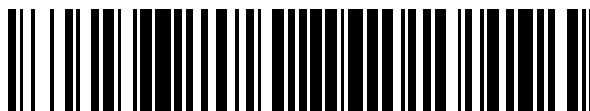


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 539**

51 Int. Cl.:

B21B 45/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.05.2014 PCT/EP2014/059186**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.12.2014 WO14191168**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2014 E 14724374 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.08.2017 EP 3003591**

54 Título: **Desincrustante ajustable y método de funcionamiento de un desincrustante ajustable**

30 Prioridad:

30.05.2013 GB 201309698

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

22.12.2017

73 Titular/es:

**PRIMETALS TECHNOLOGIES AUSTRIA GMBH
(100.0%)
Turmstrasse 44
4031 Linz, AT**

72 Inventor/es:

**CLARK, MICHAEL, TREVOR y
LEE, JOSEPH**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 647 539 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

Desincrustante ajustable y método de funcionamiento de un desincrustante ajustable

Esta invención se relaciona con un desincrustante ajustable y un método de desincrustación de materiales, en particular donde el espesor del material varía a lo largo de su longitud, véase, por ejemplo, el documento WO 2010/145860 A1. En el laminado en caliente de acero y otros metales, es muy común usar chorros de agua a alta presión para eliminar la incrustación que se forma sobre la superficie del material, en particular en placas y molinos Steckel, o molinos de tiras en caliente, pero puede requerirse desincrustación en otros tipos de molino. La mayoría de los sistemas de desincrustación con agua a alta presión usan chorros planos en forma de abanico, como se ilustra en las Figuras 1a y 1b. La figura 1a muestra una vista lateral. Un cabezal 1 suministra agua a través de una boquilla 2 como una atomización 6 a una superficie 3 de una placa que se va a desincrustar, que se mueve en la dirección de la flecha 4. Una punta 5 de boquilla está situada a una distancia h_2 de separación por encima de la superficie 3 y tiene un ángulo de inclinación de la boquilla desde el vertical β . El ángulo de inclinación pretende evitar que el agua de alta presión y la incrustación que salta desde la superficie de la plancha interfieran con el chorro directo desde la punta de la boquilla. La Fig. 1b ilustra esto visto desde el final. El cabezal 1 tiene múltiples boquillas 2, separadas por una separación E. A través del ancho de la placa o material, la atomización 6 se extiende sobre un ángulo α de atomización. Las atomizaciones 6 adyacentes a lo largo del ancho se superponen en una cantidad D. Visto desde arriba, cada atomización es desplazada en un ángulo γ y de desplazamiento con respecto a una línea a lo largo del ancho de la placa, perpendicular a la dirección de movimiento. El ángulo de desplazamiento pretende evitar que los chorros vecinos interfieran entre sí.

Uno de los problemas con el uso de estos chorros en forma de abanico plano es que el área 7 de superposición y la distancia D entre los chorros 6a, 6b adyacentes producidos por cada boquilla son muy críticos para el rendimiento de la desincrustación. Esto se ilustra en las Figs. 2 y 3. Si D es demasiado grande, es decir, hay demasiada superposición entre los chorros, como se ilustra en la Fig. 2, el flujo 8 de agua en la superficie 3 del material creado por el chorro 6a líder en la región 7 de superposición se interpone en el camino del chorro 6b desde el chorro "siguiente" en la región de superposición, y reduce el impacto de este chorro siguiente sobre el material en la región 7 de superposición, lo que puede dar como resultado tiras con mala desincrustación sobre la superficie del material. Este fenómeno se describe en la Fig. 6 y el texto asociado del artículo "Audits of Existing Hydromechanical Descaling Systems in Hot Rolling Mills as a Method to Enhance Product Quality: Juergen W. Frick, Lechler GmbH". Si la superposición D es demasiado pequeña o incluso negativa, es decir, hay un espacio entre los chorros adyacentes 6a, 6b como se muestra en la Fig. 3, entonces el material no se desincrustó adecuadamente y esto también produce tiras con mala desincrustación. Este fenómeno también se describe en el artículo de Audits mencionado anteriormente en la Fig. 9 y el texto asociado.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una desincrustación ajustable con las características de acuerdo con la reivindicación 1. La presente invención evita los problemas encontrados en los desincrustantes convencionales mediante el ajuste del patrón de impacto del desincrustante para una desincrustación posterior en base a un patrón de incrustación detectado de un producto después de que el producto ha sido desincrustado, que optimiza así la interacción de la atomización de los chorros adyacentes.

Cuando se proporciona más de un desincrustante, en uso, todos pueden estar corriente arriba del molino de laminación o, alternativamente, un desincrustante se coloca delante del tren de laminación en caliente y el otro posicionado después del molino de laminación en caliente a lo largo de la línea de laminación.

Preferiblemente, para cada desincrustante se proporcionó un sensor correspondiente.

Preferiblemente, el sensor de detección de incrustación comprende uno de un pirómetro de escaneo; un sistema de cámara CCD; un dispositivo de rayos X; un sensor de espesor de incrustación; o un sistema de análisis espectral.

Preferiblemente, un sensor individual está adaptado para detectar incrustación en superficies opuestas del producto metálico.

Preferiblemente, el o cada desincrustante comprende un cabezal y una serie de boquillas configuradas en un paso predeterminado.

Preferiblemente, el o cada desincrustante comprende un conjunto de dos módulos desincrustantes, montados de manera que un módulo desincrustante es operable para desincrustar una superficie del producto metálico y el otro módulo desincrustante es operable para desincrustar una superficie opuesta al producto metálico.

Preferiblemente, al menos uno de los módulos desincrustantes comprende un módulo desincrustante ajustable en altura.

Al ajustar la altura del módulo desincrustante, se altera el patrón de impacto de desincrustación.

Preferiblemente, al menos uno de los módulos desincrustantes comprende un mecanismo de control de la presión de desincrustación.

El ajuste de la presión de desincrustación altera el patrón de impacto de desincrustación. El mecanismo por el cual se ajusta el patrón de impacto de desincrustación no se limita a ajustar la altura del módulo desincrustante o controlar la presión de desincrustación del chorro para el material que se desincrusta, otros parámetros pueden ajustarse.

5 Preferiblemente, las boquillas de un desincrustante en el dispositivo se ajustan con un paso de boquilla diferente a las boquillas de otro desincrustante en el dispositivo.

Esto ayuda a la correlación para identificar qué cabezal necesita ajustarse.

Preferiblemente, las boquillas de un desincrustante en el dispositivo tienen un desplazamiento lineal diferente a lo largo del eje del cabezal a las boquillas de otro desincrustante en el dispositivo.

Esto también ayuda a la correlación para identificar qué cabezal necesita ajustarse.

10 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método para operar un dispositivo de desincrustación ajustable con las características de acuerdo con la reivindicación 12. Preferiblemente, el ajuste de uno o más desincrustantes comprende al menos uno de ajuste de la altura de uno o más de los desincrustantes con respecto a una mesa de rodillos sobre la cual se soporta el producto, o con relación a la superficie superior o inferior del material; ajuste de la presión en un encabezado de uno o más desincrustantes.

15 Preferiblemente, el método comprende además usar un algoritmo de tipo Rosenbrock 1-D para ajustar la altura de uno o más desincrustantes en respuesta a la correlación.

Preferiblemente, el patrón de correlación almacenado comprende una representación del paso de la boquilla de un cabezal del desincrustante.

20 Preferiblemente, el método comprende además compensar la dispersión de la anchura durante el laminado, o los efectos del laminado de costado inicial

Preferiblemente, el método comprende además seguimiento de cuál de los uno o más desincrustante ha estado en funcionamiento con el fin de generar un patrón de incrustación y adaptar los resultados de la comparación de correlación de manera correspondiente.

25 Preferiblemente, el método comprende además filtrar y promediar señales desde el uno o más sensores que representan el patrón de incrustación durante un período de tiempo antes de llevar a cabo la comparación.

Preferiblemente, el método comprende además calibrar el sistema de correlación introduciendo un desplazamiento de altura en una etapa de medición de prueba.

Ahora se describirá un ejemplo de un desincrustante ajustable y un método de operación con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

30 Las Figuras 1a y 1b ilustran una disposición de atomización de desincrustante convencional;

La Figura 2 ilustra el patrón de atomización para el desincrustante de las Figs. 1a y 1b con demasiada superposición.

La Figura 3 ilustra el patrón de atomización para el desincrustante de la Fig. 1a y 1b con muy poca superposición;

La Figura 4 ilustra un ejemplo de un desincrustante ajustable de acuerdo con la presente invención;

La Figura 5 ilustra gráficamente patrones de correlación y señales de sensores; y,

35 La Figura 6 es un diagrama de flujo de un método para operar el desincrustante de la Fig.4.

Como se describió anteriormente con respecto a las Figs. 1 a 3, puede haber problemas si la superposición de los chorros adyacentes es exagerada o muy pequeña. Los fabricantes de chorros especifican la superposición óptima para cada tipo de chorro en base a una "caída de borde" característica para ese chorro particular, es decir, qué tan rápido cae la presión de impacto hacia el borde del chorro. Sin embargo, en la práctica, se encontró que diferentes lotes de boquillas pueden tener ángulos α de atomización ligeramente diferentes y característicos de caída de borde, y que el ángulo de atomización y la caída de los bordes también varían con la presión de desincrustación, y con el desgaste de las boquillas. Si el molino decide cambiar el proveedor de la boquilla (por ejemplo, por razones de costo o por un proveedor local), las diferencias en los ángulos de atomización y las características de caída de borde pueden ser aún más significativas, incluso si las figuras de "catálogo" para las boquillas son las mismas.

45 En diseños convencionales, el espaciado de la boquilla, E en la Fig. 1b, se fija mediante el diseño del cabezal, de modo que lo único que se puede ajustar con el fin de optimizar la superposición es la distancia h2 de separación en la Figura 1a. Si la distancia de separación real es mayor que la figura de diseño, entonces la presión de impacto de los chorros se reducirá y la desincrustación no será tan efectiva. Si la distancia de separación real es significativamente menor que la figura de diseño, entonces los chorros ya no se superponen y la plancha tendrá tiras de incrustación a lo largo de ella. La mayoría de los molinos de placa usan una variedad de espesores de plancha y, por lo tanto, los

cabezales superiores en los desincrustantes primarios pueden usualmente ajustarse en la altura con gatos de tornillo, cilindros hidráulicos u otros actuadores. Un sistema de control establece la altura correcta del cabezal para una plancha particular antes de que la plancha entre al desincrustante, de modo que la distancia h2 sea aproximadamente la misma sin importar cuál sea el espesor de la plancha.

5 Los desincrustantes a menudo se describen ya sea como desincrustantes primarios o desincrustantes secundarios. El desincrustante primario es el desincrustante que se usa para desincrustar la plancha cuando sale del horno y antes de que comience el laminado. El desincrustante secundario generalmente se ubica en el propio molino laminador en el caso de los molinos de planchas y los molinos de desbaste, o justo en frente del molino en el caso de los molinos de acabado. Es muy común que los desincrustantes primarios tengan cabezales superiores ajustables en altura, por ejemplo como se ilustra en las Figuras 1 y 3 del documento WO2010145860 o en el documento US6385832, porque tienen que desincrustar las planchas con diferentes espesores. El ajuste de altura de estos cabezales superiores se realiza en 'bucle abierto', es decir, el sistema de control para el molino le dice al sistema de control de desincrustante cuál es el espesor de la plancha, y el sistema de control del desincrustante ajusta la altura del cabezal superior al espesor de la plancha más una distancia h2 de separación nominal.

15 Si el molino tiene algún problema de desincrustación - que generalmente se detecta mediante observación visual- entonces se podría realizar una prueba de impacto de desincrustación como la que se ilustra en la Fig. 7 del documento "Audis..." mencionado anteriormente. Los métodos comunes para este tipo de prueba incluyen el uso de una lámina de plomo o una lámina de aluminio unida a una plancha o usando una plancha pintada. La plancha de prueba se coloca debajo del desincrustante y la desincrustación se enciende durante un breve período de tiempo. Después, el patrón de impacto puede examinarse visualmente. Si la prueba indica que hay una superposición excesiva o una superposición insuficiente, entonces la distancia h2 nominal de separación para el cabezal superior se puede ajustar simplemente ingresando el nuevo parámetro en el sistema de control.

25 Mientras que los cabezales superiores en desincrustantes primarios se ajustan fácilmente para la altura, los cabezales de desincrustación del fondo usualmente son fijos. Generalmente, los cabezales del fondo no necesitan ser movidos porque la superficie de fondo de la plancha siempre está en el mismo lugar, encima de los rodillos. Si cualquier ajuste es posible, es solo cambiando las cuñas o empacadores que soportan los cabezales de fondo y las tuberías.

Los cabezales superiores en la mayoría de los sistemas de desincrustación secundarios se unen a los ensamblajes de guía de entrada o salida en el molino, de modo que cuando el rodillo de trabajo superior del molino se mueve hacia arriba y hacia abajo para acomodar diferentes espesores de plancha y placa, el cabezal se mueve hacia arriba y abajo con el rollo. Un ejemplo de esto se muestra en la Fig. 1 del documento DE102009058115. Sin embargo, la altura de separación del cabezal desde la superficie superior del material no es absolutamente constante con este tipo de diseño. Existen dos razones principales para esto. En primer lugar, el rodillo superior cambia el diámetro a través del desgaste y la molienda, y debido a que la guía que soporta el cabezal está ubicada en el conjunto de la cuña de rodillo y no en el propio rodillo, esto produce pequeños cambios en la distancia de separación. El documento CN202028622 describe un método para tratar de superar este efecto. La segunda razón es que la superficie superior del material está a una altura diferente en relación con el rodillo, dependiendo del giro de rodillo. El documento KR101014922 describe un diseño de cabezal que es ajustable en altura con respecto al conjunto de guía, de manera que la distancia a la parte superior del material se puede mantener igual sea cual sea el giro. Aunque, los cabezales de fondo en la mayoría de los sistemas de desincrustación secundarios se establecen a una altura fija, el documento KR101014922 menciona que el ajuste también se podría aplicar a los cabezales de fondo.

Otros ejemplos de sistemas en los que se ha reconocido el problema de mantener la superposición correcta entre los chorros, y se han propuesto soluciones para compensar los cambios en la presión del agua, el giro de rodillo y el espesor incluyen el documento KR2003030183, que describe un sistema en el que la altura del cabezal de desincrustación se ajusta de acuerdo a la presión de desincrustación real con el fin de mantener el ancho de atomización constante, el documento KR100779683 que describe un sistema en el que la altura de desincrustación y la presión del agua se ajustan para obtener un desincrustado óptimo de acuerdo con el espesor y la temperatura de la barra, el documento KR20040056057 que describe un sistema en el que la altura del cabezal de desincrustación se puede ajustar para los extremos elevados en la placa y el documento KR20040024022 que describe otro sistema en el que se puede ajustar la altura del cabezal de desincrustación.

50 Otras patentes o solicitudes de patente describen el uso de medidas del patrón de incrustación en la superficie de la placa para controlar el funcionamiento del desincrustante. Esta característica está presente, por ejemplo, en el documento JP07256331, que describe un sistema de desincrustación en el que hay un sensor de espesor de incrustación que mide la distribución de la incrustación a través de la superficie de la placa. La señal del sensor de espesor de incrustación se usa para controlar las boquillas de desincrustación adicionales que se pueden colocar cerca del borde de la placa. El documento JP10282020 describe un dispositivo de medición de espesor y composición de incrustación de rayos X, que usa esta información para determinar las condiciones de eliminación óptimas para la incrustación. El documento JP11010204 describe el uso de un detector de defectos de incrustación para controlar la temperatura de laminado y el giro en los soportes de un molino de acabado con el fin de influir en la cantidad y el tipo de incrustación producida. El documento JP55040978 describe un sistema para detectar defectos de incrustación y mostrarlos al operador. El documento KR100349170 describe un sistema para detectar incrustaciones usando cámaras CCD.

La presente invención aborda el problema de cómo mejorar la desincrustación. Una realización de la invención ajusta la distancia de separación para mejorar la desincrustación. En la presente invención, la distancia h2 de separación puede ajustarse para algunos, o para todos los cabezales de desincrustación en el molino, idealmente para lograr una desincrustación óptima, pero al menos para reducir la incidencia de tiras sobre el material. Con el fin de lograr la mejora deseada, el sistema debe ser capaz de cambiar la altura de los cabezales en relación con la superficie del material y detectar cuándo se ha logrado un resultado de desincrustación aceptable, o que la desincrustación no ha alcanzado la calidad requerida y ese ajuste es requerido.

Un ejemplo de un desincrustante ajustable de acuerdo con la presente invención se ilustra en la Fig. 4. Una plancha 10 para desincrustar se mueve a lo largo de una mesa 11 de rodillos en la dirección de la flecha 12. Se pueden proporcionar desincrustantes por encima y por debajo de la mesa de rodillos en varias posiciones a lo largo de la mesa de rodillos. En este ejemplo, dos juegos de desincrustantes 13a, 13b, 14a, 14b están en posiciones corrientes arriba de los rodillos 16 de trabajo en el molino 20 de laminado. Después de esta desincrustación inicial, el material pasa a través del molino y se lamina, y se puede proporcionar otro conjunto de desincrustantes 15a, 15b en una posición corriente abajo de los rodillos de trabajo, de modo que la desincrustación también se lleve a cabo después de que el material se haya enrollado. Por ejemplo, los desincrustantes 15a, 15b corriente abajo pueden usarse para desincrustar en un paso inverso, es decir, cuando el material se desplaza en la otra dirección en un molino de reversión. Los desincrustantes secundarios usualmente están incorporados en las guías de entrada del molino, por lo que están bastante cerca, aunque en los molinos de tiras, el desincrustante secundario puede estar separado del soporte. El número de desincrustantes puede variarse, por ejemplo, se puede usar un solo par de desincrustantes, ya sea corriente arriba o corriente abajo de los rodillos de trabajo, o más de un conjunto, en algunos casos con al menos un conjunto provisto corriente arriba de los rodillos de trabajo y al menos un conjunto corriente abajo de los rodillos de trabajo.

Corriente abajo de los desincrustantes, los sensores 17, 18 de incrustación superficial superior e inferior están situados encima y debajo de la mesa de rodillos respectivamente, con el fin de detectar el patrón de desincrustación en la superficie de la placa 10. Estos sensores están acoplados a un controlador 19 que usa información derivada del patrón de desincrustación detectado para ajustar un parámetro del dispositivo de desincrustación para alterar el patrón de desincrustación resultante. En un ejemplo, se ajusta la altura de los cabezales de desincrustación. Alternativamente, la presión de los cabezales de desincrustación puede controlarse. El controlador tiene conexiones con cada uno de los desincrustantes 13a, 13b, 14a, 14b, 15a, 15b y puede hacer que los actuadores, en cualquiera de los desincrustantes que se necesita mover, operen para repositionar el desincrustante con relación a la mesa de rodillos y, por lo tanto, a la placa. El ajuste de la altura puede limitarse solo a uno de los desincrustantes en un conjunto, usualmente el desincrustante 13a, 14a, 15a superior, pero idealmente tanto los desincrustantes superiores como inferiores en cada conjunto son ajustables en altura.

Para instalaciones existentes, el ajuste de altura de ambos de un conjunto de desincrustantes puede no ser práctico, en cuyo caso el sistema de la presente invención se puede usar con los cabezales que son ajustables en altura. Además, se puede proporcionar un mecanismo de control de presión y el dispositivo se ajusta para tener una presión más alta o más baja para cambiar el chorro del cabezal de la boquilla y, por lo tanto, el patrón de impacto de desincrustación. En general, esto se hace para los cabezales que no son ajustables en altura, más que independientemente del ajuste de altura, que usan la información del sensor para ajustar la presión de desincrustación, por ejemplo que usa bombas de velocidad variable o una válvula de control de flujo, con el fin de ajustar el ancho de atomización de la desincrustación. Esto se debe a que la reducción de la presión de desincrustación también reduce la efectividad de la desincrustación y, por el contrario, puede que no sea posible aumentar la presión de desincrustación. Sin embargo, no está excluido usar el ajuste de presión en solitario.

Se puede usar uno de varios sensores diferentes para detectar la incrustación de la superficie. El sensor más simple y más versátil para usar es un pirómetro de escaneo. Muchos molinos ya tienen equipos de pirómetro de escaneo instalados por medio de este tipo de sensor. Un sensor alternativo es un sistema de cámara CCD que busca defectos visibles superficiales. Estos sistemas son ampliamente usados para detectar defectos en la superficie durante el laminado y están fácilmente disponibles. Otras alternativas incluyen sensores de rayos X o de espesor de incrustación y sistemas de tipo de análisis espectral (por ejemplo, sistemas FTIR). Siempre y cuando el sensor pueda detectar tiras con pobre desincrustación en la superficie del material, se puede usar. Algunos sensores pueden medir la incrustación tanto en la superficie superior como en la superficie inferior. Donde esto no es posible, se usan sensores separados para cada superficie, como se muestra en el ejemplo de la Fig.4. El molino no está limitado a usar solo un único sensor 17, 18 ubicado después del molino de laminado como se muestra en la Fig. 4, pero en algunos casos, se pueden usar múltiples sensores, por ejemplo después del desincrustante primario y de cualquier lado del molino (no mostrado).

La señal del sensor 17, 18 se analiza por el controlador 19 para determinar si existe alguna correlación entre el patrón de incrustación medido a través del ancho del material y el paso E conocido de las boquillas de desincrustación. Si hay una correlación entre el patrón de incrustación medido a través del ancho del material y el paso de las boquillas, entonces esto sugiere que la distancia de separación de las boquillas puede no ser óptima. Ejemplos de este efecto se ilustran en la Fig. 5. Se compara un patrón 30 de correlación para las posiciones 31 de boquilla conocidas con una señal 32 de sensor. Puede verse que esto está fuertemente correlacionado 34, lo que indica un patrón de incrustación no óptimo y distancia h2 de separación de boquilla. Por el contrario, otra señal 33 de sensor muestra una correlación

35 muy débil o nula con el paso de las boquillas, lo que indica que el patrón de incrustación y la distancia h2 de separación de la boquilla están cerca del óptimo.

5 En el caso donde hay solo un sensor ubicado después del molino, existe la complicación adicional de que las variaciones en la efectividad de la desincrustación puedan ser ya sea debido al desincrustante primario o al desincrustante secundario lateral de entrada o al desincrustante secundario lateral de salida. En el caso de los desincrustantes secundarios, idealmente el desincrustante lateral de salida es compensado con la mitad del paso de la boquilla (el espacio entre las boquillas) con respecto al desincrustante lateral de entrada para que el sistema pueda distinguir fácilmente uno del otro. En el caso del desincrustante primario, el paso se elige para que sea diferente del desincrustante secundario, de manera que se pueda distinguir el patrón debido al desincrustante primario en comparación con el patrón del desincrustante secundario. El sistema también tiene en cuenta qué cabezales de desincrustación se han usado realmente durante el laminado de la pieza que se está midiendo; por ejemplo, si solo se ha usado la desincrustación lateral de entrada, entonces el sistema no busca ninguna correlación con el patrón de desincrustación lateral de salida.

15 Otra complicación es que en los molinos de placas, la plancha a menudo se lamina de costado en una o más pasadas con el fin de lograr el ancho de placa requerido. Esto resulta en dos efectos. En primer lugar, cualquier patrón de desincrustación a lo ancho que se haya creado antes del giro de la plancha terminará extendiéndose al nuevo ancho. En consecuencia, cuando el patrón de desincrustación es medido por el sensor, el patrón tendrá un espacio entre rayas del patrón, el paso del patrón, que está relacionado con el espaciado real de las boquillas, el paso de la boquilla, multiplicado por la proporción del ancho final de la plancha con respecto al ancho cuando la plancha se desincrustó por primera vez en su orientación lateral. En segundo lugar, cualquier patrón de desincrustación que se produzca durante la fase de laminado de costado se convertirá en un patrón longitudinal a lo largo de la longitud de la pieza enrollada y el paso longitudinal será el paso de la boquilla multiplicado por la proporción de la longitud final y el ancho del costado. Un punto relacionado es que el ancho de la plancha generalmente aumenta ligeramente durante el laminado, lo que alterará el paso observado por el sensor. Si el molino está equipado con una bordeadora, entonces es posible que el ancho final sea más estrecho que el ancho inicial. Es relativamente simple para el sistema tener en cuenta estos cambios de ancho en relación con el ancho al que se desincrustó la pieza ajustando el paso para el análisis de correlación.

25 Usualmente, la pieza que se está laminando se desincrusta varias veces durante la secuencia de laminación. Si el sensor está lo suficientemente cerca del molino, entonces es posible analizar el patrón de incrustación después de cada pasada por al menos parte de la longitud del material enrollado en esa pasada. Si el sensor está a cierta distancia del molino, tal vez solo sea posible analizar el patrón de incrustación después que se haya completado todo el laminado y desincrustación. En este caso, cualquier ancho que cambie durante el laminado tenderá a difuminar el patrón, pero en la mayoría de los casos seguirá habiendo cierta correlación con el paso de la boquilla.

35 Después de analizar el patrón de incrustación y encontrar una correlación con el paso de un cabezal de desincrustación particular, el sistema necesita entonces determinar si mover los cabezales de desincrustación hacia arriba o hacia abajo. El problema es que tanto la superposición excesiva como la superposición insuficiente conducen a desincrustación pobre y tiras en la superficie. Como se establece en el artículo "Audits..." mencionado anteriormente y que se muestra en la Fig. 7, los métodos convencionales para determinar si el desincrustante tiene una superposición excesiva o una superposición insuficiente, solo pueden llevarse a cabo cuando el molino no está rodando.

40 Aunque, con ciertos tipos de sensores, como un pirómetro de escaneo, es posible, por ejemplo, distinguir entre una placa con superposición insuficiente que tiene tiras calientes y una placa con superposición excesiva que no tiene tiras calientes, este método se complica por la diferente emisividad de una superficie que no se ha desincrustado adecuadamente en comparación con la superficie que se ha desincrustado adecuadamente. La mayoría de los pirómetros detectarían el cambio en la emisividad como un cambio en la temperatura y esto confunde el análisis de la señal.

45 Por lo tanto, se propone un esquema iterativo simple en base a un método de optimización de 1 de Rosenbrock dimensional. Si el sistema detecta una correlación entre el paso de la medición de desincrustación y el paso de un cabezal de desincrustación, entonces el sistema mueve la altura de ese cabezal a una pequeña distancia en una dirección u otra. Esta dirección inicial se puede seleccionar al azar, pero se prefiere que la elección de la dirección probable se base en datos históricos. Por ejemplo, el ángulo de atomización generalmente aumenta con el desgaste de la boquilla, y de manera que un movimiento hacia la tira compensaría esto. En el caso de una nueva instalación que no ha sido calibrada en absoluto, el sistema puede comenzar con la altura del cabezal deliberadamente desplazada en una dirección lejos del óptimo teórico y con la dirección del primer movimiento hacia la posición teórica. Alternativamente, el sistema puede comenzar con el cabezal en la posición óptima teórica y con una dirección de movimiento inicial predeterminada o aleatoria. Después de haber movido el cabezal, el sistema entonces espera a que se lamine otra placa, idealmente una placa similar con desincrustación similar y compara la correlación. Si la correlación es más fuerte, entonces el movimiento fue claramente en la dirección incorrecta, mientras que si la correlación es más débil, entonces el movimiento fue en la dirección correcta. Si el movimiento parece estar en la dirección correcta, entonces el sistema realiza otro movimiento en esa dirección. Si el movimiento parece estar en la dirección incorrecta, entonces el sistema mueve la altura en la dirección opuesta.

Si los datos solo están disponibles después de que se ha laminado cada placa, entonces este esquema iterativo simple mueve el cabezal a la altura óptima después de que se hayan laminado algunas placas. Si hay datos disponibles durante el laminado de una placa, entonces el sistema puede optimizar la altura en unos pocos pasos. Para evitar que el sistema busque alrededor de la altura óptima, se puede establecer una correlación de umbral de manera que si la correlación es menor que este umbral, el sistema mantiene el cabezal a la misma altura. Si se desea, el algoritmo realiza movimientos más grandes o más pequeños, dependiendo del nivel de la correlación, o el algoritmo puede usar un algoritmo de tipo de tamaño de paso variable donde el tamaño de paso aumenta gradualmente para cada movimiento en la misma dirección, pero se reduce rápidamente cuando la dirección de movimiento cambia. Se puede usar el filtrado y el promedio de las señales sobre una parte o la superficie completa de una o más placas para garantizar que el sistema no exceda los errores en las mediciones.

Opcionalmente, el patrón contra el que se correlacionan las mediciones se calibra introduciendo deliberadamente un error significativo en la altura del cabezal y realizando una medición en una placa de prueba.

La Fig. 6 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo simplificado de funcionamiento de un desincrustante ajustable de acuerdo con la presente invención. El producto de metal que se está laminando se hace pasar 40 a lo largo de la mesa de rodillos hacia el molino de laminación. El desincrustante se aplica 41, ya sea antes o después del laminado, o antes y después del laminado. El sensor 17, 18 detecta 42 el patrón de incrustación y envía una señal al controlador 19. La señal que representa el patrón de incrustación detectado se compara 43 con un patrón de correlación, típicamente datos almacenados relacionados con el paso de las boquillas del desincrustante, para ver si la correlación entre los patrones detectados y almacenados excede 44 un umbral predeterminado. Si la correlación supera 45 el umbral, se requiere el ajuste 48 de los desincrustantes. Si la correlación no excede el umbral 46, entonces la laminación continúa 47 y si aún no se ha completado, el patrón de incrustación se vuelve a detectar 42 con el sensor y el procedimiento se repite.

Si la correlación excede 45 el umbral y se ha determinado que se requiere el ajuste 48, pueden requerirse pasos adicionales (no mostrados), por ejemplo para determinar si hay múltiples desincrustantes, algunos o todos están en uso y si cada uno de esos desincrustantes tiene su propio sensor asociado (en cuyo caso el patrón se puede atribuir a cada desincrustante específico) o si solo hay un solo sensor para todos los desincrustantes, o menos sensores que desincrustantes. Además, si se requiere una compensación por el laminado lateral inicial, esto se aplica en esta etapa. Luego, el controlador determina si el desincrustante que se va a ajustar puede tener su altura ajustada 49 y si no 51, después si puede ajustar 52 la presión del colector. Si es posible el ajuste, la altura y/o el ajuste 50, 54 de la presión del cabezal apropiado luego se aplica y la detección del patrón de incrustación por el sensor continúa, o termina el laminado. Si ni la altura ni la presión 55 pueden ajustarse más para un desincrustante en particular, no se realiza ningún ajuste y la detección continúa, o el laminado finaliza. En este ejemplo, se propone el ajuste de altura o presión para ajustar el patrón de impacto de desincrustación, pero cualquier parámetro adecuado puede ajustarse para este fin.

Aunque, como se discutió anteriormente, la detección de incrustación es bien conocida, como lo es ajustar la altura de las boquillas de atomización, ninguna de las técnicas anteriores sugiere que se usen medidas del patrón de incrustación en la superficie de la placa como la base para controlar el ajuste de la altura u otras características de los cabezales de desincrustación con el fin de mejorar u optimizar la operación de desincrustación.

Se pueden establecer diferentes pasos de boquilla o diferentes desplazamientos lineales a lo largo del eje del cabezal en diferentes cabezales de los desincrustantes, para ayudar a identificar qué cabezal necesita ajustarse.

En resumen, se puede usar un sensor para detectar tiras de incrustación en la superficie de la placa que se correlacionan con posiciones conocidas de la superposición entre boquillas de desincrustación adyacentes y ésta correlación se usa para ajustar el sistema de desincrustación para minimizar las tiras. El ajuste puede ser en forma de ajuste de la altura de los cabezales en respuesta a la correlación del sensor, o ajuste de la presión de desincrustación (por ejemplo, para aquellos cabezales que no son ajustables en altura) en respuesta a la correlación del sensor. Se puede compensar el patrón medido por el ancho extendido y el laminado lateral, etc. Se puede usar información sobre qué cabezales han estado en operación cuando se lleva a cabo el análisis de correlación. Las señales del sensor pueden filtrarse y promediarse. La señal del sensor se puede usar para identificar si el cabezal es demasiado alto o demasiado bajo. Se puede usar un algoritmo de tipo 1-D Rosenbrock para ajustar la altura de los cabezales en respuesta a la correlación. Se puede introducir deliberadamente una compensación de altura para una prueba para calibrar el sistema de correlación.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo de desincrustación ajustable para un molino (20) de laminado en caliente para la laminación en caliente de un producto metálico en una línea de laminación, donde el dispositivo de desincrustación comprende uno o más desincrustantes, donde los desincrustantes comprenden chorros de agua a alta presión; al menos un sensor (17, 18) de detección de incrustación; y un procesador (19); en el que el sensor (17, 18) está adaptado para detectar un patrón de incrustación a lo largo del ancho del producto sobre una superficie del producto metálico (10) después de la desincrustación del producto, caracterizado porque el procesador (19) está adaptado para ajustar un patrón de impacto de desincrustación, de acuerdo con el patrón de incrustación detectado proporcionado por el sensor y una correlación determinada entre el patrón de incrustación detectado y un paso E conocido de las boquillas de desincrustación, lo que sugiere que la distancia de separación de las boquillas desincrustantes puede no ser óptima o en la que la correlación débil o cero entre el patrón de incrustación detectado y el paso E de las boquillas de desincrustación se usa para sugerir que el patrón de incrustación y la distancia de separación de la boquilla son casi óptimos.
- 10 2. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, en uso, un desincrustante se coloca delante del molino (20) de laminado en caliente y el otro se coloca después del molino (20) de laminado en caliente a lo largo de la línea de laminación.
- 15 3. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, en el que para cada desincrustante se proporciona un sensor (17, 18) correspondiente.
- 20 4. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sensor (17, 18) de detección de incrustación comprende uno de un pirómetro de escaneo; un sistema de cámara CCD; un dispositivo de rayos X; un sensor de espesor de incrustación; o un sistema de análisis espectral.
- 25 5. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un sensor individual está adaptado para detectar incrustaciones en superficies opuestas del producto metálico.
6. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el o cada desincrustante comprende un cabezal (1) y una serie de boquillas (2) dispuestas en un paso predeterminado.
7. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el desincrustante o cada uno de ellos comprende un conjunto de dos módulos desincrustantes, montados de modo que un módulo desincrustante puede funcionar para desincrustar una superficie del producto metálico y el otro módulo desincrustante puede funcionar para desincrustar una superficie opuesta del producto metálico.
- 30 8. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos uno de los módulos desincrustantes comprende un módulo desincrustante ajustable en altura.
9. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos uno de los módulos desincrustantes comprende un mecanismo de control de presión de desincrustación.
- 35 10. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las boquillas de un desincrustante en el dispositivo se ajustan en un paso de boquilla diferente a las boquillas de otro desincrustante en el dispositivo.
11. Un dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las boquillas de un desincrustante en el dispositivo tienen un desplazamiento lineal diferente a lo largo del eje del cabezal hacia las boquillas de otro desincrustante en el dispositivo.
- 40 12. Un método de operación de un dispositivo de desincrustación ajustable, que comprende uno o más desincrustantes y boquillas de desincrustación, en un molino (20) de laminación en caliente para metal laminado en caliente; donde el método comprende desincrustar un producto (10) metálico usando chorros de agua a alta presión; usar uno o más sensores (17, 18) de detección de incrustaciones para determinar una representación de un patrón de incrustación a lo largo del ancho del producto metálico sobre una superficie del producto metálico que se lamina, después de la desincrustación, caracterizado porque en un procesador (19), se compara el patrón de incrustación determinado con un patrón de correlación almacenado; determinar si el resultado de la comparación está fuera de un intervalo de tolerancia aceptable y, de ser así, ajustar uno o más desincrustantes del dispositivo de desincrustación de acuerdo con el resultado de la comparación, en el que se usa una correlación determinada entre el patrón de incrustación detectado y un paso E conocido de las boquillas de desincrustación para sugerir que la distancia de separación de las boquillas de desincrustación puede no ser óptima o en el que una muy débil o cero correlación entre el patrón de incrustación detectado y el paso E de las toberas de desincrustación se usa para sugerir que el patrón de incrustación y la distancia de separación de la boquilla está cerca del óptimo.
- 45 50 13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el ajuste de uno o más desincrustantes comprende al menos uno de ajuste de la altura de uno o más de los desincrustantes con respecto a una mesa de rodillos en la que

se soporta el producto, o con relación a la superficie superior o inferior del material; ajustar la presión en un cabezal de uno o más desincrustantes.

14. Un método de acuerdo con a la reivindicación 12 o reivindicación 13, en la que el método comprende además usar un algoritmo de tipo Rosenbrock 1-D para ajustar la altura de uno o más desincrustantes en respuesta a la correlación.
- 5 15. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en el que el patrón de correlación almacenado comprende una representación del paso de la boquilla de un cabezal del desincrustante.
16. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, en el que el método comprende además compensar la extensión del ancho durante el laminado, o los efectos del laminado del costado inicial.
- 10 17. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16, en el que el método comprende además controlar cuál de los uno o más desincrustantes ha estado en funcionamiento con el fin de generar un patrón de incrustación y adaptar los resultados de la comparación de correlación en consecuencia.
18. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 17, en la que el método comprende adicionalmente filtrar y promediar las señales de uno o más sensores que representan el patrón de incrustación durante un período de tiempo antes de llevar a cabo la comparación.
- 15 19. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 18, en la que el método comprende además calibrar el sistema de correlación introduciendo un desplazamiento de altura en una etapa de medición de prueba.

FIG 1A

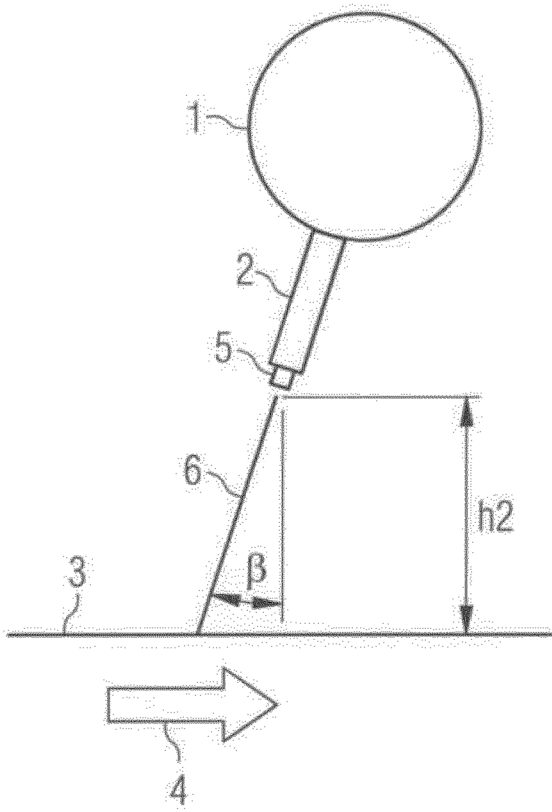


FIG 1B

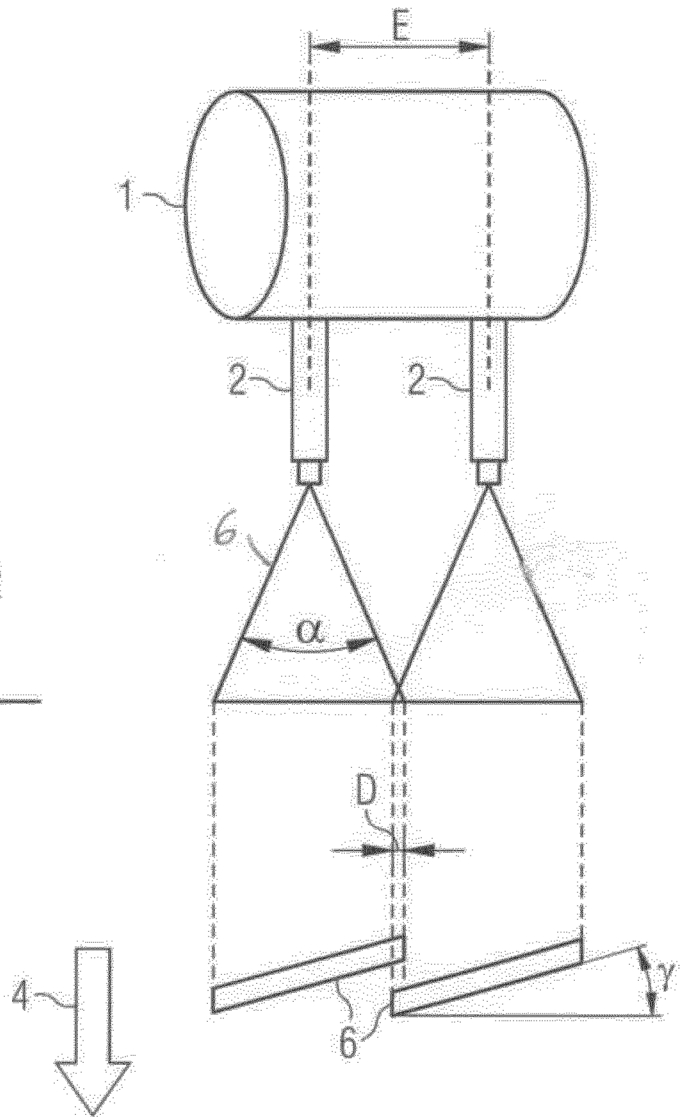


FIG 2

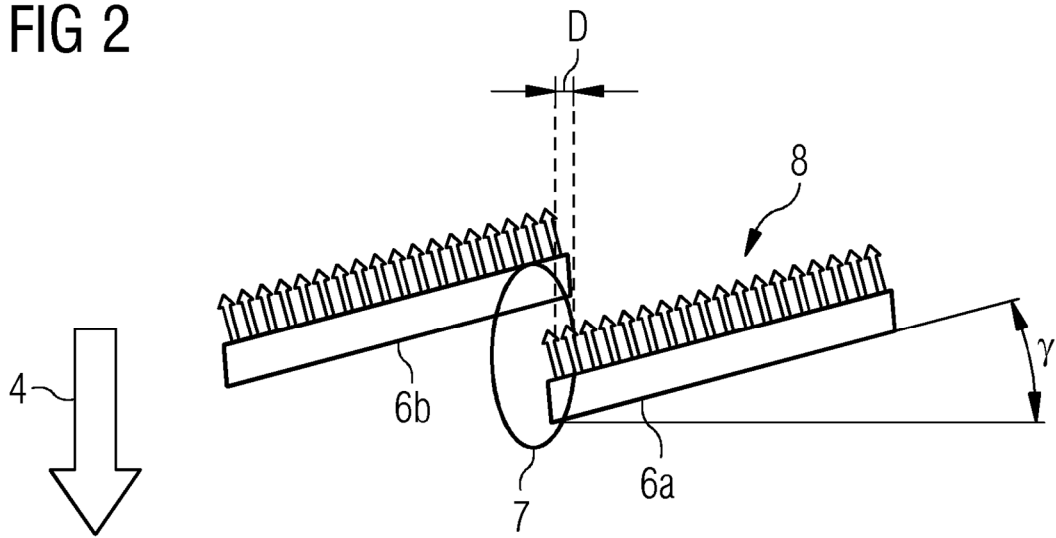
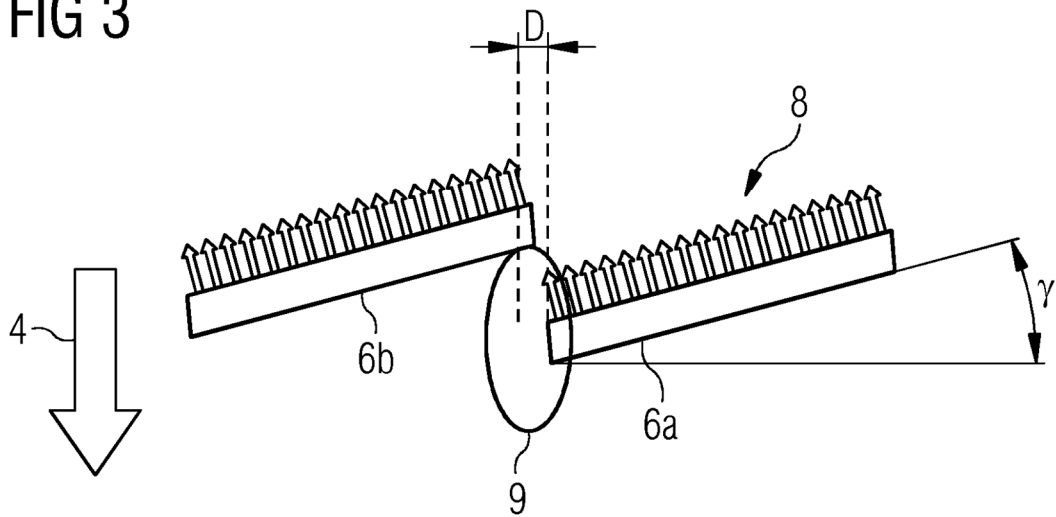


FIG 3



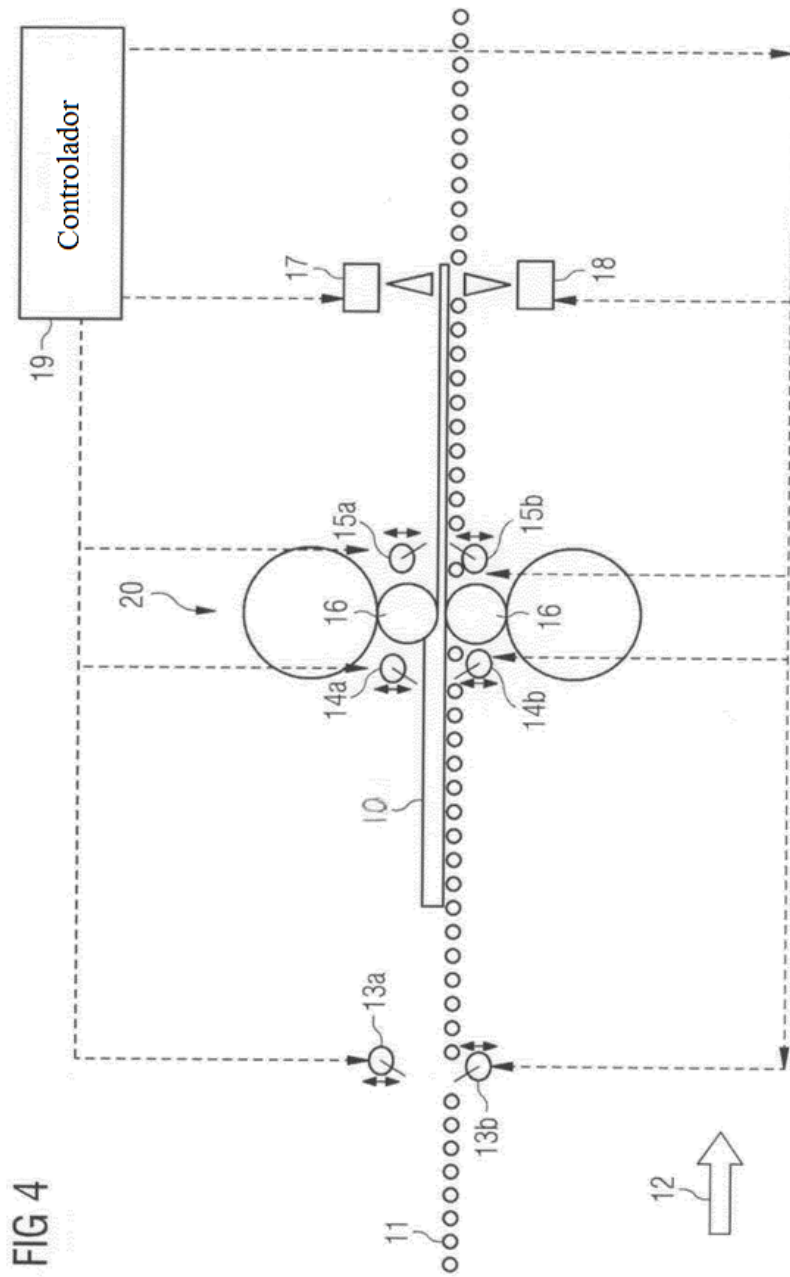


FIG 4

FIG 5



FIG 6

