(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 1863630 B
(45)授权公告日 2011.08.03

(21)申请号 03812781.4

(22)申请日 2003.05.09

(30)优先权数据
10224671.8 2002.06.03 DE

(85)PCT申请进入国家阶段日
2004.12.03

(86)PCT申请的申请数据
PCT/DE2003/001484 2003.05.09

(87)PCT申请的公布数据
WO2003/101647 DE 2003.12.11

(73)专利权人 于利奇研究中心有限公司
地址 德国于利奇

(72)发明人 M·布拉姆 A·拉普特夫
D·施特韦尔 H·P·布赫克雷默

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 刘维升 李连涛

(51)Int.Cl.
B22F 3/11(2006.01)

(56)对比文件
CN 1104569 A,1995.07.05, 全文.
DE 19638972 A1,1998.03.26, 说明书第1栏第3－15行、第1栏第55－58行、第2栏第52－55行,权利要求2.
US 5308556 A,1994.05.03, 全文.
CN 1275456 A,2000.12.06, 全文.
CN 1019760 B,1992.12.30, 全文.
DE 19750006 A,1998.06.25, 全文.
DE 19726961 C1,1998.11.26, 说明书第3栏第26－54行.
US 6254998 B1,2001.07.03, 摘要.
GB 2320506 A,1998.06.24, 权利要求1,说明书第13页第26－32行.

审查员 路志芳

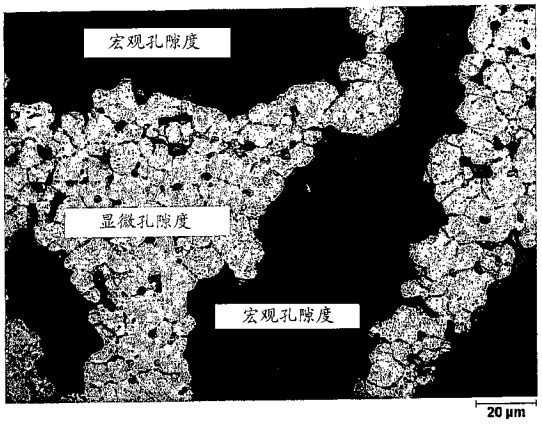
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54)发明名称

制造接近成品轮廓的高孔隙度金属模制体的方法

(57)摘要

一种用于制造高孔隙度金属模制体的方法,包括以下方法步骤:将作为原料的金属粉末与造型保持剂混合,从混合物模压出压坯,对压坯进行常规的机械加工,其中,造型保持剂有利地提高压坯的稳定性,将造型保持剂材料在空气中或者在真空下或者在保护气体下以加热从压坯中去除,将压坯烧结成模制体,随后有利地经精加工或者研磨。适用于造型保持剂的材料例如有碳酸铵或者脲。具有优点的是,烧结前的机械加工使所要制造的几何形状复杂的模制体以接近成品轮廓的简单制造可行,而不会降低孔隙度,工具也不会高度磨损。具有优点的是,工件对压坯加工具有足够的耐压性,因为在加工期间造型保持剂还存在于压坯的孔内。



CN 1863630 B

1. 一种用于制造高孔隙度金属模制体的方法，具有以下工艺步骤：

- 将作为原料使用的金属粉末与造型保持剂混合，
- 从混合物中模压出压坯件，
- 对压坯件进行常规的机械加工，
- 将造型保持剂材料在空气中或者在真空下或者在保护气体下以加热从压坯件中去除，
- 将压坯件烧结成模制体。

2. 按权利要求 1 所述的方法，其中，使用脲、缩二脲、密胺、密胺树脂、碳酸铵或者碳酸氢铵作为造型保持剂。

3. 按权利要求 1-2 之一所述的方法，其中，造型保持剂在低于 300℃的温度下去除。

4. 按权利要求 1-2 之一所述的方法，其中，造型保持剂在低于 105℃的温度下去除。

5. 按权利要求 1-2 之一所述的方法，其中，造型保持剂在低于 70℃的温度下去除。

6. 按权利要求 1-2 之一所述的方法，其中，使用不锈钢 1.4404(316L) 或者钛作为金属粉末。

7. 按权利要求 1-2 之一所述的方法，其中，该压坯件通过锯、钻孔、车削、铣削或者磨削制造成接近成品轮廓的模制体。

8. 按权利要求 1-2 之一所述的方法，其中，烧结在陶瓷球组成的松散物料中进行。

9. 按权利要求 1-2 之一所述的方法，其中，模制体烧结后经精加工。

10. 按权利要求 1-2 之一所述的方法，其中，模制体烧结后经滑动研磨。

制造接近成品轮廓的高孔隙度金属模制体的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种方法，利用该方法可实现以接近成品轮廓制造多孔的，特别是高孔隙度的部件。

背景技术

[0002] 模压金属粉末而制造多孔金属体是公知的。在此方面，为产生所要求的孔隙度可以向金属粉末添加稳定所需孔隙度的所谓造型保持剂材料。在从混合粉末模压出压坯后，将造型保持剂从压坯中去除，使压坯仅保持在其晶格结构之间具有空腔的金属粉末晶格。因此压坯已经具有模制体以后的多孔结构。在去除造型保持剂材料时，要注意保持金属粉末晶格。借助于后面的压坯烧结形成一种高孔隙度的模制体，其中，粉末颗粒的接触面在烧结时扩散连接。

[0003] 作为用于形成多孔金属模制体的造型保持剂材料，公知一方面是熔点比较高的有机化合物，通过蒸发或者热解作用（热裂）和借助于适当的溶剂溶解所产生的热裂产物将有机化合物从压坯中去除。在此方面的问题是，造型保持剂材料以及热裂产物与如 Ti、Al、Fe、Cr、Ni 等几乎所有粉末冶金方面所要处理的金属均产生反应，并残留高浓度的杂质，在去除它们时非常耗费时间。在使用通过压坯加热去除的热塑性塑料情况下，在玻璃转换点的膨胀也会产生不利影响，由此有损于压坯必要的稳定性。

[0004] 另一方面，作为造型保持剂材料也使用如碱金属盐这样的高熔点无机化合物和如 Mg、Sn、Pb 等低熔点金属。这些造型保持剂材料要在高能耗和耗时条件下，以约 600-1000℃的温度和在真空或者保护气体下从压坯中去除。在这些造型保持剂材料情况下，无法防止残留在压坯内的杂质，特别是在模制体由像 Ti、Al、Fe、Cr、Ni 等活性金属粉末构成的情况下，这些杂质是有害的。

[0005] DE 196 38 927 C2 公开了一种用于制造高孔隙度金属模制体的方法，其中，首先将金属粉末与造型保持剂混合，随后模压成压坯。在此方面，既可使用单轴模压，也可使用等压模压。造型保持剂以加热去除，随后将压坯烧结。如果 粉末－造型保持剂混合物通过粘合剂保持稳定，那么原则上也可通过多轴模压直接实现几何形状比较复杂的部件。但制造合适的压制模具却很麻烦且昂贵。因此专门用于小批量生产，有利的是首先制造具有通用几何形状（例如圆柱体或者平板体）的压坯，然后通过机械加工将它们制成所要求的成品轮廓。

[0006] 按照目前的现有技术，最终成型的高孔隙度模制体只有在烧结后才能通过例如像车削、铣削、钻孔或者磨削这样的传统机械加工方法完成。已烧结压坯的这种后续加工的缺点是材料局部变形。塑性变形一般造成孔堵塞。因此一般恰恰是在表面区域内失去了模制体所要求的开口孔隙度。这一点有损于模制体的功能特性。此外，这种工件由于其高孔隙度只能小心地夹紧和加工，因为它不具备很高的耐压力性。因此多孔模制体不均匀的表面造成比较高的工具磨损。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种简单的方法，用于制造高孔隙度金属模制体，特别是制造具有很复杂几何形状的和没有例如损害表面孔隙度的所述缺陷的高孔隙度金属模制体。

[0008] 本发明的目的是提供一种用于制造高孔隙度金属模制体的方法。该方法包括以下工艺步骤。将作为原料使用的金属粉末与造型保持剂混合。该金属粉末例如包括钛及其合金、铁及其合金、镍及其合金，铜、青铜、钼、铌、钽和钨。

[0009] 作为造型保持剂适用的材料例如有脲 CH_4N_2O ($H_2N-CO-NH_2$)、缩二脲 $C_2H_5N_3O_2$、密胺 $C_3H_6N_6$、密胺树脂、碳酸铵 $(NH_4)CO_3H_2O$ 和碳酸氢铵 NH_4HCO_3，它们在最高 300℃下可以无残留地从压坯中去除。事实证明特别具有优点的是，作为造型保持剂材料的碳酸氢铵在约 65℃的空气中就可去除。粒度，也就是造型保持剂材料的颗粒大小和颗粒形状决定在模制体内构成的孔隙度。造型保持剂材料典型的颗粒直径为 50μm-2mm。通过适当选择造型保持剂以及造型保持剂与金属粉末相关的用量，可以在最终的模制件中得到高的、均匀的和开口的孔隙度。可以毫无问题地达 90％的孔隙度。

[0010] 从混合物模压出压坯件，特别是具有简单几何形状的压坯。它可以是圆柱体或者平板体。作为模压方法可以使用多轴模压和冷等压模压。多轴模压形成具有确定外形尺寸精确的半成品。脱模时的壁面摩擦会造成一种由塑性变形的金属粉末颗粒形成的所谓压制壳层。如果接着不进行其他生坯加工，该压制壳层可以在烧结前通过机械加工去除。壁面摩擦将长径比限制在 2 ： 1。高于该数值压坯内密度差过大。冷等压模压例如在橡胶模具内进行。使用含油的乳浊液作为压力传递介质，填充粉末的橡胶模具处于该乳浊液内。因为消除了脱模时的壁面摩擦，所以也可以制造长径比大于 2 ： 1，具有足够均匀密度分布的半成品。缺点是外形尺寸精确性较低，但对后面的压坯加工几乎没有影响。

[0011] 然后对压坯件进行使工件得到其最终形状的常规机械加工，其中，同时考虑到烧结过程期间的收缩。在造型保持剂仍存在于压坯内的阶段内进行加工的优点是，工件的加工非常简单，而且不降低孔隙度。工具磨损也保持在相当小的程度上。利用这种方法也可以进行非常复杂的成型。仍存在的造型保持剂使所要加工的工件具有足够的耐压力性，以利于后面的机械加工可以将其夹紧。

[0012] 如果取得了最终形状，那么将造型保持剂材料在空气中或者在真空下或者在保护气体下以加热从压坯件中去除。气氛取决于所选择的造型保持剂的材料。例如，高于 65℃的空气足够将作为造型保持剂的碳酸氢铵去除。然后将压坯烧结成模制体。

[0013] 具有优点的是，烧结前的机械加工使所要制造的几何形状复杂的模制体以接近成品轮廓的简单制造可行，而不会降低孔隙度，工具也不会高度磨损。

[0014] 这种方法并不局限于制造具有均匀孔隙度的模制体，而且由此也可以制造具有不同孔隙度例如梯度孔隙度的模制体。

[0015] 在使用粗颗粒原始粉末的情况下，总是有些颗粒难于结合成烧结的网络，因为烧结桥接构成不够完整。在此方面，即使在小负荷下也经常会导致其开裂。但这种情况在某些使用情况下是不允许的。为避免这种不利后果，对由粗颗粒原始粉末构成的高孔隙度部件在真正使用前，有利的是进行精加工或者滑动研磨。采用这些方法可以将难于附着的颗粒通过磨削过程从表面去除。

[0016] 附图说明

[0017] 下面借助附图和实施例对本发明的目的作详细说明，但本发明的目的并不受此限制。其中：

[0018] 图 1 示出通过多轴模压和通过冷等压模压制造的半成品的可能实施方式；

[0019] 图 2 示出根据本发明的方法由不锈钢 1.4404(316L) 制造的各种模型几何形状；

[0020] 图 3 示出通过使用造型保持剂材料出现的宏观孔隙度和在烧结桥接内部出现的显微孔隙度的图示。

[0021] 本发明方法的典型工艺过程如下：

[0022] 1. 首先仿照 DE 196 38 927 制造半成品。为此将金属粉末特别是不锈钢 1.4404(316L) 或者钛粉末与造型保持剂特别是碳酸氢铵混合并经单轴压制或者冷等压压制。根据模压工具，为进一步加工提供例如圆柱体或者平板体作为半成品。图 1 示出通过多轴模压和通过冷等压模压制造的半成品的可能实施方式。

[0023] 2. 通过常规的机械加工（锯、钻孔、车削、铣削、磨削...）对半成品进行生坯加工。造型保持剂有利地提高了半成品的坯强度，因此对可加工性产生有利作用。该加工的另一优点是较低的切削力和与此相应的小的工具磨损。同时还避免了孔堵塞。

[0024] 3. 造型保持剂的去除和烧结可以按常规在由陶瓷构成的平面烧结衬垫上或者在由陶瓷球构成的松散物料中进行。去除造型保持剂的参数可以按照 DE196 38 927 C2 选择。作为对 DE 196 38 927 C2 的补充，去除造型保持剂碳酸铵和碳酸氢铵是在空气中进行。在球体松散物料中烧结的优点是，与部件的接触面较小并由此防止部件粘附在陶瓷球体上。此外，球体松散物料通过球体的重取向可以很容易地补偿烧结收缩，从而在整个烧结过程期间与烧结衬垫形成均匀的接触。这样避免烧结时部件变形。作为选择，为提高表面质量可以随后对模制件进行精加工。

[0025] 实施例

[0026] 图 2 示出按照依据本发明和随后介绍的工艺过程由不锈钢 1.4404(316L) 制造的各种模型几何形状。使用水雾化粉末（粒级 <50μm）作为原料。将钢粉末与造型保持剂碳酸氢铵（粒级 355-500μm）以钢粉末与碳酸氢铵按 45 ： 55（体积%）的比例混合。它相当于钢粉末与造型保持剂的比为 80.5 ： 19.5（重量百分比）。将混合物以 425MPa 的压制压力以单轴模压成圆柱体，其直径为 30mm，高度为 22mm。在生坯状态下对圆柱体进行钻孔和车削加工。除了孔之外在模型几何形状上也可以实现直角的或者倒圆的凸缘。造型保持剂碳酸氢铵的去除在空气中于 105℃的温度下进行。虽然造型保持剂在 65℃下就已经开始分解，但选择更高的温度是为了使分解产物水能够以气体状态排出。烧结在氩气气氛下于 1120℃进行 2 小时。模型几何形状收缩约为 4%。部件的最终孔隙 度约为 60%。该最终孔隙度由通过造型保持剂材料出现的宏观孔隙度和在烧结桥接内部出现的微孔隙度组成（图 3）。微孔隙度来自于金属粉末颗粒的不完全烧结。为降低宏观孔隙度可以使用更细的原始粉末或者在更高温度下烧结。

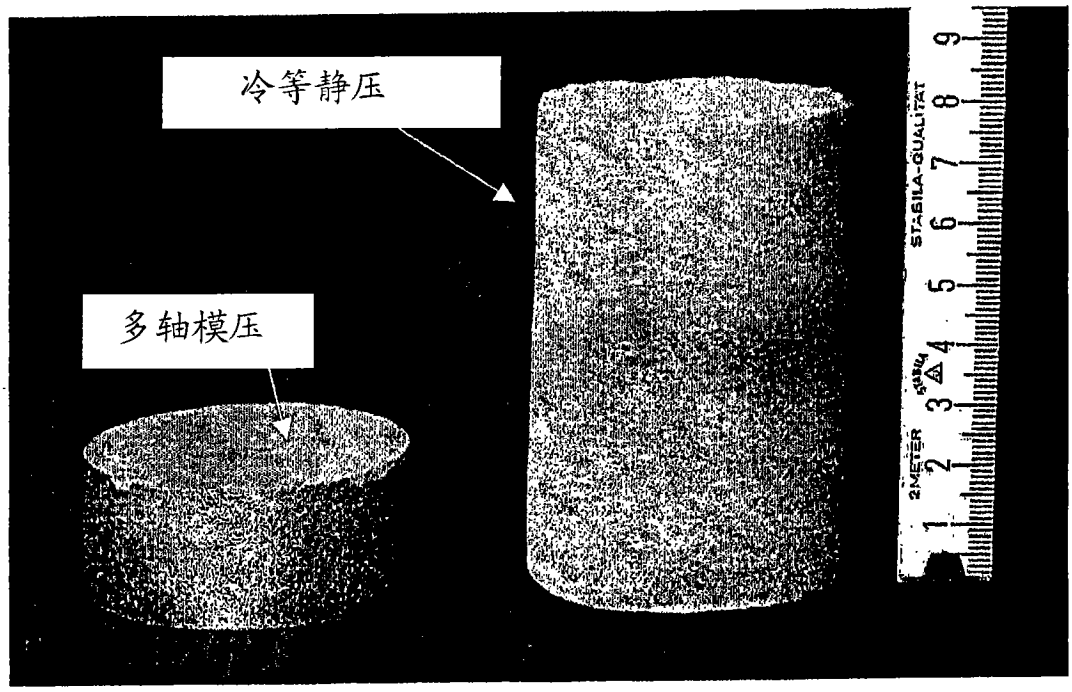


图 1

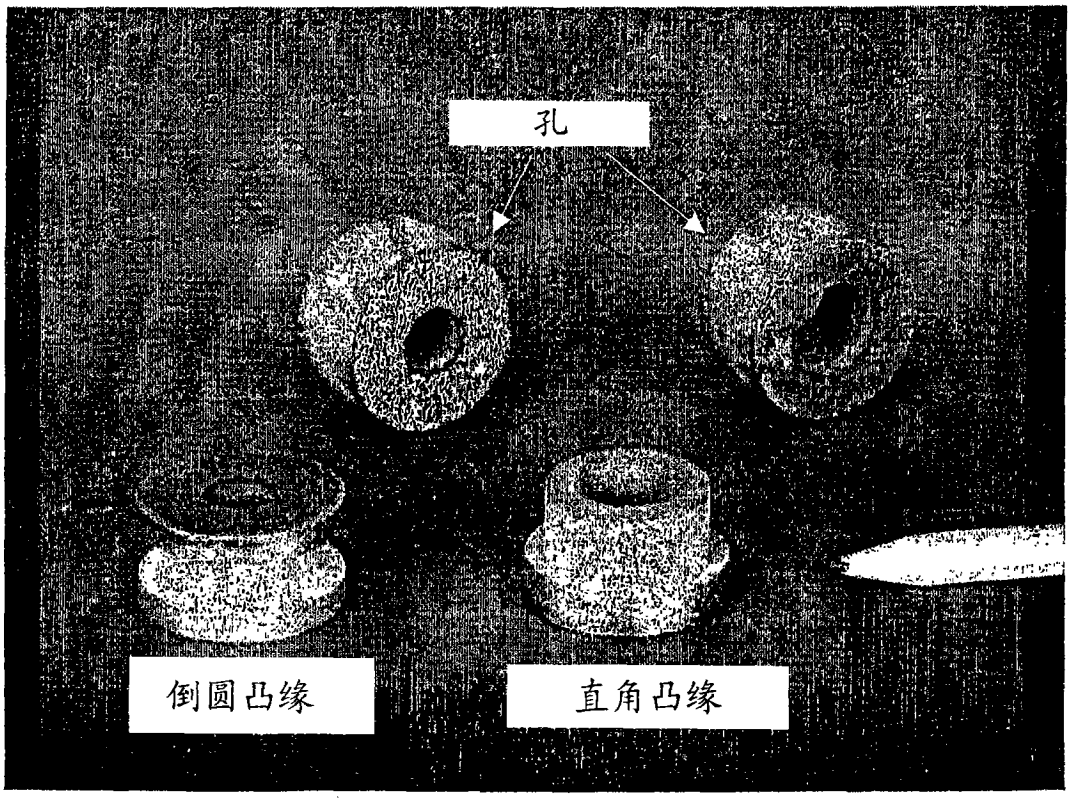


图 2

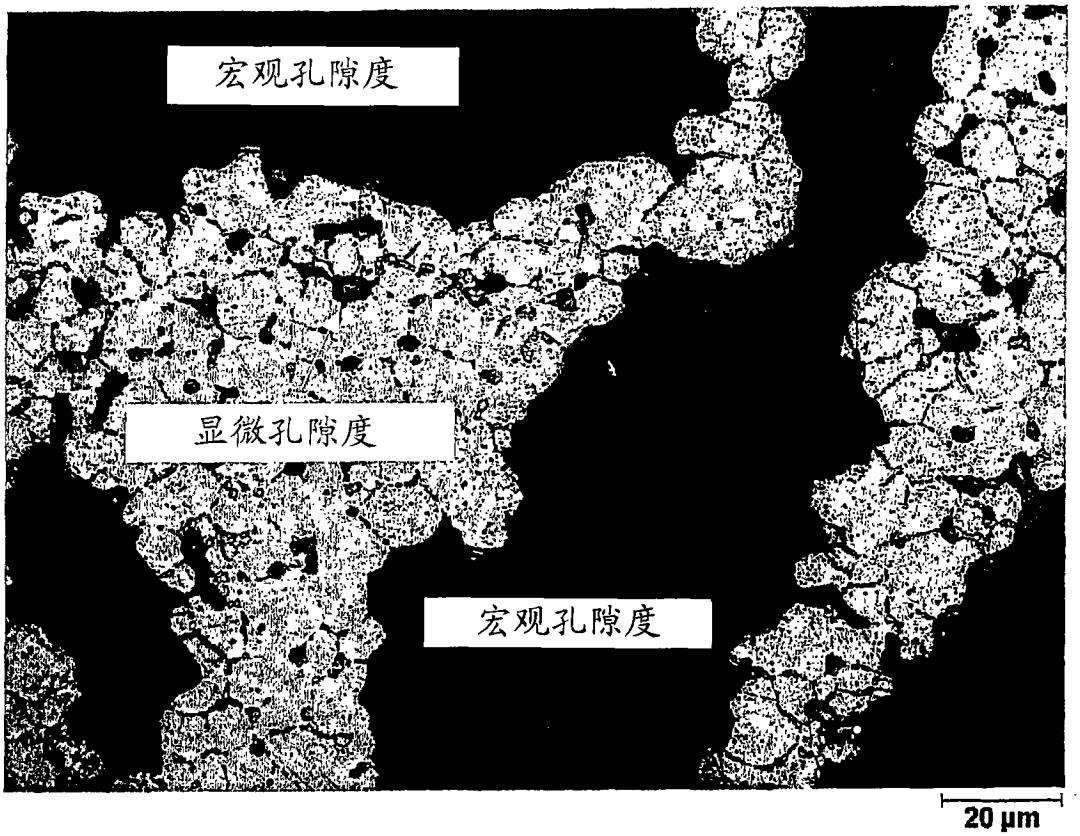


图 3