

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5858398号
(P5858398)

(45) 発行日 平成28年2月10日 (2016. 2. 10)

(24) 登録日 平成27年12月25日 (2015. 12. 25)

(51) Int. Cl.

F 1

B 2 2 F 7/08 (2006. 01)

B 2 2 F 7/08 E

C 2 2 C 14/00 (2006. 01)

C 2 2 C 14/00 Z

B 2 2 F 1/00 (2006. 01)

B 2 2 F 1/00 E

B 2 2 F 3/18 (2006. 01)

B 2 2 F 3/18

B 2 2 F 3/10 (2006. 01)

B 2 2 F 3/10 G

請求項の数 3 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-203101 (P2011-203101)

(22) 出願日 平成23年9月16日 (2011. 9. 16)

(65) 公開番号 特開2013-64176 (P2013-64176A)

(43) 公開日 平成25年4月11日 (2013. 4. 11)

審査請求日 平成26年7月22日 (2014. 7. 22)

(73) 特許権者 000238348

武生特殊鋼材株式会社

福井県越前市四郎丸町2-1-2-1

(73) 特許権者 505374783

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
茨城県那珂郡東海村大字舟石川765番地
1

(74) 代理人 100074631

弁理士 高田 幸彦

(72) 発明者 福岡 廣一

福井県越前市四郎丸町2-1-2-1

武生特殊鋼材株式会

社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チタン刃物材、チタン刃物及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

チタン粉末に平均粒径 $2.5 \mu\text{m} \sim 14 \mu\text{m}$ の炭化ケイ素粉末を体積比で 5 % 又は 10 % 混合して MA 処理（機械的合金化処理）した MA 材を、純チタン板又はチタン合金板で形成したチタン筐体に充填して密封し、これを熱間圧延してチタン刃物材とし、このチタン刃物材を使用して刃物形状体を形成し、この刃物形状体を構成する前記 MA 材であるチタン粉末刃物材を 1100°C 又は 1200°C の温度で焼結した後に研削して刃付けすることにより、前記 MA 材によって構成されるチタン粉末刃物材の両側面には前記チタン筐体のチタン板によるチタン側板が配された構成とするチタン刃物の製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記 MA 処理は、ポットミルを使用して実行することを特徴とするチタン刃物の製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、前記チタン粉末は、チタン合金粉末又はスポンジチタン粉末であることを特徴とするチタン刃物の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、チタン粉末を基材にしたチタン刃物材、チタン刃物及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

刃物は、切れ味が良く、切れ味が永く持続し、折れ難く、曲がり難く、錆難い、ことが望まれ、チタンクラッド鋼刃物が提案されている。

【0003】

刃物が良く切れるためには、刃先になる刃物鋼は、できるだけ高硬度であることが望ましい。しかしながら、チタンには、刃物の刃先に使えるほど高硬度の材料が存在しないことから、チタンとステンレス刃物鋼のクラッドが提案されている。

【0004】

近年、チタン粉末を焼結して作るチタン刃物が提案されている。このチタン刃物は、チタン粉末に硬質粉末を混合した後に圧縮成形し、真空炉中で1200℃～1300℃で焼結し、その後、研削して刃付けした構成である。しかし、このチタン刃物は、刃先が柔らかいことから、硬い食材を切るには不向きであり、比較的柔らかい野菜等を切る刃物として使用されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2005-48276号公報

【特許文献2】特開2008-264116号公報

【特許文献3】特開2007-143956号公報

20

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】石山新太郎 「核融合炉用高熱伝導セラミックス製ダイバータプレートモデル試験体に関する基礎的研究」、日本原子力学会和文論文誌、Vol.3, No.3(2004),p56～p65

【非特許文献2】竹腰久仁雄 「刃物の切れ味劣化のメカニズムについて」 砥粒加工学会学術講演会講演論文集 2000巻 307頁～312頁 2000.09.12発行

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

30

本発明の目的は、柔らかい食材はもちろん、硬い食材も切ることができ、良い切れ味が永く持続し、折れ難く、錆難い安価な刃物を得るためのチタン刃物の製造方法を実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のチタン刃物の製造方法は、チタン粉末に平均粒径2.5μm～14μmの炭化ケイ素粉末を体積比で5%又は10%混合してMA処理(Mechanical Alloying:機械的合金化処理)したMA材を、純チタン板又はチタン合金板で形成したチタン筐体に充填して密封し、これを熱間圧延してチタン刃物材とし、このチタン刃物材を使用して刃物形状体を形成し、この刃物形状体を構成する前記MA材であるチタン粉末刃物材を1100℃又は1200℃の温度で焼結硬化した後に研削して刃付けすることにより、前記MA材によって構成されるチタン粉末刃物材の両側面には前記チタン筐体のチタン板によるチタン側板が配された構成とするチタン刃物の製造方法である。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、比較的安価で入手し易い平均粒径2.5μm～14μmの炭化ケイ素粉末を硬質粉末としてチタン粉末に体積比で5%又は10%混合してMA処理したMA材を純チタン板又はチタン合金板で形成したチタン筐体に充填して密封し、これを熱間圧延してチタン刃物材とし、このチタン刃物材を使用して刃物形状体を形成し、この刃物形状体を構成する前記MA材であるチタン粉末刃物材を1100℃又は1200℃の温度で焼

50

結、研削してチタン刃物としたことにより、柔らかい食材はもちろん、硬い食材も切ることができ、しかも、良い切れ味を永く持続することができ、折れ難く、錆難い安価なチタン刃物を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】MA材のX線回折測定結果を示す特性曲線図である。

【図2】チタン刃物製造の工程図である。

【図3】チタン刃物の側面図である。

【図4】実施例1における熱間圧延後のMA材（焼結材）の切断断面を光学顕微鏡を使用して組織観察したときの図面代用写真である。

10

【図5】実施例1における熱間圧延後のMA材（焼結材）の切断断面を光学顕微鏡を使用して組織観察したときの図面代用写真である。

【図6】実施例1における熱間圧延後のMA材（焼結材）の切断断面を光学顕微鏡を使用して組織観察したときの図面代用写真である。

【図7】実施例1における熱間圧延後のMA材（焼結材）の切断断面を光学顕微鏡を使用して組織観察したときの図面代用写真である。

【図8】熱間圧延後のMA材（未焼結材）の切断断面を光学顕微鏡を使用して組織観察したときの図面代用写真である。

【図9】熱間圧延後のMA材（1100℃焼結材）の切断断面を光学顕微鏡を使用して組織観察したときの図面代用写真である。

20

【図10】熱間圧延後のMA材（1150℃焼結材）の切断断面を光学顕微鏡を使用して組織観察したときの図面代用写真である。

【図11】熱間圧延後のMA材（1200℃焼結材）の切断断面を光学顕微鏡を使用して組織観察したときの図面代用写真である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明のチタン刃物の製造方法は、刃部を形成するMA材をチタン粉末と該チタン粉末に平均粒径2.5 μm ～14 μm の炭化ケイ素粉末を体積比で5%又は10%混合してMA処理することによって構成しこのMA材を純チタン板又はチタン合金板で形成したチタン筐体に充填して密封し、これを熱間圧延してチタン刃物材とし、このチタン刃物材を刃物形状に成形した後に該チタン刃物材を構成するチタン粉末刃物材を1100℃又は1200℃の温度で焼結した後に研削することにより刃付けしてチタン刃物とするものであり前記MA材によって構成されるチタン粉末刃物材の両側面に前記チタン板によるチタン側板が配された構成のチタン刃物を製造することができる。

30

【0012】

目的とするチタン刃物の製造に好適な次のような材料を選定した。

【0013】

先ず、チタン刃物材を構成するチタン粉末と硬質粉末の選定は、次の通りである。

【0014】

チタン粉末として、バランスの良い刃物材としての特性を示すトーホーテック株式会社製チタン合金粉末（a）（Ti-64粉末）である64合金粉末ACA150及び安価で入手が容易な東邦チタニウム株式会社製スポンジチタン粉末（b）（ロットNo.：T-09015008）を選定した。これらのチタン粉末の組成は、表1、表2に示す通りである（カタログ値）。

40

【0015】

【表 1】

【表 1】

表 1 チタン合金粉末 (a) Ti-64 粉末

組成 品種	Ti %	Cl % max	Mg % max	Al %	V %	Fe % max	Mn % max	Si % max	N % max	C % max	H % max	O % Max	粒径 μm ※
ACA150	残り	0.01	0.001	5.5～ 6.8	3.5～ 4.5	0.3	0.01	0.03	0.03	0.01	0.05	0.5	150

※粒径の測定法：透過法（フィッシャー法（FSSS））

10

【0016】

【表 2】

【表 2】

表 2 スポンジチタン粉末 (b)

組成 品種	Ti %	Cl % max	Mg % max	Fe % max	Mn % max	Si % max	N % max	C % max	粒径 μm ※
T-09015008	>97	0.11	0.04	0.37	<0.01	0.03	0.02	0.06	60

※粒径の測定法：透過法（フィッシャー法（FSSS））

20

【0017】

また、硬質粉末として使用する炭化ケイ素粉末は、平均粒径 $2.5\mu\text{m} \sim 14\mu\text{m}$ のものを体積比で 5% 又は 10% 混合する。具体的には、比較的安価で熱拡散性の良い屋久島電工株式会社製の炭化ケイ素粉末を選定した。そして、表 3 に示すような平均粒径（カタログ値）で $2.5\mu\text{m} \sim 14\mu\text{m}$ の 4 品種を選定した。

【0018】

【表 3】

【表 3】

表 3 炭化ケイ素粉末

品種	GC-4000F	GC-1500F	GC-1000F	GC-750F
組成				
平均粒径 (μm)	2.5	9.5	11	14
粒度分布 (μm)	0.7～7.5	5.2～16.2	1.9～21.4	6.7～21.9

※平均粒径の測定法：レーザー回折・散乱法

30

【0019】

次に、MA 処理は、ポットミル（径： $\phi 135\text{mm}$ 又は $\phi 180\text{mm}$ ）、セラミックボール（径： $\phi 25\text{mm}$ と $\phi 30\text{mm}$ ）を使用して、回転数を 80rpm で所定時間実行し、付加処理を行うことにより、MA 処理の徹底を行った。すなわち、硬質粉末として炭化ケイ素粉末（GC-4000F）を体積比でチタン合金粉末に対して 10% 混合し、表 4 に示す各条件で実行した。

【0020】

40

【表 4】

【表 4】

表 4 MA処理条件

処理条件 処理例	ポットミル径 (Φmm)	セラミックボール (mm)	回転数 (rpm)	MA処理時間 (時間)	付加処理
MA 処理 a	135	Φ25+Φ30	80	1	
MA 処理 b	135	Φ25+Φ30	80	3	
MA 処理 c	135	Φ25+Φ30	80	3	その後、ステンレスボール(Φ10mm)を用い、回転数80rpmで 1時間のMA処理
MA 処理 d	180	Φ25+Φ30	80	3	
MA 処理 e	180	Φ25+Φ30	80	3	その後、左記のセラミックボールを用い、回転数160rpmで 3時間のMA処理

10

【0021】

このMA処理効果を確認するためMA処理後の粉末(MA材)を表5に示す条件でX線回折測定を行った。

【0022】

20

【表 5】

【表 5】

表 5 X線回折測定

	X線回折測定 a	X線回折測定 b
測定対象	MA処理条件 a、b、c	MA処理条件 d、e
測定機器	理学電気株式会社製 RINT TTRIII FK	理学電気株式会社製 RINT TTRIII FK
測定条件	平行ビーム法 ・印加電圧・電流 : 50kV-300mA ・スキャン角度範囲 : 3~7° ・スキャン速度 : 2°/min	集中法 ・印加電圧・電流 : 40kV-100mA ・スキャン角度範囲 : 5~70° ・スキャン速度 : 20°/min

30

【0023】

図1は、MA処理eのX線回折測定結果を示す特性曲線図である(MA処理a~dの特性曲線については図示を省略)。この場合、粉末への投入エネルギーが大きくなると、結晶格子のひずみ量が大きくなるので、X線回折特性ピークがブロードになる(裾野の幅が広がる)傾向がある。従って、前記MA処理a~eを比較すると、処理a~cよりもポットミル径が大きい処理d、eの方が投入エネルギーが大きく、各々の特性曲線から混合状態の改善が見られ、Tiのピークもブロードになっている。また、処理eの粉末は、処理dの粉末よりも付加処理による均質混合、MA化が促進され、特性ピークがブロードになっている。チタン刃物の製作のためのMA処理時要件としては、a~eの中では、eが最適であることがわかる。

40

【0024】

次に、本発明のチタン刃物の概略的な製造方法について、図2を参照して説明する。

【0025】

ステップS1

チタン粉末刃物材を構成する素材であるチタン粉末を準備した。チタン粉末は、チタン合金粉末(a)又はスポンジチタン粉末(b)である。

【0026】

50

ステップ S 2

硬質粉末として、炭化ケイ素粉末を準備した。

【0027】

ステップ S 3

チタン粉末と硬質粉末を混合して所定の M A 処理条件で M A 処理 (e) することにより M A 材を得た。M A 材は、チタン粉末に対して炭化ケイ素粉末を体積比で 5 % 又は 10 % 混合して M A 処理した粉末である。

【0028】

ステップ S 4

M A 材を充填して熱間圧延すると共に後にチタン側板となるチタン筐体を作製する素材として厚さ 3 mm と 20 mm のチタン板 (チタン合金粉末 (a) には純チタン板 (T P 3 4 0) a を、またスポンジチタン粉末 (b) にはチタン合金板 (T i - 6 4) b) を準備した。

10

【0029】

ステップ S 5

チタン板を用いてチタン筐体を作製した。因みに、チタン筐体は、直方体であり、その外形寸法は、厚さ 26 mm、幅 115 mm、長さ 150 mm 及び厚さ 60 mm、幅 225 mm、長さ 320 mm の 2 種類である。

【0030】

ステップ S 6

チタン筐体に M A 材をプレス機で加圧しながら充填した。

20

【0031】

ステップ S 7

M A 材を充填したチタン筐体を電子ビーム溶接して密封した。

【0032】

ステップ S 8

M A 材を充填したチタン筐体を熱間圧延した。この熱間圧延は、加熱温度 950 °C、加熱時間 60 分で圧延し、10 mm の厚さまで圧延した後に再加熱して、更に 2 mm まで熱間圧延して残留気孔を除去したチタン刃物材を得た。

【0033】

ステップ S 9

チタン筐体に M A 材を充填して熱間圧延して作製したチタン刃物材について、熱処理した後に刃物形状体を作製した。

30

【0034】

ステップ S 10

チタン刃物材で作製した刃物形状体を 1100 °C (チタン粉末) 又は 1200 °C (スポンジチタン粉末) で焼結硬化処理してチタン粉末刃物材とした。

【0035】

ステップ S 11

焼結硬化後のチタン粉末刃物材を研削して刃付けすることにより、図 3 に示すようなチタン刃物 2 とした。因みに、2 a はチタン粉末刃物材、2 b はチタン側板である。

40

【0036】

このような製造方法で製造したチタン刃物 2 は、炭化ケイ素粉末の脱落もなく、従来のチタン刃物に対して格段に優れた切れ味を示した。しかも、良い切れ味を永く持続することができ、抗折強度試験でも折れ難く、曲がり難い特性が得られ、また、耐食性評価の塩水噴霧試験においても錆難い特性を示した。

【0037】

以下にチタン素材の組み合わせを変えて 2 種類のチタン刃物の製造を説明する。

【実施例 1】

【0038】

50

チタン刃物のチタン粉末刃物材を形成するMA材を、チタン粉末としてチタン合金粉末を使用し、硬質粉末として炭化ケイ素を使用して構成するチタン刃物の製造について説明する。

【0039】

この実施例において製造するチタン刃物は、前述した製造方法を適用して製造するものであり、チタン合金粉末（図2を参照して説明したステップS1におけるチタン合金粉末a）と炭化ケイ素粉末とを混合してMA処理したMA材（図2を参照して説明したステップS3におけるMA材a）を使用して形成したチタン粉末刃物材の両側面にチタン側板を配した構成とする。チタン合金粉末と炭化ケイ素粉末の各種組み合わせ、表6に示すように選定してチタン刃物の試料を作製した。

10

【0040】

試料No. 1～4は、チタン合金粉末に平均粒径の異なる炭化ケイ素粉末を体積比で5%混合したMA材a、試料No. 5～8は、同チタン合金粉末に平均粒径の異なる炭化ケイ素粉末を体積比で10%混合したMA材aである。

【0041】

【表6】

【表6】

表 6 MA材

試料 No.	チタン粉末	硬質粉末		
		種類	混合量(%)	品名
1	チタン合金粉末	炭化ケイ素	5	GC-4000F
2	チタン合金粉末	炭化ケイ素	5	GC-1500F
3	チタン合金粉末	炭化ケイ素	5	GC-1000F
4	チタン合金粉末	炭化ケイ素	5	GC-750F
5	チタン合金粉末	炭化ケイ素	10	GC-4000F
6	チタン合金粉末	炭化ケイ素	10	GC-1500F
7	チタン合金粉末	炭化ケイ素	10	GC-1000F
8	チタン合金粉末	炭化ケイ素	10	GC-750F

20

30

【0042】

チタン筐体を次のように作製した。この筐体は、MA材aを充填して密封して熱間圧延するために使用し、後にチタン刃物材の両側に残ってチタン側板となる部材である。このチタン筐体は、純チタン板（TP340）をTig溶接して作製した。このチタン筐体の寸法は、純チタン板の厚さは3mm、筐体の外形寸法は、厚さを26mm、幅を115mm、長さを150mmとした。

40

【0043】

チタン筐体に対するMA材の充填と密封は、チタン筐体に表6に示した素材を処理したMA材をプレス機で押しながら十分に充填し、MA材を充填したチタン筐体の開口をチタン板で蓋をして電子ビーム溶接で行った。

【0044】

MA材を充填したチタン筐体を加熱温度950℃で60分間加熱処理し、熱間圧延してチタン刃物材とした。

【0045】

50

熱間圧延後のチタン刃物材は再圧延を行って厚さ 2 mm とした。

【0046】

熱処理後のチタン刃物材を使用して刃物形状体を形成し、焼結硬化処理を行った後に研削することにより刃付けしてチタン刃物を製造した。このチタン刃物（チタン粉末刃物材）のビッカース硬度測定、抗折強度測定、組織観察、切れ味試験を行った。

【0047】

表 7 は、このチタン刃物のビッカース硬度測定結果を示している。

【0048】

【表 7】

【表 7】

表 7 チタン刃物材のビッカース硬度

試料 No.	焼結前		焼結後	
	測定値	測定値の 平均値	測定値	測定値の 平均値
1	389～398	394	534～545	540
2	404～454	429	415～445	430
3	364～402	383	433～436	435
4	381～382	382	447～481	464
5	440～497	469	532～561	547
6	401～462	432	509～619	564
7	410～415	413	451～521	486
8	397～419	408	465～505	485

【0049】

この結果、市販されている包丁はビッカース硬度で 350～550 であるが、この実施例での焼結後のチタン刃物のビッカース硬度（平均値）は 430～564 であり、ばらつきはあるもののいずれも一般の包丁の硬度に近い値を示す。特に、試料 No. 1（チタン合金粉末に GC-4000F の炭化ケイ素粉末を 5% 混合した MA 材）、試料 No. 5, 6（チタン合金粉末に GC-4000F 又は GC-1500F の炭化ケイ素粉末を 10% 混合した MA 材）においては、一般家庭で使用する包丁として十分な硬さを備えている。

【0050】

また、抗折強度測定の結果を表 8 に示す。

【0051】

10

20

30

【表 8】

【表 8】

表 8 抗折強度(単位: N/mm^2)

試料 No.	試験回数				平均値
	1	2	3	4	
1	83.72	89.92	83.93	86.19	85.94
2	72.35	76.30	85.66	71.60	76.47
3	57.20	61.12	58.20	63.92	60.11
4	63.47	76.48	53.96	76.04	67.48
5	61.05	48.62	65.62	65.94	60.30
6	24.0	24.36	51.16	42.47	35.49
7	47.78	67.63	64.86	67.00	61.81
8	40.19	63.47	35.60	62.66	50.48

10

【0052】

この結果、硬質粒子 SiC の 5 % 混入系試料 (No. 1 ~ 4) の方が、10 % 混入系試料 (No. 5 ~ 8) よりも大きな値を示す傾向にあり、特に SiC の平均粒子径の小さい No. 1 の試料では最大値を示し、折り曲げに強い特性を示した。

20

【0053】

なお、チタン粉末刃物材 2 a の両側面に配したチタン側板 2 b は、チタン刃物を折れ難く、曲がり難くする機能を有している。

【0054】

また、熱間圧延後の MA 材 (未焼結材及び焼結後の焼結材) の切断断面を光学顕微鏡を使用して組織観察したときの写真の一例を図 4 ~ 図 7 に示す。観察結果より、試料 No. 1 ~ 4 は SiC の脱粒は認められないが、試料 No. 5 ~ No. 8 はいずれも SiC の脱粒が認められ、刃材として不適であることがわかる。

【0055】

30

さらに、SiC の熱拡散性を評価するために EPMA の測定を行った。ここでは、炭素粒子の拡散性を評価するため、SiC 粒子混入量が多い試料 No. 8 を用いた。これにより、SiC の炭素 C が Ti 合金層へ拡散し、その結果、Ti 合金中に、より硬質で安定な TiC として強固に存在していることが確認された。

【0056】

また、切れ味評価の測定結果を表 9 に示す。

【0057】

この測定方法は、本多式切れ味試験機 (非特許文献 2) にて行った。試験体刃物を固定し、7.5 mm 幅の新聞紙相当の紙を重ねて約 750 g の加重をかけながら、20 mm の往復運動をさせ、1 往復の 1 切断回数として、17 回の切断操作を行い、切断された紙の枚数で評価する試験方法である。

40

【0058】

【表 9】

【表 9】

表 9-1 未焼結材の切れ味測定結果（一回のスライドによる紙の切断枚数）

切断回数	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
1	58	◎44	◎29	20	57	◎62	◎61	25
2	59	41	20	20	60	60	57	25
3	◎60	41	19	18	58	60	54	27
4	60	40	18	19	58	60	53	27
5	59	40	18	19	60	60	53	25
6	58	41	16	20	◎64	59	51	27
7	57	43	15	21	63	58	51	25
8	58	43	19	21	63	60	52	◎28
1 5	59	41	18	◎22	58	55	55	26
1 6	59	42	18	22	59	56	55	25
1 7	59	42	18	21	58	58	55	26

◎は最多切断枚数（切断回数 9～14 回の結果を省略）

表 9-2 1100℃焼結材の切れ味測定結果（一回のスライドによる紙の切断枚数）

切断回数	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
1	76	19	◎53	11	◎63	◎72	◎66	◎81
2	◎77	18	53	12	60	72	66	80
3	77	17	51	13	60	69	66	75
4	77	14	53	◎14	56	70	62	75
5	77	16	52	14	58	68	59	75
6	77	17	52	14	58	67	59	75
7	70	19	50	14	57	63	59	75
8	69	19	54	14	57	65	59	73
1 5	69	◎20	50	14	57	60	58	70
1 6	69	20	48	14	56	63	57	70
1 7	69	20	49	14	57	56	56	70

◎は最多切断枚数（切断回数 9～14 回の結果を省略）

【0059】

測定値のバラツキが見られるが、未焼結材及び焼結材ともに SiC の粒度が大きくなると切れ味が悪くなり、SiC の混入量が多くなると切れ味が良くなる傾向を示す。焼結熱処理によって切断枚数は上昇傾向にあり、切れ味が高まる。また、簡易的に刃付けを行ったものの、試料 No. 1、6 及び 8 は、いずれも本法による刃物切れ味評価基準枚数の 50 枚を超えた切断枚数を示す材料があることから、刃物としての使用は十分可能なレベルであることを確認した。

【0060】

以上のことから、試料 No. 1 のチタン刃物材は、バランスのとれた刃物材料特性を示す。すなわち、これは、チタン合金粉末と炭化ケイ素粉末を MA 処理した MA 材を使用して熱間圧延及び焼結により得られるチタン粉末刃物材であり、その両側面に配した純チタ

10

20

30

40

50

ン側板によってチタン刃物を構成することが望ましいことが分かる。

【実施例 2】

【0061】

以上のことを考慮して行ったチタン刃物の製造について説明する。

【0062】

この実施例において製造するチタン刃物は、前述の実施例 1 と同様にして製造するものであり、チタン粉末と硬質粉末とを混合して MA 処理した MA 材を使用して構成したチタン粉末刃物材の両側面にチタン側板を配した構成とする。

【0063】

図 2 に示した製造方法におけるステップ S 1 のチタン粉末準備において、チタン粉末 b として本実施例では安価なスポンジチタン粉末 b (表 2) を準備した。また、ステップ S 2 の硬質粉末準備において、炭化ケイ素粉末 (GC-4000F) を準備した。

10

【0064】

次に、ステップ S 3 において、チタン粉末と硬質粉末を混合して MA 処理条件 e で MA 処理することにより、MA 材 b を得た。すなわち、MA 材 b は、スポンジチタン粉末に炭化ケイ素粉末 (GC-4000F) を体積比で 5 % 混合して MA 処理した粉末である。

【0065】

この MA 材 b を充填して熱間圧延すると共に後にチタン側板となるチタン筐体を作製する素材として厚さ 20 mm のチタン合金板 (Ti-64) を準備した (ステップ S 4)。

【0066】

20

そしてチタン合金板を用いた直方体のチタン筐体を作製した。その外形寸法は、厚さ 60 mm、幅 225 mm、長さ 320 mm とした (ステップ S 5)。

【0067】

そして、このチタン筐体に MA 材 b をプレス機で加圧しながら充填した (ステップ S 6)。

【0068】

MA 材 b を充填した各チタン筐体を実施例 1 と同様に電子ビーム溶接して密封した (ステップ S 7)。

【0069】

次に、MA 材を充填したチタン筐体を熱間圧延する。この熱間圧延は、加熱温度 950 °C、加熱時間 60 分で 10 mm の厚さまで圧延した後に更に 2 mm まで熱間圧延してチタン刃物材 b とした (ステップ S 8)。

30

【0070】

さらに、熱処理した後に刃物形状体を作製し (ステップ S 9)、次いで 1200 °C で焼結硬化処理してチタン粉末刃物材を作製した (ステップ S 10)。

【0071】

その後、焼結硬化後のチタン粉末刃物材を研削して刃付けすることにより、図 3 に示すようなチタン刃物 2 とした (ステップ S 11)。

【0072】

図 9 ~ 図 12 は、この実施例 2 において熱間圧延した未焼結チタン粉末刃物材の組織及び焼結温度 (1100 ~ 1200 °C) の相違による脱粒状況を示す図面代用顕微鏡写真である。

40

【0073】

図 9 ~ 図 11 のチタン粉末刃物材では炭化ケイ素の脱粒が認められるが、図 12 の 1200 °C 焼結温度条件では、殆ど脱粒が認められないことから、最適焼結温度を 1200 °C とした。また、焼結条件が表面硬度 (ビッカース硬度) に及ぼす影響を調べた。

【0074】

【表 10】

【表 10】

表 10 ビッカース硬度測定結果

焼結条件(温度)	ビッカース硬度
未焼結材	260～330
1100℃	360～420
1150℃	340～350
1200℃	360～410

10

【0075】

実施例 1 と同様に、表面硬度は、焼結硬化処理による硬度上昇傾向が認められるが、焼結前後の硬度は実施例 1 より低い値を示す。焼結温度 1100℃以上では硬度のばらつき（焼結硬化むら）がみられるが、1100℃、1200℃では硬度の最大値が400以上の値を示しており、焼結硬化の影響が大きく実用性が高い。

【0076】

一方、切れ味測定（実施例 1 と同じ方法）の結果を表 11 に示す。

【0077】

【表 11】

20

【表 11】

表 11 未焼結材と焼結材の切れ味測定結果（1 回のスライドによる紙の切断枚数）

切断回数	未焼結材	1100℃ 焼結材	1150℃ 焼結材	1200℃ 焼結材	製作した包丁 (未焼結) ※	製作した包丁 (1200℃焼結) ※	セラミック 包丁(市販品)
1	◎43	◎53	49	62	◎96	◎ 159	◎57
2	40	51	48	62	80	150	56
3	40	53	47	62	78	150	55
4	40	53	46	61	77	140	55
5	40	51	43	60	73	134	52
6	40	48	48	59	73	131	50
7	41	51	49	59	72	128	49
8	43	49	50	57	72	134	50
15	43	48	◎51	61	68	115	49
16	43	50	49	◎63	68	120	51

◎は最多切断枚数（枚）

※刃物形状：厚さ2mm、幅30mm、長さ115mm

30

【0078】

40

切れ味測定の結果を考察すると、焼結硬化処理効果が現れており、特に1200℃焼結では基準枚数50枚より大きな値となっている。さらに、未焼結材包丁と1200℃焼結材包丁及びセラミック包丁（市販品）を比較すると、1200℃焼結材により作製した包丁は切れ味試験における切断枚数が120～150枚と焼結材刃物の枚数の約2倍の非常に大きな値を示すが、切れ味の低下も比較的早い傾向にある。また、未焼結材により作製した包丁も同様に未焼結材刃物の約2倍の枚数を示しており、セラミック包丁（市販品）よりも優れた切れ味の包丁が得られた。

【0079】

また、抗折強度測定結果を表 12 に示す。測定方法、条件は前述の実施例 1 と同様である。

50

【0080】

【表12】

【表12】

表12 抗折強度測定結果(単位: N/mm^2)

測定回数	未焼結材	1100℃焼結材	1150℃焼結材	1200℃焼結材
1	131.2	104.8	90.6	93.8
2	131.2	102.3	103.9	99.3

試験片形状: 厚さ2mm、幅10mm、長さ50mm (2枚)

10

【0081】

この測定結果を考察すると、焼結硬化処理の焼結温度が高くなることにより抗折強度は低下する傾向を示すことがわかる。このため、刃物側板に高強度材のTi-64のチタン合金板を使用することにより、刃物として折れ難く、曲がり難い強度特性が得られる。

【0082】

また、作製した刃物の耐食性を評価するため、JIS Z2371に準拠して塩水噴霧試験を実施した。試験機にはスガ試験機株式会社製「塩乾湿複合サイクル試験機CYP-90」を用い、塩水組成は5%NaCl水溶液(pH7、中性)、塩水噴霧温度、圧力は $35 \pm 1^\circ\text{C}$ 、98kPaで試験時間24時間で実施した。試験結果は刃部及び側板には錆の発生は無く、全く異常はなかった。

20

【0083】

このようにして作製したチタン刃物2は、炭化ケイ素粉末の脱粒もなく、従来のチタン刃物に対して格段に優れた切れ味を示した。しかも、良い切れ味を永く持続することができ、抗折強度測定でもチタン合金側板が機能して折れ難く、曲がり難い特性が得られ、また、塩水噴霧試験においても錆難い特性を示した。

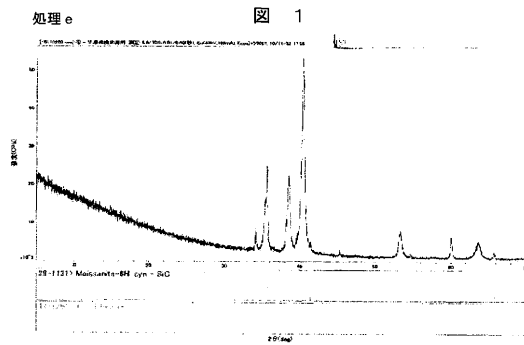
【符号の説明】

【0084】

1…チタン筐体、2…チタン刃物、2a…チタン粉末刃物材、2b…チタン側板。

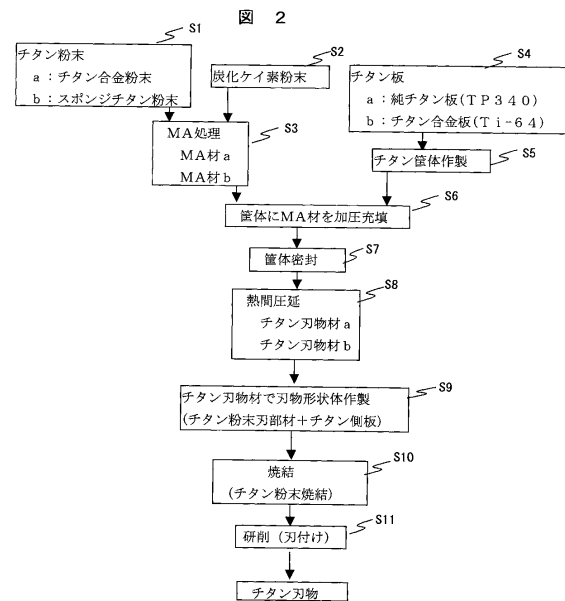
【図 1】

【図 1】



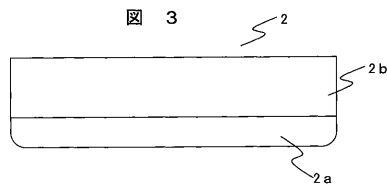
【図 2】

【図 2】



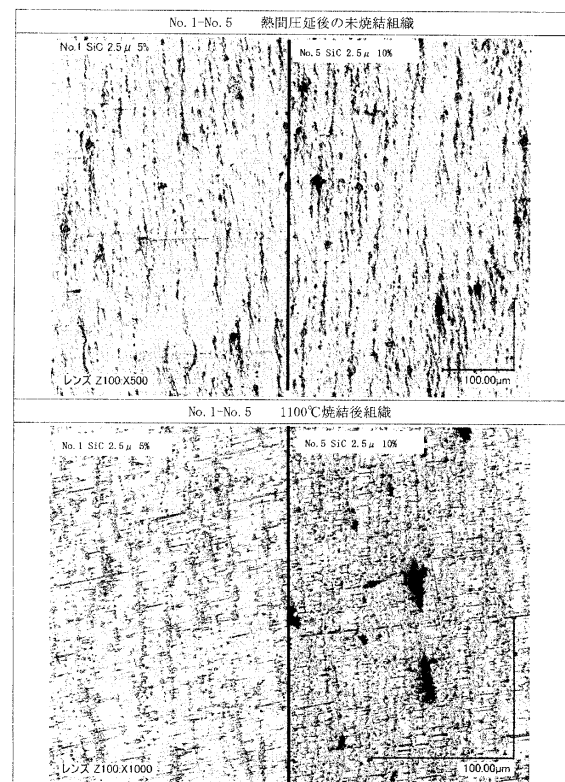
【図 3】

【図 3】



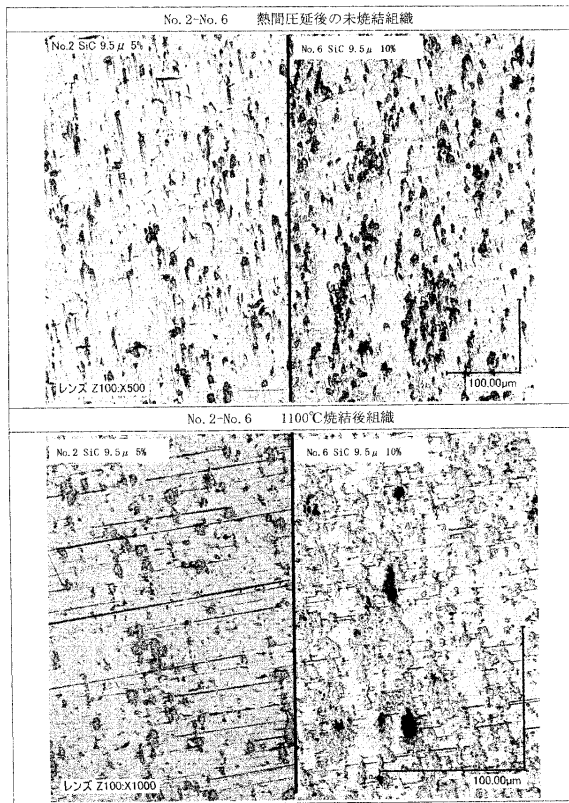
【図 4】

図 4



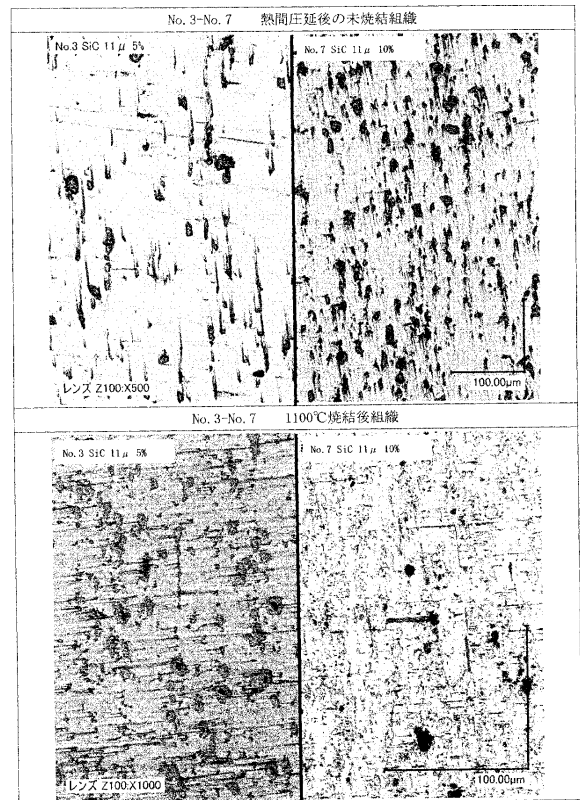
【図 5】

図 5



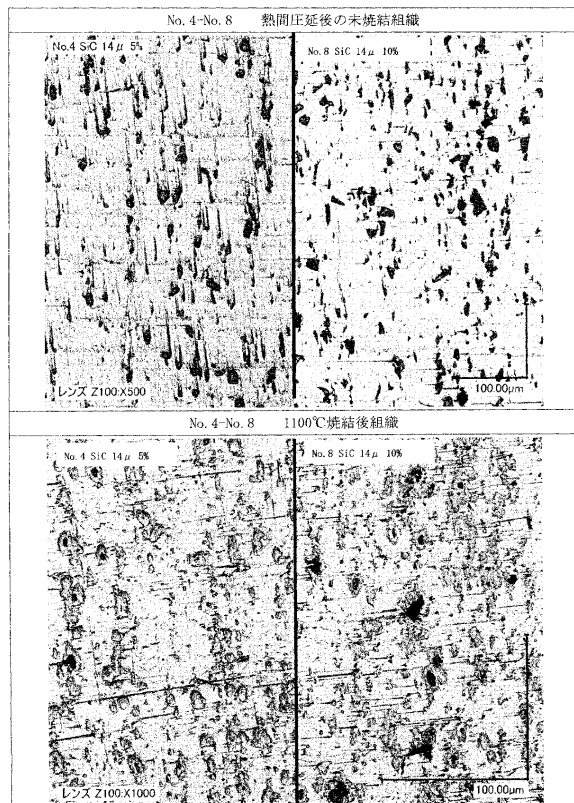
【図 6】

図 6



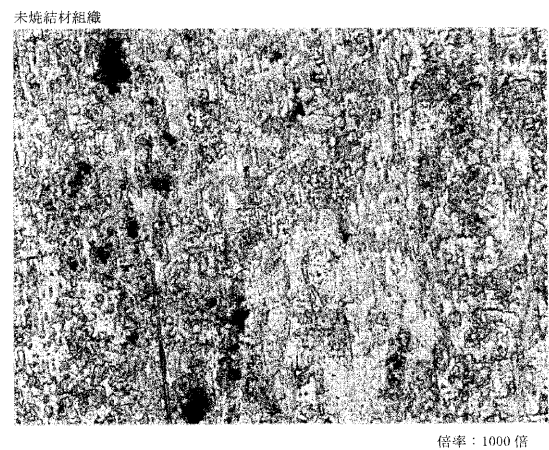
【図 7】

図 7



【図 8】

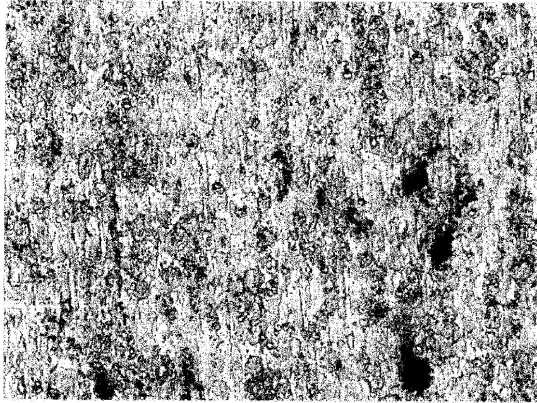
図 8



【図 9】

図 9

1100℃焼結後組織

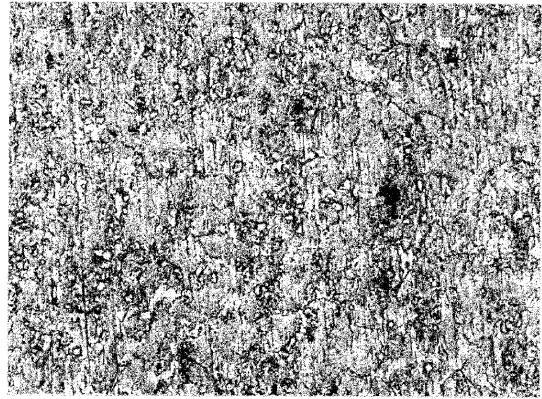


倍率：1000 倍

【図 10】

図 10

1150℃焼結後組織

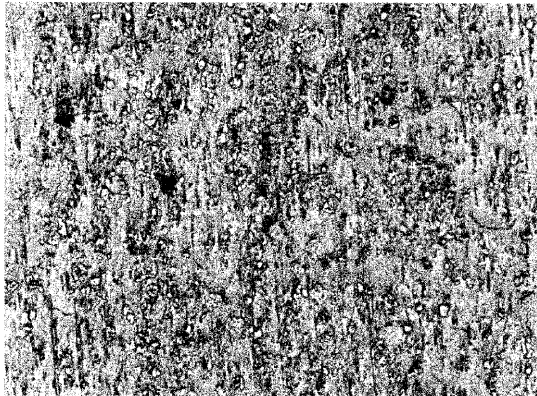


倍率：1000 倍

【図 11】

図 11

1200℃焼結後組織



倍率：1000 倍

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
B 2 2 F	3/24	(2006.01)	B 2 2 F 3/24 G
C 2 2 C	32/00	(2006.01)	C 2 2 C 32/00 H
B 2 6 B	9/00	(2006.01)	B 2 6 B 9/00 Z

(72)発明者	坪川 翼	
	福井県越前市四郎丸町2 1 - 2 - 1	武生特殊鋼材株式会社内
(72)発明者	中島 準作	
	福井県敦賀市木崎6 5号2 0番	独立行政法人日本原子力研究開発
	機構 敦賀本部内	
(72)発明者	荒木 克彦	
	福井県敦賀市木崎6 5号2 0番	独立行政法人日本原子力研究開発
	機構 敦賀本部内	
(72)発明者	井上 賢紀	
	茨城県東茨城郡大洗町成田町4 0 0 2番	独立行政法人日本原子力研究開発
	機構 大洗研究開発センター内	

審査官 米田 健志

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

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)
B 2 2 F 1 / 0 0 ~ 8 / 0 0