

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 419 705**

51 Int. Cl.:

G21C 17/017 (2006.01)

G01N 27/90 (2006.01)

G01N 29/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2010 E 10715075 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2013 EP 2425435**

54 Título: **Sistema de inspección de tuberías no destructivo**

30 Prioridad:

29.04.2009 US 431856

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

21.08.2013

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC
(100.0%)
1000 Westinghouse Drive
Cranberry Township, Pennsylvania16066, US**

72 Inventor/es:

**ROBERTS, DOUGLAS, J. y
ROWLAND, GEORGE, R.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 419 705 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

Sistema de inspección de tuberías no destructivo

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere, en general, a escáneres de tuberías no destructivos y, más particularmente, a escáneres de tuberías que están diseñados para operar en áreas con poco espacio libre.

2. Descripción de la técnica relacionada

10 El examen no destructivo de las tuberías y, más particularmente, de las soldaduras de las tuberías, tiene una serie de aplicaciones, algunas más críticas que la inspección de soldaduras de las tuberías de energía en instalaciones de generación de energías fósiles y plantas de energía nuclear. En las plantas de energía, las tuberías están a menudo dispuestas una cerca de la otra y se extienden a través de las estructuras de hormigón que proporcionan poco espacio para maniobrar e inspeccionar las costuras de la tubería sobre su circunferencia de 360° para detectar defectos en las soldaduras. Varias de las tuberías sólo se pueden acceder desde un extremo axial a través de una

15 abertura ciega y tienen un acceso circunferencialmente limitado con espacios libres de tan sólo 1,35 pulgadas (3,4 cm). Por otra parte, un número de las tuberías varían en diámetro desde 6,63 pulgadas (16,8 cm) hasta 24 pulgadas (61 cm) o más grande, lo que hace que sea difícil encontrar escáneres que puedan controlar eficazmente las soldaduras de tales tuberías. En consecuencia, existe una demanda creciente de escáneres muy especializados para ofrecer sensores, tales como sondas ultrasónicas de matriz en fase, que son demasiado difíciles para acceder a ciertas áreas.

20 Por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un escáner de tal manera que pueda inspeccionar las soldaduras circunferenciales en las tuberías de varios diámetros que van desde 6,63 pulgadas (16,8 cm) hasta 24 pulgadas (61 cm) o más grandes, en límites con tan poco espacio libre como 1,35 pulgadas (3,4 cm).

Además, es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema de inspección tal que pueda inspeccionar las soldaduras de tubería sobre toda la circunferencia de 360° de la tubería.

25 Además, es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema tal de escáner que sea relativamente fácil de fuerzalar y desmontar. Un sistema de inspección con las características de la parte pre-caracterizadora de la reivindicación 1 se describe en el documento GB 2 032 046 A.

Sumario de la invención

30 La presente invención consigue los objetivos anteriores proporcionando un sistema de inspección para inspeccionar de forma no destructiva la circunferencia exterior de un objeto tubular ferroso o no ferroso. El sistema de inspección incluye un carro principal con ruedas en cada extremo y un chasis que se extiende entre las mismas que soporta un sensor no destructivo. El sistema también incluye un carro tensor con ruedas en cada extremo y un chasis con una conexión de longitud variable entre las mismas. Además, el sistema incluye uno o más carros sensores que tienen

35 ruedas en cada extremo y un chasis que se extiende entre las mismas. Una banda elástica se extiende desde un extremo del carro principal alrededor del objeto tubular y sobre el carro tensor hasta un extremo del carro tensor que está situado preferentemente aproximadamente diametralmente opuesto al carro principal. Del mismo modo, una banda elástica se extiende alrededor del otro lado de la circunferencia del objeto tubular desde el otro extremo del carro principal sobre un carro libre al otro extremo del carro tensor. La conexión de longitud variable sobre el carro tensor se ajusta para colocar la banda elástica bajo tensión e fuerzar al carro principal, el carro tensor y a los carros

40 libres contra la circunferencia exterior del objeto tubular. A continuación, el carro principal puede ser conducido alrededor de la circunferencia exterior del objeto tubular de manera que el sensor no destructivo de a bordo puede inspeccionar la soldadura sobre la circunferencia de 360°.

45 De manera deseable, el chasis del carro principal tiene un elemento de chasis ajustable que indexa el sensor en una dirección axial a lo largo de una dimensión longitudinal del objeto tubular. El elemento de chasis ajustable puede ser manual o accionado por un motor y puede tener un codificador para indexar la posición del sensor. Preferentemente, al menos una rueda del carro principal tiene un codificador unido a la misma para indexar los datos recibidos desde el sensor.

En una realización, al menos una de las ruedas del carro principal es una rueda de accionamiento que es magnética, para ganar tracción en el objeto tubular. La rueda de accionamiento puede ser motorizada y operada remotamente.

50 En otra realización, la conexión de longitud variable en el tensor es un mecanismo de tijera que se extiende el chasis entre las ruedas delantera y trasera. De manera deseable, el mecanismo de tijera se abre y se cierra mediante la rotación de un solo tornillo que preferentemente no puede retroceder.

En todavía otra realización, el chasis en el carro principal está arqueado entre las ruedas delantera y trasera. Preferentemente, los chasis en el carro tensor y los carros libres están igualmente arqueados.

Breve descripción de los dibujos

Una comprensión adicional de la invención se puede obtener a partir de la siguiente descripción de la realización preferida cuando se lea conjuntamente con los dibujos adjuntos en los que:

5 La figura 1 es una vista frontal de dos tuberías concéntricas con un pequeño espacio libre entre ellas donde el sistema de escaneado de la presente invención se monta con un segundo sistema montado en la circunferencia exterior de la tubería más grande;

La figura 2 es una vista en planta del carro principal de la presente invención;

La figura 3 es una vista lateral del carro principal se muestra en la figura 2;

La figura 4 es una vista en sección transversal tomada a través de las líneas 4-4 de la figura 3;

10 La figura 5 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de las líneas 5-5 de la figura 2;

La figura 6 es una vista en perspectiva del carro tensor de la presente invención;

La figura 7 es una vista en planta del carro tensor ilustrado en la figura 6;

La figura 8 es una vista lateral del carro tensor ilustrado en la figura 6;

15 La figura 9 es una vista en planta del carro tensor se muestra en la figura 6 con la conexión de longitud variable sustancialmente completamente extendida;

La figura 10 es una vista en planta del carro tensor se muestra en la figura 6 con la conexión de longitud variable sustancialmente retraída;

La figura 11 es una vista en planta del carro tensor de la presente invención; y

La figura 12 es una vista lateral del carro tensor ilustrado en la figura 11.

20 **Descripción de la realización preferida**

La figura 1 es una maqueta de un sistema de tuberías de una planta de energía que muestra dos tuberías concéntricas 12 y 14 con un espacio libre estrecho 26 entre las mismas en el que se montan los carros 16, 18 y 20 de la presente invención. Los carros 16, 18 y 20 son empujados contra la circunferencia exterior de la tubería interior 14 por las bandas elásticas 22 que están conectadas entre el carro principal 16 y el carro tensor 20 y sobre los carros libres 18. La circunferencia exterior de la tubería exterior 12 tiene una disposición de escáner similar para 25 ilustrar que el sistema de inspección de la presente invención se puede utilizar para inspeccionar las soldaduras circunferenciales en casi cualquier tamaño de tubería y más preferentemente en aquellas que tienen diámetros exteriores que van desde 6,63 pulgadas (16,8 cm) a 24 pulgadas (61 cm) o mayor. El carro principal 16 incluye una forma de apoyo plana 50 que soporta el sensor 24. En esta realización, el sensor 24 se extiende desde el lado del carro principal 16 y puede enfocar un transductor, tal como una matriz ultrasónica en fase en la soldadura como las 30 unidades de carro principal 16 alrededor de la circunferencia exterior y sobre la soldadura de la tubería o de otro tipo de objeto tubular. El carro principal 16 acciona también los carros libres 18 y el carro tensor 20 a través de las bandas elásticas 22.

El carro principal 16 se muestra con más detalle en las figuras 2-5. La figura 2 es una vista en planta del carro principal 16 y la figura 3 es una vista lateral del carro principal que se muestra en la figura 2. Como se puede ver mejor en la figura 3, el carro principal tiene un chasis arqueado 26 que soporta los ejes 32 y 40 (que se muestran en líneas de trazos) sobre las que giran las ruedas separadas lateralmente 28 y 30 y 36 y 38. Los ejes son capturados y mantenidos en su lugar por las tuercas axel 34. Una extensión de chasis delantero y trasero 40 y 42 se extiende hacia fuera desde el chasis central entre las ruedas 36 y 38 y 28 y 30. Cada extensión de chasis 40 y 42 incluye dos 40 tornillos 46 que se utilizan para anclar los extremos de la banda elástica correspondiente. El eje delantero 40 tiene un motor/codificador para accionar las ruedas 36 y 38 y para indexar la posición que corresponde a los datos recibidos por el sensor 24 de modo que la ubicación de los defectos puede ser identificada. El sensor 24 puede ser una matriz ultrasónica en fase, una sonda de corriente parásita, una cámara de vídeo o cualquier otro sensor no destructivo que sea capaz de inspeccionar la soldadura. Preferentemente, las ruedas 36 y 38 están magnetizadas para aumentar su fuerza de tracción sobre la superficie de la tubería. El sensor 24 está soportado con un tornillo de avance 52 y una forma de apoyo plana 50. El tornillo de avance 52 se utiliza para trasladar el sensor 24 axialmente a lo largo de la tubería para un ajuste fino o de indexación. El tornillo de avance 52 puede ser operado manualmente o puede estar motorizado e incluye un codificador para la indexación de la posición del sensor. El motor/codificador se muestra en sentido figurado en la figura 2 como 102. Como puede verse en la figura 5, que es una sección 45 transversal tomada a lo largo de las líneas 5-5 de la figura 2, el sensor 24 está sesgado con los muelles 54 contra la superficie de la tubería para alojar las anomalías en la superficie de la tubería y asegurar un buen acoplamiento de la señal.

El carro tensor se ilustra de manera más completa en las figuras 6 a 10. La figura 6 muestra una vista en perspectiva del carro tensor 20. Como se puede ver en las figuras 6 a 10, el carro tensor 20 tiene una porción 56 ensanchada hacia adelante y una parte de chasis trasero 58 que está conectado junto con una conexión 60 de longitud variable. Aunque en la figura 6 se muestra una disposición de acoplamiento de tijera para la conexión de longitud variable, se debe apreciar que se pueden emplear otros acoplamientos mecánicos que son ajustables para cambiar el espaciado entre la sección del chasis delantera 56 y la sección de chasis trasera 58. La distancia entre la parte de chasis delantera 56 y la parte de chasis trasera 58 se ajusta con un único tornillo 62 que no puede retroceder, lo que significa que el tornillo, una vez ajustado, mantiene su posición durante el funcionamiento. La sección del chasis delantera 56 está soportada lateralmente con respecto a la sección de chasis trasera 58 por una placa de anclaje de chasis 64 que está conectada a través de separadores 68 a las secciones de chasis 56 y 58 con los pernos 70. Las bandas elásticas están conectadas a la parte delantera del carro tensor en la placa de fijación 86 y en la parte trasera del carro en la placa de fijación 84 con los tornillos 80. Alternativamente, se puede lograr una operación de enganche rápido de la banda elástica a la placa de fijación trasera 84 mediante la inserción de un pasador de horquilla a través de la banda elástica y en la ranura de la horquilla 82. El tornillo de ajuste 62 permite un ajuste infinito dentro del rango de operación de diámetros aplicados más que en incrementos finitos.

La figura 7 es una vista en planta del carro tensor ilustrado en la figura 6 y la figura 8 es una vista lateral del carro tensor 20 se ilustra en la figura 7. La figura 9 es una vista en planta que muestra la conexión de tijera 60 entre la sección del chasis delantera 56 y la sección del chasis trasera 58 en la posición totalmente extendida. La figura 10 es una vista en planta del carro tensor 20 con la conexión de longitud variable, por ejemplo, la conexión de tijera que se ilustra en la figura 10, en la posición completamente retraída. Al girar el tornillo de ajuste 62 en una dirección que atrae a la parte de chasis trasera 58 hacia la parte de chasis delantera 56 añade tensión a la banda elástica y presiona el carro principal 16, los carros libres 18 y el carro tensor 20 contra la superficie exterior de la tubería sobre la que está montado el sistema de escaneo de la presente invención. La curvatura arqueada de la parte de chasis delantera 56 y la parte de chasis trasera 58 permite que el carro tensor 20 aloje la curvatura de la superficie de la tubería.

En la figura 11 se muestra una vista en planta del carro libre 18 y en la figura 12 se muestra una vista lateral del carro libre 18. El carro libre 18 tiene un chasis arqueado 88 similar al descrito para el carro principal. El chasis 88 soporta dos pares de ruedas separadas lateralmente 90 y 92 en un extremo y 94 y 96 en el otro extremo. Dos líneas de tornillos 98 y 100 forman una guía que recibe de forma deslizante la banda elástica bajo las cabezas de los tornillos entre las placas de apoyo de la banda elástica 102 y 104. Por lo tanto, mientras que las bandas de resorte están conectadas al carro principal 16 y el carro tensor 20, el carro libre 18 es libre para deslizarse a lo largo de la banda elástica para facilitar la instalación y se puede bloquear en su lugar con, por ejemplo, un tornillo 80 antes de la inspección. La función del carro libre es elevar la banda elástica por encima de la superficie de la tubería para minimizar la fricción que podría impedir el movimiento del carro principal 16. Uno o más carros libres 18 se pueden emplear dependiendo del diámetro de la tubería que está siendo estudiada. Las bandas elásticas que sujetan los carros juntos pueden ser construidas a partir de acero o de otro material adecuado. En el caso de que las ruedas de tracción estén magnetizadas, puede ser deseable utilizar un material no magnético para las bandas elásticas. La longitud de las bandas elásticas se determina por el diámetro de la tubería que se somete a inspección.

Por lo tanto, la invención proporciona una herramienta de escáner de inspección conveniente de peso relativamente ligero que puede caber en espacios que tienen espacios libres de tan poco como 1,35 pulgadas (3,4 cm) y puede ser utilizada en diversas tuberías de diámetro cambiando simplemente la longitud de las bandas elásticas. El escáner de la presente invención se puede utilizar en pasajes ciegos mediante la inserción a través del extremo abierto y todos los ajustes necesarios se pueden hacer desde ese extremo. El escáner de la presente invención está diseñado para hacer una inspección completa de 360° con la capacidad de indexar la sonda a lo largo del eje de la tubería para enfocar la sonda si es necesario. La indexación de la sonda puede llevarse a cabo manualmente o mediante el uso de una unidad motorizada.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de inspección dispuesto para inspeccionar de forma no destructiva la circunferencia exterior de un objeto tubular (12, 14) que comprende:
- 5 un carro principal (16) que tiene ruedas (28, 30, 36, 38) en un primer y un segundo extremo del carro principal (16) y un chasis (26) que se extiende entre las mismas que soporta un sensor no destructivo (24), un dispositivo tensor con una conexión de longitud variable (60) entre una primera parte y una segunda parte del dispositivo tensor, y
- 10 una banda elástica (22) dispuesta de una manera que fuerza a las ruedas (28, 30, 36, 38) del carro principal (16) contra la circunferencia exterior del objeto tubular (12, 14),
- caracterizado porque**
- 15 dicho dispositivo tensor es un carro tensor separado (20) que tiene ruedas en un primer y segundo extremo del carro tensor (20) y un chasis (56, 58) con dicha conexión de longitud variable (60) entre las mismas, un carro libre (18) está provisto de ruedas (90, 92) en un primer y segundo extremo (94, 96) del carro libre y un chasis (88) que se extiende entre las mismas, y
- 20 conectando dicha banda elástica (22) el carro principal (16) al carro tensor (20) y pasando por encima de una superficie superior del chasis del carro tensor (88) entre el carro principal (16) y el carro tensor (20) en una manera que fuerza a las ruedas del carro principal, el carro tensor y el carro libre contra la circunferencia exterior del objeto tubular (12, 14).
2. Sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el chasis del carro principal (26) tiene un elemento de chasis ajustable (50, 52) que está dispuesto para indexar el sensor (24) en una dirección axial a lo largo de una dirección longitudinal del objeto tubular.
- 25 3. Sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el elemento de chasis ajustable (50, 52) está motorizado.
4. Sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 3, que incluye un codificador (102) dispuesto para la indexación de una posición del sensor (24).
5. Sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el carro principal (16) y el carro tensor (20) tienen al menos cuatro ruedas cada uno, dos ruedas en cada extremo que están separadas lateralmente entre sí.
- 30 6. Sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 5, en el que al menos una de las ruedas en el carro principal (16), ya sea en el primer extremo o el segundo extremo tiene un codificador unido a la misma para indexar los datos recibidos desde el sensor (24).
7. Sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 5, en el que al menos dos de las ruedas (28, 30, 36, 38) en el carro principal (16), ya sea en el primer extremo o el segundo extremo, son ruedas de accionamiento (36, 38) y son magnéticas.
- 35 8. Sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la conexión de longitud variable (60) en el carro tensor (20) es un mecanismo de tijera que es ajustable mediante la rotación de un tornillo (62).
9. Sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el tornillo (62) no puede retroceder.
10. Sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye, además, un segundo carro tensor (18).
- 40 11. Sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la banda elástica (22) se extiende alrededor de toda la circunferencia del objeto tubular (12, 14) entre el carro principal (16) y el carro tensor (20).
12. Sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la retracción de la conexión de longitud variable (60) entre el primero y el segundo extremo del carro tensor (20) tensiona la banda de resorte (22) alrededor del objeto tubular (12, 14).
- 45 13. Sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el chasis (26) en el carro principal (16) entre las ruedas (28, 30, 36, 38) en el primero y segundo extremos es arqueado.
14. Sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la banda elástica (22) está conectada de manera deslizante a la superficie exterior del carro libre (18), de modo que la banda elástica (22) puede deslizarse sobre el carro libre (18) durante la fuerzalación.
- 50 15. Sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 14, dispuesto de tal manera que la banda elástica (22) está bloqueada en posición en el carro tensor (18) después de la configuración.

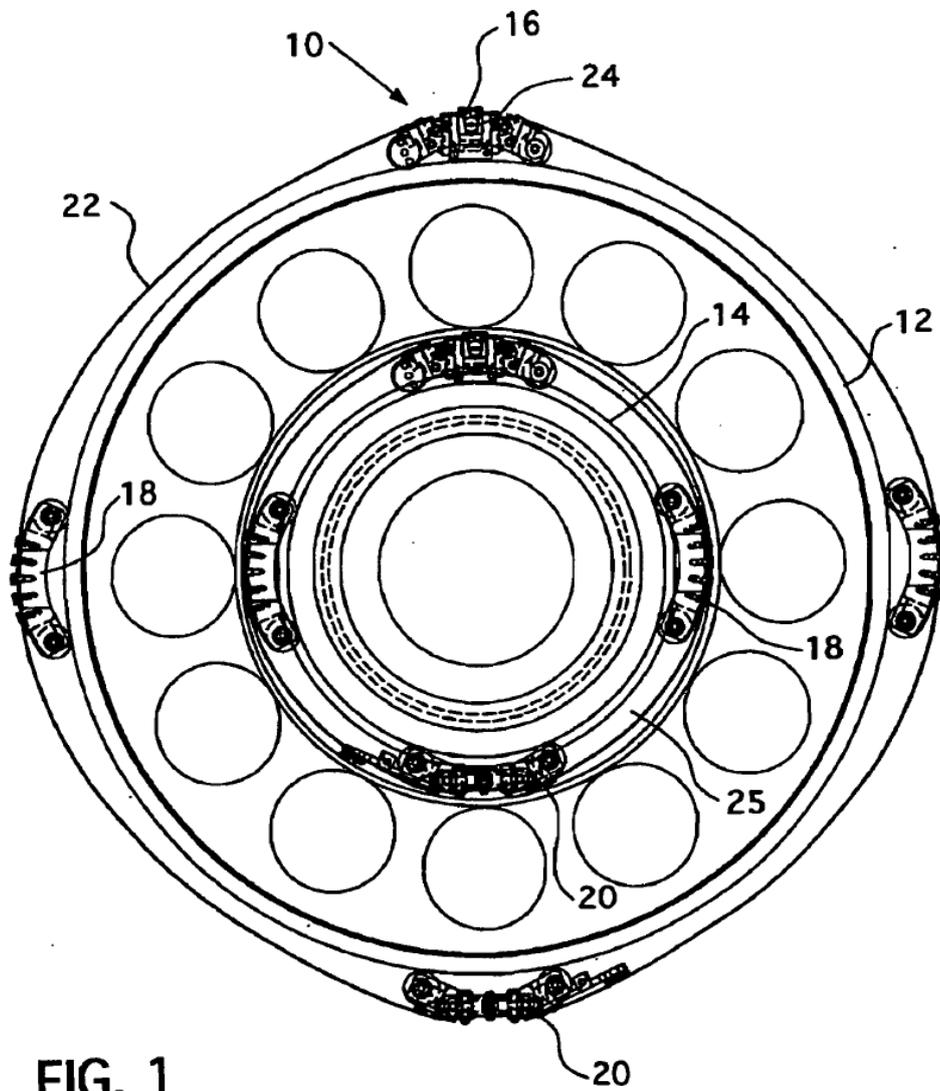


FIG. 1

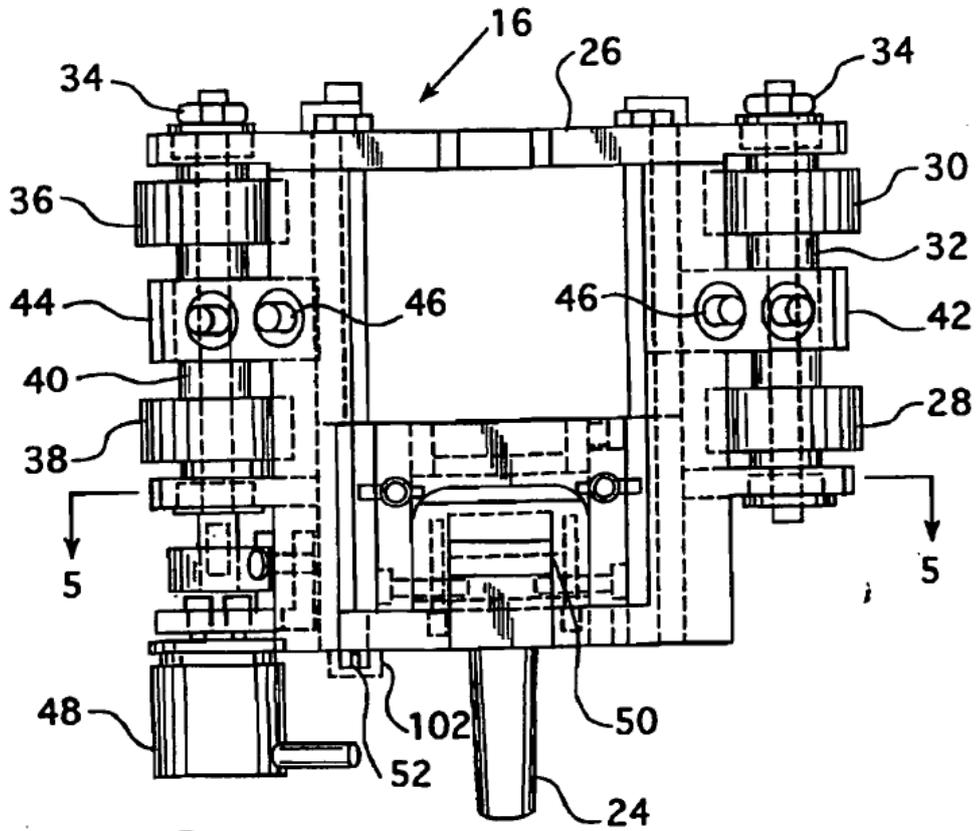


FIG. 2

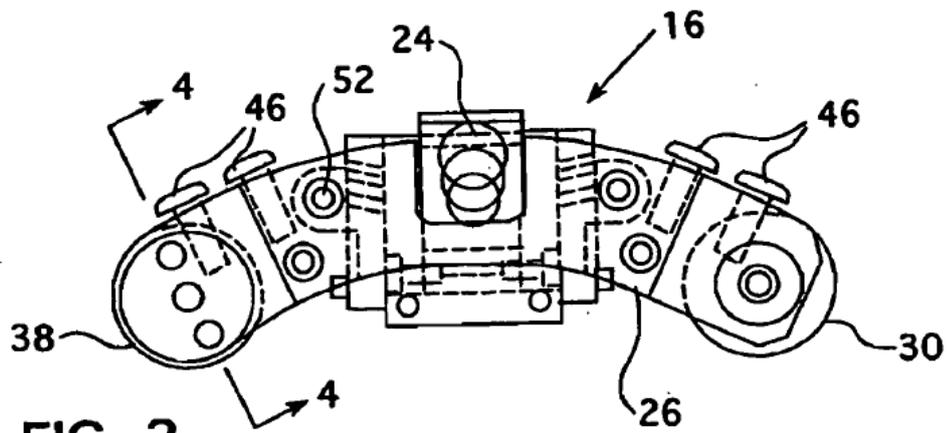


FIG. 3

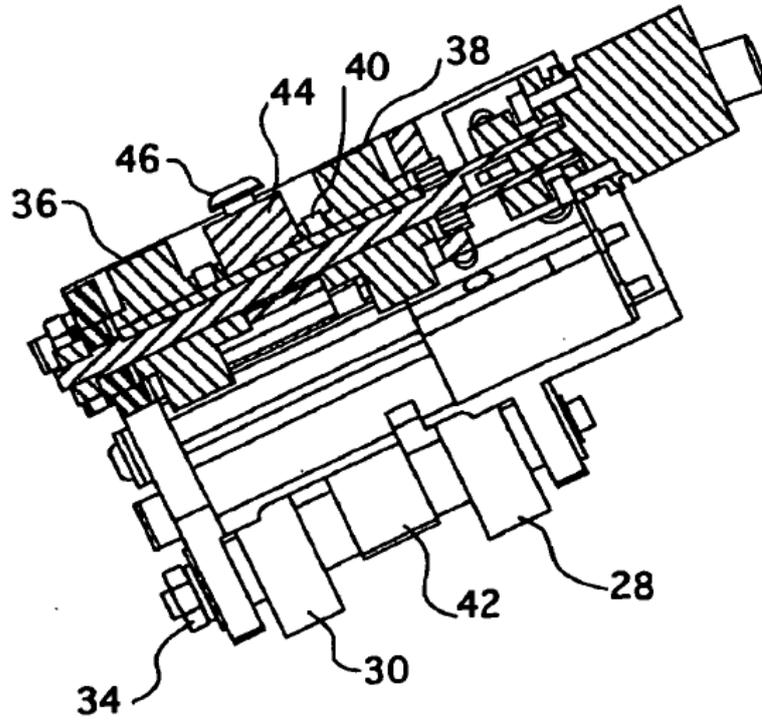


FIG. 4

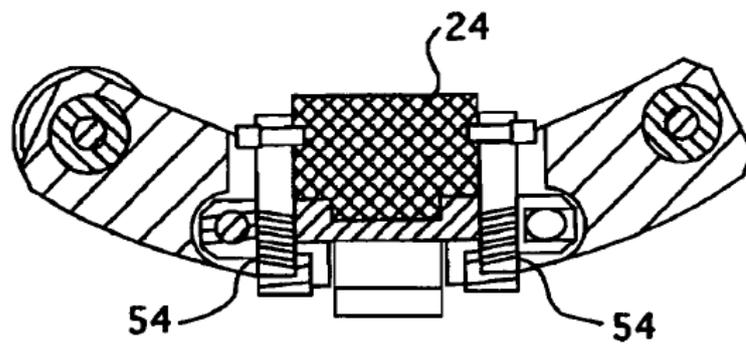


FIG. 5

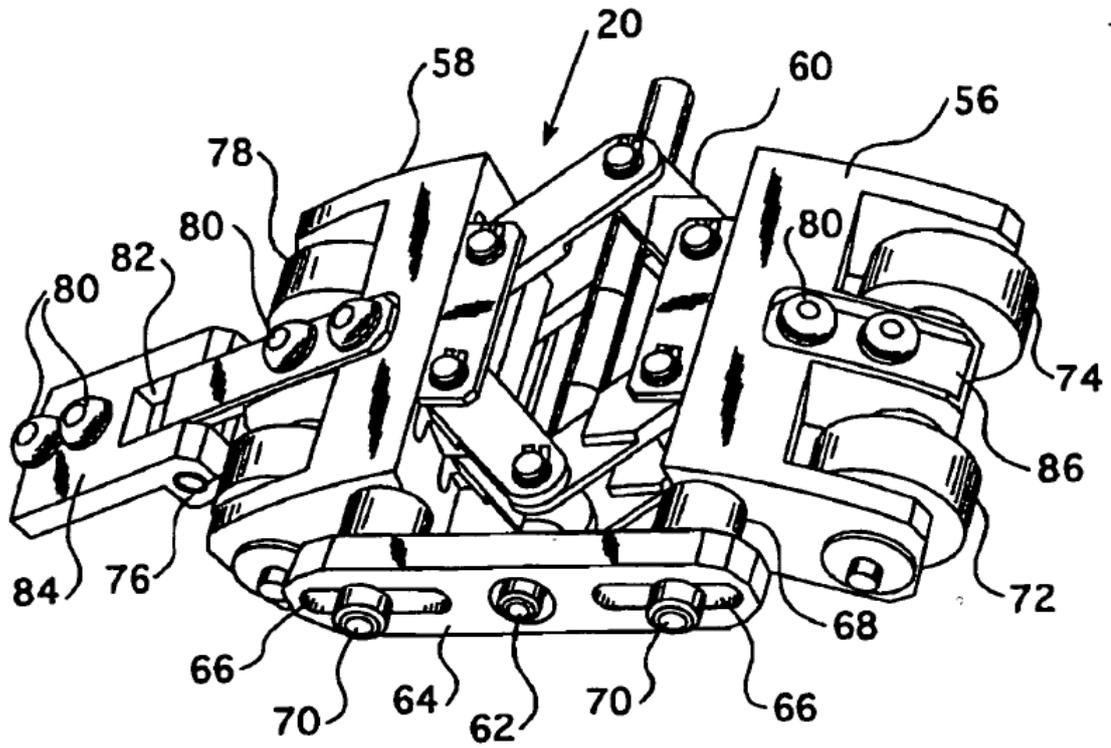
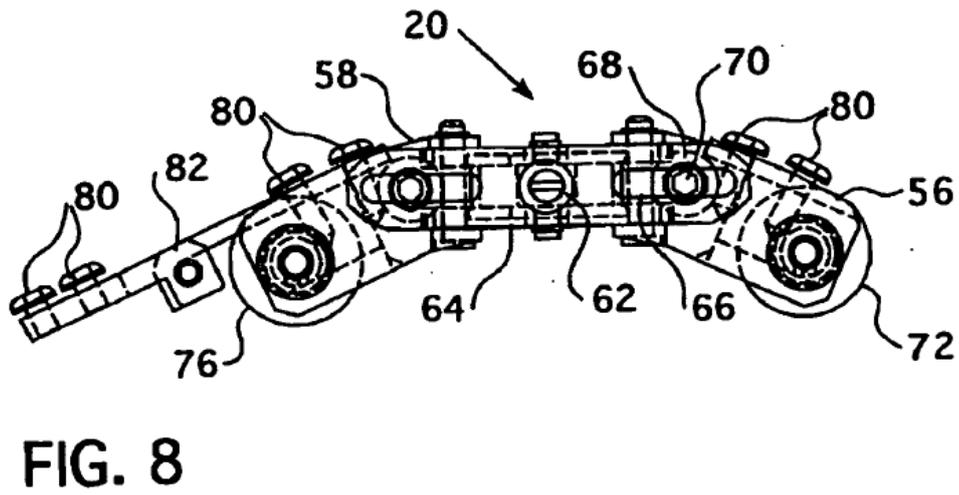
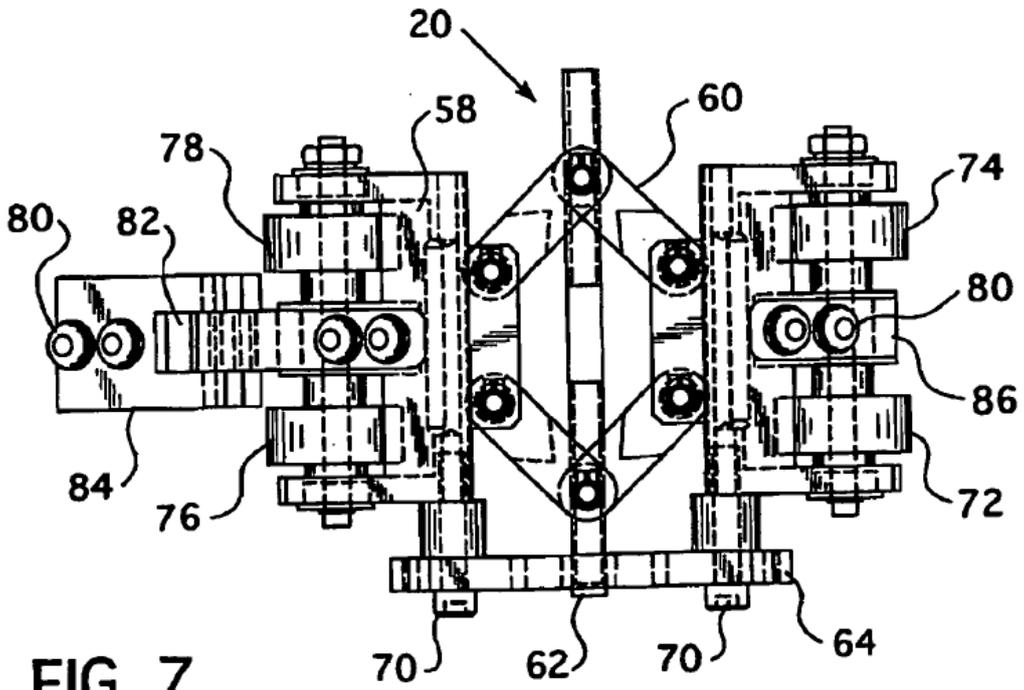


FIG. 6



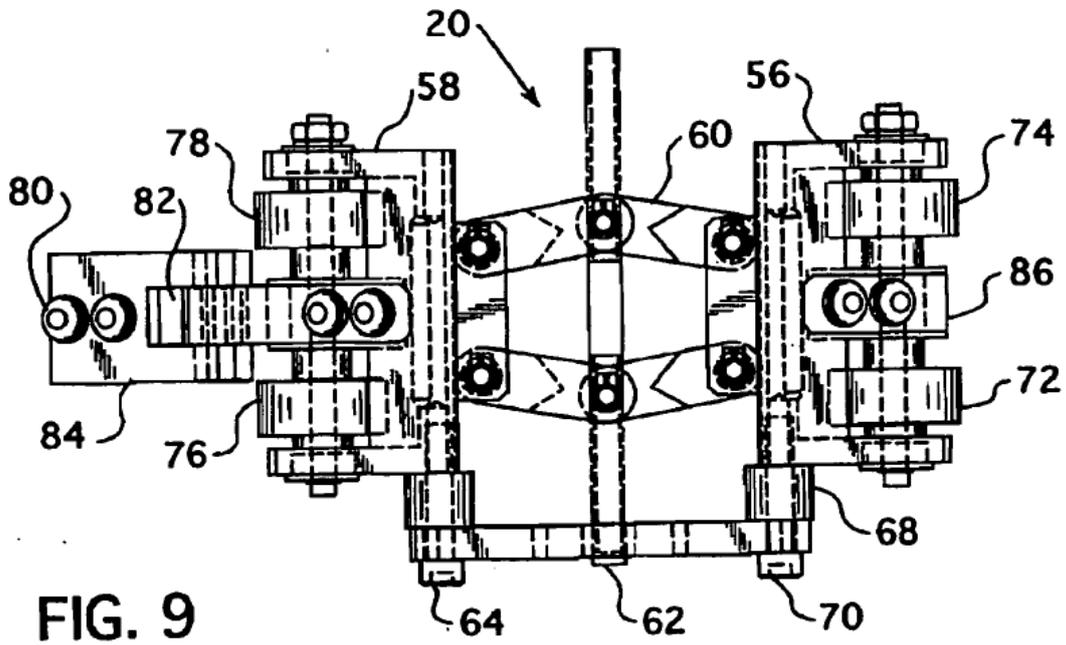


FIG. 9

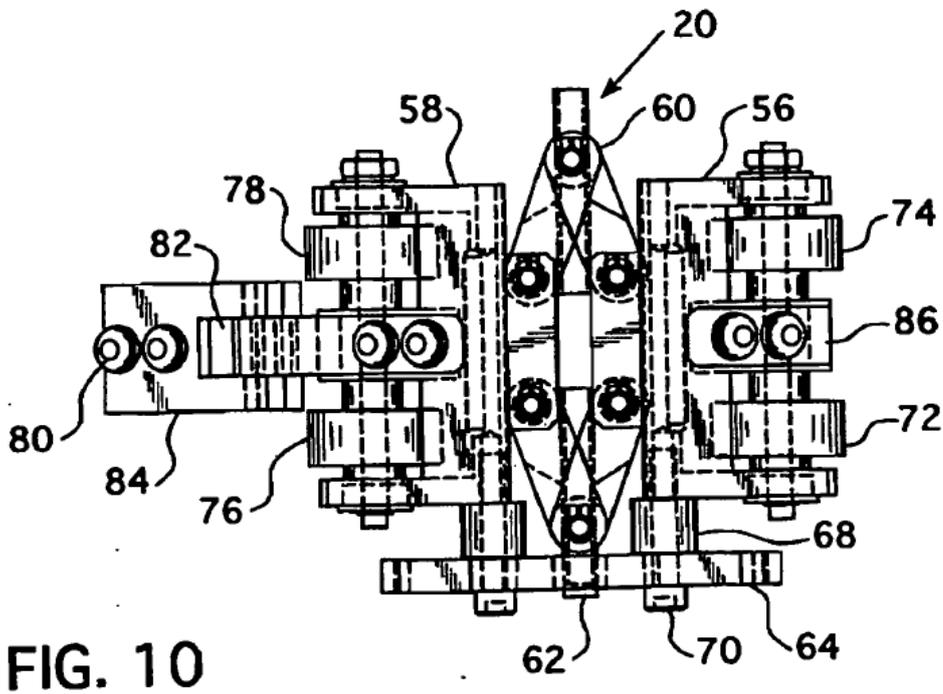


FIG. 10

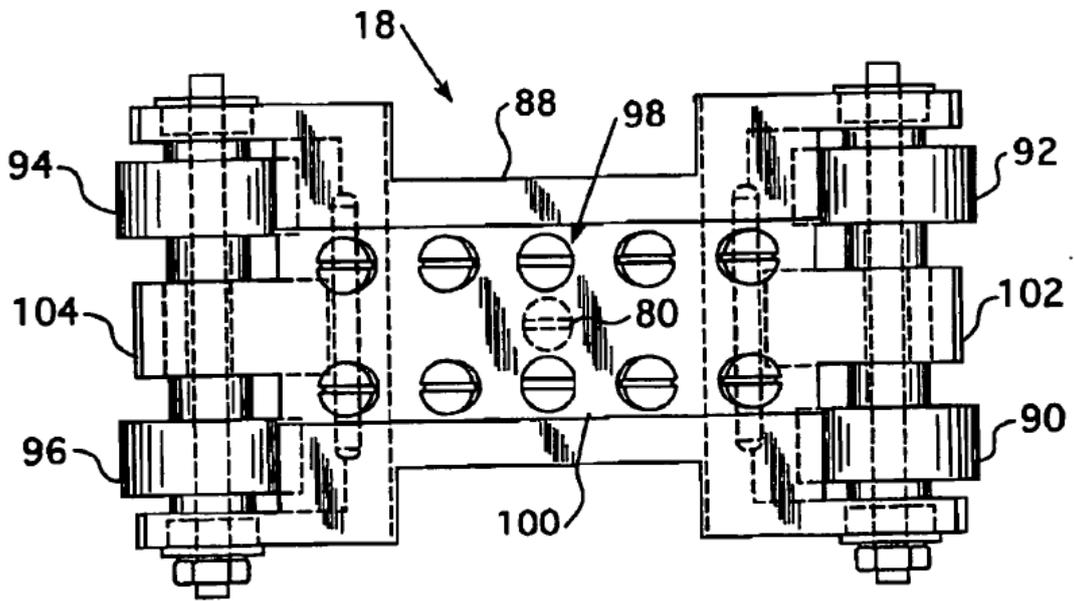


FIG. 11

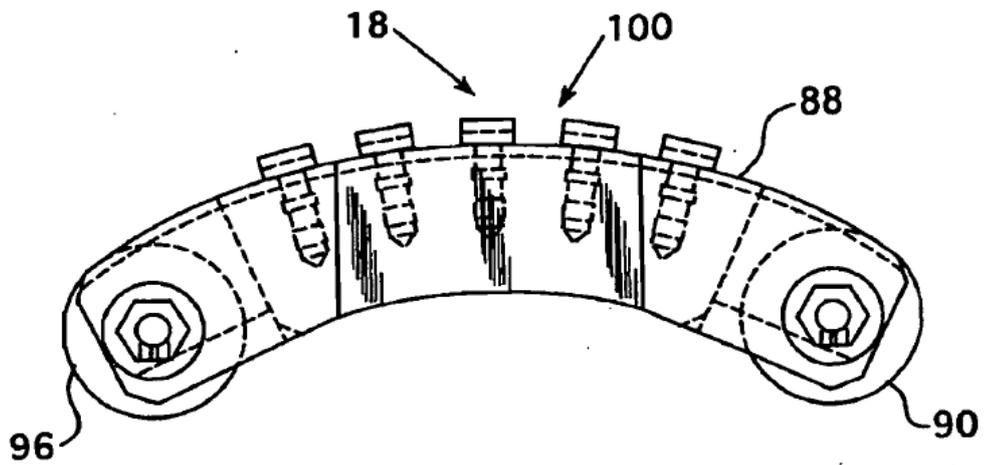


FIG. 12