

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 183**

51 Int. Cl.:

B21B 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2007 E 07850110 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.02.2015 EP 2085159**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de tuberías de metal con pared extremadamente delgada mediante laminado en frío**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.05.2015

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL
CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

HAYASHI, CHIHIRO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 536 183 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 de fabricación de tuberías de metal con pared extremadamente delgada mediante laminado en frío

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de laminación en frío para un tubo metálico, particularmente a un procedimiento para producir un tubo metálico de pared ultra delgada mediante el procedimiento de laminación en frío, en el que un intervalo que se puede producir se amplía dramáticamente en un lado de pared delgada del tubo metálico.

Técnica antecedente

10 El tubo metálico en un estado de acabado en caliente se suministra a un proceso de trabajo en frío, cuando el tubo metálico no satisface los requisitos de calidad, fuerza, o precisión dimensional. Generalmente, ejemplos del proceso de trabajo en frío incluyen un procedimiento de estirado en frío en el que se utilizan una matriz y una clavija o una barra de mandril y un procedimiento de laminación en frío en el que se utiliza un laminador de paso de peregrino en frío.

15 En el procedimiento de laminación en frío con el laminador de paso de peregrino en frío, el laminado de reducción del diámetro se realiza para una carcasa hueca entre un par de rodillos que tienen una matriz de ranura cónica cuyo diámetro se reduce gradualmente en una dirección circunferencial y una barra de mandril cónica cuyo diámetro se reduce gradualmente también en una dirección longitudinal. Es decir, las matrices de ranura se realizan en las circunferencias del par de rodillos, y la matriz de ranura tiene formas tales que las ranuras se vuelven más estrechas cuando los rodillos se hacen girar. El rodillo se hace avanzar en varias ocasiones y se retira a lo largo de la barra de mandril cónico mientras es girado, por lo que el laminado se realiza en la carcasa vacía entre el rodillo y la barra de mandril (por ejemplo, véase "Iron and Steel Handbook", tercera edición vol. 3, (2) Steel Bar, Steel Tube, and Rolling Common Facilities, pp. 1183-1189). El documento WO 2006/126565 A1 divulga un procedimiento para la producción de un tubo de pared metálica ultra delgada mediante un procedimiento de trabajo en frío con reducción significativa del espesor de pared. El laminado en frío se realiza mientras los diámetros de los tubos son expandidos utilizando rodillos que tienen una matriz de ranura cónica cuyos calibres aumentan desde un lado de la entrada de acoplamiento hacia un lado de salida de acabado.

20 La figura 1 es una vista que muestra un principio de laminado del laminador de paso de peregrino en frío, la figura 1(a) es una vista explicativa que muestra un punto de inicio de una carrera hacia adelante, y la figura 1(b) es una vista explicativa que muestra un punto de inicio de una carrera hacia atrás. Como se muestra en la figura 1, en el laminador de paso de peregrino en frío, un par de rodillos 2, que tienen una matriz de ranura cónica 3 cuyo diámetro se reduce gradualmente desde un lado de entrada de acoplamiento del rodillo hacia un lado de salida de acabado del mismo, y una barra de mandril cónico 4, cuyo diámetro se reduce gradualmente desde un lado de entrada de acoplamiento de la barra de mandril cónico hacia un lado de salida de acabado del mismo, se utiliza de acuerdo con un diámetro exterior y un espesor de pared (respectivamente, d_0 y t_0 en la figura) de una carcasa hueca 1 y un diámetro exterior y un espesor de pared (respectivamente, t y d en la figura) de un tubo laminado 5 de un producto, y se repiten carreras hacia delante y hacia atrás en las que se reduce el espesor de pared mientras que se reduce el diámetro de la carcasa hueca 1.

25 En el punto de inicio de la carrera hacia adelante y el punto de inicio de la carrera hacia atrás en el movimiento de vaivén, un ángulo de rotación de aproximadamente 60° y una alimentación que oscila desde aproximadamente 5 a aproximadamente 15 mm son intermitentemente impartidos al material del tubo (carcasa hueca 1), de modo que el laminado se lleva a cabo varias veces en una nueva porción.

30 El laminado en frío con el laminador de paso de peregrino en frío tiene una relación de trabajo extremadamente alta del material del tubo, y se puede realizar la elongación alrededor de diez veces. Ventajosamente, el laminado en frío tiene un gran efecto de enderezar una excentricidad del espesor de pared del tubo, no se requiere un proceso de reducción, y el laminado en frío tiene un alto rendimiento de la producción. Al mismo tiempo, el laminado en frío con el laminador de paso de peregrino en frío tiene una desventaja de productividad extremadamente baja en comparación con el procedimiento de estirado en frío. Por lo tanto, el laminado en frío con el laminador de paso de peregrino en frío es principalmente adecuado para trabajo en frío de tubos de alto grado, tal como un tubo de acero inoxidable y un tubo de acero de alta aleación, en el que el coste de materia prima y el coste de tratamiento intermedio son caros. En una industria del cobre y de fabricación de aleaciones de cobre, la producción de alto rendimiento mediante el laminado de tres cabos, y el laminador de paso de peregrino en frío se convierte en un proceso de producción básico para el cobre y sus productos fabricados de aleaciones de cobre.

Divulgación de la invención

35 En vista del problema anterior, un objeto de la presente invención es proponer un procedimiento para producir un tubo metálico de pared ultra delgada mediante un procedimiento de trabajo en frío en el que un intervalo significativamente que se puede producir se puede ampliar en el lado de pared delgada del tubo metálico. Un tubo metálico de pared delgada sin costura es un objetivo principal de la presente invención, y un tubo metálico soldado

también se incluye en el objetivo de la presente invención debido a que el espesor de pared irregular se genera en una parte soldada o una zona afectada por el calor y el enderezamiento es necesario incluso en el tubo metálico de pared delgada soldada.

5 El inventor llevó a cabo la investigación y el desarrollo para resolver el problema anterior con base a los problemas de la técnica convencional, y el inventor obtuvo los siguientes conocimientos para completar la presente invención.

10 Generalmente, en el tubo de trabajo de material plástico, el espesor de la pared de trabajo se consigue alargando el material del tubo en una dirección longitudinal del mismo. Es decir, en la laminación en frío del tubo de material, en el caso en que se realiza el trabajo de engrosamiento de la pared entre los rodillos de ranura y la barra de mandril cónico, el laminado se realiza mientras que el diámetro del tubo se reduce, y el material del tubo es alargado en una dirección longitudinal.

15 El inventor interpretó el hecho anterior en el sentido de que la cantidad de reducción de espesor de la pared se limita apenas a producir el tubo de espesor de pared delgada debido a que el material del tubo es alargado sólo en una dirección longitudinal cuando el trabajo plástico se realiza al material del tubo para reducir el espesor de la pared, y el inventor tenía una idea de que el problema anterior podría evitarse cuando el material del tubo es alargado en una dirección circunferencial, mientras que el material del tubo es alargado en una dirección longitudinal en la reducción del espesor de pared del material del tubo con el laminador de paso de peregrino en frío. Cuando se estudia el caso en el que el laminado se lleva a cabo a un producto en forma de anillo con un anillo laminador como un caso extremo, un material madre en forma de anillo es alargado no en una dirección longitudinal (dirección del eje), sino sólo en una dirección circunferencial del anillo, de modo que el espesor de pared puede ser reducido infinitamente.

20 Para alargar el material del tubo no sólo en una dirección circunferencial, sino también una dirección longitudinal utilizando el laminador de paso de peregrino en frío, es necesario que el espesor de la pared se reduzca para realizar el laminado de elongación mientras que el diámetro del material del tubo se expande utilizando la matriz de ranura de rodillo cónico, cuyo diámetro se amplía o se reduce gradualmente desde el lado de entrada de acoplamiento del rodillo hacia el lado de salida de acabado del mismo, y la barra de mandril cónico, cuyo diámetro se expande gradualmente desde el lado de entrada de acoplamiento de la barra de mandril cónico hacia el lado la salida de acabado de la misma.

La presente invención se realiza basándose en el conocimiento anterior, y se refiere a un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1. La invención se resume en un procedimiento para producir un tubo metálico de pared ultra delgada por un procedimiento de trabajo en frío que se muestra en los puntos (1) y (2).

30 Para una mejor comprensión de la presente invención, un procedimiento para producir un tubo metálico de pared ultra delgada mediante un procedimiento de laminación en frío en el que se aplica un laminador de paso de peregrino en frío se explica en lo siguiente: el procedimiento caracterizado porque un espesor de pared se reduce para llevar a cabo la elongación mientras que los diámetros interno y externo se expanden simultáneamente usando un par de rodillos, que tiene una matriz de ranura cónica cuyo diámetro es gradualmente expandido desde un lado de entrada de acoplamiento del rodillo hacia un lado de salida de acabado del mismo, y una barra de mandril cónico, cuyo diámetro de la barra de mandril cónico está ampliando gradualmente desde un lado de entrada de acoplamiento de la barra de mandril cónico hacia un lado de salida de acabado del mismo, de acuerdo con diámetros exteriores y espesores de pared de una carcasa vacía y un tubo laminado acabado. En este caso, es obvio que el espesor de la pared no puede reducirse a menos que un margen de expansión del diámetro interior se ajuste más grande que el del diámetro exterior.

45 (1) La deformación plástica en la que el espesor de la pared se reduce mientras que el diámetro interior y exterior se expanden simultáneamente se describe en el apartado (1). Sin embargo, la deformación plástica en la que los diámetros interiores y exteriores se expanden simultáneamente no siempre se conoce como la deformación por expansión de diámetro del material del tubo. Desde el punto de vista de la mecánica de la plasticidad, la deformación plástica en la que un diámetro central del espesor de la pared (diámetro promedio de los diámetros interior y exterior) del material del tubo se expande se refiere colectivamente como la deformación por expansión de diámetro.

50 Por consiguiente, incluso si sólo el diámetro interior se expande mientras que el diámetro exterior no se cambia, la deformación por expansión de diámetro se realiza debido a que el diámetro central de espesor de la pared es, sin duda expandido.

(2) Incluso si el diámetro exterior se reduce, el diámetro central de espesor de la pared se expande para llevar a cabo la expansión de deformación de diámetro cuando un margen de expansión del diámetro interior es más grande que un margen de reducción del diámetro exterior.

55 Como se usa en el presente documento, una relación de expansión de un diámetro interior o un diámetro exterior se entenderá como una relación en la que un diámetro interior o exterior de un tubo metálico después del laminado en frío se divide por un diámetro interior o exterior del tubo metálico antes del laminado en frío, y una relación de reducción de un diámetro exterior significará que la relación de expansión del diámetro exterior no es más de uno.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista explicativa de un procedimiento de laminación de reducción de diámetro convencional, la figura 1(a) muestra un punto de inicio de una carrera hacia adelante, y la figura 1(b) muestra un punto de inicio de una carrera hacia atrás;

5 La figura 2 es una vista explicativa de un procedimiento de laminación de expansión de diámetro en el que un espesor de pared se reduce para llevar a cabo la elongación mientras que los diámetros interno y externo se expanden simultáneamente, la figura 2(a) muestra un punto de inicio de una carrera hacia adelante, y la figura 2(b) muestra un punto de inicio de una carrera hacia atrás;

10 La figura 3 es una vista explicativa de un procedimiento de laminación de expansión de diámetro según la presente invención en el que un espesor de pared se reduce para realizar una elongación en el mismo momento en que se expande el diámetro interior, mientras que el diámetro exterior no se cambia, la figura 3(a) muestra un punto de inicio de una carrera hacia adelante, y la figura 3(b) muestra un punto de inicio de una carrera hacia atrás; y

15 La figura 4 es una vista explicativa de un procedimiento de laminación de expansión de diámetro según la presente invención en el que el espesor de la pared se reduce para realizar una elongación en el mismo momento en que se expande el diámetro interior, mientras que el diámetro exterior se reduce, la figura 4(a) muestra un punto de inicio de una carrera hacia adelante, y la figura 4(b) muestra un punto de inicio de una carrera hacia atrás.

Mejores modos de llevar a cabo la invención

20 Como se ha descrito anteriormente, la presente invención es un procedimiento para producir un tubo metálico de pared ultra delgada mediante un procedimiento de laminación en frío con un laminador de paso de peregrino en frío.

Un primer aspecto para una mejor comprensión de la presente invención es un procedimiento para producir un tubo metálico de pared ultra delgada por un procedimiento de laminación en frío en el que se aplica un laminador de paso de peregrino en frío, y el procedimiento se caracteriza porque un espesor de pared se reduce para realizar la laminación de elongación mientras que los diámetros interior y exterior se expanden simultáneamente usando un par de rodillos, que tiene una matriz de ranura cónica cuyo diámetro se expande gradualmente desde un lado de entrada de acoplamiento del rodillo hacia un lado de salida de acabado del mismo, y una barra de mandril cónico, cuyo diámetro es gradualmente expandido desde un lado de entrada de acoplamiento de la barra de mandril cónico hacia un lado de salida de acabado del mismo.

30 La figura 2 muestra el aspecto de una mejor comprensión de la presente invención. La figura 2(a) muestra un punto de inicio de una carrera hacia adelante y la figura 2(b) muestra un punto de inicio de una carrera hacia atrás. Como se muestra en la figura 2(a), una matriz 13 de ranura cónica cuyo diámetro está suavemente expandido desde el lado de entrada de acoplamiento de la misma hacia el lado de salida de acabado de la misma está dispuesta alrededor de cada uno de un par de rodillos 12, y el par de rodillos 12 se hace avanzar en una dirección que se muestra por una flecha A en la figura a lo largo de una barra 14 de mandril cónico cuyo diámetro exterior es expandido suavemente desde el lado de entrada de acoplamiento de la misma hacia el lado de salida de acabado de la misma, por lo que la laminación de elongación se realiza a una carcasa hueca 1 entre una superficie de la matriz 13 de ranura cónica del rodillo 12 y una superficie de la barra 14 de mandril cónico. Entonces, como se muestra en la figura 2(b), el par de rodillos 12 se hace girar en sentido inverso, y la laminación de elongación se lleva a cabo de manera similar a la carcasa hueca 1 entre la matriz 13 de ranura cónica del rodillo 12 y la barra 14 de mandril cónico, mientras que el par de rodillos 12 se retira en una dirección mostrada por una flecha B en la figura.

45 Mediante la repetición de las carreras anteriores hacia adelante y hacia atrás, la carcasa hueca 1, que tiene un diámetro exterior d y un espesor de pared t se enrolla en un producto de tubo de laminado 15 que tiene un diámetro exterior d y un espesor de pared t mientras que el diámetro de la carcasa hueca 1 se expande. En el punto de inicio de la carrera hacia adelante y el punto de inicio de la carrera hacia atrás en el movimiento alternativo, el procedimiento de alimentación y de rotación del material del tubo (carcasa hueca 1) a realizar es similar a la técnica convencional.

50 Un aspecto de la presente invención es un procedimiento para producir un tubo metálico de pared ultra delgada con un laminador de paso de peregrino en frío, en el que el espesor de la pared se reduce para llevar a cabo la elongación al mismo tiempo cuando se expande sólo el diámetro interior mientras que el diámetro exterior no es cambiado. Otro aspecto de la presente invención es un procedimiento para producir un tubo metálico de pared ultra delgada con un laminador de paso de peregrino en frío, en el que el espesor de la pared se reduce para realizar elongación en el mismo momento en que el diámetro exterior se reduce y el diámetro interior se expande mientras un margen de expansión del diámetro interior se ajusta mayor que un margen de reducción del diámetro exterior. Las figuras 3 y 4 muestran los aspectos antes mencionados de acuerdo con la presente invención. Las figuras 3(a) y 4(a) muestran cada punto de un comienzo de una carrera hacia adelante y las figuras 3(b) y 4(b) muestran cada uno un punto de inicio de una carrera hacia atrás. La carcasa hueca 1 es alargada y laminada entre las matrices 13 de

ranura cónica de los rodillos 12 y la barra 14 de mandril cónico de la misma manera como se describe en la figura 2.

Ejemplos

5 Se realizaron las siguientes pruebas para tres ejemplos y los resultados se evaluaron con el fin de confirmar los efectos de los procedimientos para la producción de un tubo metálico de pared ultra delgada por el procedimiento de laminación en frío según la presente invención.

Primer ejemplo comparativo

10 Un tubo de acero inoxidable 18% Cr - 8% Ni tiene un diámetro exterior de 34,0 mm y un espesor de pared de 3,5 mm producidos por el proceso de molino de mandril de Mannesman se utilizó como la carcasa hueca para muestra de ensayo, la carcasa hueca se laminó mientras que el diámetro de la misma fue ampliado utilizando el laminador de paso de peregrino en frío, y el tubo obtenido tenía un diámetro exterior de 50,8 mm y un espesor de pared de 1,3 mm.

Las condiciones de ensayo y los resultados se resumen como sigue.

Diámetro de la matriz de ranura rodillo cónico: D que van desde 34,0 hasta 50,8 mm

Diámetro de la barra de mandril cónico: dm que van desde 26,0 hasta 47,2 mm

15 Alimentación: f = 10,0 mm

Ángulo de giro: $\theta = 60^\circ$

Carcasa hueca de diámetro exterior: do = 34,0 mm

Espesor de la pared de la carcasa vacía: to = 3,5 mm

Diámetro exterior del tubo después del laminado: d = 50,8 mm

20 Espesor de la pared del tubo después del laminado: t = 1,3 mm

Relación de expansión de diámetro exterior: $d/do = 1,49$

Relación de elongación: $a (do-to)/(d-t) = 1,66$

Relación (espesor de pared/diámetro exterior): $t/d = 2,56\%$

Relación de expansión de diámetro central espesor de pared: $(d-t)/(do-to) = 1,62$

25 **Segundo ejemplo**

30 Un tubo de acero inoxidable 18%Cr - 8% Ni tiene un diámetro exterior de 50,8 mm y un espesor de pared de 4,5 mm producidos por el proceso de molino de mandril de Mannesman se utilizó como la carcasa hueca para muestra de ensayo, la carcasa hueca se laminó mientras que el diámetro de la misma fue ampliado utilizando el laminador de paso de peregrino en frío, y el tubo obtenido tenía un diámetro exterior de 50,8 mm y un espesor de pared de 1,5 mm.

Las condiciones de ensayo y los resultados se resumen como sigue.

Diámetro de la matriz de ranura del rodillo cónico: D que va desde 50,8 hasta 50,8 mm

Diámetro de la barra de mandril cónico: dm que va desde 40,8 hasta 47,8 mm

Alimentación: f = 10,0 mm

35 Ángulo de giro: $\theta = 60^\circ$

Diámetro exterior de la carcasa hueca: do = 50,8 mm

Espesor de la pared carcasa vacía: to = 4,5 mm

Diámetro exterior del tubo después del laminado: d = 50,8 mm

Espesor de la pared del tubo después del laminado: t = 1,5 mm

40 Relación de expansión de diámetro exterior: $d/do = 1,0$

Relación de elongación: $to (do-to)/(d-t) = 2,82$

Relación (espesor de pared/diámetro exterior): $t/d = 2,95\%$

Relación de expansión de diámetro central espesor de pared: $(d-t)/(d_0-t_0) = 1,06$

Tercer Ejemplo

5 Un tubo de acero inoxidable 18% Cr - 8%Ni tiene un diámetro exterior de 53,4 mm y un espesor de pared de 5,5 mm producidos por el proceso de molino de mandril de Mannesman se utilizó como la carcasa hueca para muestra de ensayo, la carcasa hueca se laminó mientras que el diámetro de la misma fue ampliado utilizando el laminador de paso de peregrino en frío, y el tubo obtenido tenía un diámetro exterior de 50,8 mm y un espesor de pared de 1,7 mm.

Las condiciones de ensayo y los resultados se resumen como sigue.

10 Diámetro de la matriz de ranura del rodillo cónico: D que va desde 53,4 hasta 50,8 mm

Diámetro de la barra de mandril cónico: d_m que va desde 41,4 hasta 47,4 mm

Alimentación: $f = 10,0$ mm

Ángulo de giro: $\theta = 60^\circ$

Diámetro exterior de la carcasa hueca: $d_0 = 53,4$ mm

15 Espesor de pared de la carcasa hueca: $t_0 = 5,5$ mm

Diámetro exterior del tubo después del laminado: $d = 50,8$ mm

Espesor de la pared del tubo después del laminado: $t = 1,7$ mm

Relación de reducción del diámetro exterior: $d/d_0 = 0,95$

Relación de elongación: $t_0(d_0-t_0)/\{t(d-t)\} = 3,16$

20 Relación (espesor de pared/diámetro exterior): $t/d = 3,35\%$

Relación de expansión de diámetro central espesor de pared: $(d-t)/(d_0-t_0) = 1,03$

25 El tubo de acero obtenido por las pruebas de tres ejemplos tenía texturas de la superficie interior y exterior brillantes, y no había ningún problema particular, en la calidad. En el tubo de acero inoxidable de 18% Ni – 8% Cr que tiene el diámetro exterior de 50,8 mm, debido a que el espesor de pared mínimo hasta aproximadamente 2,0 mm a aproximadamente 2,5 mm puede ser laminado en frío por el procedimiento de laminación de reducción de diámetro convencional, es claro que el procedimiento de laminación de expansión de diámetro según la presente invención tiene la ventaja significativa.

Aplicabilidad industrial

30 El uso del procedimiento para producir un tubo metálico de pared ultra delgada por el procedimiento de laminación en frío de la presente invención puede ampliar significativamente el intervalo que se puede producir en el lado de la pared delgada del tubo metálico por el procedimiento de trabajo en frío. Cuando el tubo metálico sin costura que tenga la pared de espesor menor que alrededor de dos tercios del tubo metálico en frío de acabado sin costura convencional es económicamente producido de forma estable por el procedimiento de la presente invención, tubos metálicos de pared delgada soldada, tales como tubo soldado TIG y un tubo soldado por láser puede ser sustituido

35 por el tubo metálico de pared delgada sin costura de ultra alta fiabilidad producido por el procedimiento de la presente invención. Cuando se produce de forma estable el tubo metálico ultra delgado pared transparente que tiene el espesor de pared de 0,6 a 0,8 mm, el tubo metálico de pared ultra delgada sin costuras se puede aplicar a campos de alta tecnología, como una manga de calentamiento de una impresora láser color, un rodillo de presurización de la impresora láser de color, y una carcasa celular de una célula de combustible.

40

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de producción de un tubo metálico de pared ultra delgada mediante un procedimiento de laminación en frío en el que se aplica un laminador de paso de peregrino en frío,

5 en el que un espesor de pared t se reduce para realizar la elongación mientras que un diámetro de centro de espesor de pared, que es un diámetro medio de los diámetros exterior e interior de un material de tubo, se expande usando

un par de rodillos (12), que tiene un matriz (13) de ranura cónica cuyo diámetro se reduce gradualmente desde un lado de entrada de acoplamiento del rodillo (12) hacia un lado de salida de acabado del mismo, y

10 una barra (14) de mandril cónico, cuyo diámetro se expande gradualmente desde un lado de entrada de acoplamiento de la barra de mandril cónico hacia un lado de salida de acabado del mismo,

la expansión se realiza de acuerdo con los diámetros exteriores y espesores de pared de una carcasa hueca (1) y el tubo laminado terminado,

caracterizado porque

15 el espesor de pared t se reduce para realizar una elongación en el mismo momento en que el diámetro exterior se reduce y el diámetro interior se expande mientras que un margen de expansión del diámetro interior se ajusta más grande que un margen de reducción del diámetro exterior.

2. El procedimiento de producción de un tubo metálico de pared ultra delgada según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el espesor de pared t se reduce para llevar a cabo la elongación al mismo tiempo cuando sólo se expande el diámetro interior, mientras que el diámetro exterior d no se cambia, con el margen de reducción del mismo siendo nulo.

20

FIG. 1

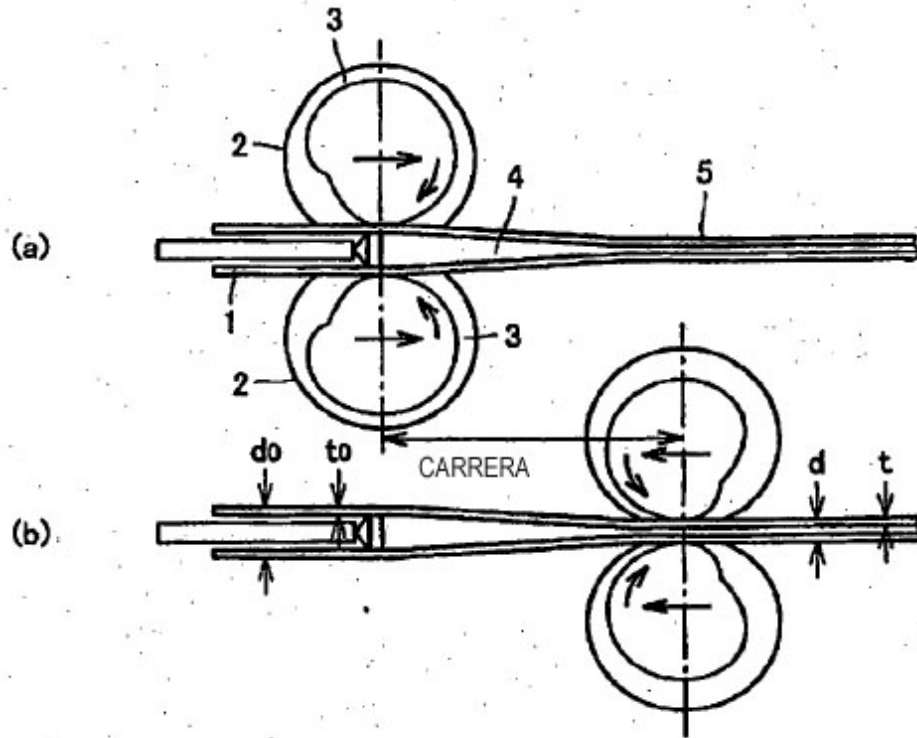


FIG. 2

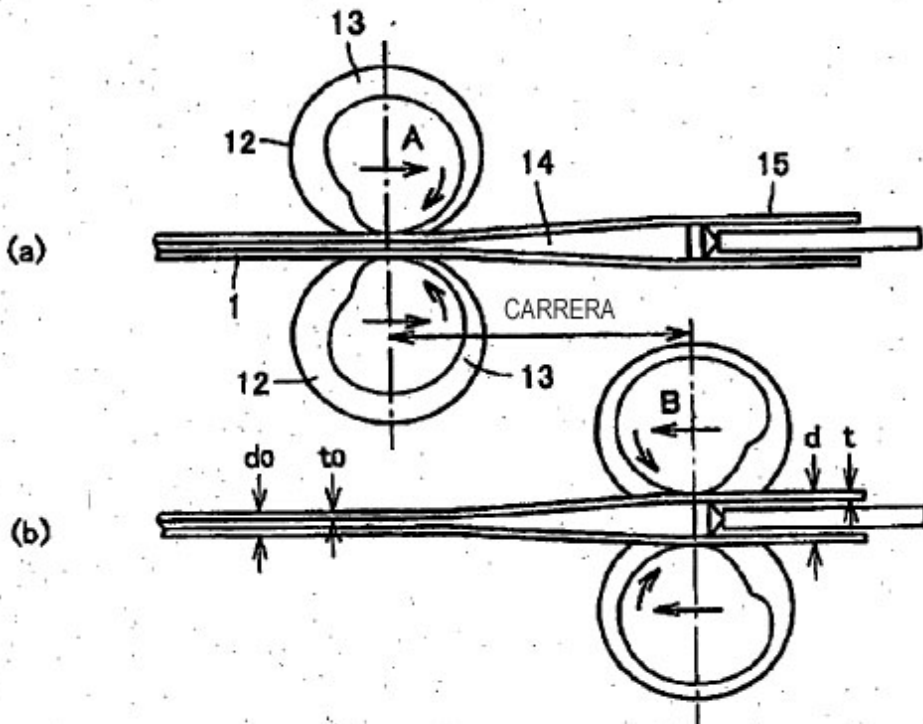


FIG. 3

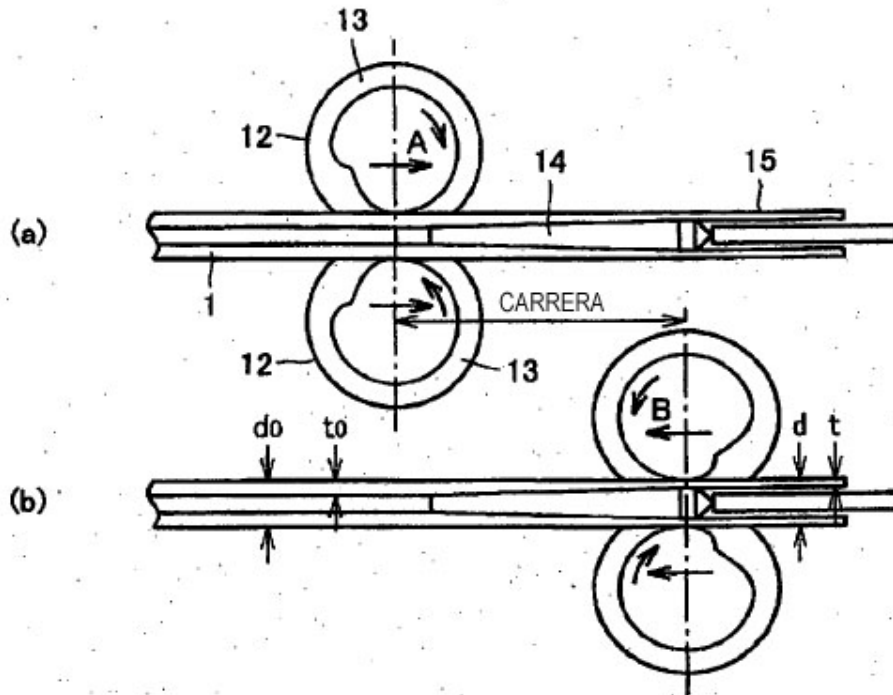


FIG. 4

