

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 649 047**

51 Int. Cl.:

B05B 7/14 (2006.01)

C23C 24/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2010 PCT/JP2010/073206**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2012 WO12086037**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2010 E 10861110 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017 EP 2657368**

54 Título: **Boquilla de pulverización en frío y dispositivo de pulverización en frío que utiliza una boquilla de pulverización en frío**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.01.2018

73 Titular/es:

**PLASMA GIKEN CO., LTD. (100.0%)
4-1, Imaichi, Yoriimachi Osato-gun
Saitama 369-1214, JP**

72 Inventor/es:

FUKANUMA, HIROTAKA

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 649 047 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

Boquilla de pulverización en frío y dispositivo de pulverización en frío que utiliza una boquilla de pulverización en frío

Campo de la técnica

5 La presente invención se refiere a una boquilla de pulverización en frío de tipo convergente-divergente que no se obstruye incluso cuando la formación de película se realiza mediante un método de pulverización en frío durante mucho tiempo y se refiere a un dispositivo de pulverización en frío que utiliza la boquilla de pulverización en frío.

Antecedentes de la técnica

10 Convencionalmente, se ha adoptado un método de galvanoplastia, método de revestimiento electrolítico, método de depósito por pulverización catódica, y método de pulverización de plasma y similares, como un método para formar una película. Sin embargo, se ha prestado atención a un método de pulverización en frío para formar una película usando polvo de materia prima en una fase sólida como una alternativa a los métodos convencionales para formar la película.

15 El método de pulverización en frío es un método para formar una película que incluye pasos; poner polvo de materia prima tal como metal, aleación, compuestos intermetálicos y cerámicos en un flujo de gas supersónico calentado; expulsar el polvo de materia prima y el gas de trabajo juntos desde una boca de descarga de una boquilla de una pistola de pulverización en frío; y aplastar el polvo de materia prima en una fase sólida contra un material base a alta velocidad de 500 m/s a 1.200 m/s.

20 La película formada por el método de pulverización en frío se conoce como la película que no se oxida fácilmente ni se deteriora térmicamente en comparación con una película formada por un método convencional. Además, la película formada por el método de pulverización en frío es densa y excelente en adherencia, y es excelente en las propiedades de la película incluyendo también conductividad eléctrica y conductividad térmica.

25 Sin embargo, el método de pulverización en frío tiene el inconveniente de que el polvo de materia prima se obstruye en una boquilla en la operación de pulverización en frío e impide que el método de pulverización en frío sea popular en el mercado. Una boquilla de pulverización en frío se fabrica generalmente usando un material metálico tal como acero inoxidable, acero para herramientas y carburo cementado. Cuando se utiliza una boquilla de pulverización en frío hecha de metal en combinación con un polvo tal como polvo de níquel, polvo de cobre, polvo de aluminio, polvo de acero inoxidable y polvo de "aleación de inconel" como polvo de materia prima, el polvo de materia prima se pega en la superficie periférica interna de la boquilla de pulverización en frío. Dependiendo del tipo de polvo de la materia prima, la boquilla se obstruye pocos minutos después del inicio de la operación de pulverización en frío. Por lo tanto, no se ha conseguido una operación de pulverización en frío durante mucho tiempo. Este fenómeno dificulta la formación de una película densa y uniforme. Al mismo tiempo, el intercambio frecuente de la boquilla de pulverización en frío puede disminuir la relación de funcionamiento del dispositivo de pulverización en frío y aumentar el coste para la formación de la película. Para resolver tales problemas, se ha propuesto la siguiente invención.

35 El documento JP 2008-253889A describe un objeto de la invención para evitar drásticamente tanto el pegado del polvo de materia prima a la parte divergente de la boquilla como la obstrucción de la boquilla de pulverización en frío. A continuación, la medida expuesta se caracteriza por una boquilla de pulverización en frío que incluye una parte convergente y una parte divergente; el polvo de materia prima se pone en la parte convergente desde una entrada usando gas de trabajo a una temperatura igual o inferior al punto de fusión del polvo de materia prima; y
40 expulsar el polvo de materia prima desde una boca de descarga de una boquilla en una salida de la parte divergente como un flujo supersónico; en donde la parte divergente, al menos su superficie periférica interior está formada por materiales que incluyen material cerámico de nitruro de silicio (material cerámico de base N), material cerámico de zirconio (material cerámico de base O) y material cerámico de carburo de silicio (material cerámico de base C), denominados de aquí en adelante colectivamente como "materiales cerámicos de base OCN".

45 De acuerdo con los ejemplos descritos en el Documento de Patente 1, cuando se usa polvo de cobre como polvo de materia prima y se usa una boquilla de pulverización en frío hecha de acero inoxidable, la boquilla de pulverización en frío se obstruye aproximadamente tres a cuatro minutos después del comienzo de la pulverización en frío y hace imposible la operación de pulverización en frío. Por el contrario, cuando se utiliza una boquilla de pulverización en frío de material cerámico de base OCN, el fenómeno, el pegado del polvo de cobre a la superficie periférica interna
50 de la boquilla de pulverización en frío ocurre difícilmente y la boquilla no se obstruye incluso 30 minutos después del comienzo de la operación de pulverización en frío. Por lo tanto, la invención expuesta en el documento JP 2008-253889A puede ser eficaz para evitar la obstrucción de la boquilla de pulverización en frío.

55 El documento US 4.911.805A describe una boquilla de pulverización en frío del tipo convergente-divergente básica. El documento enseña a hacer toda la boquilla de material uniforme y el documento sugiere metales, materiales cerámicos, cuarzo y vidrio. El documento sugiere la selección de material con el fin de evitar una reacción con partículas ultra finas que se generen y la facilidad de trabajo mecánico así como la emisión de gases en el sistema de vacío. Con el propósito de evitar la adhesión o pegado de material en partículas, el documento enseña un

revestimiento o recubrimiento de la superficie periférica interior, por ejemplo con un recubrimiento de poli-fluoroetileno.

[Compendio de la Invención]

[Problemas que se han de resolver]

5 Sin embargo, han aumentado en el mercado los campos técnicos que requieren la aplicación de una película de alta calidad formada por el método de pulverización en frío. Como resultado, el mercado ha exigido una boquilla de pulverización en frío que pueda utilizarse continuamente durante más tiempo para conseguir la alta productividad.

Además, también existen los campos técnicos que pretenden formar una película gruesa, no una película delgada por el método de pulverización en frío. Por ejemplo, la demanda incluye la formación de una capa gruesa de cobre que tiene un espesor superior a 10 mm por el método de pulverización en frío utilizando un polvo de cobre como polvo de materia prima. En tal caso, se requiere la operación continua de pulverización en frío durante 100 minutos o más. En tal operación continua durante largo tiempo, el polvo de cobre se pega a la superficie periférica interna de la boquilla de pulverización en frío y el polvo de materia prima se deposita en la porción pegada incluso cuando se usa la boquilla de pulverización en frío hecha de material cerámico de base OCN descrita en el documento JP 2008-253889A, es decir la boquilla no se obstruye permitiendo una formación de película adicional.

Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar una boquilla de pulverización en frío que pueda utilizarse continuamente durante un largo tiempo sin obstruir la boquilla de pulverización fría incluso cuando se usa polvo de materia prima que causa más fácilmente la obstrucción de la boquilla como es el polvo de cobre.

[Medios para resolver el Problema]

20 Como resultado de un estudio diligente, los presentes inventores llegaron a la siguiente invención como una solución del problema anteriormente descrito. La presente invención se explicará a continuación.

Boquilla de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención: Una boquilla de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención es una boquilla de tipo convergente-divergente que comprende una parte convergente, una parte de garganta y una parte divergente dispuestas secuencialmente en este orden para constituir una trayectoria de flujo de gas de trabajo a lo largo de una dirección de flujo de gas de trabajo desde un lado de entrada hacia un lado de salida, en donde una superficie periférica interior de la parte divergente tiene una forma cónica y sólo una parte de la superficie periférica interna está constituida por un material de vidrio.

En la boquilla de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención, la parte de la superficie periférica interna constituida por el material de vidrio en la parte divergente es el área desde la posición de aproximadamente 50 mm desde la parte de garganta hacia el lado de salida del gas de trabajo a la boca de descarga desde donde expulsa el gas de trabajo.

En la boquilla de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención, el material de vidrio es preferiblemente vidrio de cuarzo o vidrio de silicato de boro.

35 Dispositivo de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención: Un dispositivo de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención se caracteriza por que comprende la boquilla de pulverización en frío descrita anteriormente.

[Ventajas de la invención]

40 En la boquilla de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención, una parte de la superficie periférica interna de la parte divergente en donde el polvo de materia prima se pega fácilmente está constituida por un material de vidrio. Mediante el uso de la presente boquilla de pulverización en frío, el polvo de materia prima no se pega a la superficie periférica interna de la boquilla de pulverización en frío incluso cuando la operación de pulverización en frío se continúa durante un tiempo prolongado. Una película de pulverización en frío de calidad estable puede obtenerse en una operación durante mucho tiempo.

[Breve descripción de los dibujos]

45 [FIG. 1] Figura 1 es una vista esquemática en sección transversal que muestra un ejemplo de una boquilla de pulverización en frío que sirve para explicar características de la presente invención pero que no forma parte de la presente invención.

[FIG. 2] Figura 2 es una vista esquemática en sección transversal que muestra un ejemplo de una boquilla de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención.

50 [FIG. 3] Figura 3 es una vista esquemática en sección transversal que muestra un ejemplo de una boquilla de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención.

[FIG. 4] Figura 4 es una vista esquemática que muestra una estructura entera de un dispositivo de pulverización en frío.

Se explicarán los símbolos de referencia utilizados en los dibujos anteriores. 1: boquilla de pulverización en frío, 1a: parte de garganta, 1b: parte convergente, 1c: parte divergente, 1e: boca de descarga, 2: material de vidrio, 3: elemento hecho de material distinto del material de vidrio, 4: cilindro de gas comprimido, 5: tubería de gas de trabajo, 6: tubería de gas portador, 7a, 7b: regulador de presión, 8a, 8b: válvula reguladora de flujo, 9a, 9b: caudalímetro, 10a, 10b: manómetro, 11: pistola de pulverización en frío, 11a: puerto de polvo, 12: cámara, 13: manómetro, 14: termómetro, 15: dispositivo de suministro de polvo de materia prima, 16: báscula, 17: tubería de suministro de polvo de materia prima, 18: fuente de alimentación del calentador, 19: calentador de gas de trabajo, 20: material de base.

[Descripción detallada de las realizaciones]

A continuación se explicarán las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos. La figura 1 es una vista esquemática en sección transversal que ejemplifica una boquilla de pulverización en frío que sirve para explicar ciertas características de la presente invención. La figura 2 es una vista esquemática que muestra una estructura completa de un dispositivo de pulverización en frío de acuerdo con una realización de la invención. Por lo tanto, se explicará el caso en el que la boquilla de pulverización en frío ilustrada en la figura 1 está equipada en el dispositivo de pulverización en frío mostrado en la figura 2.

Realizaciones de la boquilla de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención:

Un ejemplo explicativo de una boquilla 1 de pulverización en frío que no forma parte de la presente invención se muestra en la figura 1. Una realización de una boquilla 1 de pulverización en frío se muestra en la figura 2. En el ejemplo y en la realización, la velocidad lineal del flujo de gas de trabajo es lenta en la parte 1b convergente y el flujo desde la parte 1b convergente hacia la parte 1a de garganta se hace a velocidad sónica y la velocidad lineal máxima se logra en la boca de descarga de la parte 1c divergente después de pasar la parte 1a de la garganta.

Como se muestra en la figura 3, en la boquilla de pulverización en frío según la presente invención, sólo una parte de la superficie periférica interna constituida por el material de vidrio en la parte divergente puede ser el área desde la posición de aproximadamente 50 mm de la parte de la garganta hacia el lado de salida del gas de trabajo hacia la boca de descarga desde donde expulsa el gas de trabajo. Es decir, la característica de la presente invención es que la parte de la superficie periférica interna de la parte divergente a la que las partículas no se adhieren fácilmente no requiere estar constituida por un material de vidrio.

La porción de la superficie periférica interior de la parte divergente donde las partículas se adhieren fácilmente está en el intervalo de aproximadamente 50 mm desde la parte de la garganta hacia el lado de salida del gas de trabajo en la parte divergente. Dentro del intervalo, una posición crítica donde las partículas comienzan a adherirse tiende a determinarse en función del tipo de partículas, de la velocidad lineal y de la temperatura de las partículas. Por lo tanto, la posición exacta para proporcionar el material de vidrio para la superficie periférica interna de la parte divergente puede decidirse arbitrariamente en vista del tipo de polvo de metal bruto a utilizar y del estado de funcionamiento del dispositivo de pulverización en frío y similares. Empíricamente, cuando el tipo de polvo de materia prima es el mismo, las partículas tienden a pegarse en la posición de la parte 1c divergente más próxima a la parte 1a de garganta en la boquilla 1 de pulverización en frío a una velocidad lineal más rápida del gas de trabajo y a una temperatura más alta del gas de trabajo. Por otra parte, a una velocidad lineal más lenta del gas de trabajo y a una temperatura más baja del gas de trabajo, las partículas tienden a pegarse al lado de salida de la parte 1c divergente de la boquilla 1 de pulverización en frío.

El material 2 de vidrio que constituye la superficie periférica interior de la parte 1c divergente según la presente invención se describirá a continuación. El material de vidrio que se utilizará en la presente invención puede incluir vidrio de cuarzo, vidrio de sílice, vidrio de silicato alcalino, vidrio sodo-cálcico, vidrio sodo-potásico, vidrio de plomo o vidrio de bario. En la boquilla 1 de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención, el material 2 de vidrio que constituye la superficie periférica interior de la parte 1c divergente puede seleccionarse apropiadamente dependiendo de las características requeridas incluyendo resistencia a la abrasión y resistencia al calor requeridas según la condición que incluye el tipo de materia prima en polvo y la temperatura del gas de trabajo. Por ejemplo, cuando la materia prima en polvo que acompaña al gas de trabajo es polvo metálico de alta dureza, el vidrio duro empleado como material 2 de vidrio que constituye la superficie periférica interior de la parte 1c divergente puede reducir la abrasión y el daño sobre el material de vidrio que constituye la superficie periférica interior. Además, cuando se utiliza polvo metálico que tiene un punto de fusión elevado como polvo de materia prima, el vidrio resistente al calor empleado como material 2 de vidrio que constituye la superficie periférica interior de la parte 1c divergente hace fácil que la aplicación de la temperatura del gas de trabajo sea superior a 1000°C.

A continuación, es preferible utilizar como material de vidrio o bien vidrio de cuarzo o bien vidrio de silicato de boro. Esto es porque el cristal de cuarzo y el vidrio de silicato de boro son excelentes en resistencia al calor y/o radiación de calor. Además, el vidrio de cuarzo y el vidrio de silicato de boro tienen bajo coeficiente de expansión térmica y excelente resistencia al choque térmico (diferencia de temperatura rápida). El vidrio de cuarzo y el vidrio de silicato

de boro son también excelentes en características mecánicas tales como resistencia a la abrasión, resistencia a la corrosión y resistencia a la tracción. Por lo tanto, cuando la parte de la superficie periférica interna de la parte 1c divergente donde las partículas se pegan fácilmente está constituida o bien por vidrio de cuarzo o bien por vidrio de silicato de boro, se impide efectivamente el pegado del polvo de materia prima y también se impide la obstrucción de la boquilla.

A continuación se explicará la estructura entera de la boquilla de pulverización en frío. Las configuraciones mostradas en las figuras 2 y 3 son vistas esquemáticas en sección transversal que muestran configuraciones típicas de la boquilla de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención. Todas las boquillas 1 de pulverización en frío mostradas en las figuras 1 a 3 son comúnmente constituidas por miembros hechos de dos materiales, el material 2 de vidrio y el miembro de material 3 distinto del material de vidrio. Sin embargo, en las figuras 1 y 2, casi todas las partes que constituyen las partes 1c divergentes de la boquilla de pulverización en frío están constituidas por el material 2 de vidrio. En contraste, en la figura 3, la boquilla 1 de pulverización en frío es diferente en configuración porque solamente una parte de la superficie periférica interna de la parte 1c divergente está constituida por el material de vidrio.

Se explicará la razón por la que se emplean las boquillas de pulverización en frío mostradas en las figuras 1 a 3. Por supuesto, la parte convergente y la parte de garganta en la boquilla de pulverización en frío también pueden estar constituidas por material de vidrio. Sin embargo, cuando la parte de garganta está formada del material de vidrio, se conoce empíricamente que la parte de garganta se desgasta poco tiempo después del comienzo de la operación de pulverización en frío y aumenta el diámetro de la garganta. Cuando el área de la sección transversal de la parte de la garganta está indicada por $[As]$ y el área de la sección transversal de la parte divergente está indicada por $[Ad]$, la velocidad lineal del gas de trabajo es proporcional a $[Ad] / [As]$. Por lo tanto, cuando el diámetro de la garganta aumenta, es decir, $[As]$ aumenta, el valor de $[Ad] / [As]$ disminuye para hacer la velocidad lineal del gas en la parte divergente extremadamente lenta y hace imposible el depósito de una película. Por lo tanto, no es preferible. Así, la parte de garganta constituida por material de vidrio no es preferible desde el punto de vista de prevención del aumento del diámetro de la garganta. Además, debido a que también se sabe empíricamente que las partículas pueden no adherirse fácilmente a las partes que incluyen la parte convergente y la parte de garganta en la boquilla de pulverización en frío, es menos necesario usar el material de vidrio. Por lo tanto, es preferible que el material metálico o material cerámico que es excelente en resistencia a la abrasión se use selectivamente para la parte convergente y la parte de garganta.

En las boquillas 1 para la pulverización en frío mostradas en las figuras 1 y 2, las partes principales de las partes 1c divergentes están moldeadas integralmente por el material 2 de vidrio, y medios de conexión arbitrarios tales como una estructura de unión se usan como una estructura requerida para acoplar las partes 1c divergentes a las partes 1a de garganta. Las configuraciones se pueden entender fácilmente a partir de los dibujos. Sin embargo, para la configuración que se muestra en la figura 3, la explicación detallada puede ser necesaria para entenderla. Luego, la configuración se explicará a continuación con referencia principalmente a la figura 3.

En la boquilla 1 para la pulverización en frío de acuerdo con la presente invención, se requiere al menos que se incluyan la parte 1b convergente, la parte 1a de garganta y la parte 1c divergente. La condición de sus formas puede ser fijada arbitrariamente excepto que el espacio rodeado por la superficie periférica interior de la parte 1c divergente tiene una forma cónica. Por lo tanto, la forma exterior de la boquilla 1 de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención no se limita a las formas ilustradas en las figuras 1 a 3, y la forma exterior puede cambiarse apropiadamente dependiendo del requerimiento para una fácil manipulación y similares.

La boquilla 1 de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención es también llamada una boquilla de tipo convergente-divergente. Por lo tanto, el área en sección transversal de la superficie periférica interna de la parte 1b convergente se reduce gradualmente hacia la parte 1a de garganta. Por otra parte, el área de la sección transversal de la superficie periférica interior de la parte 1c divergente se incrementa gradualmente desde la parte 1a de garganta hacia el otro extremo de la boquilla (el lado 1e de la boca de descarga). Es decir, los interiores de la parte 1b convergente y de la parte 1c divergente son espacios sustancialmente cónicos. Los ángulos de conicidad de estos espacios sustancialmente cónicos, las longitudes y similares de la parte 1b convergente y la parte 1c divergente, y el área de sección transversal de la parte 1a de garganta se pueden fijar arbitrariamente mientras no dificulten la función de la pistola 11 de pulverización en frío.

La figura 3 ejemplifica la estructura en la que la parte 1c divergente está formada por dos miembros del material 2 de vidrio y el miembro hecho de material 3 distinto del material de vidrio. Como se puede comprender a partir de la figura 3, en la boquilla 1 de pulverización en frío según la presente invención, una parte de la superficie periférica interior de la parte 1c divergente está constituida por el material 2 de vidrio. Es decir, la boquilla 1 de pulverización en frío mostrada en la figura 3 tiene la estructura en que sólo una porción de la superficie periférica interior de la parte 1c divergente donde las partículas se adhieren fácilmente está provista de la superficie periférica interna constituida por el material 2 de vidrio y la porción periférica exterior de la parte 1c divergente está constituida por el miembro hecho de material 3 distinto del material de vidrio diferente del material 2 de vidrio. El "material distinto del material de vidrio" utilizado para la parte periférica exterior de la parte 1c divergente puede incluir un material metálico y un material de resina resistente al calor. Cuando se utiliza material metálico o material de resina resistente al calor para la parte periférica exterior de la parte 1c divergente, la superficie periférica interna de la parte

1c divergente hecha del material de vidrio no se daña fácilmente incluso si se produce un fuerte choque, es decir, pueden ser mejoradas las prestaciones de manipulación. Además, dicha estructura permite el intercambio sólo del material 2 de vidrio que constituye la superficie periférica interior de la parte 1c divergente. Por lo tanto, incluso cuando el material de vidrio para la superficie periférica interior está dañado, no se requiere el intercambio de toda la boquilla 1 de pulverización en frío. Sólo puede ser intercambiado el material 2 de vidrio.

Cuando el material de vidrio se utiliza en combinación con el material distinto del material de vidrio, es preferible que los materiales que tienen coeficientes de expansión lineal tan cercanos como sea posible se empleen selectivamente en combinación. Cuando la diferencia entre los coeficientes de expansión lineal de los materiales combinados es grande, puede ocurrir la exfoliación interfacial en una superficie de conexión y el material de vidrio puede agrietarse si se produce un choque térmico. Por lo tanto, cuando se deben combinar inevitablemente materiales que tienen diferentes coeficientes de expansión lineal, debe insertarse un material que tenga un coeficiente medio de expansión lineal entre los coeficientes de expansión lineal de los dos materiales.

Aquí, para las partes 1b convergentes y las partes 1a de garganta en las boquillas 1 de pulverización en frío mostradas en las figuras 1 a 3, se puede emplear un miembro que utilice un material excelente en resistencia al calor que sea duradero a la temperatura del gas de trabajo. Por ejemplo, cuando polvo que tiene un alto punto de fusión que requiere alta temperatura para el gas de trabajo se usa como polvo de materia prima en la boquilla 1 de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención, es preferible que estén constituidos por un material resistente al calor tal como acero inoxidable e "inconel" (marca registrada, la misma en adelante). El "inconel" mostrado en la presente invención es una súper aleación basada en níquel excelente en características a alta temperatura tales como resistencia a la corrosión, resistencia a la oxidación y resistencia a la fluencia. Dado que la "aleación de inconel" tiene un nivel de resistencia al calor de 1.300°C, la temperatura del gas de trabajo ajustada a más de 1.000°C no causa ningún problema. En cuanto a la parte 1a de garganta en la boquilla 1 de pulverización en frío, es preferible emplear un material resistente a la abrasión seleccionado de carburo cementado, material cerámico y similares para evitar la abrasión causada por el aplastamiento con polvo de materia prima.

Dado que la superficie periférica interior de la parte 1c divergente donde el polvo de materia prima se pega fácilmente está constituida por el material 2 de vidrio en la boquilla 1 de pulverización en frío de acuerdo a la presente invención como se ha descrito anteriormente, la superficie diferente de la superficie periférica interna formada por mecanizado de metales o materiales cerámicos y similares no atrapa el polvo de materia prima en absoluto. Como el material 2 de vidrio puede ser conformado mediante deformación en distintas formas dependiendo de varios métodos de procesamiento tales como el moldeo por prensado en caliente utilizando una matriz metálica y similares, se puede lograr una alta precisión de moldeo y también es preferible desde el punto de vista económico.

Realización del dispositivo de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención:

El dispositivo de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención se caracteriza en que el dispositivo comprende la boquilla de pulverización en frío descrita anteriormente. El diseño básico del dispositivo de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención se muestra en la figura 4.

Es decir, el dispositivo de pulverización en frío es el dispositivo que incluye medios de suministro de polvo de materia prima para suministrar polvo de materia prima, medios de suministro de gas para suministrar gas de trabajo y gas portador y la pistola 11 de pulverización en frío para expulsar el polvo de materia prima como flujo supersónico utilizando el gas de trabajo a una temperatura igual o inferior al punto de fusión del polvo de la materia prima. La característica es que la boquilla 1 de pulverización en frío según la presente invención se utiliza como la pistola 11 de pulverización en frío.

El dispositivo de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención incluye los medios de suministro de gas para suministrar gas de trabajo calentado a una temperatura igual o inferior al punto de fusión del polvo de materia prima a una cámara 12 usando un calentador 19 de gas de trabajo, y los medios de suministro de polvo de materia prima para poner el polvo de materia prima transportado a través de una tubería 17 de suministro de polvo de materia prima desde una salida de un puerto 11a de polvo dispuesto en la cámara 12. La condición de aceleración y calor del polvo de materia prima varía drásticamente dependiendo de la condición de calor del calentador 19 de gas de trabajo para el gas de trabajo. La velocidad lineal del gas de trabajo en la parte divergente se incrementa cuando la temperatura del gas es alta y por consiguiente aumenta la velocidad lineal del polvo de la materia prima. Además, cuando la temperatura del polvo de la materia prima es elevada, la deformación plástica en el aplastamiento se facilita y mejora tanto la relación de depósito al material 20 de base como las características de la película. Sin embargo, el fenómeno del polvo de materia prima que se pega en la parte 1c divergente de la boquilla 1 de pulverización en frío y la boquilla obstruida tienden a ocurrir bajo la operación de pulverización en frío llevada a cabo a alta temperatura bajo alta presión empíricamente.

Sin embargo, empleando la boquilla 1 de pulverización en frío descrita anteriormente en el dispositivo de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención, el polvo de materia prima no se pega a la superficie periférica interna de la parte 1c divergente de la boquilla 1 de pulverización en frío incluso en la operación de pulverización en frío durante mucho tiempo a alta temperatura bajo alta presión.

Es decir, en el caso de utilizar el dispositivo de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención, la boquilla no se obstruye incluso en la operación de pulverización en frío durante mucho tiempo a alta temperatura bajo alta presión. En consecuencia, a medida que se eleva la temperatura del polvo de materia prima para aumentar la velocidad de aplastamiento del polvo de materia prima con el material 20 de base, se puede incrementar la cantidad de deformación del polvo de materia prima aplastado con la superficie del material 20 de base. Por lo tanto, en el dispositivo de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención, el polvo de materia prima que tiene un alto punto de fusión tal como polvo de níquel, polvo de titanio y similares al que un dispositivo convencional de pulverización en frío difícilmente puede realizar la formación de película. Además, ya que la boquilla no se obstruye fácilmente, la operación de pulverización en frío durante mucho tiempo se hace posible y mejoran drásticamente las eficiencias tanto en la formación de la película como en la operación del dispositivo.

La presente invención se explicará a continuación en detalle con referencia a los ejemplos.

Ejemplo 1

[Boquilla de pulverización en frío y dispositivo de pulverización en frío]

La boquilla de pulverización en frío utilizada en el ejemplo 1 es la boquilla de pulverización en frío mostrada en la figura 1. La parte 1c divergente entera estaba constituida por el material 2 de vidrio (vidrio de silicato de boro). Esto es, la superficie periférica interior de la parte divergente después de la parte 1a de garganta hacia el lado de la boca de descarga 1e de gas de trabajo estaba constituida por vidrio de silicato de boro. A continuación se explicará el detalle con referencia a la figura 4.

Un espacio rodeado por la superficie periférica interior en la parte 1b convergente tenía sustancialmente una forma cónica con el diámetro interior de 20 mm en un extremo de entrada, el diámetro interior de 2 mm en la parte 1a de garganta, y la longitud de 150 mm. Entonces, el extremo de entrada de la parte 1b convergente estaba dispuesto frente al puerto cilíndrico 11a de polvo (diámetro interior de 20 mm-phi, longitud de 100 mm) previsto en la cámara 12 como región de precalentamiento. La distancia desde el extremo de salida del puerto 11a de polvo a la parte 1a de garganta era de 200 mm. Una región rodeada por la superficie periférica interior en la parte 1c divergente era de forma sustancialmente cónica con una longitud de 200 mm desde la parte 1a de garganta hasta la boca de descarga 1e que tiene el diámetro interior de 6 mm.

[Formación de película por el dispositivo de pulverización en frío]

En el ejemplo 1, la boquilla de pulverización en frío descrita anteriormente se equipó en el dispositivo de pulverización en frío que tiene la estructura mostrada en la figura 4 y la operación de pulverización en frío se llevó a cabo durante 300 minutos. En la operación de pulverización en frío, se utilizó gas nitrógeno como gas de trabajo, se utilizó polvo de "inconel 625" que causa más fácilmente la obstrucción de la boquilla que el polvo de cobre como polvo de materia prima, la temperatura del gas de trabajo fue de 800°C, la velocidad de suministro de polvo fue de 200 g / minuto, y la presión del gas de la cámara fue de 3 MPa.

Como resultado de la prueba descrita anteriormente, la operación de pulverización en frío durante 300 minutos se desarrolló sin turbulencia en el flujo de chorro del polvo de "inconel 625" y sin la obstrucción de la boquilla 1 de pulverización en frío. En la investigación de la superficie periférica interior de la boquilla de pulverización en frío después de terminar la operación de pulverización en frío, no se detectó la adherencia del polvo de "inconel 625" ni a la parte 1c divergente, ni a la parte 1a de garganta, y ni a la parte 1b convergente. La eficacia de formación de película del polvo de "inconel 625" en el ejemplo 1 fue satisfactoria al 70%.

Ejemplo 2

El ejemplo 2 se describirá a continuación. Sin embargo, el ejemplo 2 era básicamente el mismo que el ejemplo 1 con respecto a cada ítem. Por lo tanto, la explicación superpuesta se omitirá y sólo se describirá la diferencia con respecto al ejemplo 1.

[Boquilla de pulverización en frío y dispositivo de pulverización en frío]

La boquilla de pulverización en frío utilizada en el ejemplo 2 es como se muestra en la figura 3. La parte 1c divergente está provista de una superficie periférica interna constituida por el material 2 de vidrio (vidrio de silicato de boro) después de la posición de 50 mm desde la parte 1a de garganta hacia el lado de gas de trabajo de la parte divergente hacia la boca de descarga 1e para el gas de trabajo en la parte divergente. La parte periférica exterior de la parte 1c divergente estaba constituida por material cerámico de nitruro de silicio. El diseño del dispositivo de pulverización en frío empleado fue el mismo que en el ejemplo 1, cuyo diseño se muestra esquemáticamente en la figura 4.

[Formación de película por el dispositivo de pulverización en frío]

En el ejemplo 2, se formó una película de "inconel 625" igual que en el ejemplo 1. Como resultado del ensayo anteriormente descrito, se llevó a cabo la operación de pulverización en frío durante 300 minutos sin turbulencia en

el flujo de chorro del polvo de cobre y sin la obstrucción de la boquilla 1 de pulverización en frío. En la investigación de la superficie periférica interior de la tobera de pulverización fría después de finalizar la operación de pulverización en frío, no se detectó el pegado del polvo de "inconel 625" ni a la parte 1c divergente, ni a la parte 1a de garganta y ni a la parte 1b convergente. La eficacia de formación de película del polvo de "inconel 625" en el ejemplo 2 fue satisfactoria al 95%.

Ejemplo 3

En el ejemplo 3, se usó el mismo dispositivo que en el ejemplo 1. La parte de material de vidrio estaba constituida por vidrio de cuarzo, y el polvo de la materia prima se cambió al polvo de "acero inoxidable (316L)" que causa más fácilmente la obstrucción de la boquilla que el polvo de cobre. Se omitirá la explicación superpuesta y sólo se describirá el estado de obstrucción de la boquilla 1 de pulverización en frío.

Como resultado del ensayo anteriormente descrito, se realizó la operación de pulverización en frío durante 300 minutos sin turbulencia en el flujo de chorro del polvo de "acero inoxidable (316L)" y sin la obstrucción de la boquilla 1 de pulverización en frío. En la investigación de la superficie periférica interior de la boquilla de pulverización en frío después de finalizar la operación de pulverización en frío, no se detectó el pegado del polvo de "acero inoxidable (316L)" ni a la parte 1c divergente, ni a la parte 1a de garganta y ni a la parte 1b convergente. La eficacia de formación de película del polvo de "acero inoxidable (316L)" fue satisfactoria al 90%.

Ejemplo 4

En el ejemplo 4, se usó el mismo dispositivo que en el ejemplo 2. La parte de material de vidrio estaba constituida por vidrio de cuarzo, y el polvo de "acero inoxidable (316L)" se usó como polvo de materia prima como en el ejemplo 3. Por lo tanto, se omitirá la explicación superpuesta y sólo se describirá el estado de obstrucción de la boquilla 1 de pulverización en frío.

Como resultado del ensayo anteriormente descrito, se llevó a cabo la operación de pulverización en frío durante 300 minutos sin turbulencia en el flujo de chorro del polvo de "acero inoxidable (316L)" y sin la obstrucción de la boquilla 1 de pulverización en frío. En la investigación de la superficie periférica interior de la boquilla de pulverización fría después de finalizar la operación de pulverización en frío, no se detectó el pegado del polvo de "acero inoxidable (316L)" ni a la parte 1c divergente, ni a la parte 1a de garganta y ni la parte 1b convergente. La eficacia de formación de película del polvo de "acero inoxidable (316L)" fue satisfactoria al 90%.

Ejemplos Comparativos

[Ejemplo comparativo 1]

En el ejemplo comparativo 1, se utilizó el mismo polvo de materia prima que en los ejemplos 1 y 2, se llevó a cabo el ejemplo comparativo 1 para comparación con los ejemplos 1 y 2 principalmente.

En el ejemplo comparativo 1, la forma de la boquilla 1 de pulverización en frío y las condiciones de funcionamiento del dispositivo de pulverización en frío eran las mismas que en los ejemplos excepto en que toda la parte 1c divergente que incluye la superficie periférica interna de la boquilla 1 de pulverización en frío estaba hecha de material cerámico de nitruro de silicio. En el ensayo en el que se usó la boquilla de pulverización en frío para el ejemplo comparativo 1, no se detectó el pegado del polvo de "inconel 625" a los 30 minutos de funcionamiento del dispositivo de pulverización en frío. Es decir, se confirmó el nivel del efecto ventajoso descrito en el Documento de Patente 1. Sin embargo, como se detectó el pegado de una pequeña cantidad de polvo de "inconel 625" a la boquilla de pulverización en frío a los 120 minutos de funcionamiento de la pulverización en frío, se detuvo el ensayo.

[Ejemplo comparativo 2]

En el ejemplo comparativo 2, se utilizó el mismo polvo de materia prima que en los ejemplos 3 y 4, se llevó a cabo el ejemplo comparativo 2 para comparación con los ejemplos 3 y 4 principalmente.

En el ejemplo comparativo 2, la forma de la boquilla 1 de ensayo de pulverización en frío y las condiciones de funcionamiento del dispositivo de pulverización en frío eran las mismas que en los ejemplos excepto en que la parte 1c divergente entera que incluye la superficie periférica interna de la boquilla 1 de pulverización fría estaba hecha de material cerámico de nitruro de silicio. En el ensayo en el que se usó la boquilla de pulverización en frío para el ejemplo comparativo 2, no se detectó el pegado del polvo de "acero inoxidable (316L)" a los 30 minutos de funcionamiento del dispositivo de pulverización en frío. Es decir, se confirmó el nivel del efecto ventajoso descrito en el Documento de Patente 1. Sin embargo, como se detectó el pegado de una pequeña cantidad del polvo de "acero inoxidable (316L)" a la boquilla de pulverización en frío a 120 minutos de funcionamiento de la pulverización en frío, se detuvo el ensayo.

[Aplicabilidad Industrial]

Puesto que el pegado del polvo de materia prima a la superficie periférica interna de la parte divergente seguida de la obstrucción de la boquilla de pulverización en frío puede ser obstaculizado drásticamente usando la boquilla de

5 pulverización en frío de acuerdo con la presente invención, se puede lograr una operación de pulverización en frío durante mucho tiempo. A continuación, la operación de pulverización en frío durante mucho tiempo mejora la eficacia de formación de película y da lugar a una drástica reducción del coste de producción en el método de pulverización en frío. Mediante el empleo de la boquilla de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención, se facilita la formación de una película gruesa que requiere una operación de tiempo prolongado del dispositivo de pulverización en frío.

10 El dispositivo de pulverización en frío de acuerdo con la presente invención permite el funcionamiento utilizando un gas de trabajo a alta temperatura bajo alta presión sin provocar la obstrucción de la boquilla. En consecuencia, pueden usarse diversos tipos de polvo que nunca han sido aplicables como polvo de materia prima para formar una película de pulverización en frío.

REIVINDICACIONES

1. Boquilla (1) de pulverización en frío de tipo convergente-divergente que comprende:
una parte (1b) convergente;
una parte (1a) de garganta; y
- 5 una parte (1c) divergente dispuestas secuencialmente en este orden para constituir una trayectoria de flujo de gas de trabajo a lo largo de la dirección de flujo de gas de trabajo desde un lado de entrada a un lado de salida, en donde
una superficie periférica interior de la parte (1c) divergente tiene una forma cónica,
caracterizado por que sólo una parte de la superficie periférica interior de la parte (1c) divergente está constituida por
- 10 un material (2) de vidrio, y
la parte de la superficie periférica interior constituida por el material (2) de vidrio en la parte (1c) divergente es el área desde la posición de aproximadamente 50 mm desde la parte (1a) de garganta hacia el lado de salida del gas de trabajo a una boca de descarga (10) desde donde el gas de trabajo se expulsa en funcionamiento.
- 15 2. La boquilla de pulverización en frío según la reivindicación 1, en la que el material (2) de vidrio es vidrio de cuarzo o vidrio de silicato de boro.
3. Un dispositivo de pulverización en frío que comprende la boquilla (1) de pulverización en frío de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2.

FIG.1

1

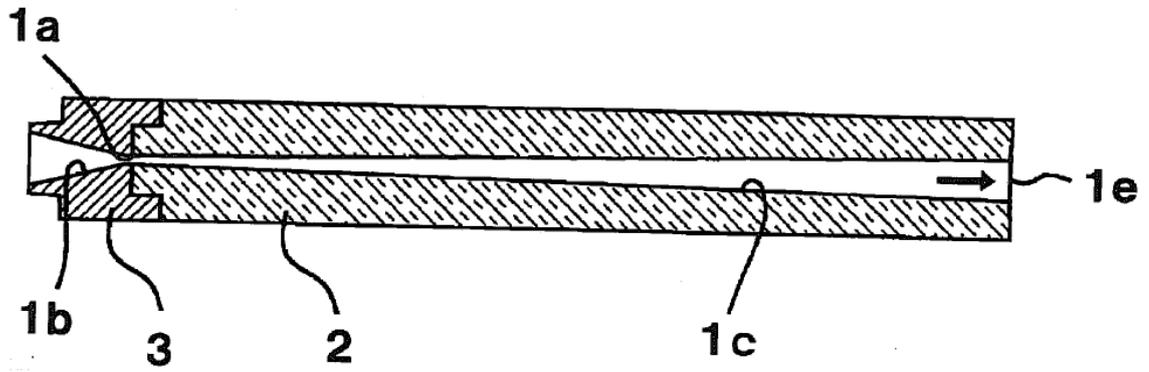


FIG.2

1

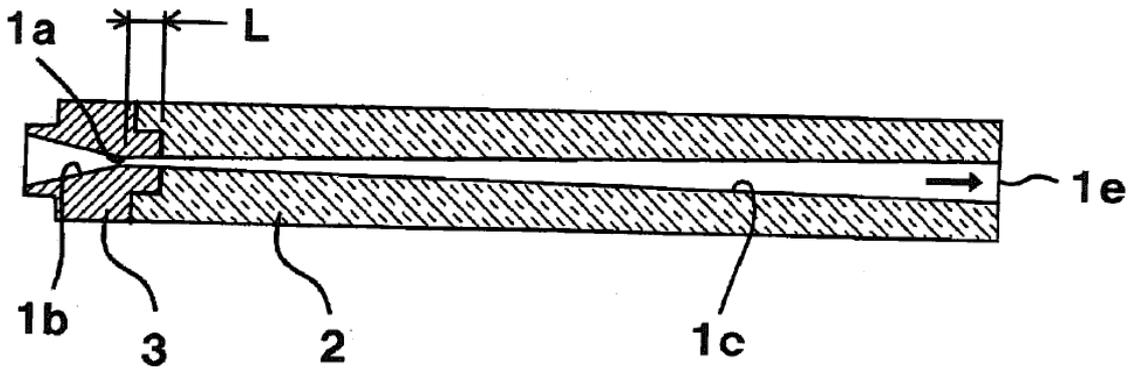


FIG.3

1

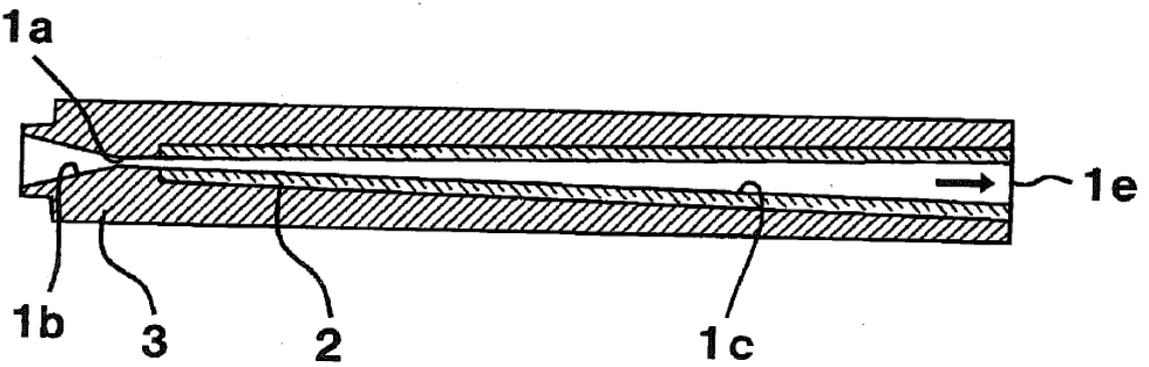


FIG.4

