

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 832**

51 Int. Cl.:

G01N 1/22 (2006.01)

G01W 1/14 (2006.01)

G01N 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.04.2010 PCT/JP2010/002418**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.10.2010 WO10113521**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2010 E 10758300 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2019 EP 2416141**

54 Título: **Captador de los componentes del polvo en caída horizontal en la atmósfera y método de medición de componente horizontal**

30 Prioridad:

01.04.2009 JP 2009089492

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

04.07.2019

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL CORPORATION (100.0%)
Nippon Steel Corporation, Chiyoda-ku
Tokyo, JP**

72 Inventor/es:

ITO, NOBUAKI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 718 832 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Captador de los componentes del polvo en caída horizontal en la atmósfera y método de medición de componente horizontal

[Campo técnico]

La presente invención se refiere a un dispositivo de captura (captador) del polvo en caída atmosférico y a un método para medir la cantidad de polvo en caída mediante el uso del dispositivo, y en particular, a una trampa de los componentes del polvo en caída horizontal y a un método de medición de la cantidad de componentes de polvo en caída horizontal.

[Técnica antecedente]

En la descripción de la técnica relacionada y en la descripción de la invención, la correlación entre los componentes indicados por los mismos números de referencia no implica que las configuraciones y funciones de estos sean iguales, sino que simplemente alude a una correlación parcial en la función o en el diseño en general. Incluso cuando las configuraciones o funciones específicas sean significativamente diferentes, se pueden usar los mismos números de referencia.

En los procesos de fabricación y en las actividades de los consumidores, se producen varios polvos atmosféricos. Entre ellos, los polvos con un diámetro superior a 10 μm aproximadamente se llaman polvo en caída, que puede presentarse en la atmósfera en un estado de caída libre. El polvo en caída es un problema ambiental serio, y es necesario llevar a cabo investigaciones y poner en práctica medidas para contrarrestarlo. Para determinar la verdadera situación de polvo en caída, es importante medir con precisión en qué cantidad se encuentra. Por lo tanto, se necesita un dispositivo para atrapar con precisión el polvo en caída.

Las partículas comparativamente grandes presentes en la atmósfera —por ejemplo, el polvo en caída cuyas partículas superan un diámetro de 10 μm — no obedecen estrictamente el flujo atmosférico ambiental, y caen en la atmósfera a una velocidad diferente, en función de la densidad o del tamaño de la partícula del polvo en caída que vaya a depositarse en el suelo. Cuando hay una barrera en la atmósfera, el polvo en caída choca con la barrera y se adhiere a ella. Por esta razón, la influencia ambiental del polvo en caída se produce en su mayor parte debido a la contaminación causada por el polvo en caída depositado en un objeto específico y adherido a él. Por lo tanto, para evaluar la influencia ambiental del polvo en caída, no basta una medición simple de la concentración del polvo en caída en la atmósfera, y se requiere medir la cantidad de polvo en caída que pasa a través de un área de unidad de una superficie de inspección fija en un espacio por hora, es decir, el flujo del polvo en caída.

El flujo del polvo en caída, que es la causa de los problemas ambientales, se puede dividir en flujo vertical y flujo horizontal. En el flujo vertical, la superficie de inspección es horizontal, y básicamente se relaciona con la evaluación del depósito del polvo en caída en el suelo. En el flujo horizontal, la superficie de inspección es vertical, y básicamente se relaciona con la evaluación de la adherencia del polvo en caída a una superficie vertical, como por ejemplo, la pared de un edificio. Se puede considerar que el flujo atmosférico fuera de un edificio —es decir, el viento—tiene un vector en el plano horizontal, de acuerdo con un promedio, durante un largo período. Por tal motivo, la velocidad del viento no influye en el flujo vertical. En contraposición, el flujo horizontal es una función de la velocidad del viento. Más específicamente, el flujo del polvo en caída se puede definir mediante la siguiente ecuación:

$$[\text{flujo vertical del polvo en caída}] = [\text{concentración del polvo en caída}] \times [\text{velocidad de caída de polvo en caída}]$$

$$[\text{flujo horizontal del polvo en caída}] = [\text{concentración del polvo en caída}] \times [\text{velocidad del viento del componente vertical de la superficie de inspección}]$$

Del mismo modo, para medir el flujo de polvo en caída horizontal, es necesario reconocer en todo momento la dirección del viento o la velocidad del viento durante la medición. Además, el dispositivo de medición debe tener la función de atrapar el flujo del polvo en caída en la dirección del viento, en todo momento. Por otro lado, en la medición del flujo vertical del polvo en caída, no se necesita tal consideración, y el flujo de polvo en caída horizontal se puede medir de una manera más simple. Por tal motivo, en el manejo público del polvo en caída, se ha utilizado un dispositivo que mide únicamente el flujo vertical —por ejemplo, el medidor de depósito que se muestra en la figura 1. En el medidor de depósito, se forma un puerto de muestreo de polvo 1, con un diseño de trompeta, que se abre hacia arriba. El polvo en caída queda atrapado de tal manera que el polvo que cae y se deposita en la superficie interior del puerto de muestreo de polvo 1 fluye hacia un contenedor de la trampa 25, presente debajo del puerto de muestreo de polvo en caída por el agua de lluvia o agua utilizada para recoger el polvo en caída atrapado.

Además, el flujo de polvo en caída horizontal puede transformarse formalmente a partir del flujo vertical en la siguiente ecuación.

[flujo horizontal del polvo en caída] = [flujo vertical del polvo en caída] × [velocidad del viento del componente vertical de la superficie de inspección] / [velocidad de caída del polvo en caída]

5 Aquí, la velocidad del viento del componente vertical de la superficie de inspección se define como se indica a continuación. Primero, se instala un plano de inspección imaginario en sentido vertical, punto que causa un problema. En tal instancia, la velocidad del viento del componente vertical de la superficie de inspección es un componente de acuerdo con la dirección perpendicular al plano de inspección en la velocidad del viento en el punto.

10 En consecuencia, incluso cuando el flujo de polvo en caída horizontal se consideraba un problema, se llevó a cabo una evaluación simple, utilizando el resultado de la medición del flujo vertical y la ecuación. Sin embargo, de hecho, es difícil medir cuantitativamente la velocidad de caída del polvo en caída que varía con el tiempo y, al calcular el flujo de polvo en caída horizontal sobre la base de la ecuación, se producen grandes errores. Por lo tanto, cuando el flujo horizontal resulta problemático, conviene medir directamente el flujo horizontal en función de la precisión de medición. Con el fin de medir directamente el flujo de polvo en caída horizontal, se suele apelar a un método en el que un componente horizontal del polvo en caída queda atrapado por un dispositivo de trampa, y la cantidad atrapada se convierte en un flujo de polvo en caída horizontal, utilizando los valores del tiempo de captura, el área de abertura del dispositivo de captura y similares.

20 Aquí, se describirá la cantidad del componente de polvo en caída horizontal. La forma de adherencia (depósito) del polvo en caída se puede dividir en un componente de polvo en caída vertical —en el que el polvo en caída se adhiere a una superficie horizontal, tal como la superficie del suelo desde su parte superior— y un componente de polvo en caída horizontal —en el que el polvo en caída se adhiere a una superficie vertical, tal como una pared o una ventana de un edificio desde su superficie lateral. En caso de partículas grandes, como el polvo en caída, el componente vertical y el componente horizontal pueden definirse como la cantidad de polvo en caída que pasa a través de un plano horizontal imaginario (en el caso del flujo vertical) o de un plano vertical imaginario (en el caso del flujo horizontal) establecido en la atmósfera. La cantidad de componente de polvo en caída vertical o la cantidad de componente de polvo en caída horizontal se puede convertir, respectivamente, en el flujo vertical o el flujo de polvo en caída horizontal dividiendo la cantidad del polvo en caída que pasa a través del plano imaginario por el tiempo de paso y el área imaginaria.

30 Como métodos para medir directamente la cantidad de componente de polvo en caída horizontal, los hay dos tipos: un método de trampa de los componentes del polvo en caída horizontal y un método de succión uniforme.

35 Se describirá el método de trampa de los componentes del polvo en caída horizontal, que es un primer método para medir directamente el componente de polvo en caída horizontal. En este método, la entrada de aire exterior del puerto de muestreo de polvo está dispuesta de modo tal que sea sustancialmente perpendicular al plano horizontal. El viento presente en el aire exterior se introduce naturalmente, desde la entrada de aire exterior del puerto de muestreo de polvo, junto con el polvo en caída en el aire exterior. A continuación, el polvo en caída se separa del aire exterior dentro del puerto de muestreo de polvo, para quedar atrapado en el contenedor de la trampa conectado al puerto de muestreo de polvo. Además, el polvo en caída atrapado en el contenedor de la trampa se recoge, y se mide su masa. A partir de este resultado, se obtiene la cantidad de polvo atrapado por hora. El flujo de polvo en caída horizontal se calcula a partir de la cantidad de polvo en caída atrapado y el área de abertura del puerto de muestreo de polvo.

40 En general, dado que un dispositivo de este método no requiere de un mecanismo de alimentación o un mecanismo de control, la configuración del dispositivo es simple. Para atrapar con precisión el componente de polvo en caída horizontal, se puede suponer una estructura ideal de la siguiente manera: en la trampa de los componentes del polvo en caída horizontal, la entrada de aire exterior se dispone perpendicular a la dirección del viento del aire exterior; la velocidad de flujo de introducción de la atmósfera de la entrada de aire exterior se establece de modo tal que sea sustancialmente igual a la velocidad del viento del aire exterior y el polvo en caída que fluye hacia el puerto de muestreo de polvo se separa de la atmósfera que sale del dispositivo tanto como sea posible, para que se almacene dentro del dispositivo. El componente de polvo en caída horizontal indica un flujo de movimiento horizontal del polvo en caída debido al viento en el aire exterior. La cantidad de componente de polvo en caída horizontal atrapado por hora y para cada área de abertura de la entrada de aire exterior es el flujo de cantidad de polvo en caída horizontal.

50 Del mismo modo, en la trampa de los componentes del polvo en caída horizontal ideal, la cantidad de componente de polvo en caída horizontal atrapada es proporcional a la cantidad de flujo de polvo en caída horizontal en la posición de trampa, en todo momento. Por esta razón, la información sobre la velocidad del viento no es necesaria cuando se obtiene la cantidad de flujo de polvo en caída horizontal, y la estructura del dispositivo y el método de análisis pueden simplificarse. Este punto es una gran ventaja del método de trampa de los componentes del polvo en caída horizontal, en comparación con los otros métodos de medición que

requieren información sobre la velocidad del viento local.

Sin embargo, tal trampa de los componentes del polvo en caída horizontal ideal es hipotética, y es difícil satisfacer todas las condiciones descritas anteriormente para realizar la trampa de los componentes del polvo en caída horizontal ideal en la trampa de los componentes del polvo en caída horizontal real. Como consecuencia, en la trampa de los componentes del polvo en caída horizontal real, la cantidad atrapada del componente de polvo en caída horizontal se convierte en un valor más pequeño que la cantidad de componente de polvo en caída horizontal ideal convertida a partir del flujo de la cantidad de polvo en caída horizontal local y real.

La relación de la cantidad atrapada del componente de polvo en caída horizontal de una trampa de los componentes del polvo en caída horizontal específica, con respecto a la cantidad atrapada del componente de polvo en caída horizontal ideal se denomina eficiencia de captura del polvo en caída. La eficiencia de captura del polvo en caída para cada dispositivo se puede obtener por la vía experimental. En este caso, la masa del polvo en caída puede medirse con el medidor, y el valor de medición puede corregirse utilizando la eficiencia de captura del polvo en caída. En consecuencia, incluso cuando la eficiencia de captura del polvo en caída del medidor no sea del 100 %, el flujo de polvo en caída horizontal se puede obtener de manera altamente precisa, a través de la medición utilizando la trampa de los componentes del polvo en caída horizontal. Además, cuando solo se tiene en cuenta la relación relativa entre el flujo de la cantidad de polvo en caída horizontal en una pluralidad de puntos y puntos temporales, no es necesario considerar esencialmente la cantidad atrapada del componente de polvo en caída horizontal ideal. En este caso, se puede obtener la relación de la cantidad atrapada del componente de polvo en caída horizontal real con respecto a la cantidad de trampa estándar predeterminada, y este valor se puede usar para manejar la tendencia del flujo de polvo en caída horizontal.

Incluso en el método de uso de la trampa de los componentes del polvo en caída horizontal, el beneficio —en el cual la tendencia del flujo de la cantidad de polvo en caída horizontal se mide sin la información de velocidad del viento local— del método de trampa de los componentes del polvo en caída horizontal básicamente no se degrada. Sin embargo, en caso de que la trampa tenga una baja eficiencia de captura del polvo en caída, el dispositivo debe aumentar de tamaño para obtener la masa del polvo en caída mínimamente necesaria para medir la masa determinada por el método de medición de masa. Además, en el caso de una trampa cuya eficiencia de captura del polvo en caída cambia en gran medida debido a las condiciones climáticas, ya que es difícil realizar correcciones con gran precisión al obtener el flujo de polvo en caída horizontal, la precisión de la medición se degrada. Por lo tanto, en la trampa de los componentes del polvo en caída horizontal, la eficiencia de captura del polvo en caída debe ser alta y estable. A continuación, se describirá el tipo de trampa de los componentes del polvo en caída horizontal específico.

Al igual que la trampa para el flujo de polvo en caída horizontal, se describe un dispositivo en el que el viento circula naturalmente dentro de un puerto de muestreo de polvo; una parte del polvo en caída contenido en el viento introducido queda atrapada por inercia o gravedad, para captar el polvo en caída, y un flujo de polvo en caída horizontal se mide de acuerdo con el resultado. Como este tipo, el documento 1 que no es patente describe una pluralidad de trampas de partículas. Como tipo representativo, se muestra un colector *Big Spring Number Eight* (BSNE) en las figuras 2A y 2B.

En el BSNE, la atmósfera que fluye naturalmente desde una entrada de aire exterior 10 hacia el puerto de muestreo de polvo 1 se desacelera dentro del dispositivo, a medida que se amplía el paso. Posteriormente, como se muestra en una línea de flujo de un flujo atmosférico 17, que pasa a través del puerto de muestreo de polvo, la atmósfera fluye naturalmente hacia afuera, desde un puerto de escape 8, como una malla metálica provista en la superficie superior del dispositivo. El viento se desacelera dentro del puerto de muestreo de polvo, por lo que aumenta el tiempo de permanencia del polvo en caída dentro del puerto de muestreo de polvo 1, y mientras tanto, el polvo en caída cae libremente en una gran distancia dentro del puerto de muestreo de polvo. Del mismo modo, dado que la velocidad del viento dentro del puerto de muestreo de polvo se vuelve más lenta que la velocidad del viento del flujo 15 del aire exterior, el tiempo de permanencia del polvo en caída dentro del puerto 1 de muestreo de polvo aumenta. Como se describió anteriormente, la porción que está dentro del puerto de muestreo de polvo 1 que muestra el efecto de aumentar la distancia de caída del polvo en caída puede denominarse área de reducción de viento 13. El polvo en caída atmosférico que cae libremente en el área de reducción de viento 13 cae libremente o choca con la pared del extremo corriente abajo del dispositivo, cuando pasa a través del interior del dispositivo como se muestra en la línea de flujo del polvo en caída atrapado 19, y pasa a través de la malla metálica 30 provista debajo del paso para depositarse en la trampa de partículas 44 y quedar atrapado allí.

Una parte del polvo dentro del puerto de muestreo de polvo 1 fluye hacia el aire exterior, desde el puerto de escape 8 como lo muestra la línea de flujo del polvo en caída 20, pasando a través del puerto de muestreo de polvo. Además, todo el dispositivo es giratorio en la dirección horizontal, y la función del puerto de muestreo de aire exterior 10 es la de ser dirigido automáticamente hacia la dirección del viento ascendente en todo momento, debido a la acción de un aspa 23 y un eje giratorio 24 provistos en el dispositivo. Dado que este dispositivo incluye un mecanismo que hace girar automáticamente la entrada de aire exterior 10 de acuerdo

5 con la dirección del viento, existe el problema de que la estructura se vuelve compleja y tiende a aumentar de tamaño como la trampa de componentes de caída de polvo horizontal. Además, en este dispositivo, dado que la caída de polvo no siempre se puede separar de manera eficiente de la atmósfera que está dentro del puerto de muestreo de polvo 1, como se describe en el documento 1 que no es patente, la eficiencia de captura del polvo en caída no es alta.

10 El documento 1 que no es patente introduce una trampa de sedimentos suspendidos (SUSTRA, *suspended sediment trap*) o un colector modificado de Wilson & Cooke (MWAC, *modified Wilson & Cooke*) como la trampa para el flujo de polvo horizontal. El principio de la trampa SUSTRA es básicamente el mismo que el de la BSNE. El colector de polvo MWAC que se ilustra en las figuras 7A y 7B incluye: una botella trampa con una entrada de aire exterior 10, que es un tubo en forma de L, que tiene una abertura provista en la dirección ascendente del viento; y un puerto de escape 8, que es un tubo en forma de L que tiene una abertura provista en la dirección descendente del viento. El MWAC no tiene un mecanismo especial que haga que la entrada de aire exterior 10 del puerto de muestreo de polvo siga la dirección del viento. Por esta razón, esto no es adecuado para una trampa que capture el componente de polvo en caída horizontal durante mucho tiempo en el aire exterior, dado que la dirección y la velocidad del viento de este cambian todo el tiempo.

20 Se describirá el método de succión uniforme, que es un segundo método para medir directamente el componente de polvo en caída horizontal.

25 En este método, se miden la dirección del viento actual y la velocidad del viento actual. Además, la entrada de aire exterior del puerto de muestreo de polvo se dispone de modo tal que sea perpendicular a la dirección del viento en el plano horizontal, en todo momento. Además, en la entrada de aire exterior, el aire exterior que contiene el polvo en caída se succiona a la misma velocidad que la velocidad del viento del aire exterior. Además, el polvo en caída atmosférico succionado queda atrapado por un filtro trampa o similar. Como resultado, se mide la masa del polvo en caída atrapado por hora, y se calcula el flujo de polvo en caída horizontal, que incluye el valor de la medición y el área de abertura de la entrada de aire exterior. En caso de realizar este método, por lo general, un dispositivo incluye un mecanismo eléctrico y un mecanismo de control que succionan el aire exterior y cambian la dirección de la entrada de aire exterior.

30 A continuación, se describirá el principio de medir el flujo de polvo en caída horizontal, utilizando el método de succión uniforme. Por lo general, el polvo en caída que incluye partículas grandes no respeta estrictamente el flujo del viento. En el puerto de muestreo de polvo 1 del dispositivo de medición de la cantidad de polvo en caída, la succión se puede realizar en una dirección diferente de la dirección del viento, como se muestra en la figura 3 o la succión se puede realizar a una velocidad diferente de la velocidad del viento, como se muestra en la figura 4. En tal instancia, no se limita al caso en el que el polvo en caída en el aire exterior se succiona al puerto de muestreo de polvo 1, junto con la atmósfera succionada 16. Como en el polvo en caída 18 en el aire exterior de las figuras 3 y 4, la proporción del polvo en caída que pasa por alto la entrada de aire exterior 10 es demasiado grande como para ignorarla. Además, la relación del polvo en caída que pasa por alto recibe una gran influencia de las diversas condiciones climáticas, las características del polvo en caída y la forma del dispositivo. Por esta razón, es difícil predecir la proporción del polvo en caída que pasa por alto. Por lo tanto, el tipo de succión que se muestra en las figuras 3 y 4 no es deseable como el método de la trampa de polvo en caída para medir el flujo de polvo en caída horizontal. Específicamente, tal método de muestreo de polvo en caída se muestra en los documentos de patente 1, 2 y similares. En estos dispositivos, dado que la velocidad de succión del aire exterior es constante en la entrada de aire exterior 10 en todo momento, la velocidad del viento del aire exterior, por lo general, no es igual a la velocidad de introducción del aire exterior. Además, la dirección de disposición de la entrada de aire exterior 10 suele ser fija en muchos casos. Por lo tanto, la dirección normalmente variable del viento del aire exterior, por lo general, no es igual a la dirección de la entrada de aire exterior 10. Por esta razón, como se describe en el documento 4 que no es una patente, la eficiencia de captura del polvo de la partícula (es decir, una la partícula cuyo tamaño es igual al polvo en caída) que tiene un diámetro de más de 10 μm en este tipo de puerto de muestreo de polvo 1 es extremadamente pequeña para que sea de varios % o menos. Además, dado que en la eficiencia de captura del polvo incide marcadamente la condición de medición ambiental, tal como la velocidad del viento, es difícil reconocer con gran precisión la eficiencia de captura del polvo en exteriores. Por tal motivo, en la entrada de aire exterior 10 del puerto de muestreo de polvo 1 que captura el polvo en caída atmosférico para medir el flujo de polvo en caída horizontal, es necesario proporcionar un método para introducir la atmósfera a una velocidad sustancialmente igual a la velocidad del viento y en la dirección del viento del aire exterior, es decir, un método de succión uniforme.

60 Como ejemplo específico del método de succión uniforme, se describe un método en el documento de patente 2. La estructura de un dispositivo que usa este método se describirá con referencia a la figura 16. El aire exterior que contiene el polvo en caída se succiona desde la entrada de aire exterior 10, usando un soplador o un compresor 7, y solo el polvo en caída queda atrapado por un filtro trampa 35. La atmósfera obtenida al eliminar el polvo en caída se descarga al exterior del sistema, desde el puerto de escape 8. La atmósfera que contiene el polvo en caída se succiona al puerto de muestreo de polvo 1, de manera tal que la velocidad del viento del aire exterior se mida con una aeropaleta 31, y la velocidad de flujo de succión del soplador o del

compresor 7 se controla de modo que la velocidad de introducción de la atmósfera en la entrada del puerto de muestreo de polvo 1 sea igual a la velocidad del viento en todo momento. La succión uniforme se aplica principalmente cuando se mide el flujo del polvo en caída dentro de un conducto de gas cuya dirección del viento es fija. Con el fin de reconocer el flujo de polvo en caída horizontal, la velocidad del viento se controla al aplicar la succión uniforme a la trampa de polvo en caída en un lugar en exteriores, y además la dirección del puerto de muestreo de polvo 1 se controla de manera que esté alineada con la dirección del viento en todo momento. Este método se describe en los documentos de patente 4 y 5. Dicho método es el más confiable de todos para atrapar el polvo en caída, en relación con la medición del flujo horizontal.

Sin embargo, en este caso, la configuración y el control del dispositivo se tornan complejos, y el dispositivo puede resultar caro y de mayor tamaño. Por este motivo, este puede mencionarse como un simple método de medición.

Además, un colector de bajo volumen, que se muestra en el documento 3 que no es una patente, o un colector de alto volumen obtenido al aumentar la velocidad de flujo de succión del colector de bajo volumen se combina con una aeropaleta separada, y la dirección de la entrada de aire exterior y la velocidad del flujo de succión se pueden corregir manualmente en todo momento, lo que en principio se puede aplicar a la succión uniforme. En este dispositivo, el polvo en caída atmosférico succionado se filtra mediante un filtro, y se mide un cambio en el peso del filtro fuera de línea, para calcular la masa del polvo en caída atrapado. Sin embargo, este tipo, dado que el operador debe intervenir constantemente en el dispositivo, no resulta práctico como método para medir el flujo del polvo en caída horizontal durante un largo período.

Asimismo, en el caso en que el propósito sea opuesto al de atrapar el polvo en caída, es decir, en el supuesto que se desee separar la materia en partículas suspendida (SPM, *suspended particulate matter*), que es una partícula atmosférica diminuta (por ejemplo, con un diámetro de 10 μm o menos) del polvo en caída que se debe atrapar, es conveniente adoptar una estructura de puerto de muestreo de polvo, en la que el estado de succión uniforme se produzca lo menos posible. Desde este punto de vista, en el caso de un dispositivo de medición de SPM disponible, que succiona el aire exterior y mide la concentración de SPM en la atmósfera, con el fin de suprimir la succión del polvo en caída, puede adoptarse un puerto de muestreo de polvo que tenga la forma que se muestra en las figuras 6A y 6B, descritas en el documento de patente 3. El puerto de muestreo de polvo de las figuras 6A y 6B incluye una estructura 14, que altera el flujo dentro del puerto de muestreo de polvo para succionar una partícula grande, hacia el puerto de aire 9, cuando la SPM se aproxima a 10 μm . El puerto de muestreo de polvo se proporciona bajo el supuesto de que el puerto se aplica a un dispositivo de medición de SPM, utilizado para un sujeto de medición que es una partícula que tiene un diámetro de 10 μm o menos. Por esta razón, no se considera la captura del polvo en caída que sea una partícula con un diámetro de más de 10 μm . Por tal motivo, la mayor parte del polvo en caída que fluye hacia el puerto de muestreo de polvo se descarga directamente al exterior del sistema, a través de una vía indicada por el número de referencia 20 en el dibujo. Como resultado, en el caso del puerto de muestreo de polvo con esta forma, la eficiencia de captura del polvo es extremadamente baja, como del 5 % o menos, como se muestra en el documento 4 que no es una patente. Por lo tanto, esta forma no resulta adecuada para recoger el polvo.

A continuación, se describirá el depósito húmedo y el depósito seco del polvo en caída. Como mecanismo físico utilizado para cuando la partícula del polvo en caída se deposita en la superficie del suelo o en la pared, lo hay de dos tipos, es decir, el depósito seco —para depositar solamente la partícula del polvo en caída— y el depósito húmedo —para depositar la partícula del polvo en caída recibida por la lluvia junto con una gota de lluvia. El polvo en caída atrapado en el caso de la lluvia puede clasificarse a grandes rasgos como un depósito húmedo, y el polvo en caída depositado en ausencia de lluvia puede clasificarse a grandes rasgos como un depósito seco. Incluso en el polvo en caída del mismo tipo y tamaño, la influencia sobre el medio ambiente o el rango de dispersión de la fuente generadora de polvo en caída es diferente, dependiendo de si se trata del depósito seco o del depósito húmedo, y de si existe una demanda para separar el polvo en caída en el depósito seco y el depósito húmedo y para capturarlo en este estado desde el punto de vista del manejo ambiental.

Además, el polvo en caída puede clasificarse en función de su solubilidad en agua, y puede dividirse en polvo en caída soluble y polvo en caída insoluble. En el polvo en caída soluble y el polvo en caída insoluble, los componentes principales del polvo en caída son diferentes entre sí, por lo que hay una diferencia en la influencia ambiental. Por esta razón, en la administración pública, el polvo en caída, por lo general, se maneja para cada uno de los dos por separado. Por lo tanto, el polvo en caída se puede clasificar en cuatro tipos, es decir, depósito soluble seco, depósito insoluble seco, depósito soluble húmedo y depósito insoluble húmedo. De acuerdo con la clasificación, es conveniente atrapar el polvo en caída desde el punto de vista del manejo del polvo en caída.

En la trampa de los componentes del polvo en caída vertical, como método para realizar los cuatro tipos de clasificación, se encuentra disponible en el mercado un colector de precipitación con una estructura que se muestra en la figura 5. En este dispositivo, un puerto de muestreo de polvo de depósito húmedo 38 y un puerto de muestreo de polvo de depósito seco 39 se proveen por encima de un contenedor de la trampa para el

depósito húmedo 36 y un contenedor de la trampa para el depósito seco 37, y una cubierta de puerto de muestreo de polvo 40, un mecanismo de apertura y cierre de la cubierta, un dispositivo de control de apertura y cierre de la cubierta 41, un detector de lluvia 42 y una carcasa de protección del dispositivo 43 se proveen por encima de los puertos de muestreo. Cuando el detector de lluvia 42 capta la presencia de caída de lluvia en el caso de una lluvia, el dispositivo de control de apertura y cierre de la cubierta hace funcionar el dispositivo de apertura y cierre de la cubierta, de modo que el puerto de muestreo de polvo 39 del depósito seco quede bloqueado por la cubierta del puerto de muestreo de polvo 40. En ese momento, el puerto de muestreo de polvo del depósito húmedo 38 se abre hacia el aire exterior, y el polvo en caída cuando un depósito húmedo cae y fluye hacia el puerto de muestreo de polvo del depósito húmedo 38, junto con gotas de lluvia como para quedar atrapado en el contenedor de la trampa para el depósito húmedo 36. En caso de que no llueva, el polvo en caída como un depósito seco queda atrapado en el contenedor de la trampa para el depósito seco 37, al abrir y cerrar la cubierta del puerto de muestreo de polvo 40, en la secuencia opuesta a la secuencia descrita anteriormente. En el caso de este dispositivo, ya que se necesita un sensor como un detector de lluvia o un dispositivo de control de apertura y cierre, la estructura es compleja y requiere energía. Además, como la lluvia caída no fluye hacia un puerto de muestreo de depósito seco 1, dado que no está en el medidor de depósito, la partícula que se adhiere a la superficie interior del puerto de muestreo de polvo no se limpia para que se caiga en el fondo del contenedor, y existe el problema de que la cantidad de la trampa de depósito seco se reduce significativamente, ya que los depósitos secos vuelven a volar debido al viento que sopla cuando se abre la tapa del puerto de muestreo de polvo 40.

Por otro lado, en la trampa de los componentes del polvo en caída horizontal, es posible atrapar el polvo en caída independientemente de la presencia de lluvia. Sin embargo, en el pasado no había dispositivos que atrapasen el componente de polvo en caída horizontal, basándose en la presencia de lluvia como en el colector de lluvia. Cuando el puerto de muestreo de partículas y el puerto de escape se abren y cierran al detectar la lluvia, de la misma manera que el colector de lluvia, en principio, se considera que el componente de caída de polvo horizontal que se convierte en un depósito húmedo y un depósito seco puede quedar atrapado por separado. Sin embargo, como se muestra en el BSNE, la trampa del componente de caída de polvo horizontal hace girar el puerto de muestreo de polvo de acuerdo con la dirección del viento en muchos casos. Por esta razón, cuando se proporcionan, además, el mecanismo de apertura y cierre de la cubierta o el dispositivo de control de medición, el dispositivo y el control se tornan más complicados que el colector de lluvia caída, lo que no puede considerarse un método eficiente. Además, en el dispositivo de trampa de componentes de polvo en caída horizontal que captura el polvo caída utilizando un filtro de aire, tal como un colector de alto volumen, a través del método de succión uniforme o similar, cuando las gotas de lluvia se adhieren al filtro en el caso de lluvias intensas, la resistencia a la succión de aire del filtro aumenta rápidamente, por lo que surge el problema de que es difícil continuar la succión. Por tal motivo, dicho dispositivo de trampa no es realmente adecuado para capturar el depósito húmedo.

En el análisis de componentes para una pequeña cantidad de polvo, por ejemplo, como se muestra en el documento 5 que no es patente, en general, se emplea un método de cromatografía iónica, que utiliza un dispositivo de análisis por cromatografía iónica existente o un método de rayos X fluorescentes existente, que usa un dispositivo de análisis de rayos X fluorescente disponible.

[Documentos relacionados]

[Documento de patente]

[Documento de patente 1]: solicitud de patente japonesa no examinada, primera publicación número 2006-3090.

[Documento de patente 2]: publicación de patente japonesa número 3574045.

[Documento de patente 3]: solicitud de patente japonesa no examinada, primera publicación número 2004-144664.

[Documento de patente 4]: solicitud de modelo de utilidad japonés, no examinado, primera publicación número H4-136551

[Documento de patente 5]: el documento de patente de los EE. UU. número 5.412.975 A describe un dispositivo de entrada universal para muestreo selectivo según el tamaño de partículas presentes en el aire, que puede ajustarse para diferentes tamaños de corte de partículas y diferentes velocidades de flujo de muestreo.

[Bibliografía no de patentes]

[Documento 1, que no es una patente]: Goossens, D., Offer, Z.Y.: Atmospheric Environment, vol. 34 (2000), páginas 1043-1057

[Documento 2, que no es una patente]: normas industriales japonesas, JIS Z 7151

[Documento 3, que no es una patente]: normas industriales japonesas, JIS Z 8814

[Documento 4, que no es una patente]: R. M. Harrison, R. E. van Grieken: Atmospheric Particles, John Wiley & Sons (Inglaterra), 1998, pp. 47-53

[Documento 5, que no es una patente]: Metropolitan Acid Rain: escrito por Laboratory for Environmental Chemistry, Departamento de Química, Keio University, 2003, Keio University Press Inc. (Tokio)

[Compendio de la Invención]

[Problema técnico]

5 Como se describió anteriormente, los dispositivos que miden el flujo de polvo en caída horizontal de las técnicas relacionadas presentaban una eficiencia de captura del polvo baja, eran caros o tenían una estructura compleja. Además, no había ningún método para separar el componente de polvo en caída horizontal en un depósito húmedo y un depósito seco.

10 Constituye un objeto de la invención proporcionar una trampa de componentes de polvo atmosférico en caída horizontal, que sea de bajo costo, que tenga una alta eficiencia de captura del polvo y que posea una estructura pequeña y simple.

15 Además, otro objeto de la invención reside en proporcionar un método para separar un componente de polvo en caída horizontal en un depósito húmedo y un depósito seco.

[Medios para resolver el problema]

Como resultado del estudio del inventor sobre la medición del polvo en caída, se ideó la siguiente solución.

20 (1) De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona una trampa de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal que incluye: un puerto de muestreo de polvo que incluye una placa del techo, una pared lateral y cuatro placas divisorias o más; un tubo de aire; y un contenedor de la trampa, que recoge el polvo en caída que fluye desde el puerto de muestreo de polvo, a través de el tubo de
 25 aire, en donde el puerto de muestreo de polvo está conectado al tubo de aire, en donde el tubo de aire está conectado al contenedor de la trampa, en donde el extremo inferior del lado la pared está provisto de un puerto de aire como abertura, en donde el puerto de aire está conectado al tubo de aire, en donde la pared lateral es una placa que tiene un eje central vertical y tiene una superficie lateral que tiene la forma de un cono truncado sustancialmente circular o un cono truncado poligonal ensanchado hacia
 30 arriba, en donde la pared lateral está provista de cuatro entradas de aire exterior o más, cada una con una abertura dispuesta en el mismo intervalo en la dirección circunferencial de la pared lateral y dispuesta a una altura específica, cerca de su extremo superior, en donde la placa del techo tiene una forma sustancialmente de disco, en donde el eje central de la placa del techo está alineado con el eje central de la pared lateral, en donde la placa del techo está conectada al extremo superior de la pared lateral para entrar en contacto con ella, en donde cada una de las cuatro placas divisorias o más es una
 35 placa plana, dispuesta en un plano vertical, en donde cada una de las cuatro placas divisorias o más está conectada a la pared lateral y a la placa del techo sin ningún elemento espacio formado entre ellas, en donde las cuatro placas divisorias o más están conectadas entre sí en el eje central de la placa del techo, y en donde las cuatro placas divisorias o más dividen un espacio rodeado por la pared lateral en áreas con forma de abanico, que tienen el mismo tamaño en una sección transversal horizontal.

40 (2) En la trampa de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal de acuerdo con (1), el diámetro de la placa del techo puede ser mayor que el diámetro del extremo superior de la pared lateral en la sección transversal horizontal, y la placa del techo puede tener una porción pico, que se extiende hacia afuera, desde el extremo superior de la pared lateral en la dirección circunferencial.

45 (3) En la trampa de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal de acuerdo con (1), el diámetro de la placa del techo puede ser igual al diámetro del extremo superior de la pared lateral en la sección transversal horizontal.

50 (4) De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona una trampa de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal que incluye: una primera trampa, que es la trampa de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal de acuerdo con (3); y una segunda trampa que es la trampa de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal de acuerdo con (2).

55 (5) En la trampa de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal de acuerdo con (2), la longitud radial de la porción pico de la placa del techo puede satisfacer: (la longitud radial de la porción pico de la placa del techo) < (la velocidad del viento representativa del aire exterior) / (la velocidad de la caída libre del polvo en caída que se desea atrapar) × (la longitud vertical entre la superficie inferior de la placa del techo y el extremo inferior del puerto de aire) y, (la longitud radial de la porción pico de la placa del techo) > (la velocidad del viento representativa del aire exterior) / (la velocidad de la caída libre de una gota de lluvia con un diámetro mínimo que no se desea atrapar) × (la longitud vertical entre la superficie inferior de la placa del techo y el extremo inferior del puerto de aire).

60 (6) De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un método de medición de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal, que utiliza la trampa de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal de uno cualquiera de (1) a (3), en donde el valor obtenido al dividir la cantidad del polvo en caída atrapado en la trampa del componente horizontal por hora, por el área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior se calcula como el flujo de polvo en caída horizontal.

65 (7) Se proporciona el método de medición de acuerdo con (4), que incluye establecer la cantidad de polvo en caída atrapado por la segunda trampa como la cantidad de depósito seco de un componente de

polvo en caída horizontal; y calcular la cantidad del polvo en caída, que es un residuo obtenido al restar la cantidad del polvo en caída atrapado por la segunda trampa, de la cantidad del polvo en caída atrapado por la primera trampa, como la cantidad del depósito húmedo del componente de polvo en caída horizontal.

5 [Efectos ventajosos de la invención]
Según la invención, es posible proporcionar una trampa de los componentes del polvo en caída horizontal capaz de medir un flujo horizontal del polvo en caída, que tenga una estructura pequeña, simple y de bajo costo. Además, de acuerdo con un aspecto de la invención, un componente de polvo en caída horizontal, como depósito seco, y un componente de polvo en caída horizontal, como depósito húmedo, se pueden separar entre sí.

[Breve descripción de los dibujos]

15 La figura 1 es un diagrama esquemático de una técnica relacionada.
La figura 2A es una vista esquemática en sección transversal de otra técnica relacionada.
La figura 2B es una vista en planta esquemática de otra técnica relacionada.
La figura 3 es un diagrama esquemático de otra técnica relacionada.
La figura 4 es un diagrama esquemático de otra técnica relacionada.
20 La figura 5 es un diagrama esquemático de otra técnica relacionada.
La figura 6A es una vista en planta esquemática de otra técnica relacionada.
La figura 6B es una vista esquemática en sección transversal de otra técnica relacionada.
La figura 7A es una vista esquemática en planta de otra técnica relacionada.
La figura 7B es una vista esquemática en sección transversal de otra técnica relacionada.
25 La figura 8 es un diagrama esquemático de una primera realización de la invención.
La figura 9A es una vista lateral esquemática de un puerto de muestreo de partículas de la realización.
La figura 9B es una vista en planta esquemática del puerto de muestreo de partículas de la realización.
La figura 9C es una vista esquemática, en sección transversal, del puerto de muestreo de partículas de la realización.
30 La figura 9D es una vista esquemática, en sección transversal, del puerto de muestreo de partículas de la realización.
La figura 10A es una vista en planta esquemática de un campo de flujo dentro del puerto de muestreo de partículas de las figuras 9A a 9D.
La figura 10B es una vista esquemática en sección transversal del campo de flujo.
La figura 10C es otra vista esquemática en sección transversal del campo de flujo.
35 La figura 11 es un diagrama esquemático relacionado con un efecto de la realización.
La figura 12 es otro diagrama esquemático relacionado con un efecto de la realización.
La figura 13 es otro diagrama esquemático relacionado con un efecto de la realización.
La figura 14A es un diagrama esquemático y una vista lateral de una segunda realización de la invención.
40 La figura 14B es una vista en planta esquemática de la realización.
La figura 14C es una vista esquemática en sección transversal, tomada a lo largo de la línea A-A de la figura 14B.
La figura 14D es una vista esquemática en sección transversal, tomada a lo largo de la línea B-B de la figura 14B.
45 La figura 15 es una tercera realización de la invención.
La figura 16 es un diagrama esquemático de otra técnica relacionada.

[Descripción de las realizaciones]

50 En adelante, las realizaciones preferidas de la invención se describirán en detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Además, en la memoria descriptiva y los dibujos, se les asignarán los mismos números de referencia a los componentes que tengan sustancialmente las mismas configuraciones funcionales, y se omitirá la descripción repetitiva de los mismos.

[Primera realización]

55 En lo sucesivo, se describirá una primera realización de la invención con referencia a las figuras 8 a 10C.

Un dispositivo (llamado dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo 6) de acuerdo con la invención incluye un puerto de muestreo de polvo 1, un tubo de aire 5 y un contenedor de la trampa 25. El aire exterior y el polvo en caída presente en el aire exterior fluyen naturalmente hacia el puerto de muestreo de polvo 1 por el viento en el aire exterior. El puerto de muestreo de polvo 1 está conectado al tubo de aire 5, en un puerto de aire 9. Una parte o la totalidad del polvo que cae dentro del puerto de muestreo de polvo 1 cae dentro del puerto de muestreo de polvo 1 y queda atrapado en el contenedor de la trampa 25 a través del tubo de aire 5.

(Puerto de muestreo de polvo 1)

65 El puerto de muestreo de polvo 1 se describirá con referencia a las figuras 9A a 9D y a las figuras 10A a 10C. El puerto de muestreo de polvo 1 incluye una placa divisoria 4, una placa del techo 3 y una pared lateral 2

provistas con la entrada de aire exterior 10.

(Pared lateral 2 del puerto de muestreo de polvo 1)

La pared lateral 2 es una placa sustancialmente cónica (en forma de trompeta), cuyos extremos superior e inferior se abren alrededor del eje central correspondiente a la dirección vertical. La pared lateral 2 tiene una forma que se ensancha hacia arriba. Típicamente, la pared lateral 2 tiene una configuración en la que se forma una porción correspondiente a una superficie lateral de un cono truncado que tiene un eje central correspondiente a una línea vertical como una placa. Las formas de las bases superior e inferior del cono truncado pueden ser de un diseño circular o de un diseño similar a una forma circular, tal como un polígono regular que tenga al menos cuatro vértices o más. Por ejemplo, cuando los fondos superiores e inferiores tienen una forma circular, la forma de la pared lateral 2 se convierte en una superficie lateral de un cono circular truncado. Además, la sección transversal horizontal de una altura arbitraria de un espacio rodeado por la pared lateral 2 tiene un diseño circular o un diseño similar a una forma circular, tal como un polígono regular. Además, el centro de la sección transversal horizontal o el centro se coloca en la misma línea vertical en todo momento. El área de la sección transversal de la sección transversal horizontal aumenta de forma monótona desde el extremo inferior del cono truncado circular hacia el extremo superior del mismo.

Por otro lado, puede haber una protuberancia (por ejemplo, una cabeza de un perno fijo) o una abertura (por ejemplo, un puerto o similar) lo suficientemente más pequeña que el área de la placa en la superficie de la placa. Es conveniente que el área de la abertura o la protuberancia sea, por ejemplo, el área de la sección transversal menos el 10 % del área de la placa. Del mismo modo, en la realización, dado que se emplea la pared lateral sustancialmente cónica 2, la eficiencia de captura del polvo del puerto de muestreo de polvo 1 puede depender menos de la dirección del viento. Desde este punto de vista, es conveniente que la pared lateral 2 tenga una forma asimétrica. Sin embargo, debido a la conveniencia en el procesamiento, se puede obtener un efecto suficiente incluso cuando la sección transversal horizontal es una forma similar a una forma circular, tal como un polígono regular o una forma en la que la anisotropía dentro de un plano horizontal es comparativamente pequeña. Por ejemplo, la sección transversal horizontal puede tener una forma hexagonal regular, una forma octagonal regular, una forma dodecagonal regular, una forma hexadecagonal o similar, y la anisotropía disminuye a medida que aumenta el número de ángulos de la sección transversal horizontal.

La parte abierta del extremo inferior de la pared lateral 2 es el puerto de aire 9, y está conectada al tubo de aire 5. Una parte del polvo en caída que fluye hacia el puerto de muestreo de polvo 1 se hunde a lo largo de la pendiente de la pared lateral 2, alcanza el puerto de aire 9, y es aspirado por el tubo de aire 5. Es conveniente que la inclinación de la pared lateral 2 sea de al menos 45° o más y, convenientemente, de 65° o más con respecto al plano horizontal. En este caso, cuando la inclinación promedio de la pared lateral 2 con respecto al plano horizontal es suficientemente grande y el polvo se hunde en el puerto de muestreo de polvo 1, la mayor parte del polvo en caída es succionado hacia al tubo de aire 5, sin adherirse a la pared lateral 2. Por otro lado, cuando la inclinación con respecto al plano horizontal es drásticamente grande, la longitud axial del puerto de muestreo de polvo 1 se alarga y el área de superficie aumenta, lo cual no es desventajoso desde el punto de vista de la adherencia del polvo en caída a la superficie de la pared. Por lo tanto, es conveniente que la inclinación de la pared lateral 2 con respecto al plano horizontal sea de 85° o menos.

Es conveniente que el espesor de la pared lateral 2 sea de al menos 10 mm o menos y, convenientemente de 3 mm o menos. En este caso, el espesor de la pared lateral 2 es lo suficientemente pequeño y la resistencia al paso de aire de la entrada de aire exterior 10 provista en la pared lateral 2 es menor, de modo que el aire exterior fluye lo suficiente hacia el puerto de muestreo de polvo 1. En el Por otro lado, en el caso de una pared lateral extremadamente delgada 2, se produce el problema de la resonancia, ya que el viento hace vibrar a la pared lateral 2 y, por lo tanto, es mejor que el espesor de la pared lateral 2 sea de 0,3 mm o más.

Resulta deseable que el material de la superficie interna de la pared lateral 2 sea metal, vidrio o cerámica, para evitar que el polvo en caída se adhiera a la superficie de la pared debido a la electricidad estática. Además, es conveniente que la superficie interior de la pared lateral 2 sea lisa, para suprimir la adherencia del polvo en caída. Desde este punto de vista, cuando el material de la superficie interior de la pared lateral 2 es metal, se puede usar: acero inoxidable, aluminio, aleación de aluminio, acero sometido a un tratamiento para evitar la corrosión en la superficie, como el baño de zinc o cromo, cobre, aleación de cobre, aleación de magnesio, titanio, aleación de titanio y similares. Además, cuando se usa cerámica para la superficie interior de la pared lateral 2, es posible recurrir a la porcelana o gres para evitar que el polvo se adhiera a la superficie interior de la pared lateral 2 debido a la absorción de la humedad en la superficie interior. Cuando se usa vidrio para la superficie interna de la pared lateral 2, es posible emplear vidrio de ceniza de sosa, vidrio de plomo o vidrio de sílice.

Dado que la pared lateral 2 recibe fuertes vientos en su lugar al aire libre y está expuesta a la luz solar o a la lluvia, la pared lateral 2 debe ser robusta y tener resistencia a la intemperie. Desde este punto de vista, como el material estructural de la pared lateral 2, es posible usar: metal, como por ejemplo, acero, aleación de acero, aluminio, aleación de aluminio, cobre, aleación de cobre, aleación de magnesio, titanio o aleación de titanio; cerámicas, tales como porcelana o gres; vidrio, como como vidrio de ceniza de sosa, vidrio de plomo o vidrio

de sílice; o resina sintética rígida, como cloruro de vinilo rígido o acrílico.

Se proporciona una pluralidad de entradas de aire exterior 10 como aberturas de la pared lateral 2, a una altura constante cerca del extremo superior de la pared lateral 2, de modo que tengan la misma forma y se dispongan en el mismo intervalo en la dirección circunferencial. El extremo superior de la entrada de aire exterior 10 puede ser igual al extremo superior de la pared lateral 2 o puede situarse en una posición más baja que el extremo superior de la pared lateral 28. Dado que la altura del extremo superior de la entrada de aire exterior 10 deriva de la limitación en altura del extremo inferior de la entrada de aire exterior 10 y la limitación en el área total de la entrada de aire exterior 10 que se describirá más adelante, la altura del extremo superior de la entrada de aire exterior 10 puede determinarse de manera apropiada dentro del intervalo de limitación. Es conveniente que la posición axial del extremo inferior de la entrada de aire exterior 10 esté en una distancia dentro de 1/5 de la altura de la pared lateral 2 en la dirección axial de la pared lateral 2, en el extremo superior de la pared lateral 2, para mejorar las características de captura de polvo en caída.

Es conveniente que la forma de la entrada de aire exterior 10 sea simétrica en la dirección circunferencial, para reducir la dependencia de la eficiencia de captura del polvo con respecto a la dirección del viento, y puede usarse una forma tal como una forma circular, una forma ovalada, una forma rectangular, una forma trapezoidal o una forma de triángulo isósceles. Las entradas de aire exterior 10 deben estar dispuestas en la posición simétrica, con respecto a la dirección axial y tienen la misma forma para reducir la dependencia de la eficiencia de captura del polvo en caída con respecto a la dirección del viento.

La cantidad de entradas de aire exterior 10 debe ser de cuatro o más y convenientemente, de ocho a treinta y seis. Esto se debe al resultado del examen realizado por el inventor. Cuando el ángulo formado entre la dirección del viento y el vector proyectado al plano horizontal del vector de la unidad vertical, con respecto a la abertura de la entrada de aire exterior 10 es de 35° o más, está probado que la cantidad de viento que fluye en el puerto de muestreo de polvo 1 a la misma velocidad del viento disminuye drásticamente, de modo que se degrada la eficiencia de la captura de polvo en caída. Por esta razón, cuando la cantidad de entradas de aire exterior 10 es de tres o menos, el ángulo formado entre la dirección del viento y la entrada de aire exterior 10 en una cierta entrada de aire exterior 10 se convierte en 35° o más, para que pueda generarse el viento en la dirección, disminuyendo así en forma drástica la eficiencia de captura del polvo en caída. A medida que aumenta la cantidad de entradas de aire exterior 10, se reduce la influencia de la dirección del viento.

No obstante, como se describe a continuación, hay un valor máximo conveniente en el área máxima de la entrada de aire exterior 10, y la cantidad de polvo en caída capturable aumenta a medida que el área total aumenta hasta el área máxima. Por consiguiente, el área total de la entrada de aire exterior 10 puede establecerse en una condición aproximada al área máxima. Entonces, cuando aumenta la cantidad de entradas de aire exterior 10, el área de abertura efectiva para cada entrada de aire exterior 10 disminuye. En consecuencia, cuando la cantidad de entradas de aire exterior 10 es grande, surge el problema de que aumenta la resistencia del aire de admisión, lo que reduce la eficiencia de la captura de polvo en caída, lo cual puede dar lugar a inconvenientes cuando se proporciona una gran cantidad de entradas de aire exterior 10.

Es conveniente que la superficie del extremo exterior de la entrada de aire exterior 10 sea de metal, vidrio o cerámica, para evitar que el polvo se adhiera a la superficie de la pared debido a la separación de la atmósfera introducida. Además, es conveniente que la superficie interior de la pared lateral 2 sea lisa, para suprimir la adherencia del polvo en caída. Desde este punto de vista, cuando el material de la superficie interior de la pared lateral 2 es de metal, es posible usar acero inoxidable, aluminio, aleación de aluminio, acero sometido a un tratamiento para evitar la corrosión de la superficie, como el baño de zinc o de cromo, cobre, aleación de cobre, aleación de magnesio, titanio, aleación de titanio y similares. Además, cuando se usa cerámica para la superficie interna de la pared lateral 2, se puede recurrir a la porcelana o gres, para evitar que el polvo en caída se adhiera a la superficie interna de la pared lateral 2 debido a la absorción de humedad en la superficie interna. Cuando se usa vidrio para la superficie interna de la pared lateral 2, es posible emplear vidrio de ceniza de sosa, vidrio de plomo o vidrio de sílice. Dado que la pared lateral 2 recibe fuertes vientos en el exterior y está expuesta a la luz solar o a la lluvia, la pared lateral 2 debe ser robusta y resistencia a la intemperie. Desde este punto de vista, como material estructural de la pared lateral 2, es posible emplear: metal, como acero, aleación de acero, aluminio, aleación de aluminio, cobre, aleación de cobre, aleación de magnesio, titanio o aleación de titanio; cerámicas, tales como porcelana o gres; vidrio, como como vidrio de ceniza de sosa, vidrio de plomo o vidrio de sílice; o resina sintética rígida como cloruro de vinilo rígido o acrílico. Es conveniente que la superficie del extremo exterior de la entrada de aire exterior 10 esté achaflanada, para reducir la degradación de la eficiencia de la captura del polvo en caída debido a la separación de la atmósfera introducida.

(Placa del techo 3 del puerto de muestreo de polvo 1)

La placa del techo 3 entra en contacto con el extremo superior de la pared lateral 2, de modo que su eje central esté alineado con el eje central de la pared lateral 2 en la pared lateral 2.

La placa del techo 3 debe ser sustancialmente un disco, para reducir la dependencia con respecto a la

dirección del viento. “Sustancialmente un disco” indica una estructura en la cual la placa del techo dentro del plano horizontal tiene una pequeña anisotropía y es delgada. Para ser específicos, es conveniente que la placa del techo 3 sea un disco. Sin embargo, se puede emplear un diseño similar a una forma circular, tal como un polígono regular que tenga al menos cuatro o más vértices cuando se considera la conveniencia en el procesamiento o similar. Además, la placa del techo puede adoptar la forma de una cúpula circular, que tenga una inclinación suave (es decir, delgada en la dirección vertical) teniendo en cuenta el rendimiento de drenaje en la placa del techo en el caso de lluvia. Por ejemplo, se puede aplicar una cúpula circular, en la que la inclinación máxima de la cúpula sea de 10° o menos. No es conveniente el caso de una estructura en la que la placa del techo sea gruesa en la dirección vertical, porque la resistencia al aire de la placa del techo se incrementa, para que se altere el aire exterior que fluye hacia el puerto de muestreo de polvo.

El material de la placa del techo puede ser de cualquier tipo, siempre que tenga una robustez capaz de mantener la estructura en el lugar al aire libre y no permita la penetración de agua de lluvia. Específicamente, el material aplicable a la pared lateral 2 se puede usar para la placa del techo 3. Además, la superficie final de la placa del techo puede tener un ángulo agudo o una forma de línea para reducir la resistencia del aire.

(Placa divisoria del puerto de muestreo de polvo)

La placa divisoria 4 entra en contacto con la parte superior de la pared lateral 2, incluida la placa del techo 3 y el extremo superior de la pared lateral 2, y las placas divisorias están dispuestas de manera que las superficies de sus extremos entren en contacto con entre sí en el eje central del puerto de muestreo de polvo 1. Como resultado, la parte superior dentro del puerto de muestreo se divide en áreas pequeñas 27, cada una con una sección transversal horizontal en forma de abanico y con la entrada de aire exterior 10 y una abertura descendente. Las placas divisorias 4 se instalan de manera que una pluralidad de áreas pequeñas en forma de abanico 27, que tienen la misma forma de sección transversal, estén dispuestas en la dirección circunferencial del puerto de muestreo de polvo. Aquí, cuando el número de áreas pequeñas en forma de abanico 27 es de tres o menos, la mayor parte de la atmósfera que fluye desde la entrada de aire exterior corriente arriba respecto de la pequeña área en forma de abanico en el viento del aire exterior ingresa alrededor del extremo inferior de la placa divisoria 4, como se muestra en las figuras 10A a 10C, y fluye directamente hacia afuera, desde la entrada de aire exterior corriente abajo de la misma área pequeña en forma de abanico, sin pasar por un área de reducción de viento 13. Como se describió anteriormente, dado que el polvo en caída atmosférico se separa y se condensa en el área de reducción de viento, existe el problema de que la proporción del polvo en caída que llega al puerto de aire 9 —es decir, la relación de captura de polvo en caída— sea baja cuando el número de áreas pequeñas en forma de abanico 27 sea tres o menos.

Por otro lado, cuando la cantidad de áreas pequeñas en forma de abanico 27 es de cuatro o más, la mayor parte de la atmósfera que fluye desde la entrada de aire exterior del área pequeña en forma de abanico 27' en la atmósfera entra alrededor del extremo inferior de la placa divisoria 4 y pasa a través del área de reducción de viento 13. Posteriormente, el aire que fluye hacia el interior circula hacia el aire exterior desde el área pequeña en forma de abanico 27" diferente del área pequeña en forma de abanico 27 hacia la cual fluye la atmósfera o cae en el puerto de aire para quedar atrapado en el contenedor de la trampa. El inventor descubrió que la mayor parte del polvo en caída atmosférico en el área de reducción de viento 13 se separa de la atmósfera que fluye hacia el exterior, y es succionado hacia el puerto de aire 9 mientras tanto, para lograr una alta eficiencia de captura del polvo.

Por lo tanto, la cantidad de áreas pequeñas en forma de abanico 27 debe ser de cuatro o más, y para conseguir esto, el número de las placas divisorias debe ser de cuatro o más. Además, una o más entradas de aire exterior deben estar esencialmente presentes en el área pequeña en forma de abanico 27, para que el aire exterior fluya directamente hacia el área pequeña en forma de abanico. Dado que hay un valor mínimo en el área de la sección transversal deseable de la entrada de aire exterior 10, el área total obtenida al sumar las áreas de la sección transversal de todas las entradas de aire exterior 10 aumenta, a medida que se incrementa el número de áreas pequeñas en forma de abanico. Como se describe a continuación, dado que hay un valor máximo que tiene un rango conveniente en el área total de la entrada de aire exterior 10, hay un valor máximo conveniente en el número de áreas pequeñas en forma de abanico, es decir, el número de placas divisorias. Como resultado del examen del inventor, es conveniente que la cantidad de áreas pequeñas en forma de abanico, es decir, que el número de las placas divisorias, sea de dieciséis o menos. Es conveniente que la longitud axial de la placa divisoria 4 sea el doble o más de la longitud axial de la entrada de aire exterior 10. En este caso, como se muestra en la figura 12, que es el resultado del examen del inventor, la velocidad del viento horizontal máxima/la velocidad del viento horizontal promedio en el eje central dentro del puerto de muestreo de polvo 1 no es mayor que 1. Es decir, no se produce soplado en la dirección horizontal dentro del puerto de muestreo del polvo en caída 1, y la eficiencia de captura del polvo mejora sensiblemente.

Además, es conveniente que la longitud axial (altura) de la placa divisoria 4 sea la misma en cada placa divisoria 4 y que sea 0,5 veces o menos la longitud axial del puerto de muestreo de polvo 1. Como se muestra en la figura 13, que es el resultado del examen realizado por el inventor, en este caso, un parámetro de eficiencia de captura del polvo P1 (que se definirá más adelante) que se describirá más adelante, del puerto de muestreo de polvo 1 se agranda lo suficiente. Por esta razón, la eficiencia de captura del polvo es

suficientemente alta. Es decir, la eficiencia de captura del polvo en el puerto de muestreo de polvo 1 aumenta a medida que aumenta el parámetro de eficiencia de captura del polvo P1. En particular, cuando la longitud axial de la placa divisoria 4 se establece de modo tal que sea extremadamente larga, para que sea igual a la longitud axial del puerto de muestreo de polvo 1, la resistencia del paso de aire aumenta en gran medida, debido a la placa divisoria 4 dentro del puerto de muestreo de polvo 1, lo cual se traduce en otro problema, además de la degradación del parámetro de eficiencia de captura del polvo P1. Por consiguiente, la cantidad de aire exterior que fluye hacia el puerto de muestreo de polvo disminuye en extremo, por lo que se degrada la eficiencia de la captura de polvo.

En lo sucesivo, el valor de $[\text{longitud axial de la placa divisoria 4}] / [\text{longitud axial del puerto de muestreo de polvo 1}]$ se indica como L1. Además, el valor de $[\text{longitud axial de la placa divisoria 4}] / [\text{longitud axial de la entrada de aire exterior 10}]$ se indica como L2.

Además, en referencia con la figura 13, se describirá la razón por la cual la tendencia de la curva característica cambia respecto del límite, cuando L1 es 0,5. El efecto de inhibición del soplado aumenta a medida que se incrementa el valor de L2, mientras que el área de la entrada de aire exterior puede disminuir fácilmente y la cantidad de polvo atrapado puede reducirse con facilidad. Por tal motivo, L2 se ha concebido para que alcance un valor aproximado de 2 como valor límite inferior apropiado en muchos casos.

En tal condición, el parámetro de eficiencia de captura del polvo P1 es sustancialmente constante cuando L1 es 0,5 o menos, como se muestra en la figura 13. Por el contrario, cuando L1 llega a ser más de 0,5, el parámetro de eficiencia de captura del polvo P1 disminuye rápidamente. La razón por la cual el parámetro de eficiencia de captura del polvo P1 en caída disminuye cuando L1 es de 0,5 o más, se debe a que disminuye el espacio dentro del puerto de muestreo de polvo que puede convertirse en el área de reducción de viento 13. La razón por la cual el parámetro de eficiencia de captura del polvo P1 se vuelve constante a 0,5 o menos se debe a lo siguiente.

Cuando el valor de L1 es bajo, el espacio dentro del puerto de muestreo de polvo, que puede convertirse en el área de reducción de viento 13 es amplio, pero existe un área de alta velocidad del viento, ya que la uniformidad de la velocidad del viento en la dirección vertical no es suficiente. Por esta razón, el extremo superior del área de reducción de viento 13 está bastante por debajo del extremo inferior de la placa divisoria 4. Dado que la velocidad del viento en la dirección vertical se vuelve uniforme a medida que L1 aumenta, hasta aproximarse a 0,5, la brecha entre el extremo superior del área de reducción de viento 13 y la placa divisoria 4 disminuye. Como resultado, el extremo superior del área de reducción de viento 13 se vuelve constante en el área donde L1 es 0,5 o inferior. Como resultado, incluso cuando L2 se configura en un valor menor, el área de reducción del viento no se extiende en la dirección axial y el parámetro de eficiencia de captura del polvo P1 se convierte en un valor sustancialmente constante. Además, incluso cuando la velocidad del viento en la dirección vertical tiene una distribución en esta área, no hay soplado en la dirección horizontal, en el caso del puerto de muestreo de polvo 1, donde L2 se ubica en el intervalo de condiciones apropiadas.

Por otro lado, como se describió anteriormente, cuando L1 supera el valor de 0,5 en la figura 13, el parámetro de mantenimiento de polvo en caída disminuye rápidamente, como en el caso de la figura 13. Por lo tanto, el valor de 0,5 es importante como un valor límite en el que L1 no tiene una influencia adversa en la eficiencia de la captura de polvo.

Como una forma de conexión entre la placa divisoria 4 y la placa del techo 3, la superficie del extremo superior de la placa divisoria 4 está conectada al lado inferior de la placa del techo 3, sin que se forme ningún espacio entre ellas, o la placa divisoria 4 penetra en la placa del techo 3, sin ningún espacio en la parte de penetración. Como una forma de conexión entre la pared lateral 2 y la placa del techo 3, la superficie del extremo exterior de la placa divisoria 4 está conectada a la superficie interior de la placa del techo 2, sin que se forme ningún espacio entre ellas, o la placa divisoria 4 penetra en la pared lateral 2, sin ningún espacio en la parte de penetración. Además, en la forma de conexión entre la placa del techo 3 y la placa divisoria 4 en las figuras 9A a 9D, el extremo superior de la placa divisoria 4 está conectado a la superficie inferior de la placa del techo 3, sin que se forme ningún espacio entre ellas. Además, en la forma de conexión entre la pared lateral 2 y la placa divisoria 4, la placa divisoria 4 penetra en la pared lateral 2 sin que se forme ningún espacio entre ellas.

Asimismo, en la fijación a través de dicha conexión, se puede usar un método tal como soldadura, adhesión o rosca. Además, es posible aplicar un material sellador, tal como un sellador de silicio o grasa para suprimir el flujo de entrada y salida de la atmósfera al evitar un espacio en la parte de conexión. Como el material de la placa divisoria, se puede usar cualquier tipo siempre que el material pueda mantener su estructura y no tenga permeabilidad al aire y poca adherencia del polvo en caída. Por ejemplo, se puede usar el mismo material que el de la pared lateral 2 descrita anteriormente.

(Contenedor de la trampa)

El contenedor de la trampa 25 puede tener cualquier estructura, siempre que el polvo en caída atrapado se pueda extraer fácilmente sin descargar el polvo en caída atrapado nuevamente hacia el aire exterior. La misma

estructura que la de la técnica relacionada puede aplicarse al contenedor de la trampa 25. Por ejemplo, se puede usar una botella de vidrio para un medidor de depósito, como en la técnica relacionada. Es conveniente que el volumen del contenedor de la trampa sea lo suficientemente grande teniendo en cuenta el caso en el que el agua obtenida de la lluvia fluya desde el puerto de muestreo de polvo 1 hacia el contenedor de la trampa durante un período de medición. Por ejemplo, se puede utilizar un volumen de 10 litros. Como material de la botella de la trampa, es posible emplear acero inoxidable, aluminio, acero anticorrosivo o similar, en lugar de vidrio.

El contenedor de la trampa 25 puede adaptarse para ser extraído del tubo de aire 9, y después de que el polvo en caída quede atrapado durante un período predeterminado, el contenedor de la trampa 25 se puede extraer del tubo de aire 9 para recoger el polvo en caída atrapado.

Para evitar que se mezclen materias extrañas con el contenedor de la trampa 25, es conveniente que la porción de conexión entre el contenedor de la trampa 25 y el tubo de aire 9 esté sellada. Sin embargo, por cuestiones de conveniencia de montaje y desmontaje del contenedor de la trampa, puede adoptarse una estructura en la que se proporcione un espacio estrecho entre el contenedor de la trampa 25 y el tubo de aire.

Se puede evitar que el polvo en caída atrapado se separe y se vuelva a volar insertando agua en el contenedor de la trampa 25. En este caso, al capturar el polvo en caída, aquel que esté como un sólido insoluble se filtrará y se recogerá, y mientras que el que esté en estado líquido e hidrosoluble se recolectará junto con el agua. El material residual filtrado recogido y el material residual obtenido secando un líquido filtrado respectivamente, corresponden al polvo en caída insoluble y al polvo en caída soluble. Además, en el estado donde no se inserta agua en el contenedor de la trampa 25, el polvo en caída puede quedar atrapado, y el polvo en caída insoluble y el polvo en caída soluble pueden recogerse como un sólido. Cuando la masa del polvo en caída obtenido de esta manera se mide, por ejemplo, mediante una balanza electrónica, se puede obtener la masa total del polvo en caída, la masa del polvo en caída insoluble y la masa del polvo en caída soluble.

Además, estrictamente, las partículas tales como SPM más diminutas están contenidas en el contenedor de la trampa y no son el polvo en caída. En un entorno en el que la concentración de la masa de las partículas de SPM es suficientemente menor que la concentración de la masa del polvo en caída, la masa del polvo atrapado en el contenedor de la trampa puede considerarse como la masa del polvo en caída. Además, cuando la concentración de la masa de la SPM no puede ignorarse, por ejemplo, se puede realizar un filtrado, utilizando un filtro que permita la permeación de 10 µm o menos de partículas para separar el polvo en caída atrapado de la SPM capturada después de atrapar el polvo.

(Mecanismo de captura de polvo en caída del puerto de muestreo de polvo 1)

Se describirá un mecanismo de captura de polvo dentro del puerto de muestreo de polvo 1 de la realización. En la realización, el polvo en caída atmosférico que fluye desde la entrada de aire exterior 10, circula hacia el área de reducción de viento 13 junto con la atmósfera, cuando la atmósfera introducida pasa por alto por la placa divisoria 4 y pasa la parte inferior de la placa divisoria 4. Cuando el polvo en caída fluye hacia la el área de reducción de viento 13, en dirección vertical descendente debido al efecto de cambiar la dirección del flujo atmosférico ambiental a la dirección vertical descendente, o al efecto de hacer que la partícula de polvo colisione con la placa divisoria 4, el polvo en caída acelera. Por esta razón, por ejemplo, una partícula particularmente grande de polvo en caída que tenga un diámetro de 100 µm o más cae directamente al puerto de aire 9, y queda atrapada en el recipiente de la trampa 25 a través del tubo de aire 5. Una parte de la partícula de polvo en caída que es no es particularmente grande cae libremente mientras permanece dentro del área de reducción de viento 13, y llega al puerto de aire 9 como en la partícula de polvo más grande, para quedar atrapada en la trampa 25, a través de el tubo de aire. Como se describe en el BSNE que es la técnica relacionada, el efecto del área de reducción de viento con respecto a la trampa del polvo en caída es que queda atrapada una mayor cantidad de polvo en caída corriente abajo, en comparación con el caso en el que la reducción de viento se produce al extender el tiempo de permanencia del polvo en caída dentro del puerto de muestreo de polvo 1.

A continuación, el parámetro de eficiencia de captura del polvo P1 creado por el inventor se definirá mediante la siguiente ecuación.

$$[\text{parámetro de eficiencia de captura del polvo P1}] = [\text{área de sección transversal horizontal del área de reducción de viento 28}] \times [\text{longitud del área de reducción de viento 29}] / [\text{área total de la entrada de aire exterior 10}]^2$$

Aquí, el área de reducción de viento indica un área donde se reduce la velocidad del viento de la atmósfera que contiene el polvo en caída que fluye desde la entrada de aire exterior 10 a la velocidad del viento del flujo en el puerto de muestreo de polvo 1. Además, el área de la sección transversal horizontal del área de reducción del viento 28 indica un valor máximo de la sección transversal horizontal del área de reducción del viento 13. Por otro lado, la longitud del área de reducción del viento 29 indica la longitud de una trayectoria donde el aire pasa por el área de reducción del viento. Cuando el aire exterior no se descarga directamente

desde el puerto de muestreo de polvo 1, el área de reducción de viento indica una distancia desde el límite cerca de la entrada de aire exterior del área de reducción de viento hasta el puerto de aire. Cuando el aire exterior se descarga directamente desde el puerto de muestreo de polvo 1 como en BSNE, el área de reducción de viento indica la longitud de una línea conectada desde el límite cerca de la entrada de aire exterior del área de reducción de viento hasta el puerto de escape 8 o la entrada de aire exterior 10 corriente abajo (en el caso de la realización). Para reconocer la posición específica del área de reducción de viento y la longitud específica del área de reducción de viento, por ejemplo, el área de baja velocidad del viento puede distinguirse obteniendo la distribución de la velocidad del viento dentro del puerto de muestreo de polvo 1, utilizando un flujímetro dispuesto dentro del puerto de muestreo de polvo 1.

Además, se describirá el significado físico del parámetro de eficiencia de captura del polvo P1. En el aire exterior que fluye hacia el puerto de muestreo de polvo 1, a una velocidad específica, el tiempo promedio de permanencia de la atmósfera y el polvo en caída atmosférico en el área de reducción del viento aumenta en proporción al [área de la sección transversal de la entrada de aire exterior 10] / [área de sección transversal horizontal del área de reducción de viento 28]. Además, a medida que aumenta el valor de la [longitud del área de reducción de viento 29] / [área de la sección transversal de la entrada de aire exterior 10], la uniformidad de la velocidad del viento en el área de reducción de viento 13 mejora más. Es decir, el efecto de evitar una reducción en el soplado rápido a través de solo una parte del área de reducción de viento 13, desde el límite cerca de la entrada de aire exterior 10 hasta el puerto de escape 8 o el puerto de aire 10, se incrementa, a medida que el valor de la [longitud del área de reducción de viento 29] / [el área de la sección transversal de la entrada de aire exterior 10] aumenta. Dado que el fenómeno del soplado reduce significativamente el tiempo promedio de permanencia del polvo en caída atmosférico en el área de reducción de viento 13, la eficiencia de captura se degrada mucho. Por lo tanto, el estado donde el parámetro de polvo en caída es grande puede considerarse como un estado en el que aumenta la eficiencia de la captura de polvo debido a el polvo en caída en caída libre, ya que el polvo en caída atmosférico, por lo general, permanece en el área de reducción de viento 13 durante mucho tiempo. Por lo tanto, a medida que aumenta el parámetro de eficiencia de captura del polvo P1, se incrementa la eficiencia de captura del polvo en el puerto de muestreo de polvo 1. Es decir, es posible organizar la eficiencia de captura del polvo en el puerto de muestreo de polvo específico utilizando el parámetro de eficiencia de captura del polvo P1.

La relación entre el parámetro de eficiencia de captura del polvo P1 y la eficiencia de captura del polvo en la trampa de los componentes del polvo en caída horizontal se describirá más específicamente. Dado que el área de reducción de viento 13 del BSNE o de la SUSTRA es comparativamente más pequeña que el área de abertura de la entrada de aire exterior, el parámetro de eficiencia de captura del polvo P1 también es pequeño. Por esta razón, como se muestra en la figura 11, la eficiencia de captura del polvo es menor que, por ejemplo, el valor máximo de la eficiencia de captura del polvo en el MWAC.

El MWAC puede indicar que el valor del parámetro de eficiencia de captura del polvo P1 es comparativamente grande y que, entonces, el valor de la eficiencia de captura del polvo es alto. Sin embargo, el MWAC tiene un gran defecto en el que la dependencia de la eficiencia de la captura de polvo con respecto a la dirección del viento del aire exterior es extremadamente marcada. Este defecto es consecuencia de lo siguiente. Dado que la proximidad de la abertura de la entrada de aire exterior 10 del MWAC se forma en una tubería directa, la atmósfera que fluye hacia la entrada de aire exterior debe tener la velocidad axial de la tubería directa inmediatamente después de que fluye en ella. Por esta razón, cuando la dirección axial de la entrada de aire exterior 10 es diferente de la dirección del viento del aire exterior, la resistencia al flujo aumenta debido al cambio abrupto en la dirección de la atmósfera en la entrada de aire exterior 10, la cantidad de entrada de aire el aire exterior disminuye, y el flujo del polvo en caída en el aire exterior puede no seguir el cambio brusco en la dirección de la atmósfera de entrada, de modo que la cantidad de polvo en caída que fluye hacia la entrada de aire exterior 10 disminuye. Por tal motivo, en el MWAC, la eficiencia de la captura de polvo cambia en gran medida de acuerdo con la dirección del viento. En el MWAC, solo cuando la dirección del viento del aire exterior es igual a la dirección de la entrada de aire exterior, la eficiencia de captura del polvo es alta.

En la realización, dado que las entradas de aire exterior 10 están presentes de manera intermitente en la dirección circunferencial del puerto de muestreo de polvo 1, el valor del parámetro de eficiencia de captura del polvo P1 se puede configurar para que sea mayor que el del dispositivo de la técnica relacionadas_j. Cuando exista la necesidad de obtener la máxima eficiencia del MWAC y la eficiencia de la captura de polvo, el valor del parámetro de la eficiencia de la captura de polvo en caída P1 se puede establecer en aproximadamente 100 [1/mm]. Esto corresponde al caso en el que se proporcionan ocho entradas de aire exterior 10, con un ancho de 3 mm y una altura de 7 mm en el extremo superior, por ejemplo, de un reductor en forma de trompeta disponible, con un diámetro del extremo superior de 45 mm y una altura de 60 mm. Las dimensiones del reductor en forma de trompeta y la entrada de aire exterior 10 se pueden establecer de manera apropiada para satisfacer la condición necesaria para el parámetro de la trampa de polvo en caída.

Además, en la realización, la mayor parte de la superficie del puerto de muestreo de polvo 1 no está abierta. En comparación con el otro tipo en el que la abertura es grande, el puerto de muestreo de polvo 1 de la realización tiene una gran resistencia del aire, con respecto a la atmósfera ambiental. Por este motivo, se

genera una gran presión negativa en la superficie del puerto de muestreo de polvo 1, en la dirección descendente del viento. Como resultado, se ejerce una fuerza sobre la entrada de aire exterior 10 en la dirección descendente del viento, de modo que la atmósfera dentro del puerto de muestreo de polvo 1 es succionada para que salga. En consecuencia, incluso cuando la entrada de aire exterior 10 sea relativamente pequeña y haya una diferencia entre la dirección de la entrada de aire exterior y la dirección del viento del aire exterior, la ventilación del puerto de muestreo de polvo 1 no se degrada particularmente. Por ejemplo, incluso en el MWAC, aunque el área de abertura de la entrada de la atmósfera 10 es comparativamente pequeña, en el caso del dispositivo, no se produce la condición particular de reducción de presión cerca del puerto de escape 8 en la dirección descendente del viento. Por esta razón, la ventilación del puerto de muestreo de polvo 1 puede esperarse solo por el efecto de hacer que el aire exterior fluya hacia la entrada de aire exterior 10, en función de la inercia del flujo del aire exterior. Por tal motivo, en el MWAC, la eficiencia de ventilación del puerto de muestreo de polvo 1 se degrada fácilmente, lo que corresponde a un gran factor de degradación de la eficiencia de la captura del polvo en caída.

Dado que el puerto de muestreo de polvo para el sistema SPM que se muestra en la figura 6 aspira el aire exterior, no puede clasificarse como la trampa de los componentes del polvo en caída horizontal, aunque tiene un punto común con la estructura de la realización, en el sentido que la estructura es axisimétrica, se provee una placa del techo y la estructura (cono) que altera el flujo está presente debajo de la placa del techo, dentro del puerto de muestreo de polvo. En el caso de utilizar el puerto de muestreo de polvo, el área de reducción de viento 13 se forma debajo de la estructura 14, alterando el flujo cónico. Sin embargo, dado que el área con la abertura es grande en toda la circunferencia de la entrada de aire exterior, el valor del parámetro de eficiencia de captura del polvo P1 es pequeño. Además, dado que la mayor parte de la atmósfera que fluye desde la entrada de aire exterior 10 hacia el puerto de muestreo de polvo 1 toma un flujo 17 que pasa por alto la estructura que altera el flujo en la dirección horizontal, la proporción de la atmósfera que realmente fluye hacia el área de reducción de viento es baja. Por esta razón, en el puerto de muestreo de polvo de la figura 6, la eficiencia de captura del polvo es pequeña y no es adecuada como puerto de muestreo de polvo. En el sistema SPM, constituye un objeto atrapar solo la SPM separando la SPM del polvo en caída grande, que puede caer libremente en la atmósfera. En consecuencia, en el sistema SPM, es natural que la eficiencia de captura de polvo del puerto de muestreo de polvo 1 sea baja.

(Método para calcular el flujo de la cantidad de polvo horizontal)

El valor de flujo de la cantidad de polvo en caída horizontal puede calcularse dividiendo la cantidad de polvo en caída medida por el dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo 6 por hora, por el área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior. El área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior de la realización indica la suma del área de proyección al plano perpendicular, con respecto a la dirección del viento en el área de abertura hacia la cual el aire exterior fluye realmente en la entrada de aire exterior. Para especificar la abertura hacia la que fluye el aire exterior, por ejemplo, se puede determinar si el aire exterior fluye hacia cada entrada de aire exterior, midiendo el campo de flujo cerca del puerto de muestreo de polvo 1, en una condición de velocidad constante del viento después de disponer el dispositivo en un túnel de viento.

Además, en general, la velocidad de flujo promedio del aire exterior en la abertura de la entrada de aire exterior se torna menor que la velocidad del viento del aire exterior, debido a la resistencia del aire del puerto de muestreo de polvo. Como resultado, la masa del polvo en caída que fluye hacia el puerto de muestreo de polvo, junto con el aire exterior también se reduce, en comparación con el caso en que el aire exterior fluye hacia el puerto de muestreo de polvo a la velocidad del viento del aire exterior. Es decir, la eficiencia de captura del polvo en caída en el puerto de muestreo de polvo es, por lo general, inferior al 100 %. Por lo tanto, al calcular el flujo de la cantidad de polvo en caída horizontal, el valor del flujo de la cantidad de polvo en caída horizontal se puede corregir dividiendo el flujo de la cantidad de polvo en caída horizontal calculado de antemano por el método descrito anteriormente, por la eficiencia de captura del polvo obtenida de antemano. Por ejemplo, como método para obtener la eficiencia de la captura de polvo de antemano, el dispositivo se coloca dentro del túnel de viento, se descarga una concentración constante de un tipo específico de polvo en caída desde arriba, durante un período constante, y entonces, la eficiencia de captura del el polvo en caída se calcula utilizando la masa del polvo en caída atrapado en el dispositivo por hora, el área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior obtenida por el método descrito anteriormente y el valor promedio del flujo de cantidad de polvo en caída horizontal dentro del túnel de viento. Es decir que puede establecerse lo siguiente:

$$[\text{eficiencia de captura del polvo}] = [\text{masa de polvo en caída atrapado por el dispositivo por hora}] / ([\text{área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior}] \times [\text{valor promedio del flujo de la cantidad de polvo en caída horizontal dentro del túnel de viento}])$$

El valor promedio del flujo de la cantidad de polvo en caída horizontal dentro del túnel de viento puede obtenerse por el método o mediante el método similar descrito en el documento 2 que no es una patente.

Además, en la realización, la cantidad de polvo en caída atrapado es proporcional al flujo horizontal de la cantidad de polvo en caída en el aire exterior, independientemente de la velocidad del viento del aire exterior.

Por lo tanto, cuando no es necesario el valor absoluto del flujo de la cantidad de polvo en caída horizontal con el fin de manejar la tendencia del flujo de la cantidad de polvo en caída horizontal, el valor estándar del valor de medición de la cantidad de polvo en caída en el dispositivo de la realización se determina de antemano, y el flujo de polvo en caída horizontal relativo se puede obtener dividiendo el valor de medición de la cantidad de polvo en caída obtenida en series de tiempo en el dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo de la realización por el valor estándar.

(Segunda realización)

Se describirá una segunda realización con referencia a las figuras 14A a 14D. La realización tiene la misma estructura que la de la primera realización, excepto por la placa del techo. En la realización, el diámetro de la placa del techo 3 debe ser mayor que el diámetro del extremo superior de la pared lateral 2. Cuando el diámetro de la placa del techo 3 es igual al diámetro del extremo superior de la pared lateral 2, toda gota de lluvia que fluya hacia el puerto de muestreo de polvo 1 en el caso de la lluvia, cualquiera sea su tamaño, puede fluir desde la entrada de aire exterior 10 hacia el puerto de muestreo de polvo 1. Entonces, el polvo en caída recibido en la gota de lluvia debido al efecto de lavado de la lluvia fluye hacia el puerto de muestreo de polvo 1 junto con la gota de lluvia como un depósito húmedo, para quedar atrapado en el contenedor de la trampa 25. La influencia del polvo en caída como depósito húmedo con respecto al medio ambiente es diferente de la del polvo en caída como depósito seco que queda atrapado en caso de que no llueva.

Por ejemplo, cuando el polvo en caída como depósito húmedo contiene sal o ácido solubles, tal material en la lluvia caída puede afectar la vegetación o similar, como un factor de degradación del crecimiento. Por otro lado, aun cuando haya ácido soluble contenido en el depósito seco, la vegetación apenas se ve afectada inmediatamente después de que se deposita el polvo en caída.

En el dispositivo de acuerdo con la realización, el diámetro de la placa del techo 2 es mayor que el diámetro del extremo superior de la pared lateral 2. En este caso, la porción exterior de la placa del techo en relación con el extremo superior de la pared lateral 2 sirve como una porción pico, y en caso de que llueva y que las gotas de lluvia tengan una dimensión específica o la superen, se evita que las gotas de lluvia penetren en el puerto de muestreo de polvo 1. A medida que el diámetro de la placa del techo 3 se va agrandando, es posible evitar que penetren en el puerto de muestreo de polvo 1 gotas de lluvia de menor tamaño. Es decir, en la realización, es posible suprimir la captura del polvo en caída húmeda depositada junto con una gota de lluvia que tenga un diámetro mínimo específico o más.

Sin embargo, por otro lado, el diámetro máximo de la gota de lluvia que puede fluir hacia el puerto de muestreo de polvo 1 en caso de que no llueva se reduce a medida que aumenta el diámetro de la placa del techo, y existe el problema de que no pueda capturarse el polvo en caída seco depositado cuyo diámetro alcance el mínimo específico o lo supere, en caso de que no llueva. Por lo tanto, cuando el intervalo de valores de diámetro de la placa del techo se determina en función de las dos ecuaciones presentadas a continuación, puede realizarse la trampa de los componentes del polvo en caída horizontal, es decir, la trampa de los componentes horizontales para el polvo en caída como depósito seco, que no atraparé el polvo en caída como depósito húmedo, en caso de que llueva, pero que sí captará el polvo en caída como depósito seco que se encuentre dentro del intervalo de dimensiones deseado.

[longitud radial de la porción pico de la placa del techo]

< [velocidad del viento representativa del aire exterior] / [velocidad de la caída libre del polvo en caída que se desea atrapar]

× [longitud vertical entre la superficie inferior de la placa del techo y el extremo inferior de la entrada de aire exterior]

Además,

[longitud radial de la porción pico de la placa del techo]

> [velocidad del viento representativa del aire exterior] / [velocidad de la caída libre de la gota de lluvia que no se desea atrapar y que tiene el diámetro mínimo] × [longitud vertical entre la superficie inferior de la placa del techo y el extremo inferior de la entrada de aire exterior]

En general, el diámetro de la gota de lluvia es de 300 µm o más, mientras que el diámetro del polvo en caída representativo es de 100 µm o menos. Por lo tanto, puede realizarse la longitud de la porción pico de la placa del techo 3 aplicada a la trampa del componente horizontal para el polvo en caída como depósito seco.

Además, el polvo en caída no se aloja en la gota de lluvia, en caso de que la lluvia fluya hacia el puerto de muestreo de polvo junto con el viento del aire exterior [SIC]. Tal polvo en caída puede considerarse como un depósito seco. Además, en caso de que haya una densidad suficiente de gotas de lluvia, por ejemplo, en el caso de lluvias de 1 mm o más durante una hora, el efecto de lavado del polvo en caída es grande, y la influencia del depósito seco en el caso de la lluvia es despreciable.

Resulta conveniente que la placa del techo sea un disco, para que no dependa tanto de la dirección del viento, pero cuando se considera la conveniencia en el procesamiento, la placa del techo puede tener un diseño similar a una forma circular, como por ejemplo, un polígono regular. Además, cuando la sección transversal horizontal de la pared lateral 2 tiene un diseño diferente de una forma circular —por ejemplo, una forma poligonal regular— el diámetro del círculo circunscrito con una forma poligonal regular de la sección transversal de la pared lateral en el extremo superior de la pared lateral puede ajustarse al diámetro del extremo superior de la pared lateral 2. Además, cuando la placa del techo 3 tiene una forma no circular —por ejemplo, una forma poligonal regular— el diámetro del círculo inscrito de la placa del techo 3 puede ajustarse al diámetro de la placa del techo 3.

(Tercera realización)

Una tercera realización de la invención se describirá con referencia a la figura 15. En el dibujo, en una primera trampa de los componentes del polvo en caída horizontal 32, el diámetro de la placa del techo 3 es igual al diámetro del extremo superior de la pared lateral 2, y es posible capturar los componentes horizontales del polvo en caída como depósito seco y el polvo en caída como depósito húmedo. En una segunda trampa de los componentes del polvo en caída horizontal 33 instalada sobre un caballete, adyacente a la primera trampa de los componentes del polvo en caída horizontal 32, el diámetro de la placa del techo 3 es mayor que el diámetro del extremo superior de la pared lateral 2, y solo queda atrapado el polvo en caída como depósito seco. Es decir, la masa del polvo en caída capturado en la segunda trampa de los componentes del polvo en caída horizontal 33 puede establecerse como la cantidad de material de depósito seco del componente horizontal del polvo en caída. Dado que las dos trampas de componentes del polvo en caída horizontal se instalan a la misma altura, de modo que sean adyacentes entre sí, se considera que las dos trampas de los componentes del polvo en caída horizontal están expuestas al mismo flujo de polvo en caída horizontal en el aire exterior.

Por lo tanto, la masa del polvo en caída de la diferencia obtenida al restar la masa del polvo en caída atrapado en la segunda trampa de los componentes del polvo en caída horizontal 33, de la masa del polvo en caída atrapado en la primera trampa de los componentes del polvo en caída horizontal 32 se puede establecer como la cantidad de material húmedo depositado del componente horizontal del polvo en caída. De esta manera, las cantidades de depósito húmedo y depósito seco del componente horizontal del polvo en caída pueden medirse por separado.

Además, cuando se obtiene una diferencia de masa entre los polvos en caída atrapados en la primera y en la segunda trampa de los componentes del polvo en caída horizontal, para obtener la masa de depósito húmedo, no solo se usa la masa total, sino que también se obtiene una diferencia de masa entre los polvos en caída atrapados en ambas trampas, dependiendo de cada componente del polvo en caída, del diámetro de cada partícula de la partícula insoluble o de la solubilidad en agua, de modo que la cantidad de material de depósito húmedo se pueda obtener de acuerdo con el componente del polvo en caída, la distribución de diámetros de las partículas o el estado soluble/insoluble. Con respecto al depósito seco atrapado en la segunda trampa de componentes de polvo en caída horizontal 33, cuando se recoge el material atrapado, se lo disuelve en agua, la masa del material filtrado y seco se mide fuera de línea y se puede obtener la cantidad de material de depósito para el estado soluble/insoluble. Mediante este método, el componente horizontal del polvo en caída puede analizarse mientras se separa simplemente en depósito húmedo soluble, depósito húmedo insoluble, depósito seco soluble y depósito seco insoluble. Como resultado, es posible obtener información útil para el manejo ambiental.

[Ejemplos]

(Ejemplo 1)

El flujo horizontal del polvo en caída se midió continuamente en exteriores, utilizando un dispositivo configurado mediante la aplicación a la configuración de la figura 8 del puerto de muestreo de polvo con la estructura que se muestra en la figura 9.

Como la pared lateral 2 del puerto de muestreo de polvo 1, se usó un reductor (con un diámetro exterior del extremo superior del reductor de 48 mm, un diámetro exterior del extremo inferior de 21,7 mm y una longitud axial de 63 mm) del reductor de acero inoxidable 5K, 1-1/2 × 1/2 según las normas industriales japonesas (JIS, *Japanese International Standards*). La entrada de aire exterior 10 se formó procesando ocho aberturas (con una forma rectangular) en la dirección circunferencial, desde el extremo superior de la pared lateral 2, para lograr un ancho de 3 mm y una altura de 7 mm. De la misma manera, se procesaron cuatro muescas en la dirección circunferencial desde el extremo superior de la pared del tubo, para lograr un ancho de 4 mm y una profundidad de 25 mm. La placa divisoria 4 se formó insertando cuatro placas de acero inoxidable con un ancho de 24 mm, una longitud de 24 mm y un espesor de 4 mm en las muescas. La placa divisoria se enroscó en la placa del techo 3, como un disco inoxidable que tenía un diámetro de 48 mm y un espesor de 2 mm. Se usó un adhesivo resinoso con base epoxi para pegar la placa del techo 3 al extremo superior de la pared lateral 2 y la pared lateral 2 a la placa divisoria 4, de modo que quedaran unidas y selladas.

Un tubo de acero inoxidable con un diámetro de 1 pulgada se soldó al extremo inferior de la pared lateral 2, es decir, el puerto de aire 9, y un tubo de acero inoxidable con un diámetro externo de 6 mm se soldó al extremo inferior del tubo de acero inoxidable, con un reductor de acero inoxidable interpuesto entre ellos, de modo que estos tubos de acero inoxidable se usaron como el tubo de aire 5. El tubo de aire 5 se insertó en la boca del contenedor de la trampa 25, como una botella de boca angosta, con un volumen de 20 litros y se fabricó en vidrio, y se colocó un empaque de caucho montable y desmontable para llenar el espacio entre el exterior del tubo de aire 5 y el interior de la boca del contenedor de la trampa 25, de modo que el tubo de aire 5 se adhiriese al contenedor de la trampa 25. El contenedor de la trampa se había llenado con agua de antemano; se recolectaron tanto el material sólido como el material soluble dentro del contenedor de la trampa al recoger el material atrapado, el material seco del material residual obtenido al filtrar el material recolectado se estableció como la cantidad del componente horizontal del polvo en caída insoluble, y se midió su masa. Además, en el líquido filtrado, se midió la masa del material residual obtenido al evaporar el agua, y este valor se estableció como la cantidad capturada del componente horizontal del polvo en caída horizontal.

El valor de masa total de la cantidad atrapada del componente horizontal del polvo en caída insoluble y el material atrapado del componente horizontal del polvo en caída soluble se estableció como la cantidad atrapada del componente horizontal del polvo en caída, y el valor se dividió por el tiempo de duración del experimento y 50 mm^2 del área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior obtenida de antemano mediante el experimento, para calcular el flujo de polvo en caída horizontal. Además, en el experimento de calcular el área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior, la prueba se llevó a cabo como se explica a continuación, basándose en el método de experimento estándar en túnel de viento a baja velocidad, descrito en el JSME Mechanical Engineers' Handbook A5 (Japan Society of Mechanical Engineers, Sociedad Japonesa de Ingenieros Mecánicos). El dispositivo de la realización con el puerto de muestreo de polvo fabricado utilizando un material acrílico transparente y con la misma forma que la del experimento exterior se instaló en el túnel de viento, y la velocidad del viento del túnel de viento se estableció para que fuera constante.

Se instaló un penacho (una cuerda para observar el flujo de aire) detrás de cada entrada de aire exterior, dentro del puerto de muestreo de polvo del dispositivo, y la dirección del viento se midió de acuerdo con el método del penacho. En el método del penacho, la dirección indicada por el extremo frontal del penacho corresponde al flujo descendente momentáneo (la dirección del flujo de aire) del flujo de aire. El movimiento del extremo frontal del penacho se observó desde arriba, a través de la placa del techo transparente, y la dirección del flujo de aire indicada por el extremo frontal del penacho se registró en forma continua. La dirección del flujo de aire se clasificó en dos direcciones, es decir, la dirección de entrada de flujo y la dirección de salida de flujo, con respecto a la entrada de aire exterior, y se calculó cada relación de tiempo indicada por el extremo frontal del penacho. La entrada de aire exterior cuya relación de tiempo de la dirección del flujo de aire que se convertía en la dirección de flujo de entrada con respecto a la entrada de aire exterior era más de la mitad, se estableció como abertura efectiva [SIC].

La suma de las áreas de proyección con respecto al plano perpendicular a la dirección del viento de toda abertura efectiva en cualquier condición experimental se estableció como el área de abertura efectiva en la condición experimental. La prueba del túnel de viento se realizó varias veces, cambiando la condición del ángulo formado entre la dirección del viento y la entrada de aire exterior y la condición de la velocidad del viento, y el valor promedio en las condiciones experimentales totales de las áreas de abertura efectivas, respectivamente, obtenidas de los experimentos, se adoptó como el área de abertura efectiva representativa.

El método del experimento al aire libre se desarrolló como se explica a continuación. El dispositivo se instaló en una mesa de trabajo, ubicada a una altura de 5 m del suelo, para que estuviera en una posición donde no hubiera barreras altas provistas en un radio de 200 m alrededor del dispositivo; se eligió un día en el que no llovía, y durante doce horas se llevó a cabo una medición continua. A modo de comparación, se instalaron un colector de alto volumen, apto para el cambio manual de la dirección del puerto de aire y del flujo de succión de aire, y una aeropaleta adyacente al dispositivo, y la succión uniforme se mantuvo manualmente durante el experimento, mediante el uso de estos. Es decir, el valor de medición momentáneo de la aeropaleta se verificó en forma visual, y luego se realizó normalmente una operación en la que la dirección del puerto de aire del colector de alto volumen se dispuso en forma manual, para que el valor de medición de la dirección del viento y el flujo de succión de aire del colector de alto volumen coincidieran con el valor de medición de la velocidad del viento. El filtro de la trampa de polvo del colector de alto volumen se cambió cada hora para medir manualmente su masa fuera de línea, con lo cual se obtenía la masa de la trampa de polvo en caída por hora. La masa de la trampa de polvo en caída se dividió por el tiempo (una hora) y el área de abertura del puerto de aire del colector de alto volumen, para convertirla en el flujo de polvo en caída horizontal en el momento de captura correspondiente. Además, se realizó un estudio preliminar en el punto de valor de medición de este ejemplo, y se verificó de antemano que la concentración de la masa de la SPM en la atmósfera en el punto correspondiente fuera suficientemente menor que la concentración de la masa del polvo en caída. Por lo tanto, en este ejemplo, la cantidad de la trampa de polvo de cada dispositivo de medición se estableció como la cantidad de la trampa de polvo en caída.

Este experimento se realizó diez veces en días diferentes. El polvo en caída atrapado en el contenedor de la trampa del dispositivo se recogía al final de cada experimento. Cuando no se acumulaba agua dentro del contenedor debido a la evaporación natural durante la medición, la masa del polvo en caída se medía directamente. Además, cuando se acumulaba agua en el recipiente, la humedad del material recogido se evaporaba en un estado despresurizado, y la masa del material residual se medía como la masa del polvo en caída.

Como resultado, el valor de medición del flujo de polvo en caída horizontal obtenido al dividir la masa (masa) del polvo en caída atrapado por hora en el dispositivo, por el área de abertura de la entrada de aire exterior fue de $0,14 \text{ mg/m}^2$ en promedio. Por el contrario, la diferencia entre el valor de medición de cada día de experimento del dispositivo y el valor de medición promedio de cada día usando el colector de alto volumen fue de $0,021 \text{ mg/m}^2\text{s}$ en promedio, y la desviación estándar fue pequeña, de $0,012 \text{ mg/m}^2\text{s}$. Luego, se encontró que el dispositivo podía realizar una succión uniforme y una medición del flujo de polvo en caída horizontal altamente precisa.

Aquí, se describirá específicamente un método para calcular el área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior. El área de abertura efectiva se estableció como la suma de las áreas de proyección al plano perpendicular con respecto a la dirección del viento de la abertura, hacia la cual el aire exterior fluía en la entrada de aire exterior. Para especificar la abertura hacia la que fluye el aire exterior, el dispositivo se colocó dentro del túnel de viento, se aplicó viento con una velocidad constante del viento desde la superficie lateral del mismo, y se midieron las direcciones del viento cerca de las dieciséis entradas de aire exterior. Este resultado se usó para calcular el área efectiva de la entrada de aire exterior, que tenía una dirección en la que el aire exterior fluía hacia el puerto de muestreo de polvo, en promedio. Como resultado de la medición en varias condiciones de dirección del viento, el área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior fue 1,6 veces el área de abertura de cada entrada de aire exterior, en promedio.

Por otra parte, la medición de la cantidad de polvo utilizando la succión uniforme a través del colector de alto volumen tiene una alta precisión, pero surge el problema de que la dirección del dispositivo y la tasa de flujo de succión deben cambiarse desde el dispositivo en forma manual, y básicamente el tipo de disposición del filtro de captura de tipo se debe cambiar en forma manual y con frecuencia. Por lo tanto, de hecho, no es apropiado aplicar el método descrito anteriormente para la medición continua del componente de polvo en caída horizontal durante un largo período, por los costos de mano de obra que ello implica. Por el contrario, en el dispositivo y el método de acuerdo con la realización, como se describió con anterioridad, se obtiene un resultado altamente preciso, sin realizar operaciones manuales.

(Ejemplo 2)

Se preparó un dispositivo de medición de flujo de polvo en caída horizontal, que tenía un puerto de muestreo de polvo con la estructura que se muestra en las figuras 14A a 14D, una placa del techo 3 con un diámetro de 150 mm y la configuración de la figura 8. El flujo de polvo en caída horizontal se midió continuamente, en exteriores, utilizando el dispositivo. Se proveyó, además, un colector de alto volumen como trampa de polvo comparativa, con un detector de lluvia, una cubierta de abertura de entrada de aire exterior y un dispositivo de apertura y cierre de la cubierta, y luego se proporcionó un mecanismo que abría y cerraba automáticamente la cubierta de abertura de entrada de aire exterior, para que el aire exterior no fuera aspirado en caso de lluvia. Al utilizar este mecanismo, el colector de alto volumen pudo aspirar el polvo solo en caso de que no lloviera. En las condiciones en las que las otras estructuras fueron las mismas que las del ejemplo 1, el experimento se realizó diez veces en días diferentes.

En consecuencia, el resultado de la medición del flujo de polvo en caída horizontal, calculada de la misma manera que en el ejemplo 1, fue de $0,10 \text{ mg/m}^2\text{s}$ en promedio en el dispositivo. Por el contrario, la diferencia entre el valor de medición de cada día de prueba del dispositivo y el valor de medición promedio de cada día, utilizando el colector de alto volumen fue de $0,013 \text{ mg/m}^2\text{s}$ en promedio, y la desviación estándar de los mismos fue pequeña, del orden de $0,008 \text{ mg/m}^2\text{s}$. Como resultado, se descubrió que el dispositivo era capaz de medir con gran precisión el flujo de polvo en caída horizontal en ausencia de lluvia.

Además, en este ejemplo, la velocidad de la caída libre del polvo en caída que se deseaba atrapar fue de 0,2 m/s, y la velocidad mínima de caída libre de gotas de lluvia que no se deseaba atrapar fue de 1,5 m/s. Como se trata de una llovizna en caso de la velocidad de caída o de una velocidad inferior, es posible que no haya grandes caudales de lluvia, en general [SIC]. La velocidad del viento representativa de una región donde se realizó la medición se estableció de 2 a 10 m/s. Se estableció la velocidad de viento mínima representativa debido a que el componente de polvo en caída horizontal no fue un problema a la velocidad del viento o a una velocidad menor. Como velocidad máxima del viento representativa, se adoptó la velocidad máxima del viento en la región en un año promedio. Es decir, se requería proporcionar una trampa que fuera capaz de atrapar el polvo en caída necesario, incluso ante la velocidad del viento mínima representativa, y de no atrapar gotas de lluvia que tuvieran un tamaño (a la velocidad en caída libre) que se deseara excluir, aun ante la velocidad máxima representativa del viento. En la condición previa, el diámetro de la placa del techo 3 se estableció de modo que la longitud de la porción pico de la placa del techo de la realización se ubicara en el intervalo

conveniente descrito en la segunda realización.

Por otro lado, como resultado del examen del material recolectado en el dispositivo, en presencia de lluvias intensas, de 10 mm por hora y con una velocidad promedio del viento durante las lluvias cercana a la velocidad máxima representativa del viento, se encontró que el agua de lluvia atrapada en la trampa era de 10 ml y que la mayor parte de la lluvia quedaba excluida del dispositivo. Por el contrario, por ejemplo, en la trampa del ejemplo 1, varios cientos de ml o más de agua de lluvia quedaron atrapados en general con respecto a los 10 mm de lluvia caída.

Asimismo, en otro experimento en el que la velocidad del viento es un valor aproximado al valor mínimo representativo de la velocidad del viento, en todos los períodos de experimentación, se examinó el material recolectado del dispositivo. Como resultado, se encontró que el material atrapado contenía un 8 % o más de polvo en caída que tenía una velocidad de la caída libre de 0,2 m/s o más y que se deseaba capturar. En consecuencia, se halló que el dispositivo podía capturar de manera eficiente el polvo en caída que tenía un tamaño (a la velocidad en caída libre) deseable para atrapar. Además, para examinar la velocidad de la caída libre del material atrapado, este se dejó caer desde la parte superior de una habitación oscura y limpia, y se realizó un experimento para especificar una posición de partícula momentánea, a partir de la dispersión de la luz, permitiendo que la partícula caída se irradiara con un rayo láser similar a una lámina. Al utilizar este método, la velocidad de caída de la partícula se calculó a partir del tiempo necesario para que cayera cada partícula.

Además, al determinar la dimensión del dispositivo del ejemplo, se realizó un experimento preliminar cambiando la condición del dispositivo de manera tal que: (a) la longitud axial de la placa divisoria 4 fuera de 7 mm o (b) la longitud axial de la placa divisoria 4 fuera del 80 % (50,4 mm) de la longitud axial del puerto de muestreo de polvo, y se encontró una condición apropiada. Cuando la longitud axial de la placa divisoria 4 era extremadamente corta, la eficiencia de captura del polvo se degradaba, debido al soplado (por ejemplo, 40 %). Además, cuando la longitud axial de la placa divisoria 4 era extremadamente larga, la eficiencia de captura se degradaba, debido a una disminución en el área de reducción del viento (por ejemplo, 30 %).

(Ejemplo comparativo 1)

Se fabricó una trampa para polvos en la que el puerto de muestreo de polvo se estableció como puerto de muestreo de polvo con una estructura de la técnica relacionada, que se muestra en las figuras 6A y 6B y un contenedor de trampa se conectó a la parte inferior del puerto de muestreo de polvo, y el experimento se realizó en el estado donde las otras condiciones fueron las mismas que las del ejemplo 2. El valor de medición de la masa de la trampa de polvo en caída medido por el dispositivo se comparó con el valor de medición de masa de la trampa de polvo en caída del colector de alto volumen, que realizaba una succión uniforme, como un dispositivo de medición comparativa proporcionado en paralelo al dispositivo. En la comparación de ambos valores de medición, se reflejó una diferencia en el área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior 10 del puerto de muestreo de polvo 1 entre el colector de alto volumen y el dispositivo. Es decir, cuando la eficiencia de la captura de polvo del dispositivo era del 100 %, el valor de medición de la masa de la trampa de polvo en caída usando el colector de alto volumen se corregía, de manera que el valor de medición de la masa de la trampa de polvo en caída del dispositivo fuera igual a la masa de la trampa de polvo en caída utilizando el colector de alto volumen. Por otro lado, al obtener el área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior, dado que el dispositivo tenía una única abertura en toda la circunferencia, se realizó el experimento en el túnel de viento y se obtuvo la porción en la que el aire exterior fluía dentro de la entrada de aire exterior. Tal experimento se realizó diez veces en días diferentes.

En consecuencia, en el resultado de la medición del flujo de polvo en caída horizontal calculado en el mismo método que en el ejemplo 1, la relación del valor de medición de cada día de experimento del dispositivo con respecto al valor de medición promedio de cada día de experimento, usando el colector de alto volumen fue baja, ubicándose en promedio en un valor de 0,05. Por otro lado, la desviación estándar de la relación fue de 0,15 y mayor que el valor promedio de la relación. Es decir, se encontró que el orden de la medición usando el dispositivo fue diferente del valor de medición del flujo de polvo en caída horizontal con el colector de alto volumen y solo se obtuvo el valor de medición con un bajo grado de correlación. Esto se debe a que el polvo en caída puede no quedar atrapado de manera muy eficiente en el puerto de muestreo de polvo que utiliza el dispositivo como el puerto de muestreo de polvo de la técnica relacionada.

(Ejemplo 3)

El puerto de muestreo de polvo 1 se fabricó de un modo similar al del ejemplo 2, duplicando sus dimensiones. Se llevó a cabo el experimento en un estado en el que las otras condiciones eran las mismas que las del ejemplo 2. Como resultado, la cantidad atrapada de polvo en caída por hora, es decir, el flujo de cantidad de polvo en caída horizontal, calculada de la misma manera que la del ejemplo 2, fue aproximadamente cuatro veces mayor que la del dispositivo del ejemplo 2.

Según estos ejemplos, se encontró que las realizaciones respectivas de la invención pueden proporcionar una trampa de los componentes del polvo en caída horizontal capaz de medir un flujo de polvo en caída horizontal

con una estructura pequeña, sencilla y de bajo costo.

(Ejemplo 4)

El experimento se realizó utilizando la configuración del dispositivo de la figura 15. En el dibujo, la primera trampa de los componentes del polvo en caída horizontal es la misma que la trampa de los componentes del polvo en caída horizontal utilizada en el ejemplo 1. La segunda trampa de los componentes del polvo en caída horizontal es la misma que la trampa de los componentes del polvo en caída horizontal utilizada en el ejemplo 2. Las dos trampas de los componentes del polvo en caída horizontal se instalaron en un lugar al aire libre, sin barreras en un radio periférico de 200 m, dispuestas sobre un caballete 34 situado a una altura de 5 m desde la superficie de suelo, con una separación de 3 m entre ellas. En este estado, el polvo en caída fue capturándose durante un mes. Mientras tanto, hubo cinco días de lluvia en total, y la suma de la lluvia caída en total fue de 30 mm.

Una vez finalizado el experimento, el polvo en caída se recolectó junto con el agua dentro del contenedor de las trampas, desde los contenedores de las dos trampas de los componentes del polvo en caída horizontal. Cada material recogido se filtró, se midió la masa del líquido filtrado, se analizó el componente del líquido filtrado y se examinó la relación de la composición de la masa de los componentes. Además, después de medir la masa secando el material residual filtrado, se realizó el análisis de los componentes y se midió la relación de la composición de la masa del componente. Se usó un método de cromatografía iónica general para medir la relación de la composición de la masa de cada componente del polvo en caída soluble, y un método de rayos X fluorescente general para obtener la relación de la composición de la masa para cada componente del polvo en caída insoluble.

Se aplicó la siguiente ecuación utilizando el valor de medición de masa y el valor de medición de la relación de la composición de masa del componente, utilizando el análisis de componentes, y se obtuvo la masa de cada depósito húmedo soluble, de cada depósito húmedo insoluble, de cada depósito seco soluble y de cada depósito seco insoluble. Además, la masa completa del depósito húmedo se calculó sumando la masa del depósito húmedo soluble y la masa del depósito húmedo insoluble, y la masa total del depósito seco se calculó sumando la masa del depósito seco soluble y la masa del depósito seco insoluble.

[cantidad de material de depósito seco soluble del componente específico]
 = [masa del líquido filtrado atrapado en la segunda trampa de los componentes del polvo en caída horizontal] × [relación de la composición de la masa del componente específico del líquido filtrado atrapado en la segunda trampa de los componentes del polvo en caída horizontal]

[cantidad de material de depósito seco insoluble del componente específico]
 = [masa de material residual filtrado atrapado en la segunda trampa de los componentes del polvo en caída horizontal] × [relación de la composición de la masa del componente específico del material residual filtrado atrapado en la segunda trampa de los componentes del polvo en caída horizontal]

[cantidad de masa del depósito húmedo soluble del componente específico]
 = [masa del líquido filtrado atrapado en la primera trampa de los componentes del polvo en caída horizontal] × [relación de la composición de la masa del componente específico del líquido filtrado atrapado en la primera trampa de los componentes del polvo en caída horizontal]
 - [masa de líquido filtrado atrapado en la segunda trampa de los componentes del polvo en caída horizontal] × [relación de la composición de la masa del componente específico del líquido filtrado atrapado en la segunda trampa de los componentes del polvo en caída horizontal]

[cantidad de material de depósito húmedo insoluble del componente específico]
 = [masa de material residual filtrado atrapado en la primera trampa de los componentes del polvo en caída horizontal] × [relación de la composición de la masa del componente específico del material residual filtrado atrapado en la primera trampa de los componentes del polvo en caída horizontal]
 - [masa de material residual filtrado atrapado en la segunda trampa de los componentes del polvo en caída horizontal] × [relación de la composición de la masa del componente específico del material residual filtrado atrapado en la segunda trampa de los componentes del polvo en caída horizontal]

Con posterioridad, se calcularon los valores de flujo horizontal de la masa del polvo en caída, respectivamente, mediante el método que se muestra en el ejemplo 1. Entre estos resultados, el componente representativo tenía el siguiente valor.

Como depósito húmedo soluble, había: cloruro de sodio, 0,02 mg/m²s; cloruro de magnesio, 0,003 mg/m²s; cloruro de calcio, 0,001 mg/m²s y sulfato de sodio, 0,001 mg/m²s. Estos materiales se calcularon mediante la

correlación con los tipos químicos representativos, a partir de los valores de medición de la cantidad de ion (por ejemplo, la cantidad de SO_4^{2-}). Por ejemplo, el SO_4^{2-} estaba correlacionado con el sulfato de sodio.

5 Como depósito húmedo insoluble, había: SiO_2 (calculado a partir de la relación de composición del componente Si), en un valor de $0,02 \text{ mg/m}^2\text{s}$; Al_2O_3 (calculado a partir de la relación de la composición del componente Al) en un valor de $0,005 \text{ mg/m}^2\text{s}$, y óxido de hierro (calculado a partir de la relación de la composición del componente Fe, asumiendo la fórmula química como Fe_2O_3) en un valor de $0,005 \text{ mg/m}^2\text{s}$.

10 Como depósito seco soluble, había cloruro de sodio en un valor de $0,003 \text{ mg/m}^2\text{s}$ y cloruro de magnesio en un valor de $0,001 \text{ mg/m}^2\text{s}$.

Como el depósito seco insoluble, había SiO_2 en un valor de $0,06 \text{ mg/m}^2\text{s}$, Al_2O_3 en un valor de $0,01 \text{ mg/m}^2\text{s}$, óxido de hierro en un valor de $0,02 \text{ mg/m}^2\text{s}$ y TiO_2 en un valor de $0,002 \text{ mg/m}^2\text{s}$.

15 El total del flujo de polvo en caída horizontal del depósito húmedo se obtuvo sumando el flujo horizontal del depósito húmedo soluble y el depósito húmedo insoluble. El total del flujo de polvo en caída horizontal del depósito seco se obtuvo sumando el flujo del depósito seco soluble y el depósito seco insoluble.

20 Además, el total del flujo de polvo en caída horizontal del depósito seco se puede calcular de manera tal que el agua que contiene el polvo en caída recolectado de la segunda trampa de los componentes del polvo en caída horizontal se seque, que se mida la masa del polvo en caída seca (valor de medición A) y que se calcule el valor de medición A como todo el flujo de polvo en caída horizontal del depósito seco. Asimismo, todo el flujo de polvo en caída horizontal del depósito húmedo se puede calcular de manera tal que el agua que contiene el polvo en caída recogida de la primera trampa de los componentes del polvo en caída horizontal se seque, que se mida la masa del polvo en caída seca (valor de medición B), y que se calcule un valor (BA), obtenido al restar el valor de medición A del valor de medición B, como el flujo total de polvo en caída horizontal del depósito húmedo.

30 Del mismo modo, según la invención, el flujo de polvo en caída horizontal de cada depósito húmedo soluble y cada depósito húmedo insoluble, como depósito húmedo, y de cada depósito seco soluble y cada depósito seco insoluble, como depósito seco, que es difícil de obtener en la técnica relacionada, se puede obtener de un modo sencillo.

35 Si bien anteriormente se han descrito e ilustrado las realizaciones preferidas de la invención, debe entenderse que estos son ejemplos de la invención y que no han de considerarse limitativos. Es posible realizar adiciones, omisiones, sustituciones y otras modificaciones, sin apartarse del alcance de la presente invención. Por consiguiente, la invención no debe considerarse restringida a la descripción anterior, y solo se limita por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

40 [Aplicabilidad industrial]

Según la invención, es posible proporcionar una trampa de los componentes del polvo en caída horizontal, capaz de medir un flujo horizontal del polvo en caída, con una estructura que es pequeña, simple y de bajo costo. Además, de acuerdo con un aspecto de la invención, un componente de polvo en caída horizontal, como depósito seco, y un componente de polvo en caída horizontal, como depósito húmedo, se pueden separar entre sí.

[Lista de numerales de referencia]

- 1: puerto de muestreo de polvo
- 2: pared lateral
- 50 3: placa del techo
- 4: placa divisoria
- 5: tubo de aire
- 8: puerto de escape
- 9: puerto de aire
- 55 10: entrada de aire exterior
- 12: armazón
- 13: área de reducción de viento
- 14: estructura que altera el flujo
- 15: flujo atmosférico de aire exterior.
- 60 16: flujo atmosférico aspirado
- 17: flujo atmosférico que pasa hacia el puerto de muestreo de polvo
- 18: polvo en caída en el aire exterior
- 19: polvo en caída atrapado
- 20: polvo en caída que pasa hacia el puerto de muestreo de polvo
- 65 21: placa inferior
- 22: columna de apoyo

- 23: aspa
- 24: eje rotativo
- 25: contenedor de la trampa
- 26: tubo de aire
- 5 27: área pequeña en forma de abanico
- 27': área pequeña en forma de abanico hacia la que fluye la atmósfera
- 27'': otra área pequeña en forma de abanico
- 27''': área pequeña en forma de abanico hacia la que fluye la atmósfera
- 27''': otra área pequeña
- 10 28: área de sección transversal horizontal del área de reducción del viento
- 29: longitud del área de reducción del viento
- 30: malla metálica
- 31: aeropaleta
- 32: primera trampa de los componentes del polvo en caída horizontal
- 15 33: segunda trampa de los componentes del polvo en caída horizontal
- 34: caballete
- 35: filtro trampa
- 36: contenedor de la trampa para el depósito húmedo
- 37: contenedor de la trampa para el depósito seco
- 20 38: puerto de muestreo de polvo del depósito húmedo
- 39: puerto de muestreo de polvo del depósito seco
- 40: cubierta del puerto de muestreo de polvo
- 41: mecanismo de apertura y cierre de la cubierta y dispositivo de control de apertura y cierre de la cubierta
- 42: detector de lluvia
- 25 43: carcasa
- 44: trampa de partículas

REIVINDICACIONES

1. Una trampa de los componentes horizontales del polvo en caída atmosférico que comprende lo siguiente:

5 un puerto de muestreo de polvo (1), que incluye una placa del techo (3), una pared lateral (2) y cuatro placas divisorias (4) o más; un tubo de aire (5) y un contenedor de la trampa (25) que recoge el polvo en caída, que fluye desde el puerto de muestreo de polvo (1), a través de el tubo de aire (5),
 10 en donde el puerto de muestreo de polvo (1) está conectado al tubo de aire (5), en donde el tubo de aire (5) está conectado al contenedor de la trampa (25), en donde un extremo inferior de la pared lateral (2) está provisto de un puerto de aire (9) como una abertura, en donde el puerto de aire (9) está conectado al tubo de aire (5), en donde la pared lateral (2) está provista de cuatro o más entradas de aire exterior (10), cada una con una abertura dispuesta en el mismo intervalo en la dirección circunferencial de la pared lateral (2) y dispuesta a una altura específica, cerca de su extremo superior,
 15 en donde la placa del techo (3) tiene una forma sustancialmente de disco, en donde el eje central de la placa del techo (3) está alineado con el eje central de la pared lateral (2), en donde la placa del techo (3) está conectada al extremo superior de la pared lateral (2), para entrar en contacto con él y
 20 en donde cada una de las cuatro placas divisorias (4) o más es una placa plana dispuesta en un plano vertical, **caracterizada por que** la pared lateral (2) es una placa que tiene un eje central vertical y que tiene una superficie lateral con una forma de un cono truncado sustancialmente circular o un cono truncado poligonal ensanchado hacia arriba, cada una de las cuatro placas divisorias (4) o más está conectada a la pared lateral (2) y a la placa del techo (3), sin que se forme ningún espacio entre ellas,
 25 las cuatro placas divisorias (4) o más están conectadas entre sí en el eje central de la placa del techo (3), y las cuatro placas divisorias (4) o más dividen un espacio rodeado por la pared lateral (2) en áreas con forma de abanicos de igual tamaño, en la sección transversal horizontal.

30 2. La trampa de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el diámetro de la placa del techo (3) es igual al diámetro del extremo superior de la pared lateral (2), en la sección transversal horizontal y en donde la placa del techo (3) tiene una porción pico que se extiende hacia afuera, desde el extremo superior de la pared lateral (2), en la dirección circunferencial.

35 3. La trampa de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el diámetro de la placa del techo (3) es igual al diámetro del extremo superior de la pared lateral (2), en la sección transversal horizontal.

40 4. Una trampa de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal, que comprende lo siguiente:

una primera trampa (32) que es la trampa de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal de acuerdo con la reivindicación 3 y
 45 una segunda trampa (33) que es la trampa de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal de acuerdo con la reivindicación 2.

5. La trampa de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal de acuerdo con la reivindicación 2, en la que una longitud radial de la porción pico de la placa del techo (3) satisface lo siguiente:

50 (la longitud radial de la porción pico de la placa del techo (3)) < (una velocidad del viento representativa del aire exterior) / (una velocidad de la caída libre del polvo en caída que se desea atrapar)
 × (una longitud vertical entre una superficie inferior de la placa del techo (3) y un extremo inferior del puerto de aire (9))
 55 y (la longitud radial de la porción pico de la placa del techo (3)) > (la velocidad del viento representativa del aire exterior) / (una velocidad de la caída libre de una gota de lluvia con un diámetro mínimo que no se desea atrapar) × (la longitud vertical entre la superficie inferior de la placa del techo (3) y el extremo inferior del puerto de aire (9)).

60 6. Un método de medición de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal que utiliza la trampa de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el valor obtenido al dividir la cantidad de polvo en caída atrapado en la trampa del componente horizontal por hora, por un área de abertura efectiva de las entradas de aire exterior (10), se calcula como el flujo de polvo en
 65 caída horizontal.

7. Un método de medición de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal que utiliza la trampa de los componentes del polvo atmosférico en caída horizontal según la reivindicación 4, que comprende lo siguiente:

- 5 establecer la cantidad de polvo en caída atrapado por la segunda trampa (33), como la cantidad de depósito seco de un componente de polvo en caída horizontal y
 calcular la cantidad del polvo en caída, que es la diferencia obtenida al restar la cantidad del polvo en caída atrapado por la segunda trampa (33) de la cantidad de una polvo en caída atrapado por la primera trampa (32), como la cantidad de un depósito húmedo del componente de polvo en caída horizontal.

FIGURA 1

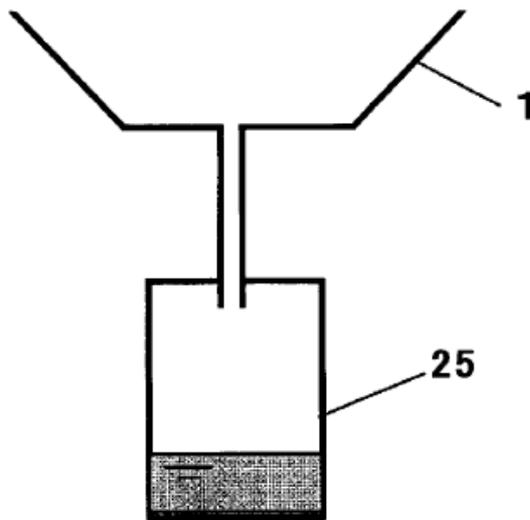
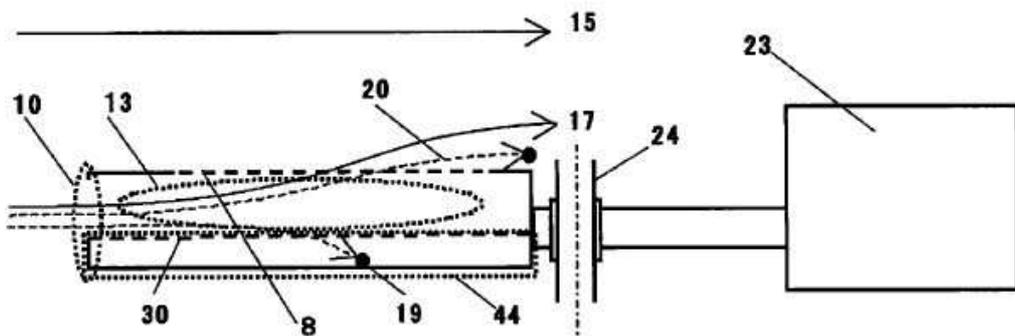


FIGURA 2A



VISTA EN SECCIÓN TRANSVERSAL A LO LARGO DE A-A

FIGURA 2B

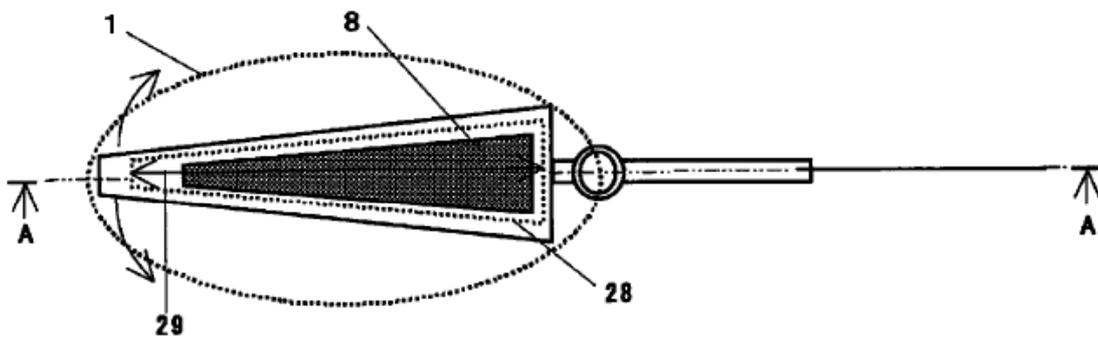


FIGURA 3

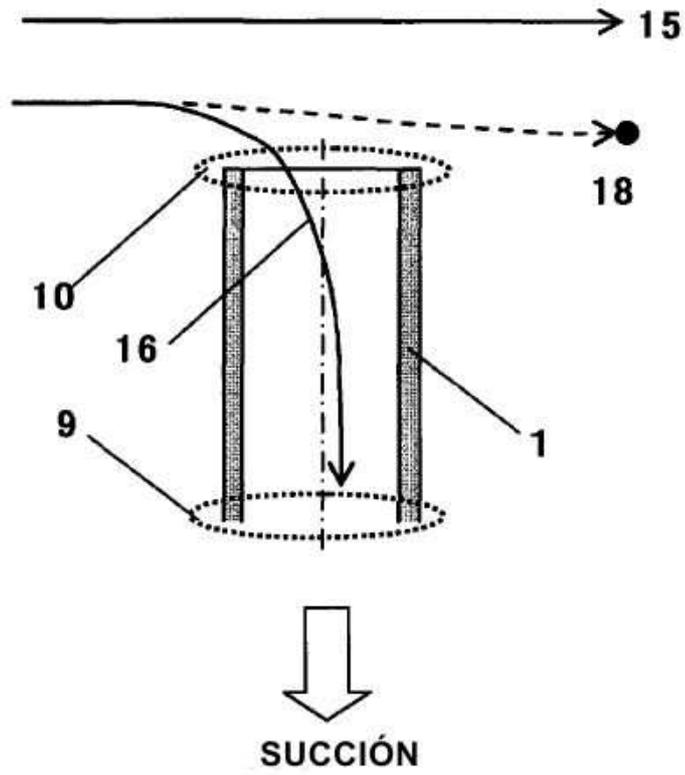


FIGURA 4

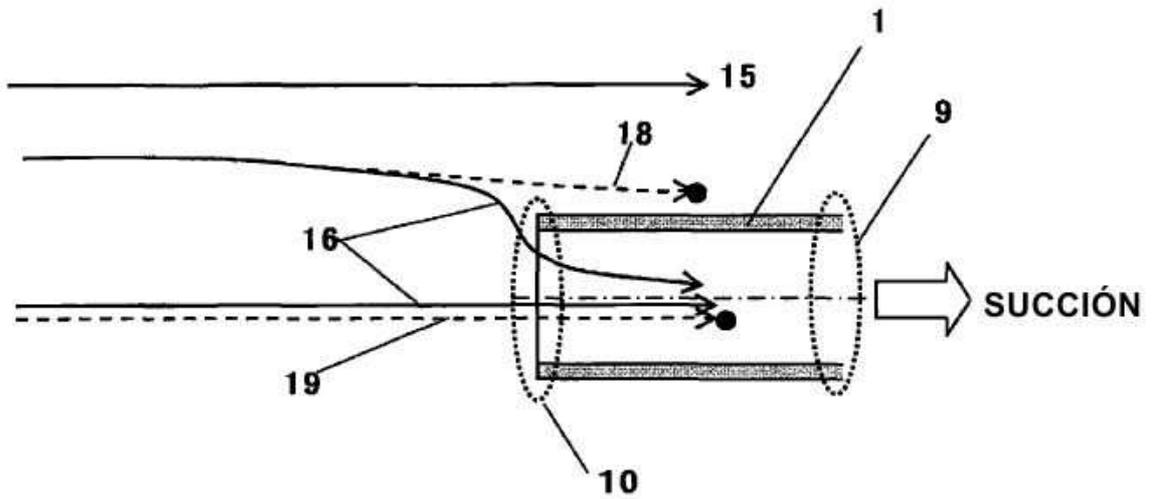


FIGURA 5

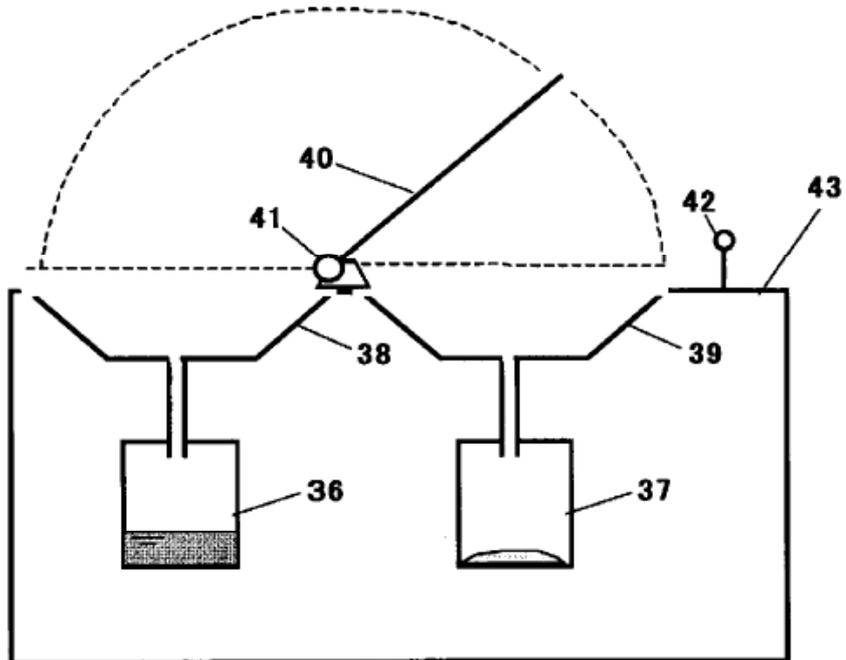


FIGURA 6A

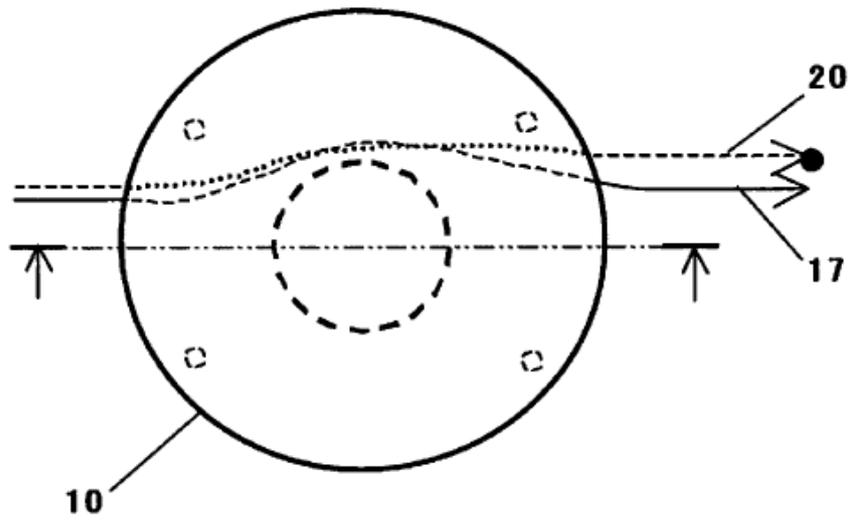
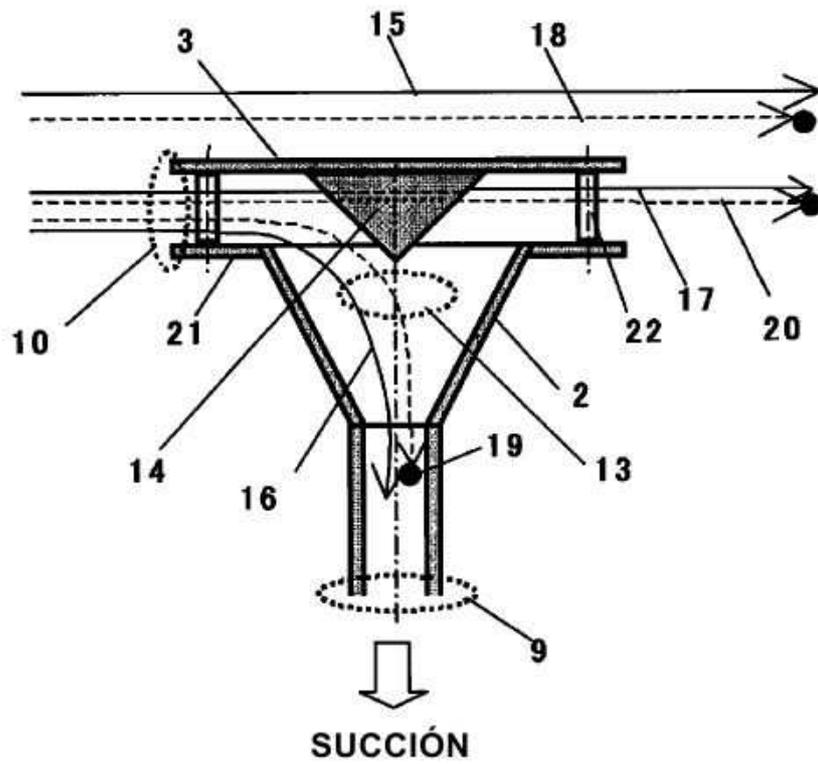


FIGURA 6B



VISTA EN SECCIÓN TRANSVERSAL

FIGURA 7A

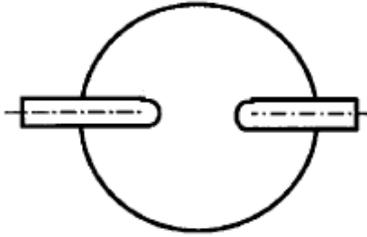


FIGURA 7B

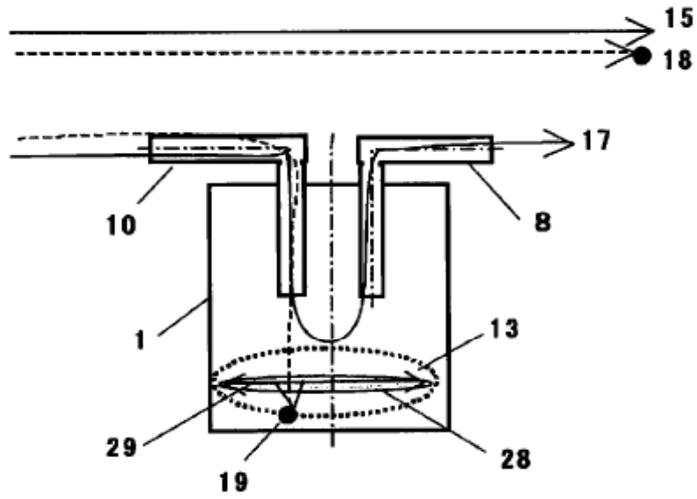


FIGURA 8

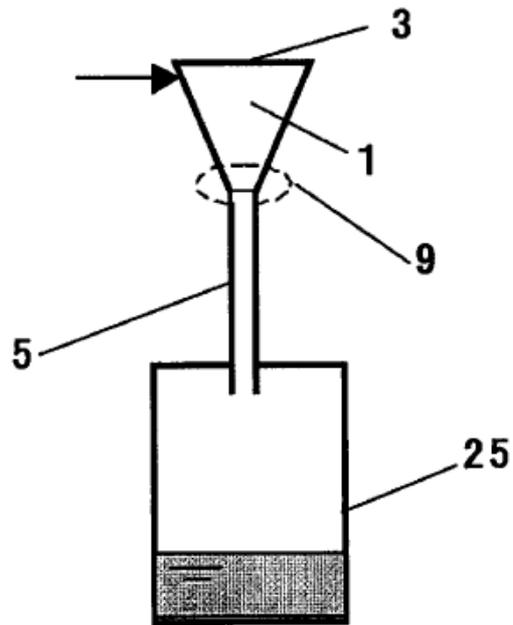


FIGURA 9A

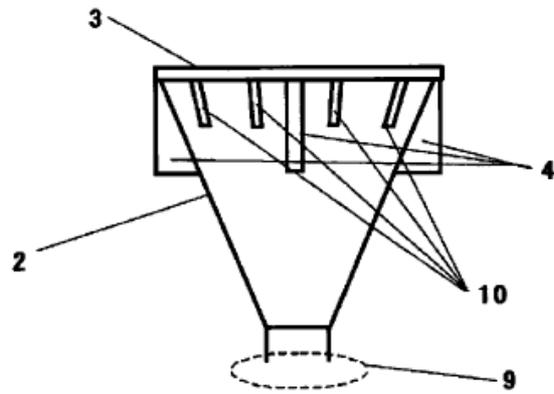


FIGURA 9B

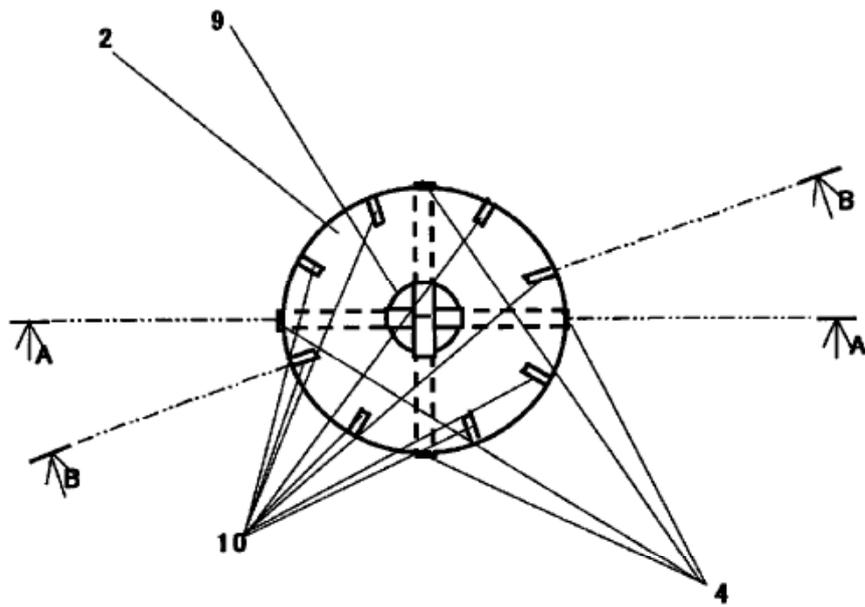
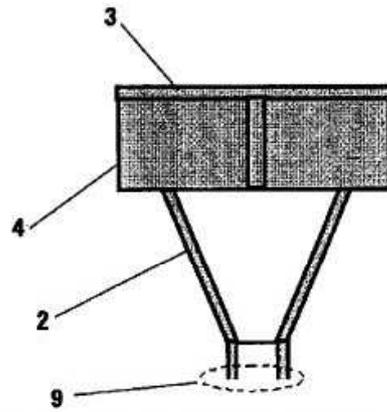
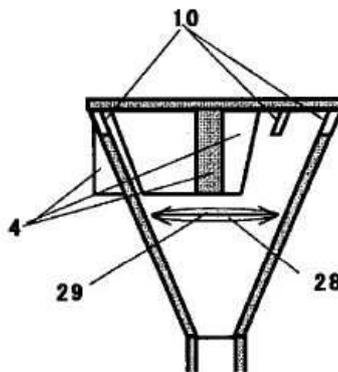


FIGURA 9C



VISTA EN SECCIÓN TRANSVERSAL A LO LARGO DE A-A

FIGURA 9D



VISTA EN SECCIÓN TRANSVERSAL A LO LARGO DE B-B

FIGURA 10A

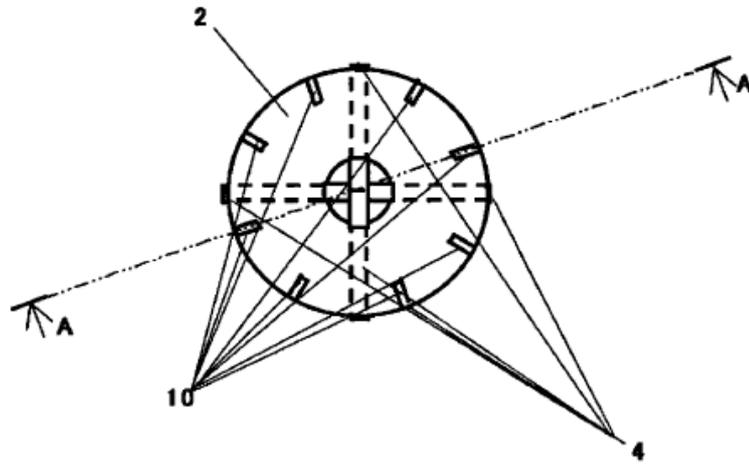
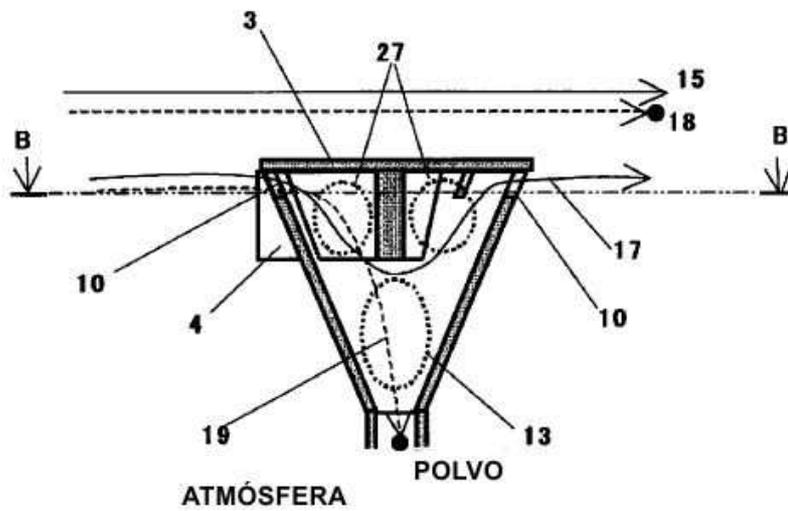
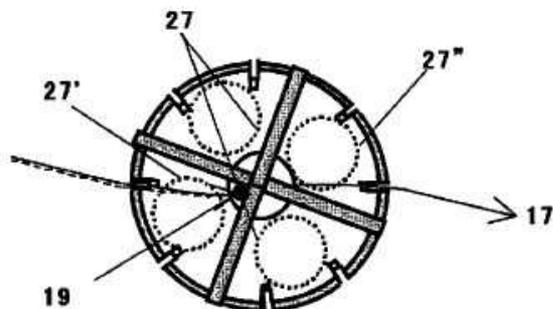


FIGURA 10B



VISTA EN SECCIÓN TRANSVERSAL A LO LARGO DE A-A

FIGURA 10C



VISTA EN SECCIÓN TRANSVERSAL A LO LARGO DE B-B

FIGURA 11

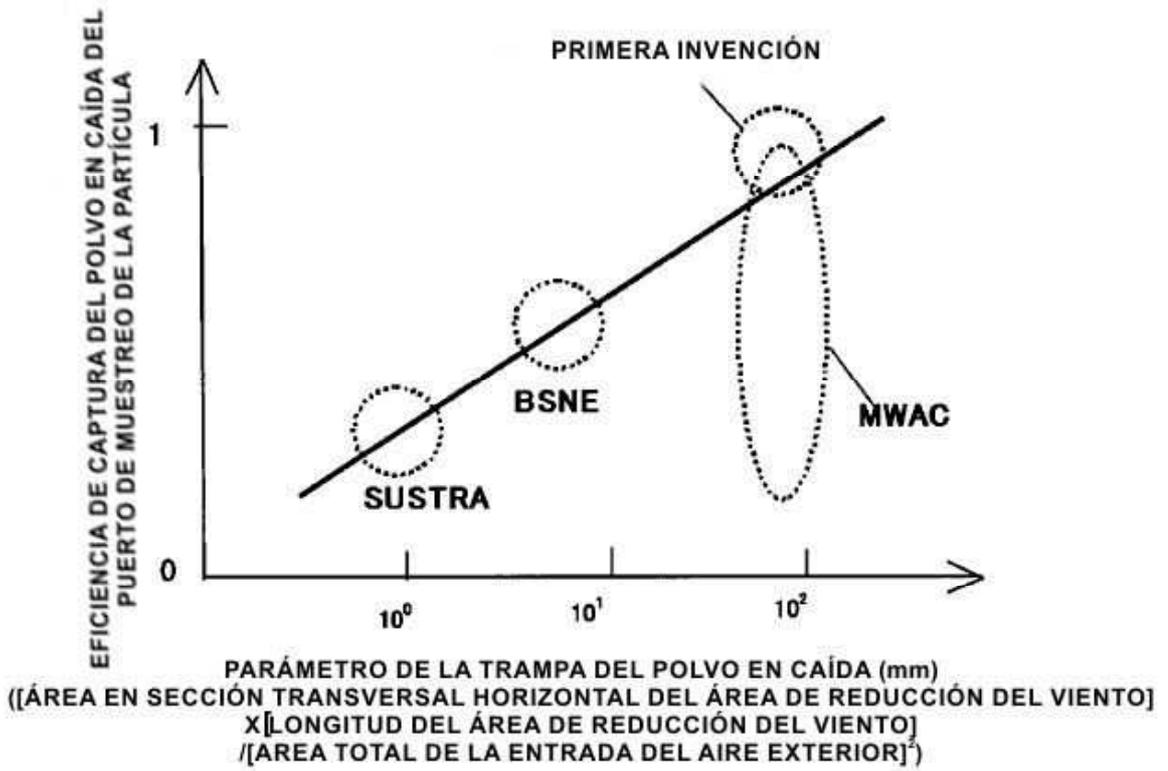


FIGURA 12

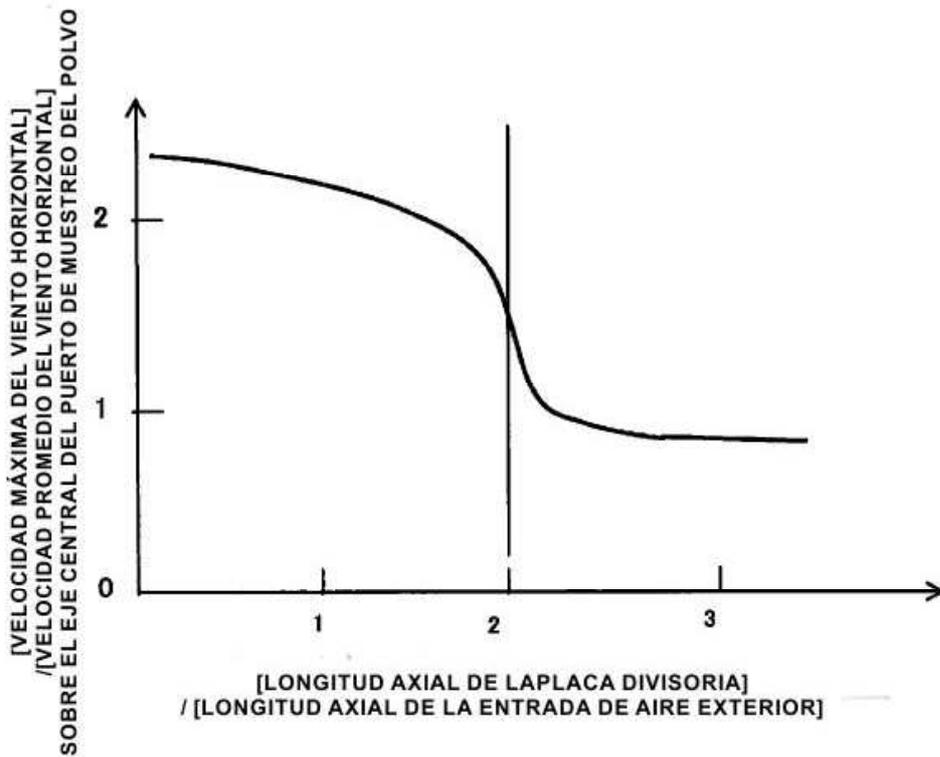


FIGURA 13

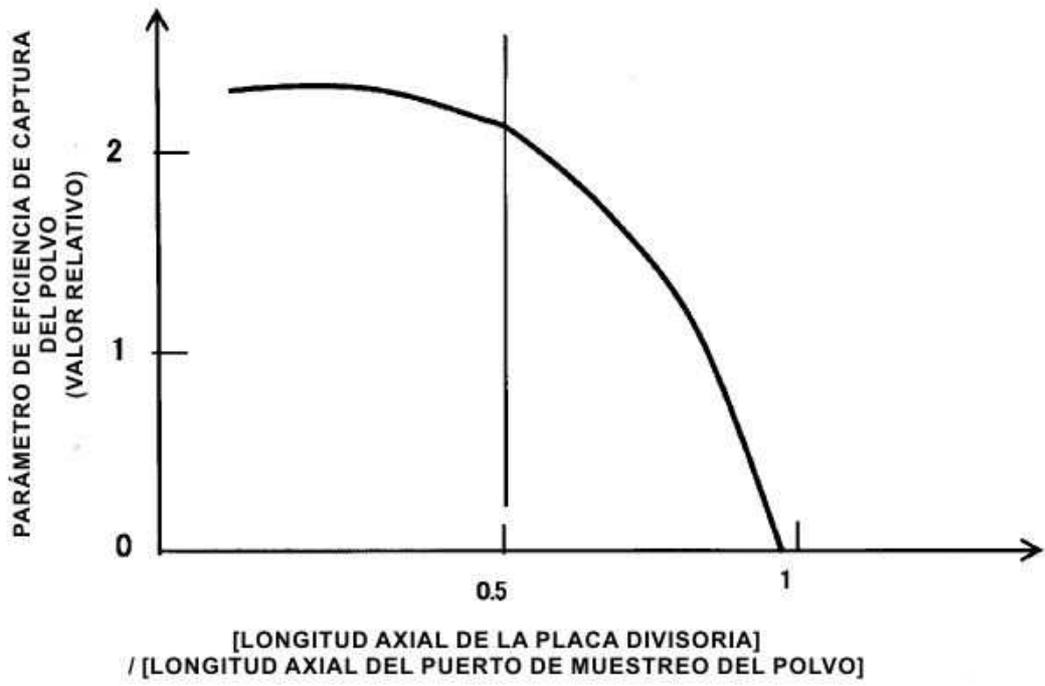


FIGURA 14A

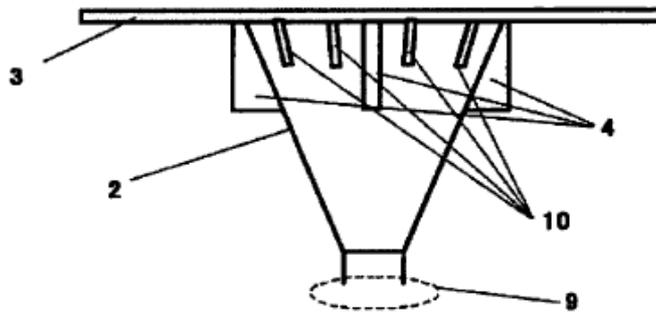


FIGURA 14B

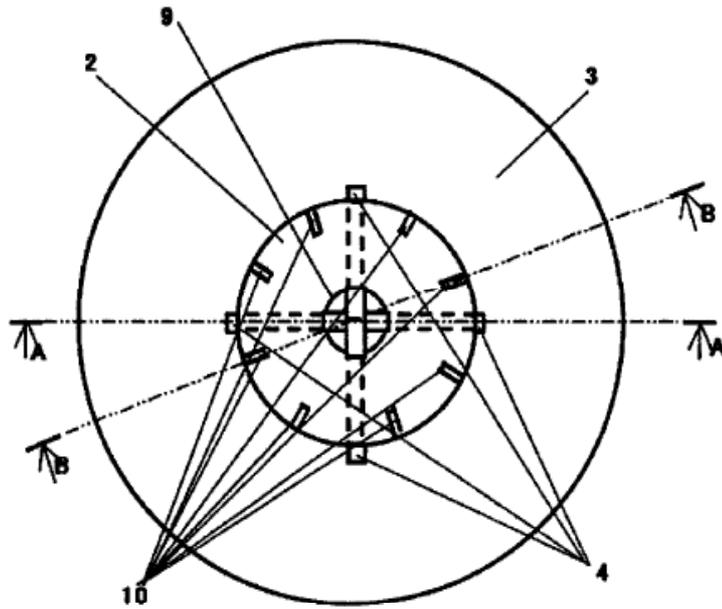
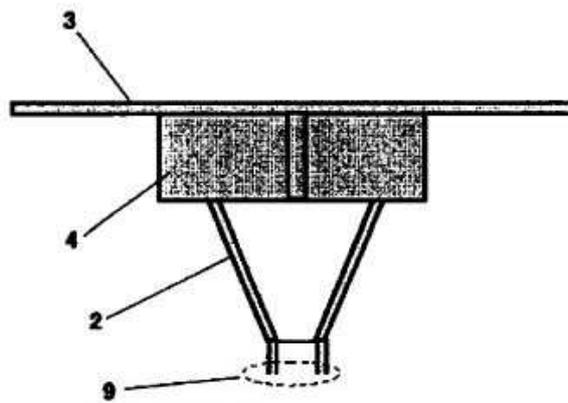
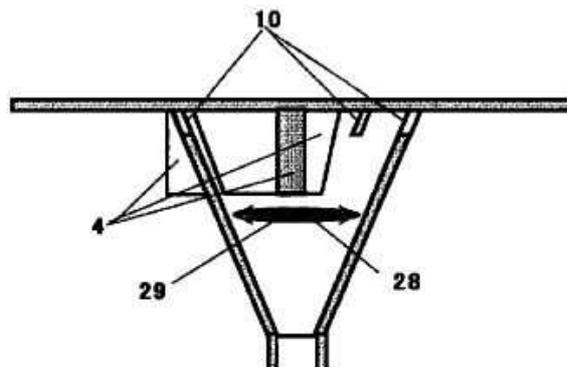


FIGURA 14C



VISTA EN SECCIÓN TRANSVERSAL A LO LARGO DE A-A

FIGURA 14D



VISTA EN SECCIÓN TRANSVERSAL A LO LARGO DE B-B

FIGURA 15

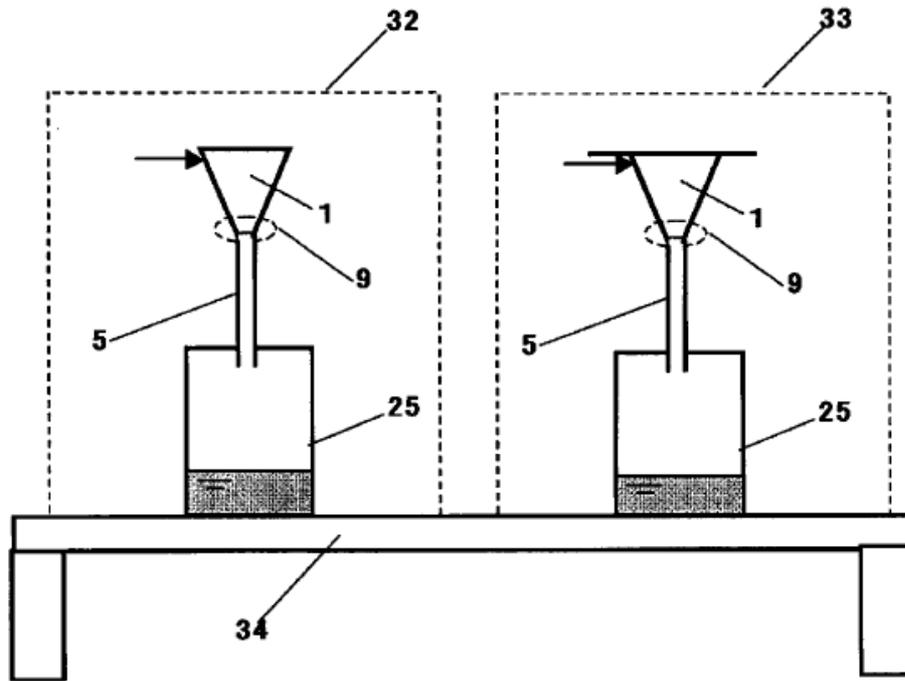


FIGURA 16

