

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 562 730**

51 Int. Cl.:

**B21B 1/22** (2006.01)

**B21B 1/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.02.2012** **E 12706582 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.01.2016** **EP 2667981**

54 Título: **Procedimiento para laminar un material a ser laminado, producido en un proceso de colada en lingotera**

30 Prioridad:

**14.03.2011 EP 11002088**

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

**07.03.2016**

73 Titular/es:

**PRIMETALS TECHNOLOGIES GERMANY GMBH  
(100.0%)  
Schuhstrasse 60  
91052 Erlangen, DE**

72 Inventor/es:

**SCHMIDT, BIRGER**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 562 730 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**

Procedimiento para laminar un material a ser laminado, producido en un proceso de colada en lingotera

5 La presente invención hace referencia a un procedimiento para laminar un material a ser laminado, producido en un proceso de colada en lingotera, de un así llamado planchón o lingote, en un tren de laminación, donde antes de la laminación el material a ser laminado presenta la forma de una pirámide truncada con una superficie base, una superficie superior y cuatro superficies laterales.

10 En el caso de algunos materiales a ser laminados no es conveniente producir los mismos como productos de una colada continua, ya que se utilizaría muy poco de esos materiales a ser laminados. El así llamado material a ser laminado se produce, por ejemplo, en un proceso de colada en lingotera, y antes del proceso de laminación, a ese material se le denomina "planchón". Después de la laminación, el planchón forma una chapa o una cinta que, de forma ideal, presenta la forma de un ortoedro. Durante la colada en lingotera se utiliza una coquilla que se encuentra realizada de forma ligeramente cónica, donde su sección transversal disminuye hacia abajo. A través de la forma especial de la coquilla, después del endurecimiento, el planchón se separa completamente de la pared de la coquilla si para ello el planchón es extraído de la coquilla mediante unas pinzas especiales. Sin la conicidad o la forma convergente de la coquilla el planchón no podría separarse de la coquilla. Sin embargo, debido a lo mencionado el planchón adopta la forma de la coquilla y finalmente se presenta el problema de que durante la laminación debe eliminarse la doble conicidad del planchón, es decir, la forma de cuña en el grosor en altura del planchón y la forma de cuña en el ancho del planchón.

20 Un problema esencial durante la laminación de planchones consiste en lograr una forma base rectangular con un ancho constante a lo largo de la longitud de la chapa o de la cinta. Para influenciar el ancho del planchón actualmente se utilizan cilindros de compresión orientados de forma vertical, los cuales engrosan la cinta laminada en caliente, de manera que pueden reducir el ancho de la cinta en un cierto margen.

25 En las solicitudes DE 196 13 718 C1 y DE 197 57 486 A1 se describe respectivamente una instalación para producir bandas laminadas en caliente, donde antes de una primera caja de laminación horizontal se proporciona una caja de laminación vertical, con la cual se comprimen las dos áreas longitudinales de un producto moldeado semiacabado. Sin embargo, debido a ello se produce una limitación del ancho del planchón.

30 No obstante, la eliminación completa de la cuña en el ancho de los planchones en la lingotera con frecuencia no es posible en las cajas verticales fabricadas de forma normal, ya que las cajas verticales no pueden fabricarse lo suficientemente robustas. Además, el ensanchamiento posterior del material del planchón que se produce durante la laminación vertical requeriría una compensación de la cuña en su ancho. El ensanchamiento posterior tiene lugar porque la disminución del ancho no se distribuye de forma regular sobre el propio ancho, sino que las dos áreas del borde longitudinal del planchón se modifican en gran manera. De este modo se produce la formación de los así llamados dogbones (huesos de perro) por su forma.

35 En la solicitud JP 58-044904 A se describe un procedimiento de laminación para una placa metálica con una cuña en el ancho y un grosor regular que conduce a una placa más delgada con forma rectangular.

Es objeto de la presente invención posibilitar un nuevo mecanizado de un planchón en forma de pirámide truncada para formar una chapa o una cinta con una forma base rectangular con un ancho y un grosor lo más uniforme posible, donde no se prevea la utilización de cajas de laminación verticales.

40 De acuerdo con la invención, dicho objeto se alcanzará a través de un procedimiento para laminar en un tren de laminación un material a ser laminado, producido en un proceso de colada en lingotera, donde antes de la laminación el material a ser laminado presenta la forma de una pirámide truncada con una superficie base, una superficie superior y cuatro superficies laterales, donde:

45 - durante una primera secuencia de pasadas de laminación dos superficies laterales opuestas del material a ser laminado son laminadas en una primera dirección, de manera que al final de la primera secuencia de pasadas de laminación todas las superficies transversales del material a ser laminado, las cuales se encuentran orientadas en la dirección de laminación, presentan la misma superficie,

- el material a ser laminado es rotado, en particular en 90°, y

50 - durante una segunda secuencia de pasadas de laminación las dos mismas superficies laterales opuestas del material a ser laminado son laminadas en una segunda dirección, de forma transversal con respecto a la primera dirección.

La expresión "material a ser laminado" se utiliza aquí tanto para denominar el planchón o el lingote antes de la laminación, así como también su forma intermedia y su forma final, la cual éstos adoptan durante, así como después de la laminación. Como "secuencia de pasadas de laminación" se entiende una serie de pasadas de laminación sin rotación del material a ser laminado.

5 Antes del proceso de laminación, el material a ser laminado o el planchón que fue producido en una coquilla presenta una forma de cuña en el grosor, así como una forma de cuña en el ancho, debido a la geometría de la coquilla. De este modo, el planchón presenta la forma de una pirámide truncada con una superficie base, una superficie superior, que es menor que la superficie base, y cuatro superficies laterales que forman una superficie envolvente. Durante la laminación, el planchón se sitúa con una superficie lateral en un plano de apoyo horizontal.  
10 Dicha superficie lateral orientada "hacia abajo", así como la superficie lateral opuesta que se encuentra orientada "hacia arriba", durante la pasada de laminación, se ponen en contacto con los cilindros de trabajo de las cajas de laminación del tren de laminación, cuando las cajas de laminación son cajas de laminación horizontales.

El planchón se caracteriza por una longitud, donde la longitud del planchón está definida por la distancia entre la superficie base y la superficie superior. Un ancho del planchón se extiende en el plano de apoyo, de forma transversal con respecto a la longitud. Y el grosor del planchón se extiende esencialmente de forma perpendicular con respecto al plano de apoyo. El planchón por lo general ingresa hacia delante, hacia una abertura entre los cilindros de trabajo de las cajas de laminación, donde sin embargo de forma alternativa puede ingresar también de forma lateral, es decir, con una de las superficies laterales hacia delante, hacia la abertura entre cilindros, donde lo mencionado depende del tamaño del planchón. La rotación del material a ser laminado en 90° tiene lugar en el plano de apoyo, es decir la superficie lateral, con la cual el material a ser laminado se sitúa en el plano de apoyo, donde después de la rotación permanece en el plano de apoyo, modificándose solamente la orientación de la superficie base, de la superficie superior y de las otras dos superficies laterales, con respecto a la abertura entre cilindros.

La invención se basa en la idea de posibilitar una distribución favorable del material en un proceso de laminación de dos o más etapas, donde a través de dicha distribución se alcanza de modo sencillo la forma de ortoedro deseada.  
25 La distribución óptima del material tiene lugar de manera que en el extremo de la primera secuencia de pasadas de laminación, observado en la dirección de laminación, todas las superficies transversales del material a ser laminado presentan la misma superficie entre la superficie base y la superficie superior. Gracias a ello se invierte de forma particular el desarrollo en forma de cuña del material a ser laminado en la primera dirección. Durante la inversión se modifica la dirección del desarrollo convergente después de la laminación, de manera que en ese punto se presenta un desarrollo divergente. Expresado de otro modo: un engrosamiento del planchón es reemplazado por una disminución en la dirección de laminación. Al final de ese proceso, la superficie base, la superficie superior, así como todas las superficies transversales entre la superficie base y la superficie de cubierta poseen el mismo contenido de superficie, es decir que el producto del ancho y el grosor es siempre el mismo en la dirección de laminación. La redistribución del material a ser laminado, la cual resulta a partir de la inversión del desarrollo en forma de cuña de las dos superficies laterales opuestas, combinada con la laminación del material a ser laminado en dos direcciones que se sitúan de forma transversal una con respecto a otra, posibilitan un ajuste completamente automático, de alta precisión, de la geometría deseada con la ayuda de un tren de laminación, en donde no se requiere la utilización de cajas de laminación verticales. En función de la geometría final deseada del material a ser laminado es posible también una activación del tren de laminación donde no se reduzca completamente o no se compense el gradiente original de la superficie en la dirección de laminación. De acuerdo con una forma de ejecución preferente se lamina en la dirección longitudinal del material a ser laminado en la primera secuencia de pasadas de laminación, de manera que en particular se invierte la cuña en el grosor del material a ser laminado. La secuencia de pasadas de laminación puede efectuarse en varias cajas de laminación, donde para cada pasada se proporciona en particular una caja de laminación. Sin embargo, la secuencia de pasadas de laminación puede realizarse también en pocas cajas de laminación o incluso en sólo una caja de laminación en un funcionamiento reversible, donde la dirección de laminación se modifica de forma alternada. El proceso de laminación comienza en la dirección longitudinal del material a ser laminado y la primera secuencia de pasadas de laminación, la cual además se denominará como secuencia previa, sirve para reducir la diferencia de grosor original en la dirección longitudinal del material a ser laminado, estableciendo en lugar de ello un nuevo gradiente de espesor, pero en dirección opuesta con respecto al primer gradiente de espesor. De este modo se incrementa en particular la longitud del material a ser laminado.

Después de la primera secuencia de pasadas de laminación, el material a ser laminado es rotado en 90° con la ayuda de medios adecuados, de manera que ingresa lateralmente en la abertura entre cilindros. Preferentemente, en el marco de la segunda secuencia de pasadas de laminación se reduce una cuña en el ancho del material a ser laminado. En este caso "reduce" significa que después de la segunda secuencia de pasadas de laminación se regula una anchura uniforme del material a ser laminado y no se encuentra presente ningún gradiente de anchura. Durante la rotación se considera importante que la superficie lateral que se sitúa sobre un trayecto de los rodillos del tren de laminación quede atrás sobre el trayecto de los rodillos después de la rotación. Por consiguiente, se rota sólo alrededor del vector normal que se encuentra sobre esa superficie lateral. La rotación descrita alrededor del vector normal de la superficie lateral que se sitúa sobre el trayecto de los rodillos tiene lugar en particular mediante un trayecto de los rodillos de rotación. El mismo se distingue por tres características:

a) Los rodillos del trayecto de los rodillos poseen diámetros levemente diferentes a la derecha y a la izquierda (es decir que no son cilindros, sino conos truncados o están compuestos por dos cilindros de diferente diámetro).

5 b) Los rodillos del trayecto de los rodillos se encuentran dispuestos sobre el trayecto de los rodillos de manera que, de manera alternada, en un lado, rodillos (por ejemplo todos rodillos con número par) con su diámetro de gran tamaño son seguidos por rodillos (por ejemplo todos rodillos con un número impar), con su diámetro más reducido hacia el mismo lado.

c) Los rodillos se operan de forma individual.

10 Si todos los rodillos rotan en la misma dirección, el material a ser laminado es transportado "de forma normal". Pero si los rodillos con número impar rotan de forma opuesta con respecto a los rodillos con número par, entonces el material a ser laminado rotar alrededor del vector normal que se encuentra en el plano del trayecto de los rodillos.

15 De acuerdo con otra forma de ejecución preferente, el material a ser laminado es laminado con la ayuda de al menos una caja de laminación que es ajustada de manera que en cada pasada de laminación las dos superficies laterales opuestas del material a ser laminado sean laminadas por los cilindros de trabajo de la caja de laminación, en la dirección de laminación, sobre toda su longitud. Lo mencionado representa un proceso de laminación continua, donde en cada pasada de laminación los cilindros de trabajo de al menos una caja de laminación se ponen en contacto con las superficies laterales en la dirección de laminación, a lo largo de toda su superficie. Se presenta con ello una regulación dinámica de la altura de la abertura entre cilindros, donde el dimensionamiento, así como la altura de la abertura entre cilindros, se adapta de forma activa durante la pasada de laminación. En cada pasada de laminación, en el caso de un proceso de laminación continuo, se produce una modificación del grosor del material a ser laminado sobre toda la longitud del material a ser laminado, en la dirección de laminación. De este modo, el proceso continuo presenta la ventaja de que a través de pocas pasadas de laminación se logra una mayor modificación de la geometría del material a ser laminado.

20 Para alcanzar la geometría deseada del material a ser laminado se necesitan al menos dos secuencias de pasada de laminación, donde en una secuencia se lamina en la dirección longitudinal y en la otra secuencia se lamina en la dirección del ancho. Con el fin de lograr una precisión muy elevada al regular la geometría deseada, después de la segunda secuencia de pasadas de laminación pueden realizarse pequeñas correcciones de la forma del material a ser laminado, de manera que el material a ser laminado es rotado otra vez en 90° y tiene lugar otra secuencia de pasadas de laminación, nuevamente en la primera dirección.

25 La longitud del tren de laminación, de manera preferente, se reduce al mínimo al operar de forma reversible el tren de laminación, es decir que al menos una de las cajas de laminación del tren de laminación se opera de forma reversible. La elevada cantidad de pasadas se realiza en pocas cajas de laminación. En vistas de una solución en la cual particularmente se economice en espacio, todas las pasadas de laminación se realizan en una única caja de laminación, es decir que los trenes de laminación comprenden solamente una caja de laminación que puede operarse de forma reversible.

30 Un ejemplo de ejecución de la invención se explicará en detalle mediante un dibujo. De manera esquemática y muy simplificada, las figuras muestran:

Figura 1: un material a ser laminado, antes del proceso de laminación;

Figura 2: el material a ser laminado según la figura 1, después de una primera secuencia de pasadas de laminación;

35 Figura 3: una vista superior superpuesta de una geometría intermedia del material a ser laminado antes de una segunda secuencia de pasadas de laminación, así como la geometría final del material a ser laminado después de una segunda secuencia de pasadas de laminación; y

Figura 4: un corte transversal a través de la geometría intermedia y la geometría final del material a ser laminado, de manera correspondiente antes y después del final del proceso de laminación.

Los mismos símbolos de referencia poseen el mismo significado en las distintas figuras.

40 En la figura 1 se muestra un planchón que a continuación se denominará también como material a ser laminado 2, el cual es producido en un proceso de colada en lingotera. El planchón 2, en este ejemplo de ejecución, consiste en un así llamado lingote, es decir, en un bloque de un material semiconductor como el silicio. Para producir el lingote, el silicio fue fundido y fue colado en una coquilla que no se representa en detalle. Después del endurecimiento de la masa en la coquilla, el planchón 2 es retirado o extraído de la coquilla. Lo mencionado es posible gracias a la forma levemente cónica de la coquilla. De manera correspondiente, el planchón 2 presenta igualmente una conicidad doble

que se manifiesta en una cuña en el grosor y una cuña en el ancho, la cual debe ser eliminada durante la laminación, en particular durante la laminación en caliente.

Tal como puede observarse en la figura 1, el material a ser laminado 2 presenta antes de la laminación en caliente la forma de una pirámide truncada, con una superficie base 4, una superficie superior 6 y dos pares de superficies laterales 8a, 8b y 10a, 10b, trapezoidales, situadas de forma opuesta. La superficie lateral 10b conforma una superficie lateral inferior que se apoya sobre el material a ser laminado 2 durante la laminación. La superficie lateral 10a situada de forma opuesta se encuentra orientada esencialmente hacia arriba y está abierta. El material a ser laminado 2, en su forma original, se caracteriza por una longitud L que esencialmente corresponde a la distancia entre la superficie base 4 y la superficie superior 6 más reducida. Además, el material a ser laminado 2 presenta una anchura B variable que está definida perpendicularmente con respecto a la longitud L, así como igualmente un grosor D variable que sobresale desde el plano de apoyo de la superficie lateral 10b, y que aumenta de forma constante entre la superficie superior 6 y la superficie base 4.

Para eliminar el gradiente de espesor y el gradiente del ancho, el material a ser laminado 2 es laminado con la ayuda de un tren de laminación 13 que se indica en la figura 3. El tren de laminación 13 puede comprender varias cajas de laminación, donde en el ejemplo de ejecución mostrado comprende sin embargo una única caja de laminación 12 horizontal, que en la figura 3 se indica de forma simbólica a través del lingote 12. La caja de laminación 12 se opera de forma reversible, es decir que la caja de laminación puede invertir una dirección de laminación 14. Para activar la caja de laminación 12, así como el tren de laminación 13, se proporciona un dispositivo de control y/o de regulación 16 que comprende un código de programa 8 almacenado en un medio de almacenamiento que no se muestra aquí en detalle. El código de programa presenta órdenes de control, donde al ser ejecutadas dichas órdenes, el dispositivo de control y/o de regulación 16 activa el tren de laminación 13 de forma adecuada para producir la geometría deseada del material a ser laminado.

Al inicio del proceso de laminación el material a ser laminado 2 según la figura 1, con su superficie base 4 o su superficie superior 6, ingresa hacia delante en una abertura entre cilindros que no se muestra en detalle, entre dos cilindros de trabajo de la caja de laminación 12. De manera preferente, en una primera pasada, el material a ser laminado 2 ingresa hacia delante, en la abertura entre cilindros, con la superficie superior 6, donde es laminado en la dirección de su longitud L. De este modo, la abertura entre cilindros de la caja de laminación 12 es regulada de manera que las superficies laterales 10a y 10b, en cada pasada de laminación, se ponen en contacto con los cilindros de trabajo sobre toda su longitud, es decir que los cilindros de trabajo se desplazan en la dirección de laminación sobre toda la longitud del material a ser laminado 2.

Son necesarias varias pasadas de laminación para eliminar el gradiente de espesor del material a ser laminado 2. La primera secuencia de pasadas de laminación se denomina secuencia previa. Al final de la secuencia previa, el desarrollo en forma de cuña se invierte desde la superficie superior 6 hacia la superficie base 4, de manera que la superficie superior 6 ahora es más gruesa que la superficie base 4. Esta geometría intermedia del material a ser laminado 2a se muestra en la figura 2. Después de la secuencia previa, el material a ser laminado 2a presenta la forma de un hexaedro irregular, donde las superficies laterales 8a, 8b, 10a, 10b se encuentran además diseñadas de forma trapezoidal, pero convergen cada dos superficies laterales 8a, 8b, 10a, 10b adyacentes, en la dirección inversa. En esta fase, el material a ser laminado 2 presenta la propiedad referida a que la superficie base 4, la superficie superior 6 y todas las superficies transversales en la dirección longitudinal (L) del material a ser laminado (2) presentan la misma superficie o los mismos contenidos de superficie a pesar de sus diferentes geometrías. Esto significa que para cada lugar (x) en la dirección longitudinal (L) el producto en base al ancho b(x) y el grosor d(x) del material a ser laminado es el mismo, tal como aquel de la sección transversal situada previamente o a continuación:

$$b(x-1) * d(x-1) = b(x) * d(x) = b(x+1) * d(x+1) \quad \text{para } x \text{ desde } 0 \text{ hasta } L$$

Esta distribución del material es decisiva para el proceso posterior, ya que en base a esa geometría del material a ser laminado 2 puede alcanzarse la forma de un ortoedro deseada en pocas pasadas de laminación, cuando el material a ser laminado 2a es laminado de forma perpendicular con respecto a su dirección longitudinal.

Por lo tanto, el material a ser laminado 2a es rotado en aproximadamente 90° después de finalizada la secuencia previa, donde además se apoya sobre su superficie lateral 10b, aún orientada hacia abajo. Durante la rotación, el material a ser laminado 2 se orienta con respecto a la caja de laminación 12, de manera que el material a ser laminado 2 ingresa con sus superficies laterales 8a, 8b en la abertura entre cilindros de la caja de laminación 12. Las direcciones de desplazamiento del material a ser laminado 2a durante una segunda secuencia de pasadas de laminación, una así llamada secuencia de ensanchamiento, se muestra en la figura 3 a través de la flecha 14. El trapecio rayado muestra el material a ser laminado 2a antes de la secuencia de ensanchamiento y el lingote 2b blanco, superpuesto, representa el material a ser laminado 2 al final de la secuencia de ensanchamiento. Esta segunda secuencia de pasadas de laminación sirve para suprimir el gradiente del ancho. Al final de esa secuencia de pasadas de laminación esencialmente se alcanza la forma deseada de la chapa.

La figura 4 ilustra la orientación del material a ser laminado 2 con respecto a la abertura entre cilindros durante la secuencia de ensanchamiento. El cuadrángulo rayado muestra el material a ser laminado 2 antes de la secuencia de ensanchamiento y el cuadrángulo 2b blanco muestra un corte transversal a través del material a ser laminado 2 después de dicha secuencia.

- 5 Para finalizar el proceso de laminación, el material a ser laminado 2 puede ser rotado nuevamente en 90° de forma opcional, y puede continuar siendo laminado dentro del marco de una secuencia de acabado, para alcanzar una precisión particularmente elevada en cuanto a la forma deseada del material a ser laminado 2.

10 También durante la secuencia de ensanchamiento, así como eventualmente durante la secuencia de acabado, tiene lugar una laminación continua de las superficies laterales 10a, 10b; donde los cilindros de trabajo de la caja de laminación 12 entran en contacto con las superficies laterales 10a, 10b sobre toda su longitud. En comparación con métodos de laminación tradicionales, discontinuos, para el mecanizado de planchones, en particular mediante cajas de laminación verticales, este procedimiento ofrece la ventaja de que en cada pasada de laminación se mecaniza una superficie de mayor tamaño del material a ser laminado 2 y de que esencialmente se evitan expansiones posteriores.

15

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para laminar en un tren de laminación (13) un material a ser laminado (2), producido en un proceso de colada en lingotera, donde antes de la laminación el material a ser laminado (2) presenta la forma de una pirámide truncada con una superficie base (4), una superficie superior (6) y cuatro superficies laterales (8a, 8b, 10a, 10b), donde:
- durante una primera secuencia de pasadas de laminación dos superficies laterales opuestas (10a, 10b) del material a ser laminado (2) son laminadas en una primera dirección ( $R_1$ ), de manera que al final de la primera secuencia de pasadas de laminación todas las superficies transversales (4, 6) del material a ser laminado (2), las cuales se encuentran orientadas en la dirección de laminación, presentan la misma superficie,
  - 10 - el material a ser laminado (2) es rotado,
  - durante una segunda secuencia de pasadas de laminación las dos mismas superficies laterales opuestas (10a, 10b) del material a ser laminado (2) son laminadas en una segunda dirección ( $R_2$ ), de forma transversal con respecto a la primera dirección ( $R_1$ ).
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, donde la laminación se efectúa en la primera secuencia de pasadas de laminación a lo largo de una longitud (L) del material a ser laminado (2).
3. Procedimiento según la reivindicación 2, donde la segunda secuencia de pasadas de laminación se efectúa a lo largo de una anchura (B) del material a ser laminado (2) y se suprime una cuña en el ancho del material a ser laminado (2).
- 20 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde el material a ser laminado (2) es laminado con la ayuda de al menos una caja de laminación (12) y la caja de laminación (12) se ajusta de manera que en cada pasada de laminación las dos superficies laterales opuestas (10a, 10b) del material a ser laminado (2) son laminadas por cilindros de trabajo de la caja de laminación (12) sobre toda su longitud, en la dirección de laminación (14).
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde el material a ser laminado (2) es rotado después de la segunda secuencia de pasadas de laminación y se realiza otra secuencia de pasadas de laminación en la primera dirección ( $R_1$ ).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde el tren de laminación (13) es operado de forma reversible.
- 30 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, donde todas las secuencias de pasada de laminación se realizan en una única caja de laminación (12).

FIG 1

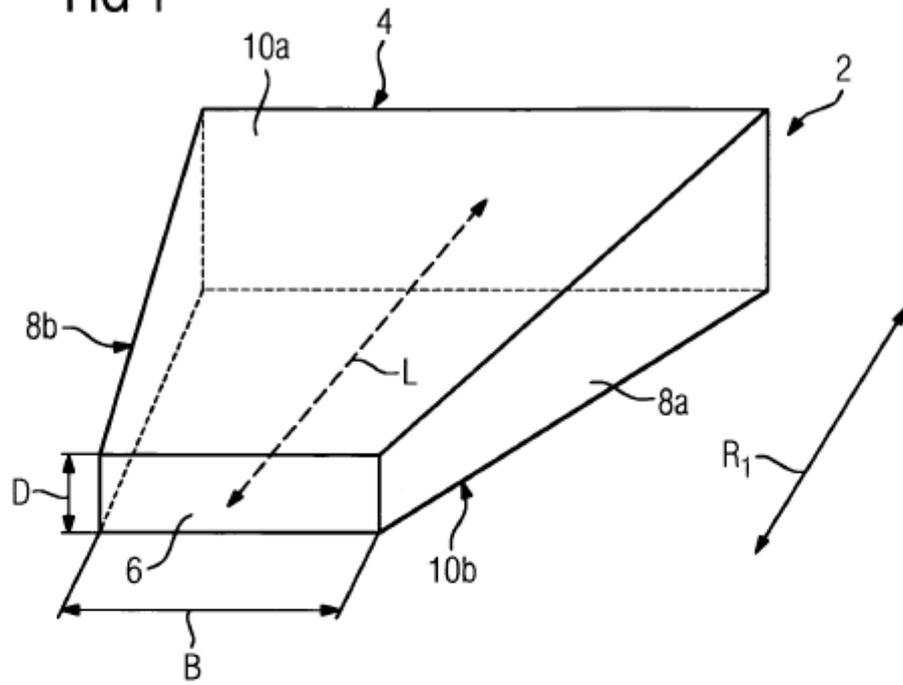


FIG 2

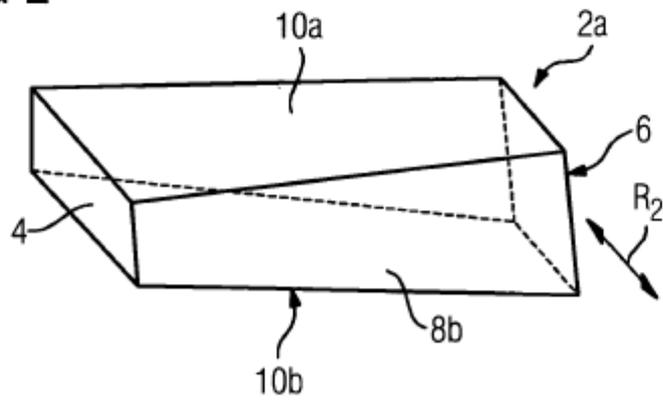


FIG 3

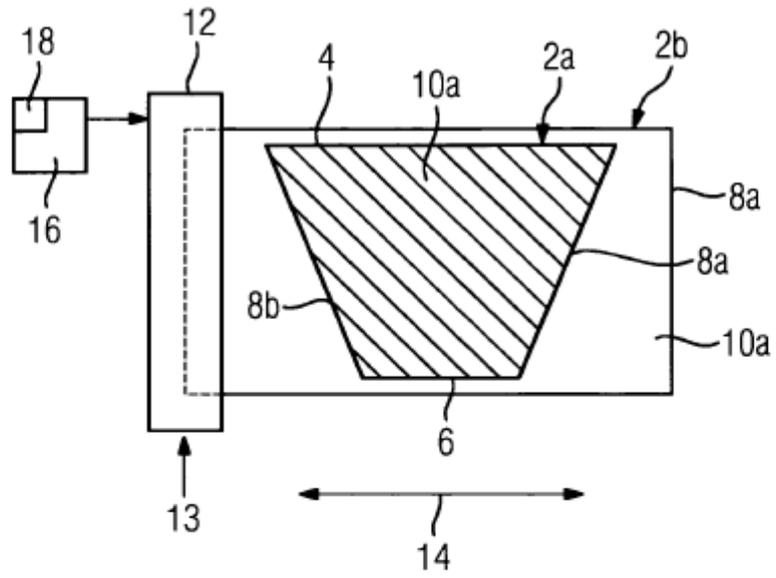


FIG 4

