



特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 ⁴ B22F 1/00, C22C 38/00	A1	(11) 国際公開番号 WO 89/ 02802 (43) 国際公開日 1989年4月6日 (06.04.89)
(21) 国際出願番号 PCT/JP88/01007 (22) 国際出願日 1988年9月30日 (30. 09. 88) (31) 優先権主張番号 特願昭 62-244074 特願昭 63-137400 (32) 優先日 1987年9月30日 (30. 09. 87) 1988年6月6日 (06. 06. 88) (33) 優先権主張国 JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 川崎製鉄株式会社 (KAWASAKI STEEL CORPORATION)(JP/JP) 〒651 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号 Hyogo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 高城重彰 (TAKAJO, Shigeaki)(JP/JP) 古君 修 (FURUKIMI, Osamu)(JP/JP) 小倉邦明 (OGURA, Kuniaki)(JP/JP) 丸田慶一 (MARUTA, Keiichi)(JP/JP) 阿部輝宣 (ABE, Teruyoshi)(JP/JP) 桜田一男 (SAKURADA, Ichio)(JP/JP) 〒260 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社 技術研究本部内 Chiba, (JP)	(74) 代理人 弁理士 小杉佳男 (KOSUGI, Yoshio) 〒105 東京都港区西新橋1丁目10番8号 第2クスタビル4階 Tokyo, (JP) (81) 指定国 AT (欧州特許), BE (欧州特許), CH (欧州特許), DE (欧州特許), FR (欧州特許), GB (欧州特許), IT (欧州特許), KR, LU (欧州特許), NL (欧州特許), SE (欧州特許), US. 添付公開書類 国際調査報告書	
(54) Title: COMPOSITE ALLOY STEEL POWDER AND SINTERED ALLOY STEEL		
(54) 発明の名称 複合金鋼粉および焼結合金鋼		
(57) Abstract		
<p>High-strength and high-toughness sintered alloy steel and composite alloy steel powder for use in production of the steel are disclosed. The steel contains as final product alloy components Ni, Mo and/or W and, if necessary, C with the content of Ni being 0.50 to 3.50 wt %, the content of Mo + 1/2W being 0.65 to 3.50 wt % and, if necessary, the content of C being 0.3 to 0.8 wt %, and the balance being Fe and unavoidable impurities, and has a density of at least 7.0 g/cm³ and a tensile strength of at least 130 kgf/mm². The content of each of Ni and Mo + 1/2W in the alloy steel powder of a particle size of 45 μm or less are 2.0 to 4.2 times as much as the average content of the whole powder. This composition gives high-strength and high-toughness sintered alloy steel by powder metallurgy using a comparatively low alloy formulation and heat-treated sintered steel satisfying requirements for automobile parts, etc.</p>		

(57) 要約

焼結合金鋼の強度の増大と靱性の向上を図ることの技術的課題につき、最終製品合金成分としてNiとMoおよび/またはW、さらに必要に応じてCを含み、合金組成がNi: 0.50~3.50重量%、Mo+1/2W: 0.65~3.50重量%、さらに必要に応じてC: 0.3~0.8重量%で、残部がFeおよび不可避不純物から成り、かつ密度が7.0g/cm³以上で、焼入れ焼戻し後の引張強さが130kgf/mm²以上である高強度高靱性焼結合金鋼およびその製造に用いるための複合合金鋼粉で、45μm以下の粒度におけるNiおよびMo+1/2Wの含有量がそれぞれ鋼粉全体の平均含有量の2.0~4.2倍の範囲にあるものを提案し、よって高合金組成とすることなく、また特殊な設備を必要とすることなく、比較的low合金組成で高強度、高靱性の焼結合金鋼を得るための粉末冶金用複合合金鋼粉および特に自動車部品等の要求を満足する熱処理焼結鋼の提供を実現する。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	FR	フランス	MR	モーリタニア
AU	オーストラリア	GA	ガボン	MW	マラウイ
BB	バルバドス	GB	イギリス	NL	オランダ
BE	ベルギー	HU	ハンガリー	NO	ノルウエー
BG	ブルガリア	IT	イタリア	RO	ルーマニア
BJ	ベナン	JP	日本	SD	スーダン
BR	ブラジル	KP	朝鮮民主主義人民共和国	SE	スウェーデン
CF	中央アフリカ共和国	KR	大韓民国	SN	セネガル
CG	コンゴ	LI	リヒテンシュタイン	SU	ソビエト連邦
CH	スイス	LK	スリランカ	TD	チャード
CM	カメルーン	LU	ルクセンブルグ	TG	トーゴ
DE	西ドイツ	MC	モナコ	US	米国
DK	デンマーク	MG	マダガスカル		
FI	フィンランド	ML	マリ		

明 細 書

複合合金鋼粉および焼結合金鋼

技術分野

この発明は、粉末冶金による焼結部品の製造に供される合金鋼粉および焼結後に熱処理を施して使用される高強度焼結合金鋼に関するものである。

背景技術

鉄系焼結材料は自動車部品などに多く利用されている。最近これら部品の軽量化が指向され、高強度化が要望されている。

焼結部品を高強度とするため、種々の合金鋼粉を用いることは周知の技術である。これらの高強度焼結部品は、高密度であることを要求されることが多い。完全に均一な合金鋼粉は鋼粉粒子が固くなるので、鉄粉粒子表面に合金元素の粉末を部分的に拡散付着させた、複合合金鋼粉として、鋼粉の圧縮性を高める努力がなされている。

しかし、このような複合合金鋼粉を用いる方法においても、その合金組成や製造方法および使用方法が適切でない場合には、十分な焼結体特性を期待することができない。

特開昭61-231102号公報では、合金組成を高合金化することによって、焼結材料の強度を高める

試みがなされている。しかし、Niを7%以上含む高合金組成であるため、コストが高いことのほか、焼結した状態で硬さが高くなり、サイジングや切削加工が不可能となる。また焼結後、残留オーステナイトが多くなり、引張強さを 130 kgf/mm^2 以上の高強度とするためには、サブゼロ処理などの特別の熱処理が必要となってコスト上昇の要因になるなど問題が多い。また、残留オーステナイトが時間の経過と共に分解し、部品の変形などの経時変化をもたらすことなども問題となる。

特公昭45-9649号公報では、成形後の熱処理に際して寸法変化が少なく、高強度の焼結体を与える低合金鋼粉が開示されている。この低合金鋼粉は鉄粉とNi、MoおよびCuの化合物との混合物を加熱して合金成分を拡散付着させ、集合化した粒子を粉碎し、さらに焼鈍することにより得られるものである。しかし、この低合金鋼粉はCuを0.50~2.00重量%含んでおり、Cuが粒界に偏析して ϵ -Cu脆化層を生成し、機械的特性を劣化させるので、好ましくない。

また、本発明者らの一人は、特に焼結のまま、その後の熱処理なしに用いられる場合に好適な、複合金鋼粉の組成を提案している（特開昭63-89601）。この合金鋼粉はNiおよび/またはCuとMoとを含み、高い焼結体硬さと焼結の際の寸法安定性

を与える合金組成を有している。しかし、焼結体の引張強さが $130 \text{ kgf} / \text{mm}^2$ 以上を実現しうるものではない。

さらに、本発明者らの一人らは、鋼粉表面に2種以上の合金成分が拡散付着され、かつ $44 \mu\text{m}$ 以下の粒度における各合金成分の含有量がそれぞれ鋼粉全体の平均含有量の $0.9 \sim 1.9$ 倍の範囲にある複合合金鋼粉を提案している（特開昭61-130401号公報）。しかし、この合金鋼粉を用いて製造した焼結体は、引張時にオーステナイトからマルテンサイトへの歪誘起変態が起こらず、また圧縮性不足で密度が十分でないため、引張強さ $130 \text{ kgf} / \text{mm}^2$ 以上を実現することはできない。

焼結部品に浸炭焼入れ処理を施したものは、部品内部の靱性が高いと共に、表面部は硬くて耐摩耗性に富み、一般に疲労強度も高い。従って、歯車などの高強度部品として最も実用的価値が高い。しかしながら、従来の焼結体を単に浸炭焼入れするのみでは、引張強さ $130 \text{ kgf} / \text{mm}^2$ 以上の高強度を得ることは困難である。

問題のひとつは、焼結体が空孔を有するため、浸炭挙動が通常の鋼材と異なり、適切な炭素濃度分布が得にくいことである。そのため強度が不十分となる。これを解決するため、焼結体の密度を十分高めてから浸炭する試みがなされた。焼結鍛造はそのひとつで、高

強度材料が得られている。しかし、この方法は特殊な設備を必要とし、熱間鍛造に用いる金型の寿命が短いためコストが高む場合が多く、適用は限定されている。

一方、焼結体を冷間鍛造あるいはコイニングし、密度を $7.6 \sim 7.8 \text{ g/cm}^3$ と高めて高強度材を得ることも試みられた（特公昭 49-16325 号公報）。この方法は熱間鍛造設備が不要であるという利点を持つが、 7.6 g/cm^3 以上の高密度とするために、冷間鍛造またはコイニングの圧力を高圧力とする必要があり、金型寿命が短いという問題を有する。

さらに、熱処理を行う焼結部品において、高合金化、高密度化により、高強度を得ている例は多い。しかし、特開昭 62-146203 で開示された熱処理焼結体の引張強さは 120 kgf/mm^2 以下であり、それ以上の高強度化の要望に対しては満足できない。

また、特開昭 54-50409 では、密度が 7.6 g/cm^3 の焼結熱処理材を製造し、引張強さ 160 kgf/mm^2 を得る技術が開示されているが、衝撃値は $2.5 \text{ kgf} \cdot \text{m/cm}^2$ 以下であって、靱性は低い。

最近、焼結部品の高強度化に対する要請はますます強くなり、その結果、焼結後に熱処理を施す使用方法が重要性を増している。この場合、熱処理後は焼結体がきわめて硬くなるので、切削やサイジングによる寸法矯正が困難となる。

そこで、熱処理前にこれらの工程を加えることとなるから、切削やサイジングをできる限り容易にするように、焼結体の熱処理前の硬さ従って強度を低くおさえ、その後の熱処理で高強度（高硬度）とする必要がある。

これまでの複合合金鋼粉では、このような加工に適した仕様が十分に検討されておらず、新しい仕様を有する合金鋼粉の出現が待たれていたものである。

本発明の目的は、高合金組成とすることなく、また特殊な設備を必要とすることなく、比較的合金組成で高強度、高靱性の焼結合金鋼を得るための粉末冶金用複合合金鋼粉および熱処理焼結鋼を提供することにある。このことによって焼結体の熱処理前の切削ないしサイジングを容易にすると共に、焼結処理後に高強度、高靱性の焼結体を得るという相反する技術を同時に実現することができる。

発明の開示

本発明者らは、焼結体の高強度化ならびに高靱性化について鋭意研究した結果、用いる鋼粉の組成および焼結体の密度の両者が焼結体の高強度化、高靱性化に著しく影響することを見出した。

本発明者らの着眼点は、Ni-Mo系複合合金鋼粉において、焼結に引続いて浸炭焼入れを行う場合の組成を適正化することである。すなわち、浸炭焼入れ

は、低炭素の焼結鋼に炭素を拡散させながら焼入れする手法であるから、熱処理前の切削性やサイジング性を与えるには、低炭素の合金鋼として組成を選択し、その組成が熱処理後、炭素を含む状態で所望の強度を与えるものであればよい。

本発明者らの知見によれば、炭素が共存しない状態では、MoやNiに比べて焼結体を硬くしにくいため、熱処理前の焼結体の切削やサイジングを考えた場合、Niよりも自由に増量することができる。一方、浸炭後の強度上昇にはMoはNiよりも寄与が大きい。そこで、これまでに存在するNi-Mo系複合合金鋼粉の組成(MoをWで置きかえた場合も含む)よりも、NiにくらべてMoをより多量に使用することにより、きわめて良い結果が得られると考えたのである。

本発明者らが得た焼結体の強度および韌性と組成および密度との関係を述べる。

NiとMoの含有量がそれぞれ、

(X) 0.58% Ni - 3.21% Mo

(Y) 1.07% Ni - 3.42% Mo

(Z) 1.09% Ni - 0.6% Mo

の組成の複合合金鋼粉を用い、これに黒鉛と潤滑剤(ステアリン酸亜鉛)を添加し、仮焼結したのち、成形圧力を変化して再圧縮を行い密度を変化させた。

その後、本焼結(1250℃×30分、アンモニア

分解ガス中)し、油焼入れ(870℃×60分、不活性ガス中加熱)、180℃×60分の焼戻しを行った。これらの焼結体の密度と引張強さおよびシャルピー衝撃値との関係を第1図、第2図に示す。密度7.0 g/cm³以上で上記(X)、(Y)の焼結体は引張強さ130 kgf/mm²以上を有すると共に高靱性であることがわかる。さらに、密度を7.3 g/cm³以上にすると、引張強さを150 kgf/mm²以上にすることができる。

本発明は上記の知見をもとに構成されたものである。すなわち本発明は、

(1) 合金成分が粉末状に鉄粉粒子表面に部分的に拡散付着された複合合金鋼粉であって、合金成分として、Niと、MoまたはWのうちの少なくとも一方とを含み、合金組成が

Ni : 0.50 ~ 3.50 重量%

Mo + 1/2 W : 0.65 ~ 3.50 重量%

で、残部がFeおよび不可避不純物から成り、かつ該鋼粉のうち45 μm以下の粒度におけるNiおよびMo + 1/2 Wの含有量がそれぞれ該鋼粉全体の平均含有量の2.0 ~ 4.2倍の範囲にあることを特徴とする粉末冶金用複合合金鋼粉。

(2) 最終製品合金成分としてNiと、MoまたはWのうちの少なくとも一方とを含み、合金組成が

Ni : 0.50 ~ 3.50 重量%

$M o + 1 / 2 W : 0.65 \sim 3.50$ 重量%

で、残部が $F e$ 、 C および不可避不純物から成り、かつ密度が $7.0 g / c m^3$ 以上で、浸炭焼入れ焼戻し後の引張強さが $130 k g f / m m^2$ 以上を有することを特徴とする高強度焼結合金鋼。

(3) 最終製品合金成分として C 、 $N i$ と、 $M o$ または W のうちの少なくとも一方とを含み、合金組成が

$C : 0.3 \sim 0.8$ 重量%

$N i : 0.50 \sim 3.50$ 重量%

$M o + 1 / 2 W : 0.65 \sim 3.50$ 重量%

で、残部が $F e$ および不可避不純物から成り、かつ密度が $7.0 g / c m^3$ 以上で、焼入れ焼戻し後の引張強さが $130 k g f / m m^2$ 以上を有することを特徴とする高強度高靱性焼結合金鋼。

(4) 発明(1)に記載の複合合金鋼粉を用いて製造した焼結合金鋼であって、最終製品合金成分として $N i$ と、 $M o$ または W のうちの少なくとも一方とを含み、合金組成が

$N i : 0.50 \sim 3.50$ 重量%

$M o + 1 / 2 W : 0.65 \sim 3.50$ 重量%

で、残部が $F e$ 、 C および不可避不純物から成り、かつ密度が $7.0 g / c m^3$ 以上で、浸炭焼入れ焼戻し後の引張強さが $130 k g f / m m^2$ 以上を有することを特徴とする高強度焼結合金鋼。

(5) 発明(1)に記載の複合合金鋼粉を用いて製造

した焼結合金鋼であって、最終製品合金成分として C、Ni と、Mo または W のうちの少なくとも一方とを含み、合金組成が

C : 0.3 ~ 0.8 重量%

Ni : 0.50 ~ 3.50 重量%

Mo + 1/2 W : 0.65 ~ 3.50 重量%

で、残部が Fe および不可避不純物から成り、かつ密度が 7.0 g/cm^3 以上で、焼入れ焼戻し後の引張強さが 130 kgf/mm^2 以上を有することを特徴とする高強度高靱性焼結合金鋼。

である。

なお、本発明において複合合金鋼粉とは、鉄粉粒子表面に合金元素、例えば Ni、Mo や W が部分的に拡散付着された鋼粉を言う。

上記数値限定の意義について説明する。

Ni : 0.50 ~ 3.50 重量%

Ni は Fe 基地に固溶して焼結体を強化し、また靱性を向上させるのに役立つ。0.50 重量% 未満であると固溶強化および焼入れ性向上による高強度化とマトリックスの靱性改善効果が得られない。一方、3.50 重量% を超えると、過剰なオーステナイト相が生成し、強度低下が生じる。

Mo : 0.65 ~ 3.50 重量%

Mo は Fe 基地中に固溶し、焼結体を強化すると共に、炭化物を形成して強度および硬さを向上させるほ

10

か、焼入れ性の上昇にも効果大きい。

0.65重量%未満であると固溶強化および焼入れ性向上による高強度化が得られない。一方、3.50重量%を超えると靱性が阻害される。なお、Mo量は0.65重量%以上で高強度が得られるが、0.85重量%以上にすると、一層の高強度化が達成でき好ましい。

以上、基本合金成分としてNiとMoについて述べたが、Moの一部または全部をその2倍の重量のWで置きかえることができる。ここでWの重量を2倍とするのは、焼結鋼の特性変化に及ぼすWの効果は、その1/2重量のMoの効果に等しいからである。

C : 0.3 ~ 0.8 重量%

Cは安価な強化元素であるが、熱処理焼結体のC量が0.3重量%未満では、引張強さ130 kgf/mm²以上の高強度が得られない。多量含有すると炭化物を形成して強度靱性を低下させ、またオーステナイト生成の要因となるため、熱処理焼結体のC量を0.3 ~ 0.8重量%の範囲とした。C量の影響について本発明者らが得た結果を、以下に述べる。

Ni、Moが上記範囲にある複合合金鋼粉について、製品C量が0.1 ~ 1.0重量%になるように黒鉛量を変えて添加し、さらに潤滑剤として1重量%のステアリン酸亜鉛を添加して混合粉を製造した。これらの鋼粉について成型焼結した後、油焼入れ(870℃×

30分)後180℃×60分焼戻して熱処理焼結鋼を製造し、引張試験とシャルピー衝撃試験を行った。その結果を第3図および第4図に示す。C量が0.3～0.8重量%の範囲において高強度、高靱性が得られる。

Cの添加は、部品の使用目的により焼結時に黒鉛粉を合金鋼粉に混合して添加する場合と、焼結後に浸炭焼入れにより添加する場合がある。

浸炭焼入れの場合には、部品断面でC含有量の分布が生じるが、C含有量は必ずしも全断面で上記範囲内にある必要はなく、浸炭部において満足すれば良い。

高い密度の焼結製品を得るには、原料となる合金鋼粉の圧縮性が高い必要がある。

そのためには、NiとMoおよび/またはWと鉄粉粒子表面に拡散付着された、いわゆる複合合金鋼粉が適している。完全に均一なプリアロイ鋼粉は、一般に圧縮性が低く、高密度とするのに不利である。

通常鉄粉とNi粉、Mo粉および/またはW粉との混合粉末では、焼結中の合金元素の拡散が不十分で、強度の上昇が不十分である。複合合金鋼粉であっても、拡散合金化の程度が低ければ、やはり焼結体の強度が不足する。拡散合金化の進行程度を見るため、合金鋼粉のうち45μm以下の粒度のものにおけるNiまたはMo + 1/2Wの含有量が鋼粉全体の平均

1 2

の Ni または $M o + 1 / 2 W$ の含有量のそれぞれ何倍であるかを調べ、これを「拡散偏析度」として指標に用いる。

Ni、 $M o + 1 / 2 W$ についてのこの拡散偏析度がそれぞれ 4.2 を越えると、熱処理焼結体の強度および圧縮性が低下する。また、前述のように、拡散偏析度が 2.0 未満でも、圧縮性が不足し、さらにオーステナイトがマルテンサイトに歪誘起変態しないため、引張強さが不十分である。よって、拡散偏析度の範囲を 2.0 ~ 4.2 とする。これは鉄粉や合金成分の粒度およびこれらの加熱温度を調節することにより達成される。

複合金鋼粉組成は、焼結体の組成に適合させて、Ni が 0.50 ~ 3.50 重量%、 $M o + 1 / 2 W$ が 0.65 ~ 3.50 重量%、残部は Fe と不可避不純物である。

不純物の許容範囲は、

C : 0.03 重量% 以内、好ましくは 0.01

重量% 以内

Si : 0.1 重量% 以内、好ましくは 0.05

重量% 以内

Mn : 0.4 重量% 以内、好ましくは 0.15

重量% 以内

Cr : 0.3 重量% 以内

Cu : 0.3 重量% 以内

1 3

A l : 0.1 重量% 以内

P : 0.02 重量% 以内

S : 0.02 重量% 以内

O : 0.25 重量% 以内、好ましくは0.15
重量% 以内N : 0.01 重量% 以内、好ましくは
0.002 重量% 以内

である。上記元素のうち、Mn、Crなどは、許容範囲以内ならば、むしろ強度を向上させる場合があり、むやみに低くすることばかりが得策ではない。

また焼結体の強度確保のために複合合金鋼粉の粒度は、180 μ m以上の粒度の重量割合を10%以内とすることが好ましい。

次に熱処理について説明する。高強度を得るために、焼結後、熱処理を行う。

熱処理は、表面付近で高硬度を得たい時は浸炭焼入れ焼戻し処理を用いる。均一な強度を得たい時は焼結時に黒鉛粉末により複合合金鋼粉にCを添加し、通常の焼入れ焼戻し処理を行う。

この熱処理により、組織が焼戻しマルテンサイトとなり、高強度、高靱性鋼が得られる。焼入れ温度は800~930℃が好ましく、800℃未満では加熱時に均一なオーステナイト組織にならず、強度、靱性が低下する。また、930℃を超えるとオーステナイトが粗大化し、強度、靱性が低下する。

焼戻し温度は100～250℃が好ましく、100℃未満では靱性が低く、250℃を超えると強度が低下する。成形および焼結は、密度向上のために、1回以上繰返しても良い。

すなわち、成形－焼結－コイニング（サイジング）あるいは、成形－予備焼結－コイニング（サイジング）－本焼結といった再圧縮法が有用である。

図面の簡単な説明

第1図は本発明者らが得た熱処理焼結体の組成に対する密度と引張強さとの関係を説明するグラフ、

第2図は第1図と同じ焼結体の組成に対する密度とシャルピー衝撃値との関係を説明するグラフ、

第3図はNi、Moの含有量が本発明の範囲内にある熱処理焼結体のC量と引張強さとの関係を説明するグラフ、

第4図は第3図と同じ焼結体のC量とシャルピー衝撃値との関係を説明するグラフである。

発明を実施するための最良の形態

実施例1～3、比較例1～3

はじめに原料となる複合合金鋼粉の製造について、実施例と比較例を示す。

まず、－80メッシュのアトマイズ純鉄粉に、－325メッシュの酸化ニッケル粉末、－325メッ

シュの三酸化モリブデン粉末を所定量混合し、水素ガス中800℃で120分間加熱して、酸化ニッケルと三酸化モリブデンを還元し、鉄粉粒子のまわりにNiとMoを拡散付着させた複合金鋼粉を得た。

「拡散偏析度」の影響を調べる目的で、上記純鉄粉に、-325メッシュの金属Ni粉末および金属Mo粉末を所定量混合し、水素ガス中の加熱温度を700℃、750℃、800℃、850℃、1050℃と変化させて、複合金鋼粉を作製した。

この複合金鋼粉の組成は、

Ni : 2.10 ~ 2.18 重量%

Mo : 1.12 ~ 1.23 重量%

であり、ほかに、

C : 0.002 重量%

Si : 0.04 重量%

Mn : 0.07 重量%

Cu : 0.01 重量%

P : 0.006 重量%

S : 0.006 重量%

O : 0.07 ~ 0.13 重量%

N : 0.0007 ~ 0.0019 重量%

を含有していた。また、何れの鋼粉も180μm以上の粒度の含有量は0.9 ~ 2.5重量%であった。

これらの合金鋼粉に、潤滑剤としてステアリン酸亜鉛を0.9重量%添加し、圧力7t/cm²で成形し、

900℃で30分間、水素ガス中で仮焼結し、7t/cm³でコイニングの後、1250℃で90分間、水素ガス中で本焼結し、密度7.28～7.51g/cm³の焼結体を得た。

これをカーボンポテンシャル0.8重量%、900℃で6.5時間浸炭し、直ちに油焼入し、180℃で120分間焼戻した。強度測定は、平行部5mmφの引張試験片によった。結果をまとめて第1表に示す。

第1表に見られるように、拡散偏析度が2.0～4.2の範囲内であれば強度が大きい。

第 1 表

	複 合 合 金 鋼 粉						焼 結 体			浸炭焼入れ材
	Ni 源	Mo 源	加熱温度 (°C)	拡散偏析度		Ni量 (%)	Mo量 (%)	密 度 (g/cm ³)	引張強さ (kgf/mm ²)	
実施例 1	酸化ニッケル	三酸化モリブデン	800	Ni 3.47	Mo 3.29	2.15	1.18	7.49	153	
実施例 2	金属ニッケル	金属モリブデン	800	4.16	3.29	2.16	1.23	7.50	139	
実施例 3	〃	〃	850	3.85	3.62	2.13	1.20	7.51	148	
比較例 1	〃	〃	700	4.86	4.22	2.10	1.12	7.45	128	
比較例 2	〃	〃	750	4.27	4.01	2.18	1.16	7.48	129	
比較例 3	〃	〃	1050	1.82	1.81	2.11	1.20	7.28	108	

実施例 4 ~ 16、比較例 4 ~ 6

アトマイズ純鉄粉に酸化ニッケルと三酸化モリブデンを配合し、第2表に示すようなNi、Moおよび/またはW量の異なる15種の複合合金鋼粉を作製した。合金鋼粉作製時の加熱温度は800℃とした。さらに、Ni、MoおよびCuを含む合金鋼粉を加熱温度850℃で作成した(比較例6)。合金鋼粉の180μmよりも粗い粒度の含有量は、何れも0.5~3.0重量%の範囲内であった。焼結浸炭および焼入れ焼戻し条件は実施例1~3と同様である。試験結果をまとめて第2表に示す。

第2表に見られるように、化学組成が

Ni : 0.50 ~ 3.50 重量%

Mo : 0.65 ~ 3.50 重量%

の範囲内でかつ拡散偏析度が適切であれば、130 kgf / mm²以上の引張強さを示した。特にMoが0.85重量%以上がさらに好ましい結果を示した。

第 2 表 - a

	複 合 合 金 鋼 粉					
	Ni 源	Mo 源	W または Cu 源	加熱温度 (°C)	拡散偏析度 Ni	拡散偏析度 Mo + 1 / 2 W
実施例 4	酸化ニッケル	三酸化モリブデン	-	800	3.39	3.17
実施例 5	"	"	-	"	3.44	3.31
実施例 6	"	"	-	"	3.43	3.28
実施例 7	"	"	-	"	3.56	3.19
実施例 8	"	"	-	"	3.60	3.33
実施例 9	"	"	-	"	3.47	3.30
実施例 10	"	"	-	"	3.42	3.37
実施例 11	"	"	-	"	3.49	3.21
実施例 12	"	"	-	"	3.53	3.23
実施例 13	"	"	-	"	3.54	3.24
実施例 14	"	"	-	"	3.46	3.39
実施例 15	"	"	三酸化タンタム	"	3.36	3.31
実施例 16	"	-	"	"	3.20	3.15
比較例 4	"	三酸化モリブデン	-	"	3.37	3.22
比較例 5	"	"	-	"	3.55	3.25
比較例 6	"	"	金属銅	850	3.10	3.14

第 2 表 - b

焼					結			体		浸炭焼入れ材	
Ni量 (%)	Mo量 (%)	W量 (%)	Cu量 (%)	密度 (g/cm ³)	引張強さ (kgf/mm ²)						
0.52	1.09	-	-	7.54	135						
0.98	1.17	-	-	7.52	138						
1.92	1.18	-	-	7.50	155						
2.96	1.03	-	-	7.47	152						
3.12	1.08	-	-	7.47	147						
2.01	0.67	-	-	7.49	133						
2.01	0.83	-	-	7.48	135						
1.89	0.86	-	-	7.49	148						
2.07	1.46	-	-	7.48	152						
2.16	1.95	-	-	7.46	148						
1.89	2.43	-	-	7.46	135						
1.90	1.13	2.51	-	7.43	141						
1.93	-	4.90	-	7.44	137						
0.47	1.14	-	-	7.54	122						
1.97	0.62	-	-	7.49	121						
1.95	0.60	-	0.72	7.51	103						

実施例 17 ~ 24、比較例 7

ここでは、焼結密度と引張強さの関係について、実施例と比較例を示す。

合金鋼粉としては、実施例 1 で用いた、2.15% Ni - 1.18% Mo 複合合金鋼粉を使用した。この合金鋼粉に、黒鉛粉を添加し、または添加せず、ステアリン酸亜鉛を 0.9 重量% 添加し、所定の圧力で第 1 次成形（通常の成形）を行い、 H_2 ガス中、所定の温度で 60 分、第 1 次焼結（仮焼結または通常の焼結）を行い、場合によっては第 2 次の成形（コイニングまたはサイジング）を所定の圧力でを行い、さらに場合によっては第 2 次の焼結（本焼結）を、 H_2 ガス中、 $1300^\circ C$ で 60 分を行い、実施例 1 と同じ条件で浸炭および焼入れ焼戻しを施して、引張強さを測定した。結果をまとめて第 3 表に示す。

このように密度は $7.0 g/cm^3$ 以上であれば、引張強さは $130 kgf/mm^2$ が得られ、 $7.3 g/cm^3$ 以上ならば一層高い強度が得られた。

第 3 表

	黒鉛添加量 (%)	1次成形圧力 (t/cm ²)	1次焼結温度 (°C)	2次成形圧力 (t/cm ²)	2次焼結温度 (°C)	密度 (g/cm ³)	引張強さ (kgf/mm ²)
比較例 7	0	4	1300	無	無	6.97	125
実施例 17	0	4.5	"	"	"	7.04	136
実施例 18	0	6	"	"	"	7.17	139
実施例 19	0	6.5	"	"	"	7.23	146
実施例 20	0	7	"	"	"	7.31	152
実施例 21	0	7	"	7	1300	7.42	157
実施例 22	0.3	6	880	7	"	7.54	160
実施例 23	0.3	6	"	9.5	"	7.64	153
実施例 24	0	7	820	9.5	"	7.60	151

2 3

実施例 25 ~ 31、比較例 8 ~ 14

複合合金鋼粉を次の手順で作成した。原料鉄粉として、水アトマイズ純鉄粉を用いた。粒度は - 80 メッシュ、化学組成は

C : 0.002 重量%

Si : 0.03 重量%

Mn : 0.04 重量%

Cu : 0.01 重量%

P : 0.005 重量%

S : 0.007 重量%

O : 0.086 重量%

N : 0.0008 重量%

であった。合金原料としては、Ni については、カーボニルニッケル粉、Mo については三酸化モリブデン (MoO_3)、W については三酸化タングステン (WO_3) を用いた。いずれの合金成分原料も - 325 メッシュであった。

鉄粉と合金成分原料とを後に示す所定の組成になるように均一に混合し、水素ガス雰囲気中、850℃で60分加熱し、鉄粉粒子に合金元素粉末を部分的に拡散付着させ、その後解砕して、複合合金鋼粉とした。

これらの合金鋼粉に、ステアリン酸亜鉛 1 重量% を添加し、金型中成形圧力 6 t/cm² で成形した。引き続き、アンモニア分解ガス雰囲気中、1250℃で60分の焼結を行って、焼結体を得た。熱処理前の加工性

を知るための指標として、これらの焼結体の引張強さを求めた。

次に焼結体の熱処理を行った。これは880℃においてカーボンポテンシャル0.85%で200分の浸炭を行い、油中に焼入れした。その後、180℃で60分の焼戻しを行った。熱処理後の強度の指標として、引張強さを求めた。

作成した複合合金鋼粉の組成を第4表にまとめて示す。実施例25～31および比較例8～13は、本発明の組成範囲およびその周辺の組成を選んでおり、比較例14は従来の標準的な複合合金鋼粉組成である。

第5表にこれらの鋼粉を試験した結果を示す。圧縮性は6 t / c m²の成形圧力で7.05 g / c m²程度の密度が高密度焼結体用鋼粉として望まれる。本発明の高Mo低Ni組成の熱処理後の焼結体は、6 t / c m²の成形圧力で107～126 kg f / m m²の引張強さを示した。また、熱処理前の焼結体の引張強さが40 kg f / m m²程度以内ならば、切削やサイジングを困難なく行うことができる。

第 4 表

		複 合 台 金 鋼 粉						
		Ni 量 (%)	Mo 量 (重量%)	W 量 (%)	Cu 量 (%)	Mo+1/2W 量 (%)	擴 散 Ni	偏 析 度 Mo+1/2W
実施例	25	1.10	1.07	-	-	1.07	3.26	3.25
	26	1.98	0.99	-	-	0.99	3.20	3.18
	27	3.34	0.97	-	-	0.97	2.99	3.03
	28	2.60	0.99	-	-	0.99	3.41	3.29
	29	1.59	2.25	-	-	2.25	3.32	3.40
	30	1.56	1.76	0.85	-	2.18	3.66	3.54
	31	2.02	-	1.85	-	0.92	2.52	2.49
比較例	8	0.33	0.49	-	-	0.49	2.91	2.93
	9	0.23	0.95	-	-	0.95	2.88	2.86
	10	0.36	1.01	-	-	1.01	2.92	3.04
	11	1.66	0.24	-	-	0.24	3.07	3.00
	12	1.71	0.35	-	-	0.35	3.54	3.59
	13	1.60	3.60	-	-	3.60	3.72	3.90
	14	4.31	0.53	-	1.52	0.53	3.98	3.94

第 5 表

	密度 (g / c m ³)	引張強さ (k g f / m m ²)	
		焼結体 *	熱処理後
実施例			
2 5	7. 1 0	2 6 (3 5)	1 0 7
2 6	7. 1 1	3 2 (3 8)	1 2 1
2 7	7. 1 1	3 7 (4 3)	1 1 6
2 8	7. 0 9	4 8 (5 7)	1 1 5
2 9	7. 0 9	3 0 (4 5)	1 2 6
3 0	7. 1 1	3 0 (4 4)	1 2 3
3 1	7. 1 3	2 9 (3 7)	1 2 5
比較例			
8	7. 1 2	1 8 (2 5)	7 9
9	7. 1 1	2 0 (3 1)	8 8
1 0	7. 1 1	2 1 (3 3)	1 0 2
1 1	7. 1 2	2 9 (3 0)	8 7
1 2	7. 1 1	2 7 (3 3)	1 0 9
1 3	7. 0 3	3 7 (6 3)	9 5
1 4	7. 0 9	5 2 (6 6)	1 0 6

* () 内は黒鉛 0. 1 5 % 添加の場合

実施例 A ~ E、比較例 F ~ K

何れも - 325 メッシュの Ni 粉、Mo 酸化物粉 (MoO₃) を - 80 メッシュの Fe 粉と所定の割合で混合し、水素ガス雰囲気中にて 1000 °C で 1 時間還元焼鈍後解砕して複合合金鋼粉を製造した。この時の化学組成および拡散偏析度を第 6 表に比較例と共に示す。

これらの鋼粉に 0.75 重量% の黒鉛粉と潤滑剤としてのステアリン酸亜鉛を 1 重量% 添加して、7 t / cm² の圧力で成形した。

次に 850 °C で 30 分間アンモニア分解ガス雰囲気中で焼結し、7 t / cm² の圧力で再圧縮成形を行った。その後、1250 °C で 30 分間アンモニア分解ガス雰囲気中で焼結した。さらに 870 °C で 60 分間不活性ガス中で加熱し油焼入れ、引き続き 1-80 °C で 60 分間オイルバス中で加熱し空冷する焼入れ焼戻し処理を施し、引張試験とシャルピー衝撃試験に供した。焼結体の化学組成、密度、引張強さおよび衝撃値の実験結果を第 7 表に示す。

本発明範囲の化学組成および密度において 15.0 kgf / mm² 以上の引張強さと 4 kgf · m / cm² 以上のシャルピー衝撃値を示すことがわかる。

実施例 L ~ P、比較例 Q ~ V

第 6 表に示す複合合金鋼粉に、0.75 重量% の黒鉛粉と潤滑剤としてのステアリン酸亜鉛を 1 重量% 添加

28

して、 $7 \text{ t} / \text{cm}^2$ の圧力で成形し、 1250°C で30分間アンモニア分解ガス雰囲気中で焼結した。さらに 870°C で60分間不活性ガス中で加熱し油焼入れ、引き続き 180°C で60分間オイルバス中で加熱し空冷する焼入れ焼戻し処理を施し、引張試験とシャルピー衝撃試験に供した。

実験結果を第8表に示す。本発明の化学組成範囲において $130 \text{ kgf} / \text{mm}^2$ 以上の引張強さと $3.5 \text{ kgf} \cdot \text{m} / \text{cm}^2$ 以上のシャルピー衝撃値を示す。

第 6 表 複 合 合 金 鋼 粉 の 化 学 組 成

記 号	N i (重 量 %)	M o (重 量 %)	拡 散 偏 析 度	
			N i	M o
実 施 例 A (L)	0. 5 8	3. 2 1	3. 3 9	3. 2 0
B (M)	1. 0 7	3. 4 2	3. 4 1	3. 2 5
C (N)	2. 1 3	1. 0 1	3. 5 6	3. 2 7
D (O)	2. 9 6	2. 1 4	3. 5 1	3. 2 1
E (P)	3. 4 5	0. 7 2	3. 5 0	3. 4 1
比 較 例 F (Q)	1. 0 9	0. 6 0	3. 3 9	3. 1 8
G (R)	3. 5 9	3. 6 8	3. 4 1	3. 2 7
H (S)	0. 4 6	4. 0 0	3. 6 0	3. 3 2
I (T)	3. 6 7	1. 0 3	3. 4 8	3. 2 9
J (U)	3. 7 1	3. 6 9	3. 5 8	3. 2 7
K (V)	0. 4 2	0. 5 0	3. 5 4	3. 2 4

第 7 表 焼結体の化学組成および機械的性質

記号	C (重量%)	Ni (重量%)	Mo (重量%)	密度 (g/cm ³)	引張強さ (kgf/mm ²)	衝撃値 (kgf·m/cm ²)
実施例 A	0.64	0.57	3.21	7.42	172	4.0
B	0.63	1.09	3.40	7.42	184	4.1
C	0.64	2.13	1.00	7.43	192	4.9
D	0.67	2.94	2.10	7.46	198	5.2
E	0.65	3.43	0.71	7.41	162	5.6
比較例 F	0.68	1.07	0.62	7.40	111	2.1
G	0.65	3.58	3.68	7.41	116	2.5
H	0.65	0.46	4.00	7.43	106	1.9
I	0.64	3.70	1.02	7.40	102	2.8
J	0.63	3.69	3.67	7.41	124	2.6
K	0.66	0.40	0.49	7.40	96	2.7

第 8 表 焼結体の化学組成および機械的性質

記号	C (重量%)	Ni (重量%)	Mo (重量%)	密度 (g/cm ³)	引張強さ (kgf/mm ²)	衝撃値 (kgf·m/cm ²)
実施例 L	0.65	0.54	3.20	7.12	140	3.5
M	0.63	1.03	3.39	7.12	149	3.8
N	0.62	2.10	1.04	7.15	147	3.2
O	0.70	2.92	2.12	7.18	148	3.1
P	0.68	3.42	0.70	7.19	133	3.2
比較例 Q	0.66	1.07	0.60	7.22	102	1.8
R	0.63	3.62	3.67	7.18	94	2.1
S	0.65	0.42	4.02	7.21	90	1.8
T	0.64	3.65	1.00	7.22	92	2.4
U	0.66	3.67	3.66	7.20	112	2.3
V	0.67	0.41	0.48	7.22	85	2.0

産業上の利用可能性

以上の説明から明らかのように、本発明の熱処理焼結鋼は、極めて高い強度と靱性を兼ね備えるものであり、高強度、高靱性が必要な焼結部品に有用である。本発明による合金鋼粉は、今後の焼結部品の高強度化方向に合致し、しかも高密度と加工性の両者が要求される場合に、きわめて優れた適性を示すものである。従って、今までよりも高負荷で形状の複雑な機械部品を粉末冶金によって製造することが容易になると考えられ、大きな効果を期待することができる。

請求の範囲

1. 合金成分が粉末状に鉄粉粒子表面に部分的に拡散付着された複合合金鋼粉において、合金成分として、NiとMoとを含み、合金組成が

Ni : 0.50 ~ 3.50 重量%

Mo : 0.65 ~ 3.50 重量%

で、残部がFeおよび不可避不純物から成り、かつ該鋼粉のうち45 μ m以下の粒度におけるNiおよびMoの含有量がそれぞれ該鋼粉全体の平均含有量の2.0~4.2倍の範囲にあることを特徴とする粉末冶金用複合合金鋼粉。

2. 最終製品合金成分としてNiとMoとを含み、合金組成が

Ni : 0.50 ~ 3.50 重量%

Mo : 0.65 ~ 3.50 重量%

で、残部がFe, Cおよび不可避不純物から成り、かつ密度が7.0 g/cm³以上で、焼入れ焼戻し後の引張強さが130 kgf/mm²以上であることを特徴とする高強度焼結合金鋼。

3. 最終製品合金成分としてC, NiとMoとを含み、合金組成が

C : 0.3 ~ 0.8 重量%

Ni : 0.50 ~ 3.50 重量%

3 4

M o : 0.65 ~ 3.50 重量%

で、残部が F e および不可避不純物から成り、かつ密度が $7.0 \text{ g} / \text{cm}^3$ 以上で、焼入れ焼戻し後の引張強さが $130 \text{ kgf} / \text{mm}^2$ 以上であることを特徴とする高強度高靱性焼結合金鋼。

4. 請求範囲 1 に記載の複合合金鋼粉を用いて製造した焼結合金鋼であって、最終製品合金成分として N i と M o とを含み、合金組成が

N i : 0.50 ~ 3.50 重量%

M o : 0.65 ~ 3.50 重量%

で、残部が F e , C および不可避不純物から成り、かつ密度が $7.0 \text{ g} / \text{cm}^3$ 以上で浸炭焼入れ焼戻し後の引張強さが $130 \text{ kgf} / \text{mm}^2$ 以上であることを特徴とする高強度焼結合金鋼。

5. 請求範囲 1 に記載の複合合金鋼粉を用いて製造した焼結合金鋼であって、最終製品合金成分として C , N i と M o とを含み、合金組成が

C : 0.3 ~ 0.8 重量%

N i : 0.50 ~ 3.50 重量%

M o : 0.65 ~ 3.50 重量%

で、残部が F e および不可避不純物から成り、かつ密度が $7.0 \text{ g} / \text{cm}^3$ 以上で、焼入れ焼戻し後の引張強さが $130 \text{ kgf} / \text{mm}^2$ 以上であることを特徴とする

高強度高韌性焼結合金鋼。

6. 合金成分が粉末状に鉄粉粒子表面に部分的に拡散付着された複合合金鋼粉において、合金成分としてNiとMoおよびWとを含み、合金組成が

$$\text{Ni} : 0.50 \sim 3.50 \text{ 重量\%}$$

$$\text{Mo} + 1/2 \text{W} : 0.65 \sim 3.50 \text{ 重量\%}$$

で、残部がFeおよび不可避不純物から成り、かつ該鋼粉のうち45 μm 以下の粒度におけるNiおよびMo + 1/2Wの含有量がそれぞれ該鋼粉全体の平均含有量の2.0～4.2倍の範囲にあることを特徴とする粉末冶金用複合合金鋼粉。

7. 最終製品合金成分がNiとMoおよびWとを含み、合金組成が

$$\text{Ni} : 0.50 \sim 3.50 \text{ 重量\%}$$

$$\text{Mo} + 1/2 \text{W} : 0.65 \sim 3.50 \text{ 重量\%}$$

で、残部がFe、Cおよび不可避不純物から成り、かつ密度が7.0 g/cm³以上で、浸炭焼入れ焼戻し後の引張強さが130 kgf/cm²以上であることを特徴とする高強度焼結合金鋼。

8. 最終製品合金成分がC、NiとMoおよびWとを含み、合金組成が

$$\text{C} : 0.3 \sim 0.8 \text{ 重量\%}$$

36

 $Ni : 0.50 \sim 3.50$ 重量% $Mo + 1/2W : 0.65 \sim 3.50$ 重量%

で、残部が Fe および不可避不純物から成り、かつ密度が 7.0 g/cm^3 以上で、焼入れ焼戻し後の引張強さが 130 kgf/mm^2 以上であることを特徴とする高強度高靱性焼結合金鋼。

9. 請求範囲 6 に記載の複合合金鋼粉を用いて製造した焼結合金鋼であって、最終製品合金成分として Ni と Mo および W とを含み、残部が Fe および不可避不純物から成り、合金組成が

 $Ni : 0.50 \sim 3.50$ 重量% $Mo + 1/2W : 0.65 \sim 3.50$ 重量%

で、残部が Fe、C および不可避不純物から成り、かつ密度が 7.0 g/cm^3 以上で、浸炭焼入れ焼戻し後の引張強さが 130 kgf/mm^2 以上であることを特徴とする高強度焼結合金鋼。

10. 請求範囲 6 に記載の複合合金鋼粉を用いて製造した焼結合金鋼であって、最終製品合金成分として C、Ni と Mo および W とを含み、合金組成が

 $C : 0.3 \sim 0.8$ 重量% $Ni : 0.50 \sim 3.50$ 重量% $Mo + 1/2W : 0.65 \sim 3.50$ 重量%

で、残部が Fe および不可避不純物から成り、かつ密

度が $7.0 \text{ g} / \text{cm}^3$ 以上で、焼入れ焼戻し後の引張強さが $130 \text{ kgf} / \text{mm}^2$ 以上であることを特徴とする高強度高韌性焼結合金鋼。

11. 合金成分が粉末状に鉄粉粒子表面に部分的に拡散付着された複合合金鋼粉において、合金成分として、Ni と W とを含み、合金組成が

Ni : 0.50 ~ 3.50 重量%

W : 1.30 ~ 7.00 重量%

で、残部が Fe および不可避不純物から成り、かつ該鋼粉のうち $45 \mu\text{m}$ 以下の粒度における Ni および W の含有量がそれぞれ該鋼粉全体の平均含有量の 2.0 ~ 4.2 倍の範囲にあることを特徴とする粉末冶金用複合合金鋼粉。

12. 最終製品合金成分として Ni と W とを含み、合金組成が

Ni : 0.50 ~ 3.50 重量%

W : 1.30 ~ 7.00 重量%

で、残部が Fe, C および不可避不純物から成り、かつ密度が $7.0 \text{ g} / \text{cm}^3$ 以上で、浸炭焼入れ焼戻し後の引張強さが $130 \text{ kgf} / \text{mm}^2$ 以上であることを特徴とする高強度焼結合金鋼。

13. 最終製品合金成分として C, Ni と W とを含

み、合金組成が

C : 0.3 ~ 0.8 重量%

Ni : 0.50 ~ 3.50 重量%

W : 1.30 ~ 7.00 重量%

で、残部が Fe および不可避不純物から成り、かつ密度が 7.0 g/cm^3 以上で、焼入れ焼戻し後の引張強さが 130 kgf/mm^2 以上であることを特徴とする高強度高靱性焼結合金鋼。

14. 請求範囲 11 に記載の複合合金鋼粉を用いて製造した焼結合金鋼であって、最終製品合金成分として Ni と W とを含み、合金組成が

Ni : 0.50 ~ 3.50 重量%

W : 1.30 ~ 7.00 重量%

で、残部が Fe、C および不可避不純物から成り、かつ密度が 7.0 g/cm^3 以上で、浸炭焼入れ焼戻し後の引張強さが 130 kgf/mm^2 以上であることを特徴とする高強度焼結合金鋼。

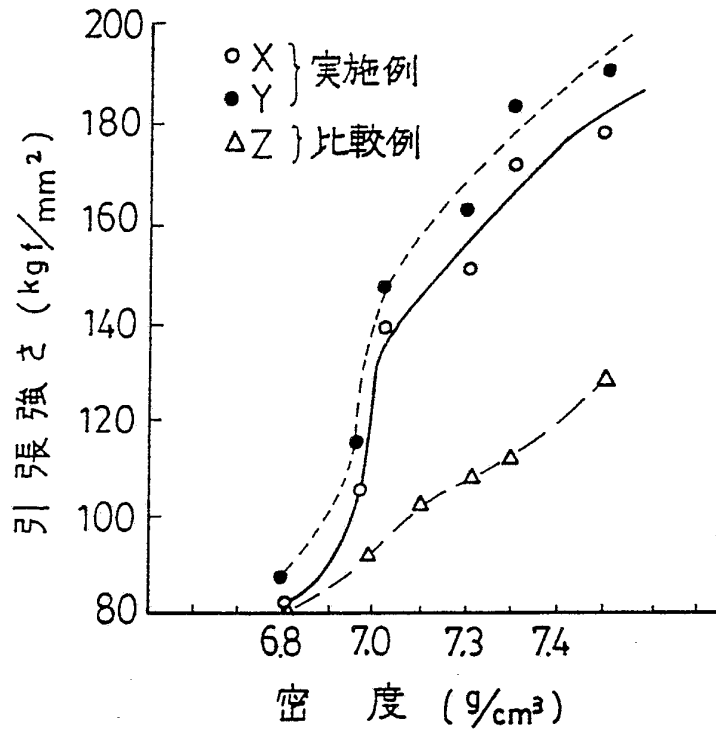
15. 請求範囲 11 に記載の複合合金鋼粉を用いて製造した焼結合金鋼であって、最終製品合金成分として Ni と W とを含み、合金組成が

C : 0.3 ~ 0.8 重量%

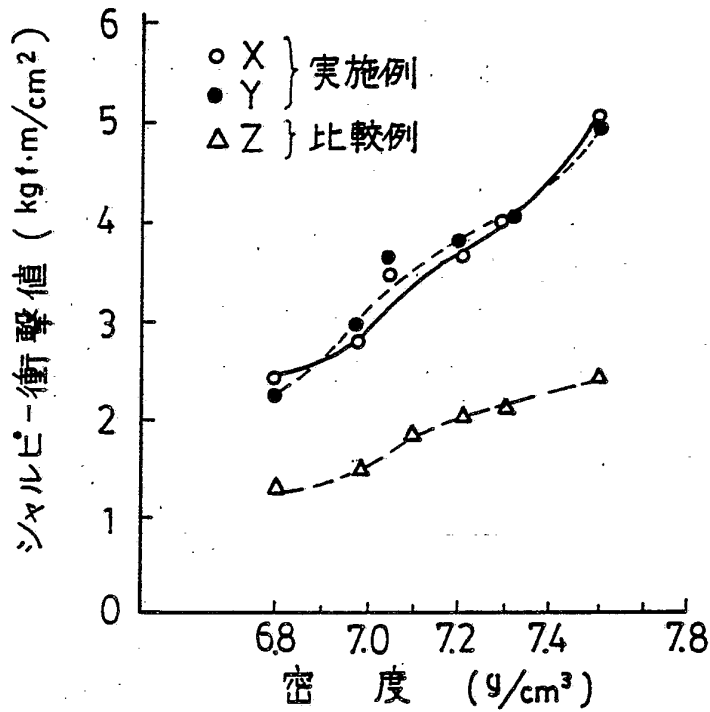
Ni : 0.50 ~ 3.50 重量%

W : 1.30 ~ 7.00 重量%

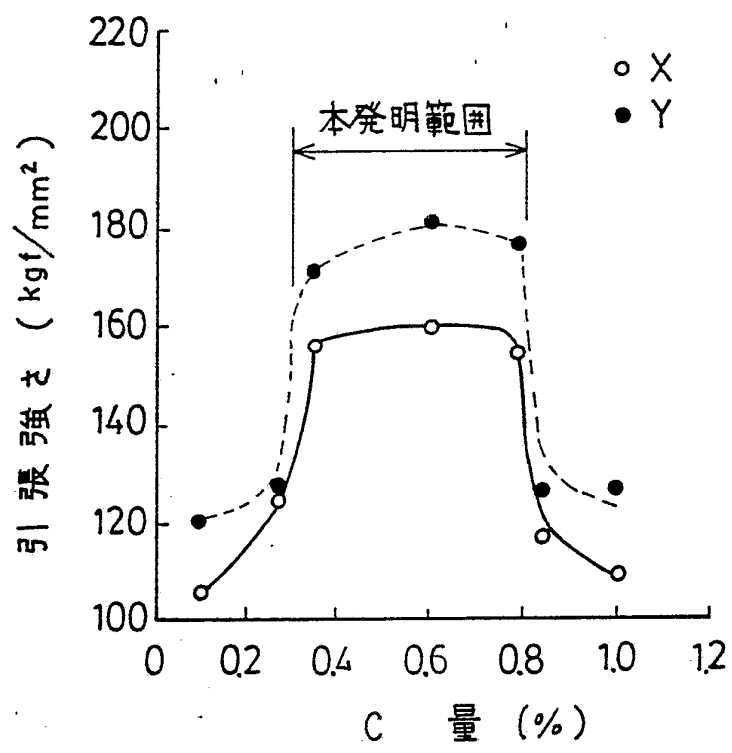
で、残部がFeおよび不可避不純物から成り、かつ密度が 7.0 g/cm^3 以上で、焼入れ焼戻し後の引張強さが 130 kgf/mm^2 以上であることを特徴とする高強度高靱性焼結合金鋼。



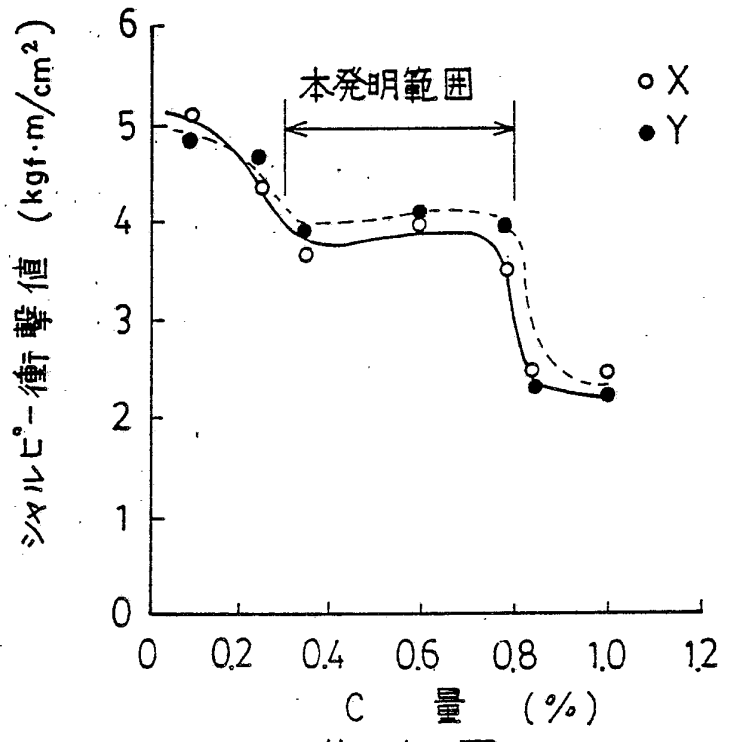
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/JP88/01007

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶				
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC				
Int.Cl ⁴ B22F1/00, C22C38/00				
II. FIELDS SEARCHED				
Minimum Documentation Searched ⁷				
Classification System	Classification Symbols			
IPC	B22F1/00, C22C38/00-38/60, C22C33/02			
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸				
Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1988			
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1988			
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹				
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³		
P	JP, A, 63-89601 (Kawasaki Steel Corporation) 20 April 1988 (20. 04. 88) (Family: none)	1-5		
A	JP, A, 61-130401 (Kawasaki Steel Corporation) 18 June 1986 (18. 06. 86) (Family: none)	1-15		
A	JP, A, 62-146203 (Toyota Motor Corporation) 30 June 1987 (30. 06. 87) (Family: none)	1-5		
A	JP, A, 61-139601 (Toyota Motor Corporation) 26 June 1986 (26. 06. 86) (Family: none)	1-5		
A	JP, A, 59-215401 (Kawasaki Steel Corporation) 5 December 1984 (05. 12. 84) (Family: none)	1-5		
A	JP, B1, 49-7294 (Sumitomo Electric Industries, Ltd.)	2, 3		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> ¹⁰ Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "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) "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 </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "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 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "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 "&" document member of the same patent family </td> </tr> </table>			¹⁰ Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "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) "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	"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 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "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 "&" document member of the same patent family
¹⁰ Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "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) "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	"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 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "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 "&" document member of the same patent family			
IV. CERTIFICATION				
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report			
December 2, 1988 (02. 12. 88)	December 19, 1988 (19. 12. 88)			
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer			
Japanese Patent Office				

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM THE SECOND SHEET

P	19 February 1974 (19. 02. 74) (Family: none) JP, A, 63-18001 (Kawasaki Steel Corporation) 25 January 1988 (25. 01. 88) (Family: none)	6-15
---	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------

V. OBSERVATIONS WHERE CERTAIN CLAIMS WERE FOUND UNSEARCHABLE¹⁰

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2) (a) for the following reasons:

1. Claim numbers....., because they relate to subject matter¹² not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claim numbers....., because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out¹³, specifically:

VI. OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING¹¹

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application as follows:

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims of the international application.

2. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims of the international application for which fees were paid, specifically claims:

3. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claim numbers:

4. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, the International Searching Authority did not invite payment of any additional fee.

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by applicant's protest.
 No protest accompanied the payment of additional search fees.

I. 発明の属する分野の分類		
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. ⁴ B 2 2 F 1 / 0 0 , C 2 2 C 3 8 / 0 0		
II. 国際調査を行った分野		
調査を行った最小限資料		
分類体系	分類記号	
IPC	B 2 2 F 1 / 0 0 , C 2 2 C 3 8 / 0 0 - 3 8 / 6 0 , C 2 2 C 3 3 / 0 2	
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの		
日本国実用新案公報 1926-1988年 日本国公開実用新案公報 1971-1988年		
III. 関連する技術に関する文献		
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	請求の範囲の番号
P	JP, A, 63-89601 (川崎製鉄株式会社) 20. 4月. 1988 (20. 04. 88) (ファミリーなし)	1-5
A	JP, A, 61-130401 (川崎製鉄株式会社) 18. 6月. 1986 (18. 06. 86) (ファミリーなし)	1-15
A	JP, A, 62-146203 (トヨタ自動車株式会社) 30. 6月. 1987 (30. 06. 87) (ファミリーなし)	1-5
A	JP, A, 61-139601 (トヨタ自動車株式会社) 26. 6月. 1986 (26. 06. 86) (ファミリーなし)	1-5
A	JP, A, 59-215401 (川崎製鉄株式会社) 5. 12月. 1984 (05. 12. 84) (ファミリーなし)	1-5
A	JP, B1, 49-7294 (住友電気株式会社) 19. 2月. 1974 (19. 02. 74) (ファミリーなし)	2, 3
<p>※引用文献のカテゴリー</p> <p>「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」先行文献ではあるが、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</p> <p>「T」国際出願日又は優先日の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の文献</p>		
IV. 認 証		
国際調査を完了した日	02. 12. 88	国際調査報告の発送日 19. 12. 88
国際調査機関	日本国特許庁 (ISA/JP)	権限のある職員 特許庁審査官 岡田和加子
		4 K 7 5 1 1

第2ページから続く情報

P	<p>(III欄の続き)</p> <p>JP, A, 63-18001 (川崎製鉄株式会社) 25. 1月. 1988 (25. 01. 88) (ファミリーなし)</p>	6-15
---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------

V. 一部の請求の範囲について国際調査を行わないときの意見

次の請求の範囲については特許協力条約に基づく国際出願等に関する法律第8条第3項の規定によりこの国際調査報告を作成しない。その理由は、次のとおりである。

1. 請求の範囲 _____ は、国際調査をすることを要しない事項を内容とするものである。
2. 請求の範囲 _____ は、有効な国際調査をすることができる程度にまで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。
3. 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲でありかつPCT規則6.4(a)第2文の規定に従って起草されていない。

VI. 発明の単一性の要件を満たしていないときの意見

次に述べるようにこの国際出願には二以上の発明が含まれている。

1. 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に納付されたので、この国際調査報告は、国際出願のすべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に一部分しか納付されなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付があった発明に係る次の請求の範囲について作成した。
請求の範囲 _____
3. 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に納付されなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲に最初に記載された発明に係る次の請求の範囲について作成した。
請求の範囲 _____
4. 追加して納付すべき手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加して納付すべき手数料の納付を命じなかった。

追加手数料異議の申立てに関する注意

- 追加して納付すべき手数料の納付と同時に、追加手数料異議の申立てがされた。
- 追加して納付すべき手数料の納付に際し、追加手数料異議の申立てがされなかった。