

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 404**

51 Int. Cl.:

F27D 1/10 (2006.01)

C04B 35/66 (2006.01)

F27D 1/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.01.2014** **PCT/JP2014/052010**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.08.2014** **WO14119632**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2014** **E 14745375 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019** **EP 2952844**

54 Título: **Estructura refractaria monolítica**

30 Prioridad:

29.01.2013 JP 2013014504

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

17.04.2020

73 Titular/es:

NIPPON STEEL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo, JP

72 Inventor/es:

KOHNO KOHJI;
TSUKIGASE HIROKI y
ISHIKAWA RYUICHI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 754 404 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

Estructura refractaria monolítica

[Campo técnico de la invención]

5 La presente invención se refiere a una estructura refractaria monolítica y a un material de soporte de fibra resistente al calor.

[Técnica relacionada]

10 En diversos tipos de hornos e instalaciones industriales usados a una temperatura alta, tales como plantas siderúrgicas, se construyen diversos tipos de refractarios tales como ladrillos refractarios, refractarios monolíticos, fibras cerámicas y similares en función del ambiente de uso o las funciones necesarias. En los últimos años, entre estos, el uso de refractarios monolíticos (hormigón y plástico refractario y similares) ha aumentado debido a un aumento en el grado de libertad de construcción y forma y un aumento en la calidad.

15 Dentro del refractario monolítico, se integra un material de soporte metálico, denominado típicamente un anclaje o espárrago, tratado para que tenga forma de L, forma de V o forma de Y. Una porción terminal del material de soporte metálico se fija a una camisa o tubo que es un cuerpo de soporte del refractario monolítico. El material de soporte metálico tiene la misión de evitar que el refractario monolítico se desprende o separe del cuerpo de soporte tal como la camisa o tubo o suprimir la propagación de una grieta que se produce en el refractario monolítico.

Específicamente, como se muestra en la FIG. 16, una estructura refractaria monolítica existente incluye un cuerpo de soporte 1, materiales de soporte metálicos 2 tales como un espárrago o anclaje metálico fijado al cuerpo de soporte 1 mediante soldadura o similares, y un refractario monolítico 3.

20 El refractario monolítico 3 que cubre el cuerpo de soporte 1 tiene una estructura de una única capa o una estructura multicapa. Puede haber casos donde se usa un refractario conformado tal como una fibra cerámica, un panel aislante térmico, o una lámina aislante térmica junto con el refractario monolítico 3. El cuerpo de soporte 1 es una estructura obtenida combinando miembros metálicos o cerámicos y es una camisa, tubo, viga, poste de horno o similares. Por ejemplo, como cuerpo de soporte 1 usado en un procedimiento de hierro y acero, se puede emplear una camisa de horno de un horno de calentamiento, una tubería de refrigeración por agua de un riel de deslizamiento, un tubo de inmersión para refinado secundario, una lanza de succión de gas o similares.

30 Después de fijar los materiales de soporte metálicos 2 al cuerpo de soporte 1 con intervalos predeterminados entre los mismos mediante soldadura o similares, se vierte una materia prima de refractario monolítico similar a una suspensión en una caja de moldeo, que tiene una forma arbitraria, instalada en la periferia del cuerpo de soporte 1. Después, mediante un procedimiento de acabado, tal como un procedimiento de curado y procedimiento de secado, se obtiene una estructura refractaria monolítica como se muestra en la FIG. 16.

35 En una estructura refractaria monolítica general descrita anteriormente, hay un material de soporte metálico en las proximidades de la superficie de funcionamiento de un refractario monolítico expuesto a una temperatura alta. El material de soporte metálico tiene un coeficiente de expansión térmica superior al del refractario monolítico. Por lo tanto, se producen grietas en el refractario monolítico debido a la diferencia en el coeficiente de expansión térmica entre el material de soporte metálico y el refractario monolítico. Además, el calor se transfiere a la camisa del horno, la tubería de refrigeración por agua o similares a través del material de soporte metálico que tiene una conductividad térmica alta y, por tanto, se produce una pérdida de calor alta. Asimismo, en un caso donde el material de soporte metálico se usa a lo largo de un periodo de tiempo largo en una atmósfera oxidante, la resistencia del material de soporte metálico se reduce debido a la oxidación. Como resultado, la fuerza de sujeción del refractario monolítico se reduce y, particularmente, hay un problema de que el refractario monolítico se separa del extremo del material de soporte metálico.

45 Durante la construcción de la estructura refractaria monolítica de un horno industrial, se usan de miles a decenas de miles o cientos de miles de materiales de soporte metálicos, aunque el número de materiales varía en función del tamaño o la estructura del horno. En el refractario monolítico, después de un funcionamiento a una temperatura alta, están presentes muchas grietas que se inician desde posiciones donde están instalados los materiales de soporte metálicos. Cuando tales grietas se propagan y conectan entre sí, aumenta la posibilidad de desprendimiento o separación del refractario monolítico. Por lo tanto, la cantidad de grietas iniciadas es uno de los factores que determinan la vida útil de la estructura refractaria monolítica.

50 Hasta ahora, como contramedida al problema, con el fin de garantizar la tolerancia a la expansión del material de soporte metálico, generalmente se emplea un método para formar una película de resina sobre la superficie de un material de soporte metálico o enrollar una cinta de plástico alrededor de la superficie del mismo y después integrar el material de

soporte metálico en un refractario monolítico. Según este método, la película de resina o la cinta de plástico se queman debido al aumento de temperatura y, por tanto, se forma un espacio (es decir, tolerancia a la expansión) en la periferia del material de soporte metálico integrado en el refractario monolítico.

5 Sin embargo, según la contramedida de formar la película de resina sobre la superficie del material de soporte metálico o enrollar la cinta de plástico alrededor de la superficie del mismo, es difícil suprimir lo suficientemente la aparición de grietas incluso aunque se empleen esfuerzos y costes.

10 Aquí, hasta ahora, se sugiere una técnica para usar un cordón de fibra resistente al calor construido con una fibra inorgánica como material de soporte en lugar del material de soporte metálico (remítase a los Documentos de patente 1 a 3 siguientes). En los Documentos de patente 1 y 2, se describe una técnica para soportar un refractario monolítico que usa un cordón cerámico resistente al calor construido con una fibra cerámica. En el Documento de patente 3, se describe una técnica para usar un cordón (cordón de soporte) construido con una fibra inorgánica tal como lana de vidrio, lana de roca, lana de escoria, amianto, fibra cerámica, fibra de alúmina o fibra de carbono como material de soporte.

15 La fibra inorgánica está construida con un material inorgánico como el refractario monolítico y tiene un coeficiente de expansión térmica bajo y tiene un módulo elástico más bajo. Por lo tanto, en un caso donde el cordón de fibra resistente al calor se integra en el refractario monolítico como material de soporte, apenas se producen grietas en el refractario monolítico debido a una diferencia pequeña en la expansión térmica entre el refractario monolítico y el cordón de fibra resistente al calor.

20 En general, mientras que la conductividad térmica del acero SUS o el acero fundido resistente al calor usado para el material de soporte metálico es aproximadamente 15 W/mK a 50 W/mK, por ejemplo, la conductividad térmica de la fibra de alúmina es aproximadamente 0,1 W/mK a 0,2 W/mK. Por lo tanto, el calor apenas se transfiere a la camisa del horno, la tubería de refrigeración por agua o similares a través del cordón de fibra resistente al calor y, por tanto, se puede reducir la pérdida de calor.

25 Además, por ejemplo, la fibra cerámica se construye principalmente con óxidos tales como Al_2O_3 y SiO_2 . Por lo tanto, incluso cuando se usa el cordón de fibra resistente al calor construido con fibra cerámica a lo largo de un periodo de tiempo largo en una atmósfera oxidante a temperatura alta, el deterioro debido a la oxidación no se produce, a diferencia del material de soporte metálico.

[Documentos de la técnica anterior]

[Documentos de patente]

[Documento de patente 1] Solicitud de patente japonesa sin examinar, n.º de la primera publicación H09-143535

30 [Documento de patente 2] Solicitud de patente japonesa sin examinar, n.º de la primera publicación 2005-42967

[Documento de patente 3] Solicitud de modelo de utilidad japonés sin examinar, n.º de la primera publicación H07-32493

[Descripción de la invención]

[Problemas que va a solucionar la invención]

35 Como se describió anteriormente, la mayoría de los problemas que se presentan debido al uso del material de soporte metálico se pueden solucionar usando el cordón de fibra resistente al calor construido con la fibra inorgánica como material de soporte en lugar del material de soporte metálico. Sin embargo, como resultado de la verificación por los inventores, se determinó que la fuerza de soporte del refractario monolítico (una fuerza necesaria para fijar el refractario monolítico al cuerpo de soporte) varía en función del estado del cordón de fibra resistente al calor en el refractario monolítico.

40 Es decir, hay posibilidad de que no se pueda obtener una fuerza de soporte suficiente para el refractario monolítico en función del estado del cordón de fibra resistente al calor en el refractario monolítico y el refractario monolítico se pueda separar del cuerpo de soporte. Sin embargo, en la técnica relacionada descrita anteriormente, no hay ninguna sugerencia para un estado óptimo del cordón de fibra resistente al calor en el refractario monolítico mediante concentración en la fuerza de soporte del refractario monolítico.

45 La presente invención se ha realizado teniendo en consideración las circunstancias anteriores, y un objetivo de la misma es solucionar los problemas (una reducción en la fuerza de soporte de un refractario monolítico) que se presentan cuando se usa un cordón de fibra resistente al calor construido con una fibra inorgánica como material de soporte para soportar el refractario monolítico.

[Medidas para solucionar el problema]

Con el fin de lograr el objetivo de solucionar los problemas, la presente invención emplea las medidas siguientes.

- (1) Según un aspecto de la presente invención, una estructura refractaria monolítica incluye: un refractario monolítico; un cuerpo de soporte que soporta el refractario monolítico; y un material de soporte de fibra resistente al calor que está integrado en el refractario monolítico de tal forma que está conectado a una superficie de soporte del cuerpo de soporte, en el que el material de soporte de fibra resistente al calor incluye un cordón de fibra resistente al calor que está construido con una fibra inorgánica y se prolonga a lo largo de una dirección del eje X perpendicular a la superficie de soporte, y una relación $L1/L2$ de una longitud $L1$ en la dirección del eje X del cordón de fibra resistente al calor a una longitud $L2$ en la dirección del eje X del refractario monolítico es 0,35 o más y 0,95 o menos, en donde el cordón de fibra resistente al calor incluye una o dos o más porciones anulares. Aquí, la descripción "se prolonga a lo largo de una dirección del eje X" incluye no solo la prolongación del cordón de fibra resistente al calor en paralelo a la dirección del eje X, sino también significa que la prolongación del cordón de fibra resistente al calor de tal forma que está inclinado a un ángulo predeterminado desde la dirección del eje X se permite siempre y cuando se satisfaga la condición de que $L1/L2$ es 0,35 o más y 0,95 o menos.
- (2) En la estructura refractaria monolítica descrita en 1, el cordón de fibra resistente al calor puede estar construido con una fibra inorgánica hecha de un material que contiene un tipo o dos o más tipos de Al_2O_3 , SiO_2 , $Al_2O_3-SiO_2$, y $Al_2O_3-SiO_2-B_2O_3$.
- (3) En la estructura refractaria monolítica descrita en 1, el cordón de fibra resistente al calor puede estar endurecido mediante un endurecedor.
- (4) En la estructura refractaria monolítica descrita en 1, el cordón de fibra resistente al calor puede estar conectado al cuerpo de soporte mediante un anclaje dispuesto sobre la superficie de soporte.
- (5) En la estructura refractaria monolítica descrita en 1, el material de soporte de fibra resistente al calor puede incluir además un miembro de conexión que conecta el cordón de fibra resistente al calor al cuerpo de soporte, y el miembro de conexión puede estar fijado a la superficie de soporte del cuerpo de soporte.
- (6) En la estructura refractaria monolítica descrita en 5, el miembro de conexión puede ser un anillo metálico que tiene forma de un tubo hueco, el cordón de fibra resistente al calor puede estar insertado en, y fijado a, el anillo metálico, y una dirección en la que se ejerce una carga del refractario monolítico sobre el cordón de fibra resistente al calor y una dirección en la que se desprende el cordón de fibra resistente al calor del anillo metálico pueden ser la misma.
- (7) En la estructura refractaria monolítica descrita en 5, el miembro de conexión puede ser un anillo metálico que tiene forma de un tubo hueco, el cordón de fibra resistente al calor puede estar insertado en, y fijado a, el anillo metálico, y una dirección en la que se ejerce una carga del refractario monolítico sobre el cordón de fibra resistente al calor y una dirección en la que se desprende el cordón de fibra resistente al calor del anillo metálico pueden ser diferentes entre sí.
- (8) En la estructura refractaria monolítica descrita en 1, el cordón de fibra resistente al calor puede incluir uno o dos o más nudos.
- (9) En la estructura refractaria monolítica descrita en 1, el refractario monolítico puede estar dividido en una pluralidad de capas a lo largo de la dirección del eje X, y el cordón de fibra resistente al calor puede tener una única porción anular para cada una de las capas del refractario monolítico.

[Efectos de la invención]

- En el aspecto anterior, la relación $L1/L2$ de la longitud $L1$ en la dirección del eje X (la dirección perpendicular a la superficie de soporte del cuerpo de soporte; en otras palabras, la dirección sobre la que actúa la carga del refractario monolítico) del cordón de fibra resistente al calor a la longitud $L2$ en la dirección del eje X del refractario monolítico es 0,35 o más y 0,95 o menos.

- Manteniendo el estado del cordón de fibra resistente al calor en el refractario monolítico para satisfacer la condición descrita anteriormente, se puede obtener una fuerza de soporte necesaria para el refractario monolítico. Como resultado, se puede evitar que el refractario monolítico se separe del cuerpo de soporte.

[Breve descripción de los dibujos]

La FIG. 1A es una vista en planta de una estructura refractaria monolítica según una realización de la presente invención.

La FIG. 1B es una vista lateral de la estructura refractaria monolítica según la realización de la presente invención.

La FIG. 2A es una vista que muestra un caso donde la relación $L1/L2$ de una longitud $L1$ en la dirección del eje X de un cordón de fibra resistente al calor a una longitud $L2$ en la dirección del eje X de un refractario monolítico es 0,35 o más y 0,95 o menos.

- 5 La FIG. 2B es una vista que muestra un caso donde la relación $L1/L2$ de la longitud $L1$ en la dirección del eje X del cordón de fibra resistente al calor a la longitud $L2$ en la dirección del eje X del refractario monolítico es menor de 0,35.

La FIG. 3 es una vista que muestra una porción de nudo de un material de soporte de fibra resistente al calor.

La FIG. 4 es una vista que muestra un material de soporte de fibra resistente al calor que incluye el cordón de fibra resistente al calor y un anillo metálico.

- 10 La FIG. 5 es una vista que muestra el material de soporte de fibra resistente al calor que incluye el cordón de fibra resistente al calor y el anillo metálico.

La FIG. 6 es una vista que muestra el material de soporte de fibra resistente al calor que incluye el cordón de fibra resistente al calor y el anillo metálico.

- 15 La FIG. 7 es una vista que muestra el material de soporte de fibra resistente al calor que incluye el cordón de fibra resistente al calor y el anillo metálico.

La FIG. 8 es una vista que muestra el material de soporte de fibra resistente al calor que incluye una pluralidad de cordones de fibra resistente al calor que se bifurcan desde el anillo metálico en forma de ramificación.

La FIG. 9 es una vista que muestra el material de soporte de fibra resistente al calor en un caso donde el refractario monolítico está dividido en una pluralidad de capas.

- 20 La FIG. 10 es una vista que muestra un riel de deslizamiento.

La FIG. 11 es una vista que muestra la estructura de un poste del riel de deslizamiento.

La FIG. 12 es una vista que muestra la estructura refractaria monolítica en la que se usa el material de soporte de fibra resistente al calor.

- 25 La FIG. 13 es una vista que muestra la estructura refractaria monolítica en la que se usa el material de soporte de fibra resistente al calor.

La FIG. 14 es una vista que muestra la estructura refractaria monolítica en la que se usa el material de soporte de fibra resistente al calor.

La FIG. 15 es una vista que muestra la estructura refractaria monolítica en la que se usa un material de soporte metálico.

- 30 La FIG. 16 es una vista que muestra una estructura refractaria monolítica en la que se usa un material de soporte metálico según la técnica relacionada.

[Realización de la invención]

En adelante, se describirá una realización de la presente invención con referencia a los dibujos. La FIG. 1A es una vista en planta de una estructura refractaria monolítica según esta realización. La FIG. 1B es una vista lateral de la estructura refractaria monolítica según esta realización. Como se muestra en las FIG. 1A y 1B, la estructura refractaria monolítica según esta realización incluye un cuerpo de soporte 1, un refractario monolítico 3, un pasador 4 y un material de soporte de fibra resistente al calor 5.

- 35

El cuerpo de soporte 1 es una estructura que soporta el refractario monolítico 3 y se obtiene combinando miembros metálicos o cerámicos. El cuerpo de soporte 1 y el refractario monolítico 3 son los mismos que los de una estructura refractaria monolítica existente mostrada en la FIG. 16. Por lo tanto, para facilitar la descripción, el cuerpo de soporte 1 y el refractario monolítico 3 en esta realización están simbolizados por los mismos números de referencia que los de la FIG. 16.

- 40

Se dispone una superficie de soporte plana 1a sobre la superficie del cuerpo de soporte 1. En adelante, como se muestra en las FIG. 1A y 1B, una dirección perpendicular a la superficie de soporte 1a se define como una dirección del eje X. Además, sobre un plano perpendicular a la superficie de soporte 1a, una dirección perpendicular a la dirección del eje X se define como una dirección del eje Y. Asimismo, una dirección perpendicular al plano XY (el plano perpendicular

- 45

a la superficie de soporte 1a) se define como una dirección del eje Z.

El pasador 4 que tiene forma de L está instalado sobre la superficie de soporte 1a. El pasador 4 tiene una misión de anclaje para conectar el cuerpo de soporte 1 y el material de soporte de fibra resistente al calor 5 entre sí.

El material de soporte de fibra resistente al calor 5 está integrado en el refractario monolítico 3 de tal forma que está conectado a la superficie de soporte 1a dispuesta en el cuerpo de soporte 1. El material de soporte de fibra resistente al calor 5 está construido con una fibra inorgánica y tiene un cordón de fibra resistente al calor 7 que se prolonga a lo largo de la dirección perpendicular a la superficie de soporte 1a (la dirección del eje X en la figura). El cordón de fibra resistente al calor 7 está conectado al cuerpo de soporte 1 a través del pasador 4 instalado sobre la superficie de soporte (1a). Además, el pasador 4 forma una porción del cuerpo de soporte 1 y no es un elemento constituyente del material de soporte de fibra resistente al calor 5.

En las FIG. 1A y 1B, se muestra un caso donde el cordón de fibra resistente al calor 7 tiene una porción anular (la forma del cordón de fibra resistente al calor 7 es anular). Sin embargo, como se describe más adelante, la forma del cordón de fibra resistente al calor 7 no se limita a la forma anular. Además, como se describió anteriormente, el cordón de fibra resistente al calor 7 puede estar fijado al cuerpo de soporte 1 mediante un método para enganchar el cordón de fibra resistente al calor 7 anular, al pasador 4, un método para conectar el cordón de fibra resistente al calor 7 al cuerpo de soporte 1 que usa una viga del techo o similares del cuerpo de soporte 1, o similares.

Es preferible que el cordón de fibra resistente al calor 7 esté construido con una fibra inorgánica hecha de un material que contiene un tipo o dos o más tipos de Al_2O_3 , SiO_2 , $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, y $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$. El cordón de fibra resistente al calor 7 construido con la fibra inorgánica hecha de tal material tiene resistencia al calor y resistencia para soportar una temperatura alta de, por ejemplo, 600 °C o superior y, asimismo, 1000 °C o superior a la que se produce un aumento en la pérdida de calor y una reducción en la resistencia en un material de soporte metálico existente.

Particularmente, una fibra inorgánica hecha de $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ tiene una resistencia a temperaturas altas y rentabilidad excelentes. Entre las fibras inorgánicas hechas de $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, una fibra inorgánica que contiene 72 % en masa de Al_2O_3 y 28 % en masa de SiO_2 está disponible relativamente fácilmente y tiene una rentabilidad excelente. Además, una fibra inorgánica que contiene 90 % en masa de Al_2O_3 y 10 % en masa de SiO_2 tiene una resistencia al calor más excelente.

Mediante la torsión de una pluralidad de fibras inorgánicas, se obtiene un hilo. Asimismo, uniendo una pluralidad de hilos que se van a tratar para que tengan forma de cordón, se obtiene el cordón de fibra resistente al calor 7 que es una porción principal del material de soporte de fibra resistente al calor 5 según esta realización.

Además, usando la fibra inorgánica que contiene dos o más tipos de Al_2O_3 , SiO_2 , $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, y $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ como se describió anteriormente, por ejemplo, se puede obtener el cordón de fibra resistente al calor 7 que tiene una estructura multicapa en la que el núcleo y la capa exterior tienen materiales diferentes.

En un caso donde la estructura refractaria monolítica se usa a temperatura baja, por ejemplo, se puede usar el cordón de fibra resistente al calor 7 construido con una fibra inorgánica (fibra de carbono) hecha de carbono o una fibra inorgánica hecha de $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-CaO}$, CaO-SiO_2 o similares.

El cordón de fibra resistente al calor 7 tiene forma de cordón trenzado usando la fibra inorgánica. Como tipo de trenzado, se puede emplear trenzado de 8 hebras (cordón transversal), trenzado de 16 hebras (cordón trenzado), trenzado de cordón sólido (cordón sólido) o similares, y el tipo no está particularmente limitado. También se puede usar un cordón hueco tal como un manguito. Sin embargo, el espacio en el cordón es preferiblemente tan pequeño como sea posible.

Con el fin de que el cordón de fibra resistente al calor 7 garantice la resistencia necesaria para actuar como material de soporte del refractario monolítico 3, es preferible que el cordón de fibra resistente al calor 7 esté construido con fibras largas que tienen una longitud de fibra de, por ejemplo, 100 m o más larga. Incluso en un caso donde se usan fibras cortas, las fibras cortas se pueden trenzar en forma de cordón. Sin embargo, las fibras cortas solo están entrelazadas y, por tanto, se desprenden fácilmente. Por lo tanto, las fibras cortas no logran la función como material de soporte. En un caso donde se usan las fibras largas, una resistencia a la tracción necesaria para el material de soporte se puede ajustar cambiando el diámetro del cordón. Además, fibra larga indica una fibra que tiene una longitud de fibra larga en el orden de metros o más larga (típicamente, en el orden de kilómetros o más larga) y se distingue de la fibra corta que tiene una longitud de fibra de aproximadamente 1 mm a 50 mm.

Como se muestra en la FIG. 2A, en la estructura refractaria monolítica según esta realización, se mantiene el estado del cordón de fibra resistente al calor 7 en el refractario monolítico 3 para que la relación $L1/L2$ de una longitud $L1$ en la dirección del eje X del cordón de fibra resistente al calor 7 a una longitud $L2$ en la dirección del eje X del refractario monolítico 3 sea 0,35 o más y 0,95 o menos.

Como se describió anteriormente, como resultado de la verificación por los inventores, se determinó que la fuerza de soporte del refractario monolítico 3 (una fuerza necesaria para fijar el refractario monolítico al cuerpo de soporte) varía en función del estado del cordón de fibra resistente al calor 7 en el refractario monolítico 3.

Después de fijar el cordón de fibra resistente al calor 7 (el material de soporte de fibra resistente al calor 5) al cuerpo de soporte 1, se vierte una materia prima similar a una suspensión del refractario monolítico 3 en una caja de moldeo, que tiene una forma arbitraria, instalada en la periferia del cuerpo de soporte 1. Después, mediante un procedimiento de acabado tal como un procedimiento de curado y procedimiento de secado, se obtiene la estructura refractaria monolítica según esta realización.

Aquí, como se muestra en la FIG. 2B, antes de verter la materia prima del refractario monolítico 3 en la caja de moldeo, el cordón de fibra resistente al calor 7 cuelga en sentido descendente en la dirección del eje Z (en sentido descendente verticalmente) debido a su propio peso. Cuando se vierte la materia prima del refractario monolítico 3 en la caja de moldeo en el estado donde el cordón de fibra resistente al calor 7 cuelga como tal, el cordón de fibra resistente al calor 7 se fija en el refractario monolítico 3 en el estado donde el cordón de fibra resistente al calor 7 cuelga.

Los inventores verificaron un efecto de la relación $L1/L2$ de la longitud $L1$ en la dirección del eje X del cordón de fibra resistente al calor 7 a la longitud $L2$ en la dirección del eje X del refractario monolítico 3 sobre la fuerza de soporte del refractario monolítico 3. Como resultado, se descubrió que, como se muestra en la FIG. 2B, en un caso donde la relación $L1/L2$ de la longitud $L1$ en la dirección del eje X del cordón de fibra resistente al calor 7 a la longitud $L2$ en la dirección del eje X del refractario monolítico 3 es menor de 0,35, puesto que el cordón de fibra resistente al calor 7 está fijado en el refractario monolítico 3 en el estado donde el cordón de fibra resistente al calor 7 cuelga, la fuerza de soporte del refractario monolítico 3 se reduce significativamente.

Las razones son las siguientes. Es decir, en un caso donde la estructura refractaria monolítica según esta realización se usa en un horno o instalación industrial real, la dirección del eje X (la dirección perpendicular a la superficie de soporte 1a) pasa a ser una dirección en la que se ejerce la carga del refractario monolítico 3. Puesto que la fuerza de soporte del refractario monolítico 3 es una fuerza que soporta la carga, se cree que, cuando el cordón de fibra resistente al calor 7 cuelga y la longitud $L1$ en la dirección del eje X del cordón de fibra resistente al calor 7 se reduce, la fuerza de soporte que soporta la carga (es decir, una fuerza en una dirección opuesta a la carga en la dirección del eje X) se reduce. En un caso donde la relación $L1/L2$ de la longitud $L1$ en la dirección del eje X del cordón de fibra resistente al calor 7 a la longitud $L2$ en la dirección del eje X del refractario monolítico 3 es menor de 0,35, una porción del refractario monolítico 3 que no está soportada por el cordón de fibra resistente al calor 7 es aproximadamente $2/3$ de la longitud $L2$ en la dirección del eje X del refractario monolítico 3 y, por tanto, hay posibilidad de que la porción que no está soportada por el cordón de fibra resistente al calor 7 se pueda separar fácilmente del cuerpo de soporte 1.

En un caso donde la relación $L1/L2$ de la longitud $L1$ en la dirección del eje X del cordón de fibra resistente al calor 7 a la longitud $L2$ en la dirección del eje X del refractario monolítico 3 es mayor de 0,95, el extremo del cordón de fibra resistente al calor 7 (una porción terminal del mismo en el lado opuesto al cuerpo de soporte 1), está demasiado cerca de la superficie de funcionamiento del refractario monolítico 3 (una superficie del mismo en el lado opuesto al cuerpo de soporte 1) y hay posibilidad de que la resistencia al calor del cordón de fibra resistente al calor 7 pueda suponer un problema.

Además, se confirmó que, siempre y cuando se satisfaga la condición ($L1/L2$ es 0,35 o más y 0,95 o menos), incluso cuando el cordón de fibra resistente al calor 7 está inclinado en sentido descendente en la dirección del eje Z (en sentido descendente verticalmente) con respecto a la dirección del eje X, si el ángulo entre el cordón de fibra resistente al calor 7 y la dirección del eje X es 45° o menos, no hay ningún problema en su uso práctico.

Por lo tanto, manteniendo el estado del cordón de fibra resistente al calor 7 en el refractario monolítico 3 para satisfacer la condición ($L1/L2$ es 0,35 o más y 0,95 o menos) descrita anteriormente, se puede obtener una fuerza de soporte necesaria para el refractario monolítico 3. Como resultado, se puede evitar que el refractario monolítico 3 se separe del cuerpo de soporte 1.

Con el fin de mantener el estado del cordón de fibra resistente al calor 7 en el refractario monolítico 3 para que se satisfaga la condición ($L1/L2$ es 0,35 o más y 0,95 o menos) como se describió anteriormente, es preferible que se use el cordón de fibra resistente al calor 7 que está endurecido de antemano mediante un endurecedor o similares. Por consiguiente, antes de verter la materia prima del refractario monolítico 3 en la caja de moldeo, se puede evitar que el cordón de fibra resistente al calor 7 cuelgue debido a su propio peso.

Como se describió anteriormente, un estado en el que el cordón de fibra resistente al calor 7 está endurecido de antemano mediante el endurecedor y la resistencia del cordón de fibra resistente al calor 7 se presenta a temperatura ambiente durante la construcción de la estructura refractaria monolítica según esta realización es preferible. Resistencia indica una fuerza que soporta una deformación tal como el colgado, curvado o doblado del cordón de fibra resistente al

calor 7 debido a su propio peso durante la construcción. Como endurecedor, se puede emplear una resina tal como un barniz graso disponible comercialmente que se volatiliza en un procedimiento de elevación de la temperatura. El cordón de fibra resistente al calor 7 también se puede moldear en una forma arbitraria fijando el cordón de fibra resistente al calor 7 y endureciendo el cordón de fibra resistente al calor 7 usando el endurecedor.

- 5 Además, también se puede usar como endurecedor una resina fenólica o brea de hulla que se carboniza en una región de temperatura alta y mantiene la resistencia, o ácido fosfórico, fosfato, silicato, sol de sílice, sol de alúmina o similares que forman una red vítrea en una región de temperatura alta.

10 El cordón de fibra resistente al calor 7 tiene muchos espacios en su estructura y puede contener una cantidad grande de humedad. Uno de los factores que determinan la exactitud de la calidad del refractario monolítico 3 es la cantidad de humedad añadida. Sin embargo, en un caso donde se usa el cordón de fibra resistente al calor 7, por la razón antes descrita, la humedad es absorbida por el cordón de fibra resistente al calor 7 y la fluidez del refractario monolítico 3 desaparece. El uso del endurecedor tiene un efecto de taponar los espacios internos del cordón de fibra resistente al calor 7 y, por tanto, tiene un efecto de evitar que la humedad del refractario monolítico 3 sea absorbida por el cordón de fibra resistente al calor 7. Por lo tanto, usando el cordón de fibra resistente al calor 7 que está endurecido mediante el endurecedor, también se mejora la calidad del refractario monolítico 3.

20 Además, en los documentos de la técnica relacionada (Documentos de patente 1 a 3) descritos anteriormente, no se describe el mantenimiento del estado del cordón de fibra resistente al calor 7 en el refractario monolítico 3 para satisfacer la condición antes descrita con el fin de obtener una fuerza de soporte necesaria, ni medios para mantener el estado (integrando el cordón de fibra resistente al calor 7 en el refractario monolítico 3 de tal forma que esté endurecido mediante el endurecedor o similares). Por lo tanto, para los expertos en la técnica es difícil descubrir la presente invención en base a los documentos de la técnica relacionada.

25 El material de soporte de fibra resistente al calor 5 puede tener solo el cordón de fibra resistente al calor 7 (véanse las FIG. 1A y 1B) o también puede tener el cordón de fibra resistente al calor 7 y un miembro de conexión (véanse las FIG. 4 y 5). El miembro de conexión tiene una función de conectar el cordón de fibra resistente al calor 7 y el cuerpo de soporte 1 entre sí, y un anillo metálico 8 y similares, que se describirán más adelante, corresponden al miembro de conexión.

30 Como se muestra en las FIG. 1A y 1B, integrando el cordón anular de fibra resistente al calor 7 obtenido conectando ambos extremos del cordón de fibra resistente al calor 7 en el refractario monolítico 3, la fuerza de soporte del refractario monolítico 3 aumenta en comparación con un caso donde se integra un cordón lineal de fibra resistente al calor en el refractario monolítico 3. Además, en un caso donde se dispone el cordón de fibra resistente al calor 7 con la porción anular, como se muestra en las FIG. 1A y 1B, la totalidad del cordón de fibra resistente al calor 7 puede ser anular, y como se muestra en las FIG. 5 a 7 descritas más adelante, al menos una porción del cordón de fibra resistente al calor 7 puede ser anular. El número de porciones anulares instaladas en el cordón de fibra resistente al calor 7 puede ser uno o un número arbitrario de dos o más. Por ejemplo, cuando el número de porciones anulares instaladas es dos, el cordón de fibra resistente al calor 7 tiene forma de 8.

35 Asimismo, como se muestra en la FIG. 3, se puede disponer un nudo 6 en una posición arbitraria del cordón de fibra resistente al calor 7. El nudo 6 actúa como porción resistiva y puede aumentar adicionalmente la fuerza de soporte del refractario monolítico 3. El número de nudos 6 no está particularmente limitado, y se pueden disponer uno o dos o más nudos 6 para un único cordón de fibra resistente al calor 7.

40 Particularmente, en un caso donde se usa material de soporte de fibra resistente al calor 5 para la pared del techo, la carga del refractario monolítico 3 siempre se ejerce sobre el material de soporte de fibra resistente al calor 5 (es decir, el cordón de fibra resistente al calor 7). Cuando la forma del cordón de fibra resistente al calor 7 es lineal, la carga del refractario monolítico 3 es soportada por la resistencia a la fricción del cordón de fibra resistente al calor 7 contra el refractario monolítico 3. Por lo tanto, en este caso, el desprendimiento del refractario monolítico 3 del cordón de fibra resistente al calor 7 se produce fácilmente. Disponiendo el nudo 6 en el cordón de fibra resistente al calor 7, el cordón de fibra resistente al calor 7 puede recibir la carga con el nudo 6. Como resultado, la fuerza de soporte del refractario monolítico 3 aumenta y, por tanto, se puede evitar que el refractario monolítico 3 se despreague del cuerpo de soporte 1.

45 En un caso donde la estructura refractaria monolítica según esta realización se aplica a diversos tipos de hornos e instalaciones industriales, puede haber muchos casos donde el material de soporte de fibra resistente al calor 5 está fijado al cuerpo de soporte 1 hecho de metal, tal como una camisa o una tubería de refrigeración por agua. Teniendo en cuenta la trabajabilidad y fuerza de adherencia a la camisa, es preferible que el material de soporte de fibra resistente al calor 5 incluya el cordón de fibra resistente al calor 7 y el miembro de conexión hecho de metal y que el miembro de conexión esté fijado al cuerpo de soporte 1 hecho de metal, tal como una camisa, mediante soldadura. En un estado donde una porción terminal o ambas porciones terminales del cordón de fibra resistente al calor 7 están sujetas por el miembro de conexión, hecho de un material que se puede fijar al cuerpo de soporte 1 mediante soldadura, el miembro

de conexión está fijado al cuerpo de soporte 1, fijando de ese modo el cordón de fibra resistente al calor 7 al cuerpo de soporte 1.

Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 4, en un caso donde se usa el anillo metálico 8 como miembro de conexión hecho de metal, es preferible que una porción terminal del cordón de fibra resistente al calor 7 esté insertada en, y fijada al anillo metálico 8. El anillo metálico 8 tiene un miembro metálico que tiene forma de un tubo hueco con un agujero pasante en el mismo. El anillo metálico 8 tiene una estructura capaz de sujetar la porción terminal del cordón de fibra resistente al calor 7 insertada en el agujero pasante del mismo. El anillo metálico 8 se puede fijar fácilmente al cuerpo de soporte 1 mediante soldadura. En un estado donde la porción terminal del cordón de fibra resistente al calor 7 está rodeada por el anillo metálico 8 (para una placa metálica plegada), el cordón de fibra resistente al calor 7 y el anillo metálico 8 se engarzan mediante una prensa de tal manera que se forma una porción engarzada (9) en el anillo metálico 8. Por consiguiente, se puede obtener el material de soporte de fibra resistente al calor 5 que tiene una estructura en la que la porción terminal del cordón de fibra resistente al calor 7 no se desprende fácilmente del miembro de conexión tal como el anillo metálico 8 incluso en un caso donde se ejerce una carga o un esfuerzo térmico sobre el material de soporte de fibra resistente al calor 5 en el refractario monolítico 3.

Además, como se muestra en la FIG. 5, también se puede usar el material de soporte de fibra resistente al calor 5 que tiene una estructura en la que ambas porciones terminales del cordón de fibra resistente al calor 7, que está doblado en forma anular, están insertadas en, y fijadas a, el anillo metálico 8 (o una placa metálica plegada). Como se describió anteriormente, usando el material de soporte de fibra resistente al calor 5 que tiene el cordón anular de fibra resistente al calor 7, en comparación con un caso donde se usa el material de soporte de fibra resistente al calor 5 que tiene el cordón lineal de fibra resistente al calor 7 mostrado en la FIG. 4, aumenta el área de contacto entre el refractario monolítico 3 y el cordón de fibra resistente al calor 7. Como resultado, aumenta la fricción entre el refractario monolítico 3 y el cordón de fibra resistente al calor 7, y se obtiene un efecto de aumentar la estabilidad dimensional del cordón de fibra resistente al calor 7. Estabilidad dimensional indica un pequeño grado de deformación a partir de la forma original del cordón de fibra resistente al calor 7 durante la construcción del refractario monolítico 3. Además, puesto que el refractario monolítico 3 está presente abarcando el cordón de fibra resistente al calor 7, el cordón de fibra resistente al calor 7 puede recibir la carga del refractario monolítico 3 con su superficie. Como resultado, se puede obtener una fuerza de soporte superior.

Incluso en la realización mostrada en la FIG. 5, así como en la realización mostrada en la FIG. 4, es preferible que el material de soporte de fibra resistente al calor 5 se fije al cuerpo de soporte 1 soldando el miembro de conexión hecho de metal al cuerpo de soporte 1 hecho de metal, tal como una camisa. Por ejemplo, es preferible que una porción terminal del anillo metálico 8 en la que se prensa la porción terminal del cordón de fibra resistente al calor 7 esté soldada y fijada a una región en el cuerpo de soporte 1, tal como una camisa o tubo del horno, donde se construye el refractario monolítico 3. Después de fijar el material de soporte de fibra resistente al calor 5 al cuerpo de soporte 1 como se describió anteriormente, el refractario monolítico 3 se puede construir de la misma manera que el material de soporte metálico típico 2. Cuando se usa este método, solo se realiza la misma operación de soldadura que la del material de soporte metálico 2 y, por tanto, la eficacia en la operación de instalar miembros de soporte es la misma.

De otro modo, el miembro de conexión del material de soporte de fibra resistente al calor 5 no se suelda al cuerpo de soporte 1, y el miembro de conexión se puede fijar indirectamente al cuerpo de soporte 1 usando un miembro de fijación adicional. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 6, se suelda un perno (10) que tiene roscas, al cuerpo de soporte 1, tal como una camisa, de antemano, y el material de soporte de fibra resistente al calor 5 que usa el anillo metálico 8 provisto de una ranura interna que corresponde al perno (10), se puede atornillar al perno (10) de tal manera que los dos estén fijados entre sí.

En la realización mostrada en la FIG. 5, en la porción del cordón de fibra resistente al calor 7 conectada al anillo metálico 8, una dirección en la que se ejerce la carga del refractario monolítico 3 sobre el cordón de fibra resistente al calor 7 (la dirección del eje X) y una dirección en la que se desprende el cordón de fibra resistente al calor 7 del anillo metálico 8 son la misma. En otras palabras, el anillo metálico 8 se fija a la superficie de soporte 1a para que el eje central del anillo metálico 8 sea paralelo a la dirección del eje X.

Por el contrario, en una realización mostrada en la FIG. 7, una dirección en la que se ejerce la carga del refractario monolítico 3 sobre el cordón de fibra resistente al calor 7 (la dirección del eje X) y una dirección en la que se desprende el cordón de fibra resistente al calor 7 del anillo metálico 8 (la dirección del eje Y o la dirección del eje Z) son diferentes entre sí. En otras palabras, el anillo metálico 8 se fija a la superficie de soporte (1a) para que el eje central del anillo metálico 8 sea paralelo a una dirección perpendicular a la dirección del eje X (la dirección del eje Y o la dirección del eje Z). Por consiguiente, el cordón de fibra resistente al calor 7 apenas se separa del anillo metálico 8. Como resultado, se puede conseguir un aumento en la vida útil del material de soporte de fibra resistente al calor 5. Particularmente, como se muestra en la FIG. 7, en un caso donde la dirección en la que se ejerce la carga del refractario monolítico 3 sobre el cordón de fibra resistente al calor 7 y la dirección en la que se extrae el cordón de fibra resistente al calor 7 del anillo

metálico 8 son perpendiculares entre sí, el cordón de fibra resistente al calor 7 apenas se desprende del anillo metálico 8. En este caso, por ejemplo, ambas porciones terminales del cordón de fibra resistente al calor 7 están insertadas respectivamente en aberturas dispuestas a ambos lados, derecho e izquierdo, del anillo metálico 8. Después, en un estado donde ambas porciones terminales del cordón de fibra resistente al calor 7 se solapan entre sí en la porción central del anillo metálico 8, la porción central del anillo metálico 8 está sujeta de tal manera que el cordón de fibra resistente al calor 7 está fijado al anillo metálico 8.

Además del cordón anular de fibra resistente al calor 7 descrito anteriormente, como se muestra en la FIG. 8, también se pueden usar una pluralidad de cordones de fibra resistente al calor 7 que se bifurcan desde el anillo metálico 8 en forma de ramificación. A medida que aumenta el área de contacto entre el cordón de fibra resistente al calor 7 y el refractario monolítico 3, también aumenta la fricción entre el refractario monolítico 3 y el cordón de fibra resistente al calor 7. Por lo tanto, usando el material de soporte de fibra resistente al calor 5 que tiene la pluralidad de cordones de fibra resistente al calor 7 que se bifurcan desde el anillo metálico 8 en forma de ramificación como se muestra en la FIG. 8, se puede mejorar la fuerza de soporte del refractario monolítico 3.

Asimismo, como se muestra en la FIG. 9, en un caso donde el refractario monolítico 3 está dividido en una pluralidad de capas (por ejemplo, tres capas) a lo largo de la dirección del eje X, el cordón de fibra resistente al calor 7 puede tener una única porción anular para cada una de las capas del refractario monolítico 3. Específicamente, el cordón de fibra resistente al calor 7 mostrado en la FIG. 9 tiene una primera porción anular 7a para una primera capa 3a del refractario monolítico 3, una segunda porción anular 7b para una segunda capa 3b del refractario monolítico 3, y una tercera porción anular 7c para una tercera capa 3c del refractario monolítico 3.

Además, en la FIG. 9, el número de referencia 7d simboliza un nudo entre la primera porción anular 7a y la segunda porción anular 7b. Además, el número de referencia 7e simboliza un nudo entre la segunda porción anular 7b y la tercera porción anular 7c.

Como se describió anteriormente, usando el cordón de fibra resistente al calor 7 que tiene una porción anular para cada una de las capas del refractario monolítico 3, incluso aunque la tercera porción anular 7c esté cortada debido a deterioro o similares, la fuerza de soporte del refractario monolítico 3 puede ser mantenida por la primera porción anular 7a y la segunda porción anular 7b que son normales.

En la FIG. 9, se muestra un caso donde el cordón de fibra resistente al calor 7 está conectado al cuerpo de soporte 1 mediante el anillo metálico 8 (el miembro de conexión). Sin embargo, como se muestra en las FIG. 1A y 1B, el cordón de fibra resistente al calor 7 también puede estar conectado directamente a un anclaje tal como el pasador 4 instalado en el cuerpo de soporte 1 de antemano.

El material de soporte de fibra resistente al calor 5 según esta realización también se puede usar junto con otro material de soporte según la técnica relacionada. Por ejemplo, en un caso donde se aplica una carga grande del refractario monolítico 3 al cuerpo de soporte tal como un techo, también se puede usar un material de soporte que obtiene una fuerza de soporte relativamente alta, un ladrillo de soporte, o similares junto con el material de soporte de fibra resistente al calor 5.

El material de soporte de fibra resistente al calor 5 según esta realización y la estructura refractaria monolítica que usa el mismo se pueden aplicar a puntos donde se aplica el material de soporte metálico según la técnica relacionada y la estructura refractaria monolítica que usa el mismo en diversos tipos de hornos e instalaciones industriales. Además, el material de soporte de fibra resistente al calor 5 según esta realización se puede aplicar para sustituir la cantidad total o una porción de un material de soporte metálico en una posición donde hasta ahora se usaba el material de soporte metálico. Particularmente, en un caso donde el cuerpo de soporte 1 se enfría mediante refrigeración por agua o refrigeración por aire, la pérdida de calor desde el cuerpo del horno se reduce en el material de soporte de fibra resistente al calor 5 en comparación con el material de soporte metálico y, por tanto, el material de soporte de fibra resistente al calor 5 es eficaz.

Como ejemplo de las instalaciones, se puede emplear un riel de deslizamiento de un horno de calentamiento para laminar una pieza de acero. Un riel de deslizamiento es una instalación para soportar y transportar la pieza de acero en el horno de calentamiento. El riel de deslizamiento incluye tuberías hechas de metal y tiene una estructura en la que los interiores de las tuberías están refrigerados por agua con el fin de mantener la resistencia al calor y la periferia exterior de los mismos está revestida con un material aislante refractario para suprimir la pérdida de refrigeración por agua. En este momento, cuando las tuberías de refrigeración por agua no están aisladas, el calor transferido desde el horno de calentamiento al agua de refrigeración aumenta y como resultado se produce una pérdida de calor grande.

Como se muestra en la FIG. 10, la estructura básica del riel de deslizamiento incluye una porción de viga 11 que corresponde a una viga, y porciones de poste 12 que corresponden a postes. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 11, con el fin de aplicar la estructura refractaria monolítica según esta realización a las porciones de poste 12, el material

de soporte de fibra resistente al calor 5 mostrado en la FIG. 7 se puede soldar a una tubería de refrigeración por agua 13 como cuerpo de soporte 1 del refractario monolítico 3, y el refractario monolítico 3 se puede construir vertiéndolo en la periferia de la tubería de refrigeración por agua 13 para cubrir el material de soporte de fibra resistente al calor 5.

[Ejemplos]

- 5 En adelante, se describirán pormenorizadamente los materiales de soporte de fibra resistente al calor y las estructuras refractarias monolíticas según Ejemplos de la presente invención. La presente invención no se limita a los Ejemplos siguientes.

10 El cordón de fibra resistente al calor 7 que tiene un diámetro de 5 mm se construyó usando fibras largas que tenían una composición de 72 % en masa de Al_2O_3 y 28 % en masa de SiO_2 como fibra inorgánica. La resistencia a la tracción del cordón de fibra resistente al calor 7 a temperatura ambiente fue 50 MPa. La resistencia a la tracción del cordón de fibra resistente al calor 7 después de cocerlo a 1200 °C durante 5 horas fue 40 MPa.

(Ejemplo 1)

15 Como se muestra en la FIG. 12, como porción resistiva para evitar la separación del cordón de fibra resistente al calor 7, se dispuso el nudo 6 en una porción terminal del cordón de fibra resistente al calor 7. Además, se dispuso una porción anular en la otra porción terminal del cordón de fibra resistente al calor 7, y se insertó una porción terminal de la misma en el anillo metálico 8 (que corresponde al miembro de conexión hecho de metal) que estaba hecho de acero SUS y tenía una altura de 20 mm y un diámetro interior de 10 mm y se prensó para prensar la porción de cordón del cordón de fibra resistente al calor 7 y la porción metálica del anillo metálico 8, produciendo de ese modo un material de soporte de fibra resistente al calor 5. En este momento, la altura del material de soporte de fibra resistente al calor 5 se ajustó a 140 mm. La porción anular del cordón de fibra resistente al calor 7 del material de soporte de fibra resistente al calor 5 se enganchó y fijó a un pasador con forma de L 4 instalado de antemano en la camisa del techo (que corresponde al cuerpo de soporte 1) de un horno de calentamiento. Después, la periferia del mismo se delimitó con una caja de moldeo y se vertió una materia prima de un refractario monolítico 3 similar a una suspensión en la misma y, mediante procedimientos de curado y secado, se obtuvo un cuerpo construido que tenía un espesor de 210 mm (Ejemplo de la invención 1).

- 25 Después de hacer funcionar el horno de calentamiento a una temperatura de funcionamiento de 1350 °C durante seis meses, se comprobó el estado del cuerpo del refractario monolítico 3 construido. Se confirmó que el material de soporte de fibra resistente al calor 5 se podía usar en una máquina real del horno de calentamiento sin problemas tales como el agrietamiento.

(Ejemplo 2)

30 Ambas porciones terminales del cordón de fibra resistente al calor 7 se insertaron en el anillo metálico 8 que estaba hecho de acero SUS y tenía una altura de 20 mm y un diámetro interno de 10 mm para formar una porción anular y se prensaron para prensar la porción de cordón y la porción metálica, produciendo de ese modo un material de soporte de fibra resistente al calor 5 que tiene la forma mostrada en la FIG. 5. Asimismo, se permitió que el cordón de fibra resistente al calor 7 se impregnara con barniz graso como endurecedor y después se secó y curó para aumentar la resistencia del cordón de fibra resistente al calor 7.

35 Como se muestra en la FIG. 13, los materiales del soporte de fibra resistente al calor 5 se soldaron a la camisa de la pared interior (que corresponde al cuerpo de soporte 1) de la pared lateral del horno de calentamiento a una temperatura de funcionamiento de 1350 °C con un paso de 150 mm vertical y horizontalmente, y el refractario monolítico 3 se vertió y construyó para que tuviera un espesor de 210 mm (Ejemplo de la invención 2).

40 De la misma manera, como se muestra en la FIG. 14, se adoptó la misma construcción usando el material de soporte de fibra resistente al calor 5 que tiene la forma mostrada en la FIG. 7. El material de soporte de fibra resistente al calor 5 mostrado en la FIG. 14, tiene una configuración diferente de la configuración del material de soporte de fibra resistente al calor 5 mostrado en la FIG. 13, en la que la dirección de anillo metálico 8 se cambió en 90°. En el ejemplo de la FIG. 14, una dirección en la que se ejerce la carga del refractario monolítico 3 sobre el cordón de fibra resistente al calor 7 y una dirección en la que el cordón de fibra resistente al calor 7 se desprendió del anillo metálico 8 son diferentes entre sí (Ejemplo 3 de la invención).

45 Asimismo, como se muestra en la FIG. 15, con fines de comparación, se adoptó la misma construcción usando un material de soporte metálico con forma de Y 14 (espárrago con forma de Y) que estaba hecho de SUS304 y tenía un diámetro de 5 mm en las mismas condiciones (Ejemplo comparativo 1).

- 50 En este momento, las alturas de todos los materiales de soporte de fibra resistente al calor 5 de los Ejemplos de la invención 1 a 3 y el material de soporte metálico 14 del Ejemplo comparativo 1 fueron 140 mm.

Cuando se mide la temperatura de la superficie posterior de la camisa del horno de calentamiento durante un funcionamiento mediante un visor térmico, mientras que la temperatura de la superficie posterior de la camisa fue 130 °C en los casos de los Ejemplos de la invención 2 y 3 que usaban el material de soporte de fibra resistente al calor 5, la temperatura de la superficie posterior de la camisa fue 160 °C en los casos del Ejemplo comparativo 1 que usaba el material de soporte metálico 14. Por lo tanto, había una diferencia de temperatura de aproximadamente 30 °C entre la temperatura de la superficie posterior de la camisa de los Ejemplos de la invención 2 y 3 y la temperatura de la superficie posterior del Ejemplo comparativo 1, y se pudo confirmar que, usando el material de soporte de fibra resistente al calor 5, la pérdida de calor se podía reducir en aproximadamente 30 por ciento en términos de calor disipado desde la camisa.

Cuando se observó cada una de las estructuras refractarias monolíticas después del funcionamiento del horno de calentamiento, en los casos de los Ejemplos de la invención 2 y 3 en los que se usó el material de soporte de fibra resistente al calor 5, no se confirmaron grietas sobre la superficie de funcionamiento (la superficie del refractario monolítico 3). Sin embargo, en los casos del Ejemplo comparativo 1, en el que se usó el material de soporte metálico 14, se produjo una grieta en el refractario monolítico 3 desde una posición donde estaba instalado el material de soporte 14 como origen y se propagó en forma de cruz. Cuando se propaga una grieta por el calentamiento y enfriamiento repetidos, se produce desprendimiento y separación del refractario monolítico 3. Sin embargo, se pudo confirmar que, cuando se usaba el material de soporte de fibra resistente al calor 5, se mejoraba la vida útil del refractario monolítico 3.

Además, el material de soporte de fibra resistente al calor 5 se recuperó después de ser usado en una máquina real durante un año, y se midió la resistencia de la porción del cordón de fibra resistente al calor 7 que estaba sujeta por el anillo metálico 8 en un ensayo de tracción. Como resultado, en el Ejemplo de la invención 2, la resistencia se redujo en aproximadamente 20 por ciento desde la anterior al uso, y en el Ejemplo de la invención 3, la resistencia raramente se deterioró. Por lo tanto, en la máquina real, se pudo confirmar la estabilidad a largo plazo del material de soporte de fibra resistente al calor 5 que tiene la estructura mostrada en la FIG. 7. Por lo tanto, el Ejemplo de la invención 2 no supone problemas en su uso práctico. Sin embargo, el Ejemplo de la invención 3 consigue una resistencia superior.

(Ejemplo 3)

Ambas porciones terminales del cordón de fibra resistente al calor 7 se insertaron en el anillo metálico 8 que estaba hecho de acero SUS y tenía una altura de 20 mm y un diámetro interno de 10 mm para formar una porción anular y se prensaron para prensar la porción de cordón y la porción metálica, produciendo de ese modo un material de soporte de fibra resistente al calor 5 que tiene la forma mostrada en la FIG. 7. Asimismo, se permitió que el cordón de fibra resistente al calor 7 se impregnara con barniz graso como endurecedor y después se secó y curó para aumentar la resistencia del cordón de fibra resistente al calor 7.

Como se muestra en la FIG. 11, el material de soporte de fibra resistente al calor 5 se aplicó a la tubería de refrigeración por agua 13 del poste del riel de deslizamiento del horno de calentamiento que tenía una temperatura de funcionamiento de 1350 °C. En lo que respecta a la disposición de los materiales de soporte de fibra resistente al calor 5, se dispusieron ocho materiales de soporte de fibra resistente al calor 5 en la dirección circunferencial de la tubería de refrigeración por agua 13, y el intervalo entre los materiales de soporte de fibra resistente al calor 5 en la dirección de la altura se ajustó a 150 mm. En este momento, las direcciones de los anillos metálicos 8 de los ocho cordones de fibra resistente al calor 7 dispuestos en la dirección circunferencial de la tubería de refrigeración por agua 13 se ajustaron alternativamente a una dirección vertical y una dirección horizontal. Además, la porción terminal del material de soporte de fibra resistente al calor 5 se soldó y fijó a la superficie circunferencial exterior de la tubería de refrigeración por agua 13. El refractario monolítico 3 se vertió y construyó ajustando el espesor del mismo a 110 mm (Ejemplo de la invención 4).

Además, con fines comparativos, se adoptó la misma construcción usando el material de soporte metálico 14 (espárrago con forma de Y) que estaba hecho de SUS304 en las mismas condiciones (Ejemplo comparativo 2).

En este momento, las alturas de ambos materiales de soporte de fibra resistente al calor 5 del Ejemplo de la invención 4 y el material de soporte metálico 14 del Ejemplo comparativo 2 fueron 80 mm.

El valor de calentamiento del agua de refrigeración se calculó en base a la diferencia de temperatura entre la entrada y la salida del agua de refrigeración en la tubería de refrigeración por agua 13 del riel de deslizamiento durante el funcionamiento. En el caso del Ejemplo de la invención 4 en el que se usó el material de soporte de fibra resistente al calor 5, en comparación con el Ejemplo comparativo 2 en el que se usó el material de soporte metálico 14, el valor de calentamiento del agua de refrigeración se redujo y el consumo unitario de combustible [Mcal/tonelada] se redujo en aproximadamente 1/2. Aquí, el consumo unitario de combustible es un índice que representa la energía usada por 1 tonelada de pieza de acero producida, y un aumento en el consumo unitario de combustible significa un aumento en el valor de calentamiento del agua de refrigeración a través de la tubería de refrigeración por agua 13, es decir, un aumento en la pérdida de energía.

Además, como en el caso del Ejemplo comparativo 1, en el Ejemplo comparativo 2 en el que se usó el material de

soporte metálico 14, se produjo una grieta en el refractario monolítico 3 desde la posición donde estaba instalado el material de soporte 14 como origen. Sin embargo, en el Ejemplo de la invención 4, en el que se usó el material de soporte de fibra resistente al calor 5, no se confirmaron grietas sobre la superficie de funcionamiento (la superficie del refractario monolítico 3).

- 5 A partir de los resultados antes descritos, se pudo confirmar que la aplicación de la presente invención contribuye a una reducción en el coste, al ahorro de energía y a un aumento en la vida útil de la estructura refractaria monolítica reduciendo la energía de la pérdida de calor.

- 10 A pesar de que las realizaciones ejemplares de la presente invención se han descrito pormenorizadamente con referencia a los dibujos adjuntos, la presente invención no se limita a los ejemplos. Es evidente que los expertos en la técnica pueden realizar diversos ejemplos modificados y ejemplos corregidos a los que pertenece la presente invención, sin desviarse de la idea técnica de las reivindicaciones adjuntas, y se entiende que estos ejemplos pertenecen por naturaleza al alcance técnico de la presente invención.

[Breve descripción de los símbolos de referencia]

- | | | |
|----|----|--|
| | 1 | Cuerpo de soporte |
| 15 | 2 | Material de soporte metálico |
| | 3 | Refractario monolítico |
| | 4 | Pasador (anclaje) |
| | 5 | Material de soporte de fibra resistente al calor |
| | 6 | Nudo |
| 20 | 7 | Cordón de fibra resistente al calor |
| | 8 | Anillo metálico (miembro de conexión) |
| | 9 | Porción engarzada |
| | 10 | Perno |
| | 11 | Porción de viga |
| 25 | 12 | Porción de poste |
| | 13 | Tubería de refrigeración por agua |
| | 14 | Material de soporte metálico |

REIVINDICACIONES

1. Una estructura refractaria monolítica que comprende:
un refractario monolítico (3);
un cuerpo de soporte (1) que soporta el refractario monolítico; y
- 5 un material de soporte de fibra resistente al calor (5) que está integrado en el refractario monolítico de tal forma que está conectado a una superficie de soporte del cuerpo de soporte,
en donde el material de soporte de fibra resistente al calor incluye un cordón de fibra resistente al calor (7) que está construido con una fibra inorgánica y se prolonga a lo largo de una dirección del eje X perpendicular a la superficie de soporte, y
- 10 una relación $L1/L2$ de una longitud $L1$ en la dirección del eje X del cordón de fibra resistente al calor a una longitud $L2$ en la dirección del eje X del refractario monolítico es 0,35 o más y 0,95 o menos, en donde el cordón de fibra resistente al calor incluye una o dos o más porciones anulares.
2. La estructura refractaria monolítica según la reivindicación 1, en donde el cordón de fibra resistente al calor está construido con una fibra inorgánica hecha de un material que contiene un tipo o dos o más tipos de Al_2O_3 , SiO_2 , $Al_2O_3-SiO_2$ y $Al_2O_3-SiO_2-B_2O_3$.
- 15 3. La estructura refractaria monolítica según la reivindicación 1, en donde el cordón de fibra resistente al calor está endurecido mediante un endurecedor.
4. La estructura refractaria monolítica según la reivindicación 1, en donde el cordón de fibra resistente al calor está conectado al cuerpo de soporte mediante un anclaje dispuesto sobre la superficie de soporte.
- 20 5. La estructura refractaria monolítica según la reivindicación 1, en donde el material de soporte de fibra resistente al calor incluye además un miembro de conexión que conecta el cordón de fibra resistente al calor al cuerpo de soporte, y el miembro de conexión está fijado a la superficie de soporte del cuerpo de soporte.
6. La estructura refractaria monolítica según la reivindicación 5, en donde el miembro de conexión es un anillo metálico que tiene forma de un tubo hueco, el cordón de fibra resistente al calor está insertado en, y fijado a, el anillo metálico, y una dirección en la que se ejerce una carga del refractario monolítico sobre el cordón de fibra resistente al calor y una dirección en la que se desprende el cordón de fibra resistente al calor del anillo metálico son la misma.
- 25 7. La estructura refractaria monolítica según la reivindicación 5, en donde el miembro de conexión es un anillo metálico que tiene forma de un tubo hueco, el cordón de fibra resistente al calor está insertado en, y fijado al anillo metálico, y una dirección en la que se ejerce una carga del refractario monolítico sobre el cordón de fibra resistente al calor y una dirección en la que se desprende el cordón de fibra resistente al calor del anillo metálico son diferentes entre sí.
- 30 8. La estructura refractaria monolítica según la reivindicación 1, en donde el cordón de fibra resistente al calor incluye uno o dos o más nudos.
9. La estructura refractaria monolítica según la reivindicación 1, en donde el refractario monolítico está dividido en una pluralidad de capas a lo largo de la dirección del eje X, y el cordón de fibra resistente al calor tiene una única porción anular para cada una de las capas del refractario monolítico.
- 35 10. Un material de soporte de fibra resistente al calor que está integrado en un refractario monolítico y está conectado a un cuerpo de soporte que soporta el refractario monolítico, que comprende:
un cordón de fibra resistente al calor que está construido con una fibra inorgánica; y
- 40 un miembro de conexión que conecta el cordón de fibra resistente al calor al cuerpo de soporte, en donde el miembro de conexión es un anillo metálico (8) que está fijado al cuerpo de soporte, y el cordón de fibra resistente al calor está insertado en, y fijado al anillo metálico, en donde el cordón de fibra resistente al calor incluye una o dos o más porciones anulares.

FIG. 1A

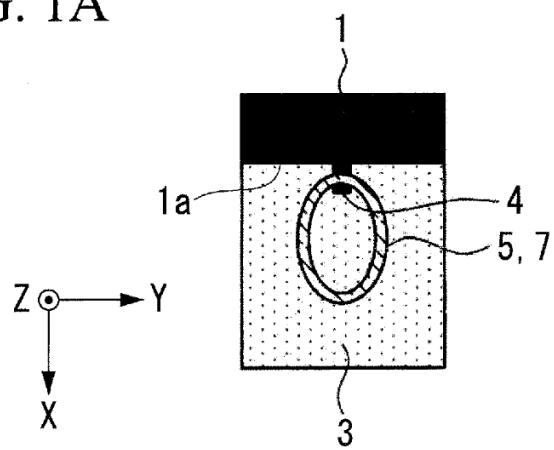


FIG. 1B

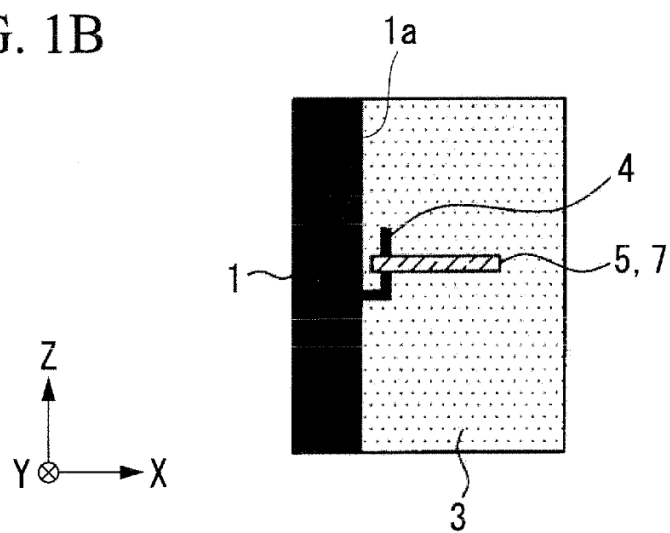


FIG. 2A

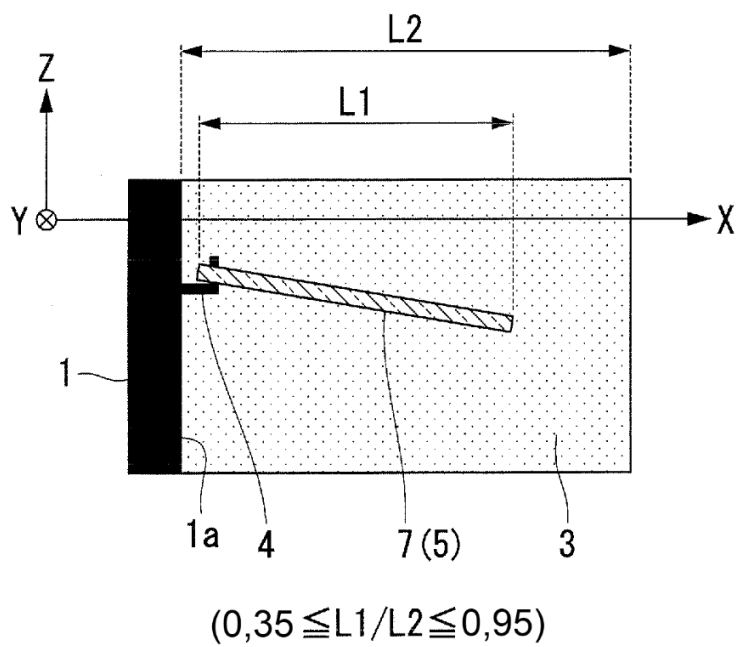


FIG. 2B

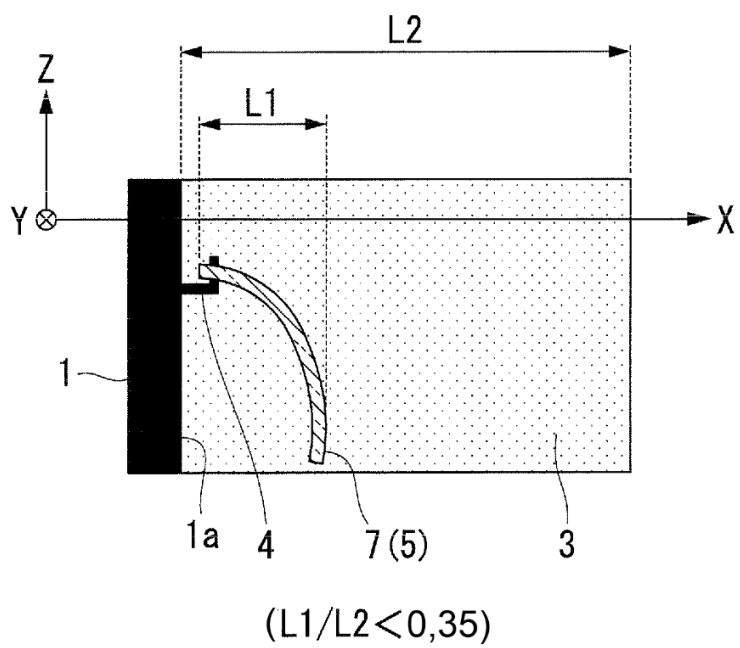


FIG. 3

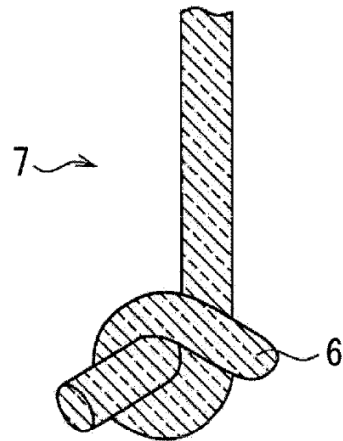


FIG. 4

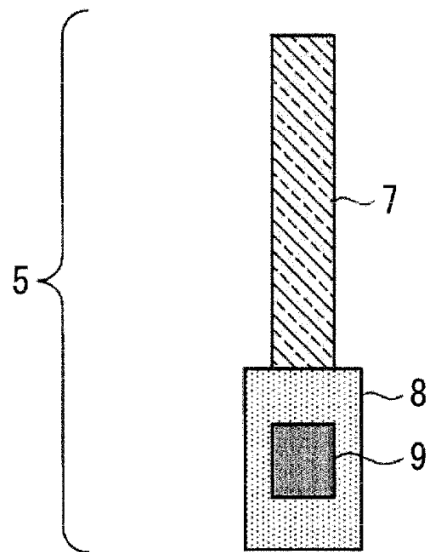


FIG. 5

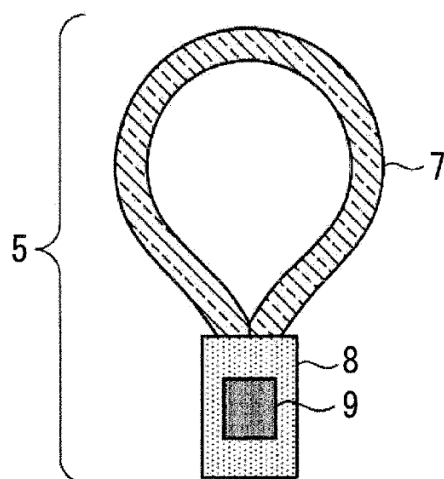


FIG. 6

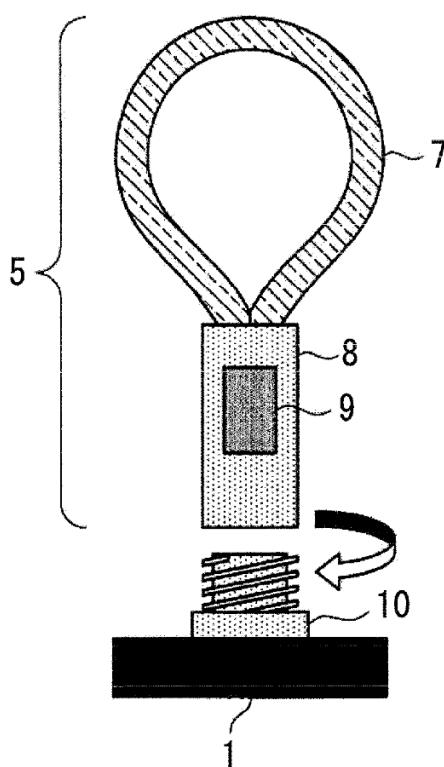


FIG. 7

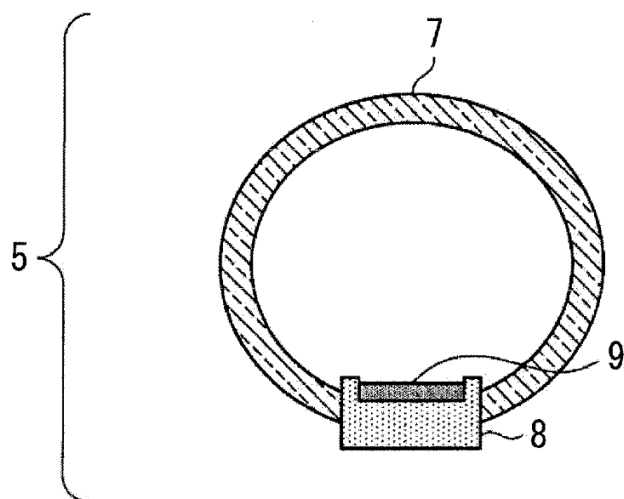


FIG. 8

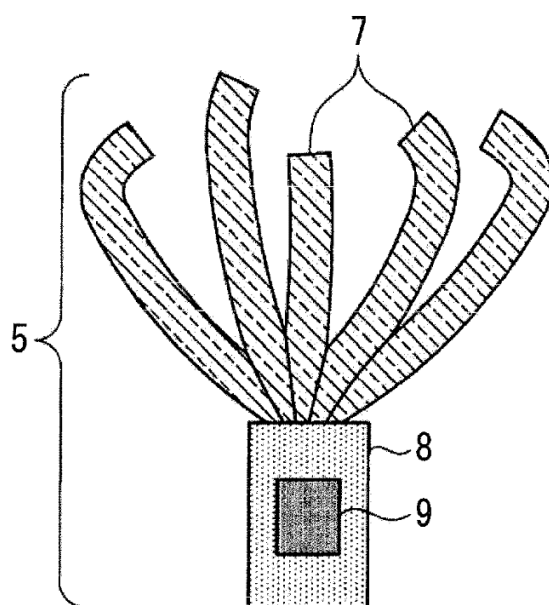


FIG. 9

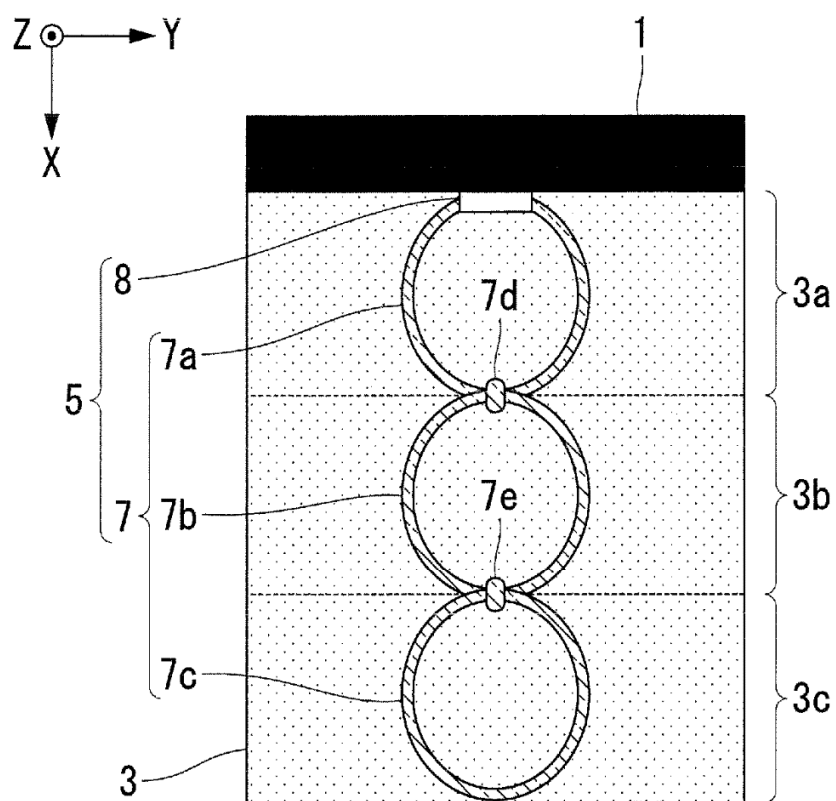


FIG. 10

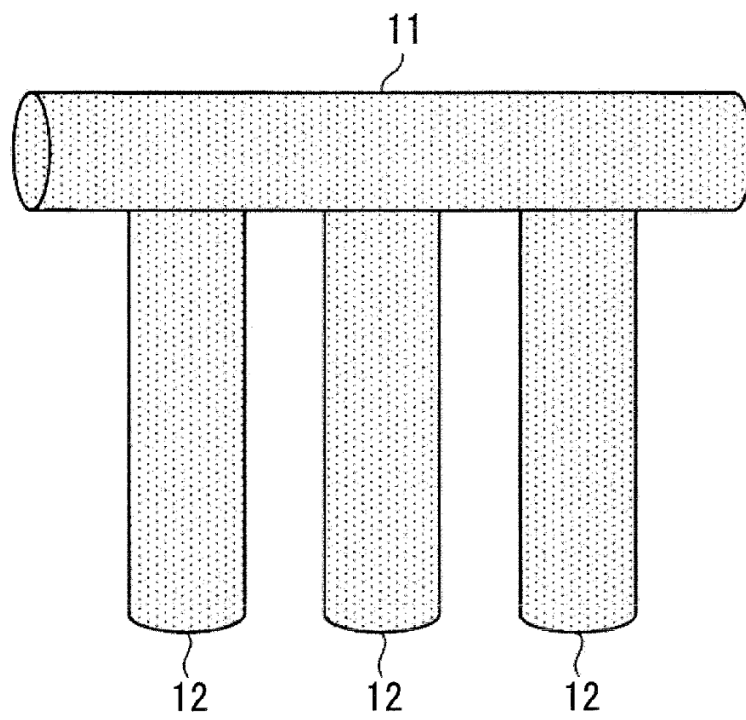


FIG. 11

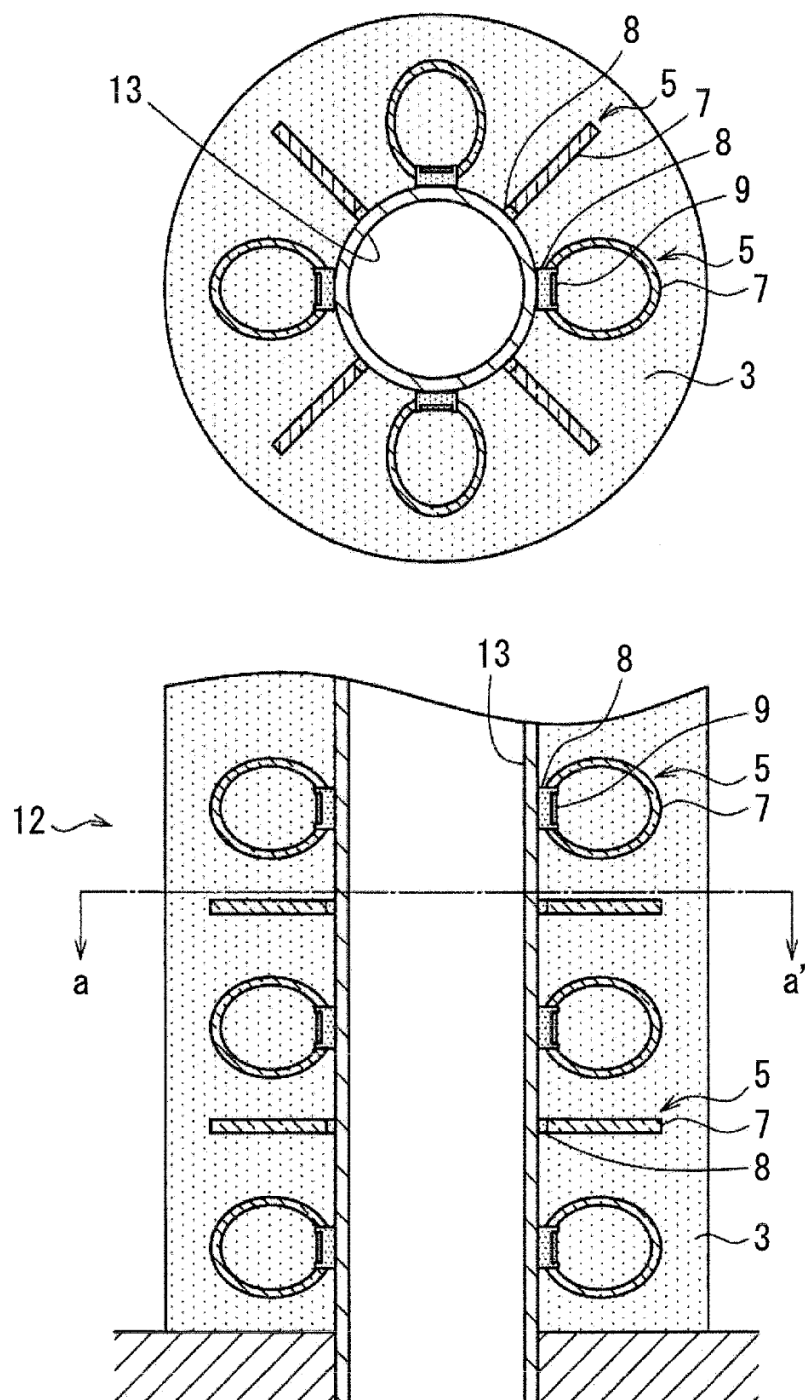


FIG. 12

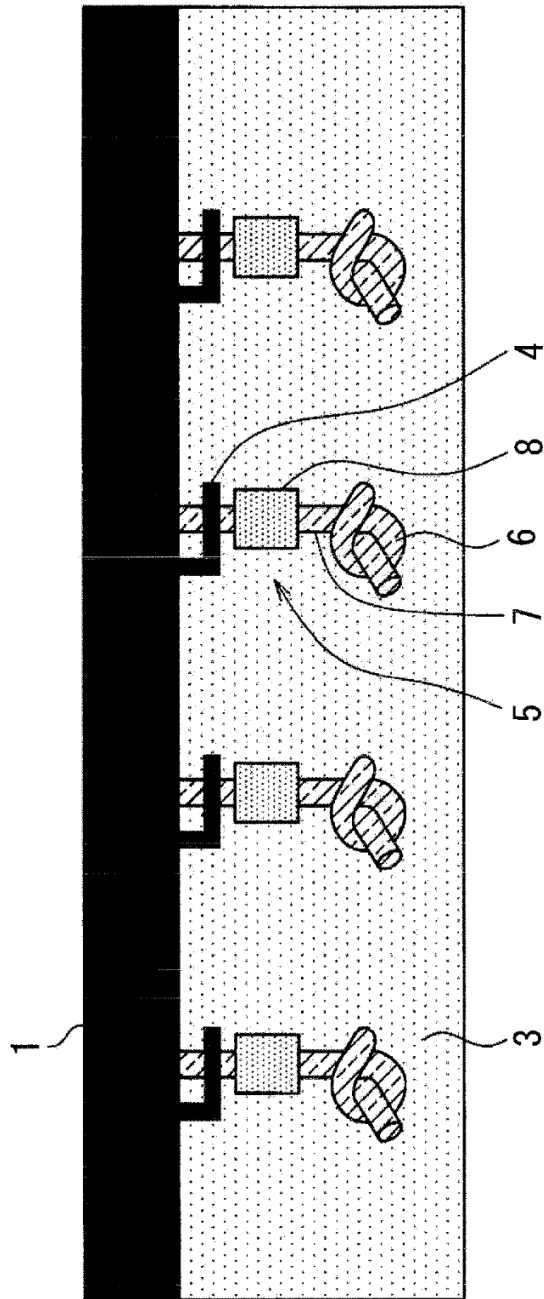


FIG. 13

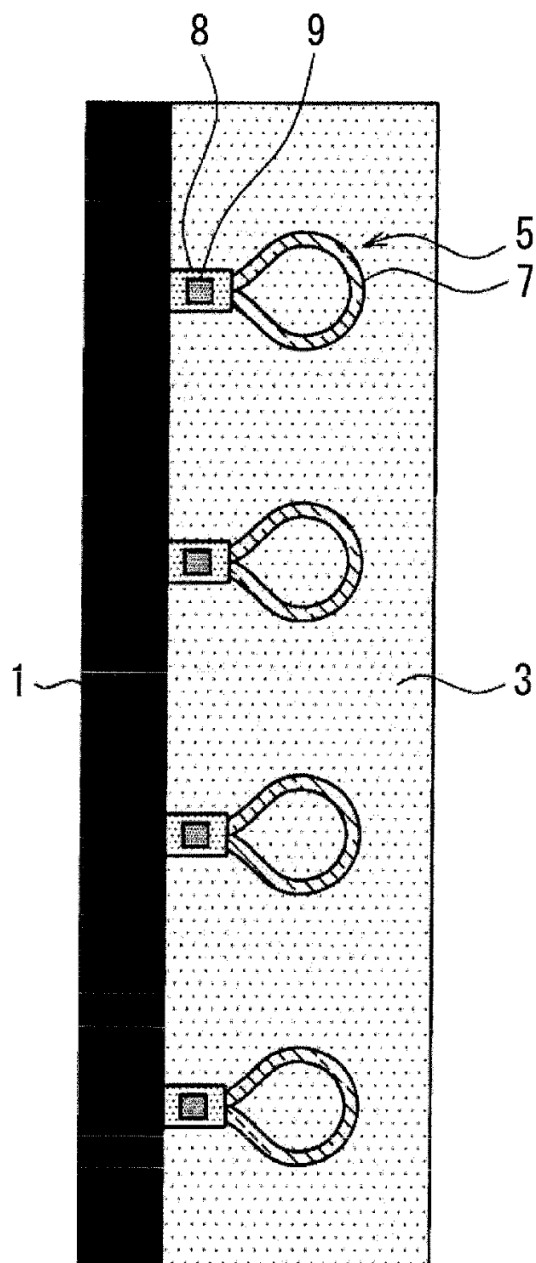


FIG. 14

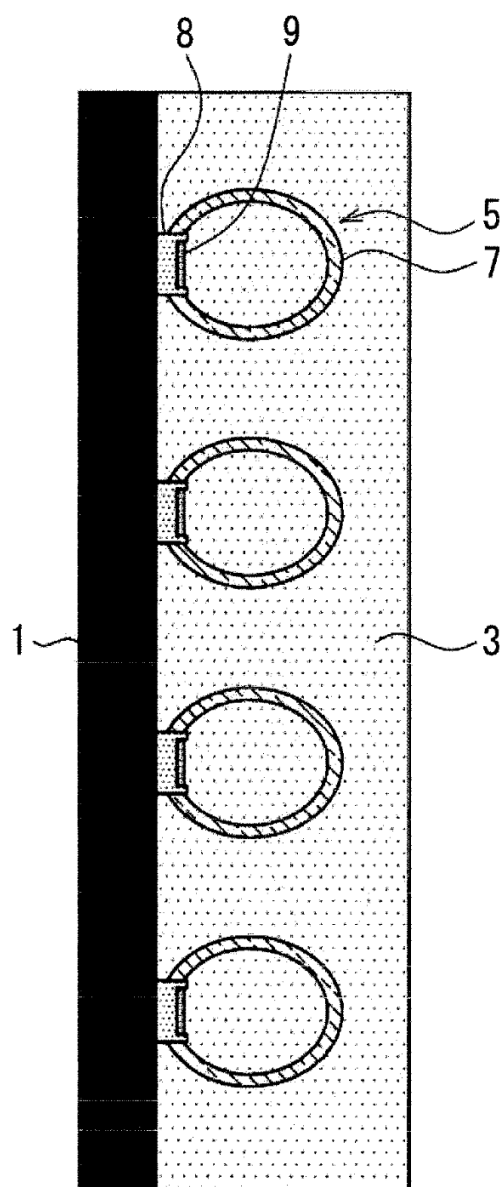


FIG. 15

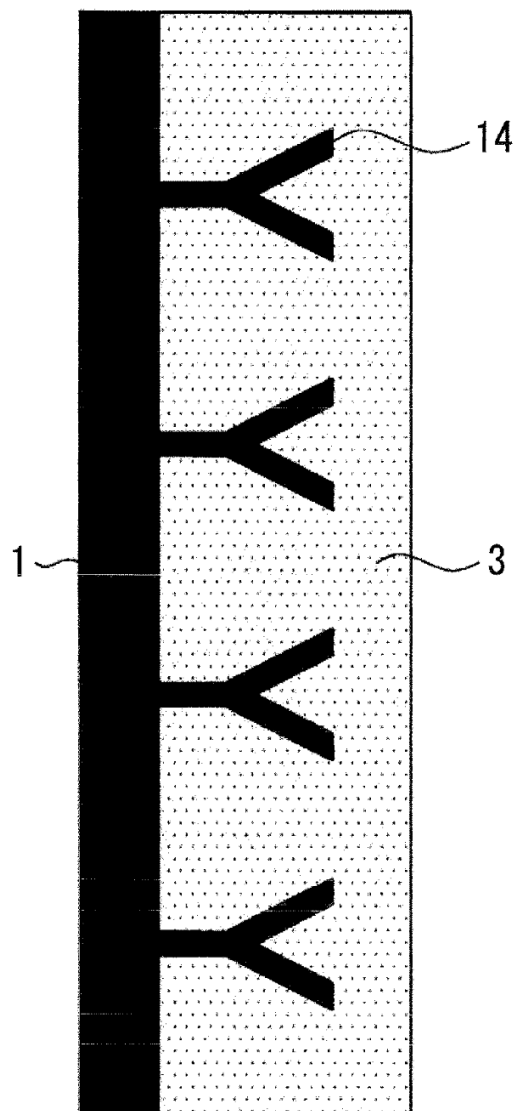


FIG. 16

