

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 698**

51 Int. Cl.:

**G01N 15/06** (2006.01)

**G01N 15/00** (2006.01)

**G01N 1/02** (2006.01)

**G01N 1/22** (2006.01)

**G01N 15/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.04.2010 PCT/JP2010/002416**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.10.2010 WO10113520**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2010 E 10758299 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 2416143**

54 Título: **Dispositivo y método para medir de forma continua el flujo horizontal de materia particulada que cae en la atmósfera**

30 Prioridad:

**01.04.2009 JP 2009089493**

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

**25.02.2019**

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (100.0%)  
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku  
Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

**ITO, NOBUAKI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 701 698 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**

Dispositivo y método para medir de forma continua el flujo horizontal de materia particulada que cae en la atmósfera

5 [Campo técnico]  
La presente invención se refiere a un aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico y un método de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico.

10 La prioridad se reivindica en la Solicitud de Patente Japonesa N° 2009-089493, presentada el 1 de abril de 2009.

15 [Antecedentes de la técnica]  
En la descripción de la técnica relacionada y la descripción de la invención a continuación, la correlación entre los componentes denotados por los mismos números de referencia no indica que las configuraciones y las funciones de los mismos sean las mismas entre sí, sino que simplemente indica, por ejemplo, una correlación parcial en la función o designación general. Incluso cuando las configuraciones o funciones específicas son diferentes entre sí, se pueden dar los mismos números de referencia a las mismas.

20 En el polvo producido con diversas acciones de producción y acciones de consumo, el polvo grande que puede caer libremente en la atmósfera y que tiene un diámetro de aproximadamente más de o igual a 10 µm se denomina precipitación de polvo. La precipitación de polvo se considera como una forma significativa de contaminación medioambiental, y hay una fuerte demanda de la sociedad para entender las condiciones reales del medio ambiente y preparar contramedidas. Para entender las condiciones reales de la precipitación de polvo, es importante desarrollar y fabricar un dispositivo de medición de precipitación de polvo preciso. En particular, en el caso de establecer contramedidas medioambientales específicas, es efectivo adoptar una técnica de búsqueda de un lugar que provoque un problema por la combinación de una condición climática específica y un valor de medición de la cantidad de precipitación de polvo durante un tiempo corto que corresponde al mismo. Para realizar este método, hay una necesidad de medir de forma continua la precipitación de polvo durante un periodo corto de uno a diez minutos o menos.

25 Entre el polvo en una atmósfera, el polvo diminuto que tiene un diámetro de 10 µm o menos y que flota en la atmósfera sustancialmente sin caer libremente se denomina una materia particulada suspendida (SPM). Dado que la SPM se mueve sustancialmente de acuerdo con el flujo atmosférico ambiental, solo la concentración de la SPM en la atmósfera se puede considerar como un problema en la evaluación de la influencia medioambiental del polvo. Por esta razón, en el caso de medir el estado real de la SPM en la atmósfera, por ejemplo, se succiona y se filtra una cantidad constante de atmósfera, por lo que se calcula la concentración del polvo en la atmósfera. Por otro lado, la precipitación de polvo más grande no se mueve completamente de acuerdo con el flujo atmosférico ambiental. La precipitación de polvo cae en la atmósfera a una velocidad diferente de acuerdo con la densidad o el tamaño de la partícula para depositarse en el suelo. Cuando hay una barrera en la atmósfera, la precipitación de polvo choca con la barrera y se adhiere a la misma. Por esta razón, la influencia medioambiental de la precipitación de polvo se produce principalmente debido a la contaminación provocada por la deposición o la adherencia de la precipitación de polvo a un material específico. Por lo tanto, para evaluar la influencia medioambiental de la precipitación de polvo, no es suficiente con solo medir la concentración de la precipitación de polvo en la atmósfera, y hay una necesidad de medir la cantidad de precipitación de polvo que pasa a través de una unidad de superficie de un plano de inspección fijado a un espacio por unidad de tiempo, es decir, el flujo de precipitación de polvo.

35 El flujo de precipitación de polvo, que es un asunto del problema medioambiental, se puede dividir en un flujo vertical y un flujo horizontal. En el flujo vertical, el plano de inspección es horizontal, y se relaciona principalmente con la evaluación de la deposición de la precipitación de polvo en el suelo. En el flujo horizontal, el plano de inspección es vertical, y se relaciona principalmente con la evaluación de la adherencia de la precipitación de polvo a una superficie vertical tal como una pared o un edificio. Se puede considerar que el flujo atmosférico fuera de un edificio, es decir, el viento tiene un vector en el plano horizontal según un promedio durante un periodo de tiempo largo. Por esta razón, el flujo vertical no está influenciado por la velocidad del viento. Por el contrario, el flujo horizontal es una función de la velocidad del viento. Más específicamente, el flujo de la precipitación de polvo se puede definir mediante la siguiente ecuación:

60 
$$[\text{flujo vertical de la precipitación de polvo}] = [\text{concentración de la precipitación de polvo}] \times [\text{velocidad de caída de la precipitación de polvo}]$$

65 
$$[\text{flujo horizontal de la precipitación de polvo}] = [\text{concentración de la precipitación de polvo}] \times [\text{velocidad del viento del componente perpendicular al plano de inspección}]$$

Asimismo, para medir el flujo de precipitación de polvo horizontal, hay una necesidad de entender la dirección del viento o la velocidad del viento durante la medición en todo momento. Además, el dispositivo de medición debe tener una función de recolectar el flujo de precipitación de polvo en la dirección del viento en todo momento. Por otro lado, en la medición del flujo vertical de la precipitación de polvo, no se necesita tal consideración, y se puede medir de manera sencilla el flujo de precipitación de polvo horizontal. Por esta razón, en la gestión pública de la precipitación de polvo, se ha utilizado un dispositivo que mide únicamente el flujo vertical, por ejemplo, un medidor de depósito mostrado en la Figura 1. En el medidor de depósito, se forma un orificio 1 de muestreo de polvo en forma de trompeta que se abre hacia arriba. La precipitación de polvo se recolecta de manera tal que la precipitación de polvo que cae y se deposita en la superficie interior del orificio 1 de muestreo de polvo se hace fluir hacia un recipiente de recolección 25 presente debajo del orificio 1 de muestreo de polvo mediante agua de lluvia o agua utilizada para recolectar la precipitación de polvo recolectada.

Además, el flujo de precipitación de polvo horizontal se puede transformar formalmente a partir del flujo vertical en la siguiente ecuación:

$$[\text{flujo horizontal de la precipitación de polvo}] = [\text{flujo vertical de la precipitación de polvo}] \times [\text{velocidad del viento del componente perpendicular al plano de inspección}] / [\text{velocidad de caída vertical de la precipitación de polvo}]$$

Aquí, la velocidad del viento del componente perpendicular al plano de inspección se define como sigue. Primero, se instala perpendicularmente un plano de inspección virtual en un punto provoca un problema. En este momento, la velocidad del viento del componente perpendicular al plano de inspección es un componente de acuerdo con la dirección perpendicular al plano de inspección en la velocidad del viento en el punto.

Por esta razón, incluso cuando el flujo de precipitación de polvo horizontal se considera como un problema, se ha realizado una evaluación sencilla utilizando el resultado de medición del flujo vertical y la ecuación. Sin embargo, de hecho, es difícil medir cuantitativamente la velocidad de caída de la precipitación de polvo que cambia de diversas formas con el tiempo. Por esta razón, se produce un error grande al calcular el flujo horizontal de la precipitación de polvo en base a la ecuación. Por lo tanto, cuando el flujo horizontal es un problema, es deseable medir directamente el flujo horizontal desde el punto de vista de la precisión de medición.

Como un dispositivo de atrapamiento de precipitación de polvo que mide directamente un flujo horizontal de la precipitación de polvo, se describe un dispositivo que hace circular viento naturalmente dentro de un orificio 1 de muestreo de polvo, atrapa la precipitación de polvo recolectando una porción de la precipitación de polvo introducida con el viento a través de recolección de polvo inercial o recolección de polvo gravitacional, y mide el flujo horizontal de la precipitación de polvo según el resultado. El Documento no relacionado con patentes 1 describe una pluralidad de dispositivos de atrapamiento de partículas de este tipo.

Como el tipo representativo, se muestra un big spring number eight (BSNE) en las Figuras 2A y 2B. En el BSNE, se desacelera una atmósfera que fluye naturalmente desde una entrada 10 de aire exterior hacia el orificio 1 de muestreo de polvo dentro del dispositivo a medida que se ensancha el paso de flujo. Posteriormente, como se representa por una línea de flujo de un flujo atmosférico 17 que pasa a través del orificio de muestreo de polvo, la atmósfera fluye naturalmente hacia afuera desde un orificio de escape 8, que es una malla metálica proporcionada en la superficie superior del dispositivo. El viento decelera dentro del orificio de muestreo de polvo, de modo que el tiempo de retención de la precipitación de polvo dentro del orificio 1 de muestreo de polvo aumenta, y la precipitación de polvo cae libremente por una larga distancia dentro del orificio de muestreo de polvo mientras tanto.

Asimismo, la porción dentro del orificio 1 de muestreo de polvo, que muestra un efecto de reducción de la velocidad del viento dentro del orificio de muestreo de polvo de forma que sea inferior a la velocidad del viento del flujo 15 del aire exterior para aumentar el tiempo de retención de la precipitación de polvo dentro del orificio 1 de muestreo de polvo y de aumento de la distancia de caída de la precipitación de polvo, se denomina como un área 13 de reducción de viento en la especificación.

La precipitación de polvo en la atmósfera que cae en el área 13 de reducción de viento cae libremente o choca con la pared del extremo aguas abajo del dispositivo al pasar a través del interior del dispositivo como se representa por la línea de flujo de la precipitación de polvo 19 atrapada. Posteriormente, la precipitación de polvo 19 atrapada pasa a través de una malla metálica 33 dispuesta debajo del paso de flujo y es atrapada por una trampa de partículas 32.

Una porción del polvo dentro del orificio 1 de muestreo de polvo fluye hacia el aire exterior desde el orificio de escape 8 como se representa por la línea de flujo de precipitación de polvo 20 que pasa a través del orificio de muestreo de polvo. Además, todo el dispositivo es giratorio en la dirección horizontal, y el orificio 10 de muestreo de aire exterior está hecho para dirigirse automáticamente hacia la dirección del viento ascendente

en todo momento debido a la acción de una paleta 23 y un eje rotatorio 24 proporcionados en el dispositivo. Incluso aunque este dispositivo tiene realmente una estructura sencilla, la precipitación de polvo atrapada se recolecta manualmente de una vez. Por esta razón, en el BSNE, es difícil medir de forma continua la transición de la cantidad de atrapamiento de precipitación de polvo en series temporales durante un periodo corto.

Además, en el BSNE, la superficie de atrapamiento de precipitación de polvo es larga y grande a lo largo de la dirección del viento. Por esta razón, es difícil acumular la precipitación de polvo en un área de espacio estrecha para aumentar la concentración de la precipitación de polvo. Además, es difícil proporcionar adicionalmente un dispositivo que mida con gran precisión la cantidad de precipitación de polvo, por ejemplo, la masa de precipitación de polvo en el BSNE. Esto se debe a que la masa de la precipitación de polvo atrapada es mucho más pequeña que la masa del cuerpo del BSNE como el dispositivo de atrapamiento. Por esta razón, es esencial medir de manera independiente solo la masa de la precipitación de polvo después de separar espacialmente y concentrar la precipitación de polvo del cuerpo del BSNE.

El Documento no relacionado con patentes 1 introduce una trampa de sedimentos suspendidos (SUSTRA) o un muestreador de Wilson y Cooke Modificado (MWAC) como el colector para el flujo de precipitación de polvo horizontal. El principio de recolección del SUSTRA es básicamente el mismo que el del BSNE. El muestreador de polvo de MWAC mostrado en las Figuras 7A y 7B incluye: una botella de recolección con una entrada 10 de aire exterior que es un tubo en forma de L que tiene una abertura proporcionada en la dirección del viento ascendente; y un orificio de escape 8 que es un tubo en forma de L que tiene una abertura proporcionada en la dirección del viento ascendente. El MWAC no tiene un mecanismo especial que haga que la entrada 10 de aire exterior del orificio de muestreo de polvo siga la dirección del viento.

Para medir de forma continua el flujo horizontal de la precipitación de polvo, como se describió anteriormente, la precipitación de polvo atrapada debe concentrarse en un área de espacio estrecha para aumentar la densidad de la misma, y la precipitación de polvo se debe introducir en un cierto dispositivo 6 de medición continua de la cantidad de polvo. Para mostrar tal efecto, la precipitación de polvo en la atmósfera se debe introducir en el orificio 1 de muestreo de polvo junto con la atmósfera, y el aire que contiene la precipitación de polvo dentro del orificio 1 de muestreo de polvo se succiona de forma que es introducido en el dispositivo 6 de medición continua de la cantidad de polvo. Durante un tiempo en el que se succiona el polvo, el dispositivo 6 de medición continua de la cantidad de polvo mide de forma continua la cantidad de precipitación de polvo por unidad de tiempo.

Como se describió anteriormente, la precipitación de polvo no se mueve completamente de acuerdo con el flujo del viento. Por esta razón, por ejemplo, en el orificio 1 de muestreo de polvo del dispositivo de medición de la cantidad de precipitación de polvo, se puede realizar la succión en la dirección diferente de la dirección del viento como se muestra en la Figura 3 o se puede realizar la succión a una velocidad diferente de la velocidad del viento como se muestra en la Figura 4. En este caso, la succión de la precipitación de polvo en el aire exterior al orificio 1 de muestreo de polvo junto con la atmósfera 16 succionada no se limita a la misma. Como en la precipitación de polvo 18 en el aire exterior de las Figuras 3 y 4, la proporción de la precipitación de polvo que sortea la entrada 10 de aire exterior es grande en un grado que no puede ser ignorado. Además, la proporción de la precipitación de polvo de derivación está sensiblemente influenciada por diversas condiciones climáticas, características de la precipitación de polvo, y la forma del dispositivo. Por esta razón, es difícil predecir la proporción de la precipitación de polvo de derivación.

Por lo tanto, el tipo de succión mostrado en las Figuras 3 y 4 no es deseable como el método de recolección de precipitación de polvo para medir el flujo de precipitación de polvo horizontal. Específicamente, tal método de muestreo de precipitación de polvo se muestra en los Documentos de Patente 1, 2, y similares. En estos dispositivos, dado que la velocidad de succión de aire exterior es constante en la entrada 10 de aire exterior en todo momento, la velocidad del viento del aire exterior generalmente no es igual a la velocidad de introducción de aire exterior.

Además, la dirección de disposición de la entrada 10 de aire exterior es generalmente fija en muchos casos. Por lo tanto, la dirección del viento normalmente cambiante del aire exterior generalmente no es igual a la dirección de la entrada 10 de aire exterior. Por esta razón, como se describe en el Documento no relacionado con patentes 4, la eficiencia de atrapamiento de polvo de la partícula que tiene un diámetro de más de 10  $\mu\text{m}$  en este tipo de orificio 1 de muestreo de polvo es extremadamente pequeña como para ser de varios % o menos.

Además, dado que la eficiencia de atrapamiento de polvo está fuertemente influenciada por las condiciones de medición ambientales tal como una velocidad del viento, es difícil entender con gran precisión la eficiencia de atrapamiento de polvo al aire libre. Por esta razón, en el orificio 1 de muestreo de polvo recolectar la precipitación de polvo atmosférico para medir el flujo de precipitación de polvo horizontal, hay una necesidad de introducir una atmósfera a sustancialmente la misma velocidad que la velocidad del viento y la dirección del viento del aire exterior.

En un método de atrapamiento de polvo para introducir una atmósfera en el orificio 1 de muestreo de polvo a la misma velocidad que la velocidad del viento y la dirección del viento del aire exterior, hay un método denominado succión uniforme. En la succión uniforme, se mide la velocidad del viento del aire exterior, y se controla un caudal de succión de un soplador separado de modo que la velocidad de introducción de la atmósfera en la entrada del orificio 1 de muestreo de polvo coincida con la velocidad del viento. Este método se aplica principalmente al caso de medición del flujo del polvo dentro de un túnel de viento cuya dirección del viento está fijada como se muestra en el ejemplo del Documento no relacionado con patentes 2. Los Documentos de Patente 4 y 5 describen un método para controlar la dirección del orificio 1 de muestreo de polvo de modo que la dirección coincida con la dirección del viento en todo momento de acuerdo con el control de la velocidad del viento en el momento de aplicación de la succión uniforme para atrapar la precipitación de polvo al aire libre para el propósito de obtener el flujo horizontal de la precipitación de polvo. Tal método es el método más fiable para atrapar la precipitación de polvo relacionado con la medición de flujo horizontal. Sin embargo, en este caso, se necesitan una configuración compleja y un control complejo debido a un dispositivo de control de caudal o un mecanismo de rotación del orificio de muestreo de polvo, y el dispositivo puede fácilmente resultar caro y aumentar de tamaño. Por esta razón, esto no puede ser considerado un método de medición sencillo.

Además, la resistencia a la intemperie es una función importante para medir de forma continua el flujo horizontal de la precipitación de polvo durante un periodo largo en un lugar al aire libre. En particular, se produce un problema tal como un fallo en muchos dispositivos de medición continua de la cantidad de polvo cuando las gotas de lluvia se introducen en una unidad de medición en el caso de lluvia. Por lo tanto, hay una necesidad de proporcionar una estructura capaz de evitar que las gotas de lluvia se introduzcan en el orificio 1 de muestreo de polvo o retirar las gotas de lluvia que se introducen en el orificio 1 de muestreo de polvo. En general, una trampa de polvo sencilla manual tal como el BSNE no incluye un mecanismo para evitar que las gotas de lluvia se introduzcan en la entrada 10 de aire exterior o un mecanismo para retirar las gotas de lluvia dentro del dispositivo.

Como método para evitar que las gotas de lluvia se introduzcan en el orificio 1 de muestreo de polvo, se conoce un método para proporcionar una rejilla en el orificio 1 de muestreo de polvo o un método del Documento de Patente 1. En el dispositivo del Documento de Patente 1, el orificio 1 de muestreo de polvo tiene una estructura mostrada en la Figura 4. Además, se proporciona un impactador para retirar la precipitación de polvo o gotas de lluvia con un diámetro de más de 10  $\mu\text{m}$ . Sin embargo, en cuanto al principio de evitar que las gotas de lluvia se introduzcan en el orificio 1 de muestreo de polvo de este método, el paso de flujo de la atmósfera que fluye hacia el orificio 1 de muestreo de polvo se cambia bruscamente para retirar las gotas de lluvia que no pueden seguir el flujo atmosférico. Por esta razón, en este método, el polvo grande tal como precipitación de polvo se retira junto con las gotas de lluvia dentro del orificio 1 de muestreo de polvo. Por lo tanto, este método no es adecuado como un método para atrapar precipitación de polvo según el objetivo de la invención.

A continuación, se describirá el dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo de la técnica relacionada. Como dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo, se proponen diversos tipos. El método más sencillo es un muestreador de bajo volumen mostrado en el Documento no relacionado con patentes 3. En este dispositivo, la precipitación de polvo en la atmósfera succionada es filtrada por un filtro, y se mide una variación en el peso del filtro fuera de línea para calcular la masa de la precipitación de polvo atrapada. En el caso de este dispositivo, el filtro debe ser sustituido después de un periodo corto para realizar la medición continua. Por esta razón, este método no es práctico desde el punto de vista de carga de trabajo. Además, el dispositivo que aumenta el caudal succionado del muestreador de bajo volumen para la medición en un tiempo corto se denomina un muestreador de alto volumen. Por lo tanto, el principio, la estructura, y la fiabilidad del muestreador de alto volumen son sustancialmente los mismos que los del muestreador de bajo volumen.

Además, el Documento de Patente 6 describe un dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo mostrado en la Figura 5. En este dispositivo, se proporciona un orificio 1 de muestreo de polvo en forma de trompeta con una abertura hacia arriba, de modo que se puede atrapar la precipitación de polvo y se puede medir la masa del polvo de forma continua y precisa utilizando un dispositivo de medición de masa del tipo de absorción de línea  $\beta$ .

En este dispositivo, la atmósfera que fluye hacia el orificio de muestreo de polvo en gran medida y rápidamente gira dentro del orificio de muestreo de polvo, y la mayor parte de la atmósfera avanza a lo largo del paso 17 de flujo para fluir al exterior del sistema. Cuando la velocidad del viento del aire exterior aumenta, la cantidad de precipitación de polvo que fluye hacia el orificio 1 de muestreo de polvo también aumenta, pero la velocidad de flujo giratorio dentro del orificio 1 de muestreo de polvo también aumenta en proporción a la velocidad del viento. Como resultado, aumenta la cantidad de precipitación de polvo que fluye al exterior del sistema desde el interior el orificio de muestreo de polvo. Por esta razón, la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo está apenas influenciada por la velocidad del viento del aire exterior, y se puede medir adecuadamente el flujo vertical de la precipitación de polvo. Sin embargo, este dispositivo no es adecuado para la medición del

flujo horizontal de la precipitación de polvo. En el dispositivo, se puede producir un fallo en el dispositivo al succionar las gotas de lluvia en muchos casos. Por esta razón, generalmente, este dispositivo incluye un mecanismo que cubre automáticamente la abertura del orificio 1 de muestreo de polvo en el caso de lluvia, y no realiza la medición en el caso de lluvia.

5 Además, el Documento de Patente 7 describe un contador 11 de partículas que es un contador de partículas del tipo de dispersión de luz. Este dispositivo se opera de acuerdo con el principio en el que cada partícula de polvo que pasa a través de una unidad de medición se irradia con un rayo láser y se detectan la reflexión y la intensidad de la luz dispersa para determinar la presencia de partículas de polvo con un diámetro predeterminado o más. Este dispositivo puede medir el número de partículas de polvo en la atmósfera succionada. Sin embargo, cuando se proporciona por separado una muestra estándar de polvo y se determina de antemano una relación entre el número de partículas de polvo y la masa de polvo, el número de partículas de polvo detectado en el contador 11 de partículas se puede convertir en la masa de polvo.

15 Además, dado que no hay necesidad de atrapar el polvo en este dispositivo, no es necesario que se proporcione esencialmente un filtro. Además, también hay disponible un dispositivo que pulveriza aire de vaina correspondiente a aire limpio a la periferia del aire exterior succionado en el mismo eje que el del flujo del aire exterior. Por consiguiente, la inmersión de polvo o niebla contenida en el aire exterior succionado se puede recolectar dentro de un paso de flujo de medición. Sin embargo, hay un problema en que se produce un fallo en el dispositivo al succionar una cantidad grande de gotas de lluvia como en los otros dispositivos descritos anteriormente.

25 Además, el Documento de Patente 8 describe un medidor de concentración de partículas del tipo de transmisión de luz. En este dispositivo, el polvo succionado junto con la atmósfera dentro del dispositivo es irradiado con luz. En este momento, la cantidad de transmisión de luz de la luz atenuada debido al efecto de la reflexión o absorción del polvo se mide y se convierte en la concentración del polvo. La resistencia a la intemperie es la misma que la del contador 11 de partículas.

30 El Documento de Patente 9 describe un dispositivo adicional para medir la precipitación de polvo que cae. El dispositivo incluye un orificio de muestreo de partículas en forma de embudo, un soplador o compresor para succionar partículas en la atmósfera presentes en el orificio de muestreo de partículas junto con la atmósfera, un clasificador que se proporciona a la etapa posterior del orificio de muestreo de partículas para la clasificación de las partículas en la atmósfera succionada desde el orificio de muestreo de partículas en partículas gruesas y partículas finas, un contador de partículas que se proporciona a la etapa posterior del orificio de salida de partículas gruesas del clasificador para medir de forma continua el número de partículas en la atmósfera que pasan por tiempo fijo o tanto el número como el tamaño de las partículas en la atmósfera, un canal de flujo de aire para evacuar la atmósfera succionada al aire libre, un canal de flujo de aire para introducir la atmósfera en el orificio de muestreo de partículas y un compresor o soplador de descarga para introducir la atmósfera en los canales de flujo de aire.

40 [Documentos Relacionados]

[Documentos de Patente ]

45 [Documento de Patente 1] Solicitud de Patente Japonesa Sin Examinar, Primera Publicación N° 2006-3090.

[Documento de Patente 2] Publicación de Patente Japonesa N° 3574045.

[Documento de Patente 3] Solicitud de Patente Japonesa Sin Examinar, Primera Publicación N° 2004-144664

50 [Documento de Patente 4] Solicitud de Modelo de Utilidad Japonés Sin Examinar, Primera Publicación N° H4-136551

[Documento de Patente 5] Solicitud de Patente Japonesa Sin Examinar, Primera Publicación N° H5-187989

[Documento de Patente 6] Solicitud de Patente Japonesa Sin Examinar, Primera Publicación N° H6-021848

55 [Documento de Patente 7] Solicitud de Patente Japonesa Sin Examinar, Primera Publicación N° 2002-82038

[Documento de Patente 8] Solicitud de Patente Japonesa Sin Examinar, Primera Publicación N° H1-307614

[Documento de Patente 9] JP2008 256363 A

60 [Documentos no relacionados con Patentes]

[Documento no relacionado con Patentes 1] Goossens, D., Offer, Z.Y.: Atmospheric Environment, vol. 34 (2000), pp. 1043-1057

[Documento no relacionado con Patentes 2] Japanese Industrial Standards, JIS Z 7151

65 [Documento no relacionado con Patentes 3] Japanese Industrial Standards, JIS Z 8814

[Documento no relacionado con Patentes 4] R. M. Harrison, R. E. van Grieken: Atmospheric Particles, John Wiley & Sons (England), 1998, pp. 47-53

[Compendio de la invención]

5 [Problemas a resolver por la Invención]  
 Como se describió anteriormente, en el dispositivo de medición de flujo de precipitación de polvo horizontal de la técnica relacionada, hay problemas en que la medición no se puede realizar de forma continua con un periodo de ciclo corto, la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo puede ser baja, un aumento de tamaño del dispositivo puede ser inevitable, la estructura puede ser cara y compleja, y no se puede considerar una contramedida de lluvia.

10  
 15 Es un objetivo de la invención proporcionar un dispositivo de medición de flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico que tenga eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo alta, tenga una estructura pequeña, sencilla y barata, y sea capaz de realizar medición continua durante un periodo corto de un minuto más o menos en un lugar al aire libre. Es un objetivo de la invención proporcionar un dispositivo capaz de considerar una contramedida de lluvia.

[Medios para resolver el problema]

20 Como resultado del estudio del inventor para la medición de precipitación de polvo, la solución se idea como sigue.

25 (1) Según un aspecto de la invención, se proporciona un aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico que incluye: un orificio de muestreo de polvo que incluye una placa de techo, una pared lateral, y cuatro o más placas de división; un tubo de succión; un dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo que mide de forma continua una cantidad de polvo por unidad de tiempo; un soplador o un compresor; un orificio de escape, en donde se forma un paso de flujo conectando secuencialmente el orificio de muestreo de polvo, el tubo de succión, el dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo, el soplador o el compresor, y el orificio de escape de manera que el aire succionado fluye en serie, en donde la pared lateral es una placa que tiene un eje central vertical y tiene una superficie lateral con una forma de cono truncado sustancialmente circular o poligonal ensanchada hacia arriba, en donde la pared lateral incluye un orificio de succión que se forma en el extremo inferior de la misma para ser conectada al tubo de succión y una entrada de aire exterior que tiene cuatro o más aberturas dispuestas en el mismo intervalo en la dirección circunferencial de la pared lateral a una misma altura cerca del extremo superior de la misma, en donde la placa de techo tiene una forma de disco sustancial, el diámetro de la misma es más grande que el diámetro de la sección transversal horizontal del extremo superior de la pared lateral, el eje central de la placa de techo coincide con el eje central de la pared lateral, y la placa de techo se conecta al extremo superior de la pared lateral para entrar en contacto con la misma, en donde cuatro o más placas de división son cuatro o más placas planas que se disponen en un plano vertical para dividir un espacio rodeado por la pared lateral en áreas en forma de abanico con el mismo tamaño en la sección transversal horizontal, se conectan entre sí en el eje central, y tienen la misma altura, y en donde las placas de división se conectan a la pared lateral y a la placa de techo sin ningún espacio entre ellas.

30  
 35  
 40  
 45 (2) En el aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico según (1), la placa de techo puede incluir una porción de pico que se extiende hacia afuera en relación al extremo superior de la pared lateral, y en donde cuando la Ecuación (1) se define como ((velocidad del viento representativa del aire exterior) / (velocidad de caída libre de la precipitación polvo que se desea atrapar)) x (longitud axial entre la superficie inferior de la placa de techo y el extremo inferior de la entrada de aire exterior), la longitud de la porción de pico a lo largo de la dirección radial de la placa de techo puede ser más pequeña que el valor de la Ecuación (1).

50 (3) En el aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico según (1) o (2), el dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo y el soplado o el compresor pueden constituir un contador de partículas.

55 (4) En el aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico según (1) o (2), el aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico puede incluir además: una aeropaleta que mide una velocidad del viento media del aire exterior por unidad de tiempo; un dispositivo de cálculo que recibe el valor de la velocidad del viento media medida por la aeropaleta y el valor de medición de la cantidad de precipitación de polvo momentánea medida por el dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo como un valor de entrada y calcula una concentración de precipitación de polvo del aire exterior momentánea en base a la Ecuación (2) a continuación: (concentración de precipitación de polvo del aire exterior momentánea) = (valor de medición de la cantidad de precipitación de polvo momentánea) / ((valor de medición de la velocidad del viento media) x (área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior)) .... (2); y un dispositivo de salida que almacena o visualiza la concentración de precipitación de polvo del aire exterior momentánea calculada por el dispositivo de cálculo.

60  
 65

(5) En el aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico según (1) o (2), la longitud de cada placa de división a lo largo de la dirección axial de la pared lateral puede ser el doble o más de longitud de la entrada de aire exterior a lo largo de la dirección axial de la pared lateral.

5 (6) En el aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico según (1) o (2), la longitud de cada placa de división a lo largo de la dirección axial de la pared lateral puede ser 0,5 veces la longitud axial del orificio de muestreo de polvo.

10 (7) En el aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico según (1) o (2), el soplador o el compresor pueden succionar una parte o la totalidad de la precipitación de polvo que fluye hacia el orificio de muestreo de polvo junto con el aire junto con una parte del aire dentro del orificio de muestreo de polvo, introducir la precipitación de polvo y el aire en el dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo a través del tubo de succión desde el orificio de succión, y descargar el aire succionado desde el orificio de escape.

15 (8) Según un aspecto de la invención, se proporciona un método de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico que utiliza el aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico según (1) o (2), se puede calcular un valor obtenido dividiendo la cantidad de precipitación de polvo atrapada por unidad de tiempo por el área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior como el flujo horizontal de la precipitación de polvo.

20 [Efectos ventajosos de la invención]

Según la invención, es posible medir de forma continua un flujo horizontal de precipitación de polvo con alta precisión durante un periodo corto de un minuto más o menos utilizando una estructura sencilla. Adicionalmente, además de esto, en un aspecto de la invención, es posible realizar un dispositivo de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico para todas las condiciones climáticas capaz de realizar la medición sin ningún fallo en el caso de lluvia.

[Breve descripción de los dibujos]

30 La Figura 1 es un diagrama esquemático de la técnica relacionada.  
 La Figura 2A es una vista en sección transversal esquemática de la técnica relacionada.  
 La Figura 2B es una vista en planta esquemática de la técnica relacionada.  
 La Figura 3 es un diagrama esquemático de la técnica relacionada.  
 La Figura 4 es un diagrama esquemático de la técnica relacionada.  
 35 La Figura 5 es un diagrama esquemático de la técnica relacionada.  
 La Figura 6A es una vista en planta esquemática de la técnica relacionada.  
 La Figura 6B es una vista en sección transversal esquemática de la técnica relacionada.  
 La Figura 7A es una vista en planta esquemática de la técnica relacionada.  
 La Figura 7B es una vista en sección transversal esquemática de la técnica relacionada.  
 40 La Figura 8 es un diagrama esquemático de un dispositivo según una primera realización de la invención.  
 La Figura 9A es una vista lateral esquemática de un orificio de muestreo de partículas del dispositivo.  
 La Figura 9B es una vista en planta esquemática del orificio de muestreo de partículas del dispositivo.  
 La Figura 9C es una vista en sección transversal esquemática tomada a lo largo del plano A-A del orificio de muestreo de partículas del dispositivo.  
 45 La Figura 9D es una vista en sección transversal esquemática tomada a lo largo del plano B-B del orificio de muestreo de partículas del dispositivo.  
 La Figura 10A es una vista en planta esquemática que ilustra un campo de flujo dentro del orificio de muestreo de partículas.  
 La Figura 10B es una vista en sección transversal esquemática tomada a lo largo del plano A-A del campo de flujo dentro del orificio de muestreo.  
 La Figura 10C es una vista en sección transversal esquemática tomada a lo largo del plano B-B del campo de flujo dentro del orificio de muestreo.  
 La Figura 11 es una vista esquemática que ilustra una operación del dispositivo según la primera realización de la invención.  
 55 La Figura 12 es otra vista esquemática que ilustra la operación del dispositivo según la primera realización de la invención.  
 La Figura 13 es otra vista esquemática que ilustra la operación del dispositivo según la primera realización de la invención.  
 La Figura 14 es una vista esquemática que ilustra un dispositivo según una segunda realización de la invención.  
 60 La Figura 15 es una vista esquemática que ilustra un dispositivo según una tercera realización de la invención.  
 La Figura 16 es una vista esquemática que ilustra un dispositivo según una cuarta realización de la invención.

65 [Descripción de las realizaciones]

En adelante, se describirán en detalle las realizaciones preferidas de la invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

5 Además, en la especificación y los dibujos, se darán los mismos números de referencia a los componentes que tienen sustancialmente las mismas configuraciones funcionales, y se omitirá la descripción repetitiva de los mismos.

10 En la descripción de la técnica relacionada descrita anteriormente y la descripción de la invención, la correlación entre los componentes denotados por los mismos números de referencia no indica que las configuraciones y las funciones de los mismos son las mismas entre sí, sino que simplemente indica, por ejemplo, una correlación parcial en la función o designación general. Incluso cuando las configuraciones o funciones específicas son diferentes entre sí, no se pueden dar los mismos números de referencia a las mismas.

15 [Primera realización]

En adelante, se describirá una primera realización de la invención haciendo referencia a la Figura 8.

20 Un dispositivo de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico de la realización incluye un orificio 1 de muestreo de polvo, un tubo de succión 5, un dispositivo 6 de medición continua de la cantidad de polvo, un soplador o un compresor 7, y un orificio de escape 8. El aire exterior o la precipitación de polvo en el aire exterior fluye hacia el orificio de muestreo de polvo. El orificio 1 de muestreo de polvo se conecta al tubo de succión 5 en el orificio de succión 9. Una parte de una atmósfera y una parte o la totalidad de la precipitación de polvo dentro del orificio 1 de muestreo de polvo se introducen en el dispositivo 6 de medición continua de la cantidad de polvo a través del tubo de succión 5. El dispositivo 6 de medición continua de la cantidad de polvo mide de forma continua la cantidad de precipitación de polvo. La atmósfera y una parte o la totalidad de la precipitación de polvo que pasan a través del dispositivo de medición son succionados por el soplador o el compresor 7 y son descargados al exterior del sistema desde el orificio de escape 8. Cuando el soplador o el compresor 7 y el orificio de escape 8 no se conectan entre sí en serie, se puede proporcionar un tubo de aire 26 para conectar los componentes entre sí. Además, cuando el dispositivo 6 de medición continua de la cantidad de polvo o el soplador o el compresor 7 no se diseña para tener resistencia a la intemperie, se puede proporcionar una carcasa 12 para acomodar tal dispositivo en la misma.

(Orificio 1 de muestreo de polvo )

35 Se describirá el orificio 1 de muestreo de polvo haciendo referencia a las Figuras 9A a 9D y las Figuras 10A a 10C. El orificio 1 de muestreo de polvo incluye una placa de división 4, una placa de techo 3, y una pared lateral 2 provista con la entrada 10 de aire exterior.

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

40 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 una porción correspondiente a una superficie lateral de un cono truncado que tiene un eje central correspondiente a una línea vertical se forma como una placa. Las formas de los fondos superior e inferior del cono truncado pueden tener forma circular o una forma que es similar a una forma circular tal como un polígono regular que tiene al menos cuatro o más vértices. Por ejemplo, cuando los fondos superior e inferior tienen una forma circular, la forma de la pared lateral 2 se hace una superficie lateral de un cono truncado circular. Además, la sección transversal horizontal de una altura arbitraria de un espacio rodeado por la pared lateral 2 es una forma circular o una forma similar a una forma circular tal como un polígono regular. Además, el centro de la sección transversal horizontal del centroide se sitúa en la misma línea vertical en todo momento. El área de sección transversal de la sección transversal horizontal aumenta gradualmente desde el extremo inferior del cono truncado circular hacia el extremo superior del mismo.

55 Además, un saliente (por ejemplo, una cabeza de un perno fijo) o una abertura (por ejemplo, un orificio o similares) suficientemente más pequeños que el área de la placa pueden estar presentes en la superficie de la placa.

60 Es deseable que el área de la abertura o el saliente sea, por ejemplo, el área de sección transversal inferior al 10% del área de la placa. Asimismo, en la realización, dado que se emplea la pared lateral 2 sustancialmente cónica, la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo del orificio 1 de muestreo de polvo puede ser menos dependiente de la dirección del viento. Desde este punto de vista, es deseable que la pared lateral 2 tenga una forma asimétrica. Sin embargo, debido a la conveniencia en el procesamiento, la sección transversal horizontal puede tener 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, específicamente, la sección transversal horizontal puede tener una forma hexagonal regular, una forma octagonal regular, una forma dodecagonal regular, una forma hexadecagonal, o similares, y la anisotropía disminuye a medida que aumenta el número de ángulos de la sección transversal horizontal. La sección transversal horizontal de la

- pared lateral 2 puede no tener necesariamente una forma poligonal regular siempre que la forma pueda mantener baja anisotropía. Por ejemplo, la anisotropía se puede limitar a un intervalo constante siempre que se proporcione una forma en la que el borde exterior de la sección transversal horizontal esté incluido en un anillo circular con una anchura constante. Por ejemplo, se define un anillo circular en el que el radio mínimo  $R_{min}$  se hace  $0,6 \times Max$  cuando el radio máximo desde el punto central se denota por  $R_{max}$ , y se puede proporcionar una forma en la que el borde exterior de la sección transversal horizontal se incluye en el anillo circular. Además, la forma del borde exterior de la sección transversal horizontal se puede definir utilizando el anillo circular que tiene el radio mínimo de  $0,8 \times MR$ .
- La parte abierta del extremo inferior de la pared lateral 2 es el orificio de aire 9, y se conecta al tubo de aire 5. Una parte de la precipitación de polvo que fluye hacia el orificio 1 de muestreo de polvo se hunde a lo largo de la pendiente de la pared lateral 2, llega al orificio de aire 9, y es succionado por el tubo de aire 5. Es deseable que la inclinación de la pared lateral 2 sea de al menos  $45^\circ$  o más y deseablemente  $65^\circ$  o más con respecto al plano horizontal. En este caso, cuando la inclinación media del tubo de aire 5 con respecto al plano horizontal es suficientemente grande y la precipitación de polvo se hunde en el orificio 1 de muestreo de polvo, la mayor parte de la precipitación de polvo es succionada 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 orificio 1 de muestreo de polvo se hace mayor y aumenta el área de superficie, lo que es ventajoso desde el punto de vista de la adherencia de la precipitación de polvo a la superficie de la pared. Por tanto, es deseable que la inclinación de la pared lateral 2 con respecto al plano horizontal sea de  $85^\circ$  o menos.
- Es deseable que el espesor de la pared lateral 2 sea al menos de 10 mm o menos y deseablemente de 3 mm o menos. En este caso, la resistencia del paso de aire de la entrada 10 de aire exterior provista en la pared lateral 2 es pequeña, y el aire exterior fluye suficientemente hacia el orificio 1 de muestreo de polvo. Por otro lado, es deseable que el espesor de la pared lateral 2 sea de 0,3 mm o más. En este caso, es posible evitar un problema tal como la resonancia cuando la pared lateral 2 se hace vibrar debido al viento.
- Es deseable que el material de la superficie interior de la pared lateral 2 sea metal, vidrio o cerámica para evitar que la precipitación de polvo se adhiera a la superficie de la pared debido a la electricidad estática. Además, es deseable que la superficie interior de la pared lateral 2 sea lisa para suprimir la adherencia de la precipitación de polvo. Desde este punto de vista, cuando el material de la superficie interior de la pared lateral 2 es metal, se puede utilizar acero inoxidable, aluminio, aleación de aluminio, acero sometido a una corrosión que evita el tratamiento de superficie tal como revestimiento de zinc o revestimiento de cromo, cobre, aleación de cobre, aleación de magnesio, titanio, aleación de titanio, y similares. Además, cuando se utiliza cerámica para la superficie interior de la pared lateral 2, se puede utilizar porcelana o gres para evitar que la precipitación de polvo se adhiera a la superficie interior de la pared lateral 2 debido a la absorción de humedad a la superficie interior. Cuando se utiliza vidrio para la superficie interior de la pared lateral 2, se puede utilizar vidrio de soda, vidrio de plomo, o vidrio de sílice.
- Dado que la pared lateral 2 recibe fuertes vientos al aire libre y está expuesta a la luz del sol o la lluvia, la pared lateral 2 debe tener fuerza y resistencia a la intemperie. Desde este punto de vista, como el material de la estructura de la pared lateral 2, se puede utilizar metal como acero, aleación de acero, aluminio, aleación de aluminio, cobre, aleación de cobre, aleación de magnesio, titanio, o aleación de titanio, cerámica tal como porcelana o gres, vidrio tal como vidrio de soda, vidrio de plomo, o vidrio de sílice, o resina sintética rígida tal como cloruro de vinilo rígido o acrílico.
- Se proporciona una pluralidad de las entradas 10 de aire exterior como aberturas de la pared lateral 2 a una altura constante cerca del extremo superior de la pared lateral 2 de forma que tengan la misma forma y estén dispuestas en el mismo intervalo en la dirección circunferencial. El extremo superior de la entrada 10 de aire exterior puede ser igual al extremo superior de la pared lateral 2 o puede ser una posición inferior a la del extremo superior de la pared lateral 28. Dado que la altura del extremo superior de la entrada 10 de aire exterior se deriva de la limitación en la altura del extremo inferior de la entrada 10 de aire exterior y la limitación en el área total de la entrada 10 de aire exterior que se describirá posteriormente, la altura del extremo superior de la entrada 10 de aire exterior se puede determinar adecuadamente dentro del intervalo de limitación. Es deseable que la posición axial del extremo inferior de la entrada 10 de aire exterior esté en la 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 atrapamiento de precipitación de polvo.
- Es deseable que la forma de la entrada 10 de aire exterior sea simétrica en la dirección circunferencial para reducir la dependencia de la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo con respecto a la dirección del viento, y se puede utilizar una forma tal como una forma circular, una forma ovalada, una forma rectangular, una forma trapezoidal, o una forma triangular isósceles. Las entradas 10 de aire exterior deben disponerse en la misma posición (esto es, a la misma altura) en la dirección axial de la pared lateral 2 y tener la misma forma para reducir la dependencia de la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo con respecto a la dirección del viento.

El número de entradas 10 de aire exterior debe ser de cuatro o más y deseablemente 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 unitario vertical con respecto a la abertura de la entrada 10 de aire exterior es de 35° o más, está demostrado que la cantidad del viento que fluye hacia el orificio 1 de muestreo de polvo a la misma velocidad del viento disminuye drásticamente de modo que se degrada la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo. Por esta razón, cuando el número de entradas 10 de aire exterior es de tres o menos, el ángulo formado entre la dirección del viento y la entrada 10 de aire exterior en una cierta entrada 10 de aire exterior se hace de 35° o más de modo que se puede generar viento en la dirección de disminuir drásticamente la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo. A medida que aumenta el número de entradas 10 de aire exterior, se reduce la influencia de la dirección del viento.

Sin embargo, como se describió anteriormente, hay un valor máximo deseable en el área máxima de la entrada 10 de aire exterior y la cantidad de precipitación de polvo atrapable aumenta a medida que aumenta el área total hasta el área máxima. Por esta razón, el área total de la entrada 10 de aire exterior se puede establecer a una condición aproximada al área máxima. Es deseable achafanar la superficie de extremo exterior de la entrada 10 de aire exterior para reducir una degradación de la eficiencia de muestreo de precipitación de polvo debido a la separación de la atmósfera introducida.

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

La placa de techo 3 se dispone de modo que los ejes centrales de la placa de techo 3 y la pared lateral 2 coincidan entre sí. Además, el eje central de la placa de techo 3 se define como un eje que pasa a través del punto central de la placa de techo 3 y perpendicular a la placa de techo 3. Además, la placa de techo 3 se dispone para adherirse al extremo superior de la pared lateral 2. El diámetro de la placa de techo 3 debe ser más grande que el diámetro del extremo superior de la pared lateral 2. La porción de placa de techo exterior en relación al extremo superior de la pared lateral 2 sirve como una porción de pico, y muestra un efecto de evitar que las gotas de lluvia se introduzcan en el orificio 1 de muestreo de polvo en el caso de lluvia. A medida que el diámetro de la placa de techo 3 que se extiende desde el extremo superior de la pared lateral 2 se hace más grande, el efecto de suprimir la intrusión de las gotas de lluvia en el orificio 1 de muestreo de polvo se hace mayor. Sin embargo, el diámetro máximo de la precipitación de polvo que fluye hacia el orificio de muestreo de polvo se hace más pequeño a medida que el diámetro de la placa de techo se hace más grande. Por lo tanto, el valor máximo del diámetro de la placa de techo se debe determinar en base a la siguiente ecuación.

$$[\text{longitud radial de la porción de pico de la placa de techo}] < [\text{velocidad del viento representativa del aire exterior}] / [\text{velocidad de caída libre de la precipitación de polvo que se desea atrapar}] \times [\text{longitud axial entre la superficie inferior de la placa de techo y el extremo inferior de la entrada de aire exterior}]$$

Por ejemplo, cuando se desea atrapar 200 μm o menos de precipitación de polvo en base a las condiciones climáticas medias en Japón, es deseable que una diferencia entre el diámetro de la placa de techo y el diámetro del extremo superior de la pared lateral (la longitud de la porción de pico) sea de 50 mm a 200 mm. Por ejemplo, cuando la velocidad del viento representativa del aire exterior es de 2m/s o más, la velocidad de caída libre de la precipitación de polvo deseada para ser atrapada es de 0,5 m/s, y la longitud axial entre la superficie inferior de la placa de techo y el extremo inferior de la entrada de aire exterior es de 0,01 m, si se aplica la ecuación, la longitud a lo largo de la dirección radial de la porción de pico de la placa de techo se puede establecer a 0,04 m, es decir, la diferencia entre el diámetro de la placa de techo y el diámetro del extremo superior de la pared lateral se puede establecer a 80 mm.

Además, cuando la sección transversal horizontal de la pared lateral 2 tiene una forma distinta de una forma circular, por ejemplo, una forma poligonal regular, el diámetro del círculo circunscrito de la sección transversal de la pared lateral en el extremo superior de la pared lateral se puede considerar como el diámetro del extremo superior de la pared lateral 2. Además, cuando la placa de techo 3 tiene una forma distinta de una forma circular, por ejemplo, una forma poligonal regular, el diámetro del círculo inscrito de la placa de techo 3 se puede considerar como el diámetro de la placa de techo 3.

La placa de techo 3 debe ser un disco sólido para reducir la dependencia con respecto a la dirección del viento. El "disco sólido" indica una estructura en la que la placa de techo dentro del plano horizontal tiene anisotropía pequeña y es delgada. Específicamente, es deseable que la placa de techo 3 sea un disco. Sin embargo, se puede emplear una forma similar a una forma circular tal como un polígono regular que tiene al menos cuatro o más vértices cuando se considere la conveniencia en el procesamiento o similares. Además, la placa de techo se puede formar en forma de cúpula circular que tiene una inclinación suave (es decir, delgada en la dirección vertical) en consideración del comportamiento de drenaje en la placa de techo en el caso de lluvia. Por ejemplo, se puede aplicar una cúpula circular en la que la inclinación máxima de la cúpula es de 10° o menos. En el caso de una estructura en la que la placa de techo es gruesa en la dirección vertical, no es deseable, ya que la resistencia al aire de la placa de techo se hace más grande de modo que el aire exterior que fluye hacia el orificio de muestreo de polvo es agitado.

Además, como en la descripción de la forma de sección transversal de la pared lateral 2, la forma del borde exterior de la placa de techo 3 se puede definir de forma que se incluya en un anillo circular con una anchura constante. Incluso en este caso, el diámetro del círculo inscrito de la placa de techo 3 se puede considerar como el diámetro de la placa de techo 3.

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

(Placa de división del orificio de muestreo de polvo)

La placa de división 4 entra en contacto con la porción superior de la pared lateral 2 que incluye la placa de techo 3 y el extremo superior de la pared lateral 2, y las placas de división se disponen de modo que las superficies de extremo de las mismas entren en contacto entre sí en el eje central del orificio 1 de muestreo de polvo. Como resultado, la porción superior dentro del orificio de muestreo se divide en áreas 27 pequeñas cada una con una sección transversal horizontal en forma de abanico y la entrada 10 de aire exterior y una abertura hacia abajo. Las placas de división 4 se instalan de modo que una pluralidad de las áreas 27 pequeñas en forma de abanico que tienen la misma forma de sección transversal se disponga en la dirección circunferencial del orificio de muestreo de polvo.

Aquí, cuando el número de áreas 27 pequeñas en forma de abanico es de cuatro o más, la mayor parte de la atmósfera que fluye desde la entrada de aire exterior aguas arriba hasta el área pequeña en forma de abanico en el viento del aire exterior entra por el extremo inferior de la placa de división 4 y pasa a través del área 13 de reducción de viento como se muestra en las Figuras 10A a 10C. Por otro lado, cuando el número de áreas 27 pequeñas en forma de abanico es de tres o menos, la mayor parte de la atmósfera introducida fluye directamente hacia afuera desde la entrada de aire exterior aguas debajo de la misma área pequeña en forma de abanico. Como se describió anteriormente, dado que la precipitación de polvo atmosférico se separa y se condensa en el área de reducción de viento, hay un problema en que la proporción de la precipitación de polvo que llega al orificio de aire 9, es decir, la proporción de la trampa de precipitación de polvo es baja cuando el número de áreas 27 pequeñas en forma de abanico es de tres o menos. Por otro lado, cuando el número de áreas 27 pequeñas en forma de abanico es de cuatro o más, la mayor parte de la atmósfera introducida desde la entrada de aire exterior del área 27' pequeña en forma de abanico donde se introduce la atmósfera entra por el extremo inferior de la placa de división 4, pasa a través del área 13 de reducción de viento, y se descarga a la atmósfera desde el área 27" pequeña en forma de abanico diferente del área 27 pequeña en forma de abanico o es succionada al orificio de succión. El inventor encontró que la mayor parte de la precipitación de polvo atmosférico en el área 13 de reducción de viento se separa de la atmósfera que fluye hacia afuera y es succionado al orificio de aire 9 mientras tanto, de modo que se obtiene alta eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo. Por lo tanto, el número de áreas 27 pequeñas en forma de abanico debe ser de cuatro o más, y para conseguir esto, el número de placas de división debe ser de cuatro o más.

Además, una o más entradas de aire exterior debe estar esencialmente presente en el área 27 pequeña en forma de abanico de modo que el aire exterior fluya directamente hacia el área pequeña en forma de abanico. Dado que hay un valor mínimo en el área de sección transversal deseable de la entrada 10 de aire exterior, el área total obtenida mediante la adición de las áreas de sección transversal de todas las entradas 10 de aire exterior aumenta a medida que aumenta el número de áreas pequeñas en forma de abanico. Como se describió anteriormente, dado que hay un valor máximo que tiene un intervalo deseable en el área total de la entrada 10 de aire exterior, hay un valor máximo deseable en el número de áreas pequeñas en forma de abanico, es decir, el número de placas de división. Como resultado del examen del inventor, es deseable que el número de áreas pequeñas en forma de abanico, es decir, el número de placas de división sea de dieciséis o menos. Es deseable que la longitud axial de la placa de división 4 sea el doble o más de la longitud axial de la entrada 10 de aire exterior. En este caso, como se muestra en la Figura 12 que es un resultado del examen del inventor, la velocidad del viento horizontal máxima /la velocidad del viento horizontal media en el eje central dentro del orificio 1 de muestreo de polvo no es en gran medida superior a 1. Es decir, no se produce soplado en la dirección horizontal dentro del orificio 1 de muestreo de polvo. Por lo tanto, la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo es alta.

Además, es deseable que la longitud axial (altura) de la placa de división 4 sea igual a cada placa de división 4 y sea 0,5 veces o menos la longitud axial del orificio 1 de muestreo de polvo. Como se muestra en la Figura 13 que es el resultado de la investigación del inventor, en el caso del valor o más, el parámetro de eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo del orificio 1 de muestreo de polvo que se describirá más adelante se hace un valor suficiente, y se obtiene una eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo suficiente (a medida que la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo se hace más grande, la eficiencia de atrapamiento de polvo en el orificio 1 de muestreo de polvo se hace mayor). En particular, cuando la longitud axial de la placa de división 4 se establece de forma que sea extremadamente larga para ser igual a la longitud axial del orificio 1 de muestreo de polvo, la resistencia del paso de aire aumenta en gran medida debido a la placa de división 4 dentro del orificio 1 de muestreo de polvo como otro problema distinto de una degradación

del parámetro de eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo. Por consiguiente, la cantidad del aire exterior que fluye hacia el orificio de muestreo de polvo disminuye extremadamente, de modo que se degrada la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo.

5 En adelante, el valor de [longitud axial de la placa de división 4] / [longitud axial del orificio 1 de muestreo de polvo] se denota por L1. Además, el valor de [longitud axial de la placa de división 4] / [longitud axial de la entrada 10 de aire exterior] se denota por L2.

10 Además, haciendo referencia a la Figura 13, se describirá la razón de que la tendencia de la curva característica cambie desde la frontera cuando L1 es 0,5. El efecto inhibitorio de soplado se hace mayor a medida que L2 se hace más grande, mientras que el área de la entrada de aire exterior puede disminuir fácilmente y la cantidad de la trampa de precipitación de polvo puede disminuir fácilmente. Por esta razón, L2 se diseña de forma que sea aproximadamente 2 como un valor límite inferior adecuado en muchos casos. En tal condición, el parámetro de eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo es sustancialmente constante cuando L1 es 0,5 o menos como se muestra en la Figura 13. Por el contrario, cuando L1 se hace más de 0,5, el parámetro de eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo se reduce bruscamente. La razón de que el parámetro de eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo se reduzca en L1 de 0,5 o más se debe a que el espacio dentro del orificio de muestreo de polvo que se convierte en el área 13 de reducción de viento se reduce. La razón de que el parámetro de eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo se haga constante en 0,5 o menos se debe a las siguientes razones.

25 Cuando L1 es pequeño, el espacio dentro del orificio de muestreo de polvo que se puede convertir en el área 13 de reducción de viento es ancho, pero hay un área de alta velocidad del viento dado que la uniformidad de la velocidad del viento en la dirección vertical no es suficiente. Por esta razón, el extremo superior del área 13 de reducción de viento está bastante por debajo del extremo inferior de la placa de división 4. Dado que la velocidad del viento en la dirección vertical se hace uniforme a medida que L1 aumenta hasta aproximarse a 0,5, el espacio entre el extremo superior del área 13 de reducción de viento y la placa de división 4 disminuye. Como resultado, el extremo superior del área 13 de reducción de viento se hace constante en el área donde L1 es 0,5 o menos. Como resultado, incluso cuando L2 se establece de forma que sea más pequeño, el área de reducción de viento no se extiende en la dirección axial y el parámetro de eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo se hace un valor sustancialmente constante.

35 Además, incluso cuando la velocidad del viento en la dirección vertical tiene una distribución en esta área, el soplado en la dirección horizontal no se produce en el caso del orificio 1 de muestreo de polvo donde L2 está en el intervalo de la condición adecuada. Por otro lado, como se describió anteriormente, cuando L1 se hace más de 0,5 en la Figura 13, el parámetro de mantenimiento de precipitación de polvo 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 atrapamiento de precipitación de polvo.

40 Como una forma de conexión entre la placa de división 4 y la placa de techo 3, la superficie de extremo superior de la placa de división 4 se conecta al lado inferior de la placa de techo 3 sin ningún espacio formado entre ellos o la placa de división 4 penetra en la placa de techo 3 sin ningún espacio en la porción de penetración. Como una forma de conexión entre la pared lateral 2 y la placa de techo 3, la superficie de extremo exterior de la placa de división 4 se conecta a la superficie interior de la placa de techo 2 sin ningún espacio formado entre ellas o la placa de división 4 penetra en la pared lateral 2 sin ningún espacio formado en la porción de penetración. Además, en la forma de conexión entre la placa de techo 3 y la placa de división 4 en las Figuras 9A a 9D, el extremo superior de la placa de división 4 se conecta a la superficie inferior de la placa de techo 3 sin ningún espacio formado entre ellos. Además, en la forma de conexión entre la pared lateral 2 y la placa de división 4, la placa de división 4 penetra en la pared lateral 2 sin ningún espacio formado entre ellas.

55 Además, en la fijación a través de tal conexión, se puede utilizar un método tal como soldadura, adherencia, o roscado. Además, se puede aplicar un material de sellado tal como un sellador de silicona o grasa a la porción de conexión para suprimir la entrada y salida de la atmósfera evitando un espacio en la porción de conexión. Como material de la placa de división, se puede utilizar cualquier tipo siempre y cuando el material pueda mantener su estructura y no tenga permeabilidad al aire y baja adherencia de la precipitación de polvo. Por ejemplo, se puede utilizar el mismo material que el de la pared lateral 2 anteriormente descrita.

60 (Mecanismo de atrapamiento de precipitación de polvo del orificio 1 de muestreo de polvo)  
Se describirá un mecanismo de atrapamiento de precipitación de polvo dentro del orificio 1 de muestreo de polvo de la realización. En la realización, la precipitación de polvo atmosférico que fluye desde la entrada 10 de aire exterior fluye hacia el área 13 de reducción de viento junto con la atmósfera cuando la atmósfera introducida sorte la placa de división 4 y pasa el lado inferior de la placa de división 4. Cuando la precipitación de polvo fluye hacia el área 13 de reducción de viento, en la dirección vertical descendente debido al efecto de cambiar la dirección del flujo atmosférico ambiental a la dirección vertical descendente o el efecto de provocar que la partícula de precipitación de polvo choque con la placa de división 4 la precipitación de polvo se acelera.

Por esta razón, por ejemplo, una partícula de precipitación de polvo particularmente grande que tenga un diámetro de 100 µm o más cae directamente al orificio de aire 9, y es succionada al tubo de succión. Una parte de la partícula de precipitación de polvo que no sea particularmente grande cae libremente mientras permanece dentro del área 13 de reducción de viento, y llega al orificio de aire 9 como en la partícula de precipitación polvo más grande para ser succionada al tubo de succión. Como se describe en el BSNE, que es la técnica relacionada, el efecto del área de reducción de viento con respecto a la trampa de la precipitación de polvo es que se atrapa la mayor cantidad de precipitación de polvo descendente en comparación con el caso en el que la reducción de viento se produce extendiendo el tiempo de permanencia de la precipitación de polvo dentro del orificio 1 de muestreo de polvo.

A continuación, se definirá mediante la siguiente ecuación el parámetro de precipitación de polvo ideado por el inventor.

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

Aquí, el área de reducción de viento indica un área donde la velocidad del viento de la atmósfera que contiene la precipitación de polvo que fluye desde la entrada 10 de aire exterior hacia el orificio 1 de muestreo de polvo a una cierta velocidad del viento de flujo se reduce. Además, el área 28 de sección transversal horizontal del área de reducción de viento indica un valor máximo de la sección transversal horizontal del área 13 de reducción de viento. Además, la longitud 29 del área de reducción de viento indica una longitud de una línea que conecta desde la frontera cerca de la entrada 10 de aire exterior del área 13 de reducción de viento hasta el orificio de succión 10 (cuando el escape al aire exterior se realiza directamente en el orificio 1 de muestreo de polvo) o desde el orificio 1 de muestreo de polvo hasta el orificio de escape 8 (en el caso del BSNE) cuando el escape al aire exterior no se realiza directamente o la entrada 10 de aire exterior aguas abajo (en el caso de la realización). Para determinar la posición específica del área de reducción de viento y la longitud específica del área de reducción de viento, por ejemplo, se puede distinguir el área de baja velocidad del viento mediante la obtención de una distribución de la velocidad del viento dentro del orificio 1 de muestreo de polvo utilizando un medidor de flujo dispuesto dentro del orificio 1 de muestreo de polvo.

Además, se describirá el significado físico del parámetro de eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo. En el aire exterior que fluye hacia el orificio 1 de muestreo de polvo a una velocidad específica, el tiempo de permanencia medio de la atmósfera y la precipitación de polvo atmosférico en el área de reducción de viento disminuye en proporción al [área de sección transversal de la entrada 10 de aire exterior] / [área 28 de sección transversal horizontal del área de reducción de viento]. Además, a medida que el valor de [longitud 29 del área de reducción de viento] / [área de sección transversal de la entrada 10 de aire exterior] se hace más grande, la uniformidad de la velocidad del viento en el área 13 de reducción de viento mejora más. Es decir, el efecto de evitar una reducción en el soplado rápido a través de solo una parte del área 13 de reducción de viento desde la frontera cerca de la entrada 10 de aire exterior al orificio de escape 8 o el orificio de aire 10 se hace mayor a medida que el valor de [longitud 29 del área de reducción de viento] / [área de sección transversal de la entrada 10 de aire exterior] se hace más grande. Dado que el fenómeno de soplado acorta significativamente el tiempo de permanencia medio de la precipitación de polvo atmosférico en el área 13 de reducción de viento, la eficiencia de atrapamiento se degrada en gran medida. Por lo tanto, el estado en el que el parámetro de precipitación de polvo es grande se puede considerar como un estado en el que la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo debida a la precipitación polvo en caída libre se hace mayor dado que la precipitación de polvo atmosférico normalmente permanece en el área 13 de reducción de viento durante mucho tiempo. Por lo tanto, a medida que el parámetro de eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo se hace más grande, la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo en el orificio 1 de muestreo de polvo se hace mayor. Es decir, la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo en el orificio de muestreo de polvo específico se puede organizar utilizando el parámetro de eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo.

Se describirá más específicamente una relación entre el parámetro de atrapamiento de precipitación de polvo y la eficiencia de atrapamiento de cada dispositivo de atrapamiento.

En la Figura 11, el medidor SPM corresponde al caso de utilizar el orificio de muestreo de polvo mostrado en la Figura 3, y dado que la atmósfera que fluye hacia la entrada 10 de aire exterior no desacelera, no hay área 13 de reducción de viento, y el volumen del área de reducción de viento es 0. En este momento, dado que las partículas de precipitación de polvo grandes no pueden ser succionadas en el orificio de muestreo de polvo, la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo es notablemente baja. En el orificio 1 de muestreo de polvo con una forma mostrada en las Figuras 6A y 6B y frecuentemente utilizado en el medidor SPM mostrado en el Documento de Patente 3, el área 13 de reducción de viento se forma debajo de la placa 14 cónica perturbadora. Sin embargo, el área de la abertura en toda la dirección circunferencial de la entrada de aire exterior es grande, y el valor del parámetro de atrapamiento de precipitación de polvo es pequeño. Además, dado que la mayor parte de la atmósfera que fluye desde la entrada 10 de aire exterior hacia el orificio 1 de

muestreo de polvo toma un paso de flujo 17 que sorte la periferia de la placa perturbadora en la dirección horizontal, la proporción de la atmósfera que realmente fluye hacia el área de reducción de viento es baja. Por esta razón, incluso en el orificio de muestreo de polvo de las Figuras 6A y 6B, la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo es pequeña, por lo que no es adecuado como orificio de muestreo de polvo. En el medidor SPM, dado que es un objetivo atrapar solo el SPM mediante la separación del SPM de la precipitación de polvo grande que puede caer libremente en la atmósfera, es natural que la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo del orificio 1 de muestreo de polvo sea baja en el medidor SPM.

Además, dado que el BSNE o el SUSTRA es un dispositivo que se diseña para atrapar la precipitación de polvo, el dispositivo tiene el área de reducción de viento. Sin embargo, en tal dispositivo, dado que el área de la entrada de aire exterior es grande con respecto al volumen del área de reducción de viento, la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo es baja.

El MWAC puede indicar que el valor del parámetro de eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo es comparativamente grande y en este momento, el valor de la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo es alto. Sin embargo, el MWAC tiene un gran defecto en el que la dependencia de la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo con respecto a la dirección del viento del aire exterior es extremadamente fuerte. Este defecto es provocado por la siguiente razón. Dado que la proximidad de la abertura de la entrada 10 de aire exterior del MWAC se forma en un tubo directo, la atmósfera que fluye hacia la entrada de aire exterior debe tener la velocidad axial del tubo directo inmediatamente después de que fluya hacia el mismo. Por esta razón, cuando la dirección axial de la entrada 10 de aire exterior es diferente de la dirección del viento del aire exterior, la resistencia al flujo aumenta debido al cambio brusco en la dirección de la atmósfera en la entrada 10 de aire exterior, la cantidad de entrada del aire exterior disminuye, y el flujo de la precipitación de polvo en el aire exterior no puede seguir el cambio brusco en la dirección de la atmósfera de entrada, de modo que la cantidad de precipitación de polvo que fluye hacia la entrada 10 de aire exterior disminuye. Por esta razón, en el MWAC, la eficiencia de atrapamiento de precipitación 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 atrapamiento de precipitación de polvo es alta.

En la realización, dado que las entradas 10 de aire exterior están presentes de forma intermitente en la dirección circunferencial del orificio 1 de muestreo de polvo, el valor del parámetro de eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo se puede establecer de forma que sea más grande que el del dispositivo de la técnica relacionada. Cuando existe la necesidad de obtener la eficiencia máxima del MWAC y la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo, el valor del parámetro de eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo se puede establecer a aproximadamente 100 [1/mm]. Esto corresponde a un caso en el que se proporcionan ocho entradas 10 de aire exterior con una anchura de 3 mm y una altura de 7 mm en el externo superior de, por ejemplo, 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 10 de aire exterior se pueden establecer adecuadamente de forma que satisfagan la condición necesaria para el parámetro de trampa de precipitación de polvo.

Además, en la realización, la mayor parte de la superficie del orificio 1 de muestreo de polvo no está abierta. Por esta razón, en comparación con el otro tipo en el que la abertura es grande, el orificio 1 de muestreo de polvo de la realización tiene una gran resistencia al aire con respecto a la atmósfera ambiental. Por esta razón, se genera una gran presión negativa en la superficie del orificio 1 de muestreo de polvo en la dirección del viento descendente. Como resultado, se ejerce una fuerza sobre la entrada 10 de aire exterior en la dirección del viento descendente de modo que la atmósfera dentro del orificio 1 de muestreo de polvo es succionada para fluir hacia afuera. Por esta razón, incluso cuando la entrada 10 de aire exterior es relativamente pequeña y hay una diferencia entre la dirección de la entrada de aire exterior y la dirección del viento del aire exterior, la ventilación del orificio 1 de muestreo de polvo no se degrada particularmente. Por ejemplo, incluso en el MWAC, aunque el área de abertura de la entrada 10 de la atmósfera es comparativamente pequeña, en el caso del dispositivo, no se produce una condición particular de reducción de presión en la proximidad del orificio de escape 8 en la dirección del viento descendente. Por esta razón, la ventilación del orificio 1 de muestreo de polvo puede esperarse solo por el efecto de hacer que el aire exterior fluya hacia la entrada 10 de aire exterior en base a la inercia del flujo del aire exterior. Por esta razón, en el MWAC, la eficiencia de ventilación del orificio 1 de muestreo de polvo se degrada fácilmente, lo que corresponde a un factor de degradación de la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo grande.

En la realización, para medir de forma continua la cantidad de precipitación de polvo atrapado, la atmósfera dentro del orificio de muestreo de polvo es succionada desde el orificio 9 de succión estrecho. La razón por la que se realiza la succión es la siguiente. Cuando se realiza la succión desde el orificio de succión estrecho, la atmósfera que contiene la precipitación de polvo se recolecta en un área de sección transversal estrecha, de modo que la densidad espacial de la precipitación de polvo o el flujo de precipitación de polvo aumenta, midiendo así con gran precisión la cantidad de precipitación de polvo diminuta.

La medición de la cantidad de precipitación de polvo diminuta es una técnica esencialmente necesaria en el dispositivo de medición continua de la cantidad de precipitación de polvo que debe medir la cantidad de precipitación de polvo durante un periodo corto. Debido a la succión, la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo puede ser ventajosa o desventajosamente influenciada. Primero, como ventaja de realizar la succión, la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo puede ser mayor que la de una trampa sencilla tal como un BSNE donde no se realiza la succión. Por ejemplo, si la succión de la realización se realiza incluso cuando la velocidad del viento del aire exterior es baja, se puede atrapar una cantidad constante de polvo. En tal caso, en el BSNE, dado que la velocidad del viento es baja, la cantidad de precipitación de polvo que fluye hacia el orificio de muestreo de polvo es pequeña, de modo que la cantidad de atrapamiento de precipitación de polvo se reduce. Por otro lado, como desventaja de realizar la succión, desde el punto de vista del entendimiento del flujo horizontal de la precipitación de polvo, cuando la cantidad de atrapamiento de precipitación de polvo que utiliza la succión a una velocidad del viento baja es grande, la velocidad del viento del aire exterior no está involucrada con la cantidad de atrapamiento de precipitación de polvo, de modo que la precisión se reduce.

Por lo tanto, en la realización, se realiza la succión, pero teniendo en cuenta la desventaja anteriormente descrita, la cantidad de succión de atmósfera en el orificio de succión 9 debe ser más pequeña que la cantidad de atmósfera de entrada libre debido a la velocidad del viento del aire exterior hacia el orificio 1 de muestreo de polvo. Es decir, la cantidad de succión de atmósfera en el orificio de succión 9 debe ser más pequeña que la cantidad de salida de atmósfera en la entrada 10 de aire exterior en la dirección del viento descendente. Esta condición no se puede satisfacer cuando no hay viento durante la succión.

Sin embargo, en la velocidad del viento de 1 m/s o menos, que se considera generalmente como que no hay viento en la previsión meteorológica, el flujo horizontal de la precipitación de polvo no es un problema. Cuando la velocidad del viento es inferior a 1m/s incluso en el BSNE, la dirección de la entrada 10 de aire exterior no sigue la dirección del viento, de modo que no se puede obtener el flujo de precipitación de polvo horizontal preciso. Por ejemplo, cuando la cantidad de succión se establece para satisfacer la condición de cantidad de succión en la condición en la que la velocidad del viento del aire exterior es de 1 m/s, se puede medir el flujo horizontal de la precipitación de polvo sin provocar un problema práctico. Específicamente, el orificio 1 de muestreo de polvo con una forma específica se dispone en un paso de flujo tal como un túnel de viento, y se succiona el aire desde el orificio de succión 9 a un caudal de succión específico. En este momento, se mide el caudal de la atmósfera que fluye hacia afuera desde la entrada 10 de aire exterior en la dirección del viento descendente. Cuando el valor de medición se convierte al caudal, es posible determinar si el caudal de succión es adecuado en el orificio de muestreo de polvo con tal forma.

(Dispositivo 6 de medición continua de la cantidad de polvo)

Como dispositivo 6 de medición continua de la cantidad de polvo, se pueden utilizar diversos dispositivos de medición de la cantidad de polvo disponibles. Cuando se mide la masa como una cantidad de polvo, se puede medir la masa con gran precisión utilizando un dispositivo de medición de masa absorbente de rayos  $\beta$  disponible capaz de sustituir periódicamente un filtro de atrapamiento de polvo. Cuando se necesita obtener la densidad cualitativa de la cantidad de polvo como la cantidad de polvo, se puede utilizar un medidor de concentración de partículas del tipo de transmisión de luz disponible. Además, se puede aplicar un muestreador de bajo volumen como un dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo per sudo en la condición en la que el filtro de atrapamiento de polvo se sustituye frecuentemente de forma manual.

Estrictamente hablando, la atmósfera que fluye hacia tal dispositivo contiene una partícula tal como SPM diminuto distinto de la precipitación de polvo. En un entorno en el que la concentración de la masa de las partículas SPM es suficientemente más pequeña que la concentración de la masa de la precipitación de polvo, la masa del polvo atrapado en el recipiente de la trampa se puede considerar como la masa de la precipitación de polvo. Además, cuando la concentración de la masa del SPM no se puede ignorar, por ejemplo, en el dispositivo de medición de masa absorbente de rayos  $\beta$ , el diámetro del agujero del filtro de atrapamiento de polvo se establece para que sea grande, de modo que solo se puede atrapar el polvo grande (por ejemplo, un diámetro de 10  $\mu\text{m}$  o más). Cuando se mide la masa del material de atrapamiento utilizando este método, solo se puede medir la masa de la precipitación de polvo.

El valor de medición de la cantidad de polvo medido en series temporales utilizando el dispositivo 6 de medición continua de la cantidad de polvo que mide la cantidad de polvo por unidad de tiempo se visualiza en un dispositivo de visualización (no mostrado), se registra en un dispositivo de registro (no mostrado) para referirse a los datos más adelante, o se transmite a un dispositivo de recepción remoto utilizando un dispositivo de transmisión (no mostrado). La técnica relacionada se puede utilizar en cualquier método. Por ejemplo, se puede utilizar un monitor como el dispositivo de visualización. Se puede utilizar una impresora o un dispositivo de disco duro como el dispositivo de registro. Se puede utilizar un ordenador conectable a una LAN como un dispositivo de transmisión.

(Soplador o compresor 7)

Como tal dispositivo, se puede utilizar directamente la técnica relacionada. Por ejemplo, se puede utilizar un soplador o compresor del tipo centrífugo, un soplador o compresor del tipo de flujo axial, o un soplador o compresor del tipo de volumen.

5 (Orificio de escape 8)

El orificio de escape 8 es una porción que descarga la atmósfera, succionada dentro del dispositivo de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal de la realización, al exterior del sistema. El orificio de escape puede ser un tubo sencillo con una abertura o puede tener una estructura de rejilla para mejorar la resistencia a la intemperie.

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

El valor del flujo de la cantidad de precipitación de polvo horizontal se puede calcular dividiendo la cantidad de precipitación de polvo medida por el dispositivo 6 de medición continua de la cantidad de polvo por unidad de tiempo por el área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior. En la realización, el área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior es la suma del área proyectada al plano perpendicular a la dirección del viento en el área de abertura hacia la que fluye el aire exterior en la entrada de aire exterior, y tiene un valor original para el dispositivo. Para especificar la abertura hacia la que fluye el aire exterior, por ejemplo, el dispositivo se dispone dentro del túnel de viento y mide el campo de flujo cerca del orificio 1 de muestreo de polvo en condiciones de velocidad del viento constante. Por consiguiente, es posible determinar si el aire exterior fluye hacia cada entrada de aire exterior.

Además, generalmente, la velocidad de flujo media del aire exterior en la abertura de la entrada de aire exterior se hace más pequeña que la velocidad del viento del aire exterior debido a la resistencia al aire del orificio 1 de muestreo de polvo. Como resultado, la masa de la precipitación de polvo que fluye hacia el orificio 1 de muestreo de polvo junto con el aire exterior también se reduce en comparación con el caso en el que el aire exterior fluye hacia el orificio 1 de muestreo de polvo a la velocidad del viento del aire exterior. Es decir, la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo en el orificio de muestreo de polvo es generalmente inferior al 100%. Por lo tanto, cuando se calcula el flujo de la cantidad de precipitación de polvo horizontal, el valor del flujo de la cantidad de precipitación de polvo horizontal se puede corregir dividiendo el flujo de la cantidad de precipitación de polvo horizontal calculado de antemano mediante el método descrito anteriormente por la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo obtenida de antemano. Como método para obtener la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo de antemano, por ejemplo, se puede utilizar el siguiente método. Primero, se dispone el dispositivo dentro de un túnel de viento, y se descarga un tipo específico de precipitación de polvo con una concentración constante de aguas arriba. En este momento, se obtiene la masa de la precipitación de polvo atrapada por el dispositivo por unidad de tiempo, el área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior obtenida mediante el método descrito anteriormente, y el valor medio del flujo de la cantidad de precipitación de polvo horizontal. Utilizando el valor medio, se calcula la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo en la siguiente ecuación.

40 Se puede establecer:

$$[\text{eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo}] = [\text{masa de precipitación de polvo atrapada por el dispositivo por unidad de tiempo}] / ([\text{área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior}] \times [\text{valor medio del flujo de la cantidad de precipitación de polvo horizontal dentro del túnel de viento}])$$

45 El valor medio del flujo de la cantidad de precipitación de polvo horizontal dentro del túnel de viento se puede obtener mediante el método o similares descrito en el Documento 2 no relacionado con patentes. Aquí, el "tipo específico" puede ser una mezcla de una pluralidad de tipos de precipitación de polvo (que se pueden designar de antemano), y se puede realizar una pluralidad de experimentos para cada tipo de polvo. Por ejemplo, se puede simular para el experimento una proporción de composición del polvo representativa en un punto de medición.

50 En el cálculo descrito anteriormente del flujo de la cantidad de precipitación de polvo horizontal, se puede disponer un dispositivo de cálculo (no mostrado) dentro del dispositivo y b conectarse a un dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo a través de una línea de comunicación de datos. El valor de medición de la cantidad de polvo utilizando el dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo puede ser recibido por el dispositivo de cálculo. El dispositivo de cálculo puede calcular y registrar el flujo de la cantidad de precipitación de polvo horizontal en base al valor de medición, y el flujo de la cantidad de precipitación de polvo horizontal se puede calcular fuera de línea más adelante utilizando el valor de medición de la cantidad de polvo del dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo.

55 Además, en la realización, la cantidad de precipitación de polvo atrapada es proporcional al flujo horizontal de la cantidad de precipitación de polvo en el aire exterior independientemente de la velocidad del viento del aire exterior. Por lo tanto, cuando el valor absoluto del flujo de la cantidad de precipitación de polvo horizontal no es necesario para el propósito de gestionar la tendencia del flujo de la cantidad de precipitación de polvo horizontal, se determina de antemano el valor estándar del valor de medición de la cantidad de precipitación de

65

polvo en el dispositivo de la realización, y se puede obtener el flujo de precipitación de polvo horizontal relativo dividiendo el valor de medición de la cantidad de precipitación de polvo obtenido en series temporales en el dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo de la realización por el valor estándar.

5 (Búsqueda de fuente de generación de precipitación de polvo)

Cuando el valor de medición en series temporales del flujo de la cantidad de precipitación de polvo horizontal es analizado mediante la combinación con el valor de medición real en series temporales de una condición climática tal como viento, se puede buscar una fuente de generación de precipitación de polvo tal como una tierra de cultivo o una fábrica. Por ejemplo, se supone que el valor de medición del flujo de la cantidad de precipitación de polvo horizontal corresponde a la precipitación de polvo generada desde la fuente de generación de precipitación de polvo existente en la dirección del viento ascendente en ese momento. Se puede estimar que una fuente de generación principal está presente en el punto de medición del flujo de precipitación de polvo horizontal en la fuente de generación de precipitación de polvo presente en la dirección del viento ascendente del viento cuando se detecta el flujo horizontal de la precipitación de polvo más horizontal.

[Segunda realización]

Haciendo referencia a la Figura 14, se describirá una segunda realización de la invención. En la segunda realización, el contador 11 de partículas se utiliza como el dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo. Como contador de partículas, se puede utilizar un contador de partículas disponible. Dado que la mayor parte de los contadores de partículas disponibles incluyen un soplador o compresor de succión de aire, el soplador o el compresor no se proporciona particularmente fuera del contador 11 de partículas en la Figura 14. Además, dado que el contador de partículas generalmente incluye un orificio de escape, toda la atmósfera y una parte o la totalidad del polvo succionado por el contador 11 de partículas son descargados al interior de una carcasa de protección 12 con resistencia a la intemperie. La atmósfera y el polvo descargado al interior de la carcasa de protección fluye naturalmente hacia el aire exterior a través del orificio de escape 8 proporcionado en la carcasa de protección. Además, cuando el contador de partículas no tiene resistencia a la intemperie u originalmente no requiere la resistencia a la intemperie, se puede adoptar una estructura (una tercera realización de la invención) mostrada en la Figura 15 sin la carcasa de protección 12.

La ventaja obtenida al utilizar el contador de partículas como el dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo es la siguiente. Como primera ventaja, el contador de partículas puede medir la cantidad de polvo (el número de polvos) en un estado de flujo sin atrapar el polvo de una manera sin contacto. Por esta razón, incluso cuando una gota de agua diminuta tal como neblina se introduce en el dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo, no se provoca fácilmente un fallo o un error de medición debido a un problema en el que el agua se introduce en las unidades dentro del dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo. Desde este punto de vista, se obtiene un efecto notable de un contador de partículas del tipo aire de vaina disponible que tiene un efecto en el que una parte de la atmósfera succionada se hace circular dentro del dispositivo y las unidades dentro del dispositivo se sellan de la atmósfera succionada.

Como una segunda ventaja, dado que el contador de partículas tiene una estructura comparativamente sencilla, y el número de porciones móviles distintas del soplador o el compresor es comparativamente pequeño, una disminución de tamaño del dispositivo es fácil y por tanto la carcasa de protección 12 se puede disminuir de tamaño. Cuando la carcasa de protección es grande, el flujo del aire exterior se deriva en gran medida debido a la resistencia de la carcasa en el intervalo de una distancia sustancialmente igual a la longitud representativa de la carcasa desde la carcasa. Cuando el área de deriva se proporciona con el orificio 1 de muestreo de polvo, la eficiencia de atrapamiento de polvo cambia en gran medida debido a la influencia de la deriva en comparación con el caso en el que no hay deriva. Por esta razón, el orificio 1 de muestreo de polvo se debe proporcionar para que tenga sustancialmente la longitud representativa de la carcasa de protección 12 y esté separado de la carcasa de protección 12. En el caso de una carcasa grande, el tubo de succión 5 se debe proporcionar para que sea largo dependiendo de cada situación. Cuando el tubo de succión 5 es largo, hay un problema en que el soplador o el compresor aumenta de tamaño debido a un aumento de tamaño de la resistencia a la succión de aire o la medición se ve influenciada negativamente por la fijación de partículas de polvo a la superficie interior del tubo de succión. En el caso de utilizar el contador de partículas, dado que la dimensión representativa de la carcasa se hace más pequeña, la longitud del tubo de succión 5 se puede hacer pequeña, lo que es ventajoso en tal problema.

Como una tercera ventaja, la dimensión esquemática de la partícula detectada se puede estimar a partir de la magnitud de la cantidad de dispersión (o reflexión) de la luz de irradiación debida a la partícula de polvo al detectar cada polvo utilizando el contador de partículas. En la realización, solo se establece como el sujeto de medición la precipitación de polvo que es una partícula comparativamente grande. Por esta razón, dado que el dispositivo se configura para detectar solo las partículas que tienen una cantidad de dispersión de luz de irradiación grande (por ejemplo, un diámetro de 10  $\mu\text{m}$  o más), solo se puede contar la precipitación de polvo utilizando el contador de partículas.

65

[Cuarta realización]

Haciendo referencia a la Figura 16, se describirá una cuarta realización de la invención. En la Figura 16, se añaden una aeropaleta 31 y un dispositivo de cálculo 30 al dispositivo de la segunda realización mostrado en la Figura 14. La aeropaleta 31 se puede fijar a la proximidad del orificio 1 de muestreo de polvo. La aeropaleta 31 se puede fijar directamente a la carcasa, o se puede instalar en un caballete independiente. Como aeropaleta 31, se puede utilizar una aeropaleta de copa disponible o una aeropaleta de hélice. Dado que el orificio 1 de muestreo de polvo de la realización tiene una forma sustancialmente asimétrica, la dependencia de la dirección del viento de la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo es pequeña. Por esta razón, la función de medición de la dirección del viento proporcionada normalmente en la aeropaleta 31 no es esencialmente necesaria. Los datos de la velocidad del viento media medidos por la aeropaleta se transmiten al dispositivo de registro 30 conectado a la aeropaleta. Además, el dispositivo de cálculo 30 también se conecta al contador 11 de partículas como el dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo, y los datos de la cantidad de polvo momentánea medidos en el contador 11 de partículas se transmiten al dispositivo de cálculo 30. Como dispositivo de cálculo 30, por ejemplo, se puede utilizar un ordenador personal disponible.

Los datos de la cantidad de polvo momentánea y los datos de la velocidad del viento media por unidad de tiempo recibidos simultáneamente por el dispositivo de cálculo 30 se convierten en la concentración de precipitación de polvo atmosférico momentánea (la concentración de precipitación de polvo del aire exterior momentánea) haciendo que el dispositivo de cálculo 30 realice la siguiente ecuación (siguiente ecuación (1)).

$$[\text{concentración de precipitación de polvo del aire exterior momentánea}] = [\text{valor de medición de la precipitación de polvo momentánea}] / ([\text{valor de medición de la velocidad del viento media}] \times [\text{área de entrada del aire exterior efectiva}]) \dots (1)$$

Aquí, "momentánea" indica una media de un valor de medición continua durante un tiempo corto predeterminado (por ejemplo, un minuto o una hora), una media de cálculo de un valor de medición intermitente durante un tiempo corto predeterminado, o un valor de medición en el caso de un cierto evento (por ejemplo, un reloj activado en un ciclo predeterminado).

Además, aquí, el área de entrada de aire exterior efectiva indica la suma del área de entrada de aire exterior de una porción estimada como la contribución a la entrada del aire exterior en la entrada 10 de aire exterior. Este valor se puede obtener dividiendo el caudal de la atmósfera que pasa a través del interior del orificio 1 de muestreo de polvo obtenido mediante un experimento utilizando el medidor de flujo por la velocidad del viento del aire exterior. Para obtener la velocidad del viento del aire exterior de la porción estimada como la contribución a la entrada del aire exterior, la aeropaleta se dispone cerca de cada entrada de aire exterior, y se mide la cantidad de entrada del aire exterior desde la entrada de aire exterior para la determinación. La razón de que la concentración de la precipitación de polvo en la atmósfera se pueda calcular mediante la ecuación descrita anteriormente es la siguiente. En la primera y segunda realizaciones, la cantidad de precipitación de polvo momentánea medida en el dispositivo 6 de medición continua de la cantidad de polvo, es decir, la cantidad de precipitación de polvo medida por cierto tiempo se correlaciona con gran precisión con el flujo horizontal de la precipitación de polvo como se describió anteriormente. Es decir, dado que la mayor parte de la precipitación de polvo que fluye hacia el orificio 1 de muestreo de polvo puede ser succionada al dispositivo 6 de medición continua de la cantidad de polvo, el cálculo descrito anteriormente es efectivo.

En el caso de la medición utilizando el orificio 1 de muestreo de polvo fijo de la técnica relacionada, debido a la razón de que la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo es baja como en el sistema SPM o una influencia que afecta a la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo tal como un cambio en la dirección del viento y la velocidad del viento como en el MWAC, incluso cuando la concentración de la precipitación de polvo en la atmósfera se calcula utilizando los datos de la aeropaleta en un método similar a la realización, no se puede obtener una alta precisión de medición. Además, cuando la concentración de la precipitación de polvo en la atmósfera se debe medir con gran precisión en la técnica relacionada, por ejemplo, hay una necesidad de controlar un control complejo o un mecanismo complejo que realiza succión uniforme de acuerdo con la dirección del viento y la velocidad del viento del aire exterior. Por otro lado, en la realización, la concentración de la precipitación de polvo en la atmósfera se puede medir de forma sencilla y con gran precisión solo utilizando el orificio 1 de muestreo de polvo fijo, el medidor de succión de aire que succiona aire a un caudal constante, y una aeropaleta general.

La concentración de la precipitación de polvo en la atmósfera calculada en el dispositivo de cálculo 30 se puede visualizar conectando el dispositivo de cálculo a un dispositivo de salida tal como un monitor (no mostrado) o se puede almacenar en un dispositivo de registro conectando el dispositivo de registro (no mostrado) al dispositivo de cálculo 30. La concentración obtenida de la precipitación de polvo en la atmósfera se puede utilizar solo para gestionar la tendencia del punto fijo como el índice de la densidad de la concentración de la precipitación de polvo en la atmósfera, o se puede convertir en la velocidad de la precipitación de polvo multiplicando la velocidad de caída media de la precipitación de polvo obtenida por separado por la concentración de la precipitación de polvo en la atmósfera.

[Ejemplos]

(Ejemplo 1)

5 El flujo horizontal de la precipitación de polvo se midió de forma continua al aire libre utilizando un dispositivo configurado aplicando el orificio de muestreo de polvo con la estructura mostrada en las Figuras 9A a 9D a la configuración de la Figura 8.

10 Como pared lateral 2 del orificio 1 de muestreo de polvo, se utilizó un reductor (con un diámetro exterior de un extremo superior del reductor: 48 mm, un diámetro exterior de un extremo inferior: 21,7 mm, y una longitud axial: 63 mm) del reductor inoxidable 5K, 1-1/2 x 1/2 según JIS. En la pared del tubo, se formó la entrada 10 de aire exterior procesando ocho aberturas en la dirección circunferencial desde el extremo superior de la pared lateral 2 de forma que tuviera una anchura de 3 mm y una altura de 7 mm. De la misma manera, se procesaron cuatro aberturas en la dirección circunferencial desde el extremo superior de la pared del tubo de forma que tuvieran una anchura de 4 mm y una profundidad de 25 mm. La placa de división 4 se formó insertando cuatro placas de acero inoxidable con una anchura de 40 mm, una longitud de 24 mm, y un espesor de 4 mm en las aberturas. La placa de división se enroscó en la placa de techo 3 como un disco inoxidable con un diámetro de 150 mm y un espesor de 2 mm. Por lo tanto, una diferencia entre el diámetro de la placa de techo 3 y el diámetro del extremo superior de la pared lateral 2 era de 102 mm. Se utilizó un adhesivo resinoso a base de epoxy para la conexión entre la placa de techo 3 y el extremo superior de la pared lateral 2 y entre la pared lateral 2 y la placa de división 4, de modo que fueron unidas y selladas. Se soldó un tubo inoxidable con un diámetro de 25,4 mm al extremo inferior de la pared lateral 2, es decir, el orificio de succión 9, y se soldó un tubo inoxidable con un diámetro exterior de 6 mm al extremo inferior del tubo inoxidable con un reductor inoxidable interpuesto entre ellos, de modo que se utilizaron estos tubos inoxidables como el tubo de succión 5.

25 Se utilizó el dispositivo de medición de masa absorbente de rayos  $\beta$  disponible como el dispositivo 6 de medición continua de la cantidad de polvo, y se insertó y fijó el extremo inferior del tubo de succión 5 en la entrada del dispositivo de medición de masa absorbente de rayos  $\beta$ . Se proporcionó un filtro de atrapamiento de polvo en el dispositivo de medición de masa absorbente de rayos  $\beta$ , y la mayor parte de la precipitación de polvo en la atmósfera que fluía hacia el dispositivo de medición absorbente de rayos  $\beta$  fue atrapada en el filtro de atrapamiento. Se transmitió una cantidad creciente del valor de medición de masa por hora de la precipitación de polvo atrapada en el filtro de atrapamiento a un ordenador personal (no mostrado) como un valor de atrapamiento de precipitación de polvo a través de una línea de comunicación. El valor de medición de la cantidad de atrapamiento de precipitación de polvo transmitido por hora se dividió dentro del ordenador personal por el tiempo (una hora) y el área efectiva de la entrada de aire exterior previamente registrada, de modo que se obtuvo en ese momento el valor de medición del flujo horizontal de la precipitación de polvo. Este valor se registró y almacenó en un disco duro dentro del ordenador personal. Como tiempo de medición, se aplicó el tiempo de recepción de medición reconocido por el ordenador personal utilizando un reloj instalado dentro del ordenador personal. De esta manera, se registraron los datos en series temporales del flujo horizontal de la precipitación de polvo.

45 Toda la atmósfera y el polvo diminuto que pasan a través del filtro de atrapamiento fluyeron hacia fuera desde el orificio de escape del dispositivo de medición de masa absorbente de rayos  $\beta$ . El orificio de escape se conectó con un compresor 7 de diafragma disponible a través de un tubo 26 de aire, y el compresor 7 de diafragma condujo el flujo de aire pasando a través del dispositivo de medición de masa absorbente de rayos  $\beta$  desde el orificio 1 de muestreo de polvo. Aquí, el caudal succionado se estableció a 2 L/min. El tubo de aire se conectó con el orificio de escape 8 como una abertura provista con una rejilla que toma un refugio de la lluvia, y la atmósfera y una parte del polvo succionados en el dispositivo se descargaron al exterior del sistema desde el orificio de escape 8. El dispositivo 6 de medición de masa absorbente de rayos  $\beta$ , el compresor 7 de diafragma, y el tubo de aire 26 se acomodaron dentro de una carcasa 12 cúbica con resistencia a la intemperie y formada de una lámina de acero galvanizado de modo que cada lado era de 1 m. Además, la longitud de la porción expuesta superior de la carcasa 12 del tubo de succión 5 se estableció a 700 mm. El peso del dispositivo era de 120 kg.

55 El método del experimento al aire libre es el siguiente. El dispositivo se instaló en un escritorio de trabajo situado a la altura de 5 m del suelo de forma que estuviera presente en una posición donde no se proporcionaba ninguna barrera de altura en el intervalo de 200 m alrededor del dispositivo seleccionando un día sin lluvia, y se realizó una medición continua durante doce horas.

60 Para comparación, se instalaron adyacentes al dispositivo un muestreador de alto volumen, capaz de cambiar manualmente la dirección del orificio de aire y la velocidad de flujo de succión de aire, y una aeropaleta, y se mantuvo manualmente la succión uniforme durante el experimento utilizando éstos. Es decir, se comprobó visualmente el valor de medición momentánea de la aeropaleta, y después se realizó con normalidad una operación en la que la dirección del orificio de aire del muestreador de alto volumen se hizo coincidir manualmente con el valor de medición de la dirección del viento y la velocidad de flujo de succión del aire del muestreador de alto volumen se hizo coincidir con el valor de medición de la velocidad del viento. El filtro de la

trampa de polvo del muestreador de alto volumen se cambió cada hora para medir manualmente la masa del mismo fuera de rayos, por lo que se obtuvo la masa de la trampa de precipitación de polvo por unidad de tiempo. El valor se convirtió al flujo horizontal de la precipitación de polvo dividiendo el valor por el tiempo (una hora) y el área de abertura del orificio de succión del muestreador de alto volumen. Además, se realizó un estudio preliminar en el punto de valor de medición de este Ejemplo, y se confirmó de antemano que la concentración de la masa del SPM en la atmósfera en el punto correspondiente era suficientemente más pequeña que la concentración de la masa de la precipitación de polvo. Por lo tanto, en este Ejemplo, la cantidad de la trampa de polvo de cada dispositivo de medición es considerada como la cantidad de la trampa de precipitación de polvo.

Como resultado, el valor de medición del flujo horizontal de la cantidad (masa) de precipitación de polvo obtenido dividiendo la masa de la precipitación de polvo atrapada por unidad de tiempo en el dispositivo por el área de entrada de aire exterior efectiva fue de  $0,15 \text{ mg/m}^2\text{s}$  en promedio. Por el contrario, una diferencia entre el valor de medición del muestreador de alto volumen y el valor de medición del dispositivo al mismo tiempo fue de  $0,02 \text{ mg/m}^2\text{s}$  en promedio y la desviación estándar de la misma fue pequeña de forma que fue de  $0,01 \text{ mg/m}^2\text{s}$ . Es decir, se encontró que el dispositivo era capaz de medir con gran precisión el flujo horizontal de la cantidad (masa) de polvo como en el grado de succión uniforme.

Aquí, se describirá un método para calcular el área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior. En cada una de la pluralidad de entradas de aire exterior, se calculó el área de proyección del plano perpendicular a la dirección del viento en el área de abertura hacia la que fluyó el aire exterior, y se definió la suma como el área de abertura efectiva. Para especificar la abertura hacia la que fluye el aire exterior, se dispuso el dispositivo dentro del túnel de viento, se aplicó viento con una velocidad del viento constante desde la superficie lateral del mismo, y se midieron las direcciones del viento cerca de dieciséis entradas de aire exterior. La entrada de aire exterior que tiene la dirección en la que el aire exterior fluyó hacia el orificio de muestreo de polvo en promedio se estableció a un sujeto para calcular el área efectiva. Como resultado de la medición en diversas condiciones de dirección del viento, el área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior fue de 1,6 veces el área de abertura de cada entrada de aire exterior en promedio.

Este método es el método más estrictamente preciso para calcular el área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior. Sin embargo, cuando la precisión necesaria para el valor de medición del componente horizontal de la precipitación de polvo es baja y buena o la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo es corregida incluyendo un error provocado al calcular el área de abertura efectiva, se puede definir el área de abertura efectiva más sencilla. Por ejemplo, puede ser la suma del área de la entrada de aire exterior presente en promedio dentro del área de  $70^\circ$  desde el eje central dentro del plano perpendicular al eje central en la entrada de aire exterior. Esto se debe a que el aire exterior fluye además hacia el orificio de muestreo de polvo desde la entrada de aire exterior cuando la línea perpendicular a la dirección del viento en la superficie de abertura es de  $35^\circ$  o menos como se describió anteriormente. Además, de forma más sencilla, el área de la única entrada de aire exterior se puede establecer como el área de abertura efectiva. Además, el área de proyección al plano perpendicular a la dirección del viento del área se puede establecer como el área de abertura efectiva. Con respecto a la diferencia entre los valores del área de abertura efectiva según la definición, es suficiente determinar claramente la definición del área de abertura efectiva de antemano dado que los valores se pueden convertir fácilmente entre sí.

Además, la medición de la cantidad de polvo utilizando la succión uniforme a través del muestreador de alto volumen tiene alta precisión. Sin embargo, hay problemas en que la dirección del dispositivo y el caudal de succión se deben cambiar manualmente de manera frecuente desde el dispositivo. Por esta razón, no es deseable aplicar el muestreador de alto volumen a la medición continua desde el punto de vista del coste de la mano de obra necesario para la medición.

(Ejemplo comparativo 1)

Se utilizó un dispositivo de medición SPM que incluía el orificio 1 de muestreo de polvo ordinario mostrado en las Figuras 6A a 6B y se proporcionó un ciclón en el extremo inferior del orificio 1 de muestreo de polvo y atrapando por separado solo la precipitación de polvo en la atmósfera succionada en un recipiente de atrapamiento. El dispositivo de medición SPM es un dispositivo de medición continua de SPM del tipo de medición de masa absorbente de rayos beta disponible. El experimento del Ejemplo Comparativo 1 se realizó en el estado en el que las otras condiciones eran las mismas que las del Ejemplo 1 excepto por el dispositivo de medición. El recipiente de atrapamiento se sustituyó cada hora para recolectar la precipitación de polvo atrapada, y se midió la masa de la misma fuera de línea después del experimento. Este valor se estableció como el valor de medición de masa de atrapamiento de precipitación de polvo para cada hora. El valor de medición de masa de atrapamiento de precipitación de polvo medido por el dispositivo se comparó con el valor de medición de masa de atrapamiento de precipitación de polvo del muestreador de alto volumen que realizaba una succión uniforme y correspondiente al dispositivo de medición comparativa proporcionado en paralelo al dispositivo. Al comparar ambos valores de medición, se reflejó una influencia de una diferencia en el área de abertura de la entrada 10 de aire exterior entre el dispositivo y el muestreador de alto volumen. Cuando la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo del dispositivo fue del 100%, se corrigió el valor de

medición de masa de la trampa de precipitación de polvo utilizando el muestreador de alto volumen de modo que el valor de medición de masa de la trampa de precipitación de polvo del dispositivo fuera igual a la masa de la trampa de precipitación de polvo utilizando el muestreador de alto volumen.

5 El valor de medición de la masa de precipitación de polvo por hora se midió utilizando el dispositivo del Ejemplo Comparativo 1, y el valor de cálculo del flujo de precipitación de polvo horizontal se calculó como en el Ejemplo 1. Este resultado se comparó con el valor de medición del valor de medición de la masa de atrapamiento de precipitación de polvo por hora utilizando el muestreador de alto volumen y el valor de cálculo del flujo de precipitación de polvo horizontal calculado a partir del valor de medición de la masa de  
10 atrapamiento de precipitación de polvo. Como resultado, el valor obtenido en el Ejemplo Comparativo 1 fue de aproximadamente el 5% del valor obtenido en el muestreador de alto volumen, y el coeficiente de correlación entre ambos valores de medición fue bajo de forma que era de 0,4. Además, al obtener el área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior, dado que este dispositivo tenía una única abertura en toda la circunferencia del mismo, se realizó el experimento del túnel de viento, y se obtuvo la porción que introducía el aire exterior en promedio hacia la entrada de aire exterior. El área de proyección del plano perpendicular a la  
15 dirección del viento en la porción dentro de la entrada de aire se estableció como el área de abertura efectiva. La configuración del dispositivo del Ejemplo Comparativo es sustancialmente la misma que la del Ejemplo 1 excepto por la forma del orificio 1 de muestreo de polvo. Además, como se describió anteriormente, en el Ejemplo 1, el flujo horizontal de la precipitación de polvo se pudo medir con gran precisión. Por lo tanto, se encontró que la precipitación de polvo se pudo atrapar con gran eficiencia al utilizar el orificio de muestreo de  
20 polvo ordinario.

(Ejemplo 2)

25 Como Ejemplo 2, se realizó un experimento de medición continua al aire libre utilizando la configuración del dispositivo según la segunda realización de la invención mostrada en la Figura 14. En este dispositivo, se utilizó el mismo orificio de muestreo de polvo que el del Ejemplo 1. Sin embargo, en este dispositivo, se utilizó el contador 11 de partículas en lugar del dispositivo 6 de medición continua de la cantidad de polvo y el soplador o el compresor del Ejemplo 1.

30 El contador de partículas es de un tipo de aire de vaina, y tiene una función de contar el número de partículas en la atmósfera en tres etapas, un diámetro de 10  $\mu\text{m}$  o más, un diámetro de 50  $\mu\text{m}$  o más, y un diámetro de 100  $\mu\text{m}$  o más a través de la conversión de partículas de corrección de vídeo estándar. Aquí, se consideró que la partícula que tenía un diámetro de más de 10  $\mu\text{m}$  (incluyendo las partículas que  
35 tenían un diámetro de 50  $\mu\text{m}$  o más y un diámetro de 100  $\mu\text{m}$  o más) correspondía a la precipitación de polvo a través de la conversión de partículas de corrección de vidrio estándar. La carcasa 12 con resistencia a la intemperie se formó en forma de caja cúbica formada de una lámina de acero galvanizado de modo que cada lado era de 300 mm. La longitud de la porción expuesta superior de la carcasa 12 del tubo de succión 5 se estableció a 100 mm.

40 Según el siguiente método, se calculó el flujo horizontal de la cantidad de precipitación de polvo (es decir, el número de precipitaciones de polvo del dispositivo). Se contó el número de precipitaciones de polvo por minuto utilizando el contador de partículas, y se transmitió el resultado a un ordenador personal (no mostrado) a través de una línea de comunicación cada minuto. En el PC, se dividió el número de precipitaciones de polvo por el tiempo (un minuto) y el área de abertura de la entrada de aire exterior efectiva previamente registrada para ser  
45 convertido en el flujo de precipitación de polvo horizontal. El flujo de precipitación de polvo horizontal obtenido fue registrado y almacenado en el disco duro del ordenador personal.

50 El peso del dispositivo era de 20 kg. El lugar de instalación del dispositivo fue el mismo que el del Ejemplo 1. El periodo de medición se estableció a un mes en las condiciones climáticas incluyendo el tiempo de lluvia. Entre estos, se midió el flujo horizontal durante seis horas en un día específico distinto de los días lluviosos.

55 Como resultado, en el dispositivo, el número de precipitaciones de polvo que tenían un diámetro de más de 10  $\mu\text{m}$ , un diámetro de 50  $\mu\text{m}$  o más, y un diámetro de 100  $\mu\text{m}$  por hora tenían una fuerte correlación positiva (un coeficiente de correlación de 0,7 o más) con respecto al flujo horizontal del valor de medición de la cantidad (masa) de precipitación de polvo del dispositivo de succión uniforme para comparación. Aquí, el número de medición de precipitación de polvo por hora se dividió por el área de la entrada de aire exterior efectiva para ser calculado como el flujo horizontal de la cantidad de precipitación de polvo (el número de partículas de precipitación de polvo). Por lo tanto, el flujo horizontal de la cantidad de precipitación de polvo (el número de  
60 partículas de precipitación de polvo) medido y calculado utilizando el dispositivo tenía una alta correlación con el flujo horizontal de la cantidad (masa) de precipitación de polvo. Es generalmente conocido que el valor del flujo horizontal de la cantidad (masa) de precipitación de polvo medida y calculada utilizando el dispositivo de succión uniforme tenía una alta fiabilidad. Por esta razón, según este Ejemplo, se confirmó la validez de la precisión de medición del flujo de la cantidad de precipitación de polvo horizontal utilizando el dispositivo.

65 Además, se encontró que no se produjo ningún fallo en el dispositivo incluyendo el caso de lluvia y se confirmó la resistencia a la intemperie satisfactoria del dispositivo. Además, se encontró que el dispositivo pudo ser

operado automáticamente de forma perfecta. Se encontró que había una cantidad considerable de lluvia durante el periodo de medición y las gotas de lluvia se introdujeron en el dispositivo. Sin embargo, en principio, no se produce ningún fallo en el contador de partículas a menos que una gran cantidad de gotas de lluvia se introduzca de forma extrema en el dispositivo. En el experimento, no se produjo ningún fallo incluso en el caso de lluvia.

(Ejemplo 3)

En el Ejemplo 2, la longitud axial (profundidad) de la entrada 10 de aire exterior era de 7 mm, y la longitud axial de la placa de división 4 era de 25 mm.

Por lo tanto, el valor L2 de [longitud axial de la placa de división 4] / [longitud axial de la entrada 10 de aire exterior] era de  $25/7 = 3,57$ .

Por otro lado, en el Ejemplo, 3, el dispositivo se configuró de modo que la longitud axial de la placa de división 4 se estableció a 7 mm, y las otras condiciones eran las mismas que las del Ejemplo 2. En la configuración del Ejemplo 3, L2 era de  $7/7 = 1,00$ , y este valor era más pequeño que 2.

El dispositivo del Ejemplo 2 y el dispositivo del Ejemplo 3 se proporcionaron en paralelo, y los experimentos de medición de precipitación de polvo se realizaron simultáneamente. Como resultado, el dispositivo del Ejemplo 2 tiene mayor eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo y menos soplado dentro del orificio de muestreo de partículas. El número medio de precipitaciones de polvo por unidad de tiempo y el valor del flujo horizontal de la cantidad de precipitación de polvo (el número de partículas de precipitación de polvo) calculado de la misma manera que en el Ejemplo 3 fueron de aproximadamente el 40% de los valores del dispositivo del Ejemplo 2. Además de esto, se realizó una pluralidad de experimentos, y cuando L2 es 2 o más como resultado del mismo cálculo, se midió con gran eficiencia la cantidad de precipitación de polvo.

(Ejemplo 4)

En el dispositivo del Ejemplo 4, la longitud axial de la placa de división 4 se estableció en el 80% (50,4 mm) de la longitud axial del orificio de muestreo de polvo. Las otras condiciones se establecieron para que fueran las mismas que las del Ejemplo 2, y se realizó el experimento utilizando el dispositivo proporcionado en paralelo al dispositivo del Ejemplo 2 al mismo tiempo que el del experimento del Ejemplo 2. Como resultado, el valor del parámetro de eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo fue mayor en el Ejemplo 2, y la eficiencia de atrapamiento de precipitación de polvo fue también mayor. En el número medio de las precipitaciones de polvo por unidad de tiempo y el valor del flujo horizontal de la cantidad de precipitación de polvo (el número de partículas de precipitación de polvo) calculado de la misma manera que el Ejemplo 2, los valores del Ejemplo 4 fueron aproximadamente el 30% del valor del dispositivo del Ejemplo 2.

(Ejemplo 5)

En el dispositivo del Ejemplo 5, en el estado en el que una diferencia entre el diámetro de la placa de techo 3 y el diámetro del extremo superior de la pared lateral 2 se estableció a 30 mm, y las otras condiciones se establecieron a las mismas que las del Ejemplo 2, se realizó el experimento al mismo tiempo que el del Ejemplo 2 utilizando el dispositivo proporcionado en paralelo al dispositivo del Ejemplo 3. Como resultado, en un día en el que la cantidad de lluvia por cada día era de 20 mm y la velocidad del viento máxima era de 8 m/s, las gotas de lluvia que se introducían en el contador 11 de partículas se acumularon dentro del contador de partículas y se desbordaron del paso de flujo de aire. Las gotas de lluvia se introdujeron en el sensor de recepción de luz del contador de partículas de modo que se produjo un fallo. Además, en el momento en el que no se produjo ningún fallo, el número medio de las precipitaciones de polvo y el valor del flujo horizontal de la cantidad de precipitaciones de polvo (el número de partículas de precipitaciones de polvo) calculado de la misma manera que el Ejemplo 2 fueron igual a los valores del dispositivo del Ejemplo 2.

(Ejemplo 6)

Se realizó el experimento en el estado en el que el orificio 1 de muestreo de polvo se estableció para que fuera similar al Ejemplo 2, las dimensiones se establecieron para que fueran el doble, y las otras condiciones eran las mismas que las del Ejemplo 2. Como resultado, el número medio de precipitaciones de polvo por unidad de tiempo y el valor del flujo horizontal de la cantidad de precipitaciones de polvo (el número de partículas de precipitación de polvo) calculadas de la misma manera que el Ejemplo 2 fueron de aproximadamente cuatro veces los del dispositivo del Ejemplo 2.

(Ejemplo 7)

Se instaló el dispositivo de cálculo 30 como un pequeño ordenador personal disponible dentro de la carcasa 12 del dispositivo del Ejemplo 2. Además, se preparó la aeropaleta 31 de copa conectada con el contador 11 de partículas a través de una línea de comunicación e incluyendo un terminal de salida de tensión analógico. La aeropaleta 31 de copa se fijó al exterior de la carcasa 12, y el terminal de tensión analógico de la aeropaleta 31 se conectó al pequeño ordenador personal a través de una línea de comunicación. Con esta configuración, se calculó y registró la concentración momentánea de la precipitación de polvo en el aire exterior utilizando el pequeño ordenador personal. Además, como dispositivo de medición para comparación, se proporcionó el

dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo con un tiempo mostrado en la Figura 5 en paralelo al dispositivo, y se midió de forma continua el flujo vertical de la precipitación de polvo al mismo tiempo. El experimento se realizó utilizando el dispositivo proporcionado en paralelo al dispositivo del Ejemplo 2 al mismo tiempo que el del experimento del Ejemplo 2 en el estado en el que las otras condiciones eran las mismas que las del Ejemplo 2.

Se utilizó una comunicación según RS232C entre el ordenador personal y el contador de partículas, y se transmitió el número de partículas por minuto cada minuto desde el contador de partículas al pequeño ordenador personal a través de la línea de comunicación mediante el proceso del dispositivo de cálculo dentro del contador de partículas. Los datos transmitidos fueron recibidos por el proceso del software proporcionado en el pequeño PC, y el número de partículas por minuto fue registrado en el disco duro proporcionado en el pequeño ordenador personal junto con el momento en el que el pequeño ordenador personal recibió los datos. Como el momento en el que el ordenador personal recibió los datos, se utilizaron los datos del reloj incorporado en el ordenador personal.

Además, el pequeño ordenador personal se proporcionó con un terminal de entrada de conversión AD, el terminal se conectó al terminal de tensión analógico de la aeropaleta a través de un cable coaxial, y el valor de tensión temporal del terminal analógico de la aeropaleta fue convertido por el pequeño ordenador personal cada segundo mediante el proceso del software instalado en el pequeño ordenador personal. Después, se realizó un proceso de cálculo del valor de la velocidad del viento media por unidad de tiempo multiplicando un coeficiente de conversión predeterminado por el valor.

Además, se promedió cada minuto el valor de la velocidad del viento media por segundo mediante el proceso del software instalado en el pequeño PC, y se registró el resultado en el disco duro dentro del pequeño ordenador personal junto con el tiempo del reloj del ordenador personal como los datos del valor de la velocidad del viento cada minuto. A continuación, se calculó la concentración de la precipitación de polvo en el aire exterior utilizando la Ecuación (1). Es decir, se dividió el número de partículas por minuto registrado en el disco duro del pequeño ordenador personal por el valor de la velocidad del viento cada minuto correspondiente al mismo momento mediante el proceso del software activado cada minuto por el pequeño PC, y se realizó un proceso de multiplicación de un coeficiente proporcional predeterminado en base a la Ecuación (1). El valor del resultado se registró en el disco duro del ordenador personal como el valor de la concentración de la precipitación de polvo del aire exterior cada minuto en este momento junto con el tiempo.

Como resultado, el valor medio para cada hora del valor de concentración de la precipitación de polvo en el aire exterior utilizando el dispositivo tiene una alta correlación con un coeficiente de correlación de 0,7 con respecto al valor de medición del flujo de precipitación de polvo vertical para cada hora del dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo como un dispositivo de medición comparativo. Como se describió anteriormente, dado que el flujo de precipitación de polvo vertical es proporcional a la concentración de la precipitación de polvo en el aire exterior, se puede considerar que el valor de medición del flujo de precipitación de polvo vertical utilizando el dispositivo de medición continua de la cantidad de precipitación de polvo corresponde a la densidad de la concentración de la precipitación de polvo en el aire exterior momentáneo. Por lo tanto, se encontró que se pudo obtener la densidad de la concentración de la precipitación de polvo en el aire exterior momentáneo utilizando el dispositivo.

Aunque que se han descrito e ilustrado anteriormente las realizaciones preferidas de la invención, debe entenderse que estas son ejemplos de la invención y no deben considerarse como limitativas. Se pueden hacer adiciones, omisiones, sustituciones, y otras modificaciones sin desviarse del alcance de la presente invención. Por consiguiente, la invención no debe considerarse limitada por la descripción anterior, y está solo limitada por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

[Aplicabilidad industrial]

Según la invención, es posible medir de forma continua un flujo horizontal de precipitación de polvo con alta precisión durante un periodo corto de un minuto más o menos utilizando una estructura sencilla. Adicionalmente, además de esto, en un aspecto de la invención, es posible realizar un dispositivo de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico capaz de realizar la medición sin ningún fallo en el caso de lluvia.

Lista de signos de referencia

- 1: orificio de muestreo de polvo
- 2: pared lateral
- 3: placa de techo
- 4: placa de división
- 5: tubo de succión
- 6: dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo
- 7: soplador o compresor
- 8: orificio de escape

- 9: orificio de succión
- 10: entrada de aire exterior
- 11: contador de partículas
- 12: carcasa
- 5 13: área de reducción de viento
- 14: placa perturbadora
- 15: flujo atmosférico del aire exterior
- 16: flujo atmosférico succionado
- 17: flujo atmosférico que pasa hacia el orificio de muestreo de polvo
- 10 18: precipitación de polvo en el aire exterior
- 19: precipitación de polvo atrapada
- 20: precipitación de polvo que pasa hacia el orificio de muestreo de polvo
- 21: placa de fondo
- 22: columna de soporte
- 15 23: paleta
- 24: eje rotatorio
- 25: recipiente de la trampa
- 26: tubo de aire
- 27: área pequeña en forma de abanico
- 20 27': área pequeña en forma de abanico hacia la que fluye la atmósfera
- 27'': otra área pequeña en forma de abanico
- 28: área de sección transversal horizontal del área de reducción de viento
- 29: longitud del área de reducción de viento
- 30: dispositivo de cálculo
- 25 31: aeropaleta
- 32: trampa de partículas
- 33: malla metálica
  
- 30

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico que comprende:
- un orificio (1) de muestreo de polvo que incluye una placa de techo (3), una pared lateral (2), y cuatro o más placas de división (4);  
 un tubo de succión (5);  
 un dispositivo (6) de medición continua de la cantidad de polvo que mide de forma continua una cantidad de polvo por unidad de tiempo;  
 10 un soplador o un compresor (7); y  
 un orificio de escape (8),  
 en donde se forma un paso de flujo conectando secuencialmente el orificio (1) de muestreo de polvo, el tubo de succión (5), el dispositivo (6) de medición continua de la cantidad de polvo, el soplador o el compresor (7), y el orificio de escape (8) de manera que el aire succionado fluye en serie,  
 15 en donde la pared lateral (2) es una placa que tiene un eje central vertical y tiene una superficie lateral con una forma de cono truncado sustancialmente circular o poligonal ensanchada hacia arriba,  
 en donde la pared lateral (2) incluye un orificio de succión (9) que se forma en un extremo inferior de la misma y se conecta al tubo de succión (5) y una entrada (10) de aire exterior que tiene cuatro o más aberturas dispuestas en el mismo intervalo en la dirección circunferencial de la pared lateral (2) y a una misma altura cerca del extremo superior de la misma,  
 20 en donde la placa de techo (3) tiene una forma sustancialmente de disco, un diámetro de la misma es más grande que un diámetro de una sección transversal horizontal del extremo superior de la pared lateral (2), un eje central de la placa de techo (3) coincide con el eje central de la pared lateral (2), y la placa de techo (3) se conecta al extremo superior de la pared lateral (2) para entrar en contacto con la misma,  
 25 en donde las cuatro o más placas de división (4) son cuatro o más placas planas que se disponen en un plano vertical para dividir un espacio rodeado por la pared lateral (2) en áreas en forma de abanico con un mismo tamaño en una sección transversal horizontal, se conectan entre sí en el eje central, y tienen una misma altura, y  
 30 en donde las placas de división (4) se conectan a la pared lateral (2) y a la placa de techo (3) sin ningún espacio entre ellas.
- 35 2. El aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico según la reivindicación 1, en donde la placa de techo (3) incluye una porción de pico que se extiende hacia afuera en relación al extremo superior de la pared lateral (2), y en donde cuando la Ecuación (1) se define como
- 40 
$$\left( \frac{\text{(velocidad del viento representativa del aire exterior)}}{\text{(velocidad de caída libre de la precipitación de polvo que se desea atrapar)}} \right) \times \text{(longitud axial entre la superficie inferior de la placa de techo (3) y el extremo inferior de la entrada (10) de aire exterior)},$$
 la longitud de la porción de pico a lo largo de la dirección radial de la placa de techo (3) es más pequeña que el valor de la Ecuación (1).
- 45 3. El aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico según la reivindicación 1 ó 2, en donde el dispositivo (6) de medición continua de la cantidad de polvo y el soplador o el compresor (7) constituyen un contador de partículas.
- 50 4. El aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico según la reivindicación 1 o 2, que comprende además:
- una aeropaleta (31) que mide una velocidad del viento media del aire exterior por unidad de tiempo;  
 un dispositivo de cálculo (30) que recibe el valor de la velocidad del viento media medida por la aeropaleta (31) y un valor de medición de la cantidad de precipitación de polvo momentánea medida por el dispositivo de medición continua de la cantidad de polvo como un valor de entrada y calcula una concentración de precipitación de polvo del aire exterior momentánea en base a la Ecuación (2) a continuación:
- 55 
$$\text{(concentración de precipitación de polvo del aire exterior momentánea)} = \frac{\text{(valor de medición de la cantidad de precipitación de polvo momentánea)}}{\text{(valor de medición de la velocidad del viento media)} \times \text{(área de abertura efectiva de la entrada de aire exterior)}} \dots (2);$$
- 60 y un dispositivo de salida que almacena o visualiza la concentración de precipitación de polvo del aire exterior momentánea calculada por el dispositivo de cálculo (30).
- 65

- 5 5. El aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico según la reivindicación 1 o 2, en donde una longitud de cada una de las placas de división (4) a lo largo de una dirección axial de la pared lateral (2) es el doble o más de una longitud de la entrada (10) de aire exterior a lo largo de la dirección axial de la pared lateral (2).
- 10 6. El aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico según la reivindicación 1 o 2, en donde una longitud de cada una de las placas de división (4) a lo largo de una dirección axial de la pared lateral (2) es 0,5 veces una longitud del orificio (1) de muestreo de polvo a lo largo de la dirección axial.
- 15 7. El aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico según la reivindicación 1 o 2, en donde el soplador o el compresor (7) succiona una parte o la totalidad de la precipitación de polvo que fluye hacia el orificio (1) de muestreo de polvo junto con el aire junto con una parte del aire dentro del orificio (1) de muestreo de polvo, introduce la precipitación de polvo y el aire en el dispositivo (6) de medición continua de la cantidad de polvo a través del tubo de succión (5) desde el orificio de succión (9), y descarga el aire succionado desde el orificio de escape (8).
- 20 8. Un método de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico que utiliza el aparato de medición continua del flujo de precipitación de polvo horizontal atmosférico según la reivindicación 1 o 2, en donde se puede calcular un valor obtenido dividiendo la cantidad de la precipitación de polvo atrapada por unidad de tiempo por el área de abertura efectiva de la entrada (10) de aire exterior como el flujo horizontal de la precipitación de polvo.

FIG. 1

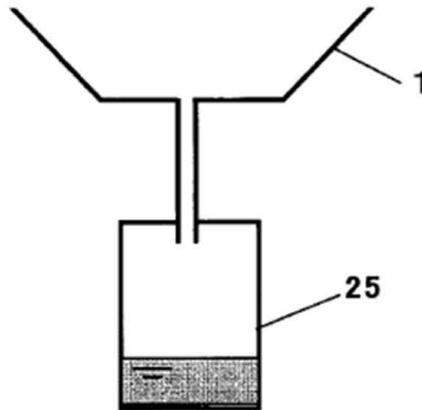
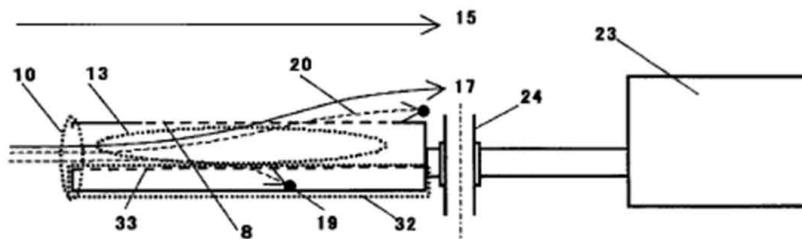


FIG. 2A



VISTA EN SECCIÓN TRANSVERSAL A LO LARGO DE A-A

FIG. 2B

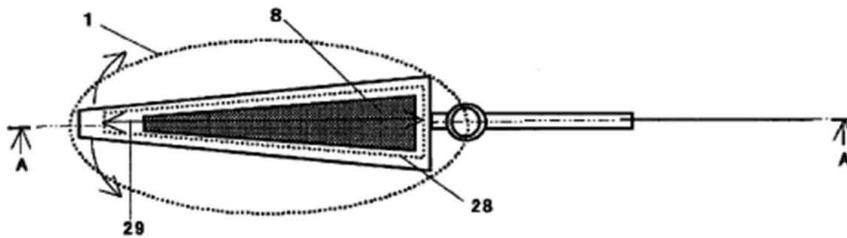


FIG. 3

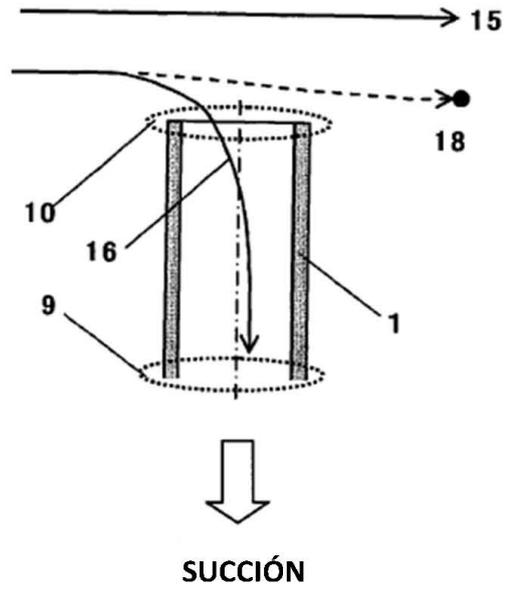


FIG. 4

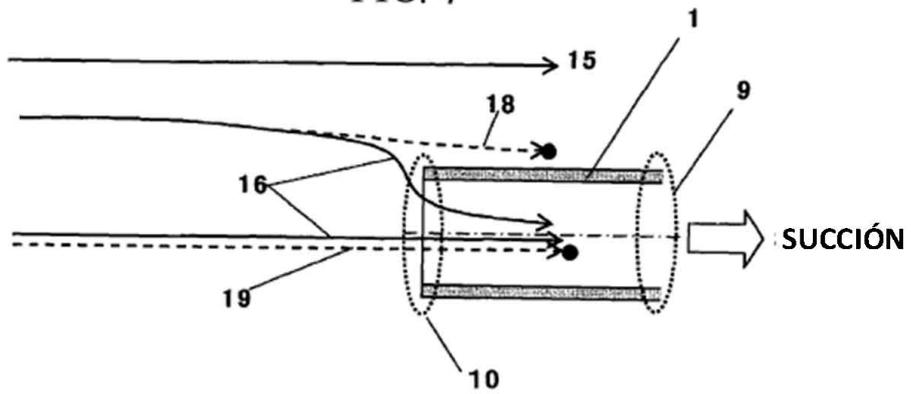


FIG. 5

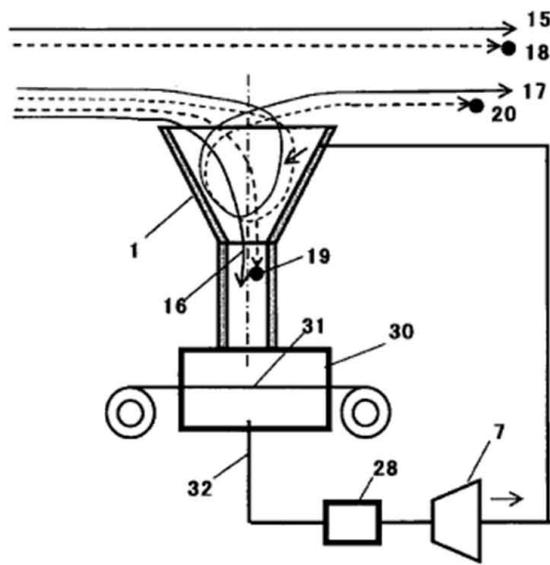


FIG. 6A

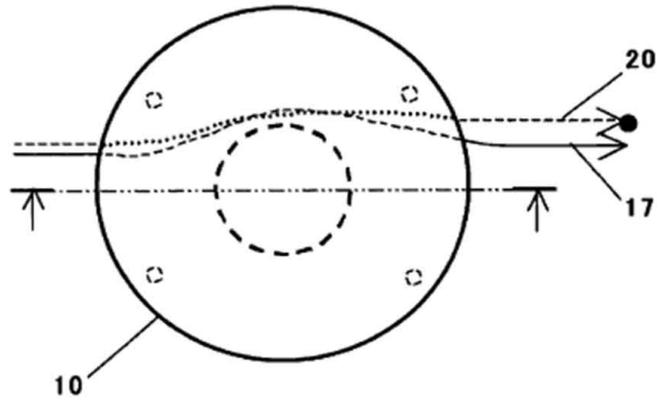
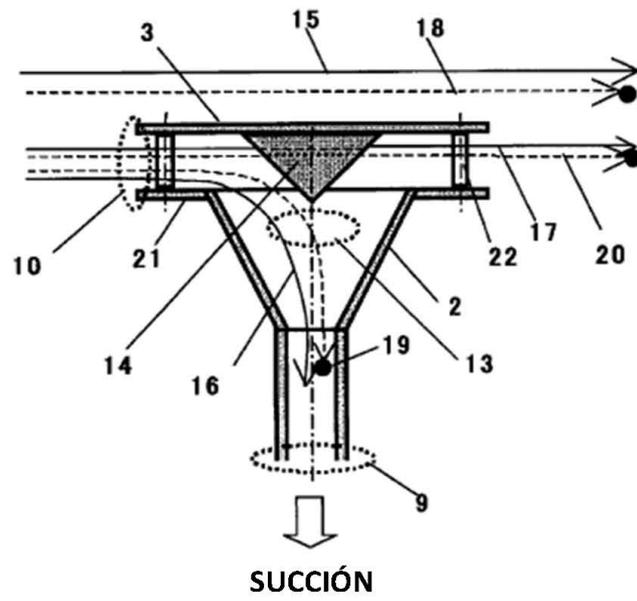


FIG. 6B



VISTA EN SECCIÓN TRANSVERSAL

FIG. 7A

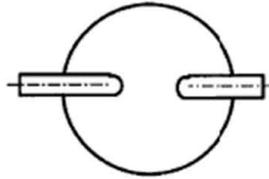


FIG. 7B

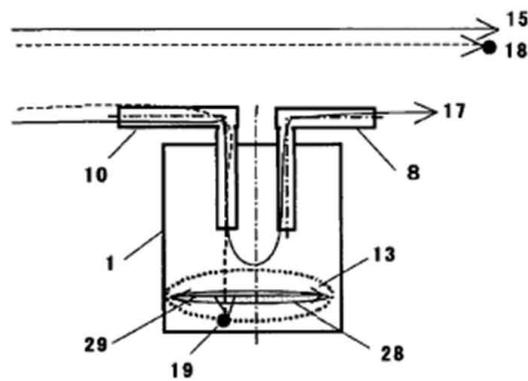


FIG. 8

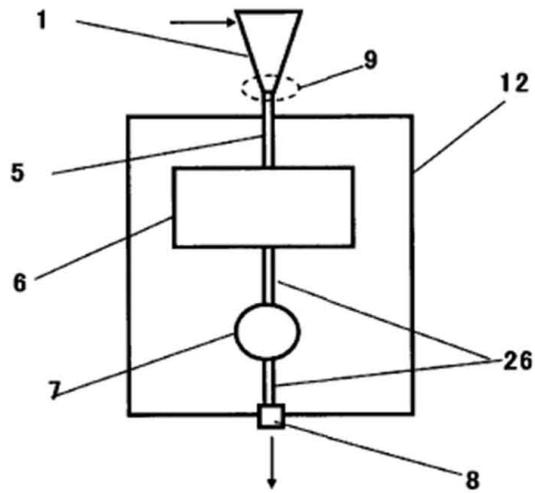


FIG. 9A

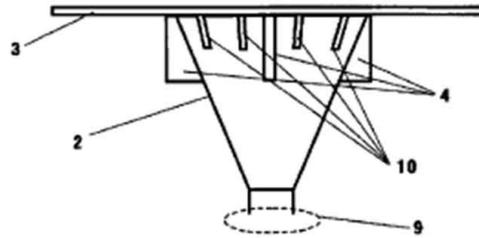


FIG. 9B

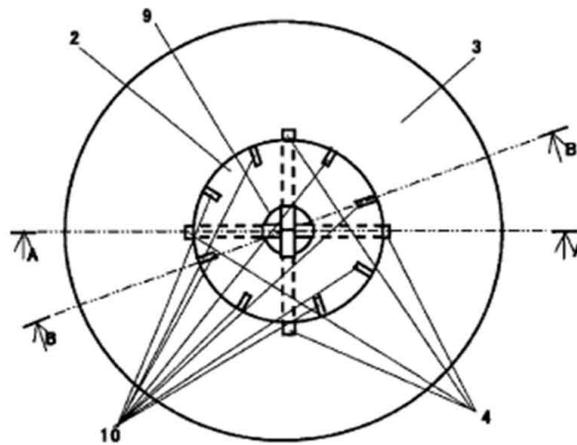
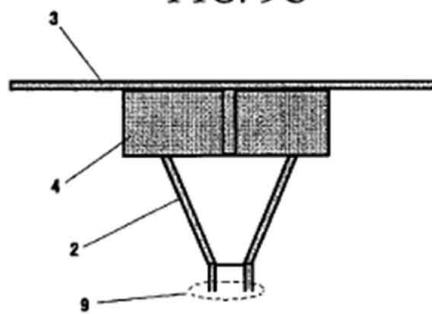
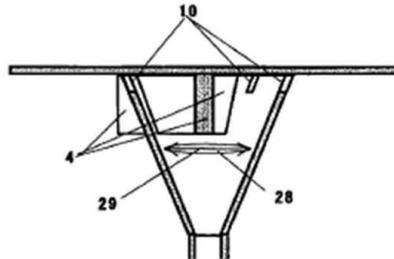


FIG. 9C



VISTA EN SECCION TRANSVERSAL A LO LARGO DE A-A

FIG. 9D



VISTA EN SECCIÓN TRANSVERSAL A LO LARGO DE B-B

FIG. 10A

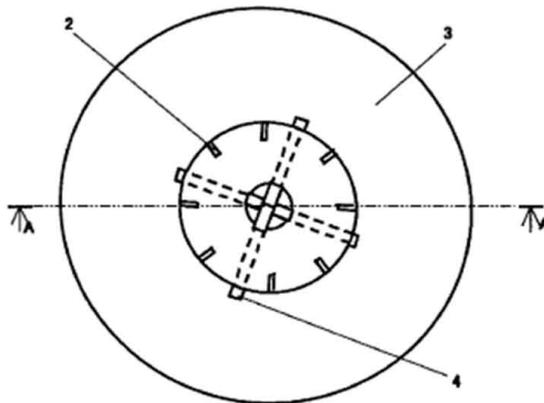


FIG. 10B

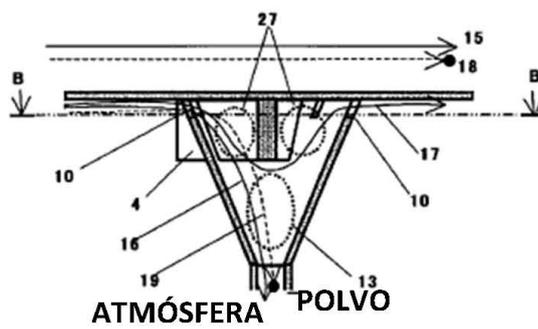
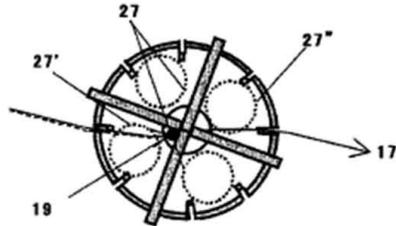
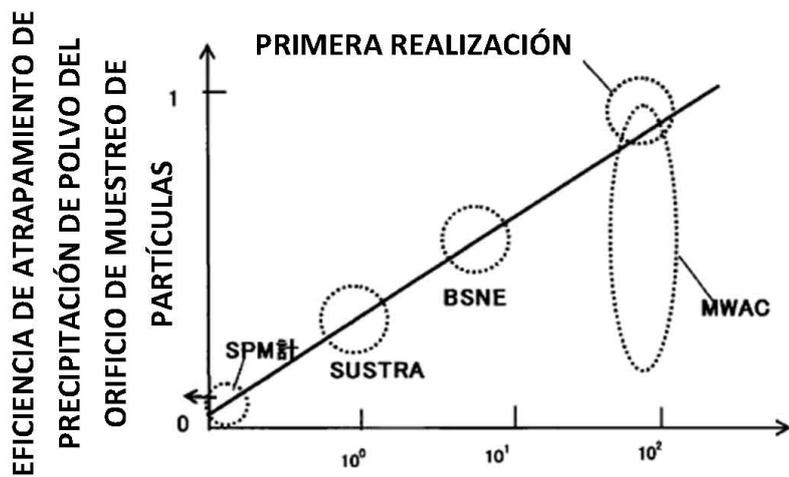


FIG. 10C



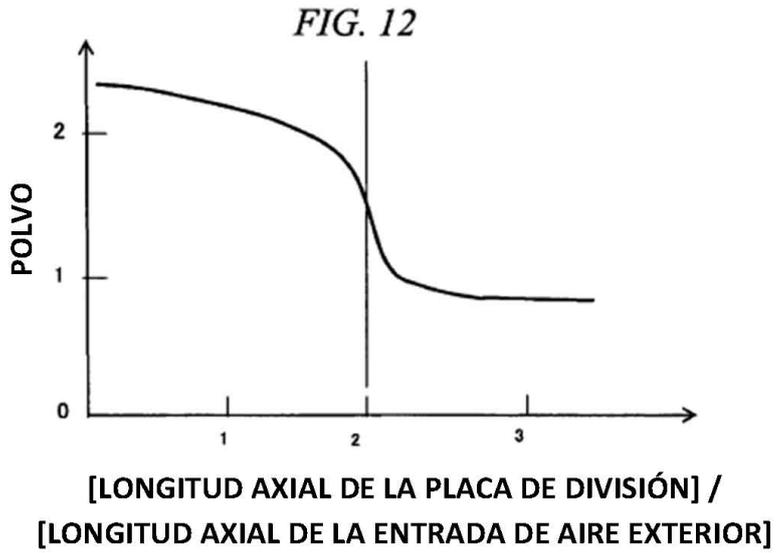
VISTA EN SECCIÓN TRANSVERSAL A LO LARGO DE B-B

FIG. 11



[ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL HORIZONTAL DEL  
ÁREA DE REDUCCIÓN DE VIENTO] X [LONGITUD DEL  
ÁREA DE REDUCCIÓN DE VIENTO] / [ÁREA TOTAL DE  
LA ENTRADA DE AIRE EXTERIOR]<sup>2</sup> (mm)

[VELOCIDAD DEL VIENTO HORIZONTAL MÁXIMA] / [VELOCIDAD DEL VIENTO HORIZONTAL MEDIA] EN EL EJE CENTRAL DENTRO DEL ORIFICIO DE MUESTREO DE



PARÁMETRO DE EFICIENCIA DE ATRAPAMIENTO DE PRECIPITACIÓN DE

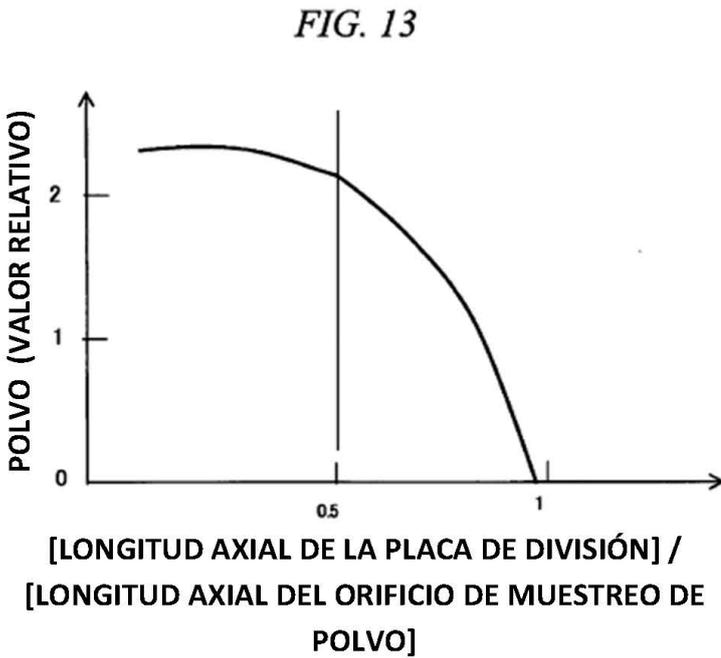


FIG. 14

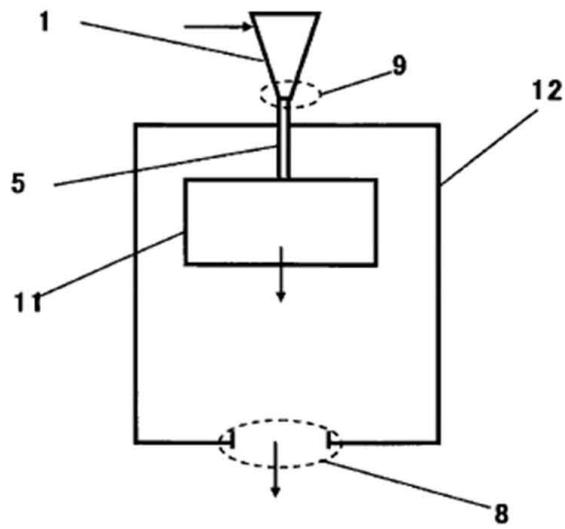


FIG. 15

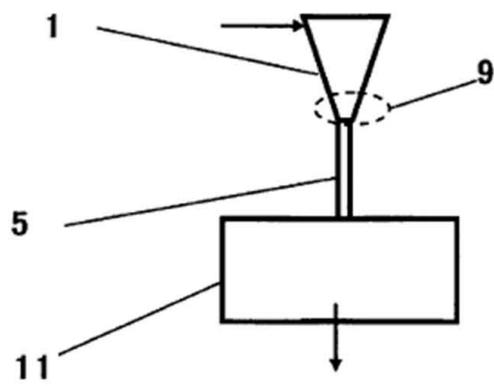


FIG. 16

