

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B22F 1/00 (2006.01)

B22F 3/105 (2006.01)

B22F 3/16 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780032406.6

[43] 公开日 2009年8月19日

[11] 公开号 CN 101511509A

[22] 申请日 2007.8.23

[21] 申请号 200780032406.6

[30] 优先权

[32] 2006.8.28 [33] JP [31] 230291/2006

[86] 国际申请 PCT/JP2007/066348 2007.8.23

[87] 国际公布 WO2008/026500 日 2008.3.6

[85] 进入国家阶段日期 2009.3.2

[71] 申请人 松下电工株式会社

地址 日本国大阪府

[72] 发明人 不破勋 阿部谕

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 汪惠民

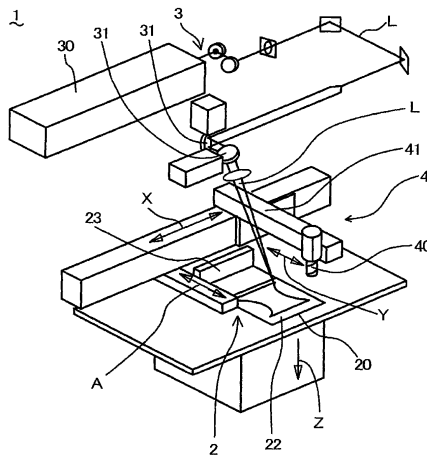
权利要求书1页 说明书12页 附图4页

[54] 发明名称

金属光造型用金属粉末及使用该金属粉末的金属光造型法

[57] 摘要

本发明提供一种金属粉末，其用于向金属粉末构成的粉末层照射光束而形成烧结层、并且通过层叠所述烧结层而得到三维形状造型物的金属光造型。其特征在于，该金属光造型用金属粉末包含铁类粉末、和选自镍、镍类合金、铜、铜类合金及石墨组成的组中的至少一种以上的粉末而构成，铁类粉末被进行退火处理。这样的金属粉末中，铁类粉末被进行退火处理而变柔软。因此，将这样的金属粉末用于金属光造型时，能够使所得到的造型物的表面上附着的金属粉末所导致的切削阻力减小，能够延长切削工具的使用寿命。



1、一种金属光造型用金属粉末，其用于通过向由金属粉末构成的粉末层照射光束形成烧结层且层叠所述烧结层从而得到三维形状造型物的金属光造型，其特征在于，

所述金属粉末包含铁类粉末、和选自镍、镍类合金、铜、铜类合金及石墨中的一种以上的粉末而成，

所述铁类粉末被进行了退火处理。

2、如权利要求1所述的金属光造型用金属粉末，其特征在于，

所述金属粉末包含铁类粉末、和镍及镍类合金粉末中的两者或任一、和铜及铜类合金粉末中的两者或任一、和石墨粉末而成。

3、如权利要求1所述的金属光造型用金属粉末，其特征在于，

所述铁类粉末在减压下、真空下或惰性气氛下，在600~700℃的温度保持后进行缓冷，由此，被进行了退火处理。

4、如权利要求3所述的金属光造型用金属粉末，其特征在于，所述铁类粉末的平均粒径为5~50 μm。

5、如权利要求1所述的金属光造型用金属粉末，其特征在于，所述被退火处理的所述铁类粉末是雾化粉末。

6、一种金属光造型法，通过反复进行下述工序得到三维形状造型物，所述工序包括：对由权利要求1所述的金属光造型用金属粉末构成的粉末层照射光束形成烧结层的工序；对通过所述烧结层的层叠而形成的造型物的表面部及不需要部分中的两者或任一方进行切削去除的工序。

金属光造型用金属粉末及使用该金属粉末的金属光造型法

技术领域

本发明涉及一种用于金属光造型的金属粉末。更详细地说，本发明涉及一种用于照射光束而得到三维形状造型物的金属光造型的金属粉末。

背景技术

目前熟知的有下述技术，即，反复进行下述步骤而制造三维形状造型物的金属光造型技术，(1)向由金属粉末构成的粉末层照射光束（例如激光那样的指向性电子束）形成烧结层，(2)向所得的烧结层之上敷设新的粉末层并照射光束而进一步形成烧结层。根据该技术，能够在短时间内周遭复杂的三维形状造型物。尤其是，通过照射能量密度高的光束，使金属粉末完全融化后固化，由此能够使烧结密度达到100%的状态。由于完成其表面后形成光滑的面，从而该高密度的造型物能够适用于塑料成型用模具等。

但是，作为这样的金属光造型的原料使用的金属粉末需要有与用于压缩成型后烧结的那样的其他的粉末烧结中的金属粉末不同的特性。

例如，金属粉末的粒径需要比被光束照射的粉末层的厚度小。粒径小时，粉末的充填密度增高，造型时的光束吸收率也好，因此，能够提高烧结密度，并且能够减小所得的造型物的表面粗度。另一方面，粒径过小时，引起金属粉末的凝集，粉末的填充密度减小，导致不能薄地均匀地敷设粉末层。

为了提高造型物的强度，形成的新的烧结层、和位于其下层的固化的烧结层的结合面积必须扩大，且其粘合强度也必须提高，同时，与邻接的固化烧结层的接合面积也需要扩大，粘合强度需要高。

另外，新的烧结层的上面基本上没有突起。突起的量达到粉末层的厚度以上时，会妨碍敷设下一层粉末层，下一层的粉末层的形成变得困难。

在此，金属光造型时，被光束照射的金属粉末其一部分或全部暂时熔

融，之后骤冷凝固而形成烧结层，但是该熔融时的润湿性大时，与邻接的烧结层的接合面积变大，如果流动性大则突起变小。因此，理想的是熔融时的流动性变大，且润湿性也大的金属粉末。

另外，利用金属光造型制造的三维形状造型物在该造型物表面附着有金属粉末而使表面粗度劣化。因此，为了将该三维形状造型物作为高精度的塑料注塑成型模具等使用，必须除去附着在造型物表面的金属粉末，且需要使用切削工具等来进行切削为完成等加工。在使用混合了强度高的铁类粉末的金属粉末实施金属光造型的情况下，由于该铁类粉末，导致切削加工时切削用工具磨损。在对具有特别细的槽的形状进行切削加工的情况下，必须使用小径工具进行，从而引起工具的磨损，有时会导致刀尖缺口（伤刃）及工具折断。因此，优选在进行精切削等加工时的加工性良好的金属粉末。

另外，在所得到的三维形状造型物的外光上不能存在大的裂纹。尤其是，在将三维形状造型物作为注塑成型模具使用的情况下，考虑到在其内部流动流体（冷却水）等，优选造型物的内部组织没有细微裂缝。

鉴于这样的情况，如专利文献1所示，本申请人提案有包含铁类粉末（铬钼钢、合金工具钢）、和选自镍、镍类合金、铜及铜类合金组成的组中的一种以上的非铁类粉末的金属光造型用金属粉末。另外，如专利文献2所示，本申请人也提案有由铁类粉末（铬钼钢）、和镍或/及镍合金类的粉末、铜或/及铜类合金的粉末和石墨粉末构成的金属光造型用的混合粉末。铬钼钢等从其强度及韧性的角度来使用。铜及铜类合金粉末从可湿性及流动性的角度来使用。另外，镍及镍类合金粉末从强度及加工性的角度来使用。进一步，石墨粉末从光束的吸收率及减少细微裂缝的角度来使用。

但是，即使是这些专利文献1及专利文献2中所示的金属光造型用金属粉末，也存在下述问题，即，由于由金属光造型所得到的造型物的表面附着有硬的铁类粉末，从而导致切削的精表面加工时切削阻力变大，工具寿命缩短，另一方面，如果增长工具寿命，则存在必须减缓切削速度，从而在加工上花费时间的问题。

专利文献1：日本特开2001-152204号公报

专利文献 2：日本特开 2004-277877 号公报

发明内容

本发明是为了解决上述问题而完成的。即，本发明的目的在于提供一种金属光造型用金属粉末，其在切削除去附着于造型物表面的不需要的金属粉末时，能够减小其切削阻力，能够延长所使用的切削工具的使用寿命。

为了实现上述目的，本发明提供一种金属光造型用金属粉末，其用于通过向由金属粉末构成的粉末层照射光束形成烧结层且层叠所述烧结层从而得到三维形状造型物的金属光造型，其特征在于，

所述金属粉末包含铁类粉末、和选自镍、镍类合金、铜、铜类合金及石墨中的一种以上的粉末而成，

所述铁类粉末被进行了退火处理。本发明的金属光造型用金属粉末其特征之一是铁类粉末经过退火处理变得柔软。此外，本说明书中使用的“退火处理”一般是指将铁类粉末在某个温度下加热并保持适当的时间后进行冷却（优选缓慢冷却）处理，也可以称为“退火”或“annealing”。

本发明的金属光造型用金属粉末中，优选的是，混合铁类粉末、和选自镍、镍类合金、铜、铜类合金、及石墨组成的组中的至少一种以上的粉末而构成。另外，本发明的金属光造型用金属粉末中，优选的是，包含铁类粉末、和镍及镍类合金粉末这两者或任一、和铜及铜类合金粉末这两者或任一、和石墨粉末而构成。

在一个最佳方式中，铁类粉末在减压下、真空下或惰性气氛下，保持于 600~700℃ 的温度后进行缓冷或冷却，由此，进行退火处理。该情况下，铁类粉末的平均粒径优选 5~50 μm。

被退火处理的铁类粉末可以是雾化粉末（喷雾粉末）。即，被退火处理的铁类粉末可以通过雾化法（例如水雾化法）来制造的粉末。

本发明也提供一种使用了上述的金属光造型用金属粉末的金属光造型法，通过反复进行下述工序得到三维形状造型物，所述工序包括：对由权利要求 1 所述的金属光造型用金属粉末构成的粉末层照射光束形成烧结层的工序；对通过所述烧结层的层叠而形成的造型物的表面部及不需要部分中的两者或任一方进行切削除去的工序。

本发明的金属光造型用金属粉末中，铁类粉末被退火处理而变软，因此，在由金属光造型所得到的造型物表面付着的金属粉末引起的切削性阻力减小。即，进行造型物的表面上付着的不需要的金属粉末的切削除去时，能够使其切削阻力减小，因此，能够延长所使用的切削工具的寿命。此外，在此所说的“切削工具”是指用于金属光造型的一般的切削工具。

尤其是，在金属粉末为包含铁类粉末、和镍及镍类合金粉末这两者或任一、和铜及铜类合金粉末这两者或任一、和石墨粉末而构成的情况下，所得的三维形状造型物的烧结密度变为高密度。

铁类粉末（优选平均粒径为 $5\sim 50\mu\text{m}$ ）在减压下、真空下或惰性气氛下，保持于 $600\sim 700^\circ\text{C}$ 的温度后进行缓冷或冷却，由此进行退火处理，在该情况下，因为铁类粉末之间在退火处理时不融合粘结，因此，可作为金属光造型用的金属粉末特别优良地使用。

另外，本发明中，即使铁类粉末是比较硬的雾化粉末，由于是将这样的粉末烧结处理后使用，因此结果变软，并能够减小利用光金属造型所得的造型物表面付着的金属粉末所导致的切削阻力。即，即使在使用比较硬的雾化粉末作为金属光造型的原料的情况下，也能够在进行造型物表面付着的不需要的金属粉末的切削除去时，延长所使用的切削工具的寿命。

附图说明

图1是使用本发明的金属光造型用金属粉末的金属光造型复合加工机的构成图；

图2是金属光造型复合加工机的动作（本发明的金属造型法）的流程图；

图3是表示金属造型复合加工机的动作的图；

图4是本发明的金属光造型用金属粉末中所包含的铬钼钢粉末的SEM照片；

图5是本发明的金属光造型用金属粉末中所包含的镍粉末的SEM照片；

图6是本发明的金属光造型用金属粉末中所包含的铜锰合金粉末的SEM照片；

图 7 是本发明的金属造型用金属粉末中所包含的片状石墨粉末的 SEM 照片；

图 8 是本发明的金属光造型用金属粉末（本发明的金属粉末中包含的金属成分混合而成）的 SEM 照片。

符号说明

- 1 金属光造型复合加工机
- 2 粉末层形成装置
- 3 烧结层形成装置
- 4 除去装置
- 20 升降台
- 21 造型用基台
- 22 粉末层
- 23 挤压用板
- 24 烧结层
- 30 光束发射器
- 31 电镜
- 40 铣头
- 41 XY 驱动机构
- L 光束

具体实施方式

下面，参照附图对本发明做更详细说明。首先，对使用本发明的金属光造型用金属粉末的金属光造型复合加工机进行说明，之后，进行本发明的金属光造型用金属粉末的说明。

[使用金属光造型用金属粉末的金属光造型复合加工]

参照图 1 对使用本发明的金属光造型用金属粉末来实施金属光造型法的金属光造型复合加工进行说明。图 1 表示进行金属光造型复合加工的金属光造型复合加工机 1 的构成。金属光造型复合加工机 1 具备：将金属粉末敷成规定厚度的层的粉末层形成装置 2、和发出光束 L 并将光束 L 向任意位置照射的烧结层形成装置 3、和将造型物的周围除去的除去装置 4。

粉末层形成装置 2 具有：上下升降的升降台 20、和在升降台 20 之上配置且成为造型物的基座的造型用基台（图 3 所示）、和在造型用基台上敷设金属粉末的粉末层的挤压用板 23。烧结层形成装置 3 具有：发出光束 L（指向性电子束，例如激光）的光束发射器 30、和在粉末层 22 上扫描光束 L 的电流镜 31。除去装置 4 具有：削去造型物的周围的铣头 40、和使铣头 40 向切削处移动的 XY 驱动机构 41。

参照图 2 及图 3 对金属光造型复合加工机 1 的动作进行说明。图 2 表示金属光造型复合加工机 1 的动作的流程，图 3 表示金属光造型复合加工机 1 的动作。

金属光造型复合加工机 1 的动作由敷设金属粉末的粉末层形成步骤（S1）、对粉末层 22 照射光束 L 而形成烧结层 24 的烧结层形成步骤（S2）、切削造型物的表面的除去步骤（S3）构成。粉末层形成步骤（S1）中，最初将升降台 20 向箭头 Z 方向下降 $\Delta t1$ （S11）。向造型用基台 21 供给金属粉末（S12），使挤压用板 23 向箭头 A 方向移动，将被供给的金属粉末在造型用基台 21 上推平，形成规定厚度箭头 $\Delta t1$ 的粉末层 22（S13）。接着，转换向烧结层形成步骤（S2），从光束发射器 30 发出光束 L（S21），利用电流镜 31 将光束 L 在粉末层 22 上的任意位置扫描（S22），将金属粉末熔融并烧结，形成与造型用基台 21 一体化的烧结层 24（S23）。

烧结层 24 的厚度达到由铣头 40 的工具长度等求出的规定厚度之前，反复粉末层形成步骤（S1）和烧结层形成步骤（S2），将烧结层 24 层叠。

而且，层叠好的烧结层 24 的厚度达到规定厚度时，转换向除去步骤（S3），驱动铣头 40。利用 XY 驱动机构 41 使铣头 40 向箭头 X 及箭头 Y 方向移动，切削烧结层 24 层叠而成的造型物的表面（S32）。而且，在三维形状造型物的造型没有完成的情况下，返回粉末层形成步骤（S1）。这样，通过重复 S1 至 S3 而进一步层叠烧结层 24，来制造三维形状造型物。

烧结形成步骤（S2）的光束 L 的照射路径、和除去步骤（S3）的切削加工路径预先由三维 CAD 数据制作出。这时，应用等高线加工并决定加工路径。而且，转换向除去步骤（S3）的烧结层 24 的厚度根据造型物的形状变动。造型物的形状倾斜时在比规定的厚度薄的时刻，转换向除去步骤（S3），由此，能够得到光滑的表面。

[金属光造型用金属粉末]

下面，对本发明的金属光造型用金属粉末进行说明。本发明的金属光造型用金属粉末包含铁类粉末；选自镍、镍类合金、铜、铜类合金、及石墨组成的组中的一种以上的粉末而形成。

作为铁类粉末，没有特别地限定，可例举出铬钼钢粉末、碳工具钢粉末、模具钢粉末、高速度工具钢粉末等。碳含量多的铁类粉末通过骤冷而成为马氏体组织，从而硬度提高，通过进行退火，硬度降低。铁类粉末为铬钼钢粉末或工具钢粉末的情况下，不仅表面的切削性变得良好，而且得到的造型物能够变得高强度、高硬度。这样的铁类粉末的各粒子的形状没有特别的限制，例如可以是球状、椭圆柱体形状或多面体形状（例如立方体形状）等。这样的铁类粉末的平均粒径优选 $2\sim 100\ \mu\text{m}$ ，更优选 $5\sim 50\ \mu\text{m}$ ，进一步优选 $10\sim 30\ \mu\text{m}$ （此外，平均粒径小于 $5\ \mu\text{m}$ 时，容易发生凝集。另外，在金属光造型时形成的粉末层的厚度一般为约 $50\ \mu\text{m}$ ）。在此，“粒径”实质上意思是在粒子的所有方向上的长度中最大的长度，“平均粒径”实质上意思是：根据粒子的电子显微镜照片或光学显微镜照片测定一些粒子的粒径，并将其数平均而算出的值。

这样的铁类粉末按照如后述详细说明，用于退火处理，而使之柔软，因此，铁类粉末也可以是通过雾化法（例如水雾化法）制造的比较硬的雾化粉末。

作为“选自镍、镍类合金、铜、铜类合金、及石墨组成的群中的一种以上的粉末”中的“镍类合金”，没有限制，可以例举出镍和选自硅、硼（硼素）及钼组成的群中至少一种金属构成的合金。同样，作为“铜类合金”，也没有限制，例举出选自铜；锰、磷及锡组成的组中至少一种金属构成的合金。与“铁类粉末”相同，这样的粉末的各粒子的形状也没有特别地限定，例如可以是球状、椭圆柱体形状或多面体形状（例如立方体形状）等。另外，与“铁类粉末”相同，“镍”、“镍类合金”、“铜”、“铜类合金”及/或“石墨”的平均粒径优选 $2\sim 100\ \mu\text{m}$ ，更优选 $5\sim 50\ \mu\text{m}$ ，进一步优选 $10\sim 30\ \mu\text{m}$ 。在此所说的“粒径”实质上意味着在粒子的所有方向上的长度中最大的长度，“平均粒径”实质上意思是：基于粒子的电子显微镜照片或光学显微镜照片测定个数粒子的粒径，并将其作为数平均而算出的

值。

“铁类粉末”及“选自镍、镍类合金、铜、铜类合金、及石墨组成的组中的一种以上的粉末”的制造法没有特别地限定，可以使用一般的粉末制造法，例如雾化法（气体雾化法、水雾化法、离心雾化法、等离子雾化法等）、旋转电极法（REP法）、机械的工艺（例如粉碎法、机械合金法等）、化学的工艺（氧化物还原法、氯化物还原法等）。另外，当然，这样的制造法中可以直接使用预先制造的市售的粉末。

退火处理所带来的金属光造型物的表面的切削性的改善的效果不受金属粉末的组成的比例（混合比例）的影响，因此，本发明的金属粉末中包含的各种粉末的比例（混合比例）没有特别地限制。只是例举一例时，“铁类粉末的比例”以金属光造型用金属粉末为基准，优选40~95重量%，更优选60~90重量%，“选自镍、镍类合金、铜、铜类合金、及石墨组成的组中的一种以上的粉末的比例”以金属光造型用金属粉末为基准，优选5~60重量%，更优选10~40重量%。

根据本申请的发明，如果金属粉末是铁类粉末和选自镍、镍类合金、铜、铜类合金、及石墨组成的组中的一种以上的粉末混合而成，则金属光造型物除了表面的切削性变良好之外，强度等也变得良好，但是，在此“选自镍、镍类合金、铜、铜类合金、及石墨组成的组中的一种以上的粉末”为“镍及镍类合金粉末的两种或一种、和铜及铜类合金粉末的两种或一种、和石墨粉末组成的粉末”时，尤其还另外起到使金属光造型物的密度变为高密度的效果。例如，在铁类粉末的混合量为60~90重量%、镍及镍类合金这两者或任一粉末的混合量为5~35重量%、铜及铜类合金这两者或任一粉末的混合量为5~15%、石墨粉末的混合量为0.2~0.8重量%的金属粉末中，不仅表面的切削性良好，而且能够制造内部没有微裂的造型物。

本发明中，铁类粉末被进行退火处理。即，将铁类粉末加热到某温度并保持适当的时间后，实施冷却（优选慢慢地冷却）处理。由此，铁类粉末变软，因此，起到下述效果：可减小附着于由金属光造型得到的造型物表面的金属粉末所引起的切削阻力，即，表面的切削性变得良好，延长所用的切削工具（例如，超硬合金、高速度工具钢及/或cBN等材质构成的工具）的寿命。例如，在对铁类粉末进行退火处理的情况下，能够延长铁

类粉末没有进行退火处理时的大约 1.2~2.0 倍（例如大于 1.5 倍）切削工具的寿命。退火处理中加热温度优选 580℃~780℃，更优选 590℃~740℃，进一步优选 600℃~700℃。加热后保持的时间优选 0.5~10 小时，更优选 1~2 小时。加热时间过长时，加热中粉末烧结而变硬。另一方面，过短时，退火效果小。冷却或缓冷中，将加热到上述温度的铁类粉末慢慢降温至 25℃ 程度。这样的冷却或缓冷优选通过无加热状态下的自然放置来进行。此外，这样的退火处理优选在减压下、真空下或惰性气氛下进行。在此所说的“减压下”实质上意思是比大气压低的低压力下，“真空下”实质上意思是使用看作是真空状态的气氛或常规的真空装置而制造的气氛（例如大约 100Pa 的压力气氛下）。作为“惰性气氛下”，没有特别的限制，但是优选“氩气气氛”或“氮气气氛”。另外，将这些组合的方式，例如，即使是在惰性气体的减压下也可以。

以上，对本发明的实施方式进行了说明，但是本发明并不限于此，可进行各种变化，这对本领域的技术人员来说很容易理解。例如，对将本发明的金属粉末用于金属造型复合加工机的例子进行了说明（即，反复进行烧结层的形成工序和切削工序而得到三维形状造型物），但是也可以在利用金属光造型制造三维形状造型物的整体后，对将造型物的表面切削加工的金属光造型使用本发明的金属粉末。

此外，注意上述本发明包含下面的方式：

第一方式：一种金属光造型用金属粉末，其用于向金属粉末构成的粉末层照射光束形成烧结层，并且通过层叠上述烧结层而得到三维形状造型物的金属光造型，其特征在于，

包含铁类粉末和选自镍、镍类合金、铜、铜类合金及石墨组成的组中的至少一种以上的粉末而构成，

上述铁类粉末被进行退火处理。

第二方式：在上述第一方式的基础上，所述的金属光造型用金属粉末的特征在于，将铁类粉末和选自镍、镍类合金、铜、铜类合金及石墨组成的组中的至少一种以上的粉末混合于上述粉末而构成。

第三方式：在上述第一或第二方式的基础上，所述的金属光造型用金属粉末的特征在于，包含铁类粉末、和镍及镍类合金粉末这两者或任一、

和铜及铜类合金粉末这两者或任一、和石墨而构成。

第四方式：在上述第一至第三方式任一方式的基础上，金属光造型用金属粉末的特征在于，上述铁类粉末在减压下、真空下或惰性气氛下，保持于 600~700℃ 的温度下之后进行缓冷，由此，进行退火处理。

第五方式：在上述第四方式的基础上，金属光造型用金属粉末的特征在于，上述铁类粉末的平均粒径为 5~50 μm。

第六方式：在上述第一至第五方式中任一方式的基础上，金属光造型用金属粉末的特征在于，上述被退火处理的上述铁类粉末是雾化粉末。

第七方式：一种金属光造型法，其通过反复进行下述工序得到三维形状造型物：向由上述第一至第六方式中任一方式的金属光造型用金属粉末构成的粉末层照射光束而形成烧结层的工序，进行通过上述烧结层的层叠而形成的造型物的表面部及不需要部分这两者或任一方的切削去除的工序。

实施例

进行了包含于金属光造型用金属粉末的铁类粉末的退火处理。铁类粉末在进行热处理时，粉末的最表面成为被活性化状态，接触的部分成为更稳定的形状，即，金属原子向表面积变小的方向进行移动，且发生粉末之间变为一体的烧结。粉末粒径越细粉末的表面积增加，粉末之间的接触面积也增加，因此变为在低温下进行烧结。另外，热处理温度越高，烧结越容易进行。因此，在对具有大的接触面积的粉末彼此进行一次退火的情况下，其退火温度需要以比通常的铸材的退火温度的更低温进行，且研究了退火处理的条件。

使用平均粒径 20 μm 的铬钼钢 (SCM440) 粉末作为铁类粉末，改变退火温度和气氛条件来进行退火条件的研究。用于研究的铬钼钢粉末通过可大量生产的雾化法制作，粉末制作过程的冷却速度非常快，因此成为烧结的组织，成为非常硬的粉末。

将该铬钼钢粉末铺满不锈钢托盘，并在 1000℃、800℃、650℃ 的温度条件下利用退火炉进行退火处理。气氛在大气中和真空中（约 100Pa）和还原气氛中进行。其结果，1000℃、800℃ 的粉末其邻接的粉末之间成为熔融状态。关于在 1000℃ 处理的粉末其现象尤其激烈。关于在 650℃ 处理

的粉末，粉末之间多少会熔融，筛选后粉碎，由此返回原来的粉末状态。

铁不在 580℃以下的温度退火时，从上述结果能够判断铁类粉末的退火处理的最适合的温度范围是 600~700℃。

另外，关于退火处理时的气氛，650℃的退火温度中，在真空中热处理的粉末良好，但在大气中热处理的粉末其表面氧化激烈，另外，在还原气氛中热处理的粉末其粉末之间粘住而不能使用。由此，可以判断出作为退火处理的气氛，铁类粉末适合与气氛不反应的真空下及减压下、或例如氩气及但其那样的惰性气氛下。

接着，如上所述，将混合有在真空中以 650℃进行了退火处理的铬钼钢粉末的金属光造型用金属粉末、和混合有没有进行退火处理的铬钼钢粉末的金属光造型用于金属粉末用于图 1 所示的金属光造型复合加工机 1（例如松浦机械制作所制、型式 LUMEX25C），进行造型物表面的切削性的比较。使用的金属粉末是向上述的铬钼钢粉末中混合平均粒径 30 μm 的镍（Ni）粉末、和平均粒径 30 μm 的铜锰合金（CuMnNi）粉末、和片状石墨（C）粉末而制作的。组成是 70 重量%的 SCM440—20 重量%的 Ni—9 重量%的 CuMnNi—0.3 重量%的 C。图 4 表示在真空中以 650℃进行了退火处理的铬钼钢粉末的 SEM 照片，图 5 表示镍粉末的 SEM 照片，图 6 表示铜锰合金粉末的 SEM 照片，图 7 表示片状石墨粉末的 SEM 照片，图 8 表示将这些粉末混合的金属粉末的 SEM 照片。

金属光造型复合加工中，光束 L 使用碳酸气体激光器，粉末层 22 的厚度 Δt_1 设为 0.05mm。铣头 40 的工具（球头铣刀）使用直径为 0.6mm（有效刃长 1mm）的工具，在形成十层的烧结层 24 的时刻，即，形成 0.5mm 的烧结层的时刻，使除去装置 4 动作。

切削性的比较的结果是，混合了进行了退火处理的铬钼钢粉末的金属光造型用金属粉末的造型物的切削性能与混合了没有进行退火处理的铬钼钢粉末的金属粉末的造型物相比较，工具的切削寿命为大约 1.5 倍。一般认为该工具的切削寿命的差原因在于付着于造型物表面的钼钢粉末通过退火处理而变软了。

如上所述，本发明者们找到了粒径为 20 μm 的铁类粉末的退火条件，并能够使用包含利用其条件进行退火的铁类粉末的金属粉末进行金属光

造型。其结果是，可得到高密度且强度及硬度均高的三维形状造型物，同时能够改善表面的切削性，实现工具寿命的提高。

此外，如上所述，将金属粉末的组成的比例设为(70重量%的SCM440—20重量%的Ni—9重量%的CuMnNi—0.3质量%的C)而进行铁类粉末的退火处理的研究，退火处理带来的金属光造型物的表面的切削性改善的效果不受金属粉末的组成的影响，因此可以说铁类粉末的退火处理对混合有铁类粉末的所有金属光造型用金属粉末均有效。

工业上的可利用性

通过使用本发明的金属光造型用金属粉末来实施金属光造型法，由此，能够制造塑料注射成型用模具、挤压模具、压铸模具、锻造模具等三维形状造型物。

关联申请的相互对照

本发明主张基于日本国专利申请第2006—230291号(申请日：2006年08月28日，发明名称：“金属光造型用金属粉末”)的巴黎条约上的优先权。在此通过引用使该申请中所公开的内容全部包含于本说明书。

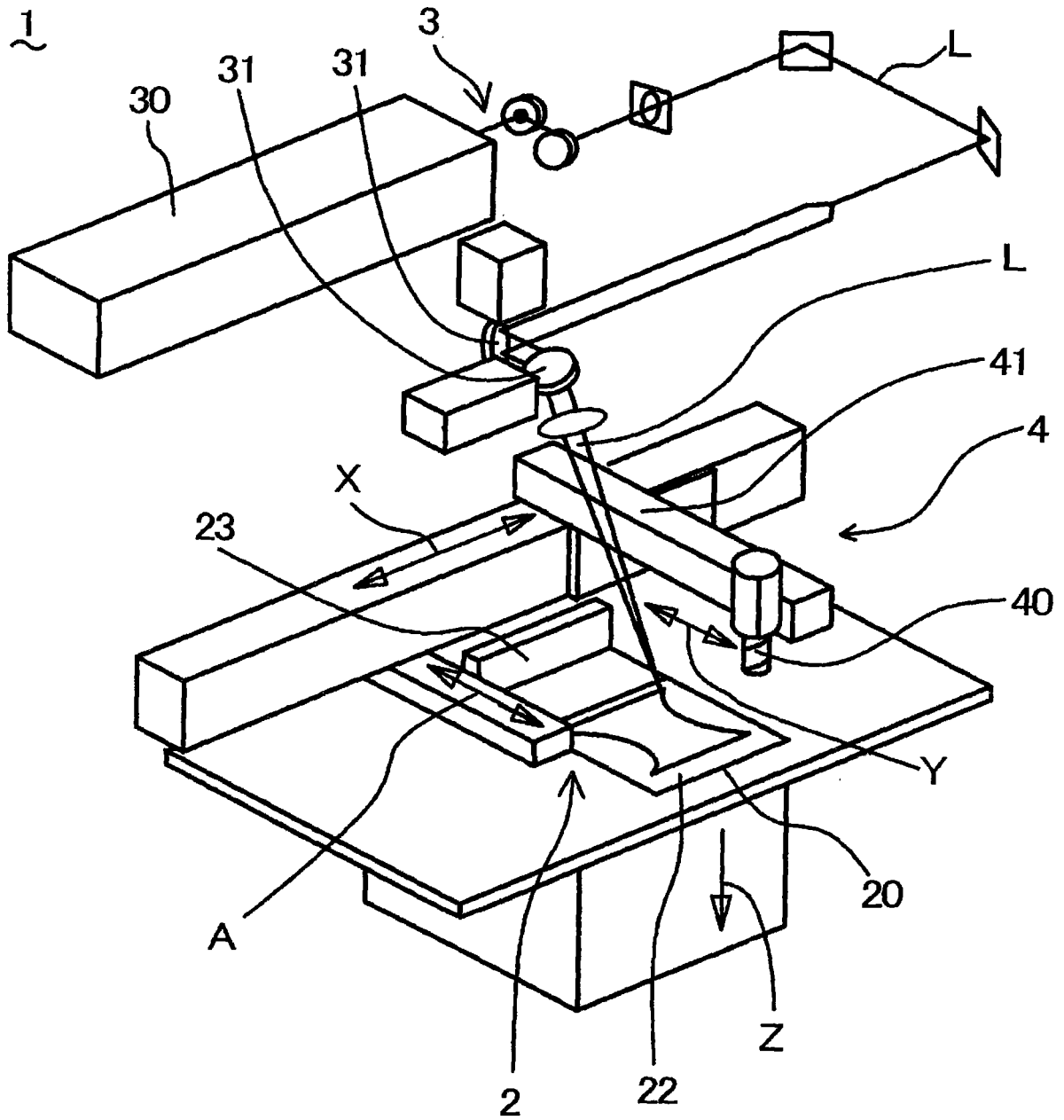


图 1

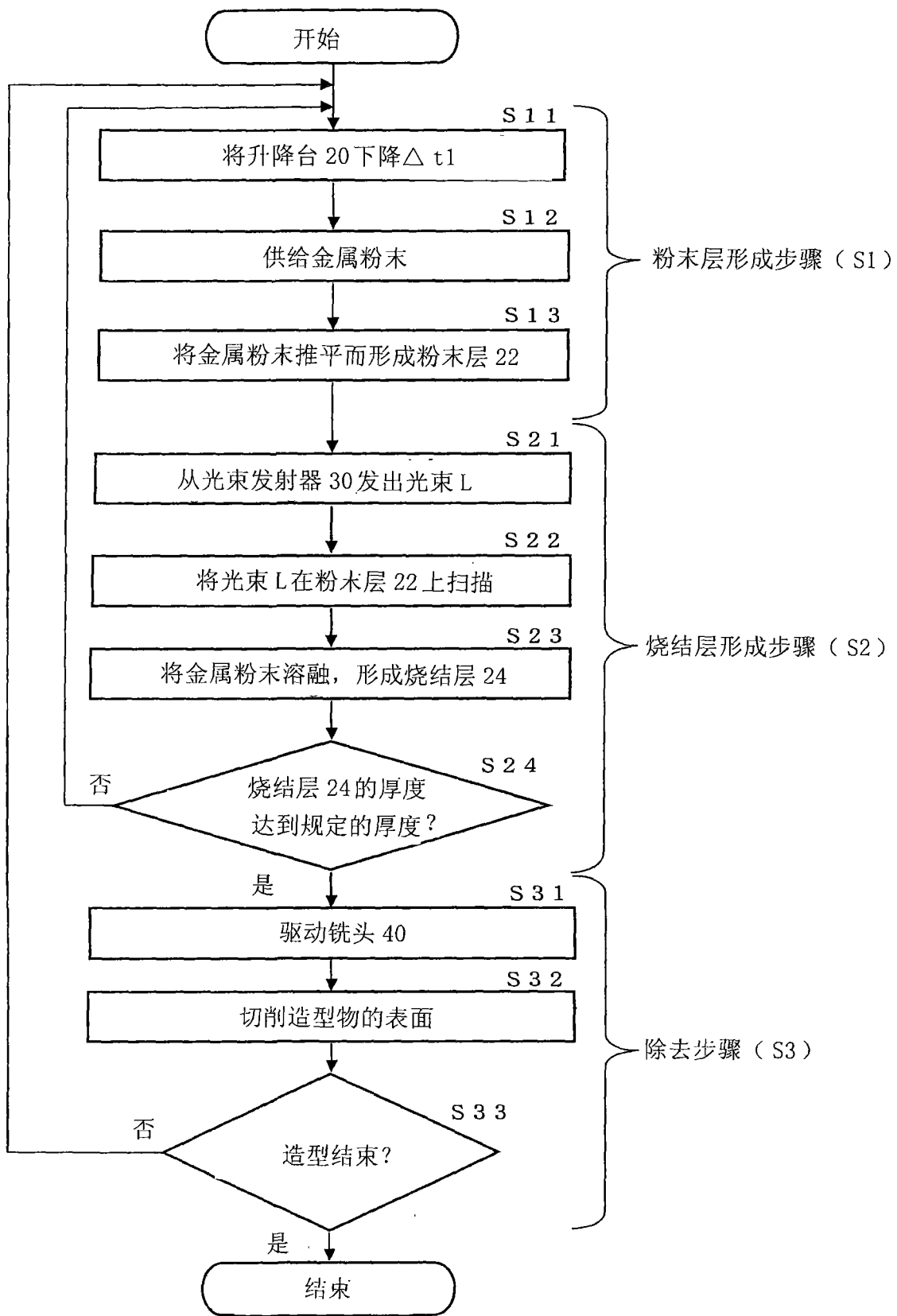


图 2

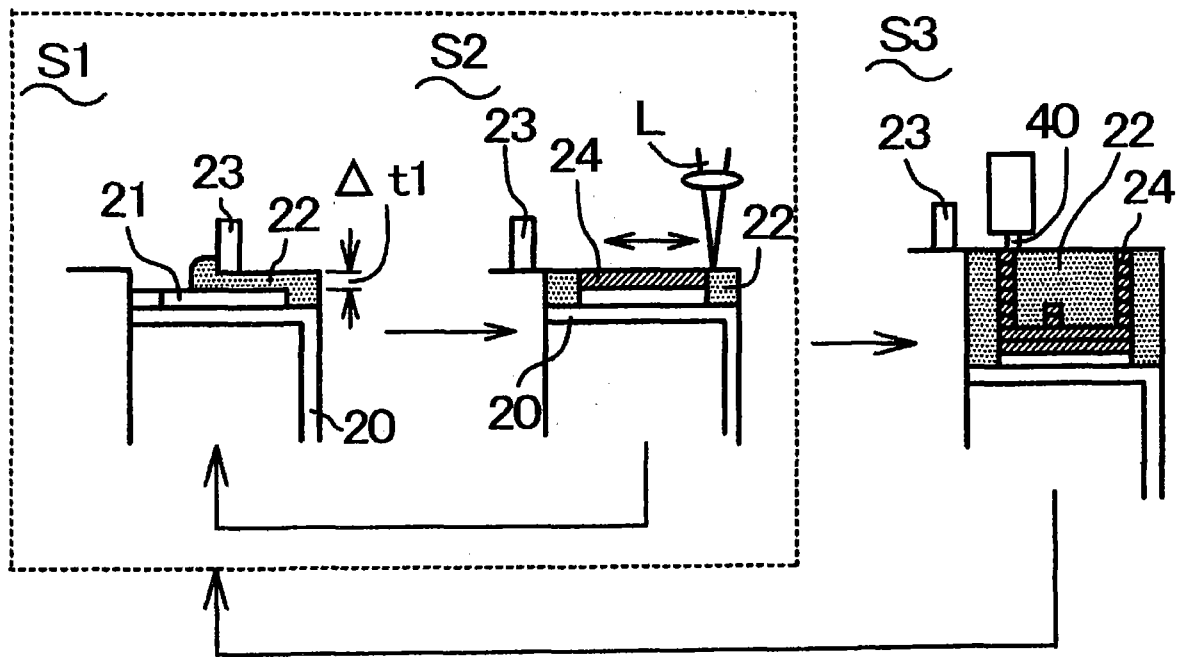


图 3

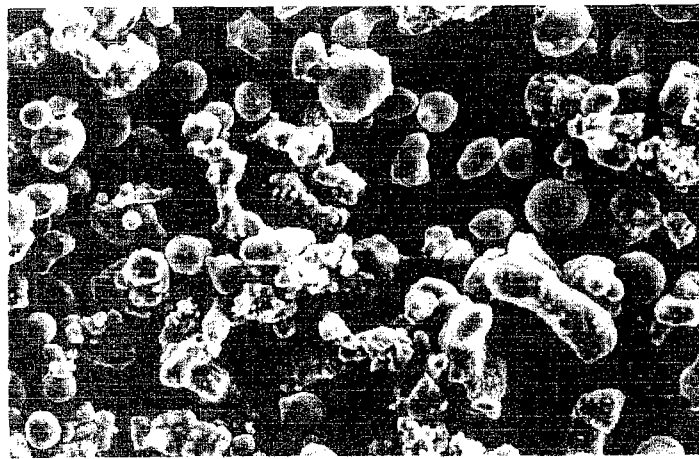


图 4

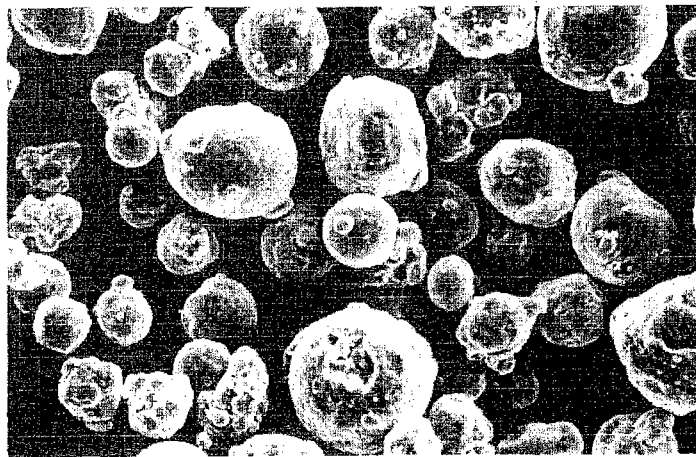


图 5

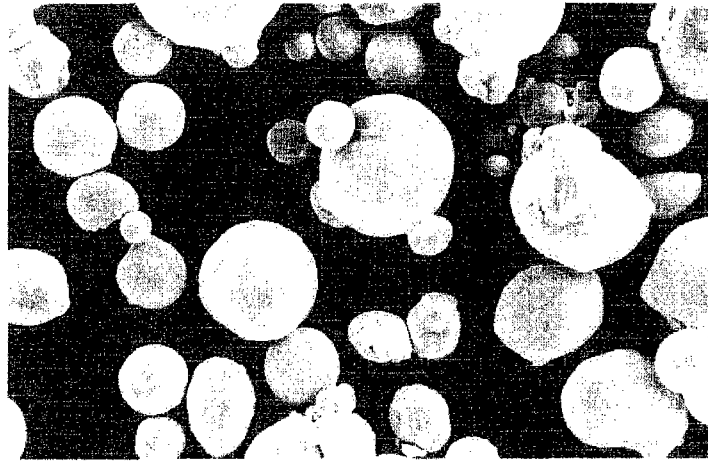


图 6



图 7

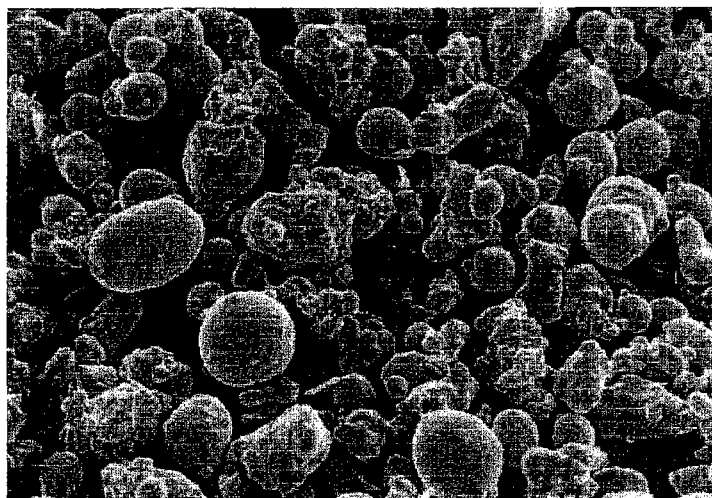


图 8