



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510051845.4

[43] 公开日 2005年8月3日

[11] 公开号 CN 1647874A

[22] 申请日 2005.1.27

[21] 申请号 200510051845.4

[30] 优先权

[32] 2004.1.28 [33] US [31] 10/766154

[71] 申请人 博格华纳公司

地址 美国密执安州

[72] 发明人 K·徐 R·孙

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 卢新华 庞立志

权利要求书2页 说明书4页 附图1页

[54] 发明名称 一种制备具有复杂形状的烧结硬化粉末金属件的方法

[57] 摘要

本发明公开了将粉末金属制造成部件的方法，包括以下步骤：提供一种冶金粉末，该粉末包括：铁、0.3-1.0重量%碳、0-4重量%铬、0-3重量%铜、0.5-1.5重量%钼、0.5-4.5重量%镍、0-1.0重量%锰和0-1.5重量%硅。金属粉末通过粉化和混合而制成。粉末金属件通过压制，预烧结，轮廓/成型磨削，烧结炉硬化以及二次加工而形成。通过轮廓/成型磨削所形成的轮廓，是不能通过压制加工如底切形成的。特定的预烧结周期可以使部件具有足够的强度以承受轮廓磨削，同时可延长研磨工具的寿命。同时公开了由本发明制得的粉末金属件。

ISSN 1008-4274

- 1、一种由粉末金属生产部件的方法，包含以下步骤：
 - a) 提供一种冶金粉末，其包含：铁、0.3-1.0 重量%碳、0-4.0 重量%铬、0-3.0 重量%铜、0.5-1.5 重量%钼、0.5-4.5 重量%镍、0-1.0 重量%锰和 0-1.5 重量%硅，重量百分比以粉末的总重量为基础进行计算；
 - b) 以 30-65 吨/平方英寸的压强对该冶金粉末进行压制以提供压块；
 - c) 将压块加热到 1400-2000°F，加热 20-60 分钟；
 - d) 以 10-120°F/min 的速度冷却压块；
 - 10 e) 磨削压块以产生具体的几何表面外形；
 - f) 将压块加热到 2000-2400°F，加热 20-80 分钟；和
 - g) 以 120-450°F/min 的速度冷却压块。
- 2、权利要求 1 所述的方法，其中所述的部件为链齿轮。
- 3、权利要求 2 所述的方法，其中所述链齿轮的齿密度为 6.7g/cc 至 7.2g/cc。
- 15 4、权利要求 1 所述的方法，其中所述的冶金粉末在步骤 b)中被压制，形成密度为 6.5g/cc-7.25g/cc 的压块。
- 5、权利要求 1 所述的方法，其中所述的压块在步骤 d)中冷却，以使其微观结构主要为珠光体、铁素体+珠光体、或贝氏体。
- 6、权利要求 1 所述的方法，其中在步骤 d)中所述的磨削为成型磨削或轮廓磨削。
- 20 7、权利要求 1 所述的方法，其中在步骤 e)中所述的压块被磨削，以形成选自锯齿状、齿根根切和锥形的表面几何形状。
- 8、权利要求 1 所述的方法，其中该方法在步骤 g)后还包括另一步骤，即将压块加热到 300-1000°F，加热时间为 30-90 分钟。
- 25 9、权利要求 8 所述的方法，其中制得的压块为微观结构含有大于 90%马氏体、0-3%珠光体和残留奥氏体小于 7%的回火压块。
- 10、一种由粉末金属制造部件的方法，包含以下步骤：
 - a) 提供一种冶金粉末，其包含：铁，0.8 重量%碳，2.0 重量%铜，1.25 重量%钼，1.4 重量%镍和 0.42 重量%锰，重量百分比以粉末的总重量为基础进行
 - 30 计算；

-
- b) 在 45 吨/平方英寸的压强下压制该冶金粉末以形成压块;
 - c) 加热压块至 1650°F, 加热时间为 30 分钟;
 - d) 以 25°F/min 的速度对压块进行冷却;
 - e) 磨削压块以形成两排齿, 而且在两排齿中间具有一道沟;
 - 5 f) 加热压块至 2070°F, 加热时间为 30 分钟, 以及
 - g) 以 150°F/min 的速度对压块进行冷却。
- 11、权利要求 10 所述的方法, 其中所述的部件为链齿轮。

一种制备具有复杂形状的烧结硬化粉末金属件的方法

5

技术领域

本发明涉及冶金领域，更确切的说，本发明涉及从冶金粉末制造材料的方法，该冶金粉末包括铁、碳、镍、钼以及一种由铬、铜、锰和硅组成的组合物。

背景技术

10 烧结硬化是一种用于生产高马氏体含量的材料的工艺，这种工艺没有采用传统的热处理工艺，如箱式热处理或感应固化。该烧结硬化工艺包括以下几个步骤：在高温条件下对压块进行烧结，然后在烧结炉硬化终了时迅速冷却该压块以形成马氏体。

很多用于生产烧结硬化粉末金属件的工艺方法都获得了专利，这些工艺方法都包含预烧结这一工序。

15 Umeha 等人于 1986 年 6 月 17 日获得授权的专利 (US4595556) 《一种生产凸轮轴的工艺》中公开了预烧结冶金材料。并且 Umeha 等人公开了一种生产适合安装到凸轮轴的部件的方法。经过预烧结步骤后，可以在烧结硬化前将该部件恰当地安装在轴上。该压块比预烧结后的压块在轴向短 50%。

20 Saka 等人于 1991 年 9 月 17 日获得授权的专利 (US5049183) 《烧结机械部件和方法》，公开了一种与 Umeha 等人相似的方法，其中，预烧结使产品尺寸的精确度更高。压块经过预烧结后进行再压制。这种方法尤其适用于生产摩托车的同步装置的轴心。

25 Seyrkammer 于 1997 年 8 月 19 日获得授权的专利 (US5659873) 《一种生产用于连接凸轮轴的凸轮的方法》也公开了一种包括预烧结步骤的方法。这一方法是用于生产一种用于连接凸轮轴的凸轮。预烧结工序允许凸轮被重新制造成所需的轮廓，但这一轮廓在淬火和回火阶段可能会被改变。

30 Plamper 于 1997 年 8 月 26 日获得授权的专利 (US5659955) 《一种制造粉末金属斜齿轮的方法》，采用预烧结生产粉末金属毛坯，该毛坯通过冷轧生产得到具有轴向角度大于 35 度的斜齿轮。而标准的金属粉末压制工艺不能用于生产轴向角较大的斜齿轮。

Shivanath 等人于 1998 年 3 月 17 日获得授权的专利 (US5729822) 《齿轮》中也公开了对齿轮进行预烧结, 在对齿轮在真空炉内进行最终加热和渗碳以前, 对其进行轧制。这种方法可以生产的传动齿轮具有坚硬耐用表层, 以及坚硬的, 抗断裂的芯部, 使传动齿轮所能承受的弯曲度最大化。

5 Shivanath 等人于 1999 年 3 月 9 日获得授权的专利 (US5881354) 《高密度烧结及成形工艺》中描述了一种使高密度部件成形的工艺, 其中预烧结的压块在二次热处理前进行了球化处理。球化步骤包括加热压块和对压块进行精压或模压。这一工艺可以降低表面氧化度从而提高烧结部件的耐疲劳度。

最后, Cadle 等人于 2000 年 11 月 21 日获得授权的专利 (US6148685) 《链
10 齿轮/齿轮的复式结构及其制造方法》中公开了采用两种冶金粉末混合物来生产链齿轮, 一种混合物用于齿部, 另一种用于主体,。这两种粉末合金具有适应终产品局部功能要求的性能。烧结体可以进行机加工。

在发动机和传动应用方面, 一些链齿轮具有多排齿, 而这不能通过简单的压制获得。需要进行二次机加工, 机加工后的热处理通常是感应硬化或是箱式
15 热处理。虽然现有技术通过包括预烧结步骤而以有限的方式使粉末金属件成型, 但本领域仍需要一种有效的方法以生产形状更复杂的粉末金属件。

发明内容

该发明公开了一种从粉末金属生产部件的方法, 包括以下步骤。提供一种冶金粉末, 其由铁, 0.3-1.0 重量%碳, 0.4 重量%铬, 0.3 重量%铜, 0.5-1.5 重
20 量%钼, 0.5-4.5 重量%镍, 0-1.0 重量%锰和 0-1.5 重量%硅组成。金属粉末通过金属粉化和混合而制成。粉末金属部件通过压制, 预烧结, 轮廓/成型磨削, 烧结炉硬化和二次加工制成。轮廓/成型磨削以形成轮廓, 这是不能通过压制加工如底切而形成的。特定的预烧结周期使部件具有足够的强度以承受成型磨削同时又足够软以便容易磨削从而延长磨削工具的使用寿命。还公开了通过该发明制造
25 的粉末金属件。

附图说明

图 1 为制造具有复杂外形的烧结硬化金属部件的工艺流程图。

具体实施方式

金属粉末是通过粉化和混合制成的。该颗粒材料由铁, 0.3-1.0 重量%碳,
30 0.4 重量%铬, 0.3 重量%铜, 0.5-1.5 重量%钼, 0.5-4.5 重量%镍, 0-1.0 重量%

锰和 0-1.5 重量%硅构成。表 1 列出了这一颗粒材料的各组分的含量范围。该粉末具有良好的烧结硬化性能。

表 1: 用于形成复杂形状的冶金粉末的各组分含量范围

元素	铁	碳	铬	铜	钼	镍	锰	硅
新粉末	余量	0.3-1.0	0-4	0-3	0.5-1.5	0.5-4.5	0-1.0	0-1.5

- 5 工艺流程图如图 1 所示。冶金粉末在 30-65 吨/平方英寸的压强下被压制 (1)，生坯密度为 $6.5-7.25\text{g/cm}^3$ 。生坯部件在温度为 $1400-2000\text{ }^\circ\text{F}$ 下进行预烧结 (2)。预烧结时间为 20-60 分钟。为制成不同的微观结构如珠光体、铁素体+珠光体、和贝氏体，冷却速度为 $10\text{ }^\circ\text{F/min}$ 至 $120\text{ }^\circ\text{F/min}$ 不等。当冷却速度大于 $120\text{ }^\circ\text{F/min}$ 时，将形成难以机加工的马氏体。较慢的冷却速度 ($10\text{ }^\circ\text{F/min}$)
- 10 主要获得珠光体微观结构。球化珠光体最适合于机加工。压块冷却到室温或接近室温。通过控制预烧结的温度和冷却速度，可以获得精确的微观结构。预烧结可使粉末金属部件获得能够承受轮廓/成型磨削 (3) 的强度。特定的预烧结周期也可以使部件中的颗粒硬度降低，以延长用于轮廓/成型磨削步骤中的磨削工具的寿命。
- 15 轮廓/成型磨削利用超级磨料工具以形成轮廓和具体的几何轮廓。这一工艺也称为超级研磨加工 (SAM)。在预烧结后，采用轮廓/成型研磨以产生各种复杂形状如多排齿和底切齿，而这是难以通过传统的粉末金属压制方法和单点机加工制造的。形状的复杂性仅仅受限于轮廓和外形磨削设备的尺寸和精确度。
- 20 磨削后，部件进行烧结炉硬化 (4)。烧结炉硬化条件如下：烧结温度为 $2000-2400\text{ }^\circ\text{F}$ ，烧结时间为 20-80 分钟，冷却速度为 $120-450\text{ }^\circ\text{F/min}$ 。最后的热处理使最终的粉末金属件中含有超过 90% 的马氏体，以及少量的残留奥氏体，珠光体，和贝氏体。回火，修边以及其他二次加工 (5) 可根据最终性能需要而选择采用。
- 25 本发明在轮廓/成型磨削 (3) 和烧结炉硬化 (4) 之前，采用特殊的预烧结周期 (2)。预烧结件具有足够的强度承受轮廓/成型磨削而不会破碎或碎裂。在一个单一操作中，利用轮廓/成型磨削 (SAM) 加工出轮廓和具体的几何外形。这一方法允许使用比磨削一般的烧结件更小的压力和更大的进料速度进行

轮廓/成型磨削。本发明同时可以避免磨削硬化的粉末金属件时所带来的问题。

实施例：变速箱中使用的粉末金属双链齿轮

双链齿轮具有两排齿，两排齿之间具有一相角。在 Ledvina 等人于 1995 年 6 月 27 日获得授权的专利 (US5427580) 《定相的链组件》中公开了双链齿
5 轮的设计。这一链齿轮是链驱动系统中的一部分，而该链驱动系统是用于汽车的前轮驱动传动。双链齿轮的优点在于可以在运转时降低噪音。材料发展方面的考虑包括硬度/抗磨损性能和良好的可淬性。

在本发明的一个实施方案中，将包含铁，2 重量%铜，0.8 重量%碳，1.4 重量%镍，1.25 重量%钼和 0.42 重量%锰的材料以 45 吨/平方英寸的压强压制，
10 在 1650°F 预烧结 30 分钟。预烧结后的部件以 25 °F /min 的速度进行冷却。然后，用超硬成形的轮磨削部件，以产生两排齿，在两排齿中间有一沟。在轮廓/成型磨削后，部件在 2070°F 的温度条件下进行 30 分钟的烧结炉硬化。经过烧结炉硬化后，部件以 150°F/min 的速度进行冷却。然后进行修边这样的二次加工。

15 因此，可以理解，在此描述的具体实施方式仅仅是本发明原理的例证性应用。本实施方式中所涉及到的细节不作为权利要求范围的限制，而权利要求本身所描述的特征可视为本发明的本质所在。

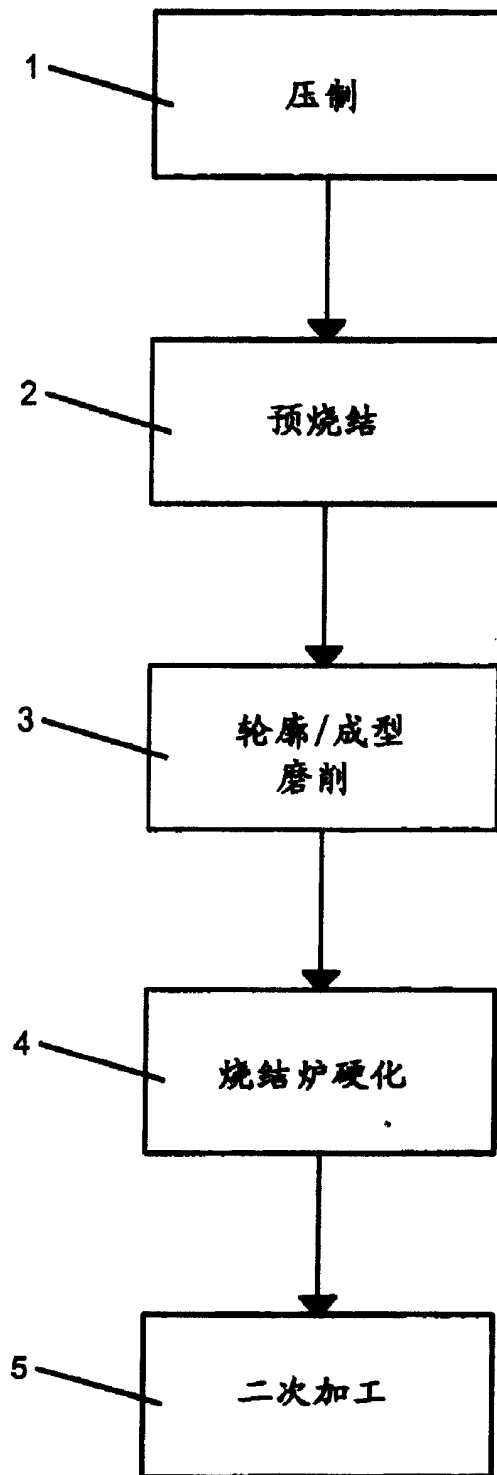


图 1