

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 721 599**

51 Int. Cl.:

B21C 1/22 (2006.01)

B21C 1/24 (2006.01)

B21C 37/20 (2006.01)

B21D 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.10.2008 PCT/JP2008/068216**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.04.2009 WO09051037**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2008 E 08839408 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 2208548**

54 Título: **Método de producción de un tubo de acero estriado internamente y el tubo de acero estriado internamente**

30 Prioridad:

17.10.2007 JP 2007269606

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

01.08.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

BEPPU, KENICHI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 721 599 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

Método de producción de un tubo de acero estriado internamente y el tubo de acero estriado internamente

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un método de producción de un tubo de acero estriado internamente, que se utiliza para formar estrías en espiral (salientes) en la superficie interna de un tubo de acero mediante dibujo en frío. Más particularmente, la invención se refiere a un método de producción de un tubo de acero estriado internamente, que puede formar estrías en espiral de manera estable.

Antecedentes

10 Por lo general, en una parte de una caldera resistente al calor a altas temperaturas, un intercambiador de calor, o similar, se utiliza un tubo de acero estriado internamente (tubo estriado) con estrías en espiral (salientes) que se forman en la superficie interna del tubo de acero para mejorar una eficiencia de generación de energía. Dado que la superficie interna del tubo de acero estriado internamente tiene un área de superficie más grande por las estrías que se forman en la superficie interna, aumenta el área de contacto entre el vapor de agua que pasa a través del interior del tubo calentado y la superficie interna del tubo, mientras que permite que ocurra turbulencia en un fluido que contiene vapor de agua, lo que permite mejorar la eficiencia del intercambio de calor. Con una tendencia reciente de mayor capacidad y mayor temperatura/mayor presión de la caldera, ha aumentado rápidamente la demanda del tubo de acero estriado internamente.

15 Para producir el tubo de acero estriado internamente, se utiliza un tubo de acero sin soldadura o un tubo de acero soldado por resistencia eléctrica como tubo virgen, se ablanda el tubo virgen lo suficiente según sea necesario, y luego, en un proceso de trabajo en frío, se utilizan para dibujar el tubo una matriz de dibujo y una clavija, que tiene ranuras en espiral en su superficie periférica exterior para formar estrías en el tubo.

20 La Figura 1 es una vista explicativa para ilustrar esquemáticamente un método de producción de un tubo de acero estriado internamente mediante dibujo en frío. Cuando se dibuja un tubo virgen 3 en frío, se inserta una clavija 1 en el tubo virgen 3 de manera concéntrica con respecto a una matriz 2 y el tubo virgen 3, y el tubo virgen 3 se dibuja en la dirección indicada por una flecha hueca mientras permite que la clavija 1 gire. La superficie externa del tubo virgen 3 se reduce con la matriz 2. Se presiona la superficie interna del tubo virgen 3 y se procesa a lo largo de las ranuras helicoidales 1a en la superficie periférica exterior de la clavija 1, de modo que se formen las estrías en espiral 3a en la superficie periférica interior del tubo virgen dibujado 3.

25 La clavija 1 utilizada de este modo se puede girar libremente y se sujeta con un mandril 4. La forma de la clavija afecta en gran medida las cualidades tales como la altura de las estrías y la forma de las estrías (especialmente, la parte de la esquina de las estrías y el ángulo de avance) del tubo de acero estriado internamente, y la sujeción defectuosa ocurre entre el tubo virgen y la clavija que depende de las condiciones de dibujo.

30 Por lo tanto, con respecto a la producción de tubos de acero estriados internamente, se han realizado varias propuestas convencionales sobre la configuración y la forma de la clavija. Por ejemplo, la publicación de la solicitud de patente japonesa n.º 2001-179327 propone una clavija en la cual, en una ranura helicoidal de esta, el radio de curvatura para cada una de las esquinas donde ambas paredes laterales de la ranura se cruzan con una superficie inferior de la ranura se mantiene constante desde el extremo frontal de la clavija hasta la parte trasera de esta, y el diámetro de la clavija disminuye en un gradiente fijo desde el extremo frontal de la clavija hacia el extremo trasero de esta.

35 Además, la publicación de la solicitud de patente japonesa n.º 2006-272392 describe una herramienta de dibujo para dibujar el tubo de acero estriado internamente, en el que los bordes de cada ranura helicoidal están redondeados o biselados linealmente para reducir el área de contacto entre la parte superior del borde de la ranura y el tubo virgen, reduciendo así la resistencia de fricción entre la parte superior del borde de la ranura y el tubo virgen.

40 La solicitud de patente japonesa n.º 62237295, que forma la base para el preámbulo de la reivindicación 1, describe un método de fabricación de un tubo de intercambiador de calor variante que incluye una etapa de dibujo que utiliza una matriz y una clavija flotante para formar ranuras en espiral en el tubo.

Descripción de la invención

45 En las publicaciones mencionadas anteriormente, mediante el uso de las clavijas descritas, se puede evitar que ocurran sujeciones defectuosas cuando se dibuja el tubo virgen en frío para el tubo de acero estriado internamente, y se puede fabricar la propia clavija de forma relativamente fácil y económica, de modo que el costo de producción del tubo de acero estriado internamente se puede reducir significativamente.

Sin embargo, independientemente de la forma o configuración de la clavija, el dibujo en frío de un tubo virgen doblado para formar estrías en espiral causa muchos problemas debido a las curvas del tubo virgen. Además, incluso el dibujo en frío del tubo virgen cuyas curvas se han enderezado para formar las estrías en espiral puede causar muchos

problemas de dibujo que dependen de la dirección/orientación de las estrías en espiral que se forman.

Se puede usar un tubo de acero sin soldadura o un tubo de acero soldado por resistencia eléctrica como tubo virgen para el tubo de acero con estrías internas. En el caso de que el tubo de acero sin soldadura se utilice como tubo virgen, es deseable realizar un dibujo en frío para corregir la sección transversal a lo largo de la dirección del eje de un tubo del tubo virgen a una forma de círculo sustancialmente perfecto (en lo sucesivo, "dibujo de terminación de círculo") antes del dibujo en frío que forma las estrías. De este modo, se pueden mejorar notablemente la conformabilidad del tubo virgen y la precisión del tubo de acero estriado internamente.

La presente invención se ha realizado en vista de las circunstancias descritas anteriormente en un momento en el que el tubo de acero estriado internamente se dibuja en frío, y, por consiguiente, un objeto del mismo es proporcionar un método de producción de un tubo de acero internamente estriado, en el que se pueden formar estrías en espiral de manera estable para reducir los problemas en el momento de dibujar en frío la estría al enderezar las curvas de un tubo virgen antes del dibujo en frío de la estría, optimizando la dirección/orientación de la formación de las estrías en espiral en el caso en que las estrías en espiral se formen en la superficie interna del tubo virgen cuyas curvas se han enderezado, y al ajustar el programa de dibujo según los tipos de tubos vírgenes que se van a utilizar, y un tubo de acero con estrías internas producido mediante este método.

Se realizó la presente invención para resolver los problemas descritos anteriormente, y su esencia consiste en métodos de producción de un tubo de acero estriado internamente como se describe en los siguientes puntos (1) a (3).

(1) Un método de producción de un tubo de acero estriado internamente, que incluye las siguientes etapas: enderezar las curvas de un tubo virgen para un tubo de acero estriado internamente mediante el uso de una máquina enderezadora de rodillo transversal; y dibujar en frío el tubo virgen enderezado para formar estrías en espiral.

(2) En el método de producción de un tubo de acero estriado internamente descrito en el punto (1) anterior, es preferible que en la etapa de estirado en frío del tubo virgen para formar las estrías en espiral, se formen las estrías en espiral en una dirección paralela o sustancialmente paralelo a una zona de alta dureza formada en espiral sobre la superficie interna del tubo virgen en la etapa de enderezar las curvas del tubo virgen para el tubo de acero estriado internamente.

(3) En el método de producción de un tubo de acero estriado internamente descrito en el punto (1) o (2) anterior, es preferible que cuando se use un tubo de acero sin soldadura como el tubo virgen para el tubo de acero estriado internamente, el tubo de acero sin soldadura a utilizar como tubo virgen se dibuje en frío al menos una vez para corregir su sección transversal a lo largo de la dirección del eje del tubo hasta una forma de círculo sustancialmente perfecto antes de la etapa de dibujo en frío que forma las estrías.

La "zona de alta dureza" definida en la presente invención es una zona endurecida por trabajo formada en la superficie interna del tubo virgen por una carga de aplastamiento, que hace que la tensión de compresión en una dirección de diámetro, se aplique al tubo virgen entre los rodillos de enderezamiento a condición de que se utilice un sistema de enderezamiento de rodillos. La zona es un área difícil de trabajar que es baja en ductilidad y resistencia, y es susceptible de romperse.

De acuerdo con el método de producción de un tubo de acero estriado internamente de acuerdo con la presente invención, las estrías en espiral pueden formarse de manera estable para evitar problemas en el momento del dibujo en frío para formar las estrías en espiral enderezando las curvas del tubo virgen antes de dicho dibujo donde se forman las estrías en frío, mediante la optimización de la orientación de la formación de estrías en espiral después del enderezamiento de la curva, y mediante el ajuste del programa de dibujo en función de los tipos de tubos vírgenes que se utilizarán. El tubo de acero estriado internamente que se obtiene mediante este modo exhibe una excelente conformabilidad y calidad.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista explicativa para ilustrar esquemáticamente un método de producción de un tubo de acero estriado internamente mediante dibujo en frío;

La Figura 2 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de proceso aplicable a un método de producción de un tubo de acero estriado internamente de según la presente invención;

La Figura 3 es un diagrama que muestra un ejemplo de la disposición de rodillos de una máquina enderezadora de rodillos transversales;

La Figura 4 es una vista explicativa para explicar una carga de aplastamiento de una máquina enderezadora de rodillos transversales en la que un par de rodillos están dispuestos de manera opuesta, es decir, de una manera opuesta entre sí; y

La Figura 5 es una vista lateral que muestra la relación entre una zona de alta dureza en espiral formada por el enderezamiento de las curvas y la dirección/orientación de la formación de estrías en espiral en la superficie interna

de un tubo virgen, la Figura 5 (a) muestra el caso donde la zona de alta dureza en espiral y la dirección de la formación de estrías en espiral en la superficie interna del tubo virgen se cruzan en ángulo recto, y la Figura 5 (b) muestra el caso donde la zona de alta dureza en espiral y la dirección de las estrías en espiral en la superficie interna del tubo virgen son paralelas entre sí.

5 Mejor modo de llevar a cabo la invención.

La Figura 2 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de proceso aplicable a un método de producción de un tubo de acero estriado internamente de acuerdo con la presente invención. Los tipos de aceros utilizados para el tubo de acero estriado internamente según la presente invención son el acero al carbono y el acero de baja aleación basado en Cr (por ejemplo, STBA22, acero 1Cr-1/2Mo) y se puede usar un tubo de acero sin soldadura o un tubo de acero soldado por resistencia eléctrica como un tubo virgen.

Por lo general, el tubo de acero sin soldadura se produce mediante laminación en caliente utilizando un método de fabricación de tubos de mandril para su alta eficiencia de producción. El tubo de acero soldado por resistencia eléctrica se produce mediante un proceso de soldadura por resistencia eléctrica que incorpora las tecnologías de soldadura por arco inerte con gas inerte y controla automáticamente la entrada de calor de soldadura para evitar la oxidación de la zona de soldadura y estabilizar el cordón de soldadura.

En la etapa de producción de un tubo virgen, se decide según el tipo de acero y las condiciones de producción del tubo virgen si se requiere un tratamiento de ablandamiento del tubo virgen. A continuación, se quita la cascarilla del tubo virgen para el tubo de acero estriado internamente mediante decapado, inmediatamente después de ablandarlo o incluso en el caso sin el tratamiento de ablandamiento, para eliminar la cascarilla en las superficies internas y externas del tubo virgen, y se somete a un tratamiento lubricante.

Por lo general, para el tubo virgen del tipo de acero al que se dirige la presente invención, el decapado para quitar la cascarilla se realiza con ácido sulfúrico, y se realiza el tratamiento químico mediante tratamiento con fosfato (fosfato de cinc, etc.) para el tratamiento lubricante. El procedimiento específico para el tratamiento de decapado/lubricación es el siguiente: después de quitar la cascarilla, se limpian las superficies internas y externas del tubo virgen con un agente desengrasante alcalino y se enjuagan, y se sumerge el tubo virgen enjuagado en un baño de tratamiento con fosfato para formar un sustrato de fosfato en las superficies internas y externas. A continuación, se realiza un tratamiento de neutralización y, después del tratamiento con jabón, donde se utiliza estearato de sodio como componente principal, se seca el tubo virgen con aire caliente. En el procedimiento descrito anteriormente, el tratamiento lubricante se realiza en un estado humidificado para promover el efecto del tratamiento.

En el dibujo en frío para formar estrías en espiral (en lo sucesivo, a veces denominado "dibujo que forma una estría"), como se muestra en la Figura 1, se inserta una clavija en el tubo virgen, y se realiza un proceso de dibujo con la clavija en un estado giratorio, por lo que la superficie externa del tubo virgen se reduce con una matriz, y se forman estrías en espiral en la superficie periférica interior del tubo virgen.

Como en el ejemplo del proceso que se muestra en la Figura 2, se somete el tubo de acero con las estrías en espiral formadas por dibujo en frío a un tratamiento térmico de finalizado y un tratamiento de acabado, y se verifican en una etapa de inspección las cualidades como la altura y la forma de las estrías para así obtener un producto de tubo de acero estriado internamente.

El método de producción de un tubo de acero estriado internamente según la presente invención se caracteriza por el enderezamiento de las curvas del tubo virgen antes de un dibujo en frío que forma las estrías. En otras palabras, al enderezar las curvas antes del dibujo en frío, se reducen los problemas de dibujo y las estrías en espiral se pueden formar de manera estable.

Generalmente, se adopta como máquina enderezadora de rodillos utilizada para enderezar curvas de tubo virgen una máquina enderezadora de rodillos cruzados en la cual se combina una pluralidad de rodillos con forma de reloj de arena o calabaza. En la máquina enderezadora de rodillos cruzados, hay una gran cantidad de configuraciones que dependen de las combinaciones de la cantidad, la disposición (vertical, horizontal) y la colocación (tipo opuesto, tipo de zigzag) de los rodillos. Como máquina enderezadora para enderezar las curvas de tubo virgen, se utiliza una máquina enderezadora de rodillos cruzados de la disposición de tipo opuesto en la que un par de rodillos están colocados de manera opuesta entre sí.

La Figura 3 es un diagrama que muestra un ejemplo de la disposición de los rodillos de la máquina enderezadora de rodillos cruzados. En la máquina enderezadora de rodillos, se dispone una pluralidad de pares en los que cada uno consiste en rodillos de enderezamiento Ra, Rb dispuestos verticalmente opuestos, es decir, de una manera opuesta a la otra, al tiempo que permite que el eje de rotación de los mismos se cruce/entrecruce el uno con el otro en una vista horizontal. Para la disposición de rodillos mostrada en la figura, se disponen tres pares de rodillos de enderezamiento Ra1 y Rb1, Ra2 y Ra2, y Ra3 y Rb3, en el lado de entrada, en el centro y en el lado de entrega, respectivamente, de manera opuesta, y el rodillo auxiliar Rc se proporciona a la salida de los rodillos de enderezamiento del lado de entrega. Generalmente, la máquina enderezadora de rodillos que tiene una disposición de rodillos de este tipo se denomina máquina enderezadora de tipo (2-2-2-1).

Se pueden ajustar individualmente el espacio de apertura y el ángulo de intersección del par de rodillos de enderezamiento Ra1, Rb1. Además, las posiciones de altura del par de rodillos de enderezamiento Ra1, Rb1 y el par adyacente de rodillos de enderezamiento Ra2, Rb2 también pueden ajustarse individualmente.

5 En las curvas de enderezamiento, el ángulo del rodillo se ajusta de modo que la superficie del tubo virgen 3 siga el contorno de la superficie del rodillo de enderezamiento, se ajusta el espacio de apertura entre los rodillos de enderezamiento Ra1, Rb1 de manera que sea un poco más pequeño que el diámetro exterior del tubo virgen 3, aplicando así una carga de aplastamiento, y las posiciones de altura (alturas de aplastamiento) del par adyacente de rodillos de enderezamiento Ra2, Rb2 se ajustan, por lo que las curvas del tubo virgen 3 se enderezan.

10 Las ventajas de realizar el enderezamiento de las curvas del tubo virgen antes del dibujo en frío que forma las estrías es que, cuando la clavija y un mandril se insertan primero en el tubo virgen en la etapa preparatoria del dibujo en frío, se puede asegurar un espacio entre la superficie interna del tubo virgen y la clavija y el mandril, ya que el tubo virgen es lo suficientemente recto, de modo que se puede suprimir la exfoliación del lubricante adherido a la superficie interna y la aparición de rasguños. Por lo tanto, los problemas de dibujo se reducen y las estrías en espiral se pueden formar de manera estable.

15 Si se dibuja en frío un tubo virgen doblado, se desarrolla localmente una tensión excesiva. Es decir, dado que la tensión causada en el interior de la curva es más alta que la tensión causada en la parte externa de la curva, la irregularidad se produce en el grosor de la pared, de manera que el grosor de la pared en el interior de la curva es menor que el de la curva fuera de ella. Por lo tanto, al enderezar las curvas del tubo virgen antes del dibujo en frío, se reducen los problemas de dibujo y se pueden mejorar las características de calidad y las características dimensionales de las estrías en espiral formadas.

20 El método de producción de un tubo de acero estriado internamente según la presente invención se caracteriza por que la formación de las estrías en espiral en una dirección paralela o sustancialmente paralela a una zona de alta dureza formada en espiral por el enderezamiento de las curvas. Como se describió anteriormente, en el enderezamiento de las curvas de tubo virgen, se utiliza la máquina enderezadora de rodillos dispuesta de forma opuesta. En este momento, las curvas se enderezan mediante una carga de aplastamiento aplicada al tubo virgen. Mediante la aplicación de la carga de aplastamiento, la zona en espiral de alta dureza se forma a lo largo de toda la longitud del tubo virgen enderezado.

25 La Figura 4 es una vista explicativa para explicar la carga de aplastamiento de la máquina enderezadora de rodillos dispuesta de forma opuesta. Debido al enderezamiento del rodillo, el tubo virgen 3 se convierte en elíptico 3c en una vista en sección transversal. Se aplica la carga de aplastamiento a la longitud total del tubo virgen 1 que se mueve mientras se gira. Por lo tanto, se endereza el tubo virgen mientras permite que se forme la zona de alta dureza en espiral.

30 La Figura 5 es una vista lateral que muestra la relación entre la zona de alta dureza en espiral formada por el enderezamiento de las curvas y la dirección/orientación de la formación de estrías en espiral en la superficie interna del tubo virgen, la Figura 5(a) muestra el caso donde la zona de alta dureza en espiral y la dirección de la formación de estrías en espiral en la superficie interna del tubo virgen se cruzan en ángulo recto, y la Figura 5(b) muestra el caso donde la zona de alta dureza en espiral y la dirección de la formación de estrías en espiral en la superficie interna del tubo virgen son paralelas entre sí. En la Figura 5, la flecha hueca indica una dirección de dibujo.

35 Cuando se forman las estrías en espiral por dibujo en frío, una tasa de reducción de una parte de la estría 3a se convierte en la más alta. Por otro lado, como lo indica la flecha L en las Figuras 5(a) y 5(b), en una dirección que se cruza en ángulo recto con una zona de alta dureza 5 y que avanza abruptamente, la ductilidad y la resistencia se deterioran notablemente, y el tubo virgen es más susceptible de romperse durante el dibujo en frío.

40 Por lo tanto, en el caso de que la zona de alta dureza 5 y la dirección de la estría en espiral 3a formadas en la superficie interna del tubo virgen se crucen en ángulo recto como se muestra en la Figura 5(a), se ejerce la tensión de trabajo a lo largo de la dirección en el que la ductilidad y resistencia se deterioran, de modo que el tubo virgen es más susceptible de romperse durante el proceso de dibujo en frío.

45 Por otro lado, en el caso de que la zona de alta dureza 5 y la dirección de la formación de la estría en espiral 3a en la superficie interna del tubo virgen sean paralelas entre sí como se muestra en la Figura 5(b), se puede evitar la aplicación de tensión a lo largo de la dirección en la que se deterioran la ductilidad y resistencia, de modo que no se produzca la ruptura, incluso si se realiza el dibujo en frío, y las estrías en espiral se pueden formar de manera estable.

50 La definición de "la dirección paralela o sustancialmente paralela a una zona de alta dureza" en la presente invención no significa que se evite la intersección de la zona de alta dureza 5 y la orientación de la formación de la estría en espiral 3a en la superficie interna del tubo virgen, y al menos significa eliminar una configuración tal que la zona de alta dureza 5 y la orientación de la formación de la estría en espiral 3a en la superficie interna del tubo virgen deben cruzarse en ángulo recto como se muestra en la Figura 5(a), y la tensión de trabajo debe aplicarse a lo largo de la dirección en la que se deterioran la ductilidad y la resistencia.

55 En el método de producción de un tubo de acero estriado internamente según la presente invención, en el caso de

que se use un tubo de acero sin soldadura como tubo virgen, el dibujo de acabado circular debe realizarse al menos una vez antes de que las estrías en espiral se formen por dibujo frío. Este "dibujo de acabado circular" no incluye el llamado proceso de hundimiento que usa solo una matriz, sino que significa un dibujo en frío que usa una matriz y una clavija.

- 5 Como se describió anteriormente, se produce el tubo de acero sin soldadura que se utiliza como tubo virgen para el tubo de acero estriado internamente mediante laminación en caliente por el método de fabricación de tubos de laminador de mandril. Por lo general, en el método de fabricación de tubos de laminador de mandril, se realiza el rodamiento por alargamiento con un laminador de mandril después de la perforación-rodamiento, y se realiza el rodamiento de ajuste del diámetro con un reductor de estiramiento o similar. En el rodamiento de ajuste de diámetro, se reduce el diámetro del tubo virgen mediante un proceso de rodamiento y es probable que aparezcan fallas de arrugas en forma de franjas longitudinales o proyecciones angulares en una dirección longitudinal de la superficie interna del tubo debido a una herramienta que restringe la superficie interna del tubo que no se utiliza.

10 Por lo tanto, al someter el tubo virgen al dibujo de acabado circular al menos una vez para mejorar la profundidad de la arruga y la proyección angular en la superficie interna, se reducen los problemas en el momento del dibujo en frío para formar las estrías en espiral, de modo que las estrías en espiral se pueden formar de manera estable.

15 Con respecto a la mejora en la profundidad de las arrugas y la proyección angular debido al dibujo en frío, la velocidad de trabajo del espesor de la pared puede tener una gran influencia. Por lo tanto, en el dibujo de acabado circular, es deseable mantener la velocidad de trabajo del espesor de pared en un 10 % o más. La velocidad de trabajo del grosor de la pared en el dibujo en frío se expresa como $\{(\text{grosor de la pared del tubo virgen} - \text{grosor de la pared después del dibujo en frío})/\text{grosor de la pared del tubo virgen}\} \times 100 (\%)$.

Dado que el tubo virgen se endurece por el dibujo de acabado circular del tubo virgen, para eliminar los problemas del dibujo en frío para formar las estrías en espiral, es deseable tratar el tubo virgen con calor después del dibujo de acabado circular y realizar el dibujo de formación de las estrías después de que el tubo virgen se haya ablandado suficientemente.

- 25 El tubo de acero estriado internamente de acuerdo con la presente invención se puede obtener por el método de producción descrito anteriormente, y se caracteriza por que se forman una pluralidad de franjas de estrías en espiral a lo largo de la dirección del eje del tubo por dibujo en frío en la superficie interna del tubo virgen cuyas curvas se han enderezado y, además, las estrías en espiral se forman en una dirección paralela o sustancialmente paralela a la zona de alta dureza formada en espiral al enderezar las curvas.
- 30 El tubo de acero estriado internamente de acuerdo con la presente invención puede soportar el aumento de la capacidad y operación a una temperatura más alta/presión más alta para una caldera porque el tubo de acero tiene una alta formabilidad y excelente calidad como un tubo de acero de caldera.

Ejemplos

Ejemplo 1

- 35 Para confirmar el efecto del método de producción de un tubo de acero estriado internamente según la presente invención, se produjeron diez tramos de tubos de acero estriados internamente, cada uno con cuatro franjas de estrías internas en espiral para cada uno de los Ejemplos de la Invención y Ejemplos Comparativos. Se produjo el tubo virgen por dibujo en frío con un tubo de acero sin soldadura cuyo tipo de acero era JIS STBA22 (acero 1Cr-1/2Mo), en el que se aplicaron una serie de procesos: ablandamiento de tubo virgen - tratamiento de decapado/lubricación - dibujo de acabado circular - ablandamiento.

40 El programa de dibujo fue tal que las dimensiones del tubo virgen fueron de 38,0 mm de diámetro exterior y 8,2 mm de espesor de pared, las dimensiones después del dibujo de acabado circular fueron de 32,0 mm de diámetro exterior y 7,2 mm de espesor de pared, y las dimensiones finales después del dibujo en frío fueron de 28,6 mm de diámetro exterior, 6,0 mm de espesor de pared y 0,8 mm de profundidad de estría. El tratamiento de decapado/lubricación consistió en decapado con ácido sulfúrico, recubrimiento de fosfato de cinc y tratamiento de jabón de estearato de sodio para todos los tubos.

45 En el presente Ejemplo de la invención 1, después del dibujo de acabado circular, las curvas del tubo virgen se enderezaron mediante el uso de una máquina enderezadora de rodillos transversales dispuesta de forma opuesta, y las estrías en espiral se formaron por dibujo en frío. En el dibujo en frío al momento, no se produjo ninguna sujeción defectuosa en ningún tubo.

50 En el Ejemplo comparativo 1, las estrías en espiral se formaron mediante dibujo en frío sin enderezar las curvas después del dibujo de acabado circular. En este caso, la sujeción defectuosa ocurrió con frecuencia. Incluso si no se produjo sujeción defectuosa, la excentricidad de la pared ocurrió notablemente.

Ejemplo 2

Se produjeron los tubos de acero estriados internamente, cada uno con cuatro franjas de estrías en espiral, por dibujo en frío en las mismas condiciones que las del Ejemplo 1.

5 En el Ejemplo de la invención 2, después del dibujo de acabado circular, se enderezaron las curvas del tubo virgen mediante el uso de la máquina enderezadora de rodillos transversales dispuesta de forma opuesta, y las estrías en espiral se formaron por dibujo en frío a lo largo de una dirección paralela a la zona de alta dureza formada en espiral por el enderezamiento de la curva como se muestra en la Figura 5(b). En el dibujo en frío al momento, no se produjo la sujeción defectuosa en ningún tubo.

10 En el Ejemplo comparativo 2, después del dibujo de acabado circular, las curvas del tubo virgen se enderezaron mediante el uso de la máquina enderezadora de rodillos transversales dispuesta de manera opuesta, y las estrías en espiral se formaron mediante dibujo en frío a lo largo de una dirección que se cruza en ángulo recto con la zona de alta dureza formada en espiral por el enderezamiento de la curva como se muestra en la Figura 5(a). Al momento, la sujeción defectuosa ocurrió con frecuencia en una porción de la estría que se cruza en ángulo recto con la zona de alta dureza, y se produjo un agrietamiento adicional en la porción de estría.

Ejemplo 3

15 Para la comparación del programa de dibujo en el método de producción de un tubo de acero estriado internamente según la presente invención, se fabricaron diez tramos de tubos de acero estriados internamente, cada uno con cuatro franjas de estrías en espiral para cada uno de los Ejemplos de la invención y los Ejemplos Comparativos. El tubo virgen se produjo mediante dibujo en frío con un tubo de acero soldado por resistencia eléctrica y un tubo de acero sin soldadura cuyo tipo de acero era JIS STBA22 (acero 1Cr-1/2Mo).

20 El programa de dibujo era tal que las dimensiones del tubo virgen fueron de 38,0 mm de diámetro exterior y 7,2 mm de espesor de pared. Se produjo el tubo de acero estriado internamente con cuatro franjas de estrías en espiral mediante dibujo en frío sin el dibujo de acabado circular. Otras condiciones fueron las mismas que las del Ejemplo 1.

25 En el Ejemplo de la invención 3, las estrías en espiral se formaron mediante dibujo en frío con el tubo de acero soldado por resistencia eléctrica sin el dibujo de acabado circular. En el dibujo en frío al momento, no se produjo la sujeción defectuosa en ningún tubo.

En el Ejemplo comparativo 3, las estrías en espiral se formaron mediante dibujo en frío con el tubo de acero sin soldadura sin el dibujo de acabado circular. En el dibujo en frío al momento, la sujeción defectuosa se produjo con frecuencia debido a defectos de arrugas en forma de franjas longitudinales o proyecciones angulares en el tubo virgen.

Ejemplo 4

30 Para verificar las influencias de las etapas de procesamiento y las condiciones de trabajo en el método de producción de un tubo de acero estriado internamente según la presente invención sobre la ocurrencia de la sujeción defectuosa en el dibujo en frío, se formaron cuatro franjas de estrías en espiral mediante dibujo en frío con un tubo de acero sin soldadura cuyo tipo de acero era JIS STBA22 (acero 1Cr-1/2Mo) como tubo virgen. Para determinar las influencias de las etapas de procesamiento, se controló el caso de si el dibujo del acabado circular se realizó o no y el caso de si el enderezamiento de la curva se realizó o no, y la influencia de las condiciones de trabajo cambiando la orientación de la formación de estrías y la profundidad de la estría en espiral.

35 Se realizó el dibujo en frío (Ensayos núms. 1 a 6) al momento mediante la aplicación del tratamiento de decapado/lubricación que comprende decapado con ácido sulfúrico, recubrimiento con fosfato de cinc y tratamiento con jabón de estearato de sodio, mientras que la profundidad de la estría varía a 0,6 mm, 0,8 mm y 1,0 mm en una dimensión acabada constante de diámetro exterior a 28,6 mm. Se produjeron cinco tramos de tubos de acero estriados internamente para cada una de las condiciones. Los resultados se proporcionan en la Tabla 1. La aparición de sujeciones se expresó mediante (cantidad de tubos con sujeción/cantidad de tubos dibujados). La aparición de las sujeciones de 0/5 y 1/5 se consideró aceptable.

45

Tabla 1

Ensayo No.	Proceso de tratamiento y condiciones de trabajo.			Ocurrencia de sujeciones (cantidad de tubos con sujeciones / cantidad de tubos dibujados)		
	Dibujo de acabado circular	Enderezamiento de la curva	Dirección de la formación de la estría en espiral.	Profundidad de la estría en espiral		
				0,6 mm	0,8 mm	1,0 mm
1	No hecho	Hecho	Paralela	0/5	1/5	4/5
2	No hecho	Hecho	En ángulo recto	0/5	3/5	5/5
3	No hecho	No hecho	-	4/5	5/5	5/5
4	Hecho	Hecho	Paralela	0/5	0/5	0/5
5	Hecho	Hecho	En ángulo recto	0/5	1/5	5/5
6	Hecho	No hecho	-	0/5	0/5	4/5

Nota) La dirección/orientación de la formación de las estrías en espiral indica la relación con la "zona de alta dureza" formada por el enderezamiento de la curva.

5 Como se desprende de los resultados proporcionados en la Tabla 1, en el caso de que se usara un tubo de acero sin soldadura como tubo virgen, como en el Ensayo No. 4, la ocurrencia de la sujeción fue baja y buena, independientemente de la profundidad de la estría cuando se realizó el enderezamiento de la curva después del dibujo de acabado circular, y las estrías en espiral se formaron por dibujo en frío a lo largo de una dirección paralela a la "zona de alta dureza".

10 Por otro lado, como en el Ensayo No. 3, cuando estas estrías en espiral se formaron por dibujo en frío sin el dibujo de acabado circular y el enderezamiento de la curva, la sujeción defectuosa ocurrió independientemente de la profundidad de la estrías.

Aplicabilidad industrial

15 De acuerdo con el método de producción de un tubo de acero estriado internamente según la presente invención, las estrías en espiral pueden formarse de manera estable para reducir los problemas en el momento del dibujo en frío para formar las estrías en espiral al enderezar las curvas del tubo virgen antes de dibujo en frío que forma las estrías, mediante la optimización de la orientación de la formación de estrías en espiral después del enderezamiento de la curva y mediante el ajuste el programa de dibujo en función del tubo virgen.

20 El tubo de acero estriado internamente obtenido puede soportar el aumento de la capacidad y el funcionamiento a mayor temperatura/presión de una caldera y se puede utilizar ampliamente porque el tubo de acero tiene una gran capacidad de conformación y una excelente calidad como tubo de acero de la caldera.

REIVINDICACIONES

5 1. Un método de producción de un tubo de acero estriado internamente con una pluralidad de franjas de estrías en espiral (3a) formadas en una dirección del eje del tubo, **caracterizado por** que comprende los siguientes pasos: enderezar las curvas de un tubo virgen (3) para el tubo de acero estriado internamente mediante el uso de una máquina enderezadora de rodillo transversal; y dibujar en frío el tubo virgen enderezado (3) para formar las estrías en espiral (3a).

10 2. El método de producción de un tubo de acero estriado internamente según la reivindicación 1, **caracterizado por que** en la etapa de dibujar en frío el tubo virgen (3) para formar las estrías en espiral (3a), las estrías en espiral (3a) se forman a lo largo de una dirección paralela o sustancialmente paralela a una zona de alta dureza (5) formada en espiral en la superficie interna del tubo virgen (3) en la etapa de enderezar las curvas del tubo virgen (3) para el tubo de acero estriado internamente.

15 3. El método de producción de un tubo de acero estriado internamente según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** el método de producción comprende el uso de un tubo de acero sin soldadura como el tubo virgen (3) para el tubo de acero con estriado internamente, y al menos una vez, se realiza el dibujo en frío para corregir la sección transversal a lo largo de la dirección del eje del tubo del acero sin soldadura hasta una forma de círculo sustancialmente perfecto antes de la etapa de dibujo en frío para formar las estrías en espiral (3a).

FIG. 1

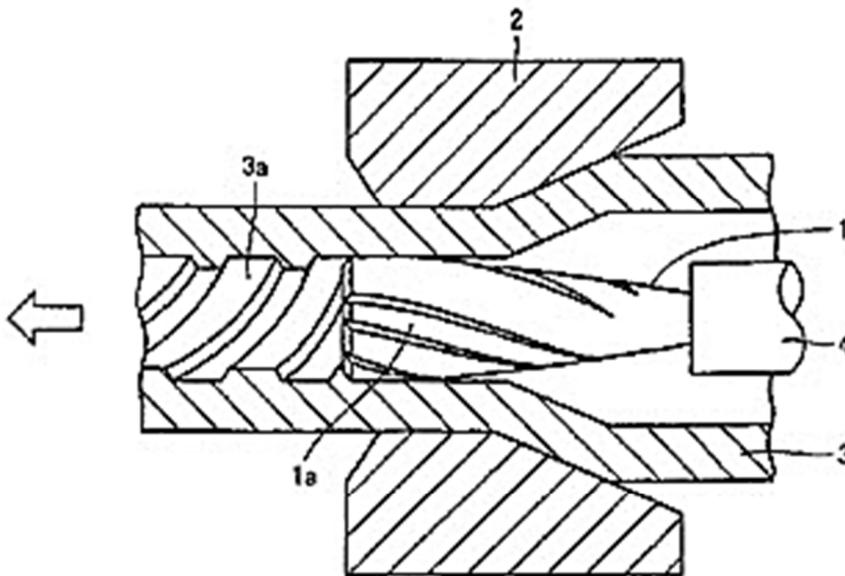
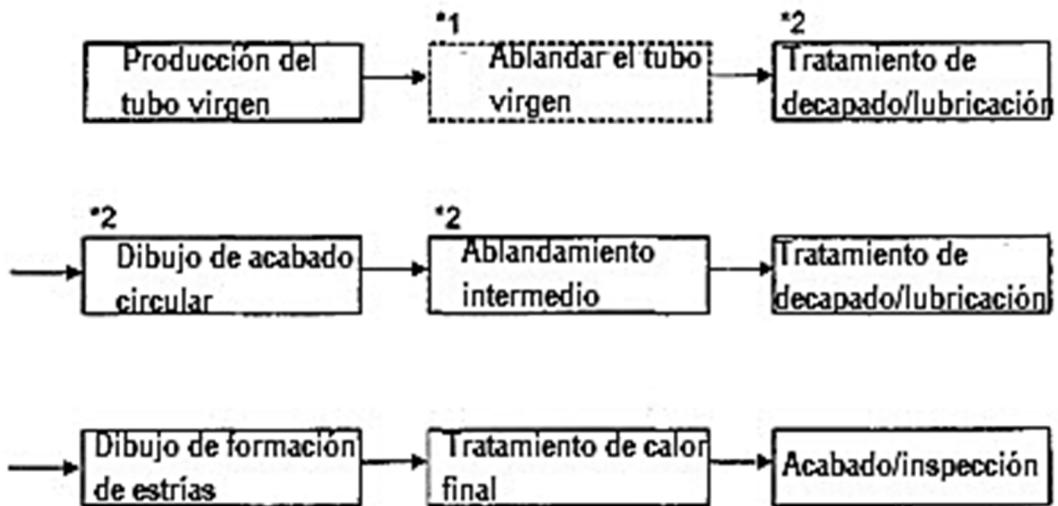


FIG. 2



*1: Realizado a medida que sea necesario

*2: Etapa esencial cuando se utiliza el tubo de acero sin soldadura como tubo virgen

FIG. 3

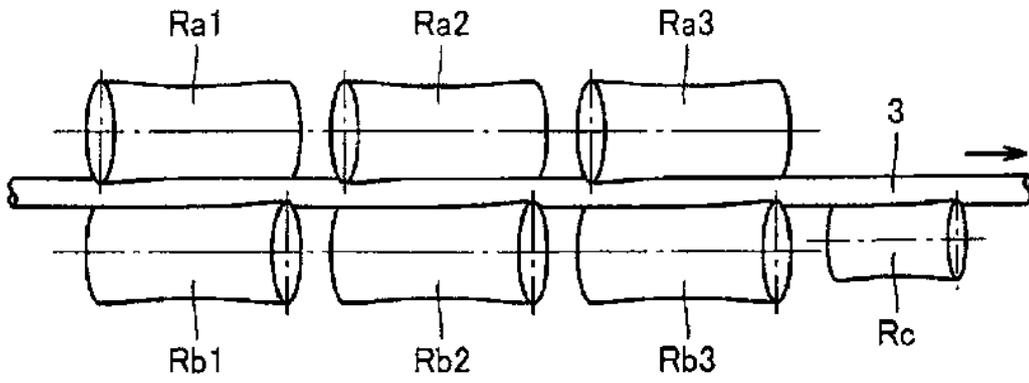


FIG. 4

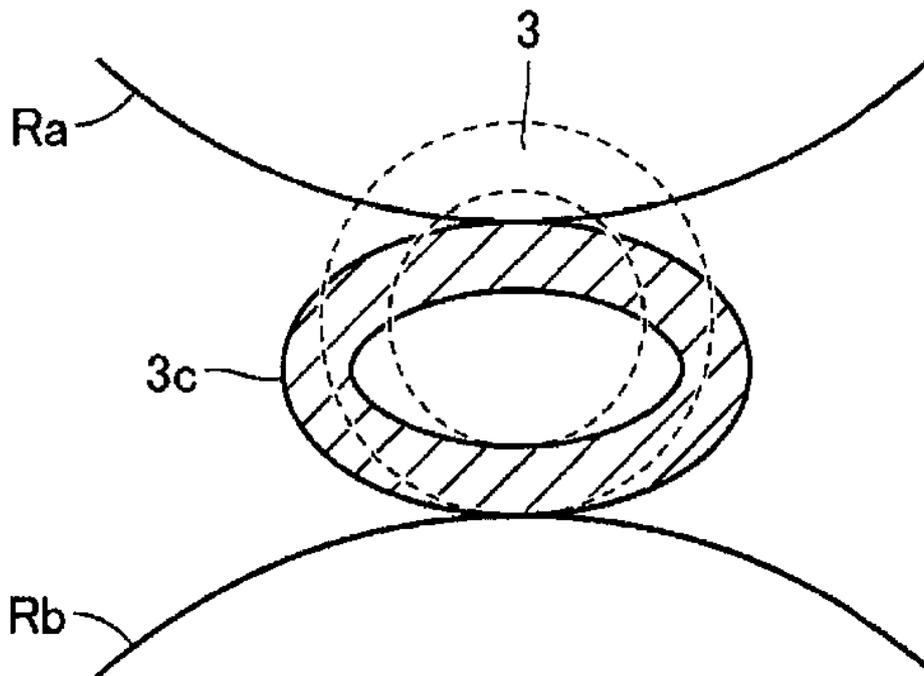


FIG. 5

