

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 1 区分

【発行日】平成 17 年 10 月 27 日 (2005.10.27)

【公開番号】特開 2003-149095 (P2003-149095A)

【公開日】平成 15 年 5 月 21 日 (2003.5.21)

【出願番号】特願 2002-216741 (P2002-216741)

【国際特許分類第 7 版】

G 0 1 N 1/04

B 0 1 J 4/02

G 0 1 N 1/00

G 0 1 N 1/22

G 0 1 N 1/36

G 0 1 N 15/00

【F I】

G 0 1 N 1/04 J

B 0 1 J 4/02 G

G 0 1 N 1/00 1 0 1 B

G 0 1 N 1/22 E

G 0 1 N 15/00 C

G 0 1 N 1/28 Y

【手続補正書】

【提出日】平成 17 年 7 月 25 日 (2005.7.25)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】非加圧乾燥粉体分散装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (a) 閉じた長手方向壁、開放トップおよび閉じた底を有するサンプルホルダーと、

(b) (1) 前記サンプルホルダーの断面 (cross section) と類似の (like) 形状の断面、および前記サンプルホルダーの断面ディメンジョンよりも小さい断面ディメンジョンを有する外部壁と、

(2) 吸引プローブの底にオリフィスを有し、吸引プローブの前記外部壁のトップを通して延びる内部吸引チャンネルとから基本的に構成されている (consisting essentially of) 吸引プローブと、

(c) 前記吸引プローブの前記内部吸引チャンネル内に真空 (vacuum) を与えるための真空手段とを含む乾燥粉体分散装置 (dispenser) であって、

前記吸引プローブが前記サンプルホルダー内で乾燥粉体より上に配置され、前記内部吸引チャンネルに対し真空が加えられたとき、非加圧周囲 (ambient) 空気が前記吸引プローブの前記外部壁と前記サンプルホルダーの前記長手方向壁との間のスペースに入り、前記サンプルホルダーの前記長手方向壁に沿って高速下向き空気流を形成し、該下向き空気流が前記吸引プローブの前記オリフィスにおいて方向を変え、前記乾燥粉体の表面より上で高せん断力を生成し、該高せん断力が乾燥粉体を分散させ、分散された乾燥粉体を前記内部吸引チャンネル内にフィードする乾燥粉体分散装置であり、且つ、

前記乾燥粉体分散装置が、分散された乾燥粉体を粒子分析用として供給するために粒子

アナライザと連結されている乾燥粉体分散装置。

【請求項 2】 前記吸引プローブの前記外部壁が、前記吸引プローブの下端部でテーパ化されている (tapered)、請求項 1 に記載の乾燥粉体分散装置。

【請求項 3】 前記乾燥粉体の前記表面より上で前記吸引プローブの前記テーパ化された下端部によって形成された付加的なスペースが空気渦 (vortices) を創り、該渦が更に粒子対壁および粒子対粒子のインパクトを生成する、請求項 2 に記載の乾燥粉体分散装置。

【請求項 4】 前記吸引プローブの前記外部壁が、前記下向き空気流を促進する (facilitating) ための単数又は複数の長手方向スロットを更に含む、請求項 2 に記載の乾燥粉体分散装置。

【請求項 5】 前記サンプルホルダーが前記乾燥粉体分散装置から取外し可能である、請求項 1 に記載の乾燥粉体分散装置。

【請求項 6】 (a) 閉じた長手方向壁、開放トップおよび閉じた底を有するサンプルホルダーと、

(b) (1) 前記サンプルホルダーの断面と類似の形状の断面および前記サンプルホルダーの断面ディメンジョンよりも小さい断面ディメンジョンを有する外部壁と、

(2) 吸引プローブの底にオリフィスを有し、吸引プローブの前記外部壁のトップを通して延びる内部吸引チャンネルとから基本的に構成されている吸引プローブと、

(c) 前記吸引プローブの前記内部吸引チャンネル内に真空を与えるための真空手段と、

(d) 前記サンプルホルダー内に前記吸引プローブを配置 (positioning) するための配置 (positioning) 手段とを含む乾燥粉体を分散させフィードするための装置であって ;

前記内部吸引チャンネルに対し真空が加えられたとき、非加圧周囲空気が前記吸引プローブの前記外部壁と前記サンプルホルダーの前記長手方向壁の間のスペースに入り、前記サンプルホルダーの前記長手方向壁に沿って高速下向き空気流を形成し、該下向き空気流が前記吸引プローブの前記オリフィスにおいて方向を変え、前記乾燥粉体の表面より上で高せん断力を生成し、該高せん断力が乾燥粉体を分散させ、分散された乾燥粉体を前記内部吸引チャンネル内にフィードする装置であり ; 且つ、

前記配置手段が、リフト (lifting) テーブルにより支持されたサンプルホルダー、前記リフトテーブルを長手方向に移動させるための親ネジ、前記親ネジを駆動するための駆動手段、前記親ネジ、前記駆動手段および前記リフトテーブルを支持するための支持手段、および制御システムを含む装置。

【請求項 7】 前記配置手段が、前記サンプルホルダーの内部の前記乾燥粉体の前記表面と前記吸引プローブの前記オリフィスとの間の距離を制御するために長手方向に前記サンプルホルダーを配置する、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】 前記配置手段が、前記サンプルホルダー内の前記乾燥粉体の表面と前記オリフィスとの間の距離を制御することにより、前記内部吸引チャンネル内へ向かう乾燥粉体のフィード速度を制御する、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 9】 前記配置手段が、乾燥粉体の均一な (homogeneous) フィードを促進するために前記サンプルホルダーを更に回転させる、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 10】 前記吸引プローブの前記外部壁が、前記吸引プローブの下端部でテーパ化されている、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 11】 前記乾燥粉体の前記表面より上で前記吸引プローブの前記テーパ化された下端部によって形成された付加的なスペースが空気渦を創り、前記渦が更に粒子対壁および粒子対粒子のインパクトを生成する、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】 前記吸引プローブの前記外部壁が更に、前記下向き空気流を促進するための単数又は複数の長手方向スロットを含む、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 13】 (a) 閉じた長手方向壁、開放トップおよび閉じた底を有するサンプルホルダー内に乾燥粉体サンプルを入れるステップと、

(c) 前記サンプルホルダーの断面と類似の形状の断面および前記サンプルホルダーの

断面ディメンジョンよりも小さい断面ディメンジョンを有する外部壁と、および前記吸引プローブの前記外部壁のトップを通して延び、前記吸引プローブの底にオリフィスを有する内部吸引チャンネルとを含み、且つ前記内部吸引チャンネル内に真空を与えるための真空手段に連結されている吸引プローブを、前記乾燥粉体サンプルの上に配置するステップと；

(d) 前記吸引プローブに真空を加えるステップとを含む乾燥粉体分散方法であって；

非加圧周囲空気が前記吸引プローブの前記外部壁と前記サンプルホルダーの前記長手方向壁の間のスペースに入り、前記サンプルホルダーの前記長手方向壁に沿って高速下向き空気流を形成し、該下向き空気流が前記吸引プローブの前記オリフィスにおいて方向を変え、前記乾燥粉体の表面より上で高せん断力を生成し、前記高せん断力が乾燥粉体を分散させ、分散された乾燥粉体を前記内部吸引チャンネル内にフィードする方法であり、且つ、

前記吸引プローブの前記外部壁が前記吸引プローブの下端部でテーパ化されており、前記乾燥粉体の前記表面より上で前記吸引プローブの前記テーパ化された下端部によって形成された付加的なスペースが空気渦を創り、前記渦が更に粒子対壁および粒子対粒子のインパクトを生成する方法。

【請求項 14】 前記オリフィスから前記乾燥粉体の前記表面までの距離を制御することにより、前記乾燥粉体のフィード速度を制御するステップを更に含む請求項 13 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、乾燥粉体を分散させフィードするための装置および方法、より具体的には、加圧空気を使用することなく粒子のエアストリームの形に乾燥粉体を分散させ、制御された速度で粒子分析のために乾燥粉体をフィードする装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

小さな粒子で構成された乾燥粉体は、数多くの異なる業界で使用され生産されている。かかる粉体の例としては、食品、医薬品、セメント、研磨剤、ピグメント、トナーおよび表面コーティング剤が含まれる。これらの乾燥粉体のサイズは、材料の機能に強く影響を及ぼし得ることから、そのサイズを測定し制御することが非常に重要であることが多い。一例を挙げると、医薬品の粉体のサイズは、薬物が体内で溶解され吸収される速度に影響を及ぼす。

【0003】

なかでもレーザー回折、画像分析および飛行時間型を含め、粒子のサイズを決定するために利用できる方法は、数多く存在する。これらの方法を用いて乾燥粉体のサイズを測定する場合、個々の粒子が粒子クラスターの形に凝集することに関する問題にしばしば遭遇して、粒径の不正確な測定が結果としてもたらされる。主としてファンデルワールス相互作用およびハイドロスコープ力に起因するこの粒子の凝集およびこれらのクラスターの凝集を解除するための種々の方法は、先行技術において周知である。

【0004】

理想的には、乾燥粉体分散およびフィードシステムが、粒子クラスターを分散させる高せん断力の領域を作り出すべきである。更にそれは、粒子クラスターを分散させるのに充分高いものの、個々の粒子がより小さい粒子へと破壊する現象である「摩砕」(milling)を防止するのに充分なだけ低い壁衝撃および粒子間衝撃を創ることができる。粒径サイジング測定のためには、同様に、測定のためにサンプル全体を提供し、且つ測定装置によって必要とされる速度でサンプルを与えることも望まれる。又、サンプル粉体をシステム内に制限し、測定の最後で材料を収集して、潜在的に危険性のある粉体により装置又は実験室環境が汚染されるのを予防することも望まれる。

【0005】

米国特許第 U.S. 4,573,801 号 (Leschondki に対する) は、中で固体が完全に分散されている、一定流量および所定の速度を有する気体 - 固体 2 相ジェットを生成す

るための方法および分散装置を開示している。該装置は、計測用 (metering) 溝、振動型フィーダシュート、余分な固体を除去するためのワイパー手段、残った固体を圧縮するための手段およびインジェクタを含む流路 (flow channel) を含む複雑な構造を有している。該流路内では、固体粒子は加速され、せん断力により完全に分散され、結果として得られる気体 - 固体粒子混合物は、自由ジェットとして放出される。更に、放出の前に、気体 - 固体粒子混合物は、完全な分散を得るためインパクト表面に対して数回導かれる。この装置は、装置に与えられるサンプル全体を測定することができない溝充てんメカニズムを使用している。

【0006】

米国特許第4895,034号 (Pooleに対する) は、飛行時間型測定技術を利用する空気学的粒径サイジングシステムにおいて使用するための粉体分散方法および装置を開示している。この装置は、サンプルコンテナ、粉体サンプルを攪拌するためのデバイス、分離用デバイスおよび粒子を出口まで運ぶための空気流を含む。分離用装置は、空気流が粒子クラスタに対し高せん断力を加えてそれらを分離する小さい環状オリフィスを含む。

【0007】

米国特許第5,522,555号 (Pooleに対する) は、乾燥粉体分散システムを開示している。粉体分散装置は、動的せん断分散アセンブリおよびモーメントチューブにより連結された流動化アセンブリを含む。チャンバ内に粉体サンプルを導いたパルス送りされた気体ジェットが粉体サンプルの粒子を分散させ、粒子は、動的せん断分散アセンブリ内に輸送され、ここで、粒子は環状ノズルを通して高速加速チャンバ内でインパクト表面から加速される。このシステムは、ノズル内の粒子に対する反力に影響を及ぼす、エアゾル輸送ガスに加えられた動的せん断力の制御を行なう。

【0008】

米国特許第5,636,921号 (Murataらに対する) は、可動式粉体貯蔵部材を有する粉体分散装置を開示している。該装置は、圧力容器、吸引ノズル、スクレーパ、および圧力容器内部の粉体貯蔵部材、粉体貯蔵部材を回転させ垂直移動させるための手段を含む。この装置では、空気流は、粉体貯蔵部材内のサンプル表面近くに導かれ、スクレーパブレードが粉体サンプルをエアストリーム内にフィードする。このフィードメカニズムは、サンプルとシステムの汚染を防ぐためサンプル測定間で清浄されなくてはならない付加的な表面を創る。

【0009】

前述の先行技術は全て、乾燥粉体を分散させるために加圧空気を利用しており、これがいくつかの不利益をもたらす。加圧空気を用いると、粒径サイジング用装置内に必要とされる真空に加えて、装置にコストおよび複雑性が加わる。更に、乾燥粉体を加圧状態に置くと、オペレータおよび作業環境に対する安全性の問題がもち上がる。システムが故障した場合、乾燥粉体は、装置又は実験室内に「スプレー」される可能性があり、損害を及ぼす可能性をもたらす結果となる。一例としては、医薬品が実験室環境内にスプレーされ、装置オペレータに傷害又は疾病をひき起こす。その上、業界では、ジェット速度が高い場合、表面に対する乾燥粉体のジェットスプレーが、個々の粒子のより小さな粒子への破壊である粒子摩砕をひき起こす、ということが知られている。ジェットスプレー方法を利用する粒径サイジング機器のメーカーは、往々にしてオペレータに対し、乾燥粉体の摩砕が始まる圧力レベルを見極め、圧力をその圧力点より低く維持するよう指示している。こうして、方法の開発において追加のステップが創出され、測定結果に疑いが投げかけられる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

従って、粒子分析のための産業上の必要条件を満たす、構造的に単純で、より廉価で且つ環境上更に安全な乾燥粉体ディスペンスおよびフィード装置に対する特別のニーズが存在することは明白である。

【0011】

【課題を解決するための手段】

1つの態様においては、本発明は、乾燥粉体分散装置に関する。乾燥粉体分散装置は、
(a) 閉じた長手方向壁、開放トップおよび閉じた底を有するサンプルホルダー、
(b) (1) 該サンプルホルダーの断面と類似の形状の断面および該サンプルホルダーの断面ディメンジョンよりも小さい断面ディメンジョンを有する外部壁、および(2) その底にオリフィスを有しその外部壁のトップを通して延びる内部吸引チャンネルから基本的に構成されている吸引プローブ、および(c) 該吸引プローブの該内部吸引チャンネル内に真空を与えるための真空手段、を含む。吸引プローブがサンプルホルダー内で乾燥粉体より上に配置され、内部吸引チャンネルに対し真空が加えられたとき、非加圧周囲空気が吸引プローブの外部壁とサンプルホルダーの長手方向壁の間のスペースに入り、サンプルホルダーの長手方向壁に沿って高速下向き空気流を形成し、下向き空気流は吸引プローブのオリフィスにおいて方向を変え、乾燥粉体の表面より上で高せん断力を生成する。この高せん断力は、乾燥粉体を分散させ、分散された乾燥粉体を内部吸引チャンネル内にフィードする。

【0012】

乾燥粉体分散装置は、オリフィスの断面積と、吸引プローブの外部壁とサンプルホルダーの長手方向壁の間のスペースの断面積との間の約0.9～約1.5の範囲内にある比率を有することができる。更に、該吸引プローブの外部壁は、吸引プローブの下端部でテーパ化されていてもよい。該乾燥粉体の表面より上で吸引プローブのテーパ化された下端部によって形成された付加的なスペースは、空気渦を創り、この渦は更に粒子対壁および粒子対粒子のインパクトを生成する。

【0013】

他の態様においては、本発明は、乾燥粉体を分散させフィードするための装置に関する。該装置は、サンプルホルダー、吸引プローブおよび真空手段そして吸引プローブをサンプルホルダー内に配置するための配置手段を含む本発明の乾燥粉体分散装置を含む。

【0014】

該配置手段は、リフトテーブルにより支持されたサンプルホルダー、該リフトテーブルを長手方向に移動させるための親ネジ、吸引プローブを支持するための懸垂アーム、および制御システムを含むことができる。該配置手段は、サンプルホルダーの内部の乾燥粉体の表面と吸引プローブのオリフィスとの間の距離を制御するために長手方向に前記サンプルホルダーを配置する。更に該配置手段は、サンプルホルダー内の乾燥粉体の表面とオリフィスとの間の距離を制御することにより、内部吸引チャンネル内への乾燥粉体の供給速度を制御することができる。

【0015】

更なる態様においては、本発明は、乾燥粉体を分散させる方法に関する。閉じた長手方向壁、開放トップおよび閉じた底を有するサンプルホルダー内に乾燥粉体サンプルを入れるステップ、サンプルホルダーの断面と類似の形状の断面およびサンプルホルダーの断面ディメンジョンよりも小さい断面ディメンジョンを有する外部壁およびその外部壁のトップを通して延びる、その底にオリフィスを有する内部吸引チャンネルを含み、且つ内部吸引チャンネル内に真空を与えるための真空手段に連結されている吸引プローブを乾燥粉体サンプルの上に配置するステップ、および吸引プローブに真空を加えるステップを含み、ここで、非加圧周囲空気は吸引プローブの外部壁とサンプルホルダーの長手方向壁の間のスペースに入り、サンプルホルダーの長手方向壁に沿って高速下向き空気流を形成し、下向き空気流は吸引プローブのオリフィスにおいて方向を変え乾燥粉体の表面より上で高せん断力を生成し、高せん断力は、乾燥粉体を分散させ、分散された乾燥粉体を前記内部吸引チャンネル内にフィードする。

【0016】

本発明は、例えば、下記の態様を[1]～[35]を包含する。

【0017】

[1] (a) 閉じた長手方向壁、開放トップおよび閉じた底を有するサンプルホルダ

ーと、

(b) (1) 前記サンプルホルダーの断面 (cross section) と類似の (like) 形状の断面、および前記サンプルホルダーの断面ディメンジョンよりも小さい断面ディメンジョンを有する外部壁と、

(2) 吸引プローブの底にオリフィスを有し、吸引プローブの前記外部壁のトップを通して延びる内部吸引チャネルとから基本的に構成されている (consisting essentially of) 吸引プローブと、

(c) 前記吸引プローブの前記内部吸引チャネル内に真空 (vacuum) を与えるための真空手段とを含む乾燥粉体分散装置 (dispenser) であって；

前記吸引プローブが前記サンプルホルダー内で乾燥粉体より上に配置され、前記内部吸引チャネルに対し真空が加えられたとき、非加圧周囲 (ambient) 空気が前記吸引プローブの前記外部壁と前記サンプルホルダーの前記長手方向壁との間のスペースに入り、前記サンプルホルダーの前記長手方向壁に沿って高速下向き空気流を形成し、該下向き空気流が前記吸引プローブの前記オリフィスにおいて方向を変え、前記乾燥粉体の表面より上で高せん断力を生成し；該高せん断力が乾燥粉体を分散させ、分散された乾燥粉体を前記内部吸引チャネル内にフィードする、乾燥粉体分散装置。

【 0 0 1 8 】

[2] 前記スペースの断面積と前記オリフィスの断面積との間の比率が約 0.9 ~ 約 1.5 の範囲内にある、[1] に記載の乾燥粉体分散装置。

【 0 0 1 9 】

[3] 前記スペースの断面積と前記オリフィスの断面積との間の比率が約 1.0 ~ 約 1.2 の範囲内にある、[2] に記載の乾燥粉体分散装置。

【 0 0 2 0 】

[4] 前記吸引プローブの前記外部壁が、前記吸引プローブの下端部でテーパ化されている (tapered)、[1] に記載の乾燥粉体分散装置。

【 0 0 2 1 】

[5] 前記乾燥粉体の前記表面より上で前記吸引プローブの前記テーパ化された下端部によって形成された付加的なスペースが空気渦 (vortices) を創り、該渦が更に粒子対壁および粒子対粒子のインパクトを生成する、[4] に記載の乾燥粉体分散装置。

【 0 0 2 2 】

[6] 前記吸引プローブの前記外部壁が、前記下向き空気流を促進する (facilitating) ための単数又は複数の長手方向スロットを更に含む、[4] に記載の乾燥粉体分散装置。

【 0 0 2 3 】

[7] 前記サンプルホルダーの前記断面が円形 (circular) である、[1] に記載の乾燥粉体分散装置。

【 0 0 2 4 】

[8] 前記吸引プローブの前記断面が円形である、[1] に記載の乾燥粉体分散装置。

【 0 0 2 5 】

[9] 前記吸引プローブが前記サンプルホルダーと同軸的に配置されている、[1] に記載の乾燥粉体分散装置。

【 0 0 2 6 】

[1 0] 前記吸引プローブの前記内部吸引チャネルが円筒形 (cylindrical) である、[1] に記載の乾燥粉体分散装置。

【 0 0 2 7 】

[1 1] 前記サンプルホルダーが前記乾燥粉体分散装置から取外し可能である、[1] に記載の乾燥粉体分散装置。

【 0 0 2 8 】

[1 2] 前記乾燥粉体分散装置が、分散された乾燥粉体を粒子分析用として供給する

ために粒子アナライザと連結されている、[1]に記載の乾燥粉体分散装置。

【 0 0 2 9 】

[1 3] (a) 閉じた長手方向壁、開放トップおよび閉じた底を有するサンプルホルダーと、

(b) (1) 前記サンプルホルダーの断面と類似の形状の断面および前記サンプルホルダーの断面ディメンジョンよりも小さい断面ディメンジョンを有する外部壁と、

(2) 吸引ブローブの底にオリフィスを有し、吸引ブローブの前記外部壁のトップを通して延びる内部吸引チャンネルとから基本的に構成されている吸引ブローブと、

(c) 前記吸引ブローブの前記内部吸引チャンネル内に真空を与えるための真空手段と、

(d) 前記サンプルホルダー内に前記吸引ブローブを配置 (positioning) するための配置 (positioning) 手段とを含む乾燥粉体を分散させフィードするための装置であって、

前記内部吸引チャンネルに対し真空が加えられたとき、非加圧周囲空気が前記吸引ブローブの前記外部壁と前記サンプルホルダーの前記長手方向壁の間のスペースに入り、前記サンプルホルダーの前記長手方向壁に沿って高速下向き空気流を形成し、該下向き空気流が前記吸引ブローブの前記オリフィスにおいて方向を変え、前記乾燥粉体の表面より上で高せん断力を生成し、該高せん断力が乾燥粉体を分散させ、分散された乾燥粉体を前記内部吸引チャンネル内にフィードする装置。

【 0 0 3 0 】

[1 4] 前記配置手段が、リフト (lifting) テーブルにより支持されたサンプルホルダー、前記リフトテーブルを長手方向に移動させるための親ネジ、前記親ネジを駆動するための駆動手段、前記親ネジ、前記駆動手段および前記リフトテーブルを支持するための支持手段、および制御システムを含む、[1 3]に記載の装置。

【 0 0 3 1 】

[1 5] 前記配置手段が、前記サンプルホルダーの内部の前記乾燥粉体の前記表面と前記吸引ブローブの前記オリフィスとの間の距離を制御するために長手方向に前記サンプルホルダーを配置する、[1 4]に記載の装置。

【 0 0 3 2 】

[1 6] 前記配置手段が、前記サンプルホルダー内の前記乾燥粉体の表面と前記オリフィスとの間の距離を制御することにより、前記内部吸引チャンネル内へ向かう乾燥粉体のフィード速度を制御する、[1 4]に記載の装置。

【 0 0 3 3 】

[1 7] 前記配置手段が、乾燥粉体の均一な (homogeneous) フィードを促進するために前記サンプルホルダーを更に回転させる、[1 4]に記載の装置。

【 0 0 3 4 】

[1 8] 前記スペースの断面積と前記オリフィスの断面積との間の比率が約 0 . 9 ~ 約 1 . 5 の範囲内にある、[1 3]に記載の乾燥粉体分散装置。

【 0 0 3 5 】

[1 9] 前記スペースの断面積と前記オリフィスの断面積との間の比率が約 1 . 0 ~ 約 1 . 2 の範囲内にある、[1 8]に記載の乾燥粉体分散装置。

【 0 0 3 6 】

[2 0] 前記吸引ブローブの前記外部壁が、前記吸引ブローブの下端部でテーパ化されている、[1 3]に記載の装置。

【 0 0 3 7 】

[2 1] 前記乾燥粉体の前記表面より上で前記吸引ブローブの前記テーパ化された下端部によって形成された付加的なスペースが空気渦を創り、前記渦が更に粒子対壁および粒子対粒子のインパクトを生成する、[2 0]に記載の装置。

【 0 0 3 8 】

[2 2] 前記吸引ブローブの前記外部壁が更に、前記下向き空気流を促進するための単数又は複数の長手方向スロットを含む、[1 3]に記載の装置。

【 0 0 3 9 】

[2 3] 前記サンプルホルダーの前記断面が円形である、[1 3] に記載の装置。

【 0 0 4 0 】

[2 4] 前記吸引プローブの前記断面が円形である、[1 3] に記載の装置。

【 0 0 4 1 】

[2 5] 前記吸引プローブが前記サンプルホルダーと同軸的に配置されている、[1 3] に記載の装置。

【 0 0 4 2 】

[2 6] 前記吸引プローブの前記内部吸引チャンネルが円筒形である、[1 3] に記載の装置。

【 0 0 4 3 】

[2 7] 前記サンプルホルダーが前記装置から取外し可能である、[1 3] に記載の装置。

【 0 0 4 4 】

[2 8] 前記真空手段が前記吸引プローブのトップ端部に連結されている [1 3] に記載の装置。

【 0 0 4 5 】

[2 9] 分散された乾燥粉体を粒子分析用として供給するため粒子アナライザに連結されている [1 3] に記載の装置。

【 0 0 4 6 】

[3 0] (a) 閉じた長手方向壁、開放トップおよび閉じた底を有するサンプルホルダー内に乾燥粉体サンプルを入れるステップと、

(c) 前記サンプルホルダーの断面と類似の形状の断面および前記サンプルホルダーの断面ディメンジョンよりも小さい断面ディメンジョンを有する外部壁と、および前記吸引プローブの前記外部壁のトップを通して延び、前記吸引プローブの底にオリフィスを有する内部吸引チャンネルとを含み、且つ前記内部吸引チャンネル内に真空を与えるための真空手段に連結されている吸引プローブを、前記乾燥粉体サンプルの上に配置するステップと；

(d) 前記吸引プローブに真空を加えるステップとを含む乾燥粉体分散方法であって；
非加圧周囲空気が前記吸引プローブの前記外部壁と前記サンプルホルダーの前記長手方向壁の間のスペースに入り、前記サンプルホルダーの前記長手方向壁に沿って高速下向き空気流を形成し、該下向き空気流が前記吸引プローブの前記オリフィスにおいて方向を変え、前記乾燥粉体の表面より上で高せん断力を生成し、前記高せん断力が乾燥粉体を分散させ、分散された乾燥粉体を前記内部吸引チャンネル内にフィードする方法。

【 0 0 4 7 】

[3 1] 前記スペースの断面積と前記オリフィスの断面積との間の比率が約 0 . 9 ~ 約 1 . 5 の範囲内にある、[3 0] に記載の方法。

【 0 0 4 8 】

[3 2] 前記スペースの断面積と前記オリフィスの断面積との間の比率が約 1 . 0 ~ 約 1 . 2 の範囲内にある、[3 1] に記載の方法。

【 0 0 4 9 】

[3 3] 前記吸引プローブの前記外部壁が前記吸引プローブの下端部でテーパ化されており、前記乾燥粉体の前記表面より上で前記吸引プローブの前記テーパ化された下端部によって形成された付加的なスペースが空気渦を創り、前記渦が更に粒子対壁および粒子対粒子のインパクトを生成する、[3 0] に記載の方法。

【 0 0 5 0 】

[3 4] 前記オリフィスから前記乾燥粉体の前記表面までの距離を制御することにより、前記乾燥粉体のフィード速度を制御するステップを更に含む [3 0] に記載の方法。

【 0 0 5 1 】

[3 5] 粒子分析のため粒子アナライザ内に分散された乾燥粉体をフィードするステップを更に含む [3 0] に記載の方法。

【 0 0 5 2 】

【 発 明 の 実 施 の 形 態 】

一態様においては、本発明は、乾燥粉体分散装置に関する。

【 0 0 5 3 】

図 1 に示すように、乾燥粉体分散装置 1 0 は、サンプルホルダー 2 0、吸引プローブ 3 0 および真空手段（図示せず）を含む。サンプルホルダー 2 0 は、閉じた長手方向壁 2 1、開放トップ 2 2 および閉じた底 2 3 を有する。好ましい態様においては、サンプルホルダー 2 0 の断面は円形である。断面のその他の形状も同様に使用可能である。サンプルホルダーの材料が、関与する乾燥粉体といかなる相互作用ももたないかぎり、サンプルホルダーの材料についての特定の必要条件は全く無い。本発明の目的のためには、サンプルホルダーとして市販の実験室用ガラス又はプラスチック製試験管を使用することができる。

【 0 0 5 4 】

吸引プローブ 3 0 は、サンプルホルダー 2 0 の断面と同様の形状の断面およびサンプルホルダー 2 0 のものよりも小さい断面ディメンジョンを有する外部壁 3 1 を有している。吸引プローブ 3 0 は同様に、吸引プローブ 3 0 の底にオリフィス 3 3 を有する内部吸引チャンネル 3 2 も有している。内部吸引チャンネル 3 2 は、外部壁 3 1 のトップを通過して延び、真空手段に連結されたトップ端 3 4 を有する。

【 0 0 5 5 】

好ましい態様においては、吸引プローブ 3 0 の断面は円形である。図 2 に示すように、吸引プローブ 3 0 の断面ディメンジョン 3 5 は、サンプルホルダー 2 0 の断面ディメンジョン 2 5 よりもわずかに小さい。

【 0 0 5 6 】

図 3 に示されている他の一態様においては、外部壁 3 1 は、以下で十分に記述するように、下向き空気流を促進するようにするため、長手方向スロット 2 4 を有することができる。長手方向スロット 2 4 の数および形状は、特定の利用分野に応じて決定可能である。

【 0 0 5 7 】

好ましくは、図 1 に示すように、外部壁 3 1 の下端部 3 6 にはテーパーが付いている。本発明の条件下で、テーパーのついた下端部は空気の渦を創ることができ、この渦は、粒子対壁および粒子間インパクトを生成することができる。テーパーのついた下端部の幾何形状は、特定の利用分野に基づいて決定可能である。強い渦を達成するためには、下端部にシャープな勾配のテーパーがつけられていることが好ましい。

【 0 0 5 8 】

好ましい一態様においては、内部吸入チャンネル 3 2 は円筒形である。テーパー化された下端部の勾配は、外部壁 3 1 の周囲から出発して内部吸引チャンネル 3 2 の周囲まで達することができる。

【 0 0 5 9 】

乾燥粉体分散装置の真空手段は、閉じた無流条件下で水柱 203.2 cm (80 インチ) の最小真空を生成することができるあらゆる真空手段であってよい。

【 0 0 6 0 】

図 4 は、本発明の乾燥粉体分散装置の作動メカニズムの模式図を示す。分散装置を使用するためには、サンプルホルダー内に乾燥粉体サンプルが置かれ、サンプルホルダー内で乾燥粉体より上に吸引プローブが挿入される。吸引プローブ 3 0 の外部壁 3 1 とサンプルホルダー 2 0 の長手方向壁 2 1 の間のスペースの断面積は、オリフィス 3 3 の断面積と類似している。真空がトップ 3 4 から内部吸引チャンネル 3 2 に加えられると、オリフィス 3 3 における真空力は、サンプルホルダー 2 0 の開放トップ 2 2 から入った非加圧周囲空気を駆動して、吸引プローブ 3 0 の外部壁 3 1 とサンプルホルダー 2 0 の長手方向壁 2 1 の間の小さなスペースに沿って高速下向き空気流を形成する。オリフィス 3 3 において、空気流は図 4 で矢印により示すように下向き空気流から上向きの空気流へと方向転換する。理論的には、速度方向が図 5 (a) に例示するように短距離間で変わるとき、それは高せん断力を創ることがわかっている。図 5 (b) に描かれた状況である短距離間での速度変化

により生成されるせん断力と比べて、短距離にわたる速度方向変化により等価のせん断力を生成するために先行技術によって一般に使用されてきた原理は、比較的低い速度を必要とする。この後者のメカニズムを使用すると、乾燥粉体は、高速エアストリームを用いることの副次的な悪影響として知られている粒子の破壊又は「摩砕」無く、乾燥粉体を有効に分散させることができる。サンプルホルダー 20 内では、乾燥粉体の表面より上で生成された高せん断力は、乾燥粉体を粒子のエアストリームへと分散させ、更に、分散された乾燥粉体のオリフィス 33 を通して内部吸引チャネル 32 内にフィードする。真空ラインを通して、分散された乾燥粉体エアストリームを、測定のために粒子アナライザへ又は粒子処理のための装置へと輸送することができる。

【0061】

高せん断力に加えて、テーパーの付いた下端部 36 によって形成されるスペースは、乾燥粉体より上で付加的な渦を創る。この渦は、粒子対壁インパクトおよび粒子間インパクトを生成し、これらが更に乾燥粉体を分散させる。

【0062】

吸引プローブ 30 の外部壁 31 とサンプルホルダー 20 の長手方向壁 21 の間のスペースは下向き空気流の速度を決定することから、このスペースを実質的に小さいものにするように制御することが重要である。好ましくは、このスペースの断面積は、吸引プローブ 30 のオリフィス 33 の断面部域と同様である。スペースの断面積がオリフィス 33 の断面積よりもはるかに小さい場合、真空内へ向かう下向き空気流はこのスペースによって制限されるため、より高い真空圧レベルおよびより低い下向き空気流速が作り出されることになる。より低い空気速度は、優れた乾燥粉体分散にとって有害である。スペースの断面積がオリフィス 33 の断面積よりもはるかに大きい場合、下向き空気流も同様に更に低い速度を有する。本発明の目的のためには、吸引プローブ 30 の外部壁 31 とサンプルホルダー 20 の長手方向壁 21 の間のスペースの断面積とオリフィス 33 の断面積との間の比率は好ましくは約 0.9 ~ 約 1.5、更に好ましくは 1.0 ~ 1.2 の範囲内にあることがわかっている。

【0063】

適切な実施 (working) 例においては、吸引プローブ 30 のオリフィス 33 は、0.77 cm (0.305 インチ) の直径をもち、これは、0.48 cm² (0.074 平方インチ) の断面積を生み出す。サンプルホルダー 20 の内径は 2.54 cm (1.00 インチ) であり、吸引プローブ 30 の外径は 2.41 cm (0.95 インチ) である。こうして、吸引プローブ 30 の外部壁 31 とサンプルホルダー 20 の長手方向壁 21 の間のスペースの 0.48 cm² (0.074 平方インチ) という断面積が生み出される。この場合、2 つの断面積は同じである。

【0064】

好ましい態様においては、吸引プローブ 30 およびサンプルホルダー 20 は同軸に配置されており、従って、吸引プローブ 30 の外部壁 31 とサンプルホルダー 20 の長手方向壁 21 との間の距離は周囲全体にわたり等しい。

【0065】

オリフィス 33 内にフィードされている分散した乾燥粉体の速度は、乾燥粉体の表面とオリフィス 33 との間の距離により直接左右されることがわかっている。この距離が近ければ近いほど、フィード速度は速くなる。オリフィス 33 と乾燥粉体の表面との間の距離は、乾燥粉体のサイズおよび密度に応じて設定できる。本発明の実際的应用のためには、乾燥粉体分散装置は、粒子アナライザである LS 13320 レーザ回折粒径アナライザ (Backman Coulter, Inc., Miami, Florida) に連結されている。LS 13320 レーザ回折粒径アナライザは、サイズが 0.4 ~ 2000 マイクロメートルの広範囲の粒子を任意の実用的密度で測定する。平均直径が 80 マイクロメートルで密度が約 480.6 kg / m³ (30 ポンド / フィート³) の市販の白色パン用小麦粉のサンプルを分析する場合、オリフィス 33 とサンプル表面間の距離は約 2.54 cm (1 インチ) である。平均直径が約 1500 マイクロメートルで密度が約 2563 kg / m³ (160 ポンド / フィ

ート³)のガラスビーズのサンプルを分析する場合には、オリフィス33とサンプル表面との間の距離は約0.25cm(0.10インチ)である。

【0066】

本発明の更なる態様においては、サンプルホルダー20および乾燥粉体の表面との関係において吸引ブローブ30を自動的に配置するために、配置手段が提供されている。この配置手段を用いると、分散された乾燥粉体のフィードは、所望の速度で制御される。従って、乾燥粉体分散装置および配置手段は、乾燥粉体を分散させフィードするための自動化された装置を形成する。

【0067】

図6に示すような配置手段50は、リフトテーブル52により支持されたサンプルホルダーベース51、リフトテーブル52を長手方向に移動させるための親ネジ53、駆動手段54、親ネジ、リフトテーブル52および駆動手段54を支持するための支持手段58、そして制御システム(図示せず)を含むことができる。リフトテーブル52は、オリフィス33との関係におけるサンプルホルダー20の位置を調整するために長手方向にリフトテーブル52を駆動する親ネジ53に連結されている。親ネジ53は、ステッピングモーター55、タイミングベルト56および2つのタイミングギヤ57を含む駆動手段54によって駆動される。好ましい態様においては、サンプルホルダーベース51は、乾燥粉体のフィード速度をより均一にし易くするため、吸引ブローブ30との関係においてサンプルホルダー20を更に回転させる。

【0068】

図6は同様に、光学粒子アナライザを有する乾燥粉体の分散およびフィード用装置を用いる一例を示している。図示するように吸引ブローブ30は、トップで、中空チュービング59を通して粒子測定セル60に連結される。分散された粒子は、光学的に透明な測定用ウインドウ61を通してレーザービーム又は画像捕捉手段によって測定される。

【0069】

制御システムは、当該技術分野において既知の適切な粒子測定法により分散された乾燥粉体のフィード速度を測定し、所望の粒子フィード速度を達成するため、オリフィス33と乾燥粉体の表面との間の距離を制御するリフトテーブル52の位置を制御する。

【0070】

1つの態様においては、粒径サイジング用装置と合わせて、閉ループ制御システムが使用され、ここで、この粒径サイジング用装置は、分散された粒子の指定された収容装置であるばかりでなく、閉ループで制御システムに対して実時間の粒子フィード速度と所望のフィード速度の関係についての情報も入力する。

【0071】

乾燥粉体の分散およびフィードのための装置が日常的粒子分析のために作動中である場合、サンプルホルダーベース51と吸引ブローブ30は予め心合せ(prealigned)されている。サンプルホルダー20のための横方向の調整は全く必要とされない。サンプルホルダー20は取外し可能であり、各サンプルが分析された後毎回交換される。リフトテーブル52は、サンプルホルダーベース51を通してサンプルホルダー20を初期長手方向位置で配置し、ここで、真空手段は粒径サイジング用装置内への乾燥粉体の分散およびフィードを開始させるために起動される。実時間粒子フィード速度は、例えばレーザービームの消衰(extinction)によって、粒径サイジング用装置によって測定され、閉ループ制御システムに提供される。所望の消衰値が実時間消衰値と比較され、所望の粒子フィード速度を達成するために乾燥粉体の表面とオリフィス33との間の距離を調整するためにリフトテーブル52を駆動する制御システムによる信号の生成のためにその差が使用される。このメカニズムによると、配置手段は、粒子アナライザに対し粒子フィード速度の連続的な制御を与える。乾燥粉体サンプルの量がフィードとき減少した場合、配置手段は、一定のフィード速度を与えるためにサンプルホルダー20の位置を連続的に調整する。この要領で、レーザー回折測定のための工業規格によって求められている粒子分析のためにサンプルホルダー20内の全乾燥粉体サンプルが使用される。

【 0 0 7 2 】

乾燥粉体の分散およびフィード用装置は、広範囲のフィード速度を与えることができる。LS13320レーザー回折粒径アナライザに対して分散された乾燥粉体を与えるための先に記述された実施例においては、当該装置は、約 $1 \times 10^{-5} \text{ cc/s}$ (秒あたりの立方センチメートル) から約 4 cc/s の種々のフィード速度を与えることができる。更に、粒子アナライザ又は粒子処理システムのニーズに対処するためにシステム設計を通してフィード速度範囲を変更することができる。

【 0 0 7 3 】

以上の説明に基づき、本発明の装置がいくつかの利点を有することは明白である。装置は、加圧ガスを使用せずに乾燥粉体を分散する高せん断力の領域を創ることができる。更に、吸引プローブの幾何形状は更に、粒子クラスタを分散させるのに充分高く、且つ個々の粒子のより小さい粒子への破壊である「摩砕」を防ぐのに充分低い粒子対壁インパクトおよび粒子間インパクトを創ることができる。その上、粒子アナライザ内への分散およびフィードの両方を目的としてシステム内のサンプル粉体を負圧(真空)下のみに制限することにより、システムは、加圧空気システムと比べてコンポーネントの故障の場合に「フェールセーフ」であることができる。更に、該装置は、サンプル全体を連結された粒子アナライザ内に分散、フィードさせることができるようにし、粒子アナライザにより必要とされる速度で分散された粒子を自動的にフィードすることができる。本発明の装置および方法は、レーザー回折又は画像分析技術を用いた粒子の粒径サイジングにおいて特に有用である。

【 0 0 7 4 】

本発明は、添付図面により図面的に示され詳述されてきたが、これらは本発明の範囲に対する制限とみなされるべきものではなく、むしろその好ましい態様の例示としてみなされるべきである。しかしながら、添付のクレームおよびその合法的等価物に定義づけられ上述の明細書で記述されてきたような本発明の精神および範囲の中で、種々の修正および変更を加えることが可能であるということは明白であろう。

【 0 0 7 5 】

本発明の上述のおよびその他の目的、特徴およびその他の利点は、添付図面と合わせて、上記の詳細な説明から更に明確に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一態様の乾燥粉体分散装置の側面模式斜視図である。

【図 2】

本発明の一態様のサンプルホルダーおよび吸引プローブの平面図である。

【図 3】

本発明の他の態様のサンプルホルダーおよび吸引プローブの平面図である。

【図 4】

本発明の乾燥粉体分散装置の作動メカニズムの模式図である。

【図 5】

図 5 (a) および (b) は、2つの異なるメカニズムにより生成される高せん断力の模式的説明である。

【図 6】

配置手段の構造を例示する、一態様の乾燥粉体分散装置の模式斜視図である。