

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 445 323**

51 Int. Cl.:

C21D 1/26 (2006.01)

C21D 9/46 (2006.01)

C21D 9/52 (2006.01)

C21D 6/00 (2006.01)

C22C 38/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2011 E 11703586 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2014 EP 2529038**

54 Título: **Proceso para el tratamiento térmico de material en tiras de metal, y material en tiras producido de esa manera**

30 Prioridad:

29.01.2010 EP 10000913

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

03.03.2014

73 Titular/es:

TATA STEEL NEDERLAND TECHNOLOGY B.V.

(100.0%)

P.O. Box 10000

1970 CA IJmuiden, NL

72 Inventor/es:

CELOTTO, STEVEN

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 445 323 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

Proceso para el tratamiento térmico de material en tiras de metal, y material en tiras producido de esa manera

- 5 La invención se refiere a un proceso para el tratamiento térmico de material en tiras de metal que proporciona las propiedades mecánicas que difieren en el ancho de la tira. La invención se refiere además al material en tiras producido de acuerdo con este proceso.
- 10 El material en tiras de acero usualmente está sujeto a un proceso de recocido continuo después de la laminación, para proporcionar las propiedades mecánicas deseadas al material en tiras. Después del recocido, se puede revestir el material en tiras, por ejemplo mediante la galvanización por inmersión caliente, y/o laminado de pase superficial para suministrar las propiedades de superficie deseadas al material en tiras.
- 15 El recocido se lleva a cabo mediante el calentamiento de la tira a una cierta tasa de calentamiento, manteniendo la tira a una cierta temperatura superior durante un cierto tiempo de mantenimiento, y el enfriamiento de la tira a una cierta tasa de enfriamiento. Para algunos propósitos durante el enfriamiento de la tira la temperatura se mantiene constante durante un cierto período de tiempo para el sobreenviecer la tira. Este proceso de recocido continuo convencional proporciona propiedades mecánicas para la tira que son constantes en la longitud y ancho de la tira. Tal tira se corta en plantillas, por ejemplo para la industria automotriz.
- 20 Para ciertos propósitos, sobre todo en la industria automotriz, se necesita una plantilla que tiene secciones que tienen diferentes propiedades mecánicas. Tales plantillas se fabrican de manera convencional produciendo dos o más tiras que tienen diferentes propiedades mecánicas, cortando las partes de la plantilla de estas tiras y soldando juntas las dos o más partes de la plantilla que tienen diferentes propiedades mecánicas para formar una plantilla. Es posible también soldar las tiras juntas y recortar después las plantillas de la tira combinada. De esta manera se puede formar una parte de una carrocería que, por ejemplo, tiene propiedades mecánicas en un extremo que son diferentes de las propiedades mecánicas en el otro extremo.
- 25 Sin embargo, estas llamadas plantillas soldadas a la medida tienen el inconveniente de que las soldaduras forman una zona especial debido al calentamiento durante la soldadura, deteriorando de ese modo la plantilla por ejemplo durante una etapa de formación de la plantilla.
- 30 La solicitud de patente japonesa JP2001011541 A proporciona un método para proporcionar una tira de acero adaptada para conformar a presión en la que las propiedades mecánicas difieren en el ancho de la tira. De acuerdo con una primera opción, se cambian las propiedades mecánicas en el ancho de la tira cambiando la tasa de enfriamiento en el ancho de la tira cuando la tira de acero sale del horno de recocido continuo. La solicitud de patente japonesa como una segunda opción menciona el cambio de las propiedades mecánicas en el ancho de la tira ajustando la cantidad de nitruración o carbonización en el ancho de la tira. Una tercera opción de acuerdo con la solicitud de patente japonesa es el uso de una tira de acero que tiene dos o más espesores de lámina en el ancho de la tira.
- 35 Las opciones de acuerdo con la solicitud de patente japonesa JP2001011541 A tienen algunos inconvenientes. La tercera opción es posible solamente cuando el espesor de la tira es simétrico en el ancho de la tira. La segunda opción que usa nitruración o carbonización no es adecuada para el procesamiento rápido como se requiere hoy en día en la industria del acero. La primera opción proporciona sólo una variación limitada en las propiedades mecánicas en vista del ejemplo dado en este documento.
- 40 La JP2004314113 describe una tira de acero de alta resistencia que tiene diferentes propiedades mecánicas mediante el control de un aumento de temperatura en una cantidad deseada en la dirección del ancho de una barra en bruto en un lado de la entrada del acabado de laminación o entre una posición de acabado de laminación.
- 45 Es un objetivo de la invención proporcionar un proceso para el tratamiento térmico de material en tiras que proporciona una variación en las propiedades mecánicas en el ancho de la tira que se puede llevar a cabo a velocidades económicas.
- 50 Es otro objetivo de la invención proporcionar un proceso para el tratamiento térmico de material en tiras que proporciona una variación en las propiedades mecánicas en el ancho de la tira que hace factible una amplia variación en las propiedades mecánicas.
- 55 Es un objetivo adicional de la invención proporcionar un proceso para el tratamiento térmico de material en tiras que proporciona una variación en las propiedades mecánicas en el ancho de la tira en donde se usan otros métodos de tratamiento que se proporcionan en el estado de la técnica.
- 60 Es un objetivo también de la invención proporcionar el material en tiras que tiene propiedades mecánicas que difieren en el ancho de la tira
- 65

Se alcanzan uno o más objetivos de la invención con un proceso para el tratamiento térmico de material en tiras de metal que proporciona propiedades mecánicas que difieren en el ancho de la tira, en donde la tira se calienta y se enfría y se sobrevejece opcionalmente durante un proceso de recocido continuo, caracterizado porque al menos uno de los siguientes parámetros difiere en el proceso en el ancho de la tira:

- tasa de calentamiento
- temperatura superior
- tiempo de mantenimiento de la temperatura superior
- trayectoria de enfriamiento después de la temperatura superior

o, cuando se lleva a cabo el sobrevejecimiento, que al menos uno de los siguientes parámetros difiere en el proceso en el ancho de la tira:

- tasa de calentamiento
- temperatura superior
- tiempo de mantenimiento de la temperatura superior
- trayectoria de enfriamiento después de la temperatura superior
- temperatura de sobrevejecimiento
- tiempo de mantenimiento de la temperatura de sobrevejecimiento
- temperatura mínima de enfriamiento antes del sobrevejecimiento
- tasa de recalentamiento a la temperatura de sobrevejecimiento

y en donde al menos una de las trayectorias de enfriamiento después de la temperatura superior sigue una trayectoria en el tiempo de temperatura no lineal.

Los inventores han encontrado que cada uno de los parámetros anteriores solos o en conjunto, cuando se le da un valor que difiere en el ancho de la tira, resulta en las propiedades mecánicas que difieren de la tira también. Esta invención proporciona por lo tanto una variedad de procesos para obtener el material en tiras que tiene propiedades mecánicas que varían en el ancho de la tira, y la invención hace posible adaptar las propiedades mecánicas del material en tiras en el ancho de la tira exactamente a los deseos del usuario final de la tira que usa las plantillas adaptadas, por ejemplo el fabricante de automóviles que usa tales plantillas para formar las partes de una carrocería. Con una trayectoria de tiempo de temperatura no lineal se quiere decir que la tasa de enfriamiento se cambia a propósito poco después del comienzo de la trayectoria de enfriamiento, por encima de 200°C.

De acuerdo con una modalidad preferida la temperatura superior es diferente en dos o más zonas de ancho de la tira, y también opcionalmente la trayectoria de enfriamiento después del tiempo de mantenimiento de la temperatura superior es diferente en esas dos o más zonas de ancho de la tira. La temperatura superior del tratamiento térmico tiene una fuerte influencia en las propiedades mecánicas de la tira y por lo tanto es muy adecuada para proporcionar diferentes propiedades mecánicas en diferentes zonas de ancho de la tira. La trayectoria de enfriamiento después del tiempo de mantenimiento de la temperatura superior puede añadirse a esto, como se esclareció anteriormente.

Preferentemente, la temperatura superior en al menos una zona de ancho está entre la temperatura Ac1 y la temperatura Ac3, y la temperatura superior en al menos otra zona de ancho está por encima de la temperatura Ac3. El uso de estos intervalos de temperatura proporciona una fuerte variación en las propiedades mecánicas.

Alternativamente, la temperatura superior en al menos una zona de ancho está por debajo de la temperatura Ac1, y la temperatura superior en al menos otra zona de ancho está entre la temperatura Ac1 y la temperatura Ac3. Ya sea que se use esta o la preferencia anterior, por supuesto, depende del tipo de metal y el propósito para el que se usará.

De acuerdo con una alternativa la temperatura superior en al menos una zona de ancho está por encima de la temperatura Ac3, y la temperatura superior en al menos otra zona de ancho está por debajo de la temperatura Ac1. Para esta alternativa la misma se mantiene como anteriormente.

De acuerdo con otra alternativa la temperatura superior en al menos dos zonas de ancho están entre la temperatura Ac1 y la temperatura Ac3, y existe una diferencia de temperatura de al menos 20° C entre las dos temperaturas superiores en estas dos zonas de ancho. Si se va a usar esta alternativa o una de las posibilidades anteriores depende de nuevo del tipo de acero usado y el propósito para el que se usará el material en tiras.

De acuerdo con otra modalidad preferida las trayectorias de enfriamiento son diferentes en dos o más zonas de ancho de la tira y al menos una de las trayectorias de enfriamiento sigue una trayectoria de tiempo de temperatura no lineal. Esto significa que por ejemplo en una zona de ancho la tasa de enfriamiento cambia de 5 a 40°C/s

después de un primer tramo de enfriamiento, mientras que otra zona de ancho se enfría a 40°C/s desde el comienzo.

5 De acuerdo con una modalidad preferida se lleva a cabo una etapa de sobreenvejecimiento, la temperatura de sobreenvejecimiento que es diferente en dos o más zonas de ancho de la tira y/o la temperatura mínima de enfriamiento antes del sobreenvejecimiento que es diferente en estos dos o más anchos de la tira. De esta manera la etapa del proceso de sobreenvejecimiento se usa para variar las propiedades mecánicas en las zonas de ancho de la tira de metal. A menudo, se usan las diferentes temperaturas de sobreenvejecimiento en combinación con las diferentes temperaturas superiores.

10 De acuerdo con esta modalidad preferentemente el tiempo de mantenimiento de la temperatura de sobreenvejecimiento está entre 10 y 1000 segundos, más preferentemente el tiempo de mantenimiento de la temperatura de sobreenvejecimiento que es diferente en dos o más zonas de ancho de la tira. Esta medida proporciona una forma precisa de variar las propiedades mecánicas en las zonas de ancho de la tira.

15 De acuerdo con aún otra modalidad preferida la tasa de calentamiento y/o la tasa de recalentamiento a la temperatura de sobreenvejecimiento es diferente en dos o más zonas de ancho de la tira. Las tasas de calentamiento proporcionan una buena forma de variar las propiedades mecánicas, a menudo en combinación con otros parámetros.

20 De acuerdo con una modalidad especial al menos uno de los parámetros en el proceso varía gradualmente en al menos parte del ancho de la tira. De esta manera también las propiedades mecánicas varían gradualmente en el ancho de la tira, que pueden ser muy ventajosas para las partes producidas de los cortes de plantillas de tal tira. Tales propiedades que varían gradualmente no se pueden proporcionar por las plantillas soldadas a la medida.

25 En la mayoría de los casos la tira es una tira de acero, preferentemente una tira de acero que tiene una composición de un acero HSLA, DP o TRIP. Sin embargo, el proceso de acuerdo con la invención se podría usar también para tiras de aluminio.

30 De acuerdo con una modalidad preferida adicional el al menos un parámetro que difiere en el ancho de la tira se cambia en valor en al menos un momento en el tiempo durante el procesamiento de la tira. De acuerdo con otra modalidad preferida al menos un otro parámetro se selecciona para diferir en el ancho de la tira en al menos un momento en el tiempo durante el procesamiento de la tira. En estas formas las propiedades mecánicas de la tira se varían también en la longitud de la tira, de manera que en una tira se producen dos o más tramos que tienen diferentes propiedades que varían en la longitud de la tira. Esto puede ser ventajoso cuando se produce la tira que es varios cientos de metros de largo y solamente ha de producirse una serie relativamente pequeña de las partes.

35 La invención se refiere además al material en tiras que tiene propiedades mecánicas que difieren en el ancho de la tira, producida de acuerdo con el proceso como se esclareció anteriormente.

40 La invención se esclarecerá con referencia a cuatro ejemplos, de los cuales se muestran los ciclos de temperatura-tiempo y la distribución esquemática de la zona de las tiras recocidas a la medida en los dibujos acompañantes.

45 La Figura 1 muestra un ejemplo de recocido a la medida de la tira de acero que usa diferentes temperaturas superiores por encima de Ac1 para diferentes zonas de ancho de la tira.

La Figura 2 muestra un ejemplo de recocido a la medida de la tira de acero que usa las diferentes temperaturas superiores, una por debajo de Ac1 y otra por encima de Ac1 para diferentes zonas de ancho de la tira.

La Figura 3 muestra un ejemplo de recocido a la medida de la tira de acero que usa variadas tasas de enfriamiento para al menos una de las zonas de ancho de la tira.

50 La Figura 4 muestra un ejemplo de recocido a la medida de la tira de acero que usa diferentes temperaturas de mantenimiento o sobreenvejecimiento intermedias.

55 Como un primer ejemplo se produce una tira recocida a la medida en la que se calientan diferentes zonas de ancho a diferentes temperaturas superiores ambas por encima de la temperatura Ac1.

60 Algunos componentes para la industria automotriz requieren diferentes cantidades de formabilidad que pueden describirse adecuadamente en términos de elongación total. Una forma de alcanzar diferentes cantidades de elongación total es haciendo variar las microestructuras de doble fase con diferentes fracciones de volumen de martensita en una matriz de ferrita. Aumentando la fracción de volumen de martensita aumenta la resistencia y disminuye la elongación total.

65 Las diferentes fracciones de volumen de ferrita-martensita se hacen mediante el calentamiento hasta diferentes temperaturas superiores como se muestra en la Figura 1a. El ejemplo mostrado en la Figura 1b es una tira de acero que está recocida a la medida para un componente de techo arqueado en una carrocería automotriz. Hay tres zonas (no se incluyen las regiones de transición), donde las dos zonas exteriores tienen el mismo ciclo de temperatura-

tiempo y la zona central es diferente. La L indica la dirección de longitud de la tira. Las zonas exteriores (A1 y A2) requieren mayor ductilidad y se calientan por lo tanto a una temperatura superior de aproximadamente 780°C durante 30 segundos, mientras que la región central (B) se calienta a una temperatura mayor de 830°C durante 30 segundos. Las diferentes temperaturas superiores resultan en diferentes cantidades de austenita al final del ciclo de temperatura-tiempo. Después del calentamiento a las temperaturas superiores, toda la tira se enfría con una tasa de 30°C/s hasta menos de 200°C y después de eso se enfría de manera natural. La forma de trazos en la Figura 1b muestra la forma de una plantilla que se recorta de la tira, que se usará para formar el componente. La química del material ilustrativo se da en la Tabla 1 y las propiedades después del procesamiento anterior se dan en la Tabla 2.

10

Tabla 1

| C por ciento en peso | Mn | Si | Cr |
|----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| 0.09 | 1.8 por ciento en peso | 0.25 por ciento en peso | 0.5 por ciento en peso |

Tabla 2

| Zona | Temperatura de recocido (°C) | Rp (MPa) | Rm (MPa) | Ag (%) | A80 (%) | Fracción de volumen de la martensita |
|---------|------------------------------|----------|----------|--------|---------|--------------------------------------|
| A1 y A2 | 780 | 300 | 700 | 13 | 17 | 18 % |
| B | 830 | 500 | 800 | 6 | 8 | 60 % |

15

Como un segundo ejemplo se produce una tira recocida a la medida en la que se calientan diferentes zonas de ancho a diferentes temperaturas superiores tanto por encima como por debajo de la temperatura Ac1.

20

Los dos extremos en las propiedades de resistencia-ductilidad que se pueden alcanzar en la tira de acero son de ferrita recristalizada con alta formabilidad y completamente martensítica con alta resistencia y baja ductilidad. Usualmente la ductilidad de martensita es demasiado baja para cualquier formabilidad significativa. En lugar de martensita, se puede usar una microestructura completamente bainítica que se forma a tasas de enfriamiento más lentas, que tiene menor resistencia pero más ductilidad. Tales extremos pueden ser útiles para utilizar la máxima ductilidad para un material dado en ciertas regiones de un componente en el que se requiere una alta formabilidad, mientras que otras regiones tienen requisitos de baja ductilidad y se prefiere la máxima resistencia.

25

En el ejemplo mostrado en la Figura 2, el recocido a la medida que usa el principio de diferentes temperaturas superiores por debajo y por encima de Ac3 se usa para la fabricación de tira de acero optimizada para un componente de la viga del parachoques. En el ejemplo mostrado en la Figura 2b, la tira está recocida con tres zonas de ancho diferentes donde las dos zonas exteriores (A1 y A2) tienen la misma temperatura por debajo de Ac3 (720°C) y la zona central (B) está a una temperatura mayor (860°C, en este caso mayor que Ac3, vea el diagrama de temperatura-tiempo de la Figura 2a. La L indica la dirección de longitud de la tira. El estado original de la tira se lamina en frío y durante el recocido, el material en las zonas A1 y A2 se recristaliza para convertirse en ferrita equidimensional con carburos gruesos y perlita. La tasa de enfriamiento a partir de esta temperatura no es crítica pero por conveniencia es de 20°C/s. La zona B se calienta a una mayor temperatura y en este caso está por encima de Ac3 de manera que se transforma completamente en austenita. Esta región se enfría a 80°C/s para formar una microestructura totalmente bainítica. La forma de trazos en la Figura 2b muestra la forma de una plantilla que se recorta de la tira, que se usará para formar el componente. La química del material ilustrativo se da en la Tabla 3 y las propiedades después del procesamiento anterior se dan en la Tabla 4.

30

35

Tabla 3

| C por ciento en peso | Mn | Si | Cr | Nb |
|----------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|----|
| | 0.35 por ciento en peso | por ciento en peso | 0.001 por ciento en peso | |

40

Tabla 4

| Zona | Temperatura de recocido (°C) | Rp (MPa) | Rm (MPa) | Ag (%) | A80 (%) |
|---------|------------------------------|----------|----------|--------|---------|
| A1 y A2 | 720 | 260 | 320 | 24 | 29 |
| B | 860 | 650 | 800 | 7 | 10 |

45

Como un tercer ejemplo se produce una tira recocida a la medida en la que se enfrían diferentes zonas de ancho a lo largo de una diferente trayectoria de enfriamiento.

Se puede usar una trayectoria de enfriamiento de múltiples trayectorias para acelerar el desarrollo de ciertas fases o microestructuras o que se producen cuando se usa una tasa de enfriamiento constante. El enfriamiento más lento a temperaturas más altas aumenta las cantidades de formación de ferrita durante un período dado en comparación con un enfriamiento a una tasa constante, más rápida. El ejemplo siguiente usa este fenómeno y es un ejemplo de tres zonas de ancho diferentes dentro de la tira. Este ejemplo de tira recocida a la medida está optimizada para un componente de refuerzo de la columna A mostrada en la Figura 3b. La forma de trazos muestra la forma de una plantilla que se recorta de la tira, que se usará para formar el componente. La L indica la dirección de longitud de la tira.

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- Se desean tres zonas de ancho con el aumento de los requisitos de ductilidad desde A, B hasta C. Primero, toda la tira se calienta por la misma tasa de calentamiento hasta por encima de la temperatura de Ac3, durante un largo tiempo de mantenimiento, tiempo suficiente para transformar completamente la tira de acero en austenita. La zona A tiene el requisito de más baja ductilidad que se puede cumplir de manera suficiente con una microestructura completamente bainítica que se forma cuando el acero se enfría a una tasa de 40°C/segundo, que muestra una trayectoria de enfriamiento lineal por encima de 200°C en la Figura 3a. Las zonas B y C ambas se enfrían a una tasa relativamente lenta de aproximadamente 5°C/s, pero por diferentes períodos definidos por el tiempo en que se alcanza una temperatura en particular, vea el diagrama de temperatura-tiempo de la Figura 3a que muestra las trayectorias de enfriamiento no lineales para las zonas B y C.
- Cuando la zona B alcanza 720°C la tasa de enfriamiento se aumenta a 40°C/s y de manera similar para la zona C la tasa de enfriamiento se aumenta a 40°C/s cuando alcanza 600°C. Durante el enfriamiento a 5°C/s en las zonas B y C, la austenita se transforma en ferrita. Cuando se aumenta la tasa de enfriamiento, se retarda la transformación posterior a ferrita y una vez que la austenita restante se enfría a una temperatura por debajo de aproximadamente 350°C se transforma en martensita. En comparación con la zona B, la zona C se mantiene a temperaturas más altas durante tiempos más largos debido al período prolongado con la tasa de enfriamiento más lento. Esto significa que se forma más ferrita en la zona C y por lo tanto la zona C tiene mayor formabilidad. La química del material ilustrativo se da en la Tabla 5 y las propiedades después del procesamiento anterior se dan en la Tabla 6.

Tabla 5

| | | | |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| C | Mn | Si | Cr |
| 0.09 por ciento en peso | 1.8 por ciento en peso | 0.25 por ciento en peso | 0.5 por ciento en peso |

30

Tabla 6

| Zona | Rp (MPa) | Rm (MPa) | Ag (%) | A80 (%) |
|------|----------|----------|--------|---------|
| A | 650 | 800 | 7 | 10 |
| B | | 600 | | 24 |
| C | | 500 | | 28 |

Como un cuarto ejemplo se produce una tira recocida a la medida en la que se enfrían diferentes zonas de ancho que usan diferentes temperaturas de mantenimiento o sobrevejecimiento intermedias.

- 35
- 40
- Los requisitos de formabilidad de algunos componentes no se describen de manera óptima en términos de elongación total por sí solos, sino que se describen mejor junto con otros criterios tal como la expansión del agujero. Las microestructuras de doble fase transmiten buena resistencia-ductilidad, pero las mezclas de ferrita-bainita transmiten mejor expansión del agujero que aquellas con ferrita-martensita. El ejemplo mostrado en la Figura 4b es una solución para un componente longitudinal posterior en una carrocería automotriz. La L indica la dirección de longitud de la tira.

En este ejemplo, toda la tira se calienta a la misma tasa de calentamiento y se mantiene entonces a la misma temperatura superior of 840°C/s para el mismo tiempo de mantenimiento de 30 segundos hasta que se transforma totalmente en austenita, vea la Figura 4a. Después de eso de toda la tira se enfría de manera uniforme a la misma tasa de enfriamiento de 30°C/s hasta que se alcanza aproximadamente 540°C. Durante esta primera etapa de enfriamiento, la ferrita vuelve a crecer para convertirse en la fase mayoritaria de nuevo. Tras alcanzar 540°C la temperatura de la zona A se mantiene durante 30 segundos a esta temperatura, mientras la zona B se enfría adicionalmente hasta 400°C y se mantiene entonces a esta temperatura durante aproximadamente 30 segundos. Después de realizar el recocido intermedio, se enfrían las dos zonas a al menos por debajo de 200°C con una tasa de enfriamiento de al menos 20°C/s.

45

50

Para la química mostrada en la Tabla 7, se formarán diferentes proporciones de bainita entre las dos temperaturas intermedias diferentes usadas para la zona A y B. Para la mayor temperatura de mantenimiento intermedia en la

5 zona A, la cinética de transformación de austenita a bainita es relativamente lenta y por lo tanto la fracción final consta principalmente de ferrita y martensita con una fracción relativamente pequeña de bainita. En la zona B con la temperatura de mantenimiento intermedia inferior, la cinética de transformación de austenita a bainita son relativamente rápidas y por lo tanto la fracción final consta principalmente de ferrita y bainita con una fracción relativamente pequeña de martensita. La química del material ilustrativo se da en la Tabla 7 y las propiedades después del procesamiento anterior se dan en la Tabla 8.

Tabla 7

| C por ciento en peso | Mn por ciento en peso | Si por ciento en peso | Cr por ciento en peso | Nb por ciento en peso |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0.13 | 2.1 | 0.25 | 0.53 | 0.017 |

10

Tabla 8

| Zona | Rp (MPa) | Rm (MPa) | Ag (%) | A80 (%) | Coeficiente de expansión del agujero |
|------|----------|----------|--------|---------|--------------------------------------|
| A | 700 | 1000 | 6 | 9 | 45 |
| B | 600 | 1020 | 8 | 11 | 25 |

Será claro que en los ejemplos anteriores en las químicas se dan sólo los elementos principales. Por supuesto, están presentes impurezas inevitables, pero otros elementos pueden estar presentes también, siendo el resto hierro.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Proceso para el tratamiento térmico de material en tiras de metal que proporciona propiedades mecánicas que difieren en el ancho de la tira, en donde la tira se calienta y se enfría y se sobreenevejece opcionalmente durante a proceso de recocido continuo, **caracterizado porque** al menos uno de los siguientes parámetros difiere en el proceso en el ancho de la tira:
- 10 - tasa de calentamiento
- temperatura superior
- tiempo de mantenimiento de la temperatura superior
- trayectoria de enfriamiento después de la temperatura superior
- 15 o, cuando se lleva a cabo el sobreenevejecimiento, que al menos uno de los siguientes parámetros difiere en el proceso en el ancho de la tira:
- 20 - tasa de calentamiento
- temperatura superior
- tiempo de mantenimiento de la temperatura superior
- trayectoria de enfriamiento después de la temperatura superior
- temperatura de sobreenevejecimiento
- tiempo de mantenimiento de la temperatura de sobreenevejecimiento
- temperatura mínima de enfriamiento antes del sobreenevejecimiento
- tasa de recalentamiento a la temperatura de sobreenevejecimiento
- 25 y en donde al menos una de las trayectorias de enfriamiento después de la temperatura superior sigue una trayectoria de tiempo de temperatura no lineal.
- 30 2. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la temperatura superior es diferente en dos o más zonas de ancho de la tira, y también opcionalmente la trayectoria de enfriamiento después del tiempo de mantenimiento de la temperatura superior es diferente en esas dos o más zonas de ancho de la tira.
- 35 3. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la temperatura superior en al menos una zona de ancho está entre la temperatura Ac1 y la temperatura Ac3, y la temperatura superior en al menos otra zona de ancho está por encima de la temperatura Ac3.
- 40 4. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la temperatura superior en al menos una zona de ancho está por debajo de la temperatura Ac1 y la temperatura superior en al menos otra zona de ancho está entre la temperatura Ac1 y la temperatura Ac3.
- 45 5. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la temperatura superior en al menos una zona de ancho está por encima de la temperatura Ac3, y la temperatura superior en al menos otra zona de ancho está por debajo de la temperatura Ac1.
- 50 6. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la temperatura superior en al menos dos zonas de ancho está entre la temperatura Ac1 y la temperatura Ac3, pero existe una diferencia de temperatura de al menos 20° C entre estas dos temperaturas superiores.
- 55 7. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las trayectorias de enfriamiento son diferentes en dos o más zonas de ancho de la tira y en donde al menos una de las trayectorias de enfriamiento sigue una trayectoria de tiempo de temperatura no lineal.
8. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se lleva a cabo una etapa de sobreenevejecimiento, la temperatura de sobreenevejecimiento que es diferente en dos o más zonas de ancho de la tira y/o la temperatura mínima de enfriamiento antes del sobreenevejecimiento que es diferente en estos dos o más anchos de la tira.
- 60 9. El proceso de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el tiempo de mantenimiento de la temperatura de sobreenevejecimiento está entre 10 y 1000 segundos, preferentemente el tiempo de mantenimiento de la temperatura de sobreenevejecimiento que es diferente en dos o más zonas de ancho de la tira.
10. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la tasa de calentamiento y/o la tasa de recalentamiento a la temperatura de sobreenevejecimiento es diferente en dos o más zonas de ancho de la tira.

ES 2 445 323 T3

11. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos uno de los parámetros en el proceso varía gradualmente sobre al menos parte del ancho de la tira.
- 5 12. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la tira es una tira de acero, preferentemente una tira de acero que tiene una composición de un acero HSLA, DP o TRIP.
- 10 13. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el al menos un parámetro que difiere en el ancho de la tira se cambia en valor en al menos un momento en el tiempo durante el procesamiento de la tira.
- 15 14. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos un otro parámetro se selecciona para diferir en el ancho de la tira en al menos un momento en el tiempo durante el procesamiento de la tira.
- 15 15. El material en tiras que tiene propiedades mecánicas que difieren en el ancho de la tira, producido de acuerdo con el proceso de cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

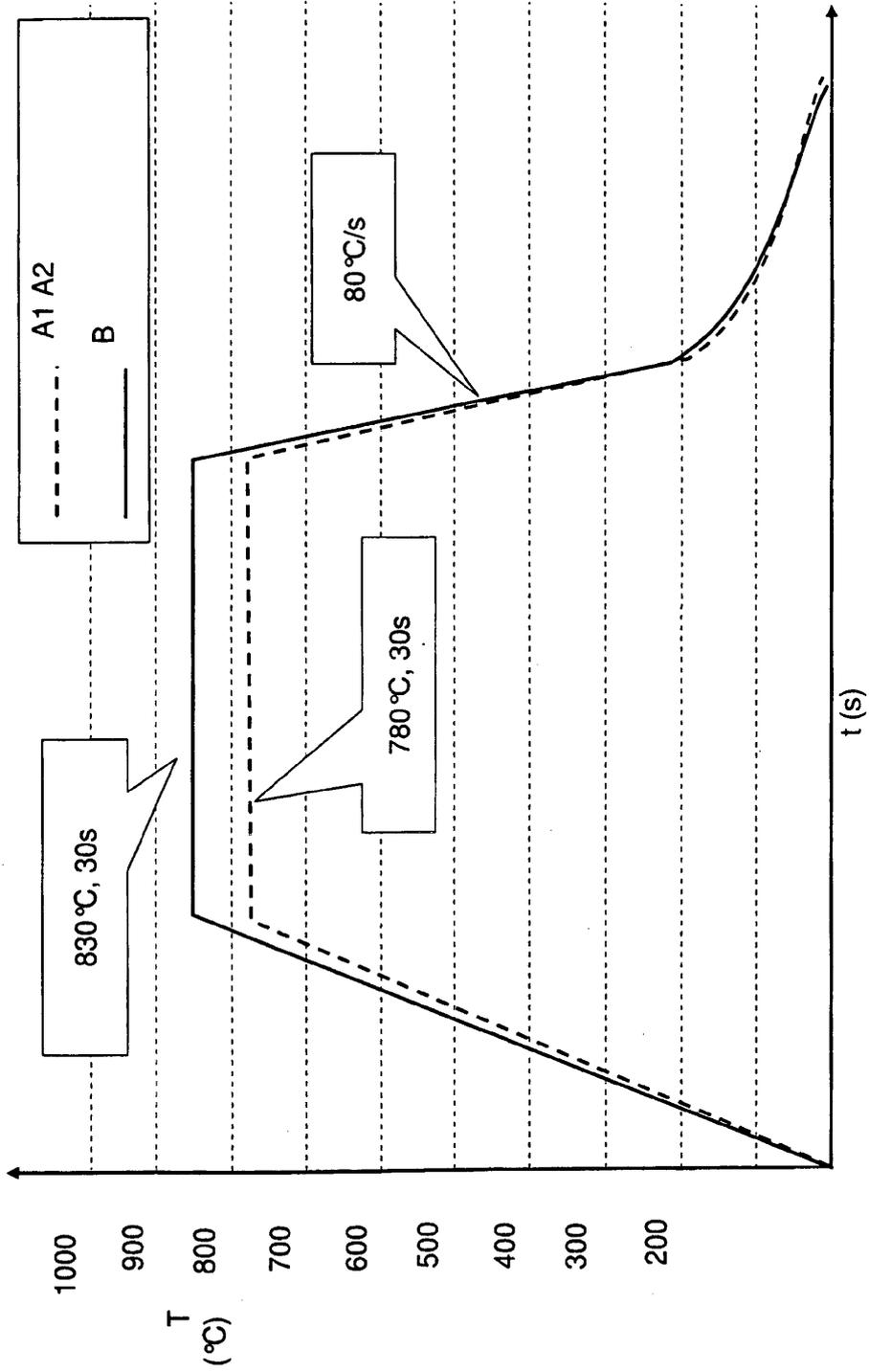


Figura 1a

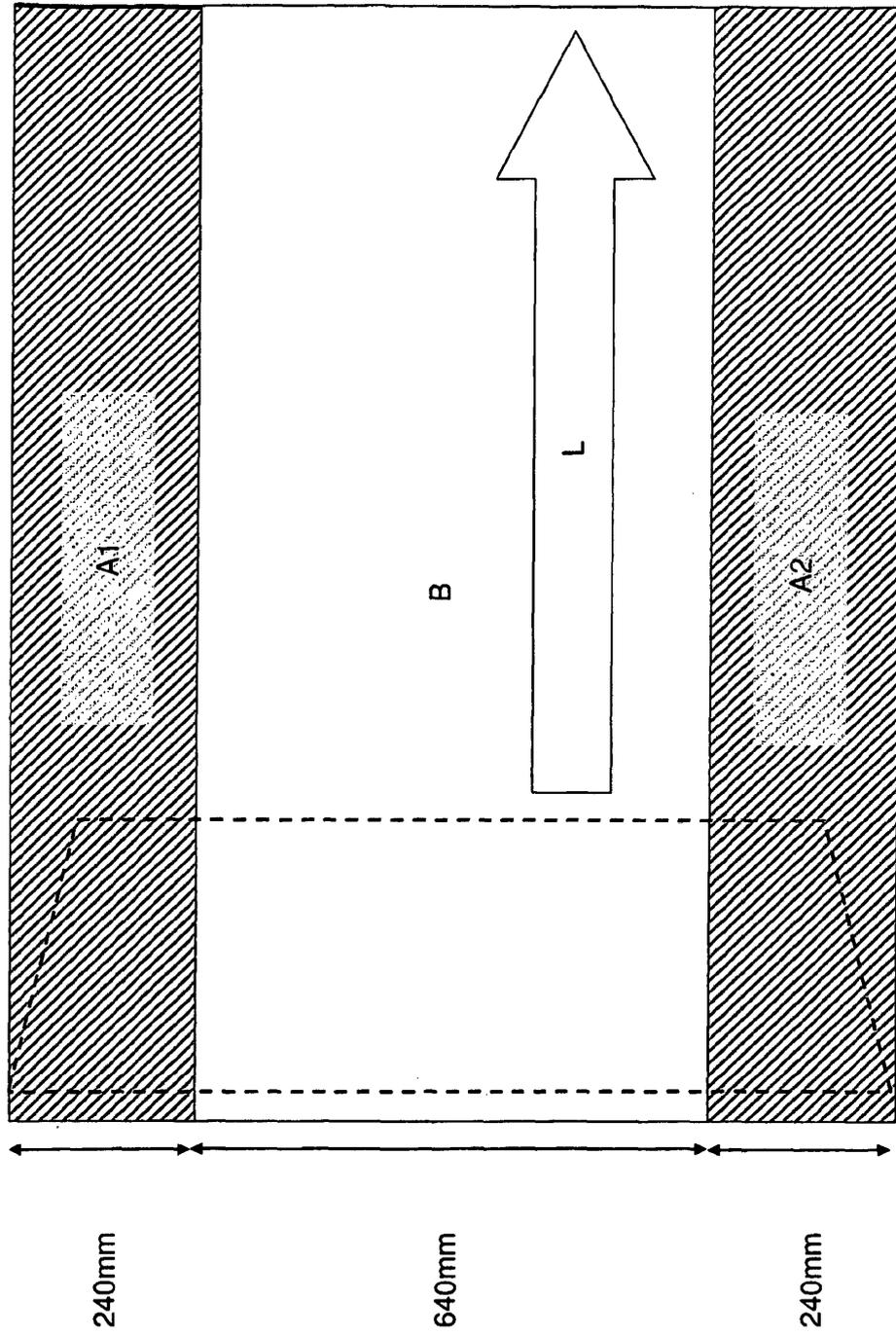


Figura 1b

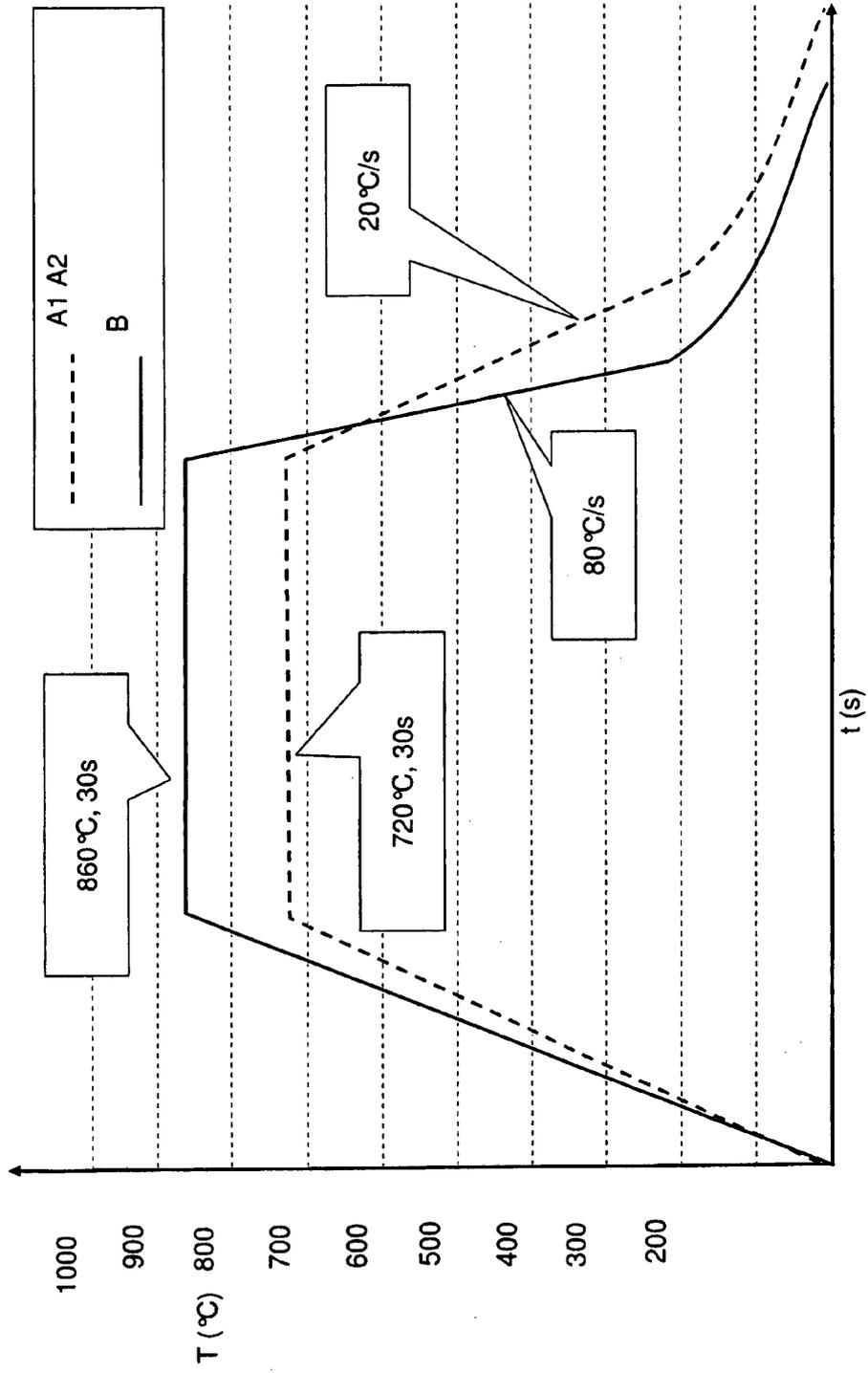


Figura 2a

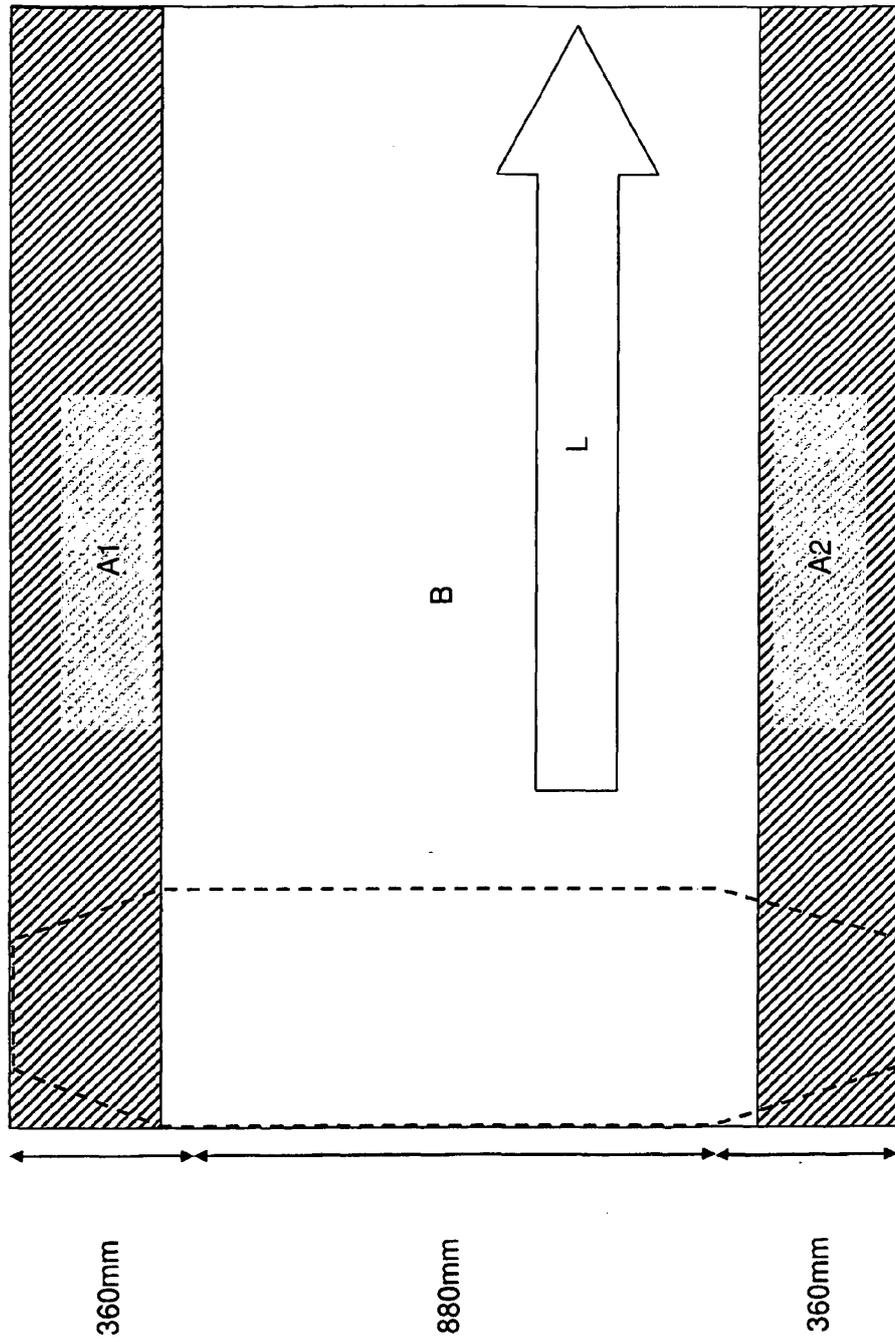


Figura 2b

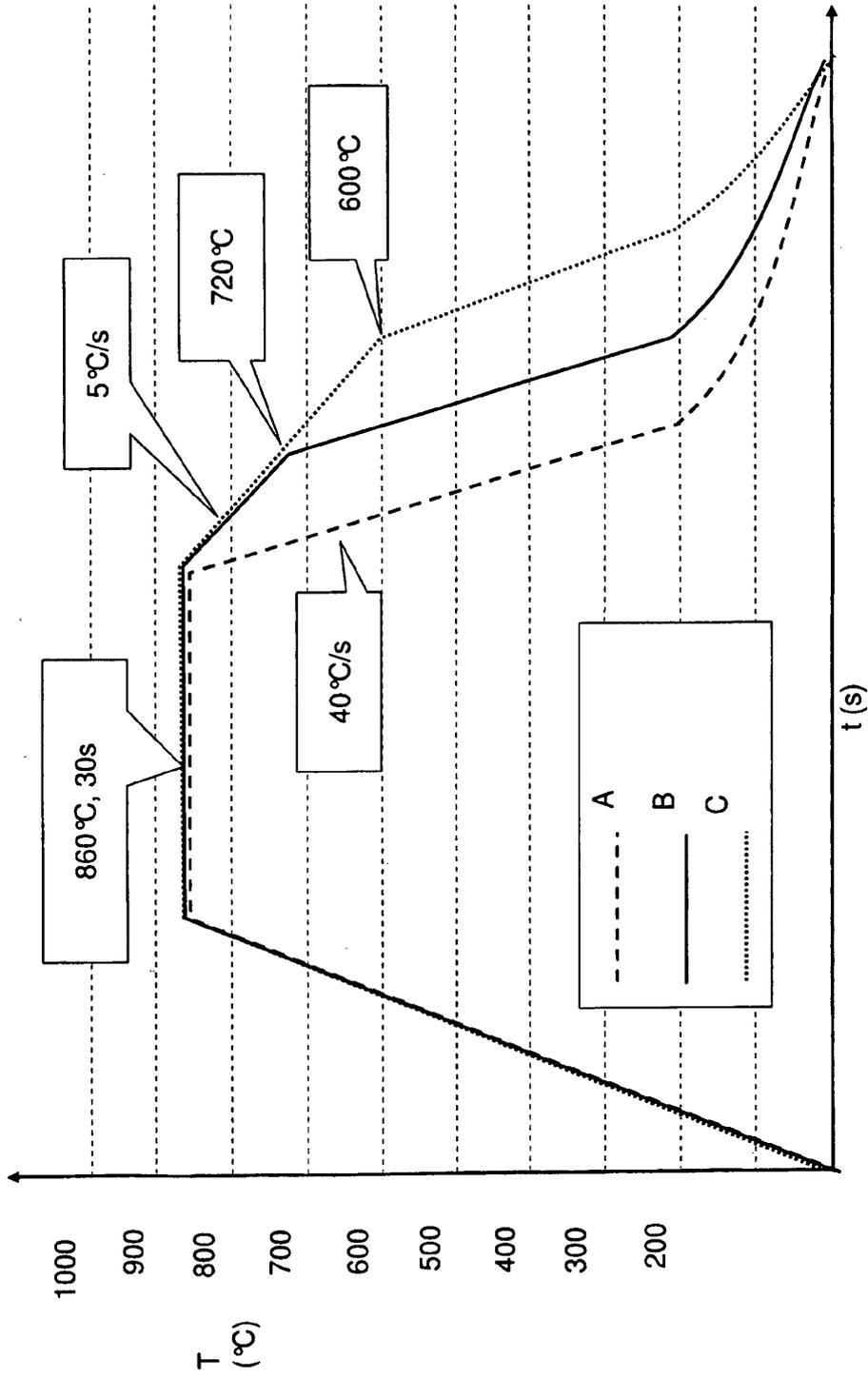


Figura 3a

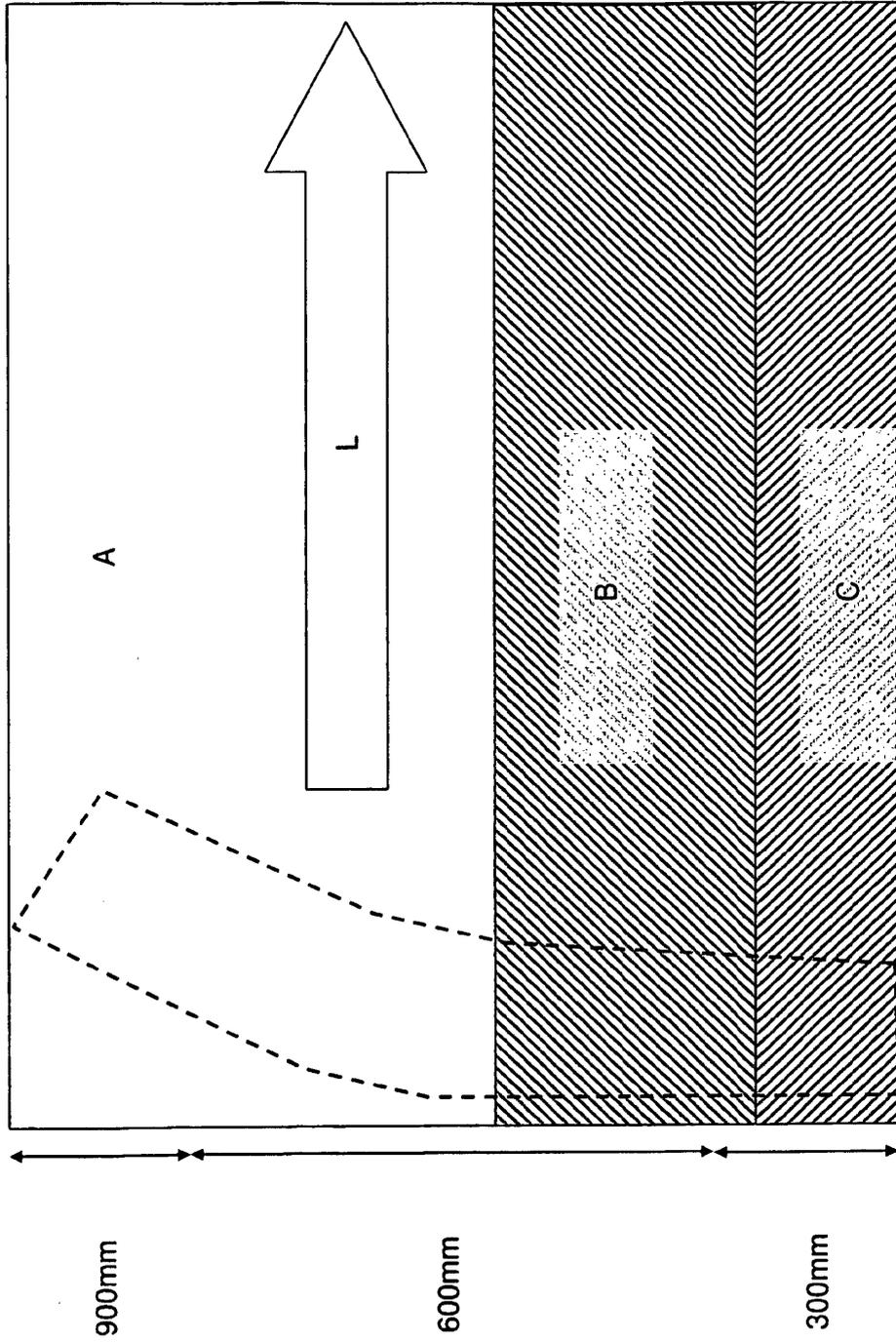


Figura 3b

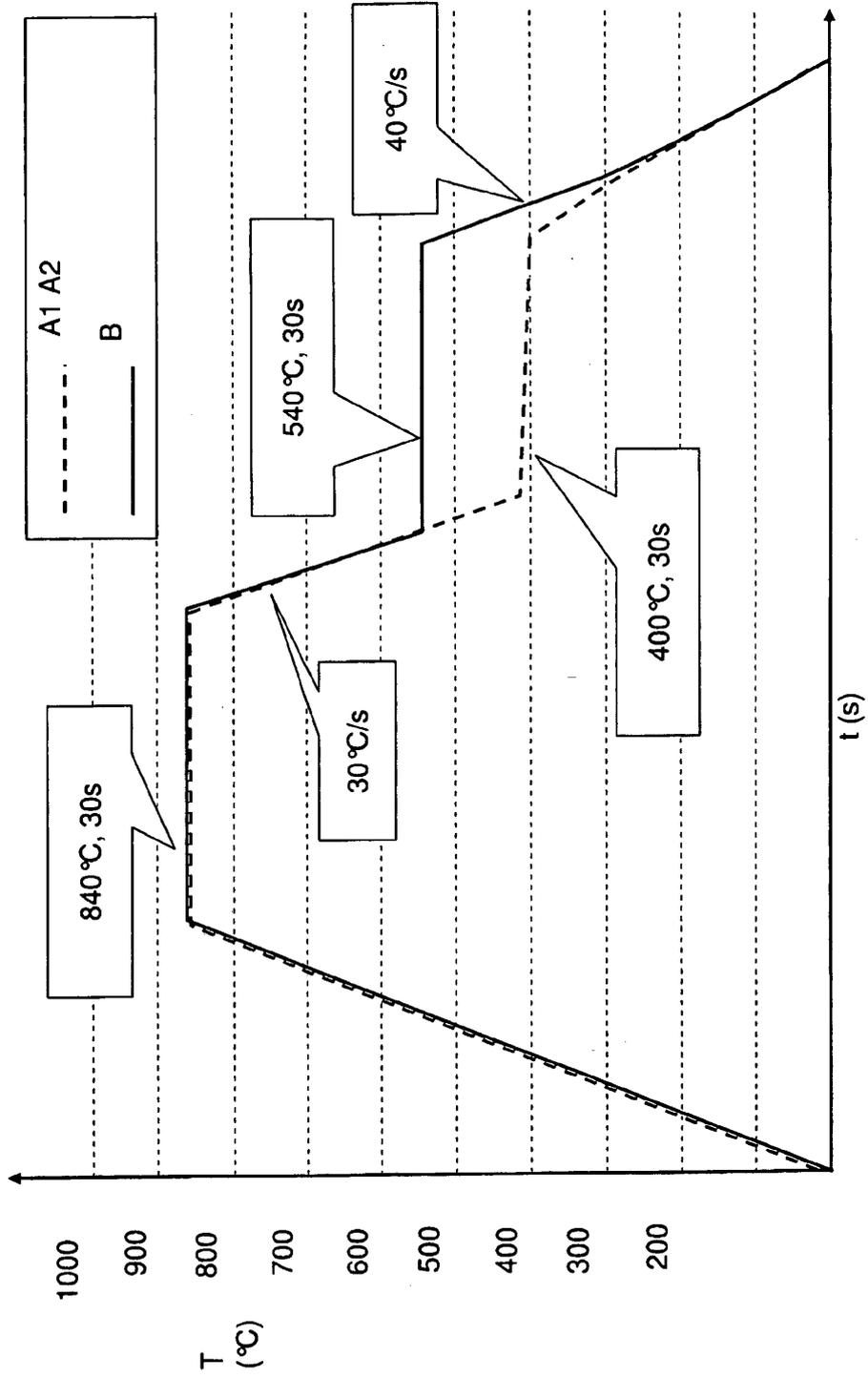


Figura 4a

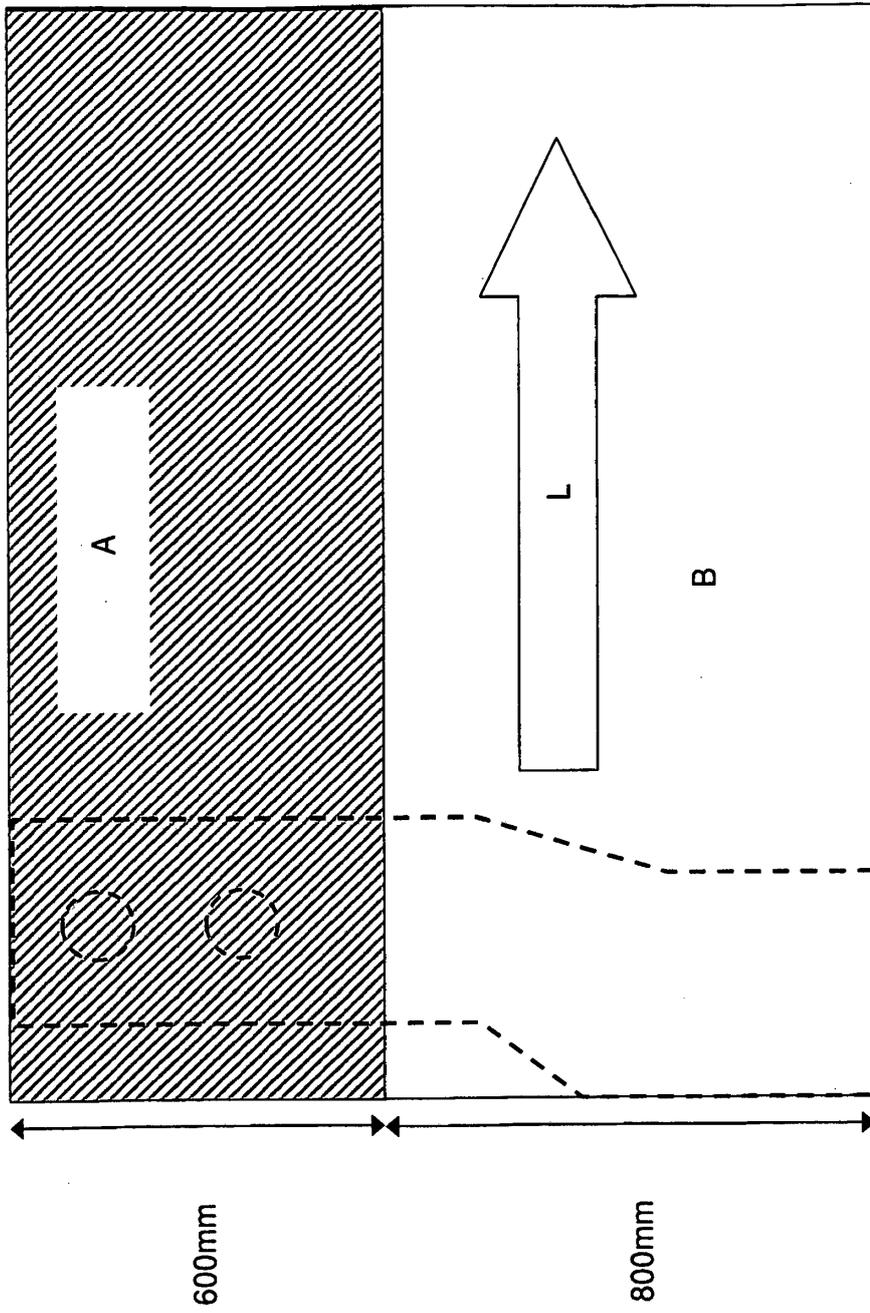


Figura 4b