



MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,

規則4.17に規定する申立て:

- 不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て (規則4.17(v))

添付公開書類:

- 国際調査報告書

合する結合剤樹脂とを有して成る粉末焼結体用成形体およびその成形体を焼結して得られる粉末焼結体である。本発明の粉末焼結体用成形体の製造法方法によれば、高度に複雑な形状であっても亀裂または破損等が生じにくい粉末焼結体用成形体を製造することができ、また機械的加工により高度に複雑な内部構造と形状にすることができる。本発明の粉末焼結体の製造方法は、ディーゼルエンジン用燃料噴射ノズル等、高度に複雑な内部構造と形状を有する粉末焼結体を製造することができる。

明 細 書

粉末焼結体用成形体および粉末焼結体並びにこれらの製造方法 技術分野

[0001] 本発明は、粉末焼結体用成形体および粉末焼結体並びにこれらの製造方法に関し、さらに詳しくは、結合剤樹脂を含有する粉末焼結体用成形体および粉末焼結体、並びにこれらの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 粉末冶金法は、通常金属粉末等を型に入れて加圧成形することにより粉末焼結体用成形体を作成し、これを全体が融解するよりやや低い温度で焼結して粉末焼結体である製品を製造する技術である。この技術は、同一形状の製品を大量にかつ安価に製造することができるので、自動車用部品、機械部品、磁性材料、切削工具等の製造に広く利用されている。

[0003] しかし、従来の粉末冶金法では複雑な形状を有する製品の製造は困難であった。これは、従来の粉末焼結体用成形体の製造方法では、成形体中に空隙が生じやすい等の理由から、成形体の機械的強度が小さく、複雑形状の成形体は破損を生じやすかったからである。また単純な形状の成形体に機械的加工を加えて複雑形状の成形体を作ることも、同様に成形体の機械的強度が小さいことから困難であった。

[0004] このような従来法その他、近年成形体の製造方法として高速遠心成形法の研究が進められている。高速遠心成形法は、溶媒中に原料粉末を均一に分散させて泥漿を作成し、この泥漿を成形金型に注入してこれに遠心機にて遠心力を加えることにより、原料粉末を成形金型底部に沈降させて成形金型の形状に成形し、成形体を作成する方法である。成形体の製造方法として高速遠心成形法を採用すると、微細な原料粉末を使用して高密度で均質な充填が可能になり、成形体中の空隙の発生を防止することができる。このため高速遠心成形法を用いれば、機械的強度の大きい成形体を得られるので、ある程度複雑な形状の成形体の製造も可能になる。たとえば特開2005-48230号公報(特許文献1)に示されたように、成形体に所定の形状を付与する中子を成形金型の中に挿入して原料粉末を成形することにより、ある程度複

雑な形状の成形体の製造を容易に行うことができる。これは、遠心力により原料粉末が降り積もるように進行する一方、成形金型内に挿入した中子に対してはほぼ等方的な静水圧力のみがかかるので、複雑な形状を有する中子を挿入しても成形体が崩壊せず、くるみ成形が可能になるからである。

[0005] しかし、この高速遠心成形法によっても成形体の形状が高度に複雑化すると、成形体の凹凸の激しい部分に亀裂等が生じやすい。上記特開2005-48230号公報に示される方法によっても、亀裂等の発生を回避することはできなかった。また、高速遠心法によって作成した成形体に機械的加工を施すことにより、高度に複雑な形状の成形体を作ろうとしても、破損を起こしやすい。このため、たとえばディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルを製造するための成形体のような高度に複雑な形状を有する成形体の製造は、高速遠心成形法によっても困難であった。この結果、高度に複雑な形状を有する粉末焼結体を粉末冶金法で製造することも困難であった。

特許文献1:特開2005-48230号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、上記のような従来の粉末焼結体用成形体および粉末焼結体用成形体の製造方法が有する問題を解決することを目的とする。すなわち本発明の課題は、機械的加工を施すことにより複雑な形状にすることのできる強度の大きい粉末焼結体用成形体、または機械的加工を施すことなく複雑な形状を有する粉末焼結体用成形体を提供すること、および複雑な形状を有する粉末焼結体を提供すること、並びにそのような成形体および粉末焼結体の製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するための本発明は、原料粉末と結合剤樹脂と分散媒とを含む泥漿を成形金型内で遠心成形して、原料粉末と結合剤樹脂とからなる成形体を製造する粉末焼結体用成形体の製造方法である。

[0008] その好ましい態様として、結合剤樹脂は、エポキシアクリレート樹脂、ウレタンアクリレート樹脂、ポリエステルアクリレート樹脂、不飽和ポリエステル樹脂またはエチルセルロースであり、

原料粉末が冷間成形用型鋼粉末であり、結合剤樹脂がエポキシアクリレート樹脂であり、分散媒がスチレンであり、

成形金型の中に中子が装着されており、

中子がくるみ装着成型された粉末焼結体用成形体が、複雑な内部構造と形状の形成用であり、

中子がくるみ装着成型された粉末焼結体用成形体が、ディーゼルエンジン用燃料噴射ノズル形成用であり、

中子がくるみ装着成型された粉末焼結体用成形体の中子は、棒状の幹部と、該幹部の先端部から放射状に延びて粉末焼結体に噴射孔を形成する枝部と、これら枝部を成形金型内で安定して支持すべく、枝部の先端を一体に連結するリング状に形成された支持部とを有して成り、

枝部の数が4～100個である。

[0009] また、本発明は、前記粉末焼結体用成形体の製造方法により製造された粉末焼結体用成形体を焼結して焼結体を製造する粉末焼結体の製造方法である。

[0010] その好ましい態様として、前記中子をくるみ装着成型された粉末焼結体用成形体の製造方法により製造された粉末焼結体用成形体の中子を除去する中子除去工程を経た後、前記粉末焼結体用成形体を焼結して焼結体を製造する粉末焼結体の製造方法であり、

前記中子除去工程は、中子を、前記粉末焼結体用成形体とともに溶解性溶剤に浸して溶解除去する工程であり、

前記中子除去工程は、中子を、前記粉末焼結体用成形体とともに加熱して熱分解除去する工程であり、

前記粉末焼結体の製造方法は、粉末焼結体用成形体に機械的加工を加える機械的加工工程を含み、

前記粉末焼結体の製造方法は、粉末焼結体用成形体中の結合剤樹脂を熱分解して除去する熱脱脂工程を含む。

[0011] また、本発明は、原料粉末と、該原料粉末の間に介在し、該原料粉末同士を結合する結合剤樹脂とを有して成る粉末焼結体用成形体である。

[0012] その好ましい態様として、結合剤樹脂は、エポキシアクリレート樹脂、ウレタンアクリレート樹脂、ポリエステルアクリレート樹脂、不飽和ポリエステル樹脂またはエチルセルロースであり、

原料粉末が冷間成形用型鋼であり、結合剤樹脂がエポキシアクリレート樹脂であり、

前記粉末焼結体用成形体は、原料粉末と結合剤樹脂と分散媒とを含む泥漿を成形金型内で遠心成形して製造され、

前記中子がくるみ装着成型された粉末焼結体用成形体が複雑な内部構造と形状の形成用であり、

前記中子がくるみ装着成型された粉末焼結体用成形体は、ディーゼルエンジン用燃料噴射ノズル形成用であり、

中子がくるみ装着成型された粉末焼結体用成形体中の中子は、棒状の幹部と、該幹部の先端部から放射状に延びて粉末焼結体に噴射孔を形成する枝部と、これら枝部を成形金型内で安定して支持すべく、枝部の先端を一体に連結するリング状に形成された支持部とを有して成り、

枝部の数が4～100個である。

[0013] また、本発明は、前記粉末焼結体用成形体を焼結して製造された粉末焼結体であり、前記粉末焼結体用成形体に機械的加工を加えて生成した成形体を焼結して製造された粉末焼結体である。

[0014] その好適な態様として、前記粉末焼結体は、複雑な内部構造と形状の成型体であり、さらにはディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルである。

発明の効果

[0015] 本発明の粉末焼結体用成形体は、機械的強度が大きいので、高度に複雑な形状であっても、亀裂または破損等が生じにくく、また機械的加工により高度に複雑な形状にすることができる。本発明の粉末焼結体用成形体は、機械的強度が大きいので、離型が容易である。

[0016] 本発明の粉末焼結体は、高度に複雑な内部構造と形状にすることができ、しかも強度が大きいので、機械部品等様々な工業部品に使用することができる。

[0017] 本発明の粉末焼結体用成形体の製造方法によれば、機械的強度が大きく、高度に複雑な内部構造や形状を有していても亀裂または破損等が生じにくい粉末焼結体用成形体を製造することができ、また機械的加工により高度に複雑な内部構造や形状にすることができる粉末焼結体用成形体を製造することができる。

[0018] 本発明の粉末焼結体の製造方法は、高度に複雑な内部構造と形状を有する、強度の大きい粉末焼結体を製造することができる。このため、多数の微細な噴射孔を有するディーゼルエンジン用燃料噴射ノズル等は、従来法ではコスト等の理由から製造が困難であったが、本発明では、安価に、簡易に、かつ精度良く製造することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図1は、本発明の成形体の製造方法および粉末焼結体の製造方法を説明する説明図である。

[図2]図2(a)は、中子3の平面図であり、図2(b)は、中子3の側面図である。

[図3]図3は、実施例2における高速遠心成形直後の成形体の側面概略図である。

[図4]図4は、実施例2におけるドリル処理後の成形体の縦断面概略図である。

[図5]図5(A)は、実施例2で得られた焼結体の上面の写真であり、図5(B)は、実施例2で得られた焼結体の側面の写真である。

[図6]図6は、燃料噴射試験における噴射の状態を示す写真である。

符号の説明

- [0020] 1・・・泥漿
2・・・成形金型
3・・・中子
7・・・成形体
8・・・上澄み
9・・・加工成形体
10・・・熱脱脂済加工成形体
11・・・粉末焼結体

発明を実施するための最良の形態

- [0021] 本発明の粉末焼結体用成形体の製造方法および本発明の粉末焼結体の製造方法を、図1を例にして説明する。図1は、粉末焼結体であるディーゼルエンジン用燃料噴射ノズル、およびこのノズルを作るための成形体の製造工程を示している。図1(a)~(d)が本発明の粉末焼結体用成形体の製造方法に該当し、図1(a)~(h)が本発明の粉末焼結体の製造方法に該当する。
- [0022] 図1(a)に示すように、円筒状の成形金型2に中子3をセットする。中子3は、成形体内部および粉末焼結体内部に複雑な内部構造と形状を付与するために挿入される治具である。図2(a)に中子3の平面図、図2(b)に中子3の側面図を示した。中子3は、棒状の幹部4と、該幹部4の先端部から放射状に延びて噴射孔を形成する枝部5と、これら枝部5を成形金型2内で安定して支持すべく、枝部5の先端を一体に連結するリング状に形成された支持部6とを有している。中子3には、枝部5が6本設けられている。後述のように、高速遠心成形法においては中子にはほぼ等方的な静水圧力のみがかかる。つまり、高速遠心成形法においては、成形している間、中子に強い機械的力や熱等が加わることがないので、成形中に中子に破損や亀裂等が生じる可能性は小さい。したがって、高速遠心成形法においては、複雑で微細な構造を有する中子を使用することができ、中子の材料についても、特に強度の大きさを要求されることはない。この中子3は、たとえばアクリル樹脂、ポリスチレン、ABS樹脂などのスチレン系樹脂またはポリカーボネート等の合成樹脂製である。
- [0023] 泥漿1を調整する。泥漿は、通常溶媒に原料粉末を均一に分散させて調整される。本発明は、この泥漿が結合剤樹脂を含有していることに特徴を有する。
- [0024] 原料粉末は、目的とする粉末焼結体に応じて適宜選択され、たとえばオーステナイト系ステンレス鋼粉末、冷間成形用型鋼の高水圧アトマイズ粉末、超硬合金、サーメット、およびその他の焼結金属製造用粉末、並びに高純度アルミナ粉末、アルミナにマグネシア、シリカ、チタニア等を添加した混合粉末、ベリリア、およびマグネシア磁器等の磁性体部品製造用粉末等である。
- [0025] 分散媒は、原料粉末等に応じて適宜選択され、たとえば水、メタノール、エタノール、ヘプタン、2-エトキシエタノール、スチレン、 α -メチルスチレン、トルエン、ベンゼン等である。

- [0026] 前記結合剤樹脂は、原料粉末が成形され成形体になったときに、原料粉末間に介在し、原料粉末間の結合を強化することにより、成形体の機械的強度を増大する機能を有する。このために、結合剤樹脂を含有する泥漿を用いて遠心成形法により成形体を製造すると、高度に複雑な内部構造と形状にしても、亀裂または破損等を生じにくい成形体を製造することができ、また機械的加工により高度に複雑な形状にすることのできる成形体を製造することができる。結合剤樹脂は、原料粉末および分散媒等に応じて適宜選択され、たとえばエポキシアクリレート樹脂、ウレタンアクリレート樹脂、ポリエステルアクリレート樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、エチルセルロース等である。
- [0027] 前記泥漿には、必要に応じて分散剤および硬化剤等を添加することができる。分散剤としては、たとえばポリオキシエチレンジスルホン化フェニルエーテル、ポリオキシエチレンソルビタンモノオレエート、ラウリルグリコシド、ジスルホン化フェニルエーテル、ポリオキシエチレンラウリルエーテル酢酸ナトリウム、およびソルビタンモノオレエート等を挙げるることができる。硬化剤としては、たとえばパーキユアVLおよびメチルエチルケトンパーオキサイド等を挙げるることができる。
- [0028] 泥漿は、たとえば次のように調整することができる。原料粉末に分散媒および結合剤樹脂を加えて攪拌する。泥漿に分散剤または硬化剤を添加する場合には、原料粉末、分散媒および結合剤樹脂の混合液に分散剤または硬化剤を添加して攪拌する。分散剤および硬化剤の両方を添加する場合には、分散剤、硬化剤の順番に添加して攪拌することが好ましい。
- [0029] 本発明の泥漿は、このように少なくとも3種類の物質の混合物であり、5種類以上の物質の混合物になることもある。このため本発明の泥漿では、各物質間の相互作用を考慮して、好適な成形体が得られるように、各物質の選択およびその配合量の決定を行う。
- [0030] たとえば原料粉末が冷間成形用型鋼である場合には、次のような物質が選択される。結合剤樹脂として、常温硬化系のエポキシアクリレート樹脂が好ましい。これは、樹脂としては粘度が低く成形時の粒子充填性に優れているほか、熱分解除去も容易であるからである。このとき硬化剤として有機過酸化物系の架橋剤(たとえばパーキユ

アVL(日本油脂(株)製)を添加することが好ましい。分散媒としては、スチレンモノマーが好ましい。これは、結合剤樹脂との適合性が良いことに加え、結合剤樹脂の固化時にスチレンモノマーが結合剤樹脂と架橋しながら取り込まれていくので、固化収縮を抑制することができるからである。分散剤としては、ポリオキシエチレンジスチレンまたはフェニルエーテルが好ましい。これは、その親水基(ポリオキシエチレン基)が原料粉末に吸着し、さらにその芳香族系の親油基が分散媒および結合剤樹脂によくなじむからである。

[0031] なお、泥漿の用いる分散媒と中子との組み合わせによっては、成形中に中子が分散媒に溶解することがある。したがって、成形中に中子の溶解が起こるような分散媒と中子との組み合わせは避けることが好ましい。たとえば、中子の材料をアクリル樹脂、分散媒をスチレンとすると、成形中にたとえば前記中子の枝部が溶解して細くなり、その結果、最終的に得られるディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルの噴射孔が細くなって、効率的な噴射を行うことが困難になる場合がある。もともと、前記組み合わせにおいても、成形時の温度を約 -20°C に維持すると、中子の溶解を防止することができ、ディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルの噴射孔が細くなるのを防ぐことができる。

[0032] 上記のような原料粉末、結合剤樹脂、硬化剤、分散媒および分散剤を採用した場合の配合割合としては、原料粉末の径が $1\sim 10\ \mu\text{m}$ であるときには、前記分散媒に対して結合剤樹脂が $50\sim 70$ 質量%、原料粉末の径が $0.1\sim 1\ \mu\text{m}$ であるときには、前記分散媒に対して結合剤樹脂が $1\sim 5$ 質量%であることが好ましい。また原料粉末の配合割合は、分散媒と結合剤樹脂との合計量を1としたとき、約2であることが好ましい。このような配合割合であると、成形体を複雑形状にしても破損や亀裂の発生が抑制され、さらに成形体の成形金型からの離型も容易になる。

[0033] このような泥漿1を成形金型2内に注入する。泥漿1が成形金型2内に注入された状態を図1(b)に示した。

[0034] 次に高速遠心成形を行う。高速遠心成形は公知の方法により行うことができる(特開2005-48230号公報参照)。結合剤樹脂を使用する本発明においては、 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ 、 $5,000\sim 13,000\text{rpm}$ 、 $1.8\sim 7.2\text{ks}$ という条件で行うことが、強度の高い成

形体が得られる点で好ましい。

[0035] この高速遠心成形において、くるみ成形が行われる。「くるみ成形」とは、原料粉末が、中子が存在している部分を除いて堆積し、中子をくるむようにして成形される成形法をいう。この高速遠心成形法におけるくるみ成形においては、成形金型2内の中子3に対してはほぼ等方的な静水圧力のみがかかる。このようにして、中子がくるみ装着されて成型された成形体7が得られる。高速遠心成形を行った後の状態を図1(c)に示した。成形金型2の底部に成形体7が形成され、その上部に上澄み8が形成される。この上澄み8は、分散媒と結合剤樹脂等とからなる。成形体7中に内在する分散媒と結合剤樹脂、および上澄み8中の分散媒と結合剤樹脂とは、重合が起こって固化する。

このようにして製造された成形体7は、原料粉末と、この原料粉末の間に介在し、この原料粉末同士を結合する結合剤樹脂とを有して成る。すなわち、成形体7は、本願発明に係る粉末焼結体用成形体である。上記固化により成形体7の機械的強度は大きくなる。このため、図2に示したような中子3を使用して複雑で微細な内部構造の成形体を作成しても、成形体の破損や亀裂が生じにくい。つまりこの成形体の製造方法は、機械的加工を施さなくても、高度に複雑な内部構造と形状を有する成形体を製造することができる。また、成形金型2から成形体を取り出すときにも、成形体の破損が生じにくい。

[0036] 成形体7および上澄み8を成形金型2から取り出す。成形金型2から取り出した成形体7および固化した上澄み8を図1(d)に示した。

[0037] 上澄み8を除去した後、成形体7にドリル等による穴あけや切削、旋盤加工等の機械的加工を施し、成形体7を目的形状に整形する。成形体7に機械的加工を施して得られる加工成形体9を図1(e)に示した。前述のように成形体7の機械的強度は大きいので、このような機械的加工を施しても成形体7の破損や亀裂が生じにくい。したがって、中子を使用して複雑な内部構造と形状にするのではなく、機械的加工を施すことにより複雑な形状にすることもできる。つまり、この成形体の製造方法は、機械的加工を施すことにより複雑な内部構造と形状にすることのできる強度の大きい成形体を製造することができる。また、この機械的加工においては、成形体の中子とともに加

工し、成形体を所定形状に成形することもできる。

[0038] 中子3がくるみ装着成型されている加工成形体9から中子3を除去する。中子3を除去した後の加工成形体9を図1(f)に示した。この中子3を除去する操作においても、上述の通り、加工成形体9が強固であるので、加工成形体9の破損や亀裂が生じにくい。中子3を除去する方法としては、加工成形体9とともに中子3を溶剤に浸して中子3を溶解除去する方法、および加工成形体9とともに中子3を加熱して中子3を熱分解除去する方法等を挙げることができる。成形体が複雑形状を有する場合には、成形体にクラックが生じにくい等の理由により、中子3を溶解除去する方法が好適である。しかし、中子の溶解除去の際、浸漬温度が高いほど、また泥漿中の結合剤の割合が低いほど成形体にクラックが生じやすくなるので、このような場合には、熱分解除去する方法が適している。

[0039] 溶解除去に使用する溶剤としては、中子3は溶解するが結合剤樹脂は溶解しない溶剤が好ましい。このような溶剤を使用すれば、中子の溶解除去中にも成形体の強度が維持されるので、溶解除去中成形体にクラック等が生じにくくなり、また中子の溶解除去後にも成形体の強度が維持されるので、中子の溶解除去後にも成形体の機械的加工が可能になる。このような溶剤としては、中子3がアクリル樹脂製である場合には、ジクロロエタン等を挙げることができる。

[0040] 加工成形体9を加熱し、加工成形体9中に存在する結合剤樹脂を熱分解して除去する(熱脱脂)。熱脱脂済加工成形体10を図1(g)に示した。この熱脱脂操作においても、上述の通り、加工成形体9が強固であるので、熱脱脂済加工成形体10の破損や亀裂が生じにくい。熱脱脂をするときの温度は、結合剤樹脂を熱分解することが可能な温度であり、結合剤樹脂ごとに決定される。たとえば結合剤樹脂にエポキシアクリレート樹脂を使用したときには、熱脱脂温度としては300～350°Cが好ましい。また成形体のクラック発生を防止するためには、熱脱脂温度まで一気に昇温するのではなく、25～100°C/hで昇温することが好ましい。熱脱脂時間としては、結合剤樹脂にエポキシアクリレート樹脂を使用したときには、熱脱脂温度に達した後4～200時間であることが好ましい。熱脱脂は、真空、アルゴン-水素、アルゴン、空気等の雰囲気で行うことができる。

- [0041] また、前記の中子の熱分解除去を、結合剤樹脂の熱脱脂と同一の操作で行うことも可能である。結合剤樹脂の熱脱脂と同一の操作で行う場合、たとえば中子の材料がアクリル樹脂であるときには、真空雰囲気において、25～100℃/hで昇温していき、280～300℃の範囲では5℃/h程度でゆっくり昇温して先に中子を熱分解除去し、その後約315℃で60時間保持して、結合剤樹脂を分解除去することができる。
- [0042] 熱脱脂済加工成形体10を焼結する。この焼結によって得られるディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルである粉末焼結体11を図1(h)に示した。焼結温度および焼結時間は、原料粉末、成形体の大きさおよびその形状等に応じて適宜決定される。たとえば1, 200～1, 250℃で、0.5～3時間である。たとえば、原料粉末に冷間成形用型鋼を使用し、通常ディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルを製造する場合、電子顕微鏡観察によると、焼結温度が高くなるに従い焼結体の組織中の気泡の形状が丸くなり、数も減少し、組織の緻密化が進行する。1150～1180℃では気泡の数の減少は著しく、焼結体の相対密度は93%程度に上昇する。約1260℃以上になると、組織、密度の変化は小さくなり、1350℃で4時間保持すると、相対密度は97%程度まで上昇する。
- [0043] この粉末焼結体11は、本願発明に係る粉末焼結体である。粉末焼結体11は、図2に示したような複雑で微細な構造を有する中子3を使用して作成した成形体7から作られているので、粉末焼結体11も複雑で微細な構造を有する。すなわちこの粉末焼結体の製造方法は、高度に複雑な形状を有する粉末焼結体を製造することができる。中子3には、枝部5が6本設けられていたので、粉末焼結体11には、6本の枝部5に対応して6個の噴射孔が形成されている。
- [0044] 上述の通り、本発明においては、複雑で微細な構造を有する焼結体を得ることができるので、中子3において枝部の数を増やし、焼結体に設けられる噴射孔の数を7個以上にすることもできる。したがって、本発明によれば、実用上十分な数の噴射孔を有するディーゼルエンジン用燃料噴射ノズル、たとえば4～100個、好ましくは10～50個の噴射孔を有するディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルを製造することができる。4～100個の噴射孔を有するディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルの製造は、中子3において枝部を4～100本にすることにより達成される。

- [0045] また、本発明によれば噴射孔の内径を小さくすることができ、実用上十分な内径の噴射孔を有するディーゼルエンジン用燃料噴射ノズル、たとえば内径30～100 μ m、好ましくは50～80 μ mの噴射孔を有するディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルを製造することができる。このようなディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルの製造は、中子3において枝部の径を噴射孔の内径に対応して決定することにより達成される。
- [0046] また粉末焼結体11を作成した後、これに機械的加工を施して所望の形状の製品を作ることも可能である。
- [0047] 本発明である粉末焼結体用成形体および粉末焼結体、並びにこれらの製造方法は、上記一形態の構成のみには限定されない。
- [0048] たとえば粉末焼結体としては、ディーゼルエンジン用燃料噴射ノズル以外のノズルであってもよく、小型化や精密化、省エネ化など様々な要求の高い電子機器や通信機械機器などを始めとする各方面の製品であってもよい。この場合、図2に示した中子以外の中子を使用することができる。
- [0049] 上記例では、中子を使用して成形体および粉末焼結体に複雑な形状を付与しているが、本発明の粉末焼結体用成形体および粉末焼結体の製造方法では、中子を用いず、成形金型により成形体に複雑な形状を付与することも可能である。また上述のように、遠心成形で単純な形状の成形体を作った後、これに機械的加工を行って成形体に複雑な形状を付与することもできる。
- [0050] 上記例では、成形体の機械加工を行った後に中子の除去を行っているが、本発明の粉末焼結体の製造方法では、中子除去の後に成形体の機械加工を行ってもよく、また中子除去の前後で成形体の機械加工を行ってもよい。
- [0051] 上記例では、成形体に機械的加工を加えた上で粉末焼結体を製造しているが、本発明の粉末焼結体の製造方法では、成形体に機械的加工を加えることなく、成形体を焼結して粉末焼結体を製造することができる。

実施例

- [0052] 以下、本発明を実施例により説明するが、本発明は、この実施例により何ら限定されるものではない。

[実施例1]

以下のようにしてディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルおよびこれを製造するための成形体を作成した。

- [0053] 組み合わせられると、内径8mmの円筒状の成形型を形成するアルミニウム製の2つの割型を用意し、それらの間に、図2の中子3と同様の形状を有するアクリル樹脂製中子を挟んで、この2つの割型を組み合わせた。中子の枝部は、直径0.2mmであった。
- [0054] スチレンモノマー5gに常温硬化系のエポキシアクリレート樹脂5gを混合し、この混合液に粉径が4 μ mである冷間成形用型鋼SKD11(エプソンアトミック(株)製)を20g加えて混合した。この混合液に、ポリオキシエチレンジスチレンを0.8g、パーキュアVLを0.3g添加して、よく攪拌し、泥漿を調整した。
- [0055] この泥漿を成形型内に注入した。この成形型をロータ半径98mmの高速冷却遠心機(日立株式会社製、CR-22G型)にセットし、これを作動させて、7000rpmで10.8ks間泥漿に遠心力を加え、成形体を作成した。2つの割型を引き離して、成形体から中子とともに成形体を取り出し、上澄みを除去した。このとき成形体に破損および亀裂は生じなかった。
- [0056] 中子とともに成形体をジクロロエタンに浸して中子を溶解除去した。このとき成形体には、中子の枝部が存在していた部位に孔が形成されていた。
- [0057] この成形体を、50°C/hで昇温して、300°Cにて60時間加熱することにより、熱脱脂を行った。
- [0058] この熱脱脂済の成形体を電気炉に入れ、 9.0×10^{-3} Pa以下で、1723Kにて5.4ks間加熱して、焼結した。このようにして焼結体が得られた。この焼結体には破損および亀裂は生じておらず、歪みもなかった。またこの焼結体には、中子の枝部が存在していた部位にノズル孔が形成されていた。この焼結体は、ディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルとして使用可能であると認められた。

[比較例1]

泥漿中に結合剤樹脂を添加しない以外は、上記実施例と同様にしてディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルおよび成形体の製造を試みた。

- [0059] 成形金型から取り出された成形体には、中子が存在する部分の周辺に亀裂が生じ

ていた。溶媒により中子を溶解除去すると、中子の枝部が存在していた部位に孔は形成されているが、この孔から数本の亀裂が走っていた。

[0060] この成形体を焼結して得られた焼結体には、その中央部に大きな亀裂が生じており、焼結体が大きく歪んでいた。またこの焼結体には、中子の枝部が存在していた部位には空隙が存在していたが、その空隙から亀裂が走っているため、ノズル孔としては機能しないものであった。この焼結体は、ディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルとしては使用できないと認められた。

[実施例2]

以下の方法により、ディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルを作製し、燃料噴射試験を行った。

(焼結体の作製)

組み合わせられると、内径 18 mmの円筒状の成形型を形成するアルミニウム製の2つの割型を用意し、それらの間に、図2の中子3と同様の形状を有するアクリル樹脂製中子を挟んで、この2つの割型を組み合わせた。中子の枝部は、直径100 μ mであった。

[0061] スチレンモノマー5gに常温硬化系のエポキシアクリレート樹脂5gを混合し、この混合液に粉径が4 μ mである冷間成形用型鋼SKD11(エプソンアトムック(株)製)を20g加えて混合した。この混合液に、ポリオキシエチレンジスチレンを0.8g、パーキュアVLを0.15g添加して、よく攪拌し、泥漿を調整した。

[0062] この泥漿を成形型内に注入した。この成形型をロータ半径98mmの高速冷却遠心機(日立株式会社製、CR-22G型)にセットし、これを作動させて、7000rpmで10.8ks間泥漿に遠心力を加え、成形体を作成した。2つの割型を引き離して、成形型から、固化した上澄み部および中子とともに成形体を取り出した。このときの成形体の側面概略図を図3に示した。

[0063] この段階で成形体に機械的加工を施し、ディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルとなるべき外部形状を形成させた。このとき、成形体に付着している中子も一緒に加工した。

[0064] 成形体に付着していた上澄み部を除去し、成形体をドリルにて穴あけ処理して、デ

ディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルとなるべき内部形状を形成させた。このドリル処理後の成形体の縦断面概略図を図4に示した。

[0065] 中子が付着したこの成形体を、 1.13×10^{-3} Pa以下の真空雰囲気において加熱した。雰囲気温度が280°Cまでは200°C/hで昇温し、280~350°Cの範囲では2°C/hで昇温した。この操作により、中子を熱分解除去し、さらに結合剤樹脂を分解除去した。

[0066] この熱脱脂済の成形体を電気炉に入れ、 9.0×10^{-3} Pa以下で、200°C/hで昇温し、1150°Cにて1時間保持して、焼結した。このようにして焼結体を得られた。この焼結体の写真を図5に示した。図5(A)は、この焼結体の上面の写真であり、図5(B)は、この焼結体の側面の写真である。

(燃料噴射試験)

この焼結体を、実際のディーゼルエンジンにおいてディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルが置かれている条件と同条件下に置き、燃料噴射試験を行った。燃焼室の圧力を1000MPa、シリンダー内圧力を1.5MPa、噴射時間を0.7msとした。噴射孔から噴射された燃料は自然着火し、燃焼した。そのときの状態を高速度カメラで撮影した。

[0067] 図6にこのときに撮影された4枚の写真を示した。図6から、焼結体に設けられた6つの噴射孔から燃料がほぼ均等に噴射されていることがわかる。図6から、焼結体に設けられた6つの噴射孔はすべて十分に実用できるように形成されており、さらにこの焼結体は、実際の燃料噴射に耐えうる強度を有していることがわかった。

請求の範囲

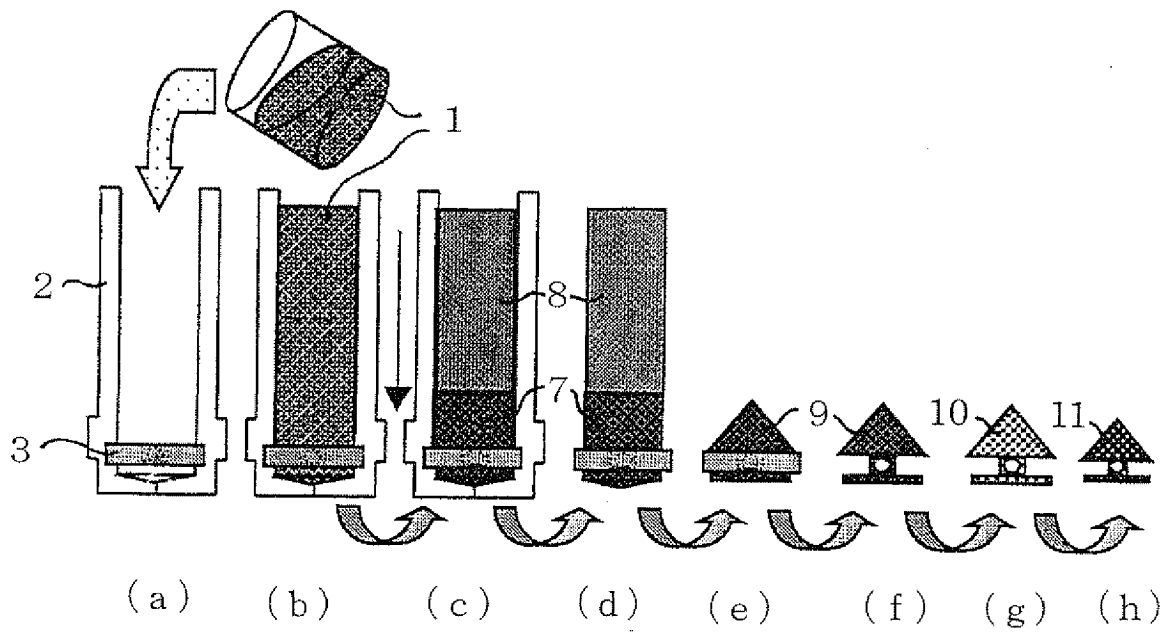
- [1] 原料粉末と結合剤樹脂と分散媒とを含む泥漿を成形金型内で遠心成形して、原料粉末と結合剤樹脂とからなる成形体を製造することを特徴とする粉末焼結体用成形体の製造方法。
- [2] 結合剤樹脂は、エポキシアクリレート樹脂、ウレタンアクリレート樹脂、ポリエステルアクリレート樹脂、不飽和ポリエステル樹脂またはエチルセルロースである請求項1に記載の粉末焼結体用成形体の製造方法。
- [3] 原料粉末が冷間成形用型鋼であり、結合剤樹脂がエポキシアクリレート樹脂であり、分散媒がスチレンである請求項1に記載の粉末焼結体用成形体の製造方法。
- [4] 成形金型の中に中子が装着されている請求項1～3に記載の粉末焼結体用成形体の製造方法。
- [5] 中子がくるみ装着成型された粉末焼結体用成形体が、複雑な内部構造と形状の形成用である請求項4に記載の粉末焼結体用成形体の製造方法。
- [6] 中子がくるみ装着成型された粉末焼結体用成形体が、ディーゼルエンジン用燃料噴射ノズル形成用である請求項4または5に記載の粉末焼結体用成形体の製造方法。
- [7] 中子がくるみ装着成型された粉末焼結体用成形体中の中子は、棒状の幹部と、該幹部の先端部から放射状に延びて粉末焼結体に噴射孔を形成する枝部と、これら枝部を成形金型内で安定して支持すべく、枝部の先端を一体に連結するリング状に形成された支持部とを有して成る請求項6に記載の粉末焼結体用成形体の製造方法。
- [8] 枝部の数が4～20個である請求項7に記載の粉末焼結体用成形体の製造方法。
- [9] 請求項1～8のいずれか1項に記載の粉末焼結体用成形体の製造方法により製造された粉末焼結体用成形体を焼結して焼結体を製造する粉末焼結体の製造方法。
- [10] 請求項4～8のいずれか1項に記載の粉末焼結体用成形体の製造方法により製造された中子をくるみ装着成型された粉末焼結体用成形体中の中子を除去する中子除去工程を経た後、前記粉末焼結体用成形体を焼結して焼結体を製造する粉末焼結体の製造方法。

- [11] 中子除去工程は、中子を、前記粉末焼結体用成形体とともに溶解性溶剤に浸して溶解除去する工程である請求項10に記載の粉末焼結体の製造方法。
- [12] 中子除去工程は、中子を、前記粉末焼結体用成形体とともに加熱して熱分解除去する工程である請求項10に記載の粉末焼結体の製造方法。
- [13] 粉末焼結体用成形体に機械的加工を加える機械的加工工程を含む請求項9～12のいずれか1項に記載の粉末焼結体の製造方法。
- [14] 粉末焼結体用成形体中の結合剤樹脂を熱分解して除去する熱脱脂工程を含む請求項9～13のいずれか1項に記載の粉末焼結体の製造方法。
- [15] 原料粉末と、該原料粉末の間に介在し、該原料粉末同士を結合する結合剤樹脂とを有して成ることを特徴とする粉末焼結体用成形体。
- [16] 結合剤樹脂は、エポキシアクリレート樹脂、ウレタンアクリレート樹脂、ポリエステルアクリレート樹脂、不飽和ポリエステル樹脂またはエチルセルロースである請求項15に記載の粉末焼結体用成形体。
- [17] 原料粉末が冷間成形用型鋼であり、結合剤樹脂がエポキシアクリレート樹脂である請求項15に記載の粉末焼結体用成形体。
- [18] 原料粉末と結合剤樹脂と分散媒とを含む泥漿を成形金型内で遠心成形して製造された請求項15～17のいずれか1項に記載の粉末焼結体用成形体。
- [19] 中子がくるみ装着成型された粉末焼結体用成形体が複雑な内部構造と形状の形成用である請求項15～18のいずれか1項に記載の粉末焼結体用成形体。
- [20] 中子がくるみ装着成型された粉末焼結体用成形体がディーゼルエンジン用燃料噴射ノズル形成用である請求項15～19のいずれか1項に記載の粉末焼結体用成形体。
- [21] 中子がくるみ装着成型された粉末焼結体用成形体中の中子は、棒状の幹部と、該幹部の先端部から放射状に延びて粉末焼結体に噴射孔を形成する枝部と、これら枝部を成形金型内で安定して支持すべく、枝部の先端を一体に連結するリング状に形成された支持部とを有して成る請求項20に記載の粉末焼結体用成形体。
- [22] 枝部の数が4～20個である請求項21に記載の粉末焼結体用成形体。
- [23] 請求項15～22のいずれか1項に記載の粉末焼結体用成形体を焼結して製造され

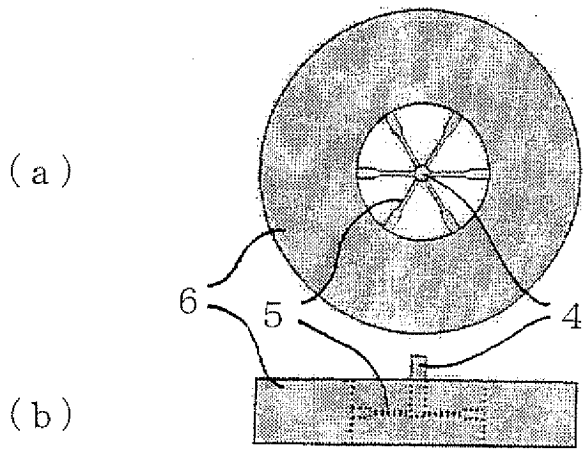
た粉末焼結体。

- [24] 請求項15～22いずれか1項に記載の粉末焼結体用成形体に機械的加工を加えて生成した成形体を焼結して製造された粉末焼結体。
- [25] 複雑な内部構造と形状を有する請求項23または24に記載の粉末焼結体。
- [26] ディーゼルエンジン用燃料噴射ノズルである請求項23～25のいずれか1項に記載の粉末焼結体。

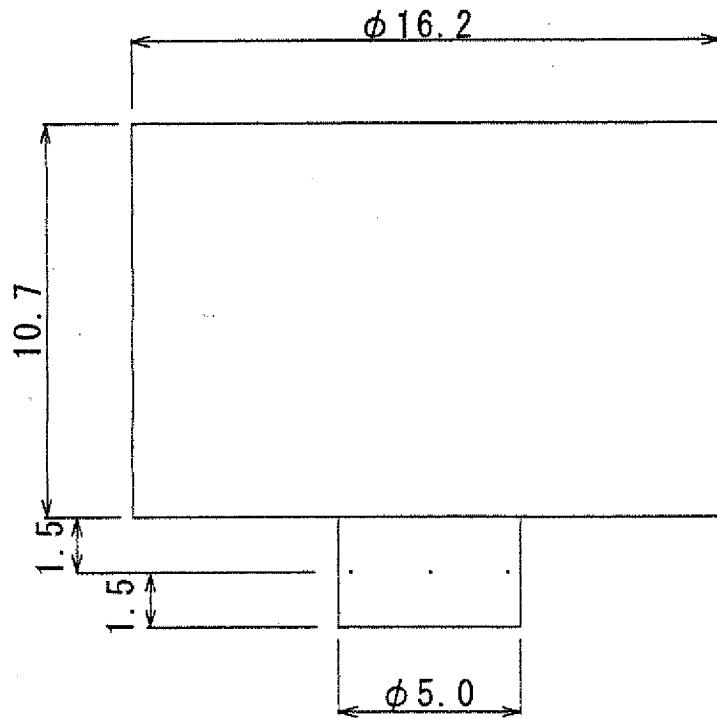
[図1]



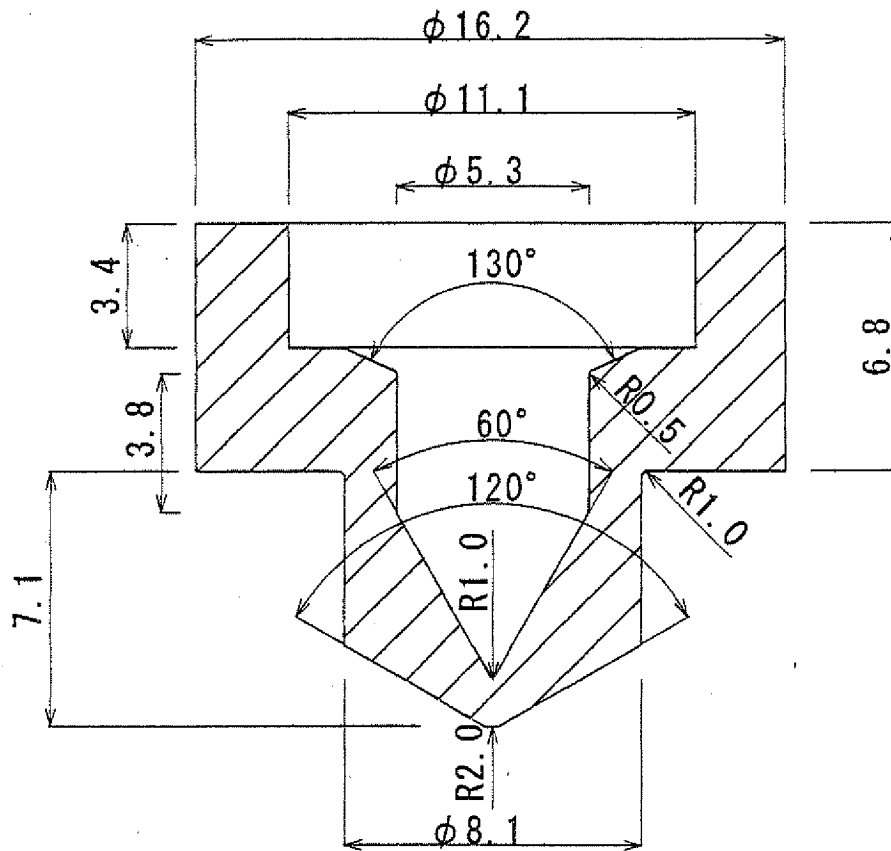
[図2]



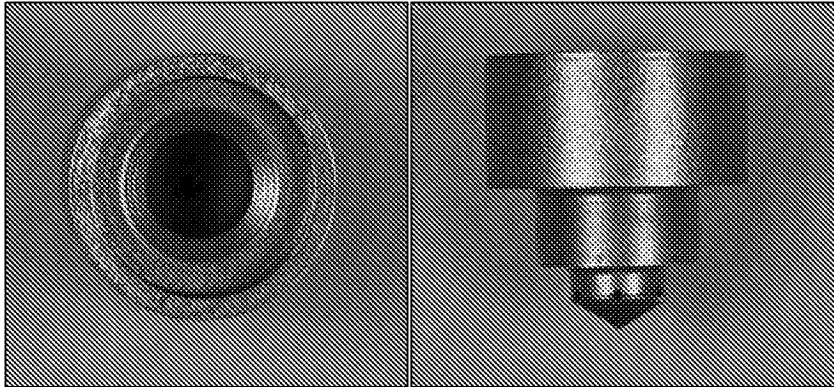
[図3]



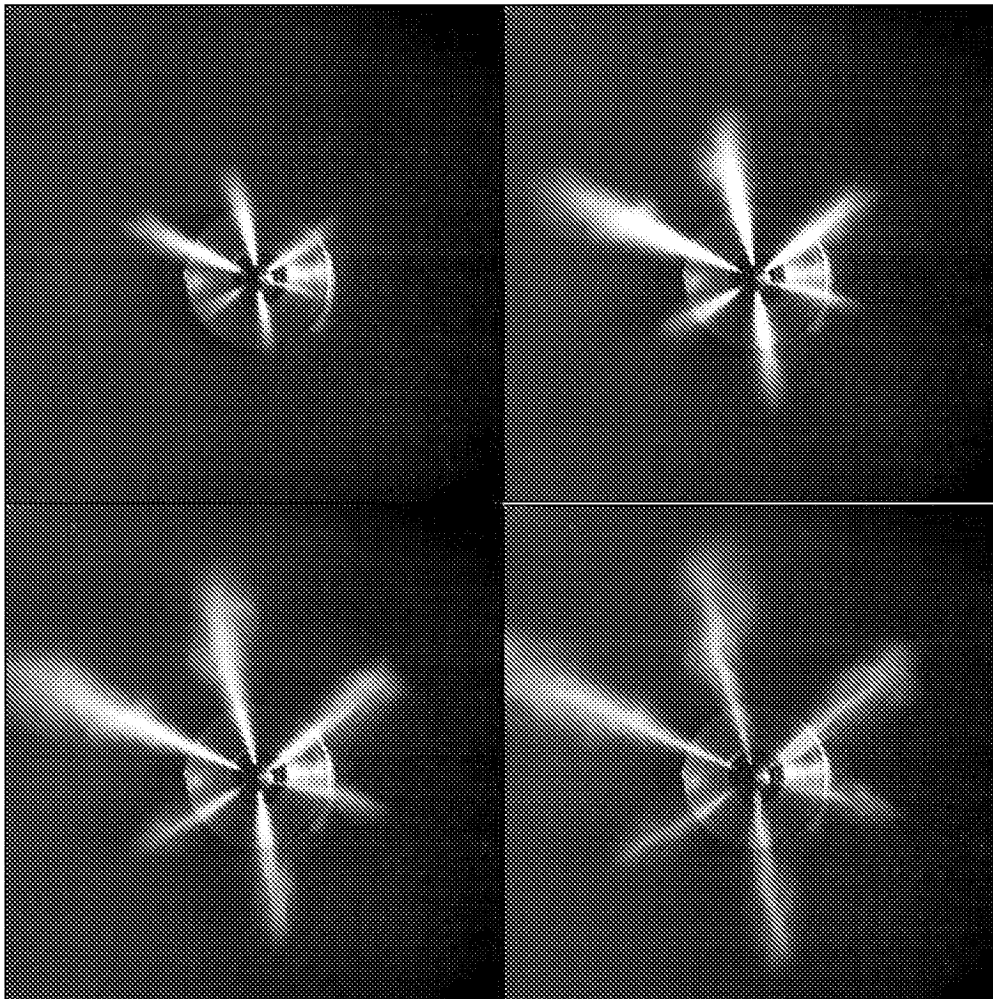
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/055896

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B22F3/06(2006.01) i, *B22F3/02*(2006.01) i, *B22F3/10*(2006.01) i, *F02M61/18*
 (2006.01) i
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B22F3/06, *B22F3/02*, *B22F3/10*

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2005-248217 A (Yoshinobu SHIMOITANI), 15 September, 2005 (15.09.05), Claims; Par. Nos. [0013], [0018], [0024] to [0048] (Family: none)	1, 4-15, 18-26 2, 16 3, 17
X Y A	JP 5-65504 A (Hidenori KUROKI), 19 March, 1993 (19.03.93), Claims; Par. Nos. [0025] to [0031], [0040] (Family: none)	1, 9, 15, 23 2, 16 3, 17
Y A	JP 2000-144207 A (Sumitomo Special Metals Co., Ltd.), 26 May, 2000 (26.05.00), Par. No. [0029] (Family: none)	2, 16 3, 17

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 12 May, 2008 (12.05.08)	Date of mailing of the international search report 20 May, 2008 (20.05.08)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B22F3/06(2006.01)i, B22F3/02(2006.01)i, B22F3/10(2006.01)i, F02M61/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B22F3/06, B22F3/02, B22F3/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2008年
日本国実用新案登録公報	1996-2008年
日本国登録実用新案公報	1994-2008年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 2005-248217 A (下井谷 良信) 2005.09.15, 特許請求の範囲, 段落0013, 0018, 0024-0048 (ファミリーなし)	1, 4-15, 18-26 2, 16 3, 17
X Y A	JP 5-65504 A (黒木 英憲) 1993.03.19, 特許請求の範囲, 段落0025-0031, 0040 (ファミリーなし)	1, 9, 15, 23 2, 16 3, 17

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.05.2008

国際調査報告の発送日

20.05.2008

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

浅井 雅弘

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

4K

3950

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 2000-144207 A (住友特殊金属株式会社) 2000. 05. 26, 段落 0 0 2 9 (ファミリーなし)	2, 16 3, 17