

(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2017-119902

(P2017-119902A)

(43) 公開日 平成29年7月6日(2017.7.6)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)	
C 2 3 C	8/02	(2006.01)	C 2 3 C	8/02	4 K O 2 8
C 2 3 C	8/24	(2006.01)	C 2 3 C	8/24	
C 2 3 C	8/80	(2006.01)	C 2 3 C	8/80	
C 2 3 C	8/20	(2006.01)	C 2 3 C	8/20	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2015-257389 (P2015-257389)	(71) 出願人	391018341
(22) 出願日	平成27年12月28日 (2015.12.28)		株式会社N B Cメッシュテック
			東京都日野市豊田2丁目50番地の3
		(74) 代理人	100087398
			弁理士 水野 勝文
		(74) 代理人	100128783
			弁理士 井出 真
		(74) 代理人	100128473
			弁理士 須澤 洋
		(74) 代理人	100160886
			弁理士 久松 洋輔
		(74) 代理人	100180699
			弁理士 成瀬 溪
		(74) 代理人	100192603
			弁理士 網盛 俊

最終頁に続く

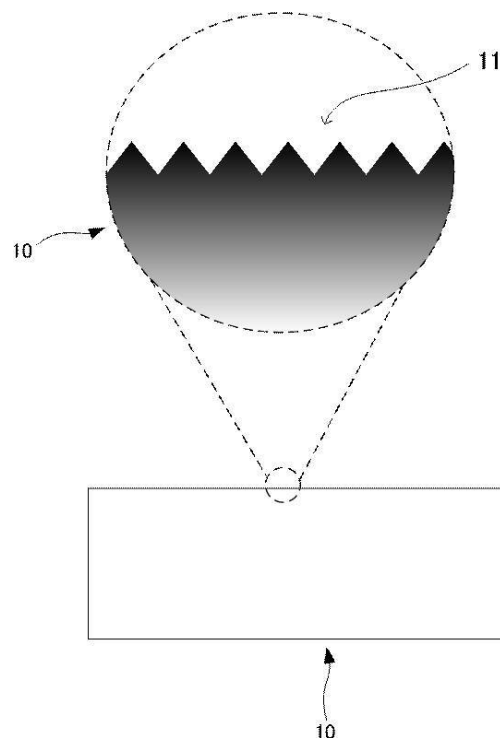
(54) 【発明の名称】 粉体付着抑制チタン部材

(57) 【要約】

【課題】 粉体と接触する面の強度を確保しつつ、粉体が付着することを抑制できる粉体付着抑制チタン部材を提供する。

【解決手段】 粉体付着抑制チタン部材は、粉体と接触する凹凸面を有する表層部を備えている。表層部の硬度は、粉体付着抑制チタン部材の内部の硬度よりも高い。凹凸面の算術平均粗さ R_a は、 $0.4\ \mu\text{m}$ 以上、 $2.0\ \mu\text{m}$ 以下であり、表層部のビッカース硬度は、 400 以上である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内部よりも硬度が高く、粉体と接触する凹凸面を有する表層部を備え、
前記凹凸面の算術平均粗さ R_a が $0.4 \mu m$ 以上、 $2.0 \mu m$ 以下であり、
前記表層部のビッカース硬度が 400 以上であることを特徴とする粉体付着抑制チタン部材。

【請求項 2】

少なくとも前記表層部が窒化物、炭化物および炭窒化物のいずれかで形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の粉体付着抑制チタン部材。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】**【0001】**

本発明は、粉体が付着することを抑制するとともに、粉体の付着を抑制する効果を持続させることができる粉体付着抑制チタン部材に関する。

【背景技術】**【0002】**

食用粉体（穀粉など）や合成樹脂粉体などの粉体（粉粒体ともいう）の性状は、粒子の大きさ・分布・形状によって異なり、ナノ粒子を作り出す技術まで進んだ現在でも種々の問題を抱えている。具体的には、所定の装置を用いて、粉体に対して所定の処理を行うとき、粉体が装置に付着してしまうことがある。この付着した粉体をそのまま放置しておくと、粉体の更なる付着（堆積）、粉体の固化が発生し、粉体に対する所定の処理の妨げになる。また、粉体の付着状態によっては、粉体が付着した装置を洗浄しても、付着した粉体を洗い落とすことも難しくなってしまう。

20

【0003】

例えば、特許文献 1 では、粉体投入用のホッパーに振動を与えると共に、このホッパー内に空気を吐出させることにより、ホッパーの内面に付着した残留粉体を取り除いている。しかし、特許文献 1 の技術は、ホッパーの内面に粉体が付着することを前提としており、粉体の付着によるトラブルを根本的に解決するものではない。一方、特許文献 2 では、鋼材の表面に粉体が付着することを防止するために、鋼材の表面に所定の凹凸を形成している。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開平 9 - 95390 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 230665 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

特許文献 2 のように、鋼材の表面に所定の凹凸を形成すると、鋼材の表面における機械的強度が低下しやすくなり、鋼材の表面（凹凸面）の摩耗が進行しやすくなったり、凹凸面（特に、凸部分）が欠けたりしてしまう。

40

【0006】

例えば、鋼材と接触する粉体が高強度の材料で形成されているときには、粉体が鋼材の表面（凹凸面）に衝突することにより、凹凸面の摩耗が進行しやすくなったり、凹凸面（特に、凸部分）が欠けたりすることがある。また、鋼材を洗浄するとき、洗浄部材と鋼材の表面（凹凸面）との間の摩擦によって、凹凸面の摩耗が進行しやすくなったり、凹凸面（特に、凸部分）が欠けたりすることがある。

【0007】

このように、鋼材の表面（凹凸面）が摩耗したり、凹凸面が欠けたりすると、所定の凹凸を維持できなくなり、所定の凹凸を形成することによる効果、すなわち、粉体の付着を

50

防止する効果が低下してしまう。また、鋼材の表面の摩耗や凹凸面の欠けなどによって、異物が発生して粉体に混入してしまうおそれもある。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明は、上記課題を解決するために、粉体と接触する面の強度を確保しながら、粉体が付着することを抑制することができる粉体付着抑制チタン部材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】

【 0 0 0 9 】

第 1 の発明は、内部よりも硬度が高く、粉体と接触する凹凸面を有する表層部を備え、前記凹凸面の算術平均粗さ R_a が $0.4 \mu m$ 以上、 $2.0 \mu m$ 以下であり、前記表層部のビッカース硬度が 400 以上であることを特徴とする粉体付着抑制チタン部材である。

10

【 0 0 1 0 】

第 2 の発明は、少なくとも前記表層部が窒化物、炭化物および炭窒化物のいずれかで形成されていることを特徴とする第 1 の発明の粉体付着抑制チタン部材である。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、粉体と接触する面を、算術平均粗さ R_a が $0.4 \mu m$ 以上、 $2.0 \mu m$ 以下である凹凸面とすることにより、粉体の付着を抑制することができる。また、表層部のビッカース硬度を 400 以上とすることにより、粉体が接触する面の強度を向上させることができる。これにより、粉体と接触する凹凸面の形状を維持し続けることができ、粉体の付着を抑制する効果を持続させることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】粉体付着抑制チタン部材の断面の一部を拡大した部分拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の実施形態について詳述する。本実施形態である粉体付着抑制チタン部材は、粉体と接触する面の強度を確保しつつ、粉体の付着を抑制するものである。

【 0 0 1 4 】

本実施形態の粉体付着抑制チタン部材の構造について、図 1 を用いて説明する。

30

【 0 0 1 5 】

粉体付着抑制チタン部材 10 は、凹凸面 11 を有しており、凹凸面 11 は、粉体と接触する面である。凹凸面 11 の算術平均粗さ R_a は、 $0.4 \mu m$ 以上、 $2.0 \mu m$ 以下である。算術平均粗さ R_a は、JIS B 0601 で定義されている。算術平均粗さ R_a が $0.4 \mu m$ 未満であったり、算術平均粗さ R_a が $2.0 \mu m$ よりも大きかったりすると、粉体が付着しやすくなり、好ましくない。

【 0 0 1 6 】

算術平均粗さ R_a が $0.4 \mu m$ 以上、 $2.0 \mu m$ 以下であれば、粉体の粒径又は粒度分布にかかわらず、粉体の付着を抑制することができる。粉体の付着を抑制する上では、算術平均粗さ R_a は、好ましくは $0.4 \mu m$ 以上、 $1.4 \mu m$ 以下、より好ましくは $0.4 \mu m$ 以上、 $1 \mu m$ 以下、さらに好ましくは $0.4 \mu m$ 以上、 $0.8 \mu m$ 以下である。

40

【 0 0 1 7 】

粉体付着抑制チタン部材 10 の表面に形成される凹凸面は、粗さ曲線パラメータ (R) に限らず、断面曲線パラメータ (P)、うねり曲線パラメータ (W) を用いても表すことができる。各パラメータは、JIS B 0601 で定義されている。

【 0 0 1 8 】

粉体付着抑制チタン部材 10 では、内部から表面 (凹凸面) に向かって硬度が高くなっており、表層部の硬度は、内部 (表層部よりも内側の部分) の硬度よりも高い。また、表層部のビッカース硬度は、400 以上である。ここで、表層部は、粉体付着抑制チタン部材 10 の表面 (凹凸面) から所定深さまでの領域である。ビッカース硬度は、JIS Z

50

2244に準拠し、25gの荷重でビッカース硬度試験を行なうことにより測定できる。ここで、粉体付着抑制チタン部材10の表面に凹凸面が形成されたままでは、表層部のビッカース硬度を測定できない。そこで、粉体付着抑制チタン部材10の表面(凹凸面)から内部に向かって粉体付着抑制チタン部材10を切断したときの切断面を研磨し、この切断面を用いて表層部のビッカース硬度を測定することができる。一方、粉体付着抑制チタン部材10の凹凸面を平坦面に研磨すれば、この研磨した面を用いて、表層部のビッカース硬度を測定することもできる。

【0019】

表層部のビッカース硬度を400以上とすることで、粉体と接触する面の機械的強度を確保でき、凹凸面11の形状を維持し続けることができる。これにより、凹凸面11によって、粉体の付着を抑制する効果を長期間維持することができる。ここで、粉体の付着を抑制する効果を維持する上では、表層部のビッカース硬度は、好ましくは800以上、より好ましくは1000以上、さらに好ましくは1200以上である。

【0020】

次に、粉体付着抑制チタン部材10を製造する方法について説明する。

【0021】

基材に対して、少なくとも表面硬化処理を行うことにより、粉体付着抑制チタン部材10を製造することができる。

【0022】

まず、基材の材料について説明する。基材の材料としては、チタンが用いられる。チタンあるいはチタン合金は人体に対する安全性の高い金属として知られ、インプラント治療にも用いられている。

【0023】

次に、表面硬化処理について説明する。表面硬化処理とは、基材の表面を硬化させる処理である。表面硬化処理によって、基材の表層部の硬度を、基材の内部の硬度よりも高くすることができる。

【0024】

表面硬化処理としては、例えば、表面焼入れ法、拡散浸透法を用いることができる。表面焼入れ法としては、具体的に、高周波焼入、レーザ焼入、電子ビーム焼入等を用いることができる。また、拡散浸透法としては、具体的に、固体浸炭、液体浸炭、ガス浸炭、真空浸炭、プラズマ浸炭、高周波焼入浸炭、塩浴室化、ガス窒化、プラズマ窒化、塩浴軟窒化、浸硫窒化、ガス軟窒化、高周波焼入窒化、ガス浸炭窒化、液体浸炭窒化、TDプロセス、固体ほう化、液体ほう化、気体ほう化等を用いることができる。

【0025】

基材の材料と表面硬化処理の具体的な内容に基づいて、粉体付着抑制チタン部材10の表層部のビッカース硬度が400以上となるような処理条件(例えば、加熱条件)を予め決めておくことができる。これにより、予め決められた処理条件において、表面硬化処理を行うことにより、粉体付着抑制チタン部材10の表層部のビッカース硬度を400以上とすることができる。

【0026】

また、表面硬化処理によって、基材の表面に凹凸面を形成することができる。表面硬化処理を行うとき、凹凸面11の算術平均粗さRaが0.4μm以上、2.0μm以下となるような処理条件を予め決めておくことができる。これにより、予め決められた処理条件において、表面硬化処理を行うことにより、凹凸面11の算術平均粗さRaを0.4μm以上、2.0μm以下とすることができる。なお、凹凸面11の算術平均粗さRaを、0.4μm以上、1.4μm以下としたり、0.4μm以上、1μm以下としたり、0.4μm以上、0.8μm以下としたりするときも、表面硬化処理を行うときの処理条件を予め決めておけばよい。

【0027】

基材の材料がチタン(Ti)であるため、基材に対して、塩浴室化、ガス窒化、プラズ

10

20

30

40

50

マ窒化、塩浴軟窒化、浸硫窒化、ガス軟窒化、高周波焼入室化といった窒化処理で表面硬化処理を行うことにより、基材の表層部を窒化物（例えば、 TiN ）で形成することができる。また、 Ti で形成された基材に対して、固体浸炭、液体浸炭、ガス浸炭、真空浸炭、プラズマ浸炭、高周波焼入浸炭といった炭化処理で表面硬化処理を行うことにより、基材の表層部を炭化物（例えば、 TiC ）で形成することができる。さらに、 Ti で形成された基材に対して、ガス浸炭窒化、液体浸炭窒化、高周波焼入浸炭窒化といった炭窒化処理で表面硬化処理を行うことにより、基材の表層部を炭窒化物（例えば、 $TiCN$ ）で形成することができる。ここで、粉体付着抑制チタン部材10の内部では、表面硬化処理による硬化が行われにくいため、粉体付着抑制チタン部材10の内部は、 Ti のままとする。なお、上述した窒化処理については、処理温度を $550 \sim 1000$ 、処理時間を1～20時間と適宜選択することができ、処理温度を $800 \sim 900$ とすることが好ましく、処理時間を6～8時間とすることが好ましい。また、上述した炭化処理については、処理温度を $800 \sim 1400$ 、処理時間を1分～60時間、焼入れ温度を 850 、焼入れ時間を15分～100分と適宜選択することができ、処理温度を $930 \sim 1050$ 、処理時間を30分以上とすることが好ましい。さらに、上述した炭窒化処理については、処理温度を $550 \sim 900$ 、処理時間を15分～4時間と適宜選択することができ、処理温度を $750 \sim 850$ とすることが好ましい。

【0028】

粉体付着抑制チタン部材10を製造するとき、基材に対して、表面硬化処理だけでなく、加工処理を行うこともできる。加工処理とは、粉体付着抑制チタン部材10の基材の表面に凹凸を形成する処理である。加工処理としては、例えば、ブラスト、ピーニング、バフ研磨、ラッピング、ブラッシング、ヘアライン、エッチング等を用いることができる。

【0029】

基材の表面に凹凸を形成するブラスト処理に用いられる研磨剤としては、例えば、 $JIS R 6001$ に規定される研磨剤を用いることができる。また、研磨剤の粒度は、例えば、 $JIS R 6001$ に規定される $400 \sim 3000$ とすることができる。研磨剤の粒度が 400 未満の場合、凹凸面11の算術平均粗さ Ra を上記所定の範囲内にしにくくなり、粉体が付着しやすくなるため、好ましくない。研磨剤の粒度が 3000 を超える場合、算術平均粗さ Ra のバラつきが大きくなり凹凸面11の形状の制御が困難となることがある。また、研磨剤を基材に衝突させる方法としては、例えば、研磨剤を所定の圧力で噴出して基材に衝突させる方法がある。研磨剤を噴出する所定の圧力は、例えば、 $0.3 MPa \sim 1.0 MPa$ とすることができる。研磨剤を噴出する圧力が $0.3 MPa$ 未満の場合、粉体の付着抑制効果を示す凹凸面11を形成しにくくなる。研磨剤を噴出する圧力が $1.0 MPa$ を超える場合、基材への負荷が大きくなるために変形、劣化等の問題を生じやすくなる。また、算術平均粗さ Ra のバラつきが大きくなり凹凸面11の形状の制御が困難となることがある。

【0030】

上述した加工処理が、研磨剤を基材に衝突させるなどの物理的な衝撃を加える処理である場合、この物理的な衝撃により、基材に加工硬化を発生させることができ、基材の硬度を向上させることができる。また、加工硬化を発生させると、基材の表面（凹凸面）から内部に向かって硬度が緩やかに減少する、硬度勾配を発生させることができる。ここで、基材の内部において、硬度が極端に異なる部分があると、この部分が破断の起点になりやすい。上述したように硬度勾配を発生させれば、硬度が極端に異なる部分が発生しにくくなり、破断の発生を防止することができる。

【0031】

表面硬化処理および加工処理を行うとき、表面硬化処理および加工処理を行う順序は適宜決めることができる。すなわち、加工処理を行った後に、表面硬化処理を行ったり、表面硬化処理を行った後に、加工処理を行ったりすることができる。

【0032】

上述したように、表面硬化処理を行うだけでも、凹凸面11の算術平均粗さ Ra を 0 、

4 μm 以上、2.0 μm 以下とすることができ、加工処理を行うことにより、凹凸面11を形成しやすくなる。これにより、加工処理によって、凹凸面11の算術平均粗さRaを所望の値に設定しやすくなる。

【0033】

ここで、基材の材料と加工処理の具体的な内容に基づいて、凹凸面11の算術平均粗さRaが0.4 μm 以上、2.0 μm 以下となるような処理条件を予め決めておくことができる。これにより、予め決められた処理条件において、加工処理を行うことにより、凹凸面11の算術平均粗さRaを0.4 μm 以上、2.0 μm 以下とすることができ、なお、凹凸面11の算術平均粗さRaを、0.4 μm 以上、1.4 μm 以下としたり、0.4 μm 以上、1 μm 以下としたり、0.4 μm 以上、0.8 μm 以下としたりするときも、加工処理の条件を予め決めておけばよい。

10

【0034】

また、上述した表面硬化処理を行うことで粉体付着抑制チタン部材10の表面に形成されるチタン化合物や、表面硬化処理および加工処理を行うことで粉体付着抑制チタン部材10の表面に形成されるチタン化合物は、表面硬化処理や加工処理の具体的な処理条件に基づき、チタン元素と表面硬化元素が所定の比率を示す化合物とすることができ、粉体付着抑制チタン部材10の表面に形成されるチタン化合物を、チタン元素と表面硬化元素が所定の比率を示す化合物とすることで、粉体付着抑制チタン部材10の表面（凹凸面11）の硬度を向上させることができる。例えば、表面硬化処理として窒化処理を行う場合、粉体付着抑制チタン部材10の表面に形成されるチタン化合物のチタン原子と窒素原子の組成比率が、 Ti_xN_y （0.76 x 4、0.17 y 3）となるように処理を行うことが好ましい。

20

【0035】

また、上述した表面硬化処理が行なわれた粉体付着抑制チタン部材10の内部構造（組成）や、表面硬化処理および表面硬化処理が行なわれた粉体付着抑制チタン部材10の内部構造（組成）は、表面硬化処理や加工処理の具体的な処理条件に基づき、チタン原子と表面硬化元素が粉体付着抑制チタン部材10の表面から内部に向かって所定の比率を維持するような構造（組成）とすることができ、粉体付着抑制チタン部材10の内部構造（組成）を、チタン元素と表面硬化元素が内部に向かって所定の比率を維持するような構造（組成）とすることで、粉体付着抑制チタン部材10の表面（凹凸面11）から内部に向かって硬度勾配が緩やかとなり、硬度が極端に異なる部分が発生しにくくなり、粉体付着抑制チタン部材10の破断の発生を防止することができる。例えば、表面硬化処理として窒化処理を行う場合、チタン原子と窒素原子の組成比率が Ti_xN_y （0.76 x 4、0.17 y 3）を維持するような構造（組成）とすることが好ましい。

30

【0036】

本実施形態の粉体付着抑制チタン部材10は、粉体に対して所定の処理を行う粉体処理装置などに用いることができる。次に、粉体処理装置について説明する。

【0037】

上述したように、粉体処理装置は、粉体に対して所定の処理を行うものであればよい。この粉体処理装置には、粉体と接触する部材が含まれる。そこで、粉体と接触する部材として、本実施形態の粉体付着抑制チタン部材10を用いることができる。粉体と接触する部材の形状は、粉体処理装置の構造に応じて決定されるため、本実施形態の粉体付着抑制チタン部材10は、粉体処理装置の構造に応じた所望の形状に成形すればよい。ここで、粉体付着抑制チタン部材10を所望の形状に成形するときには、粉体付着抑制チタン部材10の基材を所望の形状に形成した後に、上述した表面硬化処理だけを行ったり、表面硬化処理および加工処理を行ったりすることができる。

40

【0038】

粉体処理装置としては、例えば、粉体を搬送する処理を行う装置がある。粉体を搬送するための粉体処理装置としては、空気輸送装置、ホッパー、ホッパフィーダ、振動フィーダ、電磁フィーダ、スクリーフィーダ、サークルフィーダ、バケットコンベア、ベルト

50

コンベア、チェーンコンベア、ローラコンベア、スクリーコンベア、振動コンベア、エレベータコンベア、空気フィルムコンベア等を挙げることができる。

【0039】

また、粉体処理装置としては、上述した粉体を搬送する処理を行う装置の他にも、各種の処理をする装置があり、例えば、粉体に対して所定の処理を行う粉体処理装置がある。粉体処理装置が行う所定の処理としては、例えば、粉碎、造粒、搬送（移送）、分級、選別、混合、攪拌、混練、捏和（ねっか）、乾燥、集塵、貯蔵、整粒といった処理を挙げることができる。これらの処理を行う粉体処理装置の粉体と接触する部材として、本実施形態の粉体付着抑制チタン部材10を用いることができる。

【0040】

一方、粉体処理装置で取り扱われる粉体としては、例えば、食品、飼料、医薬品、化粧品、電池材料、化成品等で用いられる粉体や、金属製又はセラミックス製の粉体がある。なお、粉体処理装置で取り扱われる粉体は、上述した例の粉体に限られるものではない。すなわち、粉体の材料がいかなる材料であっても、粉体に対して所定の処理を行う上では、粉体の付着が発生するため、粉体の付着を抑制するために、本実施形態の粉体付着抑制チタン部材10を用いることができる。

【0041】

上述した食品や飼料としては、例えば、小麦粉、穀物、天然調味料、調味料、蛋白系食品、砂糖、糖類系、米、玄米、コーンスターチ、片栗粉、そば粉、コーヒー、ココア、食品添加物、卵白粉末、緑黄色野菜、根菜、茸、竹炭、まか、昆布、すっぽん、サメ軟骨、イースト菌、乳酸菌、酵素、香料、天然甘味料、粉末卵、粉末油脂、クロレラ、全脂粉乳、脱脂粉乳、各健康食品、セルロース等が挙げられる。

【0042】

上述した医薬品としては、例えば、漢方薬、農薬、無機薬品、酵素、抗生物質、ビタミン剤等が挙げられる。

【0043】

上述した化成品としては、例えば、有機薬品、有機触媒、酢酸ビニル、メラミン樹脂、尿素樹脂、フェノール樹脂、PE樹脂、PTFE樹脂、界面活性剤、塩化ビニル、リグニン、洗剤、油脂類、脂肪酸、モノグリセライド、タルク、酵母、アルミン酸塩、各種リン酸化合物、ケイ酸ソーダ、炭酸カルシウム、ホワイトカーボン、硫安、燐安、顔料、染料、塗料、トナー、無機触媒、P・V・C、フタル酸ソーダ等が挙げられる。

【0044】

金属製の粉体としては、例えば、Si、Ag、Cu、Ni、Sn、Al、WC、Co、Fe、Zn、Cr、W、Cu-W、Ag-W、高速度鋼、超合金、溶射用粉末、合金鋼、アルミ合金、鉛合金、銅合金、アルミニウム合金、亜鉛合金、錫合金、Ni基合金、Co基合金、ネオジム磁石用粉、アモルファス、真鍮、フェロアロイ、分散強化合金、ステンレス鋼、ヘビーアロイ、スーパーアロイ、絶縁被膜処理鉄、各種希土類合金、マグネタイト等が挙げられる。

【0045】

セラミックス製の粉体としては、例えば、アルミナ、シリカ、ステアタイト、ジルコニア、ジルコン、イットリア、マグネシア、炭酸マグネシウム、炭酸カリウム、リン酸カルシウム、水酸化マグネシウム、酸化チタン、チタン酸バリウム、チタン酸カリウム、チタン酸マグネシウム、チタン酸ジルコン酸鉛、酸化鉛、ハイドロキシアパタイト、窒化ガリウム、窒化ケイ素、炭化ケイ素、窒化チタン、炭化チタン、炭窒化チタン、窒化アルミニウム、石灰炭、珪石、石灰石、ソーダ灰、陶石、長石、粘土、蛍石、サファイア、ルビー、ガーネット、窒化ホウ素、タングステンカーバイド、ガラス、セメント、コンクリート、ファインセラミックス、フェライト、コーディライト、フォルステライト、ムライト、高温超伝導セラミックス、タイル陶器、陶磁器材料が挙げられる。

【0046】

金属製やセラミックス製の粉体を用いたとき、粉体処理装置では、粉体と接触する面が

10

20

30

40

50

粉体と衝突することによって摩耗しやすくなる。そこで、耐久性に優れた本実施形態の粉体付着抑制チタン部材 10 を用いることにより、粉体処理装置の寿命を向上させることができる。

【実施例】

【0047】

次に、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明する。ただし、本発明はこれらの実施例のみに限定されるものではない。

【0048】

(実施例 1 ~ 3)

縦 50 mm , 横 50 mm , 厚さ 1 . 5 mm のチタンにより形成される基材を用意した。基材に対し、ブラストによる加工処理を行った。加工処理された基材に対し、ガス窒化による表面硬化処理を行い、窒化物により形成される表層部を備える実施例 1 ~ 3 の粉体付着抑制チタン部材を得た。

【0049】

(実施例 4)

実施例 1 ~ 3 の加工処理を行わなかった。これ以外の条件は、実施例 1 ~ 3 と同様の条件により、実施例 4 の粉体付着抑制チタン部材を得た。

【0050】

(実施例 5 ~ 7)

実施例 1 ~ 3 の加工処理の順序と、実施例 1 ~ 3 の表面硬化処理の順序を入れ替えた。すなわち、実施例 1 ~ 3 の表面硬化処理をした後、実施例 1 ~ 3 の加工処理をした。これ以外の条件は、実施例 1 ~ 3 と同様の条件により、実施例 5 ~ 7 の粉体付着抑制チタン部材を得た。

【0051】

(実施例 8)

縦 50 mm , 横 50 mm , 厚さ 1 . 5 mm のチタンにより形成される基材を用意した。基材に対し、ブラストによる加工処理を行った。加工処理された基材に対し、真空浸炭による表面硬化処理を行い、炭化物により形成される表層部を備える実施例 8 の粉体付着抑制チタン部材を得た。

【0052】

(実施例 9)

実施例 8 の加工処理を行わなかった。これ以外の条件は、実施例 8 と同様の条件により、実施例 9 の粉体付着抑制チタン部材を得た。

【0053】

(比較例 1)

縦 50 mm , 横 50 mm , 厚さ 1 . 5 mm のチタンにより形成される基材を用意した。この基材を比較例 1 の粉体付着抑制チタン部材とした。

【0054】

(比較例 2 ~ 5)

縦 50 mm , 横 50 mm , 厚さ 1 . 5 mm のチタンにより形成される基材を用意した。基材に対し、ブラストによる加工処理を行い、比較例 2 ~ 5 の粉体付着抑制チタン部材を得た。

【0055】

(比較例 6)

縦 50 mm , 横 50 mm , 厚さ 1 . 5 mm のチタンにより形成される基材を用意した。基材に対し、ブラストによる加工処理を行った。加工処理された基材に対し、ガス窒化による表面硬化処理を行い、比較例 6 の粉体付着抑制チタン部材を得た。

【0056】

(比較例 7)

比較例 6 の加工処理の順序と、比較例 6 の表面硬化処理の順序を入れ替えた。すなわち

10

20

30

40

50

、比較例 6 の表面硬化処理をした後、比較例 6 の加工処理をした。これ以外の条件は、比較例 6 と同様の条件により、比較例 7 の粉体付着抑制チタン部材を得た。

【 0 0 5 7 】

<ピッカース硬度及び算術平均粗さ R a の測定>

実施例 1 ～ 9 及び比較例 1 ～ 7 の粉体付着抑制チタン部材を用意した。これらの粉体付着抑制チタン部材について、マイクロピッカース硬さ試験機（株式会社ミットヨ製）を用いて、表層部のピッカース硬度を測定した。具体的には、粉体付着抑制チタン部材の表面から内部に向かって粉体付着抑制チタン部材を切断したときの切断面を研磨し、この切断面を用いて表層部のピッカース硬度を測定した。また、これらの粉体付着抑制チタン部材について、表面粗さ形状測定機サーフコム 5 7 0 A（株式会社東京精密製）を用いて、表層部の凹凸面（比較例 1 については、基材の表面）の算術平均粗さ R a を測定した。実施例 1 ～ 9 の測定結果を表 1 に示し、比較例 1 ～ 7 の測定結果を表 2 に示す。

10

【 0 0 5 8 】

[表 1]

	実施例								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
表層部:ピッカース硬度(Hv)	1500	1518	1488	1064	800	1500	1500	530	445
凹凸面:算術平均粗さRa(μm)	0.98	1.2	1.41	1.35	0.85	0.98	1.03	1.39	1.49

[表 2]

	比較例						
	1	2	3	4	5	6	7
表層部:ピッカース硬度(Hv)	210	300	300	300	300	1472	1500
凹凸面:算術平均粗さRa(μm)	0.29	1.14	1.26	1.39	2.23	2.16	2.1

20

【 0 0 5 9 】

<評価 1>

イオナイザー（春日電機株式会社製、K D - 4 1 0）を用いて、実施例 1 ～ 9 及び比較例 1 ～ 7 の粉体付着抑制チタン部材それぞれの電荷を中和した。電荷が中和された粉体付着抑制チタン部材を計量器に載置し、粉体付着抑制チタン部材の質量 M₀ をそれぞれ測定した。表層部の凹凸面（比較例 1 については、基材表面）を上方に向けた状態で、粉体付着抑制チタン部材を水平な台に載置し、メジアン径が 1 . 5 μ m の銀粒子 5 0 g を凹凸面に載せた。凹凸面全体に銀粒子を均一に広げ、銀粒子が載った粉体付着抑制チタン部材を 1 分間放置した。1 分間後、粉体付着抑制チタン部材を 9 0 度回転させて、表層部の凹凸面を側方に向けた。この状態で、粉体付着抑制チタン部材を 3 秒間保持し、銀粒子を自然落下させた。ここで、粉体付着抑制チタン部材の質量 M₁ をそれぞれ測定した。質量 M₁ から質量 M₀ を減じ、粉体付着抑制チタン部材に対する銀粒子の付着量をそれぞれ算出した。算出された銀粒子の付着量を以下に示す 3 段階の評価基準に従って評価した。結果を表 3 に示す。

30

[評価基準]

- ：銀粒子の付着量が 5 0 m g 未満
- ：銀粒子の付着量が 5 0 m g ～ 5 0 0 m g
- ×：銀粒子の付着量が 5 0 0 m g を超える。

40

【 0 0 6 0 】

<評価 2>

評価 1 で用いた銀粒子に代えて、メジアン径が 2 . 5 μ m のニッケル粒子 5 0 g を凹凸面に載せた。これ以外の条件は、評価 1 と同様の方法により、ニッケル粒子の付着量をそれぞれ算出した。算出されたニッケル粒子の付着量を以下に示す 3 段階の評価基準に従って評価した。結果を表 3 に示す。

[評価基準]

- ：ニッケル粒子の付着量が 1 0 0 m g 未満
- ：ニッケル粒子の付着量が 1 0 0 m g ～ 1 0 0 0 m g

50

×：ニッケル粒子の付着量が1000mgを超える。

【0061】

<評価3>

評価1で用いた銀粒子に代えて、メジアン径が23μmの粉体塗料25gを凹凸面に載せた。これ以外の条件は、評価1と同様の方法により、粉体塗料の付着量をそれぞれ算出した。算出された粉体塗料の付着量を以下に示す3段階の評価基準に従って評価した。結果を表3に示す。

[評価基準]

- ：粉体塗料の付着量が20mg未満
- ：粉体塗料の付着量が20mg～100mg
- ×：粉体塗料の付着量が100mgを超える。

10

【0062】

<評価4>

実施例及び比較例の粉体付着抑制チタン部材と同じ寸法（縦50mm，横50mm，厚さ1.5mm）の複数の凹部が、内部底面に形成される有底筒状の容器を用意した。表層部の凹凸面（比較例1については、基材表面）を上方に向けた状態で、実施例1～9及び比較例1～7の粉体付着抑制チタン部材を、容器内部底面の凹部にそれぞれ嵌めこんだ。メジアン径が8μmのアルミナ（ Al_2O_3 ）500gを、容器の内部に入れ、容器内部底面とともに粉体付着抑制チタン部材の凹凸面をアルミナで覆った。この容器を、小型振動篩器（MS-123 model 300，株式会社中村製粉製）に設置し、上下方向に延びるモーター軸の両端に300gの偏心ウェイトを固定した状態で、モーターを1780rpmで回転させて容器を振動させた。容器を7日間振動させ続け、アルミナで粉体付着抑制チタン部材の凹凸面（比較例1については、基材表面）を摩擦した。7日後、凹部から粉体付着抑制チタン部材を取り出し、エアーガンにて付着粉体を除去し、メタノールを用いてさらに清掃後、100℃で1分間乾燥することで、表面に付着するアルミナをそれぞれ除去した。アルミナが除去された実施例1～9及び比較例1～7の粉体付着抑制チタン部材を用いて、評価1と同様の方法により、銀粒子の付着量をそれぞれ算出した。算出された銀粒子の付着量を以下に示す3段階の評価基準に従って評価した。結果を表3に示す。

20

[評価基準]

- ：銀粒子の付着量が50mg未満
- ：銀粒子の付着量が50mg～500mg
- ×：銀粒子の付着量が500mgを超える。

30

【0063】

<評価5>

評価4で用いた銀粒子に代えて、メジアン径が2.5μmのニッケル粒子50gを、摩擦後の凹凸面に載せた。これ以外の条件は、評価4と同様の方法により、ニッケル粒子の付着量をそれぞれ算出した。算出されたニッケル粒子の付着量を以下に示す3段階の評価基準に従って評価した。結果を表2に示す。

[評価基準]

- ：ニッケル粒子の付着量が100mg未満
- ：ニッケル粒子の付着量が100mg～1000mg
- ×：ニッケル粒子の付着量が1000mgを超える。

40

【0064】

<評価6>

評価4で用いた銀粒子に代えて、メジアン径が23μmの粉体塗料25gを、摩擦後の凹凸面に載せた。これ以外の条件は、評価1と同様の方法により、粉体塗料の付着量をそれぞれ算出した。算出された粉体塗料粒子の付着量を以下に示す3段階の評価基準に従って評価した。結果を表3に示す。

[評価基準]

50

- ：粉体塗料粒子の付着量が20mg未満
 ○：粉体塗料粒子の付着量が20mg～100mg
 ×：粉体塗料粒子の付着量が100mgを超える。

【0065】

[表3]

	実施例									比較例						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7
評価1	◎	◎	◎	○	◎	○	◎	◎	○	×	◎	◎	○	×	×	×
評価2	◎	◎	◎	○	◎	○	◎	◎	○	×	○	◎	○	×	×	×
評価3	◎	◎	◎	○	◎	○	◎	◎	○	×	○	◎	○	×	×	×
評価4	◎	◎	◎	○	○	○	◎	○	○	×	○	×	×	×	×	×
評価5	◎	◎	◎	○	○	○	◎	○	○	×	×	×	×	×	×	×
評価6	◎	◎	◎	○	○	○	◎	○	○	×	×	×	×	×	×	×

10

【0066】

表3に示すように、実施例1～9の粉体付着抑制チタン部材では、評価1～6の全ての評価において、○又は◎となった。一方、比較例1～7の粉体付着抑制チタン部材では、評価1～6の少なくとも2つの評価において×となった。特に、比較例2～4及び7の粉体付着抑制チタン部材は、凹凸面がアルミナ粒子で摩擦されると、銀粒子、ニッケル粒子、粉体塗料粒子のうち少なくとも2つの粉体（粒子）の付着を抑制することができなくなる。つまり、比較例2～4及び7の粉体付着抑制チタン部材では、粉体の摩擦により、凹凸面が摩耗したり、凹凸面が欠けたりしたことが分かる。また、実施例1～9の粉体付着抑制チタン部材では、表面に形成されるチタン化合物が、チタン元素と表面硬化元素が所定の比率を示す化合物であった。このため、粉体付着抑制チタン部材の表面に形成されるチタン化合物を、チタン元素と表面硬化元素が所定の比率を示す化合物とすることで、粉体付着抑制チタン部材の硬度向上に起因していると考えられる。また、粉体付着抑制チタン部材の内部構造（組成）は、チタン元素と表面硬化元素が内部に向かって所定の比率を維持するような構造（組成）であった。つまり、粉体付着抑制チタン部材の内部構造（組成）を、チタン元素と表面硬化元素が内部に向かって所定の比率を維持するような構造（組成）とすることで、凹凸面から内部に向かって硬度勾配が緩やかとなり、この硬度勾配が耐久性の向上に起因していると考えられる。このように、実施例1～9の粉体付着抑制チタン部材によれば、粉体の付着を抑制できるとともに、粉体と接触する凹凸面の形状を維持し続けることができ、粉体付着抑制効果を持続できることが分かる。

20

30

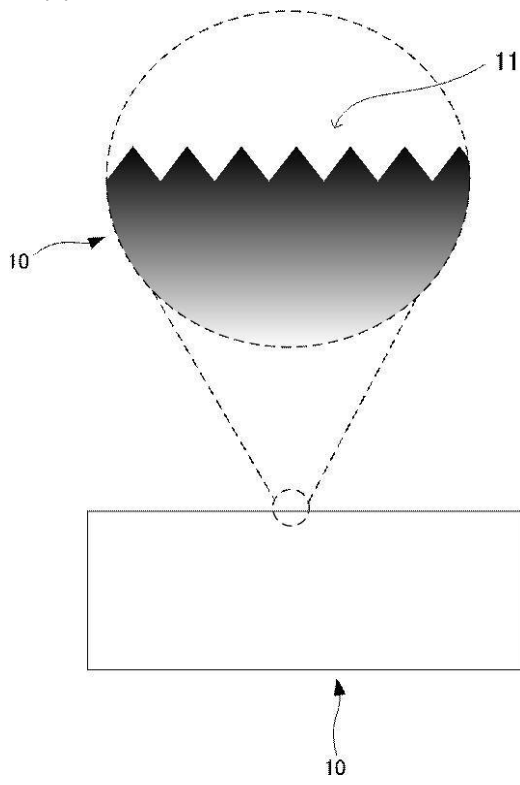
【符号の説明】

【0067】

10：粉体付着抑制チタン部材

11：凹凸面

【図 1】



フロントページの続き

- (72)発明者 藤井優佳
東京都日野市豊田2丁目50番地の3 株式会社NBCメッシュテック内
- (72)発明者 吉岡佑樹
東京都日野市豊田2丁目50番地の3 株式会社NBCメッシュテック内
- (72)発明者 本島信一
東京都日野市豊田2丁目50番地の3 株式会社NBCメッシュテック内
- (72)発明者 中山鶴雄
東京都日野市豊田2丁目50番地の3 株式会社NBCメッシュテック内
- Fターム(参考) 4K028 AA01 AA02 AB02 AC03