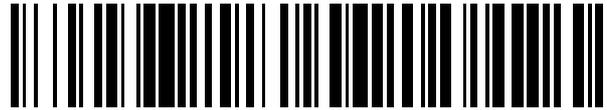


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 474 492**

51 Int. Cl.:

B24C 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2010 E 10762048 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.06.2014 EP 2416926**

54 Título: **Método de producción de una chapa metálica inhibidora del óxido mediante la eliminación de la herrumbre con una celda de dec laminado por inyección de suspensión**

30 Prioridad:

06.04.2009 US 418852

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

09.07.2014

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:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 474 492 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

Método de producción de una chapa metálica inhibidora del óxido mediante la eliminación de la herrumbre con una celda de decalaminado por inyección de suspensión

5

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La divulgación se refiere a un proceso para retirar material superficial indeseable de materiales planos, ya sea en forma de hoja o continua, y de material tubular estrecho. En particular, la descripción se refiere a un aparato y procedimiento para retirar la herrumbre de las superficies de chapa de metal procesada o tubos de metal propulsando un medio removedor de herrumbre, específicamente, una suspensión líquida/partícula, contra las superficies del material que es pasado a través del aparato, y controlando el proceso de inyección de suspensión en una manera para producir un material resultante que exhibe propiedades inhibidoras de óxido.

10

Tal como se describirá en más detalle más abajo, los procedimientos y aparatos descritos en la presente memoria proporcionan ventajas respecto de los aparatos y procedimientos utilizados en la técnica anterior. La chapa de acero (también conocida como rollo plano) es lejos el tipo más común de acero y es mucho más frecuente que el acero estructural o en barra. Antes de que la chapa de metal sea utilizada por los fabricantes, la misma se prepara típicamente mediante un proceso de laminación en caliente. Durante el proceso de laminación en caliente, el acero al carbono se calienta a una temperatura en exceso de 1500 ° F (815 ° C). El acero calentado se pasa a través de pares sucesivos de rodillos opuestos que reducen el espesor de la chapa de acero. Una vez que se completa el proceso de laminación en caliente, la chapa de metal procesada o acero laminado en caliente se reduce en temperatura, típicamente por temple en agua, aceite, o un polímero líquido, todos los cuales son bien conocidos en la técnica. La chapa de metal procesada se enrolla a continuación, para el almacenamiento y el transporte conveniente para el usuario final de la chapa de metal procesada, es decir a los fabricantes de aviones, automóviles, electrodomésticos, etc.

15

20

25

Durante las etapas de enfriamiento del procesamiento de la chapa de metal laminada en caliente, las reacciones de la chapa de metal con el oxígeno en el aire y con la humedad involucrada en el proceso de enfriamiento puede resultar en la formación de una capa de óxido de hierro, comúnmente conocida como "herrumbre", en las superficies de la chapa de metal. La velocidad a la que se enfría la chapa de metal, y la caída de temperatura total desde el proceso de laminación en caliente afectan la cantidad y composición de la herrumbre que se forma en la superficie durante el proceso de enfriamiento.

30

En la mayoría de los casos, antes de que la chapa de metal pueda ser utilizada por el fabricante, la superficie de la chapa de metal debe ponerse en condiciones para proporcionar una superficie adecuada para el producto fabricado, de forma que la superficie de la chapa de metal se pueda pintar o recubrir, por ejemplo galvanizarse. El procedimiento más común de eliminación de herrumbre de la superficie de la chapa de metal laminada en caliente o procesada es un proceso conocido como "decapado y engrasado". En este proceso, la chapa de metal, ya enfriada hasta temperatura ambiente tras el proceso de laminación en caliente, se desenrolla y desliza a través de un baño de ácido clorhídrico para eliminar químicamente la herrumbre formada en la superficie de la chapa de metal. Después de la remoción de la herrumbre mediante el baño de ácido, la chapa de metal luego se lava, se seca, y de inmediato es "engrasada" para proteger las superficies de la chapa de metal de la oxidación o corrosión. El aceite proporciona una barrera de capa de película al aire que protege las superficies de metal desnudas de la chapa de metal a partir de la exposición a la humedad y aire atmosféricos.

35

40

Prácticamente la totalidad del acero laminado plano es decapado y engrasado. Puesto que el acero laminado plano es muy usado – el mismo es utilizado normalmente en automóviles, electrodomésticos, construcción, y casi todos nuestros implementos agrícolas – también es muy común el decapado y engrasado, ya sea como un producto decapado de resultado final o decapado para producir otros materiales comunes tal como laminado en frío, prepintura, galvanizado, 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 manejando cada una alrededor de 90.000 toneladas mensuales. Algunos estiman que hay aproximadamente 100 líneas de decapado en EE.UU. solamente con varios miles más en el extranjero.

50

La parte de "decapado" del proceso es eficaz en la eliminación sustancial de toda la capa de óxido o herrumbre de la chapa de metal procesada. Sin embargo, la parte de "decapado" del proceso tiene un número de desventajas. Por ejemplo, el ácido utilizado en el baño de ácido es corrosivo; el mismo es perjudicial para el equipo, es peligroso para la gente, y es un producto químico peligroso para el medio ambiente que tiene restricciones especiales de almacenamiento y eliminación. Además, la etapa del baño de ácido del proceso requiere un área sustancial de las instalaciones de procesamiento de la chapa de metal. Las líneas de decapado típicamente tienen alrededor de 914 - 152,4 m (300-500 pies) de largo, por lo que ocupan una enorme cantidad de espacio en el piso en una fábrica de acero. Su funcionamiento también es muy costoso, funcionando a un costo de aproximadamente \$ 12/tonelada - \$15/tonelada. Una línea de "decapado y engrasado" con una niveladora de tensión cuesta aproximadamente \$ 18.000.000,00. Además, es crítico que la chapa de metal sea lubricada inmediatamente después del proceso de decapado, debido a que las superficies de metal desnudas comenzarán a oxidarse casi inmediatamente al ser expuestas a la humedad y aire atmosféricos. A menudo, los iones libres de la solución de ácido (es Decir, Cl-) se quedan en la superficie de metal después de la parte del proceso de decapado, acelerando así la oxidación a menos que se la misma se someta a

65

engrasado inmediatamente.

El engrasado también es eficaz en la reducción de oxidación del metal, ya que protege las superficies de metal desnudas de la chapa de metal de la exposición a la humedad y aire atmosféricos. Sin embargo, el engrasado también tiene desventajas. La aplicación y posterior eliminación del aceite lleva tiempo y agrega un costo sustancial tanto en términos de costo de material del producto oleoso en sí, y en términos de mano de obra para quitar el aceite antes del posterior procesamiento 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 disposición. Los productos de eliminación de aceite son generalmente inflamables y asimismo requieren controles especiales para los usuarios corriente abajo del producto de acero. También, otra vez, es crítico que la chapa de metal sea lubricada inmediatamente después del proceso de decapado, debido a que las superficies de metal desnudas comenzarán a oxidarse casi inmediatamente al ser expuestas a la humedad y aire atmosférico.

Los procedimientos y aparatos descritos en la presente memoria eliminan líneas de decapado y la necesidad de poner aceite en el producto después del decapado. Los procedimientos y aparatos descritos en la presente memoria producen un producto inhibidor del óxido, mientras que la inyección con granalla convencional y otras técnicas de inyección no producen un producto resultante con propiedades inhibitoras de óxido, y de ese modo no sustituyen la necesidad de decapado y engrasado. Una línea de procesamiento que incorpora los procedimientos y aparatos descritos en la presente memoria evita las muchas desventajas de una línea de decapado y engrasado. Por ejemplo, una línea de procesamiento que incorpora los procedimientos y aparatos descritos en la presente memoria aproximadamente tiene 100 metros de largo, con el consiguiente ahorro de espacio significativo en una instalación. Los procedimientos y aparatos descritos en la presente memoria permiten el reciclado de muchos de los materiales utilizados en el proceso, sin el uso de productos químicos nocivos y ácidos. Los costos de operación asociados a una línea de procesamiento que utiliza los procedimientos y aparatos descritos en la presente memoria son \$5/tonelada - \$7/tonelada, que es significativamente menor que los costos de operación de aproximadamente \$12/tonelada - \$15/tonelada asociados a una línea de "decapado y engrasado". El costo de capital de una línea típica que utiliza los procedimientos y aparatos descritos en la presente memoria es aproximadamente \$ 6.000.000,00, mientras que los costos de capital para una línea de decapado típica son alrededor de \$ 18.000.000,00.

El documento WO2008-033660 divulga un procedimiento para retirar la herrumbre de la chapa de metal con un aparato de inyección de suspensión.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Otras características de los aparatos y procedimientos descritos en el presente documento se exponen en la siguiente descripción detallada y en las figuras de los dibujos.

La FIGURA 1 es una representación esquemática de una vista en alzado lateral del aparato de decalaminado de chapa de metal procesada de la invención y su procedimiento de operación.

La FIGURA 2 es una vista en alzado lateral de una decalaminadora del aparato de la FIGURA 1.

La FIGURA 3 es una vista en alzado final de la decalaminadora desde un extremo corriente arriba de la decalaminadora.

La FIGURA 4 es una vista en alzado final de la decalaminadora desde un extremo corriente abajo de la decalaminadora.

La FIGURA 5 es una representación de una porción de la decalaminadora que se muestra en las FIGURAS 3 y 4.

La FIGURA 6 es una representación de otra porción de la decalaminadora que se muestra en las FIGURAS 3 y 4.

La FIGURA 7 es una representación de otra porción de la decalaminadora que se muestra en las FIGURAS 3 y 4.

La FIGURA 8 es una representación de una realización de la decalaminadora que retira la herrumbre de un a tira delgada, estrecha de material.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA REALIZACIÓN PREFERIDA

La FIGURA 1 muestra una representación esquemática de una realización de una línea de procesamiento que incorpora un celda de decalaminado por inyección de suspensión que remueve la herrumbre de las superficies de la chapa de metal procesada y produce un material inhibidor de óxido. Como se explicará, la chapa de metal se mueve en una dirección corriente abajo a través del aparato de izquierda a derecha como se muestra en la FIGURA 1. Las partes componentes del aparato mostrado en la FIGURA 1 y como se describe a continuación comprenden una forma de realización de dicha línea de procesamiento. Debe entenderse que pueden realizarse variaciones y modificaciones a la línea que se muestra y se describe a continuación, sin apartarse del alcance previsto de protección proporcionado por las reivindicaciones de la solicitud.

Haciendo referencia a la FIGURA 1, una bobina de la chapa de metal previamente procesada (por ejemplo chapa de metal laminada en caliente) 12 es colocada adyacente al aparato 14 para suministrar una longitud de la chapa de metal 16 al aparato. La bobina de la chapa de metal 12 puede estar soportada en cualquier dispositivo convencional que funciona para desenrollar selectivamente la longitud de la chapa de metal 16 del rodillo 12 en forma controlada. Alternativamente, la chapa de metal podría ser suministrada al aparato como chapas individuales.

Una niveladora 18 del aparato 14 es colocada adyacente a la bobina de chapa de metal 12 para recibir la longitud de la

chapa de metal 16 desenrollada del rodillo. La niveladora 18 está compuesta por una pluralidad de rodillos espaciados 22, 24. Aunque la niveladora laminadora se muestra en las figuras de los dibujos, pueden emplearse otros tipos de niveladoras en la línea de procesamiento de la FIGURA 1.

5 De la niveladora 18, la longitud de la chapa de metal procesada 16 pasa a la decalaminadora o celda de decalaminado 26. En la FIGURA 1, un par de celdas de decalaminado 26, que consta de dos pares coincidentes de sistemas impulsores centrífugos, estando un par instalado para procesar cada una de las dos superficies planas de la tira que se muestra dispuesta secuencialmente a lo largo de la dirección corriente abajo del movimiento de la chapa de metal 16. Ambas celdas decalaminadoras 26 están construidas de la misma manera, y por ello solamente una celda decalaminadora 26 se describirá en detalle. Se elige el número de celdas decalaminadoras para que se correspondan con la velocidad de línea deseada del aparato, y asegurando la remoción adecuada de la herrumbre y posterior ajuste de la textura de la superficie. Si bien más abajo se describe una celda de decalaminado por inyección de suspensión que comprende un sistema de impulsores centrífugos, debe apreciarse que una celda de decalaminado puede comprender otros mecanismos para la inyección de suspensión a la chapa de metal procesada, por ejemplo, una pluralidad de boquillas.

La FIGURA 2 muestra una vista en alzado lateral ampliada de una decalaminadora 26 retirada del aparato se muestra en la FIGURA 1. En la FIGURA 2, la dirección corriente abajo del desplazamiento de la longitud de la chapa de metal es de izquierda a derecha. La decalaminadora 26 comprende una caja hueca o recinto 28. Una porción de la longitud de la chapa de metal 16 se muestra que pasa a través del recinto o caja 28 de la decalaminadora en las FIGURAS 5-7. La longitud de la chapa de metal 16 se muestra orientada en una orientación generalmente horizontal a medida que pasa a través del recinto o caja 28 de la decalaminadora. Debe entenderse que la orientación horizontal de la chapa de metal 16 que se muestra en las figuras de los dibujos es una manera de hacer avanzar la chapa de metal a través de la celda de decalaminado, y la chapa de metal puede estar orientada verticalmente, o en cualquier otra orientación a medida que la misma pasa a través del aparato de la decalaminadora. Por ello, los términos tal como "parte superior" y "parte inferior," "arriba" y "abajo," y "superior" y "inferior" no deben interpretarse como limitativos de la orientación del aparato o la orientación relativa de la longitud de la chapa de metal, sino como ilustrativos y como que hacen referencia a la orientación de los elementos que se muestran en los dibujos.

30 Una pared final corriente arriba 32 del recinto o caja 28 tiene una estrecha ranura de abertura de entrada 34 para recibir el ancho y espesor de la longitud de la chapa de metal 16. Una pared final corriente abajo opuesta 36 de la caja tiene una abertura de salida de ranura estrecha 38 que también está dimensionada para recibir el ancho y espesor de la longitud de la chapa de metal 16. La abertura de la entrada 34 se muestra en la FIGURA 3, y la abertura de salida 38 se muestra en la FIGURA 4. Las aberturas están equipadas con dispositivos de sellado manipulados para contener la suspensión dentro del recinto o caja durante el procesamiento de la chapa de metal. La caja de la decalaminadora 28 también tiene 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. Para mayor claridad, en los dibujos, el interior del recinto o caja 28 se deja básicamente abierto, a excepción de los pares de rodillos opuestos 52,54 que soportan la longitud de la chapa de metal de 16 a medida que pasa la longitud de la chapa de metal pasa a través del interior de la caja desde la abertura de entrada 34 a la abertura de salida 38. En muchos casos, puede ser preferible utilizar dispositivos de apoyo de retracción para ayudar a entrelazar los extremos de las tiras a través de la máquina. La parte inferior de la caja 28 se forma con un canal de eyección 56 que tiene una descarga que se abre hacia el interior de la caja. El canal de eyección 56 permite la descarga del material extraído de la longitud de la chapa de metal 16 y la recolección de la suspensión utilizada desde el interior de la caja 28.

Un par de impulsores centrífugos accionados 68 están instalados en carcasas forradas, recubrimientos o cubiertas 58,62 (véanse las FIGURAS 2-4) que están montados a la pared superior de la caja 42. Los recubrimientos 58,62 tienen interiores huecos que se comunican a través de aberturas en la pared superior de la caja 42 con el interior de la caja. Como se muestra en las FIGURAS 3-7, los impulsores 68 y sus respectivos recubrimientos 58,62 no están colocados al lado del otro, sino que están colocados en la pared superior de la caja 42 en una disposición escalonada o arreglo separado a lo largo de la dirección de avance de la chapa de metal a través de la decalaminadora. Se prefiere la disposición escalonada para asegurar que la suspensión que se descarga desde un impulsor no interfiera con la suspensión del otro impulsor del par.

55 Un par de motores eléctricos 64 está montado sobre el par de recubrimientos 58,62. Cada uno de los motores eléctricos 64 tiene un eje de salida 66 que se extiende a través de una pared de su recubrimiento asociado 58,62 y al interior del recubrimiento. Las ruedas impulsoras 68 (FIGURA 5-7) están montadas sobre cada uno de los ejes 66 en los recubrimientos. Las ruedas impulsoras y sus recubrimientos asociados pueden ser similares en construcción y operación a los cabezales de descarga de suspensión que se divulgan en la Patentes Estadounidenses de MacMillan (Patentes Estadounidenses No. 4.449.331, 4.907.379 y 4.723.379), Carpenter et al. (Patente Estadounidense No. 4.561.220), McDade (Patente Estadounidense No. 4.751.798), y Lehane (Patente Estadounidense No. 5.637.029), donde todas se incorporan en la presente memoria por referencia. En una realización, la rueda impulsora puede tener un cubo central con una pluralidad de paletas que se extienden radialmente desde el cubo. Una placa de refuerzo circular puede estar dispuesta en un lado axial del cubo. La placa de refuerzo circular puede empalmar un borde lateral de cada una de las paletas a medida que la placa de refuerzo circular se extiende radialmente hacia fuera desde el cubo. El lado axial opuesto del cubo (es decir, el lado opuesto al lado con la placa de refuerzo) puede estar abierto a las

paletas, y la suspensión puede ser inyectada desde ese lado al impulsor. Una boquilla de forma elíptica puede ser colocada adyacente al lado de inyección del impulsor para controlar la velocidad de inyección de la suspensión al impulsor dentro de los parámetros de rotación del impulsor que se describen a continuación con mayor detalle.

5 Las ruedas impulsoras de la celda de decalaminado y sus recubrimientos asociados pueden ser formados a partir de un material resistente a la corrosión de alta resistencia. Las ruedas impulsoras de la celda de decalaminado y sus recubrimientos asociados también pueden estar recubiertos con un material polimérico para aumentar las características de liberación de la suspensión que es propulsada desde las paletas del impulsor, para aumentar la resistencia al desgaste del componente de granalla de la suspensión, y mejorar la estabilidad de temperatura de la rueda impulsora y la resistencia a la oxidación química. Un tipo de polímero que ha demostrado ser eficaz es un polímero híbrido metálico suministrado por Superior Polymer Products de Calumet, Michigan, bajo la designación SP8000MW. También se ha descubierto que un polímero conocido comercialmente como Duralan es eficaz.

15 Como se muestra en la FIGURA 3 y FIGURA 7, un segundo par de impulsores centrífugos de suspensión 88 se monta a los paneles de pared inferior 44 de la caja de decalaminadora 28. Las unidades serán idénticas en función básica 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 ensamblajes están montados a la caja de la decalaminadora 28 orientados en un ángulo respecto a la dirección de la longitud de la chapa de metal 16 que pasa a través de la caja decalaminadora 28. Los ejes 98, 102 del segundo par de motores 84 también están orientados en un ángulo respecto al plano de la longitud de la chapa de metal 20 16 que pasa a través de la celda de la decalaminadora 28. Este ángulo se selecciona para asegurar un flujo estable de suspensión, para reducir la interferencia entre partículas que rebotan y aquellas que todavía no han impactado en la superficie de la tira, para mejorar la acción de limpieza del abrasivo, para mejorar la eficacia de la eliminación de material, y para reducir las fuerzas que tienden a incrustar el material en la tira que tendrían que ser eliminadas por impactos posteriores. En una realización de variante del aparato, el par de motores 84 puede ser colocado simultáneamente en forma 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 removedor de herrumbre con la superficie de la chapa de metal 16. Este ángulo ajustable de impacto está representado por las curvas 94, 96 que se muestran en la FIGURA 6. Haciendo referencia a la FIGURA 1, los ejes de rotación de los motores 26 que se muestran en la FIGURA 1 están orientados en un ángulo de sustancialmente 20 grados con respecto a la superficie de la tira 16 que se mueve a través del aparato. En una realización preferida, las posiciones de los motores 26 son ajustables para variar el ángulo de la inyección de suspensión proyectada hacia la superficie de la tira 16 desde directamente abajo en la superficie de la tira (es decir, estando los ejes de rotación de los motores 26 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 se muestran los motores eléctricos 62,84 en los dibujos como la fuente motriz para las ruedas de decalaminado 68,88, el 68,88, se pueden emplear otros medios para girar las ruedas de decalaminado 68,88. Por ejemplo, pueden utilizarse motores de accionamiento hidráulico. Los motores hidráulicos de capacidad y caballos de fuerza comparables tienden a ser de menor tamaño reduciendo de ese modo los montajes móviles y requerimientos de medios de posicionamiento y / o pivote de los motores en los recintos de la caja.

40 Un suministro de mezcla de suspensión 104 se comunica con los interiores de cada uno de los recubrimientos 58, 62 en la porción central de las ruedas de decalaminado 68,84 y puede ser inyectada en la rueda impulsora en la manera que se describe en la patente de Lehane referenciada anteriormente, o siendo inyectada a través de una boquilla elíptica en el lado del rueda impulsora. El suministro del medio removedor de herrumbre 104 se muestra esquemáticamente en la FIGURA 3 para representar las diversas formas conocidas de suministro de los diferentes tipos de remoción de suspensión abrasiva al interior de la caja de la decalaminadora 28.

50 El par superior de ruedas de decalaminado 68 impulsa la suspensión 105 hacia abajo hacia la longitud de la chapa de metal 16' que pasa a través de la celda decalaminadora 28 impactando con la superficie superior 106 y removiendo la herrumbre de la superficie superior. En una realización, cada par de ruedas de decalaminado rotarán en direcciones opuestas. Por ejemplo, a medida que la longitud de la chapa de metal 16 se mueve en dirección corriente abajo, si la rueda de decalaminado 68 en el lado izquierdo de la superficie superior 106 de la chapa de metal tiene una rotación en sentido contrario a las agujas del reloj, después la rueda de decalaminado 68 en el lado derecho de la superficie superior de la chapa de metal 106 tiene una rotación en el sentido de las agujas del reloj. Esto hace que cada una de las ruedas de decalaminado 68 propulse la suspensión 105 en contacto con la superficie superior 106 de la longitud de la chapa de metal 16, en la que el área de contacto de la suspensión 105 propulsada por cada una de las ruedas de decalaminado 68 se extiende completamente, y ligeramente más allá del ancho de la longitud de la chapa de metal 16. Permitiendo que la descarga de las ruedas impulsoras se extienda ligeramente más allá de los bordes de la tira asegura la cobertura más uniforme. Esto está representado por las dos áreas de impacto casi rectangulares 112, 114 del medio removedor de herrumbre 105 con la superficie superior de la longitud de la chapa de metal 16 que se muestra en las FIGURAS 5, 6 y 7. Debido a que la dirección de desplazamiento de la suspensión propulsada por las ruedas respecto de la dirección de anchura de la tira varía con la posición de descarga de la suspensión a través del diámetro de rueda, puede haber cierta direccionalidad a la textura resultante para las posiciones de impacto de la suspensión más distante de la rueda. Esto puede ser compensado 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 la suspensión de la primera rueda, a continuación, cualquier efecto direccional debido a la primera suspensión descargada es compensado para y es contrarrestado por el patrón de impacto contrario generado por la suspensión descargada de la segunda rueda que opera con una dirección

de rotación inversa. Asimismo, la densidad del impacto de la suspensión en la chapa de metal procesada será mayor en las zonas situadas más cerca de la rueda impulsora, y poco a poco a través de la chapa de metal, la densidad disminuye. De nuevo, la utilización de ruedas impulsoras separadas axialmente que giran en direcciones opuestas producirá patrones de densidad de impacto de suspensión de imagen espejo lado a lado a través del ancho de la chapa de metal, proporcionando de este modo un patrón de inyección uniforme en todo el ancho del material.

Las posiciones escalonadas axialmente del par superior de ruedas 68 también separan axialmente las dos áreas de impacto 112, 114 sobre la superficie 106 de la chapa de metal. Esto permite que todo el ancho de la chapa de metal sea afectado por la suspensión sin interferir el contacto entre la suspensión propulsada desde cada rueda 68. Además, los pares de ruedas de decalaminado 68,88 pueden ser colocados en forma ajustable hacia y lejos de la superficie 106 de la chapa de metal que pasa a través de la decalaminadora. Esto proporcionaría un ajuste secundario para ser utilizado con la chapa de metal de diferentes anchos. Mediante el movimiento de los motores 64 y ruedas 68 lejos de la superficie 106 de la chapa de metal, los anchos de las áreas de impacto 112, 114 con la superficie 106 de la chapa de metal pueden incrementarse. Mediante el movimiento de los motores 64 y sus ruedas 68 hacia la superficie 106 de la chapa de metal, los anchos de las áreas de impacto 112, 114 con la superficie 106 de la chapa de metal pueden reducirse. Esta colocación ajustables de los motores 64 y sus ruedas de decalaminado 68 permite que el aparato sea utilizado para remover herrumbre de diferentes anchos de la chapa de metal. Un procedimiento adicional de ajuste de la ancho de la zona de impacto de la suspensión con la superficie de la chapa de metal es para mover la posición angular de las boquillas de entrada 104 en relación con la carcasa/recubrimiento del impulsor. Una tercera opción es hacer girar el par de impulsores alrededor de los ejes 116 normales a su ejes de rotación con respecto a la dirección de desplazamiento de la tira de manera que la zona ovalada de impacto de la suspensión de cada rueda, si bien se mantiene la misma longitud, no sea cuadrada o transversal a la dirección de desplazamiento de la chapa de metal. El movimiento lejos y hacia la tira también cambiará la energía de impacto del flujo, y en consecuencia, la eficacia de la eliminación de herrumbre y el acondicionamiento de superficies para la producción de material inhibidor de óxido.

Además, la orientación en ángulo de los ejes 78,82 de las ruedas de decalaminado 68 también hace que el impacto de la suspensión 105 esté dirigido en un ángulo respecto de la superficie de la chapa de metal 16. El ángulo del impacto de la suspensión 105 con la superficie de la chapa de metal 16 se selecciona para optimizar la eficacia de la eliminación de herrumbre y acondicionamiento de superficies para la producción de material inhibidor de óxido. Un ángulo de 15 grados ha demostrado ser satisfactoria.

Como se muestra en las FIGURAS 3 y 7, el par inferior de ruedas de decalaminado 88, dirige la suspensión de eliminación de herrumbre 105 para que impacte con la superficie inferior 108 de la longitud de la chapa de metal 16 en la misma forma que el par superior de ruedas de decalaminado 68. En esta configuración las áreas de impacto del medio removedor de herrumbre 105 sobre la superficie inferior 108 de la longitud de la chapa de metal 16 son directamente opuestas a las áreas de impacto 112, 114 sobre la superficie superior de la chapa de metal. Esto equilibra las cargas de la tira desde los flujos superior e inferior de la suspensión para mejorar la estabilidad de tensión de la línea. De ese modo, las ruedas de decalaminado inferiores 88 funcionan de la misma manera que las ruedas de decalaminado superiores 68 para eliminar la herrumbre de la superficie inferior 108 de la chapa de metal 16 pasada a través de la decalaminadora 26, y puede ser colocable en la misma manera que las ruedas de la superficie superior como se describió anteriormente.

Preferiblemente, las ruedas impulsoras 68,88 de la superficie superior y/o superficie inferior operan en una velocidad de rueda que es relativamente inferior a las velocidades de rueda que se utilizan en las operaciones de inyección de granalla convencionales. Preferiblemente, las rueda impulsoras 68,88 de la superficie superior y/o superficie inferior giran para generar una velocidad de descarga de suspensión debajo de 200 pies por segundo. Más preferiblemente, la velocidad de descarga de suspensión está en el intervalo de aproximadamente 100 pies por segundo a 200 pies por segundo. Aún más preferiblemente, la velocidad de descarga de suspensión está en el intervalo de aproximadamente 130 pies por segundo a 150 pies por segundo. En la inyección de granalla 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 la inyección de suspensión a una velocidad baja, y controlando otros parámetros de funcionamiento como se explica más adelante, la chapa de metal procesada puede exhibir propiedades inhibidoras de herrumbre después de pasar a través de la celda de decalaminado obviando así la necesidad de procesamiento secundario, por ejemplo, decapado y engrasado.

Otro parámetro de operación, que los inventores han descubierto que es importante en el procesamiento de la chapa de metal de manera que la chapa de metal exhiba propiedades inhibidoras de herrumbre, se refiere al tipo y cantidad de granalla utilizada en la mezcla de suspensión. El tipo cantidad de granalla junto con la velocidad de descarga de la mezcla de suspensión son preferiblemente controlados para permitir que la celda de decalaminado produzca una chapa de metal procesada inhibidora de óxido con una terminación de superficie comercialmente aceptable (es decir, rugosidad). El control del tipo y cantidad de granalla junto con la velocidad de descarga de la mezcla de suspensión reduce la probabilidad de herrumbre o partículas de granalla que están incrustadas en la superficie de acero más blanda de la chapa de metal procesada. Se ha descubierto que una velocidad de rueda relativamente baja para propulsar la suspensión y una granalla angular es eficiente en la eliminación de las capas de óxido de herrumbre de la tira de la chapa de metal procesada y producción de propiedades inhibidoras de óxido para la chapa de metal procesada. Mediante la propulsión de la suspensión a velocidades debajo de 200 pies por segundo, la granalla angular no se fracturará en una medida significativa, y se volverá gradualmente redondeada en configuración a medida que la misma

es pasada a través del impacto repetido con la chapa de acero procesada. El redondeo de la granalla que se produce en el proceso de decalaminado da como resultado que algunas de las granallas sean cada vez más pequeñas en tamaño. Una mezcla de tamaños de granalla ayuda a asegurar la cobertura de superficie más uniforme de la chapa de metal procesada.

5 Teniendo en mente lo anterior, formar la mezcla de suspensión a partir de agua y una granalla de acero que tiene un intervalo de tamaño de SAE G80 a SAE G40 ha demostrado ser efectivo. Formar la mezcla de suspensión a partir de agua y una granalla de acero que tiene un tamaño de SAE G50 también ha demostrado ser efectivo. Para asegurar la eficacia de la mezcla de suspensión, la relación de granalla y agua es preferiblemente monitoreada y controlada. Ha demostrado ser efectiva una relación de granalla y agua de aproximadamente 2 libras a aproximadamente 15 libras de granalla por cada galón de agua. También ha demostrado ser efectiva una relación de granalla y agua de aproximadamente 4 libras a aproximadamente 10 libras de granalla por cada galón de agua.

15 La relación de granalla y agua puede controlarse en un sistema de recirculación de suspensión de la celda de inyección y puede incluir el uso de un sistema de eductores y bombas para medir la concentración de granalla y líquido. Por ejemplo, la mezcla de suspensión desde el gabinete de inyección puede ser dirigida a un sistema de tanques de sedimentación, filtros y separadores magnéticos donde la granalla de un tamaño y forma adecuados se extrae para la reutilización a partir de la suspensión para la recombinación posterior, y se filtra la mezcla de líquido remanente y se separa para eliminar la granalla expandida, y la herrumbre, desechos y otra partículas de metales. El líquido puede ser dirigido a un sistema de tanques de sedimentación divididos con equipos magnéticos para garantizar que el líquido esté predominantemente libre de sólidos. La granalla eliminada previamente puede entonces ser re-mezclada con el líquido filtrado para formar la mezcla de suspensión antes de la inyección en la celda de inyección. La Patente Estadounidense de Lehane (Patente Estadounidense No. 5.637.029) muestra una realización del sistema de recirculación de la suspensión, cuyos principios pueden ser modificados e incorporados en una celda de decalaminado como se describe más arriba.

30 Los inhibidores de corrosión, por ejemplo, aquellos comercializados bajo la marca registrada "Oakite" por Oakite Products, Inc., se pueden añadir a la suspensión. También pueden introducirse aditivos a la suspensión para evitar la oxidación de la granalla de acero. Si bien los aditivos pueden permanecer en la chapa de metal después del procesamiento en la celda de decalaminado, y proporcionan una medida de protección contra la oxidación, los inventores han descubierto que la chapa de metal procesada en las condiciones que se describen más arriba exhibe resistencia a la corrosión satisfactoria sin la adición de tales inhibidores de la corrosión. Además, otros aditivos se pueden añadir a la suspensión para evitar la formación de hongos y otros contaminantes bacterianos. Un aditivo que tiene la marca "Clean Power HT-33-B" proporcionado por Tronex Chemical Corp. de Whitmore Lake, Michigan, ha demostrado ser eficaz, proporcionando cualidades inhibidoras de óxido y antibacterianas para la chapa de metal procesada y granalla. Un aditivo puede ser seleccionado basándose en los requisitos de procesamiento posteriores de la chapa de metal y el nivel de protección requerido. Además, si el material entrante tiene cualquier aceite sobre la superficie, pueden añadirse agentes alcalinos comerciales u otros agentes de limpieza o desengrasado a la suspensión sin cambiar la eficiencia del proceso de inyección de suspensión.

40 Como se describe en las solicitudes relacionadas, la línea de procesamiento puede estar configurada de manera tal que los motores eléctricos acoplados a las ruedas impulsoras en la primera celda que se muestra a la izquierda en la FIGURA 1 giren a una velocidad más rápida que las ruedas impulsoras en la segunda celda que se muestra a la derecha de la FIGURA 1. En esta configuración, la suspensión descargada de la primera celda impactará el material 16 con una fuerza mayor y eliminará sustancialmente toda la herrumbre de las superficies del material, y la suspensión descargada de la segunda celda impactará el material a una fuerza reducida y generará superficies más lisas, preferiblemente con propiedades inhibidoras de óxido. Para producir material inhibidor de óxido, las velocidades utilizadas en la segunda celda preferiblemente estarían en los intervalos divulgados más arriba con los componentes de suspensión que se describen más arriba. En otra configuración, la granalla empleada en la suspensión descargada de cada una de las celdas 26 puede tener tamaños diferentes. En esta configuración, una granalla mayor en la suspensión descargada de la primera celda impactaría en las superficies del material para remover sustancialmente toda la herrumbre de las superficies del material, y una mezcla de suspensión que tiene componentes de granalla y una relación de granalla y agua que se describe más arriba puede utilizarse en la segunda celda para generar superficies más lisas preferiblemente con propiedades inhibidoras de óxido. Alternativamente, la velocidad rotatoria de las ruedas impulsoras de la primera celdas para propulsar la suspensión hacia la chapa de metal puede ser más rápida que la velocidad de rotación de las ruedas de las segundas celdas. Esto también daría como resultado que la suspensión propulsada por la primera celda que impacta en la superficie de la chapa de metal remueve sustancialmente toda la herrumbre de la superficie. El posterior impacto de la suspensión propulsada por las ruedas rotatorias más lentas de la segunda celda con los parámetros de operación que se describen más arriba impactaría la superficie de la chapa de metal y crearía una superficie más lisa preferiblemente con propiedades inhibidoras de óxido. En las líneas de procesamiento que se describen en la solicitud relacionada, dos celdas de inyección son colocadas secuencialmente en el paso de la chapa de metal que pasa a través de la línea del aparato para eliminar eficientemente la herrumbre y proporcionar propiedades inhibidoras de óxido a la chapa de metal procesada. Sin embargo, debe apreciarse que solamente puede utilizarse la inyección.

65 Aunque un usuario final puede desear la chapa de metal con propiedades inhibidoras de corrosión, el usuario final

también puede desear una chapa de metal con una textura de superficie superior diferente de una textura de superficie inferior. También debe apreciarse que las superficies opuestas de la longitud de la chapa de metal pueden ser procesadas por el aparato en forma diferente, por ejemplo, empleando diferente medio de remoción de herrumbre suministrado a las ruedas arriba y debajo de la longitud de la chapa de metal pasada a través del aparato, y/o utilizando cualquiera de las técnicas que se debaten más arriba. Diferentes texturas diana en las superficies opuestas de la tira de la chapa de metal es a menudo un requisito donde una superficie interior de una parte tiene un requisito importante de llevar una pesada capa de lubricante para llevar y luego soportar un recubrimiento de polímero pesado para la 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 suelen tener este tipo de requisito. La capacidad de ajustar la textura de la superficie de la chapa es importante porque una textura de superficie más rugosa normalmente aumenta la adhesión de un recubrimiento, pero requiere más recubrimiento. La característica de capacidad de ajuste permite que el operador de la línea de procesamiento ajuste la textura de la superficie para la condición deseada, es decir, la adhesión o recubrimiento, proporcionando al mismo tiempo las propiedades inhibitorias de óxido deseadas para la superficie.

Para ayudar en el control de la línea de procesamiento, puede utilizarse un detector en línea 160 para detectar una condición de superficie de las superficies superior y/o inferior de la chapa de metal procesada después de que pasa a través de la/s celda/s de decalaminado, y puede utilizarse una salida del detector en línea para ayudar al operador de la línea de procesamiento en el ajuste de uno cualquiera o más de lo siguiente para obtener una condición de superficie deseada: (i) pivotar, girar, poner en ángulo, y/o colocar la la/s rueda/s impulsora/s de la superficie superior de la primera celda de inyección ; (ii) pivotar, girar, poner en ángulo, y/o colocar la/s rueda/s impulsora/s de la superficie inferior de la primera celda de inyección; (iii) pivotar, girar, poner en ángulo, y/o colocar la la/s rueda/s impulsora/s de la superficie superior de la segunda celda de inyección, (iv) pivotar, girar, poner en ángulo, y/o colocar la/s rueda/s impulsora/s de la superficie inferior de la segunda celda de inyección, o (v) aumentar o reducir la velocidad de la línea de procesamiento. El detector en línea puede colocarse entre las dos celdas de inyección 26 o puede colocarse después de la segunda celda de inyección como se muestra en la FIGURA 1. Por ejemplo, el detector puede comprender un detector de óxido colocado corriente abajo en la línea de procesamiento después de las dos celdas de inyección y estar adaptado para detectar el nivel de herrumbre que queda en ambas superficies superior e inferior de la tira, y en base a al menos en parte una condición de superficie detectada (es decir, el nivel de herrumbre detectado), pueden realizarse ajustes a la operación de la primera o segunda celda (es decir, velocidad de rueda impulsora, ángulos de rueda impulsora, posición de rueda impulsora), o velocidad de línea de procesamiento (es decir, una velocidad del avance de la chapa de metal a través de la decalaminadora). Dicho detector de óxido se divulga en una solicitud co-pendiente y en copropiedad publicada como Publicación de Solicitud de Patente Estadounidense No. 2009/0002686, cuya divulgación se incorpora por referencia en la presente memoria. El detector también puede ser un detector de terminación superficial, es decir, un perfilómetro, y la condición de la superficie que debe ser detectada y controlada puede corresponder a la superficie de acabado. El detector también puede comprender un sistema de visión de la máquina, y la condición de la superficie que debe ser detectada y controlada puede corresponder a fallas de superficie en la chapa procesada, por ejemplo, manchas, astillas, residuos, carbón metálico, una aglomeración de herrumbre suelta, partículas de desgaste, etc. Se pueden utilizar uno o más detectores para detectar una condición de superficie de la superficie superior y superficie inferior de la chapa de metal. Se puede detectar una combinación de condiciones de superficie, y los parámetros de funcionamiento de cada una de las celdas puede variarse para alcanzar las condiciones de superficie deseadas.

En otra realización de la celda de decalaminado, el detector 160 puede estar equipado con mecanismo de retroalimentación automático que permite el control automático de los parámetros de operación de la línea de procesamiento en base a al menos en parte la condición de superficie detectada. Por ejemplo, en base a la condición de superficie detectada, la velocidad de impacto de suspensión puede controlarse para producir una condición de superficie específica, por ejemplo, una terminación superficial menor que aproximadamente 100 Ra. La velocidad de impacto de suspensión puede variarse variando la velocidad de descarga de la suspensión propulsada o variando la velocidad de la línea de procesamiento, es decir, la velocidad en la que la chapa de acero se hace avanzar a través de la línea. De ese modo, en base a al menos en parte la condición de superficie detectada, una velocidad de avance de la chapa de material a través de la celda de decalaminado puede cambiarse según se desee. Además de o como alternativa, una velocidad de descarga de suspensión que es propulsada contra el lado de la chapa de metal puede variarse según sea necesario en base a al menos en parte la condición de superficie detectada. Para un sistema que incluye impulsores centrífugos, la velocidad de la rueda impulsora puede cambiarse en base a al menos en parte la condición de superficie detectada. En términos generales, para obtener una condición de superficie deseada, uno cualquiera o más de los siguiente puede cambiarse en base a al menos en parte la condición de superficie detectada: (i) pivotar, girar, poner en ángulo, y/o colocar la/s rueda/s impulsora/s de la superficie superior de la primera celda de inyección ; (ii) pivotar, girar, poner en ángulo, y/o colocar la/s rueda/s impulsora/s de la superficie inferior de la primera celda de inyección; (iii) pivotar, girar, poner en ángulo, y/o colocar la/s rueda/s impulsora/s de la superficie superior de la segunda celda de inyección, (iv) pivotar, girar, poner en ángulo, y/o colocar la/s rueda/s impulsora/s de la superficie inferior de la segunda celda de inyección, o (v) aumentar o reducir la velocidad de la línea de procesamiento. Pueden utilizarse uno o más detectores para detectar una condición de superficie de la superficie superior y superficie inferior de la chapa de metal, y una condición de superficie detectada de superficie superior y/o una condición de superficie detectada de superficie inferior puede proporcionar una entrada al sistema de control automático de la línea de procesamiento.

Como se divulga en las aplicaciones relacionadas, la línea de procesamiento también puede comprender una celda

cepilladora 122 colocada adyacente a la celda de inyección 26 para recibir la longitud de la chapa de metal 16 de las decalaminadoras. La cepilladora 122 podría ser del tipo que se divulga en la patente estadounidense de Voges, Patente Estadounidense No. 6.814.815, que se incorpora en la presente memoria por referencia. La cepilladora 122 comprende pluralidades de cepillos rotatorios dispuestos en el ancho de la chapa de metal 16. Los cepillos rotatorios contenidos en la cepilladora 122 contactan las superficies superior 106 e inferior 108 opuestas de la longitud de la chapa de metal 16 a medida que la chapa de metal pasa a través de la cepilladora 122, y producen una superficie cepillada e insuflada única, generalmente con una rugosidad inferior, con alguna direccionalidad. Los cepillos actúan con agua pulverizada en la cepilladora 122 para procesar las superficies opuestas de la chapa de metal, ajustando o modificando la textura de las superficies creadas por las celdas de inyección 26. Alternativamente, la cepilladora 122 podría colocarse corriente arriba de las celdas de inyección 26 para recibir la longitud de la chapa de metal 16 previo a las decalaminadoras. En esta colocación de la cepilladora 122, la cepilladora reduciría la carga de trabajo sobre las celdas de inyección 26 en la remoción de la herrumbre de las superficies de la chapa de metal 16. Sin embargo, es preferible que las cepilladoras sean colocadas corriente abajo de las decalaminadoras. Debe apreciarse que la línea de procesamiento no necesita tener una unidad de cepillado.

La línea de procesamiento también puede comprender una secadora 124 colocada adyacente a la cepilladora 122 para recibir la longitud de la chapa de metal 16 desde la cepilladora, o directamente desde el insuflador de suspensión si la unidad de cepillado no está instalada o no está seleccionada. La secadora 124 seca el líquido de las superficies de la longitud de la chapa de metal 16 a medida que la chapa de metal pasa a través de la secadora. El líquido es el residuo del proceso de enjuague. Debe apreciarse que la línea de procesamiento no necesita tener una secadora.

La línea de procesamiento también puede comprender una bobinadora 126 que recibe la longitud de la chapa de metal 16 desde la secadora 124 y enrolla la longitud de la chapa de metal en una bobina para el almacenamiento o traslado de la chapa de metal.

En configuraciones/realizaciones de línea alternativas, la longitud de la chapa de metal procesada por el aparato además puede ser procesada por un recubrimiento que es aplicado a las superficies de la chapa de metal, por ejemplo un recubrimiento de galvanizado o un recubrimiento de pintura. La longitud de la chapa de metal también podría ser procesada haciendo correr la longitud de la chapa de metal a través del aparato de línea que se muestra en la FIGURA 1 una segunda vez.

El aparato también se puede emplear en la eliminación de herrumbre del material que se encuentra en otra forma diferente de una chapa de material. La FIGURA 8 representa el aparato empleado en la eliminación de herrumbre de las superficies exteriores del material de tira delgada y estrecha 132, por ejemplo, tira de metal que después se forma en un tubo. En la variante de realización del aparato que se muestra en la FIGURA 8, se emplean las mismas decalaminadoras de las realizaciones descritas anteriormente de la invención. Se emplean los mismos números de referencia en la identificación de las partes componentes y las relaciones de posición de las realizaciones descritas anteriormente de la invención, pero con los números de referencia seguidos por un cebador (*). En la FIGURA 8, la longitud de la tira 132 se mueve a través del aparato de decalaminado en la dirección indicada por las flechas 134. Se puede observar que las orientaciones de las ruedas impulsoras 68', 88' son de manera tal que propulsarán el medio removedor de herrumbre 105', donde el ancho de la zona de contacto del medio removedor de herrumbre 105' se extiende a lo largo de la longitud de la tira 132. Además de las diferencias antes descritas, la realización del aparato que se muestra en la FIGURA 8 funciona de la misma manera que las realizaciones descritas anteriormente en la eliminación de herrumbre de la superficie de la tira de metal 132. Alternativamente, el par de ruedas rotatorias puede ser colocado en forma ajustable más cerca de las superficies opuestas de la tira de material de modo que los anchos de las zonas de inyección sean levemente más grandes que el ancho de las superficies de la tira. En esta alternativa la velocidad de las ruedas sería disminuida ligeramente para compensar el aumento en la fuerza de inyección debido al movimiento de las ruedas más cercanas a las superficies de la tira de la chapa de meta.

Para activar la línea de procesamiento de la chapa de metal que debe ser ampliada para soportar una celda de inyección o decalaminado adicional, u otra pieza de equipo, los componentes de la línea de procesamiento, incluyendo las celdas de decalaminado, se pueden montar en un riel o sistema de hierro en I 170 (FIGURA 1). El riel o hierro en I comprende rieles que se extienden a lo largo de la instalación a un nivel del suelo. Cada componente tiene montajes 172 (FIGURA 1) que se engranan y/o ubican en el sistema de rieles, facilitando de ese modo el movimiento axial y alineación de los componentes de la línea de procesamiento. Cuando un componente debe ser retirado o añadido, la línea puede abrirse y el componente que debe ser retirado o añadido se puede mover debajo del sistema de rieles reduciendo de ese modo el tiempo de inactividad asociado con cambios en la línea de procesamiento. Al proporcionar un sistema de rieles, la línea de procesamiento se puede extender por el suelo u otra superficie de apoyo de una instalación, eliminando de ese modo pozos de suelo que se utilizan habitualmente para el alojamiento de grandes componentes de una línea de procesamiento. En general, los pozos de suelo son costosos de construir y reducen la flexibilidad de un operador en la alteración de la configuración de una línea de procesamiento. El suministro de un sistema de rieles o hierro en I para el montaje de los componentes de la línea de procesamiento aumenta la flexibilidad operativa, y permite que el operador de una línea de procesamiento que modifique la línea de procesamiento, según se desee, con la adición o eliminación de celdas de inyección u otro equipo accesorio.

Los inventores han determinado que el procesamiento de la chapa metálica de acero a través de la celda de

- decalaminado por inyección de suspensión que se describe más arriba en las condiciones que se describen más arriba, permite el tratamiento de la chapa de metal con propiedades inhibidoras de óxido. El acero al carbono utilizado en un proceso de laminación en caliente típicamente contiene trazas de los elementos de aluminio, cromo, manganeso, y sílice. 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 - resto. Los inventores han determinado que el procesamiento de acero usando uno o más de los procedimientos de decalaminado que se debaten más arriba crea una capa de pasivación muy fina (~200Å (Angstrom)) en el sustrato de acero que comprende uno o más elementos de traza mencionados más arriba, permitiendo de ese modo que la chapa de acero procesada exhiba propiedades inhibidoras de óxido.
- 5
- 10 Aunque en la presente memoria se han descrito el aparato y el procedimiento de la invención haciendo referencia a varias realizaciones de la invención, debe entenderse que el alcance de la invención está definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento que comprende:

- 5 proporcionar una celda de decalaminado (26) para retirar la herrumbre de óxido de hierro de la chapa de metal (16), teniendo la chapa de metal superficies superior e inferior (106, 108) separadas por un espesor de la chapa de metal, y una longitud y un ancho, comprendiendo la chapa de metal (16) hierro, sílice, aluminio, manganeso y cromo, comprendiendo la celda de decalaminado (26) un recinto (28) con un interior generalmente hueco y una
- 10 abertura de entrada al recinto (34) y una abertura de salida del recinto (38), estando la celda de decalaminado (26) adaptada para recibir la chapa de metal (16) a través de la abertura de entrada al recinto (34) y hacer avanzar la chapa de metal a través del recinto (28) y fuera de la abertura de salida del recinto (38), teniendo las aberturas de entrada y salida del recinto (34, 38) dimensiones para alojar el espesor de la chapa de metal y el ancho de la chapa de metal, haciendo avanzar la chapa de metal (16) a través de la celda de decalaminado (26) a lo largo de una dirección correspondiente a la longitud de la chapa de metal;
- 15 en el interior hueco del recinto, propulsando una mezcla de suspensión (104) contra al menos una de la superficie superior (106) y superficie inferior (108) de la chapa de metal (16) en todo el ancho de la chapa de metal a medida que el material se hace avanzar a través de la celda de decalaminado (26); **caracterizada por** controlar una velocidad de impacto de suspensión contra al menos una de la superficie superior (106) y superficie inferior (108) de la chapa de metal (16) en una manera para retirar sustancialmente toda la herrumbre de una superficie de la chapa de metal, y en una manera para crear a capa de pasivación sobre la superficie decalaminada de la chapa de metal (16), en el que la capa de pasivación comprende al menos uno de sílice, aluminio, manganeso y cromo y en el que la capa de pasivación inhibe la oxidación de la superficie decalaminada de la chapa de metal.
- 25 2. El procedimiento de la reivindicación 1 que además comprende formar la mezcla de suspensión (104) a partir de agua y una granalla de acero que tiene un tamaño SAE de G80 a un tamaño SAE de G40.
3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que la etapa de formar la mezcla de suspensión (104) incluye formar la mezcla de suspensión a partir de agua y una granalla de acero que tiene un tamaño SAE de G50.
- 30 4. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que una relación de granalla y agua es aproximadamente 0.9kg (2 libras) a aproximadamente 6.8kg (15 libras) de granalla por cada 3,78 litros (Galón estadounidense) de agua.
5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que a relación de granalla y agua es aproximadamente 1.8kg (4 libras) a aproximadamente 4.5kg (10 libras) de granalla por cada 3,78 litros (Galón estadounidense) de agua.
- 35 6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa de controlar una velocidad de impacto de suspensión además comprende controlar la velocidad de impacto de suspensión en una manera para producir una terminación superficial menor que aproximadamente 100 Ra.
- 40 7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la etapa de controlar la velocidad de impacto de suspensión incluye controlar una velocidad de descarga de la suspensión en un intervalo de aproximadamente 30,5 a 61 m/s (100 pies por segundo a 200 pies por segundo).
- 45 8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que la etapa de controlar la velocidad de impacto de suspensión incluye controlar una velocidad de descarga de la suspensión en un intervalo de aproximadamente 39,6-45,7 m/s (130 pies por segundo a 150 pies por segundo).
9. El procedimiento de la reivindicación 1, que además comprende detectar una condición de superficie de al menos una de la superficie superior (106) y la superficie inferior (108) de la chapa de metal (16) después de que la chapa de metal se hace avanzar a través de la mezcla de suspensión propulsada (104).
- 50 10. El procedimiento de la reivindicación 9, que además comprende controlar la velocidad de impacto de suspensión contra al menos una de la superficie superior (106) y la superficie inferior (108) de la chapa de metal (16) en base al menos en parte a la condición de superficie detectada.
- 55 11. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que la etapa de controlar la velocidad de impacto de suspensión contra al menos una de la superficie superior (106) y la superficie inferior (108) de la chapa de metal (16) en base a al menos en parte la condición de superficie detectada incluye controlar una velocidad de avance de la chapa de metal material a través de la celda de decalaminado (26).
- 60 12. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que la etapa de controlar la velocidad de impacto de suspensión contra al menos una de la superficie superior (106) y la superficie inferior (108) de la chapa de metal (16) en base a al menos en parte la condición de superficie detectada incluye controlar una velocidad de descarga de suspensión que es propulsada contra la superficie de la chapa de metal (16).
- 65

13. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la mezcla de suspensión (104) es propulsada contra al menos una de la superficie superior (106) y la superficie inferior (108) de la chapa de metal (16) con un impulsor rotatorio (68).
- 5 14. El procedimiento de la reivindicación 13, que además comprende detectar una condición de superficie de al menos una de la superficie superior (106) y la superficie inferior (108) de la chapa de metal (16) después de que la chapa de metal se hace avanzar a través de la mezcla de suspensión propulsada (104) y ajustar una velocidad de rotación del impulsor (68) en base a al menos en parte la condición de superficie detectada.
- 10 15. El procedimiento de la reivindicación 2, además comprende añadir un aditivo a la mezcla de suspensión (104) para evitar la oxidación de la granalla.
16. El procedimiento de la reivindicación 1, que además comprende soportar la celda de decalaminado (26) sobre un sistema de rieles común con otras celdas de una línea de procesamiento.
- 15 17. El procedimiento de la reivindicación 1, que además comprende:
- colocar una primera rueda impulsora (68) que tiene un primer eje de rotación adyacente a una primera superficie de la chapa de metal (16), comprendiendo la primera superficie al menos una de la superficie superior (106) y la superficie inferior (108) de la chapa de metal (16);
- 20 colocar una segunda rueda impulsora (88) que tiene un segundo eje de rotación adyacente a la primera superficie de la chapa de metal (16);
- suministrar la mezcla de suspensión (104) a la primera rueda impulsora (68) y a la segunda rueda impulsora (88);
- girar la primera rueda impulsora (68) alrededor del primer eje de rotación de manera tal que la mezcla de suspensión (104) suministrada a la primera rueda es propulsada girando la primera rueda impulsora (68) contra
- 25 una primera área (112) que se extiende sustancialmente en todo el ancho completo de la primera superficie de la chapa de metal (16);
- girar la segunda rueda impulsora (88) alrededor del segundo eje de rotación de manera tal que la mezcla de suspensión (104) suministrada a la segunda rueda es propulsada girando la segunda rueda contra una segunda
- 30 área (114) que se extiende sustancialmente en el ancho completo de la primera superficie de la chapa de metal (16.);
- girar la primera rueda impulsora (68) y la segunda rueda impulsora (88) en direcciones opuestas; y
- colocar la primera rueda impulsora (68) y la segunda rueda impulsora (88) respecto de la primera superficie de la chapa de metal (16) donde la primera área (112) está espaciada de la segunda área (114) a lo largo de la
- 35 longitud de la chapa de metal (16).
18. El procedimiento de la reivindicación 17, que además comprende colocar la primera rueda impulsora (68) y la segunda rueda impulsora (88) a lo largo de los márgenes laterales opuestos adyacentes que definen el ancho de la chapa de metal (16) con la chapa de metal centrada entre la primera rueda impulsora (68) y la segunda rueda impulsora (88).
- 40 19. El procedimiento de la reivindicación 17, que además comprende colocar en forma ajustable la primera rueda impulsora (68) y la segunda rueda impulsora (88) hacia y lejos de la primera superficie de la chapa de metal (16) para ajustar una condición de superficie de la primera superficie de la chapa de metal.
- 45 20. El procedimiento de la reivindicación 17, que además comprende detectar una condición de superficie de la primera superficie (106) de la chapa de metal (16) después de que la chapa de metal se hace avanzar a través de la mezcla de suspensión propulsada (104).
- 50 21. El procedimiento de la reivindicación 20, en el que la etapa de controlar la velocidad de impacto de suspensión incluye ajustar una velocidad de rotación de la primera y segunda ruedas (68, 88) en base a al menos en parte la condición de superficie detectada de la primera superficie.
22. El procedimiento de la reivindicación 19, en el que la etapa de controlar la velocidad de impacto de suspensión incluye controlar una velocidad de avance de la chapa de material (16) a través de la celda de decalaminado (26) en base a al menos en parte la condición de superficie detectada de la primera superficie.
- 55 23. El procedimiento de la reivindicación 17, que además comprende: colocar una tercera rueda impulsora que tiene un tercer eje de rotación adyacente a una segunda superficie de la chapa de metal (16) que está opuesta a la primera superficie de la chapa de metal;
- 60 colocar una cuarta rueda impulsora que tiene un cuarto eje de rotación adyacente a la segunda superficie de la chapa de metal (16);
- suministrar la mezcla de suspensión (104) a la tercera rueda impulsora y a la cuarta rueda impulsora;
- girar la tercera rueda impulsora alrededor del tercer eje de rotación de manera tal que la mezcla de suspensión (104) suministrada a la tercera rueda impulsora es propulsada girando la tercera rueda contra una tercer área que se extiende
- 65 sustancialmente en el ancho completo de la segunda superficie de la chapa de metal (16);
- girar la cuarta rueda alrededor del cuarto eje de rotación de manera tal que la mezcla de suspensión (104) suministrada

a la cuarta rueda impulsora es propulsada girando la cuarta rueda contra una cuarta área que se extiende sustancialmente en el ancho completo de la segunda superficie de la chapa de metal (16); girar la tercera rueda impulsora y la cuarta rueda impulsora en direcciones opuestas; y colocar la tercera rueda impulsora y la cuarta rueda impulsora respecto de la chapa de metal donde la tercera área está espaciada de la cuarta área a lo largo de la longitud de la chapa de metal (16).

24. El procedimiento de la reivindicación 23, que además comprende colocar la tercera rueda impulsora y la cuarta rueda impulsora a lo largo de los márgenes laterales opuestos adyacentes que definen el ancho de la chapa de metal (16) con la chapa de metal centrada entre la tercera rueda impulsora y la cuarta rueda impulsora.

25. El procedimiento de la reivindicación 23, que además comprende colocar en forma ajustable la tercera rueda y la cuarta rueda hacia y lejos de la segunda superficie de la chapa de metal (16) para ajustar una terminación superficial de la segunda superficie de la chapa de metal (16).

26. El procedimiento de la reivindicación 23, que además comprende detectar una condición de superficie de la segunda superficie de la chapa de metal (16) después de que la chapa de metal se hace avanzar a través de la mezcla de suspensión propulsada (104).

27. El procedimiento de la reivindicación 26, en el que la etapa de controlar la velocidad de impacto de suspensión incluye ajustar una velocidad de rotación de la tercera y cuarta ruedas en base a al menos en parte la condición de superficie detectada de la segunda superficie.

28. El procedimiento de la reivindicación 26, en el que la etapa de controlar la velocidad de impacto de suspensión incluye controlar una velocidad de avance de la chapa de material (16) a través de la celda de decalaminado (26) en base a al menos en parte la segunda superficie condición de superficie detectada.

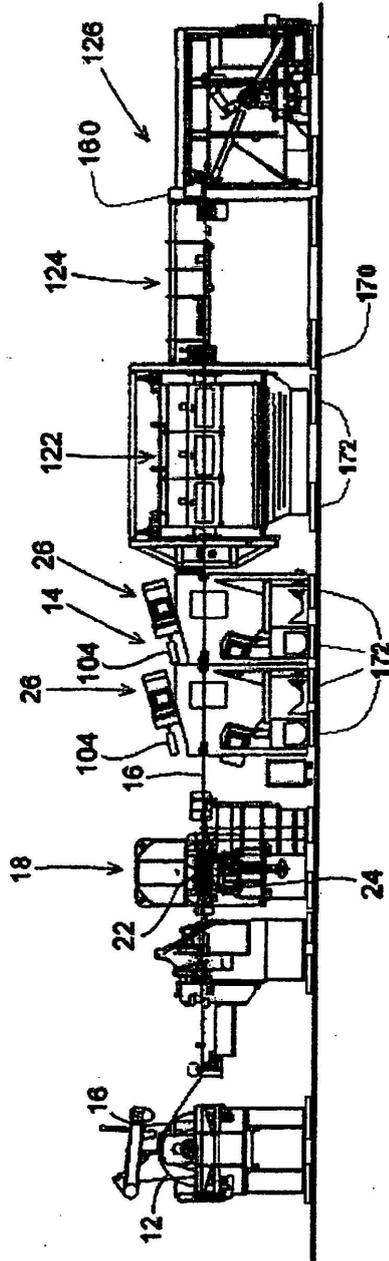


Fig. 1

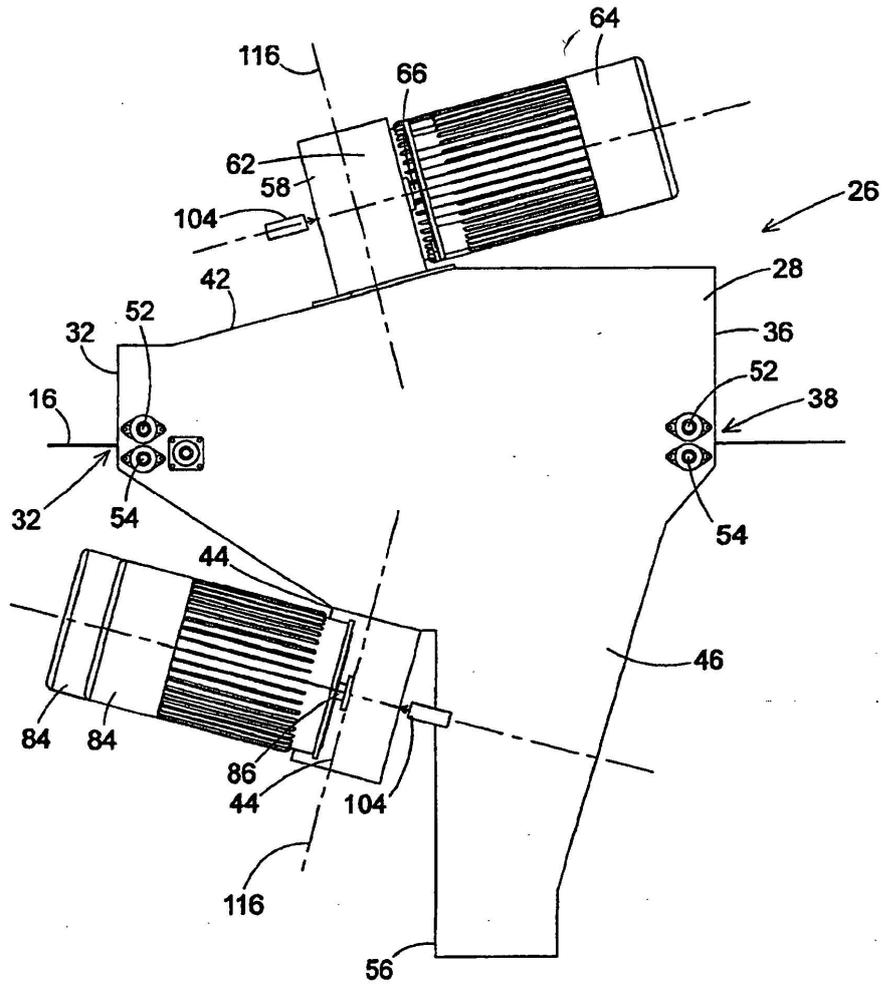


Fig. 2

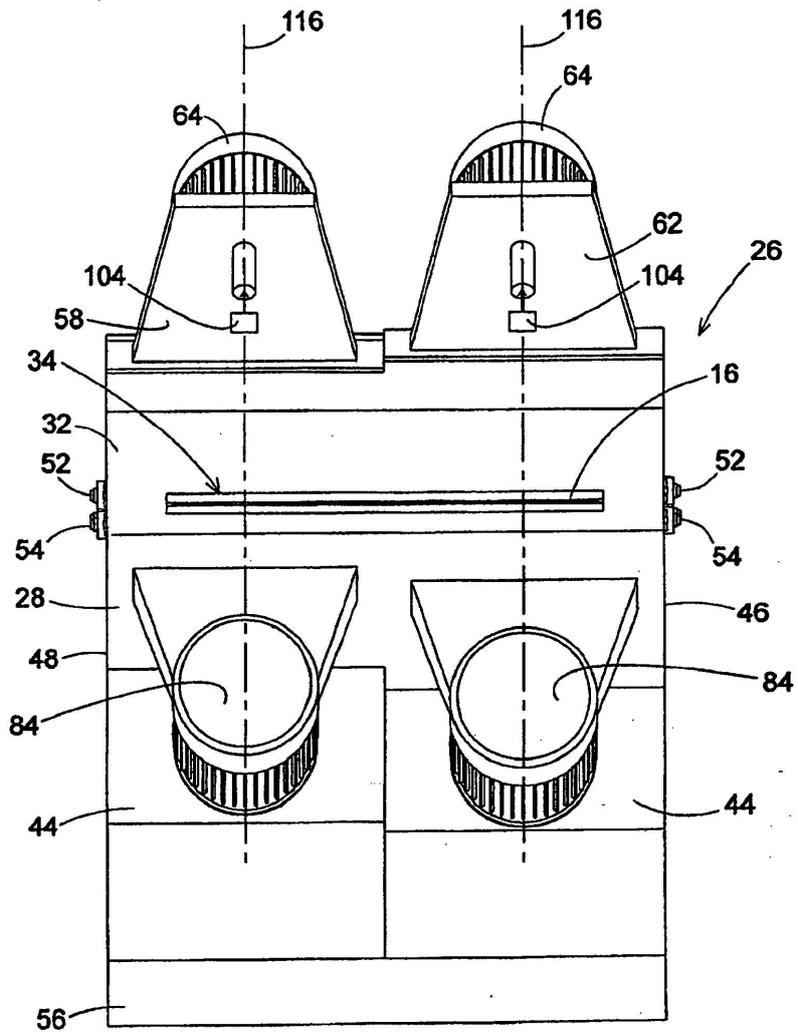


Fig. 3

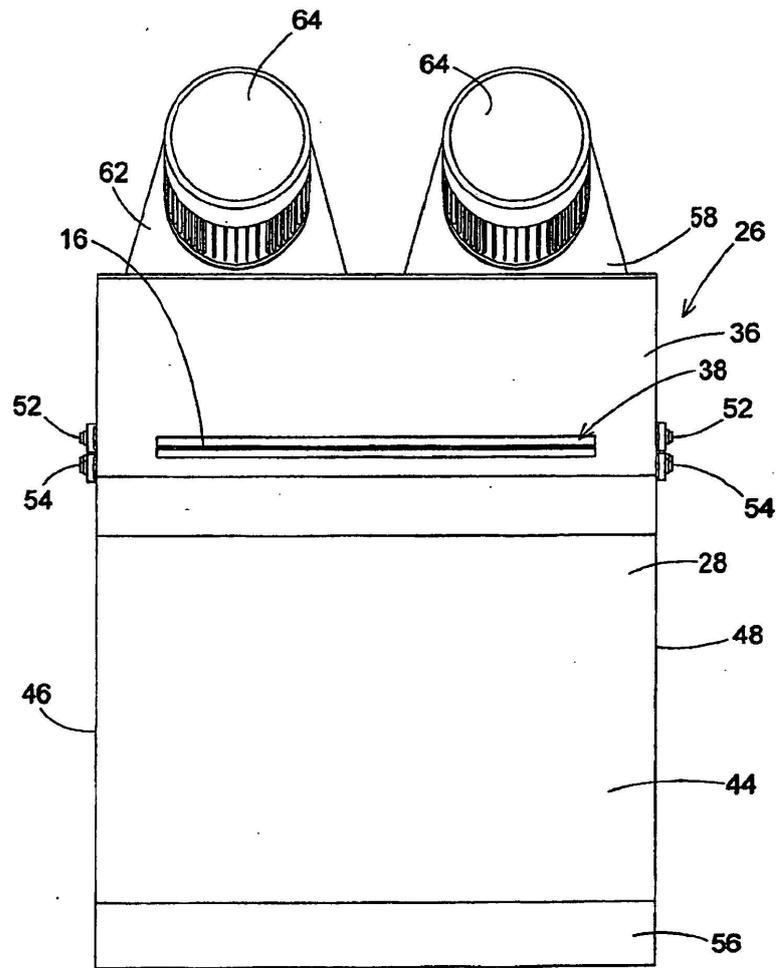


Fig. 4

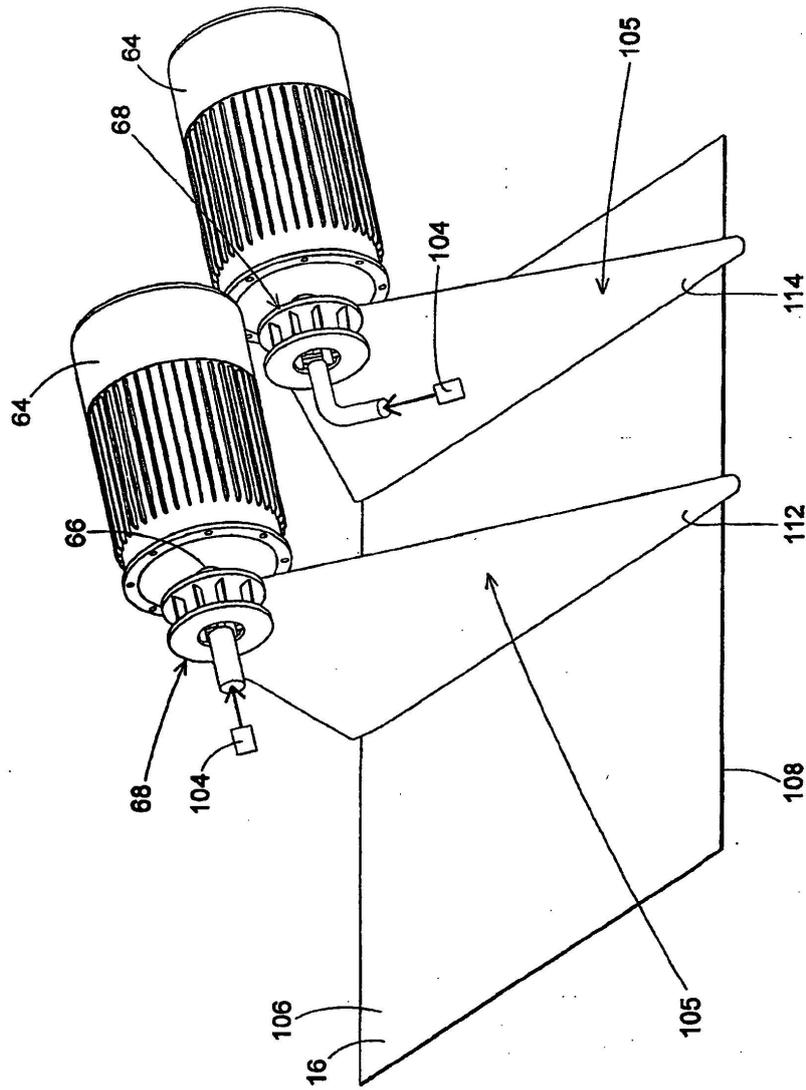


Fig.5

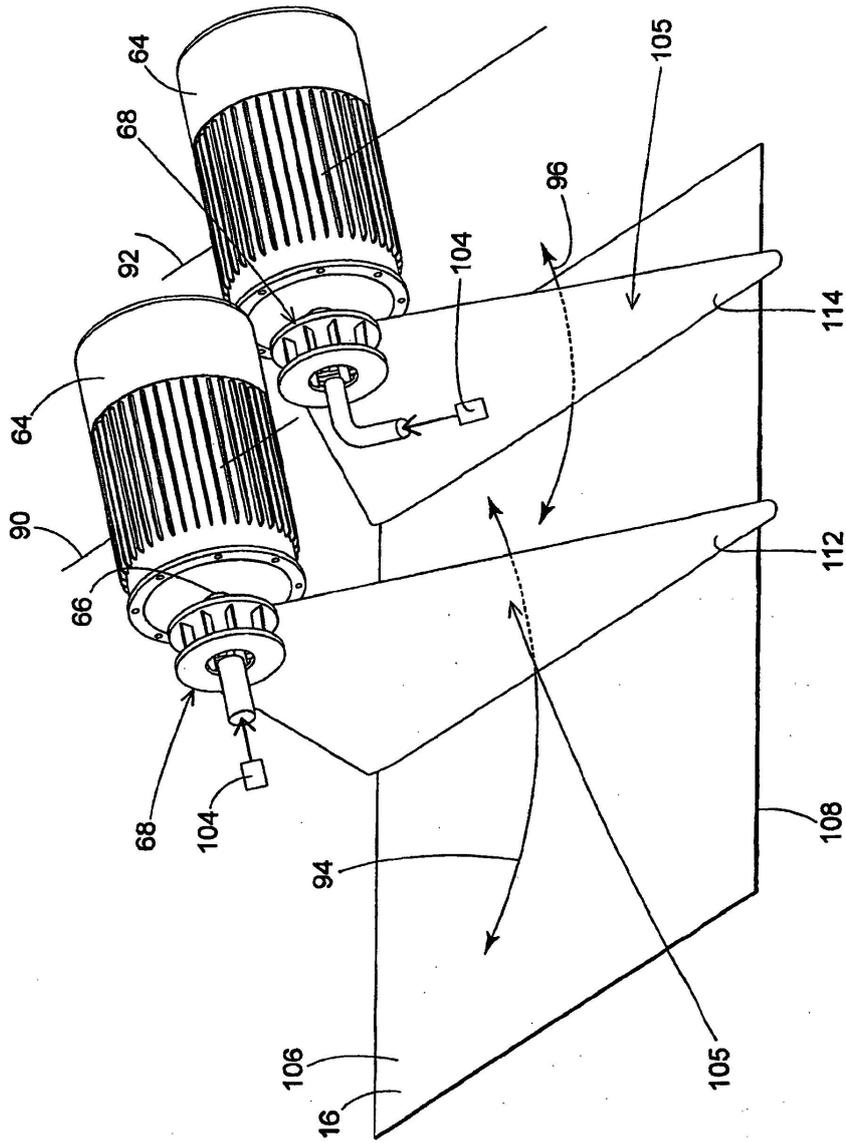


Fig. 6

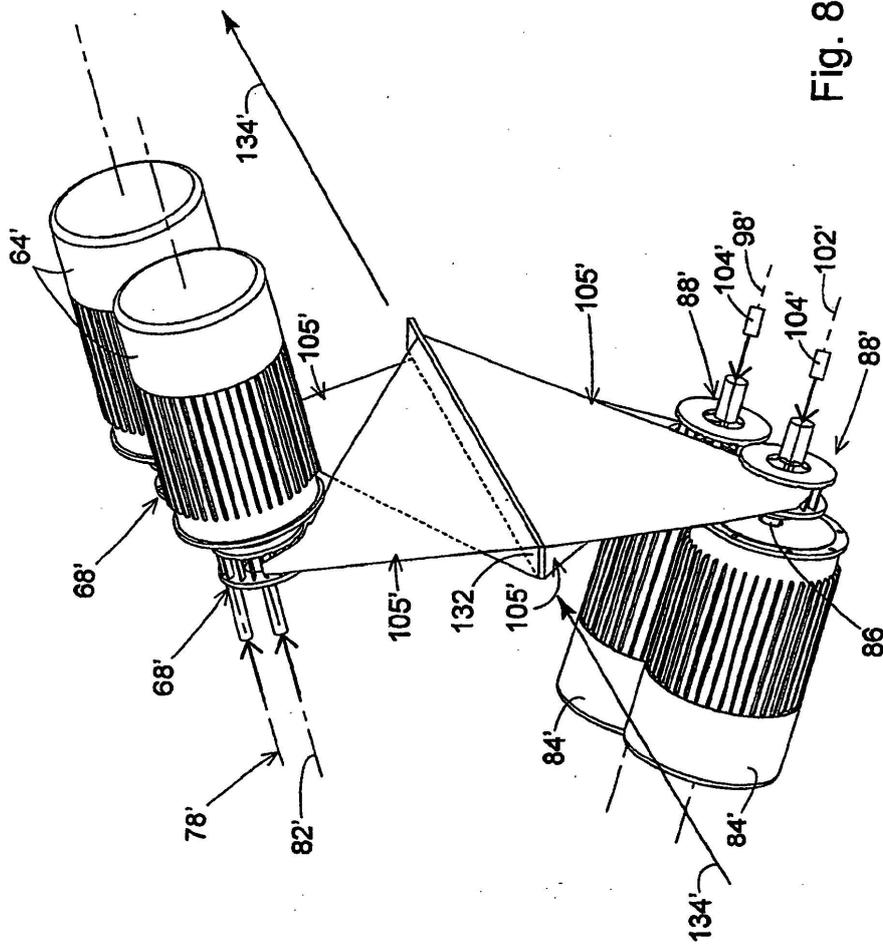


Fig. 8