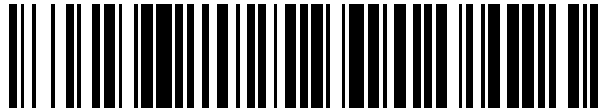


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 511**

51 Int. Cl.:

**C22F 1/06** (2006.01)

**B21C 47/02** (2006.01)

**C21D 9/68** (2006.01)

**B21C 49/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.03.2012 PCT/US2012/028608**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.09.2012 WO2012125498**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2012 E 12757438 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 2683499**

54 Título: **Tren de laminación de magnesio**

30 Prioridad:

**11.03.2011 US 201161451961 P**  
**08.03.2012 US 201213415746**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.06.2017**

73 Titular/es:

**FATA HUNTER, INC. (100.0%)**  
**1040 Iowa Avenue, Suite 100**  
**Riverside, CA 92507, US**

72 Inventor/es:

**PASSONI, ROBERTO y**  
**ROMANOWSKI, CHRISTOPHER, A.**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 620 511 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**

Tren de laminación de magnesio

5 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a plancha de magnesio y más particularmente a un aparato y un procedimiento para producir plancha de magnesio por laminación.

10 La demanda de electrónica personal, vehículos de peso ligero eficientes desde el punto de vista del combustible y otros productos de consumo han dirigido la demanda hacia materiales de peso ligero competitivos desde el punto de vista del precio con una alta resistencia específica y una rigidez específica. En los últimos años el moldeo a presión de aleaciones de magnesio han sido utilizada con éxito en muchas aplicaciones, pero reducciones adicionales del peso han requerido la utilización de plancha de magnesio forjada.

15 El magnesio es un metal con una estructura de cristal hexagonal compacta (HCP) que tiene una plasticidad muy limitada a la temperatura ambiente. Hasta recientemente, toda la plancha de magnesio se fabricaba mediante laminado en caliente de pequeños lingotes y los costes asociados con la operación de recalentamiento para mantener el metal a las temperaturas de laminación y los pequeños tamaños de las bobinas hacían la plancha final prohibitivamente cara para las aplicaciones del consumidor. En el caso del magnesio y las aleaciones de plancha de magnesio, la estructura de cristal hexagonal compacta del metal limita sus capacidades de deformación a temperaturas más bajas. Esto requiere un recalentamiento frecuente en hornos fuera de línea para mantener la temperatura entre 250 °C y 450 °C. Por debajo de esta temperatura, el metal tiene una tendencia a agrietarse durante la laminación. Restricciones de manipulación y de recalentamiento del horno limitan el tamaño máximo del desbaste plano y tradicionalmente hacen la producción de plancha de magnesio virtualmente una operación plancha por plancha. Éste era un procedimiento de fabricación ineficaz desde el punto de vista de la mano de obra y la energía y contribuía al elevado coste de la plancha de magnesio.

30 Recientes avances en el moldeo de laminación doble han permitido que las aleaciones de magnesio sean directamente moldeadas en bobinas de material que están en la gama de 4 mm hasta 7 mm de grueso, sin embargo únicamente están disponibles bobinas de plancha de magnesio laminado. Los procesos de laminación convencionales únicamente pueden producir tamaños de bobina pequeños porque puesto que cuando el lingote se lamina, se hace más largo y delgado, lo cual incrementa el área superficial y por lo tanto pierde calor rápidamente y se enfría demasiado para ser laminado adicionalmente. No es económico recalentar fuera de línea secciones largas de desbaste plano. Por consiguiente, existe la necesidad de un laminador de magnesio el cual proporcione un proceso de laminación industrial que no únicamente reduzca económicamente las bobinas moldeadas a la galga final requerida por los productos del consumidor, sino que también tenga la capacidad de modificar la micro estructura del magnesio en estado bruto de colada para mejorar la capacidad de formación de la plancha laminada, mientras mantiene en una buena calidad de la superficie que requiera un tratamiento mínimo después de la laminación.

40 **RESUMEN DE LA INVENCION**

45 El laminador de magnesio de la presente invención proporciona un proceso de laminación industrial que no sólo reduce económicamente las bobinas de moldeo a la galga final requerida por los productos del consumidor, sino que también modifica la micro estructura del magnesio como en estado bruto de colada para mejorar la capacidad de formación de la plancha laminada, mientras mantiene una buena calidad de la superficie que requiere un mínimo tratamiento después de la laminación. El moldeo de laminación doble proporciona la gran ventaja de producir bobinas muy grandes a la misma galga que la galga de bobinado a partir de un tren de laminación de inversión.

50 El laminador de magnesio de la presente invención consiste en un tren de laminación de inversión, dos bobinadoras calientes opuestas en una posible combinación de dos mesas calientes del laminador, equipo de manipulación del material y accesorios calientes. Al producto de magnesio en la forma de placas o bobinas se le da un movimiento alternativo a través del tren de laminación hasta que se alcance la temperatura apropiada y se obtenga el grosor final apropiado sin deteriorar la calidad de la configuración de producto final de aleación de magnesio.

55 El documento EP 2 213 387 A1 revela un laminador en caliente de magnesio que comprende un laminador de inversión con por lo menos dos rodillos de trabajo para laminar una plancha de magnesio. En ambos lados de entrada y de salida del laminador están colocados arrolladores de forma que son capaces de aplicar calor a la plancha de magnesio.

60 El laminador de magnesio de la presente invención proporciona múltiples pasadas de laminación de la plancha de magnesio después de que la plancha haya sido llevada a una temperatura elevada típicamente entre 250 °C y 350 °C. El tren de laminación proporciona un recocido para reblandecer la estructura del material. El tren de laminación incluye la capacidad de laminar con velocidades de los rodillos de trabajo asimétricas para introducir más trabajo

65

5 mecánico y calor en el interior de la mordedura del rodillo y por lo tanto reducir la textura plana básica de la estructura de cristal hexagonal compacta del magnesio mejorando de ese modo la ductilidad y la capacidad de formación a baja temperatura de la banda laminada. El tren de laminación de la presente invención tiene la capacidad de incrementar la velocidad de laminación para una capacidad de producción global y permitir una velocidad de deformación más rápida. El tren de laminación incluye un diámetro del rodillo de trabajo que equilibra los requisitos de hacer mínima la longitud de contacto con la banda de magnesio que está siendo deformada mientras simultáneamente tenga una rigidez a la torsión suficiente y una resistencia para resistir las cargas creadas por la condición de laminación asimétrica. El tren de laminación tiene un sistema de corrección del déficit hidráulico de alta velocidad capaz de trabajar con control de la presión o la posición para controlar con precisión la galga del tocosco de laminación de la aleación de aluminio. El tren de laminación proporciona una reducción más elevada por pasada para conseguir un mejor refinamiento del grano y mejorar las propiedades mecánicas generales de la banda laminada. El tren de laminación incluye accionamientos de alta fuerza para proporcionar el plegado mecánico del rodillo de trabajo para una corrección de la forma de la banda e incluye una bobina para el procesamiento de la bobina así como un procedimiento de fabricación de placa a placa o de placa a bobina.

15 El laminador de magnesio de la presente invención está equipado con bobinadoras calientes con una capacidad de calentamiento suficiente como para calentar la bobina hasta la mejor temperatura de laminación y para mantener la temperatura durante las pasadas de laminación. El tren de laminación adicionalmente incluye una cámara caliente adicional para un calentamiento instantáneo adicional del extremo de la banda de magnesio a la que se le proporciona movimiento de inversión en la bobinadora. El tren de laminación también puede incluir una combinación de carretel de desenrollado para una carga inicial y la alimentación de una bobina fría o previamente calentada y para volver a enrollar el producto final. El tren de laminación puede incluir un enrollador independiente opcional para el bobinado final de la bobina procesada.

20 Además de los sensores requeridos para accionar un laminador normal, el tren de laminación también está equipado con galgas de grosor, medición de la forma de la banda laminada y supervisión y control de la temperatura de la banda. El tren de laminación incluye cepillos del rodillo de trabajo para recoger y extraer el magnesio. Un sistema de aplicación de lubricante está incorporado para utilizarlo cuando no se lamina en el modo asimétrico.

25 El tren de laminación adicionalmente puede incluir el guiado de la banda y el sistema de calefacción para la laminación de planchas/placas en lugar de bobinas. En este modo de funcionamiento se utilizan guías de la banda para formar un puente con las cajas de la bobina. Un sistema de refrigeración de la banda antes del bobinado final al volver a enrollar se incluye para evitar un crecimiento del grano durante un enfriamiento lento de la bobina. El tren de laminación incluye un sistema de accionamiento para trabajo pesado con un cambio de engranajes posible para un momento de torsión más elevado para el laminado asimétrico. El tren de laminación incluye rodillos de trabajo calientes para minimizar las pérdidas de temperatura de la banda cuando entra en contacto con los rodillos durante el moldeo.

30 El procedimiento para el moldeo por laminación de planchas de magnesio incluye una aleación de magnesio fría o previamente calentada en forma de una bobina que es cargada en un carretel de desenrollado o sobre un carretel de desenrollado/enrollado de función dual. Un primer enrollamiento de la bobina es separado y alimentado hacia el tren de laminación. Un extremo delantero de la banda es apretado y enderezado por el laminador de entrada - apriete y el conjunto aplanador. El extremo delantero de la banda es entonces acondicionado mediante la cizalla de entrada como sea necesario. El extremo delantero de la banda es empujado a través de una bobinadora caliente hacia la mordedura del rodillo y es bobinado sobre el lado opuesto de la bobinadora caliente. Si la bobina está a la temperatura de laminación el laminador se utiliza para la reducción del grosor de la banda. Si la bobina está por debajo de la temperatura de laminación, el laminador se utiliza como un rodillo de apriete para ayudar a alimentar la banda. La banda puede entonces ser desenrollada de la bobina y vuelta a bobinar entre los dos conjuntos de bobinadoras calientes hasta que se alcance su temperatura de banda apropiada y la uniformidad de la temperatura. Una vez la banda está a la temperatura de laminación entonces es laminada en varias pasadas hasta que se alcance el grosor final. La banda es entonces enfilada hacia el carretel/enrollador de función dual o enrollador dedicado opcional en donde es enfriada y extraída fuera de la línea como un producto final. Durante el proceso la línea está controlada por un sistema automático que determina el número de pasadas, temperatura, reducción y grosor, velocidad, perfil y forma del producto final deseado. En el caso del laminado de placas, mesas del laminador calientes en el lado de la entrada y la salida del tren de laminación se utilizan para proporcionar un movimiento alternativo a las placas de aleación de magnesio hasta que se alcance la temperatura de laminación hasta que el grosor de la placa se reduzca hasta un valor que pueda ser manipulado por las bobinadoras calientes. Entonces las mesas del laminador calientes del lado de la entrada y la salida se mueven lateralmente fuera de la línea y se empieza el laminado alternativo descrito entre las bobinadoras calientes.

#### 60 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1A es una vista frontal de un laminador de magnesio de la presente invención;

65 la figura 1B es una vista desde arriba del laminador de la figura 1A;

la figura 2A es una vista frontal de una forma de realización alternativa del laminador de la presente invención;

la figura 2B es una vista desde arriba del laminador de la figura 2A;

5 la figura 3A es una segunda forma de realización alternativa del laminador de magnesio de la presente invención;

la figura 3B es una vista desde arriba del laminador de la figura 3A;

10 la figura 4A es una vista frontal en detalle del sistema de accionamiento del tren de laminación del laminador de la figura 1A;

la figura 4B es una vista desde arriba del sistema de accionamiento de la figura 4A;

15 la figura 4C es una vista de desde arriba de un sistema de accionamiento del tren de laminación alternativo; y

la figura 5 es una vista en detalle de la sección transversal de la bobinadora caliente del laminador de la figura 1A.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 Con referencia a las figuras 1A y 1B, se ilustra un laminador de magnesio ejemplar 10 de la presente invención. El laminador de magnesio 10 es un laminador de placa o bobina que tiene un carretel de desenrollado independiente y carreteles de descarga o rebobinado. El tren de laminación 10 incluye un carro de entrada de la bobina 12 para recibir una bobina de magnesio caliente o frío a partir del almacenaje el cual la carga a un carretel de desenrollado 14. A partir de un área de almacenaje y refrigeración, las bobinas que se van a laminar son cargadas sobre cunas de almacenaje utilizando una grúa aérea. Las cunas de las bobinas se colocan a ambos lados un foso del carro de la bobina. El carro de la bobina 12 viaja perpendicularmente a la dirección de laminación para recoger la bobina desde las cunas de almacenaje de la bobina. La bobina es recogida por el carro de la bobina y movida lateralmente hacia el carretel de desenrollado 14. El carro de la bobina se mueve mediante un motor hidráulico y eleva la bobina mediante un cilindro hidráulico. Sensores de láser son utilizados para supervisar la elevación y la posición transversal del carro de la bobina a fin de automatizar el ciclo de manipulación de la bobina. El carro de la bobina corre sobre carriles.

35 El carretel de desenrollado 14 tiene un mandril extensible 16 el cual se utiliza para agarrar y sostener la bobina y alimentarla al equipo de procesamiento central y proporcionar una tensión adecuada para un enrollado apretado en la bobinadora caliente. El carretel de desenrollado también proporciona un desplazamiento lateral de la bobina para el control del centro de la banda durante el funcionamiento del tren de laminación. El mandril extensible del carretel de desenrollado es un mandril del tipo en voladizo con un soporte de apoyo exterior. El mandril tiene un diseño de inter bloqueo de cuatro segmentos con extensión de cuña. La extensión del mandril ocurre hidráulicamente para establecer el diámetro interior de la bobina final (ID) y agarrar el diámetro interior de la bobina que entra. El sistema de medición del diámetro y del ancho de la bobina del carretel de desenrollado se basa en un sensor del tipo de láser el cual mide el diámetro de la bobina y una fotocélula mide el ancho de la bobina. La señal a partir del sensor es utilizada para las funciones de disminuir la velocidad y la compensación de la tensión. El carretel de desenrollado controla el movimiento lateral y la elevación carro de la bobina a fin de centrar la bobina en el mandril del carretel de desenrollado. El carretel de desenrollado incluye un dispositivo de centrado de la banda que tiene un detector para detectar la posición de la banda y procesadores de señales para controlar la posición moviendo el carretel de desenrollado a cada lado de la línea central del tren de laminación durante la operación de laminado. La combinación del carretel de desenrollado también incluye un cilindro descargador de la bobina el cual está montado encima de un reductor de engranajes para evitar el movimiento telescópico durante la extracción de la bobina. Una placa del cilindro de descarga está sostenida por varillas de guía de acero y es accionada hidráulicamente.

50 Después del carretel de desenrollado, el tren de laminación incluye un conjunto de preparación de la bobina 18. El conjunto de preparación de la bobina consiste en un separador de la banda 20, un rodillo de apriete con un rodillo deflector 24 y un conjunto aplanador 26. El rodillo de apriete 22 ayuda a la alimentación de la primera arrollamiento de la bobina desenrollada y mantiene el último arrollamiento de la bobina final después del laminado. El rodillo de apriete consiste en un rodillo de acero macizo montado en rodamientos de rodillos y accionado por un motor de corriente alterna. Un cilindro hidráulico 28 presiona el rodillo contra la bobina. Una mesa de alimentación oscilante que se puede extender 30 está colocada entre el carretel de desenrollado 14 y el rodillo deflector 24. Después de que la banda pase entre el rodillo de apriete y el rodillo deflector, pasa a través del conjunto aplanador 26 el cual consiste en una configuración de cinco rodillos accionados por un motor eléctrico que tiene los dos rodillos superiores con un accionamiento eléctrico de gato de rosca para ajustar una penetración del rodillo independiente. Un control del centro de la banda el cual es un sensor óptico 32 está colocado en el conjunto de preparación de la bobina a medida que la banda de la bobina sale del conjunto aplanador 26. El sensor 32 es un EMG del tipo óptico o equivalente y tiene una doble función para el centrado de la banda en la línea durante la operación de desenrollado y el centrado de la banda o la alineación del borde para la bobina durante la operación de volver a enrollar.

65 La banda después de pasar el sensor óptico, entra en una cizalla de la banda 34 para acondicionar la parte

delantera de la banda antes de que entre en la mesa de enfilado 36 y el rodillo de apriete de alimentación 38 como se puede ver mejor en las figuras 2A y 2B. Las figuras 1A y 1B ilustran una mesa de rodillos térmicos activos, la cual será descrita en detalle a continuación en este documento, colocada entre la cizalla de la banda y el rodillo de apriete. La mesa de enfilado y el rodillo de apriete de alimentación alimentan la bobina a través de una bobinadora caliente izquierda 40. El rodillo de apriete y la mesa de alimentación están montados en un bastidor el cual es atravesado por un motor y un sistema de accionamiento de cremallera y piñón para extenderse en el interior de la bobinadora caliente izquierda cuando es necesario y se retrae durante las pasadas intermedias del tren de laminación de inversión. El rodillo de apriete es accionado por un motor eléctrico y accionado verticalmente por un cilindro hidráulico. La mesa de alimentación consiste en una serie de rodillos locos en forma de V de acero inoxidable.

La bobinadora caliente izquierda 40 está colocada en el lado izquierdo del laminador 42 y una bobinadora caliente derecha 44 está colocada en el lado derecho del laminador 42. La bobinadora caliente izquierda 40 y la bobinadora caliente derecha 44 son imágenes especulares una de la otra. Cada una de la bobinadora caliente izquierda y de la bobinadora caliente derecha están encerradas por una cubierta aislada 46. En el interior de la cubierta, una instalación de conductos 48 con boquillas de canales 50 rodea aproximadamente el setenta y cinco por ciento de la circunferencia de la bobina. Un ventilador de circulación aislado 52 con canalizaciones 54 se conecta a cada cubierta para suministrar aire caliente a las boquillas. La incidencia de aire caliente sobre la superficie de la banda proporciona una transferencia de calor de convección para calentar la banda. Con el calentamiento corrector, ninguna parte de la bobina será calentada por encima de la temperatura del aire, lo cual evita que cualquier parte de la banda de magnesio se encienda. El encendido puede ocurrir con el calentamiento por radiación y por lo tanto ha sido eliminado. Una cámara de calentamiento aislada en la canalización de descarga del ventilador de circulación proporciona espacio para el montaje de un quemador de gas o elementos de calefacción eléctricos 56 para calentar el aire antes de la distribución del aire previamente caliente a las boquillas en el interior de la cubierta. Un termo par 58 se coloca en la canalización antes de las boquillas y proporciona la retroalimentación necesaria para modular el control de la temperatura del aire. Un ventilador de escape 60 se añade para proporcionar una presión negativa a la bobinadora para conservar el entorno de trabajo de fugas de calor. El aire caliente del escape es empujado a través de una chimenea de chapa 62 fuera del edificio.

La canalización en el interior de las bobinadoras calientes está construida de acero inoxidable y tiene soportes para mantener con precisión la posición de la boquilla. Los colectores de los conductos tienen placas de puerta que se pueden quitar para el acceso al interior del conducto con propósitos de limpieza. Las cubiertas de la bobinadora están construidas de placa de acero bajo un carbono reforzadas mediante canales y ángulos en el exterior con aproximadamente de ocho pulgadas (20,32 cm) de aislamiento de fibra cerámica en la cara interior. La fibra cerámica está anclada a la placa de acero bajo un carbono. Todas las juntas entre las secciones las puertas de acceso están con juntas de estanqueidad para minimizar la fuga de calor. Los canales formados en el perímetro tienen muescas para minimizar la conducción de calor hacia la superficie exterior. Están provistos puertos con propósitos de pruebas y la instalación de termo pares. Una puerta de acceso para una persona está prevista para el acceso para propósitos de mantenimiento y limpieza. Las cubiertas están unidas con bridas para permitir que sean divididas horizontalmente para un mantenimiento mayor. A fin de acceder al interior de las bobinadoras calientes, una brida de cuarenta y cinco grados 64 está colocada en la canalización que alimenta la parte superior de la cubierta. La cubierta en su posición de trabajo comprime las juntas de estanqueidad en la brida. Para acceder al interior de la cubierta de la bobinadora la brida se eleva recta para desacoplar automáticamente el conducto en la brida de cuarenta y cinco grados. Alternativamente, el acceso se puede obtener disponiendo de la mitad inferior de la cubierta deslizante transversalmente en carriles.

La banda sale de la primera o la bobinadora caliente de la izquierda hacia el laminador 42 a través de una instalación de rodillo de apriete 66 y de rodillo deflector 68. El rodillo deflector y el rodillo de apriete producen la abertura de la bobinadora caliente y minimizan las pérdidas de calor, mantienen la parte trasera de la banda cuando es liberada por la mordedura del laminador y alimenta el nuevo extremo delantero de la banda a la mordedura del rodillo.

La banda después de pasar a través del rodillo deflector y el rodillo de apriete pasa por un sensor del grosor 70 el cual se puede retraer y articular y puede ser de isótopos o de rayos X como se requiera para medir el grosor de la banda. El sensor también posiblemente puede tener una función de rastreo para la galga de medición o bien utilizar galgas de múltiples cabezales a fin de medir el perfil de la banda. Existe un sensor del grosor de entrada y uno de salida, cada uno con un alojamiento de la fuente, un alojamiento del detector y un bastidor en forma de C de acero. Un mecanismo de accionamiento de guía de deslizamiento y neumático sostiene los alojamientos de los sensores. Una guía de la banda y un dispositivo protector de las piezas de acero muy deformadas 72 se coloca en el laminador antes de la mordedura del rodillo para dirigir la banda hacia la mordedura del rodillo y evitar potenciales piezas de acero muy deformadas cuando se lámina bajo condiciones extremas.

El laminador 42 tiene un alojamiento de laminador 74 fabricado de acero fundido y está mecanizado en cuatro lados y está montado en vigas de base. Cuando se fabrica estiradores superior e inferior conectan los alojamientos a cada lado. Los alojamientos descansan sobre dos bases fabricadas de acero. Una placa de acero fabricada se provee para la alineación y la instalación mediante espárragos de anclaje. El diseño proporciona una elevada rigidez de la

bancada del laminador para obtener estrechas tolerancias del producto acabado durante todas las pasadas de laminación.

5 Una distancia de laminación está controlada por dos cilindros de carga montados en la parte superior de cada alojamiento. Se mantiene una línea de pasada constante mediante un sistema de cuña montado inferior. Una bandeja de recogida de fluido está soldada a las placas base por debajo de la bancada del tren de laminación. Por debajo del tren de laminación, y por encima de la bandeja de recogida del refrigerante, una bandeja de rejilla de malla está provista para recoger recortes de piezas. El alojamiento del tren de laminación es del tipo de anillo cerrado de alta rigidez, para configuraciones de dos en altura, cuatro en altura y seis en altura. El alojamiento del tren de laminación también ha sido diseñado con la posibilidad de incorporar rodillos que se puedan desplazar transversalmente. Los cilindros de carga están montados en la parte superior o la parte inferior de un cilindro de fuerza de rodillo hidráulico 76 para controlar la carga de laminación y la posición del rodillo. El sistema de la línea de pasada puede ser continuo montado por en la parte superior o la parte inferior o un sistema del tipo paso a paso para compensar las variaciones en el diámetro del rodillo y como se representa en las figuras es un sistema de cuña montado en la parte inferior 78.

20 El laminador incluye una extensión del alojamiento de la curvatura del rodillo 80 la cual incluye un cilindro hidráulico de alta presión para proporcionar mecánicamente la curvatura de los rodillos para la compensación de la forma de la banda. La extensión del alojamiento de la curvatura del rodillo se puede desplazar para seguir la posición del rodillo si se requiere por la configuración del tren de laminación y puede ser utilizada para los rodillos de trabajo y los rodillos intermedios cuando sea aplicable. La fuerza de laminación es aplicada por dos cilindros hidráulicos, montados en las ventanas de los alojamientos de los rodillos, por encima de los calzos del rodillo espaldar superior, un cilindro a cada lado. Los cilindros son del tipo de doble efecto, con un transductor de posición montado centralmente que tiene juntas de baja fricción. La carrera de los cilindros es suficiente para mantener la altura de la línea de pasada mediante la compensación de la gama entera del cambio de diámetro del rodillo de trabajo superior y el rodillo espaldar superior debido a la abrasión del rodillo. Una carrera adicional permite la extracción del rodillo de trabajo y el rodillo espaldar. Un transductor de posición digital de alta resolución está montado centralmente en cada cilindro de carga. Transductores de presión montados en la línea hidráulica de alta presión proporcionan el valor de la fuerza de laminación. Los cilindros son utilizados para mantener la línea de pasada en la mitad superior del bloque a medida que los diámetros de los rodillos disminuyen debido a la abrasión, para proporcionar la fuerza de laminación, para mantener el control de la distancia y proporcionar un control gobernado del tren de laminación. La fuerza de laminación ejercida por los cilindros causa la deformación elástica en los rodillos la cual se compensa mediante el mecanizado de una corona del rodillo mecánico en el interior de los rodillos. La mitad inferior del bloque de rodillos es llevada hacia la línea de pasada por medio del sistema de cuñas colocado en la parte inferior del alojamiento. Las cuñas tienen una carrera suficiente para acomodar la gama entera del rodillo desgastado desde la mitad inferior del bloque de rodillos.

40 El laminador incluye un conjunto de rodillos de trabajo 82, los cuales son dos rodillos en una configuración de dos por altura o cuatro por altura. Rodillos espaldares 84 están colocados adyacentes a los dos rodillos de trabajo. En una configuración de seis por altura un rodillo intermedio puede estar colocado entre los rodillos de trabajo y los rodillos espaldares. Los rodillos de trabajo, los rodillos intermedios y los rodillos espaldares tienen rodamientos refrigerados y pueden ser calentados por elementos de calefacción interiores o exteriores. Cepillos de rodillo giratorios 86 están colocados por encima de los rodillos de trabajo para la extracción del metal recogido por los rodillos de trabajo superior e inferior. Los cepillos de los rodillos están controlados por presión o posición para una limpieza que se puede ajustar del rodillo de trabajo. Los cepillos de los rodillos pueden oscilar y pueden estar equipados con un sistema de vacío para la extracción del polvo. Barras de pulverización 88 están colocadas a lo largo de la parte superior y la parte inferior y a ambos lados del tren de laminación para permitir una posible laminación a partir de condiciones en seco hasta condiciones en húmedo o lubricadas hasta una condición más inundada. Las barras de pulverización pueden estar controladas por zona a diversos ajustes de ancho. El laminador puede incluir una cubierta con un sistema de escape 90, para un sistema completamente encerrado para proporcionar un entorno de trabajo limpio para el operario.

55 Los rodillos de trabajo están fabricados de aleación de acero forjado por electro erosión (ESR). Los rodamientos del rodillo de trabajo son de cuatro filas de rodillos cónicos y tienen cuatro calzos de acero, completados con separadores de los rodamientos, tuercas de bloqueo, anillos de bloqueo, juntas y cubiertas extremas. Las caras laterales de los calzos están ajustadas con recubrimientos de desgaste de bronce que se pueden sustituir. Los calzos están refrigerados para controlar la temperatura de los rodamientos para optimizar la lubricación. El control de curvatura son conjuntos de bloques en E unidos con espárragos a cada lado de la ventana del tren de laminación aproximadamente de 120 t por calzo. Los rodillos de trabajo pueden ser calentados interiormente con calentadores de resistencia de 68 kW colocados en el eje central de los rodillos. Los calentadores están encerrados en un casquillo de aleación a base de cobre para una buena conducción y una distribución uniforme del calor en el interior del cuerpo del rodillo. La energía a los calentadores se proporciona por medio de un distribuidor eléctrico giratorio que se une al extremo del rodillo del lado del operario. Los calentadores proporcionan una entrada térmica de la línea base la cual es entonces modificada mediante un sistema de calentamiento por inducción para el control del perfil al alcanzar la temperatura de trabajo final de los rodillos. Los rodillos espaldares son de aleación de acero forjado y tienen cuatro rodamientos de cuatro filas de rodillos cónicos y cuatro calzos de acero fundido. Los calzos

del rodillo espaldar inferior están ajustados con almohadillas oscilantes de acero para un contacto perfecto con las cuñas inferiores del sistema de ajuste de la línea de pasada. Los calzos de los rodillos espaldares inferiores están ajustados con ruedas, que corren en carriles fijados en el interior del alojamiento del tren de laminación. Los calzos del rodillo de trabajo y del rodillo espaldar están retenidos en los alojamientos del laminador mediante chapas de sujeción accionadas hidráulicamente unidas al alojamiento.

La línea de pasada se mantiene automáticamente a una altura constante sin tener en cuenta los cambios en el diámetro de los rodillos por medio de un mecanismo del tipo de cuña accionado por motor montado en la parte inferior del tren de laminación. Dos conjuntos de cuñas de aleación de acero, templadas y revenidas están montados entre los calzos de los rodillos espaldares inferiores y las ventanas de los alojamientos del tren de laminación. Placas oscilantes templadas y revenidas de acero están fijadas a los calzos de los rodillos espaldares inferiores. Las cuñas son accionadas por un accionamiento de tornillo accionado por un motor hidráulico. La posición real de las cuñas está controlada mediante un transductor de posición. El control de la sobre carrera de las cuñas es por medio de conmutadores de proximidad. El control está integrado en el interior del sistema de control principal del tren de laminación y es completamente automático. Después del cambio de rodillos, el operario entra el nuevo valor del diámetro de los rodillos en el sistema, el cual calcula la nueva posición de las cuñas y proporciona el accionamiento necesario al motor hidráulico.

Como también se puede ver en las figuras 4A y 4B, el laminador tiene un sistema de accionamiento del tren de laminación 92. Los rodillos de trabajo son accionados independientemente por motores eléctricos 94 y 96. El sistema de accionamiento incluye un reductor de engranajes 102 y husillos de accionamiento 104 y 106. Los husillos de accionamiento están individualmente controlados para proporcionar una laminación de cizalladura asimétrica en donde los momentos de torsión del motor se ajustan para hacer máxima la deformación interior de la banda de rodillo de magnesio para generar una micro estructura más uniforme con una textura que tenga una ductilidad mejor durante las operaciones de conformación subsiguientes. El cambio de marchas permite una baja velocidad de funcionamiento a un momento de torsión extremadamente alto para efectuar mejor el proceso de laminación asimétrico.

Como se ve en la figura 4C alternativamente el sistema de accionamiento del tren de laminación puede incluir una configuración en la cual el sistema de accionamiento del rodillo de trabajo superior e inferior está mecánicamente conectado a través de un sistema de engranajes diferenciales 108. El sistema de engranajes diferenciales puede ser del tipo planetario del automóvil para permitir una regeneración del momento de torsión a partir del rodillo arrastrado de la condición de laminación asimétrica del rodillo accionado. Un motor principal 110 se utiliza para el accionamiento del tren de laminación y un motor más pequeño auxiliar 112 se utiliza para una corrección de la velocidad diferencial. Alternativamente, el sistema de engranajes diferenciales puede ser epicicloidial. Por ejemplo, la laminación asimétrica en la presente invención producida a una diferencia de 3:1 en la velocidad entre los rodillos de trabajo resulta en un refinamiento grandemente mejorado de la microestructura del tosco de laminación de la banda.

Elementos de calefacción de los rodillos exteriores 114 están colocados para cada uno de los rodillos de trabajo superior e inferior. Los elementos de calefacción de los rodillos exteriores tienen una capacidad de calentamiento de 350 °C. Los elementos de calefacción de los rodillos exteriores son del tipo de inducción en toda la anchura con segmentos que permiten un control individual a través del ancho del rodillo proporcionando la capacidad de controlar el perfil térmico/corona del rodillo. Elementos de calefacción interiores 116 también están colocados para los rodillos de trabajo superior e inferior. La capacidad de calentamiento de los elementos de calefacción interiores es aproximadamente 150 °C como elementos independientes. Los elementos de calefacción interiores son eléctricos y están colocados en un taladro longitudinal en el eje central del rodillo. Los elementos de calefacción interiores tienen un diseño de blindaje extensible que proporciona un contacto íntimo con el cuerpo del rodillo de trabajo para proporcionar una conductividad térmica excelente y optimizar la entrada de energía. Los elementos de calefacción interiores están equipados con contactos eléctricos giratorios de alta velocidad.

Rodillos de forma 117 están colocados adyacentes a las bobinas calientes y miden la forma de la banda durante cada pasada y proporcionan un control de bucle cerrado a los accionamientos. El rodillo de forma puede soportar las temperaturas elevadas utilizadas para la laminación de magnesio y está comercialmente disponible a partir de ABB vendido bajo la marca comercial Stressometer Roll. El rodillo de forma proporciona la medición de la tensión de la banda tanto a través como a lo largo de la banda de magnesio laminada.

Un control de alimentación con una mesa de enfilado 118 está colocado en un lado de la salida de la bobinadora caliente del lado derecho para mover lateralmente la banda de magnesio con un conjunto de rodillo de apriete para desviarse de la bobinadora caliente de la derecha durante la alimentación final de la banda a la rebobinadora.

Un sistema de refrigeración de la banda 120 incluye un cabezal de refrigeración de aire forzado para reducir la temperatura de la banda antes del bobinado final en la rebobinadora. El sistema de refrigeración de la banda puede incluir refrigeración con neblina o refrigeración con agua seguida por una cuchilla de aire para secar la banda en aplicaciones en las que una etapa de procesamiento siguiente pueda tolerar alguna oxidación menor de la superficie de la banda. Un rodillo deflector de salida 122 está adyacente al sistema de refrigeración de la banda para apretar y desviar la banda de magnesio hacia la rebobinadora y proporcionar un buen ángulo de empaquetado para la

estabilidad del bobinado. La rebobinadora 124 está adyacente a un rodillo de medición de la forma para un bobinado apretado de la banda final a la dimensión del diámetro interior apropiada como se requiere por la aplicación particular de la banda de magnesio. Un empaquetador de banda 126 es una parte de la rebobinadora para iniciar el primer bobinado en el mandril de rebobinado. Un carro de la bobina de salida 128 descarga la banda de la bobina final para el movimiento hacia una ubicación fuera de la línea.

El sistema de laminador de magnesio 10 de la presente invención puede incorporar una mesa de rodillos térmicos activos 130 la cual se utiliza para invertir la laminación de la plancha o placa de magnesio. La mesa de rodillos está equipada con inyectores de aire caliente 132 los cuales son capaces de calentar desde la temperatura ambiente hasta aproximadamente 500 °C. La mesa de rodillos térmicos puede estar colocada a cada lado del sistema de laminador adyacente a las bobinas calientes y las bobinas calientes pueden no ser utilizadas para la aplicación de la placa o únicamente utilizadas parcialmente como se necesite. Las mesas de rodillos térmicos activos pueden ser movidas lateralmente fuera de la línea cuando la banda de magnesio es bobinada entre las bobinadoras calientes.

El sistema de laminador de magnesio de las figuras 1A y 1B tiene una rebobinadora de carga, un carretel de desenrollado y una rebobinadora de descarga independientes y pueden ser utilizados para la laminación de una placa de magnesio y una bobina de magnesio. El sistema de laminador de magnesio de las figuras 2A y 2B tiene un carretel de desenrollado y una rebobinadora de descarga independientes pero es una configuración únicamente para la laminación de bobina de magnesio y no incorpora una mesa de rodillos térmicos activos.

Las figuras 3A y 3B ilustran un sistema de laminador de magnesio para la laminación de bobina de magnesio el cual combina la carga y la descarga de la bobina de magnesio mediante la provisión de un carretel de desenrollado de función dual y rebobinado 134. El carretel de desenrollado de función dual y rebobinado es una unidad individual alternativa que tiene la doble función de carretel de desenrollado y carretel de rebobinado para ser utilizados para una primera separación de la bobina nueva y un bobinado final de la bobina terminada. Como se puede ver en la figura 5 la bobinadora caliente en puede tener una pista de enfilado con boquillas de aire caliente integradas 136 alimentadas mediante inyectores de aire caliente 138.

Algunas de las características y ventajas de la presente invención incluyen un sistema de laminador de magnesio que incorpora bobinadoras calientes para el procesamiento de aleaciones de magnesio diseñado para producir un enrollado apretado y una tensión de retorno hacia la banda que está siendo laminada mientras mantiene la temperatura de laminación apropiada. Las bobinadoras calientes son del tipo de convección para un calentamiento más rápido que consiste en un ventilador de recirculación, un intercambiador de calor, conductos aislados, válvulas de aire modulado y boquillas de aire superior, inferior y laterales para forzar aire caliente contra la superficie de la bobina que está siendo enrollada. Un ventilador de escape adicional asegurará la presión negativa de la bobinadora caliente para evitar la dispersión de calor en el entorno de trabajo. Una extensión de la cámara de calefacción separada rápidamente eleva la temperatura en los extremos de la banda. La cámara está colocada por encima de la cola de la bobina que permanece fuera de la cubierta de la bobinadora caliente cuando la bobina está completamente enrollada sobre una de las bobinadoras calientes. La cola debe permanecer fuera de la cubierta para facilitar el volver a enfilado en el tren de laminación para la siguiente pasada. La cámara de calefacción está construida sobre el plano articulado del rodillo deflector. Este diseño coloca la cámara cerca de la cola cuando el rodillo deflector está cerrado y optimiza la transferencia de calor. La cámara está equipada con expulsores de aire caliente capaces de calentar el aire del ambiente hasta 500 °C.

El sistema de laminador de magnesio de la presente invención proporciona que la bobina caliente sea evitada moviendo lateralmente las mesas de alimentación. La mesa de rodillos con un rodillo de apriete agarrará la banda que está siendo alimentada al tren de laminación o hacia la rebobinadora para evitar el área de la bobinadora caliente. La mesa de rodillos es entonces retraída hasta la posición de reposo cuando la aleación de magnesio es procesada a través de las bobinadoras calientes.

Otra ventaja del sistema de laminador de la presente invención es un sistema de accionamiento principal independiente de doble velocidad para la laminación asimétrica para el procesamiento de magnesio utilizando dos motores principales independientes. La velocidad baja se utiliza para proporcionar un momento de torsión alto como se requiere para una laminación asimétrica cuando la banda y la mordedura del rodillo son forzadas y tiradas por los dos rodillos de trabajo para mejorar el refinamiento de la microestructura mediante el incremento de la cizalladura y la generación de calor. La microestructura resultante es menos propensa a agrietarse durante las operaciones de formación subsiguientes. Alternativamente, un sistema de accionamiento principal independiente de doble velocidad para la laminación asimétrica para el procesamiento de magnesio utiliza un sistema de regeneración mecánico con un motor principal individual y un accionamiento accionado por engranajes diferenciales.

Otra ventaja de la presente invención es el calentamiento del rodillo de trabajo interiormente y exteriormente para la laminación de magnesio. El calentamiento exterior es mediante calentamiento por inducción para la superficie del rodillo. Los inductores son del tipo de zona para permitir una temperatura diferencial a través del rodillo con eso es posible una corona del rodillo térmico controlada para la corrección de la forma/perfil de la banda. El calentamiento interior se asegura mediante elementos de calefacción eléctricos específicos colocados en el núcleo del rodillo que producen un buen contacto térmico con el cuerpo de rodillo para transferir calor rápidamente. La temperatura del



5 rodillo será de aproximadamente 300 °C para evitar extracción de calor a partir de la banda que está siendo laminada cuando entra en contacto con los rodillos de trabajo. Para mejorar la salida de la producción del tren de laminación, bobinas previamente calentadas pueden estar colocadas en el carretel de desenrollado y directamente alimentadas al tren de laminación. Esto reducirá o eliminará la necesidad de cualquier calentamiento en el tren de laminación antes de la primera pasada.

10 Para proporcionar la posibilidad de una refrigeración acelerada a fin de suprimir cualquier tendencia al crecimiento del grano en el rebobinado después de la refrigeración, el sistema de laminador de magnesio incluye un sistema de refrigeración que mantiene las propiedades físicas mejoradas de la plancha de grano fino producida por el tren de laminación.

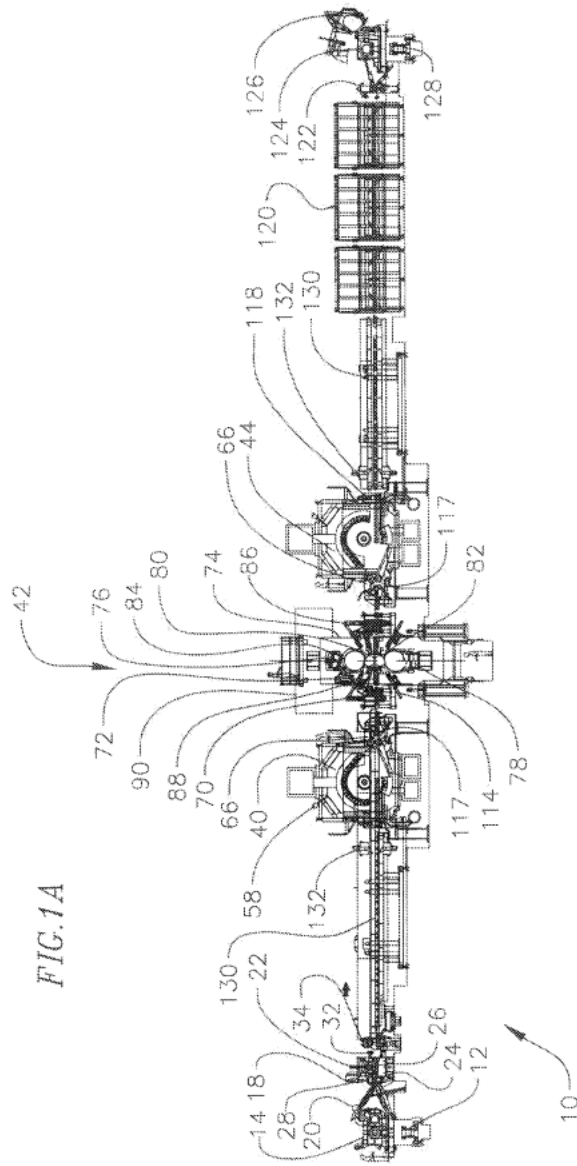
15 Mesas de rodillos aisladas y calentadas con cubiertas pueden estar colocadas a ambos lados del laminador para calentar la placa de magnesio a la temperatura requerida para la laminación y pueden estar colocadas tanto fuera de las bobinadoras calientes y/o entre las bobinadoras calientes como en el laminador. En la posición incorporadas elevarán la temperatura de la banda que está siendo laminada entre las bobinadora calientes.

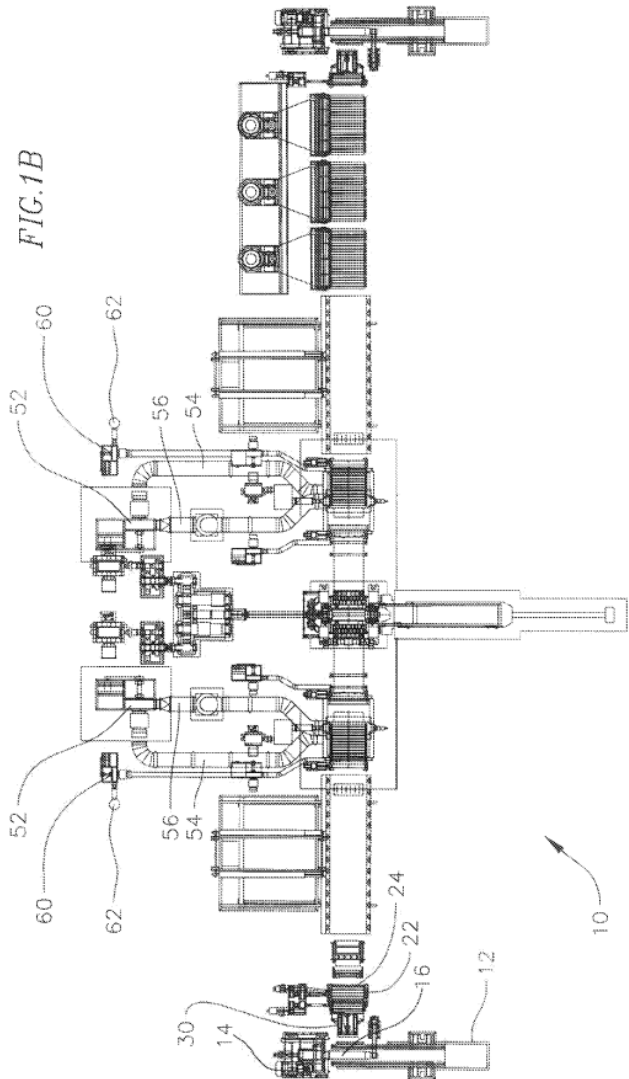
20 Otra ventaja del sistema de laminador de magnesio de la presente invención es la utilización de un carretel de desenrollado de función dual y un conjunto de rebobinado el cual reduce la longitud total global de la línea y los costes de inversión del sistema. La expansión del mandril en el conjunto puede estar controlada a dos diámetros, un diámetro mayor para manipular bobinas de ojo abierto que normalmente son producidas por un moldeador de doble rodillo y un segundo diámetro menor para acomodar la utilización de carretel de modo que el material laminado más delgado pueda ser enrollado en estos carretes para operaciones de procesamiento subsiguientes.

25 Aunque la presente invención ha sido descrita e ilustrada con respecto a varias formas de realización de la misma, se debe entender que se pueden realizar cambios y modificaciones a la misma los cuales están dentro del ámbito de la invención como se reivindica más adelante en este documento.

**REIVINDICACIONES**

1. Un tren de laminación de magnesio (10) que comprende:
  - 5 un laminador de inversión (42) que tiene por lo menos dos rodillos de trabajo para la laminación de plancha de magnesio;
  - una bobinadora caliente (40, 44) colocada a cada lado del laminador para el calentamiento y el mantenimiento de una temperatura deseada de la plancha de magnesio que está siendo laminada por el laminador;
  - 10 caracterizado por que la bobinadora caliente (40, 44) es un calentador del tipo de convección que tiene un alojamiento aislado y boquillas de aire (136) en el interior del alojamiento para dirigir aire caliente contra la plancha de magnesio.
- 15 2. El tren de laminación de la reivindicación 1 en el que la bobina caliente (40, 44) incluye un ventilador de escape (60).
- 20 3. El tren de laminación de la reivindicación 1 adicionalmente comprendiendo una extensión de la cámara de calefacción adyacente a la bobinadora caliente (40, 44) para calentar un extremo de la plancha de magnesio fuera de la bobinadora caliente.
- 25 4. El tren de laminación de la reivindicación 1 adicionalmente comprendiendo una mesa de rodillos térmicos activos (130) para calentar una plancha de magnesio o una placa de magnesio.
- 30 5. El tren de laminación de la reivindicación 4 en el que la mesa de rodillos térmicos (130) tiene inyectores de aire caliente para calentar la plancha de magnesio o la placa de magnesio.
6. El tren de laminación de la reivindicación 1 adicionalmente comprendiendo un sistema de accionamiento del tren de laminación (92) en el que los rodillos de trabajo son accionados independientemente para una laminación asimétrica de la plancha de magnesio.
- 35 7. El tren de laminación de la reivindicación 6 en el que cada rodillo de trabajo es accionado por un motor independiente (94, 96).
- 40 8. El tren de laminación de la reivindicación 6 en el que un rodillo de trabajo es accionado mediante un motor independiente principal (110) y otro rodillo de trabajo es accionado mediante un sistema de engranajes diferenciales y un motor auxiliar (112).
- 45 9. El tren de laminación de la reivindicación 1 en el que los rodillos de trabajo son calentados exteriormente por inductores de zona para permitir una temperatura diferencial a través del ancho del rodillo de modo que se produce una corona térmica del rodillo controlada para la corrección del perfil o la forma de la banda de plancha de magnesio.
10. El tren de laminación de la reivindicación 1 en el que los rodillos de trabajo tienen elementos de calefacción interiores en el interior de un núcleo de los rodillos de trabajo.
- 50 11. El tren de laminación de la reivindicación 1 adicionalmente comprendiendo por lo menos una mesa de alimentación y un rodillo de apriete (22).
- 55 12. El tren de laminación de la reivindicación 1 adicionalmente comprendiendo una estación de carga de la bobina caliente y de desenrollado.
13. El tren de laminación de la reivindicación 1 adicionalmente comprendiendo un sistema de refrigeración (120) para la refrigeración final de la plancha de magnesio.
- 60 14. El tren de laminación de la reivindicación 1 adicionalmente comprendiendo un carretel de desenrollado de función dual y una estación de rebobinado (134).
- 65 15. El tren de laminación de la reivindicación 1 adicionalmente comprendiendo:
  - un rodillo deflector de la bobinadora caliente de doble carrera para sellar la bobinadora caliente (40, 44); y
  - una pista de enfilado de la bobinadora caliente con boquillas de aire caliente integradas (136) alimentadas por inyectores de aire caliente, en el que la bobinadora caliente adicionalmente incluye una brida en las canalizaciones que alimentan el alojamiento aislado para el acceso al interior del alojamiento aislado.





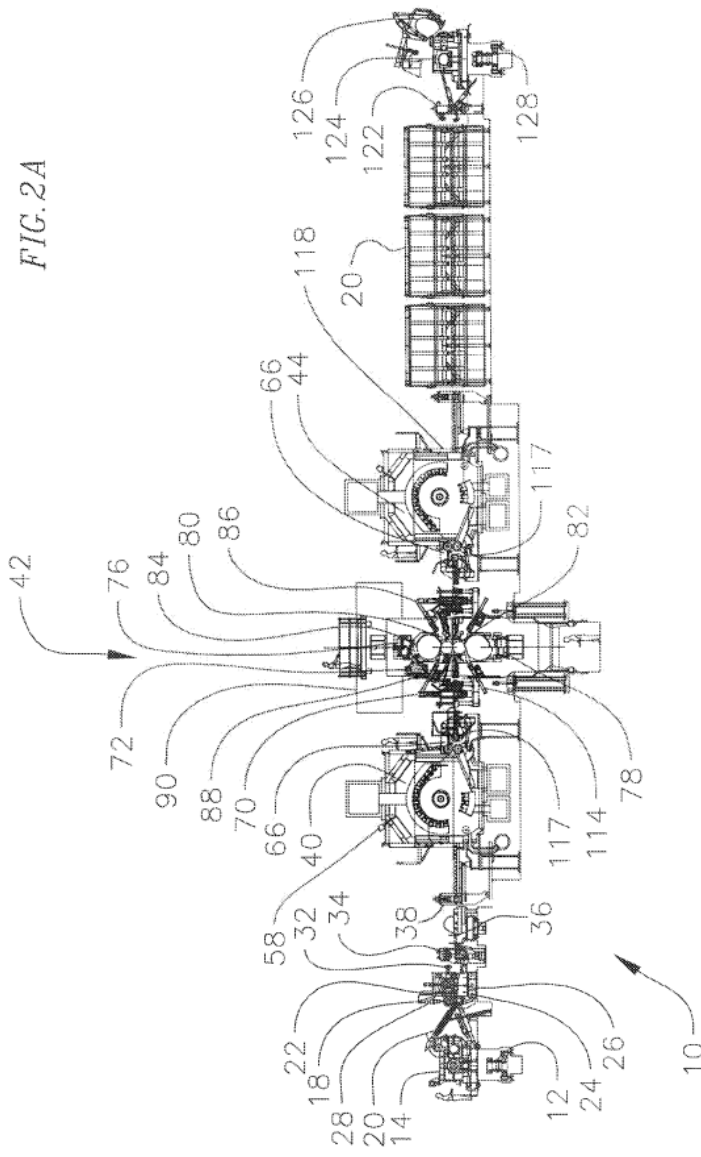


FIG. 2A

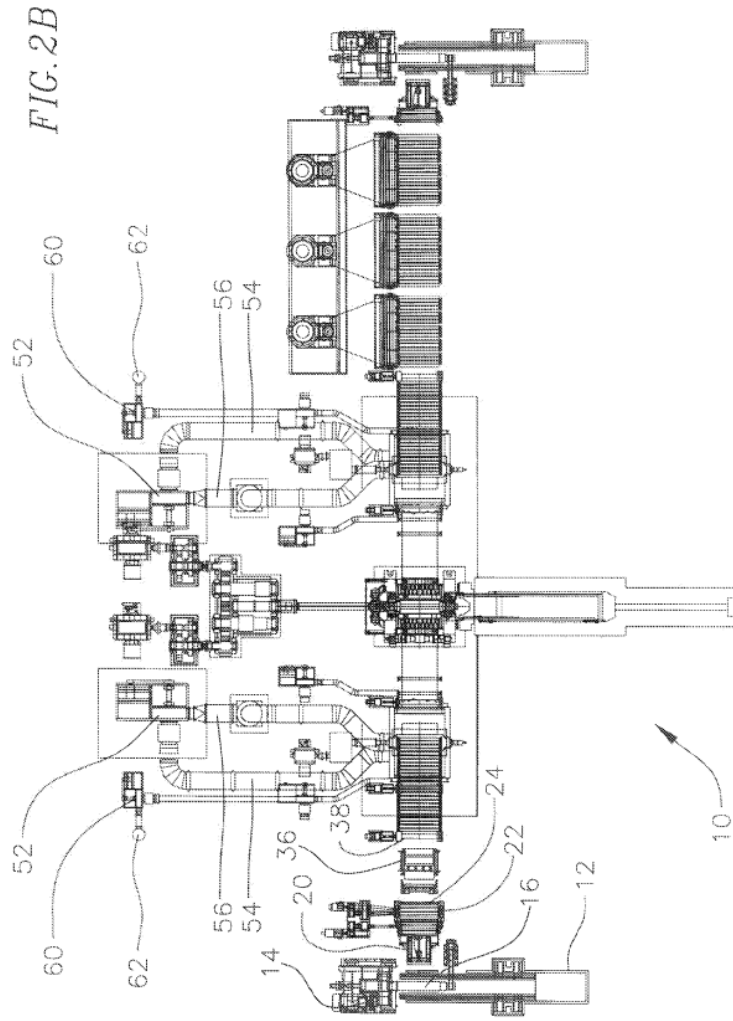
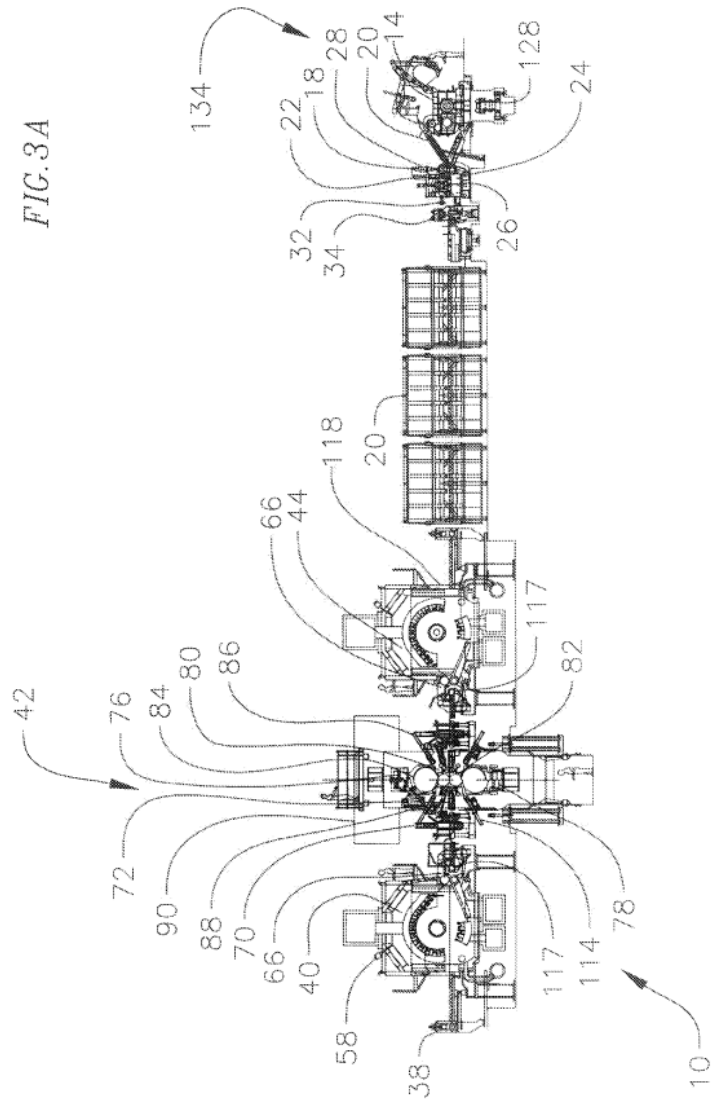


FIG. 3A



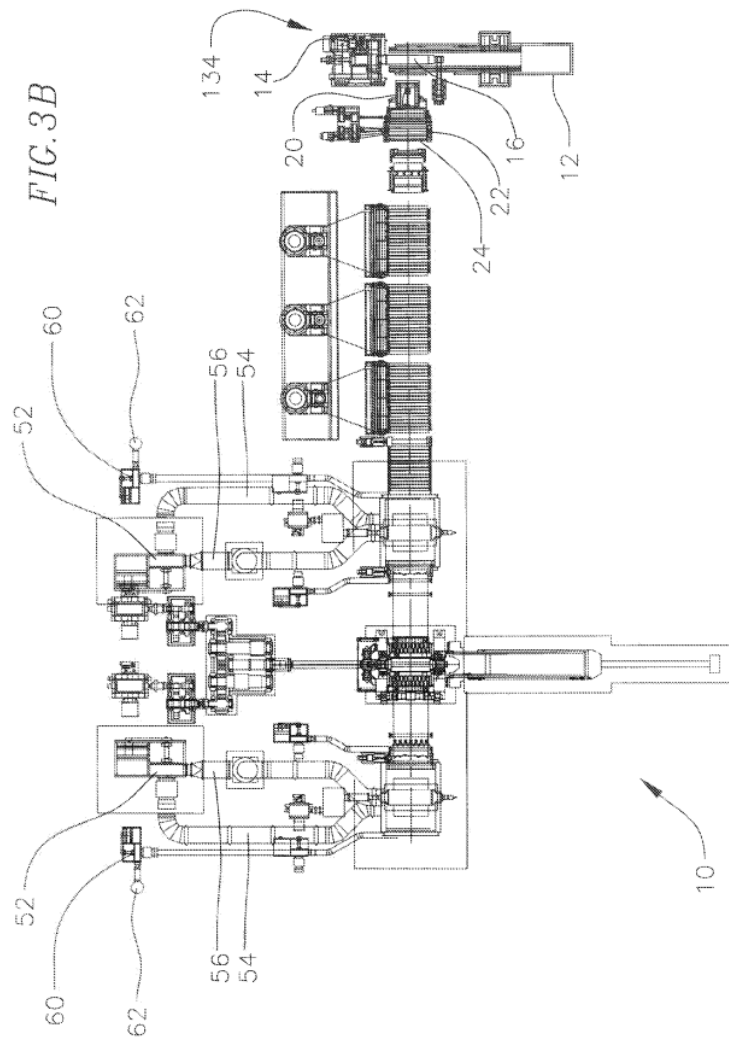




FIG. 4A

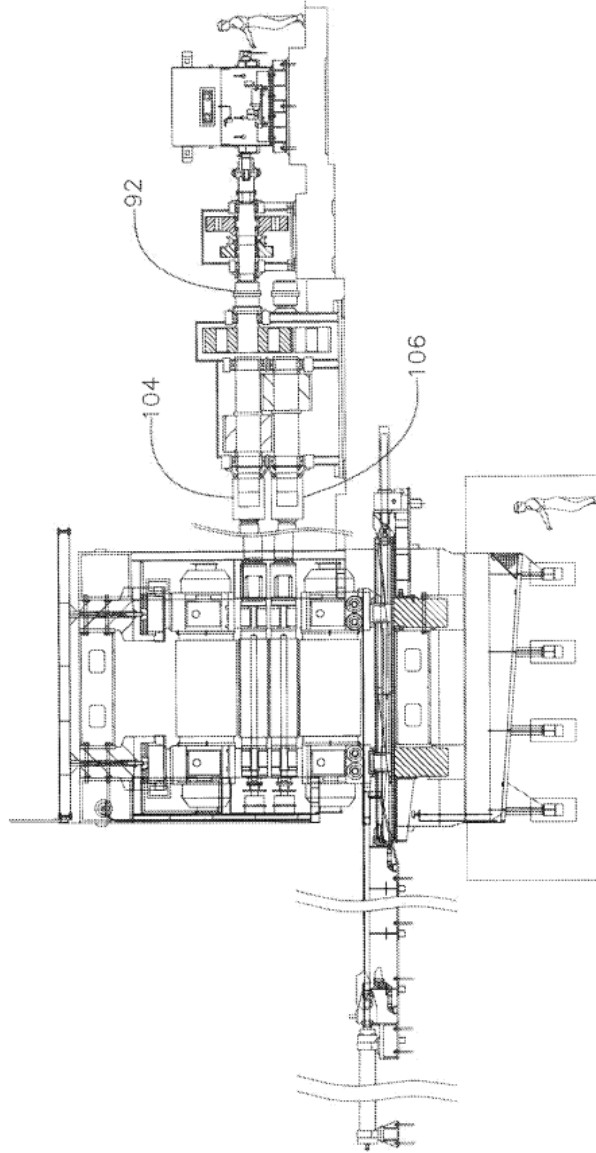
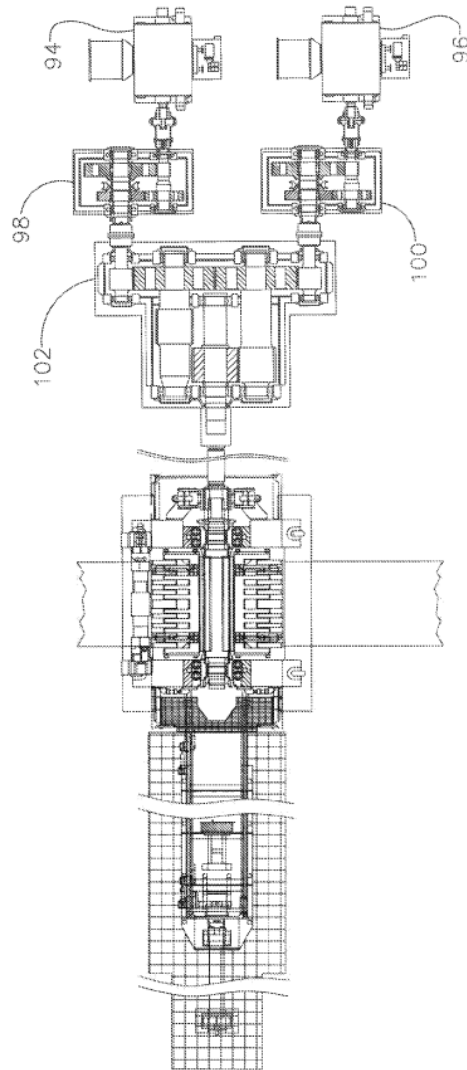


FIG. 4B



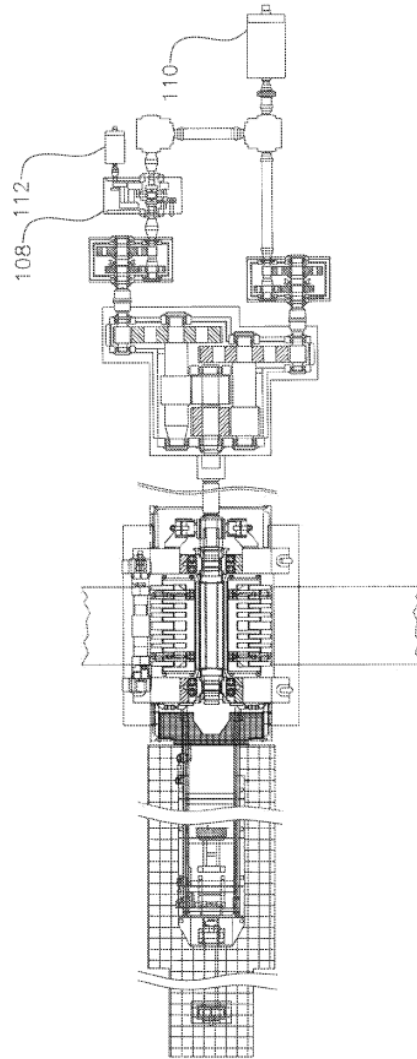


FIG. 4C

FIG. 5

