

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-263294  
(P2004-263294A)

(43) 公開日 平成16年9月24日(2004.9.24)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
B 2 2 F 1/00	B 2 2 F 1/00 T	4 K O 1 8
B 2 2 F 3/02	B 2 2 F 3/02 S	
C 2 2 C 38/00	C 2 2 C 38/00 3 O 4	
C 2 2 C 38/26	C 2 2 C 38/26	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2003-426678 (P2003-426678)	(71) 出願人	000176833 三菱製鋼株式会社
(22) 出願日	平成15年12月24日 (2003.12.24)		東京都中央区晴海三丁目2番22号
(31) 優先権主張番号	特願2003-35619 (P2003-35619)	(74) 代理人	100116713 弁理士 酒井 正己
(32) 優先日	平成15年2月13日 (2003.2.13)	(74) 代理人	100094709 弁理士 加々美 紀雄
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100117145 弁理士 小松 純
		(74) 代理人	100078994 弁理士 小松 秀岳
		(72) 発明者	曾田 裕二 栃木県宇都宮市平出工業団地1番地 三菱製鋼株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焼結性を改善した金属射出成形用合金鋼粉末及び焼結体

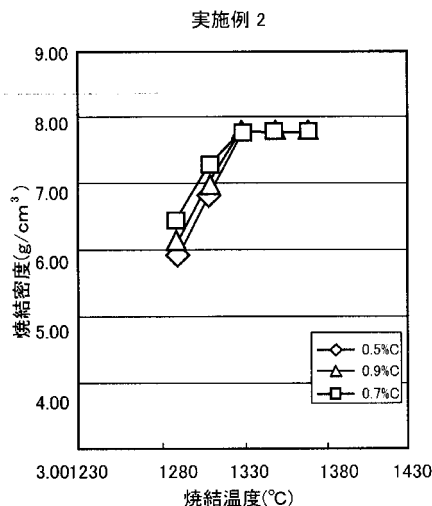
(57) 【要約】

【課題】 従来の焼結用合金の問題点である製品強度の低下、温度管理の困難性をなくし焼結炉の生産性向上に寄与する金属射出成形用合金鋼粉末並びにその焼結体を提供する。

【解決手段】 質量%で、C : 0.1 ~ 1.8%、Si : 0.3 ~ 1.2%、Mn : 0.1 ~ 0.5%、Cr : 11 ~ 18%、Nb : 2 ~ 5%、残 : Fe 及び不可避免純物よりなる粉末、あるいはさらにMo、V、Wの少なくとも1種を5.0%以下含むことを特徴とする金属射出成形用合金鋼粉末、あるいはこれらの粉末の焼結体(ただしC : 0.1 ~ 1.7%)である。

図7に示すとおり、焼結温度が500℃の幅にわたって焼結密度一定の焼結体が得られ、焼結温度管理が容易となり、生産性が向上する。

【選択図】 図7



**【特許請求の範囲】****【請求項1】**

質量%で、C：0.1～1.8%、Si：0.3～1.2%、Mn：0.1～0.5%、Cr：11.0～18.0%、Nb：2.0～5.0%、残：Fe及び不可避不純物よりなることを特徴とする焼結性を改善した金属射出成形用合金鋼粉末。

**【請求項2】**

質量%で、C：0.1～1.8%、Si：0.3～1.2%、Mn：0.1～0.5%、Cr：11.0～18.0%、Mo、V、Wの少なくとも1種：5.0%以下、Nb：2.0～5.0%、残：Fe及び不可避不純物よりなることを特徴とする焼結性を改善した金属射出成形用合金鋼粉末。

10

**【請求項3】**

Mo、V、Wの少なくとも1種が0.3～1.6%である請求項2記載の焼結性を改善した金属射出成形用合金鋼粉末。

**【請求項4】**

質量%で、C：0.1～1.7%、Si：0.3～1.2%、Mn：0.1～0.5%、Cr：11.0～18.0%、Nb：2.0～5.0%、残：Fe及び不可避不純物よりなることを特徴とする焼結性を改善した金属射出成形用合金鋼焼結体。

**【請求項5】**

質量%で、C：0.1～1.7%、Si：0.3～1.2%、Mn：0.1～0.5%、Cr：11.0～18.0%、Mo、V、Wの少なくとも1種：5.0%以下、Nb：2.0～5.0%、残：Fe及び不可避不純物よりなることを特徴とする焼結性を改善した金属射出成形用合金鋼焼結体。

20

**【請求項6】**

Mo、V、Wの少なくとも1種が0.3～1.6%である請求項5記載の焼結性を改善した金属射出成形用合金鋼焼結体。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、高硬度、高耐食性のマルテンサイト系ステンレス鋼や合金工具鋼の複雑形状部品を寸法精度良く得る為に有効な金属射出成形(MIM)用合金鋼粉末並びに焼結体に関する。

30

**【背景技術】****【0002】**

高硬度、高耐食性の焼結体を得るための金属射出成形用粉末として、従来からSKD11、SUS420、SUS440Cなどが用いられている。これらのCr炭化物を主体として硬さを得る鋼種は、その焼結温度域ではオーステナイト相を呈し、焼結を進行させるための元素移動(拡散)速度がフェライト相に比べて遅いため、焼結性が悪い。一方、焼結を進行させるために液相出現温度域まで温度を上げると、一気に大量の液相が生成し、炭化物が結晶粒界にネットワーク状に形成され、製品強度を著しく低下させるか、甚だしくは製品形状を保てなくなるほど変形してしまう。それをさけるためには、焼結温度を±5すなわち10程度の非常に狭い温度範囲に管理して進行させなければならない。そのため、生産性を犠牲にして焼結炉の使用可能領域を規制せざるを得なかった。

40

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

本発明は上記従来の焼結用合金の問題点である製品強度の低下、焼結温度管理の困難性をなくし、製品特性の改善並びに焼結炉の生産性向上に寄与する金属射出成形用合金鋼粉末並びに焼結体を提供することを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0004】**

50

上記課題を解決するため本発明は下記の構成よりなる。

(1) 質量%で、C：0.1～1.8%、Si：0.3～1.2%、Mn：0.1～0.5%、Cr：11.0～18.0%、Nb：2.0～5.0%、残：Fe及び不可避不純物よりなることを特徴とする焼結性を改善した金属射出成形用合金鋼粉末。

(2) 質量%で、C：0.1～1.8%、Si：0.3～1.2%、Mn：0.1～0.5%、Cr：11.0～18.0%、Mo、V、Wの少なくとも1種：5.0%以下、Nb：2.0～5.0%、残：Fe及び不可避不純物よりなることを特徴とする焼結性を改善した金属射出成形用合金鋼粉末。

(3) Mo、V、Wの少なくとも1種が0.3～1.6%である請求項2記載の焼結性を改善した金属射出成形用合金鋼粉末。

10

(4) 質量%で、C：0.1～1.7%、Si：0.3～1.2%、Mn：0.1～0.5%、Cr：11.0～18.0%、Nb：2.0～5.0%、残：Fe及び不可避不純物よりなる合金鋼粉末をC量を調整して焼結してなることを特徴とする焼結性を改善した金属射出成形用合金鋼焼結体。

(5) 質量%で、C：0.1～1.7%、Si：0.3～1.2%、Mn：0.1～0.5%、Cr：11.0～18.0%、Mo、V、Wの少なくとも1種：5.0%以下、Nb：2.0～5.0%、残：Fe及び不可避不純物よりなることを特徴とする焼結性を改善した金属射出成形用合金鋼焼結体。

(6) Mo、V、Wの少なくとも1種が0.3～1.6%である請求項4記載の焼結性を改善した金属射出成形用合金鋼焼結体。

20

本発明の主眼は、Cr炭化物を主体とする鋼種にNbを添加することによって、拡散性の低いNb炭化物を生成させ、このNb炭化物は拡散速度が小さいため、金属射出成形物の焼結時に拡散粗大化し難く、また、Cr炭化物もこのNb炭化物を核として析出する。このNb炭化物のピン止め効果を利用して、Cr炭化物のみ存在する場合と比較して、炭化物の粗大化、ネットワーク化を抑えることができる。

#### 【0005】

本発明の組成において、Cは炭化物を形成して硬さをだし、マルテンサイト組織にする。粉末のC量の範囲は0.1～1.8%が好適である。Cの量によって焼結温度や焼結密度が変化する。したがって、粉末の成形時に適宜黒鉛を添加して、焼結品のC量を0.1～1.7%に調整する。そして、焼結密度の高い焼結体を容易な温度管理の下に製造することが可能となる。粉末、焼結体とも下限量を0.1%としたのは、上述のNb炭化物を作るのに必要な最低量であるとともに、マトリックス中にCが固溶してマルテンサイトを作るのに最低な量であるためである。上限を粉末で1.8%、焼結体で1.7%としたのは、焼結時に粉末から消失するC量と、焼結体においてはCはCr炭化物を作って硬さを上げるが、1.7%を超えて含有しても硬さは上がり、かえって靱性(抗折力)が低下するためである。

30

Siは脱酸、湯流れ性をよくする。その量が0.3%より少ないと酸素量が多くなり、湯流れ性が悪くなる。1.2%より多いと焼入れ性が悪くなる。

Mnは0.1%より少ないと湯流れ性が悪くなり、また、0.5%より多いと酸素と結合して粉末の酸素量が増える。したがって、0.1～0.5%の範囲に規制した。

40

Crは焼入れ性を改善し、炭化物を生成して硬さを上げる。さらに炭化物を内包するマトリックス部に固溶して耐食性を向上する。11.0～18.0%の範囲が好適である。

Mo、V、Wは炭化物を生成して、Nbと共にCr炭化物に対してピン止め効果を発揮し、焼結体の強度、硬度を上げる。これらは5.0%より多いと靱性が低下するので5.0%以下が好ましいが、特に好ましくは、焼入れ性や経済性を考慮して0.3～1.6%の範囲が好適である。0.3%より少なくなると顕著な硬さ向上の効果が見えにくくなり、1.6%より多いと経済性が劣る。

Nbは拡散性の低いNb炭化物によるピン止め効果を利用してCr炭化物の拡散を抑え焼入れ性を向上する。従来、焼結温度を±5で管理しなければならなかったものを、±25にまで広げることができ、焼結炉の生産性を向上することができる。Nbの量が2

50

． 0 % より少ないとその効果が十分でなく、 5 ． 0 % より多くなると酸素量が増えて成形性が悪くなる。

【発明の効果】

【 0 0 0 6 】

上述のとおり、Nb 入りの本発明の金属射出成形用合金鋼粉末では、SKD 1 1、SUS 4 2 0 や SUS 4 4 0 C に比べると適正焼結温度管理幅が拡大する。すなわち、SKD 1 1、SUS 4 2 0 や SUS 4 4 0 C で焼結温度管理幅が 1 0 程度であったものが、本発明では 5 0 程度まで広がった。又、焼結後の C 値に対する感受性が弱まり、0 ． 5 ~ 0 ． 9 % C 値で殆ど同じ焼結特性(温度 v s 密度)を呈している。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 0 7 】

下記表 1 に示す試料を用意して焼結特性の試験をした。

【表 1】

鋼種	組成(%)										Dm ( $\mu\text{m}$ )	T/D ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	Nb	O	Fe			
SKD11	1.66	0.34	0.44	11.80	1.02	—	—	—	—	3300	残	11.90	4.04
SUS420	0.27	0.85	0.33	13.09	0.59	—	—	—	—	3200	残	10.01	4.30
SUS440C	0.96	0.91	0.18	17.12	0.05	0.07	—	—	—	2700	残	9.72	4.21
比較例 1	0.60	0.73	0.47	12.53	1.49	—	—	—	0.34	3900	残	10.22	4.27
実施例 1	1.03	0.92	0.22	17.01	—	—	—	—	3.01	4100	残	9.92	4.17
実施例 2	0.66	0.88	0.44	12.18	1.42	—	—	—	3.22	4200	残	10.98	4.18
実施例 3	0.96	0.87	0.21	17.12	0.41	0.17	0.08	—	2.99	3400	残	9.86	4.08
実施例 4	0.56	0.93	0.31	12.34	0.50	—	—	—	2.81	2500	残	9.92	4.17
比較例 2	0.65	0.89	0.45	12.15	1.46	—	—	—	7.33	13500	残	10.34	4.20

表 1

10

20

30

40

## 【0008】

各試料はC量を調整した。焼結後C量が、SKD11は1.30%、1.50%、1.70%、SUS420は0.30%、0.50%、0.70%、0.90%、実施例1は1.30%、SUS440Cは0.75%、0.80%、1.00%、1.20%、比較例1と実施例2は0.50%、0.70%、0.90%、実施例3は1.30%、実施例4は0.90%となることを狙って黒鉛粉末を添加した。比較例2は粉末の段階で酸素量が過大となったため、焼結試験は実施しなかった。

## 【0009】

焼結試験は以下のようにして行った。

表1に示す金属粉末に、焼結後のC量狙い値に基づいて、それぞれ適量の黒鉛を添加し

50

、これにステアリン酸を5.0wt%（外数）添加し、80℃にて均一に加熱混練した。混練物を室温まで冷却後、固化したペレットを粉碎した。この粉碎ペレットを成形圧0.6Ton/cm<sup>2</sup>にてプレス成形した（11.3×10t、N=3）。

焼結は図1に示すパターンで行った。図1中、焼結温度は例えば1200℃又は1220℃で行い、適宜表2並びに表3に示す1370℃、1390℃、1410℃等で行なった。

各試料について、焼結温度、焼結後のC量狙い値との関係における焼結密度について表2、表3に示す。表2、表3の下方には各試料の焼結品のC、O、Nの量並びに表3にはさらに焼結硬さ（HV）を示した。表2、表3に示す焼結特性をグラフ化したものが図2～9である。

組織を観察し、焼結体の硬さを測定して適正焼結温度幅をそれぞれ決定した。

【0010】

【表 2】

表 2

鋼種	SKD11		SUS420		鋼種		SUS440C		鋼種		比較例 1					
	焼結後C量狙い値(%)	1.30	1.50	4.90	4.88	1.70	焼結後C量狙い値(%)	0.30	0.50	0.70	0.90	焼結後C量狙い値(%)	0.50	0.70	0.90	
成形品密度	4.91	4.90	4.88	4.85	4.81	4.78	4.76	4.94	5.01	5.00	4.96	4.94	4.68	4.69	4.69	
1220	—	—	6.84	—	—	6.75	7.07	—	—	—	6.72	6.70	5.44	6.23	7.38	
1230	—	6.71	7.25	—	—	6.82	7.47	1230	—	—	6.88	6.93	1270	5.71	6.92	
1240	6.81	7.20	7.61	—	—	7.06	7.78	1240	6.88	6.91	6.94	7.10	1290	6.50	7.77	
1250	7.21	7.58	7.69	6.82	—	7.38	7.91	1250	6.93	6.94	7.00	7.52	1310	7.31	7.76	
1260	7.68	7.70	7.69	6.84	6.98	7.79	—	1260	6.97	7.00	7.19	7.63	1330	7.77	—	
1270	7.71	7.69	—	6.86	7.27	7.85	—	1270	7.03	7.12	7.61	7.77	1350	7.77	—	
—	—	—	—	6.92	7.70	—	—	1280	7.14	7.26	7.64	—	1370	7.77	—	
—	—	—	—	7.41	7.69	—	—	1290	7.24	7.41	7.63	—	—	—	—	
—	—	—	—	7.70	—	—	—	1300	7.36	7.56	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	7.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
C (%)	1.28	1.47	1.66	0.33	0.57	0.79	0.99	C (%)	0.84	0.86	1.04	1.24	C (%)	0.54	0.76	0.96
O (ppm)	11	10	11	17	40	27	41	O (ppm)	130	60	42	34	O (ppm)	21	14	20
N (ppm)	7	8	9	3	4	1	3	N (ppm)	7	7	5	6	N (ppm)	3	2	13

10

20

30

40

50

【表 3】

鋼種		実施例 1		鋼種		実施例 2		鋼種		実施例 3		鋼種		実施例 4	
成形品密度		焼結後C量狙い値(%)		成形品密度		焼結後C量狙い値(%)		成形品密度		焼結後C量狙い値(%)		成形品密度		焼結後C量狙い値(%)	
1240	4.41	1.30	0.5	0.7	0.9	1.30	4.56	4.55	4.56	4.85	4.85	1300	0.90	4.85	6.84
1250	6.34	6.34	5.88	6.12	6.44	—	5.88	6.12	6.44	—	—	1310	6.84	6.84	7.25
1260	7.10	7.10	6.79	6.98	7.27	6.37	6.79	6.98	7.27	6.37	6.37	1320	7.25	7.25	7.58
1270	7.68	7.68	7.76	7.76	7.76	7.14	7.76	7.76	7.76	7.14	7.14	1330	7.58	7.58	7.83
1280	7.69	7.69	7.76	7.75	7.75	7.71	7.75	7.75	7.75	7.71	7.71	1340	7.83	7.83	—
1290	7.70	7.70	7.77	7.76	7.77	7.72	7.77	7.77	7.77	7.72	7.72	1350	—	7.83	—
1300	7.70	7.70	—	—	—	7.72	—	—	—	7.72	7.72	1360	—	7.79	—
1310	7.70	7.70	—	—	—	7.71	—	—	—	7.71	7.71	1370	—	7.77	—
—	—	—	—	—	—	7.72	—	—	—	7.72	7.72	1380	—	7.75	—
C (%)	1.25	1.25	0.52	0.73	0.94	1.35	0.52	0.73	0.94	1.35	1.35	C (%)	0.94	0.94	—
O (ppm)	11	11	26	22	32	46	26	22	32	46	46	O (ppm)	11	11	—
N (ppm)	7	7	10	8	7	28	10	8	7	28	28	N (ppm)	9	9	—
焼結硬さ(Hv)	700	700	600	640	310	749	600	640	310	749	749	焼結硬さ(Hv)	680	680	—

表 3

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施例で行った焼結のパターンを示す図である。

【図2】SKD11の焼結特性をグラフ化したものである。

【図3】SUS420の焼結特性をグラフ化したものである。

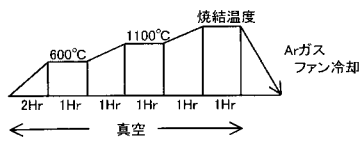
【図4】SUS440Cの焼結特性をグラフ化したものである。

【図5】比較例1の焼結特性をグラフ化したものである。

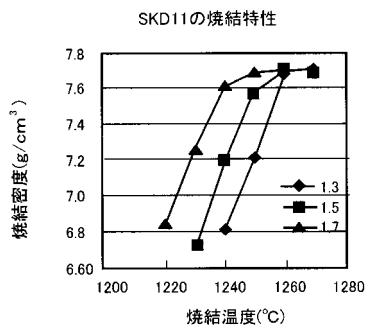
【図6】本発明実施例1の焼結特性をグラフ化したものである。

- 【図7】本発明実施例2の焼結特性をグラフ化したものである。
- 【図8】本発明実施例3の焼結特性をグラフ化したものである。
- 【図9】本発明実施例4の焼結特性をグラフ化したものである。

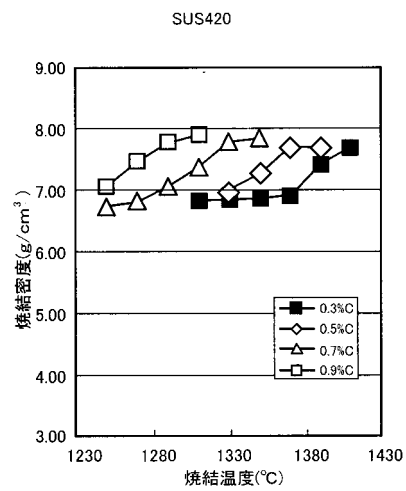
【図1】



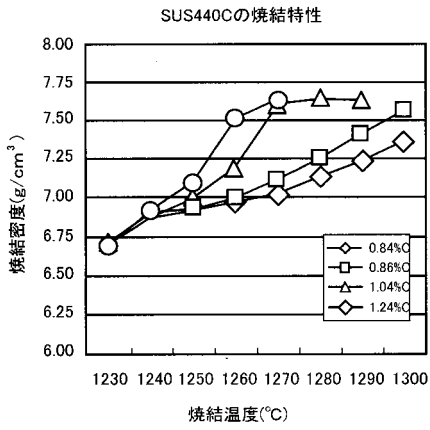
【図2】



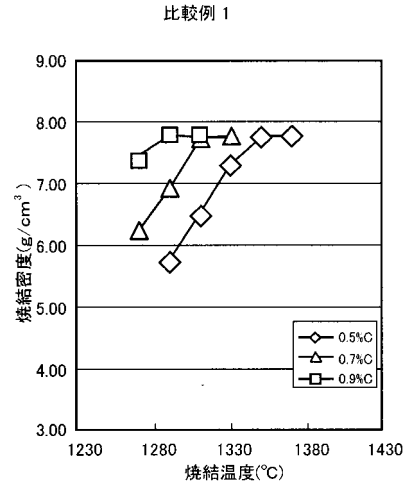
【図3】



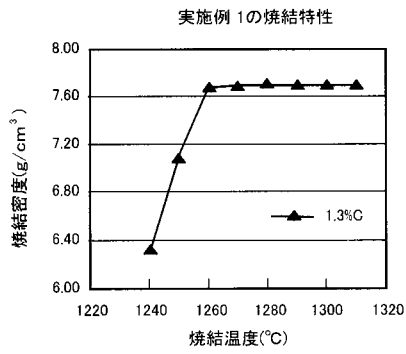
【 図 4 】



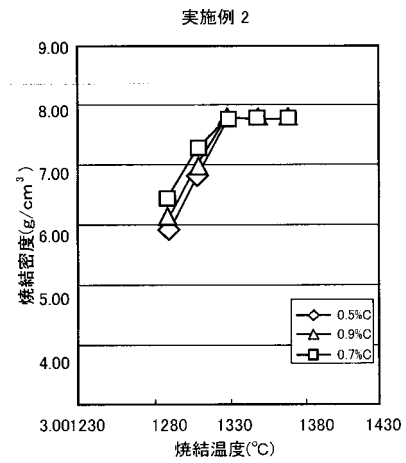
【 図 5 】



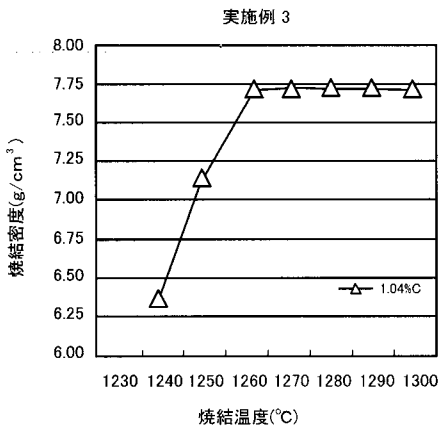
【 図 6 】



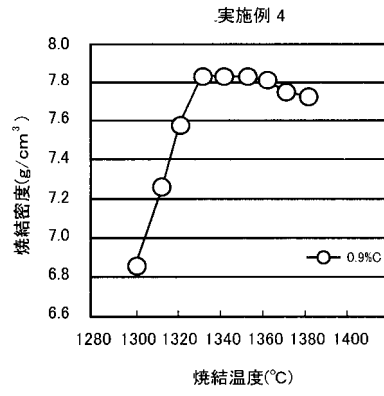
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 相原 道孝

福島県河沼郡河東町大字広田字六丁405 菱鋼鑄造株式会社内

Fターム(参考) 4K018 AA33 AA35 BA17 CA29 KA53