



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 292 902**

51 Int. Cl.:

B29C 53/66 (2006.01)

B29C 53/80 (2006.01)

B29K 105/10 (2006.01)

B29L 29/00 (2006.01)

B29L 30/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03101308 .9**

86 Fecha de presentación : **12.05.2003**

87 Número de publicación de la solicitud: **1362686**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **19.11.2003**

54

Título: **Procedimiento y dispositivo para aplicar una cuerda a un mandril rotativo.**

30

Prioridad: **17.05.2002 US 147727**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2008

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2008

73

Titular/es:
THE GOODYEAR TIRE & RUBBER COMPANY
1144 East Market Street
Akron, Ohio 44316-0001, US

72

Inventor/es: **Wood, Douglas Bruce**

74

Agente: **Carpintero López, Francisco**

ES 2 292 902 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para aplicar una cuerda a un mandril rotativo.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un aparato para mejorar la precisión de un sistema de aplicación de cuerdas, o cables, de alimentación positiva en la fabricación de artículos reforzados con cuerdas. Específicamente, el procedimiento y el aparato descritos proporcionan una medición instantánea de las propiedades de la cuerda cuando se suministra la cuerda a un tambor rotativo durante la fabricación de artículos tales como correas, mangueras, neumáticos, manguitos de aire reforzados, y otros artículos similares formados de una manera tubular durante la fabricación.

Antecedentes de la invención

La medición de las propiedades de las cuerdas se describe en el documento US-A-4.566.319, en el que se mide la contracción térmica de las cuerdas. El documento DE-A-199 16 607 describe un sistema para controlar el movimiento de los hilos.

La alimentación de cuerdas se produce durante la fabricación de muchos artículos reforzados, tal como productos de transmisión de potencia. Un ejemplo de un sistema de aplicación de cuerdas de alimentación positiva se describe en el documento WO-A1-97/22461.

El sistema de aplicación de cuerdas de alimentación positiva incluye medios para medir una longitud controlada de cuerda sobre un tambor rotativo con un diseño helicoidal. El sistema utiliza un tambor conducido con un codificador para medir la cuerda que pasa sobre el mismo. La relación entre la rotación del tambor y la longitud de la cuerda aplicada se determina conociendo de una manera precisa el diámetro del tambor (o más precisamente, la circunferencia y la distancia radial desde la superficie del tambor al plano de plegado neutro de la cuerda; siendo la última distancia el diferencial de línea de paso efectivo (EPLD)).

El EPLD no se mide fácilmente mediante el examen de la cuerda, incluso si está colocada sobre un cabrestante. El EPLD promedio se pudo determinar empíricamente midiendo la longitud del paso del producto manufacturado acabado, pero la precisión está limitada por otros factores que contribuyen a la longitud del paso de la correa. El EPLD depende en parte de la tensión utilizada, de manera que cada cuerda se ha de probar empíricamente en cada tensión que se utiliza. Muchas variaciones en el módulo de la cuerda, el diámetro, o la resistencia al aplanado afectan al EPLD real, de manera que la longitud media de la cuerda por revolución del cabrestante se determina de una manera más precisa mediante el valor instantáneo del EPLD.

El EPLD se determina típicamente mediante una prueba separada realizada antes de la construcción del artículo sobre un tambor rotativo. La prueba consiste en enrollar una cuerda desde el tambor de medición sobre un tambor rígido. La circunferencia del tambor rígido se conoce de una manera precisa y diferente de la del tambor de medición. Durante la prueba, la rotación de ambos tambores se mide de una manera precisa y el EPLD se calcula a partir de sus velocidades o desplazamientos relativos. Este valor se utiliza para calibrar la máquina de construcción cuando esa cuerda se aplica posteriormente a un pedazo de producto sobre que se coloca la cuerda. Esta prueba se puede repetir con muestras de un material a partir de varios lotes para determinar la desviación promedio y estándar de la propiedad del EPLD. De una manera similar, se puede extender un material de cuerda bajo diferentes condiciones (es decir, velocidad de aplicación de la cuerda, tensión, temperatura, y humedad relativa) para determinar la sensibilidad del EPLD de esa cuerda a las condiciones operativas.

Sin embargo, las condiciones de prueba pueden diferir a menudo de las condiciones operativas reales, y así el EPLD predeterminado puede no ser preciso en el momento de la construcción. Además, el EPLD puede variar de un lote de material a otro lote de material, requiriendo una elección de una prueba previa frecuente de cada lote de material o la utilización de un EPLD promedio, y posiblemente no preciso, para cada lote de material.

Una longitud de la cuerda precisa es de particular importancia en la fabricación de correas de sincronización de dentadas, ya que un error en la longitud de la cuerda puede provocar un engranaje incorrecto de los dientes y un fallo prematuro del diente o de la correa.

Descripción de la invención

La presente invención está dirigida a un procedimiento y a un aparato para mejorar la precisión y la facilidad de uso para un sistema de aplicación de cuerda de alimentación positiva mediante la utilización de una evaluación continua y automática del EPLD de la cuerda. Proporciona un EPLD más preciso y es tolerante a las variaciones en las propiedades de la cuerda.

El aparato descrito se dirige hacia un aparato para aplicar de una manera precisa una cuerda a un mandril rotativo para producir un artículo intermedio de manufactura. El aparato incluye un mandril de construcción rotativo, un alimentador de cuerda, y un cabrestante de alimentación para ayudar en la alimentación de la cuerda desde el alimen-

ES 2 292 902 T3

tador de la cuerda al mandril a lo largo de una trayectoria de la cuerda definida. Además de estos elementos, el aparato incluye por lo menos dos tambores adicionales situados en la trayectoria de la cuerda. Los tambores tienen diferentes diámetros. Unos codificadores están conectados a cada tambor para medir por lo menos el movimiento angular del tambor. Se utilizan medios de control para determinar el diferencial de línea de paso efectivo de la cuerda al avanzar la cuerda a través de la trayectoria de la cuerda a partir de los movimientos angulares medidos de los tambores.

En otro aspecto del aparato descrito, uno de los tambores está accionado para conducir la cuerda a lo largo de su trayectoria de la cuerda.

En otro aspecto del aparato descrito, uno de los tambores mide la tensión de la cuerda al desplazarse la cuerda sobre el tambor.

En otro aspecto del aparato descrito, dos tambores adicionales están situados en la trayectoria de la cuerda. Los tambores tienen diámetros diferentes entre sí, pero pueden ser idénticos a los primeros dos tambores en el sistema, alrededor de los cuales la cuerda ya se desplaza. Unos codificadores están conectados a cada uno de los dos tambores adicionales. El codificador mide por lo menos el movimiento angular del tambor.

En otro aspecto de la invención, la tensión T1 en la trayectoria de la cuerda al desplazarse la cuerda sobre los primeros dos tambores difiere de la tensión T2 en la trayectoria de la cuerda al desplazarse la cuerda sobre los dos tambores adicionales.

En otro aspecto de la invención, los medios de control miden el módulo de la cuerda según la siguiente ecuación:

$$\text{Módulo} = \Delta T / (\Delta L / \text{longitud de la cuerda original})$$

Donde ΔT = la diferencia absoluta entre T1 y T2 y ΔL es el valor absoluto del cambio en la longitud de la cuerda medida entre la primera serie de tambores y los dos tambores adicionales.

También se describe un procedimiento de aplicación de una cuerda a un mandril de construcción rotativo. El procedimiento incluye suministrar una cuerda, alimentar la cuerda a lo largo de una trayectoria definida de la cuerda, y enrollar la cuerda sobre un mandril rotativo para construir un artículo intermedio de manufactura. Según la invención, antes del enrollado de la cuerda sobre el mandril rotativo, la cuerda se pasa sobre dos tambores de diferentes diámetros. Al pasar la cuerda sobre el tambor, se mide el movimiento angular del tambor. A partir de la medición del movimiento angular, se calcula el EPLD de la cuerda. La ecuación para medir el EPLD es:

$$\text{EPLD} = \frac{(R_L * A_L) - (R_S * A_S)}{(A_S - A_L)}$$

Donde R es el radio de cada tambor, A es el desplazamiento angular, L representa el tambor más grande, y s representa el tambor más pequeño.

En un aspecto del procedimiento, la cuerda se envuelve alrededor de un tambor que está accionado con un motor.

En otro aspecto del procedimiento, se mide la tensión de la cuerda al pasar la cuerda sobre uno de los tambores.

Según otro aspecto de la invención, la cuerda pasa sobre dos tambores adicionales. Los tambores tienen diferentes diámetros entre sí y pueden ser o pueden no ser diámetros idénticos a los de los dos primeros tambores. Preferiblemente, la tensión a la cual la cuerda se desplaza sobre los dos tambores adicionales es diferente de la tensión a la cual la cuerda se desplaza sobre los primeros dos tambores. El módulo de la cuerda se mide según la siguiente ecuación:

$$\text{Módulo} = \Delta T / (\Delta L / \text{longitud de la cuerda original})$$

Donde ΔT = la diferencia absoluta entre T1 y T2 y ΔL es el valor absoluto del cambio en la longitud de la cuerda medida entre la primera serie de tambores y los dos tambores adicionales.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 ilustra un sistema de alimentación de una cuerda y de medición de las propiedades de una cuerda según la invención; y

Las figuras 2, 3 y 4 son otras realizaciones del sistema de la invención.

Descripción detallada de la invención

La presente invención se dirige a un procedimiento y un aparato para proporcionar la medición instantánea de las propiedades de una cuerda cuando se alimenta la cuerda a un tambor rotativo durante la fabricación de artículos tales como correas, mangueras, neumáticos, manguitos de aire forzados, y otros artículos similares formados de una forma tubular durante la fabricación. A modo de ejemplo solamente, y no limitando la presente invención a un único tipo de artículo, la invención se describe específicamente en el contexto de un aparato para la formación de correas de accionamiento elastoméricas utilizando un sistema de alimentación positivo de la cuerda. La alimentación positiva de la cuerda se describe en el documento WO-A1-97/22461.

En el procedimiento conocido de alimentación positiva de la cuerda, la longitud de la cuerda aplicada al tambor se mide mediante un cabrestante y un codificador fijado al cabrestante. El codificador mide solamente la posición angular o la velocidad del cabrestante. La longitud de la cuerda representada mediante cada revolución del cabrestante depende de la circunferencia del cabrestante y del diferencial lineal de paso efectivo (EPLD) de la cuerda sobre el cabrestante.

Según la presente invención, el EPLD se mide mediante el enrollado de la cuerda desde un tambor de diámetro conocido a otro tambor rígido mecanizado de una manera precisa a lo largo de la trayectoria de aplicación de la cuerda. Los tambores tienen una circunferencia diferente entre sí. La relación entre el desplazamiento angular del primer tambor y el desplazamiento angular del segundo tambor es proporcional a la relación del radio efectivo de la cuerda en los dos tambores. La diferencia entre los radios efectivos y el radio conocido de una manera precisa del cabrestante y el tambor es el EPLD, y se puede expresar mediante la siguiente ecuación:

$$\text{EPLD} = \frac{(R_L * A_L) - (R_S * A_S)}{(A_S - A_L)}$$

Donde R es el radio de cada tambor medido en milímetros y A es el desplazamiento angular medido en radianes. L es para el tambor más grande y s es para tambor más pequeño, relativos entre sí. El EPLD resultante se calcula en milímetros. Una vez se determina el EPLD, el valor se utiliza para calibrar la máquina de enrollado de la cuerda para aplicar la tensión correcta a la cuerda mientras la cuerda se aplica al mandril rotativo.

Procedimientos y aparatos para la alimentación positiva de la cuerda mientras se mide de una manera precisa el EPLD se ilustran en las figuras adjuntas.

La figura 1 es una vista en perspectiva de un aparato 10 para aplicar cuerdas 12 a un mandril rotativo 14. La cuerda 12 pasa a través de zonas de tensión múltiple antes de enrollarse sobre el mandril 14. En el primer espacio 12C, el más cercano al mandril 14, la cuerda 12 está bajo una tensión T1. El primer espacio 12C es la trayectoria de la cuerda 12 desde un cabrestante de alimentación 18 al mandril 14. En el segundo espacio de tensión 12B, que se extiende desde un cabrestante de tensión 16 al cabrestante de alimentación 18, la cuerda 12 está bajo una tensión T2. En el tercer espacio de tensión 12A, que se extiende desde el alimentador de la cuerda 11 al cabrestante de tensión 16, la cuerda 12 está bajo una tensión T3.

Antes del espacio de tensión 12C, la cuerda 12 se alimenta desde el alimentador de la cuerda 11 y se desplaza alrededor de un rodillo loco 13. El rodillo loco 13 controla la tensión T3 en el espacio de la cuerda 12A. El rodillo loco 13 también controla la velocidad relativa del cabrestante de tensión 16 y la fuente de suministro de la cuerda 11.

El cabrestante de tensión 16 es un dispositivo de control de la tensión alimentado a demanda que cambia la tensión en la cuerda 12 desde una tensión T3 a una tensión T2. Este cambio de la tensión de la cuerda se produce cuando el aparato 10 funciona a una velocidad de la cuerda variable en la sección 12B de la trayectoria de la cuerda. La velocidad de la cuerda variable está determinada mediante la velocidad requerida para el acuerdo 12 para entrar en el cabrestante de alimentación 18. La tensión de la cuerda en la segunda sección de trayectoria 12B se mide mediante un sensor de tensión 20. El sensor de tensión 20 controla la velocidad del cabrestante de alimentación 16 respecto al cabrestante de alimentación 18 para compensar cualquier cambio en la longitud de la segunda sección de trayectoria 12B y para mantener la tensión T2 en la segunda sección de trayectoria 12B en un nivel deseado.

El cabrestante de tensión 16 es preferiblemente de un diseño convencional, significando que depende del coeficiente de fricción y del arco de contacto entre el cabrestante de tensión 16 y la cuerda 12. El cabrestante de tensión 16 depende de T3 y T2, ambos siendo mayores que cero para crear una diferencia entre T3 y T2 que es relativamente independiente de las variaciones en T3 y donde T2 puede ser mayor o menor que T3. La tensión permisible T3 se determina mediante las características de la cuerda 12 y el diseño de empaquetado de la cuerda para el artículo que se fabrica. La tensión permisible T3 puede variar desde unos pocos gramos a varios cientos de libras mediante el escalado del tamaño de varios componentes descritos. El cabrestante de tensión 16 tiene un tambor conducido 16 accionado mediante un motor 22 y un tambor de acompañamiento no accionado 16u.

El sistema de control para el motor 22 que gira el cabrestante de tensión 16 puede utilizar información de retorno desde el sensor de tensión 20 y los datos posicionales y rotacionales desde un codificador del cabrestante de alimentación 24 para controlar de manera precisa la tensión T2.

ES 2 292 902 T3

La tercera sección de la trayectoria de la cuerda 12C se extiende desde el cabrestante de alimentación 18 al mandril 14 sobre el que la cuerda 12 se va a enrollar. El cabrestante de alimentación 18 es también preferiblemente de diseño convencional, similar al cabrestante de tensión 16, en el hecho de que depende de un coeficiente de fricción y del arco de contacto entre el acuerdo 12 y el cabrestante de alimentación 18, y depende de T2 y T1, ambas siendo mayores que cero para propulsar una cuerda 12 desde la segunda porción de la trayectoria 12B a la tercera porción de la trayectoria 12C. La relación T1/T2 varía entre 0,05 y 20 y es preferiblemente siempre menor o mayor de 1,0 durante el funcionamiento del aparato 10. El cabrestante de alimentación 18 tiene un tambor conducido 18 accionado mediante el motor 26 y un tambor no conducido de acompañamiento 18u.

El cabrestante de alimentación 18 tiene preferiblemente una superficie externa cilíndrica de una circunferencia conocida de una manera precisa, sobre la cual se apoya la cuerda 12 cuando está en contacto con el cabrestante de alimentación 18. El motor 26 puede aplicar una torsión en sentido horario o antihorario al cabrestante de alimentación 18. La torsión suministrada es de una magnitud suficiente para provocar la rotación del cabrestante de alimentación 18 y el movimiento de la cuerda 12 una distancia de alimentación deseada a lo largo de la trayectoria 12B, 12C relativamente independiente de la tensión T1 y T2.

El cabrestante de alimentación 18 está engranado de manera electrónica, de manera que la longitud de la cuerda 12, más que su tensión, se puede controlar. En otras palabras, el cabrestante de alimentación 18 “alimenta de manera positiva” la cuerda 12 respecto a su longitud, más que “alimenta a demanda” la cuerda 12 respecto a la tensión en la cuerda 12. El diafragma expansible 54 en el mandril 14 controla la tensión en la cuerda 12.

El cabrestante de alimentación 18 y el motor 26 están conectados a un codificador 24 que detecta de una manera precisa la posición en la rotación del cabrestante de alimentación 18, y de esta manera mide de una manera precisa el movimiento de la cuerda 12 desde la segunda sección de la trayectoria 12B a la tercera sección de la trayectoria 12C, sometido a la precisión con la cual se conoce el EPLD.

Adyacente al cabrestante de alimentación 18 hay un tambor de diámetro fijo 19. La cuerda 12 también se enrolla alrededor del tambor 19. El tambor 19 está conectado a un codificador 25 que detecta de una manera precisa la posición en la rotación del tambor 19. El tambor 19 tiene un diámetro diferente del diámetro del cabrestante de alimentación 18. El diámetro del tambor se ilustra como si fuera mayor que el diámetro del cabrestante; sin embargo, puede ser menor que el diámetro del cabrestante de alimentación. La cuerda solamente ha de hacer una única pasada alrededor del tambor 19. La tensión del arco de contacto al pasar la cuerda 12 sobre el cabrestante de alimentación 18 y el tambor fijo 19 ha de ser suficiente para evitar el deslizamiento de la cuerda 12 bajo la torsión preponderante.

También contenido en la sección de la trayectoria de la cuerda 12C hay un dispositivo de medición de la tensión 28 para cada cuerda 12 que pasa a través de la sección 12C, y por lo menos una rueda de disposición de la cuerda 30. La rueda de disposición de la cuerda 30, el dispositivo de medición de la tensión 28, el tambor 19, y el cabrestante de alimentación 18 están montados rígidamente entre sí para formar un conjunto 32 para mantener una longitud constante en la tercera trayectoria de la cuerda 12C. El conjunto 32 está montado sobre un sistema de posicionamiento radial 34 para formar un conjunto radial 36 que puede llevar de una manera precisa el perímetro de la rueda de disposición de la cuerda 30 a una distancia radial deseada desde el centro de rotación del mandril 14. El sistema de posicionamiento radial 34 incluye cojinetes lineales que tienen solamente un grado de libertad en la dirección perpendicular al eje de rotación del mandril.

El conjunto radial 36 está montado sobre el sistema de posicionamiento axial 38 que puede mover el conjunto radial 36 paralelo al eje de rotación del mandril 14. El sistema de posicionamiento axial 38 incluye un cojinete lineal o corredera que soporta el sistema de posicionamiento radial 34. Los cojinetes lineales del sistema de posicionamiento axial 38 tienen solamente un grado de libertad en la dirección paralela al eje de rotación del mandril 14. El sistema de posicionamiento radial 34 y el sistema de posicionamiento axial 38 son lo suficientemente fuertes, resistentes, y rígidos para evitar el movimiento lineal en cualquier dirección no deseada por rotación del conjunto rígido 32 alrededor de cualquier eje.

El movimiento combinado de los sistemas de soporte radial y axial 34, 38 define un plano que contiene el eje de rotación del mandril 14 y la línea central de la rueda de disposición de la cuerda 30. Esta configuración permite un fácil control del radio en el cual se coloca la cuerda sobre el mandril 14.

El mandril 14 está rígidamente acoplado y gira con un árbol de soporte del mandril 42 conectado a un motor de accionamiento 44; el motor de accionamiento 44 rota el árbol 42 y el mandril 14. El árbol 42 está también conectado a unos medios de determinación de la posición que determinan de una manera precisa la posición del mandril 14. En una realización preferida, los medios de determinación de la posición son un codificador 46 que mide de una manera precisa la posición y la rotación del árbol 42 y el mandril 14.

El árbol 42, el sistema de posicionamiento radial 34, y el sistema de posicionamiento axial 38 están conectados para un movimiento coordinado que permite que el árbol 42 y el sistema de posicionamiento axial 38 se muevan al mismo tiempo de una manera que provoca que la rueda de colocación de la cuerda 30 se mueva en una trayectoria helicoidal o cualquier otra especificada a lo largo de la superficie cilíndrica externa del mandril 14.

ES 2 292 902 T3

La rotación del mandril 14 se mide mediante un codificador 46. La rotación del cabrestante de alimentación 18 se mide mediante un codificador 24. Un sistema de control (no representado) controla la velocidad de rotación y la aceleración angular del mandril 14 o del cabrestante de alimentación 18, y contiene un algoritmo que define el movimiento relativo deseado del mandril 14 y del cabrestante de alimentación 18. Por ejemplo, en el caso de una cuerda 12 enrollada con un paso helicoidal constante sobre un mandril cilíndrico 14, el movimiento relativo es una relación de engranaje constante que coincide con la velocidad de la cuerda 12 sobre el cabrestante de alimentación 18 y la velocidad de superficie teórica requerido para crear una trayectoria 12D en la tensión adecuada T1 en el mandril 14.

El mandril 14 tiene una superficie externa 40 sobre la que se enrolla la cuerda 12 a lo largo de la trayectoria de la cuerda 12D. Se pueden colocar capas de otros materiales 50 sobre mandril 14 antes del enrollado de la cuerda 12. Las capas 50 pueden incluir componentes discretos, material laminar, o cuerda previamente aplicada enrollada. La circunferencia del mandril 14 y estas capas subyacentes 50 han de ser por lo menos lo suficientemente grandes para mantener la tensión mínima requerida T1 en la sección de la trayectoria de la cuerda 12C, y no ser mayor que la circunferencia requerida para mantener la tensión máxima permitida en la trayectoria 12C.

El mandril 14 descrito anteriormente, mediante el diafragma 54, se puede expandir para proporcionar un ajuste muy pequeño en la tensión T1 de la cuerda aplicada al mandril 14. Se pueden fijar mandriles 14 con radios diferentes al árbol de soporte del mandril 42 para hacer artículos reforzados con cuerdas con un amplio rango de circunferencia en el plano neutro de la cuerda.

Tal como se ha descrito anteriormente, el EPLD se determina mediante la posición en la rotación del cabrestante 18, tal como se mide mediante el codificador asociado 24, y la posición en la rotación del tambor 19, tal como se mide mediante su codificador asociado 25. La posición en la rotación del cabrestante 18 y el tambor 19, tal como se ha medido mediante los codificadores 24, 25, se envía a unos medios de control capaces de realizar la determinación matemática del EPLD. Los medios de control son preferiblemente los medios electrónicos que controlan todo el sistema de alimentación de la cuerda. La relación entre el desplazamiento angular del cabrestante 18 y el desplazamiento angular del tambor 19 es proporcional a la relación entre el radio efectivo de la cuerda sobre el tambor y sobre el cabrestante. Para el ejemplo ilustrado, donde el tambor 19 es mayor que el tambor 18, la ecuación previa es:

$$EPLD = \frac{(R_{19} * A_{19}) - (R_{18} * A_{18})}{(A_{18} - A_{19})}$$

Alternativamente, tal como se aprecia en la figura 2, el sensor de la tensión de la cuerda 28 está provisto de un codificador 29 y la información del sensor medida por el codificador, es decir, el radio y el desplazamiento angular, se utiliza en conjunción con los mismos datos desde el cabrestante de alimentación 18 para determinar el EPLD. Similar al anterior, el cabrestante 18 y el sensor 28 son el tambor L y el tambor S para la ecuación del EPLD, dependiendo de cuál tenga el diámetro mayor.

Otra realización se muestra en la figura 3. Un tambor pasivo 19, con un codificador asociado 25, está colocado en la trayectoria de la cuerda 12C, entre el cabrestante 18 y el sensor 28. El sensor 28 tiene un codificador 29. Otra vez, se requiere que el diámetro del tambor 19 y el sensor 28 sean diferentes. El tambor 19 del sensor 28 son el tambor L y el tambor S para la ecuación del EPLD, dependiendo de cuál tiene diámetro mayor.

En esta realización, el tambor 19 y el sensor 28 requieren una torsión muy pequeña para accionarlos, de manera que el desplazamiento angular se puede medir de una manera más precisa, y la tensión en la cuerda es casi igual en el tambor 19 y en el sensor 28.

La figura 4 ilustra otra realización y variación del sistema de medición descrito y el procedimiento mostrado en la figura 3. Hay un tambor pasivo 19, con un codificador asociado 25 en la trayectoria de la cuerda 12C, entre el cabrestante 18 y el sensor 28 y su codificador asociado 29. Además, un segundo tambor pasivo 17 y un codificador asociado 102 están colocados en la trayectoria de la cuerda 12B. El sensor de la tensión 20 está también provisto de un codificador 103. Los diámetros del tambor 17 y el sensor 20 son diferentes entre sí pero pueden ser o pueden no ser iguales a los diámetros del tambor 19 y el sensor 28.

Teniendo un par de tambores de diámetro conocido con codificadores en una zona de tensión diferente del aparato 10, se puede determinar el módulo de la cuerda 12, además del EPLD. El módulo es la relación entre la tensión incremental y la longitud incremental, donde la tensión incremental es la diferencia la tensión medida mediante los dos sensores 20, 28. La longitud incremental es la diferencia de longitud recorrida en el radio de paso efectivo en los tambores 17, 19 dividida por la longitud recorrida en el tambor 17. La ecuación relevante es:

$$MOD = \Delta T / (\Delta L / longitud\ original)$$

Donde T es la tensión y L es la longitud. Como se aplica a la disposición mecánica de la figura 4:

ES 2 292 902 T3

$$\text{MOD} = \frac{(T1 - T2) * (A_{17} * (R_{17} + \text{EPLD}_{17}))}{(A_{19} * (R_{19} + \text{EPLD}_{19})) - (A_{17} * (R_{17} + \text{EPLD}_{17}))}$$

5 Donde T1, T2 están preferiblemente medidas en newtons, A₁₇ y A₁₉ están medidas en radianes, y R₁₇, R₁₉, EPLD₁₇,
y EPLD₁₉ son en milímetros. El módulo se indica en la misma unidad de medición que la tensión. Como es evidente
mediante la ecuación, el EPLD se mide en ambas posiciones; calculándose EPLD₁₇ utilizando el tambor 17 y el sensor
20 y calculándose EPLD₁₉ utilizando el tambor 19 y el sensor 28. Otra vez, como en la determinación de EPLD, el
cálculo real del módulo se determina mediante los medios de control fijados a los codificadores y que, preferiblemente,
accionan todo el sistema.

10 Debe entenderse que los valores en todas las ecuaciones se pueden hacer utilizando cualquier sistema convencional
de mediciones, es decir, esas ecuaciones no están limitadas al uso específico de newtons o milímetros tal como se ha
descrito anteriormente.

15 Aunque las etapas de medición del EPLD están específicamente ilustradas con un sistema de aplicación de cuerdas
de alimentación positiva particular, se apreciará por parte de los expertos en la materia que el procedimiento y el
aparato aquí descritos se pueden utilizar con cualquier tipo de sistema de aplicación de cuerdas de alimentación para
proporcionar la medición instantánea de las propiedades de la cuerda.

20 El proporcionar una medición instantánea reduce la tarea y el tiempo de espera del equipo, y produce un producto
manufacturado de una manera más precisa, que produce un producto de mejor rendimiento y una vida más larga.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para aplicar de una manera precisa una cuerda (12) a un mandril rotativo (14), comprendiendo el aparato (10) un mandril de construcción rotativo (14), un alimentador de cuerda (11), un cabrestante de alimentación (16, 18) para ayudar en la alimentación de la cuerda (12) desde el alimentador de la cuerda (11) al mandril (14) a lo largo de una trayectoria de la cuerda definida (12A, 12B, 12C, 12D), y dos tambores (16, 17, 18, 19) situados en la trayectoria de la cuerda (12A, 12B, 12C, 12D), siendo los tambores (16, 17, 18, 19) de diferentes diámetros, estando **caracterizado** el aparato (10) por:

un codificador (22, 25, 26, 102) conectado a cada tambor (16, 17, 18, 19), midiendo el codificador (22, 25, 26, 102) por lo menos el movimiento angular del tambor (16, 17, 18, 19), y

medios de control para medir el diferencial de línea de paso efectivo de la cuerda (12) al desplazarse la cuerda (12) a través de la trayectoria de la cuerda (12A, 12B, 12C, 12D).

2. Aparato según la reivindicación 1, en el que uno de los tambores (16, 17, 18, 19) es conducido a motor para accionar la cuerda (12) a lo largo de su trayectoria de la cuerda (12A, 12B, 12C, 12D).

3. Aparato según la reivindicación 1, en el que los dos tambores (16, 17, 18, 19) no son conducidos a motor.

4. Aparato según la reivindicación 1, en el que el aparato (10) también comprende dos tambores adicionales (16, 17, 18, 19) situados en la trayectoria de la cuerda (12A, 12B, 12C, 12D), siendo los tambores (16, 17, 18, 19) de diferentes diámetros, y un codificador (22, 25, 26, 102) conectado a cada tambor (16, 17, 18, 19), permitiendo los codificadores (22, 25, 26, 102) la medición de por lo menos el movimiento angular del tambor (16, 17, 18, 19).

5. Aparato según la reivindicación 1 ó 4, en el que una primera tensión (T1) en la trayectoria de la cuerda (12A, 12B, 12C, 12D) cuando la cuerda (12) se desplaza sobre los primeros dos tambores (18, 19) difiere de una segunda tensión (T2) en la trayectoria de la cuerda (12A, 12B, 12C, 12D) cuando la cuerda (12) se desplaza sobre los dos tambores adicionales (16, 17).

6. Aparato según la reivindicación 5, en el que los medios de control miden el módulo de la cuerda según la siguiente ecuación:

$$\text{Módulo} = \Delta T / (\Delta L / \text{longitud de la cuerda original})$$

Donde ΔT = la diferencia absoluta entre T1 y T2 y ΔL es el valor absoluto del cambio en la longitud de la cuerda medida entre la primera serie de tambores (18, 19) y los dos tambores adicionales (16, 17).

7. Un procedimiento para la aplicación de una cuerda a un mandril rotativo, comprendiendo el procedimiento suministrar una cuerda (12), alimentar la cuerda (12) a lo largo de una trayectoria de la cuerda definida (12A, 12B, 12C, 12D), enrollar la cuerda (12) sobre un mandril de construcción rotativo (14), y, antes del enrollado de la cuerda (12) sobre mandril rotativo (14), pasar la cuerda sobre dos tambores (16, 17, 18, 19) de diferentes diámetros, y **caracterizándose** el procedimiento por:

medir el movimiento angular de los tambores (16, 17, 18, 19) al pasar la cuerda (12) sobre los tambores (16, 17, 18, 19), y

calcular el diferencial de línea de paso efectivo de la cuerda (12) mediante la siguiente ecuación:

$$\text{EPLD} = \frac{(R_L * A_L) - (R_S * A_S)}{(A_S - A_L)}$$

Donde R es el radio de cada tambor (16, 17, 18, 19), A es el desplazamiento angular, L representa el tambor más grande, y S representa el tambor más pequeño.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, que también comprende la etapa de enrollar la cuerda (12) sobre uno de los tambores (16, 17, 18, 19) y el tambor (16, 17, 18, 19) enrollado de esta manera está accionado con un motor.

9. Procedimiento según la reivindicación 7, que también comprende medir una tensión (T1, T2, T3) de la cuerda (12) al pasar sobre uno de los tambores (16, 17, 18, 19).

10. Procedimiento según la reivindicación 7, que también comprende las etapas de pasar la cuerda (12) sobre dos tambores adicionales (16, 17, 18, 19) de diferentes diámetros a una tensión (T1, T2) diferente de la tensión (T1, T2) en la cual la cuerda (12) pasa sobre los primeros dos tambores (16, 17, 18, 19), y medir el módulo de la cuerda según la siguiente ecuación:

ES 2 292 902 T3

$$\text{Módulo} = \Delta T / (\Delta L / \text{longitud de la cuerda original})$$

5 Donde ΔT = la diferencia absoluta entre T1 y T2 y ΔL es el valor absoluto del cambio en la longitud de la cuerda medida entre la primera serie de tambores y los dos tambores adicionales.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

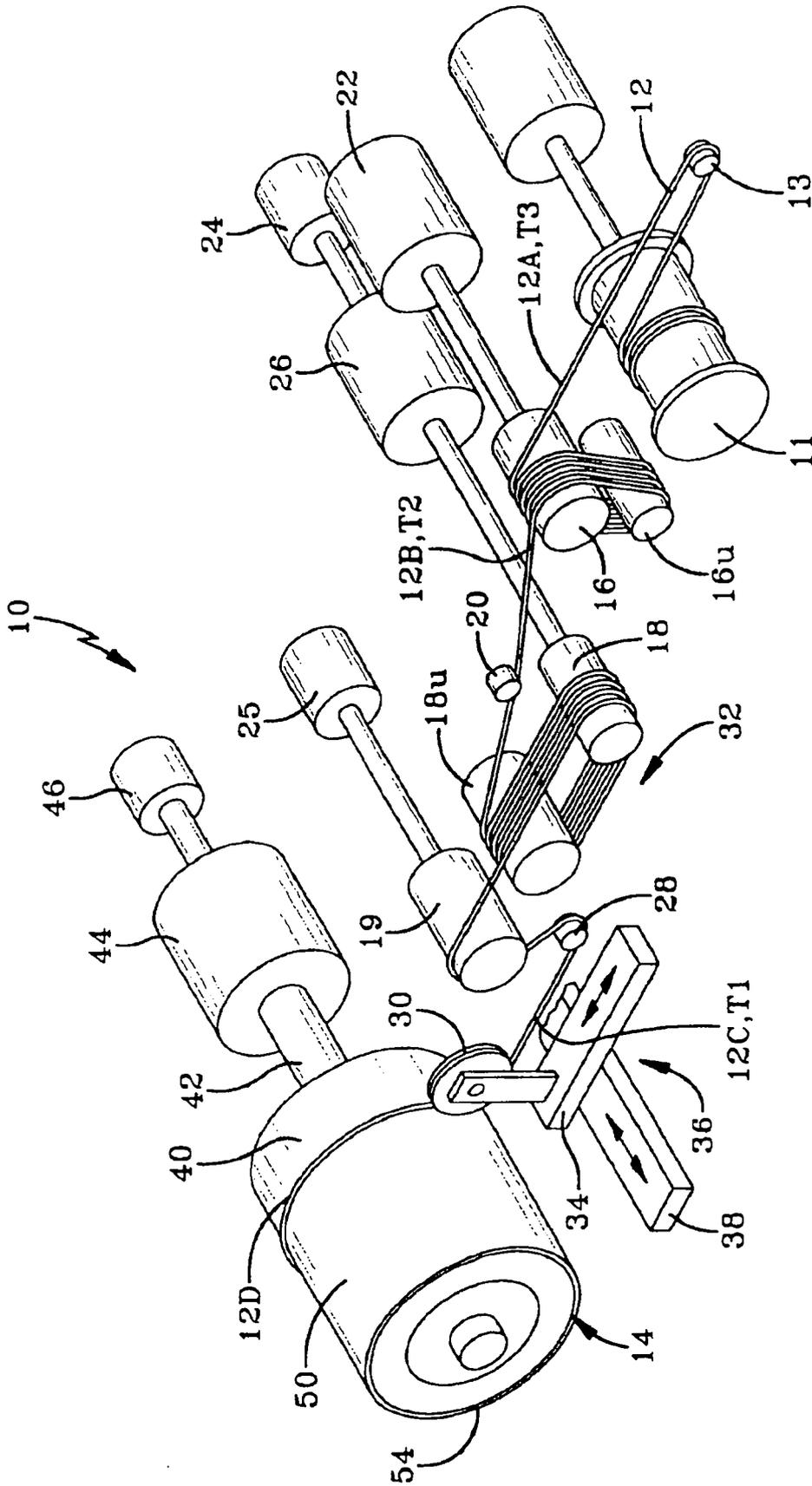


FIG--1

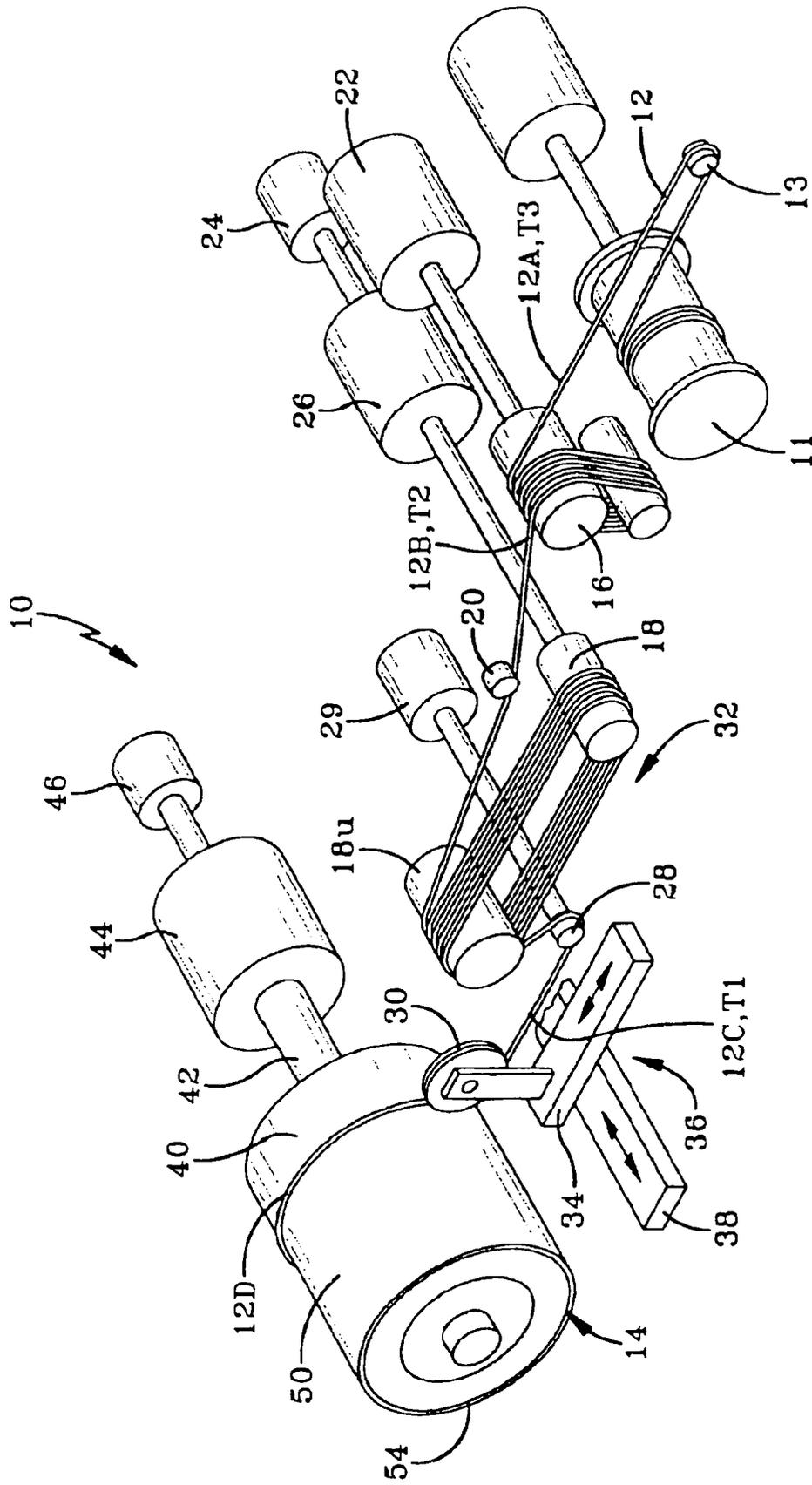


FIG-2

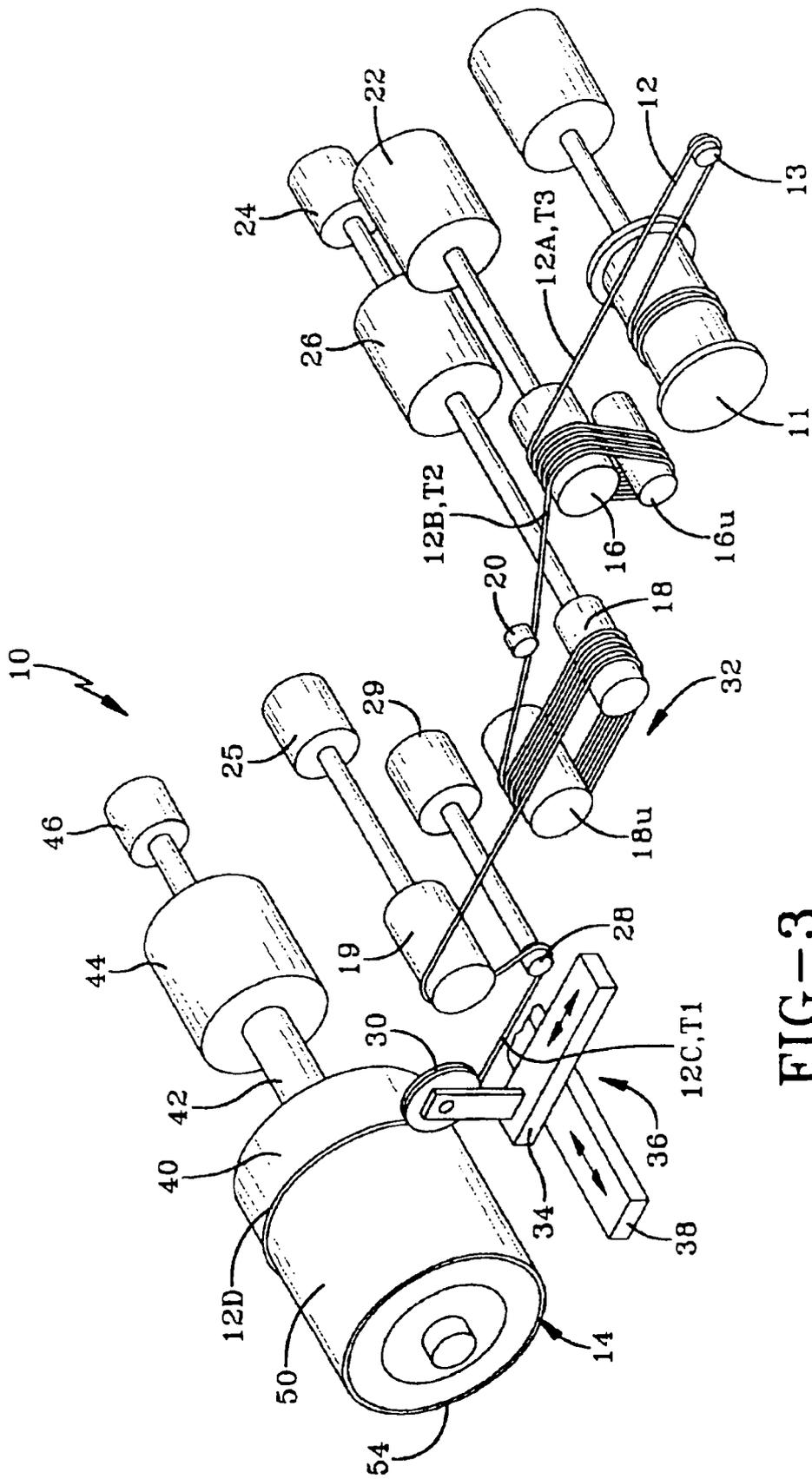


FIG-3

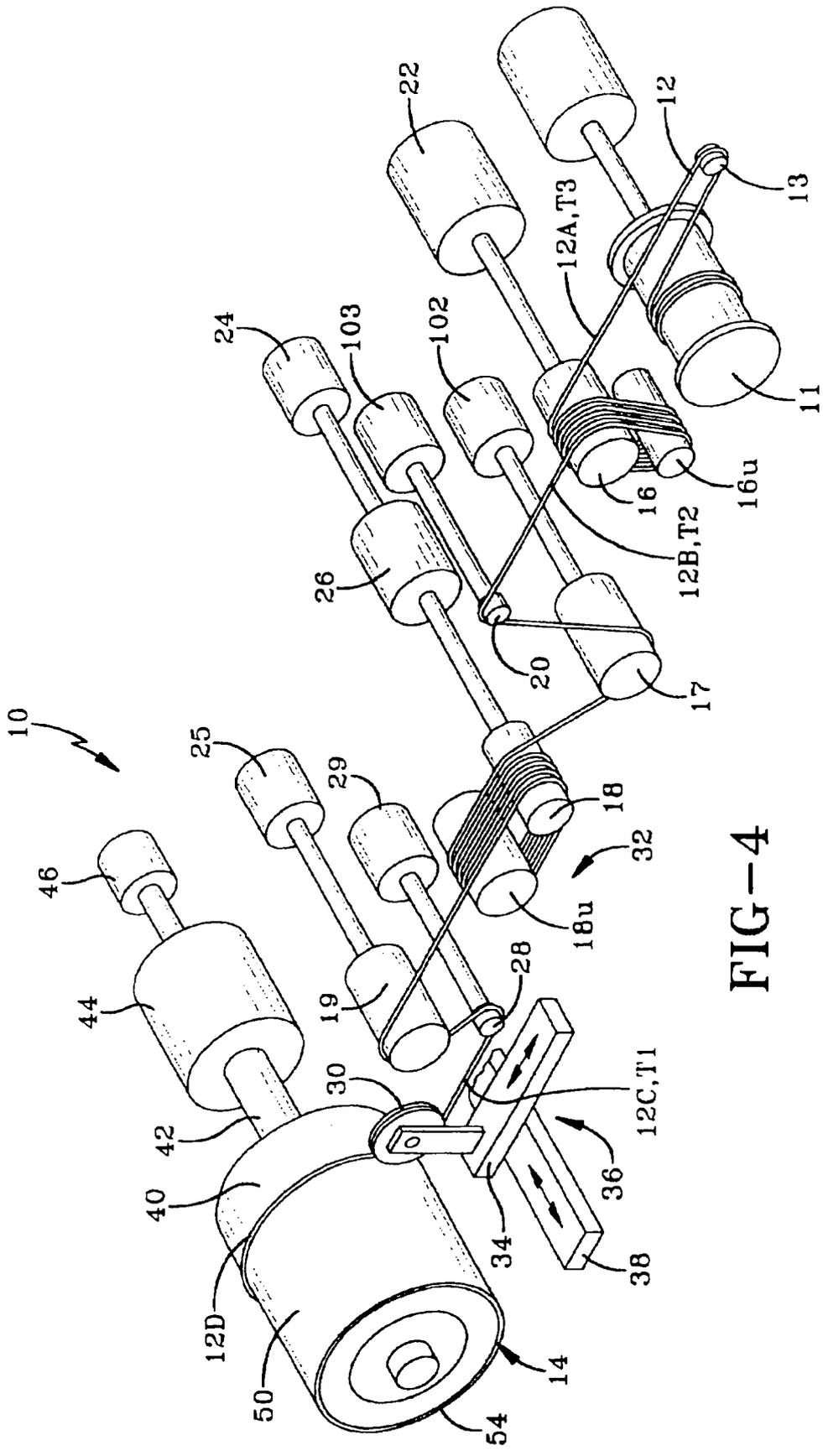


FIG-4