

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 261**

51 Int. Cl.:

B21F 1/02 (2006.01)

B21D 3/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.06.2020** **PCT/EP2020/067988**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.01.2021** **WO21001271**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2020** **E 20734941 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2024** **EP 3993919**

54 Título: **Aparato para tratar alambre metálico**

30 Prioridad:

02.07.2019 EP 19183875

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

25.11.2024

73 Titular/es:

NV BEKAERT SA (100.0%)

Bekaertstraat 2
8550 Zwevegem, BE

72 Inventor/es:

DE KEMPE, GEERT

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 989 261 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

Aparato para tratar alambre metálico

5 Campo técnico

La invención hace referencia a un aparato para tratar alambre metálico mediante la flexión inversa múltiple del alambre. Dicho aparato también se conoce habitualmente como un 'enderezador de alambre', 'bloque enderezador', 'dispositivo de enderezamiento'.

10 Antecedentes de la técnica

Los alambres metálicos permiten, debido a su comportamiento elastoplástico, el formado, mediante estirado, doblado y torsionado, a casi cualquier forma deseada. No obstante, antes de procesar el alambre a su forma final, muchas veces es necesario suministrar el alambre en una condición que permita este procesamiento final.

En el caso de, por ejemplo, la estampación de clavos o el formado de resortes, el alambre en primer lugar se endereza con el fin de permitir una entrada precisa en la máquina. Un alambre no recto o flexionado puede provocar desalineación y paradas no deseables de la máquina.

La forma del alambre se controla en general guiando el alambre a través de un dispositivo denominado 'enderezador'. Dicho dispositivo es una serie de rodillos de igual diámetro que inducen flexiones en el alambre metálico en direcciones opuestas de manera consecutiva en un único plano a medida que se tira del alambre a través del dispositivo. El alambre serpentea a través de los rodillos en una secuencia de flexión de izquierda-derecha-izquierda-derecha. Al elegir el diámetro adecuado de los rodillos y ajustar con cuidado la indentación de los rodillos, las fibras exteriores del alambre metálico se llevan hasta la plasticidad y se puede controlar el "diámetro de espira libre" resultante del alambre. El 'diámetro de espira libre' de un alambre es el diámetro de un bucle de alambre que se sostiene libremente en un plano horizontal sin aplicar fuerza alguna (aparte de la gravedad). Para un alambre recto el diámetro de espira libre es infinito. La 'indentación' de un rodillo enderezador es la distancia que entra un rodillo sobre la línea tangente de dos rodillos adyacentes orientados hacia el rodillo.

En el caso de los alambres planos, el control del diámetro de espira libre es crucial cuando se produce un alambre plano para utilizar como brazos de limpiaparabrisas o alambre de refuerzo de la escobilla limpiaparabrisas. En el caso de alambres redondos, las múltiples flexiones en un primer plano son muchas veces seguidas por múltiples flexiones en un segundo plano perpendicular al primer plano. De hecho, un enderezador solo puede ajustar la curvatura del alambre en un único plano. Puede ser necesario ajustar la curvatura también en la dirección perpendicular al primer plano. Se puede encontrar la técnica anterior relevante en las publicaciones US 1414371 más antigua, así como también en la más reciente (US 2005/0166656).

También existen las siguientes publicaciones dirigidas al aplanamiento de tiras metálicas o incluso de chapa metálica:

- El documento US 3260093 describe un sistema para aplanar una tira, donde las fuerzas que actúan sobre los rodillos de flexión de diámetro pequeño son absorbidas por los rodillos de soporte de diámetro mayor. Los rodillos de flexión están confinados de manera holgada en sus extremos frente a un desplazamiento en la dirección del movimiento de la tira. Los rodillos de flexión presentan un diámetro que aumenta gradualmente a lo largo de la trayectoria de la tira.
- El documento DE 195 06 224 A1 describe un dispositivo con una serie de pares de rodillos de igual diámetro, donde el diámetro de los rodillos aumenta gradualmente hacia la salida del dispositivo. El dispositivo tiene como objetivo aumentar el rango de grosor de los productos que entran en el dispositivo.

Una publicación que describe un método y un aparato para nivelar la tira es US 2009/0282883A1. El aparato comprende un juego de rodillos de frenado aguas arriba y un juego de rodillos de tracción aguas abajo con un grupo entre ambos de rodillos niveladores. Los rodillos niveladores muestran un diámetro que aumenta gradualmente. El método explica que se debe aplicar una tracción de al menos un 70 % del límite elástico de la tira para la flexión por estiramiento o el enderezamiento por tracción. La tracción es tan grande que la tira sigue la curvatura impuesta por los rodillos en cada rodillo.

Otra utilización de los dispositivos que imparten múltiples flexiones inversas es inducir unas tensiones residuales deseables en el revestimiento exterior del alambre. De hecho, al inducir más flexión de lo que realmente se necesita con el fin de conformar el alambre, se pueden inducir tensiones residuales de compresión en el revestimiento exterior del alambre. Las tensiones residuales de compresión impiden la propagación de grietas y, por lo tanto, tienen un efecto ventajoso en la vida útil a fatiga de los alambres metálicos, tal como, por ejemplo, los utilizados en el cordón de acero para el refuerzo de neumáticos, tal como se demuestra en el documento US 4612792.

Los enderezadores también se pueden utilizar como "filtros de imperfecciones", en particular cuando se combinan con una fuerza de tracción axial. Debido a la flexión en un sentido y en el contrario de manera repetida del alambre,

cualquier imperfección debida a un defecto superficial o a una inclusión dará lugar a una rotura del alambre. Dicho 'filtrado' del alambre es particularmente importante cuando el alambre se debe utilizar en aplicaciones críticas, donde una fractura del alambre conduce a grandes daños, por ejemplo, en el caso de aserrado con alambre. Una fractura de un alambre de aserrado puede provocar daños que sean un múltiplo del coste del alambre y, por lo tanto, se deben evitar.

Una utilización adicional de los dispositivos que imparten múltiples flexiones inversas es obtener propiedades mecánicas favorables en el alambre. De hecho, se conoce desde hace mucho tiempo a partir del documento US 1824568 que someter a un alambre de acero, tal como un alambre de talón, a una flexión inversa múltiple da como resultado un alambre de talón que es más fácil de conformar en un talón. Un 'alambre de talón' es un alambre de acero que puede estar recubierto o no de latón o bronce que se utiliza para enrollar 'talones'. Un 'talón' es el refuerzo anular de un neumático que mantiene el neumático en la llanta de la rueda. El resultado de las múltiples flexiones inversas es que se reduce el límite elástico del alambre. El límite elástico es la tensión a la que el alambre se aleja del comportamiento lineal de Hooke en un diagrama de tensión-deformación. El límite elástico se define para un cierto alargamiento permanente que en general se establece como un alargamiento permanente de 2 partes en 1000 o de un 0.2 % después de la retirada de la carga. Una disminución del límite elástico hace que el alambre de talón sea más fácil de deformar para obtener una bobina.

Otra divulgación con el objetivo de obtener un alivio de tensiones en los alambres estirados es el documento

US 5676010, que forma la base para el preámbulo de la reivindicación 1, describiendo dicha divulgación un dispositivo de enderezamiento de alambre para alambres eléctricos caracterizado por una distancia reducida gradualmente entre puntos de contacto sucesivos de los rodillos. La finalidad de dicha disposición es aumentar el diámetro de alambre permitido dentro de un único dispositivo.

La selección del número de rodillos, la elección de los diámetros de los rodillos en función del diámetro del alambre y el ajuste de la indentación de los rodillos, ofrecen un espacio de parámetros muy grande donde se puede perder con facilidad el experto en la técnica. Por lo tanto, ajustar los enderezadores muchas veces se considera una técnica en lugar de una ciencia.

Divulgación de la invención

Por lo tanto, el objeto de la invención es reducir la complejidad que conlleva ajustar los enderezadores o, más en general, los aparatos para tratar alambre metálico mediante flexión inversa múltiple. Otro objeto de la invención es reducir el número de parámetros ajustables de modo que se simplifique el paso del alambre por el aparato. Otro objeto de la invención es obtener un aparato que se pueda aplicar a una amplia gama de diámetros de alambre sin ningún ajuste del aparato. Se pueden combinar dos o más aparatos para que trabajen conjuntamente. También se divulga un método para manipular el aparato.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención se proporciona un aparato para tratar alambre metálico de acuerdo con la reivindicación 1. "Alambre metálico" se debe sobreentender en su significado más amplio posible: cualquier elemento metálico o aleación de elementos metálicos o un compuesto que comprenda principalmente metal se puede considerar como un "alambre metálico". Ejemplos particulares son alambre de cobre, alambre de aluminio, alambre de latón, alambre de bronce y, en particular, alambre de acero. "Acero" es un material compuesto de una composición conocida en el sector que comprende principalmente hierro con elementos no metálicos tales como carbono, silicio, azufre, nitrógeno o fósforo y elementos metálicos tales como manganeso, aluminio, cromo, vanadio o cualquier otro elemento.

'Alambre' es cualquier elemento alargado que tiene una longitud que es mucho mayor que cualquier medida de la sección transversal del alambre tomada perpendicular a esa dirección longitudinal. El alambre puede tener una sección transversal redonda. Como alternativa, la sección transversal del alambre puede tener una sección transversal poligonal, rectangular, cuadrada o redonda aplanada. Para la finalidad de esta solicitud, el grosor 'd' del alambre es la distancia mínima entre líneas paralelas en una sección transversal perpendicular a la dimensión longitudinal del alambre, el ancho 'w' del alambre es la distancia máxima entre líneas paralelas en una sección transversal perpendicular a la dimensión longitudinal del alambre. Dicho de otro modo: el grosor 'd' es el tamaño de calibre mínimo y el ancho 'w' es el tamaño de calibre máximo cuando se mide en todas las direcciones alrededor del alambre. Los alambres tienen, para la finalidad de esta solicitud, una relación ancho grosor ('w/d') que es menor de 10 o incluso menor de 8, 5 o 1.5. Para un alambre redondo la relación 'w/d' es uno y el grosor se denomina diámetro. Por el contrario, las láminas metálicas tienen relaciones 'w/d' muy por encima de 10. El comportamiento a flexión de los alambres metálicos es diferente del de las láminas metálicas, ya que las condiciones de contorno son totalmente diferentes.

En el aparato, el alambre metálico se trata mediante 'flexión inversa múltiple', es decir, cuando se desplaza a través del aparato, el alambre se ve sometido a flexiones en direcciones alternadas tales como izquierda-derecha-izquierda-derecha... o derecha-izquierda-derecha-izquierda... Un movimiento 'izquierda-derecha' (o movimiento 'derecha'- 'izquierda') se corresponde con una flexión inversa.

El aparato comprende un primer rodillo, una serie de rodillos intermedios y un rodillo de salida que forman una secuencia numerable de rodillos. Así que se puede dar a cada rodillo un número de índice que sea, por ejemplo, '1' para el primer rodillo y 'N+1' para el rodillo de salida, mientras que los rodillos intermedios se pueden indexar como '2', '3',... a 'N'. El número de rodillos intermedios 'N-1' es preferentemente uno, dos, tres o cualquier número hasta o incluyendo 11. Cada uno de los rodillos tiene un diámetro, específicamente un diámetro del primer rodillo, unos diámetros de los rodillos intermedios y un diámetro del rodillo de salida. El diámetro de cada rodillo se representa como D_i , donde 'i' es el índice en la secuencia. Los rodillos comprenden una ranura circunferencial en la que se pretende que se reciba o corra el alambre metálico. La ranura puede tener una forma rectangular, para procesar alambres planos, o una sección transversal redonda, tal como una ranura en U, o de manera más preferida una ranura en V. A efectos de esta solicitud, por "diámetro de un rodillo" se entiende el diámetro del rodillo tomado en el fondo de la ranura. Todos los rodillos rotan libremente y no están accionados o restringidos de manera intencionada.

Los rodillos se montan de modo que todas las ranuras, más precisamente el fondo de las ranuras, se mantengan en el mismo plano denominado "plano de ranura". Lo que se pretende es que no se monte ningún rodillo más de un ancho de ranura fuera de este plano de ranura, es decir, todos los fondos de ranura se pueden encontrar dentro de más o menos un ancho de ranura del plano de ranura. Se prefiere aún más si todos los fondos de ranura se pueden encontrar dentro de más o menos la mitad de un ancho de la ranura desde el plano de ranura. Montar rodillos con las ranuras fuera del plano de ranura puede inducir rotaciones en un alambre redondo a medida que rueda al fondo de la ranura, lo cual para esta invención no es un escenario preferido.

En el aparato de acuerdo con la invención, el diámetro del rodillo de salida es mayor que el diámetro del primer rodillo y cualquier rodillo en la secuencia de rodillos tiene un diámetro de rodillo que no es menor que, es decir, es mayor que o igual a, el diámetro del rodillo anterior en la secuencia. Si el rodillo tiene el índice 'i' en la secuencia de rodillos, el rodillo anterior tiene el índice 'i-1'. Dicho de otro modo: Los diámetros de los rodillos en la secuencia aumentan de manera monótona desde el primer rodillo hasta el rodillo de salida. Algunos de los rodillos intermedios o el rodillo de salida pueden tener un diámetro igual al rodillo que lo precede. Simbólicamente: $D_{N+1} > D_1$ y $D_i \geq D_{i-1}$ para $i=2, \dots, N+1$.

La ventaja de dicho diámetro creciente de los rodillos es que la curvatura que se induce en el alambre está controlada por el diámetro de los rodillos y no por la indentación de los rodillos, tal como se explicará más adelante.

El aparato tiene un eje que se corresponde con la línea tangente a la ranura circunferencial del primer rodillo y la ranura circunferencial del rodillo de salida. Si el número total de rodillos 'N+1' es par, se prefiere que primer rodillo y el rodillo de salida sean tangentes el eje del aparato en lados opuestos del eje del aparato. Por el contrario, si el número total de rodillos 'N+1' es impar, se prefiere que el primer rodillo y el rodillo de salida sean tangentes al eje del aparato desde el mismo lado del eje del aparato.

La invención se caracteriza porque únicamente el segundo rodillo en la secuencia de rodillos se puede mover de una posición en un lado del eje del aparato a una posición en el lado opuesto del eje del aparato y viceversa. De acuerdo con la invención, se considera que un rodillo se mueve de un lado del aparato al otro lado del aparato si todo el rodillo se mueve sobre el eje del aparato, es decir, el eje se desplaza sobre el diámetro del rodillo o más.

De acuerdo con la invención, el segundo rodillo únicamente se puede mover de un lado del eje del aparato al otro lado. En un ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada, el segundo y cuarto rodillo se pueden mover de un lado del eje del aparato al otro. En otro ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada, el segundo, el cuarto y el sexto rodillo se pueden mover de un lado al otro y de vuelta.

En un ejemplo adicional que no forma parte de la invención reivindicada, los rodillos de números pares se pueden mover individual o colectivamente, donde se prefiere la primera. El guiado individual de un único rodillo de número par permite ajustar el aparato a distintos rangos de diámetros de alambre automáticamente si se acciona el desplazamiento de los rodillos de números pares. Dicha modificación también puede simplificar en gran medida el paso del alambre por el aparato. En una realización preferida, cualquier rodillo en la secuencia de rodillos tiene un diámetro de rodillo que es mayor que el rodillo anterior en la secuencia. Dicho de otro modo, los diámetros en la secuencia de rodillos aumentan de manera estrictamente monótona.

Simbólicamente: $D_{N+1} > D_1$ y $D_i > D_{i-1}$ para $i=2, \dots, N, N+1$.

En una realización preferida adicional, la relación entre el diámetro de un rodillo intermedio o rodillo de salida cualquiera y el diámetro del rodillo anterior en la secuencia de rodillos está entre 1.00 y 2.00.

Simbólicamente: $1.00 \leq D_i/D_{i-1} \leq 2.00$ para $i=2, \dots, N, N+1$.

En una realización preferida adicional, la relación entre el diámetro de un rodillo intermedio o rodillo de salida cualquiera y el diámetro del rodillo anterior en la secuencia de rodillos está entre 1.05 y 2.00.

Simbólicamente: $1.05 \leq D_i/D_{i-1} \leq 2.00$ para $i=2, \dots, N, N+1$.

En una realización preferida adicional, la relación entre el diámetro del rodillo intermedio que sigue al primer rodillo y el diámetro del primer rodillo está entre 1.05 y 1.20 o simbólicamente $1.05 \leq D_2/D_1 \leq 1.20$. Esto significa que el diámetro del primer rodillo intermedio debe ser entre un 5 y un 20 % mayor que el diámetro del primer rodillo.

La relación entre los diámetros posteriores de los rodillos puede crecer gradualmente hacia el rodillo de salida. Preferentemente, la relación entre el diámetro del rodillo de salida y el diámetro del rodillo que precede al rodillo de salida en la secuencia de rodillos está entre 1.2 y 2.0 o simbólicamente: $1.2 \leq D_{N+1}/D_N \leq 2.0$. Se prefiere aún más si este rango está entre 1.4 y 2.0. En cualquier caso, se prefiere que la relación de los rodillos aumente hacia la salida del aparato.

Para mayor claridad: con 'entre X e Y' se implica 'en el rango de X a Y, con los valores extremos X e Y incluidos'

Los rodillos 'N+1' tienen cada uno un eje alrededor del cual giran los rodillos y esos ejes están orientados perpendicularmente al plano de la ranura. La colocación, el posicionamiento de los ejes perpendiculares al plano de la ranura es tal que un alambre imaginario guiado sobre los rodillos puede seguir, lo que significa que es posible construir, una trayectoria serpenteante de flexión inversa múltiple. Un alambre imaginario tiene un diámetro infinitesimalmente pequeño, cero rigidez a flexión y resistencia infinita. En una trayectoria serpenteante de flexión inversa múltiple, el alambre imaginario guiado sobre los rodillos se flexiona a izquierda-derecha-izquierda-derecha... alternativamente o de manera equivalente a derecha-izquierda-derecha-izquierda... cuando se tira de este a través de la secuencia de rodillos y se mantiene en esta. Dicho de otro modo, la dirección de flexión en dicha trayectoria alterna de un rodillo al siguiente. Por otra parte, la media de los ángulos absolutos que el alambre imaginario subtiende sobre los rodillos intermedios es mayor de 180°. Esto hace que el camino sea 'serpenteante'.

Es suficiente para la invención que se pueda construir al menos una trayectoria serpenteante de flexión múltiple. El hecho de que se pueda establecer dicha trayectoria serpenteante de flexión múltiple para una disposición de rodillos particular no excluye que se pueda construir una trayectoria que no sea una trayectoria serpenteante de flexión múltiple en el sentido de esta solicitud en la misma disposición de los rodillos. Por ejemplo: puede seguir siendo perfectamente posible construir una trayectoria que presente una flexión a izquierda-derecha-izquierda-derecha... en una disposición de rodillos que permita al menos una trayectoria de flexión múltiple.

La trayectoria serpentea de flexión inversa múltiple comprende secciones curvas donde el alambre imaginario sigue la ranura en los rodillos y se adapta completamente a la curva del rodillo y secciones rectas donde el alambre imaginario no toca el rodillo y sigue una línea recta.

En una realización especialmente preferida, la longitud de las secciones rectas que siguen a cada rodillo, del primer rodillo y de los rodillos intermedios, se mantiene corta en la trayectoria serpenteante de flexión inversa múltiple y, en cualquier caso, más corta que el diámetro de ese rodillo. Se prefiere aún más si la longitud de la sección recta es más corta que tres cuartos, o incluso la mitad, o un cuarto del diámetro del rodillo. Las secciones rectas se deben mantener lo más cortas posible para impedir la rotación del alambre cuando transcurre de una dirección de flexión a la otra. De hecho, como el alambre resistirá la flexión contraria, tratará de rotar. Esto se debe evitar en la medida de lo posible.

A medida que los diámetros de los rodillos aumentan multiplicativamente hacia el rodillo de salida, los rodillos aumentan de diámetro rápidamente. La inserción del aparato en la trayectoria del alambre de una línea de procesamiento de alambre se vuelve problemática. No obstante, los inventores sugieren unas disposiciones preferidas donde la distancia (la 'distancia') a lo largo del eje del aparato desde el punto tangente del primer rodillo hasta el punto tangente del rodillo de salida sea menor que la suma (la 'suma') de los diámetros de los rodillos intermedios más el radio del primer rodillo más el radio del rodillo de salida. Se prefiere aún más si la distancia es inferior a un 80 % de la suma, o incluso inferior a un 70 % de la suma. Cuanto menor sea la distancia, más corto puede llegar a ser el aparato.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, una combinación de dos, tres, cuatro o más aparatos de acuerdo con el primer aspecto de la invención tiene las siguientes características:

- cada uno de los dos, tres, cuatro o más aparatos tienen un plano de ranura;
 - cada uno de los dos, tres, cuatro o más aparatos tiene un eje del aparato que se corresponde con la línea tangente a la ranura circunferencial del primer rodillo y la ranura circunferencial del rodillo de salida;
- ...que se combinan de la siguiente manera:
- todos los ejes de aparato de los dos, tres, cuatro o más aparatos coinciden, es decir, todos los aparatos comparten el eje;
 - Los planos de ranura de los dos, tres, cuatro o más aparatos son diferentes entre sí por parejas. Dicho de otro modo: ningún un par de planos de ranura coinciden y todos los planos se cruzan entre sí a lo largo del eje

En una realización particular, el plano de ranura del primer aparato se puede considerar como la orientación 0°, mientras que el plano de ranura del segundo aparato forma un ángulo de 60° con el primero y el tercer aparato forma un ángulo de 120° con el primer plano de ranura.

En una realización preferida, el número de aparatos es dos y los planos de ranura están orientados de manera perpendicular entre sí. Esto flexiona el alambre en los planos mutuamente ortogonales y en principio debe poder controlar la curvatura del alambre en dos planos.

De acuerdo con un tercer aspecto que no forma parte de la invención, se presenta un método para tratar un alambre metálico mediante flexión inversa múltiple utilizando el aparato de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente. El alambre se dispensa de manera continua desde, por ejemplo, un carrete o se proporciona de manera continua por un proceso de tratamiento del alambre previo. El alambre tiene un grosor "d".

Se ha correr el alambre metálico a través de todos o algunos de los rodillos en la secuencia de rodillos en una trayectoria de flexión inversa múltiple. El rodillo que flexiona en primer lugar el alambre se denomina rodillo de entrada. En cualquier caso, el alambre sale del aparato por el rodillo de salida, es decir, el rodillo con el diámetro máximo. Por ejemplo, el tercer rodillo en la secuencia puede flexionar en primer lugar el alambre metálico. En ese caso, el tercer rodillo se convierte en el rodillo de entrada y el primer rodillo y el segundo rodillo permanecen en vacío y no se utilizan.

La relación entre el diámetro D_{entrada} del rodillo de entrada y el grosor del alambre metálico 'd' o ' D_{entrada}/d ' está entre 15 y 90, más preferido entre 20 y 50, o entre 35 y 50, tal como entre 35 y 45. Esta relación es importante ya que establece menores radios de curvatura para las flexiones posteriores del alambre.

Durante el procesamiento, el alambre metálico está en contacto con un rodillo a lo largo de un ángulo de contacto. El contacto comienza cuando el alambre metálico toca por primera vez el rodillo y termina cuando el alambre metálico se desconecta del contacto con el rodillo. El ángulo de contacto es ese ángulo centrado en el centro del rodillo que abarca el arco del alambre metálico que está en contacto físico con el rodillo y sigue el radio del rodillo. Un alambre que únicamente es tangente al rodillo tiene un ángulo de contacto nulo.

En el método, la suma de los ángulos de contacto absolutos de todos los rodillos intermedios en contacto es superior a 360°, o superior a 540°, o superior a 720°, 900° o incluso superior a 1080°. Por 'absoluto' se entiende que se considera positiva cualquier dirección del ángulo (izquierda o derecha).

En un método menos preferido, el alambre metálico entra en contacto con uno cualquiera de los rodillos intermedios a lo largo de un ángulo de contacto de entre 15° y 90°. En un método aún menos preferido, cada uno de los rodillos intermedios entra en contacto con el alambre metálico a lo largo de un ángulo de entre 15° y 90°.

En un método muy preferido, el alambre metálico entra en contacto con uno cualquiera de los rodillos intermedios a lo largo de un ángulo de contacto de entre 90° y 270°, o de entre 120° y 270° o incluso de entre 180° y 270°. Como alternativa, cada uno de los rodillos intermedios entra en contacto con el alambre metálico a lo largo de un ángulo de entre 90° y 270°, o de entre 120° y 270° o incluso de entre 180° y 270°.

Múltiples trayectorias de flexión con mayores ángulos de contacto permiten diseñar el aparato más compacto, ya que se puede pasar el alambre por los rodillos de una manera serpenteante en 'S'.

En un método preferido adicional se utiliza una combinación de dos, tres, cuatro o más aparatos. En el método, el alambre metálico, en primer lugar, se flexiona múltiples veces y de manera inversa en un primer plano, seguido por uno, dos, tres o más flexiones múltiples e inversas en uno o más planos posteriores, difiriendo dichos planos posteriores del primer plano, siendo los planos posteriores mutuamente diferentes entre sí.

El método se puede aplicar a cualquier alambre metálico que se pueda flexionar plásticamente. En cierto modo, los rangos preferidos, pero que en consecuencia no limitan la invención, son los alambres metálicos con un grosor de entre 0.25 y 3.0 mm, por ejemplo, entre 0.5 y 2.0 mm. El método se ha diseñado específicamente para tratar el alambre de acero.

Breve descripción de las figuras en los dibujos

la figura 1 muestra una implementación de un enderezador de la técnica anterior por el que se ha pasado un alambre con un alambre de diámetro pequeño;
la figura 2 muestra una implementación de un enderezador de la técnica anterior por el que se ha pasado un alambre con un alambre de mayor diámetro;
la figura 3 muestra una realización adicional de un aparato de la técnica anterior por el que se ha pasado un alambre de una primera forma;
la figura 4 muestra la misma realización del aparato de la técnica anterior de acuerdo con la figura 3, pero por el que se ha pasado un alambre de una segunda forma de acuerdo con el método de la invención;
la figura 5 muestra una realización del aparato de acuerdo con la invención con un segundo rodillo desplazable en una primera posición por el que se hace pasar un alambre con un alambre de diámetro fino;

la figura 6 muestra la misma realización del aparato de acuerdo con la invención de la figura 5, donde el segundo rodillo se mueve hasta una segunda posición para permitir el paso de un alambre con un diámetro de alambre mayor;

la figura 7 muestra una combinación del aparato para una flexión inversa múltiple en dos direcciones.

la figura 8 muestra una realización donde se combinan muchas de las características de la invención.

Los dígitos de las centenas en las referencias de las figuras hacen referencia al número de la figura, mientras que los dígitos de la decena y la unidad hacen referencia a elementos correspondientes en las distintas figuras. A lo largo de todas las figuras, el alambre se representa en su posición más baja posible en el fondo de la ranura de los rodillos.

Modo(s) para llevar a cabo la invención

En las figuras 1 y 2 se ilustran los problemas con los enderezadores de la técnica anterior. En la figura 1 se representa un enderezador 100 con cinco rodillos 110, 112, 114, 116, 118 que está cableada con un alambre 102 de diámetro pequeño. Todos los rodillos están provistos de una ranura a través de la cual corre el alambre. Todos los rodillos tienen el mismo diámetro. Se tira del alambre a través del dispositivo con una fuerza de tracción ' F_{sal} ' a la velocidad ' v '. La potencia necesaria para tirar del alambre a través del enderezador es ' $F_{sal} v$ '. En la entrada se aplica una fuerza de tracción contraria ' F_{ent} ' para mantener el alambre metálico en el enderezador.

El radio R_0 mostrado es el radio de curvatura que afecta al alambre metálico al pasar por el rodillo 110. En este caso, como el diámetro del alambre es pequeño y por lo tanto la rigidez a flexión es baja, el alambre sigue con precisión la curvatura de todos los rodillos. La rigidez a flexión ' (EI) ' (en Nmm^2) de un alambre es proporcional a su módulo de material ' E ' (en N/mm^2) y el segundo momento axial de área ' I ' (en mm^4) que para un alambre redondo con diámetro ' d ' es igual a $(\pi d^4/64)$. La flexión del alambre hasta un radio de curvatura R_0 requiere energía, por tanto, cada rodillo agregará una fuerza de tracción contraria ' ΔF_i ' a la fuerza de tracción contraria de entrada ' F_{ent} ', lo que hace que la fuerza de tracción ' F_{sal} ' sea mayor que la fuerza de tracción contraria de entrada ' F_{ent} '. Asimismo, al aumentar la indentación de los rodillos ' Δ_i ' ($i=2, 3, 4$) se cree en general que se da más curvatura al alambre. No obstante, para un diámetro de alambre pequeño, con una rigidez a flexión baja, que toca al rodillo de diámetro D a lo largo de su ángulo de contacto, la curvatura aplicada será $2/(D+d)$, independientemente de la indentación dada al rodillo.

Cuando el alambre metálico es de mayor diámetro, la situación cambia a lo que se muestra en la figura 2. De nuevo, se guía el alambre metálico 202, con un diámetro mayor que el alambre metálico 102, entre los rodillos colocados de manera opuesta 212, 216 contra 210, 214 y 218. No obstante, debido a la mayor rigidez a flexión ' (EI) ' del alambre (' I ' escala con ' d^4 !') El alambre metálico no adoptará el redondeo del radio de los rodillos 210, 212, 214, 216 y 218, sino su propio radio de curvatura indicado por R_1, R_2, R_3, R_4 y R_5 con un centro respectivo, que no se corresponde con el eje del rodillo, C_1, C_2, C_3, C_4 y C_5 .

Únicamente cuando la tensión sobre el alambre es lo suficientemente grande, se forma un ángulo de contacto distinto de cero entre el rodillo y el alambre metálico, por tanto, el radio de curvatura impuesto en el alambre metálico, a lo largo de la trayectoria en la que se tocan del ángulo de contacto, es igual al radio del rodillo. Siguiendo la teoría clásica de flexión elástica de Euler-Bernoulli se puede demostrar que la tensión mínima ' T_{min} ' (en N) requerida para tener un ángulo de contacto distinto de cero es $T_{min} \geq EI/D^2$ siendo ' D ' (en mm) siendo el diámetro del rodillo.

En este caso, una medida obvia es aumentar el diámetro de los rodillos y aumentar la indentación con el fin de garantizar que el ángulo de contacto sea distinto de cero. No obstante, esto también tiene consecuencias en la fuerza de tracción que a su vez influye en el ángulo de contacto. La conclusión es que en un enderezador de la técnica anterior, la cantidad de curvatura dada al alambre metálico depende principalmente de la tensión local aplicada sobre el alambre y la indentación dada al alambre, variables que tienen una influencia mutua entre sí y dependen menos del diámetro de los rodillos. Esto al menos para los alambres relativamente gruesos. Esto dificulta el control de las propiedades del alambre que sale de los enderezadores de la técnica anterior.

Con el fin de solucionar este problema de control, el aparato de los inventores parte de un enfoque diferente. En lugar de controlar la curvatura aplicada al alambre a través de la tensión, el diámetro de los rodillos y la indentación, su idea es mantener la indentación constante y adaptar el diámetro de los rodillos a medida que el alambre metálico se desplaza a través del aparato.

En la figura 3 se representa una primera realización de este principio. En esta, se guía el alambre metálico 302 a través de un primer rodillo 310, cinco rodillos intermedios 312, 314, 316, 318, 320 y un rodillo de salida 322. Cada uno de los rodillos tiene una ranura circunferencial que es una ranura rectangular en caso de alambres aplanados o una ranura en V cuyo radio de curvatura del fondo es mucho menor que la mitad del diámetro del alambre en el caso de un alambre redondo. Los rodillos tienen un diámetro D_i en el fondo de la ranura, teniendo el rodillo de entrada 310 un diámetro D_0 , teniendo el rodillo de salida 322 un diámetro D_6 . Las ranuras están todas en un plano de ranura. La finalidad de la ranura es que esta debe impedir la rotación del alambre cuando este se desplaza de un rodillo al siguiente.

En este aparato, el rodillo de salida 322 es mayor que el rodillo de entrada 310, y cualquier rodillo en la secuencia de rodillos tiene un diámetro de rodillo que no es menor que el del rodillo anterior en la secuencia. Además: cualquier rodillo en la secuencia de rodillos tiene un diámetro de rodillo que es mayor que el del rodillo anterior.

5 Cuando se cablea el aparato, el rodillo cuyo diámetro D_i es de entre 15 y 90 veces el grosor del alambre metálico 'd' se selecciona como el rodillo de entrada. Cabe destacar, que no es necesario que el rodillo de entrada sea el mismo que el primer rodillo. La relación se debe elegir de manera que se lleve a las fibras exteriores del alambre entrante inmediatamente a un estado plástico. Por ejemplo, una relación de 40 conlleva una elongación de las fibras exteriores del alambre de un 2.44 % (100/41) y, por ejemplo, en los alambres de acero es suficiente para llevar a la fibra exterior al estado plástico, es decir, imparte una flexión permanente al alambre.

El principio de funcionamiento del aparato es que al poner el rodillo más pequeño al principio, el alambre metálico se flexiona plásticamente y se le da una cantidad predeterminada de diámetro de espira libre. Este diámetro de espira libre aumenta de manera gradual en los rodillos posteriores mediante una flexión contraria del alambre metálico sobre rodillos cada vez mayores. De esta manera, la curvatura dada al alambre se acerca gradualmente a cero, es decir, a un alambre casi recto.

La relación entre el diámetro del rodillo 312 y el primer rodillo 310 está entre 1.05 y 1.20, por ejemplo, es de 1.10. La relación entre el diámetro del rodillo de salida 322 y el diámetro del rodillo 320 está entre 1.20 y 2.00, por ejemplo, es de 1.90. Los rodillos intermedios tienen diámetros crecientes: las relaciones de los rodillos intermedios son $D_i/D_{i-1} = 1.20$ ('i' ahora va de 2 a N-1).

Las indentaciones Δ_i , $i = 2, 3, 4, 5$ y 6 dadas al alambre son siempre las mismas y, a efectos de la invención, no es un parámetro controlable, es decir, se puede mantener fijo. Obviamente, debe haber alguna indentación para al menos sujetar el alambre en las ranuras de la secuencia de rodillos. Los ejes de los rodillos (indicados con cruces '+' en las figuras) están orientados perpendicularmente al plano de ranura. Están situados de modo que se forme una trayectoria de flexión inversa múltiple con secciones curvas y secciones rectas tal como la seguida por el alambre 302 en la figura 3. Los ángulos de contacto en esta trayectoria de flexión inversa múltiple están entre 15° y 90°. Por otra parte, se puede definir un eje 330 que se corresponde con la línea tangente a la ranura circunferencial del primer rodillo 310 y la ranura circunferencial del rodillo de salida 322.

Con el fin de garantizar un ángulo de contacto incluso mayor entre los rodillos y el alambre metálico, se puede pasar un alambre por el mismo aparato que se representa en la figura 3, en un método de acuerdo con la invención, seleccionando una trayectoria serpenteante de flexión inversa múltiple entre los rodillos, que garantiza que los ángulos de contacto con los rodillos intermedios 412, 414, 416, 418 y 420 se mantengan entre 90° y 270°, tal como se muestra en la figura 4. Esta trayectoria es una trayectoria serpenteante de flexión inversa múltiple porque el ángulo de contacto absoluto medio subtendido a lo largo de los rodillos intermedios es mayor de 180°. Sigue siendo importante reducir las secciones rectas S_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$ y 6 tanto como sea posible y mantenerlas en cualquier caso más cortas que el diámetro del rodillo que precede a la sección recta. La razón para mantener las secciones rectas cortas es impedir que la flexión inversa del siguiente rodillo provoque que el alambre metálico rote alrededor de sus propios ejes.

Cabe destacar que el eje del aparato es ahora 430 en la figura 4. Como el número de rodillos es impar (siete), el rodillo de salida 422 está situado en el mismo lado del eje 430 del aparato que el primer rodillo 410.

Las figuras 5 y 6 ilustran el aparato de acuerdo con la invención con la utilización ventajosa del segundo rodillo 512 que se puede mover de un lado del eje 530 del aparato al otro lado 512'. Cuando se procesa alambre de diámetro pequeño, el alambre debe entrar en un rodillo con un tamaño más pequeño que cuando se procesa un alambre más grueso. Mediante el movimiento del rodillo 512 a la posición en el mismo lado del primer rodillo con relación al eje del aparato, el rodillo que flexiona en primer lugar el alambre 502, es decir, el rodillo de entrada se convierte en el primer rodillo 510. De modo que se establece que el rodillo de entrada se corresponda con el primer rodillo.

Cuando se vaya a utilizar ahora el aparato con un alambre más grueso 602, cambiando a la figura 6, para lo cual se necesita un rodillo de entrada de mayor diámetro, el rodillo 612 del alambre se mueve a la posición opuesta al primer rodillo indicada con 612', es decir, el segundo rodillo 612 se aleja de la trayectoria del alambre. En consecuencia, el rodillo 614, el tercer rodillo en la secuencia de rodillos, se convierte en el rodillo de entrada. Como este rodillo 614 tiene un diámetro mayor, impone el alargamiento correcto al alambre 602.

Esta característica hace que el cambio de un rango de diámetros a otro rango de diámetros sea particularmente simple:

- Cuando se va a hacer un cambio de un alambre delgado a uno grueso, el extremo del alambre delgado se suelda al inicio del alambre grueso. Antes de que la soldadura pase al aparato, se ajusta el aparato de la situación de la figura 5 a la situación de la figura 6. La soldadura pasará sin problema ya que no se flexiona en gran medida.
- Con las modificaciones pertinentes, cuando se va a hacer un cambio de forma de un alambre grueso a uno delgado, en primer lugar se permite que la soldadura pase al aparato antes del ajuste de la situación de la figura 6 a la figura 5.

La figura 7 muestra cómo se puede realizar una combinación 700 de dos aparatos 704, 704'. Dos placas de montaje 734, 734', que son paralelas a los planos de ranura de sus aparatos 704, 704' respectivos, están montadas en una viga portante 732. Ambos aparatos 704, 704' comparten el mismo eje único 730 como eje del aparato. Cada uno de los aparatos 704, 704' está provisto de una secuencia de rodillos 710, 712, 714, 716, 718 y 710', 712', 714', 716', 718' que son iguales por parejas. El alambre 702 entra en primer lugar en el primer aparato 704, donde se dobla de manera inversa múltiples veces en el plano de ranura de 704. El alambre 702 entra posteriormente en el segundo aparato 704', donde el alambre se dobla de manera inversa múltiples veces en una dirección ortogonal a la primera dirección.

Para un experto será evidente que se pueden inducir múltiples flexiones inversas adicionales en otras direcciones mediante aparatos posteriores en la secuencia.

La figura 8 ilustra cómo se puede reducir la longitud total del aparato. Situar el eje de los rodillos de modo que se forme una trayectoria del alambre muy serpenteante reduce en gran medida la longitud total del aparato. La longitud del aparato se dimensiona en función de la distancia 'L' entre los puntos tangentes del primer rodillo 810 y el rodillo de salida 824. Cada uno de los rodillos intermedios 812 a 822 tiene un diámetro D_i , $i=1, 2, \dots, 6$. Cuando se suma la mitad del diámetro, es decir, el radio de 810 más la mitad del diámetro del rodillo de salida 824 a todos los diámetros de los rodillos intermedios, la suma es mayor que la longitud 'L'.

Asimismo, en la figura 8, la suma total de los ángulos de contacto absolutos con los rodillos intermedios es de aproximadamente 1140° . Cabe destacar que el rodillo 812 se puede mover de una posición en un lado del eje 830 del aparato hasta una posición 812' en el lado opuesto del eje del aparato;

El alambre metálico 302, 402, 502, 602, 702 o 802 puede ser cualquier alambre metálico, tal como un alambre de cobre, aluminio o acero plano o redondo con un grosor mayor de, o igual a, 0.25 mm y menor de 3.0 mm. Una utilización especialmente ventajosa del aparato y el método es la producción del alambre de talón, tal como el que se utiliza para fabricar los talones de neumáticos. El aparato también se utiliza en la producción de alambres planos, tales como los alambres planos para utilizar en los brazos de un limpiaparabrisas o los alambres planos que forman el elemento principal de una escobilla de limpiaparabrisas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (500) para tratar alambre metálico mediante flexión inversa múltiple, teniendo el alambre metálico un grosor 'd' que es el tamaño de calibre mínimo y un ancho 'w' que es el tamaño de calibre máximo cuando se mide en todas las direcciones alrededor del alambre, teniendo el alambre metálico una relación de ancho frente a grosor que es menor de 10, comprendiendo dicho aparato un primer rodillo (512) que tiene un diámetro del primer rodillo, diversos rodillos intermedios (512, 514, 516, 518, 520) que tienen unos diámetros de rodillos intermedios y un rodillo de salida (522) que tiene un diámetro del rodillo de salida, formando dicho primer rodillo (512), rodillos intermedios (512, 514, 516, 518, 520) y rodillo de salida (522) una secuencia de rodillos, comprendiendo dichos rodillos una ranura circunferencial para recibir el alambre metálico, estando dispuesta la ranura de dichos rodillos en un plano de ranura, donde el diámetro del rodillo de salida es mayor que el diámetro del primer rodillo y cualquier rodillo en la secuencia de rodillos tiene un diámetro de rodillo que no es menor que el del rodillo anterior en la secuencia, donde el aparato (500) tiene un eje del aparato (530) que se corresponde con la línea tangente a la ranura circunferencial del primer rodillo (510) y la ranura circunferencial del rodillo de salida (522),
caracterizado por que únicamente el segundo rodillo (512) en la secuencia de rodillos se puede mover de una posición en un lado (512) del eje del aparato a una posición en el lado opuesto (512') del eje del aparato y viceversa, donde el eje de dicho segundo rodillo (512) se desplaza sobre el diámetro de dicho segundo rodillo o más, de modo que todo el rodillo (512) se mueva sobre dicho eje del aparato (530).
2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, donde cualquier rodillo en la secuencia de rodillos (510, 512, 514, 516, 518, 520, 522) tiene un diámetro de rodillo que es más grande que el del rodillo anterior en la secuencia.
3. El aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, donde la relación del diámetro de cualquier rodillo intermedio (512, 514, 516, 518, 520) o el rodillo de salida (522) y el diámetro del rodillo anterior en la secuencia de rodillos está entre 1.00 y 2.00.
4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 3, donde la relación entre el diámetro del rodillo intermedio (512) que va detrás del primer rodillo (510) y el diámetro del primer rodillo está entre 1.05 y 1.20.
5. El aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 o 4, donde la relación entre el diámetro del rodillo de salida (522) y el diámetro del rodillo que precede al rodillo de salida (520) en la secuencia de rodillos está entre 1.2 y 2.0.
6. El aparato (500) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde la distancia a lo largo del eje del aparato (530) desde el punto tangente de dicho primer rodillo (510) hasta el punto tangente de dicho rodillo de salida (522) es menor que la suma de los diámetros de dichos rodillos intermedios (512, 514, 516, 518, 520) más los radios de dicho primer rodillo y rodillo de salida.
7. Una combinación (700) de dos (704, 704'), tres o más aparatos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, teniendo cada uno de dichos aparatos un plano de ranura, teniendo cada uno de dichos aparatos un eje de aparato que se corresponde con la línea tangente a la ranura circunferencial del primer rodillo y la ranura circunferencial del rodillo de salida, coincidiendo entre sí todos los ejes (730) de aparato de los dos, tres o más aparatos, donde los planos de ranura de los dos, tres o más aparatos son diferentes entre sí por parejas.
8. La combinación (700) de acuerdo con la reivindicación 7 de dos aparatos, donde el plano de ranura del primer aparato es perpendicular al plano de ranura del segundo aparato.

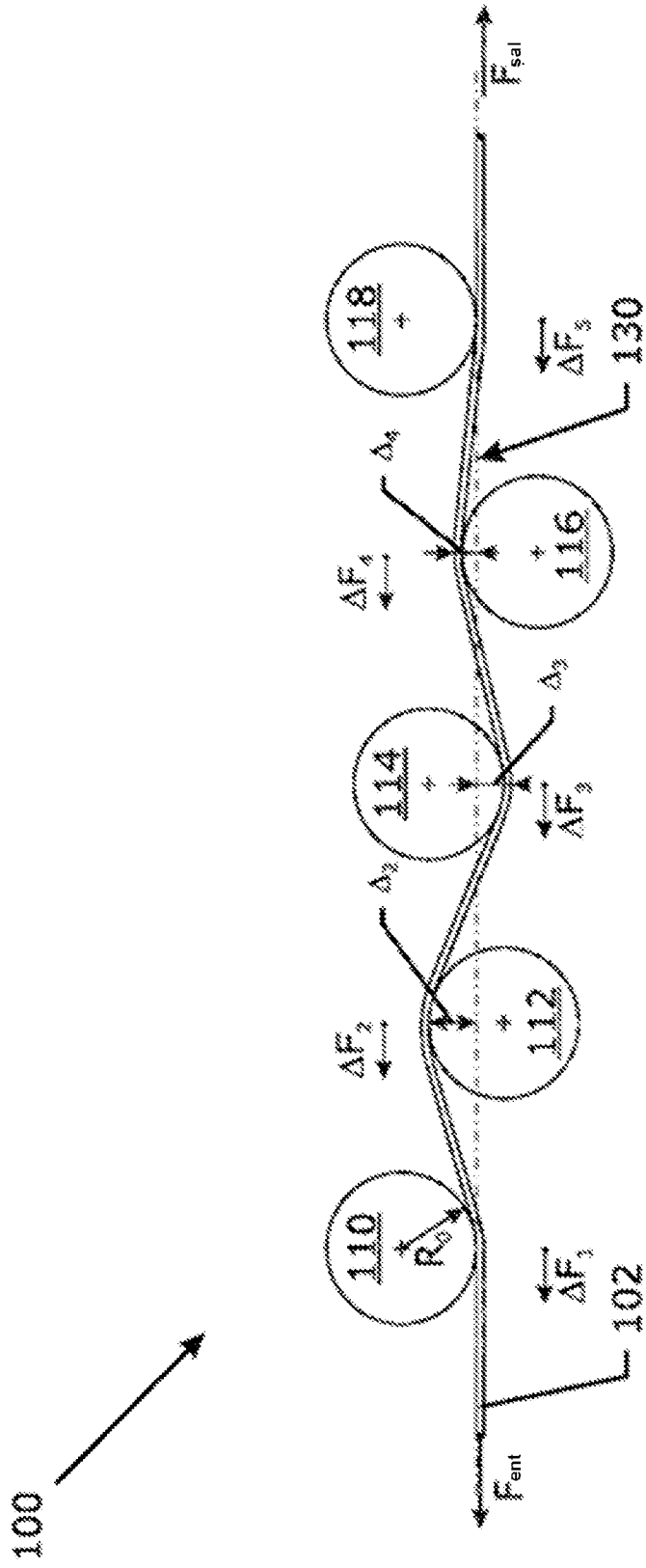


Fig. 1

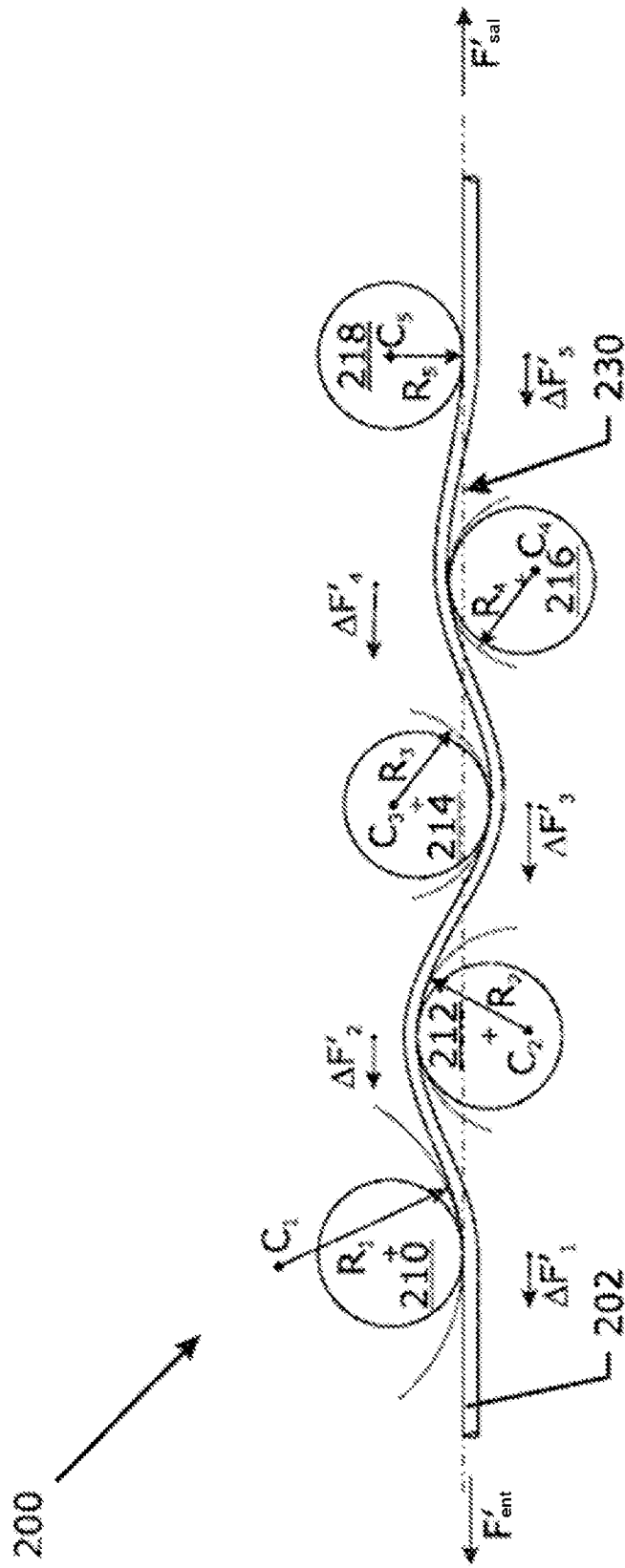


Fig. 2

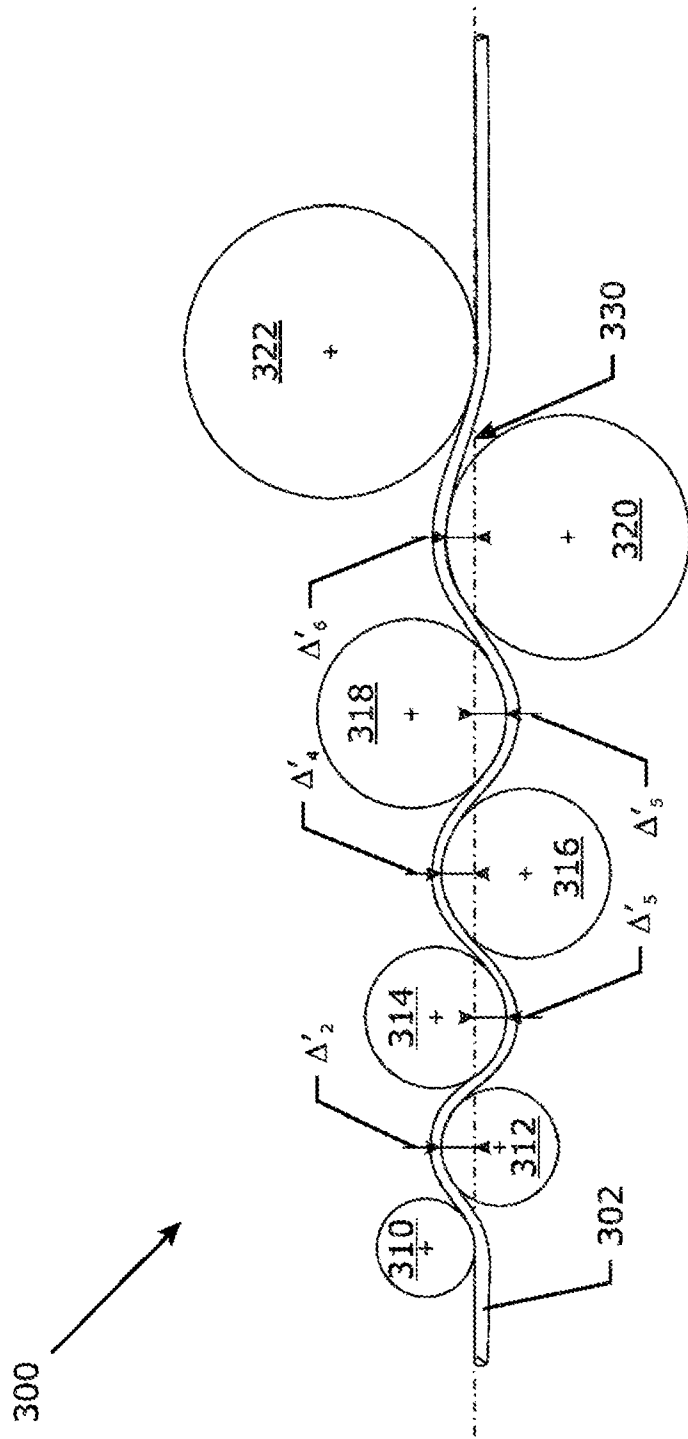


Fig. 3

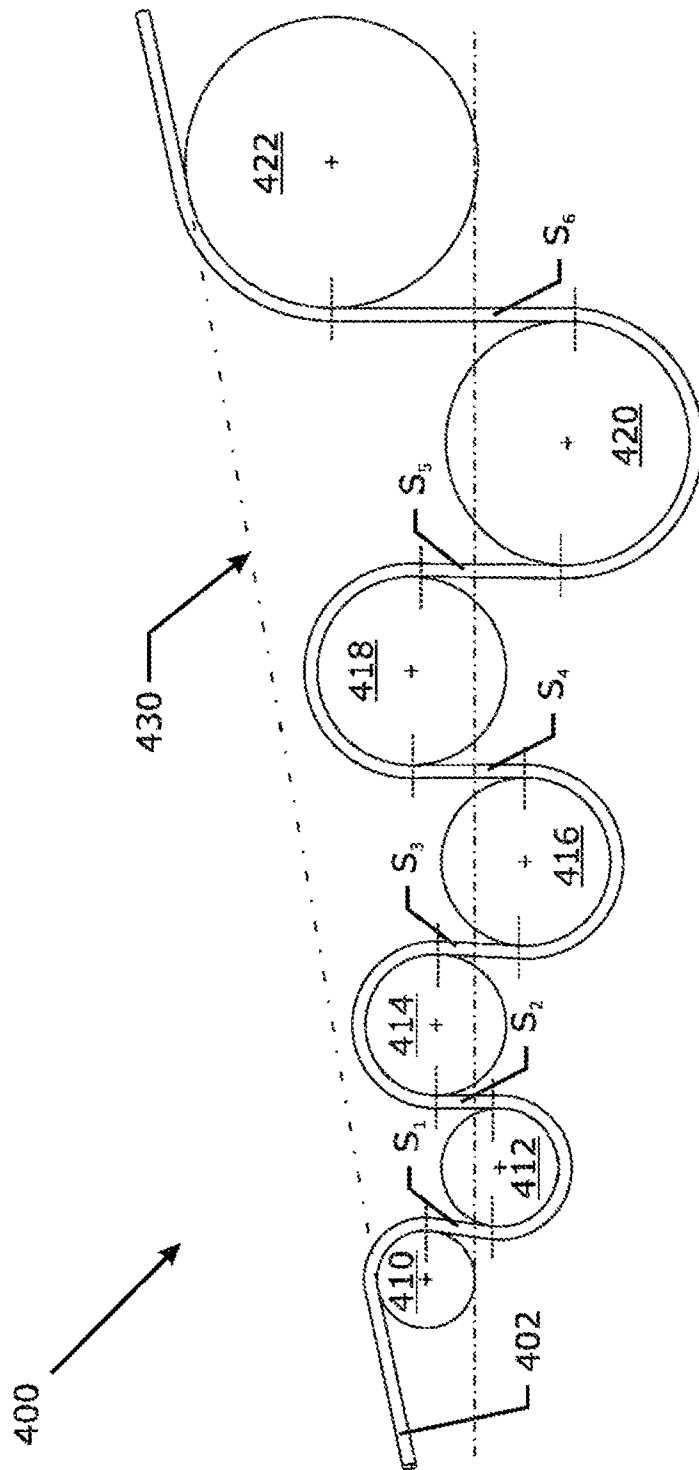


Fig. 4

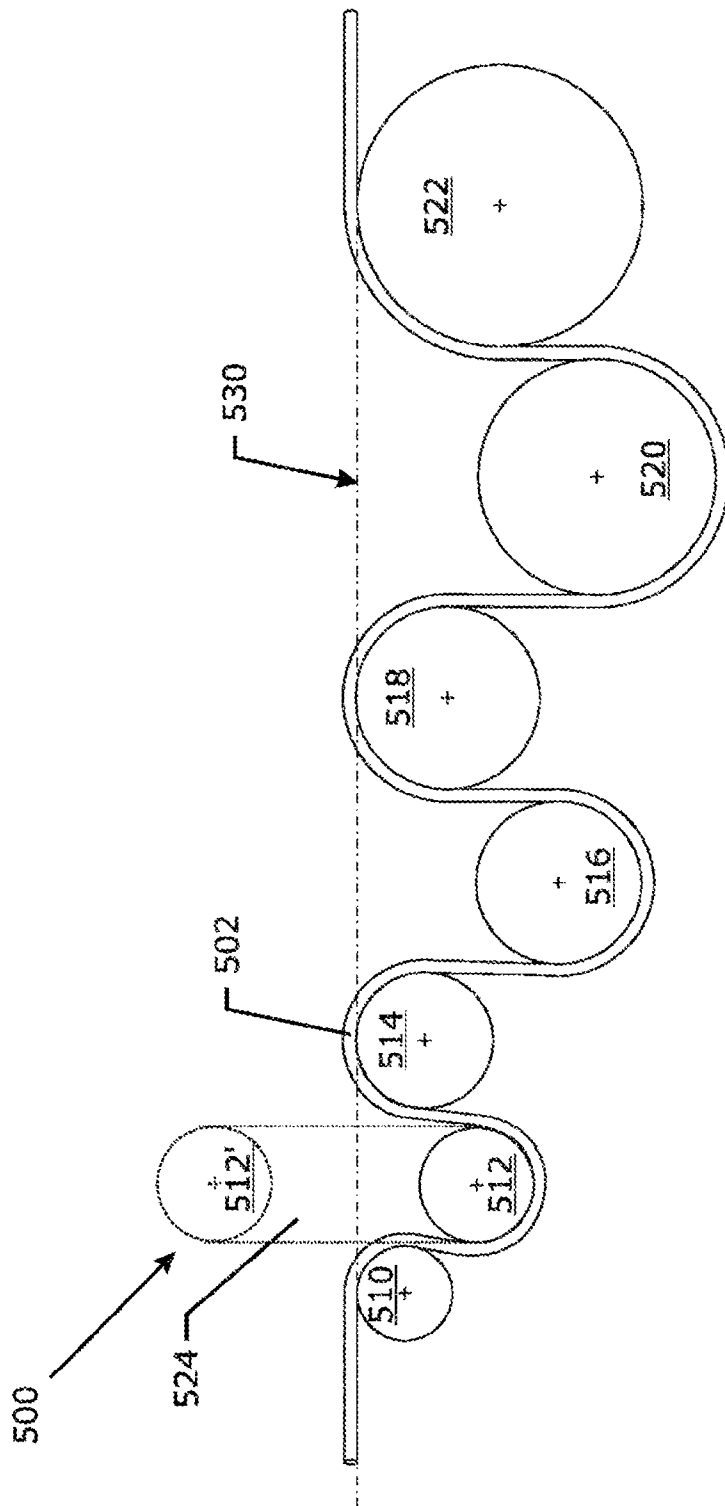


Fig. 5

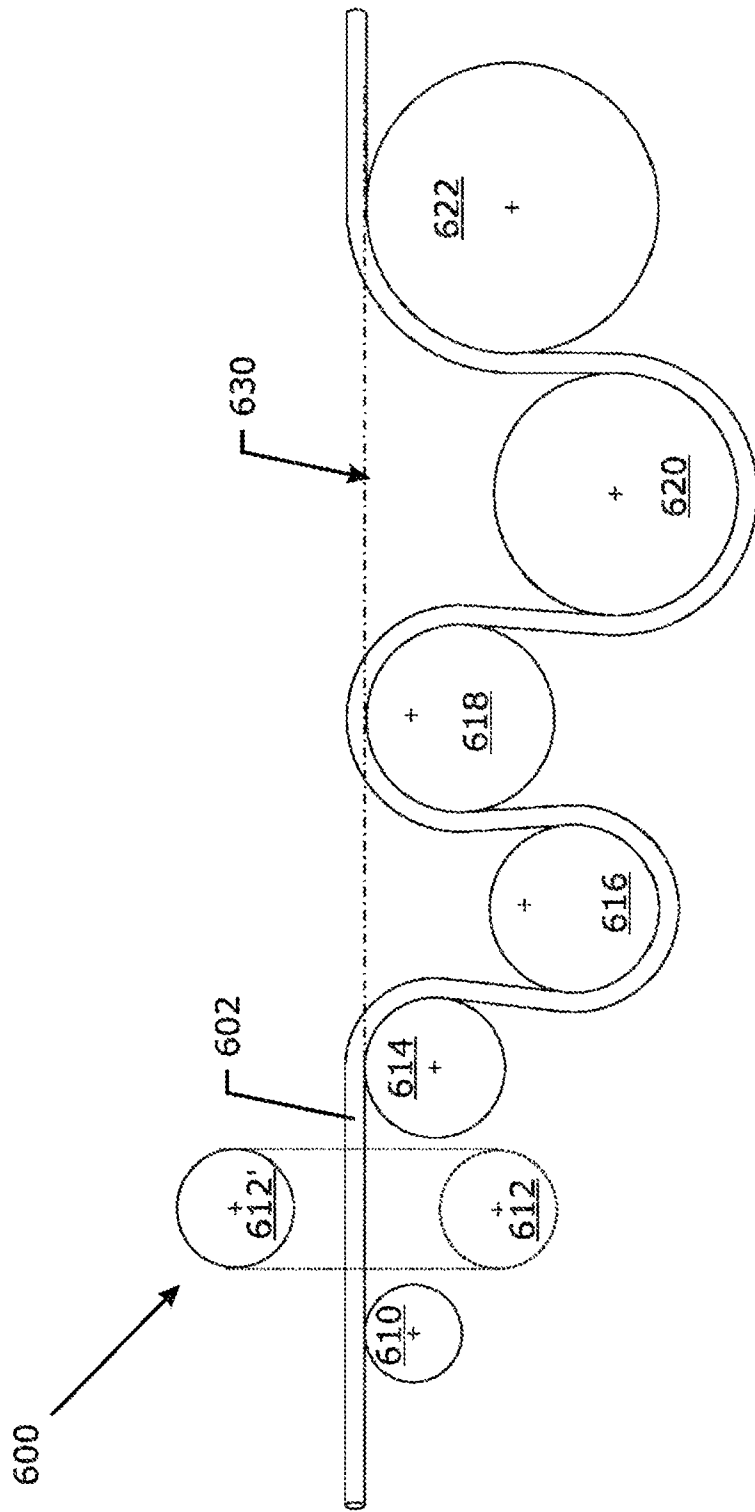


Fig. 6

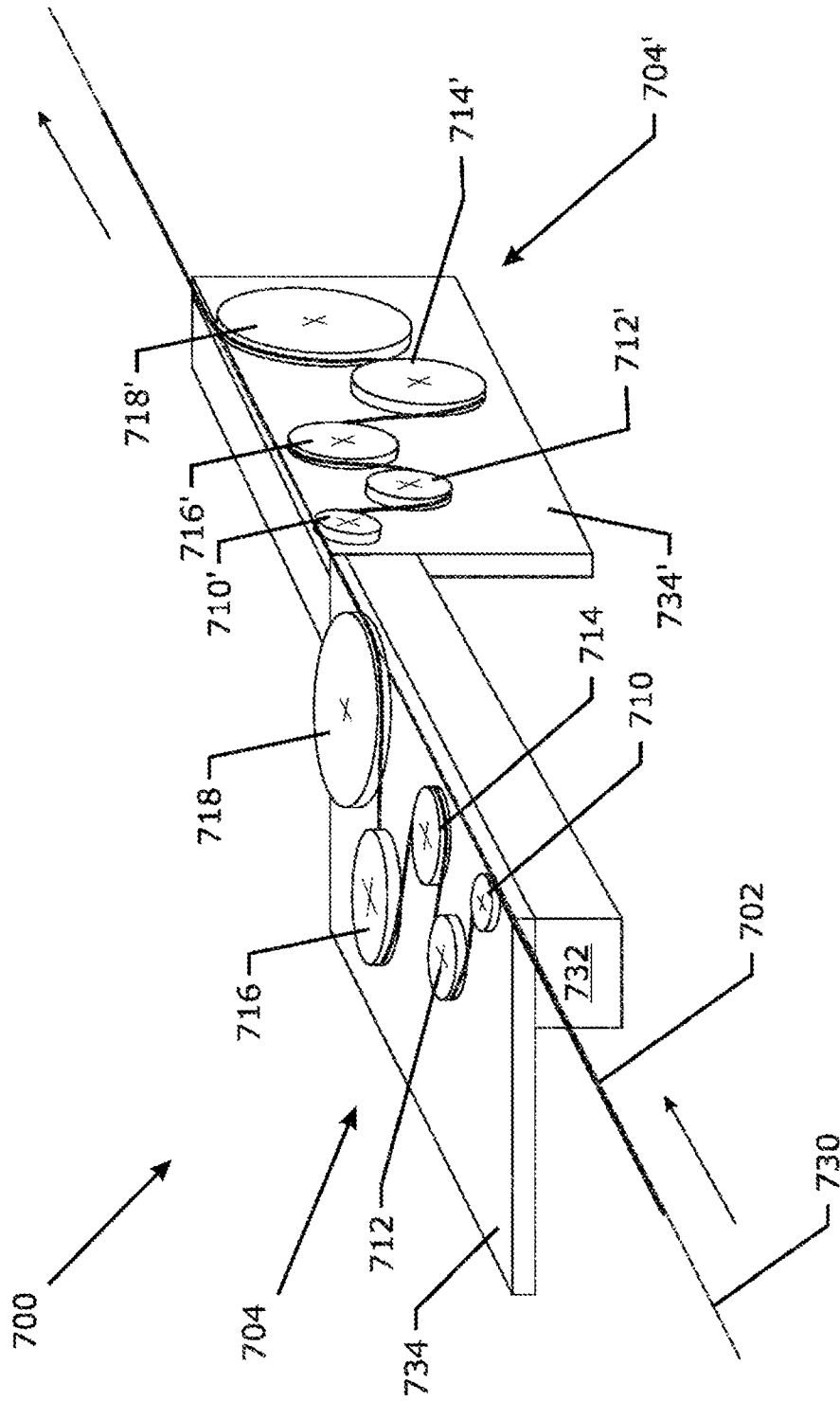


Fig. 7

