(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3853362号
(P3853362)
(45)発行日　平成18年12月6日(2006.12.6)　(24)登録日　平成18年9月15日(2006.9.15)

(51)Int.Cl.		F I		
B22F 1/00	(2006.01)	B22F	1/00	U
C22C 33/02	(2006.01)	C22C	33/02	A
C22C 38/00	(2006.01)	C22C	38/00	301Z
C22C 38/16	(2006.01)	C22C	38/16	

請求項の数 11　(全 7 頁)

(21)出願番号　特願平8-518662
(86)(22)出願日　平成7年11月21日(1995.11.21)
(65)公表番号　特表平10-510007
(43)公表日　平成10年9月29日(1998.9.29)
(86)国際出願番号　PCT/SE1995/001377
(87)国際公開番号　WO1996/016759
(87)国際公開日　平成8年6月6日(1996.6.6)
審査請求日　平成14年8月26日(2002.8.26)
(31)優先権主張番号　9404110-0
(32)優先日　平成6年11月25日(1994.11.25)
(33)優先権主張国　スウェーデン(SE)

(73)特許権者
ホガナス　アクチボラゲット
スウェーデン国エス　－　２６３　８３
ホガナス　（番地なし）
(74)代理人
弁理士　浅村　皓
(74)代理人
弁理士　浅村　肇
(74)代理人
弁理士　吉田　裕
(74)代理人
弁理士　岩本　行夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】高引張り強度を有するマンガン含有材料

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

粉末を圧縮して焼結することによって多孔質部品を製造するための鉄基粉末において、鉄の他に、Ｍｏ：０．２５～２．０重量％と、Ｍｎ：１．２～３．５重量％と、Ｓｉ：０．５～１．７５重量％と、Ｃ：０．２～１．０重量％と、０．２５重量％未満のＣｕを含む２重量％以下の不純物とを含有する鉄基粉末。

【請求項２】

前記Ｍｏ量が０．５～２．０重量％であることを特徴とする請求項１に記載の鉄基粉末。

【請求項３】

前記Ｍｎ量が１．２～３．０重量％であることを特徴とする請求項１または請求項２に記載の鉄基粉末。

【請求項４】

前記Ｓｉ量が０．５～１．５０重量％であることを特徴とする請求項１から請求項３までのいずれか１項に記載の鉄基粉末。

【請求項５】

前記Ｃの量が０．３～０．９重量％であることを特徴とする請求項１から請求項４までのいずれか１項に記載の鉄基粉末。

【請求項６】

ＭｎおよびＳｉが、フェロマンガン、フェロシリコンまたはシリコン－マンガン－鉄母合金として添加されることを特徴とする請求項１から請求項５までのいずれか１項に記載の

鉄基粉末。
【請求項７】
前記シリコン－マンガン－鉄母合金のマンガン／シリコンの重量比が、１～３の間で変動することを特徴とする請求項６に記載の鉄基粉末。
【請求項８】
Ｍｏが、ＦｅおよびＭｏの予合金形態で添加されることを特徴とする請求項１から請求項７までのいずれか１項に記載の鉄基粉末。
【請求項９】
Ｃｒ＜０．２５重量％　　Ｏ＜０．０３重量％
Ｃｕ＜０．２５重量％　　Ｎ＜０．０２重量％
Ｎｉ＜０．２５重量％　　Ｂｅ＜０．０１重量％
Ａｌ＜０．０２重量％　　Ｂ＜０．０２重量％
Ｐ＜０．０５重量％　　その他＜０．５　重量％
Ｓ＜０．０５重量％
の範囲内で不可避不純物を含むことを特徴とする請求項１から請求項８までのいずれか１項に記載の鉄基粉末。
【請求項１０】
鉄の他に、Ｍｏ：０．２５～２．０重量％と、Ｍｎ：１．２～３．５重量％と、Ｓｉ：０．５～１．７５重量％と、Ｃ：０．１５～０．７０重量％と、０．２５重量％未満のＣｕを含む２重量％以下の不純物とを含有し、粉末冶金的に製造される多孔質部品。
【請求項１１】
焼結多孔質部品を粉末冶金的に製造する方法において，Ｍｏ：０．２５～２．０重量％と、Ｍｎ：１．２～３．５重量％と、Ｓｉ：０．５～１．７５重量％と、Ｃ：０．２～１．０重量％と、０．２５重量％未満のＣｕを含む２重量％以下の不純物とを含む鉄基粉末を使用し，該鉄基粉末を所望の形状に圧縮し，得られた圧縮体を１１２０℃を超える温度で焼結することを特徴とする方法。
【発明の詳細な説明】
本発明は、圧縮および焼結によって部品を製造するための鉄基粉末に係り，特に、実質的にニッケルを含まずに、焼結によって高引張り強度のような有益な特性を有する部品が得られる粉末組成物に関するものである。そのような部品は、例えば自動車産業で使用できる。また、本発明は、粉末冶金的に製造される粉末部品、およびその粉末冶金的製造方法に関するものである。
粉末冶金分野において、ニッケルは、鉄基粉末組成物中の比較的よく使用される合金元素であり、最高８％のニッケルを含む鉄粉末によって製造される焼結部品の引張り強度をニッケルが向上させることは周知である。また、ニッケルは、焼結を促進して、硬化能を増大し、同時に伸び特性に良い影響を与える。
その使用が本発明による製品で得られるものに類似する特性を有する製品を生じる現在市販されている粉末は、ニッケル４重量％を含むディスタロイ（Ｄｉｓｔａｌｏｙ：登録商標）ＡＥである。
しかしながら、例えばニッケルは、高価であり、また、粉末処理時の発塵問題があって、少量でアレルギー反応を引き起こすため、ニッケルを含まない粉末に対する需要が増大している。したがって、環境の観点から、ニッケルの使用は、回避されるべきである。
したがって、本発明の目的は、少なくとも幾つかの点で、ニッケル含有組成物と実質的に同一の特性を有するニッケルを含まない粉末組成物を提供することである。
第２の目的は、環境的に需要可能である低廉な材料を提供することである。
第３の目的は、低温および高温の両者の焼結後に、ディスタロイ（登録商標）ＡＥによって得られるものよりも優れた引張り強度値を有する焼結製品を提供することである。
本発明によれば、鉄に加えて、Ｍｏ　０．２５～２．０重量％と、Ｍｎ　１．２～３．５重量％と、Ｓｉ　０．５～１．７５重量％と、Ｃ　０．２～１．０重量％と、不純物２重量％とを含む金属粉末は、非常に興味深い特性を示す。かくして、本発明による金属粉末

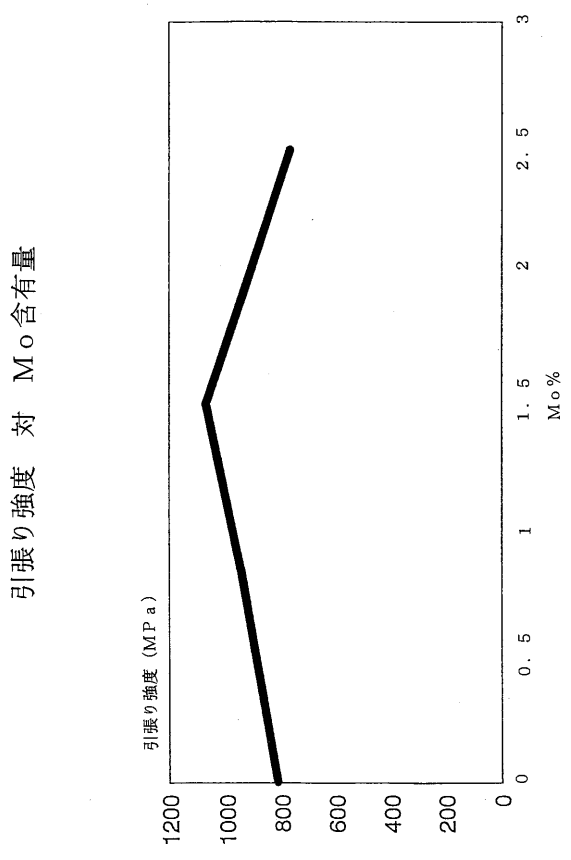
を圧縮後に高温で焼結すると、最高１２００ＭＰａの引張り強度が得られる。
本発明による好適な鉄基粉末組成物は、Ｍｏ　０．５～２重量％と、Ｍｎ　１．２～３重量％と、Ｓｉ　０．５～１．５重量％と、Ｃ　０．３～０．９重量％と、０．２５重量％未満のＣｕを含む２重量％以下の不純物とを含む。不純物は、Ｃｕに加えて、各０．５重量％未満のＣｒ、Ｎｉ、Ａｌ、Ｐ、Ｓ、Ｏ、Ｎ、Ｂｅ、Ｂ等から成っていてもよい。
Ｍｏは、部分的にＦｅと予合金化されるか、またはＦｅと予合金化された金属粉末として使用可能である。鉄粉末にＭｏを添加すると、圧縮材料の硬化能が増大し、Ｍｏ量は、少なくとも０．２５重量％であるべきことが推奨される。しかしながら、Ｍｏの増大量が圧粉性を低下させ、したがって密度を低下させるため、Ｍｏ量は、好ましくは約２．０重量％未満であるべきである。さらに、特に高いＣ量と過度のＭｏ量は、焼結材料を硬くかつ脆くし、焼結材料の強度が低下する。
Ｍｏは、好ましくは予合金化された母材粉末の形態で添加され、このことが、焼結材料においてベーナイトとマルテンサイトから成るより均質なマイクロ組織を得ることを可能にする。
本発明の特に好適な形態によれば、Ｍｏは、Ｍｏ　１．５％および０．８５％をそれぞれ含むアスタロイ（Ａｓｔａｌｏｙ）Ｍｏまたはアスタロイ８５Ｍｏ（スエーデン国ヘガネスＡＢから入手可能）の形態で添加される。
ＭｎおよびＳｉは硬化能を向上する。これ等の元素は、好適には、それぞれ１．２重量％および０．５重量％を超える量で添加される。しかしながら、それぞれ３．５重量％および１．７５重量％を超えるような過度のＭｎおよびＳｉ量は、圧粉性を低減し、また酸化問題を引き起す可能性がある。予合金化された母材粉末中の高い量のＭｎおよびＳｉは、強い固溶強化効果を有しているが、単体形態で添加されるこれ等の元素は、酸素に対する高い親和力を有する。
しかしながら、これ等の元素を母合金形態で添加すると、酸素に対するそれの元素の親和力が低下し、酸化に対する敏感性が低下する。しがたって、本発明の好適形態によると、ＭｎおよびＳｉは、Ｓｉ　１０～３０重量％と、Ｍｎ　２０～７０重量％と、残部としてのＦｅから成って、Ｍｎ／Ｓｉ重量比１～３を有するＦｅ－Ｍｎ－Ｓｉ母合金の形態で添加される。このような母合金は、主として、例えば（Ｆｅ、Ｍｎ）$_3$ＳｉおよびＦｅ、Ｍｎ）$_5$Ｓｉ$_3$から成っていてもよく、ＥＰ－９７７３７に開示されている。該母合金は、改善された圧粉性をも与え、焼結材料のマイクロ組織は、焼結時に、焼結を促進して拡散を容易にしマルテンサイトの量を増大して空孔を一層丸くする遷移液相をＦｅ－Ｍｎ－Ｓｉ母合金が形成することによって、より均質になる。該母合金により、Ｓｉによって通常引き起こされる大きい収縮を回避して、零に近い寸法的な変化を得ることが可能である。代りに、ＭｎおよびＳｉは、フェロマンガンおよびフェロシリコンの形態で添加してもよい。
黒鉛粉末として通常添加されるＣ量が０．２％未満であれば、引張り強度が低過ぎ、Ｃ量が１．０％を超えると、焼結部品が脆すぎることになる。Ｃ含有量が比較的低い本発明による組成物から作製される部品は、良好な延性と、受容可能な引張り強度とを示すが、より高いＣ量を有する組成物から作製される製品は、より低い延性と、増大した引張り強度とを有する。黒鉛添加は、焼結雰囲気との関連で行わなければならない。焼結雰囲気中の水素が多ければ多い程，より多量の脱炭によって，より多くの黒鉛を添加しなければならない。通常、幾らかの炭素が焼結中に喪失するため、焼結製品の炭素含有量は、鉄基粉末の炭素含有量よりも幾分少い。したがって、焼結製品の炭素含有量は、通常、０．１５～０．７０重量％の間で変化する。
可能性のある不純物として，Ｎｉ、ＣｕおよびＣｒに言及してもよいだろう。これ等の元素は、それぞれ０．２５重量％未満の量で存在してもよいが、好ましくは、痕跡としてのみ（すなわち、組成物の最高０．１重量％のみ）存在すべきである。その他の可能性のある不純物は、請求の範囲に記載されるような量のＡｌ、Ｐ、Ｓ、Ｏ、Ｎ、Ｂｅ、Ｂである。不純物の合計量は、２重量％以下であるべきであるが、好ましくは１重量％以下である。

Ｍｏ、Ｍｎ／ＳｉおよびＣの異る量の添加の影響は、第１図、第２図、第３図にそれぞれ示されている。
鉄基粉末に加えて、本発明は、製造される部品だけでなく、これ等の新規な粉末を使用することによって部品を製造する方法にも関連する。この粉末冶金的な方法は、当業者に周知の通常の態様で実施され、粉末の圧縮、焼結，必要に応じて再圧縮、焼結および（または）焼き入れ，および焼戻しから成る各段階を含む。圧縮段階は、冷間圧縮段階および温間の圧縮段階で実施することができ、焼結段階は、高温焼結は勿論のこと低温焼結として実施してもよい。当該技術において周知のように、焼結時間は勿論のこと焼結雰囲気が最終製品の特性に影響を与える。
このような文脈において、ＷＯ８０／０１０８３は、本発明製品の組成物に類似する組成物を有する合金鋼製品を開示していると言える。しかしながら、これ等の周知の製品は、鋳造によって作成される通常の空孔の無い鍛錬製品である。引き続く特別な熱処理であるオーステンパーは、ほぼ完全なベーナイト組織を有する製品を得るために実施される。合金元素の範囲に加えて、これ等の周知の製品は、出発材料の種類、工程の順序およびマイクロ組織のような幾つかの点で本発明によって作成される製品とは異なっている。
予期しなかったことであるが、最高約１２００ＭＰａの引張り強度を有する材料が新規の鉄基組成物を使用することによって得られることが判った。これ等の著しく高い値は、例えば、水素雰囲気中で約１時間にわたる約１２００℃～１２８０℃の高温焼結によって得られた。また、本発明による鉄基粉末で作られる圧粉成形体が低温焼結、すなわち、１１１０℃～１１５０℃の焼結を受けるとき、最高１０００ＭＰａの非常に高い引張り強度によって特徴づけられることも注目すべきである。予期せざる高い引張り強度が、６．８～７．０ｇ／cm^3のような比較的適度な密度で得られることも認められた。さらに、新規な組成物が、異なる密度における寸法的な変化で良好な安定性を示すことが判った。
要するに、粉末の低コストと、環境に対する軽度の影響とを合わせもつ本発明焼結製品の高引張り強度は、本発明を特に興味深くする。
本発明は、次の具体例において更に詳細に説明される。
例
Ｍｏ、Ｍｎ、ＳｉおよびＣに関して異なる合金組成物が試験された。Ｍｎ　４５％、Ｓｉ　２１％および残部としてのＦｅから成る組成物を有する母合金が、以下の試験で使用された。該母合金と、黒鉛と、また幾つかの試みとしてのＭｏ粉末とが、ＡＳＣ　１００．２９、アスタロイ８５ＭｏまたはアスタロイＭｏに混合された。引張り試験片は、６００ＭＰａで圧縮された後、水素と窒素の混合雰囲気中で，３０～６０分間，１２５０℃で焼結された。最適の強度特性は、第１図の０．２５～２．０％のモリブデン含有量で達成された。硬化能は、少ない添加で低過ぎるが、密度は、より高いモリブデン添加で過度に低くなる。Ｍｏ含有量は、好ましくは０．５～２％である。鉄と、異る量のＭｏとに加えて、試験粉末は、Ｍｎ　２．８％と、Ｓｉ　１．２％と、黒鉛０．７％とを含んでいた。
より少ない母合金の添加は、材料の低い硬化能と、これによる低い強度とを生じる。高い合金添加は、圧粉性を低下させる多量の母合金につながり，また材料の増大する膨脹を生じる。これによって、より低い密度により強度が低下する。マンガンおよびシリコンの添加は、第２図のＭｎ　１～３．５％と、Ｓｉ　０．５～１．７５％とがそれぞれ最適である。鉄と、変動量のＭｎ、Ｓｉとに加えて、試験粉末は、Ｍｏ　０．８５％と、黒鉛０．７％とを含んでいた。
分析された炭素含有量は、添加される黒鉛の量、および使用された焼結雰囲気に依存する。使用された水素含有量が高くなればなる程、脱炭が大きくなる。焼結製品の炭素含有量は、第４図の０．１５～０．７％が最適である。これ等の試験において、これは、第３図の粉末組成物における黒鉛０．３～０．９％に相当する。試験された鉄基粉末は、Ｍｏ　０．８５％と、Ｍｎ　１．８％と、Ｓｉ　０．８％と、変動量の黒鉛とを含んでいた。
材料の強度は、増大する焼結温度および時間によって増大する。これは、主として、硬化能を向上しこれにより材料の強度を向上する混合された合金元素のより良好な拡散による。この効果は、鉄と、Ｍｏ　０．８５％と、Ｍｎ　１．８％と、Ｓｉ　０．８％と、黒鉛

０．５～０．７％とから成る粉末につき，第５図に認められる。
新規に開発された材料では，異なる密度での寸法変化が安定している。これは、大きい内部密度変化を有する部品を製造するときに大きな利点である。寸法の安定した材料を使用することによって狭い公差を保つことがより容易になる。第６図は、４００、６００および８００ＭＰａで圧粉されたＦｅ－０．８５Ｍｏ－１．８Ｍｎ－０．８Ｓｉ－（０．６～０．７Ｃ）に関する寸法変化の変動を示す。焼結は、１１２０℃および１２５０℃で実施された。寸法変化の変動は、密度範囲６．６～７．１ｇ／cm^3においてそれぞれ０．０３％および０．１２％である。

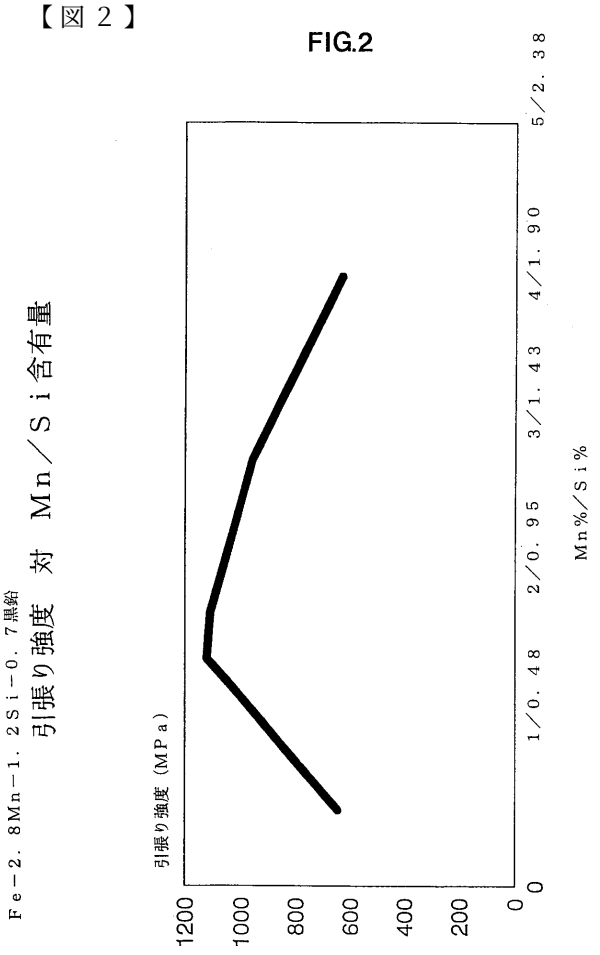
【図１】

FIG.I



【図２】

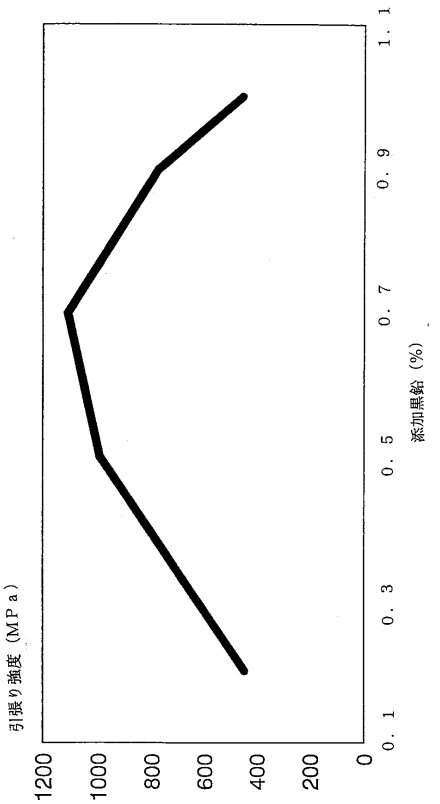
FIG.2



【図３】

FIG.3

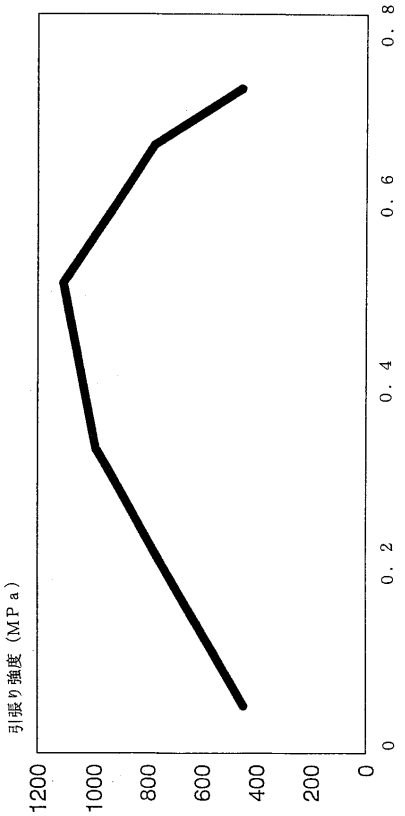
引張り強度　対　C含有量



【図４】

FIG.4

Fe−0.85Mo−1.8Mn−0.8Si
引張り強度　対　C含有量

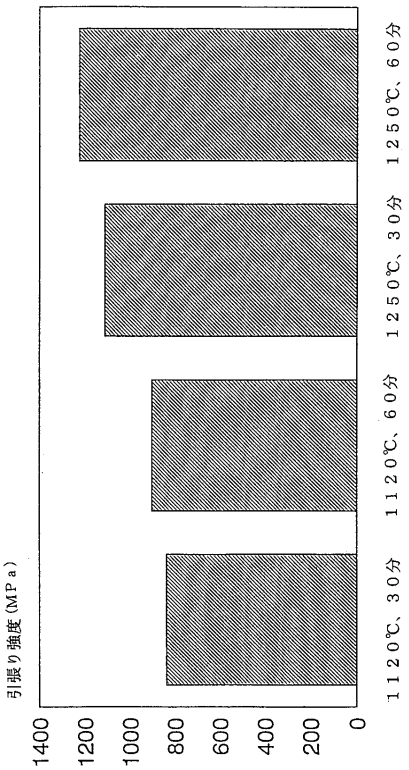


Fe−0.85Mo−1.8Mn−0.8Si

【図５】

FIG.5

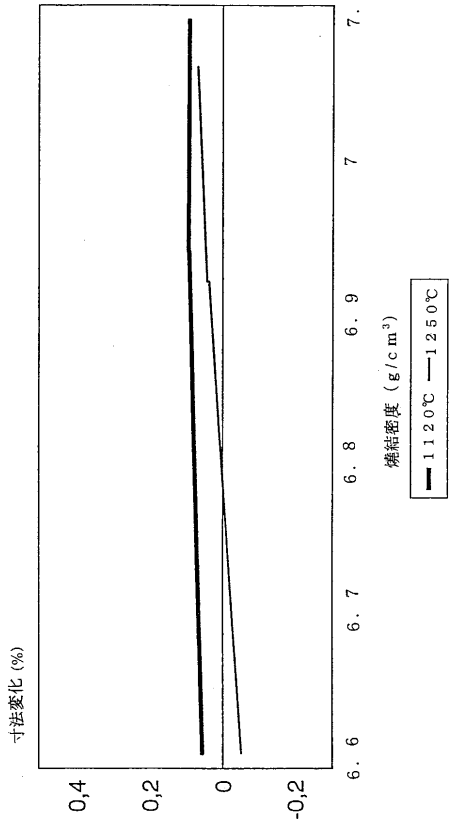
異なる焼結条件に対する引張り強度



【図６】

FIG.6

Fe−0.85Mo−1.8Mn−0.8Si−(0.35〜0.5C)
異なる密度における寸法変化



フロントページの続き

(72)発明者　リンドバーグ，カロリーヌ
スウェーデン国　エス　－　２６０　４１　ニィハムンスラーゲ，トリフトベーゲン　６

審査官　鈴木　毅

(56)参考文献　特開昭５０－２３３０３（ＪＰ，Ａ）
特開昭５５－６２１０１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B22F 1/00
C22C 33/02
C22C 38/00
C22C 38/16