



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 319 189**

51 Int. Cl.:

**B08B 1/00** (2006.01)

**B08B 1/02** (2006.01)

**B21B 45/04** (2006.01)

**B21B 45/06** (2006.01)

**B21C 43/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04706526 .3**

96 Fecha de presentación : **29.01.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1628784**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.03.2006**

54 Título: **Método para eliminar la cascarilla e inhibir la oxidación en un metal en forma de chapa tratado.**

30 Prioridad: **07.04.2003 US 408732**

73 Titular/es: **The Material Works Ltd.**  
**101 South Main Street**  
**Red Bud, Illinois 62278, US**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**05.05.2009**

72 Inventor/es: **Voges, Kevin**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**05.05.2009**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

Método para eliminar la cascarilla e inhibir la oxidación en un metal en forma de chapa tratado.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere, de modo general, a métodos para retirar la cascarilla de óxido de hierro de un metal tratado, en forma de chapa, e inhibir la oxidación adicional en el metal tratado, en forma de chapa. Más concretamente, la presente invención se refiere a métodos para retirar la cascarilla de óxido de hierro de las superficies de un metal tratado, en forma de chapa, usando un aparato para la preparación mecánica de una superficie, de manera que se inhiba la oxidación adicional en las superficies preparadas y se reduzca la rugosidad.

**Antecedentes de la invención**

El metal tratado, en forma de chapa, tiene una amplia variedad de aplicaciones. Por ejemplo, aviones, automóviles, archivadores y electrodomésticos, por citar únicamente unas pocas, que contienen cuerpos o armazones metálicos en forma de chapa. Normalmente, el metal en forma de chapa se compra directamente en las instalaciones siderúrgicas y/o en los centros de distribución de aceros. Pero puede pasar por unidades procesadoras intermedias (algunas veces denominadas unidades procesadoras “tarifarias”, antes de que sea recibido por un fabricante original de equipos. El metal en forma de chapa se conforma normalmente mediante un proceso de laminado en caliente y, si el calibre es lo suficientemente delgado, se enrolla para su conveniente transporte y almacenamiento. Durante el proceso de laminado en caliente, el acero al carbono alcanza normalmente temperaturas de acabado bien por encima de los 815°C. Una vez que se completa el proceso de laminado en caliente, el acero laminado en caliente se baja a la temperatura ambiente, normalmente mediante temple en agua, aceite o polímero, como es bien conocido en la técnica. Como resultado de las reacciones con el oxígeno del aire y la humedad, se forma una capa de óxido de hierro (o “cascarilla”) sobre la superficie del acero al carbono laminado en caliente mientras que se enfría el acero. La velocidad a la que se enfría el producto, y la caída total de la temperatura, afectarán a la cantidad y a la composición de la cascarilla que se forma sobre la superficie durante el proceso de enfriamiento.

El hierro tiene una estructura compleja de óxido, con FeO (“wustita”) unida mecánicamente al sustrato metálico base, seguido de una capa de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (“magnetita”) unida químicamente a la wustita, y luego una capa de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (“hematites”) unida químicamente a la magnetita y que está expuesta al aire. La oxidación tiende a progresar más rápidamente a temperaturas más altas, tales como las alcanzadas en un proceso normal de laminado en caliente, dando como resultado la formación de wustita. El espesor relativo de cada una de las distintas capas de wustita, magnetita y hematites, está relacionado con la disponibilidad del oxígeno libre y del hierro a medida que el sustrato laminado en caliente se enfría. Cuando se enfría desde temperaturas de acabado por encima de 570°C, la capa de óxido comprenderá normalmente al menos 50% de wustita, y también comprenderá magnetita y hematites en capas, formadas en ese orden desde el sustrato. Aunque una serie de factores (por ejemplo la velocidad de temple, la química del acero base, el oxígeno libre disponible, etc.) afecta a los espesores relativos de la wustita, magnetita y hematites, así como al espesor global de la capa de óxido, las investigaciones han mostrado que el espesor global de la capa de óxido (incluida la totalidad de las tres capas) en el acero al carbono laminado en caliente será, normalmente, aproximadamente el 0,5% del espesor total de la chapa de acero. Por eso, por ejemplo, en una chapa de acero al carbono laminada en caliente de 9,525 mm, el espesor global de la capa de óxido será de aproximadamente de 0,0508 mm.

Existen diversos métodos para aplanar metales en forma de chapa y para acondicionar sus superficies. El carácter plano del metal en forma de chapa es importante porque prácticamente todas las operaciones de estampación y troquelado requieren chapas planas. También son importantes unas buenas condiciones superficiales, especialmente en condiciones donde las superficies, superior y/o inferior, de la chapa metálica vayan a ser pintadas o de lo contrario revestidas. Para metales tratados, en forma de chapa, que vayan a ser pintados o galvanizados, la actual práctica industrial es retirar toda evidencia de óxido de la superficie que se va a pintar o galvanizar. Con respecto a las superficies pintadas, la retirada de evidencias de óxido antes de pintar asegura una adherencia óptima, flexibilidad, y resistencia a la corrosión de la capa de revestimiento de pintura deseada. Con respecto al galvanizado, la retirada de toda evidencia de óxido antes del revestimiento, permite una unión química suficiente del cinc al metal base.

El método más común para retirar todo el óxido de la superficie de un metal en forma de chapa, laminado en caliente, antes del revestimiento, es un proceso conocido como “baño de decapado y aceite”. En este proceso, el acero (ya enfriado a temperatura ambiente) se desenrolla, y es arrastrado a través de un baño de ácido clorhídrico (normalmente 30% de ácido clorhídrico y 70% de agua) para retirar químicamente la cascarilla. Luego, después de que se haya retirado la cascarilla, se lava el acero, se seca, e inmediatamente se “aceita” para protegerlo del deterioro de la herrumbre. El aceite proporciona una barrera contra el aire para proteger el metal desnudo de la exposición al aire y de la humedad. El proceso de “baño de decapado y aceite” es eficaz para retirar sustancialmente toda la capa de óxido, incluyendo la capa de wustita firmemente unida, y que da como resultado una superficie que es adecuada para la mayoría de las aplicaciones de revestimiento. Sin embargo, el proceso de “baño de decapado y aceite” tiene una serie de inconvenientes. Por ejemplo, el aceite aplicado al metal después del decapado se debe retirar antes del revestimiento, lo cual requiere tiempo. También, el ácido clorhídrico es un producto químico peligroso para el medioambiente, que tiene limitaciones especiales de almacenamiento y venta. Además, el recubrimiento de aceite interfiere con algunos procesos de fabricación, tales como la soldadura, da lugar a que las chapas superpuestas se peguen unas con otras, y se introduzcan en partes de la máquina durante los procesos de fabricación. También, mientras que el proceso de

decapado es eficaz al retirar sustancialmente la totalidad de la capa de óxido, dando como resultado una superficie que es adecuada para la mayoría de las aplicaciones de revestimiento, el agente de decapado (ácido clorhídrico) tiende a dejar una superficie limpia pero ligeramente áspera.

Por eso, hay una necesidad de un método mejorado de acondicionamiento de la superficie de un metal, en forma de chapa, que retire suficiente cascarilla de la superficie con el fin de asegurar las condiciones óptimas para aceptar revestimientos que den como resultado una superficie lisa que sea adecuada, prácticamente, para todas las aplicaciones de revestimiento, que incluya un medio para inhibir la oxidación adicional antes del revestimiento, y que sea menos caro y menos molesto que el decapado y aceitado estándar.

El documento US 6205830 describe un método para tratar metales en forma de chapa, que comprende estirar la chapa de metal para eliminar tensiones residuales internas, un aparato aplanador por estirado lateral, y acondicionar una superficie de la chapa metálica haciendo pasar un miembro acondicionador giratorio del aparato acondicionador de superficies.

### Resumen de la invención

Es, por lo tanto, un objeto de la presente invención, proporcionar un método mejorado para retirar el óxido de hierro del metal tratado, en forma de chapa, de manera que asegure condiciones superficiales óptimas para aceptar la pintura, el galvanizado, u otro revestimiento. Un objeto relacionado es proporcionar un método mejorado para retirar la cascarilla de óxido de hierro del metal tratado, en forma de chapa, que dé como resultado una superficie lisa que sea adecuada para, prácticamente, todas las aplicaciones de revestimiento. Otro objeto es proporcionar un método mejorado para retirar la cascarilla de óxido de hierro del metal tratado, en forma de chapa, de manera que se inhiba la oxidación adicional sin necesidad de recubrir con aceite. Otro objeto general más, es proporcionar un método mejorado para retirar la cascarilla de óxido de hierro del metal tratado, en forma de chapa, que sea menos caro y menos molesto que el decapado y el aceitado estándar.

El método para retirar la cascarilla de óxido de hierro del metal tratado, en forma de chapa, en el que la cascarilla de óxido de hierro comprende, generalmente, una capa de wustita que está unida a un sustrato metálico base del metal tratado, en forma de chapa, una capa magnética que está unida a la capa de wustita, y una capa de hematites que está unida a la capa magnética, comprendiendo el método los pasos de:

proporcionar un aparato acondicionador de superficies que tiene al menos un miembro acondicionador de superficies; y

acondicionar una superficie del metal tratado, en forma de chapa, con el aparato acondicionador de superficies, poniendo en contacto el al menos un miembro acondicionador de superficies con la superficie del metal en forma de chapa, caracterizado porque la superficie del material tratado, en forma de chapa, se acondicione de una manera que se retire sustancialmente la totalidad de la capa magnética y de hematites de la superficie, y de manera que se retire menos de la totalidad de la capa de wustita de la superficie, de forma que una porción de la capa de wustita permanezca unida al sustrato metálico base del metal tratado, en forma de chapa.

El método para retirar cascarilla de óxido de hierro del metal tratado, en forma de chapa, comprende los pasos de: proporcionar un aparato acondicionador de superficies que tiene al menos un miembro acondicionador giratorio; y acondicionar una superficie del metal tratado, en forma de chapa, con el aparato acondicionador de superficies. El paso de acondicionar la superficie del metal tratado, en forma de chapa, incluye poner en contacto el al menos un miembro acondicionador giratorio con la superficie del metal en forma de chapa. El miembro acondicionador giratorio se pone en contacto con la superficie de manera que retire algo, pero sustancialmente menos de la totalidad de la cascarilla de óxido de hierro de la superficie, de forma que quede una capa de cascarilla de óxido unida a un sustrato metálico base del metal tratado, en forma de chapa. Además, el miembro acondicionador giratorio se pone en contacto con la superficie de manera que se reduzca la media aritmética de la distancia de partida de los picos y valles sobre la superficie, medida desde una línea central media, a menos de  $1,27\ \mu\text{m}$ .

Aunque anteriormente se han descrito las principales ventajas de la presente invención, se puede lograr una comprensión y apreciación más completa, y afondo, de la invención haciendo referencia a las Figuras y a la descripción detallada de las realizaciones preferidas que siguen.

### Breve descripción de los dibujos

Las Figuras que acompañan, que se incorporan y que forman parte de la memoria descriptiva, ilustran realizaciones de ejemplos de la presente invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

La Figura 1 es una representación esquemática de un sistema de tratamiento del metal en línea que incorpora una aplanadora por estirado y un aparato acondicionador de superficies del tipo usado en la puesta en práctica de la presente invención;

la Figura 2 es una representación esquemática de un sistema de tratamiento del metal en línea que comprende una aplanadora por tensión y un aparato acondicionador de superficies del tipo usado en la puesta en práctica de la presente invención;

la Figura 3 es una representación esquemática de otra realización de un sistema de tratamiento del metal en línea que comprende una aplanadora por tracción y un aparato acondicionador de superficies del tipo usado en la puesta en práctica de la presente invención;

la Figura 4 es una vista lateral, en alzado, de una porción de un aparato acondicionador de superficies del tipo usado en la puesta en práctica de la presente invención;

la Figura 5 es una vista en planta, desde arriba, de una porción de un aparato acondicionador de superficies mostrado en la Figura 4;

la Figura 6 es una vista de un corte transversal fragmentado de un trozo de metal tratado, en forma de chapa, con capas de cascarilla de óxido de hierro, antes del acondicionamiento de la superficie según el método de la presente invención; y

la Figura 7 es una vista de un corte transversal fragmentado de un trozo de metal tratado, en forma de chapa, después de que haya sido acondicionado según el método de la presente invención.

Los caracteres de referencia mostrados en estas Figuras corresponden a los caracteres de referencia usados durante toda la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas.

## Descripción detallada de las realizaciones preferidas

En la realización de los métodos de la presente invención, se puede usar un aparato acondicionador de superficies, que se describirá de aquí en adelante con detalle, junto con un número de diferentes máquinas para aplastar y aplanar metal en forma de chapa, sin salirse del alcance de la presente invención.

En la Figura 1, mediante el número 10 de referencia, se representa, de forma general, un aparato acondicionador de superficies, del tipo usado en la puesta en práctica de los métodos de la presente invención. La Figura 1 es una representación esquemática de un sistema de tratamiento en línea de un metal, que incorpora el aparato acondicionador 10 de superficies, una aplanadora 12 por estirado, y otros componentes usados con ellos. Vista de izquierda a derecha, la Figura 1 muestra una bobina 14 de metal en forma de chapa, montada en un carrete desenrollador 16 aguas arriba, una enderezadora 20 de rodillos, un foso receptor 22, la aplanadora 12 por estirado y el acondicionador 10 de superficies. La enderezadora 20 de rodillos se sitúa justo aguas abajo del carrete 16, e incluye una pluralidad de rodillos superiores 24 y de rodillos inferiores 26 que tiene un diámetro relativamente grande, que se sitúan unos respecto a otros de forma que den una profunda flexión alterna en la chapa 30 suficiente para un juego de bobinas inversas, como es bien conocido en la técnica. El foso receptor 22 está situado justo aguas debajo de la enderezadora 20 de rodillos, y la aplanadora 12 por estirado está justo aguas abajo del foso receptor. Se hace avanzar progresivamente la banda metálica 30 a través de la aplanadora 12 por estirado para sucesivas operaciones de estirado, como es bien conocido en la técnica, y el foso receptor 22 se sitúa en el extremo de salida de la enderezadora 20 de rodillos para disminuir la tensión en la banda metálica 30 que avanza continuamente y que sale de la enderezadora de rodillos a medida que la banda metaliza avanza progresivamente a través de la aplanadora 12 por estirado. Según se describe de forma más completa en el documento US-A-6205830 que es propiedad del presente solicitante, la aplanadora 12 por estirado incluye un mecanismo de fijación que aprieta un segmento de la banda metálica 30 y que estira ese segmento más allá de su límite de fluencia para eliminar las tensiones residuales internas, aplanando por ello ese segmento. Como se explicó en el documento US-A-6205830, el aplanamiento por estirado es un método deseable para aplanar metales en forma de chapa porque elimina prácticamente todas las tensiones residuales internas y consigue un aplastamiento superior. Continuando con la referencia a la Figura 1, el aparato acondicionador 10 de superficies está situado justo aguas debajo de la aplanadora 12 por estirado. Como se muestra en las Figuras 4 y 5, y como se explica más adelante con mucho más detalle, el aparato acondicionador 10 de superficies incluye al menos un cepillo limpiador giratorio, ligeramente abrasivo, que se pone en contacto con una superficie de la banda 30 de metal en forma de chapa para retirar la cascarilla y otra suciedad de la superficie. Por eso, la Figura 1 describe un entorno preferido para poner en práctica los métodos de la presente invención, en el que el aparato acondicionador 10 de superficies se usa junto con una aplanadora 12 por estirado. Sin embargo, de nuevo, se entenderá que, al realizar los métodos de la presente invención, el aparato acondicionador 10 de superficies se puede usar junto con un número de otras máquinas para aplastar y aplanar el metal en forma de chapa, sin salirse del alcance de la presente invención.

La Figura 2 es una representación esquemática de un sistema de tratamiento del metal en línea, en el que el aparato acondicionador 10 de superficies se usa junto con una aplanadora 40 por tensión. Vista de izquierda a derecha, la Figura 2 muestra un carrete desenrollador 42 aguas arriba, una bobina 44 de metal 46 en forma de chapa montada en el carrete 42, el aparato aplanador 40 por tensión, el aparato acondicionador 10 de superficies, y un carrete receptor aguas abajo. En general, el aparato aplanador 40 por tensión comprende una brida 50 de arrastre, una aplanadora 52, y una brida 54 de tracción, como se conoce en la técnica. La brida 50 de arrastre incluye una pluralidad de rodillos 56 de arrastre, que reciben la chapa metálica 46 procedente del carrete 42 aguas arriba. La brida 54 de tracción incluye una pluralidad de rodillos 58 de tracción. Los rodillos de las bridas, 50 y 54, de arrastre y de tracción, están motorizados, como es

bien conocido en la técnica, y giran para hacer avanzar la chapa metálica a través de la aplanadora 40 por tensión. La aplanadora 52 se sitúa entre los rodillos de las bridas, 50 y 54, de arrastre y de tracción, e incluye una pluralidad de rodillos aplanadores 60 de radio más pequeño, que están desplazados unos respecto a otros para impartir tensiones de flexión en la chapa metálica 46 a medida que la chapa avanza a través de ella. Los rodillos 58 de tracción de la brida 54 de tracción giran ligeramente más deprisa que los rodillos 56 de arrastre de la brida 50 de arrastre. Por eso, la porción de la chapa metálica 46 entre las bridas, 50 y 54, de arrastre y de tracción, está puesta bajo una sustancial fuerza de tracción. Como se sabe en la técnica, esta fuerza de tracción es, preferiblemente, suficiente para estirar todas las fibras de la chapa metálica 46 hasta que exceda el límite de fluencia del material a medida que se hace que la chapa metálica 46 se ajuste a los radios más pequeños de los rodillos aplanadores 60 situados entre las bridas, 50 y 54, de arrastre y de tracción, a medida que la chapa metálica 46 pase a través de los rodillos aplanadores 60. Continuando con la referencia a la Figura 2, el aparato acondicionador 10 de superficies (explicado más adelante con mucho más detalle) se sitúa justo aguas abajo de la aplanadora 40 por tensión. De ese modo, la Figura 2 describe otro entorno preferido para poner en práctica los métodos de la presente invención, en el que el aparato acondicionador 10 de superficies se usa junto con una aplanadora 40 por tensión. El aplanamiento por tensión es también un método preferido para aplanar metales en forma de chapa debido a su capacidad de conseguir un estado de la chapa extremadamente plano en una operación continua bobina a bobina, sustancialmente exenta de la curvatura remanente de la bobina y otras deformidades originadas por las tensiones residuales internas. Pero, de nuevo, habrá que tener en mente que, en la realización de los métodos de la presente invención, el aparato acondicionador 10 de superficies se puede usar junto con otras máquinas para aplastar y aplanar el metal en forma de chapa, sin salirse del alcance de la presente invención.

La Figura 3 es una representación esquemática de otro sistema más de tratamiento de metal en línea, en el que se pueden poner en práctica los métodos de la presente invención. Como el sistema descrito en la Figura 2, el sistema de la Figura 3 muestra el aparato acondicionador 10 de superficies usado junto con la aplanadora 40 por tensión, pero en esta realización el aparato acondicionador 10 de superficies se sitúa entre la porción aplanadora 52 y la brida 54 de tracción de la aplanadora 40 por tensión, en vez de aguas debajo de la brida 54 de tracción, como se muestra en la Figura 2. Aparte de la situación del aparato acondicionador 10 de superficies respecto a los componentes de la aplanadora 40 por tensión, la realización de la Figura 3 es, por lo general, similar a la realización de la Figura 2. Cuando el aparato acondicionador 10 de superficies se sitúa entre los rodillos aplanadores 60 y la brida 54 de tracción, el aparato acondicionador 10 de superficies entra en contacto con la chapa metálica 46 (de la manera descrita más adelante) mientras que la chapa metálica 46 es sometida a la fuerza de tracción entre las bridas, 50 y 54, de arrastre y de tracción. Mientras está bajo esta tensión, la chapa metálica 46 está en un estado extremadamente plano, lo que permite el mejor funcionamiento del aparato acondicionador 10 de superficies. Sin embargo, una vez más, el sistema descrito en la Figura 3 pretende ilustrar otro entorno preferido en el que los métodos de la presente invención se pueden poner en práctica. Desde luego, se podrán usar otras máquinas para aplastar y aplanar el metal en forma de chapa, junto con el aparato acondicionador 10 de superficies para llevar a cabo los métodos aquí reivindicados, sin salirse del alcance de la presente invención.

La Figura 4 es una vista aumentada de ciertos componentes clave del acondicionador 10 de superficies, y la Figura 5 es una vista en planta, desde arriba, de ciertos componentes clave del acondicionador 10 de superficies. Como se muestra en las Figuras 4 y 5, el acondicionador 10 de superficies incluye un cepillo limpiador giratorio 70, una pluralidad de rociadores 72 de refrigerante/lubricante, y un cilindro 74 de respaldo. El cepillo limpiador 70 incluye una superficie acondicionadora 76 ligeramente abrasiva que tiene una configuración generalmente cilíndrica.

Se ha descubierto que los cepillos limpiadores fabricados por Minnesota Mining and Manufacturing (3M) con el nombre Scotch-Brite®, o sus equivalentes, son adecuados para usarlos en el acondicionador 10 de superficies de la presente invención. En estos cepillos, las partículas abrasivas están unidas a fibras sintéticas elásticas (por ejemplo nailon) del cepillo con un adhesivo a base de resina. Las fibras elásticas del cepillo del producto Scotch-Brite® tienen una construcción en forma de celosía, que da a las fibras una acción similar a un resorte que se ajusta a las superficies irregulares e impide la formación de arañazos en la superficie. Los cepillos limpiadores de la marca Scotch-Brite® se pueden conseguir en una diversidad de grados de rugosidad y densidad de fibra, aunque se podrían usar cepillos limpiadores adecuados, abrasivos y no abrasivos, fabricados por otros, sin salirse del alcance de la presente invención. El autor de la invención ha determinado que los cepillos limpiadores y de acabado de la marca Scotch-Brite® de 3M, identificados con el número de artículo 048011-90626-3, SPR 22293A son adecuados para usarlos en la puesta en práctica de los métodos de la presente invención, aunque también pueden ser adecuados otros cepillos con otros grados de rugosidad y densidad de fibra. La selección de otros cepillos adecuados estará dentro de la experiencia de un experto en la materia.

Como se muestra en la Figura 4, el cepillo limpiador 70 se sitúa preferiblemente encima de la banda metálica 46 en forma de chapa para ponerse en contacto con una superficie suya. Preferiblemente, se hace girar el cepillo limpiador 70 en una dirección contraria al movimiento de la banda a través del acondicionador 10 de superficies (en el sentido de las agujas del reloj, según se ve en la Figura 4, con la banda 46 avanzando de izquierda a derecha). El cilindro 74 de respaldo se pone en contacto con la superficie opuesta de la banda 46 y aplica una fuerza igual y opuesta a la fuerza hacia abajo aplicada por el cepillo limpiador 70. Preferiblemente, el cilindro 74 de respaldo se mueve en la misma dirección que la banda 46 (en el sentido de las agujas del reloj según se ve en la Figura 4). El cilindro 74 de respaldo puede estar accionado por un motor para ayudar al avance de la banda 46 a través de acondicionador 10 de superficies. Habrá que comprender, sin embargo, que aunque las Figuras 4 y 5 describen únicamente un cepillo limpiador 70 situado de forma que se ponga en contacto con la superficie superior de la banda 46, se pueden usar

cepillos adicionales que se pongan en contacto con las superficies superior y/o inferior de la banda, sin salirse del alcance de la invención.

Preferiblemente, se sitúa una barra rociadora 80, que tiene una pluralidad de boquillas rociadoras 72 justo aguas abajo del cepillo limpiador 70, con las boquillas rociadoras 72 generalmente dirigidas hacia el punto de contacto del cepillo limpiador 70 y la superficie de la banda 46. Las boquillas rociadoras 72 aplican un refrigerante/lubricante, como por ejemplo agua, al cepillo limpiador 70 durante la operación del acondicionador 10 de superficies. Preferiblemente, el refrigerante/lubricante se aplica a razón de aproximadamente 45 a 70 litros por minuto y por metro de longitud de cepillo limpiador 70. Esto aumenta el rendimiento del acondicionador 10 de superficies produciendo una operación 10  
movible del refrigerador, mientras que se limpian mediante la separación, por lavado, de subproductos (cascarilla y suciedad retirada mediante la superficie abrasiva del cepillo), y alargando la vida del cepillo limpiador 70. Como se muestra en la Figura 5, las boquillas rociadoras 72 están situadas preferiblemente para aplicar el refrigerante/lubricante según un modelo de rociado que se solapa, de forma que si una de las boquillas se llega a obturar, las boquillas adyacentes pueden mantener sustancialmente la cobertura completa. Aunque la barra rociadora 80 situada aguas abajo del 15  
cepillo limpiador 70 es importante para el funcionamiento apropiado, se pueden añadir barras rociadoras adicionales (no mostradas) en otros lugares aguas arriba y aguas abajo del cepillo limpiador 70 y del rodillo de respaldo 74.

Para un funcionamiento óptimo, el acondicionador 10 de superficies requiere una superficie muy plana. Esto es por lo que se prefiere la máquina aplanadora 12 por estirado y las máquinas aplanadoras 40 por tensión, descritas anteriormente en las Figuras 1-3. Sin embargo, de nuevo, suponiendo que se pueda conseguir una superficie suficientemente plano, se pueden usar otras máquinas para aplastar y aplanar, junto con el aparato acondicionador 10 de superficies para llevar a cabo los métodos de la presente invención reivindicados en ella. 20

Preferiblemente, los diversos aparatos y entornos anteriormente descritos se usan para poner en práctica la presente invención, que incluye métodos para retirar cascarilla de óxido de hierro del metal tratado, en forma de chapa. La Figura 6 describe un corte de un metal tratado 86, en forma de chapa (por ejemplo, acero al carbono laminado en caliente) con capas de cascarilla de óxido de hierro sobre la superficie, antes de acondicionar la superficie según los métodos de la presente invención. Como se muestra en la Figura 6, la cascarilla de óxido de hierro comprende tres 25  
capas: una capa 88 de wustita, una capa 90 de magnetita, y una capa 92 de hematites. La capa 88 de wustita está unida a un sustrato metálico base 94 del metal tratado, en forma de chapa. La capa 90 de magnetita está unida a la capa 88 de wustita, y la capa 92 de hematites está unida a la capa 90 de magnetita. Adviértase que las diversas capas mostradas en la Figura están descritas de manera que sean fáciles de ver; pero la Figura 6 no está necesariamente a escala. Como se explicó anteriormente, en el acero al carbono laminado en caliente, enfriado desde temperaturas de acabado por encima de 570°C, la capa de óxido comprenderá, normalmente, al menos 50% de wustita, así como algo de magnetita 30  
y hematites, siendo el espesor global de estas tres capas aproximadamente el 0,5% del espesor total de la chapa de acero. Así, por ejemplo, en 9,525 mm de acero al carbono laminado en caliente, el espesor global de la capa de óxido será de aproximadamente 0,0508 mm. 35

En general, un método de la presente invención comprende acondicionar una superficie del metal tratado 46, en forma de chapa, con el aparato acondicionador 10 de superficies, poniendo en contacto la superficie acondicionadora 76, generalmente cilíndrica, del cepillo limpiador 70 giratorio con la superficie del metal 46, en forma de chapa. A medida que el metal 46, en forma de chapa, avanza a través del aparato acondicionador 10 de superficies, se hace girar al cepillo limpiador 70 giratorio en la dirección aguas arriba frente al avance aguas abajo del trozo de metal 46, en forma de chapa. Esta puesta en contacto del cepillo 70 con la superficie del metal 46 en forma de chapa, retira de la 45  
superficie sustancialmente toda la capa 92 de hematites y la capa 90 de magnetita. Además, la puesta en contacto del cepillo 70 con la superficie del metal 46 en forma de chapa, retira de la superficie algo (pero no la totalidad) de la capa 88 de wustita, de forma que una porción de la capa 88 de wustita permanece unida al sustrato metálico base 94 del metal tratado, en forma de chapa, como se muestra en la Figura 7, que describe un corte de un metal tratado 96, en forma de chapa, a continuación del acondicionamiento de la superficie según los métodos de la presente invención. 50  
Como en la Figura 6, adviértase que las capas mostradas en la Figura 7 no están a escala. De nuevo, en el acero al carbono laminado en caliente, enfriado desde temperaturas de acabado por encima de 570°C, el espesor global de las tres capas de óxido antes del acondicionamiento de la superficie según la presente invención es aproximadamente el 0,5% del espesor total de la chapa de acero, y después del acondicionamiento de la superficie según la presente invención, el espesor de la capa 88 de wustita restante es mucho menor que el 0,5% del espesor total. Preferiblemente, 55  
se retira de la superficie del metal 46 en forma de chapa al menos el 10% de la capa 88 de wustita. Más preferiblemente, el acondicionamiento de la superficie del metal tratado, en forma de chapa, retira de esta manera entre el 10% y el 50% de la capa 88 de wustita de la superficie del metal 46 en forma de chapa. Más preferiblemente incluso, el paso de acondicionamiento se lleva a cabo de manera que se retire aproximadamente el 30% de la capa 88 de wustita de la superficie del metal 46 en forma de chapa, dejando una capa restante de wustita. Las investigaciones limitadas han 60  
mostrado que la capa restante de wustita mide no más de aproximadamente 0,0254 mm de espesor medio, pero que preferiblemente mide entre aproximadamente 0,00889 y 0,02159 mm de espesor medio. Más preferiblemente incluso, la capa restante de wustita mide aproximadamente 0,01397 de espesor medio.

La capa 92 de hematites y la capa 90 de magnetita son bastante quebradizas, así el cepillado mecánico anteriormente descrito es muy eficaz al retirar la totalidad, o sustancialmente la totalidad, de estas capas. La retirada de estas capas se ha confirmado mediante un ensayo realizado haciendo pasar un paño (por ejemplo haciendo pasar un paño a través de la superficie), que se considera que es un control normalizado del procedimiento. Una vez que se ha acondicionado la superficie según los métodos de la presente invención, una pasada de un paño a través de la superficie no 65

recogerá ninguna cascarilla ni suciedad perceptible visualmente. También, como se indicó anteriormente, este cepillado mecánico preferiblemente retira también de la superficie del metal 46, en forma de chapa, aproximadamente el 30% de la capa 88 de wustita firmemente adherida, dejando una capa de wustita unida al sustrato metálico base 94. Se ha descubierto que la capa restante 88 wustita es beneficiosa porque permite que la superficie acondicionada del metal en forma de chapa resista más a la oxidación. Las investigaciones limitadas por los presentes inventores han mostrado que esta ventaja se da, al menos en parte, como resultado de la retirada mediante cepillado mecánico de todas, o sustancialmente todas, las capas de composición magnetita y hematites. Con estas capas retiradas, hay menos hierro libre disponible para formar un óxido de "herrumbre roja". La magnetita (químicamente conocida como  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) y los hematites (químicamente conocidos como  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) contienen muchos más átomos de hierro disponibles que la capa de wustita restante (químicamente conocida como  $\text{FeO}$ ). También se teoriza que el proceso de cepillado mecánico tiene un efecto de "corrimiento" sobre la capa de wustita restante, que puede contribuir a la capacidad del metal en forma de chapa de resistir una oxidación adicional haciendo a la capa de wustita restante más uniforme y reduciendo por ello la probabilidad de que el oxígeno ambiente y la humedad alcancen el sustrato metálico base 94. Sin embargo, esta teoría no se ha confirmado.

En otro aspecto de la presente invención, un método para retirar la cascarilla de óxido de hierro del metal tratado, en forma de chapa, comprende los pasos de: proporcionar un aparato acondicionador 10 de superficies que tenga al menos un cepillo acondicionador giratorio 70; y acondicionar una superficie del metal tratado 46, en forma de chapa, poniendo en contacto el cepillo acondicionador giratorio 70 con la superficie del metal tratado 46, en forma de chapa, de manera que retire de la superficie algo, pero menos de sustancialmente la totalidad de la cascarilla de óxido de hierro, de forma que una capa 88 wustita permanezca unida a un sustrato metálico base 94, y de una manera que alise la superficie. Preferiblemente, el "alisado" conseguido por el contacto del cepillo acondicionador giratorio 70 con la superficie del metal 46 en forma de chapa es suficiente para reducir la media aritmética de las distancias de salida de los picos y los valles en la superficie, medidas desde la línea central media, a menos de  $1,27\ \mu\text{m}$ . Más preferiblemente, el alisamiento conseguido por el cepillo acondicionador giratorio 70 es suficiente para reducir la media aritmética de las distancias de salida de los picos y los valles en la superficie, medidas desde la línea central media, a entre aproximadamente  $0,889$  y  $1,143\ \mu\text{m}$ .

La rugosidad superficial se mide con un perfilómetro, como es bien sabido en la técnica, y se expresa normalmente como un valor "Ra", en micrómetros o en micropulgadas. Este valor Ra representa la media aritmética de la salida de los picos y los valles del perfil de la superficie desde la línea central media, sobre varias longitudes de muestreo, y por lo tanto se le denomina algunas veces como un "promedio de la línea central" (CLA) (del inglés; center line average). Cuanto más bajo es el valor Ra, más liso es el acabado de la superficie. Existe la evidencia cuantitativa limitada que demuestra que la superficie del metal en forma de chapa, laminado en caliente, acondicionada según los métodos de la presente invención, medida con un perfilómetro, tiene un valor Ra mas bajo (es decir, mejor) que la del típico acero laminado en caliente que ha sufrido un decapado. De hecho, las investigaciones limitadas han mostrado que la superficie del metal en forma de chapa, laminado en caliente, acondicionado según los métodos de la presente invención tiene un valor Ra que es comparable, o mejor, que el del acabado mate regular del laminado en frío (que normalmente tiene un valor Ra entre  $1,016$  y  $1,924\ \mu\text{m}$ ).

Los presente inventores han descubierto que la superficie de la capa 88 de wustita restante dejada por el cepillado mecánico según la presente invención, es relativamente lisa (como se indica por los valores Ra anteriormente anotados) y requiere una mínima, o no requiere, preparación adicional de la superficie antes de la aplicación de pintura o de otro revestimiento. Se ha descubierto que las características de la pintura de la superficie del material acondicionado según la presente invención son buenas o mejores que las del material decapado. Para la vista, las superficies son prácticamente indistinguibles, ya que ambas parecen estar exentas de cascarilla de óxido. Sin embargo, los ensayos han mostrado que, con el transcurso del tiempo, la superficie del material acondicionada según la presente invención está mejor adecuada para resistir una oxidación adicional que el material similar que ha sido decapado y aceitado. Se realizaron "ensayos de rociado salino" independientes (que están normalizados en la industria) por Valspar Corporation, un reputado fabricante de pintura industrial, y se descubrió que el material que se aplanó por estirado y al que luego se le acondicionó la superficie según la presente invención estaba sustancialmente exento de corrosión al cabo de tanto tiempo como 1000 horas de ensayo de rociado salino, mientras que el acero laminado en caliente que había sido decapado y aceitado mostraba signos de corrosión adicional al cabo de tan poco tiempo como 144 horas de ensayo de rociado salino.

De nuevo, se ha descubierto que la capa 88 wustita, que permanece después del cepillado mecánico según los métodos de la presente invención, es beneficiosa porque inhibe la oxidación adicional, debido, al menos en parte, a la retirada de la totalidad, o sustancialmente la totalidad, de las capas de composición magnetita y hematites, lo que deja menos hierro libre disponible para formar óxido de "herrumbre roja". Pero además de esto, y además de las ventajas de lisura anteriormente descritas, el cepillado mecánico según los métodos de la presente invención es preferible al decapado y al aceitado porque no hay necesidad de retirar el aceite antes de aplicar el revestimiento; no se usa ácido clorhídrico (un producto químico peligroso para el medioambiente que tiene restricciones especiales de almacenamiento y de eliminación); y no hay aceite que interfiera con los procesos de fabricación, como por ejemplo la soldadura.

En vista de lo anterior, se ha visto que se consiguen y se logran las diversas ventajas de la invención. Las realizaciones se eligieron y se describieron con el fin de explicar mejor los principios de la invención y su aplicación práctica para hacer posible, por ello, que los expertos en la materia utilicen mejor la invención en diversas realizaciones y

ES 2 319 189 T3

ninguna de las realizaciones, puestas como ejemplos, anteriormente descritas, sino que estarán definidos únicamente por según las siguientes reivindicaciones adjuntas.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



## REIVINDICACIONES

1. Un método para retirar cascarilla de óxido de hierro de un metal tratado (14, 46, 86), en forma de chapa, en el que la cascarilla de óxido de hierro comprende generalmente una capa (88) de wustita que está unida a un sustrato metálico base (94) del metal tratado, en forma de chapa, una capa magnética (90) que está unida a la capa de wustita, y una capa (92) de hematites que está unida a la capa magnética, comprendiendo el método los pasos de:

proporcionar un aparato (10) acondicionador de superficies, que tiene al menos un miembro acondicionador de superficies; y

acondicionar una superficie del metal tratado, en forma de chapa, con el aparato (10) acondicionador de superficies, poniendo en contacto el manos un miembro acondicionador de superficies con la superficie del metal en forma de chapa, por lo que la superficie del metal tratado, en forma de chapa, se acondiciona de manera que retire de la superficie sustancialmente la totalidad de la capa de hematites y la magnética (90, 92), **caracterizado** el método porque la superficie del material tratado, en forma de chapa, está acondicionada de manera que se retire de la superficie menos de la totalidad de la capa (88) de wustita de forma que una porción de la capa de wustita permanezca unida al sustrato metálico base (94) del metal tratado, en forma de chapa.

2. El método de la reivindicación 1, en el que el paso de acondicionar la superficie del metal tratado (14, 46, 86), en forma de chapa, incluye retirar al menos el 10% de la capa (88) de wustita de la superficie del metal en forma de chapa.

3. El método de la reivindicación 2, en el que el paso de acondicionar la superficie del metal tratado (14, 46, 86), en forma de chapa, incluye retirar entre el 10% y el 50% de la capa (88) de wustita de la superficie del metal en forma de chapa.

4. El método de la reivindicación 3, en el que el paso de acondicionar la superficie del metal tratado (14, 46, 86), en forma de chapa, incluye retirar aproximadamente el 30% de la capa (88) de wustita de la superficie del metal en forma de chapa.

5. El método de la reivindicación 1, en el que el paso de acondicionar la superficie del metal tratado (14, 46, 86), en forma de chapa, incluye retirar de la superficie una cantidad de la capa (88) de wustita, de forma que una capa restante de wustita mida no más de aproximadamente 0,0254 mm de espesor medio.

6. El método de la reivindicación 5, en el que el paso de acondicionar la superficie del metal tratado (14, 46, 86), en forma de chapa, incluye retirar de la superficie una cantidad de la capa (88) de wustita, de forma que una capa restante de wustita mida entre aproximadamente 0,00889 mm y 0,02159 mm de espesor medio.

7. El método de la reivindicación 1, en el que al menos un miembro acondicionador de superficies es un miembro acondicionador giratorio que tiene una superficie acondicionadora generalmente cilíndrica, y en el que el paso de acondicionar la superficie del metal tratado (14, 46, 86), en forma de chapa, con el aparato acondicionador de superficies incluye poner en contacto la superficie acondicionadora, generalmente cilíndrica, del miembro acondicionador giratorio con la superficie del metal en forma de chapa.

8. El método de la reivindicación 7, en el que el al menos un miembro acondicionador giratorio comprende un cepillo (70) que tiene una pluralidad de fibras elásticas.

9. El método de la reivindicación 1, en el que el aparato acondicionador de superficies comprende además al menos un rociador (72) de refrigerante, y en el que los pasos de acondicionar la superficie del metal tratado (14, 46, 86), en forma de chapa, con el aparato acondicionador de superficies incluye aplicar un refrigerante a uno de los miembros acondicionadores giratorios y a la superficie con al menos un rociador de refrigerante.

10. El método de la reivindicación 9, que comprende además el paso de quitar, mediante lavado, la cascarilla retirada de la superficie del metal (14, 46, 86) en forma de chapa aplicando el refrigerante a uno de los miembros acondicionadores giratorios y a la superficie con al menos un rociador refrigerante (77).

11. El método de la reivindicación 7, que comprende además el paso de hacer avanzar un trozo del metal (14, 46, 86) en forma de chapa a través del aparato acondicionador de superficies en una dirección aguas abajo, y en el que el paso de acondicionar la superficie del metal tratado, en forma de chapa, poniendo en contacto el al menos un miembro acondicionador giratorio con la superficie del metal en forma de chapa, se realiza a medida que se hace avanzar el trozo del metal en forma de chapa a través del aparato acondicionador (10) de superficies.

12. El método de la reivindicación 11, en el que el paso de acondicionar la superficie del metal tratado (14, 46, 86), en forma de chapa, poniendo en contacto el al menos un miembro acondicionador giratorio con la superficie del metal en forma de chapa, incluye hacer girar el al menos un miembro acondicionador giratorio en una dirección aguas arriba frente al avance aguas abajo del trozo de metal en forma de chapa.

## ES 2 319 189 T3

13. El método de la reivindicación 1, en el que el paso de acondicionar la superficie del metal tratado (14, 46, 86), en forma de chapa, incluye poner en contacto el al menos un miembro acondicionador giratorio con la superficie del metal en forma de chapa, de manera que reduzca la media aritmética de la distancia de la salida de los picos y valles en la superficie, medida desde la línea central media, a menos de 0,00127 mm.

14. El método de la reivindicación 13, en el que el paso de acondicionar la superficie del metal tratado (14, 46, 86), en forma de chapa, incluye poner en contacto el al menos un miembro acondicionador giratorio con la superficie del metal en forma de chapa de manera que reduzca la media aritmética de la distancia de salida de los picos y valles en la superficie, medida desde la línea central media, entre aproximadamente 0,889 y 1,143  $\mu\text{m}$ .

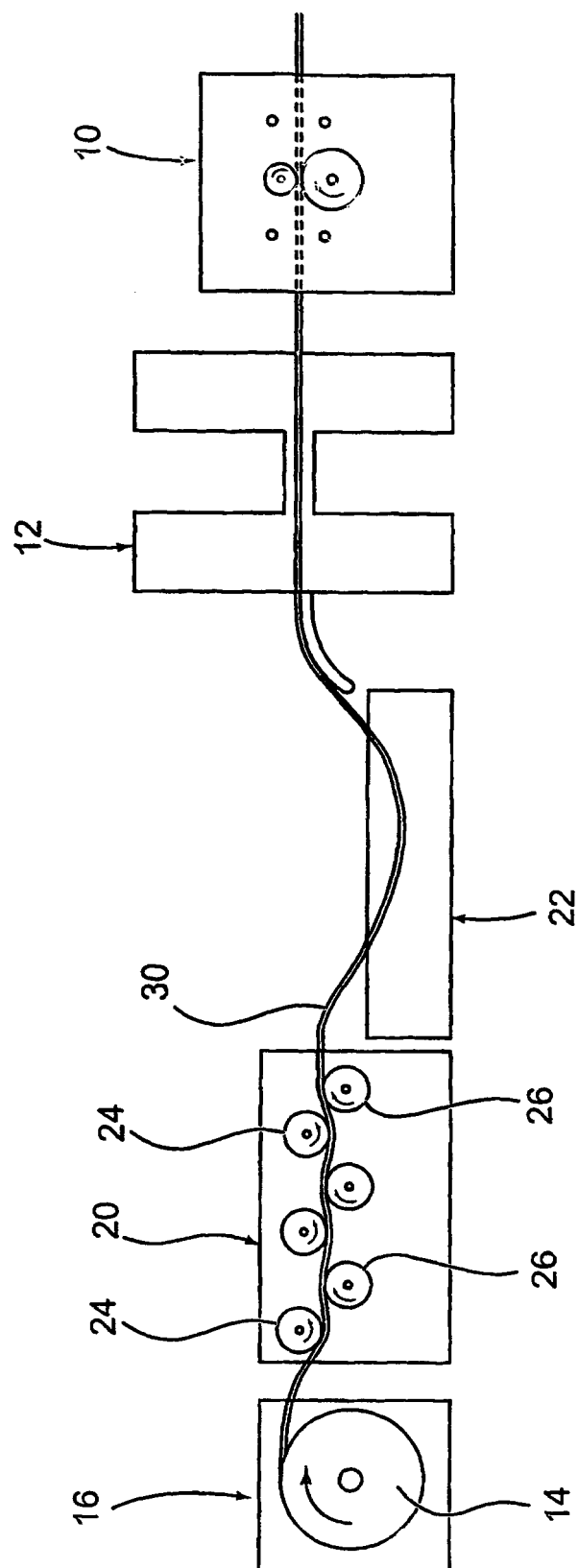


Fig. 1

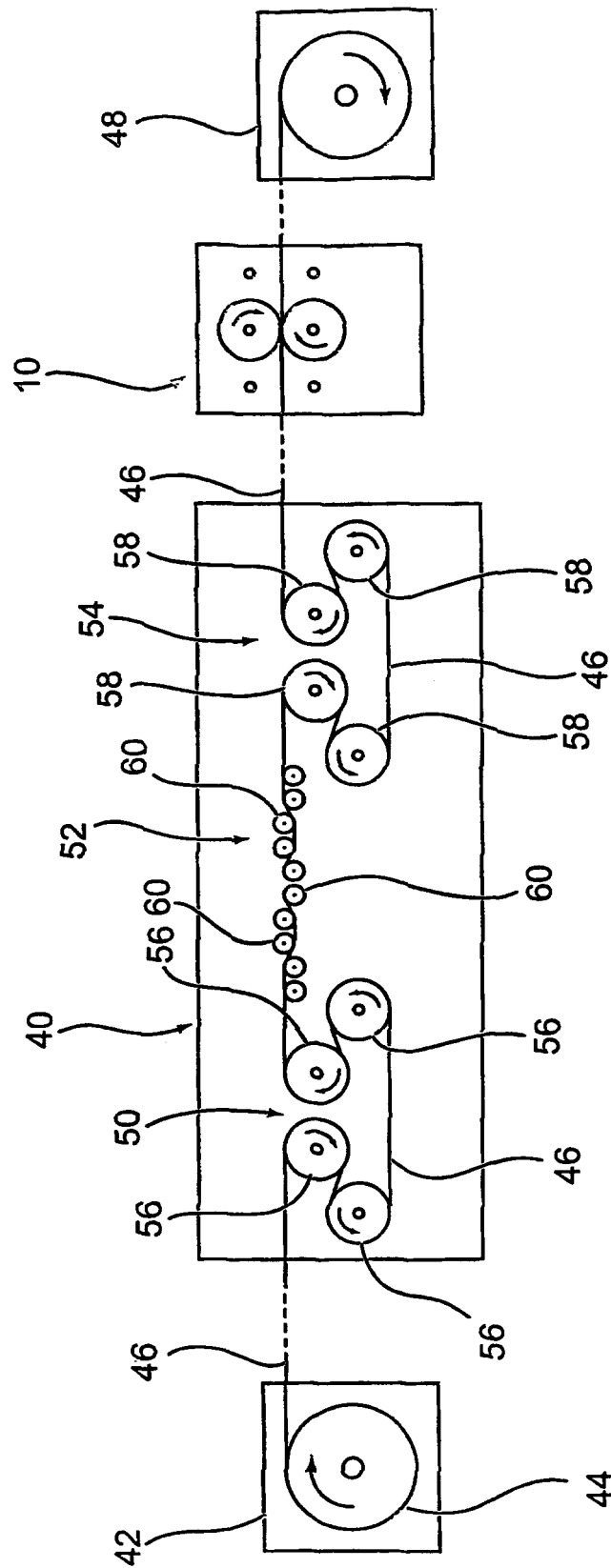


Fig. 2

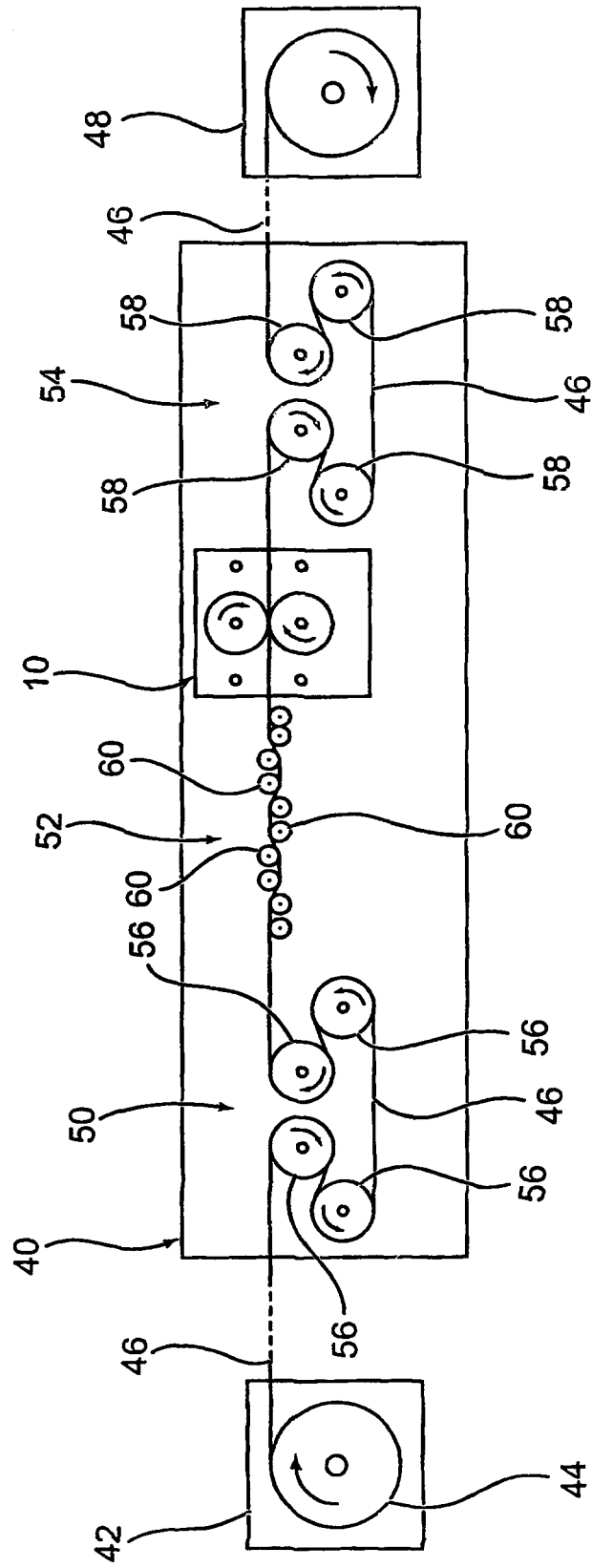


Fig. 3

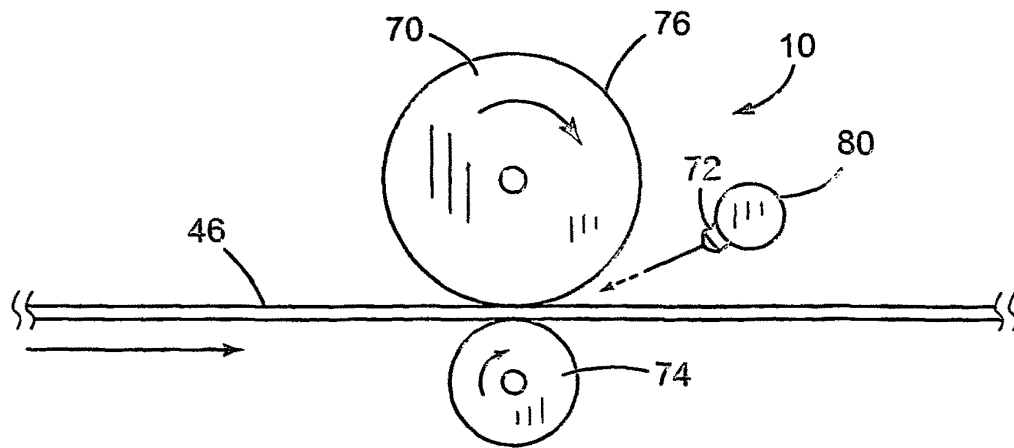


Fig. 4

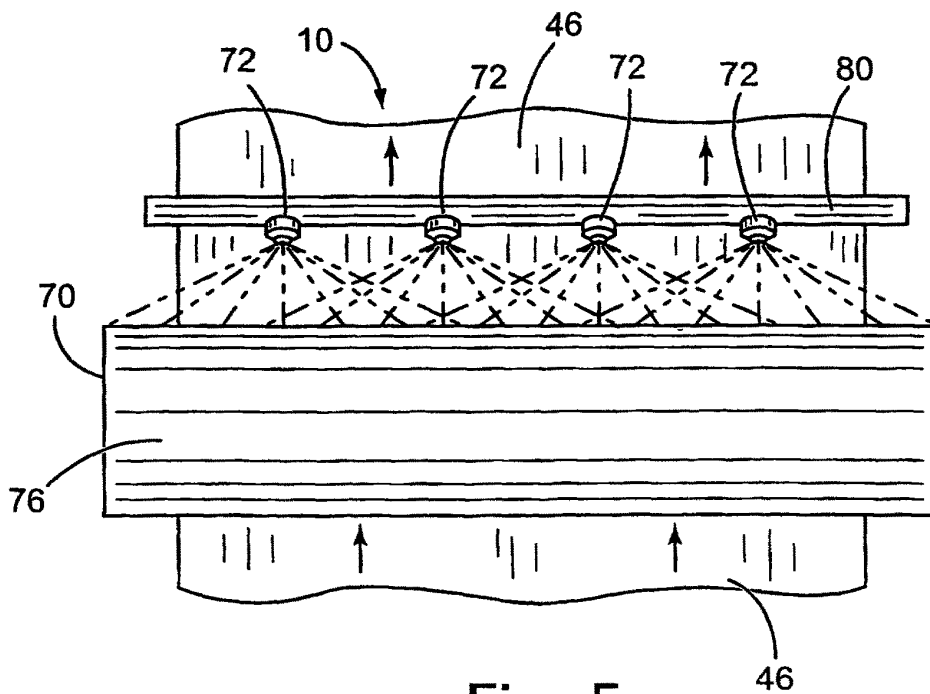


Fig. 5

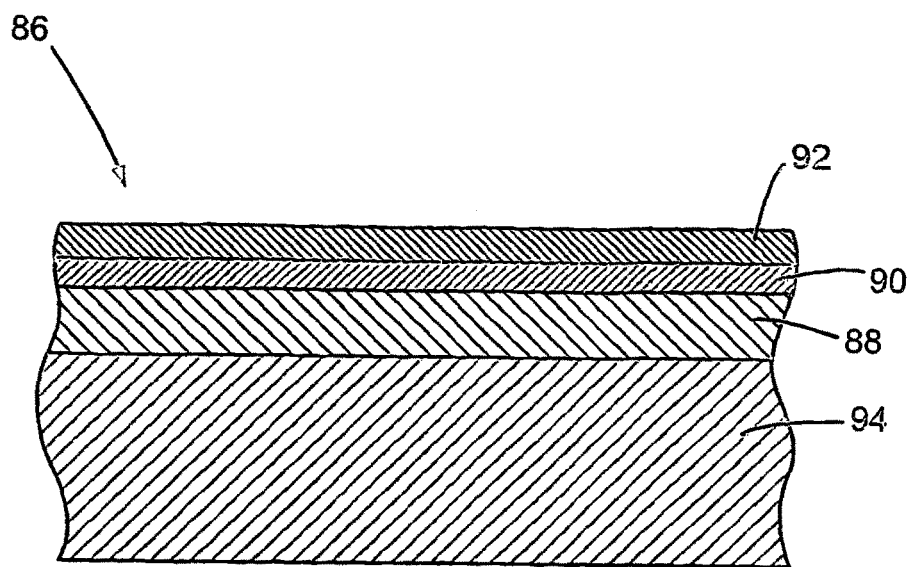


Fig. 6

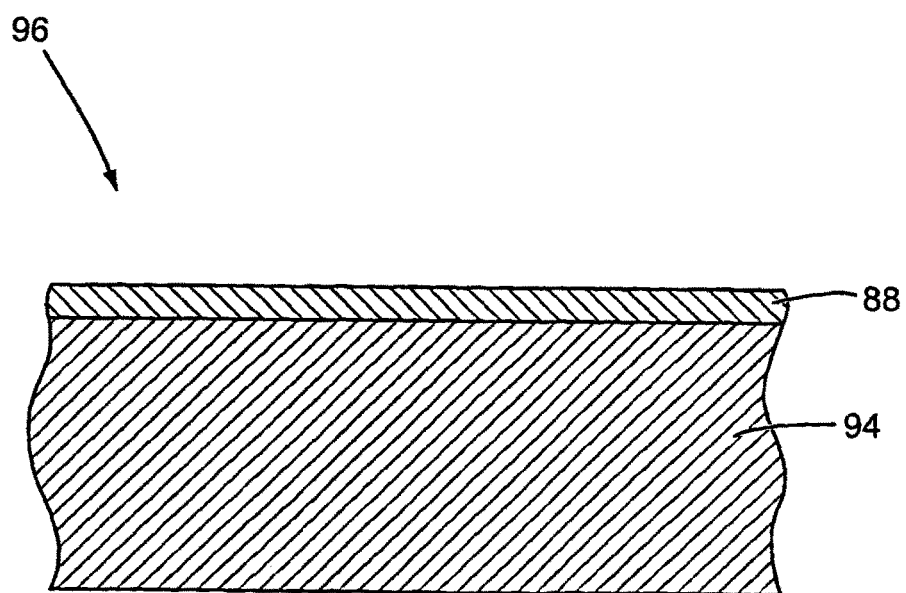


Fig. 7