

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5031398号
(P5031398)

(45) 発行日 平成24年9月19日(2012.9.19)

(24) 登録日 平成24年7月6日(2012.7.6)

(51) Int.Cl.	F 1
B 2 4 C 7/00 (2006.01)	B 2 4 C 7/00 D
	B 2 4 C 7/00 A
	B 2 4 C 7/00 B

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-41028 (P2007-41028)	(73) 特許権者	503360115
(22) 出願日	平成19年2月21日(2007.2.21)		独立行政法人科学技術振興機構
(65) 公開番号	特開2008-200820 (P2008-200820A)		埼玉県川口市本町四丁目1番8号
(43) 公開日	平成20年9月4日(2008.9.4)	(73) 特許権者	593152661
審査請求日	平成22年1月15日(2010.1.15)		株式会社仙台ニコン
			宮城県名取市田高字原277番地
		(74) 代理人	100101937
			弁理士 安瀬 正敏
		(72) 発明者	モハマド サイド セバシィ ザマティ
			宮城県仙台市青葉区南吉成6丁目6番5号
			独立行政法人科学技術振興機構研究成果
			活用プラザ宮城内
		(72) 発明者	厨川 常元
			宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号国
			立大学法人東北大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粉体噴射装置及び同粉体噴射装置を用いた加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

搬送流体により粉体を搬送する粉体搬送路と、
前記粉体を収容保持し、粉体出口が前記粉体搬送路内に臨む粉体収容保持部と、
前記粉体を前記粉体出口から前記粉体搬送路内に押し出す粉体押し出し機構と、
前記粉体と前記搬送流体との混合流体を噴射させる噴射ノズルと、
を備え、
前記粉体収容保持部は、吸引流体によって前記粉体を前記粉体収容保持部内に吸引して保持することを特徴とする粉体噴射装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の粉体噴射装置において、
前記粉体出口と該粉体出口と対向する前記粉体搬送路の壁面との間の隙間は、前記粉体搬送路の他の箇所よりも狭く設定されていることを特徴とする粉体噴射装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の粉体噴射装置において、
前記粉体押し出し機構は、前記粉体収容保持部内を摺動可能に移動して前記粉体を前記粉体出口から前記粉体搬送路に押し出す多孔質材製のピストン部材を有し、
前記吸引流体は前記ピストン部材を介して前記粉体に作用することを特徴とする粉体噴射装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 の何れか一項に記載の粉体噴射装置において、
前記混合流体に前記噴射ノズルから噴射させる加速流体が供給され、
前記搬送流体、前記吸引流体及び前記加速流体はそれぞれその流速、流量が互いに独立して制御可能で、

前記粉体押し出し機構は、その粉体送り量、粉体送り速度が、前記搬送流体、前記吸引流体及び前記加速流体の流速、流量と独立して制御可能であることを特徴とする粉体噴射装置。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 の何れか一項に記載の粉体噴射装置において、

前記粉体収容保持部は交換可能であることを特徴とする粉体噴射装置。

10

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 の何れか一項に記載の粉体噴射装置を用い、被加工物に粉体を噴射することを特徴とする加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、付着加工（Powder Jet Deposition：P J D）やブラスト加工（Abrasive Jet Machining：A J M）等を使用される粉体噴射装置及び同粉体噴射装置を用いた加工方法に関する。

【背景技術】

20

【0002】

近年、粉体（主に H A p、W A、S i C、ガラスビーズなど）を圧縮流体などと混合した混合流体をマスクレスで直接加工物に吹き付け、付着を繰り返すことで成膜を進展させる付着加工（P J D）や、微細加工を繰り返すことで加工を進展させるブラスト加工（A J M）が行われている。

【0003】

このような付着加工やブラスト加工などのための装置として、流路の一部の箇所での内径を絞り、この絞った箇所でのベルヌーイの定理によるエジェクタ効果によって吸引力（負圧）を発生させ、この負圧により粉体タンク内を自然落下する粉体を吸引するように構成した粉体噴射装置が提案されている（例えば特許文献 1 参照）。

30

【0004】

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 2 2 4 2 0 5 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

前記粉体噴射装置では、粉体タンク内で自然落下する粉体をエジェクター効果による負圧によって吸引する構成であるため（エジェクター効果に依存するため）、粉体供給用圧縮流体を制御することによりある程度の量のコントロールは可能である。しかし、粉体タンク（粉体吸入室部分）内で起こるラットホール、アーチング・ブリッジ等の粉体特有の現象によって噴射の途中で粉体が粉体タンクから供給されなくなることがある。

40

【0006】

また、P J D に使用される微細粒子（粒径 $2 \mu \sim 3 \mu$ ）では、粉体同士の摩擦や静電気の影響による凝集も無視することができず、前記粉体噴射装置の構造での粉体噴射は非常に困難である。

【0007】

さらに、前記粉体噴射装置の構造では粉体タンク内の粉体の移動は自重による自然落下とエジェクター効果であるため、ノズル構造に大きな制限があり、自然落下が行えるようにノズルの姿勢も一定に保つ必要がある。

【0008】

上述したような、微細粒子の噴射が困難である原因としては、粉体の種類や環境（温度

50

・湿度など)によりブリッジや凝集などの粉体特有の現象があげられ、またノズル構造・姿勢に制限がある原因としては、粉体供給がタンク式でエジェクター効果によるため常に吸入口付近に粉体が無ければならないといったことがあげられる。

【0009】

本発明は、ラットホール、アーチング・ブリッジ等の粉体特有の現象によって粉体の噴射の途中で粉体が供給されなくなる事態が生じることがなく、微細粒子であっても粉体噴射が可能で、またノズル構造、姿勢に何ら制限がない、粉体噴射装置及び同粉体噴射装置を用いた加工方法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】

【0010】

本発明は従来のAJM装置(プラスト加工のための粉体噴射装置)などに必要不可欠な粉体タンクでの供給(自然落下式)を止めて、機械的に粉体の供給を定量制御するようにした点に特徴がある。

【0011】

上記目的を達成する本発明の請求項1に記載の粉体噴射装置は、搬送流体により粉体を搬送する粉体搬送路と、前記粉体を収容保持し、粉体出口が前記粉体搬送路内に臨む粉体収容保持部と、前記粉体を前記粉体出口から前記粉体搬送路内に押し出す粉体押し出し機構と、前記粉体と前記搬送流体との混合流体を噴射させる噴射ノズルと、を備え、前記粉体収容保持部は、吸引流体によって前記粉体を前記粉体収容保持部内に吸引して保持することを特徴とする。

【0012】

本発明の請求項2に記載の粉体噴射装置は、前記粉体出口と該粉体出口と対向する前記粉体搬送路の壁面との間の隙間が、前記粉体搬送路の他の箇所よりも狭く設定されていることを特徴とする。

【0013】

本発明の請求項3に記載の粉体噴射装置は、前記粉体押し出し機構が、前記粉体収容保持部内を摺動可能に移動して前記粉体を前記粉体出口から前記粉体搬送路に押し出す多孔質材製のピストン部材を有し、前記吸引流体が前記ピストン部材を介して前記粉体に作用することを特徴とする。

【0014】

本発明の請求項4に記載の粉体噴射装置は、前記混合流体に前記噴射ノズルから噴射させる加速流体が供給され、前記搬送流体、前記吸引流体及び前記加速流体がそれぞれその流速、流量が互いに独立して制御可能で、前記粉体押し出し機構が、その粉体送り量、粉体送り速度を、前記搬送流体、前記吸引流体及び前記加速流体の流速、流量と独立して制御可能であることを特徴とする。

【0015】

本発明の請求項5に記載の粉体噴射装置は、前記粉体収容保持部が交換可能であることを特徴とする。

【0016】

本発明の請求項6に記載の加工方法は、請求項1ないし5の何れか一項に記載の粉体噴射装置を用い、被加工物に粉体を噴射することを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、粉体特有の現象によって粉体の噴射の途中で粉体が供給されなくなる事態を抑制することができ、微細粒子であっても粉体噴射が可能で、またノズル構造、姿勢に何ら制限がない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下本発明の粉体噴射装置の実施形態について図1～図3を参照して説明する。

【0019】

図1は本発明の粉体噴射装置の実施形態であるハンドピース10の概略図、図2はハンドピース10の先端側部分の拡大断面図である。

【0020】

図1及び図2に示すように、ハンドピース10は、搬送流体としての圧縮流体 P_2 により粉体11を搬送する粉体搬送路12と、粉体11を収容保持した粉体収容保持部としてのカートリッジ14と、このカートリッジ14から粉体11を押し出す粉体押し出し機構15と、押し出された粉体11を噴射する噴射ノズル16とを備える。

【0021】

粉体搬送路12は、その一端部が圧縮流体 P_2 の供給源であるエアポンプ17に軟質合成樹脂製のチューブ18を介して接続され、他端部が噴射ノズル16に連通する。

10

【0022】

カートリッジ14は、その粉体出口14aが粉体搬送路12内に臨むようにして(図3(a)、(b)参照)、ハンドピース10に設けたカートリッジ収容部19内に着脱可能に装着される。また、カートリッジ14には、粉体出口14aからその反対側にある入口部14bに向けて吸引流体 P_3 が流れるようにしてある。カートリッジ14は、この吸引流体 P_3 によって収容した粉体11が外部に出ないように吸引して保持している。入口部14bは、軟質合成樹脂製のチューブ21を介して吸引流体 P_3 の供給源である真空ポンプ22と連通する。この真空ポンプ22を駆動することによって、粉体出口14aから入口部14bに向けて流れる吸引流体 P_3 が生じる。

【0023】

20

粉体押し出し機構15は、カートリッジ14の開口部14bからカートリッジ14内を摺動して粉体11を粉体出口14aから押し出すためのピストン部材15aと、このピストン部材15aをカートリッジ14内で摺動させる駆動源としてのステッピングモータ15bとを備える。ステッピングモータ15bは、その回転運動を、不図示の運動変換機構を介して直線運動に変換してピストン部材15aに伝え、ピストン部材15aをカートリッジ14の軸線方向に移動させるようにしてある。ピストン部材15aは、粉体11は通さないが吸引流体 P_3 を通す多孔質材から形成される。

【0024】

ハンドピース10の噴射ノズル16側(図1左側)には、仕切り壁23を介して粉体11と圧縮流体 P_2 との混合流体24が流入する混合室25が配置される。この混合室25は、仕切り壁23に形成した流路26(図2参照)と軟質合成樹脂製のチューブ27(図1参照)とを介して加速流体の供給源としてのエアポンプ28が接続される。混合室25には、このエアポンプ28からチューブ27、流路26を介して加速流体としての圧縮流体 P_1 が供給される。この圧縮流体 P_1 は、混合流体24を加速して噴射ノズル16から噴射させるものである。

30

【0025】

また、仕切り壁23は、粉体搬送路12の一部を構成するもので、仕切り壁23の壁面とこれと対向するカートリッジ14の粉体出口14aとの間に隙間(ギャップ)29が設けてある。隙間29は、図3(a)、(b)に示すように、粉体搬送路12の他の箇所に比してその幅Lを狭く設定してある。隙間29ではベルヌーイの定理によるエジェクタ効果によって吸引力(負圧) P_a が発生するが、 P_a は吸引流体 P_3 によって粉体11に作用する吸引保持力 P_b (不図示の保持力であって、粉体11をカートリッジ14内に留めて保持する力)よりも小さい。換言すると、隙間29は、粉体11の粒径・種類・吸引保持力 P_b などに基づいて、発生する吸引力 P_a が吸引保持力 P_b よりも小さくなるように、幅Lが設定されている。そのためカートリッジ14内の粉体11が吸い出されることはない。一方、カートリッジ14からはみ出している粉体11は、圧縮流体 P_2 により削り取られて後述のように混合室25へと搬送される。

40

【0026】

さらに、仕切り壁23には、図2に示すように、隙間29と混合室25とを互いに連通させる通路30が形成される。粉体11と圧縮流体 P_2 との混合流体24は、隙間29か

50

らこの通路 30 を通り混合室 25 内に流入する。

【0027】

なお、図 1 中、符号 31 は隙間 29 の入口側（通路 30 と反対側の箇所）に配置した多孔質材製の逆流防止コマである。この逆流防止コマ 31 は、圧縮流体 P_2 を通すが粉体 11 を通さないもので、粉体 11 が隙間 29 から混合室 25 に流れずに粉体搬送路 12 内に逆流するのを防止する。

【0028】

上述したエアポンプ 17、28、真空ポンプ 22 は不図示の制御装置によりそれぞれ独立して駆動制御され、またステッピングモータ 15b はこれらエアポンプ 17 などとは独立して不図示の別の制御装置により駆動制御され、粉体 11 の噴射圧力や噴射タイミングなどを自由に設定出来るようにしてある。

10

【0029】

本実施形態のハンドピース 10 は、その使用時において、先ず真空ポンプ 22 を駆動してカートリッジ 14 内に吸引流体 P_3 を流し、カートリッジ 14 内に充填した粉体 11 が粉体出口 14a から隙間 29 内にみだりに流れないようにカートリッジ 14 内に保持しておく。吸引流体 P_3 は多孔質材製のピストン部材 15a、チューブ 21 を介して真空ポンプ 22 に吸引される。ハンドピース 10 の使用中は真空ポンプ 22 を駆動し、カートリッジ 14 内に吸引流体 P_3 を流し続ける。

【0030】

次いで、エアポンプ 17 を駆動して、圧縮流体 P_2 を、粉体搬送路 12、隙間 29、通路 30 を介して混合室 25 に流し、また、エアポンプ 28 を駆動して、圧縮流体 P_1 を、通路 26 を介して混合室 25 に流す。

20

【0031】

このように圧縮流体 P_2 が流れている状態において、隙間 29 には、図 3(a) に示すように、ベルヌーイの定理によるエジェクタ効果によって吸引力（負圧） P_a が発生しているが、粉体出口 14a から隙間 29 内に粉体 11 が突出しておらず、粉体 11 はカートリッジ 14 内に留まったままである。

【0032】

ステッピングモータ 15b を駆動してピストン部材 15a によって粉体 11 を粉体出口 14a から隙間 29 に押し出すと、図 3(b) に示すように、カートリッジ 14 から押し出された粉体 11 は圧縮流体 P_2 の流れによって削り取られ、圧縮流体 P_2 とともに通路 30 を通って隙間 29 から混合室 25 内に流入し、混合室 25 で圧縮流体 P_1 によって加速されて噴射ノズル 16 から噴射する。

30

【0033】

ピストン部材 15a により粉体 11 が粉体出口 14a から押し出されている間は、カートリッジ 14 から押し出された粉体 11 は圧縮流体 P_2 の流れによって削り取られる。ピストン部材 15a が粉体 11 の押し出しを停止すると、粉体 11 は吸引保持力 P_b によりカートリッジ 14 内に留まって隙間 29 内に削り取られることはない。

【0034】

すなわち、ピストン部材 15a により粉体 11 を押し出している間は粉体 11 の供給が継続し、ピストン部材 15a の粉体 11 の押し出しを停止するとその時点で粉体 11 の供給が停止する。

40

【0035】

このように本実施形態では、従来のようにエジェクタ効果による粉体 11 の供給を行っておらず、カートリッジ 14 から押し出された粉体 11 を圧縮流体 P_2 で削り取る構造となっている。そのため、例えば圧縮流体 P_2 をパルス的に送ることにより従来よりも精密な粉体吐出量の制御が可能である。

【0036】

本実施形態の粉体噴射装置としてのハンドピース 10 は、上述した如く、カートリッジ 14 内の粉体 11 を、隙間 29 内にピストン部材 15a によって強制的に押し出して粉体

50

11を供給するようにしてあり、粉体11を自然落下させることで噴射ノズル16側に供給して、噴射させるようにしたこれまでの粉体噴射装置のように、粉体11の性状や噴射ノズル16の姿勢による影響を全く受けることがない。すなわち、ラットホール、アーチング・ブリッジ等の粉体特有の現象によって粉体の噴射の途中で粉体が供給されなくなる事態が生じることがなく、また粉体11を供給するために噴射ノズル16の姿勢が制限されることが全くない。

【0037】

また、ステッピングモータ15bによるピストン部材15aの送り量、速度（粉体送り量、粉体送り速度）は、圧縮流体 P_2 、圧縮流体 P_1 の制御とは無関係に設定することが出来る。ステッピングモータ15bの駆動を停止させて、ピストンロッド部材15aによる粉体11の押し出しを止めることで、混合室25内への粉体11の供給を停止させることができる。

10

【0038】

すなわち、ステッピングモータ15bの駆動を断続させることで、圧縮流体 P_2 、圧縮流体 P_1 のみを噴射させる状態と粉体11を混ぜて噴射させる状態とを切り替えることが出来る。

【0039】

したがって、例えば、プラスト加工（AJM）時、粉体11の噴射を停止し、加工対象物に溜まった粉体11を圧縮流体 P_2 、圧縮流体 P_1 により吹き飛ばしてクリーニングすることが出来る。これにより、加工対象物の被加工面は常に加工すべき面を露出させることが出来、加工効率の向上につながる。

20

【0040】

ピストン部材15aと、逆流防止コマ31は、粉体11が通過せず圧縮流体 P_2 、吸引流体 P_3 のみを通過させる孔を有する多孔質材によって形成されているため、粉体11の逆流は無く、また粉体11は常に吸引されてカートリッジ14内に保持されていることから、ハンドピース10の姿勢を作業にあわせて自由に変えても何ら支障は無い。

【0041】

粉体11を自然落下ではなく機械的に押し出すように構成することにより、ハンドピース10自体をコンパクトに構成することができ、例えば、歯科用ハンドピースなどのペンタイプへの対応も可能となっている。

30

【0042】

また、これまでの装置では対応が困難だった $2\mu\sim 3\mu$ の微粒子にも対応することができ、付着加工（PJ D）への応用も可能となっている。

【0043】

さらに、カートリッジ14は着脱自在に装着され、交換可能になっているため、清潔で歯科用ハンドピースなどの医療分野にも応用できる。

【0044】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0045】

例えば、吸引流体 P_3 を多孔質材製のピストン部材15aを介して吸引するように構成した場合を示したが、カートリッジ14の外周壁の適宜箇所吸引口を設け、この吸引口内に多孔質材製のプラグを挿入して粉体11の流出を防止した状態で吸引口を真空ポンプに接続して吸引流体 P_3 を吸引するように構成してもよい。

40

【0046】

また、押し出し機構15を、ピストン部材15aとステッピングモータ15bとから構成した場合を示したが、ステッピングモータ15bに代えてエアシリンダによりピストン部材15aを駆動するように構成してもよい。

【0047】

また、粉体11を収容保持したカートリッジ14を着脱自在に装着することにより、カ

50

ートリッジ 14 を交換可能としたが、カートリッジ 14 の外周壁に粉体供給用の供給口を設けて、この供給口から粉体 11 を補給するように構成してもよい。このように構成すれば、粉体 11 が少なくなったとき新たなカートリッジ 14 に交換するか、あるいは供給口から必要な量だけ粉体 11 を補充することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明の粉体噴射装置の実施形態であるハンドピース 10 の概略図である。

【図2】図1に示すハンドピース 10 の先端側部分の拡大断面図である。

【図3】図1に示すハンドピース 10 の作用を説明するための説明図で、同図 (a) は粉体 11 が隙間 29 内に押し出されていないときの状態を示し、同図 (b) は粉体 11 が隙間 29 内に押し出されているときの状態を示している。

10

【符号の説明】

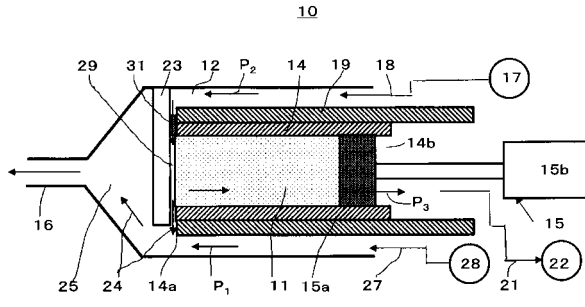
【0049】

10	ハンドピース
11	粉体
12	粉体搬送路
14	カートリッジ
14 a	粉体出口
15	押し出し機構
15 a	ピストン部材
15 b	ステッピングモータ
16	噴射ノズル
P ₁	圧縮流体 (加速流体)
P ₂	圧縮流体 (搬送流体)
P ₃	吸引流体
17	エアーポンプ
22	真空ポンプ
23	仕切り壁 (壁面)
24	混合流体
25	混合室
28	エアーポンプ
29	隙間

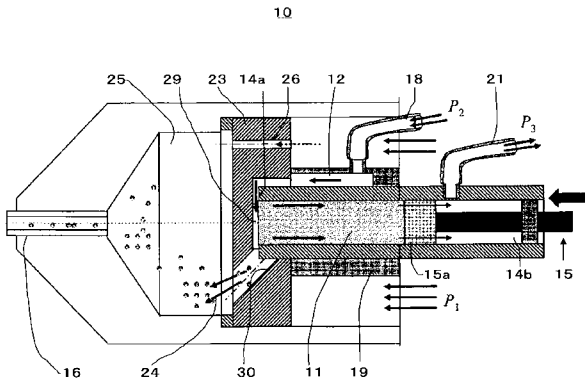
20

30

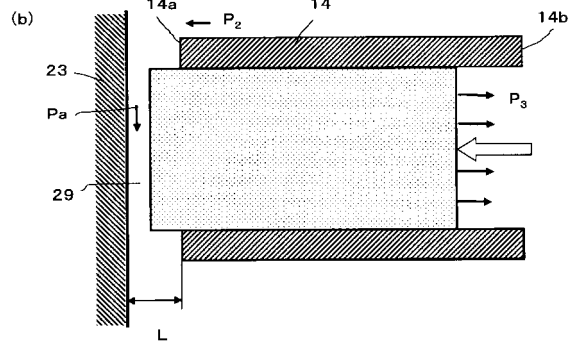
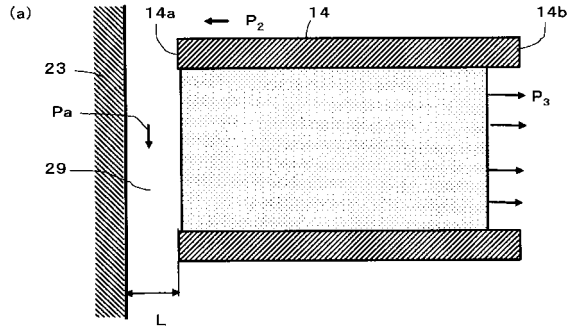
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 澁谷 寿彦
宮城県名取市田高字原277番地 株式会社仙台ニコン内

審査官 村上 哲

(56)参考文献 特開2000-288938(JP,A)
実開昭63-066137(JP,U)
特開平11-035155(JP,A)
特公平07-075664(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B24C 7/00