

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2014 年 10 月 30 日(30.10.2014)



(10) 国際公開番号  
**WO 2014/175083 A1**

- (51) 国際特許分類:  
**B04C 5/081** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/060536
- (22) 国際出願日: 2014 年 4 月 11 日(11.04.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2013-090579 2013 年 4 月 23 日(23.04.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社静岡プラント (SHIZUOKA PLANT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4210304 静岡県榛原郡吉田町神戸 2 8 4 1 - 2 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 戸田 泰寛(TODA, Yasuhiro); 〒4210304 静岡県榛原郡吉田町神戸 2 8 4 1 - 2 株式会社静岡プラント内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 吉延 彰広, 外(YOSHINOBU, Akihiro et al.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀 3 丁目 1 1 - 8 ニチト八丁堀ビル 9 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: CYCLONE DEVICE

(54) 発明の名称: サイクロン装置

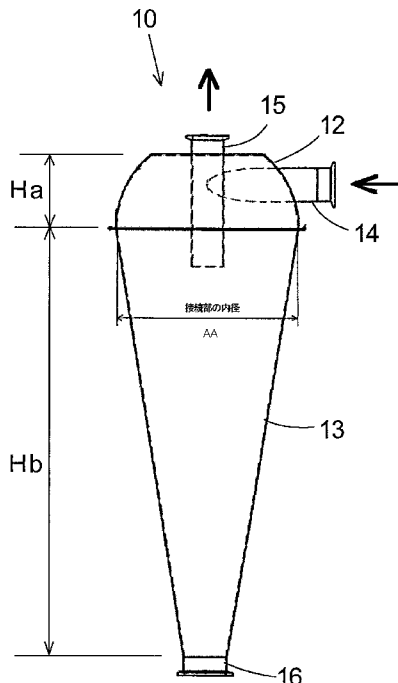


FIG. 1:  
AA Inner diameter of connection part

(57) Abstract: Provided is a cyclone device with which the efficiency in separating out and collecting a fine powder of sub-micron size can be increased. The cyclone device is for separating out and collecting, from a swirling airflow, a powder mixed into the airflow, and is characterized by being provided with an airflow introduction section (12) that has an airflow introduction part (14) for introducing a powder mixture airflow from the tangential direction and that gradually increases in diameter going downward, and an inverted cone-shaped conical section (13) that is connected to a lower end of the airflow introduction section (12) and gradually decreases in diameter going downward.

(57) 要約: サブミクロンサイズの微粉体の分離捕集効率を高めることができるサイクロン装置を提供する。気流中に混合された粉体を旋回気流から分離し捕集するサイクロン装置であって、粉体混合気流を接線方向から導入する気流導入部 14 を有して下方に漸次拡径する気流導入セクション 12 と、この気流導入セクション 12 の下端に接続して下方に漸次縮径する逆円錐状のコニカルセクション 13 を設けたことを特徴とするサイクロン装置。

WO 2014/175083 A1



---

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：サイクロン装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、気流中の微粉体を高い捕集率で捕集することができるサイクロン装置に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、気流中の粉体を分級する装置として用いられるサイクロン装置 20 は、図 9 に示すように、円筒状の上部構造（サイクロンボディ 21）と逆円錐状の下部構造（コニカルセクション 22）を有する接線入口式サイクロン装置が知られている。

このサイクロン装置においては、粉体の混じった気流が、気流導入部 23 からサイクロンボディ 21 の接線方向に渦を描く様にして導入される。そして、気流中に混じった粉体は、遠心力で気流中から分離されてサイクロンボディ 21 の内壁面に衝突して速度が低下する。

その後、サイクロンボディ 21 の内壁面に衝突して減速した粉体は、重力によりサイクロンボディ 21 の下端に接続する逆円錐状のコニカルセクション 22 の内壁面に沿って落下し、コニカルセクション 22 の下方部の粉体捕集部 24 に落下して捕集される。

一方、気流はサイクロンボディ 21 の中心の気流排出部 25 から外部へ排出されるようになっている。

[0003] このようなサイクロン装置の改良技術に関連して、例えば特許文献 1（特公平 7-22722 号公報）にはサイクロンの本体を球形状に形成した球形サイクロンが記載されている。また、特許文献 2（特許 2609537 号公報）には球形内面に沿って渦巻き状に液体を回転通過させることによって、懸濁・分散液から固体粒子を分離させる固液分離方法が記載されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特公平7－22722号公報

特許文献2：特許2609537号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、図9に示すような従来の接線入口式サイクロン装置20は、サイクロンボディ21の気流導入部23付近の気流の角速度を速くして気流中に混じった粉体を遠心力で分離するとともに、サイクロンボディ21の内壁面に衝突させて速度を低下させ、下部の逆円錐状のコニカルセクション22により捕集しているが、その捕集する粉体の粒径は主として1  $\mu$ m以上であり、このようなサブミクロンサイズの微粉体の捕集には、別途バグフィルターのようなフィルターを設けて捕集していた。

また、前記特許文献1や特許文献2に記載されたサイクロン技術は、サイクロンボディを球形化することによって装置自体をコンパクトにするものではあるが、粉体の捕集位置と気流の排出位置が近接するために、分離捕集した粉体と気流とが粉体捕集位置で混在しやすく、サブミクロンサイズの微粉体の分離捕集効率を高めるには限界があった。

[0006] 本発明は、前記従来の問題点に鑑みて、バグフィルターなどを用いることなくサブミクロンサイズの微粉体の捕集効率を高めることができるサイクロン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

[0007] 本発明のサイクロン装置は、

気流中に混合された粉体を旋回気流から分離し捕集するサイクロン装置であって、

粉体混合気流を接線方向から導入する気流導入部を有して下方に漸次拡径する気流導入セクションと、

この気流導入セクションの下端に接続して下方に漸次縮径する逆円錐状のコニカルセクションを設けたことを特徴とする。

[0008] 上記「気流導入セクション」は、下方に漸次拡径する内部構造を有してい

れば、その具体的な構成は特に限定されるものではなく、例えば、半球状の内部構造を有する構成や円錐状の内部構造を有する構成等が採用可能である。

その際、半球状の内部構造を有する構成の態様としては、気流導入セクションの内壁面全体が球面形状を有する構成や、気流導入セクションの内壁面の上部が球面以外（例えば平面等）の形状を有する構成等が採用可能である。

### 発明の効果

[0009] 本発明のサイクロン装置は、気流中に混合された粉体を旋回気流中から分離し捕集するサイクロン装置であって、粉体混合気流を接線方向から導入する気流導入部を有して下方に漸次拡径する気流導入セクションと、この半球状の気流導入セクションの下端に接続して下方に漸次縮径する逆円錐状のコニカルセクションを設けているので、気流中に混合されたサブミクロンサイズの微粉体の分離捕集を可能とするとともに、粉体捕集効率を飛躍的に高めることができる。

[0010] すなわち、従来の接線入口式サイクロン装置では、粉体の混じった気流を気流導入セクションの接線方向から渦を描く様に導入し、気流中に混じった粉体を、遠心力で気流から分離して気流導入セクションの内壁面に衝突させて速度を低下させ、粉体を重力により気流導入セクションの下方（粉体捕集部）に落下させることで捕集しているが、本発明のサイクロン装置においては、気流導入セクションの気流導入部よりその接線方向から導入された粉体を混合した気流は、気流導入セクションが下方に漸次拡径するような内部構造になっているので、気流中の粉体は遠心力で分離させられる一方、気流は気流導入セクション内に導入された途端にその旋回流の角速度が急速に低下させられる。

そのため、気流中から分離した粉体は気流導入セクション内において落下しやすく、その後の逆円錐状のコニカルセクションで角速度を上げられテーパ状の内壁面に衝突して捕集効率が向上する。

このように、従来方式よりもサイクロン装置内での気流の角速度の差を大きくすることにより、サブミクロンサイズの微粉体の捕集効率を上げることができる。

上記構成において、気流導入セクションの高さ  $H_a < \text{逆円錐状のコニカルセクションの高さ } H_b$  の範囲に設定すれば、コニカルセクションにおいて渦状に下降する気流の速度を過度に増大させないようにすることが可能となり、これによりサブミクロンサイズの微粉体を気流に乗せて粉体捕集セクション（捕集箱）まで運ぶことが可能となる。また、コニカルセクションでの上昇気流の速度も過度に大きくはならないので、サブミクロンサイズの微粉体が上に上がって行きにくくすることが可能となる。さらに、コニカルセクションを上昇する気流中にサブミクロンサイズの微粉体が残留していても、その周囲において渦状に下降する気流によってサブミクロンサイズの微粉体を下方へ押し戻して粉体捕集セクションまで運ぶことが可能となる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の第1実施例に係るサイクロン装置の正面図である。

[図2]上記第1実施例のサイクロン装置の平面図である。

[図3]上記第1実施例のサイクロン装置の変形例を示す正面図である。

[図4]従来の接線入口式サイクロン装置により捕集された粉体の粒度分布を示すグラフである。

[図5]上記第1実施例のサイクロン装置により捕集された粉体の粒度分布を示すグラフである。

[図6]本発明の第2実施例に係るサイクロン装置の正面断面図である。

[図7]上記第2実施例のサイクロン装置の平面図である。

[図8]上記第2実施例のサイクロン装置において、粉体を含む気流が装置内を流れる様子を示す、図6と同様の図である。

[図9]従来の接線入口式サイクロン装置の構造を示す概略説明図である。

### 発明を実施するための形態

[0012] 本実施形態に係るサイクロン装置は、気流中に混合された粉体を旋回気流

から分離し捕集するサイクロン装置であって、粉体混合気流を接線方向から導入する気流導入部を有して下方に漸次拡径する半球状の気流導入セクションと、この半球状の気流導入セクションの下端に接続して下方に漸次縮径する逆円錐状のコニカルセクションを設けて構成されている。

これによって、従来の接線入口式サイクロン装置で捕集する粉体の限界粒径が $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上とされていたが、本発明のサイクロン装置ではサブミクロンサイズの微粉体の捕集も可能とした。

[0013] 本実施形態に係るサイクロン装置の上部構造の気流導入セクションは、粉体を混合した気流を気流導入部から導入してその内壁面に沿って接線方向に旋回させる部位であり、コニカルセクションの上端に接続して、半球状に突出してお椀を伏せたような構造を呈している。

なお、気流導入セクションは、下方向が漸次拡径状態の内部構造になっていればよく、半球状の構造の他、円錐状（直線状のテーパを有する）の構造でもよい（図3参照）。

このように気流導入セクションを、下方に漸次拡径した状態（下方広がり）とすることによって、勢いよく導入される気流の角速度を一旦低下させることができ、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の粒径の微粉体であっても分離捕集できるようにした（後述する図4，図5参照）。

[0014] 本実施形態のサイクロン装置の下部構造のコニカルセクションは、気流導入セクションの下端に接続して逆円錐状（下方に漸次縮径する）の形状をなした部位であり、旋回気流に混合した粉体を遠心分離するとともに、逆円錐状の内壁面に衝突させて落下させることで、サブミクロンサイズの微粉体を気流中から分離捕集するようにしている。

[0015] また、本実施形態のサイクロン装置においては、気流導入セクションの高さ $H_a$ とコニカルセクションの高さ $H_b$ を、 $H_a < H_b$ の範囲に設定することができる。

これによって、気流中に含まれるサブミクロンサイズの微粉体あるいはミクロンオーダーの粉体をさらに効率的に分離捕集することが可能になる。

[0016] ここで、気流導入セクションの高さ  $H_a \geq$  コニカルセクションの高さ  $H_b$  であると、気流導入セクションの内壁面に沿って接線状に導入される粉体を含む気流を十分な角速度を有した旋回状態にするためのコニカルセクションのスペースが相対的に少なくなるために、分離効率が極端に低下する傾向が生じる。

また、気流導入セクションとコニカルセクションとのそれぞれの高さの比率 ( $H_a / H_b$ ) は、 $1 / 10 \sim 1 / 5$  の範囲に設定することがより好ましい。高さの比率 ( $H_a / H_b$ ) が  $1 / 10$  より小さくなると、コニカルセクションが長くなるので、粉体を含む気流が粉体捕集セクションまで届かなくなり、分離効率が低下する。

逆に比率 ( $H_a / H_b$ ) が  $1 / 5$  より大きくなると、気流導入部と捕集粉体の捕集位置とが近接するために、気流が速すぎて粉体捕集セクションや捕集箱の中の粉体を巻き上げてしまい、分離効率が低下する傾向が生じる。

[0017] なお、実施形態において、気流導入セクションとコニカルセクションとの接続する部分の内径を  $200 \sim 250 \text{ mm}$  とし、気流導入セクションの高さ  $H_a$  を  $70 \sim 100 \text{ mm}$  とし、コニカルセクションの高さ  $H_b$  を  $200 \sim 1000 \text{ mm}$  の範囲とするとともに、気流導入セクションの高さ  $H_a <$  コニカルセクションの高さ  $H_b$  とした。

## 実施例

[0018] <第1実施例>

以下、本発明の第1実施例に係るサイクロン装置について図面を参照しながら説明する。

図1及び図2に示すように、本実施例のサイクロン装置10は、上部構造の気流導入セクション12と、下部構造のコニカルセクション13とから構成されている。

気流導入セクション12は、下方に漸次拡径した半球状の内部構造を呈しており、粉体を含む気流が、気流導入セクション12の一端に設けられた気流導入部14から気流導入セクション12の接線方向に導入され、その内壁

面に沿って旋回気流を生成するようになっている。

下部構造のコニカルセクション 13 は、この半球状の気流導入セクション 12 の下端に接続して下方に漸次縮径するテーパ状の逆円錐状の内部構造を呈しており、上部構造の気流導入セクション 12 内で減速させられた気流の角速度を増速させるようになっている。

また、気流導入セクション 12 の中心位置には、気流排出部 15 が上下方向に貫通して設けられており、粉体の分離を終えた気流を外部に排出させるようになっている。

なお、下部構造のコニカルセクション 13 の下端には、分離された粉体を捕集する粉体捕集セクション 16 が設けられている。

[0019] 本実施例において、半球状の気流導入セクション 12 とコニカルセクション 13 の接続部の内径を 215 mm とし、高さ  $H_a$  は 85 mm とし、コニカルセクション 13 の高さ  $H_b$  は 515 mm とした。すなわち、気流導入セクション 12 とコニカルセクション 13 との高さの比率 ( $H_a/H_b$ ) を 1/6 に設定し、所定のテーパがコニカルセクション 13 に形成されるようにした。なお、粉体捕集セクション 16 の口径を約 50 mm とした。

[0020] 気流導入部 14 から気流導入セクション 12 内に導入された粉体を含む気流は、気流導入セクション 12 の内壁面に沿って旋回気流を形成し、この間に、気流中の粉体に遠心力が作用して、粉体は気流導入セクション 12 の内壁面に衝突し気流中から分離させられる。

旋回気流は、気流導入セクション 12 が下方へ漸次拡径した内部構造となっているため、気流導入セクション 12 内において気流の角速度は低下させられる。

このため、気流導入セクション 12 内において気流中から分離された粉体は、角速度が低下した気流中を落下しやすくなり、気流導入セクション 12 の下端に接続された逆円錐状のコニカルセクション 13 のテーパ内壁面に沿って下降し、粉体捕集セクション 16 に捕集されるようになる。

一方、粉体を分離した気流は、コニカルセクション 13 の下部で旋回流径

が小さくなるとともにコニカルセクション 13 の中央部において上昇気流となり、気流導入セクション 12 の上方中心部に設けられた気流排出部 15 から外部へ排出されるようになっている。

[0021] 本実施例におけるサイクロン装置の粉体捕集効果を検証するために行った従来装置との比較試験の結果を以下に示す。図 4 及び図 5 は、この比較試験において捕集された粉体の粒度分布を示すグラフである。

[0022] 試験条件

- (a) 天候：曇り
- (b) 気温：14℃
- (c) 湿度：56.0%
- (d) 試験原料：カーボン
- (e) 試験機：サイクロンミル 150BMS 型
- (f) 粉砕機モーター回転数：15,000rpm
- (g) 粉体捕集用プロワー周波数：50Hz
- (h) 導入機スクリュウ周波数：50Hz
- (i) 原料投入量：500g

[0023] 試験結果

(イ) 捕集率の比較

装置 A (従来型サイクロン装置)：捕集率 81.3%

装置 B (本実施例のサイクロン装置)：捕集率 94.0%

カーボン投入量 500g とする同一条件のもと、サイクロン装置上部構造のサイクロンボディ (本実施例の気流導入セクション) の形状と直径、長さを変えることで捕集率の変化を測定した。

図 1 に示す本実施例のサイクロン装置の捕集率は、従来型サイクロン装置の捕集率よりも 1.16 倍高くなることが分かる。

[0024] (ロ) 粒度分布の比較

図 4 及び図 5 は、従来型サイクロン装置及び本実施例のサイクロン装置により、それぞれ捕集された微粉体の粒度分布を示すグラフである。同一条件

のもと粒度分布に変化を測定した。

本実施例のサイクロン装置は、従来型サイクロン装置が捕集できなかった、粒径 $1.060\mu\text{m}$ 未満から粒径 $0.630\mu\text{m}$ 以上の粉体を捕集することができた。

従って、本実施例のサイクロン装置で捕集した粉体の粒径のピークである平均粒径( $D50$ )は、従来型サイクロン装置で捕集した粉体の粒径のピークである平均粒径よりも、 $1.66\mu\text{m}$ 小さいことが分かる。

また、本実施例のサイクロン装置で捕集された粉体の粒径は、累積値 $10\%$ ( $D10$ )でも、従来型サイクロン装置よりも $0.85\mu\text{m}$ 小さく、累積値 $90\%$ ( $D90$ )でも、従来型サイクロン装置よりも $6.3\mu\text{m}$ 小さいことが明らかである。

[0025] 以上説明したように、本実施例のサイクロン装置10は、バグフィルターなどを用いることなく、サブミクロンサイズの微粉体の分離捕集効率を高めることができる。

このように分離捕集効率がよくなるのは以下の理由によるものと推定される。

すなわち、気流導入セクション12が下方に漸次拡径内部構造を有しているため、気流導入セクション12の接線方向に入ってきた気流は、半球の中を回る間に、角速度が落ちる。そして、下部構造のコニカルセクション13は下方に漸次縮径する構造であるので回転径が小さくなって角速度が上昇する。

このように、角速度の差を大きくすることによって、サブミクロンサイズの微粉体が遠心作用で気流から分離されやすくなり捕集されやすくなる。

[0026] また、サイクロン装置10では、バグフィルターに起因する異物混入の恐れがなく、バグフィルターで発生する目詰まりも発生しないので、メンテナンスが容易で長時間の連続運転が可能である。

さらに、円筒状の上部で旋回流を形成させて粉体を遠心分離させる従来型のサイクロン装置では、圧力損失が大きいため風量の大きなブロア等が必要

である。

しかし、本実施例のサイクロン装置１０は、円筒状のものに比べてコンパクト化が可能であり、しかも圧力損失が小さく、風量の小さいブロー等で装置を駆動させることができ、省エネ性に優れる。

[0027] 本実施例のサイクロン装置１０は、その気流導入セクション１２が上部に平面部を有する半球状の内部構造を有する構成となっているが、その変形例として、図３に示すように、その気流導入セクション１２が上部に平面部を有する円錐状の内部構造を有する構成とすることも可能である。

[0028] <第２実施例>

次に、本発明の第２実施例について説明する。

図６は、本実施例に係るサイクロン装置１１０を示す正面断面図であり、図７は、その平面図である。

これらの図に示すように、本実施例のサイクロン装置１１０は、下方に漸次拡径する半球状の気流導入セクション１１２と、この気流導入セクションの下端に接続して下方に漸次縮径する逆円錐状のコニカルセクション１１３と、このコニカルセクション１１３の下端部に接続された粉体捕集セクション１１６とを備えている。

本実施例においても、気流導入セクション１１２には、粉体を含む気流を装置内に導入するための気流導入部１１４と、粉体の分離を終えた気流を外部に排出するための気流排出部１１５とが設けられている。これらの具体的な構成については後述する。

[0029] 気流導入セクション１１２は、内壁面の全域が球面に沿って半球状に形成された球面部１１２Ａと、この球面部１１２Ａの上端位置（平面視では球面部１１２Ａの中心位置）において上向きに開口する筒状開口部１１２Ｂと、球面部１１２Ａの下端位置（平面視では外周縁の位置）において水平に延びる外周フランジ部１１２Ｃとからなっている。

このように球面部１１２Ａの上端位置に筒状開口部１１２Ｂが形成されていることにより、気流導入セクション１１２の高さ（正確には球面部１１２

Aの内壁面の高さ)  $H_a$ は、その下端位置の内径 $D_1$ の半分よりも僅かに小さい値になっている。

[0030] コニカルセクション113は、逆円錐状に形成された筒状の本体部113Aと、この本体部113Aの上下両端においてそれぞれ水平に延びる上端フランジ部113Bおよび下端フランジ部113Cとからなっている。

コニカルセクションの高さ $H_b$ は、気流導入セクションの高さ $H_a$ の2倍以上の値(すなわち $H_a/H_b \leq 1/2$ )(より好ましくは $H_a/H_b \leq 1/3$ )に設定されている。具体的には、 $H_a/H_b = 1/6$ 程度の値に設定されている。

このコニカルセクション113の上端位置の内径は、気流導入セクション112の球面部112Aの下端位置の内径 $D_1$ と同じ値に設定されている。また、このコニカルセクション113の下端位置の内径 $D_2$ は、その上端位置の内径 $D_1$ に対して、 $D_2 = 1/6 \sim 1/4 \times D_1$ 程度の値に設定されている。

[0031] このコニカルセクション113は気流導入セクション112に固定されているが、この固定はリング状固定具120の着脱によって分離可能な態様で行われている。

このリング状固定具120は、図7に示すように、1対の半割リング120A、120Bがピン120Cを中心にして相対回転し得るように構成されている。そして、このリング状固定具120は、気流導入セクション112の外周フランジ部112Cとコニカルセクション113の上端フランジ部113Bとを上下に重ね合わせた状態で、その外周側から1対の半割リング120A、120Bをこれらに嵌め込んでバックル120Dを締め付けることにより、その装着が行われるように構成されている。

[0032] 粉体捕集セクション116は、円筒状の密閉容器として構成されており、その上面中心位置には円形の開口部116aが形成されている。この開口部116aの内径は、コニカルセクション113の下端位置の内径 $D_2$ と同じ値に設定されている。

この粉体捕集セクション 116 の内径 D3 は、気流導入セクション 112 の球面部 112A の下端位置の内径 D1 よりも大きい値に設定されている。具体的には、 $D3/D1 = 1.2 \sim 2$  程度の範囲内の値に設定されている。

この粉体捕集セクション 116 は、その開口部 116a の外周縁部においてコニカルセクション 113 の下端フランジ部 113C に固定されている。この固定は、例えば溶接やボルト締め等によって行われている。

[0033] 次に、気流導入部 114 および気流排出部 115 の構成について説明する。

気流導入部 114 は、円筒状に形成されており、平面視において気流導入セクション 112 の中心位置から外れた位置において接線方向に水平に延びている。そして、この気流導入部 114 は、その一端部において気流導入セクション 112 の球面部 112A に固定されている。この固定は、例えば溶接やボルト締め等によって行われている。

気流導入セクション 112 の球面部 112A には、気流導入部 114 と連通する開口部 112Aa が形成されている。

一方、気流排出部 115 は、円筒状に形成されており、気流導入セクション 112 をその中心位置において上下方向に貫通している。その際、この気流排出部 115 は、気流導入セクション 112 の筒状開口部 112B に嵌め込まれた状態で、その上端部において筒状開口部 112B に固定されている。この固定は、例えば溶接やボルト締め等によって行われている。

[0034] 本実施例のサイクロン装置 110 において、気流導入部 114 は、粉体混合気流を気流導入セクション 116 に対して気流排出部 115 の外周面に沿って導入する位置に形成されている。

すなわち、この気流導入部 114 は、その内周面の仮想延長面が気流排出部 115 の外周面と点接触するような位置関係またはこれに近い位置関係で配置されている。気流導入部 114 がこのような位置関係で配置されていることにより、気流導入セクション 112 の開口部 112Aa は、その球面部 112A の上端部に位置することとなる。

この気流導入部 114 の内径  $D_4$  は、気流導入セクションの下端位置の内径  $D_1$  に対して  $1/5$  以下の値に設定されている。具体的には、 $D_4/D_1 = 1/7 \sim 1/5$  程度の範囲内の値（例えば  $D_4/D_1 = 1/6$  程度の値）に設定されている。

[0035] 気流排出部 115 は、その下端位置が気流導入セクション 112 の下端位置よりも下方側でかつコニカルセクション 113 の上下方向中心位置よりも上方側の位置に設定されている。すなわち、この気流排出部 115 の下端位置から気流導入セクション 112 の下端位置までの高さ  $H_c$  は、コニカルセクションの高さ  $H_b$  に対して、 $H_c < 1/2 \times H_b$ （より好ましくは  $H_c < 1/4 \times H_b$ ）の値（例えば  $H_c = 1/7 \times H_b$  程度の値）に設定されている。

また、この気流排出部 115 の内径  $D_5$  は、気流導入部 114 の内径  $D_4$  に対して、 $D_5 \geq D_4$  に設定されている。具体的には、 $D_5/D_4 = 1 \sim 1.5$  程度の範囲内の値に設定されている。

[0036] 図 8 は、本実施例のサイクロン装置 110 において、粉体混合気流（すなわち粉体を含む気流）が装置内を流れる様子を示す、図 6 と同様の図である。

同図において、太線で示す矢印付きの曲線 A は、粉体混合気流の典型的な流れの状態を示している。また、この曲線 A に沿って直列状に配置された複数の矢印 B は、粉体混合気流の流速を示しており、長い矢印ほど流速が大きいことを示している。

[0037] 同図に示すように、本実施例においても、気流導入部 114 から気流導入セクション 112 に対して接線方向に導入された粉体混合気流は、その球面部 112A の内壁面に沿って旋回する気流となる。

その際、球面部 112A は、その内壁面の全域が球面に沿って半球状に形成されており、その上端部に形成された開口部 112Aa から粉体混合気流が導入されるので、この粉体混合気流は球面部 112A の内壁面に沿って滑らかに旋回しながらその向きを下向きに大きく変化させることとなる。しか

も、この粉体混合気流は、球面部 1 1 2 A の内部においてその旋回半径が急激に増大するので、その流速は急激に減少し、球面部 1 1 2 A の下端位置に到達した時点ではかなり緩やかな流れとなり、この状態でコニカルセクション 1 1 3 に移行することとなる。このため、気流中に含まれている粉体がたとえサブミクロンサイズの微粉体であっても気流中から容易に分離され、コニカルセクション 1 1 3 の本体部 1 1 3 A の内壁面に沿って落下することとなる。

[0038] コニカルセクション 1 1 3 の内部に移行した直後の気流は、かなり下向きで緩やかに旋回する渦状の流れとなっているが、このコニカルセクション 1 1 3 の本体部 1 1 3 A は逆円錐状に形成されているので、この本体部 1 1 3 A の内部を下降するに従って旋回半径が徐々に減少し、これに伴って流速が徐々に増大する。このため、この渦状の気流は、その下端位置に到達した時点ではある程度速い流れとなる。

そして、この渦状の気流は、本体部 1 1 3 A の内壁面に沿って落下する粉体と共にある程度速い流れのまま粉体捕集セクション 1 1 6 に流入する。その際、この粉体捕集セクション 1 1 6 の内径はその開口部 1 1 6 a の内径に比してかなり大きいので、渦状の気流は開口部 1 1 6 a を通過した直後にその流速が急激に減少する。このため、粉体捕集セクション 1 1 6 に流入した気流に含まれるサブミクロンサイズの微粉体が分離して、その内部に滞留しやすくなる。

[0039] 一方、粉体捕集セクション 1 1 6 に流入してサブミクロンサイズの微粉体を分離した気流は、その開口部 1 1 6 a を介してコニカルセクション 1 1 3 に戻る。その際、コニカルセクション 1 1 3 から粉体捕集セクション 1 1 6 に流入する渦状の気流は、この開口部 1 1 6 a における外周縁寄りの環状領域を通過するので、コニカルセクション 1 1 3 に戻る上向きの気流は開口部 1 1 6 a の中心領域を通過する。

そして、このコニカルセクション 1 1 3 に戻った上向きの気流は、その本体部 1 1 3 A の内壁面に沿って下向きに流れる渦状の気流の中心を上昇し、

気流排出部 115 を介して装置の外部に排出される。

[0040] 次に本実施例の作用効果について説明する。

本実施例のサイクロン装置 110 は、その気流導入セクション 112 の球面部 112A における内壁面の全域が球面に沿って半球状に形成されており、この球面部 112A の開口部 112Aa から粉体混合気流が気流排出部 115 の外周面に沿って導入される構成となっているので、気流排出部 115 への衝突により粉体混合気流の向きが変わってしまうのを未然に防止した上で、球面部 112A の最も内周側でかつ最も上方側において粉体混合気流の導入を行うことができる。

したがって、球面部 112A の内部において粉体混合気流の流速を急激に減少させることができ、これにより気流中に含まれている粉体がたとえサブミクロンサイズの微粉体であっても容易にこれを分離することができる。

[0041] また本実施例においては、気流導入セクション 112 とコニカルセクション 113 の高さの比  $H_a/H_b$  が、 $H_a/H_b \leq 1/2$  に設定されているので、コニカルセクション 113 において渦状に下降する気流の速度を過度に増大させないようにすることができる。したがって、サブミクロンサイズの微粉体を気流に乗せて粉体捕集セクション 116 まで運ぶことができる。また、コニカルセクション 113 での上昇気流の速度も過度に大きくはならないので、サブミクロンサイズの微粉体が上に上がって行きにくくすることができる。さらに、コニカルセクション 113 を上昇する気流中にサブミクロンサイズの微粉体が残留していても、その周囲において渦状に下降する気流によってサブミクロンサイズの微粉体を下方へ押し戻して粉体捕集セクション 116 まで運ぶことができる。

このような効果は、粉体の種類にかかわらず得ることが可能であり、その際、 $H_a/H_b \leq 1/3$  とすることがより効果的である。なお、粉体がカーボンの場合には、 $H_a/H_b = 1/10 \sim 1/5$  とすることがより一層効果的であり、粉体がお茶の炭である場合には、 $H_a/H_b = 1/3 \sim 1/5$  とすることがより一層効果的である。

[0042] さらに本実施例においては、気流排出部 115 の下端位置が、気流導入セクション 112 の下端位置よりも下方側でかつコニカルセクション 113 の上下方向中心位置よりも上方側の位置に設定されているので、粉体の捕集位置（すなわち粉体捕集セクション 116 の開口部 116a の位置）とコニカルセクション 113 からの気流の排出位置とを十分に離すことができる。したがって、分離捕集した粉体と気流とが粉体の捕集位置で混在しにくくなり、これによりサブミクロンサイズの微粉体の分離捕集効率をさらに高めることができる。その際、流排出部 115 の下端位置から気流導入セクション 112 の下端位置までの高さ  $H_c$  は、コニカルセクションの高さ  $H_b$  に対して、 $H_c < 1/4 \times H_b$  とすることがより効果的である。

[0043] また本実施例においては、気流導入セクション 112 の下端位置の内径  $D_1$  が、気流導入部 114 の内径  $D_4$  に対して 5 倍以上の値に設定されているので、気流導入セクション 112 における粉体混合気流の角速度低減効果を十分に高めることができる。

すなわち、図 9 に示す従来のサイクロン装置 20 においては、円筒状のサイクロンボディ 21 に流入する粉体混合気流の角速度を大きくして気流中の粉体を遠心力で分離する必要があるので、気流導入部 23 の内径に対してサイクロンボディ 21 の内径をあまり大きくすることができない。これに対し、本実施例においては、気流導入セクション 112 の球面部 112A の内壁面に沿って粉体混合気流を滑らかに旋回させてその向きを下向きに大きく変化させるとともにその角速度を急激に小さくすることにより、気流中の粉体を分離する構成となっているので、気流導入セクション 112 の下端位置の内径  $D_1$  をある程度大きくすることがむしろ効果的である。

そこで、本実施例のように  $D_1 \geq 5 \times D_4$  として、気流導入セクション 112 における粉体混合気流の角速度低減効果を十分に高めるようにすれば、気流中からの粉体の分離機能を高めることができる。その際、たとえサブミクロンサイズの微粉体であっても分離機能を高めることができる。

[0044] さらに本実施例においては、円筒状に形成された粉体捕集セクション 11

6の内径D3が、気流導入セクション112とコニカルセクション113との接続部の内径D1よりも大きい内径を有しているので、粉体捕集セクション116に捕集された粉体の攪拌速度を十分低下させることができ、これにより粉体捕集セクション116に捕集された粉体を、粉体捕集セクション116に流入した気流によって巻き上げられてしまうのを未然に防止することができる。したがって、たとえサブミクロンサイズの微粉体であっても、粉体捕集セクション116に一旦捕集された後は、粉体捕集セクション116に滞留させておくことが容易に可能となる。

[0045] なお、本実施例においては、粉体捕集セクション116が円筒状の密閉容器として構成されているものとして説明したが、これ以外の形状を有する構成とすることも可能である。このようにした場合においても、粉体捕集セクション116の上端部が、気流導入セクション112とコニカルセクション113との接続部の内径D1よりも大きい内径を有する構成（例えば、逆円錐状の構成）とすれば、本実施例と同様の作用効果を得ることができる。

[0046] 以上、本発明に係るサイクロン装置の形態に関して第1および第2実施例を説明した。

本発明に係るサイクロン装置の構成部材や、導入される粉体混合気流の量などの各設定値は、第1および第2実施例のものに限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で当業者により随時変更が可能であることは言うまでもない。

[0047] 本発明に係るサイクロン装置の用途として、例えば、掃除機において吸引ブロワーと組み合わせて用いたり、燃料電池車や燃料電池発電機においてエアークリーナーの吸引口に取り付けた状態で用いたりすることも可能である、

### 産業上の利用可能性

[0048] 近年、粉体の付加価値を高めるために1 $\mu$ m以下の粒径でかつ粒径分布が制御された微粉体を要求する傾向が強くなっていることから、本発明のサイクロン装置は、微粉体を対象とした分級および粉碎操作などの粉体を扱う工

業プロセスに広く応用することが期待でき、産業上の利用可能性が極めて高い。

### 符号の説明

- [0049]    1 0      第1実施例のサイクロン装置
- 1 2      気流導入セクション
- 1 3      コニカルセクション
- 1 4      気流導入部
- 1 5      気流排出部
- 1 6      粉体捕集セクション
- 2 0      従来型のサイクロン装置
- 2 1      サイクロンボディ
- 2 2      コニカルセクション
- 2 3      気流導入部
- 2 4      粉体捕集部
- 2 5      気流排出部
- 1 1 0      第2実施例のサイクロン装置
- 1 1 2      気流導入セクション
- 1 1 2 A      球面部
- 1 1 2 A a      開口部
- 1 1 2 B      筒状開口部
- 1 1 2 C      外周フランジ部
- 1 1 3      コニカルセクション
- 1 1 3 A      本体部
- 1 1 3 B      上端フランジ部
- 1 1 3 C      下端フランジ部
- 1 1 4      気流導入部
- 1 1 5      気流排出部
- 1 1 6      粉体捕集セクション

- 1 1 6 a 開口部
- 1 2 0 リング状固定具
- 1 2 0 A、1 2 0 B 半割リング
- 1 2 0 C ピン
- 1 2 0 D バックル
- D 1 気流導入セクションの下端位置の内径
- D 2 コニカルセクションの下端位置の内径
- D 3 粉体捕集セクションの内径
- D 4 気流導入部の内径
- D 5 気流排出部の内径
- H a 気流導入セクションの高さ
- H b コニカルセクションの高さ
- H c 気流排出部の下端位置から気流導入セクションの下端位置までの高さ

## 請求の範囲

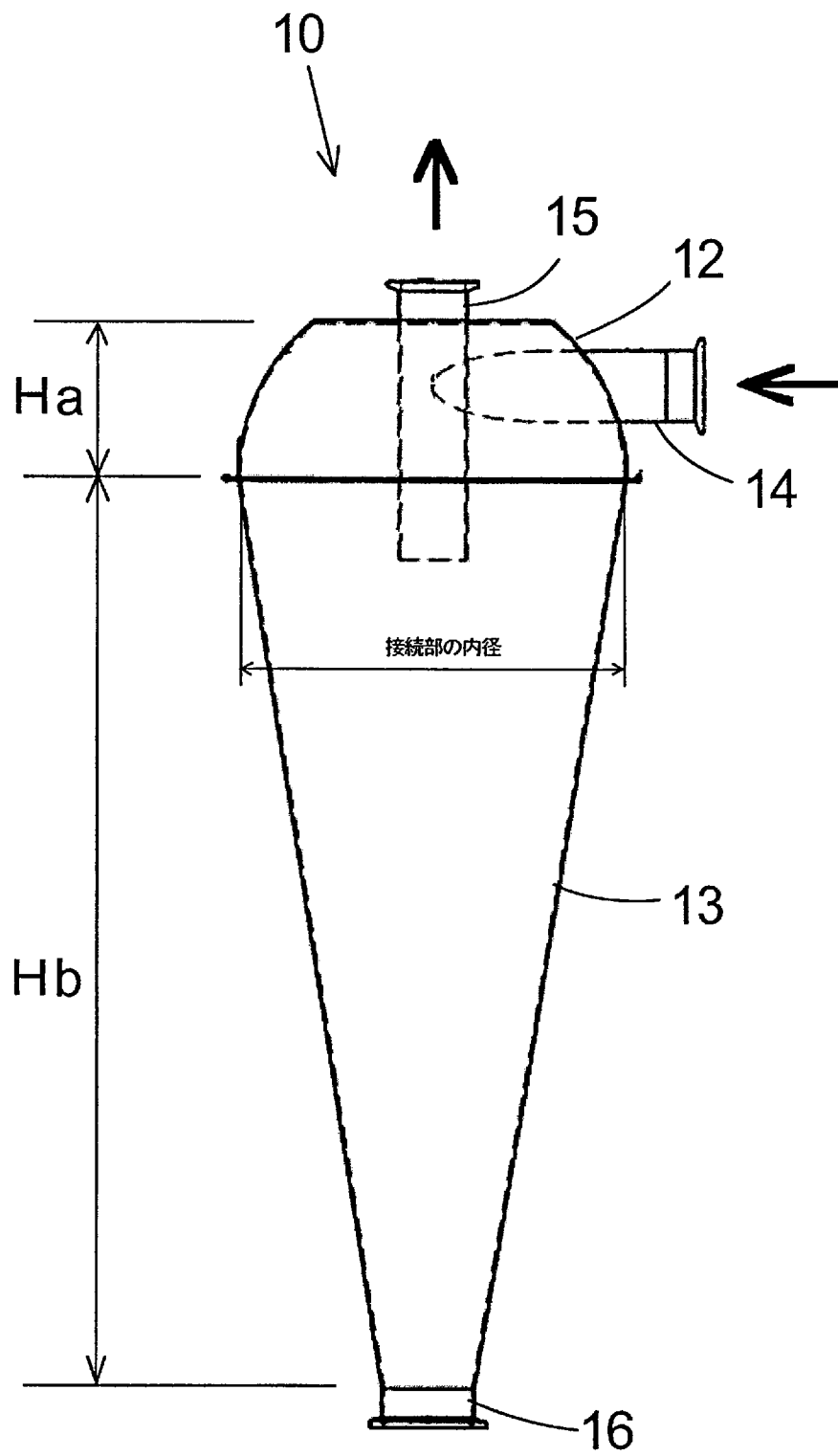
- [請求項1] 気流中に混合された粉体を旋回気流から分離し捕集するサイクロン装置であって、
- 粉体混合気流を接線方向から導入する気流導入部を有して下方に漸次拡径する気流導入セクションと、
- この気流導入セクションの下端に接続して下方に漸次縮径する逆円錐状のコニカルセクションを設けたことを特徴とするサイクロン装置。
- [請求項2] 前記気流導入セクションが、半球状の内部構造を有するように構成されたことを特徴とする請求項1に記載のサイクロン装置。
- [請求項3] 前記気流導入セクションの高さ $H_a$  < 前記逆円錐状のコニカルセクションの高さ $H_b$ の範囲に設定するように構成したことを特徴とする請求項1乃至2のいずれか1項に記載のサイクロン装置。
- [請求項4] 前記気流導入セクションと前記コニカルセクションの高さの比 $H_a / H_b$ が、 $H_a / H_b \leq 1 / 2$ に設定されていることを特徴とする請求項3に記載のサイクロン装置。
- [請求項5] 前記気流導入セクションの中心位置に、粉体の分離を終えた気流を外部に排出するための気流排出部が、前記気流導入セクションを上下方向に貫通するようにして設けられており、
- 前記気流排出部の下端位置が、前記気流導入セクションの下端位置よりも下方側でかつ前記コニカルセクションの上下方向中心位置よりも上方側の位置に設定されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のサイクロン装置。
- [請求項6] 前記気流導入部が、粉体混合気流を前記気流導入セクションに対して前記気流排出部の外周面に沿って導入する位置に形成されていることを特徴とする請求項5に記載のサイクロン装置。
- [請求項7] 前記気流導入セクションと前記コニカルセクションとの接続部の内径が、前記気流導入部の内径に対して5倍以上の値に設定されている

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のサイクロン装置。

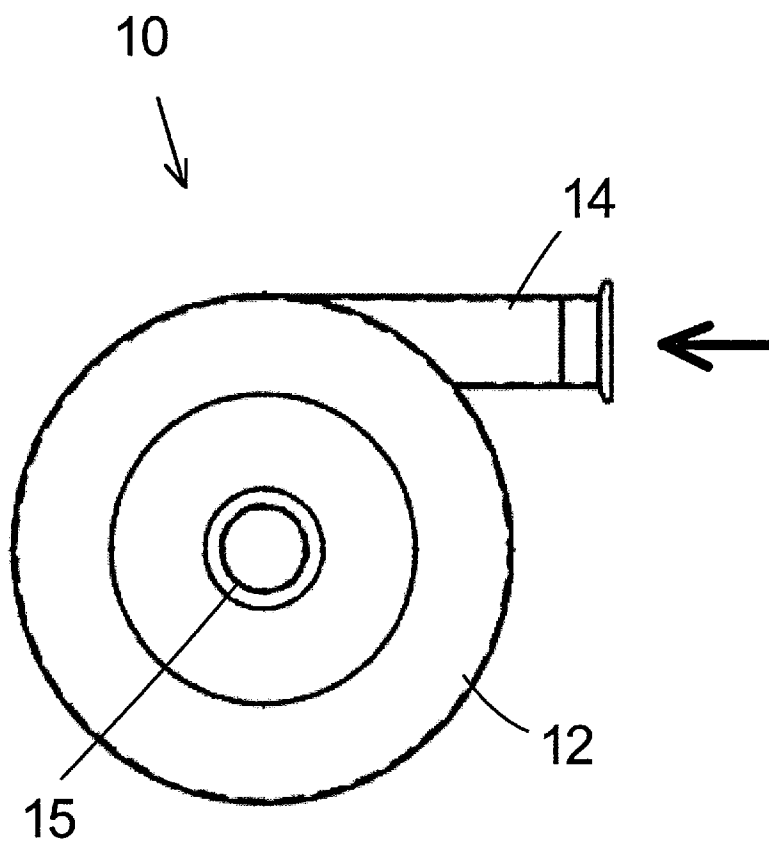
[請求項 8] 前記コニカルセクションの下端に接続した開口部を有し、旋回気流から分離された粉体を捕集するための粉体捕集セクションが設けられており、

前記粉体捕集セクションの上端部が、前記気流導入セクションと前記コニカルセクションとの接続部の内径よりも大きい内径を有していることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のサイクロン装置。

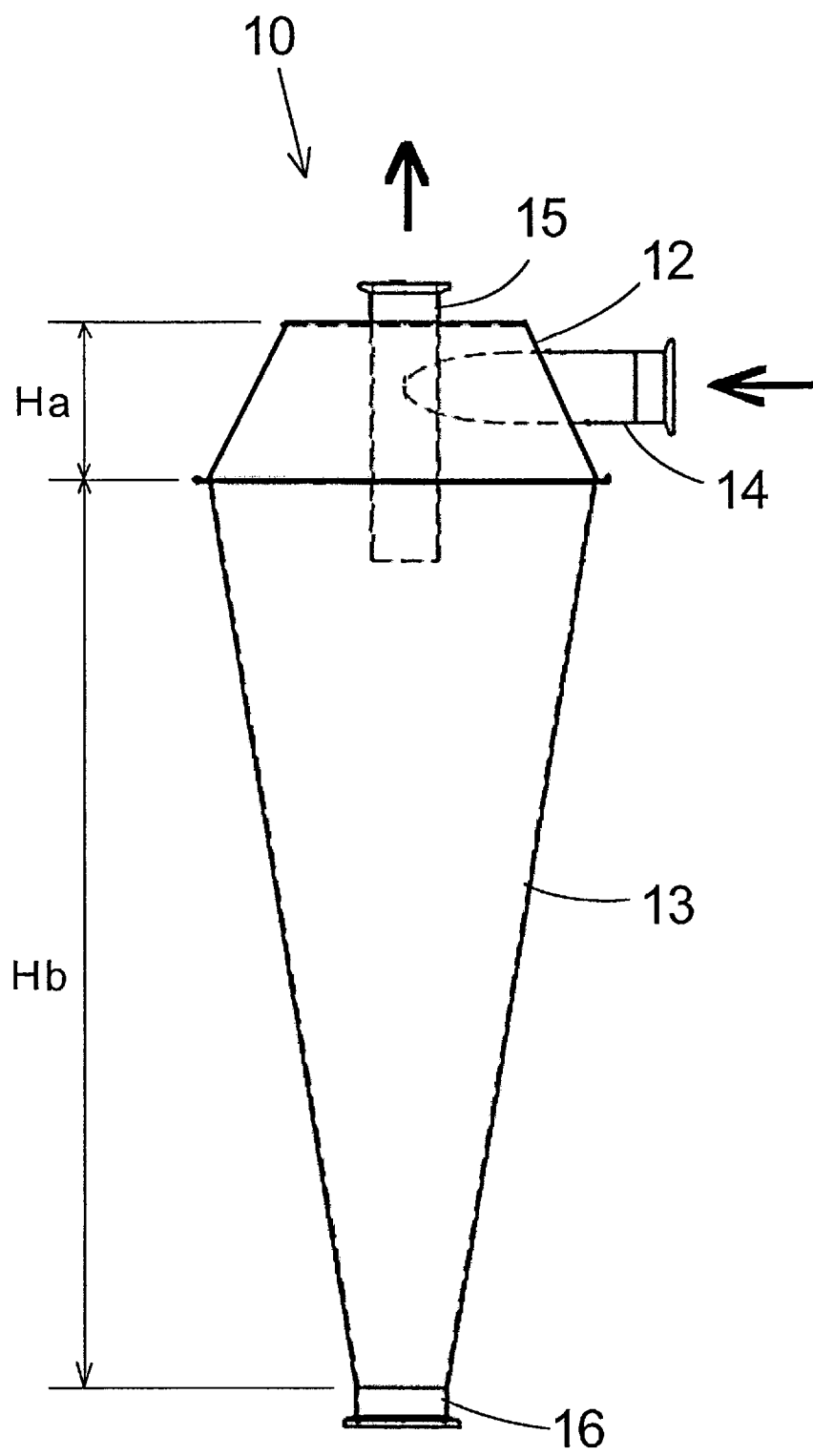
[図1]



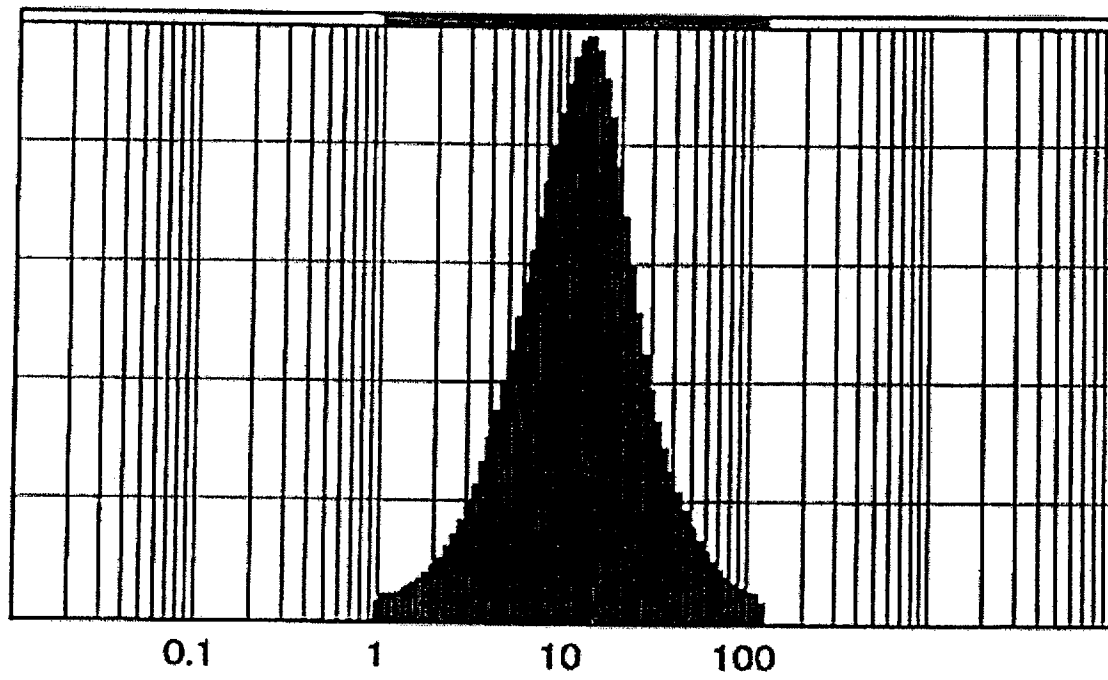
[図2]



[図3]

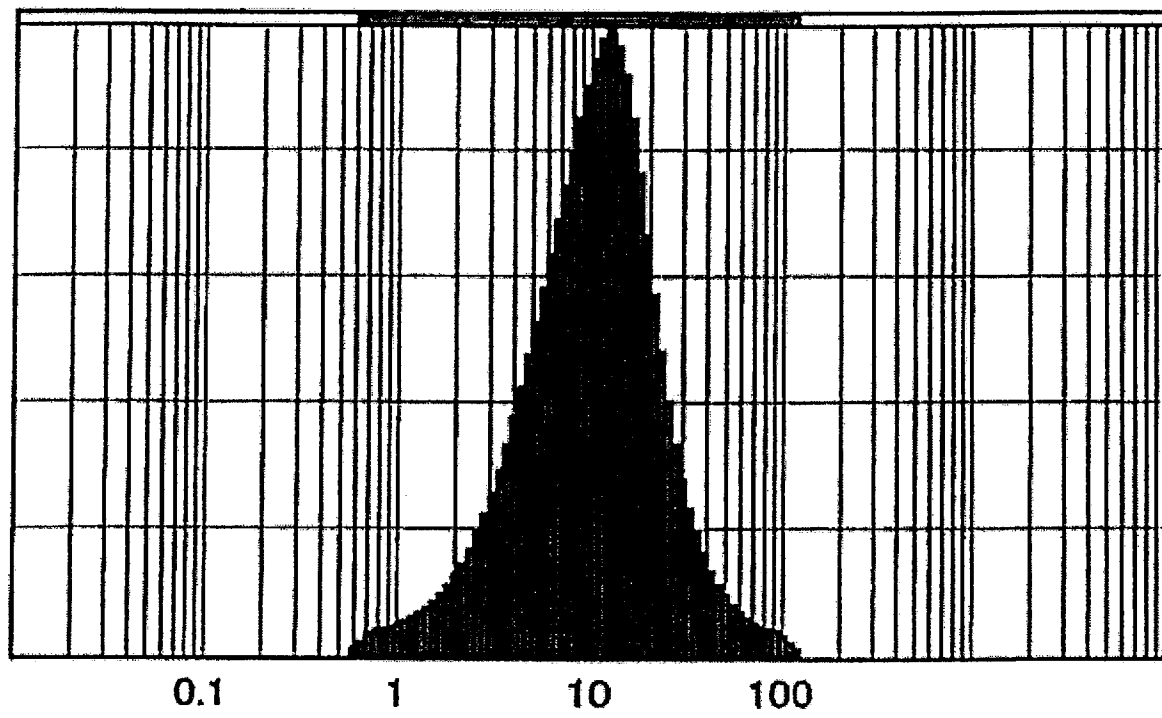


[図4]



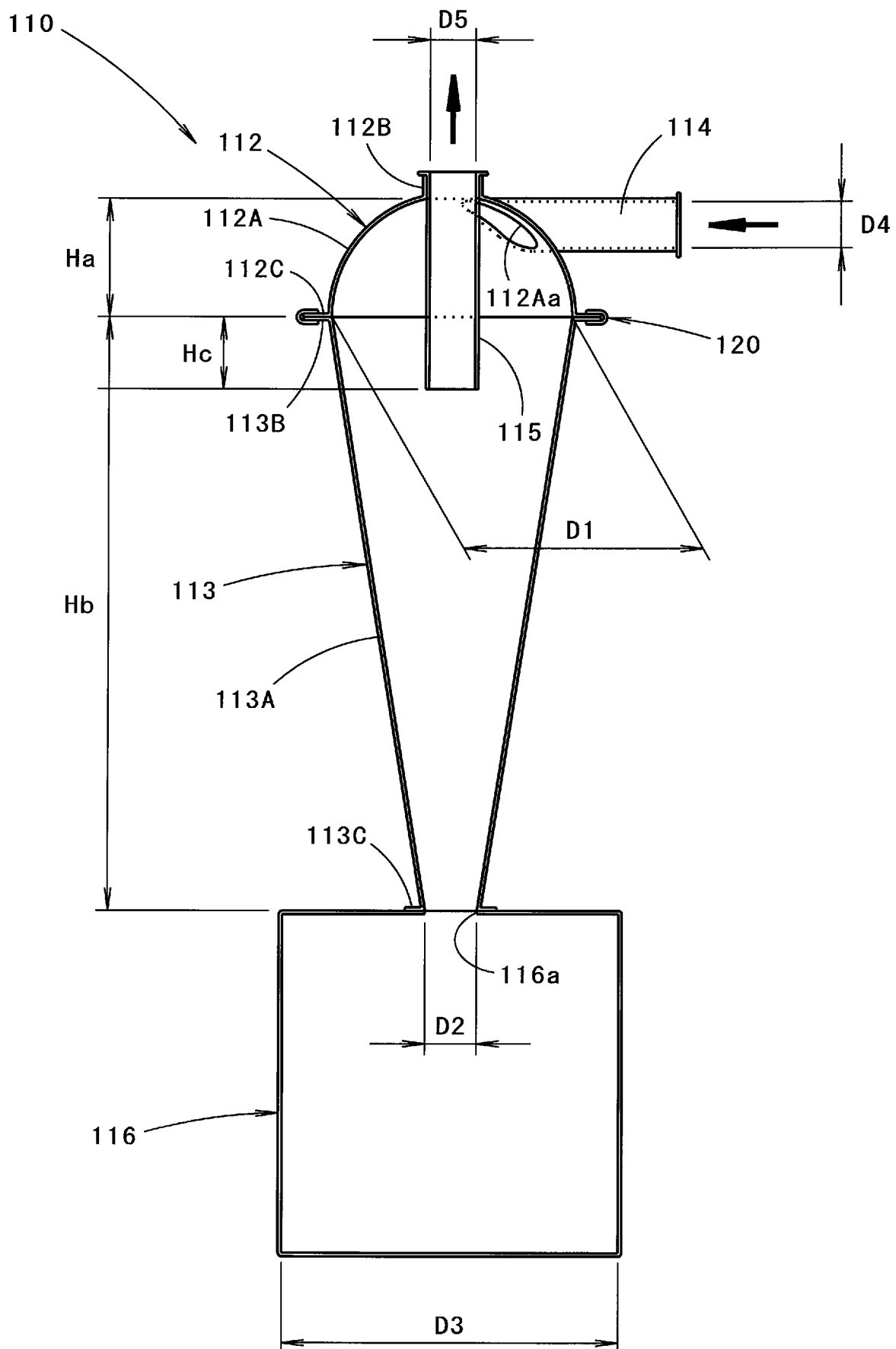
| D10          | D50           | D90           | D100           |
|--------------|---------------|---------------|----------------|
| 4.23 $\mu$ m | 12.22 $\mu$ m | 32.42 $\mu$ m | 124.50 $\mu$ m |

[図5]

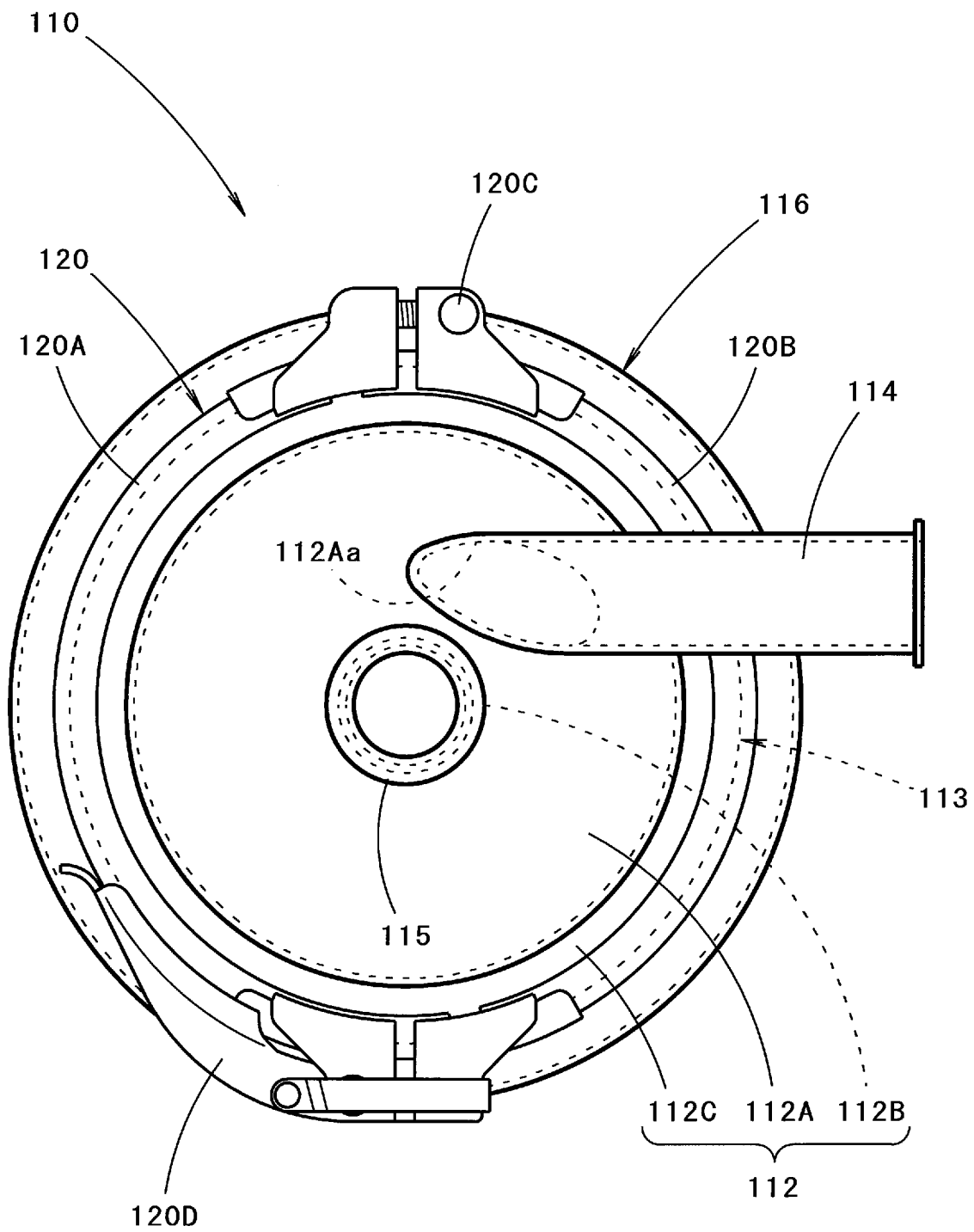


| D10     | D50      | D90      | D100      |
|---------|----------|----------|-----------|
| 3.38 μm | 10.56 μm | 26.12 μm | 124.50 μm |

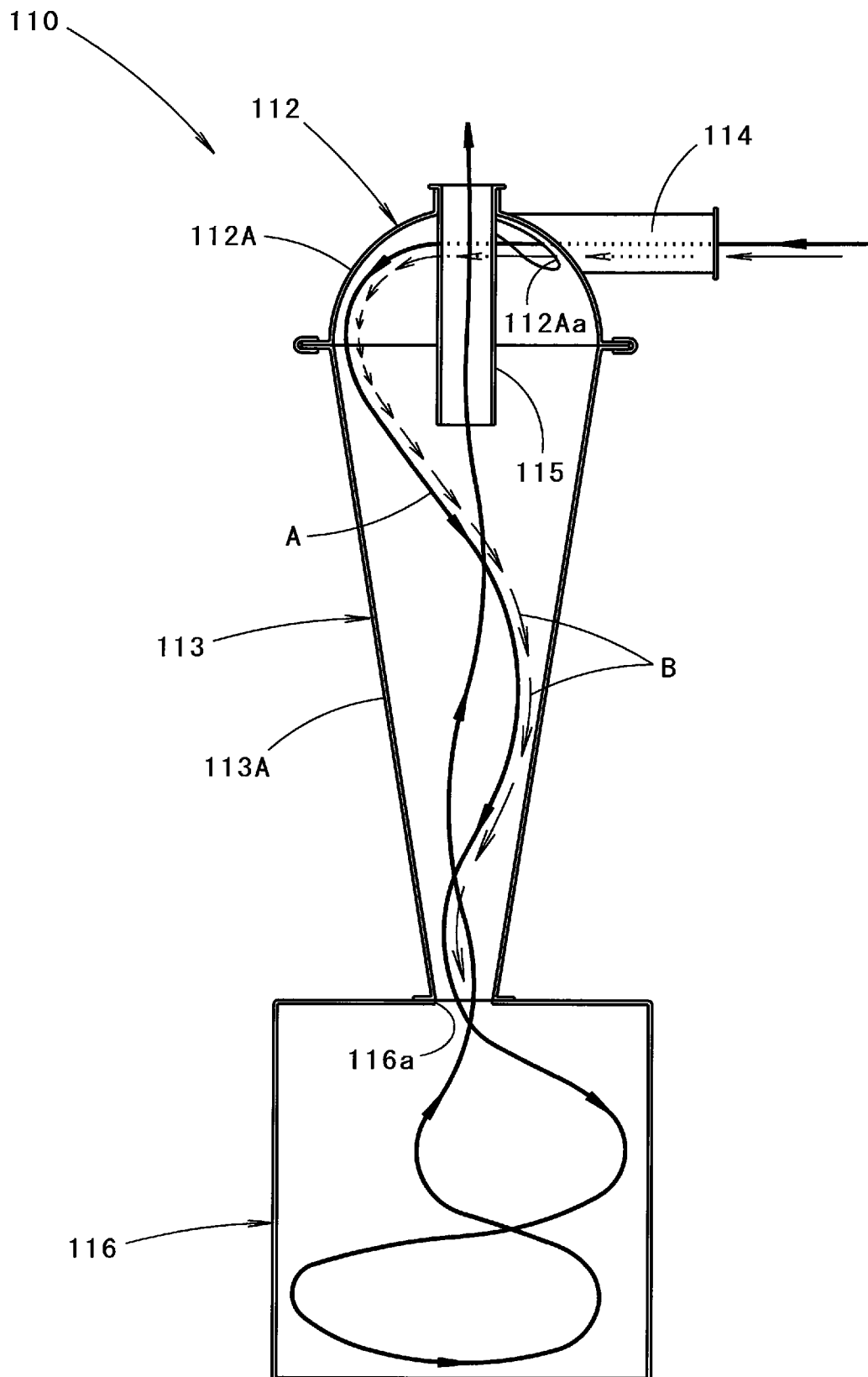
[図6]



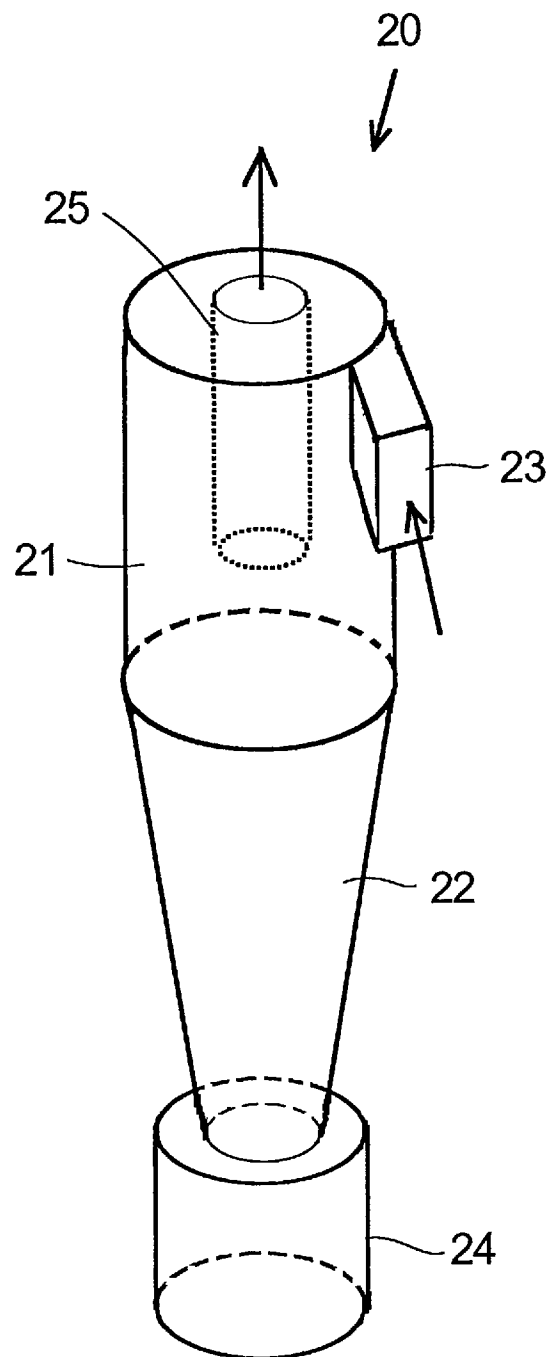
[図7]



[図8]



[図9]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/060536

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B04C5/081(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B04C5/081

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2014 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2014 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2014 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X<br>Y    | Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 47850/1982 (Laid-open No. 151457/1983) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 11 October 1983 (11.10.1983), entire text; all drawings (particularly, claims; fig. 1, 2) (Family: none) | 1, 3<br>2-8           |
| Y         | JP 1-307466 A (Yasunobu YOSHIDA), 12 December 1989 (12.12.1989), entire text; all drawings (particularly, page 2, lower left column, line 3 to lower right column, line 11; page 3, upper left column, lines 4 to 9; fig. 1, 2) (Family: none)                                                    | 2, 5-7                |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
25 June, 2014 (25.06.14)

Date of mailing of the international search report  
08 July, 2014 (08.07.14)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/060536

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                   | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 149747/1984 (Laid-open No. 64352/1986)<br>(Norio KIMURA),<br>01 May 1986 (01.05.1986),<br>entire text; all drawings (particularly, claims; fig. 1, 2)<br>(Family: none) | 3-4, 6                |
| Y         | JP 51-31960 A (Midori HIROHASHI),<br>18 March 1976 (18.03.1976),<br>entire text; all drawings (particularly, page 1, lower right column, line 16 to page 2, upper left column, line 18; fig. 2, 3)<br>(Family: none)                                                                 | 3-6                   |
| Y         | JP 2007-38189 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.),<br>15 February 2007 (15.02.2007),<br>entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0012], [0015]; fig. 1 to 2)<br>(Family: none)                                                                                  | 8                     |
| Y         | JP 2013-31820 A (Kabushiki Kaisha Ducol),<br>14 February 2013 (14.02.2013),<br>entire text; all drawings (particularly, fig. 1)<br>(Family: none)                                                                                                                                    | 8                     |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B04C5/081(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B04C5/081

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2014年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2014年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2014年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                                 | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| X<br>Y          | 日本国実用新案登録出願 57-47850 号(日本国実用新案登録出願公開 58-151457 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（三菱重工業株式会社）1983. 10. 11, 全文、全図（特に、【実用新案登録請求の範囲】、第1図、第2図）（ファミリーなし） | 1, 3<br>2-8    |
| Y               | JP 1-307466 A（吉田康伸）1989. 12. 12, 全文、全図（特に、第2ページ左下欄第3行目ー右下欄第11行目、第3ページ左上欄第4行目ー第9行目、第1図、第2図）（ファミリーなし）                                               | 2, 5-7         |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25. 06. 2014

国際調査報告の発送日

08. 07. 2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

柿沼 善一

3M

3530

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                    |                |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                                  | 関連する<br>請求項の番号 |
| Y                     | 日本国実用新案登録出願 59-149747 号(日本国実用新案登録出願公開 61-64352 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (木村典夫) 1986.05.01, 全文、全図 (特に、【実用新案登録請求の範囲】、第 1 図、第 2 図) (ファミリーなし) | 3-4, 6         |
| Y                     | JP 51-31960 A (広橋緑) 1976.03.18, 全文、全図 (特に、第 1 ページ右下欄第 1 6 行目ー第 2 ページ左上欄第 1 8 行目、第 2 図、第 3 図) (ファミリーなし)                                             | 3-6            |
| Y                     | JP 2007-38189 A (松下電器産業株式会社) 2007.02.15, 全文、全図 (特に、【0 0 1 2】、【0 0 1 5】、図 1ー図 2) (ファミリーなし)                                                          | 8              |
| Y                     | JP 2013-31820 A (株式会社デュコル) 2013.02.14, 全文、全図 (特に、図 1) (ファミリーなし)                                                                                    | 8              |