

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6982467号
(P6982467)

(45) 発行日 令和3年12月17日 (2021. 12. 17)

(24) 登録日 令和3年11月24日 (2021. 11. 24)

(51) Int. Cl.

F I

BO2C 13/18 (2006.01)

BO2C 13/28 (2006.01)

BO2C 13/18 Z

BO2C 13/28 Z

請求項の数 9 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2017-208042 (P2017-208042)	(73) 特許権者	000113355
(22) 出願日	平成29年10月27日 (2017. 10. 27)		ホソカワミクロン株式会社
(65) 公開番号	特開2019-76874 (P2019-76874A)		大阪府枚方市招提田近1-9
(43) 公開日	令和1年5月23日 (2019. 5. 23)	(74) 代理人	110001933
審査請求日	令和2年10月7日 (2020. 10. 7)		特許業務法人 佐野特許事務所
		(72) 発明者	猪ノ木 雅裕
			大阪府枚方市招提田近1-9 ホソカワミ
			クロン株式会社粉体工学研究所内
		審査官	塩谷 領大

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粉体処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鉛直方向に延びる筒状の筐体と、
前記筐体内に原料を供給する原料供給部と、
前記原料供給部の下側に配されて鉛直方向に延びる中心軸周りに回転する第1回転体と、
前記第1回転体の径方向外縁部に配されて前記原料を粉粒体に粉碎する粉碎部材と、
前記筐体内において前記第1回転体の上側に配置されて前記筐体内に旋回方向の気流を発生させる旋回気流発生部と、
前記筐体の前記回転体の下側に配されて前記筐体内に気流を流入させる気流流入部と、
前記筐体の上部から前記気流を流出させる気流流出部と、を備え、
前記筐体の内部には、前記旋回気流発生部と径方向に対向するとともに前記旋回気流発生部の回転方向における前側が後側に比べて径方向内側に位置する案内面を有する案内部を備え、
前記旋回気流発生部は、中心軸周りに回転する第2回転体と、前記第2回転体の周部に放射状に立設された複数枚のブレードと、を備え、
前記案内面の前記第2回転体の回転方向における前端部から周方向に延長した面は、前記旋回気流発生部よりも径方向外側に位置する粉体処理装置。

【請求項 2】

前記筐体は、前記中心軸に沿って延びる筒状のハウジング筒部を、備え、

前記案内部の少なくとも一つは、前記ハウジング筒部から径方向内側に延びる請求項1に記載の粉体処理装置。

【請求項 3】

前記筐体の上端部には、中心軸と直交する方向に拡がるハウジング天板部を、備え、
前記案内部の少なくとも一つは、前記ハウジング天板部の下面から下方に延びる請求項1又は請求項2に記載の粉体処理装置。

【請求項 4】

前記案内部は、板状である請求項1から請求項3のいずれかに記載の粉体処理装置。

【請求項 5】

前記案内面は、周方向の中間部分が径方向に膨らんだ曲面である請求項1から請求項4のいずれかに記載の粉体処理装置。

10

【請求項 6】

前記案内面は、上側が下側に対して、前記旋回気流発生部の回転方向における前側に位置する請求項1から請求項5のいずれかに記載の粉体処理装置。

【請求項 7】

請求項1から請求項6のいずれかに記載の粉体処理装置を備え、
前記気流流入部より熱風を流入させる気流乾燥装置。

【請求項 8】

請求項1から請求項6のいずれかに記載の粉体処理装置を備え、
前記筐体の内部で、粉粒体を分級し、
前記気流流出部の外部に前記気流流出部から排出される気流に含まれる外径が所定範囲に収まる粉粒体を捕集する捕集部を備えた分級装置。

20

【請求項 9】

請求項1から請求項6のいずれかに記載の粉体処理装置を備え、
前記筐体は、前記筐体内で形成された球形の粉粒体を外部に取り出す球形粒体を取り出す粒体取出部を備えた球形化装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、塊状の原料を粉砕して所定の粒径の粉粒体を生成する粉体処理装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来の微粉砕装置は、特許文献1に開示されている。この微粉砕装置は、粉砕室の内部に回転自在に設けられた粉砕ロータと、粉砕ロータの外周部との間に隙間をあけて配置されたライナと、所定粒度以下のものを外部に排出する分級ロータと、分級ロータで排出されない原料を下方に案内する循環通路と、粉砕室の内面から内側に突出し原料を衝突させて分級ロータで排出されない原料が粉砕室の内面に沿って旋回するのを抑制するベーンを備えている。

【0003】

40

この微粉砕装置では、投入された原料は、粉砕ロータとライナとによって粉砕される。そして、粉砕された原料は、内部に導かれる気流によって上方に移動し、分級ロータで遠心力が付与される。気流による内側向きの力が遠心力よりも大きくなる所定粒度よりも小さい粒度の原料は、外部に排出される。外部に排出されない原料、すなわち、所定粒度よりも大きい粒度の原料は、粉砕室に沿って周方向に流れるが、ベーンと衝突して、落下し、粉砕ロータとライナとに再度粉砕される。このように、ベーンを備えることで、粉砕ロータ上に大量の原料が、一気に落下することなく、粉砕ロータの脈動を防止し、粉砕ロータを安定駆動できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 2 5 9 4 5 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、特許文献 1 の微粉碎装置では、分級ロータによって発生した気流もベーンに衝突する。ベーンに衝突した気流は、上下方向に流れる。このとき、下方に流れる気流は、粉碎ロータとライナーとの隙間から分級ロータに向かって流れる気流と衝突するため、分級ロータに向かって流れる気流の流速、すなわち、エネルギーが弱くなる。そのため、特許文献 1 の微粉碎装置では、分級ロータに向かって流れる気流の流量を、ベーンに衝突した気流が吹き付けられても、上方に向かって流れることができる流量とする必要がある。そして、分級ロータによって分級される粉粒体の粒度は、分級ロータの回転数に反比例し、分級ロータに流れる気流の流量の平方根に比例する。引用文献 1 の微粉碎装置では、分級ロータに流れる気流の流量を小さくするのが困難であるため、分級される粉粒体を一定の粒度以下にするのは困難である。

10

【 0 0 0 6 】

そこで、本発明は上記のような課題を解決するためになされたものであり、簡単な構成を有するとともに気流の低流量化及び粉粒体の微細化ができる粉体処理装置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】

20

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するため本発明にかかる粉体処理装置は、鉛直方向に延びる筒状の筐体と、前記筐体内に原料を供給する原料供給部と、前記原料供給部の下側に配されて鉛直方向に延びる中心軸周りに回転する第 1 回転体と、前記第 1 回転体の径方向外縁部に配されて前記原料を粉粒体に粉碎する粉碎部材と、前記筐体内において前記第 1 回転体の上側に配置されて前記筐体内に旋回方向の気流を発生させる旋回気流発生部と、前記筐体の前記回転体の下側に配されて前記筐体内に気流を流入させる気流流入部と、前記筐体の上部から前記気流を流出させる気流流出部と、を備え、前記筐体の内部には、前記旋回気流発生部と径方向に対向するとともに前記旋回気流発生部の回転方向における前側が後側に比べて径方向内側に位置する案内面を有する案内部を備える。

30

【 0 0 0 8 】

この構成によると、案内面によって筐体内部を旋回する粉粒体を径方向内側に向かう力を付与している。そのため、気流流入部から流入する気流の流量を少なくしても、粉粒体を径方向内側に押す力を付与させることが可能である。これにより、気流流入部から流入する気流の流量を少なくすることができる。また、気流の流量を少なくすることで、気流流出部から排出される粉粒体の粒径を小さくできる、すなわち、微細化が可能である。また、気流の流量を少なくすることで、気流を発生する装置を小型化することができ、装置全体を小型化できる。さらに気流の流量を少なく抑えることで、消費電力を抑え、省電力化が可能である。

【 0 0 0 9 】

40

2 . 上記構成において、前記旋回気流発生部は、中心軸周りに回転する第 2 回転体と、前記第 2 回転体の周部に放射状に立設された複数枚のブレードと、を備えてもよい。このような構成とすることで、粉粒体の分級を簡単な構成で行うことが可能である。

【 0 0 1 0 】

3 . 上記構成において、前記案内面の前記旋回気流発生部の回転方向における前側の端部から周方向に延長した面は、前記旋回気流発生部よりも径方向外側に位置する。このように構成することで、案内面で案内された気流が旋回気流発生部から粉粒体に付与される遠心力を邪魔しにくい。また、粉粒体が、旋回気流発生部に衝突するのを抑制できる。

【 0 0 1 1 】

4 . 上記構成において、前記筐体は、前記中心軸に沿って延びる筒状のハウジング筒部

50

を、備え、前記案内部の少なくとも一つは、前記ハウジング筒部から径方向内側に延びる。このように構成されることで、案内部をしっかりと固定することが可能である。

【 0 0 1 2 】

5．上記構成において、前記筐体は、鉛直方向上端部に、中心軸と直交する方向に拡がるハウジング天板部を、備え、前記案内部の少なくとも一つは、前記ハウジング天板部の下面から下方に延びる。このように構成されることで、案内部をしっかりと固定することが可能である。また、ハウジング天板部と共に、案内部を取り出すことができるので、メンテナンスが容易である。

【 0 0 1 3 】

6．上記構成において、前記案内部は、板状である。

10

【 0 0 1 4 】

7．上記構成において、前記案内面は、周方向の中間部分が径方向に膨らんだ曲面である。

【 0 0 1 5 】

8．上記構成において、前記案内面は、上側が下側に対して、前記旋回気流発生部の回転方向における前側に位置する。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 6 】

本発明によると、簡単な構成を有するとともに気流の低流量化及び粉粒体の微細化できる粉体処理装置を提供することができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 本発明にかかる粉体処理装置の断面図である。

【 図 2 】 粉砕部の平面図である。

【 図 3 】 図 2 に示す粉砕部のIII-III線断面図である。

【 図 4 】 旋回気流発生部及び案内部の平面図である。

【 図 5 】 案内板の他の取り付け方を示す断面図である。

【 図 6 】 本発明にかかる粉体処理装置に用いられる案内部の他の例を示す平面図である。

【 図 7 】 案内部のさらに他の例を示す平面図である。

【 図 8 】 本発明にかかる粉体処理システムの一例の概略配置図である。

30

【 図 9 】 比較例の試験に用いた従来の粉体処理装置の断面図である。

【 図 1 0 】 試験 1 の結果を示すグラフである。

【 図 1 1 】 試験 2 の結果を示すグラフである。

【 図 1 2 】 原料供給停止後に粉砕部が空転状態に戻るまでの時間を示すグラフである。

【 図 1 3 】 粉砕効率を示すグラフである。

【 図 1 4 】 生成された粉粒体に含まれる微粉の含有率を示すグラフである。

【 図 1 5 】 粉砕効率を示すグラフである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 8 】

本発明にかかる粉体処理装置について図面を参照して説明する。

40

【 0 0 1 9 】

< 1．粉体処理装置の構成 >

図 1 は、本発明にかかる粉体処理装置の断面図である。粉体処理装置 A は、塊状の材料を粉粒体に破碎処理する。図 1 に示すように、粉体処理装置 A は、筐体 1 0 と、原料供給部 2 0 と、駆動部 3 0 と、粉砕部 4 0 と、旋回気流発生部 5 0 と、案内部 6 0 と、気流流出部 7 0 とを備える。なお、中心軸 C 1 が延びる方向を上下方向とする。上下方向と直交する方向を径方向とし、中心に向う側を内側、中心から離れる側を外側とする。また、中心軸 C 1 を中心とする円周に沿う方向を周方向とする。

【 0 0 2 0 】

< 1．1 筐体 1 0 の構成 >

50

筐体 10 は、ハウジング 11 と、軸保持部 12 と、原料受入孔 13 と、気流流入部 14 と、ボトムカバー 15 と、ヒンジ 16 と、を備える。ハウジング 11 は、上下に延びる中心軸 C1 に沿って延びる円筒状である。

【0021】

< 1.1.1 ハウジング 11 の構成 >

図 1 に示すように、ハウジング 11 は、ハウジング底部 111 と、ハウジング筒部 112 と、フランジ部 113 と、ハウジング天板部 114 と、を備える。ハウジング底部 111 は、外側に広がる円板状である。ハウジング 11 は、ハウジング底部 111 が水平となるように、図示を省略した架台等に固定される。ハウジング筒部 112 は、ハウジング底部 111 の外縁部から中心軸 C1 に沿って上側に向かって延びる筒状である。ハウジング筒部 112 は、中心軸 C1 を中心とする円筒状である。

10

【0022】

フランジ部 113 は、ハウジング筒部 112 の上端から外側に広がる。フランジ部 113 とハウジング筒部 112 とは、一体成形体である。すなわち、ハウジング底部 111、ハウジング筒部 112 及びフランジ部 113 は、金属の一体成形体である。なお、金属としては、例えば、ステンレスを挙げることができるが、これに限定されない。

【0023】

図 1 に示すように、ハウジング筒部 112 の下端部は、ハウジング底部 111 によって閉じられる。また、ハウジング筒部 112 の上端部は、開口している。ハウジング天板部 114 は、ハウジング筒部 112 の上端部の開口を閉じる。ハウジング天板部 114 は、フランジ部 113 にヒンジ 16 を介して取り付けられる。これにより、ハウジング天板部 114 は、ヒンジ 16 の回転軸 161 を中心に回動し、ハウジング筒部 112 の開口を開閉する。

20

【0024】

また、ハウジング筒部 112 の開口を閉じた状態において、ハウジング天板部 114 はフランジ部 113 にねじ等で固定される。これにより、ハウジング筒部 112 とハウジング天板部 114 とは、確実に固定されるとともに隙間から気流が漏れないように密閉される。なお、ねじ等による固定は、1箇所であってもよいが、固定及び密閉を確実にするため、複数箇所で固定されることが好ましい。また、ガスケット、パッキン等を配置して、気密性を高めてもよい。

30

【0025】

ハウジング底部 111 の中央部分には、上下に貫通する貫通孔 115 が形成される。駆動部 30 の後述する第 1 シャフト 31 及び第 2 シャフト 32 が、貫通孔 115 を貫通する。また、ハウジング天板部 114 の中央部分には、上下に貫通する排出孔 116 が設けられる。

【0026】

< 1.1.2 軸保持部 12 の構成 >

図 1 に示すように、軸保持部 12 は、ハウジング底部 111 の中心部分に配置されて上下に延びる筒状である。軸保持部 12 は、中心が中心軸 C1 と一致する。軸保持部 12 は、ハウジング底部 111 にねじ等の固定具にて固定される。

40

【0027】

軸保持部 12 の上端部には、シール（ここでは、ラビリンスシール）が構成されている。これにより、第 1 回転体 41 の回転が妨げられることなく、粉粒体を含む気流の軸保持部 12 の内部への流入が抑制される。

【0028】

< 1.1.3 原料受入孔 13 の構成 >

原料受入孔 13 は、原料供給部 20 から供給される塊状の原料を、ハウジング筒部 112、すなわち、筐体 10 内部に受け入れる。図 1 に示すように、原料受入孔 13 は、ハウジング筒部 112 に設けられ、径方向に貫通する貫通孔である。原料受入孔 13 は、ハウジング筒部 112 の内部に配置された、粉碎部 40 よりも上側に配置される。

50

【 0 0 2 9 】

< 1 . 1 . 4 気流流入部 1 4 の構成 >

気流流入部 1 4 は、ハウジング筒部 1 1 2 の外部から内部に流れ込む気流が供給される。図 1 に示すように、気流流入部 1 4 は、ハウジング筒部 1 1 2 に設けられ、径方向に貫通する貫通孔である。気流流入部 1 4 は、粉砕部 4 0 よりも下側に配置される。

【 0 0 3 0 】

< 1 . 1 . 5 ボトムカバー 1 5 の構成 >

ボトムカバー 1 5 は、ハウジング筒部 1 1 2 の内部において、粉砕部 4 0 よりも下側に配置される。ボトムカバー 1 5 は円環状である。ボトムカバー 1 5 と第 1 回転体 4 1 とは、上下に間隙をあけて対向する。そして、ボトムカバー 1 5 の上面と粉砕部 4 0 の第 1 回転体 4 1 の下面との間隙に気流が流入する。この気流によって、粉砕部 4 0 で粉砕された粉粒体が上側及び内側に搬送される。そのため、気流流入部 1 4 から供給される気流を、粉粒体を搬送する搬送気流と称する。

10

【 0 0 3 1 】

< 1 . 2 原料供給部 2 0 の構成 >

図 1 に示すように、原料供給部 2 0 は、原料供給管 2 1 と、スクリュコンベア 2 2 とを備える。原料供給管 2 1 は、管体であり、一部が原料受入孔 1 3 からハウジング筒部 1 1 2 の内部に挿入されて、固定される。原料供給管 2 1 の内部には、スクリュコンベア 2 2 が回転可能に配置される。スクリュコンベア 2 2 は、回転することで塊状の原料を原料供給管 2 1 に沿って移動させる。スクリュコンベア 2 2 にて移動された塊状の原料は、原料受入孔 1 3 からハウジング筒部 1 1 2 の内部に投入される。なお、スクリュコンベア以外の搬送方法を採用してもよい。

20

【 0 0 3 2 】

< 1 . 3 駆動部 3 0 の構成 >

駆動部 3 0 は、粉砕部 4 0 及び旋回気流発生部 5 0 を駆動する。図 1 に示すように、駆動部 3 0 は、第 1 シャフト 3 1 と、第 2 シャフト 3 2 と、第 1 ベルト 3 3 1 と、第 2 ベルト 3 3 2 と、を備える。

【 0 0 3 3 】

< 1 . 3 . 1 第 1 シャフト 3 1 の構成 >

第 1 シャフト 3 1 は筒状である。第 1 シャフト 3 1 の上端には、第 1 回転体 4 1 が固定される。第 1 シャフト 3 1 は、軸保持部 1 2 の内部に不図示のベアリングを介して回転可能に支持される。第 1 シャフト 3 1 は、軸保持部 1 2 に対して、上下方向に支持されるとともに中心軸 C 1 周りに回転可能に支持される。

30

【 0 0 3 4 】

第 1 シャフト 3 1 の下端部は、ハウジング底部 1 1 1 の貫通孔 1 1 5 を貫通してハウジング底部 1 1 1 よりも下側に突出する。そして、第 1 シャフト 3 1 の下端部には、第 1 プーリ 3 1 1 が、第 1 シャフト 3 1 に回り止めされつつ、固定されている。第 1 プーリ 3 1 1 の固定方法としては、例えば、圧入、溶接、接着等を挙げることができるが、これに限定されない。また、確実に回り止めを行うために、キー及びキー溝を採用してもよい。第 1 シャフト 3 1 の断面形状を円形以外の形状として、回り止めするようにしてもよい。

40

【 0 0 3 5 】

第 1 プーリ 3 1 1 には、第 1 ベルト 3 3 1 が巻き回されている。第 1 ベルト 3 3 1 を介して不図示のモータからの回転力が伝達されて、第 1 プーリ 3 1 1 が中心軸 C 1 周りに回転する。これにより、第 1 プーリ 3 1 1 が取り付けられた第 1 シャフト 3 1 及び第 1 シャフト 3 1 に固定された第 1 回転体 4 1 は、中心軸 C 1 周りに回転する。

【 0 0 3 6 】

< 1 . 3 . 2 第 2 シャフト 3 2 の構成 >

第 2 シャフト 3 2 は、円柱状であり、筒状の第 1 シャフト 3 1 の内部に配置される。第 2 シャフト 3 2 は、不図示のベアリングを介して第 1 シャフト 3 1 に回転可能に支持される。つまり、第 2 シャフト 3 2 は、軸保持部 1 2 に中心軸 C 1 周りに回転可能に支持され

50

る。

【 0 0 3 7 】

第 2 シャフト 3 2 の下端部は、第 1 シャフト 3 1 の下端部よりも下側に突出する。そして、第 2 シャフト 3 2 の第 1 シャフト 3 1 の下端部よりも下側に突出した部分には、第 2 プーリ 3 2 1 が回り止めされつつ、固定されている。第 2 プーリ 3 2 1 の固定方法としては、例えば、圧入、溶接、接着等を挙げることができるが、これに限定されない。また、確実に回り止めを行うために、キー及びキー溝を採用してもよい。また、第 2 シャフト 3 2 の断面形状を円形以外の形状として、回り止めするようにしてもよい。

【 0 0 3 8 】

第 2 プーリ 3 2 1 には、第 2 ベルト 3 3 2 が巻き回されている。第 2 ベルト 3 3 2 を介して不図示のモータからの回転力が伝達されて、第 2 プーリ 3 2 1 が中心軸 C 1 周りに回転する。これにより、第 2 プーリ 3 2 1 が取り付けられた第 2 シャフト 3 2 及び第 2 シャフト 3 2 に固定された第 2 回転体 5 1 は、中心軸 C 1 周りに回転する。

【 0 0 3 9 】

第 1 プーリ 3 1 1 及び第 2 プーリ 3 2 1 は、異なる回転数で回転可能とするため、異なるモータから駆動力が伝達されてもよい。また、減速機を用いることで、共通のモータを用いて、第 1 プーリ 3 1 1 及び第 2 プーリ 3 2 1 を異なる回転数で回転させることが可能である。ここで、異なる回転数とは、回転方向が同じ場合を含むとともに、回転方向が異なる場合も含む。

【 0 0 4 0 】

< 1 . 4 粉砕部 4 0 の構成 >

粉砕部 4 0 は、原料供給部 2 0 よりも下側に配置される。そして、粉砕部 4 0 は、原料供給部 2 0 から供給された塊状の原料を粉粒体に粉砕する。ここで、粉砕部 4 0 の詳細について、新たな図面を参照して説明する。図 2 は、粉砕部の平面図である。図 3 は、図 2 に示す粉砕部の III-III 線断面図である。図 1 ~ 図 3 に示すように、粉砕部 4 0 は、ハウジング筒部 1 1 2 の内部に配置され、第 1 回転体 4 1 と、ハンマー 4 2 と、ライナー 4 3 とを備える。

【 0 0 4 1 】

< 1 . 4 . 1 第 1 回転体 4 1 の構成 >

図 2 に示すように、第 1 回転体 4 1 は、上下方向に見て円形である。すなわち、第 1 回転体 4 1 は円板状である。第 1 回転体 4 1 の中央には、上下に貫通した軸固定孔 4 1 1 が備えられる。軸固定孔 4 1 1 は、第 1 シャフト 3 1 が、回り止めされつつ、固定される。なお、第 1 シャフト 3 1 と軸固定孔 4 1 1 との固定は、例えば、圧入を挙げることができる。また、ねじ止め溶接、接着等、他に固定できる固定方法を広く採用できる。また、キー溝及びキーを用いて確実に回り止めするようにしてもよいし、第 1 シャフト 3 1 の断面形状を円形以外の形状として、回り止めするようにしてもよい。

【 0 0 4 2 】

図 2、図 3 に示すように、第 1 回転体 4 1 の上面は、外縁に複数個（ここでは、12 個）のハンマー取付部 4 1 2 を備える。図 3 に示すように、ハンマー取付部 4 1 2 は、第 1 回転体 4 1 の上面から下側に向かって凹んだ凹部である。ハンマー取付部 4 1 2 は、周方向に等間隔に配列される。ハンマー取付部 4 1 2 は、第 1 回転体 4 1 の外縁から内側に延びる。そして、ハンマー取付部 4 1 2 の内側は、円弧状に形成される。

【 0 0 4 3 】

< 1 . 4 . 2 ハンマー 4 2 の構成 >

ハンマー 4 2 は、粉砕部材の一例である。ハンマー 4 2 は、ハンマーベース 4 2 1 と、立ち上り部 4 2 2 と、粉砕刃 4 2 3 とを備える。ハンマーベース 4 2 1 は、平板状でありハンマー取付部 4 1 2 に挿入される。そして、ハンマーベース 4 2 1 は、例えば、ねじ 4 0 a で第 1 回転体 4 1 に固定される（図 2、図 3 参照）。なお、固定方法は、溶接や接着等であってもよい。

【 0 0 4 4 】

立ち上り部 4 2 2 は、ハンマーベース 4 2 1 の一端から一方側に一体的に突出する。図 3 に示すように、ハンマーベース 4 2 1 をハンマー取付部 4 1 2 に挿入したとき、立ち上り部 4 2 2 は、上側に立ち上がる。そして、粉砕刃 4 2 3 は、径方向において、立ち上り部 4 2 2 の外側に配置される。粉砕刃 4 2 3 は、上下に延びる複数の凹凸を備える。なお、凹凸は、中心軸 C 1 と平行に延びてもよいし、中心軸 C 1 に対して周方向に傾斜していてもよい。

【 0 0 4 5 】

< 1 . 4 . 3 ライナー 4 3 の構成 >

図 2 に示すように、ライナー 4 3 は、環状である。ライナー 4 3 の内面は、ハンマー 4 2 の外面と径方向に間隙をあけて対向する。ライナー 4 3 は、複数個のライナーチップ 4 3 1 を備え、ライナーチップ 4 3 1 はハウジング筒部 1 1 2 の内周面に沿って周方向に互いに接して並設される。これにより、ライナー 4 3 はハンマー 4 2 に対向する内周面が多角形の環状に形成される。ライナーチップ 4 3 1 は、例えば、ねじでハウジング筒部 1 1 2 に固定されてもよい。ライナーチップ 4 3 1 は、内側の面に、凹凸が形成された粉砕刃 4 3 2 を備える。粉砕刃 4 3 2 は、ハンマー 4 2 の粉砕刃 4 2 3 と同様、上下に延びる凹凸であってもよい。また、粉砕刃 4 3 2 は、凹溝を交差させて形成し、凸部を正方形、正三角形等の多角形状に形成してもよい。また、ピン状の凸部を、2 次元配列してもよい。

【 0 0 4 6 】

第 1 回転体 4 1 が回転することで、ハンマー 4 2 の粉砕刃 4 2 3 とライナーチップ 4 3 1 の粉砕刃 4 3 2 とは、周方向に相対的に移動する。粉砕刃 4 2 3 及び粉砕刃 4 3 2 は、第 1 回転体 4 1 の高速回転時に、塊状の原料を粉砕する。そのため、ハンマー 4 2 の少なくとも粉砕刃 4 2 3 及びライナーチップ 4 3 1 の少なくとも粉砕刃 4 3 2 は、強度及び硬度が高く耐摩耗性に優れた、セラミック（アルミナ、ジルコニア等）、炭化タンゲステン、超合金、工具鋼等により形成される。なお、ハンマー 4 2 全体を、これらの材料で形成してもよい。また、耐摩耗性が高い材料は、一例であり、これらに限定されない。

【 0 0 4 7 】

なお、ライナーチップ 4 3 1 の粉砕刃 4 3 2 が形成されている面は平面状である。そのため、曲面に粉砕刃 4 3 2 を設ける構成に比べて、ライナーチップ 4 3 1 の製造が容易である。また、ライナーチップ 4 3 1 の個数を変更することで、ある範囲で、ライナー 4 3 の内径を変更することが可能である。そのため、異なる大きさのライナー 4 3 に対して、ライナーチップ 4 3 1 を共通化することが可能である。また、ライナーチップ 4 3 1 が簡単な形状であるため、複雑な形状の加工が困難な材料、例えば、セラミック等でライナーチップ 4 3 1 を製造しやすい。これにより、粉体処理装置 A の製造に要するコストを下げることが可能である。なお、円環状のライナー 4 3 の内面に、粉砕刃 4 3 2 を形成した構成であってもよい。

【 0 0 4 8 】

本実施形態では省略しているが、第 1 回転体 4 1 の上面に、上面板が取り付けられていてもよい。上面板は、原料受入孔 1 3 から投入された原料の衝突による、回転体 4 1、ハンマー 4 2、ねじ 4 0 a 等の破損、摩耗等を抑制するために設けられる。なお、上面板としては、耐摩耗性に優れた材料で構成することが可能である。

【 0 0 4 9 】

< 1 . 5 旋回気流発生部 5 0 の構成 >

旋回気流発生部 5 0 は、筐体 1 0 の内部で粉砕部 4 0 の上側に配置される。すなわち、旋回気流発生部 5 0 の上側には、排出孔 1 1 6 が設けられる。旋回気流発生部 5 0 は、回転することで、筐体 1 0 の内部に旋回気流を発生させる。そして、旋回気流発生部 5 0 は、旋回気流を発生させることで、粉粒体に遠心力を付与する。旋回気流発生部 5 0 の詳細について、新たな図面を参照して説明する。図 4 は、旋回気流発生部及び案内部の平面図である。図 1 及び図 4 に示すように、旋回気流発生部 5 0 は、第 2 回転体 5 1 と、複数枚のブレード 5 2 と、を備える。

【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

50

< 1 . 5 . 1 第 2 回 転 体 5 1 の 構 成 >

図 4 に示すように、第 2 回 転 体 5 1 は、平面視円形である。すなわち、第 2 回 転 体 5 1 は円板状である。第 2 回 転 体 5 1 には、第 2 シャフト 3 2 が回り止めされつつ、固定される。第 2 回 転 体 5 1 と第 2 シャフト 3 2 とは、中心が中心軸 C 1 と重なる。なお、第 2 シャフト 3 2 の固定は、不図示の貫通孔に圧入することでなされてもよいし、ねじ止め、溶接、接着等、を採用してもよい。また、キー及びキー溝を用いて、回り止めを行ってもよい。これにより、第 2 シャフト 3 2 が回転することで、第 2 回 転 体 5 1、すなわち、旋回気流発生部 5 0 は、中心軸 C 1 周りに回転する。

【 0 0 5 1 】

< 1 . 5 . 2 ブレード 5 2 の 構 成 >

第 2 回 転 体 5 1 の上面には、放射状に延び、複数枚のブレード 5 2 が周方向に等間隔且つ放射状に固定されている。複数枚のブレードは、例えば、第 2 回 転 体 5 1 の上面に形成された凹溝に挿入した後、溶接、接着等で固定してもよい。第 2 回 転 体 5 1 の上面に固定されたブレード 5 2 は、上側が外側に広がる。すなわち、旋回気流発生部 5 0 が回転したとき、ブレード 5 2 の上端部分の外側の端部が通過する部分が、ブレード 5 2 の通過領域において、最も外側の部分となる。

【 0 0 5 2 】

ブレード 5 2 は、旋回気流発生部 5 0 の旋回方向と直交する面を有する。旋回気流発生部 5 0 が回転することで、筐体 1 0 の内部には、周方向に流れる気流が発生する。図 4 に示すように、旋回気流発生部 5 0 は、平面視において、反時計回り方向 R d に回転する。旋回気流発生部 5 0 の、回転によって筐体 1 0、すなわち、ハウジング筒部 1 1 2 の内部には、ハウジング筒部 1 1 2 に沿って、反時計回り方向 R d の旋回する気流（以下、旋回気流とする）が発生する。また、詳細は後述するが、粉粒体は、旋回気流発生部 5 0 で発生する旋回気流によって、その粒子の大きさによって選別（以下、分級とする）される。

【 0 0 5 3 】

< 1 . 6 案 内 部 6 0 の 構 成 >

図 1、図 4 に示すように、案内部 6 0 は、ハウジング筒部 1 1 2 の内部に配置された、案内板 6 1 と、支持リブ 6 2 とを備える。案内板 6 1 は、案内部材の一例である。

【 0 0 5 4 】

< 1 . 6 . 1 案 内 板 6 1 の 構 成 >

図 4 に示すように、ハウジング筒部 1 1 2 の内部に複数枚（ここでは、6 枚）の案内板 6 1 が、周方向に等間隔に配列されている。案内板 6 1 は、長方形板であり、案内板 6 1 は、上下に延びる。そして、案内板 6 1 は、旋回気流発生部 5 0 と径方向に対向する案内面 6 1 1 を備える。図 1 に示すように、案内面 6 1 1 の下端部は、旋回気流発生部 5 0 のブレード 5 2 の下端部と、同じ又は略同じ位置まで伸びている。

【 0 0 5 5 】

図 4 に示すように、案内板 6 1 は、案内面 6 1 1 の旋回気流発生部 5 0、すなわち、第 2 回 転 体 5 1 の回転方向の前側が後側に比べて内側になるように、ハウジング筒部 1 1 2 の内面に固定されている。なお、案内板 6 1 の固定方法としては、溶接、接着等を挙げることができるが、これに限定されず、ハウジング筒部 1 1 2 に設けられた溝に挿入して固定する構成等であってもよい。案内板 6 1 を確実に固定できる固定方法を広く採用できる。

【 0 0 5 6 】

図 4 に示すように、案内面 6 1 1 の旋回気流発生部 5 0 の回転方向の前端部から周方向に沿って延長した面 6 1 2 は、旋回気流発生部 5 0 のブレード 5 2 が通過する領域よりも外側に位置する。案内面 6 1 1 は、旋回気流発生部 5 0 で発生した気流が、旋回気流発生部 5 0 に直接吹きつけられないように、内側に案内する。これにより、旋回気流によって旋回する粉粒体が、ブレード 5 2 に衝突するのを抑制しつつ、内側に案内する。

【 0 0 5 7 】

< 1 . 6 . 2 支 持 リ ブ 6 2 の 構 成 >

10

20

30

40

50

図 1、図 4 に示すように、支持リブ 6 2 は、案内板 6 1 の案内面 6 1 1 と反対側の面とハウジング筒部 1 1 2 との内面とに固定される板状である。支持リブ 6 2 は、案内板 6 1 を固定している。支持リブ 6 2 を備えていることで、案内板 6 1 に気流が吹き付けられたときのたわみを抑制し、案内板 6 1 が、旋回気流を内側に案内する。

【 0 0 5 8 】

本実施形態において、支持リブ 6 2 は、案内板 6 1 の上下中央に 1 個設けられている。しかしながら、支持リブ 6 2 は、複数個設けられていてもよい。また、案内板 6 1 の全体を支持するような、支持リブ 6 2 を備えていてもよい。

【 0 0 5 9 】

< 1 . 6 . 3 案内板の他の例について >

案内板 6 0 の他の例について説明する。図 5 は、案内板の他の取り付け方を示す断面図である。図 5 に示すように、案内板 6 1 を、ハウジング天板部 1 1 4 の下面に固定するようにしてもよい。図 5 では、案内板 6 1 をハウジング天板部 1 1 4 にねじ止めで固定しているが、ねじ止め以外にも溶接、溶着等を採用してもよい。また、図 5 に示すように、ハウジング天板部 1 1 4 の下面に直接取り付け固定する案内板 6 1 a であってもよく、ハウジング天板部 1 1 4 の下面に形成され上側に凹む凹部に挿入して固定する案内板 6 1 b であってもよい。このように構成することで、ハウジング天板部 1 1 4 を取り外すことで、案内板 (6 1 a 、 6 1 b) を外部に取り出すことができるため、案内板 (6 1 a 、 6 1 b) のメンテナンスが容易である。なお、案内板をハウジング天板部 1 1 4 に取り付ける場合、案内板はハウジング天板部 1 1 4 の開閉時に邪魔になりにくい形状であればよい。また、ハウジング天板部 1 1 4 はヒンジを介することなく、フランジ部 1 1 3 に取り付けられてもよい。

【 0 0 6 0 】

図 6 は、本発明にかかる粉体処理装置に用いられる案内板の他の例を示す平面図である。図 6 に示すように、湾曲した案内板 6 3 であってもよい。このような案内板 6 3 では、案内面 6 3 1 も曲面となる。そして、案内面 6 3 1 の第 2 回転体 5 1 の回転方向の前端部から周方向に沿って延長した面 6 3 2 が、旋回気流発生部 5 0 のブレード 5 2 が通過する領域よりも外側になるように、案内板 6 3 が配置されている。このように、曲面状の案内面 6 3 1 を備えることで、旋回気流の案内を円滑に行うことが可能である。なお、案内面 6 3 1 は、外側に凸の曲面であるが、これに限定されず、内側に凸形状の曲面であってもよい。旋回気流の流速、気流の粘度等によって、渦が発生しにくい形状を広く採用できる。

【 0 0 6 1 】

さらに、図 7 に示すような、案内部材 6 4 、 6 5 、 6 6 を備えていてもよい。図 7 は、案内部のさらに他の例を示す平面図である。図 7 に示すように、案内部材 6 4 として、平板状の案内板ではなく、径方向に突出する案内部材 6 4 を用いてもよい。このとき、案内部材 6 4 の案内面 6 4 1 の第 2 回転体 5 1 の回転方向の前方側の端部を伸ばした面 6 4 2 が、旋回気流発生部 5 0 のブレード 5 2 が通過する領域よりも外側になる。また、案内部材 6 5 のように、案内面 6 5 1 を長くしてもよいし、案内部材 6 6 のように案内面 6 6 1 を曲面状にしてもよい。案内部材 6 4 、 6 5 、 6 6 は、ハウジング 1 1 と一体的に形成してもよい。また、別部材として作製された案内部材 6 4 、 6 5 、 6 6 をハウジング 1 1 の内部に固定してもよい。そして、案内面 6 4 1 、 6 5 1 、 6 6 1 の第 2 回転体 5 1 の回転方向の前方側の端部を延長した面 6 4 2 、 6 5 2 、 6 6 2 は、旋回気流発生部 5 0 のブレード 5 2 が通過する領域よりも外側になる。

【 0 0 6 2 】

以上説明した、案内面 6 1 1 、 6 3 1 、 6 4 1 、 6 5 1 、 6 6 1 は、上下に延びる面、すなわち、上端部から下端部にかけて周方向に同じ位置にある面で構成されている。しかしながら、これに限定されるものではない。例えば、案内面の上側が下側に対して、第 1 回転体 4 1 の回転方向における前方側に位置していてもよい。これにより、旋回気流を円滑に内側に案内できる。

【 0 0 6 3 】

< 1 . 7 気流流出部 7 0 の構成 >

気流流出部 7 0 は、気流流入部 1 4 から流入した気流（空気）を外部に排出する。図 1 に示すように、気流流出部 7 0 は、ハウジング天板部 1 1 4 の上面に取り付けられる。気流流出部 7 0 は、排気筒部 7 1 と、排気フランジ 7 2 と、を備える。排気筒部 7 1 は、円筒形であり、ハウジング天板部 1 1 4 の中央に設けられた排出孔 1 1 6 と連通する。そして、ハウジング 1 1 の内部の空気は、排出孔 1 1 6 を介して排気筒部 7 1 に流入する。

【 0 0 6 4 】

排気フランジ 7 2 は、ハウジング天板部 1 1 4 の上面に不図示のガスケットを介して配置されてよい。そして、排気フランジ 7 2 は、ハウジング天板部 1 1 4 に、例えば、ねじにて固定される。これにより、ハウジング天板部 1 1 4 と排気筒部 7 1 との間の密閉性を高め、気流の漏れを抑制する。ガスケットに替えて、Ｏリング等を用いてもよい。また、気流流出部 7 0 とハウジング天板部 1 1 4 との一方に凹部を他方に凸部を形成し、凹部に凸部を挿入することで、密閉する構成としてもよい。

【 0 0 6 5 】

< 2 . 粉体処理装置の動作について >

本発明にかかる粉体処理装置 A は、以上示した構成を有している。次に、粉体処理装置 A を使用した粉体処理システムについて説明し、粉体処理システムに含まれる粉体処理装置の動作について説明する。図 8 は、本発明にかかる粉体処理システムの一例の概略配置図である。図 8 に示す粉体処理システム C L は、原料供給装置 M a と、粉体処理装置 A と、フィルタ装置 F t と、ブロワ B w とを備える。

【 0 0 6 6 】

粉体処理装置 A は、架台 C a の水平面に不図示のねじ等で固定されている。そして、粉体処理装置 A の気流流出部 7 0 とフィルタ装置 F t の流入部 F t 3 とが配管を介して接続される。フィルタ装置 F t は、例えば、バグフィルタである。フィルタ装置 F t は、ハウジング F t 1 と、仕切部 F t 2 と、流入部 F t 3 と、流出部 F t 4 と、濾材 F t 5 と、取り出し口 F t 6 とを備える。フィルタ装置 F t では、仕切部 F t 2 がハウジング F t 1 の内部を上部と下部に仕切る。そして、仕切部 F t 2 には、複数個の貫通孔が設けられている。ハウジング F t 1 の仕切部 F t 2 よりも下側には、仕切部 F t 2 の貫通孔の周囲を囲むとともに下側に延びる筒状の濾材 F t 5 が配置されている。

【 0 0 6 7 】

粉体処理装置 A からの気流は、流入部 F t 3 からハウジング F t 1 内部に流入し、濾材 F t 5 を通過し、流出部 F t 4 から外部に流出する。このとき、濾材 F t 5 の外面に、粉粒体が捕集される。フィルタ装置 F t では、図示を省略したパイプから、定期的に、圧縮した気体（圧縮空気）を吹き付けて、濾材 F t 5 で捕集された粉粒体を下側に落とす。

【 0 0 6 8 】

ハウジング F t 1 の下端に取り出し口 F t 6 が設けられている。取り出し口 F t 6 からハウジング F t 1 の下部に溜まった粉粒体を取り出される。なお、粉体処理システム C L では、取り出し口 F t 6 から取り出される粉粒体が、分級後の粉粒体、すなわち、製造品である。

【 0 0 6 9 】

フィルタ装置 F t の流出部 F t 4 は、ブロワ B w に配管を介して接続される。ブロワ B w は、流出部 F t 4 と接続された配管に負圧を発生させる。この負圧の発生によって、フィルタ装置 F t 、粉体処理装置 A 及びこれらを繋ぐ配管内にブロワ B w に向かう気流を発生させる。また、粉体処理装置 A では、この負圧によって、気流流入部 1 4 から気流が流入する。なお、気流流入部 1 4 の外側に別途ブロワ（不図示）を設けて、発生した気流を強制的に流入してもよい。

【 0 0 7 0 】

粉体処理装置 A の動作について説明する。粉体処理装置 A では、第 1 回転体 4 1 及び第 2 回転体 5 1 が回転している状態で、原料供給部 2 0 から塊状の原料が供給される。原料

供給部 20 から供給された原料は、粉碎部 40 の第 1 回転体 41 に落下する。原料は、ハンマー 42 の粉碎刃 423 とライナー 43 の粉碎刃 432 とで粉粒体に粉碎される。

【0071】

粉体処理装置 A では、上述のとおり気流流入部 14 から空気（気流）が、ハウジング 11 の内部に流入している。気流流入部 14 から流入した気流は、第 1 回転体 41 とボトムカバー 15 との隙間から径方向外側に向かって流れ、第 1 回転体 41 とライナー 43 との間から、ハウジング筒部 112 に沿って上側に流れる。気流の流出先は、気流流出部 70 である。そのため、第 1 回転体 41 とライナー 43 との間から流出する気流は、上側に向かうとともに、内側に向かう。また、気流は、第 1 回転体 41 とライナー 43 との間を通過するときに、粉碎された粉粒体と一緒に移動する。すなわち、粉碎部 40 で粉碎された粉粒体は、搬送気流によって、上側及び内側に向かって搬送される。

10

【0072】

ハウジング 11 の上部では、旋回気流発生部 50 によって旋回気流が発生している。気流流入部 14 から流入した搬送気流は、旋回気流と合流する。このとき、搬送気流に含まれる粉粒体には、搬送気流による内側に向かう力 F_1 と、旋回気流による外側に向かう力 F_2 の 2 つの力が作用する。力 F_1 は、搬送気流の流量（流速）によって変化し、搬送気流が大きいほど力 F_1 も大きくなる。また、力 F_2 は、旋回気流の流量（流速）、すなわち、旋回気流発生部 50 の回転数によって変化し、旋回気流発生部 50 の回転数が高いほど力 F_2 も大きくなる。

【0073】

20

以上のことから、搬送気流によって搬送される粉粒体のうち、気流流出部 70 から排出される気流と共に搬送される粉粒体の粒径は、搬送気流の流量と、旋回気流発生部 50 の回転数で決まる。さらに詳しく説明すると、気流流出部 70 から排出される粉粒体のメジアン径 D_{50} は、搬送気流の流量の平方根に比例し、旋回気流発生部 50 の回転数に反比例する。粉体処理装置 A では、搬送気流の流量と、旋回気流発生部 50 の回転数を調整することで、気流流出部 70 から排出される、すなわち、分級される粉粒体の粒径を決められた粒径に調整できる。なお、メジアン径 D_{50} とは、粉粒体を粒径順に並べたとき、その粒径よりも小さい径の粉粒体の数と大きい径の粉粒体の数とが同じになる粒径である。

【0074】

また、分級によって気流流出部 70 から排出されない粉粒体は、決められた粒径よりも大きな粒径を有する。このような粉粒体は、旋回気流によって外側に押し出され、ハウジング筒部 112 の内面に接触し、その後、ハウジング筒部 112 の内面に沿って下側に移動する。そして、再度、ハンマー 42 の粉碎刃 423 とライナー 43 の粉碎刃 432 によって粉碎された後、再度、搬送気流によって、上側に搬送される。

30

【0075】

このように、ハンマー 42 とライナー 43 とによる粉碎、搬送気流による搬送及び旋回気流による分級を繰り返すことで、原料を決められた粒径及びそれ以下の粒径に粉碎した粉粒体を生成する。なお、生成された粉粒体は、フィルタ装置 F t で捕集されて、取り出される。

【0076】

40

本発明にかかる粉体処理装置 A では、ハウジング 11 の内部に、案内板 61 を配置している。案内板 61 の案内面 611 は、旋回気流を内側に案内する。この動作によって、旋回気流が内側に向かう。旋回気流による力 F_1 は、案内板 61 が配置されていない場合よりも小さくできる。そのため、所定の粒径を得るための、搬送気流の流量及び旋回気流発生部 50 の回転数を低くすることが可能である。このことを換言すると、搬送気流の流量を少なく抑えることができるため、粉粒体の微細化が可能となる。また、搬送気流の流量及び旋回気流発生部 50 の回転数を低くすることで消費電力を減らす、すなわち、省エネルギー化が可能である。

【0077】

また、案内面 611 は、旋回気流を円滑に内側に導くように配置されている。そのため

50

、旋回気流を板状の部材に衝突させる従来の構成に比べて、案内板 6 1 に粉粒体が付着しにくく、また、旋回気流で渦が発生しにくい。そのため、粉粒体を円滑かつ効率よく製造できる。

【 0 0 7 8 】

なお、気流流入部 1 4 から、高温で湿度が低い、すなわち、高温乾燥空気を流入させることで、ハンマー 4 2 及びライナー 4 3 で粉砕した粉粒体の水分を取り除く、いわゆる、気流乾燥装置とすることも可能である。

【 0 0 7 9 】

< 2 . 1 粉体処理装置の他の例について >

粉体処理装置では、旋回気流発生部 5 0 によって発生する旋回気流と搬送気流で搬送された気流を用いて、内側に移動する粉粒体の粒径を調整可能である。このことを利用して、一定未満の粒径の粉粒体を排出しつつ、ハンマー 4 2 の粉砕刃 4 2 3 とライナー 4 3 の粉砕刃 4 3 2 との間で研磨を繰り返すことで、一定の粒径で、尖った部分が少ない、すなわち、球形に近い粉粒体を生成する（球形化と称する）ことができる。そして、粉体処理装置 A のハウジング筒部 1 1 2 に不図示の取出し口を設けておき、取出し口から取り出すことで、球形化された粉粒体を得ることができる。

【 0 0 8 0 】

このように、粉体処理装置 A では、案内面 6 1 1 で旋回気流を内側に向けているため、搬送気流の流量が低くても、粉粒体を内側に搬送可能である。搬送気流の流量が低くても、粉粒体がハウジング 1 1 の内部に残りにくい。これにより、ハンマー 4 2 の粉砕刃 4 2 3 とライナー 4 3 の粉砕刃 4 3 2 とで粉砕が繰り返されて、過剰に粉砕される、過粉砕を抑制でき、微粉の発生量を抑制できる。

【 0 0 8 1 】

< 3 . 粉体処理装置の評価について >

本発明にかかる粉体処理装置 A の特性の評価を行った。比較例として、従来の粉体処理装置 P を用いた。図 9 は、比較例の試験に用いた従来の粉体処理装置の断面図である。

【 0 0 8 2 】

図 9 に示す粉体処理装置 P は、案内板 6 1 に替えて内筒 8 1 及び垂直ベーン 8 2 を備えている以外は、図 1 に示す粉体処理装置 A と実質上同じ構成を有している。そのため、粉体処理装置 P において、実質上粉体処理装置 A と同じ部分には、同じ符号を付すとともに、同じ部分の詳細な説明は省略する。なお、図 9 において、本発明の特徴と直接関係しない部分の符号についても省略している。

【 0 0 8 3 】

図 9 に示すように、粉体処理装置 P は、ハウジング筒部 1 1 2 の内部に、内筒 8 1 を備えている。内筒 8 1 は、旋回気流発生部 5 0 の外側を包む筒状である。そして、垂直ベーン 8 2 は、平板であり、内筒 8 1 の外面とハウジング筒部 1 1 2 の内面とをつなぐ。垂直ベーン 8 2 は、複数個（例えば、6 個）備えられており、径方向に沿って配置される。

【 0 0 8 4 】

粉体処理装置 P では、旋回気流に搬送された粉粒体は、ハウジング筒部 1 1 2 に沿って周方向に流れ、垂直ベーン 8 2 に衝突する。そして、下側に落下する。そして、落下した粉粒体は、再度、粉砕部 4 0 で粉砕される。比較例の粉体処理装置 P は、このような構成を有している。

【 0 0 8 5 】

粉体処理装置 P の動作について説明する。粉体処理装置 P では、粉体処理装置 A と同様、原料供給部 2 0 から供給された原料が、粉砕部 4 0 の第 1 回転体 4 1 に落下する。原料は、ハンマー 4 2 の粉砕刃 4 2 3 とライナー 4 3 の粉砕刃 4 3 2 とで粉粒体に粉砕される。そして、粉砕された原料は、搬送気流によって搬送され、ハウジング筒部 1 1 2 の内周と内筒 8 1 の外周との間を通過する。その後、旋回気流発生部 5 0 で粉粒体を分級する。そして、決められた粒径よりも小さい粉粒体は、ブレード 5 2 の隙間を通過して、排出孔 1 1 6 より外部に排出される。また、決められた粒径よりも大きい粉粒体は、内筒 8 1 の

内側を下方に移動して第 1 回転体 4 1 に落下する。そして、落下した粉粒体は、ハンマー 4 2 の粉砕刃 4 2 3 とライナー 4 3 の粉砕刃 4 3 2 とで再度、さらに細かい、すなわち、粒径が小さい、粉粒体に粉砕される。粉体処理装置 P では、以上の動作を繰り返すことで、原料を粉粒体に破碎するとともに、分級を行っている。

【 0 0 8 6 】

< 3 . 1 試験条件 >

以下の評価において、本発明の粉体処理装置 A を用いた試験結果を実施例とし、従来の粉体処理装置 P を用いて行った試験結果を比較例とする。粉砕部 4 0 のハンマー 4 2 の外側の外径をハンマー外径とする。実施例及び比較例ともに、同じ条件で試験を行っている。試験の条件は以下のとおりである。なお、評価毎に条件が変わっている部分については、評価毎に説明を行う。以下の説明に用いるグラフにおいて、実施例を四角、比較例を三角で示す。

ハンマー粉砕刃の形状	:	タテミゾ
ハンマー外径	:	3 1 8 . 1 m m
ハンマー個数	:	1 2 個
粉砕部回転数	:	7 0 0 0 r p m
旋回気流発生部回転数	:	2 0 0 0 r p m ~ 7 0 0 0 r p m
粉砕原料	:	重質炭酸カルシウム (粒径約 1 m m)

【 0 0 8 7 】

< 3 . 2 評価 1 >

評価 1 では、粉体処理装置 A 及び粉体処理装置 P の動作条件を以上のとおりとし、各粉体処理装置で搬送気流の流量を変えて試験 1、試験 2 を行った。各試験における搬送気流の流量は、次の通りである。

試験 1

搬送気流流量 : 標準流量

試験 2

搬送気流流量 : 標準流量の 1 / 3 の流量

【 0 0 8 8 】

なお、標準流量とは、粉体処理装置 P を用いて行われている従来の粉体処理において、粉体処理装置 P に供給される気流、すなわち、搬送気流の流量である。試験 1 及び試験 2 の結果を図 1 0、図 1 1 に示す。図 1 0 は、試験 1 の結果を示すグラフである。図 1 1 は、試験 2 の結果を示すグラフである。図 1 0、図 1 1 に示すグラフは、縦軸が粉砕効率 ($k g / k W \cdot h$)、横軸がメジアン径 ($D_{50} \mu m$) である。粉砕効率は、単位電力当たりの原料の処理能力を示す。

【 0 0 8 9 】

図 1 0 に示すように、搬送気流の流量が多い (標準流量) 場合、実施例と比較例とで粉砕効率にほとんど差は現れない。一方、図 1 1 に示すように、搬送気流の流量が少ない (標準流量の 1 / 3) 場合、実施例の粉砕効率は、比較例の粉砕効率に比べて高くなっている。すなわち、搬送気流の流量が少ない場合において、本発明の粉体処理装置 A は、従来の粉体処理装置 P に比べて、粉砕効率が高いことが分かった。

【 0 0 9 0 】

< 3 . 3 評価 2 >

次に、実施例及び比較例ともに搬送気流の流量を標準流量の 1 / 3 . 7 5 として、原料の供給を停止した後に無負荷状態になる、すなわち、空転に戻るまでの時間を比較した。その結果を、図 1 2 に示す。図 1 2 は、原料供給停止後に粉砕部が空転状態に戻るまでの時間を示すグラフである。

【 0 0 9 1 】

図 1 2 のグラフは、縦軸が原料供給停止した後に粉砕部 4 0 の負荷が最小、すなわち、空転状態に戻るまでの時間である。また、横軸は、生成粉粒体のメジアン径 D_{50} である。粉粒体がハウジング 1 1 の内部で滞留している時間は、処理に要する時間である。

【 0 0 9 2 】

図 1 2 に示すように、原料供給を停止後、空転状態に戻るまでの時間は、メジアン径 D_{50} が同じ場合、実施例が比較例に比べて短い。つまり、搬送気流の流量が少ない場合、粉体処理装置 A は、粉体処理装置 P よりも原料を粉砕して、決められた粒径の粉粒体を得るまでの処理時間が短いことがわかった。これにより、搬送気流の流量が少ない場合において、本発明の粉体処理装置 A は、従来の粉体処理装置 P に比べて、処理のタクトタイムを短くすることが可能であることがわかる。

【 0 0 9 3 】

< 3 . 4 評価 3 >

次に、原料を重質炭酸カルシウムから鱗状黒鉛（メジアン径 D_{50} が $85 \mu\text{m}$ ）に変更した。さらに、ライナー 4 3 の粉砕刃 4 3 2 として、溝が直交して凸部が矩形状になる角ミゾのライナーを用いている。粉砕部 4 0 の回転数は、実施例、比較例ともに 6800rpm 、旋回気流発生部 5 0 の回転数は、実施例、比較例ともに 3000rpm と 7000rpm としている。搬送気流の流量は、実施例、比較例ともに標準流量の $1/3$ としている。試験結果を図 1 3 に示す。図 1 3 は、粉砕効率を示すグラフである。図 1 3 のグラフは、図 1 3 のグラフと同様、縦軸を粉砕効率、横軸をメジアン径 D_{50} としている。

【 0 0 9 4 】

原料を、重質炭酸カルシウムから鱗状黒鉛に変更しても、搬送気流の流量が少ない場合において、本発明にかかる粉体処理装置 A の粉砕効率は、従来の粉体処理装置 P の粉砕効率よりも高いことがわかった。

【 0 0 9 5 】

< 3 . 5 評価 4 >

評価 4 では、原料をポリスチレンとして、試験を行った。ポリスチレンのように割れにくい材料を用いた場合、搬送気流の流量が低いと、従来の粉体処理装置 P では、粉砕負荷の変動が大きくなり、安定した運転ができなかった。このことから、本発明にかかる粉体処理装置 A は、従来の粉体処理装置 P に比べて低風量における運転の安定性が高いことが分かった。つまり、本発明にかかる粉体処理装置 A は、従来の粉体処理装置 P よりも、低風量化が可能であることが分かった。

【 0 0 9 6 】

< 3 . 6 評価 5 >

次に、評価 5 では、原料をフレーク状粉体塗料（ 5mm 、厚さ 1mm ）として、試験を行った。そして、気流流出部 7 0 から排出された粉粒体に含まれる微粉（粒径 $9.25 \mu\text{m}$ 未満）の含有率（微粉率）を体積比率で取得した。試験の条件は、評価 1 の試験 2 と同じである。その結果を、図 1 4 に示す。図 1 4 は、生成された粉粒体に含まれる微粉の含有率を示すグラフである。図 1 4 は、縦軸を微粉率、横軸をメジアン径 D_{50} としている。

【 0 0 9 7 】

メジアン径 D_{50} が同じ粉粒体を生成する場合、本発明の粉体処理装置 A を用いた方が、従来の粉体処理装置 P を用いる場合に比べて、微粉率が低い。つまり、同量の原料を用いて決められた粒径の粉粒体を生成する場合、本発明の粉体処理装置 A は従来の粉体処理装置 P よりも多くの粉粒体を生成できる。すなわち、本発明の粉体処理装置 A は従来の粉体処理装置 P よりも無駄が少なく、粉体処理の効率が高いことがわかる。

【 0 0 9 8 】

< 3 . 7 評価 6 >

評価 6 では、評価 1 ～ 評価 5 で用いたものとは大きさが異なる粉体処理装置 A 1 及び粉体処理装置 P 1 を用いて試験を行った。試験条件は以下の通りである。

ハンマー粉砕刃の形状	:	タテミゾ
ハンマー外径	:	430.3mm
ハンマー個数	:	32個
粉砕部回転数	:	6600rpm

旋回気流発生部回転数 : 3 0 0 0 r p m ~ 5 4 0 0 r p m
 粉砕原料 : 重質炭酸カルシウム (粒径約 1 m m)
 ライナー粉砕刃の形状 : 三角ミゾ
 搬送気流の流量 : 標準流量の 2 / 3

【 0 0 9 9 】

以上の条件で、本発明にかかる粉体処理装置 A 1 と従来の粉体処理装置 P 1 とを用いて、試験を行い、粉砕効率を取得した。試験結果を図 1 5 に示す。図 1 5 は、粉砕効率を示すグラフである。図 1 5 は、縦軸を粉砕効率、横軸をメジアン径 D_{50} としている。

【 0 1 0 0 】

図 1 5 に示すように、本発明にかかる粉体処理装置 A 1 を用いた場合、従来の粉体処理装置 P 1 を用いた場合に比べて、粉砕効率が高くなる。これにより、粉体処理装置の大きさ、ハウジング、粉砕部の大きさ、ハンマーの数に変化しても、案内面を有する本発明にかかる粉体処理装置の方が、従来の粉体処理装置よりも粉砕効率が高いことがわかる。

【 0 1 0 1 】

以上示したように、本発明にかかる粉体処理装置では、ハウジング内に、ハウジング内部で発生する旋回気流を内側に案内する案内面を有することで、従来の粉体処理装置に比べて、粉砕効率が高く粉体処理時間を短くできる。また、決められた粒径の粉粒体を得るために必要な原料も本発明にかかる粉体処理装置を用いた方が、従来の粉体処理装置を用いる場合よりも少なく済む。また、本発明の粉体処理装置 A では、従来の粉体処理装置 P に比べて、流入させる気流流量を少なくできる、すなわち、気流の低流量化が可能である。またこのことから、本発明の粉体処理装置 A では、従来の粉体処理装置 P に比べて、生成される粉粒体の微細化も可能である。

【 0 1 0 2 】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこの内容に限定されるものではない。また本発明の実施形態は、発明の趣旨を逸脱しない限り、種々の改変を加えることが可能である。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 3 】

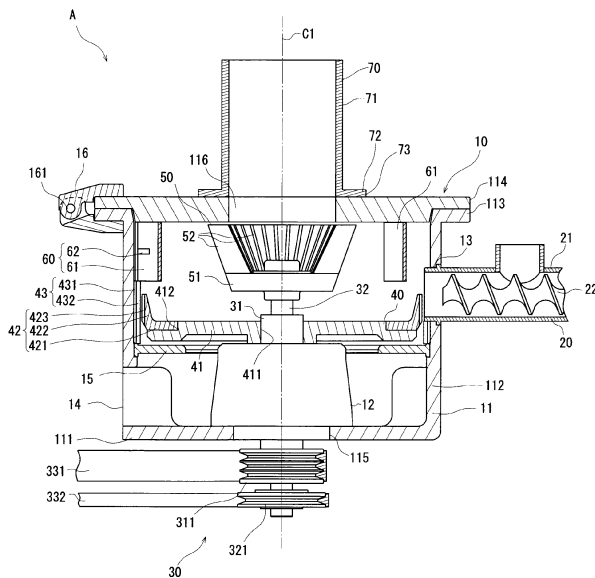
- 1 0 筐体
- 1 1 ハウジング
- 1 1 1 ハウジング底部
- 1 1 2 ハウジング筒部
- 1 1 3 フランジ部
- 1 1 4 ハウジング天板部
- 1 1 5 貫通孔
- 1 1 6 排出孔
- 1 2 軸保持部
- 1 3 原料受入孔
- 1 4 気流流入部
- 1 5 ボトムカバー
- 2 0 原料供給部
- 3 0 駆動部
- 3 1 第 1 シャフト
- 3 1 1 第 1 プーリ
- 3 2 第 2 シャフト
- 3 2 1 第 2 プーリ
- 3 3 1 第 1 ベルト
- 3 3 2 第 2 ベルト
- 4 0 粉砕部
- 4 1 第 1 回転体

- 4 1 2 ハンマー取付部
- 4 2 ハンマー
- 4 2 3 粉砕刃
- 4 3 ライナー
- 4 3 2 粉砕刃
- 5 0 旋回気流発生部
- 5 1 第2回転体
- 5 2 ブレード
- 6 0 案内部
- 6 1 案内板
- 6 1 1 案内面
- 6 2 支持リブ
- 6 3 案内板
- 6 4 案内部材
- 6 5 案内部材
- 6 6 案内部材
- 7 0 気流流出部
- 7 1 排気筒部
- 7 2 排気フランジ
- A 粉体処理装置
- C L 粉体処理システム
- F t フィルタ装置
- B w ブロワ

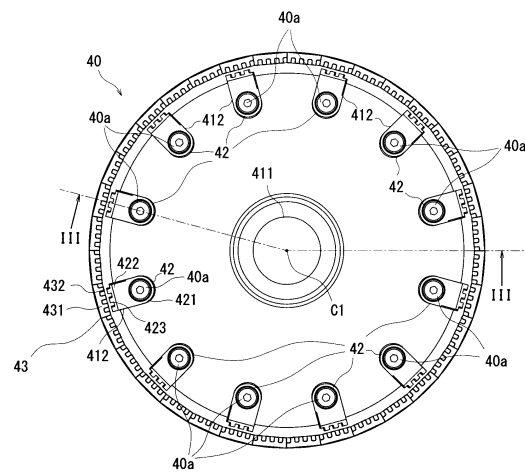
10

20

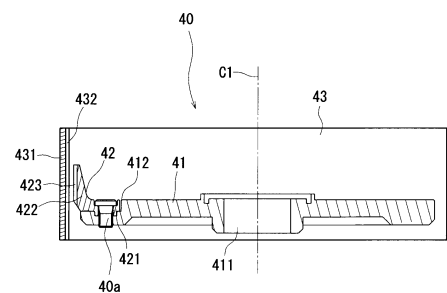
【図 1】



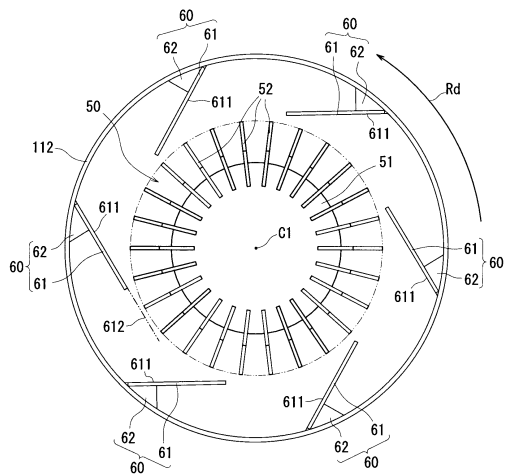
【図 2】



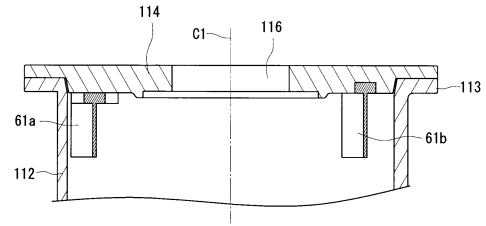
【図 3】



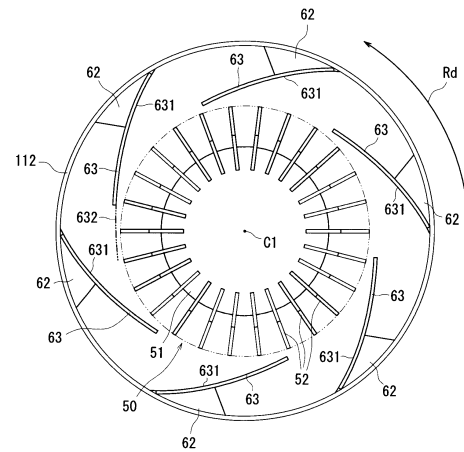
【図 4】



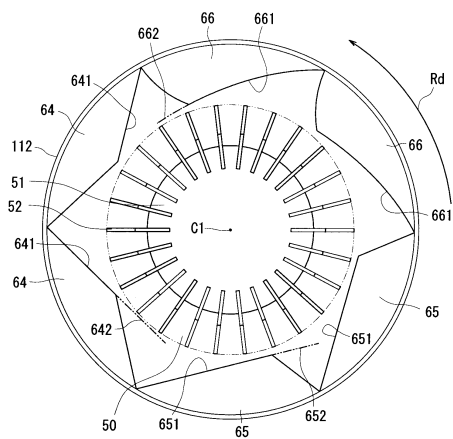
【図 5】



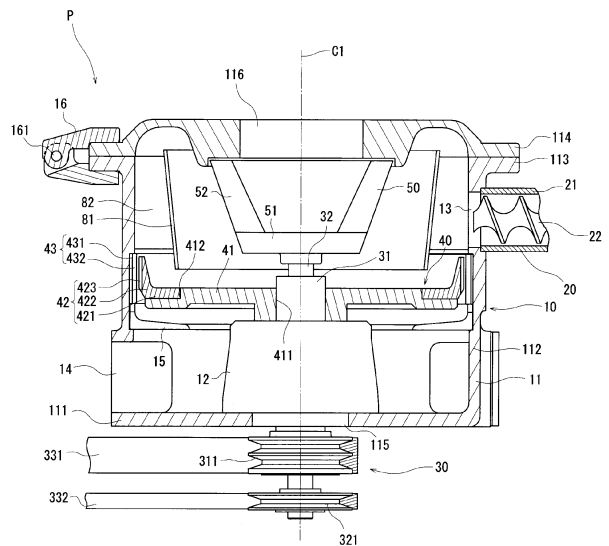
【図 6】



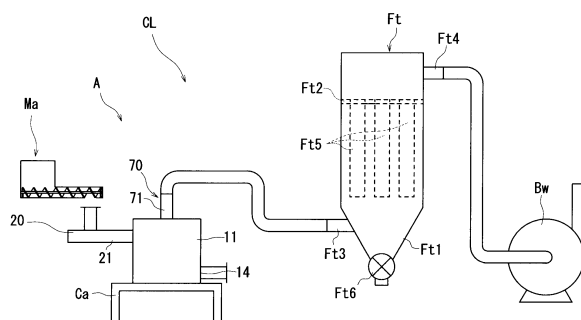
【図 7】



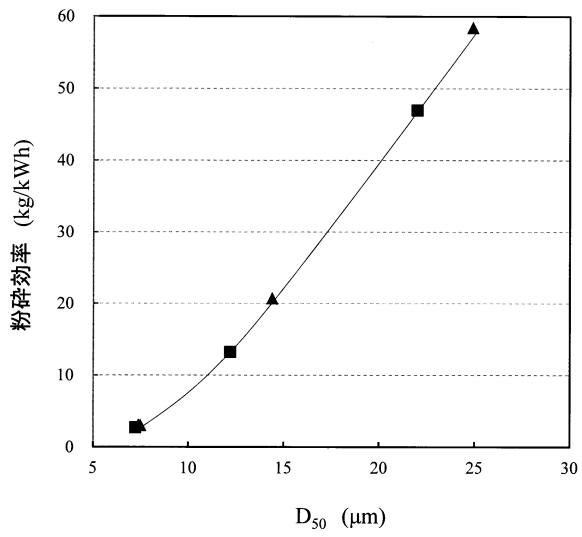
【図 9】



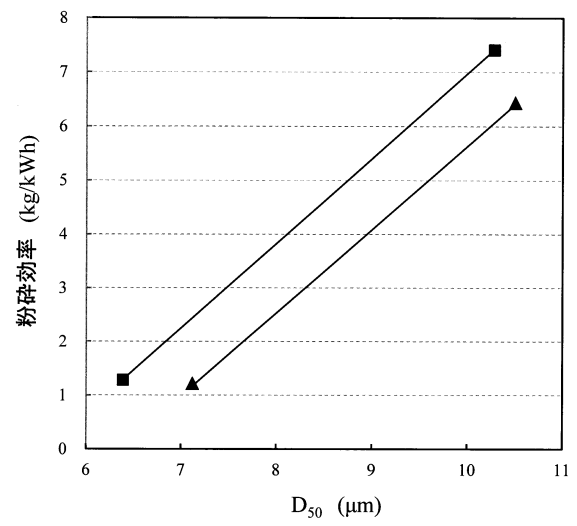
【図 8】



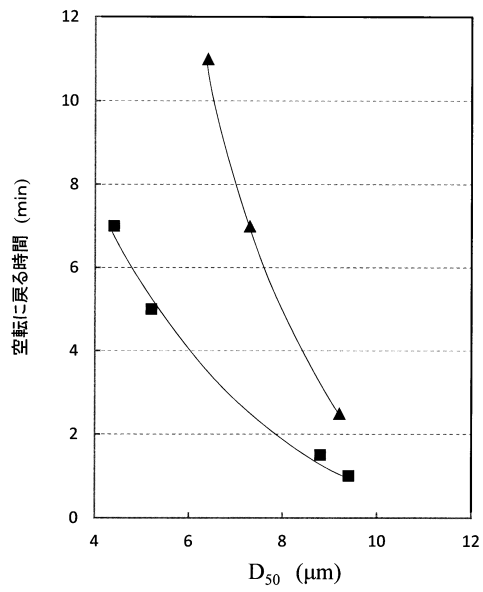
【図 10】



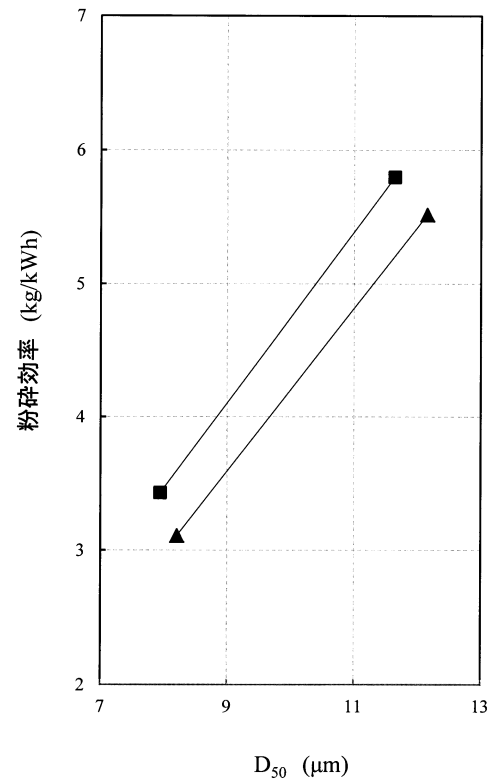
【図 11】



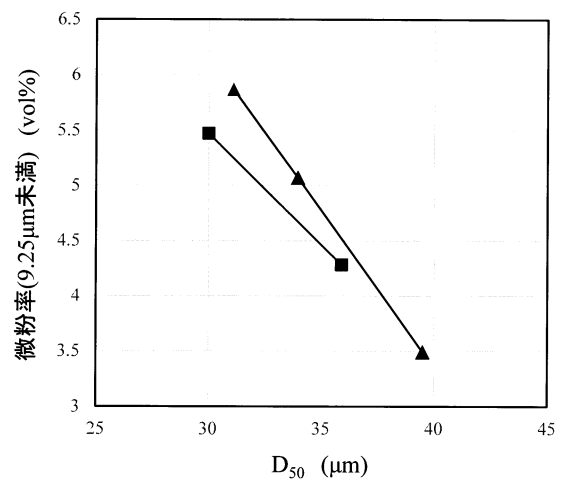
【図 12】



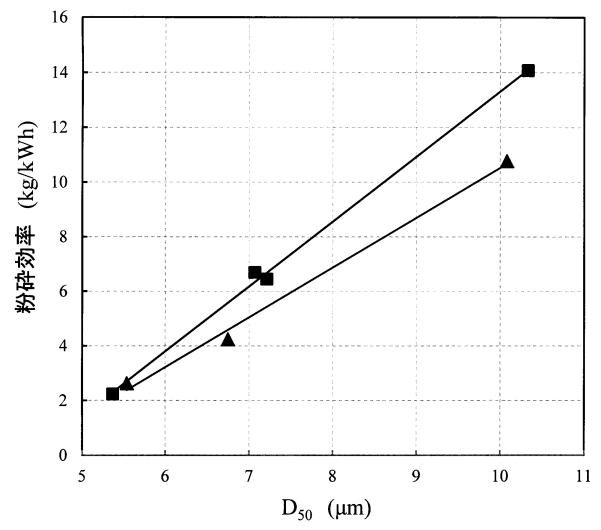
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-061684(JP,A)
特表2003-517927(JP,A)
特開2011-098316(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B02C 13/00 - 13/31
B02C 18/00 - 18/38