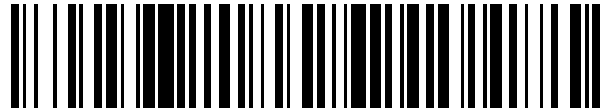


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 837 273**

51 Int. Cl.:

**C21B 7/10** (2006.01)

**F27D 1/12** (2006.01)

**F27B 3/24** (2006.01)

**F27B 1/24** (2006.01)

**F27D 9/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.12.2016 PCT/IB2016/058115**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.07.2018 WO18122591**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2016 E 16836163 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2020 EP 3562964**

54 Título: **Placa de enfriamiento de cobre con protuberancias multicapa que comprende material resistente al desgaste, para un alto horno**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.06.2021**

73 Titular/es:

**ARCELORMITTAL (100.0%)  
24-26 Boulevard d'Avranches  
1160 Luxembourg, LU**

72 Inventor/es:

**HERRERO BLANCO, IGNACIO**

74 Agente/Representante:

**PONTI & PARTNERS, S.L.P.**

**ES 2 837 273 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**

Placa de enfriamiento de cobre con protuberancias multicapa que comprende material resistente al desgaste, para un alto horno

5

**[0001]** La invención se refiere a altos hornos y, más precisamente, a placas (o duelas) de enfriamiento que se fijan en altos hornos.

**[0002]** Como sabe el experto en la materia, un alto horno generalmente comprende una pared interna parcialmente cubierta con placas (o duelas) de enfriamiento.

**[0003]** En algunas realizaciones, estas placas (o duelas) de enfriamiento comprenden un cuerpo que tiene una cara interna (o caliente) que comprende nervaduras paralelas entre sí y separadas por ranuras también paralelas entre sí. Estas nervaduras y ranuras están dispuestas para permitir el anclaje de un revestimiento refractario (ladrillos o gunitado) o de una capa de acreción en el interior del alto horno.

**[0004]** Cuando el cuerpo está hecho de cobre o aleación de cobre, para ofrecer una buena conductividad térmica, las nervaduras experimentan una erosión temprana porque el cobre no es un material resistente al desgaste.

**[0005]** Para evitar tal erosión temprana, es posible aumentar la dureza de las nervaduras mediante la introducción de una pieza de acero en las ranuras contra las paredes laterales de las nervaduras y la base de la ranura, como se describe en el documento de patente EP 2285991 y la solicitud de patente internacional WO 2015/097073. Tales piezas de acero permiten una buena protección de las nervaduras, y permiten también que las duelas se expandan y deformen libremente porque son térmicamente compatibles con las deformaciones de las duelas. Sin embargo, no están adecuadamente enfriadas y el gas podría lavarlas.

**[0006]** Así pues, un objetivo de la invención es mejorar la situación.

**[0007]** Con este fin, la invención se refiere a una placa (o duela) de enfriamiento para su uso en altos hornos y que comprende un cuerpo de cobre que tiene una cara interna que comprende nervaduras paralelas entre sí, que tienen primeros extremos opuestos entre sí y separados por ranuras que tienen segundos extremos opuestos entre sí.

**[0008]** Esta placa de enfriamiento (o duela) se caracteriza porque al menos una de sus ranuras comprende al menos una parte de una protuberancia multicapa que se extiende entre sus segundos extremos y que comprende al menos una capa hecha de un material resistente al desgaste que aumenta localmente la resistencia al desgaste de las nervaduras vecinas.

**[0009]** La placa (o duela) de enfriamiento de la invención también puede comprender las siguientes características opcionales consideradas por separado o según todas las combinaciones técnicas posibles:

- el material resistente al desgaste puede elegirse de un grupo que comprende un metal y una cerámica;

➤ el metal resistente al desgaste puede ser un acero resistente al desgaste o hierro fundido;  
 ➤ la cerámica resistente al desgaste puede ser carburo de silicio, un carburo de silicio extruido u otro material refractario con buena resistencia a la descamación y alta dureza;

- la protuberancia multicapa puede comprender una primera capa hecha de un material que tiene una alta conductividad térmica, y una segunda capa hecha del material resistente al desgaste y colocada sobre la primera capa;

➤ el material de la primera capa puede elegirse de un grupo que comprende un cobre metálico de alta conductividad y una aleación de cobre;  
 ➤ en una primera realización, cada protuberancia multicapa puede asociarse a una única ranura;

• la protuberancia multicapa puede comprender además una tercera capa intercalada entre la primera y segunda capas y hecha de un material que tiene una dureza destinada a aumentar la dureza de la protuberancia multicapa;  
 • la tercera capa puede estar hecha de una cerámica con buena resistencia a la descamación y alta dureza, tal como SiC o SiC extruido;

➤ en una segunda realización, la primera y segunda capa de cada protuberancia multicapa pueden asociarse respectivamente a dos ranuras vecinas;

• la primera capa de cada protuberancia multicapa puede comprender una incisión que se extiende entre los

segundos extremos y que comprende otro inserto hecho de un material que tiene una dureza destinada a aumentar la dureza de esta primera capa;

- 5 • el otro inserto puede estar hecho de una cerámica o de un acero resistente al desgaste y/o resistente al calor; la cara interna del cuerpo de cobre puede comprender nervaduras que tienen al menos dos alturas diferentes;
- las ranuras pueden tener una sección transversal de cola de milano.

10 **[0010]** La invención también se refiere a un alto horno que comprende al menos una placa de enfriamiento tal como la que se introdujo anteriormente.

**[0011]** Otras características y ventajas de la invención surgirán claramente de la descripción de la misma que se proporciona a continuación a modo de indicación y que no es de ninguna manera restrictiva, con referencia a las figuras adjuntas en las que:

- 15 - la figura 1 ilustra esquemáticamente, en una vista en perspectiva, una parte de un primer ejemplo de realización de una placa de enfriamiento según la invención,
- la figura 2 ilustra esquemáticamente, en una vista en sección transversal, una parte de un segundo ejemplo de realización de una placa de enfriamiento según la invención,
- 20 - la figura 3 ilustra esquemáticamente, en una vista en sección transversal, una variante de la placa de enfriamiento ilustrada en la figura 2, y
- 25 - la figura 4 ilustra esquemáticamente, en una vista en sección transversal, una parte de un tercer ejemplo de realización de una placa de enfriamiento según la invención.

30 **[0012]** La invención tiene como objetivo, en particular, proponer una placa (o duela) de enfriamiento 1 que se pueda usar en un alto horno y que presente una mayor resistencia al desgaste.

**[0013]** Un ejemplo de realización de una placa (o duela) de enfriamiento 1 según la invención se ilustra en la figura 1. Dicha placa (o duela) de enfriamiento 1 está destinada a montarse en una pared interna de un alto horno.

35 **[0014]** Como se ilustra, una placa de enfriamiento (o duela) 1 según la invención comprende un cuerpo de cobre 2 que tiene una cara interna (o caliente) 3 que comprende varias nervaduras 4-j paralelas entre sí. Estas nervaduras 4-j tienen los primeros extremos 6 opuestos entre sí y están separadas por ranuras 5 que tienen los segundos extremos 7 opuestos entre sí. Una vez que la placa de enfriamiento 1 está montada en la pared interna del alto horno, sus nervaduras 4-j y ranuras 5 están dispuestas horizontalmente. En este caso, el cuerpo de cobre 2 comprende una cara externa 14 que está opuesta a su cara interna 3 y fijada al alto horno de pared interna. Por lo tanto, la cara interna 3 es la cara del cuerpo que puede estar en contacto con el material muy caliente y el gas presente dentro del alto horno.

45 **[0015]** Por ejemplo, y tal como se ilustra en las figuras 2 a 4, las ranuras 5 típicamente tienen una sección transversal de cola de milano para optimizar el anclaje de ladrillos refractarios 15. Sin embargo, las nervaduras 4-j y las ranuras 5 pueden tener otras formas de sección transversal. Aunque se prefiere la sección transversal de cola de milano de las ranuras 5, en particular para recibir las protuberancias multicapa 10, como se ilustra en la figura 1, las ranuras 5 pueden tener una sección transversal rectangular.

50 **[0016]** Además, y como se ilustra en el ejemplo no limitante de la figura 1, la cara interna 3 del cuerpo de cobre 2 puede comprender nervaduras 4-j que tienen al menos dos alturas diferentes h1 y h2. Esta opción permite optimizar el anclaje de ladrillos refractarios 15. En el ejemplo de la figura 1, las primeras nervaduras 4-1 (j = 1) tienen una primera altura h1 y las segundas nervaduras 4-2 (j = 2), definidas entre las primeras nervaduras 4-1, tienen una segunda altura h2 que es más pequeña que la primera altura h1. Sin embargo, como se ilustra en los otros ejemplos de realización de las figuras 2 a 4, el cuerpo de cobre 2 puede comprender nervaduras 4-1 que tienen la misma altura.

55 **[0017]** Aún más, y como se ilustra en las figuras 2 y 3, el cuerpo de cobre 2 comprende preferentemente canales internos 16 en los que fluye un fluido de enfriamiento.

60 **[0018]** Tal como se ilustra en las figuras 1 a 4, al menos una de las ranuras 5 comprende al menos una parte de una protuberancia multicapa 10 que se extiende entre sus segundos extremos 7 y que comprende al menos una capa 12 hecha de este material resistente al desgaste que aumenta localmente la resistencia al desgaste de las nervaduras vecinas 4-j.

65 **[0019]** Gracias a las protuberancias multicapa 10 (ubicadas en las ranuras 5), la velocidad y presión ejercidas por la carga descendente sobre la duela disminuyen considerablemente, lo que permite evitar una erosión temprana

de su material (es decir, cobre o aleación de cobre) y del cuerpo de la duela. En otras palabras, las protuberancias permiten generar un área de bajo movimiento del material para minimizar el desgaste.

**[0020]** Por ejemplo, el material resistente al desgaste de la capa 12 puede ser un metal o una cerámica. Este metal resistente al desgaste puede ser, por ejemplo, un acero o hierro fundido, preferentemente un grado refractario (por ejemplo, un acero de fundición resistente al calor tal como GX40CrSi13 en el que la composición química comprende, expresándose el contenido como porcentajes en peso:  $0,3\% \leq C \leq 0,5\%$ ,  $1\% \leq Si \leq 2,5\%$ ,  $12 \leq Cr \leq 14\%$ ,  $Mn \leq 1\%$ ,  $Ni \leq 1\%$ ,  $P \leq 0,04\%$ ,  $S \leq 0,03\%$  y  $Mo \leq 0,5\%$ ) o un acero resistente al desgaste capaz de trabajar a altas temperaturas. La cerámica resistente al desgaste puede ser, por ejemplo, un carburo de silicio (SiC), carburo de silicio extruido (mayor conductividad térmica) u otro material refractario con buena resistencia a la descamación y alta dureza.

**[0021]** Por ejemplo, y tal como se ilustra en las figuras 1 a 4, una protuberancia multicapa 10 puede comprender una primera capa 11 hecha de un material que tiene una alta conductividad térmica, y una segunda capa 12 hecha del material resistente al desgaste y colocada sobre esta primera capa 11. Esta realización permite una adaptación de una placa de enfriamiento convencional sin ninguna fase de mecanizado.

**[0022]** La primera capa 11 que tiene una alta conductividad térmica se coloca en la posición más baja de la protuberancia multicapa 10 para actuar como un escudo térmico, porque la carga térmica proviene principalmente de corrientes de gas caliente que fluyen hacia arriba. Por ejemplo, el material de esta primera capa 11 puede ser un cobre metálico de alta conductividad o una aleación de cobre. La segunda capa 12 está hecha del material resistente al desgaste y se coloca sobre la primera capa 11 para protegerla de una erosión temprana. Como se mencionó anteriormente, esta segunda capa 12 puede estar hecha de un acero resistente al desgaste, hierro fundido o cerámica.

**[0023]** También, por ejemplo, y como se ilustra en las figuras 1 a 3, cada protuberancia multicapa 10 puede asociarse a una única ranura 5. En otras palabras, una parte de cada protuberancia multicapa 10 se ubica en una sola ranura 5 mientras que la parte restante de esta protuberancia multicapa 10 se extiende más allá de esta única ranura 5.

**[0024]** En este caso, cada protuberancia multicapa 10 puede comprender además una tercera capa 13 intercalada entre la primera 11 y segunda 12 capas y hecha de un material cerámico que tiene una dureza muy alta, destinada a aumentar la resistencia al desgaste de toda la protuberancia.

**[0025]** En los ejemplos de las figuras 1 y 2, cada tercera capa 13 está en contacto con una parte de la cara interna 3 que delimita la base de su ranura asociada 5, mientras que en el ejemplo de la figura 3 cada tercera capa 13 está separada por una parte que sobresale de la primera capa subyacente 11 de la parte de la cara interna 3 que delimita la base de su ranura asociada 5. La alternativa mostrada en las figuras 1 y 2 se puede instalar en la duela desde el lado frontal, mientras que la alternativa mostrada en la figura 3 solo se puede instalar lateralmente dentro de la ranura. La ventaja de esta última variante es la mayor estabilidad del conjunto en caso de que la pieza de cerámica quebradiza se rompiera en pedazos.

**[0026]** Por ejemplo, cada tercera capa 13 puede estar hecha de una cerámica de alta dureza tal como SiC o SiC extruido. Aquí se puede utilizar una cerámica porque está intercalada y, por lo tanto, protegida del impacto del material que cae e independiente de la flexión de la placa de enfriamiento que puede ser inducida por una expansión térmica.

**[0027]** En una variante de realización, ilustrada en la figura 4, la primera 11 y segunda 12 capas de cada protuberancia multicapa 10 pueden asociarse respectivamente a dos ranuras vecinas 5. En otras palabras, una parte de la primera capa 11 de una protuberancia multicapa 10 se ubica en una primera ranura 5, mientras que la parte restante de esta primera capa 11 se extiende más allá de esta primera ranura 5, y una parte de la segunda capa 12 de esta protuberancia multicapa 10 se ubica en una segunda ranura 5 ubicada cerca de la primera ranura 5, mientras que la parte restante de esta segunda capa 12 se extiende más allá de esta segunda ranura 5. Por lo tanto, la primera capa 11 en la parte inferior lleva la carga térmica hacia el cuerpo de cobre 2, mientras que la segunda capa 12 en la parte superior protege la primera capa 11 asociada del desgaste.

**[0028]** En este caso, y como se ilustra en el ejemplo no limitante de la figura 4, la primera capa 11 de cada protuberancia multicapa 10 puede comprender una incisión 17 que se extiende entre los segundos extremos 7 y que comprende un inserto 18. Este inserto 18, incrustado en una primera capa 11, está hecho de un material que tiene una dureza destinada a aumentar la dureza de esta primera capa 11. Por ejemplo, y como se ilustra en el ejemplo no limitante de la figura 4, la cara de la primera capa 11, en la que la incisión 17 está definida (o mecanizada), puede inclinarse para enviar el gas hacia afuera y también para ayudar a que la carga fluya suavemente hacia las "cavidades" que se construyen con las protuberancias 10.

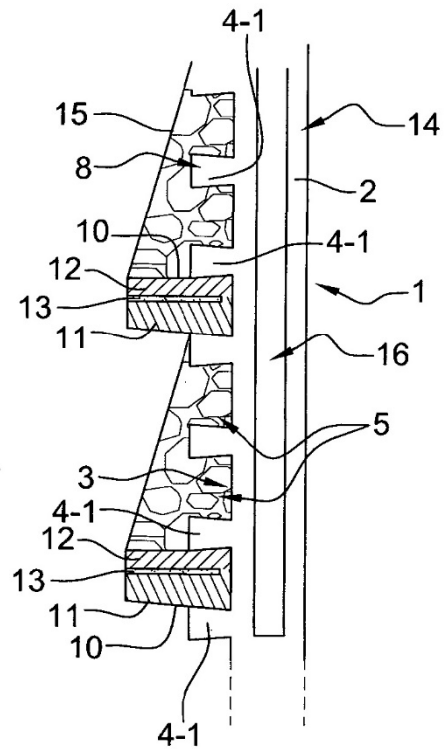
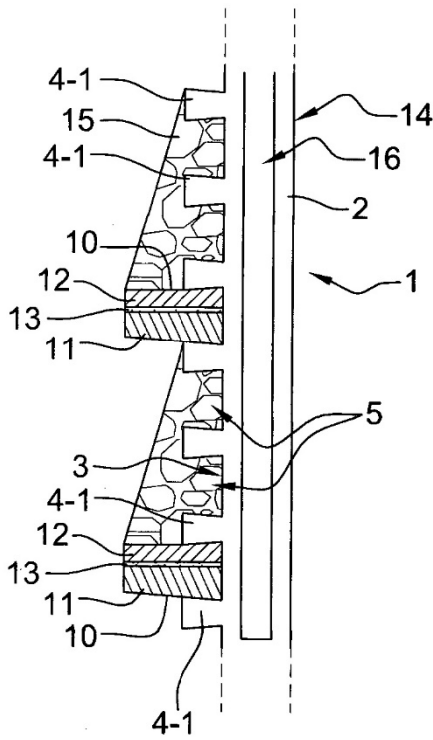
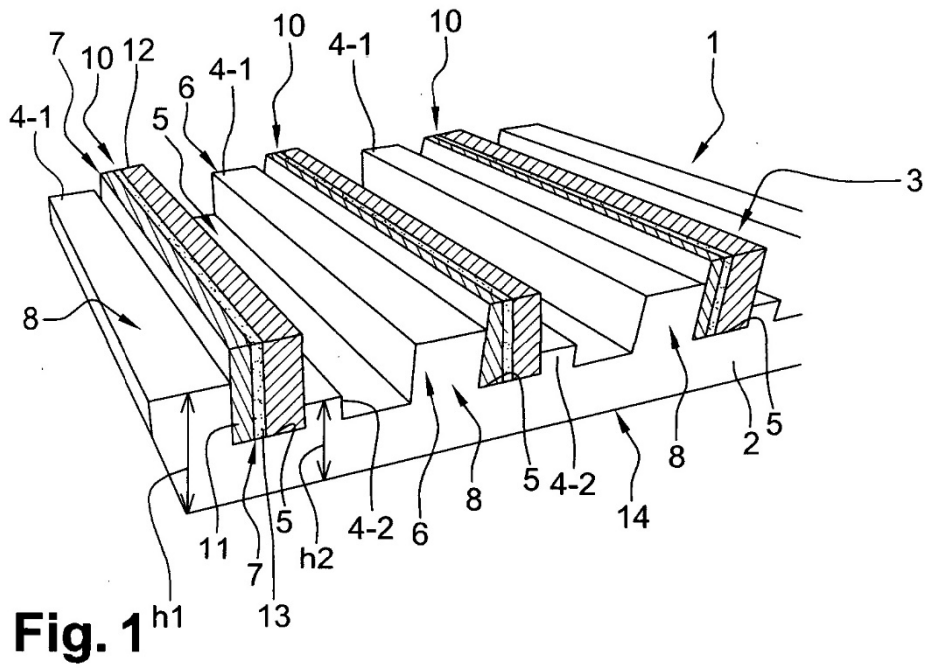
**[0029]** También, por ejemplo, y como se ilustra en la figura 4, cada incisión 17, y por lo tanto el inserto asociado 18, puede tener una sección transversal de cola de milano. También, por ejemplo, cada inserto 18 puede estar hecho

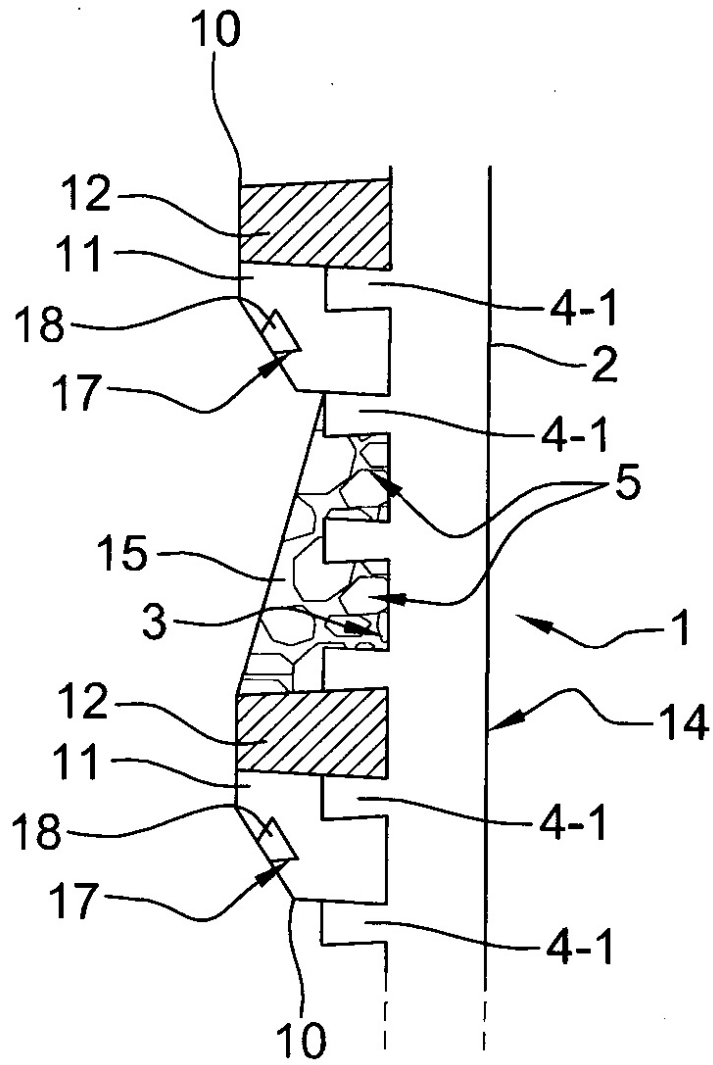
de una cerámica tal como SiC o un acero (resistente al desgaste, resistente al calor o una combinación de ambos). Se pueden usar otras implementaciones para aumentar la dureza de la capa 11. Por ejemplo, cada incisión 17 puede ser un orificio roscado en el que un perno, que define un inserto 18, está atornillado

- 5 **[0030]** Es importante tener en cuenta que las ranuras 5 en las que se ubican las protuberancias multicapa 10 pueden depender de la forma y/o dimensiones del alto horno. Por ejemplo, en el ejemplo ilustrado en las figuras 2 y 3, una protuberancia multicapa 10 puede ubicarse cada tres ranuras 5. Pero, en otros ejemplos, una protuberancia multicapa 10 puede ubicarse cada dos o cuatro o incluso cinco ranuras 5.

**REIVINDICACIONES**

1. Placa de enfriamiento (1) para un alto horno, comprendiendo dicha placa de enfriamiento (1) un cuerpo de cobre (2) que tiene una cara interna (3) que comprende nervaduras (4-j) paralelas entre sí, que tienen primeros extremos (6) opuestos entre sí y separados por ranuras (5) que tienen segundos extremos (7) opuestos entre sí, **caracterizada por que** al menos una de dichas ranuras (5) comprende al menos una parte de una protuberancia multicapa (10) que se extiende entre dichos segundos extremos (7) y que comprende al menos una capa (12) hecha de un material resistente al desgaste que aumenta localmente la resistencia al desgaste de nervaduras vecinas (4-j).
- 5 2. Placa de enfriamiento según la reivindicación 1, **caracterizada por que** dicho material resistente al desgaste se elige de un grupo que comprende un metal y una cerámica.
3. Placa de enfriamiento según la reivindicación 2, **caracterizada por que** dicho metal resistente al desgaste es un acero resistente al desgaste o hierro fundido.
- 15 4. Placa de enfriamiento según la reivindicación 2, **caracterizada por que** dicha cerámica resistente al desgaste es carburo de silicio, un carburo de silicio extruido u otro material refractario con buena resistencia a la descamación y alta dureza.
- 20 5. Placa de enfriamiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** dicha protuberancia multicapa (10) comprende una primera capa (11) hecha de un material que tiene una alta conductividad térmica, y una segunda capa (12) hecha de dicho material resistente al desgaste y colocada sobre dicha primera capa (11).
- 25 6. Placa de enfriamiento según la reivindicación 5, **caracterizada por que** dicho material de dicha primera capa (11) se elige de un grupo que comprende un cobre metálico de alta conductividad y una aleación de cobre.
7. Placa de enfriamiento según una de las reivindicaciones 5 y 6, **caracterizada por que** cada protuberancia multicapa (10) está asociada a una única ranura (5).
- 30 8. Placa de enfriamiento según la reivindicación 7, **caracterizada por que** cada protuberancia multicapa (10) comprende además una tercera capa (13) intercalada entre dicha primera (11) y segunda (12) capas y hecha de un material que tiene una dureza destinada a aumentar la dureza de dicha protuberancia multicapa (10).
- 35 9. Placa de enfriamiento según la reivindicación 8, **caracterizada por que** dicha tercera capa (13) está hecha de una cerámica con buena resistencia a la descamación y alta dureza, tal como SiC o SiC extruido.
10. Placa de enfriamiento según una de las reivindicaciones 5 y 6, **caracterizada por que** la primera (11) y segunda (12) capas de cada protuberancia multicapa (10) están asociadas respectivamente a dos ranuras vecinas (5).
- 40 11. Placa de enfriamiento según la reivindicación 10, **caracterizada por que** dicha primera capa (11) de cada protuberancia multicapa (10) comprende una incisión (17) que se extiende entre dichos segundos extremos (7) y que comprende un inserto (18) hecho de un material que tiene una dureza destinada a aumentar la dureza de dicha primera capa (11).
- 45 12. Placa de enfriamiento según la reivindicación 11, **caracterizada por que** dicho inserto (18) está hecho de una cerámica o de un acero resistente al desgaste y/o resistente al calor.
- 50 13. Placa de enfriamiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizada por que** dicha cara interna (3) de dicho cuerpo de cobre (2) comprende nervaduras (4-j) que tienen al menos dos alturas diferentes.
14. Placa de enfriamiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizada por que** dichas ranuras (5) tienen una sección transversal de cola de milano.
- 55 15. Alto horno, **caracterizado por que** comprende al menos una placa de enfriamiento (1) según una de las reivindicaciones anteriores.





**Fig. 4**