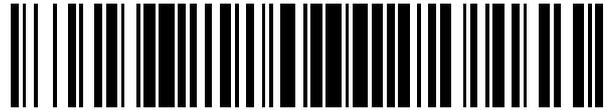


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 480 995**

51 Int. Cl.:

B24B 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2011 E 11822879 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.06.2014 EP 2480373**

54 Título: **Eliminación de escamas con una celda de decapado por granallado con lechada que tiene el flujo de granalla mejorado**

30 Prioridad:

22.09.2010 US 887769

10.02.2011 US 201113024876

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

29.07.2014

73 Titular/es:

THE MATERIAL WORKS LTD. (100.0%)

101 South Main Street

Red Bud, IL 62278, US

72 Inventor/es:

VOGES, KEVIN.C y

MUETH, ALAN.R

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 480 995 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

Eliminación de escamas con una celda de decapado por granallado con lechada que tiene el flujo de granalla mejorado

5

Antecedentes de la invención

La descripción se refiere a un proceso para eliminar material superficial no deseable de materiales planos ya sea en forma de hojas o continuos, y de material tubular estrecho. Particularmente, la descripción se refiere a un aparato y un método para eliminar las escamas de las superficies de metal en hojas o de tubería metálica que se procesan mediante la propulsión de un medio que elimina las escamas, específicamente, una lechada de líquido/partículas, contra las superficies del material que pasa a través del aparato, y controlar el proceso de granallado con lechada de manera que produzca un material resultante que exhiba propiedades inhibitorias de la corrosión.

10

Como se describirá en más detalle más abajo, los métodos y aparatos descritos en la presente proporcionan ventajas sobre los aparatos y métodos usados en la técnica anterior. Las láminas de acero (conocido además como rollo plano) son por mucho el tipo de acero más común y es mucho más frecuente que el acero en barras o estructural. Antes de que la lámina metálica se use por los fabricantes por lo general se prepara mediante un proceso de laminado en caliente. Durante el proceso de laminado en caliente, el acero al carbono se calienta hasta una temperatura por encima de 1,500 °F (815 °C). El acero caliente se pasa a través de pares sucesivos de rodillos opuestos que reducen el espesor de la hoja de acero. Una vez que se completa el proceso de laminado en caliente, el metal en hoja o acero laminado en caliente procesado se enfría, por lo general mediante su temple en agua, aceite, o un líquido polimérico, todos los cuales se conocen bien en la técnica. La lámina metálica procesada se enrolla después para su almacenamiento y transporte convenientes hasta el usuario final de la lámina metálica tratada, es decir, los fabricantes de aeronaves, automóviles, aparatos domésticos, etc.

15

20

25

Durante las etapas de enfriamiento del procesamiento de la lámina metálica laminada en caliente, las reacciones de la lámina metálica con el oxígeno en el aire y con la humedad involucrada en el proceso de enfriamiento pueden resultar en la formación de una capa de óxido de hierro, denominada comúnmente como "escama", en la superficie de la lámina metálica. La velocidad a la que se enfría la lámina metálica, y la caída total de temperatura del proceso de laminado en caliente afectan la cantidad y la composición de las escamas que se forman sobre la superficie durante el proceso de enfriamiento.

30

En la mayoría de los casos, antes de que la lámina metálica pueda usarse por el fabricante, la superficie de la lámina metálica debe acondicionarse para proporcionar una superficie adecuada para el producto que se fabrica, de manera que la superficie de la lámina metálica pueda pintarse o recubrirse de cualquier otra forma, por ejemplo, galvanizarse. El método más común para eliminar las escamas de la superficie de la lámina metálica laminada en caliente o procesada es un proceso conocido como decapado y aceitado". En este proceso, la lámina metálica, ya fría a temperatura ambiente después del proceso de laminado en caliente, se desenrolla y se hala a través de un baño de ácido clorhídrico para eliminar químicamente las escamas formadas en las superficies de la lámina metálica. Después de eliminar las escamas mediante el baño ácido, la lámina metálica se lava, se seca, e inmediatamente se "aceita" para proteger de la oxidación o la corrosión las superficies de la lámina metálica. El aceite proporciona una capa de película barrera contra el aire que protege las superficies del metal desnudo de la lámina metálica de su exposición al aire atmosférico y a la humedad.

35

40

Prácticamente todo el acero laminado plano es decapado y aceitado. Puesto que el acero laminado plano es tan comúnmente utilizado - por lo general se usa en los automóviles, los aparatos domésticos, la construcción, y casi todos nuestros implementos agrícolas - el decapado y aceitado es muy común además, ya sea como un producto decapado final o decapado para producir otros materiales comunes tales como mediante laminado en frío, prepintura, galvanizado, electrogalvanizado, etc. Para ilustrar el alcance de la práctica, uno de los mayores productores de acero del mundo opera una fábrica de acero muy grande que cuenta con 16 líneas de decapado cada una que procesa alrededor de 90,000 toneladas mensuales. Algunos estiman que hay aproximadamente 100 líneas de decapado solamente en los EE.UU. con varios miles más localizadas en el extranjero.

45

50

La porción de "decapado" del proceso es eficaz en eliminar prácticamente toda la capa de óxido o escamas de la lámina metálica procesada. Sin embargo, la porción de "decapado" del proceso tiene un número de desventajas. Por ejemplo, el ácido usado en el baño ácido es corrosivo; es perjudicial para el equipamiento, es peligroso para las personas, y es un producto químico peligroso para el medio ambiente que tiene restricciones específicas de almacenamiento y de *eliminación*. Además, la etapa del baño ácido del proceso requiere un área sustancial en la instalación de procesamiento de la lámina metálica. Las líneas de decapado son por lo general de aproximadamente 300 - 500 pies de largo, por lo que ocupan una enorme cantidad de espacio del piso en una fábrica de acero. Su operación es además muy cara, funciona a un costo de aproximadamente \$ 12/ton - \$ 15/ton. Una línea de "decapado y aceitado" con un nivelador de tensión cuesta aproximadamente \$ 18,000,000.00. Además, es crítico que la lámina metálica se aceite inmediatamente después del

55

60

proceso de decapado, puesto que las superficies de metal desnudo comenzarán a oxidarse casi inmediatamente cuando se exponen al aire atmosférico y a la humedad. Frecuentemente, los iones libres de la solución ácida (es decir, el Cl⁻) permanecen en la superficie del metal después de la porción de decapado del proceso, lo que acelera así la oxidación a menos que se aceite inmediatamente.

5

El aceitado es eficaz además para reducir la oxidación del metal dado que protege las superficies del metal desnudo de la lámina metálica de la exposición al aire atmosférico y a la humedad. Sin embargo, el aceitado tiene además desventajas. Aplicar y posteriormente eliminar el aceite lleva tiempo y añade un costo considerable tanto en términos de costo de materiales del propio producto aceite, como en términos de mano de obra para eliminar el aceite antes del procesamiento posterior del acero. Al igual que el ácido de decapado, el aceite es un material peligroso para el medio ambiente con restricciones especiales de almacenamiento y eliminación. Los productos para eliminar el aceite son comúnmente inflamables y similarmente requieren controles especiales para los usuarios siguientes del producto de acero. Además, otra vez, es crítico que la lámina metálica se aceite inmediatamente después del proceso de decapado, puesto que las superficies del metal base comenzarán a oxidarse casi inmediatamente cuando se exponen al aire atmosférico y a la humedad.

10

15

La patente US7601226 describe un aparato para eliminar las escamas de láminas metálicas. El aparato comprende un decapador que recibe trozos de lámina metálica y elimina de ellos las escamas a medida que el trozo de lámina metálica se mueve a través del decapador que usa una lechada que incluye granalla. Se proporcionan un par de ruedas en el decapador para recibir la lechada desde una fuente de lechada, y la rotación de las ruedas provoca que la lechada se impulse de un lado a otro de una superficie de la lámina metálica. La primera y la segunda ruedas giran en direcciones opuestas y se posicionan de tal manera que la lechada impulsada desde cada rueda prácticamente no interfiere con la lechada impulsada desde la otra rueda. Cada una de las ruedas se posiciona además adyacente a los bordes laterales opuestos del ancho de la lámina metálica (16) con la lámina metálica centrada entre las ruedas. El documento US2009/0227184 describe un método para eliminar las escamas de óxido de hierro de láminas metálicas que comprende hierro, silicio, aluminio, manganeso o cromo mediante el uso de una celda de decapado. La celda de decapado se adapta para recibir la lámina metálica a través de una abertura, hacer avanzar la lámina a través de la celda y hacerla salir a través de una salida. Una lechada se impulsa dentro de la celda sobre la lámina metálica mediante el uso de un impulsor giratorio. La velocidad del impacto de la lechada contra la lámina metálica se controla de tal manera que el solo impacto de la lechada elimina del metal prácticamente todas las escamas y crea una capa de pasivación sobre el metal que comprende al menos uno de silicio, aluminio, manganeso o cromo. La capa de pasivación inhibe la oxidación de la superficie decapada del metal.

20

25

30

La presente invención proporciona un aparato que elimina las escamas de la lámina metálica, el aparato que comprende:

35

un decapador que recibe trozos de lámina metálica y elimina las escamas al menos de una superficie del trozo de lámina metálica a medida que el trozo de lámina metálica se mueve en una primera dirección a través del decapador;

40

un suministro de un medio para eliminar escamas que se comunica con el decapador y que suministra el medio para eliminar escamas al decapador, el medio para eliminar escamas que comprende una lechada que incluye granalla;

45

un par de ruedas en el decapador posicionadas adyacentes al menos a la única superficie del trozo de lámina metálica que pasa a través del decapador, una primera rueda y una segunda rueda del par de ruedas que tienen un primer y un segundo ejes de rotación respectivos, la primera rueda y la segunda rueda que se posicionan en el decapador para recibir el medio para eliminar escamas desde el suministro del medio para eliminar escamas; y

50

al menos una fuente motriz conectada operativamente a la primera rueda y a la segunda rueda para hacer girar la primera rueda y la segunda rueda por medio de lo cual la rotación de la primera rueda provoca que el medio para eliminar escamas recibido por la primera rueda se impulse desde la primera rueda contra al menos la única superficie prácticamente de un lado a otro de todo el ancho del trozo de lámina metálica que pasa a través del decapador y la rotación de la segunda rueda provoca que el medio para eliminar escamas recibido por la segunda rueda se impulse desde la segunda rueda contra al menos la única superficie prácticamente de un lado a otro de todo el ancho del trozo de lámina metálica que pasa a través del decapador;

55

en donde la primera rueda gira en una primera dirección de giro y la segunda rueda gira en una segunda dirección de giro, la primera dirección de giro que es opuesta a la segunda dirección; en donde la segunda rueda se separa de la primera rueda a lo largo de la primera dirección una distancia suficiente de tal manera que el medio para eliminar escamas impulsado desde la segunda rueda prácticamente no interfiere con el medio para eliminar escamas impulsado desde la primera rueda;

60

en donde la primera rueda y la segunda rueda se posicionan adyacentes a los bordes laterales opuestos que definen el ancho de la lámina metálica con la lámina metálica centrada entre la primera rueda y la segunda rueda; y

en donde el medio para eliminar escamas impacta contra al menos la única de la superficie superior y la superficie inferior de la lámina metálica de una manera que elimina prácticamente todas las escamas de una superficie de la lámina metálica, caracterizado porque la granalla que conforma la lechada se introduce en el suministro de la lechada al decapador con un eyector; el eyector tiene una tobera adaptada para producir un flujo de vórtice; y cada una de la

primera y la segunda ruedas tiene una entrada de lechada que puede posicionarse selectivamente de manera ajustable con relación al respectivo eje de rotación de la rueda.

5 Los métodos de un aparato que se describen en la presente eliminan las líneas de decapado y la necesidad de aceitar el producto después del decapado. Los métodos y aparatos descritos en la presente producen un producto inhibidor de la corrosión, mientras que el granallado con chorro convencional y otras técnicas de granallado no producen un producto resultante con propiedades inhibidoras de la corrosión, y así no reemplazan la necesidad de decapado y aceitado. Una línea de procesamiento que incorpora los métodos y aparatos descritos en la presente evita las muchas desventajas de una línea de decapado y aceitado. Por ejemplo, una línea de procesamiento que incorpora los métodos y aparatos descritos en la presente es de aproximadamente 100 pies de largo, que ahorra así un espacio importante en una instalación.

10 Los métodos y aparatos descritos en la presente permiten reciclar muchos de los materiales usados en el proceso, sin usar productos químicos y ácidos nocivos. Los costes de operación asociados con una línea de procesamiento que usa los métodos y aparatos descritos en la presente son de \$ 7/ton-\$ 10/ton, lo cual es significativamente menor que los costes de operación de aproximadamente \$ 12/ton-\$ 15/ton asociados con una línea de "decapado y aceitado". El costo de capital de una línea típica que utiliza los métodos y aparatos descritos en la presente es de aproximadamente \$ 6,000,000, mientras que los costes de capital para una línea de decapado típica son de aproximadamente \$ 18,000,000.

15 Breve descripción de las figuras

20 Las características adicionales de los aparatos y métodos descritos en la presente se exponen en la siguiente descripción detallada y en las figuras de los dibujos.

25 La Fig. 1 es una representación esquemática de una vista en elevación lateral del aparato de decapado de lámina metálica procesada de la invención y su método de funcionamiento.

La Fig. 2 es una vista en elevación lateral de un decapador del aparato de la Fig. 1.

La Fig. 3 es una vista en elevación posterior del decapador desde un extremo anterior al proceso del decapador.

La Fig. 4 es una vista en elevación posterior del decapador desde el extremo posterior al proceso del decapador.

30 La Fig. 5 es una representación de una porción del decapador mostrado en las Figs. 3 y 4.

La Fig. 6 es una representación de una porción adicional del decapador mostrado en las Figs. 3 y 4.

La Fig. 7 es una representación de una porción adicional del decapador mostrado en las Figs. 3 y 4.

La Fig. 8 es una vista en perspectiva, en despiece de una rueda de impulsión utilizada en el decapador de las Figs. 1-7.

La Fig. 9 es un dibujo esquemático que muestra los componentes del sistema de suministro y recirculación de lechada.

35 La Fig. 10A es una vista en sección transversal de un eyector del sistema de suministro y recirculación de lechada de la Fig. 9, que incluye una tobera del eyector mostrada en sección transversal.

La Fig. 10B es una vista frontal ampliada de un orificio de descarga de la tobera del eyector desde la zona de detalle 10B-10B de la Figura 10A.

La Fig. 11 es una representación de una modalidad del decapador que elimina escamas de una tira estrecha, delgada de material.

40 Descripción detallada de la modalidad preferida

45 La Fig. 1 muestra una representación esquemática de una modalidad de una línea de procesamiento que incorpora una celda decapadora por granallado con lechada que elimina las escamas de las superficies de la lámina metálica procesada y produce un material inhibidor de la corrosión. Como se explicará, la lámina metálica se mueve en una dirección del flujo del proceso a través del aparato de izquierda a derecha como se muestra en la Fig. 1. Las partes componentes del aparato mostrado en la Fig. 1 y como se describe más abajo comprenden solamente una modalidad de tal línea de procesamiento. Debe entenderse que pueden hacerse variaciones y modificaciones a la línea mostrada y descrita más abajo sin apartarse del alcance de protección previsto proporcionado por las reivindicaciones de la solicitud.

50 Con referencia a la Fig. 1, una bobina de lámina metálica procesada previamente (por ejemplo, una lámina metálica laminada en caliente) 12 se posiciona adyacente al aparato 14 para suministrar un trozo de lámina metálica 16 al aparato. La bobina de lámina metálica 12 puede soportarse sobre cualquier dispositivo convencional que funcione selectivamente para desenrollar el trozo de lámina metálica 16 del rollo 12 de una manera controlada. Alternativamente, la lámina metálica podría suministrarse al aparato como hojas individuales.

55 Un nivelador 18 del aparato 14 se posiciona adyacente a la bobina de lámina metálica 12 para recibir el trozo de lámina metálica 16 desenrollado del rollo. El nivelador 18 se comprende de una pluralidad de rodillos separados 22, 24. Aunque el nivelador de un rodillo se muestra en las figuras de los dibujos, otros tipos de niveladores se pueden emplear en la línea de procesamiento de la Fig. 1.

A partir del nivelador 18, el trozo de lámina metálica procesada 16 entra en el decapador o celda de decapado 26. En la Fig. 1, un par de celdas de decapado 26, que consisten de dos pares acoplados de sistemas impulsores centrífugos, con un par que se instala para procesar cada una de las dos superficies planas de la tira se muestran dispuestos secuencialmente a lo largo de la dirección del flujo del proceso del movimiento de la lámina metálica 16. Ambas celdas decapadoras 26 se construyen de la misma manera, y por ello se describirá en detalle sólo una celda decapadora 26. El número de celdas decapadoras se elige para que iguale la velocidad de línea que se desea de la lámina metálica, y para garantizar la eliminación adecuada de las escamas y el ajuste posterior de la textura superficial. Aunque más abajo se describe una celda de decapado por granallado con lechada que comprende un sistema de impulsores centrífugos, se debe apreciar que una celda de decapado puede comprender otros mecanismos de granallado con lechada de la lámina metálica procesada, por ejemplo, una pluralidad de toberas.

La Fig. 2 muestra una vista en elevación lateral ampliada de un decapador 26 retirado del aparato mostrado en la Fig. 1. En la Fig. 2, la dirección del flujo del proceso del recorrido del trozo de lámina metálica es de izquierda a derecha. El decapador 26 comprende una caja hueca o recinto 28. Una porción del trozo de lámina metálica 16 se muestra que pasa a través del recinto o caja decapadora 28 en las Figs. 5-7. El trozo de lámina metálica 16 se muestra con una orientación generalmente horizontal a medida que pasa a través del recinto o caja decapadora 28. Debe entenderse que la orientación horizontal de la lámina metálica 16 mostrada en las figuras de los dibujos es una manera de hacer avanzar la lámina metálica a través de la celda de decapado, y la lámina metálica puede orientarse verticalmente, o en cualquier otra orientación a medida que pasa a través del aparato decapador. Por ello, los términos tales como "parte superior" y "parte inferior", "por arriba" y "por abajo" y "superior" e "inferior" no deben interpretarse como que limitan la orientación del aparato o la orientación relativa del trozo de lámina metálica, sino como ilustrativos y como que hacen referencia a la orientación de los elementos mostrados en los dibujos.

Una pared de extremo anterior al proceso 32 del recinto o caja 28 tiene una ranura de abertura de entrada estrecha 34 para recibir el ancho y el grosor del trozo de lámina metálica 16. Una pared de extremo opuesta posterior al proceso 36 de la caja tiene una abertura de salida de ranura estrecha 38 que se dimensiona además para recibir el ancho y el grosor del trozo de lámina metálica 16. La abertura de entrada 34 se muestra en la Fig. 3, y la abertura de salida 38 se muestra en la Fig. 4. Las aberturas se equipan con dispositivos de sellado diseñados para contener la lechada dentro del recinto o caja durante el procesamiento de la lámina metálica. La caja decapadora 28 tiene además una pared superior 42, una serie de paneles de pared inferior 44, y un par de paredes laterales 46, 48 que encierran el volumen interior del recinto o caja. En aras de la claridad, en los dibujos, el interior del recinto o caja 28 básicamente se deja abierto, excepto para los pares de rodillos opuestos 52, 54 que soportan el trozo de lámina metálica 16 a medida que el trozo de lámina metálica pasa a través del interior de la caja desde la abertura de entrada 34 hasta la abertura de salida 38. En muchos casos, puede ser preferible usar un dispositivo de soporte retráctil para ayudar a enhebrar los extremos de las tiras a través de la máquina. La parte inferior de la caja 28 se conforma con un canalón de descarga 56 que tiene una descarga que se abre al interior de la caja. El canalón de descarga 56 permite la descarga del material extraído del trozo de lámina metálica 16 y la recolección de la lechada usada del interior de la caja 28.

Un par de impulsores centrífugos accionados 68 se instala en las carcasas, cubiertas o corazas revestidas 58, 62 (ver las Figs. 2-4) las cuales se montan a la pared superior de la caja 42. Las cubiertas 58, 62 tienen interiores huecos que se comunican a través de las aberturas en la pared superior de la caja 42 con el interior de la caja. Como se muestra en las Figs. 3-7, los impulsores 68 y sus respectivas cubiertas 58, 62 no se posicionan uno al lado del otro, sino se posicionan en la pared superior de la caja 42 en un arreglo escalonado o un arreglo separado a lo largo de la dirección de avance de la lámina metálica a través del decapador. Se prefiere el arreglo escalonado para garantizar que la lechada que se descarga desde un impulsor no interfiera con la lechada del otro impulsor del par.

Un par de motores eléctricos 64 se monta en el par de cubiertas 58, 62. Cada uno de los motores eléctricos 64 tiene un vástago de salida 66 que se extiende a través de una pared de su cubierta asociada 58, 62 y en el interior de la cubierta. Las ruedas impulsoras 68 (Figs. 5-7) se montan en cada uno de los vástagos 66 en las cubiertas.

La Fig. 8 muestra una vista en perspectiva en despiece de una modalidad de una rueda de impulsión 200 que puede usarse en las celdas de decapado descritas anteriormente. La rueda de impulsión 200 puede tener un cubo central 202 con una pluralidad de paletas 204 que se extienden radialmente desde el cubo. Una placa de refuerzo circular 206 puede disponerse en un lado axial del cubo. La placa de refuerzo circular 206 puede limitar a tope con un borde lateral de cada una de las paletas dado que la placa de refuerzo circular se extiende radialmente hacia fuera desde el cubo y proporciona un sello posterior de laberinto para la rueda de impulsión cuando se monta en la carcasa (no mostrada en la Fig. 8). Axialmente opuestos al cubo 202, un ensamble de placa de centrado 208 conforma un sello delantero para la rueda de impulsión cuando los componentes se montan en la carcasa de la rueda de impulsión. Un impulsor 210 dispuesto en el centro del cubo dirige la lechada hacia las paletas 204. Una tobera 212 encaja dentro del impulsor 210 y dirige la lechada desde el

tubo de alimentación (no mostrado) hacia el impulsor. Un ensamble de anillo y sello de soporte del tubo de alimentación 214 proporciona un sello entre la tobera y la cabeza de la corredera. Una rueda de impulsión conocida por el número de modelo BD-250 de Astech Inc. ha demostrado su eficacia. Un motor conocido por el número de modelo B607398 de Control Techniques ha demostrado su eficacia para impulsar la rueda de impulsión.

5

Un accionador 216 se conecta operativamente a la tobera 212 y permite que la tobera se posicione de manera ajustable o se haga girar en la dirección de la flecha 218 dentro del impulsor para ajustar selectivamente el patrón de impulsión. Al hacer girar selectivamente la salida de la tobera dentro del impulsor, la lechada saldrá del impulsor en una posición diferente con relación a las paletas que permite así el ajuste del centro de intensidad del patrón de impulsión. Por ejemplo, cuando se procesan tiras de lámina metálica de menor ancho en las celdas de decapado, la salida de la tobera 212 se puede hacer girar dentro del impulsor 210 de cada rueda de impulsión de tal manera que el centro de intensidad del patrón de impulsión se dirige más hacia el centro de la tira de lámina metálica (es decir, el centro de intensidad del patrón de impulsión de una rueda se mueve hacia el centro de intensidad del patrón de impulsión de la otra rueda). Similarmente, cuando se procesan tiras de lámina metálica de mayor ancho en las celdas de decapado, la salida de la tobera se puede hacer girar dentro del impulsor de cada rueda de impulsión de tal manera que el centro de intensidad del patrón de impulsión se dirige más hacia los lados de la tira de lámina metálica (es decir, el centro de intensidad del patrón de impulsión de una rueda se aleja del centro de intensidad del patrón de impulsión de la otra rueda). Usar el accionador 216 para posicionar de manera ajustable la salida de la tobera 212 en el impulsor 210 de cada rueda para permitir posicionar selectivamente el centro de intensidad del patrón de impulsión en la lámina metálica, y/o controlar la velocidad de avance de la lámina metálica, según sea necesario, permite eliminar prácticamente todas las escamas de la superficie de la lámina metálica y/o ajustar el acabado de la superficie. En términos generales, ajustar el patrón de impulsión permite que una tira de lámina metálica de menor ancho se haga avanzar a través de la celda de decapado más rápido con relación a una tira de lámina metálica de mayor ancho para una velocidad dada de descarga de lechada (es decir, la velocidad de impacto) y un requisito de acabado superficial. Aunque la velocidad de procesamiento para hacer avanzar una tira de mayor ancho de lámina metálica a través del decapador puede ser relativamente menor que para una tira de menor ancho de lámina metálica, posicionar de manera ajustable la tobera con relación al impulsor para posicionar selectivamente el patrón de impulsión alivia la necesidad de ajustar los ensambles de motor/rueda de impulsión en los recintos de las unidades decapadoras, y como tal, los ensambles de motor/rueda de impulsión pueden fijarse en su posición en los recintos de las unidades decapadoras y pueden eliminarse los ensambles deslizantes para los ensambles de motor/rueda de impulsión en los recintos.

30

Las ruedas impulsoras de las celdas de decapado y sus cubiertas asociadas pueden conformarse a partir de un material resistente a la corrosión de alta resistencia. Las ruedas impulsoras de las celdas de decapado y sus cubiertas asociadas se pueden recubrir además con un material polimérico para aumentar las características de liberación de la lechada que se impulsa desde las paletas del impulsor, para aumentar la resistencia al desgaste al componente de granalla de la lechada, y mejorar la estabilidad térmica y la resistencia a la oxidación química de las ruedas impulsoras. Un tipo de polímero que ha demostrado su eficacia es un polímero híbrido metálico suministrado por Superior Polymer Products de Calumet, Michigan, bajo la designación SP8000MW. Un polímero conocido comercialmente como Duralan también se ha encontrado eficaz.

35

Como se muestra en la Fig. 3 y la Fig. 7, un segundo par de impulsores de lechada centrífugos 88 se montan a los paneles de la pared inferior 44 de la caja decapadora 28. Las unidades serán idénticas en sus funciones básicas y tamaño al par superior. Ambos ejes 78, 82 del primer par de impulsores 68 y los ejes 98, 102 del segundo par 88, y sus respectivos ensambles pueden montarse a la caja decapadora 28 orientados en un ángulo con relación a la dirección del trozo de lámina metálica 16 que pasa a través de la caja decapadora 28. Los ejes 98, 102 del segundo par de motores 84 pueden orientarse además en un ángulo con relación al plano del trozo de lámina metálica 16 que pasa a través de la celda decapadora 28. Este ángulo se puede seleccionar para asegurar un flujo estable de lechada, para reducir la interferencia entre las partículas que rebotan y las que todavía no han impactado en la superficie de la tira, para mejorar la acción de fregado del abrasivo, para mejorar la eficacia de la eliminación de material, y para reducir las fuerzas que tenderían a incorporar en la tira el material que tendría que eliminarse por los impactos posteriores. Aunque fijar el motor de la rueda de impulsión y ajustar la posición de salida de la tobera en el impulsor se ha encontrado útil para ajustar el patrón de impulsión, como se describió anteriormente, en una variante de modalidad del aparato, el par de motores 84 pueden posicionarse simultáneamente de manera ajustable alrededor de un par de ejes 90, 92 que son perpendiculares a los ejes 78, 82 de rotación de los impulsores 68 para ajustar el ángulo de impacto del medio para eliminar escamas con la superficie de la lámina metálica 16. Este ángulo ajustable de impacto se representa por las curvas 94, 96 mostradas en la Fig. 6. Con referencia a la Fig. 1, los ejes de rotación de los motores 26 mostrados en la Fig. 1 se orientan en un ángulo de prácticamente 20 grados con relación a la superficie de la tira 16 que se mueve a través del aparato. En una variante de modalidad, las posiciones de los motores 26 pueden ser ajustables para variar el ángulo del chorro de lechada proyectado hacia la superficie de la tira 16 desde directamente debajo en la superficie de la tira (es decir, los ejes de rotación de los motores 26 que son paralelos con la superficie de la tira 16) hasta un ángulo aproximado de 60 grados entre los ejes de rotación de los motores 26 y la superficie de la tira 16. Aunque los motores eléctricos 62, 84 se muestran en los dibujos como la fuente motriz para las ruedas de decapado 68, 88, se pueden emplear otros medios para hacer girar las ruedas de

60

decapado 68, 88. Por ejemplo, pueden usarse motores de accionamiento hidráulico. Los motores hidráulicos de capacidad y potencia comparables tienden a ser de menor tamaño lo que reduce así los soportes móviles y los requisitos de los medios de posicionamiento y/o de giro de los motores en los recintos de la caja.

5 Un suministro de la mezcla de lechada 104 se comunica con los interiores de cada una de las cubiertas 58, 62 en la porción central de las ruedas de decapado 68, 84 y se puede inyectar en la rueda impulsora de la manera descrita en la antes mencionada patente de Lehane, o se inyecta a través de una tobera elíptica en el lado de la rueda impulsora. El suministro del medio para eliminar escamas 104 se muestra esquemáticamente en la Fig. 3 para representar las varias maneras conocidas para suministrar al interior de la caja decapadora 28 los diferentes tipos de medios para eliminar con lechada abrasiva.

10 El par superior de ruedas de decapado 68 impulsa la lechada 105 hacia abajo hacia el trozo de lámina metálica 16 que pasa a través de la celda decapadora 28 que impacta en la superficie superior 106 y elimina las escamas de la superficie superior. En una modalidad, cada par de ruedas de decapado girarán en direcciones opuestas. Por ejemplo, a medida que el trozo de lámina metálica 16 se mueve en la dirección del flujo del proceso, si la rueda de decapado 68 en el lado izquierdo de la superficie superior de la lámina metálica 106 tiene una rotación en el sentido contrario a las manecillas del reloj, entonces la rueda de decapado 68 en el lado derecho de la superficie superior de la lámina metálica 106 tiene una rotación en el sentido de las manecillas del reloj. Esto provoca que cada una de las ruedas de decapado 68 impulse la lechada 105 para que entre en contacto con la superficie superior 106 del trozo de lámina metálica 16, donde el área de contacto de la lechada 105 impulsada por cada una de las ruedas de decapado 68 se extiende completamente a través, y ligeramente más allá del ancho del trozo de lámina metálica 16. Permitir que la descarga de las ruedas impulsoras se extienda ligeramente más allá de los bordes de la tira garantiza la cobertura más uniforme. Esto se representa por las dos áreas de impacto casi rectangulares 112, 114 del medio para eliminar escamas 105 con la superficie superior del trozo de lámina metálica 16 mostrada en las Figs. 5, 6 y 7. Debido a que la dirección de recorrido de la lechada impulsada por las ruedas con relación a la dirección del ancho de la tira varía con la posición de descarga de la lechada de un lado a otro del diámetro de la rueda, puede haber cierta direccionalidad de la textura resultante para las posiciones del impacto de la lechada más distantes de la rueda. Esto puede compensarse por el uso de pares de ruedas que giran en direcciones opuestas de manera que cada sección de la tira se somete primero a la descarga de lechada de la primera rueda, por lo que cualesquiera efectos direccionales debidos a la primera lechada descargada se compensan y se contrarrestan por el patrón de impacto opuesto generado por la lechada descargada desde la segunda rueda que funciona con un sentido de rotación inverso. Además, la densidad de impacto de la lechada en la lámina metálica procesada será mayor en las áreas localizadas más cerca de la rueda impulsora, y de un lado a otro de la lámina metálica, la densidad disminuirá gradualmente. De nuevo, el uso de ruedas impulsoras separadas axialmente que giran en direcciones opuestas producirá patrones de densidad de impacto de la lechada que son una imagen exacta uno al lado del otro a través del ancho de la lámina metálica que proporciona así un patrón de impulsión uniforme por todo el ancho del material.

15 Las posiciones escalonadas axialmente del par superior de ruedas 68 separan axialmente además las dos áreas de impacto 112, 114 en la superficie 106 de la lámina metálica. Esto permite que todo el ancho de la lámina metálica reciba el impacto de la lechada sin contacto que interfiera entre la lechada impulsada desde cada rueda 68. Además, los pares de ruedas de decapado 68, 88 pueden posicionarse de manera ajustable hacia y lejos de la superficie 106 de la lámina metálica que pasa a través del decapador. Esto proporcionaría un ajuste secundario para usarlo con láminas metálicas de diferentes anchos. Al alejar los motores 64 y las ruedas 68 de la superficie 106 de la lámina metálica, se pueden aumentar los anchos de las áreas de impacto 112, 114 con la superficie 106 de la lámina metálica. Al acercar los motores 64 y las ruedas 68 a la superficie 106 de la lámina metálica, se pueden disminuir los anchos de las áreas de impacto 112, 114 con la superficie 106 de la lámina metálica. Este posicionamiento ajustable de los motores 64 y sus ruedas de decapado 68 permite que el aparato se use para eliminar las escamas de diferentes anchos de lámina metálica. Un método adicional de ajuste del ancho del área de impacto de la lechada en la superficie de la lámina metálica es mover la posición angular de las toberas de entrada 104 con relación a la carcasa/cubierta del impulsor. Una tercera opción es hacer girar el par de impulsores alrededor de los ejes 116 normales a sus ejes de rotación con relación a la dirección de recorrido de la tira de manera que el área ovalada del impacto de la lechada desde cada rueda, aunque permanece de la misma longitud, no sería cuadrada o transversal a la dirección de recorrido de la lámina metálica. El movimiento desde y hacia la tira cambiará además la energía de impacto del flujo, y, en consecuencia, la eficacia de la eliminación de las escamas y el acondicionamiento de superficies para producir el material inhibidor de la corrosión. Una cuarta opción como se describió anteriormente es posicionar de manera ajustable la tobera de entrada hacia la rueda de impulsión con relación al impulsor. En cada caso, la lechada preferentemente elimina prácticamente todas las escamas de la superficie de la lámina metálica.

50 Además, la orientación en ángulo de los ejes 78, 82 de las ruedas de decapado 68 provoca además que el impacto de la lechada 105 se dirija en un ángulo con relación a la superficie de la lámina metálica 16. El ángulo del impacto de la lechada 105 en la superficie de la lámina metálica 16 se selecciona para optimizar la eficacia de la eliminación de escamas y para

acondicionar la superficie para producir el material inhibidor de la corrosión. Un ángulo de 15 grados se ha demostrado que es satisfactorio.

5 Como se muestra en las Figs. 3 y 7, el par inferior de ruedas de decapado 88, dirigen la lechada para eliminar escamas 105 a impactar en la superficie inferior 108 del trozo de lámina metálica 16 de la misma manera que el par superior de ruedas de decapado 68. En esta configuración las áreas de impacto del medio para eliminar escamas 105 en la superficie inferior 108 del trozo de lámina metálica 16 es directamente opuesta a las áreas de impacto 112, 114 en la superficie superior de la lámina metálica. Esto equilibra las cargas de la tira debidas a los chorros superior e inferior de la lechada para mejorar la estabilidad de tensión de la línea. Así, las ruedas de decapado inferiores 88 funcionan de la misma manera que las ruedas de decapado superiores 68 para eliminar las escamas de la superficie inferior 108 de la lámina metálica 16 que pasa a través del decapador 26, y pueden posicionarse de la misma manera que las ruedas impulsoras de la superficie superior como se describió anteriormente.

15 Preferentemente, las ruedas impulsoras de la superficie superior y/o de la superficie inferior 68, 88 funcionan a una velocidad de las ruedas que es relativamente menor que las velocidades de las ruedas que se usan en las operaciones de granallado convencionales. Preferentemente, las ruedas impulsoras de la superficie superior y/o de la superficie inferior 68, 88 giran para generar una velocidad de descarga de lechada por debajo de 200 pies por segundo. Con mayor preferencia, la velocidad de descarga de lechada está en un intervalo de aproximadamente 100 pies por segundo a 200 pies por segundo. Aún con mayor preferencia, la velocidad de descarga de lechada está en un intervalo de aproximadamente 130 pies por segundo a 150 pies por segundo. En el granallado convencional, la velocidad de descarga de la granalla es mayor que 200 pies por segundo, y puede ser tan alta como 500 pies por segundo. Los inventores han descubierto que mediante el granallado con lechada a una velocidad baja, y el control de otros parámetros de funcionamiento como se discute más abajo, la lámina metálica procesada puede exhibir propiedades inhibidoras de la corrosión después de pasar a través de la celda de decapado con prácticamente todas las escamas eliminadas que evita así la necesidad de un procesamiento secundario, por ejemplo, decapado y aceitado.

30 Otro parámetro de funcionamiento, que los inventores han encontrado que es importante para procesar la lámina metálica de manera que la lámina metálica exhiba propiedades inhibidoras de la corrosión, se refiere al tipo y la cantidad de granalla utilizada en la mezcla de lechada. El tipo y la cantidad de granalla junto con la velocidad de descarga de la mezcla de lechada se controlan preferentemente para permitir que la celda de decapado produzca una lámina metálica procesada inhibidora de la corrosión con un acabado superficial (es decir, rugosidad) aceptable comercialmente. Controlar el tipo y la cantidad de granalla junto con la velocidad de descarga de la mezcla de lechada reduce la probabilidad de que partículas de escamas o de granalla se incrusten en la superficie de acero más blanda de la lámina metálica tratada. Una velocidad relativamente baja de la rueda para impulsar la lechada y una granalla angulosa se han encontrado eficaces para eliminar las capas de óxido en escamas de la tira de lámina metálica procesada y producir propiedades inhibidoras de la corrosión en la lámina metálica procesada. Al impulsar la lechada a velocidades por debajo de 200 pies por segundo, la granalla angulosa no se fracturará en un grado significativo, y se redondeará gradualmente en su configuración a medida que se gasta por su impacto repetido en la lámina de acero procesada. El redondeo de la granalla que se produce en el proceso de decapado resulta en que parte de la granalla se hace de tamaño más pequeño. Una mezcla de tamaños de granalla ayuda a garantizar la cobertura superficial más uniforme de la lámina metálica procesada.

45 Con lo anterior en mente, formar la mezcla de lechada a partir de agua y una granalla de acero que tiene un intervalo de tamaños de SAE G80 a SAE G40 ha demostrado ser eficaz. Formar la mezcla de lechada a partir de agua y una granalla de acero que tiene un tamaño de SAE G50 también ha demostrado ser eficaz. Para asegurar la eficacia de la mezcla de lechada, la relación de granalla a agua preferentemente se monitorea y se controla. Una relación de granalla a agua de aproximadamente 2 libras a 15 libras de granalla por cada galón de agua ha demostrado ser eficaz. Una relación de granalla a agua de aproximadamente 4 libras a 10 libras de granalla por cada galón de agua también ha demostrado ser eficaz. Una velocidad de flujo de granalla de al menos 1700 libras por minuto ha demostrado ser eficaz. Se prefiere una velocidad de flujo de granalla de aproximadamente 1300 libras por minuto a 5000 libras por minuto por rueda de impulsión.

50 La relación de granalla a agua y las velocidades de flujo de granalla se pueden controlar en un sistema de suministro y recirculación de lechada tal como el que se muestra esquemáticamente en la Figura 9. Las velocidades de flujo de la granalla son además una función de la capacidad de las ruedas de impulsión. Una celda de decapado/granallado puede tener un sistema de suministro y recirculación de lechada que incluye el uso de bombas y eyectores que extraen o miden las concentraciones requeridas de granalla y líquido. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 9, la mezcla de lechada procedente de la caja de granallado puede dirigirse a un sistema de tanques de sedimentación, filtros y separadores magnéticos donde la granalla de tamaño y forma adecuados para su reutilización se extrae de la lechada para su uso posterior, y la mezcla líquida restante se filtra y se separa en etapas para eliminar la granalla gastada, y las escamas, los residuos y otras partículas metálicas. El líquido filtrado y separado puede dirigirse después hacia un sistema de tanques de sedimentación con desnatadoras magnéticas para garantizar que el líquido es predominantemente libre de sólidos. La

granalla extraída previamente se puede después volver a mezclar con el líquido filtrado y separado para formar la mezcla de lechada antes de su inyección en la celda de granallado.

5 Con el objetivo de generar suficiente flujo de lechada a través de la celda de decapado 300 para eliminar prácticamente todas las escamas de las superficies de la lámina metálica, los inventores han encontrado que es necesario generar al menos entre 1300 libras por minuto de flujo de granalla por rueda de granallado. Un intervalo preferido es de aproximadamente 1300 libras por minuto a aproximadamente 5000 libras por minuto de flujo de granalla por rueda de granallado. Una velocidad de flujo de granalla de al menos 1700 libras por minuto ha demostrado ser eficaz. Para generar esta velocidad de flujo, el sistema de celdas de decapado incluye al menos dos bombas de alimentación del eyector primario 10 301, cada una que genera una velocidad de flujo de 1,500 galones por minuto que fluyen a través de una tubería de entrada de 10 pulgadas de diámetro 302. Cada bomba de alimentación de eyector puede tener una clasificación de 200 hp, 1750 rpm, y 150 psi a 1,500 gpm. Cada bomba de alimentación de eyector 301 dirige su velocidad de flujo de 1,500 galones por minuto a un distribuidor 304 con cuatro salidas 306 que se dirigen a las entradas de cuatro de las ocho ruedas de granallado asociadas con la celda de decapado. En una celda de decapado que comprende cuatro ruedas de granallado de la superficie superior (es decir, 2 posteriores y 2 hacia adelante) y ruedas de granallado de la superficie inferior (es decir, 2 15 posteriores y 2 hacia adelante), un distribuidor 304 puede alimentar las dos ruedas de granallado posteriores superiores y las dos ruedas de granallado posteriores inferiores, y el segundo distribuidor 304 puede alimentar las dos ruedas de granallado hacia adelante superiores y las dos ruedas de granallado hacia adelante inferiores. El distribuidor 304 puede comprender una tubería de 10 pulgadas de diámetro y cada una de las cuatro salidas 306 puede comprender una tubería de 20 3 pulgadas de diámetro que se estrecha adicionalmente para acomodar una entrada de alimentación del eyector que comprende una tubería de 2-1/2 pulgadas de diámetro. Después de pasar a través de un eyector 308, la alimentación (normalmente agua) se mezcla con la granalla para formar la lechada que se dirige al impulsor de la rueda de impulsión como se describió anteriormente. Después de impactar en la lámina metálica dentro de la celda de decapado 300, la lechada se recolecta y se dirige hacia un tanque obstaculizador 310. El tanque obstaculizador proporciona una primera 25 etapa de sedimentación y limpieza de la lechada descargada y permite recolectar la granalla útil para su reutilización, y dirigir además las escamas y otras partículas hacia las etapas secundarias y terciarias de sedimentación y limpieza según sea necesario. La granalla útil del tanque obstaculizador se extrae a través de las líneas de succión 312 de los eyectores hacia los eyectores 308 por la acción de los eyectores 308, y se combina con la alimentación del líquido en los eyectores para formar la lechada que se inyecta en las ruedas de granallado de las celdas de decapado, según se requiera. Cada una 30 de las líneas de succión 312 de los eyectores que conducen a la entrada de succión de los eyectores comprende una tubería de 4 pulgadas de diámetro que se expande a una tubería de 6 pulgadas de diámetro en el tanque obstaculizador. El estrechamiento del tamaño de la tubería desde el tanque obstaculizador (por ejemplo, 6") hasta la entrada de succión de los eyectores (por ejemplo, 4") proporciona un efecto de embudo para la granalla que facilita así su flujo desde el tanque obstaculizador hacia la entrada de succión de los eyectores. Se ha encontrado eficaz proporcionar la tubería de entrada de 35 4 pulgadas de diámetro para cada una de las ruedas de granallado en la tobera de alimentación. Además, proporcionar un diámetro de rueda de impulsión de 17-½ pulgadas (es decir, diámetro de punta de cuchilla a punta de cuchilla) también se ha encontrado eficaz.

40 Una porción del efluente 313 desde el tanque obstaculizador 310 se puede reciclar entre un sistema de filtración ciclónico 314 y el tanque obstaculizador. Otra porción del efluente 315 desde el tanque obstaculizador se puede dirigir al equipamiento de sedimentación y limpieza de la etapa secundaria, que comprende un tanque de sedimentación 316 y la unidad de filtración 318. El tanque de sedimentación secundaria 316 puede tener un sistema de desnatadoras y separadores magnéticos 320 para extraer el óxido metálico y otros finos del proceso. El efluente 322 del tanque de sedimentación de la etapa secundaria se puede dirigir hacia el sistema de filtración de la etapa secundaria 318. El efluente 45 324 del sistema de filtración de la etapa secundaria 318 se puede dirigir después hacia una torre de enfriamiento 326 donde se enfría el efluente. El líquido frío y limpio 328 se dirige después hacia el lado de succión de las bombas de alimentación de los eyectores 301 para su procesamiento posterior en la celda de decapado 300.

50 La Figura 10A muestra una vista en sección transversal de un eyector 308 usado para extraer la granalla desde el tanque obstaculizador 310 y permitir su mezcla con el líquido de alimentación frío y limpio 328 para formar la lechada. Los inventores han encontrado que el sistema de eyectores funciona bien para generar el flujo de granalla de al menos 1300 libras por minuto a aproximadamente 5000 libras por minuto para permitir la eliminación de prácticamente todas las escamas de la lámina metálica procesada. Un eyector 308 que tiene una tobera 333 capaz de generar un vórtice es eficaz para lograr las velocidades de flujo deseadas. En la Fig. 10A, la tobera del eyector se muestra en sección transversal. En la 55 Figura 10B, se muestra una vista frontal de un orificio de descarga de la tobera. Por ejemplo, un eyector

tiene una tobera de mezclado 333 con una forma de la sección transversal del orificio de salida que tiene una porción central prácticamente circular 335 y al menos tres salientes 337 que se extienden desde un perímetro de la porción central igualmente separados alrededor del perímetro de la porción central. Los al menos tres salientes son relativamente menores

que la porción central y la tobera 333 tiene una forma cónica interna que junto con los salientes se adaptan para producir un vórtice desde el orificio de la tobera y mezclar de manera turbulenta los fluidos que fluyen a través del eyector 308.

5 Como se mencionó anteriormente, la entrada de alimentación de líquido limpio 330 del eyector comprende una abertura de 2-1/2 de diámetro que descarga hacia una salida de 4 pulgadas de diámetro 332, con la entrada de succión del eyector 334 que comprende una abertura de 4 pulgadas de diámetro. Un eyector clasificado para un flujo de 425 galones por minuto a 125 psi para una temperatura del líquido de alimentación de menos de 130 °F se ha encontrado eficaz. Para evitar que se ensucie el eyector, la alimentación líquida 328 es preferentemente limpia, relativamente fría (*por ejemplo* < 130 °F) y libre de partículas sólidas. Aunque el sistema en la Figura 10 muestra dos etapas de sedimentación y limpieza de la alimentación líquida, el sistema de suministro y recirculación de lechada puede comprender múltiples etapas de sedimentación y limpieza según puedan ser necesarias para producir un líquido de alimentación motriz suficientemente limpio para la lechada.

10 En el sistema de suministro y recirculación de lechada, puede añadirse a la lechada inhibidores de la corrosión, por ejemplo, los comercializados bajo la marca comercial "Oakite" por Oakite Products, Inc. puede introducirse además aditivo(s) a la lechada para evitar la oxidación de la granalla de acero. Aunque los aditivos pueden permanecer en la lámina metálica después del procesamiento en la celda de decapado, y proporcionar una medida de la protección contra la corrosión, los inventores han encontrado que la lámina metálica procesada bajo las condiciones descritas anteriormente exhibe una resistencia a la corrosión satisfactoria sin la adición de tales inhibidores de la corrosión. Además, se pueden añadir otros aditivos a la lechada para evitar la formación de hongos y otros contaminantes bacterianos. Un aditivo que tiene el nombre de marca "Power Clean HT-33-B" proporcionado por Tronex Chemical Corp. de Whitmore Lake, Michigan, ha demostrado ser eficaz, y proporciona cualidades inhibidoras tanto antibacterianas como de la corrosión para la lámina metálica procesada y la granalla. Un aditivo se puede seleccionar basado en los requisitos de procesamiento posterior de la lámina metálica y el nivel requerido de protección. Además, si el material entrante tiene cualquier aceite en la superficie, se pueden añadir a la lechada agentes limpiadores o desengrasantes alcalinos u otros comerciales sin cambiar la eficiencia del proceso de granallado con lechada.

15 Como se describe en las solicitudes relacionadas, la línea de procesamiento puede configurarse de tal manera que los motores eléctricos acoplados a las ruedas impulsoras en la primera celda mostrada a la izquierda en la Fig. 1 giren a una velocidad mayor que las ruedas impulsoras en la segunda celda mostrada a la derecha de la Fig. 1. En esta configuración, la lechada descargada desde la primera celda impactará en el material 16 con una fuerza mayor y eliminará prácticamente todas las escamas de las superficies del material, y la lechada descargada desde la segunda celda impactará en el material con una fuerza reducida y generará superficies más suaves, preferentemente con propiedades inhibidoras de la corrosión. Para producir el material inhibidor de la corrosión, las velocidades usadas en la segunda celda estarían preferentemente en los intervalos descritos anteriormente con los constituyentes de la lechada descritos anteriormente. En otra configuración, la granalla empleada en la lechada descargada desde cada una de las celdas 26 puede ser de diferentes tamaños. En esta configuración, una granalla más grande en la lechada descargada desde la primera celda impactaría en las superficies del material para eliminar prácticamente todas las escamas de las superficies del material, y una mezcla de lechada que tiene los componentes de granalla y la relación de granalla a agua descritos anteriormente puede usarse en la segunda celda para generar superficies más lisas preferentemente con propiedades inhibidoras de la corrosión. Alternativamente, la velocidad de rotación de las ruedas impulsoras de las primeras celdas para impulsar la lechada hacia la lámina metálica puede ser mayor que la velocidad de rotación de las ruedas de las segundas celdas. Esto resultaría además en la lechada impulsada por la primera celda que impacta en la superficie de la lámina metálica para eliminar prácticamente todas las escamas de la superficie. El impacto posterior de la lechada impulsada por las ruedas giratorias más lentas de la segunda celda con los parámetros de funcionamiento descritos anteriormente impactaría en la superficie de la lámina metálica y crearía una superficie más lisa preferentemente con propiedades inhibidoras de la corrosión. En las líneas de procesamiento descritas en la solicitud relacionada, dos celdas de granallado se posicionan secuencialmente en el trayecto de la lámina metálica que pasa a través de la línea del aparato para eliminar las escamas de manera eficiente y proporcionar la lámina metálica procesada con propiedades inhibidoras de la corrosión. Sin embargo, se debe apreciar que puede usarse sólo una celda de granallado, configurada como se describió anteriormente.

20 Aunque un usuario final puede desear la lámina metálica con propiedades inhibidoras de la corrosión, el usuario final puede desear además la lámina metálica con una textura de la superficie superior diferente de una textura de la superficie inferior. Se debe apreciar además que las superficies opuestas del trozo de lámina metálica se pueden procesar de manera diferente por el aparato, por ejemplo, mediante el empleo de un medio para eliminar escamas diferente suministrado a las ruedas por encima y por debajo del trozo de lámina metálica que pasa a través del aparato, y/o mediante el uso de cualquiera de las técnicas descritas anteriormente. Frecuentemente un requisito es que las texturas finales sean diferentes en las superficies opuestas de la tira de lámina metálica donde una superficie interior de una pieza tiene un requisito importante para llevar un recubrimiento grueso de lubricante para su extracción y luego soportar un recubrimiento de polímero grueso para su protección contra el desgaste y la corrosión, y la superficie exterior necesita proporcionar una superficie pintada lisa atractiva. Por ejemplo, los paneles de carrocería para automóviles de lujo frecuentemente tienen este

tipo de requisito. La capacidad de ajustar la textura superficial de la lámina es importante porque una textura superficial más rugosa normalmente aumenta la adhesión de un recubrimiento, pero requiere más recubrimiento. La característica de ajustabilidad permite que el operador de la línea de procesamiento ajuste la textura superficial para la condición deseada, es decir, la adhesión o el recubrimiento, a la vez que proporciona las propiedades inhibitorias de la corrosión deseadas para la superficie.

Para ayudar a controlar la línea de procesamiento, se puede usar un detector en línea 160 para detectar un estado superficial de las superficies superior y/o inferior de la lámina metálica procesada después de pasar a través de la(s) celda(s) de decapado, y se puede usar una salida del detector en línea para ayudar al operador de la línea de procesamiento a ajustar una o más cualesquiera de las siguientes operaciones para obtener un estado superficial deseado: (i) girar respecto a cualquiera de los tres ejes, y/o posicionar la(s) rueda(s) impulsora(s) de la superficie superior de la primera celda de granallado (ii) girar respecto a cualquiera de los tres ejes, y/o posicionar la(s) rueda(s) impulsora(s) de la superficie inferior de la primera celda de granallado; (iii) girar respecto a cualquiera de los tres ejes, y/o posicionar la(s) rueda(s) impulsora(s) de la superficie superior de la segunda celda de granallado, (iv) girar respecto a cualquiera de los tres ejes, y/o posicionar la(s) rueda(s) impulsora(s) de la superficie inferior de la segunda celda de granallado, (v) aumentar o disminuir la velocidad de la línea de procesamiento; o (vi) accionar el accionador para hacer girar la tobera de alimentación con relación al impulsor de cada rueda de impulsión para ajustar el centro de intensidad del patrón de impulsión. El detector en línea puede posicionarse entre las dos celdas de granallado 26 o puede posicionarse después de la segunda celda de granallado como se muestra en la Fig. 1. Por ejemplo, el detector puede comprender un detector de óxido posicionado posterior al proceso en la línea de procesamiento después de las dos celdas de granallado y adaptado para detectar el nivel de escamas restante tanto en la superficie superior como en la inferior de la tira, y basado al menos en parte en un estado superficial detectado (es decir, el nivel de escamas detectado), se pueden hacer ajustes al funcionamiento de la primera o la segunda celdas (es decir, la velocidad de las ruedas impulsoras, los ángulos de las ruedas impulsoras, la posición de las ruedas impulsoras), o a la velocidad de la línea de procesamiento (es decir, una velocidad de avance de la lámina metálica a través del decapador).

El detector puede ser además un detector de acabado superficial, es decir, un perfilómetro, y el estado superficial que se detecta y se controla puede corresponder al acabado superficial. El detector puede comprender además un sistema de visión artificial, y el estado superficial que se detecta y se controla puede corresponder a los defectos superficiales en la lámina procesada, por ejemplo, imperfecciones, astillas, residuos, manchas metálicas, una aglomeración de escamas sueltas, restos de desgaste, etc. Uno o más detectores se pueden usar para detectar un estado superficial de la superficie superior y de la superficie inferior de la lámina metálica. Se puede detectar una combinación de estados superficiales, y los parámetros de funcionamiento de cada una de las celdas pueden variarse para alcanzar el(los) estado(s) superficial(es) deseado(s).

En otra modalidad de la celda de decapado, el detector 160 se puede proporcionar con un mecanismo de retroalimentación automático que permite el control automático de los parámetros de funcionamiento de la línea de procesamiento basado al menos en parte en el estado superficial detectado. Por ejemplo, basado en el estado superficial detectado, se puede controlar la velocidad de impacto de la lechada para producir un estado superficial específico, por ejemplo, un acabado superficial de menos de aproximadamente 100 Ra. La velocidad de impacto de la lechada se puede variar mediante la variación de la velocidad de descarga de la lechada impulsada o mediante la variación de la velocidad de la línea de procesamiento, es decir, la velocidad a la cual la lámina de acero se hace avanzar a través de la línea. Así, basado al menos en parte en el estado superficial detectado, se puede cambiar según se desee una velocidad de avance del material de la lámina a través de la celda de decapado. Además o como una alternativa, una velocidad de descarga de la lechada que se impulsa contra el lado de la lámina metálica se puede variar según sea necesario basada al menos en parte en el estado superficial detectado. Para un sistema que implica impulsores centrífugos, la velocidad de la rueda impulsora se puede cambiar basada al menos en parte en el estado superficial detectado. En términos generales, para obtener un estado superficial deseado, una o más cualesquiera de las siguientes operaciones se puede cambiar basado al menos en parte en el estado superficial detectado: (i) girar respecto a cualquiera de los tres ejes, y/o posicionar la(s) rueda(s) impulsora(s) de la superficie superior de la primera celda de granallado; (ii) girar respecto a cualquiera de los tres ejes, y/o posicionar la(s) rueda(s) impulsora(s) de la superficie inferior de la primera celda de granallado; (iii) girar respecto a cualquiera de los tres ejes, y/o posicionar la(s) rueda(s) impulsora(s) de la superficie superior de la segunda celda de granallado, (iv) girar respecto a cualquiera de los tres ejes, y/o posicionar la(s) rueda(s) impulsora(s) de la superficie inferior de la segunda celda de granallado, (v) aumentar o disminuir la velocidad de la línea de procesamiento; o (vi) accionar el accionador para hacer girar la tobera de alimentación con relación al impulsor de cada rueda de impulsión para ajustar el centro de intensidad del patrón de impulsión. Se pueden usar uno o más detectores para detectar un estado superficial de la superficie superior y de la superficie inferior de la lámina metálica, y un estado superficial detectado de la superficie superior y/o un estado superficial detectado de la superficie inferior pueden proporcionar la entrada al sistema de control automatizado de la línea de procesamiento. Un acabado superficial de más de 100 Ra se puede desear además, por ejemplo, donde la lámina metálica se va a utilizar en una aplicación de pintura.

Como se describe en las solicitudes relacionadas, la línea de procesamiento puede comprender además una celda cepilladora 122 posicionada adyacente a la celda de granallado 26 para recibir el trozo de lámina metálica 16 desde las decapadoras.

5

La cepilladora 122 comprende pluralidades de cepillos giratorios dispuestos de un lado al otro del ancho de la lámina metálica 16. Los cepillos giratorios contenidos en la cepilladora 122 hacen contacto con las superficies opuestas superior 106 e inferior 108 del trozo de lámina metálica 16 a medida que la lámina metálica pasa a través de la cepilladora 122, y producen una superficie única cepillada y granallada, generalmente con una rugosidad inferior, con cierta direccionalidad. Los cepillos actúan con agua pulverizada en la cepilladora 122 para procesar las superficies opuestas de la lámina metálica, que ajusta o modifica la textura de las superficies creadas por las celdas de granallado 26. Una unidad de cepillos se puede instalar posterior al proceso de las celdas de granallado para reducir la rugosidad superficial (Ra). Alternativamente, la cepilladora 122 se podría posicionar anterior al proceso de las celdas de granallado 26 para recibir el trozo de lámina metálica 16 antes que las decapadoras. En esta posición de la cepilladora 122, la cepilladora reduciría la carga de trabajo en las celdas de granallado 26 para eliminar las escamas de las superficies de la lámina metálica 16. Sin embargo, se prefiere que las cepilladoras se posicionen posteriores al proceso de las decapadoras. Se debe apreciar que la línea de procesamiento no necesita tener una unidad de cepillado.

10

15

La línea de procesamiento puede comprender además un secador 124 posicionado adyacente a la cepilladora 122 para recibir el trozo de lámina metálica 16 desde la cepilladora, o directamente desde la decapadora por chorro de lechada si la unidad de cepillado no se instala o no se selecciona. El secador 124 seca el líquido de las superficies del trozo de lámina metálica 16 a medida que la lámina metálica pasa a través del secador. El líquido es el residuo del proceso de enjuague. Se debe apreciar que la línea de procesamiento no necesita tener un secador.

20

25

La línea de procesamiento puede comprender además una bobinadora 126 que recibe el trozo de lámina metálica 16 desde el secador 124 y enrolla el trozo de lámina metálica en una bobina para el almacenamiento o transporte de la lámina metálica. Para facilitar eliminar prácticamente todas las escamas de la superficie de la lámina metálica, la lámina metálica se puede colocar bajo tensión a medida que se tira de ella a través de las celdas de decapado. La tensión se puede proporcionar por la bobinadora 126, por ejemplo.

30

La tensión se puede aplicar además por medio de un rodillo liso y/o un nivelador de tensión, u otro dispositivo que cambie la velocidad de avance de la lámina metálica a lo largo de la línea para producir el alargamiento en la lámina metálica a medida que pasa a través de la(s) celda(s) de decapado. Preferentemente, la lámina metálica se alarga hasta 0.5% a medida que se procesa a través de las celdas de granallado. Debido a que alargar la lámina metálica facilita la eliminación de escamas realizada en las celdas de granallado, se puede aumentar la velocidad relativa de la línea de procesamiento.

35

En configuraciones/modalidades de líneas alternativas, el trozo de lámina metálica procesado por el aparato se puede procesar adicionalmente mediante un recubrimiento que se aplica a las superficies de la lámina metálica, por ejemplo un recubrimiento por galvanizado o un recubrimiento de pintura. El trozo de lámina metálica podría además procesarse adicionalmente al pasar una segunda vez el trozo de lámina metálica a través del aparato de la línea mostrado en la Fig. 1.

40

El aparato se puede emplear además para eliminar las escamas de un material que está en otra forma que no es una lámina de material. La Fig. 11 representa el aparato empleado para eliminar las escamas de las superficies exteriores de material de tira estrecha, delgada 132, por ejemplo, la tira metálica que luego se conforma en materia prima para tubería, o alambre o barra. En la variante de modalidad del aparato mostrado en la Fig. 11, se emplean las mismas decapadoras de las modalidades de la invención descritas anteriormente. Los mismos números de referencia se emplean para identificar las partes componentes y las relaciones de posición de las modalidades de la invención descritas anteriormente, pero con los números de referencia que se siguen por un apóstrofo ('). En la Fig. 11, el trozo de tira 132 se mueve a través del aparato de decapado en la dirección indicada por las flechas 134. Se puede observar que las orientaciones de las ruedas impulsoras 68', 88' son de tal manera que impulsarán el medio para eliminar escamas 105' donde el ancho del área de contacto del medio para eliminar escamas 105' se extiende a lo largo del trozo de tira 132. Aparte de las diferencias antes descritas, la modalidad del aparato mostrado en la Fig. 11 funciona de la misma manera que las modalidades descritas anteriormente para eliminar las escamas de la superficie de la tira metálica 132. Alternativamente, el par de ruedas giratorias pueden posicionarse de manera ajustable más cerca a las superficies opuestas de la tira de material de manera que los anchos de las zonas del chorro son sólo ligeramente mayores que el ancho de las superficies de la tira. En esta alternativa la velocidad de las ruedas se disminuiría ligeramente para compensar el aumento en la fuerza del chorro debido a mover las ruedas más cerca de las superficies de la tira de lámina metálica.

45

50

55

Para permitir que la línea de procesamiento de la lámina metálica se expanda para soportar una celda de decapado o granallado, u otra parte adicional del equipo, los componentes de la línea de procesamiento, que incluyen las celdas de

60

5 decajado, se pueden montar en un riel o sistema de viga en I 170 (Fig. 1). El riel o la viga en I comprende rieles que se
 extienden a lo largo de la instalación a un nivel de piso. Cada componente tiene bases 172 (Fig. 1) que se acoplan y/o se
 localizan en el sistema de rieles, que facilitan así el movimiento axial y la alineación de los componentes de la línea de
 procesamiento. Cuando un componente se va a quitar o añadir, la línea se puede abrir y el componente que se debe quitar
 o añadir se puede bajar del sistema de rieles que reduce así el tiempo de inactividad asociado con los cambios en la línea
 10 de procesamiento. Al proporcionar un sistema de rieles, la línea de procesamiento puede extenderse de un lado a otro del
 piso u otra superficie de soporte de una instalación, que elimina así los hoyos en el piso que habitualmente se usan para
 acomodar los grandes componentes de una línea de procesamiento. Generalmente, los hoyos en el piso son caros de
 construir y reducen la flexibilidad de un operador para modificar la configuración de una línea de procesamiento.
 15 Proporcionar un sistema de viga en I o de rieles para montar los componentes de la línea de procesamiento aumenta la
 flexibilidad operativa, y permite que el operador de una línea de procesamiento modifique la línea de procesamiento según
 desee con la adición o la eliminación de celdas de granallado u otros equipos auxiliares.

15 Los inventores han determinado que procesar láminas de acero mediante la celda de decajado por chorro de lechada
 descrita anteriormente bajo las condiciones descritas anteriormente permite el procesamiento de láminas metálicas con
 propiedades inhibitoras de la corrosión. El acero al carbono usado en un proceso de laminado en caliente contiene por lo
 general trazas de los elementos aluminio, cromo, manganeso y silicio. Por ejemplo, el acero al carbono laminado en caliente
 común puede tener una composición química: Al - 0.03%; Mn - 0.67%; Si - 0.03%; Cr - 0.04%, C - restos. Los inventores
 han determinado que procesar acero mediante el uso de uno o más de los métodos de decajado discutidos anteriormente
 20 crea una capa de pasivación muy delgada (~200 Å (Angstroms)) en el sustrato de acero que comprende una o más de las
 trazas de elementos mencionadas anteriormente, que permite así que la lámina de acero procesada exhiba propiedades
 inhibitoras de la corrosión. Los inventores han determinado además que procesar acero mediante el uso de uno o más de
 los métodos de decajado discutidos anteriormente elimina prácticamente todas las escamas de las superficies de la lámina
 metálica.

25 Aunque el aparato y el método de la invención se han descrito en la presente con referencia a varias modalidades de la
 invención, debe entenderse que pueden hacerse variaciones y modificaciones al concepto básico de la invención sin
 apartarse del alcance previsto de las siguientes reivindicaciones.

Reivindicaciones

1. Un aparato (14) que elimina las escamas de la lámina metálica (16), el aparato que comprende:
- 5 un decapador (26) que recibe trozos de lámina metálica (16) y elimina las escamas al menos de una superficie (106, 108) del trozo de lámina metálica a medida que el trozo de lámina metálica se mueve en una primera dirección a través del decapador;
- 10 un suministro de un medio para eliminar escamas (105) que se comunica con el decapador (26) y que suministra el medio para eliminar escamas al decapador, el medio para eliminar escamas (105) que comprende una lechada que incluye granalla;
- 15 un par de ruedas (68, 88) en el decapador (26) posicionadas adyacentes al menos a la única superficie del trozo de lámina metálica (16) que pasa a través del decapador, una primera rueda y una segunda rueda del par de ruedas que tienen un primer (78, 98) y un segundo (82, 102) ejes de rotación respectivos, la primera rueda y la segunda rueda que se posicionan en el decapador (26) para recibir el medio para eliminar escamas (105) desde el suministro del medio para eliminar escamas; y
- 20 al menos una fuente motriz (64, 84) conectada operativamente a la primera rueda y a la segunda rueda para hacer girar la primera rueda y la segunda rueda por medio de lo cual la rotación de la primera rueda provoca que el medio para eliminar escamas (105) recibido por la primera rueda se impulse desde la primera rueda contra al menos la única superficie (106, 108) prácticamente de un lado a otro de todo el ancho del trozo de lámina metálica (16) que pasa a través del decapador (26) y la rotación de la segunda rueda provoca que el medio para eliminar escamas (105) recibido por la segunda rueda se impulse desde la segunda rueda contra al menos la única superficie (106, 108) prácticamente de un lado a otro de todo el ancho del trozo de lámina metálica (16) que pasa a través del decapador (26);
- 25 en donde la primera rueda gira en una primera dirección de giro y la segunda rueda gira en una segunda dirección de giro, la primera dirección de giro que es opuesta a la segunda dirección; en donde la segunda rueda se separa de la primera rueda a lo largo de la primera dirección una distancia suficiente de tal manera que el medio para eliminar escamas (105) impulsado desde la segunda rueda prácticamente no interfiere con el medio para eliminar escamas (105) impulsado desde la primera rueda;
- 30 en donde la primera rueda y la segunda rueda se posicionan adyacentes a los bordes laterales opuestos que definen el ancho de la lámina metálica (16) con la lámina metálica centrada entre la primera rueda y la segunda rueda; y
- 35 en donde el medio para eliminar escamas (105) impacta contra al menos la única de la superficie superior (106) y la superficie inferior (108) de la lámina metálica (16) de una manera que elimina prácticamente todas las escamas de una superficie de la lámina metálica, **caracterizado porque** la granalla que conforma la lechada se introduce en el suministro de la lechada al decapador (26) con un eyector (308); el eyector (308) tiene una tobera (333) adaptada para producir un flujo de vórtice; y cada una de la primera y la segunda ruedas tiene una entrada de lechada que puede posicionarse selectivamente de manera ajustable con relación al respectivo eje de rotación de la rueda.
- 40 2. El aparato de la reivindicación 1, en donde la granalla comprende un tamaño SAE de G80 a un tamaño SAE de G40.
- 45 3. El aparato de la reivindicación 1, en donde la granalla comprende un tamaño SAE de G50.
- 50 4. El aparato de la reivindicación 1, en donde el medio para eliminar escamas (105) impacta en al menos una de las superficies superior e inferior (106, 108) de manera que produce un acabado superficial mayor que aproximadamente 100 Ra.
- 55 5. El aparato de la reivindicación 1, en donde la lámina metálica (16) se alarga a medida que entra en el aparato (14).
- 60 6. El aparato de la reivindicación 1, en donde el medio para eliminar escamas (105) se impulsa desde su respectiva rueda hacia la lámina metálica (16) en un intervalo de velocidades de aproximadamente 30.5 m/s a 61 m/s (100 pies por segundo a 200 pies por segundo).
7. El aparato de la reivindicación 1, en donde la granalla que comprende la lechada se suministra a cada rueda a una velocidad de al menos 0.01 m³/s (1300 libras por minuto).
8. El aparato de la reivindicación 1, en donde la lechada tiene una relación de granalla a líquido de aproximadamente 240 kg a aproximadamente 1800 kg de granalla por cada metro cúbico (2 libras a aproximadamente 15 libras de granalla por cada galón) de líquido.

9. El aparato de la reivindicación 1, que además comprende:

5 una tercera rueda impulsora giratoria que tiene un eje de rotación, la rueda que se posiciona en el decapador (26) para recibir el medio para eliminar escamas (105) suministrado por la alimentación de la eliminación de escamas e impulsar por centrifugación el medio para eliminar escamas (105) contra la superficie inferior (108) del trozo de lámina metálica (16) en un área de impacto que se extiende prácticamente de un lado al otro del ancho del trozo de lámina metálica (16) a medida que el trozo de lámina metálica pasa a través del decapador (26);

10 una cuarta rueda giratoria que tiene un eje de rotación diferente del eje de rotación de la tercera rueda giratoria, la cuarta rueda giratoria que se posiciona en el decapador (26) para recibir el medio para eliminar escamas (105) suministrado por la alimentación de la eliminación de escamas e impulsar por centrifugación el medio para eliminar escamas (105) contra la superficie inferior (108) del trozo de lámina metálica (16) en un área de impacto que se extiende prácticamente de un lado al otro del ancho del trozo de lámina metálica (16) a medida que el trozo de lámina metálica pasa a través del decapador (26);

15 en donde la primera y la segunda ruedas se posicionan como imágenes especulares simétricas de un lado y del otro del ancho de la longitud de la superficie superior (106) de la lámina metálica (16) e impulsan por centrifugación el medio para eliminar escamas (105) contra la superficie superior (106) del trozo de lámina metálica en patrones de imagen especulares, simétricos del medio para eliminar escamas (105) impulsado de un lado al otro del ancho del trozo de lámina metálica (16);

20 en donde la tercera y la cuarta ruedas se posicionan como imágenes especulares simétricas de un lado y del otro del ancho de la longitud de la superficie inferior (108) del material en láminas (16) e impulsan por centrifugación el medio para eliminar escamas (105) contra la superficie inferior (108) del trozo de lámina metálica en patrones de imagen especulares, simétricos del medio para eliminar escamas (105) impulsado de un lado al otro del ancho del trozo de lámina metálica (16);

25

10. Un método para eliminar escamas de un trozo de lámina metálica (16) que comprende:

30 posicionar una primera rueda que tiene un primer eje de rotación adyacente a una primera superficie del trozo de lámina metálica (16);

posicionar una segunda rueda que tiene un segundo eje de rotación adyacente a la primera superficie del trozo de lámina metálica (16);

35 suministrar un medio para eliminar escamas (105) a la primera rueda y a la segunda rueda, el medio para eliminar escamas que comprende la lechada que incluye granalla;

hacer girar la primera rueda alrededor del primer eje de rotación mediante lo cual el medio para eliminar escamas (105) suministrado a la primera rueda se impulsa por la primera rueda giratoria contra una primera área que se extiende de un lado al otro de prácticamente todo un ancho de la primera superficie del trozo de lámina metálica (16);

40 hacer girar la segunda rueda alrededor del segundo eje de rotación mediante lo cual el medio para eliminar escamas (105) suministrado a la segunda rueda se impulsa por la segunda rueda giratoria contra una segunda área que se extiende de un lado al otro de prácticamente todo un ancho de la primera superficie del trozo de lámina metálica (16);

45 hacer girar la primera rueda y la segunda rueda en direcciones opuestas; posicionar la primera rueda y la segunda rueda con relación al trozo de lámina metálica (16) donde la primera área se separa de la segunda área a lo largo del trozo de lámina metálica;

posicionar la primera rueda y la segunda rueda a lo largo de los bordes laterales opuestos adyacentes que definen un ancho de la lámina metálica (16) con la lámina metálica centrada entre la primera rueda y la segunda rueda; y

50 controlar una velocidad del impacto del medio para eliminar escamas (105) contra al menos una de la superficie superior (106) y la superficie inferior (108) de la lámina metálica (16) de una manera que elimina prácticamente todas las escamas de una superficie de la lámina metálica, **caracterizado porque** la granalla que forma la lechada se introduce en el suministro de lechada al decapador (26) con un eyector (308); el eyector (308) tiene una tobera (333) adaptada para producir un flujo de vórtice; y cada una de la primera y la segunda ruedas tiene una entrada de lechada que puede posicionarse selectivamente de manera ajustable con relación al respectivo eje de rotación de la rueda.

55

11. El método de la reivindicación 10, en donde la granalla que se suministra a cada una de las ruedas comprende un tamaño SAE de G80 a un tamaño SAE de G40.

60 12. El método de la reivindicación 10, en donde la granalla tiene un tamaño SAE de G50.

5 13. El método de la reivindicación 10, en donde la velocidad del impacto del medio para eliminar escamas contra al menos una de las superficies superior e inferior (106, 108) se controla de manera que produce un acabado superficial mayor que aproximadamente 100 Ra.

14. El método de la reivindicación 10, que comprende además alargar la lámina metálica.

10 15. El método de la reivindicación 10, en donde el medio para eliminar escamas se impulsa desde su respectiva rueda hacia la lámina metálica en un intervalo de velocidades de aproximadamente 30.5 m/s a 61 m/s (100 pies por segundo a 200 pies por segundo);

16. El método de la reivindicación 10, en donde la granalla que comprende la lechada se suministra a cada rueda a una velocidad de al menos 0.01 m³/s (1300 libras por minuto).

15 17. El método de la reivindicación 10, en donde la lechada tiene una relación de granalla a líquido de aproximadamente 240 kg a aproximadamente 1800 kg de granalla por cada metro cúbico (2 libras a aproximadamente 15 libras de granalla por cada galón) de líquido.

20 18. El método de la reivindicación 10, que comprende:

posicionar una tercera rueda impulsora que tiene un tercer eje de rotación adyacente a una segunda superficie de la lámina metálica (16) que es opuesta a una primera superficie de la lámina metálica (16), posicionar una cuarta rueda impulsora que tiene un cuarto eje de rotación adyacente a la segunda superficie de la lámina metálica (16), el cuarto eje de rotación que es diferente del tercer eje de rotación;

25 suministrar el medio para eliminar escamas (105) a la tercera y la cuarta ruedas; y hacer girar la tercera rueda impulsora y la cuarta rueda impulsora alrededor del tercer y el cuarto ejes de rotación respectivamente de tal manera que el medio para eliminar escamas (105) suministrado a la tercera y la cuarta ruedas impulsoras se impulsa por la tercera y la cuarta ruedas impulsoras que giran contra una respectiva tercera área y cuarta área de la segunda superficie de la lámina metálica (16);

30 controlar una velocidad a la cual el medio para eliminar escamas (105) impacta contra la superficie inferior (108) de la lámina metálica (16) de una manera que elimina prácticamente todas las escamas de la superficie inferior (108) de la lámina metálica (16);

35 en donde la primera y la segunda ruedas impulsoras se posicionan de tal manera que la primera y la segunda áreas son imágenes especulares simétricas de un lado al otro de un ancho de la lámina metálica (16), y la tercera y la cuarta ruedas impulsoras se posicionan de tal manera que la tercera y la cuarta áreas son imágenes especulares simétricas de un lado al otro de un ancho de la segunda superficie de la lámina metálica (16);

40 en donde la tercera rueda se separa de la cuarta rueda a lo largo del trozo de lámina metálica (16) una distancia suficiente de tal manera que el medio para eliminar escamas (105) impulsado desde la tercera rueda prácticamente no interfiera con el medio para eliminar escamas (105) impulsado desde la cuarta rueda; y

en donde la tercera rueda y la cuarta rueda se posicionan adyacentes a los bordes laterales opuestos que definen el ancho de la lámina metálica (16) con la lámina metálica centrada entre la tercera rueda y la cuarta rueda.

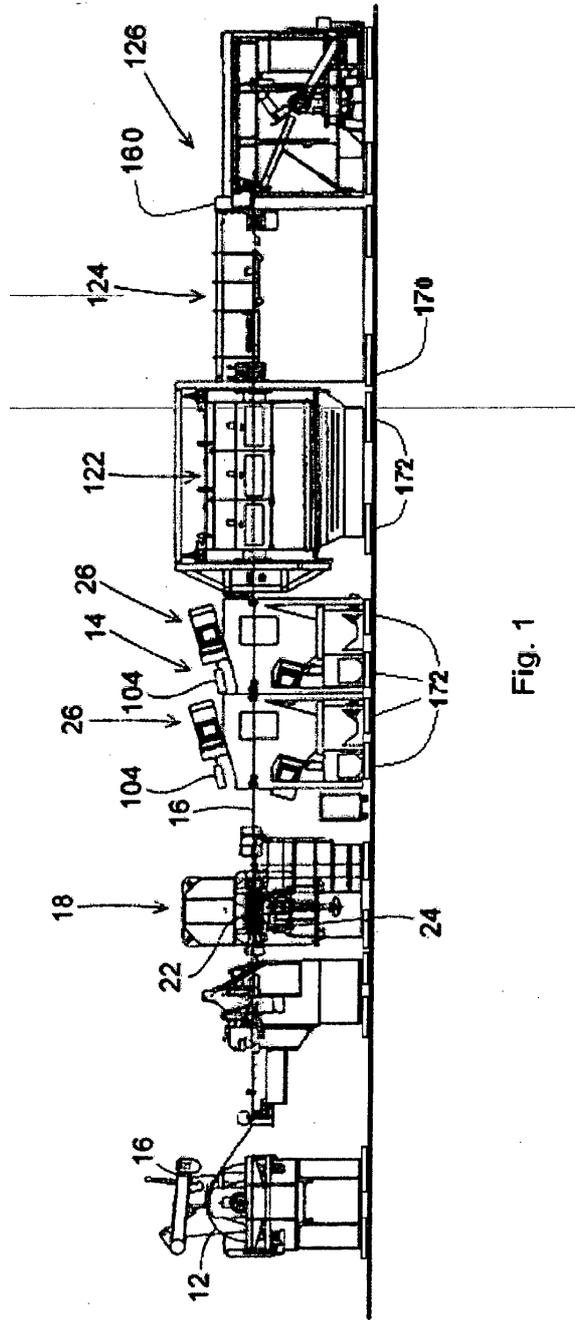


Fig. 1

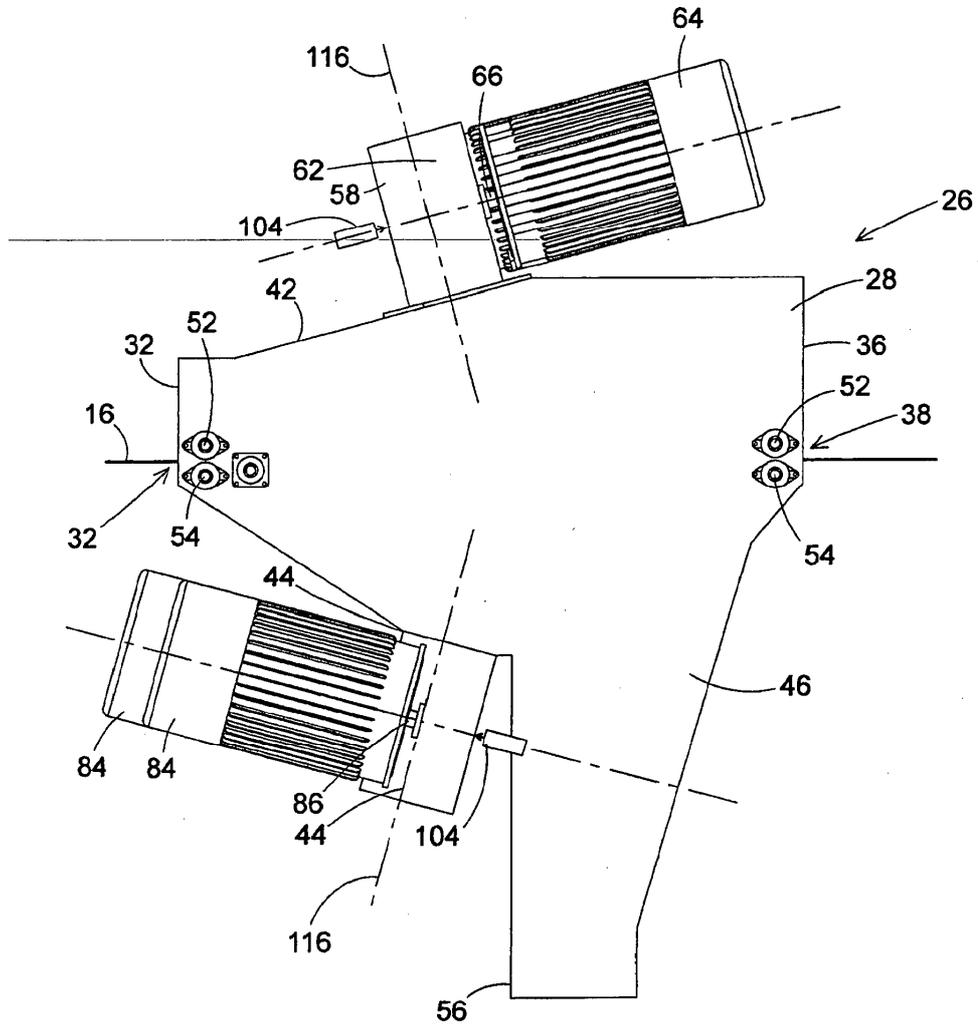


Fig. 2

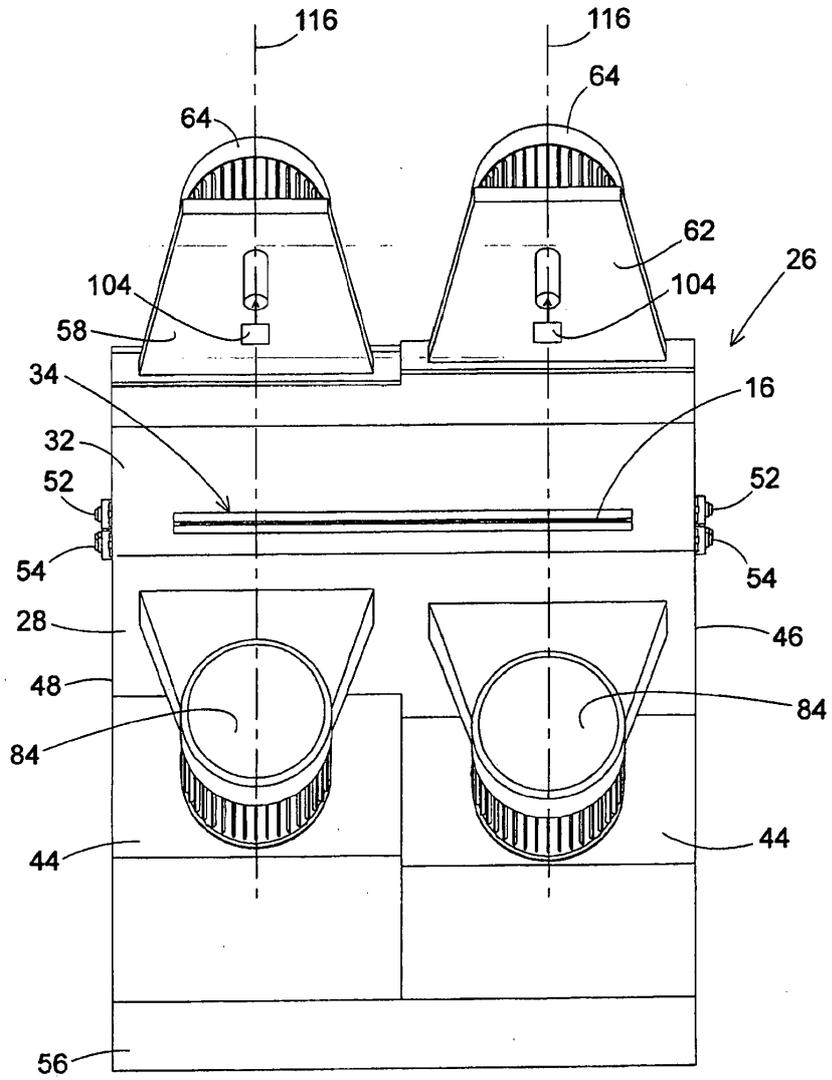


Fig. 3

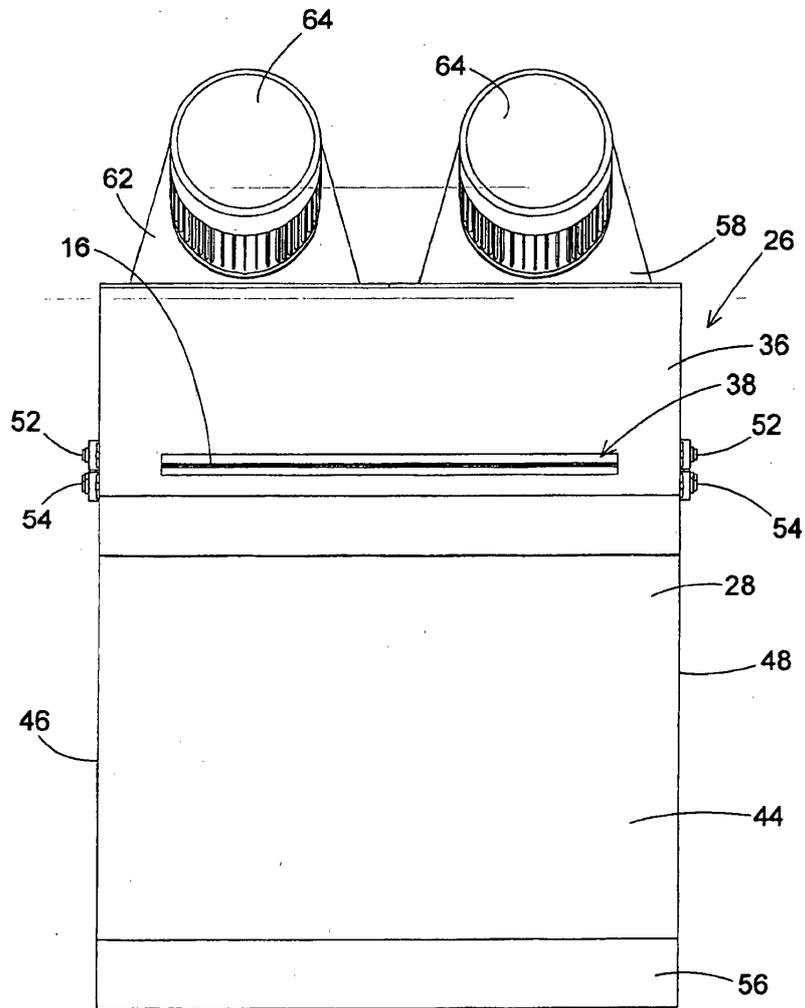


Fig. 4

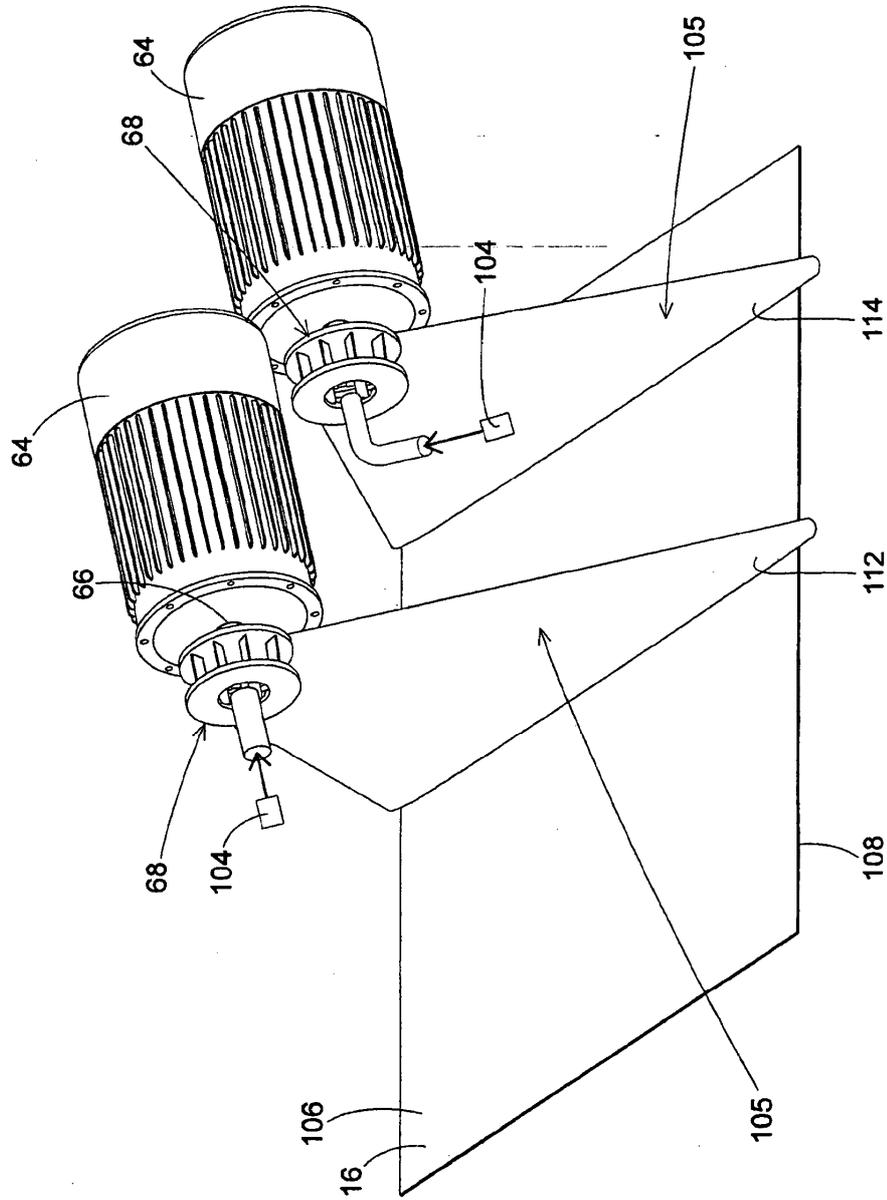


Fig.5

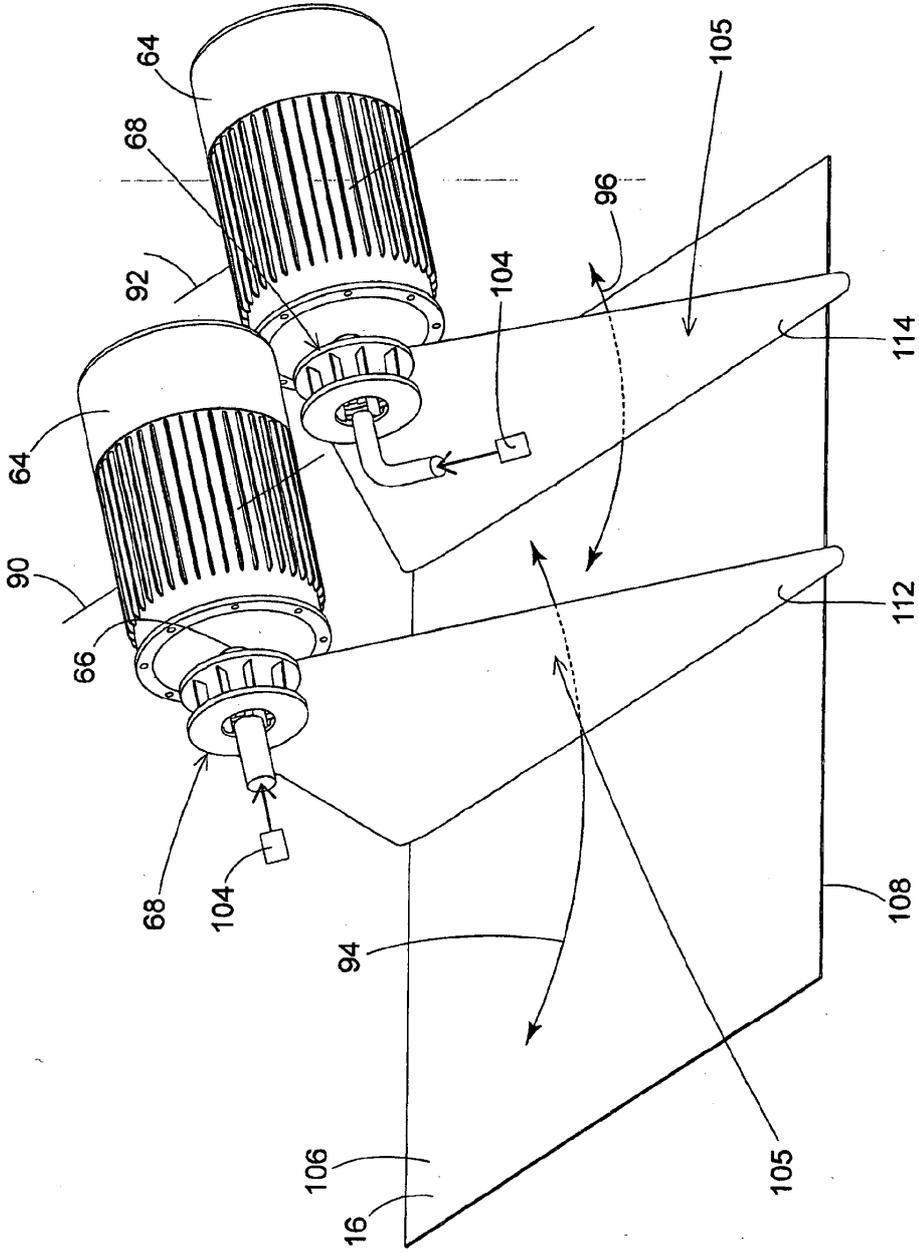


Fig. 6

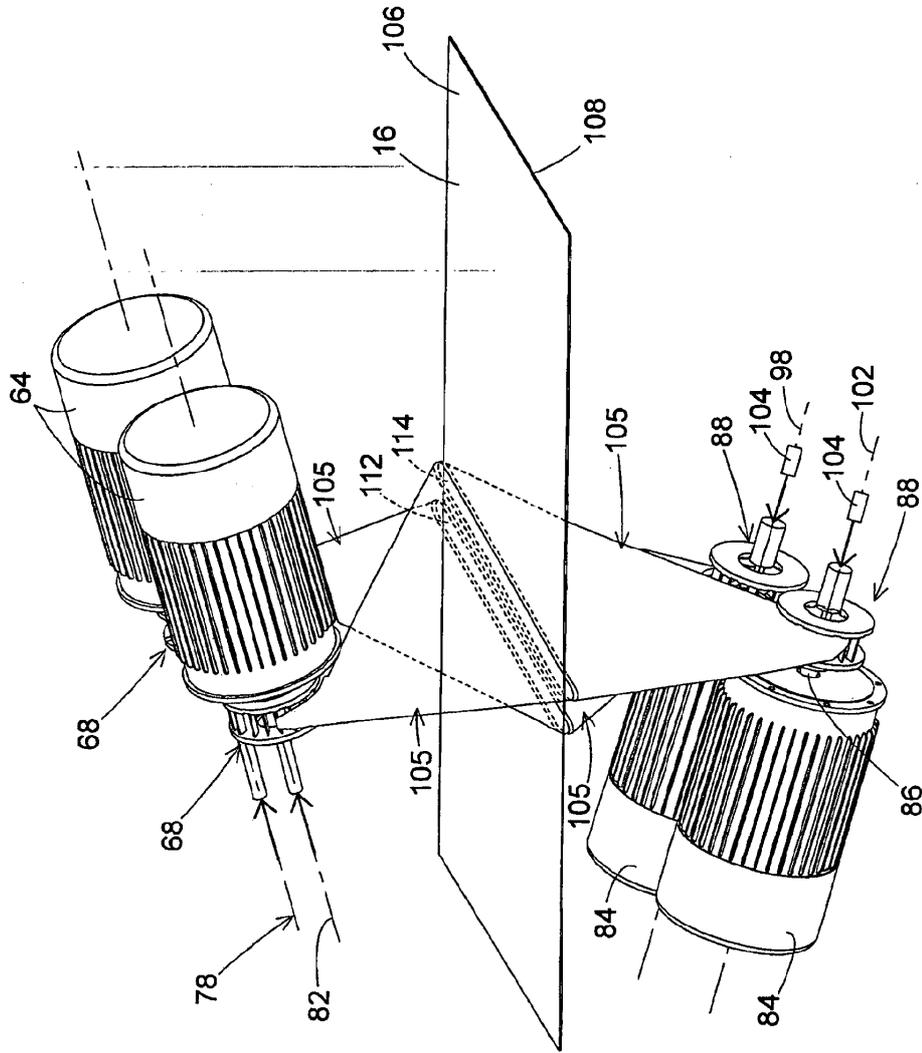
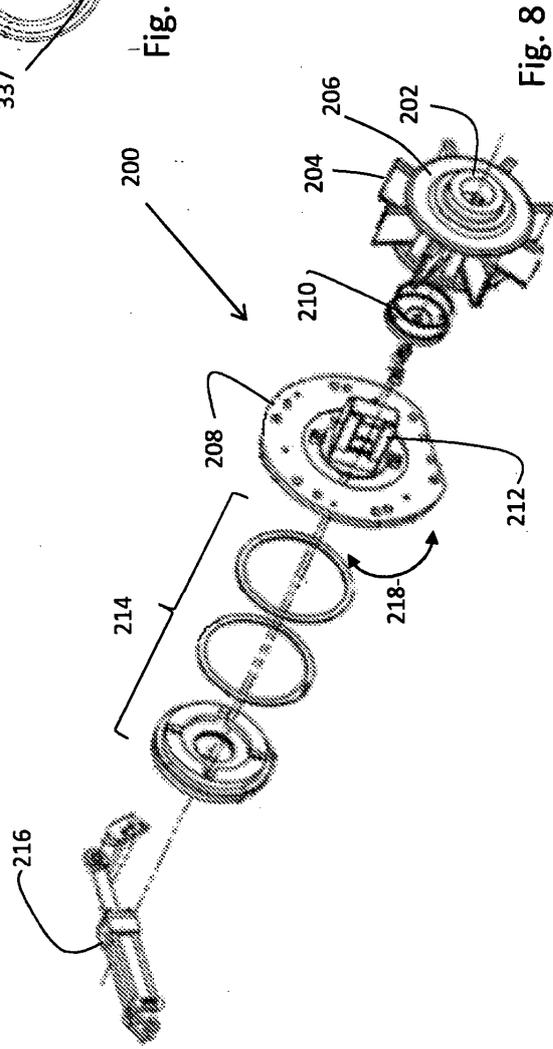
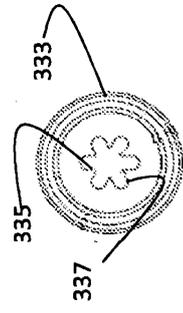
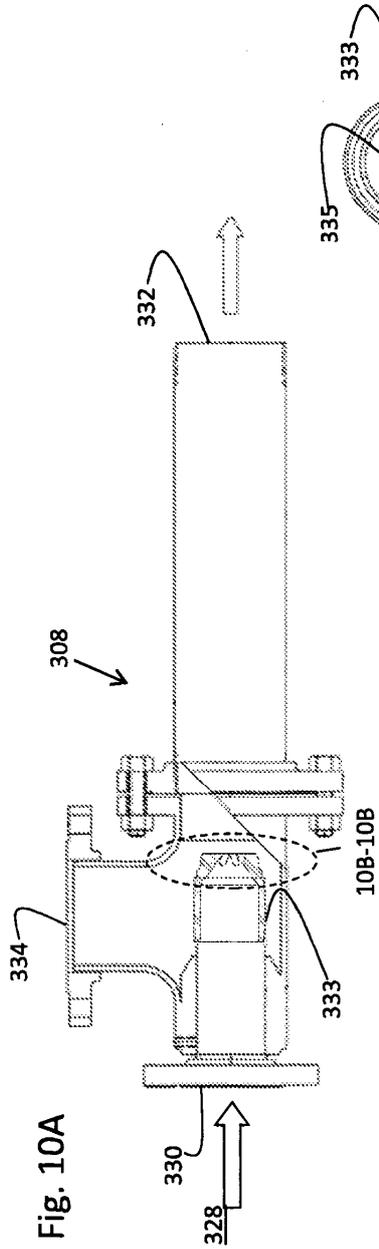


Fig. 7



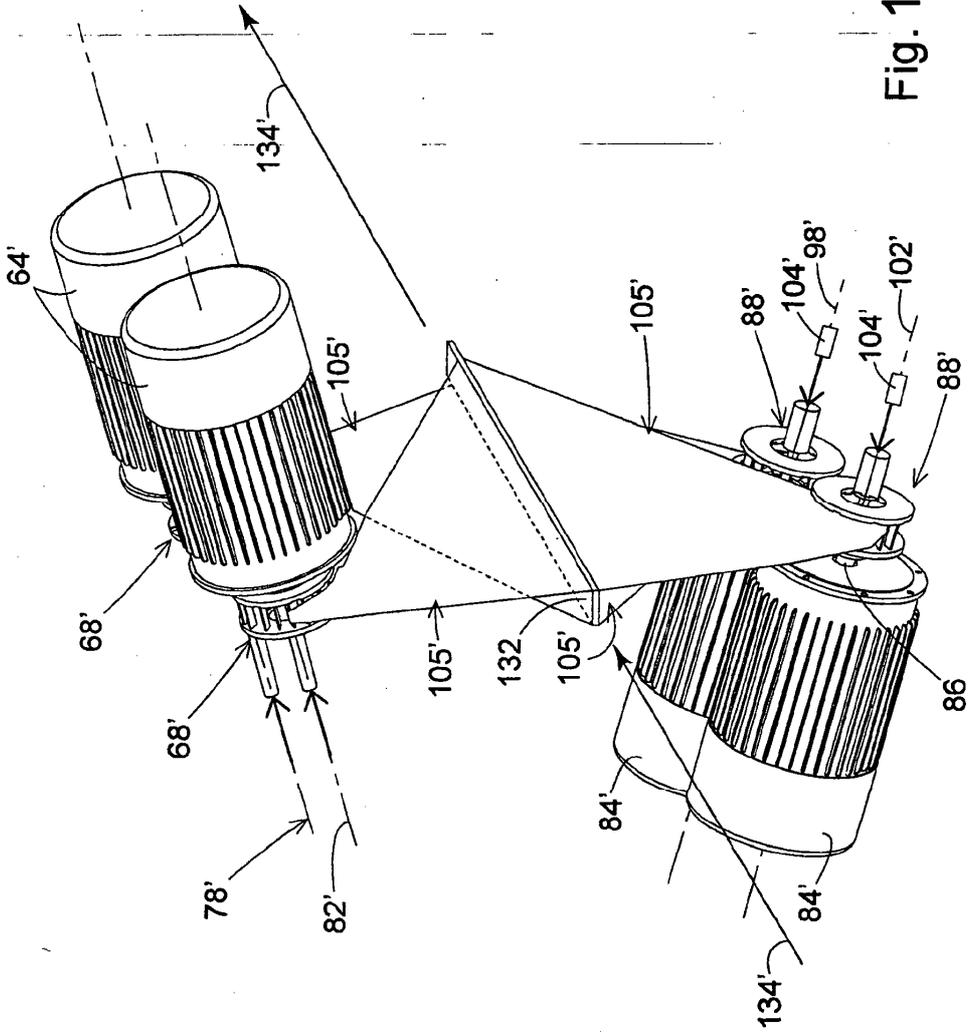


Fig. 11