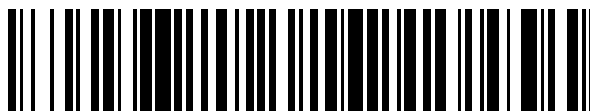


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 631 143**

51 Int. Cl.:

B21C 1/00 (2006.01)

B21C 1/06 (2006.01)

B21C 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.06.2012 PCT/IT2012/000201**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2014 WO14002121**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2012 E 12756571 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017 EP 2866958**

54 Título: **Máquina de trefilado húmedo particularmente para trefilar alambres de acero de muy alta resistencia**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.08.2017

73 Titular/es:
SEMPLICE S.P.A. (100.0%)
Via del Carroccio 8
20123 Milano, IT

72 Inventor/es:
ARNOLDI, LUIGI

74 Agente/Representante:
BELTRÁN, Pedro

ES 2 631 143 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

MÁQUINA DE TREFILADO HÚMEDO PARTICULARMENTE PARA TREFILAR ALAMBRES DE ACERO DE MUY ALTA RESISTENCIA

5 La presente invención hace referencia a máquina de trefilado húmedo, particularmente para trefilar alambres de acero de muy alta resistencia para cortar obleas de silicio para la industria fotovoltaica y para otros campos en los que un alambre con una muy alta resistencia es requerido (3800-4000 N/mm²).

Actualmente, en la producción de alambre cortador de muy alta resistencia, se ha diseñado tecnologías de producción en las que hay una pluralidad de procesos de trefilado en secuencia, el último siendo particularmente importante y decisivo para la calidad del producto acabado.

10 Más precisamente, en tipos conocidos de procesos de producción en la última operación de trefilado está provisto un sistema de desenrollado, cuya tarea es desenrollar el alambre crudo de una bobina e insertarlo en la entrada de un troquel de forma que esté perfectamente inerte, es decir, sin torsiones ni configuraciones helicoidales que pudieran preservarse en el alambre incluso después del proceso de trefilado.

15 Aunque se ha diseñado diferentes sistemas de desenrollado, estos tipos conocidos de sistemas son incapaces de desenrollar el alambre crudo mientras lo mantienen perfectamente inerte en la entrada del troquel.

El alambre desenrollado es guiado a conos de trefilado con una disposición cinemática con reducción fija o, en el mejor de los casos, con unidades de reducción idénticas. Troqueles de un tipo conocido que tienen esta particularidad constructiva someten el alambre a tensiones inconstantes en cada paso, con la consecuencia de que los primeros pasos están apenas tensionados y luego la tensión aumenta progresivamente en cada paso.

20 El principal inconveniente de este sistema reside en que lleva a temperaturas cada vez mayores en los puntos de deformación de las placas de trefilado, haciendo crítica la lubricación y la disipación de calor. La consecuencia inmediata es la limitación del rendimiento con el fin de evitar comprometer la calidad del producto.

25 En cuanto a la lubricación de los troqueles, es conocido en el estado de la técnica mover el fluido lubricante derramándolo dentro de un tanque de trefilado, lo que lleva a una acción de limpieza que no es efectiva en la entrada y en la salida de dicha placa de trefilado.

De hecho, el mayor inconveniente de este método reside en el hecho de que tapones residuales de fluido lubricante y de depósitos son generados con el tiempo y limitan la constante adhesión al alambre en la entrada de las placas de trefilado.

30 Además, en el último paso de trefilado de las máquinas de trefilar de un tipo conocido el establecimiento de la reducción fija de la rotación de los conos difiere en gran medida de la reducción del alambre debido a la tolerancia en el diámetro acabado.

Además, para esta reducción es necesario considerar un margen con el fin de impedir la rotura del alambre bajo tracción, lo que ocurre cuando la reducción de máquina es mayor que la reducción de alambre.

35 Esta variación genera, durante el trefilado, deslizamientos intensos e inconstantes en el tiempo entre el alambre y el cono, comprometiendo la constancia en términos de cualidades mecánicas del producto acabado.

Además, debería señalarse que la producción de un paquete que debe ser lo más constante posible en términos de características mecánicas está comprometida entre aproximadamente 400 y 1200 km de producto y requiere tiempos de entre 10 y 30 horas, dependiendo del formato.

40 Es por lo tanto evidente e importante tener un sistema que permita mantener las características mecánicas del alambre constantes en el tiempo.

Para este objetivo, sistemas de estirado en el último paso y un consiguiente ajuste de la última base de troquel se proveen con el fin de ajustar la forma de la vuelta del alambre trefilado.

45 Estos sistemas de estirado de un tipo conocido tienen el inconveniente de que el ajuste de la base de troquel es aleatorio y no refleja un criterio geométrico que hace posible aplicar fuerza al alambre en una posición muy específica, de forma que no tiene un ajuste constante en el tiempo y practicidad en el ajuste.

Finalmente, el cuanto a la bobinadora, con el fin de tener una oposición del alambre a ser enrollado para permitir de hecho dicho enrollado, se utilizan normalmente sistemas de contrapeso, los cuales inevitablemente están caracterizados por una gran inercia en movimientos instantáneos, lo cual causa picos de oposición durante el enrollado que resultan más evidentes en el caso de una estratificación que no es particularmente planar.

Estas máquinas bobinadoras de un tipo conocido son generalmente del tipo con un sistema de recolección fijo y con estratificación con una polea distribuidora de alambre y tienen el inconveniente de generar variaciones de velocidad debido al barrido de distribución, afectando además a un movimiento continuo del dispositivo de sincronización con efectos de oposición variables debido a su inercia.

5 Además, es inevitable, de nuevo debido al barrido, que el alambre roce contra los bordes de las poleas guía puesto que su camino respecto del eje de la polea no es siempre perpendicular.

Esta situación causa una fricción que daña debido a las diferentes velocidades entre el alambre y los bordes de las poleas de distribución.

10 Todos estos inconvenientes señalados llevan a una reducción inevitable de la velocidad de producción que se requiere con el fin de minimizar los efectos de estos inconvenientes.

US 3 686 908 A muestra una máquina de trefilado que tiene una combinación de características tal y como se establece en la porción caracterizante de la reivindicación 1 anexada.

15 El objetivo de la presente invención es proveer una máquina de trefilado húmedo, particularmente para trefilar alambres de acero de muy alta resistencia para cortar obleas de silicio para la industria fotovoltaica y para otros sectores en los que se requiere un alambre con muy alta resistencia ($3800-4000 \text{ N/mm}^2$) para evitar los inconvenientes señalados anteriormente.

Dentro de este objetivo, un objeto de la invención es proveer una máquina de trefilado húmedo que permita un aumento en la velocidad de producción de al menos el 50% respecto de tipos conocidos de máquinas de trefilado.

20 Otro objeto de la invención es proveer una máquina de trefilado húmedo en la que la calidad del alambre es constante y al máximo de las características, en compatibilidad con el producto siendo trefilado.

Otro objeto de la invención es proveer una máquina de trefilado húmedo en el que hay un control continuo de la constancia del producto, entendido como forma de las vueltas, precisión en el diámetro, precisión de enrollado, para evitar comprometer la ejecución del subsiguiente proceso de cortado.

25 Otro objeto de la invención es proveer una máquina de trefilado húmedo en la que hay un control continuo de la tracción del alambre procesado.

Otro objeto de la invención es proveer una máquina de trefilado húmedo en la que las vibraciones en el alambre, que llevan a una desigualdad en la linealidad y acabado de superficie, son limitadas o incluso impedidas.

Otro objeto de la presente invención es proveer una máquina de trefilado húmedo que debido a sus particulares características constructivas sea capaz de ofrecer las mayores garantías de fiabilidad y seguridad en su uso.

30 Otro objeto de la presente invención es proveer una máquina de trefilado húmedo que pueda obtenerse fácilmente a partir de elementos y materiales comúnmente disponibles comercialmente y que además sea competitiva desde un punto de vista puramente económico respecto de máquinas de trefilado del tipo conocido.

De acuerdo con la invención, está provista una máquina de trefilado húmedo tal y como se define en las reivindicaciones anexadas.

35 Otras características y ventajas de la presente invención resultarán aparentes de mejor modo a partir de la descripción de un ejemplo de realización preferido pero no exclusivo de una máquina de trefilado húmedo, particularmente para trefilar alambres de acero de muy alta resistencia, ilustrado mediante ejemplo no limitador en los dibujos que acompañan en los que:

40 La figura 1 es una vista elevada lateral de una máquina de trefilado húmedo particularmente para trefilar alambres de acero de muy alta resistencia según la invención;

La figura 2 es una vista de plano superior de la máquina de trefilado húmedo mostrada en la figura 1;

La figura 3 es una vista elevada lateral de una variación de la máquina de trefilado húmedo mostrada en las figuras anteriores;

La figura 4 es una vista de plano superior de la máquina de trefilado húmedo mostrada en la figura 3.

45 Con referencia a las figuras, la máquina de trefilado, particular para trefilar alambres de acero de muy alta resistencia, designada en su ejemplo de realización preferido por el número de referencia 1a y en su variación por el

número de referencia 1b, comprende una estación 2 para desenrollar una bobina de alambre crudo 3 desde una bobina rotatoria 200 que tiene una capacidad comprendida por ejemplo entre 1000 kg y 2500 kg.

5 Más precisamente, la estación de desenrollado 2 comprende una bobina rotatoria 200 del tipo derulé motorizada y con una unidad enderezadora de alambre 201 entre una unidad de desenrollado 202 y una primera estación de trefilado intermedia 4 para introducir el alambre crudo 3 en esta primera estación de trefilado intermedio 4 sin deformaciones y/o torsiones suyas, que son responsables de las alteraciones de la forma geométrica del alambre procesado 19 en el final del proceso.

10 Además, esta estación de desenrollado 2 comprende una primera polea dandy sincronizadora 203 con contratracción ajustable, que está adaptada para ajustar la tensión de desenrollar del alambre crudo 3 de la bobina rotatoria 200.

15 Las máquinas de trefilado húmedo 1a y 1b comprenden además una pluralidad de estaciones de trefilado de alambre intermedias 4, 5 y 6 que están dispuestas en mutua secuencia y están provistas de medios 7 para lubricar al menos las placas de trefilado 8 con las que están provistas y comprenden al menos una bomba 37 del tipo Buster, la cual está adaptada para propulsar fluido lubricante bajo presión directamente a la entrada y/o salida de las placas de trefilado 8 de las estaciones de trefilado de alambre intermedias 4, 5 y 6, extrayendo el fluido lubricante a una presión que es por ejemplo inferior que la presión atmosférica.

20 Convenientemente, dichas estaciones de trefilado de alambre intermedias 4, 5 y 6, que son tres en el ejemplo de realización propuesto, comprenden cada una al menos una placa de trefilado 8 que está interpuesta entre un cono guía 9 y un cono de tracción 10 cuyos ejes de rotación 9a y 10a son paralelos y mutua y lateralmente adyacentes.

Más precisamente, las estaciones de trefilado de alambre intermedias 4, 5 y 6 están acomodadas en un tanque 38 que contiene el fluido lubricante que sumerge completamente los conos 9 y 10 y las placas de trefilado 8.

25 El intercambio del fluido lubricante está ajustado para mantener la temperatura constante en una gama variable entre 4 y 6° centígrados. Un caudal mínimo de aproximadamente 20-25 l/min es suficiente para este objetivo. Un caudal distintivamente mayor es requerido para tener una presión que es adecuada para limpiar las placas de trefilado, la entrada y la salida de cada una. La bomba 37 extrae de dicho tanque 38 y mediante un circuito específico transporta el fluido lubricante a la vecindad de las placas de trefilado 8 mediante rociadores adaptados 40 llevando un chorro de fluido lubricante que es dirigido a la entrada y/o salida de las placas de trefilado 8, haciendo más fácil mantener las placas de trefilado 8 limpias de residuos de trefilado.

30 El sistema de lubricación descrito de este modo extiende la duración del proceso y reduce la posibilidad de roturas del alambre siendo procesado 11 debido a lubricación crítica.

35 Cada cono guía 9 y cada cono de tracción 10 comprende respectivamente una pluralidad de pistas de tracción 12 y una pluralidad de ranuras guía 13 que están emparejadas en parejas y están provistas en diámetros progresivamente mayores para tener una consistencia geométrica entre la longitud de la vía seguida por el alambre siendo procesado 11 y la longitud real del alambre siendo procesado 11, que aumenta a cada paso en las placas de trefilado 8 en cumplimiento con el límite de elasticidad de material del cual está hecho.

40 De esta manera, el alambre siendo procesado 11 es alternada y parcialmente enrollado alrededor de los conos 9 y 10 para pasar, a lo largo de la dirección de avance de dicho alambre siendo procesado 11, desde los diámetros más pequeños de los conos 9 y 10 a los diámetros mayores suyos, atravesando las placas de trefilado 8 al pasar del cono guía genérico 9 al respectivo cono de tracción 10 en cumplimiento con el alargamiento longitudinal causado por la reducción radial de la sección transversal transversa.

El alambre siendo procesado 11 de hecho pasa de una pista de tracción 12 a la siguiente a través de una respectiva ranura guía 13 pasando a través de la placa de trefilado 8.

Más precisamente, las ranuras guía 13 tienen una sección transversal semi-circular para asegurar la correcta posición del alambre siendo procesado 11 y para guiarlo en alineación perfecta en la placa de trefilado 8.

45 Ventajosamente, las placas de trefilado 8 tienen reducciones en la sección transversal que disminuyen progresivamente a cada paso del alambre siendo procesado 11, para tener una potencia disipada sustancialmente constante en cada paso, para equilibrar el calentamiento del punto de contacto entre la respectiva placa de trefilado 8 y el alambre siendo procesado 11 en todos los pasos y evitar el sobrecalentamiento que daña el equilibrio de lubricación.

50 Además, cada cono de tracción 10 tiene una velocidad angular mayor que el respectivo cono guía 9 para compensar el alargamiento del alambre siendo procesado 11 a la salida de la placa de trefilado 8 y forzar un deslizamiento controlado del alambre siendo procesado 11 en las ranuras guía 13 de dicho cono guía 9 para evitar roturas accidentales del alambre siendo procesado 11 debido a una tracción excesiva y contener el desgaste debido al deslizamiento del alambre procesado 11 y de las ranuras guía 13.

El alambre siendo procesado 11 pasa de una estación de trefilado de alambre intermedia a la siguiente mediante un par de poleas guía 14, las cuales están formadas para cada par de estaciones de trefilado de alambre intermedias consecutivas 4, 5 y 6 y están adaptadas para guiar el alambre siendo procesado 11 desde la última pista de tracción 12 del cono de tracción 10 de la estación de trefilado de alambre intermedia que precede a la primera ranura guía 13 del cono guía 9 de la subsiguiente estación de trefilado de alambre intermedia.

Como resulta claramente visible en las figuras citadas, los conos 9 y 10 están asociados con medios de transmisión mecánicos 15 que a su vez están asociados con un único motor eléctrico 16 para conseguir una rotación sincronizada de dichos conos 9 y 10 que tienen una mayor velocidad de rotación a medida que continúan a lo largo de la dirección de avance del alambre siendo procesado 11.

La sincronización puede conseguirse mediante ratios de transmisión preestablecidos entre los ejes de rotación 9a y 10a, por ejemplo mediante una pluralidad de transmisiones por correa 17 dispuestas en una configuración de cascada mutua.

En el ejemplo de realización propuesto, como ya se ha mencionado, hay tres estaciones de trefilado de alambre intermedias 4, 5 y 6, las cuales respectivamente tienen un primer cono de tracción 10, que tiene 5 pistas de tracción 12, un segundo cono de tracción 10, que tiene 7 pistas de tracción 12 y un tercer cono de tracción 10, que tiene 12 pistas de tracción 12. De una manera complementaria, el mismo número de ranuras guía 13 está provisto para los tres conos guía 9.

Además, hay medios estiradores antideslizamiento 18 que están asociados con la última estación de trefilado de alambre intermedia 6 para eliminar irregularidades del alambre procesado 19 en las estaciones de trefilado de alambre intermedias 4, 5 y 6 con el fin de atenuar las vibraciones de los elementos rotatorios de dichas estaciones de trefilado de alambre intermedias 4, 5 y 6.

Más precisamente, estos medios estiradores antideslizamiento 18 comprenden un primer volante de inercia de estirado 20 que es externo a las estaciones de trefilado de alambre intermedias 4, 5 y 6 con un controlador de motor independiente y lleva el alambre procesado 19 desde el último cono de tracción 10 con sincronización mediante una segunda polea dandy sincronizadora 21 con contratracción ajustable, que está adaptada para eliminar los deslizamientos entre el primer volante de inercia de estirado 20 y el último cono de tracción 10.

El controlador de motor independiente del primer volante de inercia de estirado 20 y el disco idler 27 son muy ventajosos ya que permiten la eliminación de deslizamientos en la última pista de tracción 12 del último cono de tracción 10, de este modo eliminado los mayores problemas causados por el desgaste de las últimas placas de trefilado que consiguientemente causarían deslizamientos variables que afectarían a la calidad del producto.

Además, los medios de tracción antideslizamientos 18 comprenden un disco idler 27, que está asociado rotatoriamente y axialmente con el último cono de tracción 10 alrededor del eje de rotación 10a suyo y tiene un diámetro externo que es igual al diámetro de la última pista de tracción 12 del cono de tracción 10.

De esta manera, el alambre procesado 19 que sale de la última pista de tracción 12 llega al primer volante de inercia de estirado 20 pasando primero a través de la segunda polea dandy sincronizadora 21 y luego a través del disco idler 27.

Gracias al citado sistema, los deslizamientos y por lo tanto, todos los problemas consiguientes, tales como por ejemplo alambre con superficies desiguales, vibraciones dañinas incontrolables y además la posibilidad de reducción de velocidades de producción son eliminadas.

Con referencia sólo a las figuras 1 y 2, en la máquina de trefilado húmedo 1a los medios estiradores antideslizamiento 18 comprenden un segundo volante de inercia de estirado 22 con un controlador de motor independiente que lleva el alambre procesado 19 desde el primer volante de inercia de estirado 20 con sincronización mediante una tercera polea dandy sincronizada 23, que está controlada neumáticamente, con contratracción ajustable para tener un control continuo sobre la tensión del alambre procesado 19 y someter el alambre procesado 19 a pruebas de tracción antes de enrollarlo en la bobina 34.

Los medios enderezadores de alambre 25 están definidos entre el primer volante de inercia de estirado 20 y el segundo volante de inercia de estirado 22 y comprenden dos unidades enderezadoras de alambre 31 y 28, que están mutuamente la una junto a la otra y están adaptadas para obtener un alambre procesado 19 que tiene la forma geométrica deseada y las deseadas características mecánicas.

En una variación de la máquina de trefilado húmedo 1a, mostrada en las figuras 3 y 4 y designada por el número de referencia 1b, el primer volante de inercia de estirado 20 comprende una doble banda en la que el diámetro de la segunda banda está aumentada respecto del diámetro de la primera banda para tener una tracción controlada del alambre procesado 19 y crear un alargamiento suyo conocido.

De esta manera, el alambre procesado 19 pasa de la primera banda a la segunda banda a través de dos unidades enderezadoras de alambre 31 y 28, que en este caso están opuestas respecto de una polea idler 50 que está dispuesta lateralmente al primer volante de inercia de estirado 20.

5 En ambas máquinas de trefilado 1a y 1b la estación de trefilado de alambre final 24 está formada entre el disco idler 27 y el primer volante de inercia de estirado 20 y comprende una placa de trefilado 30 que puede moverse en una cúpula esférica cuyo radio está centrado en el punto de separación del disco idler 27, de modo que el alambre procesado 19 entra en la placa de trefilado móvil 30 de modo que esté perfectamente en ángulos rectos allí, de modo acorde sufriendo un desvío en salida que varía según el ajuste de la placa de trefilado móvil 30.

10 En cuanto a las dos unidades enderezadoras de alambre 31 y 28, comprenden rodillos y rodillos de contraste con un eje de carburo de tungsteno, que se mantienen sellados en los cojinetes y correspondientes laberintos para impedir la entrada de suciedad, ajuste micrométrico de los rodillos y rodillos de contraste con centrado independiente en el camino del alambre óptimo, y sistema de apertura para roscar sin comprometer el ajuste.

15 En salida de la última estación de trefilado de alambre 24 está provista una cuarta polea dandy sincronizadora 32, la cual también está contralada neumáticamente y está adaptada para guiar el alambre procesado 19 hacia una bobinadora 33 que está dispuesta convenientemente en la salida de la última estación de trefilado de alambre 24 para enrollar dicho alambre procesado 19 en una bobina 34.

20 Ventajosamente, la bobinadora 33 es del tipo autopropulsada, es decir, con una bobina que puede moverse transversalmente respecto de la dirección de avance del alambre procesado 19 para enrollar dicho alambre procesado 19 sin inclinaciones suyas respecto de su dirección de salida de la última estación de trefilado de alambre 24.

De esta manera, un camino del alambre procesado 19 es conseguido que siempre está lineal y libre de fricción entre una vuelta y la siguiente.

25 Con el fin de hacer posible reconocer el posicionamiento de la bobina de la bobina 34 respecto de una polea guía de alambre fija 35 dispuesta en una manera fija cerca de la bobinadora 33 y las características dimensionales del alambre procesado 19, medios de control óptico 36 están provistos que comprenden por ejemplo fotocélulas de haz de láser.

La operación de las máquinas de trefilado húmedo 1a y 1b según la presente invención se describe a continuación.

30 Empezando de la estación de desenrollado 2, el alambre crudo 3 es dirigido hacia la primera estación de trefilado de alambre intermedio 4 de forma que el alambre crudo 3 está bajo tensión y llega en la primera estación de trefilado de alambre intermedia 4 sin deformaciones y/o torsiones no deseados que pudieran alterar el resultado final del alambre procesado 19.

El alambre crudo 3 es entonces parcialmente enrollado sobre la primera ranura guía 13 del primer cono guía 9 para luego ser estirado hacia la placa de trefilado 8 provista en la primera estación de trefilado de alambre intermedia 4.

35 En la entrada y en la salida de esta placa de trefilado 8, mediante la bomba 37 y a través de los rociadores 40, el fluido lubricante es dirigido sobre el alambre 11 siendo procesado, de esta forma haciendo más fácil mantener las placas de trefilado 8 limpias de residuos de estirado.

Durante el estirado del alambre, ocurre una reducción en la sección trasversal que, debido al principio de conservación de la masa, lleva a un alargamiento inevitable del alambre siendo procesado 11.

40 Este alargamiento, que ocurre en cada paso en las placas de trefilado 8, se compensa gracias al diámetro que aumenta progresivamente de los conos guía 9 y de los conos de tracción 10 y gracias a la mayor velocidad de rotación de los conos de tracción 10 respecto de los respectivos conos guía 9.

45 De hecho, como se ha mencionado, el alambre siendo procesado 11 es alternada y parcialmente enrollado alrededor de los conos 9 y 10 para pasar, a lo largo de la dirección de avance del alambre siendo procesado 11, desde los diámetros más pequeños a los diámetros mayores de dichos conos 9 y 10, pasando a través de la placa de trefilado 8 en la transición del cono guía 9 al cono de tracción 10.

Este paso es repetido hasta que el número de pistas de tracción 12 es agotado, con reducciones progresivamente menores en la sección trasversal, pasando de una estación de trefilado de alambre intermedia a la siguiente mediante las poleas guía 14.

50 Es importante señalar que los diámetros de los conos 9 y 10 aumentan a medida que se continúa desde una estación a la siguiente, puesto que a medida que el alambre es procesado puede permitirse cada vez menores ángulos de doblado reduciendo su diámetro.

Por supuesto, dependiendo de los requisitos puede ser no necesario usar todas las pistas de tracción 12 y las ranuras guía 13 de los conos 9 y 10.

5 Con referencia a la máquina de trefilado de alambre húmedo 1a, mostrada en las figuras 1 y 2, el alambre procesado 19 que sale de la última pista de tracción 12 llega al primer volante de inercia de estirado 20, con controlador de motor independiente, pasando primero a través de la segunda polea dandy sincronizadora 21 y luego a través del disco idler 27, realizando por ejemplo seis/siete vueltas en el primer volante de inercia de estirado 20 para crear el agarre necesario y no tener ningún deslizamiento no deseado.

10 Antes de alcanzar al primer volante de inercia de estirado 20, el alambre siendo procesado 11 pasa a través de la última estación de trefilado de alambre 24, en la que, gracias a la particular placa de trefilado móvil 30 y a las unidades de enderezamiento de alambre 31 y 28, que están dispuestas entre el primer volante de inercia de estirado 20 y el segundo volante de inercia de estirado 22, el producto acabado es obtenido.

Más precisamente, el alambre en salida del primer volante de inercia de estirado 20 pasa a través de los montajes enderezadores de alambre 31 y 28, llegando al segundo volante de inercia de estirado 22, pasando sobre una polea idler que es coaxial al segundo volante de inercia de estirado 22.

15 En la variación 1b, mostrada en las figuras 3 y 4, en su lugar, puesto que el segundo volante de inercia de estirado 22 no está provisto, el alambre procesado 19 que sale de la última pista de tracción 12 llega a las dos bandas del primer volante de inercia de estirado 20 realizando por ejemplo seis/siete vueltas con el fin de crear el agarre necesario y no tener deslizamientos indeseados, y pasando de una a la siguiente mediante una polea idler 50 que guía dicho alambre desde una unidad enderezadora de alambre 31 a la subsiguiente unidad enderezadora de alambre 28.

20 Al igual que para la máquina de trefilado de alambre húmedo 1a, en la máquina de trefilado de alambre húmedo 1b, antes de alcanzar el primer volante de inercia de estirado 20, el alambre siendo procesado 11 pasa a través de la última estación de trefilado de alambre 24.

25 Tanto en la máquina de trefilado de alambre húmedo 1a como en la máquina de trefilado de alambre húmedo 1b, en salida de la última estación de trefilado de alambre 24 y más precisamente en salida del último volante de inercia de estirado 20, la cuarta polea dandy sincronizadora 32 guía el alambre procesado 19 hacia la bobinadora 33, la cual, como ya se ha descrito anteriormente, es del tipo autopropulsada, es decir, con una bobina que puede moverse para el enrollado del alambre procesado 19 en una bobina 34 sin inclinaciones suyas respecto de su dirección de salida de la última estación de trefilado de alambre 24.

30 Ventajosamente, la gestión correcta de la bobinadora 33 está provista mediante la polea guía de alambre fija 35, la cual está dispuesta de una manera fija cerca de la bobinadora 33 y mediante los medios de control óptico 36.

En la práctica se ha descubierto que la máquina de trefilado de alambre húmedo, particularmente para trefilar alambres de acero de muy alta resistencia para cortar obleas de silicio para la industria fotovoltaica y para otros campos en los que un alambre de muy alta resistencia es requerido, según la invención, consigue el objetivo y los objetos pretendidos puesto que permite superar los inconvenientes observados en cuanto al estado de la técnica.

35 Más precisamente, es importante señalar que la estación de desenrollado ventajosamente permite llevar el alambre crudo a la primera estación de trefilado intermedia sin deformaciones y/o torsiones suyas.

40 Otra ventaja de la máquina de trefilado de alambre húmedo según la presente invención consiste en que gracias a los medios de lubricación descritos es posible lubricar de una manera óptima y local las placas de trefilado, tanto en su entrada como en su salida, manteniéndolas limpias, con la consecuencia de extender la duración del proceso limitando las posibilidades de rotura de alambre.

45 Otra ventaja de la máquina de trefilado de alambre húmedo según la presente invención consiste en que gracias a la particular geometría y disposición, el movimiento calibrado de los conos guía y de los conos de tracción, y los dispositivos sincronizadores provistos, es posible eliminar todas las vibraciones y deslizamientos que son dañinos para la calidad de alambre procesado, simultáneamente permitiendo un aumento en la velocidad de avance del alambre siendo procesado.

Otra ventaja de la máquina de trefilado de alambre húmedo según la presente invención consiste en que gracias a la bobinadora del tipo autopropulsante es posible enrollar el alambre procesado en una bobina sin que ocurran deslizamientos ni fricción entre una vuelta y la siguiente.

50 La invención concebida de este modo es susceptible de numerosas modificaciones y variaciones, todas ellas estando dentro del ámbito de las reivindicaciones anexadas.

Todos los detalles pueden ser reemplazados además por otros elementos técnicamente equivalentes.

En la práctica, los materiales utilizados, con la condición de que sean compatibles con el uso específico, así como las formas y dimensiones contingentes, pueden ser cualesquiera según los requisitos.

5 Donde los elementos técnicos mencionados en cualquier reivindicación están seguidos por signos de referencia, esos signos de referencia se han incluido con el único objetivo de aumentar la inteligibilidad de las reivindicaciones y de modo acorde, tales signos de referencia no tienen efecto limitador alguno sobre la interpretación de cada elemento identificado mediante ejemplo por tales signos de referencia.

REIVINDICACIONES

1. Una máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) particularmente para trefilar alambres de acero de muy alta resistencia que comprende:

- una estación (2) para desenrollar una bobina de alambre crudo (3) desde una bobina rotatoria (200),
- una pluralidad de estaciones de trefilado intermedias (4, 5, 6) que están dispuestas secuencialmente las unas respecto de las otras y están provistas de medios (7) para la lubricación de al menos las placas de trefilado (8) con las que están provistas,
- una última estación de trefilado de alambre (24) que está provista de medios enderezadores de alambre (25) para obtener un alambre procesado (19) que tiene la forma geométrica y características mecánicas deseadas,
- una bobinadora (33) dispuesta en salida con respecto a dicha última estación de trefilado de alambre (24) para enrollar dicho alambre procesado en una bobina,

la máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) estando caracterizada por el hecho de que comprende además:

- medios de estirado antideslizamiento (18) que están asociados con la última de dichas estaciones de trefilado de alambre intermedias (6) para eliminar irregularidades en el alambre (19) procesado en dichas estaciones de trefilado de alambre intermedias (4, 5, 6) y atenuar las vibraciones de los elementos rotatorios de dichas estaciones de trefilado de alambre intermedias (4, 5, 6),

- cada una de dichas estaciones de trefilado de alambre intermedias (4, 5, 6) comprendiendo al menos una placa de trefilado (8) que está interpuesta entre un cono guía (9) y un cono de tracción (10) cuyos ejes de rotación (9a, 10a) paralelos y mutuamente los unos junto a los otros, cada uno de dichos conos de tracción (10) y cada uno de dichos conos guía (9) comprendiendo respectivamente una pluralidad de pistas de tracción (12) y una pluralidad de ranuras guía (13) que están emparejadas en parejas y están provistas en diámetros progresivamente mayores para tener una consistencia geométrica entre la longitud del camino seguido por dicho alambre siendo procesado (11) y la longitud de dicho alambre siendo procesado (11) que aumenta a cada vuelta en dicha al menos una placa de trefilado (8) en cumplimiento con el límite de elasticidad del material del que dicho alambre siendo procesado (11) está hecho, dicho alambre siendo procesado (11) siendo enrollado alternada y parcialmente en dichos conos (9, 10) , pasando desde una de dichas pistas de tracción (12) a la siguiente mediante una respectiva de dichas ranuras guía (13) a través de dicha al menos una placa de trefilado (8) para pasar, a lo largo de la dirección de avance de dicho alambre siendo procesado (11), desde los diámetros inferiores de dichos conos (9, 10) a los diámetros mayores de dichos conos (9, 10),

- dichos medios de estirado antideslizamiento comprendiendo un primer volante de inercia de estirado (20) que es externo a dichas estaciones de trefilado intermedias (4, 5, 6) con un controlador de motor independiente y en uso lleva dicho alambre procesado (19) desde el último de dichos conos de tracción (10) con sincronización mediante una segunda polea dandy sincronizadora (21) contratracción ajustable, adaptada para eliminar los deslizamientos entre dicho primer volante de inercia de estirado (20) y dicho último cono de tracción (10), y

- dichos medios de estirado antideslizamiento (18) comprendiendo un disco idler (27) que está asociado rotatoria y axialmente con dicho último cono de tracción (10) alrededor del eje de rotación (10a) de dicho último cono de tracción (10) y tiene un diámetro exterior que es igual al diámetro de la última pista de tracción (12) de dicho último cono de tracción (10), dicho alambre procesado (19) que sale desde dicha última pista de tracción (12) llegando a dicho primer volante de inercia de estirado (20) pasando primero a través de dicha segunda polea dandy sincronizadora (21) y luego a través de dicho disco idler (27), dicha última estación de trefilado de alambre (24) estando provista entre dicho disco idler (27) y dicho primer volante de inercia de estirado (20).

2. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) según la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que dicha estación de desenrollado (2) comprende una bobina rotatoria (200) del tipo derulé motorizado con una unidad enderezadora de alambre (201) entre una unidad de desenrollado (202) y la primera de dichas estaciones de trefilado intermedias (4) para la inserción de dicho alambre crudo (3) en dicha primera estación de trefilado de alambre intermedio (4) sin deformaciones y/o torsiones suyas.

3. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) según la reivindicación 2, caracterizada por el hecho de que dicha estación de desenrollado (2) comprende una primera polea dandy sincronizadora (203) con

contratracción ajustable que está adaptada para ajustar la tensión de desenrollado de dicho alambre crudo (3) de dicha bobina rotatoria (200)

4. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) según la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que dicha al menos una placa de trefilado (8) tiene reducciones en sección transversal que decrecen progresivamente a cada vuelta de dicho alambre siendo procesado (11) para tener una potencia disipada sustancialmente constante en cada paso de trefilado de alambre para equilibrar el calentamiento del punto de contacto entre dicha al menos una placa de trefilado (8) y el alambre siendo procesado (11) en todos los pasos e impedir la ocurrencia de sobrecalentamiento que daña el equilibrio de lubricación.
5. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que dichas ranuras guía (13) tienen una sección transversal semicircular para asegurar la posición de dicho alambre siendo procesado (11) y dirigirlo de forma que esté perfectamente alineado en dicha al menos una placa de trefilado (8).
6. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que comprende, para cada par consecutivo de dichas estaciones de trefilado de alambre intermedias (4, 5, 6), un par de poleas guía (14) que están adaptadas para guiar dicho alambre siendo procesado (11) desde la última pista de tracción (12) del cono de tracción (10) de dicha estación de trefilado de alambre intermedio (4, 5) que precede la primera ranura guía (13) del cono guía (9) de dicha subsiguiente estación de trefilado de alambre intermedia (5, 6).
7. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que comprende medios de transmisión mecánica (15) que están asociados con un único motor eléctrico (16) y con dichos conos (9, 10) para su rotación sincronizada, dichos conos (9, 10) teniendo una velocidad de rotación mayor a medida que se avanza a lo largo de la dirección de avance de dicho alambre siendo procesado (11), cada uno de dichos conos de tracción teniendo una velocidad angular mayor que el respectivo de dichos conos guía (9) para compensar por el alargamiento de dicho alambre siendo procesado (11) en salida de dicha al menos una placa de trefilado (8) e imponer un deslizamiento controlado a dicho alambre siendo procesado (11) en dichas ranuras guía (13) de dicho cono guía (9) para evitar roturas accidentales de dicho alambre siendo procesado (11) debido a tracción excesiva y contener el desgaste deslizante tanto de dicho alambre siendo procesado (11) como de dichas ranuras guía (13).
8. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que comprende tres de dichas estaciones de trefilado intermedias (4, 5, 6) que tienen respectivamente un primer cono de tracción (10) que tiene cinco pistas de tracción (12), un segundo cono de tracción (10) que tiene siete pistas de tracción (12) y un tercer cono de tracción (10) que tienen doce pistas de tracción (12).
9. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que dicha última estación de trefilado de alambre (24) comprende una placa de trefilado (30) que puede moverse en una cúpula esférica cuyo radio está centrado en el punto de separación de dicho disco idler (27) de modo que dicho alambre procesado (19) entra en dicha placa de trefilado móvil (30) perfectamente en ángulos rectos allí, sufriendo un desvío en salida que es variable según el ajuste de dicha placa de trefilado móvil (30).
10. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que dichos medios de estirado antideslizamiento (418) comprenden un segundo volante de inercia de estirado (22) con un controlador de motor independiente que lleva dicho alambre procesado (19) desde dicho primer volante motor de estirado (20) con sincronización mediante una tercera polea dandy sincronizadora (23) con contratracción ajustable para tener un control continuo sobre la tensión de dicho alambre procesado (19) y someter dicho alambre procesado (19) a pruebas de tracción antes de enrollarlo en dicha bobina (34), dichos medios enderezadores de alambre (25) estando formados entre dicho primer volante de inercia de estirado (20) y dicho segundo volante de inercia de estirado (22).
11. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a) según la reivindicación 10, caracterizada por el hecho de que dicha tercera polea dandy sincronizadora (23) está controlada neumáticamente.
12. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que dichos medios enderezadoras de alambre (25) comprenden dos unidades enderezadoras de alambre (31, 28) que están mutua y lateralmente adyacentes
13. La máquina de trefilado de alambre húmedo (16) según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada por el hecho de que dicho primer volante motor de estirado (20) comprende una doble banda en la que el

diámetro de la segunda banda es mayor que el diámetro de la primera banda para tener una tracción controlada de dicho alambre procesado (19) y producir un alargamiento conocido suyo, dicho alambre procesado (19) en uso pasando desde dicha primera banda a dicha segunda banda a través de dichos medios enderezadores de alambre (25) y una polea idler (50) que está dispuesta lateralmente a dicho primer volante motor de estirado (20).

5

14. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1b) según la reivindicación 13, caracterizada por el hecho de que dichos medios enderezadores de alambre (25) comprenden dos unidades enderezadoras de alambre (31, 28) que están mutuamente opuestas respecto de dicha polea idler (50).

10

15. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) según la reivindicación 12 o 14, caracterizada por el hecho de que dichas unidades enderezadoras de alambre (31, 28) comprenden rodillos y rodillos de contraste con un eje de carburo de tungsteno, sellos herméticos en los cojinetes y correspondientes laberintos para impedir la entrada de suciedad, medios de ajuste micrométrico de dichos rodillos y de dichos rodillos de contraste con centrado independiente en el camino de alambre óptimo y un sistema de apertura para roscar sin comprometer el ajuste.

15

16. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que comprende una cuarta polea dandy sincronizadora (32) que está adaptada para guiar dicho alambre procesado (19) en salida de dicha última estación de trefilado (24) hacia dicha bobinadora (33).

20

17. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) según la reivindicación 16, caracterizada por el hecho de que dicha cuarta polea dandy sincronizadora (32) está controlada neumáticamente.

25

18. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que dicha bobinadora (33) es del tipo con una bobina móvil para enrollar dicho alambre procesado (19) sin inclinaciones suyas respecto de la dirección de salida de dicho alambre procesado (19) desde dicha última estación de trefilado (24) para tener un camino de dicho alambre procesado (19) que siempre es lineal y libre de fricción entre una vuelta y la siguiente.

30

19. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) según una la reivindicación 18, caracterizada por el hecho de que comprende medios de control óptico (36) que están asociados con dicha bobinadora (33) para reconocer la posición de dicha bobina respecto de una polea guía de alambre fija (35) y las características dimensionales de dicho alambre procesado (19).

35

20. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) según la reivindicación 19, caracterizada por el hecho de que dichos medios de control óptico (36) comprenden fotocélulas de haz de láser.

21. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por el hecho de que dichos medios de lubricación (7) comprenden al menos una bomba (37) para propulsar fluido lubricante presurizado directamente en la entrada de dicha al menos una placa de trefilado (8) de dichas estaciones de trefilado intermedias (4, 5, 6)

40

22. La máquina de trefilado de alambre húmedo (1a, 1b) según la reivindicación 21, caracterizada por el hecho de que dichos medios de lubricación (7) comprenden para cada una de dichas placas de trefilado (8) rociadores (40) que están adaptados para dirigir fluido lubricante en entrada y en salida respecto de dicha placa de trefilado (8) para mantenerlas limpias.

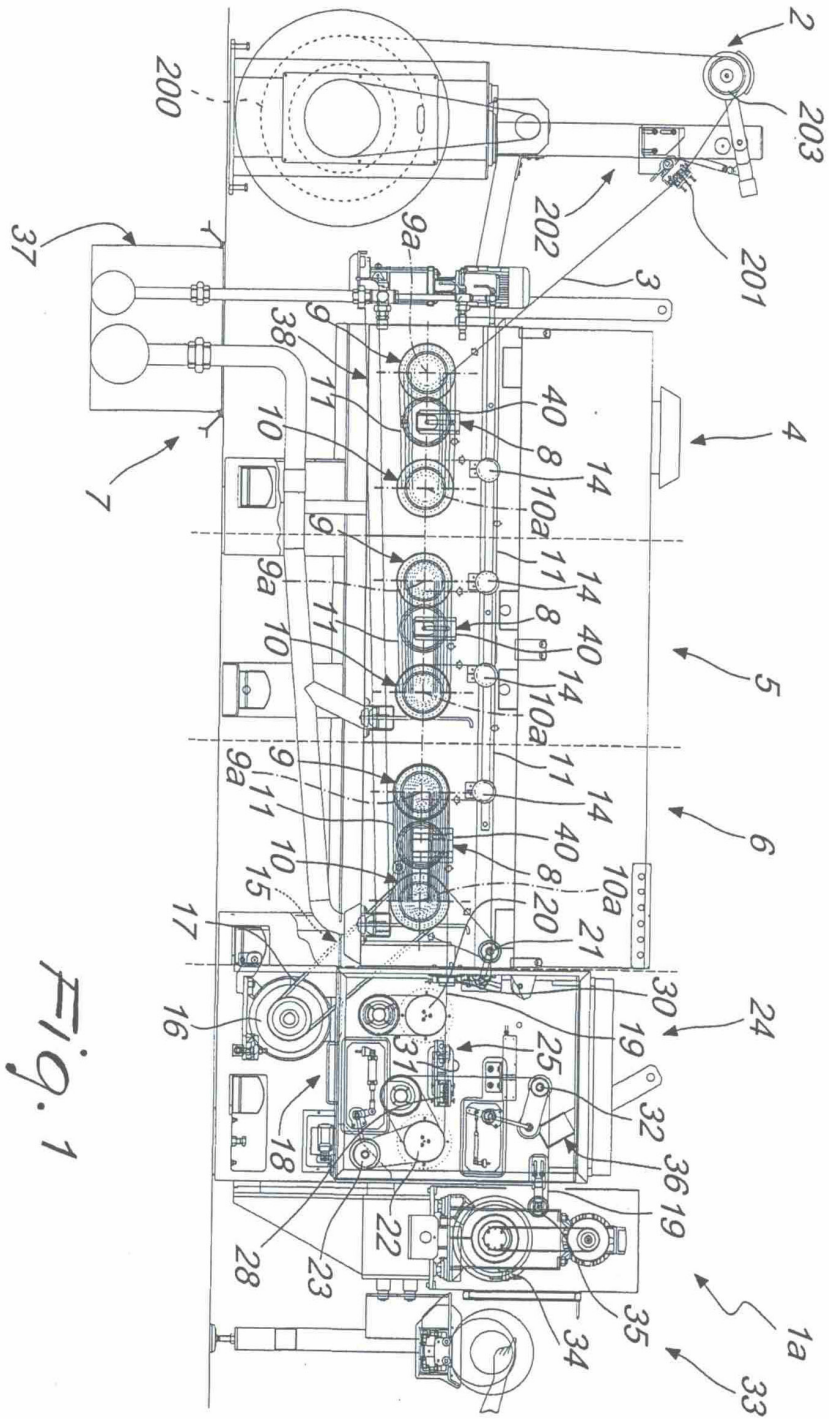


Fig. 1

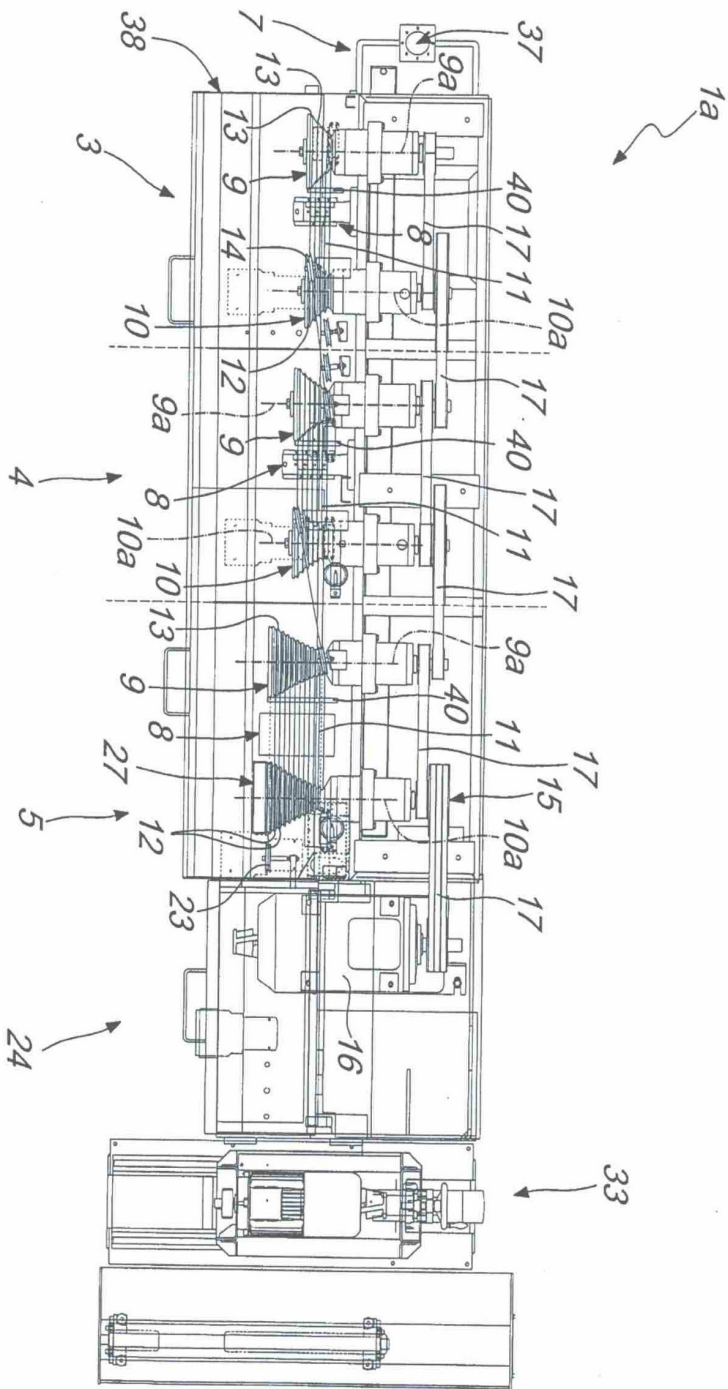


Fig. 2

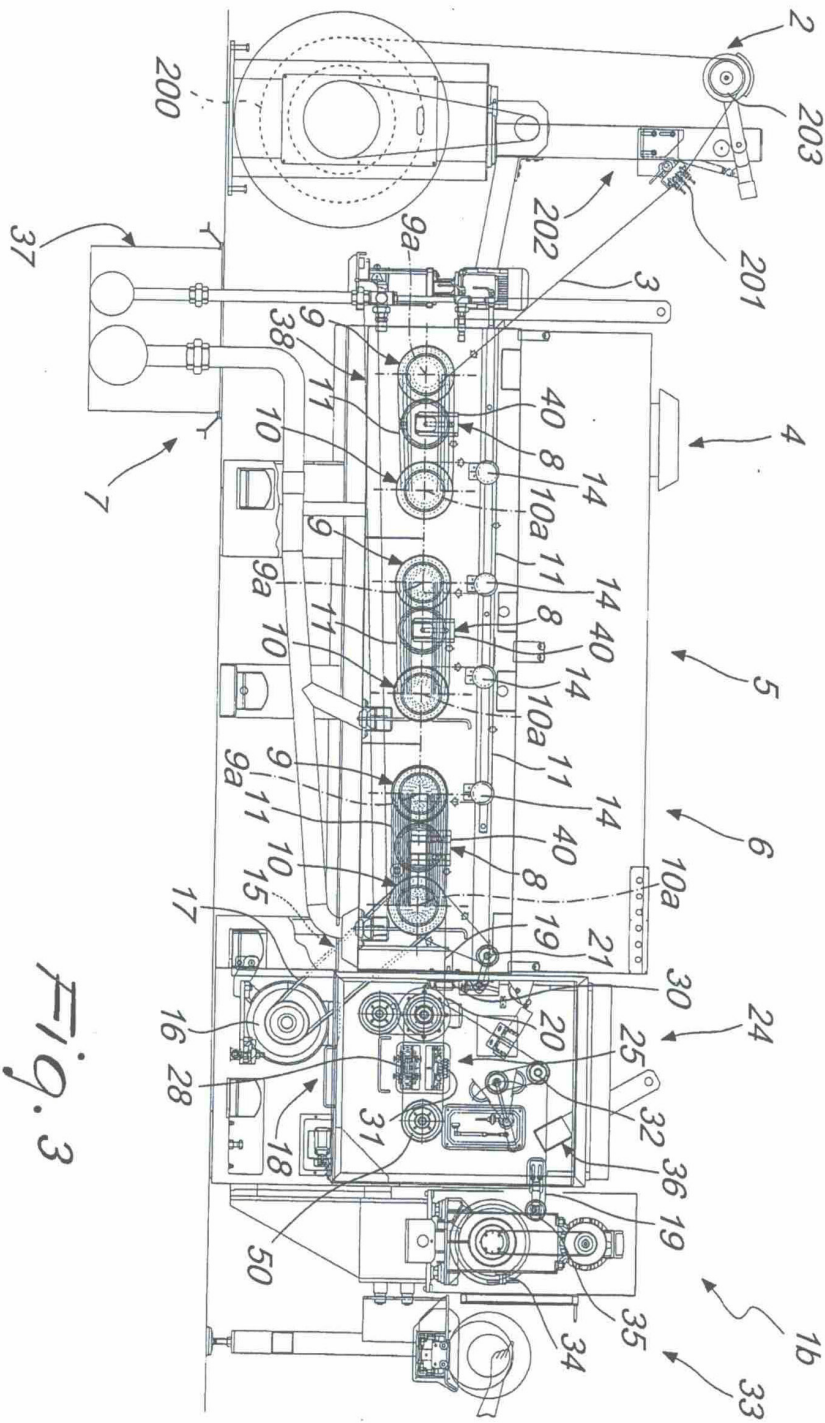


Fig. 3

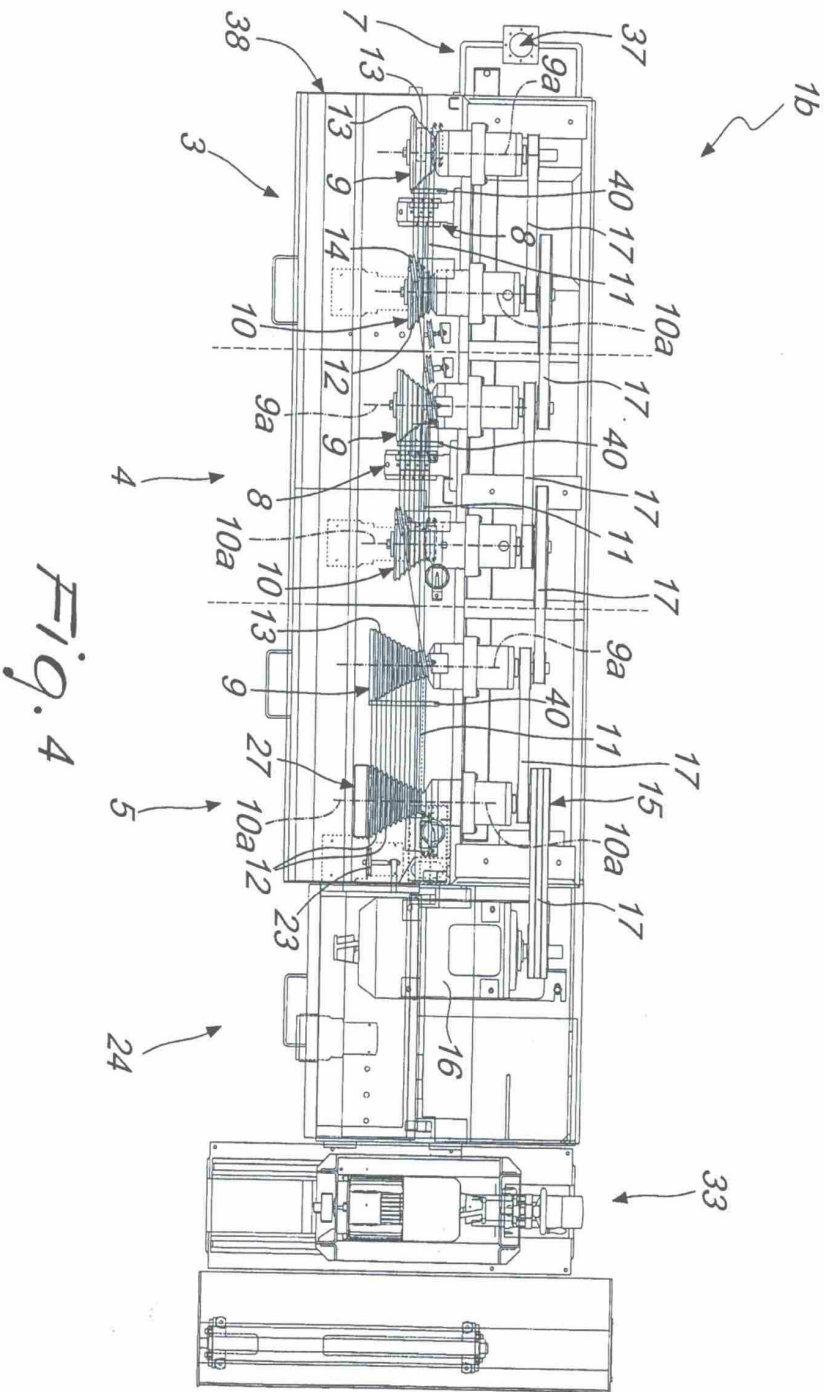


Fig. 4