



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 288 623**

51 Int. Cl.:
B21B 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03765060 .3**

86 Fecha de presentación : **18.07.2003**

87 Número de publicación de la solicitud: **1534441**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **01.06.2005**

54 Título: **Procedimiento y planta para la laminación en caliente de raíles.**

30 Prioridad: **19.07.2002 IT MI02A1594**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.01.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.01.2008

73 Titular/es:
DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.p.A.
Via Nazionale, 41
35042 Buttrio, UD, IT

72 Inventor/es: **Burco, Franco;**
Maestrutti, Loris y
Schroeder, Joerg

74 Agente: **Álvarez López, Fernando**

ES 2 288 623 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 y planta para la laminación en caliente de raíles.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a una planta para la producción mediante laminación en caliente de objetos como vigas metálicas, en particular raíles de ferrocarril y materiales laminables similares.

Técnica anterior

10 La producción por laminación en caliente de raíles de ferrocarril en cajas de laminación apropiadas es conocida.

La operación de laminación para un raíl generalmente comprende una operación de desbaste del lingote o tocho en una o más cajas de desbaste, opcionalmente la pasada en una sección de trabajo intermedia y luego una operación de acabado en una fase de acabado. El desarrollo de líneas ferroviarias de alta velocidad requiere tolerancias de trabajo
15 más rigurosas en los raíles que en el caso de los raíles de líneas ferroviarias normales.

El documento JP-A-3086301 describe un procedimiento de laminación de raíles que comprende un paso en un tren de laminación en bruto, en un tren de laminación universal, en un tren de bordeado, un segundo tren de laminación universal y un tren de laminación final.

20 Un problema que subyace en la presente invención es proporcionar un procedimiento y una planta, para laminaciones de raíles, capaces de producir raíles con una mayor calidad, en términos de tolerancias dimensionales y de la superficie, mientras que se limite el número de cajas de laminación.

25 Tal problema se soluciona, según un primer aspecto de la presente invención, mediante un procedimiento para la producción de raíles y productos similares según la reivindicación 1. Según un segundo aspecto de la presente invención, el problema indicado en más detalle anteriormente se soluciona proporcionando una planta de laminación según la reivindicación 11.

30 Una ventaja adicional de un procedimiento y una planta como se describe anteriormente, además de un buen compromiso entre la buena tolerancia dimensional y superficial y de un número limitado de cajas de laminación, es una alta productividad.

35 El número limitado de cajas produce un coste de inversión inicial inferior y un coste inferior para la transformación del producto: De hecho, siendo capaz de realizar la laminación con dos o tres cajas laminando simultáneamente la misma barra a temperaturas globales mayores que en las cajas que no laminan la misma barra, y es por lo tanto posible reducir el número de pasadas de laminación.

40 Adicionalmente la sección de laminación intermedia de tres cajas, respecto al control de la velocidad de rotación de los cilindros y otros parámetros de proceso, es relativamente simple de controlar.

45 Según un aspecto adicional de la presente invención, se describe un procedimiento para la producción de raíles y productos similares a través de la laminación que comprende la operación de acabado de una barra transformada en un raíl semi-trabajado, caracterizado porque dicha operación de acabado comprende una pasada de laminación en una caja universal equipada con un primer cilindro vertical capaz de trabajar la base de dicho raíl, y un segundo cilindro vertical capaz de trabajar la cabeza (T) de dicho raíl, y dichos cilindros verticales primero y segundo son capaces de laminar dicha cabeza (T) y dicha base (B) simultáneamente.

50 Actualmente, en la laminación de raíles, la pasada de acabado se realiza en cajas de laminación semi-universales -equipadas con un único cilindro de laminación vertical- o, a veces, en cajas de bordeado de cilindros superpuestos.

Tal procedimiento de acabado permite la realización de raíles con mayor precisión dimensional, en particular la altura y forma de la cabeza del raíl acabado.

55 Se proporcionan también formas de realización preferidas que permiten el logro de un buen acabado de la superficie y mejoran además la precisión dimensional del raíl laminado. Los procedimientos de acabado según este aspecto adicional de la presente invención se pueden usar tanto en combinación con procedimientos de laminación intermedios, según los aspectos precedentes de la presente invención, descritos más anteriormente, como en combinación con procedimientos de trabajo intermedios de raíles según la técnica conocida.

60 Lista de las figuras

Ventajas adicionales de la presente invención se harán obvias, para la persona experta, por la siguiente descripción detallada de una forma de realización dada a modo de ejemplo no excluyente, con referencia a las siguientes figuras, de las que:

65 la Fig. 1 muestra esquemáticamente una forma de realización de una planta de laminación para llevar a cabo un procedimiento según la invención;

la Fig. 2 muestra esquemáticamente la secuencia de las operaciones de laminación llevadas a cabo en la planta de la Fig. 1, según una forma de realización de un procedimiento según la invención;

la Fig. 3 muestra esquemáticamente una vista en sección de una caja de acabado de la planta de la Fig. 1 según una primera forma de realización de un procedimiento según la presente invención;

la Fig. 4 muestra esquemáticamente una vista en sección de una caja de acabado de la planta de la Fig. 1 según una segunda forma de realización de un procedimiento según la presente invención;

la Fig. 5 muestra esquemáticamente una vista en sección de una caja de acabado de la planta de la Fig. 1 según una tercera forma de realización de un procedimiento según la presente invención;

la Fig. 6 muestra esquemáticamente una vista en sección de una caja de acabado de una planta de la Fig. 1 según una cuarta forma de realización de un procedimiento según la presente invención.

Descripción detallada de la invención

En la presente descripción, la expresión “relación de reducción” ρ significa la relación (opcionalmente expresada como un porcentaje) entre la reducción a la que el área S de cada sección de barra se somete en cada pasada de laminación, y el área de la sección de la barra antes de la pasada de laminación, $\rho = (S_{\text{antes}} - S_{\text{después}}) / S_{\text{antes}}$.

La Fig. 1 muestra esquemáticamente una forma de realización preferida de una planta de laminación en caliente para raíles de ferrocarril según la presente invención.

Las barras producidas, por ejemplo por una planta de fundición continua (no mostrada) son en primer lugar laminadas en bruto en un primer grupo de cajas de desbaste 1, y opcionalmente en un segundo grupo de cajas de desbaste 2; luego llegan a una sección intermedia, indicada globalmente por el número 3. Surgiendo de dicha sección de trabajo intermedia 3, las barras son enviadas a una estación de acabado que consiste en una caja de acabado 4 y de ésta a las estaciones de trabajo sucesivas (enfriamiento de la placa, tratamientos térmicos etc.).

En la presente solicitud de patente, la expresión “caja de acabado” o “estación de acabado” significa la caja de la línea de laminación que realiza la última pasada de laminación, realizando los últimos ajustes dimensionales en el raíl.

Según un aspecto de la presente invención, la sección de trabajo intermedia 3 comprende, en dirección aguas arriba - aguas abajo a lo largo de la línea de laminación de las barras, una primera caja universal 30, una segunda caja universal 32, una caja de bordeado dúo 31 colocada entre las cajas universales primera y segunda 30, 32. Las cajas universales primera y segunda 30, 32 y la caja de bordeado de cilindros superpuestos 31 son reversibles y están ubicadas a lo largo de un único eje de laminación, a tales distancias la una de la otra como para que engranen las tres simultáneamente la misma barra durante la laminación (excepto en el caso en el que una caja esté realizando una pasada “falsa”, en la que las cajas que engranen simultáneamente una barra sean a lo sumo dos).

De manera ventajosa las distancias entre los cilindros horizontales de las cajas universales primera y segunda 30, 32, y la caja de bordeado de cilindros superpuestos 31 son lo más cercanas posible: esto permite realizar las diversas pasadas de laminación a temperaturas por término medio que son más altas, reduciendo el desgaste de los cilindros o, de manera equivalente, permitiendo mayores relaciones de reducción en cada pasada y/o un número inferior de pasadas (en la forma de realización particular descrita ha sido posible reducir las pasadas a sólo tres).

Según un primer aspecto de la presente invención, la sección de laminación 3 realiza la laminación de la barra semi-trabajada según el siguiente procedimiento, perfilado en la Figura:

La barra semi-trabajada se somete a una primera pasada de laminación U1 en la segunda caja universal 32 -los cilindros de la primera caja universal 30 se abren inicialmente y por lo tanto realizan una primera pasada falsa D1; luego la dirección de avance de la barra es invertida y la barra a trabajar pasa de nuevo a la sección de laminación intermedia 3 experimentando una primera pasada de laminación E1 en una primera ranura de trabajo de la caja de bordeado de cilindros superpuestos 31, y luego una primera pasada U2 en la primera caja universal 30.

La caja de bordeado de cilindros superpuestos 31 es móvil entre diferentes posiciones, de tal modo que permita el posicionamiento, a lo largo del eje de laminación de las dos cajas universales 30, 32, de diferentes ranuras o ranuras de laminación para hacer diferentes pasadas de bordeado de cilindros superpuestos.

De manera ventajosa la primera pasada de laminación U1 en la segunda caja universal 32 se lleva a cabo con una relación de reducción ρ_1 mayor que la relación de reducción ρ_2 de la primera pasada de laminación U2 en la primera caja universal 30, preferentemente suponiendo que ρ_1 es aproximadamente igual al 20% y ρ_2 aproximadamente igual al 16%; sin embargo tales valores pueden ser variados y adaptados como una función de las necesidades específicas (como, por ejemplo, la forma y las dimensiones de los raíles que se han de laminar, temperatura etc.). Preferente-

ES 2 288 623 T3

mente ρ_1 es seleccionado de entre aproximadamente 10% y aproximadamente 30% y ρ_2 es seleccionado de entre aproximadamente 3% y aproximadamente 25%.

De manera ventajosa, antes de experimentar la primera pasada de laminación U1 en la caja universal 32, la barra es originada en los dos trenes de desbaste 1 y 2 es aún más desbastada con una pasada de laminación E2 en una segunda ranura de laminación de la caja de bordeado de cilindros superpuestos 31: si está presente, la sección intermedia 3 a tal distancia del tren de desbaste 1, 2 para que la barra, cuando se está trabajando en la sección intermedia 3 ya no esté mantenida por los cilindros de los trenes de desbaste 1, 2. La operación E2 se puede realizar en la sombra de otras operaciones de tales trenes de desbaste 1, 2 suprimiendo una pasada de trabajo de ellos y reduciendo el tiempo de laminación general.

Preferentemente, cuando la barra pasa de nuevo, en una dirección aguas abajo - aguas arriba, a la sección de trabajo intermedia 3, después de la inversión del movimiento de la siguiente barra hacia la primera laminación U1 en la segunda caja universal 32 y antes de la primera pasada de laminación E1 en la caja de bordeado de cilindros superpuestos 31, la barra se somete a una segunda pasada de laminación U3 en la segunda caja universal 32 (para llevar a cabo la pasada U3, después de la pasada U1 los cilindros de la caja 32 son acercados): como se dijo anteriormente, la primera pasada de laminación U2 en la primera caja universal 30, la primera pasada de laminación E1 en la caja de bordeado de cilindros superpuestos 31 y la segunda pasada de laminación U3 en la segunda caja universal 32 se puede llevar a cabo con las tres cajas 30, 31, 32 manteniendo simultáneamente la barra (los raíles generalmente tienen longitudes finales que varían desde 60 m hasta más de 100 m; las puntas usadas para hacer repuestos y otros elementos extra tienen longitudes más cortas sin embargo).

Según el ciclo de trabajo preferido perfilado en la Fig. 2, después de la primera pasada de laminación U2 en la primera caja universal, la dirección de avance de la barra es invertida de nuevo y la barra se somete a una segunda pasada de laminación U4 en la primera caja universal 30 (en los mismos cilindros de laminación que la pasada U2, pero para llevar a cabo la pasada U4 los cilindros de la caja 30 son acercados entre sí), y sucesivamente una tercera pasada de laminación E3 en una tercera ranura de laminación de la caja de bordeado de cilindros superpuestos 31; los cilindros de la segunda caja 32 se abren ahora y no realizan ninguna laminación en la barra (segunda pasada falsa D2), que es enviada a la estación de acabado 4.

Preferentemente la pasada de laminación U3 se lleva a cabo con una relación de reducción p_3 comprendida entre aprox. 10% y aprox. 30%, y en particular aproximadamente igual al 16%, la pasada de laminación U4 se lleva a cabo con una relación de reducción p_4 comprendida entre aprox. 3% y aprox. 20% y, en particular, aproximadamente igual al 8%. Según el ciclo de trabajo preferido que se acaba de describir, las pasadas de desbaste y de laminación más dura U1 (y opcionalmente U3), con las mayores relaciones de reducción, sólo se llevan a cabo en la segunda caja universal 32, mientras que las pasadas U2 (y opcionalmente U4) que, con relaciones de reducción más pequeñas, se llevan todas a cabo en la primera caja universal 30: de esta manera el mayor desgaste de las operaciones de desbaste y las deformaciones iniciales U1, U3 conciernen sólo a la segunda caja universal 32, mientras que las pasadas de laminación sucesivas U2, U4 -que se pueden considerar las pasadas de pre-acabado- se llevan a cabo exclusivamente en la primera caja universal 30, que está por lo tanto sometida a menos desgaste y consigue asegurar tolerancias -de forma y acabado de la superficie- suficientemente precisas en la barra que surge de la sección 3, durante una vida útil de trabajo más larga respecto a plantas en las que tanto las pasadas de desbaste y de laminación en bruto como las pasadas de pre-acabado finales se realizan en una sección de laminación intermedia en la misma caja universal: de hecho, en el ciclo de trabajo de la Fig. 2, la primera caja universal 30 compensa las desviaciones de forma que recibe la barra de la segunda caja universal 32 que se deteriora más rápidamente.

También, el acabado de la superficie del raíl laminado con los procedimientos según la presente invención son mejores: De hecho, el desgaste reducido durante el trabajo, de los cilindros de la caja 30 permite alcanzar periodos de tiempo más largos de superficies más lisas de los raíles laminados, respecto a las plantas de laminación de tipo conocido.

La estructura de la sección intermedia 3 sustancialmente sólo de tres cajas, no requiere excesivamente complejos sistemas de control de velocidad de los cilindros; los tiempos de reequipamiento se pueden reducir y es más simple administrar la producción de lotes pequeños.

En comparación con otras instalaciones se obtiene igual calidad y tolerancias en el producto que surge con un menor número de cajas, y por lo tanto se tiene un ahorro en las inversiones iniciales.

El trabajo con cajas reversibles asegura una distribución de temperatura más uniforme sobre la barra, por ejemplo, respecto a un proceso de laminación continuo. De manera ventajosa, la estación de acabado 4 está a tal distancia, desde la sección intermedia 3, que una barra nunca es mantenida simultáneamente en una de las tres cajas de la sección 3 y la estación de acabado 4; esto, además de permitir llevar a cabo simultáneamente, y con menos tiempo muerto, la laminación intermedia y el acabado, elimina las deformaciones de la barra que se podrían producir si ésta fuera mantenida tanto en la sección 3 como en la estación 4: en tal caso de hecho, la velocidad de las cajas 30, 31, 32 y las cajas de acabado 4 incluso si estuviera controlada con sistemas de control apropiados, estaría sin embargo sometida a deslizamientos relativos más o menos importantes, por los que habría dilatación, deformaciones y en general variaciones dimensionales de la barra.

La estación de acabado 4 puede comprender, como es actualmente una práctica normal, una caja de laminación semi-universal (es decir con dos cilindros horizontales 40, 41 y un cilindro vertical 42, Fig. 3; el cilindro vertical 42 lamina y acaba la superficie inferior de la base de descanso del raíl) o también una caja de bordeado de cilindros superpuestos (Fig. 4).

Según una forma de realización preferida de un procedimiento según la presente invención (Fig. 5), la estación de acabado 4 puede comprender de manera ventajosa una caja universal con dos cilindros horizontales 400, 401 y dos cilindros verticales 402, 403 donde el cilindro vertical 402 trabaja y acaba la base del raíl B, mientras que el segundo cilindro vertical trabaja y reacaba el área de la cabeza T del raíl semi-trabajado; los dos cilindros verticales 402, 403 reacaban la base y la cabeza del raíl trabajando simultáneamente.

El uso de una caja universal con dos cilindros verticales (Fig. 5, 6) es un factor adicional que permite alcanzar tolerancias más precisas en la altura general de los raíles. Todavía con referencia a la Fig. 5, generalmente la cabeza T de un raíl comprende una superficie central laminable T1, en la que las ruedas del vehículo ferroviario descansan, y los dos flancos laterales T2, T3 sustancialmente orientados de forma rectilínea o verticalmente o con una ligera inclinación respecto al vertical cuando el raíl está instalado; en los flancos laterales T2, T3 las ruedas de los vehículos ferroviarios descansan lateralmente.

Las superficies laminables centrales T1 y los dos flancos laterales T2, T3 son unidos por dos áreas curvadas T4, T5.

El cilindro de laminación vertical 403, que deforma y reacaba la cabeza T del raíl, comprende una ranura de laminación 404 capaz de deformar y reacabar plásticamente la cabeza T; La ranura 404 comprende un área central -capaz de deformar y reacabar plásticamente la sección laminable central T1 de la cabeza- y dos superficies laterales ubicadas a los lados de dicha zona central y capaces de retener y moldear los flancos laterales T4, T5 de la cabeza T del raíl.

El otro cilindro 402 tiene una superficie de laminación plana normal para acabar la cara inferior de la base B del raíl.

La forma de la ranura 404 permite retener y moldear con mayor precisión no sólo el área laminable central T1 de la cabeza T del raíl, sino también los flancos T4, T5 de la cabeza.

Volviendo a los cilindros de la caja de acabado semi-universal tradicional de la Fig. 3, en general la diferencia entre la velocidad de rotación diferente de una ranura de laminación en los puntos diferentes P1-P10 produce, en las superficies de la barra laminada, un efecto de deslizamiento no deseado en algunas áreas del metal de la barra, por esta razón la profundidad de las ranuras de laminación no es excesivamente grande.

Al comparar las secciones de las ranuras de laminación de los cilindros de las Figs. 3 y 5, se observa que los cilindros del tipo de la Fig. 5 puede estar hechos con ranuras de laminación 404 que no dan lugar a efectos de deslizamiento excesivo en la superficie del raíl; ya que se aumenta el efecto de deslizamiento con la reducción del diámetro medio de la ranura, es preferible elegir diámetros grandes para los cilindros verticales 402, 403.

La Fig. 6 muestra una forma de realización adicional de una caja de acabado universal con dos cilindros verticales 422, 423 desarrollados por el solicitante:

en tal ejemplo la ranura 424 que moldea la cabeza T del raíl es menos profunda y privada de los flancos laterales capaz de moldear y retener los flancos laterales T2, T3 de la cabeza del raíl; la ranura 424 lamina y acaba sólo el área central T1 de la cabeza del raíl; de este modo se vence el problema de deslizamiento debido al gradiente de velocidad rotacional a lo largo de la superficie de la ranura 404.

La caja de acabado de la Fig. 6 también se equipa a sí misma con un segundo cilindro 422 para moldear y acabar de forma precisa el lado inferior de la base B del raíl.

Las cajas de acabado con dos cilindros verticales que se acaban de ilustrar se pueden usar como estaciones de acabado no sólo en las plantas realizadas según la presente invención, sino también en trenes de un tipo diferente, por ejemplo que tengan secciones intermedias de tipo conocido. Independientemente del tipo de caja usada para el acabado (semi-universal, universal o de bordeado de cilindros superpuestos) preferentemente la pasada de acabado UF en la caja 4 (Fig. 1, 2) se realiza con una relación de reducción ρ_F comprendida entre aprox. 1% y aprox. 15% y, en particular, con una relación de reducción ρ_F igual a aprox. 2%: tal relación de reducción, particularmente pequeña, opcionalmente asociada con la acción de pre-acabado de las pasadas opcionales U2 y U4 llevadas a cabo como se ha descrito previamente, permite alcanzar tolerancias dimensionales y de acabado de la superficie más bien precisas y más constantes con el transcurso del tiempo, respecto a los procedimientos de acabado de la técnica conocida.

Las formas de realización descritas son susceptibles de muchas variaciones sin desviarse del ámbito de la presente invención: por ejemplo es posible cambiar añadiendo o retirando cajas de laminación para llevar a cabo las diversas pasadas. Si es requerido por el espacio útil del edificio en el que está alojada la planta el número de pasadas de la

ES 2 288 623 T3

barra por la sección intermedia 3 también puede estar igualado, y no necesariamente desigualado como se ha descrito previamente, para que el raíl, al final del ciclo de laminación sea expulsado de la sección 3 desde el mismo lado que en el que fue introducido, más que cruzando la sección 3 y continuando aguas abajo.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la producción de raíles y productos similares con una planta de laminación, en el que la planta comprende una estación de trabajo intermedia reversible (3), comprendiendo la estación de trabajo intermedia (3) una primera caja universal (30), una segunda (32) y una caja de bordeado de cilindros superpuestos (31) colocada entre dichas cajas universales primera (30) y segunda (32), una estación de acabado (4), en el que la estación de trabajo intermedia (3) es capaz de recibir una barra laminada en bruto previo de una estación de laminación en bruto (2) apropiada aguas arriba y de repartirla, tras haberla trabajado, a dicha estación de acabado (4) aguas abajo, comprendiendo el procedimiento, en el orden indicado, las siguientes operaciones:

una primera pasada de laminación (U1) en dicha segunda caja universal (32);

una primera pasada de laminación (E1) en dicha caja de bordeado de cilindros superpuestos (31);

una primera pasada de laminación (U2) en dicha primera caja universal (30),

una pasada de laminación (UF) en dicha estación de acabado (4),

caracterizado porque

la caja de bordeado de cilindros superpuestos (31) es una caja de bordeado dúo,

dichas cajas primera universal (30), de bordeado de cilindros superpuestos (31) y segunda universal (32) están colocadas a tal distancia entre sí que dicha barra puede ser mantenida simultáneamente en las tres dichas cajas (30, 31, 32) durante las operaciones de laminación,

dicha primera pasada de laminación (U1) en dicha segunda caja universal (32) se realiza con una relación de reducción (ρ_1) comprendida entre aprox. 10% y aprox. 30% y

dicha primera pasada de laminación (U2) en dicha primera caja universal (30) se realiza con una relación de reducción (ρ_2) comprendida entre aprox. 3% y aprox. 25%,

dicha estación de acabado (4) está colocada a tal distancia de dicha sección de trabajo intermedia (3) que, cuando dicha caja de acabado opera una pasada de acabado en dicha barra (UF), dicha barra no es mantenida en ninguna de dichas cajas primera universal (30), de bordeado de cilindros superpuestos (31) y segunda universal (32).

2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicha relación de reducción (ρ_1) con la que se realiza dicha primera pasada de laminación (U1) en dicha segunda caja universal (32) es igual a aprox. 20%, y dicha relación de reducción (ρ_2) con la que se realiza dicha primera pasada de laminación (U2) en dicha primera caja universal (30) es igual a aprox. 10%.

3. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha primera pasada de laminación (U1) en dicha segunda caja universal (32) es precedida por una segunda pasada de laminación (E2) en dicha caja de bordeado de cilindros superpuestos (31).

4. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que después de dicha primera pasada de laminación (U1) en dicha segunda caja universal (32) y antes de dicha primera pasada de laminación (E1) en dicha caja de bordeado de cilindros superpuestos (31) se lleva a cabo en dicha barra que se ha de laminar una segunda pasada de laminación (U3) en dicha segunda caja universal (32).

5. El procedimiento según la reivindicación 4, en el que dicha segunda pasada de laminación (U3) en dicha segunda caja universal (32) se realiza con una relación de reducción (ρ_3) comprendida entre aprox. 10% y aprox. 30%.

6. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que después de dicha primera pasada de laminación (U2) en dicha primera caja universal (30), se realiza una tercera pasada de laminación (E3) en dicha caja de bordeado de cilindros superpuestos (31).

7. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que inmediatamente después de la primera pasada de laminación (U2) en dicha primera caja universal (30), se realiza en dicha primera caja universal (30) una segunda pasada de laminación (U4).

8. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que dicha segunda pasada de laminación (U4) llevada a cabo en dicha primera caja universal (30) se realiza con una relación de reducción (ρ_4) comprendida entre aprox. 3% y aprox. 20%.

ES 2 288 623 T3

9. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha tercera pasada de laminación (E3) en dicha caja de bordeado de cilindros superpuestos (31) es sucesiva a dicha segunda pasada de laminación (U4) en dicha primera caja universal (30).

5 10. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones precedentes, que comprende una serie de operaciones constituidas sustancialmente por las siguientes pasadas de laminación, en la secuencia indicada:

dicha segunda pasada de laminación (E2) en dicha caja de bordeado de cilindros superpuestos (31) al salir de dicha estación de laminación en bruto previo (2)

10

dicha primera pasada de laminación (U1) en dicha segunda caja universal (32),

dicha segunda pasada de laminación (U3) en dicha segunda caja universal (32),

15

dicha primera pasada de laminación (E1) en dicha caja de bordeado de cilindros superpuestos (31),

dicha primera pasada de laminación (U2) en dicha primera caja universal (30),

20

dicha segunda pasada de laminación (U4) en dicha primera caja universal (30),

dicha tercera pasada de laminación (E3) en dicha caja de bordeado de cilindros superpuestos (31),

una pasada de laminación (UF) en dicha estación de acabado (4).

25

11. Una planta de laminación para la implementación de un procedimiento según una o más reivindicaciones precedentes, comprendiendo dicha planta una sección de trabajo intermedia reversible (3) capaz de recibir una barra laminada en bruto previo de una estación de laminación en bruto (2) apropiada aguas arriba y de suministrarla, tras haberla trabajado, a una estación de acabado (4) aguas abajo, donde dicha sección de trabajo intermedia (3) comprende, ubicadas en sucesión a lo largo de al menos un eje de laminación, una primera caja universal (30) y una caja de bordeado de cilindros superpuestos (31), comprendiendo una segunda caja universal (32) ubicada, a lo largo de dicho al menos un eje de laminación, para que dicha caja de bordeado de cilindros superpuestos (31) se coloque entre dichas cajas universales primera y segunda (30, 32), **caracterizada** porque dichas tres cajas (30, 31, 32) están ubicadas a tales distancias la una de la otra que dicha barra puede ser mantenida simultáneamente en las tres dichas cajas (30, 31, 32) durante las operaciones de laminación y porque la estación de acabado (4) comprende a su vez una caja de acabado colocada a tal distancia de dicha sección de trabajo intermedia (3) que, cuando dicha caja de acabado opera una pasada de acabado en dicha barra (UF), dicha barra no es mantenida en ninguna de dichas cajas (30, 31, 32) de dicha sección de trabajo intermedia (3).

30

35

40

12. Una planta según la reivindicación 11, en la que dichas tres cajas (30, 31, 32) de dicha sección de laminación intermedia (3) se colocan una tras otra, sin la interposición de cajas de laminación adicionales.

45

50

55

60

65

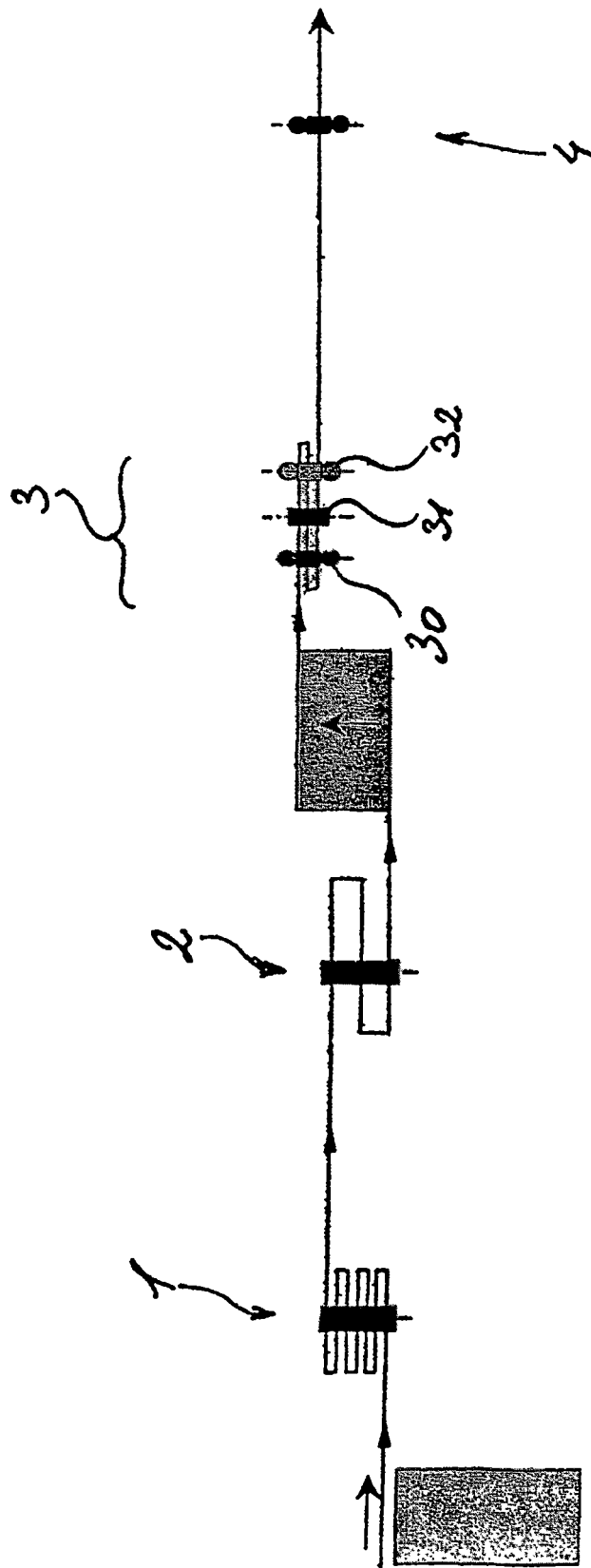
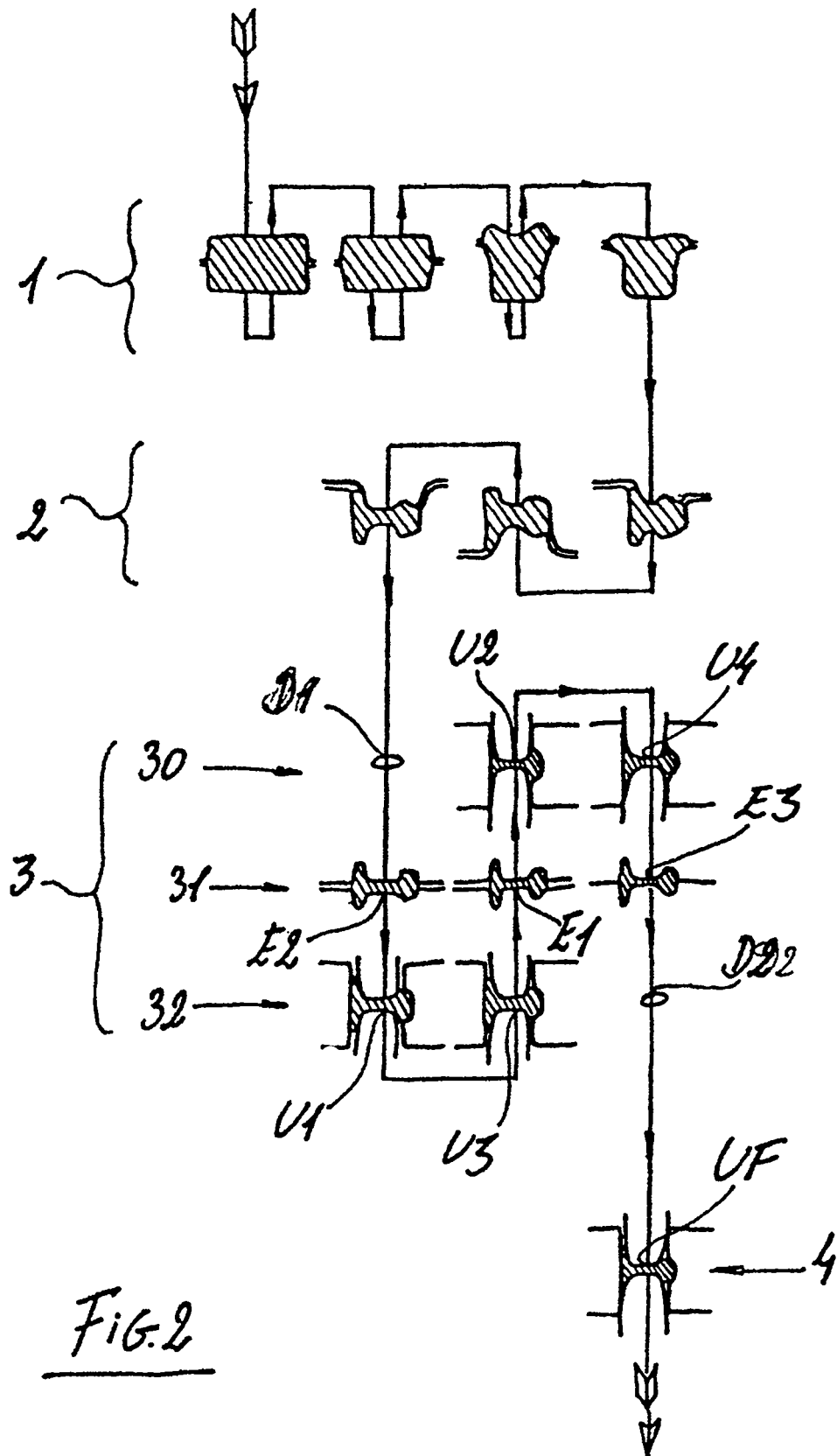
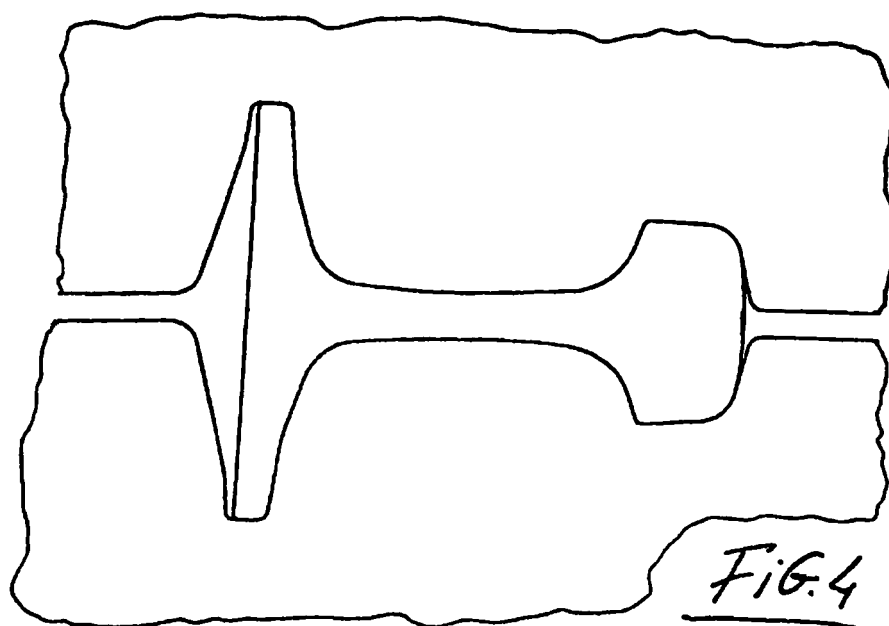
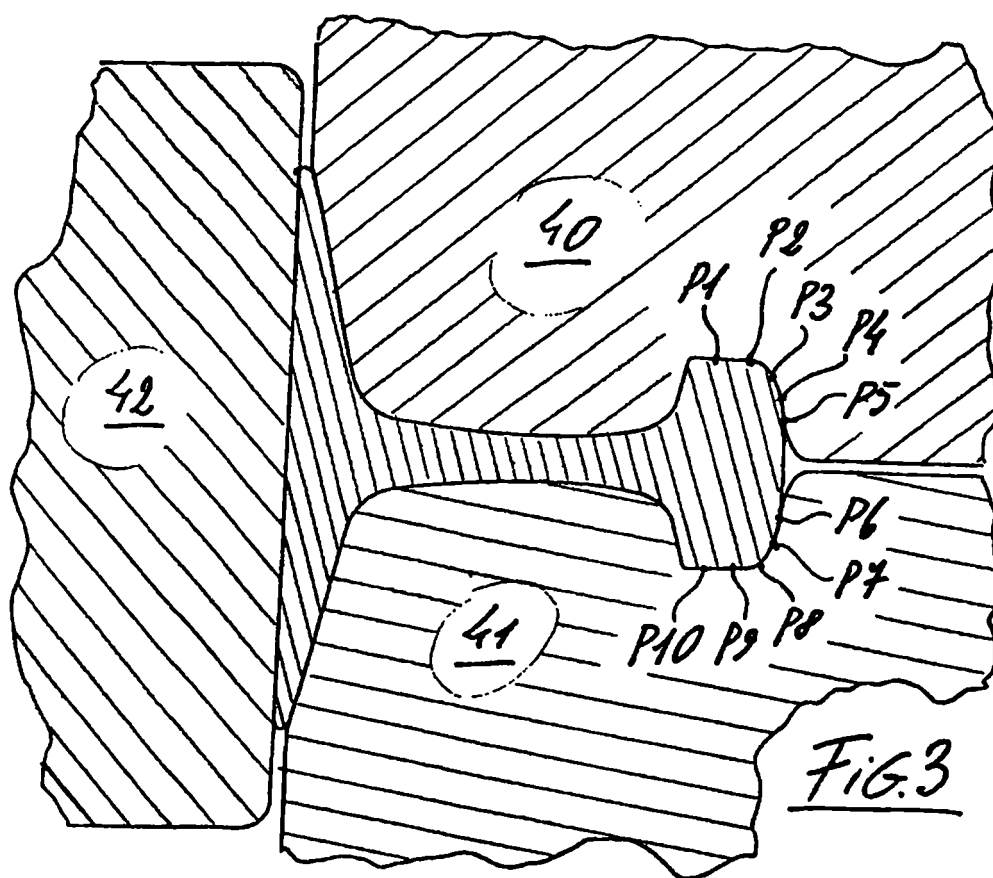


Fig. 1





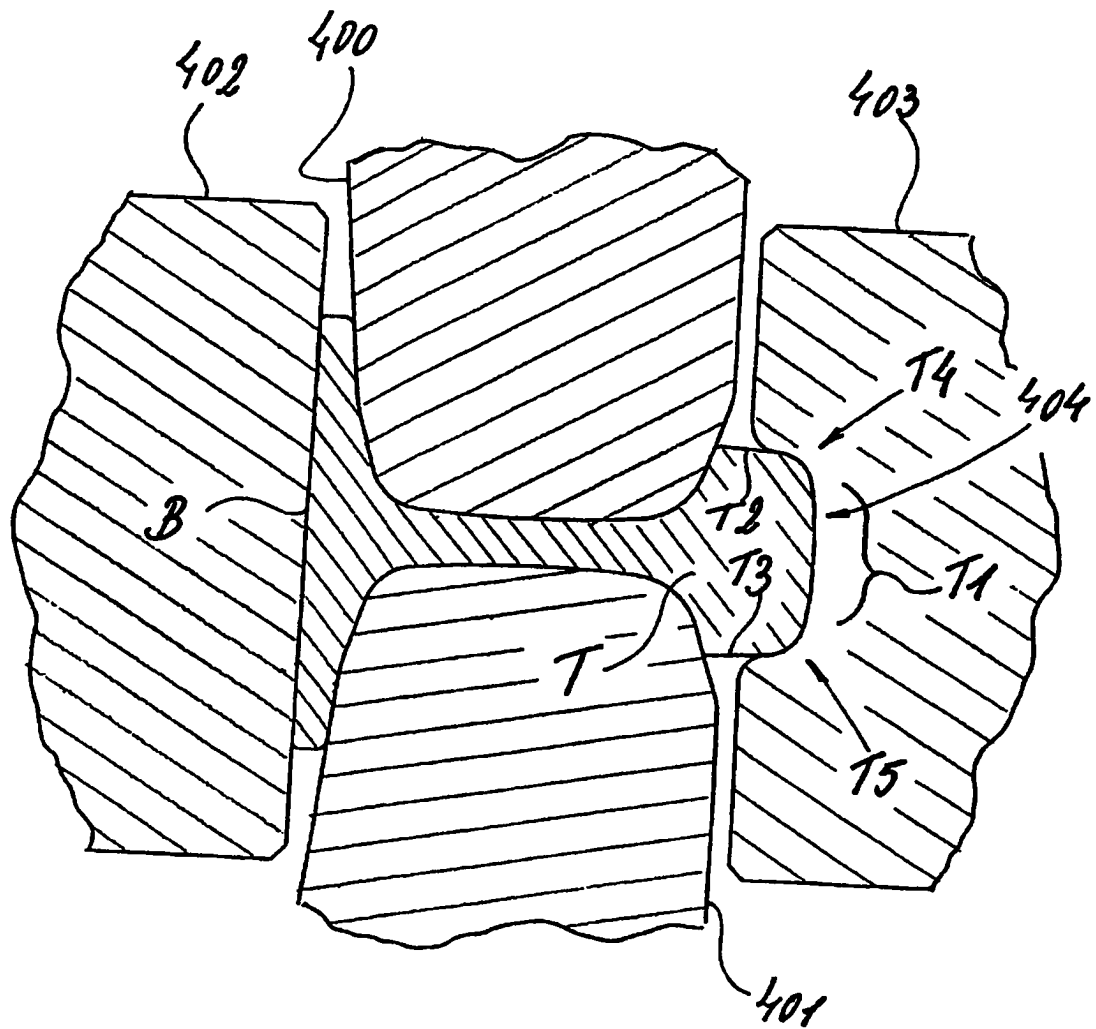


FIG. 5

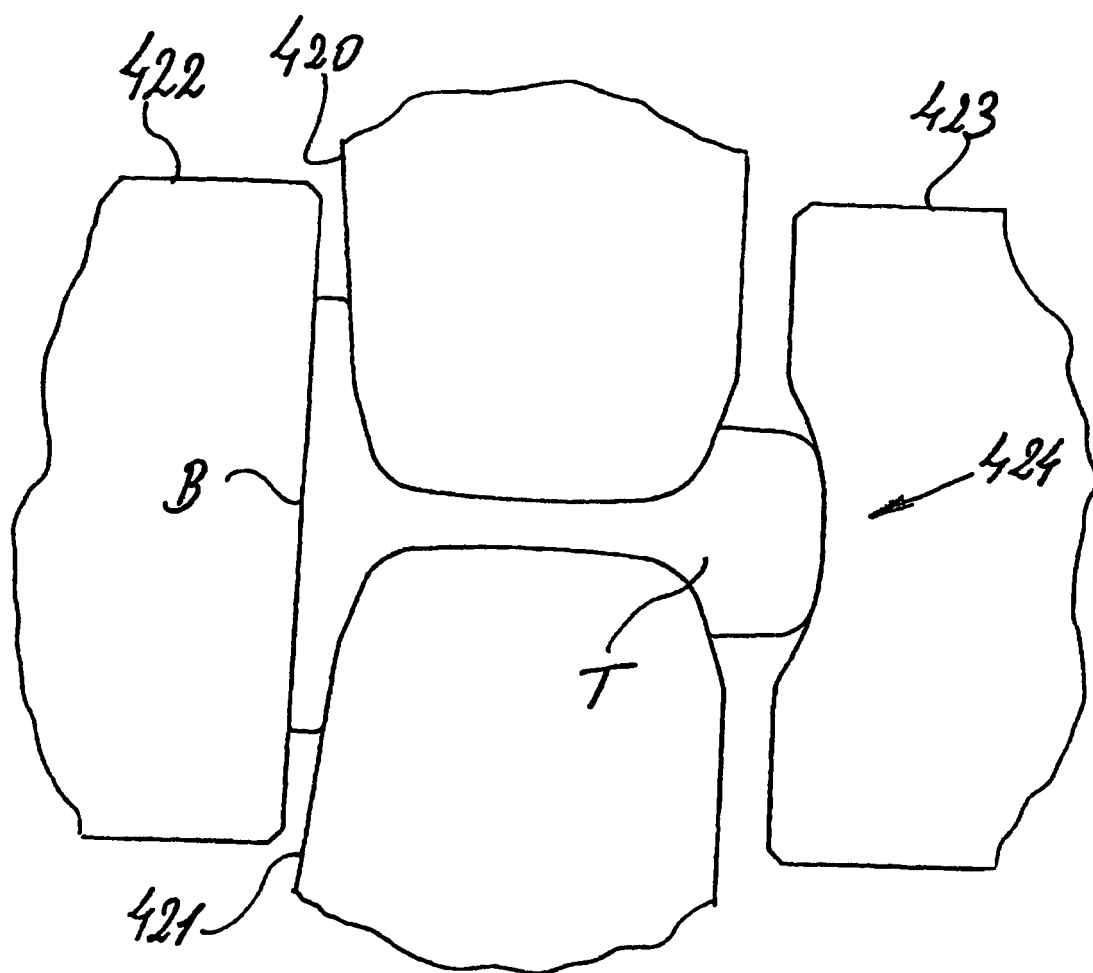


FIG. 6