即青铜粉末或被氧化青铜的粉末。然后将所获附聚物研磨至所需尺寸。

[0015] 在加热前,可通过使用少量粘合剂(例如 PEG)使含有合金化元素的化合物的小颗粒附着于铁颗粒上。

[0016] 根据本发明,合金化颗粒与铁颗粒的扩散粘结宜在炉中、在大气压下、以 750 至 830°C 的温度、在例如离解氨、 $H_2$  或  $N_2/H_2$  的还原气氛中进行 15 至 180 分钟。

[0017] 扩散粘结粉末中铁或铁基颗粒的含量为 50 至 90 重量%,扩散粘结粉末的其余部分包含 10 至 50 重量%的铜和锡以及不可避免的杂质。

[0018] 术语“铁基颗粒”描述了铁与一种或多种合金化元素合金化的颗粒。

[0019] 杂质是指以非常低的量存在以致不影响存在杂质的产品或方法的性能的组分。

[0020] 包含 Cu 和 Sn 的颗粒中 Sn 的量可以为 5 至 15 重量%,优选 8 至 12 重量%。当这些颗粒中 Sn 的量低于 5 重量%时,青铜材料变得过软,当这些颗粒中 Sn 的量高于 15 重量%时会形成次相。根据一个实施方案,这些颗粒由 Cu、Sn 和不可避免的杂质(例如少量的、即少于 0.5%的氧)组成。

[0021] 通过包括下述步骤的方法实现了提供制造零件的方法的目的:提供上述扩散粘结粉末,在 200 至 600MPa 的压力压制扩散粘结粉末,从而形成粉末压块,并将该粉末压块烧结。

[0022] 通过利用该方法制造零件,特定扩散粘结粉末、200 至 600MPa 的压制压力与烧结的结合产生了具有希望轴承材料具有的性能的零件,例如低摩擦、低磨损、高负载能力。通过改变压制压力,可以根据应用领域改变零件的密度并因此改变零件的强度和孔隙率。如果密度过低,强度将不够高;如果密度过高,则孔隙率过低而不能在零件中施用足够量的润滑物。

[0023] 通过由上述扩散粘结粉末制造的零件实现了提供适于用作轴承的零件的目的。该

零件具有涉及轴承应用的所需的性能。该零件适于利用上述方法制造。

[0024] 由上述方法制造的零件具有比零件中青铜标称浓度高的表面青铜浓度。在本文中，“标称浓度”是通过将加入青铜的量除以所用粉末的总量计算得出的浓度。

[0025] 烧结零件进一步包含润滑物。在本申请中，应当将术语“润滑物”与术语“润滑剂”区分开。润滑剂在压制操作方面使用，而润滑物用在烧结的零件中。通过在烧结零件中提供润滑物，利用空隙，可获得自润滑零件，例如轴承。根据实际应用领域，该润滑物可以为固体或液体。为了提供固体润滑物，在压制前，可以将粉末与 0.5 至 2 重量%的石墨混合。

[0026] 烧结零件可以具有 5 至 6.5g/cm<sup>3</sup> 的密度。零件的密度可根据应用领域而变化。如果密度过低，强度将不够高，如果密度过高，则孔隙率过低而不能在零件中施用足够量的润滑物。

[0027] 附图简述

[0028] 图 1 显示了具有 SEM 中扫描线的压制样品侧视图。

[0029] 优选实施方案的描述

[0030] 铁或铁基颗粒是例如水雾化的粉末或海绵铁粉末。适合的铁粉末是例如 NC100.24、SC100.26、ASC100.29、MH80.23。这些铁粉末的粒度低于 250 微米。

[0031] NC100.24 是可获自 **Höganäs** AB, Sweden 的海绵铁粉末，表观密度为约 2.45g/cm<sup>3</sup>，粒度基本低于 150 微米，小于 45 微米的颗粒的量约为 18%。

[0032] SC100.26 是可获自 **Höganäs** AB, Sweden 的海绵铁粉末，表观密度为约 2.65g/cm<sup>3</sup>，粒度基本低于 150 微米，小于 45 微米的颗粒的量约为 20%。

[0033] ASC100.29 是可获自 **Höganäs** AB, Sweden 的雾化铁粉末，表观密度为约 2.98g/cm<sup>3</sup>，粒度基本低于 150 微米，小于 45 微米的颗粒的量大约为 23%。

[0034] MH80.23 是可获自 **Höganäs** AB, Sweden 的海绵铁粉末，表观密度为约 2.30g/cm<sup>3</sup>，粒度基本低于 150 微米，小于 45 微米的颗粒的量约为 30%。

[0035] 含有 Cu 和 Sn 的颗粒包含 85 至 95 重量%的 Cu 和 5 至 15 重量%的 Sn。用于扩散粘结的包含 Cu 和 Sn 的合适粉末是 X<sub>50</sub> 为 1 至 15 微米、优选 1 至 10 微米的粉末。

[0036] 扩散粘结粉末包含 50 至 90 重量%的铁或铁基颗粒、10 至 50 重量%的与铁或铁基颗粒扩散粘结的颗粒。扩散粘结粉末可表示为稀释青铜。

[0037] 如下制造零件：任选地将扩散粘结粉末与润滑剂混合，在 200 至 600MPa 的压力压制粉末而形成粉末压块，然后将该粉末压块烧结。

[0038] 还可以在压制前将扩散粘结粉末与润滑剂混合，例如金属硬脂酸盐，例如硬脂酸锌，或蜡，例如亚乙基双硬脂酰胺 (EBS)。这有利于压制，并减少压制工具的磨损。

[0039] 在压制前还可以向扩散粘结粉末添加石墨，以在由粉末制得的零件中提供固体润滑物。

[0040] 烧结过程适于在低于青铜粉末液相形成温度的温度下进行。对于 Sn 含量为 10% 的青铜，液相形成温度为约 855℃，因而在 5 至 60 分钟的期间，优选的烧结温度为 800 至 830℃。烧结气氛可以是氢、氮和氢的混和物、离解氨或吸热型气体。

[0041] 由此制造的烧结零件将具有高于零件中青铜标称浓度的表面青铜浓度。由表 1 中可见，本发明的粉末显示出铜的表面浓度有明显的增加，而对比粉末并未显示出任何表面铜的增加。因为铜更易于分析，因此在本文中使用时铜的浓度测定青铜的浓度。

[0042] 在使用中,烧结零件宜包含润滑物。该润滑物的实例有矿物油、合成油、硅油或氟化油。可以通过例如浸渍零件将润滑物引入到轴承中。零件具有互联的孔隙,从而提供充足的润滑物接受空间。零件可以具有 5.5 至 6.5g/cm<sup>3</sup> 的密度。

### 实施例

[0043] 实施例 1

[0044] 本发明粉末

[0045] 以两种不同的量将 NC100.24 铁粉末和被氧化的青铜 (9 份 Cu 和 1 份 Sn, Cu/Sn 比率为 9 : 1) 混合,形成三种不同的样品。青铜粉末分别具有  $X_{50} = 2.2$  微米和 9.4 微米 ( $X_{50}$  表示重均粒度) 的粒度分布。

[0046] 为了防止细颗粒的分离,已使用 0.1% 的 PEG400 作为粘合剂。

[0047] 将混和物在 800°C、H<sub>2</sub> 气氛下退火 90 分钟。然后将经过退火的粉末粉碎 (碾磨),并以 212 微米的筛子筛分。青铜的含量为 20 重量% (样品 1 和 2) 和 25 重量% (样品 3)。

[0048] 在压制前将新材料与 0.8% 的亚乙基双硬脂酰胺混合。

[0049] 在 400MPa 压制粉末,并在离解氨气氛中 (75% 的 H<sub>2</sub>+25% 的 N<sub>2</sub>) 在 830°C 烧结零件 (长方形部件 90×12mm, h = 5mm) 20 分钟。

[0050] 对比粉末

[0051] 将 NC100.24 铁粉末与粒度低于 160 微米的 20% 预合金化的青铜粉末 (90% 的 Cu 和 10% 的 Sn) 添加剂和 0.8% 的亚乙基双硬脂酰胺混合。在 400MPa 压制粉末,在离解氨气氛中 (75% 的 H<sub>2</sub>+25% 的 N<sub>2</sub>) 在 830°C 烧结零件 (长方形部件 90×12mm, h = 5mm) 20 分钟。

[0052] 评价方法

[0053] 通过出自 Link 的 X 射线能量色散光谱仪 (EDS) 在 JEOL 5800 扫描电子显微镜中分析铜的分布。使用 20kV 的加速电压进行分析。在压缩样品的侧面 (加压过程中对着模壁的面) 分析铜的分布。根据图 1,对于每个样品在整个高度 (h) 进行 5 次行扫描 (L)。共扫描 22mm 的长度。沿着扫描线 (L) 的各分析点间的距离为 4 微米。

[0054] SEM 分析结果

[0055] 尽管总浓度相同,但是由于较好的分布,朝向模壁的表面 (相当于自润滑轴承的滑动面) 的 Cu 浓度高于由对比粉末制得的零件表面的 Cu 浓度。所有通过使用新粉末而制得的材料与由对比粉末制得的材料相比都具有较高的 Cu 表面浓度 (表 1)。尽管混合物中青铜粉末的初始量相同,新材料滑动面上总的 Cu 浓度平均值约对比材料 (元素混合物) 高 40%。

[0056] 样品的生坯和烧结密度显示于表 2。

[0057] 表 1

[0058]

样品	粉末	表面 Cu 浓度	相对于标称浓度的表面 Cu 浓度
对比	NC100.24+20%青铜粉末 90/10-160	17.3%	96%

1	NC100.24+20%青铜粉末 (2.2 微米)	25.2%	140%
2	SC100.26+25%青铜粉末 (2.2 微米)	33.4%	148%
3	NC100.24+20%青铜粉末 (9.4 微米)	25.5%	142%

[0059] 表 2

[0060]

样品	生坯密度 (g/cm <sup>3</sup> )	烧结密度 (g/cm <sup>3</sup> )
对比	6.68	6.71
1	6.47	6.44
2	6.53	6.51
3	6.47	6.45

[0061] 实施例 2

[0062] 本发明粉末

[0063] 将 NC100.24 铁粉末与被氧化的青铜粉末 (9 份 Cu 和 1 份 Sn, Cu/Sn 比率为 9 : 1) 混合, 形成样品 4。青铜粉末具有  $X_{50} = 5.4$  微米 ( $X_{50}$  表示重均粒度) 的粒度分布, 并且总氧含量为 13.8%。样品 4 中青铜的标称含量为 20 重量%。

[0064] 为了防止细颗粒的分离, 已在混合物中使用 0.1% 的 PEG400 作为粘合剂。

[0065] 将混和物在 800°C、H<sub>2</sub> 气氛下退火 90 分钟。然后将经过退火的粉末粉碎 (碾磨), 并以 212 微米的筛目筛分。

[0066] 在压制前将材料与 0.8% 的亚乙基双硬脂酰胺混合。

[0067] 在 400MPa 压制粉末, 并在离解氨气氛中 (75% 的 H<sub>2</sub>+25% 的 N<sub>2</sub>) 在 830°C 烧结零件 (长方形部件 30×12mm, h = 6mm) 20 分钟。

[0068] 对比粉末

[0069] 对比 2 : 将 NC100.24 铁粉末与粒度低于 160 微米的 20% 预合金化青铜粉末 (90% 的 Cu 和 10% 的 Sn) 添加剂和 0.8% 的亚乙基双硬脂酰胺混合。在 400MPa 压制粉末, 并在离解氨气氛中 (75% 的 H<sub>2</sub>+25% 的 N<sub>2</sub>) 在 830°C 烧结零件 (长方形部件 30×12mm, h = 6mm) 20 分钟。

[0070] 对比 3 : 将 NC100.24 铁粉末与具有  $X_{50} = 15.1$  微米的粒度分布、总氧含量为 11.5% 的氧化亚铜和具有  $X_{50} = 24.4$  微米的粒度分布的锡粉末混合。按比例加入氧化亚铜粉末和锡粉末, 以获得 9 : 1 的 Cu/Sn 比率。对比 3 中青铜的标称含量为 20%。

[0071] 为了防止细颗粒的分离, 已在混合物中使用 0.1% 的 PEG400 作为粘合剂。

[0072] 将混和物在 800°C、H<sub>2</sub> 气氛下退火 90 分钟。然后将经过退火的粉末粉碎 (碾磨), 并以 212 微米的筛子筛分。

[0073] 评价方法

[0074] 通过出自 Link 的 X 射线能量色散光谱仪 (EDS) 在 JEOL 5800 扫描电子显微镜中

分析铜的分布。使用 20kV 的加速电压进行分析。在压缩样品的侧面（加压过程中对着模壁的面）分析铜的分布。对于每个样品在 6.5mm 的总长度进行扫描 (L)。沿着扫描线 (L) 的各分析点间的距离为 4 微米。

[0075] SEM 分析结果

[0076] 样品 4 朝向模壁的表面（相当于自润滑轴承的滑动面）的 Cu 浓度比材料的标称铜浓度高 55%，而由对比粉末 2 制得的零件相同表面的 Cu 浓度低于标称铜浓度。锡的表面浓度显示出与铜相同的模式，样品 4 的表面浓度比标称含量高 29%，而由对比粉末 2 制得的零件相同表面的 Sn 浓度低于标称铜浓度。

[0077] 尽管样品 4、对比粉末 2 和对比粉末 3 在初始材料中具有相同的青铜总量，但最终材料滑动面的总铜和锡浓度的平均值分别比标称含量高大约 55% 和 29%。不在本发明范围内的对比材料 2（元素混合物）和对比材料 3 没有显示出任何明显增加的铜和锡表面浓度。

[0078] 样品的生坯和烧结密度显示于表 4。

[0079] 表 3

[0080]

样品	表面 Cu 浓度	相对于标称浓度的表面 Cu 浓度	表面 Sn 浓度	相对于标称浓度的表面 Sn 浓度
4	27.9%	155%	2.33%	129%
对比 2	13.6%	75.9%	1.28%	64.0%
对比 3	19.1%	106%	1.81%	90.1%

[0081] 表 4

[0082]

样品	生坯密度 (g/cm <sup>3</sup> )	烧结密度 (g/cm <sup>3</sup> )
4	6.50	6.47
对比 2	6.62	6.60
对比 3	6.49	6.46

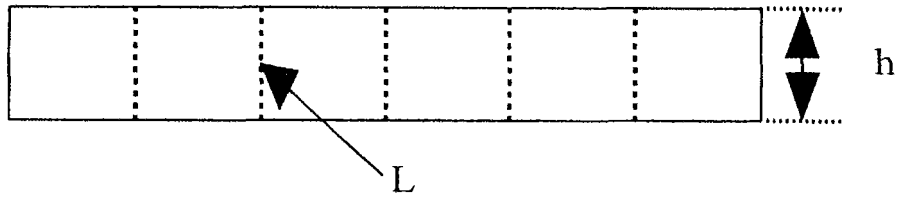


图 1