

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6975376号
(P6975376)

(45) 発行日 令和3年12月1日(2021.12.1)

(24) 登録日 令和3年11月10日(2021.11.10)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 2 F 3/10 (2006.01)	B 2 2 F 3/10 B
B 2 3 C 3/00 (2006.01)	B 2 3 C 3/00
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 0 4

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2018-566752 (P2018-566752)	(73) 特許権者	593016411
(86) (22) 出願日	平成29年10月27日(2017.10.27)		住友電工焼結合金株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/038857		岡山県高梁市成羽町成羽2 9 0 1 番地
(87) 国際公開番号	W02018/146868	(74) 代理人	100100147
(87) 国際公開日	平成30年8月16日(2018.8.16)		弁理士 山野 宏
審査請求日	令和2年4月21日(2020.4.21)	(74) 代理人	100111567
(31) 優先権主張番号	特願2017-21690 (P2017-21690)		弁理士 坂本 寛
(32) 優先日	平成29年2月8日(2017.2.8)	(72) 発明者	園田 康則
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		岡山県高梁市成羽町成羽2 9 0 1 番地 住友電工焼結合金株式会社内

審査官 ▲来▼田 優来

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焼結部品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の金属粒子を含む原料粉末をプレス成形して成形体を作製する成形工程と、
 複数の切れ刃が円周上に配置される切削工具を自転させて、前記各切れ刃が前記成形体の表面を断続切削する切削加工工程と、
 前記切削加工工程後、前記成形体を焼結する焼結工程とを備え、
 前記原料粉末は、有機バインダーを含有しておらず、潤滑剤を含み、
 前記複数の金属粒子の平均粒径が $20\mu\text{m}$ 以上であり、
 前記切削工具の切削速度が $1000\text{m}/\text{min}$ 以上である、
 焼結部品の製造方法。

【請求項 2】

前記切削加工工程は、前記切削工具をその自転方向と同一方向に前記成形体の回りを公転させるダウンカットで行う請求項 1 に記載の焼結部品の製造方法。

【請求項 3】

前記成形体の表面は曲面を有し、
 前記切削加工工程は、前記切削工具の自転軸と前記成形体の中心を通る軸とを平行にして前記成形体の前記曲面に対して切削する請求項 1 又は請求項 2 に記載の焼結部品の製造方法。

【請求項 4】

鉄系材料の粉末をプレス成形して、密度が $6.8\text{g}/\text{cm}^3$ 以上 $7.4\text{g}/\text{cm}^3$ 以下

の成形体を作製する成形工程と、

複数の切れ刃が円周上に配置されるサイドカッタを自転させて、前記成形体の外周を切削する切削加工工程と、

前記切削加工工程後、前記成形体を焼結する焼結工程とを備え、

前記鉄系材料の粉末は、有機バインダーを含有しておらず、潤滑剤を含み、

前記鉄系材料の粉末の平均粒径が $20\mu\text{m}$ 以上であり、

前記サイドカッタの切削速度が $1400\text{m}/\text{min}$ 以上である、
焼結部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、焼結部品の製造方法、及び焼結部品に関する。

本出願は、2017年2月8日出願の日本出願第2017-021690号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

【背景技術】

【0002】

焼結部品の製造は、一般的に、金属粉末を含有する原料粉末をプレス成形して成形体を作製し、この成形体を焼結することで行われる。焼結部品は、仕上げ加工として機械加工（切削加工）が施されることがある。例えば、特許文献1では、成形体を焼結した後、仕上げ加工としてドリルで穴あけ加工（切削加工）して焼結部品を製造している。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-336078号公報

【発明の概要】

【0004】

本開示に係る焼結部品の製造方法は、

複数の金属粒子を含む原料粉末をプレス成形して成形体を作製する成形工程と、

複数の切れ刃が円周上に配置される切削工具を自転させて、前記各切れ刃が前記成形体の表面を断続切削する切削加工工程と、

30

前記切削加工工程後、前記成形体を焼結する焼結工程とを備え、

前記切削工具の切削速度が $1000\text{m}/\text{min}$ 以上である。

【0005】

本開示に係る焼結部品は、

複数の金属粒子同士が結合されてなる焼結部品であって、

前記焼結部品の焼肌面は、十点平均粗さ R_z が $10\mu\text{m}$ 以下の平滑面を有し、

前記平滑面は、前記金属粒子が塑性変形により展延して前記金属粒子間の空孔の少なくとも一部を覆う展延部を有する。

40

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】実施形態1に係る焼結部品の製造方法の概略を示す斜視図である。

【図2】試料No. 1-1の成形体の切削加工面を示す顕微鏡写真である。

【図3】試料No. 1-1の成形体のプレス面を示す顕微鏡写真である。

【図4】試料No. 1-101の成形体の切削加工面を示す顕微鏡写真である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

《発明が解決しようとする課題》

焼結部品は、焼結前の成形体に比べて、非常に硬い。成形体が、成形により原料粉末を固めただけで、金属粉末の粒子同士が機械的に密着している状態であるのに対して、焼結

50

部品は、金属粉末の粒子同士が焼結により拡散結合ならびに合金化して強固に結合しているからである。そのため、焼結部品自体に切削加工を施すと、加工時間が長くなり易い。その結果、生産性の向上が難しい上に、工具の寿命が短くなり易い。焼結部品の加工箇所によっては、焼結部品に亀裂などの疵が形成される虞もある。

【0008】

焼結前の成形体に切削加工を施すことが考えられるが、切削加工面の表面性状が悪くなる虞がある。成形体は、焼結部品に比べて軟らかい。そのため、切削加工により成形体の表面の粒子が脱落し易い。連続切削となるため、切れ刃に構成刃先が形成され易くなる。構成刃先が形成されれば、より一層、成形体の表面の粒子を脱落させるような加工となり、表面粗さが粗くなり易い。その上、表面に空孔が形成され易くなる。

10

【0009】

そこで、平滑で空孔の少ない表面を有する焼結部品を製造できる焼結部品の製造方法を提供することを目的の一つとする。

【0010】

また、平滑で空孔の少ない表面を有する焼結部品を提供することを目的の一つとする。

【0011】

《本発明の効果》

本開示によれば、平滑で空孔の少ない表面を有する焼結部品を製造できる。

【0012】

本開示の焼結部品は、平滑で空孔の少ない表面を有する。

20

【0013】

《本発明の実施形態の説明》

最初に本発明の実施態様の内容を列記して説明する。

【0014】

(1) 本発明の一態様に係る焼結部品の製造方法は、
複数の金属粒子を含む原料粉末をプレス成形して成形体を作製する成形工程と、
複数の切れ刃が円周上に配置される切削工具を自転させて、前記各切れ刃が前記成形体の表面を断続切削する切削加工工程と、
前記切削加工工程後、前記成形体を焼結する焼結工程とを備え、
前記切削工具の切削速度が 1000 m/min 以上である。

30

【0015】

前記の構成によれば、平滑で空孔の少ない表面を有する焼結部品を製造し易い。切削速度が高速であることで、成形体の表面の金属粒子をせん断しつつ塑性変形させられる。切削工具で金属粒子をせん断することで成形体の表面を平滑にし易く、金属粒子を塑性変形させることで金属粒子を展延させて成形体の表面の空孔を埋め易い。また、切削速度が高速であることで、低速の場合に比べて構成刃先が形成され難い。その上、各切れ刃が断続切削することで、連続切削に比べて構成刃先が形成され難い。そのため、表面が粗くなり難く空孔が形成され難い。その上、焼結部品の表面の仕上げ加工などを不要にできる。

【0016】

(2) 前記焼結部品の製造方法の一形態として、前記切削加工工程は、前記切削工具をその自転方向と同一方向に前記成形体の回りを公転させるダウンカットで行うことが挙げられる。

40

【0017】

前記の構成によれば、ダウンカットとすることで、アップカットで行う場合に比較して、より平滑で空孔の少ない表面を有する焼結部品を製造し易い。

【0018】

(3) 前記焼結部品の製造方法の一形態として、
前記成形体の表面は曲面を有し、
前記切削加工工程は、前記切削工具の自転軸と前記成形体の中心を通る軸とを平行にして前記成形体の前記曲面に対して切削することが挙げられる。

50

【0019】

前記の構成によれば、切削工具の切れ刃と曲面とを点接触させ易いため、より平滑で空孔の少ない表面を有する焼結部品を製造し易い。

【0020】

(4) 本発明の一態様に係る焼結部品は、
複数の金属粒子同士が結合されてなる焼結部品であって、
前記焼結部品の焼肌面は、十点平均粗さ R_z が $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下の平滑面を有し、
前記平滑面は、前記金属粒子が塑性変形により展延して前記金属粒子間の空孔の少なくとも一部を覆う展延部を有する。

【0021】

前記の構成によれば、平滑で空孔が少ない表面を有する。

【0022】

(5) 前記焼結部品の一形態として、
前記焼肌面は、十点平均粗さ R_z が $10\text{ }\mu\text{m}$ 超の粗面を有し、
前記平滑面の空孔が前記粗面の空孔よりも少ないことが挙げられる。

【0023】

前記の構成によれば、平滑で空孔が少ない表面を有する。

【0024】

(6) 前記焼結部品の製造方法の一形態として、
鉄系材料の粉末をプレス成形して、密度が 6.8 g/cm^3 以上 7.4 g/cm^3 以下の成形体を作製する成形工程と、
複数の切れ刃が円周上に配置されるサイドカッタを自転させて、前記成形体の外周を切削する切削加工工程と、
前記切削加工工程後、前記成形体を焼結する焼結工程とを備え、
前記サイドカッタの切削速度が 1400 m/min 以上である焼結部品の製造方法が挙げられる。

【0025】

前記の構成によれば、平滑で空孔の少ない表面を有する焼結部品を製造し易い。

【0026】

《本発明の実施形態の詳細》

本発明の実施形態の詳細を、以下に説明する。実施形態での説明は、焼結部品の製造方法、焼結部品の順に行う。

【0027】

〔焼結部品の製造方法〕

実施形態に係る焼結部品の製造方法は、成形体を作製する成形工程と、成形体を切削加工する切削加工工程と、切削加工工程後、成形体を焼結する焼結工程とを備える。この焼結部品の製造方法の特徴の一つは、切削加工工程において、複数の切れ刃を有する切削工具を用いて、高速で、かつ各切れ刃が断続切削となるように行うことにある。以下、適宜図1を参照して各工程の詳細を説明する。

【0028】

〔成形工程〕

成形工程は、複数の金属粒子を含む原料粉末をプレス成形して成形体を作製する。この成形体は、後述の焼結を経て製品化される機械部品の素材である。

【0029】

(原料粉末)

原料粉末は、金属粒子を複数有する金属粉末を主体として含有する。金属粉末の材質は、製造する焼結部品の材質に応じて適宜選択でき、代表的には、鉄系材料が挙げられる。鉄系材料とは、鉄や鉄を主成分とする鉄合金のことをいう。鉄合金としては、例えば、Ni, Cu, Cr, Mo, Mn, C, Si, Al, P, B, N, 及びCoから選択される1種以上の添加元素を含有するものが挙げられる。具体的な鉄合金としては、ステンレス鋼

10

20

30

40

50

、Fe-C系合金、Fe-Cu-Ni-Mo系合金、Fe-Ni-Mo-Mn系合金、Fe-P系合金、Fe-Cu系合金、Fe-Cu-C系合金、Fe-Cu-Mo系合金、Fe-Ni-Mo-Cu-C系合金、Fe-Ni-Cu系合金、Fe-Ni-Mo-C系合金、Fe-Ni-Cr系合金、Fe-Ni-Mo-Cr系合金、Fe-Cr系合金、Fe-Mo-Cr系合金、Fe-Cr-C系合金、Fe-Ni-C系合金、Fe-Mo-Mn-Cr-C系合金などが挙げられる。鉄系材料の粉末を主体とすることで、鉄系焼結部品が得られる。鉄系材料の粉末を主体とする場合、その含有量は、原料粉末を100質量%とするとき、例えば90質量%以上、更に95質量%以上とすることが挙げられる。

【0030】

鉄系材料の粉末、特に鉄粉を主体とする場合、合金成分としてCu, Ni, Moなどの金属粉末を添加してもよい。Cu, Ni, Moは、焼入れ性を向上させる元素であり、その添加量は、原料粉末を100質量%とするとき、例えば0質量%超5質量%以下、更に0.1質量%以上2質量%以下とすることが挙げられる。また、炭素（グラファイト）粉などの非金属無機材料を添加してもよい。Cは、焼結部品やその熱処理体の強度を向上させる元素であり、その含有量は、原料粉末を100質量%とするとき、例えば0質量%超2質量%以下、更に0.1質量%以上1質量%以下とすることが挙げられる。

【0031】

原料粉末は、潤滑剤を含有することが好ましい。原料粉末が潤滑剤を含有することで、原料粉末をプレス成形して成形体を作製する際に成形時の潤滑性が高められ、成形性が向上する。よって、プレス成形の圧力を低くしても、緻密な成形体を得易く、成形体の密度を高めることで、高密度の焼結部品を得易い。更に、原料粉末に潤滑剤を混合すると、成形体中に潤滑剤が分散することになるため、後工程で成形体に切削工具で切削加工する際に切削工具の潤滑剤としても機能する。従って、切削抵抗を低減したり、工具寿命を改善したりできる。

【0032】

潤滑剤は、例えば、ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸リチウムなどの金属石鹸、ステアリン酸アミドなどの脂肪酸アミド、エチレンビスステアリン酸アミドなどの高級脂肪酸アミドなどが挙げられる。潤滑剤は、固体状や粉末状、液体状など形態を問わない。潤滑剤の含有量は、原料粉末を100質量%とするとき、例えば、2質量%以下、更に1質量%以下とすることが挙げられる。潤滑剤の含有量が2質量%以下であれば、成形体に含まれる金属粉末の割合を多くできる。そのため、プレス成形の圧力を低くしても、緻密で強度の高い成形体を得易い。更に、後工程で成形体を焼結した際に潤滑剤が消失することによる体積収縮を抑制でき、寸法精度が高く、高密度の焼結部品を得易い。潤滑剤の含有量は、潤滑性の向上効果を得る観点から、0.1質量%以上、更に0.5質量%以上が好ましい。

【0033】

原料粉末は、有機バインダーを含有していない。原料粉末に有機バインダーを含有しないことで、成形体に含まれる金属粉末の割合を多くできるため、プレス成形の圧力を低くしても、緻密な成形体を得易い。更に、成形体を後工程で脱脂する必要もない。

【0034】

原料粉末は、上述の金属粉末を主体とし、不可避免の不純物を含むことを許容する。

【0035】

上述した金属粉末は、水アトマイズ粉、還元粉、ガスアトマイズ粉などが利用でき、中でも、水アトマイズ粉又は還元粉が好適である。水アトマイズ粉や還元粉は、粒子表面に凹凸が多く形成されていることから、成形時に粒子同士の凹凸が噛み合って、成形体の保形力を高められる。一般に、ガスアトマイズ粉では、表面に凹凸の少ない粒子が得られ易いのに対し、水アトマイズ粉又は還元粉では、表面に凹凸が多い粒子が得られ易い。

【0036】

金属粉末の平均粒径は、例えば20 μm以上、更には50 μm以上150 μm以下とすることが挙げられる。金属粉末の平均粒径は、レーザ回折式粒度分布測定装置により測定

10

20

30

40

50

した体積粒度分布における累積体積が50%となる粒径(D50)のことである。金属粉末の平均粒径が前記範囲内であれば、取り扱い易く、プレス成形が行い易い。

【0037】

(プレス成形)

プレス成形は、機械部品の最終形状に沿った形状や、後工程の切削加工に適した形状などに成形できる適宜な成形装置(成形用金型)を用いることが挙げられる。その形状は、例えば曲面を有する形状、具体的には円柱状や円筒状などが挙げられる。この円柱状や円筒状の成形体の作製は、円柱や円筒の軸方向にプレス成形することで行われる。

【0038】

ここでは、成形体10の形状は、図1に示すように円柱状としている。この成形体10は、例えば、成形体10の両端面11を形成する円形状のプレス面を有する上下のパンチと、上下パンチの外周を囲み、成形体10の外周面12を形成する円形状の挿通孔が形成されたダイとを用いて形成できる。この成形体10の軸方向両端面11は上下のパンチでプレスされたプレス面、外周面12はダイとの摺接面である。この成形体10の表面(プレス面及び摺接面)の十点平均粗さRzは、10μm超である。

10

【0039】

プレス成形の圧力は、例えば250MPa以上800MPa以下が挙げられる。

【0040】

成形体の密度は、6.8g/cm³以上7.4g/cm³以下が挙げられる。

【0041】

20

[切削加工工程]

切削加工工程では、成形体10の表面に切削工具2で切削加工を行う。この切削加工は、円周上に複数の切れ刃22が配置される切削工具2を自転させて、各切れ刃22が断続的に切削するようにして行う。断続切削することで、連続切削する場合に比較して、各切れ刃22の温度上昇を抑制し易い。そのため、構成刃先の形成を抑制し易く、構成刃先の形成による切削加工面の表面粗さが粗くなることを抑制できる。この加工では、切削工具2にかかる切削力のうち切削方向に働く分力(主分力)が成形体10の粉末間の結合力(成形体10の抗折力)よりも小さくなるように切削することが好ましい。そうすれば、平滑で、かつ金属粒子同士で囲まれる空孔の少ない表面を有する成形体10を作製し易い。

【0042】

30

切削工具2は、例えば、フライス工具、具体的にはサイドカッタが挙げられる。この切削工具2は、図1に示すように、円環状のボデー20と、切れ刃22を有する複数のチップ21とを備える。このチップ21は、ボデー20の円周上に適宜間隔を空けて固定される。チップ21は、ボデー20自体に固定してもよいし、ブレード(図示略)を介してボデー20に固定してもよい。なお、切削工具2は、ボデー20にチップ21を取り付けたフライス工具ではなく、ボデー20自体に切れ刃22が形成されたフライス工具でもよい。チップ21は、その基材の表面に耐熱性のコーティングが被覆されていることが好ましい。切削工具2(基材)の材質は、成形体(鉄系材料)の加工に利用される適宜な高強度材料、例えば、超硬合金、サーメット、高速度鋼などが挙げられる。

【0043】

40

切削工具2の切削速度は、1000m/min以上の高速切削とする。高速切削することで、金属粒子をせん断しつつ金属粒子を塑性変形させ易いため、平滑で空孔の少ない表面を有する成形体10を作製し易い。切削工具2で金属粒子をせん断することで成形体10の表面を平滑にし易く、金属粒子を塑性変形させることで金属粒子を展延させて成形体10の表面の空孔を埋め易い。切削工具2の切削速度は、更に1200m/min以上とすることができ、特に1500m/min以上とすることができる。切削工具2の切削速度の上限は、実用上、2500m/min程度が挙げられる。

【0044】

切削加工は、切削工具2を自転させるが成形体10の回りを公転させずに行ってもよいし、切削工具2を自転及び公転させて行ってもよい。切削工具2を自転させるが公転させ

50

ない場合、成形体10は公転させず自転させることが挙げられる。切削工具2を自転及び公転させる場合、成形体10は公転させず自転させてもよいが、自転も公転もさせず固定した状態としてもよい。いずれの場合でも、切削加工はダウンカットで行うことが好ましい。ダウンカットとすれば、アップカットとする場合に比較して、より平滑な平面を形成し易い。具体的には、切削工具2を自転させて公転させず、成形体10を自転させて公転させない場合、切削工具2の自転方向と成形体10の自転方向とを反対方向とする。切削工具2を自転及び公転させて、成形体10を自転させて公転させない場合、切削工具2の自転方向と成形体10の自転方向とを反対方向とすれば、切削工具2の公転方向は問わない。切削工具2を自転及び公転させて、成形体10を自転も公転もさせず固定する場合、切削工具2の自転方向と公転方向とを同一方向とする。

10

【0045】

切削加工は、切削工具2の自転軸2aと、成形体10の中心を通る軸cとを平行にして行うことが好ましい。成形体10の中心を通る軸cとは、成形体10が自転する場合、その自転軸2aに相当し、切削工具2が公転する場合、その公転軸に相当する。成形体10の形状が円柱や円筒の場合、成形体10の中心を通る軸cは円柱や円筒の軸と一致する。その場合、切削加工を施す成形体10の表面は曲面（外周面12）となる。そうすれば、平滑で空孔の少ない表面を有する成形体10を作製し易い。切削工具2と成形体10とを点接触させ易いからである。切削工具2の自転軸2aと成形体10の中心を通る軸cとの間隔は可変とすることが好ましい。そうすれば、成形体10の軸方向に沿って成形体10の径の異なる形状、例えば球状部などを形成することができる。球状部を形成する場合、公転径を可変にすることが挙げられる。

20

【0046】

切削工具2の切れ刃22のすくい角は、例えば0°以上とすることが好ましい。そうすれば、平滑で空孔の少ない表面を有する成形体を作製し易い。このすくい角の上限は、例えば90°程度が挙げられる。切れ刃22のすくい角は、0°以上45°以下がより好ましく、0°以上5°以下が特に好ましい。

【0047】

その他、例えば、切削工具2を自転させて公転させない場合、成形体10を自転させずに切削工具2の回りを公転させてもよいし、成形体10を自転させつつ公転させてもよい。前者の場合、切削工具2の自転方向と成形体10の公転方向とを同一方向とする。後者の場合、切削工具2の自転方向と成形体10の自転方向とを反対方向とすれば、成形体10の公転方向は問わない。成形体10を自転及び公転させる場合、成形体10の自転周期と公転周期とが同期しないように成形体10の自転速度と公転速度とを調整する。成形体10の自転時や公転時の回転数は、自転や公転により成形体10が損傷（成形体10を構成する金属粒子が脱落など）しない程度の回転数とする。例えば、成形体10の直径が100mmのとき、成形体10の自転時の回転数は1800rpm以下程度が挙げられる。

30

【0048】

成形体10の切削加工面の十点平均粗さRzは、10μm以下が挙げられる。成形体10の切削加工面の十点平均粗さRzは、更に8.5μm以下とすることができ、特に5μm以下とすることができる。成形体10の切削加工面の十点平均粗さRzの下限は、例えば、1μm程度が挙げられる。成形体10の切削加工面以外の面の十点平均粗さRzは、10μm超である。成形体10の切削加工面及びそれ以外の面の表面性状は、後述の焼結後も実施的に維持される。

40

【0049】**[焼結工程]**

焼結工程では、上述の切削加工した成形体10を焼結する。この焼結により、詳しくは後述する焼結部品が得られる。この焼結には、適当な焼結炉（図示略）を用いることが挙げられる。焼結の温度は、成形体10の材質に応じて焼結に必要な温度を適宜選択することができ、例えば、1000℃以上、更に1100℃以上、特に1200℃以上が挙げられる。焼結時間は、凡そ20分以上150分以下が挙げられる。

50

【0050】

〔用途〕

実施形態に係る焼結部品の製造方法は、各種の一般構造用部品（スプロケット、ローター、ギア、リング、フランジ、プーリー、軸受けなどの機械部品などの焼結部品）の製造に好適に利用できる。

【0051】

〔作用効果〕

実施形態に係る焼結部品の製造方法によれば、平滑で空孔の少ない表面を有する焼結部品を製造し易い。高速切削であることで成形体10の表面の金属粒子をせん断しつつ塑性変形させられるため、金属粒子のせん断により成形体10の表面を平滑にし易く、金属粒子の塑性変形により金属粒子を展延させて成形体10の表面の空孔を埋め易い。また、高速切削及び断続切削であることで各切れ刃22に構成刃先が形成され難いため、表面粗さが粗くなることを抑制できる。

10

【0052】

〔焼結部品〕

焼結部品は、複数の金属粒子同士が結合されてなる。焼結部品は、実質的にその全面が焼肌面である。焼肌面は、平滑面と粗面とを有する。この焼結部品は、上述の焼結部品の製造方法により製造することができる。焼結部品の表面性状などは、成形体の表面性状が実質的に維持される。

【0053】

〔平滑面〕

平滑面は、十点平均粗さRzが10 μm以下の面である。平滑面の十点平均粗さRzは、更に8.5 μm以下が好ましく、特に5 μm以下が好ましい。平滑面の十点平均粗さRzの下限は、例えば、1 μm程度が挙げられる。この平滑面は、曲面で構成されていることが多い。平滑面は、金属粒子が塑性変形により展延して、金属粒子間の空孔の少なくとも一部を覆う展延部を有する。この展延部における金属粒子の展延方向は、平滑面の周方向に沿っている。これは、切削工具2の自転軸2aと、成形体10の中心を通る軸cとを平行にして切削加工を行っているからである。この展延部は、平滑面の周方向に沿って筋状に形成されている。この筋状の展延部は、平滑面の軸方向に沿って並列している。この平滑面の空孔は、粗面の空孔よりも少ない。

20

30

【0054】

〔粗面〕

粗面は、十点平均粗さRzが10 μm超の面である。この粗面の十点平均粗さRzは、更に25 μm以上とすることができ、特に50 μm以上とすることができる。粗面の十点平均粗さRzの上限は、例えば100 μm程度とすることができる。この粗面には、平滑面のような展延面が実質的に形成されていない。即ち、粗面の空孔は、平滑面の空孔よりも多い。粗面は、平面で構成されていることが多く、その平面の形状は、円形状であることが多い。この粗面は、成形体10に切削加工を施しておらず、成形工程後、切削加工前の表面性状が維持された面である。

【0055】

〔用途〕

実施形態に係る焼結部品は、各種の一般構造用部品（スプロケット、ローター、ギア、リング、フランジ、プーリー、軸受けなどの機械部品などの焼結部品）に好適に利用できる。

40

【0056】

〔作用効果〕

実施形態の焼結部品によれば、平滑で空孔の少ない表面を有することができる。

【0057】

《試験例1》

切削速度の違いによる成形体の表面粗さの違いを評価した。

50

【0058】

〔試料No. 1-1〕

上述の焼結部品の製造方法で説明した成形工程と切削加工工程とを経て、切削加工が施された試料No. 1-1の成形体を作製した。

【0059】

〔成形工程〕

原料粉末として、鉄合金粉末（組成：2質量%Cu-0.8質量% C-残部がFe及び不可避的不純物、D50：100 μ m）と、エチレンビスステアリン酸アミドとを混合した混合粉末を準備した。

【0060】

原料粉末を図1に示すような円柱状の成形体10が得られる所定の成形用金型に充填し、600MPaのプレス圧力でプレス成形して、円柱状の成形体10（外径：65mm、高さ（軸方向に沿った長さ）：55mm）を作製した。この成形体10の密度は、6.9g/cm³であった。この密度は、サイズと質量から算出した見かけ密度とした。

【0061】

〔切削加工工程〕

切削加工工程では、成形体10の外周面12（曲面）を切削加工した。切削工具には、SANKYO TOOL CO., LTD製 材質：JIS記号SKH51 刃径：75mm×穴径：25.4mm、刃数：12枚（コーナ：4R）のサイドカッタを用いた。切削工具の回転数は6000rpmとし、切削工具の切削速度は、1400m/minとした。ここでは、成形体10を回転させず固定し、切削工具を自転させつつ成形体10の外周面12の回りを公転させながら行った。切削工具の自転方向と公転方向とは、同一方向とした。成形体10のプレス面である端面11には切削加工を施していない。

【0062】

〔試料No. 1-101〕

切削工具の回転数を510rpmとし、切削工具の切削速度を120m/minとした点を除き、試料No. 1-1と同様に、成形体10の外周面に切削加工を施して、試料No. 1-101の成形体を作製した。

【0063】

〔表面粗さの評価〕

各試料の成形体において、切削加工面の十点平均粗さRzを測定した。十点平均粗さRzの測定は、「製品の幾何特性仕様（GPS）-表面性状：輪郭曲線方式-用語、定義及び表面性状パラメータ JIS B 0601（2013）」に準拠した。

【0064】

試料No. 1-1の成形体における切削加工面の十点平均粗さRzは、8.3 μ mであった。一方、試料No. 1-101の成形体における切削加工面の十点平均粗さRzは、30 μ mであった。

【0065】

試料No. 1-1の成形体における切削加工面と非切削加工面（プレス面）とを目視にて観察した。その切削加工面と非切削加工面の表面写真（倍率20倍）をそれぞれ図2と図3に示す。図2の紙面左右方向が切削加工方向である。図2に示す切削加工面は、図3に示す非切削加工面に比べて、粒子同士の間に形成される空孔が少ないことが分かった。切削加工面は、図2に示すように、表面の金属粒子が紙面左右方向に沿って展延して各空孔の少なくとも一部を覆っている。非切削加工面は、図3に示すように、金属粒子が展延して空孔を覆う箇所が殆ど存在しない。即ち、金属粒子で囲まれる空孔の実質的に全てが露出している。

【0066】

試料No. 1-101の成形体における切削加工面を試料No. 1-1と同様に目視にて観察した。その切削加工面の表面写真（倍率20倍）を図4に示す。図4の紙面左右方向が切削加工方向である。切削加工面は、図4に示すように、試料No. 1-1の切削加

工面に比較して、表面の金属粒子が紙面左右方向に沿って殆ど展延しておらず、空孔が多かった。

【0067】

切削速度を 1000 m/min 、 2000 m/min とした以外は、試料No. 1-1と同じ条件で成形体を作製した。その後、その成形体を焼結温度 1130°C 、焼結時間90分の条件で焼結し、焼結部品を作製した。いずれの焼結部品の加工部は平滑面であり、試料No. 1-101の成形体を焼結した焼結部品よりも平滑で空孔の少ない表面を有することを確認した。

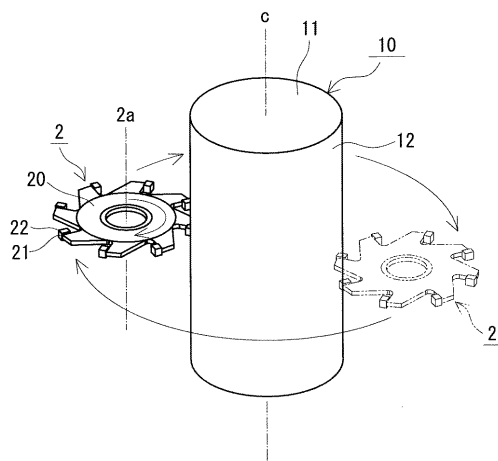
【符号の説明】

【0068】

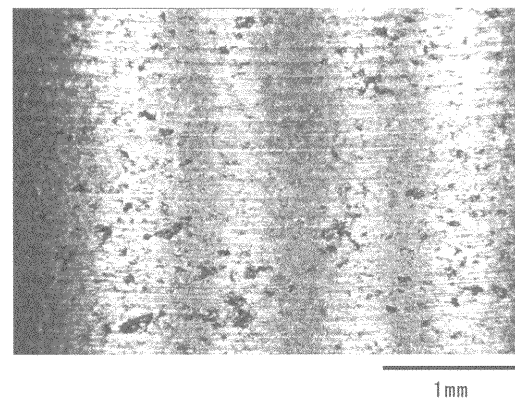
- 10 成形体
- 11 端面
- 12 外周面
- 2 切削工具
- 2a 自転軸
- 20 ボデー
- 21 チップ
- 22 切れ刃
- c 軸

10

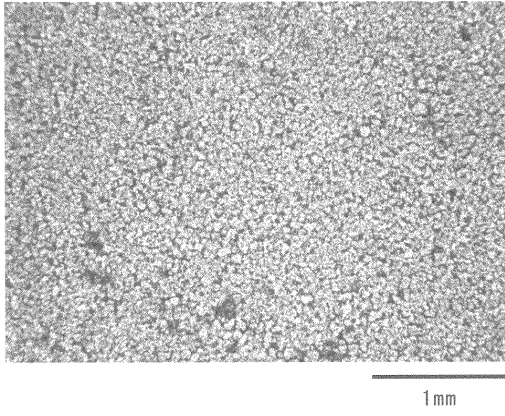
【図1】



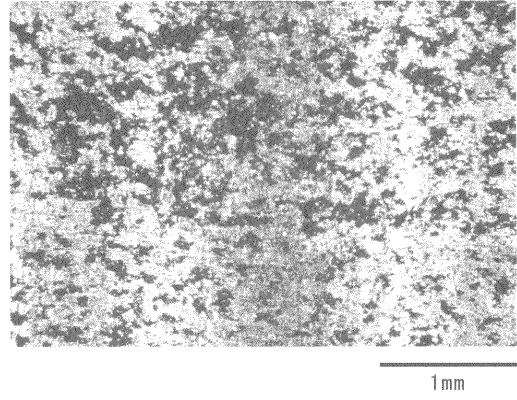
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2015-143376 (JP, A)
特開2007-077468 (JP, A)
特開2013-108173 (JP, A)
特開2012-077348 (JP, A)
特開昭62-208527 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B22F1/00-12/90