

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 980 993**

(51) Int. Cl.:

B22F 9/08

(2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2019 E 19217416 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2024 EP 3689512**

(54) Título: **Aparato de producción de polvo metálico**

(30) Prioridad:

04.02.2019 JP 2019018040

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

04.10.2024

(73) Titular/es:

**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
2-3, Marunouchi 3-Chome
Chiyoda-kuTokyo 100-8332, JP**

(72) Inventor/es:

**SHIBAYAMA, TAKASHI;
IMANO, SHINYA;
WANG, YUTING y
EGUCHI, SHIGENOBU**

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 980 993 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

Aparato de producción de polvo metálico

Antecedentes de la invención**Campo de la invención**

- 5 La presente invención se refiere a un aparato de producción de polvo metálico que produce partículas metálicas (polvo metálico) haciendo que un fluido de gas de alta presión choque contra el metal fundido que fluye abajo desde una boquilla de líquido.

Descripción de la técnica relacionada

- 10 Ejemplos de un método para producir partículas metálicas (polvo metálico) a partir de metal fundido incluyen la atomización, que incluye la atomización con gas y la atomización con agua. La atomización con gas consiste en hacer fluir un líquido desde una boquilla de líquido situada en la parte inferior de una cámara de fusión en la que se almacena el metal fundido y soplar, contra el líquido, un gas inerte desde una pluralidad de boquillas de chorro de gas dispuestas alrededor de la boquilla de líquido. Un flujo del metal fundido procedente de la boquilla de líquido se divide en un gran número de finas gotitas metálicas mediante flujos de gas inerte procedentes de las boquillas de chorro de gas, y las 15 gotitas metálicas caen a través de una cámara de pulverización y se solidifican mientras se esferoidizan por tensión superficial. Por tanto, los granos esféricos de polvo metálico se recogen en una tolva situada en la parte inferior de la cámara de pulverización.

- 20 Por ejemplo, el documento JP-2016-211027-A da a conocer un aparato de producción de polvo metálico que incluye: un crisol proporcionado en una parte superior de una cámara de pulverización y que contiene un líquido metálico, una boquilla de atomización (una boquilla de líquido) conectada a una parte inferior del crisol y que hace que el líquido metálico caiga en la cámara de pulverización mientras sopla el gas inerte contra el líquido metálico; una pluralidad de boquillas de gas inerte (boquillas de chorro de gas) dispuestas alrededor de la boquilla de atomización y que soplan un gas inerte a alta presión contra el líquido metálico que fluye hacia abajo a través de la boquilla de atomización para formar el líquido metálico para dar un gran número de finas gotitas metálicas; una entrada de gas y una salida de gas 25 que hacen que el gas de la cámara de atomización se sustituya por otro gas; y una segunda entrada de gas que proporciona un gas para establecer la atmósfera dentro de la cámara de pulverización para que sea una atmósfera oxidante y/o una atmósfera de nitruración.

- 30 El documento CN 106 513 692 B muestra una boquilla de atomización utilizada para producir polvo que comprende un cuerpo de boquilla, una tubería de guía se dispone en el centro del cuerpo de boquilla, y el cuerpo de boquilla. El tubo central está dotado de una primera cámara de atomización anular, una segunda cámara de atomización anular y una tercera cámara de atomización anular, la primera cámara de atomización anular, la segunda cámara de atomización anular y la tercera cámara de atomización anular están dotadas de una tubería de entrada de aire, la primera cámara de atomización anular. Una primera cámara de pulverización, una segunda cámara de pulverización y una tercera cámara de pulverización están conectadas respectivamente con la cámara de atomización anular y la tercera cámara de atomización anular. El área de las entradas de aire de cada cavidad de inyección es menor que el área de la salida de aire de la cavidad de inyección, y cada cavidad de atomización anular y cada cavidad de inyección 35 constituyen respectivamente una estructura Laval. El polvo producido por cada cavidad de inyección tiene diferentes tamaños de partícula.

- 40 El documento GB 1 413 651 A muestra un método para fabricar polvos o partículas metálicas y aleaciones atomizando una corriente de metal fundido con una mezcla de fluidos que comprende nitrógeno, que puede ser relativamente impuro, hidrocarburos y agua, la mezcla comprende más de 100/c de nitrógeno, provocando los fluidos que el metal fundido se disgregue para formar partículas líquidas que posteriormente se solidifican.

- 45 El documento internacional WO 2015/030456 A1 muestra una materia prima sólida cargada en un crisol y fundida. A continuación, la disolución de materia prima líquida se deja caer a través de un orificio proporcionado en la parte inferior del crisol. Un medio de enfriamiento se descarga desde una boquilla de inyección anular. La pulverización se realiza a una presión de 20 a 500 bares para llevar a cabo una primera etapa de enfriamiento con una partícula fina semifísica en la que se mezclan un metal líquido y un metal sólido. Las partículas finas enfriadas chocan con un rodillo de enfriamiento cónico y se enfrian en el exterior del rodillo de enfriamiento cónico para seguir enfriándose mientras chocan contra la pared interior de un cilindro hueco.

- 50 El documento JP 2000 273506 A muestra un método para producir un polvo de aleación de cobre, en el que la temperatura se controla en múltiples etapas en la dirección de flujo descendente en un método de atomización de gas para producir polvo metálico solidificando rápidamente el metal fundido que fluye hacia abajo desde un depósito de fusión de metal.

- 55 El documento CN 105 618 773 A muestra un dispositivo de atomización de gas para preparar polvo metálico para impresión 3D en el campo de la tecnología y aplicación de preparación de polvo metálico. El dispositivo de atomización de gas comprende una cubierta de extremo superior, una tubería de guía de flujo que penetra en el eje de la cubierta

de extremo superior y una cámara de gas que está conectada de manera fija a la cubierta de extremo superior y es simétrica con respecto a la tubería de guía de flujo. La cámara de gas está dotada de tres capas de cavidades de almacenamiento de gas desmontables desde el interior hacia el exterior, y todas las cavidades de almacenamiento de gas están conectadas de manera fija con una boquilla de atomización de acoplamiento hermético, una boquilla de atomización laminar y una boquilla de atomización ultrasónica.

El documento internacional WO 2015/114838 muestra un método para producir un polvo metálico y un aparato para producir un polvo metálico. Tras obtener un polvo metálico fundido pulverizando un gas, por medio de medios de pulverización de gas, a un metal fundido que se suministra por medios de suministro, un medio de enfriamiento que está compuesto por un líquido o una bruma líquida se pulveriza por medios de enfriamiento hacia el polvo metálico fundido dentro de una cámara.

En los últimos años, ha habido una creciente necesidad de polvo metálico que tiene un tamaño de partícula más pequeño que el polvo metálico previamente requerido para la atomización, por ejemplo, como material para impresoras tridimensionales de metal que acumulan una gran cantidad de partículas metálicas para conformar un metal con una forma deseada. El polvo metálico conocido utilizado para pulvimentalurgia, soldadura y similares tiene un tamaño de partícula de, por ejemplo, aproximadamente 70 a 100 µm. Sin embargo, el polvo metálico utilizado para las impresoras tridimensionales tiene un tamaño de partícula muy pequeño de, por ejemplo, aproximadamente 20 a 50 µm.

A este respecto, una "boquilla de pulverización" es un término genérico utilizado para referirse a una boquilla de líquido y una boquilla de chorro de gas que incluye una pluralidad de orificios de chorro formados alrededor de la boquilla de líquido y que expulsan gas a chorro desde la pluralidad de orificios de chorro para pulverizar un líquido que fluye hacia abajo desde la boquilla de líquido. Una posible medición para producir polvo metálico fino de manera eficaz sin ningún cambio en la forma de la cámara de pulverización conocida es proporcionar una pluralidad de boquillas de pulverización para una cámara de pulverización, de lo contrario se proporciona una boquilla de pulverización para una cámara de pulverización.

Sin embargo, el hecho de proporcionar una pluralidad de boquillas de pulverización puede hacer que las partículas metálicas resultantes de la pulverización por las boquillas de pulverización entren en contacto entre sí antes de que las partículas metálicas se solidifiquen, lo que aumenta el tamaño de partícula de cada partícula metálica. Por tanto, el rendimiento de las partículas metálicas que tienen el tamaño de partícula deseado puede disminuir.

Además, proporcionar la pluralidad de boquillas de pulverización hace que la distancia entre cada boquilla de pulverización (boquilla de líquido) y la pared interior de la cámara de pulverización sea más corta que en la técnica relacionada. En consecuencia, las partículas metálicas no solidificadas pueden entrar en contacto con la pared interior de la cámara de pulverización o adherirse a la misma, y es probable que el rendimiento disminuya. Además, en un caso en el que las partículas metálicas se adhieren o se acumulan en la pared interior de la cámara de pulverización para degradar el rendimiento de radiación térmica de la cámara de pulverización, el polvo metálico se adhiere o se acumula en la tolva sin enfriarse lo suficiente en la cámara de pulverización. Esto puede reducir el rendimiento.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de producción de polvo metálico capaz de producir de manera eficaz polvo metálico sin ningún cambio en la forma de la cámara de pulverización.

Compendio de la invención

El problema anterior se resuelve por el contenido de las reivindicaciones adjuntas. El alcance de la presente invención se define por la reivindicación independiente 1, y la realización adicional de la invención se especifica en la reivindicación dependiente 2.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama que ilustra una configuración general de un aparato de atomización de gas utilizado como aparato de producción de polvo metálico;

la figura 2 es una vista en sección transversal de la periferia de un dispositivo 200 de chorro de gas;

la figura 3 es una vista desde abajo del dispositivo 200 de chorro de gas;

la figura 4 es una vista en perspectiva del dispositivo 200 de chorro de gas;

la figura 5 es un diagrama que ilustra una relación entre las direcciones del chorro de gas de una pluralidad de orificios 91 de chorro incluidos en una boquilla 71A de chorro de gas y un área 27 de flujo descendente por donde fluye un líquido procedente de una primera boquilla 11a de líquido;

la figura 6 es un diagrama que ilustra una relación entre las direcciones del chorro de gas de una pluralidad de orificios 92 de chorro incluidos en una boquilla 72A de chorro de gas y un foco 261 (un primer foco) de la boquilla 71A de chorro de gas; y

la figura 7 es una vista en sección transversal de una cámara 4 de pulverización tomada a lo largo de la línea

VII-VII de la figura 1.

Descripción de la realización preferida

Una realización de la presente invención se describirá usando los dibujos. Cabe señalar que las realizaciones de la presente divulgación son para la explicación de la presente divulgación, y no para la limitación de la presente invención.

5 El alcance de la presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

La figura 1 es un diagrama que ilustra una configuración general de un aparato de atomización con gas utilizado como aparato de producción de polvo metálico según la presente invención. El aparato de atomización de gas de la figura 1 incluye: una cámara 1 de fusión que aloja un crisol 100 (un embudo), véase la figura 2, en el que se almacena metal 7 fundido (líquido) que es metal líquido; un dispositivo 200 de chorro de gas que sopla un gas a alta presión (un fluido gaseoso) contra el líquido que fluye hacia abajo desde la cámara 1 de fusión a través de una boquilla de líquido, que se describe más adelante, 11 en forma de partículas finas para pulverizar el líquido para dar un gran número de partículas, y pulverizar el metal 7 fundido en forma de líquido; una tubería 3 de alimentación de chorro de gas (una tubería de alimentación de flujo de chorro) a través de la que se alimenta el gas a alta presión al dispositivo 200 de chorro de gas; una cámara 4 de pulverización que es un recipiente mantenido en una atmósfera de gas inerte y en el que el metal líquido en partículas pulverizado desde el dispositivo 200 de chorro de gas se solidifica rápidamente mientras cae; y una tolva 5 proporcionada en una parte inferior de la cámara 4 de pulverización para recoger el metal sólido en polvo resultante de la solidificación durante la caída en la cámara 4 de pulverización. El aparato de atomización de gas utiliza el dispositivo 200 de chorro de gas para expulsar el gas a chorro contra el líquido que fluye hacia abajo desde la boquilla 11 de líquido para producir polvo metálico.

20 El interior de la cámara 1 de fusión se mantiene preferiblemente en una atmósfera de gas inerte. La cámara 4 de pulverización es un recipiente que tiene, en una parte superior y una parte intermedia, una forma cilíndrica con el mismo diámetro, mientras, en una parte inferior, tiene una forma cónica con un diámetro decreciente hacia la tolva 5 para facilitar la recogida de polvo metálico en la tolva 5. La tolva 5 descarga adecuadamente un gas inerte como escape 6.

25 La figura 2 es una vista en sección transversal de la periferia del dispositivo 200 de chorro de gas del aparato de atomización de gas según la presente realización. La figura 3 es una vista desde abajo del dispositivo 200 de chorro de gas según la presente realización. La figura 4 es una vista en perspectiva del dispositivo 200 de chorro de gas según la presente realización. Obsérvese que, en la figura 4, se omiten una pluralidad de orificios 92 y 93 de chorro (orificios pasantes) incluidos en una segunda boquilla 72 de chorro de gas y una tercera boquilla 73 de chorro de gas ilustradas en la figura 3.

Boquillas 11A y 11B de líquido

Tal como se ilustra en la figura 2, una parte inferior del crisol 100 en la cámara 1 de fusión está dotada de boquillas 11A y 11B de líquido que son una pluralidad de boquillas de líquido que hacen que el metal 7 fundido en el crisol 100 fluya hacia abajo en la cámara 4 de pulverización, sobresaliendo las boquillas 11A y 11B de líquido hacia abajo desde una superficie inferior de la cámara 1 de fusión en la dirección vertical. Las dos boquillas 11A y 11B de líquido pueden tener la misma forma e incluir un orificio verticalmente largo que se extiende en la dirección vertical y a través del que fluye hacia abajo un líquido. El orificio verticalmente largo forma un canal de líquido a través del que el metal 7 fundido fluye hacia abajo desde la parte inferior del crisol 100 en la dirección vertical.

40 Los extremos 21A y 21B de abertura colocados en los extremos inferiores de la boquilla 11A de líquido y la boquilla 11B de líquido están dispuestos para sobresalir desde una superficie inferior del dispositivo 200 de chorro de gas para orientarse hacia una cavidad de la cámara 4 de pulverización. El metal 7 fundido en el crisol 100 fluye hacia abajo a través de los orificios dentro de las boquillas 11A y 11B de líquido en forma de un flujo 8 de líquido y se descarga (fluye hacia abajo) al interior de la cámara 4 de pulverización a través de los extremos 21A y 21B de abertura. Por ejemplo, puede seleccionarse un valor de 5 mm o menos, que es menor que el de la técnica relacionada, como el diámetro interior mínimo de la primera boquilla 11A de líquido y la segunda boquilla 11B de líquido, lo que contribuye al tamaño del diámetro del flujo 8 de líquido introducido en la cámara 4 de pulverización.

Dispositivo 200 de chorro de gas

Tal como se ilustra en la figura 2, el dispositivo 200 de chorro de gas, que tiene una forma externa generalmente cilíndrica, incluye una pluralidad de orificios 12A y 12B de inserción de boquilla de líquido en los que se insertan la pluralidad de boquillas 11A y 11B de líquido, y una primera boquilla 71 de chorro de gas que expulsa un chorro de gas contra el metal 7 fundido que fluye hacia abajo desde las boquillas 11A y 11B de líquido para pulverizar el metal 7 fundido. El dispositivo 200 de chorro de gas tiene la forma externa de un cilindro de estructura hueca lleno de un gas inerte a alta presión, e internamente incluye un canal 50 de gas que forma un flujo de gas alrededor de cada uno de la pluralidad de orificios 12A y 12B de inserción de boquilla de líquido. El canal 50 de gas se alimenta con el gas a alta presión desde una tubería 3 de alimentación de gas en chorro conectada a un orificio de succión de gas, no ilustrado, formado en una superficie lateral del cilindro del dispositivo 200 de chorro de gas. Además, el dispositivo 200 de chorro de gas soporta el crisol 100. Obsérvese que, aunque no se ilustra, preferiblemente se interpone un material de aislamiento térmico entre la cámara 1 de fusión y el dispositivo 200 de chorro de gas para evitar la transferencia de

calor desde la cámara 1 de fusión.

Orificios 12A y 12B de inserción de boquilla de líquido

Tal como se ilustra en la figura 4, el orificio 12A de inserción de boquilla de líquido y el orificio 12B de inserción de la boquilla de líquido son dos orificios cilíndricos pasantes que incluyen ejes Cm1 y Cm2 paralelos a un eje Cg0 central del dispositivo 200 de chorro de gas cilíndrico. La primera boquilla 11A de líquido y la segunda boquilla 11B de líquido se insertan respectivamente en el primer orificio 12A de inserción de boquilla de líquido y en el segundo orificio 12B de inserción de boquilla de líquido. Los ejes Cm1 y Cm2 centrales del primer orificio 12A de inserción de boquilla de líquido y del segundo orificio 12B de inserción de boquilla de líquido pueden estar alineados respectivamente con los ejes centrales de los orificios en la primera boquilla 11A de líquido y en la segunda boquilla 11B de líquido.

10 Primera boquilla 71 de chorro de gas que incluye 71A y 71B

La primera boquilla 71 de chorro de gas incluye una pluralidad de orificios 91 de chorro (orificios pasantes) dispuestos de tal manera que forman primeros anillos 61, véase la figura 3, cada uno alrededor de uno correspondiente de la pluralidad de orificios 12A y 12B de inserción de boquilla de líquido. En este caso, en la primera boquilla 71 de chorro de gas, una boquilla de chorro de gas que incluye una pluralidad de orificios 91 de chorro colocados alrededor del orificio 12A de inserción de boquilla de líquido se denomina boquilla 71A de chorro de gas, y una boquilla de chorro de gas que incluye una pluralidad de orificios 91 de chorro colocados alrededor del orificio 12B de inserción de boquilla de líquido se denomina boquilla 71B de chorro de gas.

15 20 La figura 5 es un diagrama que ilustra una relación entre las direcciones del chorro de gas de la pluralidad de orificios 91 de chorro incluidos en la boquilla 71A de chorro de gas y un área 27 de flujo descendente por donde fluye hacia abajo el líquido procedente de la primera boquilla 11A de líquido.

La figura 5 ilustra, mediante líneas 251 rectas, las direcciones del chorro de gas de la pluralidad de orificios 91 de chorro incluidos en la boquilla 71A de chorro de gas. Cada uno de los orificios 91 de chorro se forma taladrando, en la superficie inferior del dispositivo 200 de chorro de gas, un orificio pasante con un eje central alineado con la línea 251 recta correspondiente. La pluralidad de orificios 91 de chorro están dispuestos en la superficie inferior del dispositivo 200 de chorro de gas a intervalos regulares en el primer anillo 61, que es un círculo concéntrico con el eje Cm1 central del primer orificio 12A de inserción de boquilla de líquido. Las direcciones del chorro de gas, que se ilustran mediante las líneas 251 rectas, de todos los orificios 91 de chorro incluidos en la boquilla 71A de chorro de gas pasan a través de un foco 261 común (un primer foco). Es decir, las direcciones del chorro de gas de todos los orificios 91 de chorro se concentran en un punto (el foco 261). El foco 261 está colocado en un área 27 de flujo descendente cilíndrica definida por un diámetro exterior del metal 7 fundido que fluye hacia abajo desde la pluralidad de boquillas (11A, 11B) de líquido. El diámetro del área 27 de flujo descendente puede ajustarse adecuadamente según el diámetro interior mínimo (un diámetro de orificio) de un orificio incluido en la primera boquilla 11A de líquido. El diámetro del área 27 de flujo descendente puede ajustarse, por ejemplo, a un valor igual o menor que el diámetro del extremo 21A de abertura de la primera boquilla 11A de líquido. La boquilla 71B de chorro de gas está formada de forma similar a la boquilla 71A de chorro de gas, y se omiten las descripciones de la boquilla 71B de chorro de gas.

Obsérvese que el primer anillo 61 según la presente realización es un círculo perfecto cuyo centro corresponde a un punto de intersección entre el eje central de cada uno de los orificios 12A y 12B de inserción de boquillas de líquido y la superficie inferior (la superficie orientada hacia el interior de la cámara 4 de pulverización) del dispositivo 200 de chorro de gas. En la figura 3, los orificios 91 de chorro incluidos en la boquilla 71A de chorro de gas son idénticos en número a los orificios 91 de chorro incluidos en la boquilla 71B de chorro de gas. Sin embargo, el número de orificios de chorro puede variar entre la boquilla 71A de chorro de gas y la boquilla 71B de chorro de gas.

35 Boquillas 20A y 20B de pulverización

La boquilla 71A de chorro de gas y la boquilla 11A de líquido están incluidas en una primera boquilla 20A de pulverización que pulveriza el metal 7 fundido al interior de la cámara 4 de pulverización en forma de líquido, y la boquilla 71B de chorro de gas y la boquilla 11B de líquido están incluidas de forma similar en una segunda boquilla 20B de pulverización. Es decir, el aparato de atomización de gas según la presente realización incluye dos boquillas de pulverización de la primera boquilla 20A de pulverización y la segunda boquilla 20B de pulverización.

El dispositivo 200 de chorro de gas según la presente realización incluye una segunda boquilla 72 de chorro de gas y una tercera boquilla 73 de chorro de gas proporcionadas en la superficie inferior del dispositivo 200 de chorro de gas, y una cuarta boquilla 74 de chorro de gas, véase la figura 1, proporcionada en una superficie de pared interior de la cámara 4 de pulverización, además de la primera boquilla 71 de chorro de gas descrita anteriormente.

40 45 Segunda boquilla 72 de chorro de gas que incluye 72A y 72B

La segunda boquilla 72 de chorro de gas es una boquilla de chorro de gas que incluye una pluralidad de orificios 92 de chorro (orificios pasantes) dispuestos en la superficie inferior del dispositivo 200 de chorro de gas de tal manera que forman segundos anillos 62 cada uno en un lado exterior de uno correspondiente de los dos primeros anillos 61. La segunda boquilla 72 de chorro de gas expulsa un chorro de gas para evitar la dispersión de las partículas metálicas

resultantes de la pulverización por la primera boquilla 71 de chorro de gas. La pluralidad de orificios 92 de chorro están taladrados en la superficie inferior del dispositivo 200 de chorro de gas. En este caso, en la segunda boquilla 72 de chorro de gas, una boquilla de chorro de gas que incluye la pluralidad de orificios 92 de chorro colocados alrededor del orificio 12A de inserción de boquilla de líquido se denomina primera boquilla 72A de chorro de gas, y una boquilla de chorro de gas que incluye la pluralidad de orificios 92 de chorro colocados alrededor del orificio 12B de inserción de boquilla de líquido se denomina segunda boquilla 72B de chorro de gas.

La figura 6 es un diagrama que ilustra una relación entre las direcciones del chorro de gas de la pluralidad de orificios 92 de chorro incluidos en la boquilla 72A de chorro de gas y el foco 261 (el primer foco) de la boquilla 71A de chorro de gas.

10 La figura 6 ilustra, mediante líneas 252 rectas, las direcciones del chorro de gas de la pluralidad de orificios 92 de chorro incluidos en la boquilla 72A de chorro de gas. Cada uno de los orificios 92 de chorro se forma taladrando, en la superficie inferior del dispositivo 200 de chorro de gas, un orificio pasante con un eje central alineado con la línea 252 recta correspondiente. La pluralidad de orificios 92 de chorro están dispuestos en la superficie inferior del dispositivo 200 de chorro de gas a intervalos regulares en el segundo anillo 62, que es un círculo concéntrico con el eje Cm1 central del primer orificio 12A de inserción de boquilla de líquido. Las direcciones del chorro de gas, que se ilustran mediante las líneas 252 rectas, de todos los orificios 92 de chorro incluidos en la boquilla 72A de chorro de gas pasan a través de un foco 262 común (un segundo foco). Es decir, las direcciones de chorro de gas de todos los orificios 92 de chorro se concentran en un punto (el foco 262). El foco 262 (el segundo foco) está situado por debajo del foco 261 (el primer foco) de la boquilla 71A de chorro de gas. La boquilla 72B de chorro de gas está formada de forma similar a la boquilla 72A de chorro de gas, y se omiten las descripciones de la boquilla 72B de chorro de gas.

25 Obsérvese que el segundo anillo 62 según la presente realización es un círculo perfecto cuyo centro corresponde a un punto de intersección entre el eje central de cada uno de los orificios 12A y 12B de inserción de boquilla de líquido y la superficie inferior (la superficie orientada hacia el interior de la cámara 4 de pulverización) del dispositivo 200 de chorro de gas, pero el segundo anillo 62 puede ser una elipse o un polígono y el centro puede estar desalineado con el eje central de cada uno de los orificios 12A y 12B de inserción de boquilla de líquido. Sin embargo, el segundo anillo 62 y las direcciones 252 de chorro de la pluralidad de orificios 92 de chorro dispuestos en el segundo anillo 62 necesitan ajustarse de manera que el foco 262 (el segundo foco) de los orificios 92 de chorro esté colocado por debajo del primer foco 261. Adicionalmente, en la figura 3, los orificios 92 de chorro incluidos en la boquilla 72A de chorro de gas son idénticos en número a los orificios 92 de chorro incluidos en la boquilla 72B de chorro de gas. Sin embargo, el número de orificios de chorro puede variar entre la boquilla 72A de chorro de gas y la boquilla 72B de chorro de gas. Adicionalmente, en la figura 6, los orificios 92 de chorro incluidos en la boquilla 72A de chorro de gas son idénticos en número a los orificios 91 de chorro incluidos en la boquilla 71A de chorro de gas. Sin embargo, el número de orificios de chorro puede variar entre la boquilla 72A de chorro de gas y la boquilla 71A de chorro de gas.

Tercera boquilla 73 de chorro de gas

35 La tercera boquilla 73 de chorro de gas es una boquilla de chorro de gas que incluye una pluralidad de orificios 93 de chorro (orificios pasantes) dispuestos en la superficie inferior del dispositivo 200 de chorro de gas de tal manera que forman un tercer anillo 63 en un lado exterior de la segunda boquilla 72 de chorro de gas, que está dispuesta sobre los dos segundos anillos 62, y que expulsa el chorro de gas contra la superficie de pared interior de la cámara 4 de pulverización. La pluralidad de orificios 93 de chorro están dispuestos en la superficie inferior del dispositivo 200 de chorro de gas a intervalos regulares en el tercer anillo 63 centrado en un punto a través del que pasa el eje Cg0 central del dispositivo 200 de chorro de gas.

40 La figura 2 y la figura 3 ilustran, mediante una flecha 253, una dirección de chorro de gas de uno de los orificios 93 de chorro incluidos en la boquilla 73 de chorro de gas. La dirección del chorro de gas (la línea 253 recta) de cada orificio 93 de chorro se extiende hacia una parte más cercana de la superficie de pared interior de la cámara 4 de pulverización. Los vectores resultantes de la proyección de las direcciones 253 de chorro de gas según la presente realización en el dispositivo 200 de chorro de gas se extienden radialmente hacia el exterior desde el centro, que es un punto por el que pasa el eje Cg0 central del dispositivo 200 de chorro de gas sobre la superficie inferior del dispositivo 200 de chorro de gas, del tercer anillo 63. La figura 3 ilustra la dirección 253 del chorro de gas de uno de la pluralidad de orificios 93 de chorro. Cada uno de los orificios 93 de chorro se forma taladrando, en la superficie inferior del dispositivo 200 de chorro de gas, un orificio pasante con un eje central alineado con la línea 253 recta correspondiente.

45 Obsérvese que el tercer anillo 63 según la presente realización es un círculo perfecto cuyo centro corresponde al punto a través del que pasa el eje Cg0 central del dispositivo 200 de chorro de gas sobre la superficie inferior del dispositivo 200 de chorro de gas, pero el tercer anillo 63 puede ser una elipse o un polígono y el centro puede estar desalineado con el eje Cg0 central del dispositivo 200 de chorro de gas. Sin embargo, el tercer anillo 63 y las direcciones 253 axiales de los orificios 93 de chorro deben establecerse de manera que la dirección del chorro de gas expulsada a chorro desde cada orificio 93 de chorro se extienda hacia la superficie de pared interior de la cámara 4 de pulverización. Obsérvese que el número de orificios 93 de chorro ilustrados en la figura 3 es solo un ejemplo y que puede seleccionarse cualquier número en la medida en que el rendimiento de enfriamiento de la cámara 4 de pulverización no se degrade.

Cuarta boquilla 74 de chorro de gas que incluye 74A y 74B

Tal como se ilustra en la figura 1, la cuarta boquilla 74 de chorro de gas es una boquilla de chorro de gas que incluye una pluralidad de orificios 94 de chorro dispuestos a una altura predeterminada en la cámara 4 de pulverización y que expulsan gas a chorro a lo largo de la superficie de pared interior de la cámara 4 de pulverización para generar, en la cámara 4 de pulverización, un flujo 81 arremolinado alrededor del eje Cg0 central de la cámara 4 de pulverización. En la presente realización, tal como se ilustra en la figura 1, dos boquillas 74A y 74B de chorro de gas se proporcionan a diferentes alturas de instalación en la cámara 4 de pulverización. En este caso, en la cuarta boquilla 74 de chorro de gas, una boquilla de chorro de gas proporcionada en una posición relativamente alta en una dirección de altura en la cámara 4 de pulverización se denomina boquilla 74A de chorro de gas, y una boquilla de chorro de gas proporcionada en una posición relativamente baja en la dirección de altura en la cámara 4 de pulverización se denomina boquilla 74B de chorro de gas.

La figura 7 es una vista en sección transversal de la cámara 4 de pulverización tomada a lo largo de la línea VII-VII de la figura 1 y que ilustra una configuración de la boquilla 74A de chorro de gas y los orificios 94 de chorro incluidos en la boquilla 74A de chorro de gas. La figura 7 ilustra, mediante las flechas 254, un flujo de gas expulsado a chorro desde la pluralidad de orificios de chorro incluidos en la boquilla 74A de chorro de gas. Cada uno de los orificios 94 de chorro se forma utilizando una tubería con un eje central alineado con una dirección tangencial en una sección transversal axial de la superficie de pared interior de la cámara 4 de pulverización. Tal como se ilustra en la figura 7, la pluralidad de orificios 94 de chorro están dispuestos a intervalos regulares en una dirección circunferencial de una superficie circunferencial interior de la cámara 4 de pulverización. Cada uno de la pluralidad de orificios 94 de chorro está conectado a la tubería 3 de alimentación de gas en chorro (la tubería de alimentación de fluido en chorro) y alimentado con un gas de alta presión desde la tubería 3 de alimentación de gas en chorro. Obsérvese que, en el ejemplo de la figura 7, los cuatro orificios 94 de chorro están dispuestos a intervalos de 90 grados en el mismo plano, pero que el número de los orificios 94 de chorro puede tener cualquier otro valor siempre y cuando los orificios 94 de chorro permitan generar un flujo 81 arremolinado. Además, la boquilla 74B de chorro de gas está formada de manera similar a la boquilla 74A de chorro de gas, y se omiten las descripciones de la boquilla 74B de chorro de gas.

Operaciones y efectos

(1) Primera boquilla 71 de chorro de gas, que incluye las boquillas 20A y 20B de pulverización

En el aparato de producción de polvo metálico configurado tal como se describió anteriormente, en un caso en el que un gas a alta presión se alimenta a través de la tubería 3 de alimentación de gas en chorro al dispositivo 200 de chorro de gas, el gas a alta presión bajo la misma presión se expulsa a chorro desde todos los orificios 91 de chorro incluidos en las primeras boquillas 71A y 71B de chorro de gas hacia el interior de la cámara 4 de pulverización en el dispositivo 200 de chorro de gas mientras se siguen las direcciones de chorro, que se ilustran mediante las líneas 251 rectas tal como se observa en la figura 5, preestablecidas para los orificios 91 de chorro respectivos. En este momento, en las primeras boquillas 71A y 71B de chorro de gas, el gas se expulsa a chorro concéntricamente sobre el foco 261 (el primer foco), formando membranas 101 de fluido, teniendo cada una de las cuales una forma cónica invertida con un vértice correspondiente al foco 261 y una superficie inferior correspondiente al círculo 61 (el anillo) sobre el que se disponen la pluralidad de orificios 91 de chorro, tal como se ilustra en la figura 5. Las membranas 101 de fluido pueden denominarse chorros 101 de gas de pulverización metálica (primeros chorros de gas).

Por otra parte, la alimentación de metal 7 fundido al interior de la cámara 1 de fusión hace que dos flujos 8 de líquido fluyan hacia abajo al interior de la cámara 4 de pulverización a través de la pluralidad de boquillas 11A y 11B de líquido proporcionadas en la superficie inferior de la cámara 1 de fusión. A continuación, los flujos 8 de líquido chocan con los chorros 101 de gas de pulverización metálica formados por el gas a alta presión cerca de los dos focos 261 relacionados con las primeras boquillas 71A y 71B de chorro de gas y se pulverizan en un gran número de partículas 15.

En la presente realización, se selecciona como diámetro interior mínimo de los orificios incluidos en las dos boquillas 11A y 11B de líquido un valor, por ejemplo, de 1 a 2 mm, menor que un valor correspondiente, por ejemplo, de aproximadamente 5 mm, en la técnica relacionada. Por tanto, por ejemplo, incluso en un caso en el que el gas se expulse a chorro desde las boquillas 71A y 71B de chorro de gas bajo la misma presión que en la técnica relacionada, pueden obtenerse fácilmente partículas metálicas con un diámetro menor que el de la técnica relacionada. Además, en un caso en el que el gas se expulse a chorro a la misma presión que en la técnica relacionada, se evita un aumento en la distancia que las partículas metálicas vuelan en la cámara 4 de pulverización. Esto elimina la necesidad de sustituir la cámara 4 de pulverización por una de mayor diámetro o de ampliar el espacio de instalación en la cámara 4 de pulverización para evitar que las partículas metálicas se deformen. Por otra parte, el diámetro interior mínimo menor que el de la técnica relacionada reduce el caudal del flujo 8 de líquido por unidad de tiempo para cada una de las boquillas 11A y 11B de líquido, lo que conlleva un rendimiento reducido. Sin embargo, en la presente realización, la única cámara 4 de pulverización incluye las dos boquillas 11A y 11B de líquido, es decir, las dos boquillas 20A y 20B de pulverización, lo que permite duplicar el rendimiento por unidad de tiempo.

(2) Segunda boquilla 72 de chorro de gas

Adicionalmente, como en el caso de la primera boquilla 71 de chorro de gas, en un caso en el que un gas a alta presión

se alimenta a través de la tubería 3 de alimentación de gas en chorro al dispositivo 200 de chorro de gas, el gas a alta presión bajo la misma presión se expulsa a chorro desde todos los orificios 92 de chorro incluidos en las segundas boquillas 72A y 72B de chorro de gas hacia el interior de la cámara 4 de pulverización en el dispositivo 200 de chorro de gas mientras se siguen las direcciones de chorro, que se ilustran por las líneas 252 rectas tal como se observa en la figura 6, preestablecidas para los orificios 92 de chorro respectivos. En este momento, en las segundas boquillas 72A y 72B de chorro de gas, el gas se expulsa a chorro concéntricamente sobre el foco 262 (el segundo foco), formando membranas 102 de fluido, teniendo cada una de las cuales una forma cónica invertida con un vértice correspondiente al foco 262 y una superficie inferior correspondiente al círculo 62 (el anillo) sobre el que se disponen la pluralidad de orificios 92 de chorro, tal como se ilustra en la figura 6. Las membranas 102 de fluido pueden denominarse chorros 102 de gas de prevención de contacto (segundos chorros de gas).

Los chorros 102 de gas de prevención de contacto formados por las segundas boquillas 72A y 72B de chorro de gas funcionan como cortinas de aire que impiden que las partículas 15, por ejemplo, metal 7 fundido que fluyen hacia abajo desde la boquilla 11A de líquido, atomizadas desde una de las dos boquillas 20A y 20B de pulverización colisionen con las partículas 15, por ejemplo, metal 7 fundido que fluyen hacia abajo desde la boquilla 11B de líquido, atomizadas desde la otra boquilla de pulverización. Como resultado, esta configuración impide que las partículas metálicas se deformen, lo que permite mejorar la eficiencia de producción de polvo metálico en comparación con una configuración dotada únicamente de las boquillas 20A y 20B de pulverización.

Además, el aparato de producción de polvo metálico según la presente realización incluye las dos boquillas 20A y 20B de pulverización en la única cámara 4 de pulverización y tiene una distancia más corta desde cada una de las boquillas 20A y 20B de pulverización a la superficie de pared interior de la cámara 4 de pulverización que los aparatos de producción de polvo metálico de la técnica relacionada que incluyen solo una boquilla 20 de pulverización. Por tanto, en el aparato de producción de polvo metálico según la presente realización, es probable que el polvo 15 metálico no solidificado choque contra la superficie de pared interior de la cámara 4 de pulverización y se adhiera a la misma. A este respecto, los chorros 102 de gas de prevención de contacto (los segundos chorros de gas) formados por la segunda boquilla 72 de chorro de gas según la presente realización tienen formas generalmente cónicas que cubren externamente los chorros 101 de gas de pulverización metálica (los primeros chorros de gas) y por tanto pueden inhibir la dispersión de las partículas 15 hacia la superficie de pared interior de la cámara 4 de pulverización. Es decir, según la presente realización, esta configuración también permite mejorar la eficiencia de producción de polvo metálico. Además, por ejemplo, incluso en un caso en el que la cámara 4 de pulverización utilizada tiene el mismo diámetro que en la técnica relacionada, puede impedirse la colisión de las partículas 15, permitiendo por tanto la prevención de un aumento en el coste de sustitución de la cámara 4 de pulverización y en el tamaño de un espacio de instalación para la cámara 4 de pulverización.

Obsérvese que las partículas 15 en las que se ha formado el metal por el chorro de gas procedentes de la primera boquilla 71 de chorro de gas y cuya dispersión se inhibe por la segunda boquilla 72 de chorro de gas de dispersarse en una dirección radial de la cámara 4 de pulverización se enfrián y solidifican rápidamente mientras caen a través de la cámara 4 de pulverización y se recogen en la tolva 5 en forma de un gran número de granos de polvo metálico.

(3) Tercera boquilla 73 de chorro de gas

Adicionalmente, como en el caso de las boquillas 71 y 72 de chorro de gas primera y segunda, en un caso en el que un gas a alta presión se alimenta a través de la tubería 3 de alimentación de gas en chorro al dispositivo 200 de chorro de gas, el gas a alta presión bajo la misma presión se expulsa a chorro desde todos los orificios 93 de chorro incluidos en la tercera boquilla 73 de chorro de gas hacia la pared interior de la cámara 4 de pulverización en el dispositivo 200 de chorro de gas mientras se siguen las direcciones de chorro, que se ilustran mediante líneas 253 rectas tal como se observa en la figura 3, preestablecidas para los orificios 93 de chorro respectivos. En este momento, en la tercera boquilla 73 de chorro de gas, el gas se expulsa a chorro desde cada orificio 93 de chorro a la parte más cercana de la superficie de pared interior de la cámara 4 de pulverización, formando una membrana 103 de fluido que tiene una forma cónica generalmente truncada, tal como se ilustra en la figura 2. La membrana 103 de fluido puede denominarse chorro 103 de gas de enfriamiento de cámara de pulverización (tercer chorro de gas).

El chorro 103 de gas de enfriamiento de cámara de pulverización formado por la tercera boquilla 73 de chorro de gas se descarga en la superficie de pared interior de la cámara 4 de pulverización para enfriar la cámara 4 de pulverización. Esto facilita un enfriamiento suficiente, en la cámara 4 de pulverización, de las partículas 15 (el polvo metálico) atomizadas por las boquillas 20A y 20B de pulverización, y se impide que las partículas 15 se adhieran y acumulen en la tolva 5 sin solidificarse en la cámara 4 de pulverización, lo que conlleva un rendimiento reducido. Además, al igual que los chorros 102 de gas de prevención de contacto, el chorro 103 de gas de enfriamiento de cámara de pulverización tiene la función de evitar que las partículas 15 colisionen contra la superficie de pared interior de la cámara 4 de pulverización. Es decir, según la presente realización, esta configuración también permite mejorar la eficacia de producción de polvo metálico.

(4) Cuarta boquilla 74 de chorro de gas

Además, la alimentación de un gas a alta presión a la cuarta boquilla 74 de chorro de gas que incluye 74A y 74B hace que el gas a alta presión bajo la misma presión se expulse a chorro desde todos los orificios 94 de chorro incluidos en

la cuarta boquilla 74 de chorro de gas a lo largo de la pared interior de la cámara 4 de pulverización mientras se siguen las direcciones de chorro, por ejemplo, la dirección tangencial de la pared interior de la cámara 4 de pulverización en la figura 7, pre establecidas para los orificios 94 de chorro respectivos. Por tanto, los flujos del gas indicados por las flechas 254 en la figura 7 se generan en la cámara 4 de pulverización, y como resultado, el flujo 81 arremolinado a lo largo de la pared interior de la cámara 4 de pulverización se genera alrededor del eje central de la cámara 4 de pulverización.

De manera similar al segundo chorro 102 de gas y el tercer chorro 103 de gas, el flujo 81 arremolinado tiene la función de evitar que las partículas 15 colisionen contra la superficie de pared interior. Además, el flujo 81 arremolinado ejerce un efecto de uniformización de una distribución de calor en un plano horizontal de la cámara 4 de pulverización, y permite por tanto mejorar el rendimiento de enfriamiento de la cámara 4 de pulverización en sinergia con el tercer chorro 103 de gas. Es decir, según la presente realización, esta configuración también permite mejorar la eficacia de producción de polvo metálico.

Tal como se describió anteriormente, con el aparato de pulverización de metal según la presente realización que incluye las boquillas 72, 73 y 74 de chorro de gas segunda, tercera y cuarta, además de la primera boquilla 71 de chorro de gas, puede producirse de manera eficaz polvo metálico fino sin ningún cambio en la forma de la cámara de pulverización.

15 Otras configuraciones

La presente invención no se limita a la realización descrita anteriormente e incluye diversas modificaciones sin alejarse del espíritu de la presente invención. Por ejemplo, la presente invención no se limita a la configuración que incluye todos los componentes descritos anteriormente en la realización, sino que incluye la configuración parcialmente suprimida. Además, una parte de la configuración según una realización puede añadirse a o sustituir la configuración según otra realización.

Por ejemplo, el canal 50 de gas del dispositivo 200 de chorro de gas puede estar separado en partes correspondientes a las boquillas 71 a 73 de chorro de gas respectivas, y puede alimentar gas a diferentes presiones a una pluralidad de canales de gas en los que se ha separado el canal 50 de gas, variando o ajustando por tanto las presiones del gas expulsado a chorro desde las boquillas 71 a 73 de chorro de gas. Además, las boquillas 71 a 74 de chorro de gas pueden tener diámetros apropiadamente diferentes.

En el caso descrito anteriormente en la realización, las boquillas 72 a 74 de chorro de gas segunda a cuarta se proporcionan en adición a la primera boquilla 71 de chorro de gas. Sin embargo, incluso una realización que incluye al menos una de las boquillas 72 a 74 de chorro de gas segunda a cuarta puede producir el efecto de mejorar la eficiencia de producción de polvo metálico.

30 En la figura 7, la cuarta boquilla 74 de chorro de gas está configurada para generar el flujo 81 arremolinado en sentido contrario a las agujas del reloj. Sin embargo, las direcciones de los orificios 94 de chorro pueden cambiarse para permitir la generación de un flujo 81 arremolinado en el sentido de las agujas del reloj. Además, la cuarta boquilla 74 de chorro de gas se proporciona en dos posiciones en la dirección de altura en la cámara 4 de pulverización. Sin embargo, la cuarta boquilla 74 de chorro de gas puede disponerse en una o tres o más posiciones.

35 En el caso descrito anteriormente en la realización, las dos boquillas 20A y 20B de pulverización se proporcionan para la única cámara de pulverización. Sin embargo, el número de boquillas de chorro de gas puede reducirse a una o aumentar a tres o más.

Además, en el caso descrito anteriormente en la realización, el gas, o el fluido de gas, es expulsado a chorro desde las boquillas 71 a 74 de chorro de gas. Sin embargo, puede expulsarse a chorro un líquido tal como agua. Es decir, la 40 presente invención puede aplicarse a cualquier boquilla siempre y cuando la boquilla expulse a chorro un fluido.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de producción de polvo metálico, que comprende:

una cámara (4) de pulverización;

5 una pluralidad de boquillas (11A, 11B) de líquido que hacen que el metal fundido almacenado en un crisol fluya hacia abajo al interior de la cámara (4) de pulverización;

un dispositivo (200) de chorro de gas dotado de una pluralidad de orificios (12A, 12B) de inserción de boquilla de líquido en cada uno de los cuales se insertan las respectivas boquillas (11A, 11B) de líquido; y

10 una primera boquilla (71) de chorro de gas que incluye una pluralidad de orificios (91) de chorro dispuestos en una superficie inferior del dispositivo (200) de chorro de gas de tal manera que se forman primeros anillos (61) cada uno alrededor de uno correspondiente de la pluralidad de orificios (12A, 12B) de inserción de boquilla de líquido,

15 las direcciones del chorro de gas de todos los orificios (91) de chorro pasan a través de un primer foco (261), en el que el primer foco (261) está colocado en un área (27) de flujo descendente cilíndrica definida por un diámetro exterior del metal fundido que fluye hacia abajo desde la pluralidad de boquillas (11A, 11B) de líquido, estando la primera boquilla (71) de chorro de gas configurada para expulsar gas a chorro contra el metal fundido que fluye hacia abajo a través de las boquillas (11A, 11B) de líquido para pulverizar el metal fundido,

en el que

el aparato de producción de polvo metálico comprende además:

20 una segunda boquilla (72) de chorro de gas que incluye una pluralidad de orificios (92) de chorro dispuestos en la superficie inferior del dispositivo (200) de chorro de gas de tal manera que forman segundos anillos (62) cada uno en un lado exterior de uno correspondiente de los primeros anillos (61), las direcciones del chorro de gas de todos los orificios (92) pasan a través de un segundo foco (262) que está colocado por debajo del primer foco (261) de la primera boquilla (71) de chorro de gas, estando la segunda boquilla (72) de chorro de gas configurada para expulsar gas a chorro para evitar la dispersión de partículas metálicas resultantes de la pulverización por la primera boquilla (71) de chorro de gas; y

25 una tercera boquilla (73) de chorro de gas que incluye una pluralidad de orificios (93) de chorro dispuestos en la superficie inferior del dispositivo (200) de chorro de gas de tal manera que forman un tercer anillo (63) en un lado exterior de la segunda boquilla (72) de chorro de gas, en el que la tercera boquilla (73) de chorro de gas está configurada para expulsar a chorro gas contra una superficie de pared interior de la cámara (4) de pulverización, en el que la dirección del chorro de gas de cada orificio de chorro se extiende hacia una parte más cercana de la superficie de pared interior de la cámara (4) de pulverización, y en el que el tercer anillo (63) y las direcciones (253) axiales de los orificios (93) de chorro se establecen de manera que la dirección del chorro de gas del gas expulsado a chorro desde cada orificio de chorro se extiende hacia la superficie de pared interior de la cámara (4) de pulverización.

35 2. El aparato de producción de polvo metálico según la reivindicación 1, que comprende además:

30 una cuarta boquilla (74) de chorro de gas que incluye una pluralidad de orificios (94) de chorro dispuestos a una altura predeterminada en la cámara (4) de pulverización, estando la cuarta boquilla (74) de chorro de gas configurada para expulsar gas a lo largo de una superficie de pared interior de la cámara (4) de pulverización para generar, en la cámara (4) de pulverización, un flujo arremolinado alrededor de un eje central de la cámara (4) de pulverización.

FIG. 1

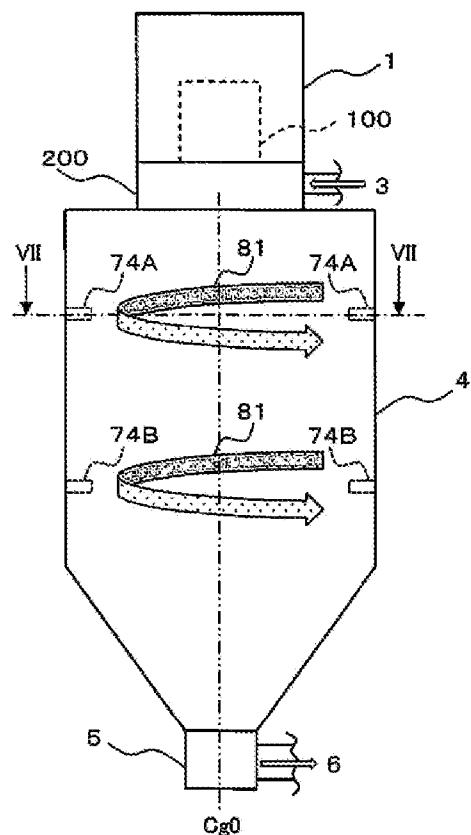


FIG. 2

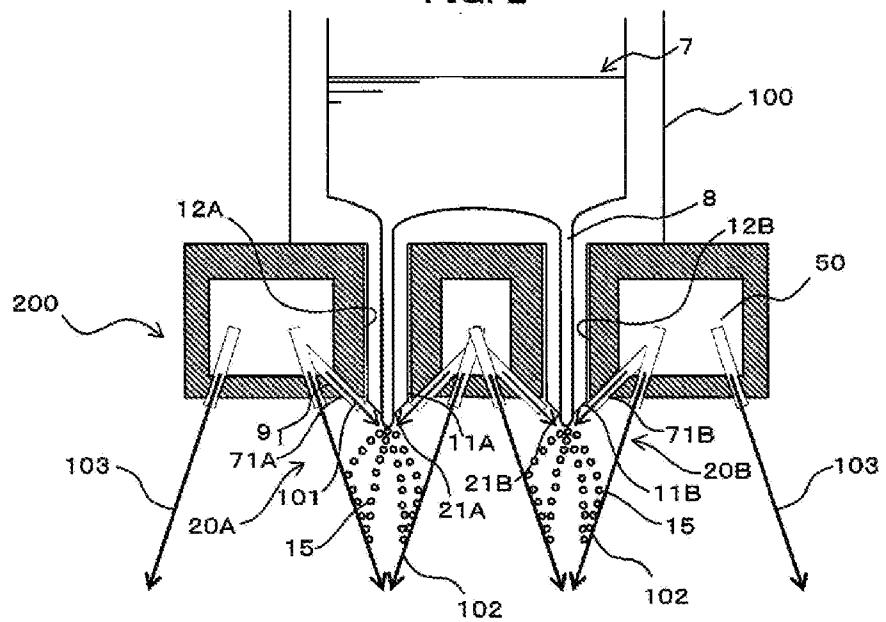


FIG. 3

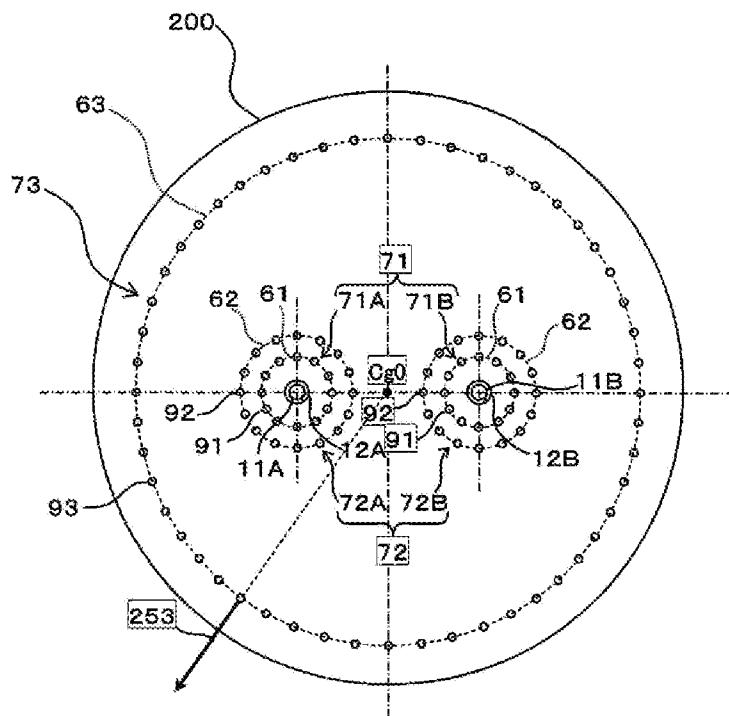


FIG. 4

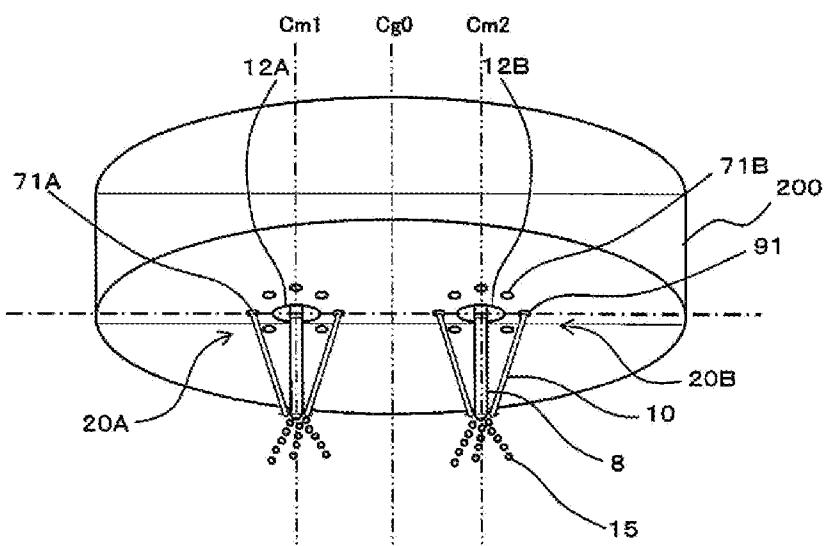


FIG. 5

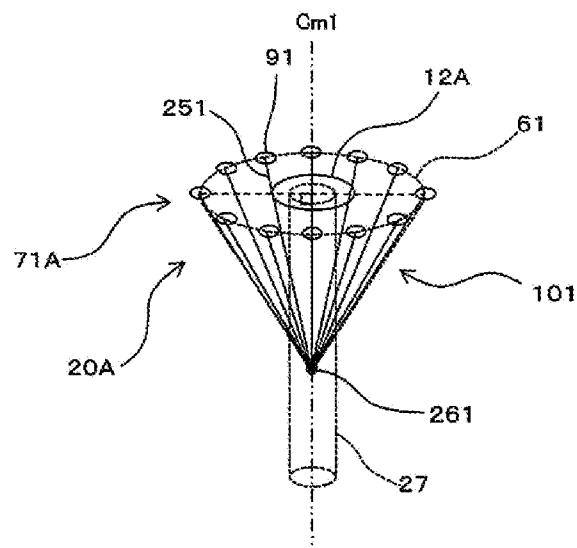


FIG. 6

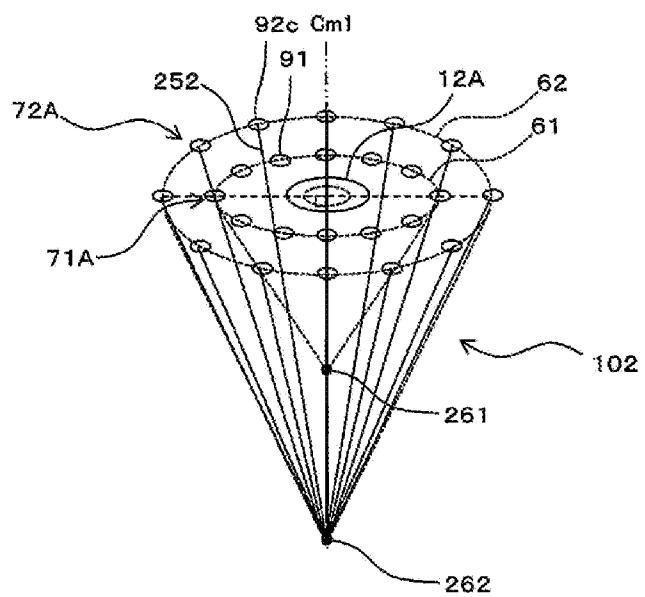


FIG. 7

