

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4134111号
(P4134111)

(45) 発行日 平成20年8月13日(2008.8.13)

(24) 登録日 平成20年6月6日(2008.6.6)

(51) Int.Cl.

F I

H 0 1 F 1/33 (2006.01)

H 0 1 F 1/33

C 2 1 D 6/00 (2006.01)

C 2 1 D 6/00

C

C 2 2 F 1/10 (2006.01)

C 2 2 F 1/10

E

B 2 2 F 1/02 (2006.01)

B 2 2 F 1/02

E

B 2 2 F 3/24 (2006.01)

B 2 2 F 3/24

A

請求項の数 4 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-193892 (P2005-193892)
 (22) 出願日 平成17年7月1日(2005.7.1)
 (65) 公開番号 特開2007-12994 (P2007-12994A)
 (43) 公開日 平成19年1月18日(2007.1.18)
 審査請求日 平成17年7月1日(2005.7.1)

前置審査

(73) 特許権者 000176833
 三菱製鋼株式会社
 東京都中央区晴海三丁目2番22号
 (74) 代理人 100079049
 弁理士 中島 淳
 (74) 代理人 100084995
 弁理士 加藤 和詳
 (74) 代理人 100085279
 弁理士 西元 勝一
 (74) 代理人 100099025
 弁理士 福田 浩志
 (72) 発明者 宇ノ木 賢一
 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】 絶縁軟磁性金属粉末成形体の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

鉄系アモルファス合金を除く鉄系合金からなる軟磁性金属粉末の表面に無機物による絶縁皮膜を形成し、圧粉して成形した後、熱処理して絶縁軟磁性金属粉末成形体を得る方法において、前記絶縁皮膜が、熱処理前は主としてリン酸鉄からなり、熱処理後は主として酸化鉄に変質し、かつ酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ケイ素、及び酸化ジルコニウム等の金属酸化物微粒子から選ばれる少なくとも1種の金属酸化物微粒子と、を含み、圧粉して成形したのち、真空または不活性ガス等の非酸化雰囲気中、軟磁性金属のキュリー温度以上、かつ絶縁皮膜が破壊されない温度以下の高温で磁気焼鈍する工程と、該工程後にさらに大気等の酸化雰囲気中、400 以上700 以下の温度で熱処理する工程とを含み、先の磁気焼鈍する工程の温度が後の熱処理の温度より高いことを特徴とする絶縁軟磁性金属粉末成形体の製造方法。

【請求項2】

前記鉄系合金からなる軟磁性金属粉末が、鉄、鉄・ニッケル合金、鉄・ニッケル・モリブデン合金、鉄・ニッケル・珪素合金、鉄・珪素合金、鉄・珪素・アルミニウム合金の鉄系合金のうち一種類又は数種類からなることを特徴とする請求項1に記載の絶縁軟磁性金属粉末成形体の製造方法。

【請求項3】

前記鉄系合金からなる軟磁性金属粉末が、平均粒子径D50 = 10 μmから150 μmであることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の絶縁軟磁性金属粉末成形体の製造方

法。

【請求項 4】

圧粉成形する方法が、冷間、温間、CIP、又はHIPのいずれかの方法を用い、 $5 \sim 20 \text{ t/cm}^2$ の圧力で圧粉成形することを特徴とする請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 項に記載の絶縁軟磁性金属粉末成形体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気・電子部品としてのモータコアやトロイダルコアなどに用いるのに好適な高性能の絶縁軟磁性金属粉末成形体の製造方法に関し、鉄損が小さく透磁率が高い絶縁軟磁性金属粉末成形体の製造方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、電気・電子部品の高性能化（高効率化、小型化）が進み、モータコアやトロイダルコアなどに用いられる絶縁軟磁性金属粉末成形体においても、鉄損を小さく、透磁率を大きくすることが要求されている。透磁率を大きくするためには、絶縁層を薄くして、軟磁性金属粉末同士の間隔を狭めることが重要である。鉄損は通常ヒステリシス損と渦電流損からなり、ヒステリシス損は軟磁性材料の種類、不純物の濃度、加工歪み等に支配される。渦電流損は軟磁性材料の比抵抗、絶縁皮膜の完全さに支配される。このような観点から絶縁軟磁性金属粉末成形体を得るために、次のような技術が提案されている。

20

【0003】

特許文献 1 には、粉末冶金法による軟磁性部材の製造法を開示している。鉄粒子は絶縁性のリン酸塩層で包まれたのち圧縮され、続いて酸化雰囲気中で 600 を上限とする熱処理温度で熱処理される。

【0004】

特許文献 2 においては、改良された軟磁性を有する磁心部材を得るために、鉄粉末を圧縮成形及び熱処理する方法を開示している。鉄粉末は、リン含有量が少ない薄層で絶縁されている微粒子より成る。特許文献 2 に記載の発明によれば、圧縮成形された鉄粉末は 350～550 の温度での酸化雰囲気中で熱処理に付される。同発明によれば、熱処理を 350～550、好ましくは 400～530、最も好ましくは 430～520 の温度で行うことが決定的に重要なことであるとしているが、本質的に特許文献 1 を超えるものではない。

30

【0005】

特許文献 3 に記載の発明は、渦電流損を小さくし、機械強度を有する強磁性金属粉末の圧粉コアを得るために、強磁性金属粒子の表面にリン酸を付着させ、加圧成形し、熱処理を 300～600、好ましくは 400～500 で行うとしている。

【0006】

特許文献 4 に記載の発明によれば、磁性粉末と絶縁材からなる混合物を圧縮成形した後、熱処理を施して得られる複合磁性材料であって、熱処理を 2 回以上施すことを特徴とし、1 回目の熱処理酸素雰囲気 P1、2 回目の熱処理酸素雰囲気 P2 とすると、 $P1 > P2$ の関係を満足することで、コア損失が低く透磁率が高くかつ優れた直流重畳特性を有する複合磁性材料の製造方法を提供するものである。1 回目の熱処理温度 T1、2 回目の熱処理温度 T2 とすると、 $T1 < T2$ の関係を満足する事を特徴とし、酸素濃度は 1% P1 30%、P2 1% である。熱処理温度は 150 T1 500、500 T2 900 である。1 回目の熱処理で酸化絶縁皮膜を形成し、2 回目の高温熱処理で歪み取りを行うとしている。しかし、2 回目の高温熱処理時に磁性粉末と酸化絶縁皮膜の熱膨張率の違いから絶縁皮膜が破壊される可能性がある。

40

【0007】

特許文献 5 に記載の発明は、鉄基粉末表面を被覆材で被覆してなる被覆鉄基粉末であって、該被覆鉄基粉末に対する前記被覆材の分量が質量%で 0.02～10%であり、前記

50

被覆材が、質量%で、ガラス：20～90%と、バインダー：10～70%と、あるいはさらに前記ガラス及び前記バインダー以外の絶縁性及び耐熱性物質：70%以下とからなる被覆鉄基粉末である。前記バインダーは、シリコーン樹脂、金属リン酸塩化合物、シリケート化合物のうちから選ばれた1種又は2種以上からなるものが好ましい。熱処理についての請求項はないが、実施例において、最高温度700 窒素ガス雰囲気を用いている。

【0008】

特許文献6に記載の発明の複合磁性材料によれば、金属磁性粒子と、該金属磁性粒子の表面を取り囲む絶縁被膜とを有する複数の複合磁性粒子を備え、前記複数の複合磁性粒子は互いに接合されており、前記金属磁性粒子は、金属磁性材料と、前記金属磁性粒子に対する質量割合が120ppm以下の不純物とのみからなる。加圧成形して得られた複合磁性材料を、200 以上、添加した樹脂の熱分解温度以下の温度で酸化雰囲気または不活性ガス雰囲気中で安定化熱処理するとしている。

【0009】

【特許文献1】ドイツ特許3439397号

【特許文献2】特表平9-512388号公報

【特許文献3】特開平7-245209号公報

【特許文献4】特開2000-232014号公報

【特許文献5】特開2004-143554号公報

【特許文献6】特開2005-15914号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

高透磁率のためには絶縁皮膜を薄くすることが必要であり、ヒステリシス損を小さくするためには、圧粉成形時の加工歪みを取るため、700 以上の温度での熱処理が有効であるが、上記した特許文献1～特許文献6に代表される従来の方法では、高温の熱処理によって薄い絶縁皮膜が破壊され、渦電流損が大きくなる。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の目的は、鉄損が小さく、透磁率が大きく、機械的強度が高い絶縁軟磁性金属粉末成形体の製造方法を提供することにある。

すなわち、本発明は上記した課題を解決するため、以下の構成からなる絶縁軟磁性金属粉末成形体の製造方法である。

<1> 鉄系アモルファス合金を除く鉄系合金からなる軟磁性金属粉末の表面に無機物による絶縁皮膜を形成し、圧粉して成形した後、熱処理して絶縁軟磁性金属粉末成形体を得る方法において、前記絶縁皮膜が、熱処理前は主としてリン酸鉄からなり、熱処理後は主として酸化鉄に変質し、かつ酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ケイ素、及び酸化ジルコニウム等の金属酸化物微粒子から選ばれる少なくとも1種の金属酸化物微粒子と、を含み、圧粉して成形したのち、真空または不活性ガス等の非酸化雰囲気中、軟磁性金属のキュリー温度以上、かつ絶縁皮膜が破壊されない温度以下の高温で磁気焼鈍する工程と、該工程後にさらに大気等の酸化雰囲気中、400 以上700 以下の温度で熱処理する工程とを含み、先の磁気焼鈍する工程の温度が後の熱処理の温度より高いことを特徴とする絶縁軟磁性金属粉末成形体の製造方法である。

<2> 前記鉄系合金からなる軟磁性金属粉末が、鉄、鉄・ニッケル合金、鉄・ニッケル・モリブデン合金、鉄・ニッケル・珪素合金、鉄・珪素合金、鉄・珪素・アルミニウム合金の鉄系合金のうち一種類又は数種類からなることを特徴とする前記<1>に記載の絶縁軟磁性金属粉末成形体の製造方法である。

<3> 前記鉄系合金からなる軟磁性金属粉末が、平均粒子径D50=10μmから150μmであることを特徴とする前記<1>又は<2>に記載の絶縁軟磁性金属粉末成形体の製造方法である。

10

20

30

40

50

< 4 > 圧粉成形する方法が、冷間、温間、CIP、又はHIPのいずれかの方法を用い、 $5 \sim 20 \text{ t/cm}^2$ の圧力で圧粉成形することを特徴とする前記< 1 > ~ < 3 > のいずれかに記載の絶縁軟磁性金属粉末成形体の製造方法である。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、鉄損が小さく透磁率が大きく機械的強度が高い絶縁軟磁性金属粉末成形体を安定に製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明において、鉄系アモルファス合金を除く軟磁性金属粉末は、鉄、鉄・ニッケル合金、鉄・ニッケル・モリブデン合金、鉄・ニッケル・珪素合金、鉄・珪素合金、鉄・珪素・アルミニウム合金などの鉄系合金のうち一種類又は数種類からなり、これらの軟磁性金属粉末は飽和磁束密度や透磁率が大きく、保磁力が小さいため、高透磁率材料、低鉄損の材料と好適である。また、アトマイズ粉、粉碎粉として容易に入手することができる。

【0014】

本発明において、軟磁性金属粉末の中で低保磁力、高飽和磁束密度の点から特に鉄、鉄・ニッケル合金、鉄・ニッケル・珪素合金が好ましい。また、軟磁性金属粉末は扁平形状であることが好ましく、扁平形状にすることで長軸方向の反磁界係数が低減し、透磁率を大きくすることができる。

【0015】

軟磁性金属粉末は、平均粒子径 $D50 = 10 \mu\text{m}$ から $150 \mu\text{m}$ であることが好ましい。軟磁性金属粉末の平均粒子径 $D50$ が $10 \mu\text{m}$ 未満の場合、ヒステリシス損が低減しがたくなる場合があり、 $150 \mu\text{m}$ を越えると誘導される高周波電流の表皮深さに対して充分大きいことから、渦電流損が増加する場合がある。

【0016】

本発明は上記した鉄系アモルファス合金を除く鉄系合金からなる軟磁性金属粉末の表面に無機物による絶縁皮膜が形成される。無機物としては、熱処理前は主としてリン酸鉄からなり、熱処理後は主として酸化鉄に変質し、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ケイ素、および酸化ジルコニウム等の金属酸化物微粒子から選ばれる少なくとも1種の金属酸化物微粒子を含む。

【0017】

熱処理前は主としてリン酸鉄からなり、熱処理後は主として酸化鉄に変質する成分は、例えば、リン酸が加熱処理によって軟磁性金属粉末である鉄粉、鉄系合金中の鉄成分と反応してリン酸鉄となり、このリン酸鉄が後工程である熱処理工程で酸化鉄となる。また、リン酸の他にリン酸塩、例えば、リン酸マグネシウム、リン酸亜鉛等を用いることができる。

【0018】

軟磁性金属粉末に対するリン酸、リン酸塩の添加量は、最終的に製造される無機物による絶縁皮膜の厚みが $0.01 \mu\text{m}$ 以上 $1 \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $0.1 \mu\text{m}$ 以上 $0.5 \mu\text{m}$ 以下の厚みを有するように調整される。無機物による絶縁皮膜の厚みが $0.01 \mu\text{m}$ 未満ではキュリー温度以下で絶縁破壊される場合があり、無機物による絶縁皮膜の厚みが $1 \mu\text{m}$ を超えると、透磁率が低下し、必要な磁束密度を得るための起磁力が増加し、電流が増加する場合がある。

【0019】

軟磁性金属粉末に対してリン酸等を添加し、乾燥させてリン酸鉄皮膜を形成した後、リン酸鉄皮膜を形成した軟磁性金属粉末に金属酸化物を添加することが好ましい。金属酸化物としては、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ケイ素、および酸化ジルコニウム等の金属酸化物から選ばれる少なくとも1種が好ましい。これらの金属酸化物の中で高温時の絶縁特性（比抵抗）の点から特に酸化アルミニウムが好ましい。さらに強度を増加させる目的で低融点ガラスを添加することができる。

【0020】

リン酸鉄皮膜を形成した軟磁性金属粉末に対する金属酸化物の量は0.1～4質量%が好ましく0.5～3質量%がより好ましい。リン酸鉄皮膜を形成した磁性金属粉末に対する金属酸化物の量が0.1質量%未満の場合、キュリー温度以下で絶縁破壊を生じる場合があり、4質量%を超えると、透磁率が低下する場合がある。

【0021】

また、リン酸鉄皮膜を形成した軟磁性金属粉末に対して、金属酸化物の他に潤滑剤を添加してもよい。潤滑剤を添加することによって、後記する圧粉成形工程における軟磁性金属粉末の損傷を防止することができる。潤滑剤としては、金属ステアレート、パラフィン又はワックスが挙げられる。リン酸鉄皮膜を形成した軟磁性金属粉末に対する潤滑剤の量は0.1～1質量%程度でよい。

10

【0022】

次に軟磁性金属粉末は、圧粉成形される。圧粉成形方法としては、粉末冶金分野で通常用いられている、冷間、温間、CIP、HIPなどの方法を用いることができ、容易に成形できる。成形圧力は5～20 t/cm²が好ましく、より好ましくは7～15 t/cm²である。成形圧力が5 t/cm²未満では成形強度が不足してハンドリングが困難となり、20 t/cm²以上を越えると、密度は収斂して増加は望めず、かえって絶縁皮膜が破壊されるおそれがあるためである。圧粉成形方法によって目的に応じた形状、例えば、リング状に成形される。

【0023】

20

次に上記で得られた圧粉成形体は、まず、真空または不活性ガス等の非酸化雰囲気中、軟磁性金属のキュリー温度以上かつ絶縁皮膜が破壊されない温度以下の高温で磁気焼鈍する工程に供される。この工程で真空雰囲気とは酸素分圧を調整し、好ましくは10⁻⁴ Paから10⁻² Paの雰囲気が好ましく、不活性ガスとしては特に制約はないがアルゴンガス、窒素ガス雰囲気が好ましい。

【0024】

本発明において、軟磁性金属のキュリー温度以上の温度で、かつ絶縁皮膜が破壊されない温度以下の高温で第一の熱処理（磁気焼鈍：加工歪み取り）をすることで、絶縁を保ったまま保磁力が低減し、鉄損が低減する。キュリー温度を越えた非酸化雰囲気中での熱処理が保磁力低減に有効であるが、軟磁性金属のキュリー温度は、金属によって異なり、例えば、軟磁性金属として代表的な鉄や鉄・珪素合金のキュリー温度は690～770である。したがって、軟磁性金属として鉄や鉄・珪素合金を用いる場合、少なくとも690～770以上の温度で熱処理することが必要である。

30

【0025】

熱処理温度は、より安定にかつ確実に絶縁を保ったまま保磁力を低減させ、鉄損が低減させるためには軟磁性金属のキュリー温度+80が好ましく、さらに好ましくは軟磁性金属のキュリー温度+100、より好ましくは軟磁性金属のキュリー温度+200である。熱処理時間は30～300 minが好ましく、60～180 minがより好ましい。熱処理時間が30 min未満では加工歪みが充分に開放されない場合がある。

【0026】

40

本発明において、軟磁性金属粉末と結合した絶縁皮膜が第一の熱処理（磁気焼鈍：加工歪み取り）で変質する過程で、隣接した軟磁性金属粒子表面の絶縁皮膜同士を構造的に一体化させ、その際、絶縁皮膜中の（第一熱処理温度以上の融点をもった）耐熱の金属酸化物で、軟磁性金属粒子が移動、変形する際に互いに接触して導通することを防止し、構造的に一体化した絶縁皮膜が得られるものと推察される。

【0027】

次に第一の熱処理工程後、該被熱処理品はさらに大気等の酸化雰囲気中、400以上700以下の温度で熱処理する工程（第二の熱処理工程）に供される。第二の熱処理工程において、酸化雰囲気は実用上大気中が最も好ましいが、その他に酸素含有量が10%程度の窒素ガス雰囲気であってもよい。

50

【 0 0 2 8 】

第二の熱処理工程は、第一の熱処理工程で構造的に一体化した絶縁皮膜を酸化反応させ、より完全な絶縁抵抗と機械的強度を発現させることで、鉄損が小さく、透磁率が大きな絶縁軟磁性金属粉末成形体が製造するための熱処理であり、400 以上700 以下の温度範囲で前記酸化反応が完全に進行するようにするためには温度条件によって異なるが、少なくとも30～300minの熱処理時間が好ましく、より好ましくは60～180min熱処理することが好ましい。

【 0 0 2 9 】

第二の熱処理工程は、第一の熱処理工程を高温熱処理炉で行う場合、第一の熱処理工程が終了後、高温熱処理炉内を大気雰囲気とし、徐冷する過程で第二の熱処理工程の条件を満たすように調整することもでき、この場合、製造工程が簡略化される利点がある。

10

【 実施例 】

【 0 0 3 0 】

以下に、本発明を実施例によって更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

〔 実施例 1 〕

10～150μmの粒度分布を持つパーマロイPB系（50%Ni2%Si）の原料粉末に、原料粉末質量に対して0.017質量%のリン酸溶液を加えた後に室温で乾燥させて1μm以下のリン酸鉄皮膜を形成させた。これに原料粉末質量に対して2.4質量%の酸化アルミニウム粉末（0.06μm）を混合した。得られた絶縁軟磁性金属粉末に、潤滑剤としてステアリン酸亜鉛を0.5質量%加えて混合した。この粉末を室温において金型に入れ、15t/cm²の面圧でプレスし、リング形状の「プレス品」を得た。この「プレス品」を非酸化（アルゴンガス）雰囲気中で950、時間は60minの第一の熱処理を施した後に酸化（大気）雰囲気中で500、時間は60minの第二の熱処理を施した。

20

〔 比較例 1 〕

【 0 0 3 1 】

実施例1と同様にしてリング形状の「プレス品」を得た。この「プレス品」を酸化（大気）雰囲気中で500、時間は60minの熱処理を施した。これが従来の一般的な絶縁軟磁性金属粉末成形体の製造方法を代表している。

〔 比較例 2 〕

30

【 0 0 3 2 】

実施例1と同様にしてリング形状の「プレス品」を得た。この「プレス品」を非酸化（アルゴンガス）雰囲気中で950、時間は60minの第一の熱処理を施し、第二の熱処理は省略した。

【 0 0 3 3 】

実施例1と同様にしてリング形状の「プレス品」を得た。この「プレス品」を酸化（大気）雰囲気中で500、時間は60minの第二の熱処理を施した。次に、非酸化（アルゴンガス）雰囲気中で950、時間は60minの第一の熱処理を施した。すなわち、実施例1の熱処理の順序を逆にした。

〔 比較例 4 〕

40

【 0 0 3 4 】

実施例1と同様にしてリング形状の「プレス品」を得た。この「プレス品」を酸化（大気）雰囲気中で600、時間は60minの熱処理を施した。

〔 比較例 5 〕

【 0 0 3 5 】

実施例1と同様にしてリング形状の「プレス品」を得た。この「プレス品」を酸化（大気）雰囲気中で700、時間は60minの熱処理を施した。

（評価方法）

実施例1、比較例1～5における試料について透磁率、鉄損、圧環強度を測定した結果を表1に示す。

50

< 透磁率 >

日置電機（株）製LCRハイテスタ 3532-50で測定した1kHzのときのインダクタンス値と「プレス品」の寸法値から算出した。

< 鉄損 >

磁束密度1T、周波数1kHzにおける値を岩通計測（株）製BHアナライザ SY-8258で測定した。

< 圧環強度 >

JIS Z 2507「焼結軸受-圧環強さ試験方法」にして規定されている方法により測定した。

【 0 0 3 6 】

10

評価結果を表 1 に示す。

【 0 0 3 7 】

【表 1】

	1kHzの透磁率	磁束密度1T、周波数1kHz			圧環強度 (MPa)
		ヒステリシス損 (W/kg)	渦電流損 (W/kg)	鉄損 (W/kg)	
実施例1	113	36.0	3.3	39.3	51
比較例1	70	202.1	0.6	202.7	53
比較例2	104	28.4	1.2	29.6	25
比較例3	133	76.4	119.0	195.4	51
比較例4	61	273.4	5.5	278.9	138
比較例5	70	236.7	141.8	378.9	97

20

【 0 0 3 8 】

表 1 より、次のことが明らかである。

30

（ 1 ）実施例 1 の鉄損は比較例 1 に比べて約 1 / 5 程度の低い値となっている。これによりキュリー温度以上、非酸化雰囲気中での第一の熱処理を行うことによる顕著な鉄損低減効果が認められる。また、950 の高温熱処理にもかかわらず、渦電流損の増加はなく、絶縁が十分に維持できていることも認められる。

（ 2 ）700 以下、酸化雰囲気中での第二の熱処理を省略した比較例 2 は、実施例 1 に比べて圧環強度が約 1 / 2 に低下しているが鉄損や透磁率に大差は無いことが認められる。

（ 3 ）実施例 1 と熱処理の順序を逆にした比較例 3 においては、絶縁が不十分となり、実施例 1 に比べて渦電流損が約 36 倍と大幅に増加し、そのため鉄損が約 5 倍になっている。このことから、本発明における第一の熱処理工程と第二の熱処理工程の順序の重要性が認められる。

40

（ 4 ）大気中での熱処理温度を500、600、700 とした比較例 1、比較例 4、比較例 5 の渦電流損は、比較例 5 の700 で絶縁破壊のため急増し、大気等の酸化雰囲気中では700 が上限であることが認められる。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
B 2 2 F	3/00	(2006.01)	B 2 2 F	3/00	B
H 0 1 F	1/24	(2006.01)	H 0 1 F	1/24	
H 0 1 F	41/02	(2006.01)	H 0 1 F	41/02	D
C 2 2 F	1/00	(2006.01)	C 2 2 F	1/00	6 2 1
C 2 2 F	1/02	(2006.01)	C 2 2 F	1/00	6 6 0 C
C 2 2 C	19/03	(2006.01)	C 2 2 F	1/00	6 9 1 B
			C 2 2 F	1/00	6 9 4 A
			C 2 2 F	1/02	
			C 2 2 C	19/03	E

- (72)発明者 永井 憲一
 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
- (72)発明者 山崎 昭一
 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
- (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

審査官 山田 正文

- (56)参考文献 特表 2 0 0 3 - 5 2 2 2 9 8 (J P , A)
 特開平 0 9 - 0 7 4 0 1 1 (J P , A)
 特開 2 0 0 4 - 2 8 8 9 8 3 (J P , A)
 特開 2 0 0 1 - 1 3 5 5 1 5 (J P , A)
 特開 2 0 0 1 - 3 0 7 9 1 4 (J P , A)
 特開 2 0 0 7 - 0 1 3 0 6 9 (J P , A)
 特開 2 0 0 6 - 0 9 7 1 2 4 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------|
| H 0 1 F | 1 / 3 3 |
| H 0 1 F | 1 / 2 4 |
| H 0 1 F | 4 1 / 0 2 |