



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 344 340**

51 Int. Cl.:
B24B 49/00 (2006.01)
B24B 1/00 (2006.01)
B24C 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02707621 .5**
96 Fecha de presentación : **31.01.2002**
97 Número de publicación de la solicitud: **1365889**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.12.2003**

54 Título: **Sistema para el acabado magnetoreológico de sustratos.**

30 Prioridad: **01.02.2001 US 775282**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.08.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.08.2010

73 Titular/es:
QED TECHNOLOGIES INTERNATIONAL, Inc.
870 N. Commons Drive
Aurora, Illinois 60504, US

72 Inventor/es: **Kordonski, William;**
Hogan, Stephen;
Carapella, Jerry y
Price, Andrew, S.

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 344 340 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 para el acabado magnetoreológico de sustratos.

5 **Antecedentes de la invención****Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere a sistemas abrasivos de acabado y pulido de tipo slurry para sustratos; más particularmente, a los sistemas que emplean fluidos magnetoreológicos (MRF) e imanes adyacentes a una rueda portadora esférica para espesar magnéticamente el fluido en un área de trabajo de la rueda; y más particularmente, a un sistema mejorado en el cual los imanes de espesamiento están dispuestos dentro de la propia rueda.

Análisis de la técnica relacionada

15 El uso de fluidos magnetoreológicos espesados magnéticamente para el acabado y el pulido abrasivos de sustratos es común. Tales fluidos, que contienen partículas abrasivas magnéticamente blandas dispersas en un vehículo líquido, exhiben comportamientos plásticos inducidos por magnetismo en presencia de un campo magnético. La viscosidad aparente del fluido puede aumentarse magnéticamente en muchos órdenes de magnitud, de tal modo que la consistencia del fluido cambia de ser prácticamente acuoso a ser prácticamente una pasta muy espesa. Cuando se dirige dicha pasta apropiadamente contra la superficie de un sustrato a conformar o pulir, por ejemplo, un elemento óptico, puede lograrse un alto nivel de calidad, precisión y control del acabado.

20 La Patente Estadounidense N° 5.951.369, concedida el 14 de Septiembre de 1999 a Kordonski y otros, describe procedimientos, fluidos, y aparatos para el acabado magnetoreológico determinista de sustratos. Esta patente es aquí denominada "369".

30 En un sistema de acabado magnetoreológico típico, tal como el descrito en la patente '369, una superficie de trabajo comprende una rueda orientada verticalmente que tiene una corona axialmente ancha que está recortada simétricamente con respecto a un buje. Unas piezas polares magnéticas conformadas especialmente se extienden hacia lados opuestos de la rueda por debajo de la corona recortada para proporcionar una zona magnética de trabajo sobre la superficie de la rueda, preferiblemente cerca de la posición de punto muerto superior. La superficie de la rueda es preferiblemente una sección ecuatorial de una esfera.

35 Montado sobre la zona de trabajo hay un receptor de sustrato, tal como un plato, para aproximar un sustrato a acabar hasta la zona de trabajo. El plato puede manipularse de manera programada con una pluralidad de modos de movimiento y preferiblemente se controla mediante un controlador programable o un ordenador.

40 Un fluido magnetoreológico en estado no magnetizado es extruido en forma de cinta desde una boquilla sobre la superficie de trabajo de la rueda, que lo porta hacia la zona de trabajo en la cual se magnetiza y adquiere una consistencia pastosa. En la zona de trabajo, el MRF pastoso efectúa sobre el sustrato una acción abrasiva, conocida como pulido o acabado magnetoreológico. Al abandonar la zona de trabajo, el fluido concentrado se vuelve no magnético nuevamente y es raspado de la superficie de trabajo de la rueda para su recirculación y nuevo uso.

45 El suministro de fluido a la rueda, y la recuperación del mismo, se administra mediante un sistema de suministro de fluido tal como el descrito en la referencia '369. Se retira el MRF del raspador mediante una bomba de aspiración y se envía a un tanque en donde se mide su temperatura y se ajusta al objetivo. La recirculación desde el tanque hasta la boquilla, y por lo tanto a través de la zona de trabajo, a un caudal específico, se lleva a cabo configurando la velocidad de rotación de una bomba de carga, típicamente una bomba peristáltica. Debido a que la bomba peristáltica exhibe un flujo pulsante, se requiere un amortiguador de pulsaciones aguas abajo de la bomba.

50 El caudal del MRF suministrado a la zona de trabajo está altamente controlado. Se proporciona un medidor de flujo, en línea con el sistema de recirculación de fluido, que está conectado a un controlador para regular la velocidad de rotación de la bomba.

55 En el sistema de suministro de fluido se proporciona un viscosímetro capilar a la salida del mismo hacia la superficie de la rueda. Las señales de salida del medidor de flujo y del viscosímetro se introducen en un algoritmo de un ordenador que calcula la viscosidad aparente del MRF que está siendo suministrado a la rueda, y controla la tasa de reposición de fluido transportador al MRF de recirculación en una cámara de mezcla aguas arriba del viscosímetro, para ajustar la viscosidad aparente al objetivo.

60 El sistema de acabado por MRF de la técnica anterior que acaba de describirse no es adecuado para dos requisitos de acabado que han surgido recientemente.

65 En primer lugar, debido a que las piezas polares magnéticas están extendidas por debajo del borde de la rueda desde el exterior de la envolvente de la esfera de la que deriva la rueda, de forma sustancialmente tangencial a la superficie esférica, el sistema de la técnica anterior no puede acabar objetos cóncavos grandes tales como lentes grandes que tengan un radio de curvatura del orden del radio de la rueda, debido a la interferencia estérica de las piezas polares.

En segundo lugar, debido a que las piezas polares se extienden radialmente sobre un ángulo central de la rueda comparativamente pequeño, el sistema de la técnica anterior es adecuado para acabar piezas únicamente cuando están dispuestas en, o cerca de, la posición del punto muerto superior de la rueda portadora y por lo tanto está limitado a acabar sustratos que pueden ser montados y manipulados en un plato aéreo.

Se requiere una atención adicional al documento US-A-5 951 369, que describe un sistema mejorado para aumentar la efectividad del acabado magnetoreológico de un sustrato. Un medidor de flujo en línea está unido en lazo cerrado a la velocidad de rotación de una bomba de carga para asegurar que el caudal de fluido magnetoreológico (MRF) hacia la zona de trabajo sea constante. Un viscosímetro capilar simplificado está dispuesto en el sistema de suministro de fluido a la salida del mismo hacia la superficie exterior. Se envían las señales de salida del medidor de flujo y del sensor viscosímetro de presión a un ordenador que calcula la viscosidad del MRF que está siendo suministrado a la zona de trabajo, y que provoca la reposición de fluido transportador al MRF hasta la concentración de trabajo para devolver la viscosidad al objetivo para asegurar que se proporcione una concentración constante de sólidos magnéticos a la zona de trabajo. Unas piezas polares asimétricas para electroimán de campo en la zona de trabajo extienden el campo magnético a lo largo de la superficie de la rueda aguas arriba de la zona de trabajo para permitir un espesamiento magnético completo del MRF antes de que alcance la pieza a trabajar, además de minimizar el campo marginal en las cercanías del viscosímetro, y acortar el campo magnético a lo largo de la superficie de la rueda aguas abajo de la zona de trabajo.

De acuerdo con la presente invención se proporciona un sistema para el acabado magnetoreológico de sustratos, tal como se expone en la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas de la invención se proporcionan en las reivindicaciones dependientes.

Objetivos de las invenciones

Es un objetivo principal de la invención proporcionar un sistema para el acabado magnetoreológico de sustratos cóncavos en el cual el radio de concavidad sea comparable al radio de la rueda portadora.

Es un objetivo adicional de la invención proporcionar un sistema para el acabado magnetoreológico de sustratos en el cual el acabado pueda llevarse a cabo con cualquier orientación angular deseada de la zona de trabajo en la rueda portadora.

Es otro objetivo adicional de la invención proporcionar un sistema para el acabado magnetoreológico de sustratos grandes en el cual el sustrato esté situado sobre un lecho controlable, la rueda portadora esté situada sobre el sustrato, y se proporcione una zona de trabajo en la posición del punto muerto inferior de la rueda portadora que pueda moverse sobre el sustrato.

Breve descripción de la invención

Brevemente descrito, un sistema mejorado para el acabado magnetoreológico de un sustrato de acuerdo con la invención, tal como se define en las características de la reivindicación 1 comprende una rueda portadora orientada verticalmente que tiene un eje horizontal. La rueda portadora es preferiblemente una sección ecuatorial de una esfera, de manera que la superficie portadora es esférica. La rueda tiene generalmente forma de cuenco, y comprende una placa circular conectada a un medio impulsor rotativo la cual soporta la superficie esférica que se extiende lateralmente desde la placa. Un electroimán que tiene unas piezas polares norte y sur, planas, está dispuesto dentro de la rueda, dentro de la envolvente de la esfera y preferiblemente dentro de la envolvente de la sección esférica definida por la rueda. Los imanes se extienden por encima de una rueda central, en un ángulo de unos 120°, de manera que el fluido magnetoreológico se mantenga en un estado parcialmente espeso bastante por delante y bastante por detrás de la zona de trabajo. Un raspador magnético retira el MRF de la rueda a medida que el espesor disminuye y lo devuelve a un sistema de suministro de fluidos convencional para su acondicionamiento y re-extrusión hacia la rueda. La colocación de imanes dentro de la rueda proporciona un espacio libre en ambos lados de la superficie portadora de manera puedan alojarse sustratos cóncavos grandes, que han de extenderse más allá de los bordes de la rueda, para su acabado. La extensión angular de los imanes provoca que el MRF quede retenido en la rueda sobre un ángulo central extendido en la misma, permitiendo la orientación y el acabado en una zona de trabajo en la posición del punto muerto inferior de la rueda.

Breve descripción de los dibujos

Los anteriores y otros objetivos, características, y ventajas de la invención, así como las realizaciones actualmente preferidas de la misma, se harán más aparentes a partir de la lectura de la siguiente descripción en conexión con los dibujos adjuntos en los cuales:

La Fig. 1 es una vista isométrica desde encima de la porción del conjunto mecánico de un aparato de acabado de sustratos de la técnica anterior, sustancialmente como el que se muestra en la patente '369;

La Fig. 2 es una vista en alzado en sección transversal tomada a través del plano 2-2 de la Fig. 1;

La Fig. 3 es una vista isométrica desde encima de la porción del conjunto mecánico de una primera realización de un aparato mejorado de acabado de sustratos de acuerdo con la invención;

ES 2 344 340 T3

La Fig. 4 es una vista en alzado en sección transversal tomada a través del plano 4-4 de la Fig. 3;

La Fig. 5 es una vista isométrica como la mostrada en la Fig. 3 pero con la rueda portadora y los componentes de manejo de fluidos eliminados para mostrar la disposición de imanes tal como normalmente están dispuestos dentro de la rueda;

La Fig. 6 es una vista isométrica desde debajo de la porción del conjunto mecánico de una segunda realización de un aparato mejorado de acabado de sustratos de acuerdo con la invención; y

La Fig. 7 es una vista en alzado del aparato mostrado en la Fig. 6 en sección transversal tomada a través del plano 7-7, que muestra el aparato en uso para acabar la superficie superior de un sustrato grande en un lecho móvil.

Descripción detallada de la invención

En las Figs. 1 y 2 se muestra el esquema general de la porción de conjunto mecánico 10 de un sistema de acuerdo con la técnica anterior para el acabado magnetoreológico de un sustrato. La porción 10 incluye una base 12 que soporta el núcleo de un imán, preferiblemente el núcleo y los devanados 13 de un electroimán, y que soporta unas piezas de culata izquierda y derecha del imán, 14 y 16 respectivamente, que están conectadas al núcleo de manera convencional. La culata 14 soporta una unidad 18 motriz acoplada mediante un acoplamiento 20 a un eje 22 montado sobre unos cojinetes 24 y un pedestal 26. La unidad 18 motriz se controla mediante un controlador de la unidad motriz (no representado) de manera convencional para controlar la velocidad de rotación de la unidad motriz a un valor deseado. El eje 22 está acoplado de manera rotativa al buje 28 de una brida 30 de la rueda portadora que soporta una superficie periférica 32 que se extiende axialmente con respecto a la brida 30 hacia ambos lados de la misma, preferiblemente de manera simétrica. La superficie 32, que es la superficie de trabajo o superficie portadora del aparato, puede ser sustancialmente plana, es decir, tener una curvatura únicamente en la dirección circunferencial, definiendo una sección cilíndrica, o preferiblemente la superficie 32 también puede estar arqueada en la dirección axial, definiendo una convexidad (tal como se muestra en la Fig. 2). Montadas en las piezas de culata 14, 16 hay unas piezas polares izquierda y derecha, 34 y 36 respectivamente, que se extienden bajo la superficie 32 sustancialmente de manera tangencial a la misma. El imán puede orientarse y operarse alternativamente de manera que las piezas polares 34, 36 sean magnéticamente norte y sur o sur y norte, respectivamente, igualando el efecto. Una boquilla 38 de aplicación está conectada a una línea 40 de suministro para proporcionar una cinta 42 de MRF sobre la superficie 32 de trabajo en movimiento, y un raspador 44 está conectado a una línea 46 de retorno para retirar el MRF de la superficie 32 de trabajo y devolver el MRF a un sistema de recirculación y acondicionamiento (no representado en las Figs. 1 y 2). El raspador 44 preferiblemente está apantallado magnéticamente.

En las Figs. 3 y 5 se muestra el esquema general de una porción 10' de un sistema de acuerdo con la presente invención para el acabado magnetoreológico de un sustrato. La porción 10' incluye una base 12', una primera abrazadera 11, y un brazo 15 para soportar, por ejemplo por medio de pernos, un conjunto de imán 17, preferiblemente el núcleo y los devanados 13' de un electroimán y unas piezas izquierda y derecha de culata del imán, 14' y 16' respectivamente, que son preferiblemente placas planas que tienen unos extremos radiales conformables a la rueda portadora, tal como se muestra en las Figs. 4 y 5, y que están conectadas convencionalmente al núcleo. Una segunda abrazadera 11' que se extiende desde una base 12' soporta un eje 22' montado sobre unos cojinetes 24' y una unidad motriz 18' montada en voladizo en el mismo. La unidad 18' motriz se controla mediante un controlador de la unidad motriz (no representado) de manera convencional para controlar la velocidad de rotación del mecanismo impulsor a un valor deseado. El eje 22' está acoplado de manera rotativa a una brida 30' de la rueda portadora que soporta una superficie periférica 32' que se extiende desde la brida 30' en la dirección opuesta a la unidad 18' de mecanismo impulsor. La brida 30' y la superficie 32' definen juntas una rueda portadora 31, generalmente con forma de cuenco, que está abierta por el lado opuesto a la brida 30' para recibir el conjunto de imán 17. La superficie 32', que es la superficie de trabajo o superficie portadora del aparato, puede ser sustancialmente plana, es decir, tener curvatura únicamente en la dirección circunferencial, definiendo una sección cilíndrica, o preferiblemente la superficie 32' también puede estar arqueada en la dirección axial, definiendo una convexidad (tal como se muestra en la Fig. 2). De acuerdo con la invención, la superficie 32' es una sección ecuatorial de una esfera. El conjunto de imán 17 está dispuesto dentro de la envolvente 35 de una esfera de la cual la superficie 32' es una sección, y está contenida dentro de los límites geométricos de la propia superficie 32' tal como se muestra en la Fig. 4. Por lo tanto, se elimina el impedimento estérico para acabar sustratos cóncavos más amplios que la anchura de la superficie 32 ó 32', tal como se presentaba debido a las piezas 34, 35 polares del aparato 10 de la técnica anterior.

Montadas en las piezas 14', 16' de culata hay unas piezas polares izquierda y derecha, 34' y 36' respectivamente, que se extienden la una hacia la otra y que están separadas por un espacio magnético 37. Mientras que las piezas 14', 16' de culata preferiblemente se extienden sobre un ángulo central de la rueda portadora de unos 120°, las piezas 34', 36' polares se extienden sobre un ángulo central mucho más pequeño, preferiblemente de unos 20°. Por lo tanto hay presente un amplio campo magnético sobre un ángulo central grande, permitiendo al aparato retener el MRF sobre la superficie portadora en un estado semiespeso que resiste la gravedad, permitiendo una zona de trabajo de acabado en cualquier orientación radial deseada del aparato, incluyendo en la posición del punto muerto inferior de la rueda, tal como se muestra en las Figs. 6 y 7 y se describe más adelante. En la zona de trabajo se encuentra presente un campo magnético estrecho e intenso, como parte de un campo marginal formado en el espacio entre las piezas polares.

ES 2 344 340 T3

El conjunto de imán puede orientarse y operarse alternativamente de manera que las piezas 34', 36' polares sean magnéticamente norte y sur o sur y norte, respectivamente, igualando el efecto. Una boquilla 38' de aplicación, soportada por la abrazadera 39 que se extiende desde el brazo 15, está conectada a una línea 40' de suministro para proporcionar una cinta 42' de MRF a la superficie 32' de trabajo en movimiento, y un raspador 44' está conectado a una línea 46 de retorno para retirar el MRF de la superficie 32' de trabajo y devolver el MRF a un sistema de recirculación y acondicionamiento (no representado en las Figs. 3-5) en la forma conocida. El raspador 44' está preferiblemente apantallado magnéticamente. Preferiblemente, los extremos radiales de las piezas 14', 16' de culata se extienden sustancialmente sobre la totalidad de la ruta de contacto de la cinta de MRF con la superficie portadora, entre el punto de aplicación de la boquilla y el punto de retirada del raspador. Una ventaja de un acabador de acuerdo con la invención es que la boquilla y el raspador pueden estar dispuestos esencialmente en cualquier localización radial, incluso mucho más lejos de lo que se muestra en la Fig. 3, de manera que concavidades grandes y profundas que tengan un radio comparable al radio de la rueda portadora puedan ser acabadas sin impedimento por parte de la boquilla y el raspador.

Refiriéndose a las Figs. 6 y 7, una segunda realización 10'' de un aparato para el acabado magnetoreológico de acuerdo con la presente invención es sustancialmente idéntica en diseño a la primera realización 10'. Sin embargo, el aparato está dispuesto de manera que pueda formarse una zona 58 de trabajo en la posición de punto muerto inferior de la rueda portadora 31. Esto permite el uso del aparato para una función completamente nueva, el acabado de sustratos muy grandes tales como espejos astronómicos. Tales sustratos son demasiado grandes y pesados para ser manejados en un plato aéreo conectado a una máquina posicionadora de 5 ejes, como en la técnica conocida. Tal sustrato, mostrado como sustrato 60 en la Fig. 7, puede montarse convenientemente en un subpiso o lecho 62 que puede estar conectado a una máquina posicionadora de 5 ejes controlada por ordenador de la manera conocida (no representada en la Fig. 7), por lo cual cualquier contorno de superficie deseado puede acabarse en la superficie superior 64 del sustrato 60.

A partir de la descripción precedente será aparente que se ha proporcionado un sistema mejorado para el acabado magnetoreológico de sustratos en el cual el sistema de imanes está contenido dentro la envolvente esférica de la rueda portadora, eliminando por lo tanto los impedimentos estéricos adyacentes a la rueda, y en el cual el sistema puede retener un fluido magnetoreológico en la superficie portadora en cualquier ángulo de orientación de la zona de trabajo, permitiendo por lo tanto el acabado de sustratos grandes montados debajo del sistema. Ciertas variaciones y modificaciones del presente sistema de acabado, de acuerdo con la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas, sin duda serán obvias para los expertos en la técnica. Por consiguiente, la descripción anterior debe tomarse como ilustrativa y no en un sentido limitativo.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para el acabado magnetoreológico de sustratos, que comprende:

a) una estructura (10');

b) una rueda portadora (31) montada de manera rotativa sobre dicha estructura, teniendo dicha rueda un interior hueco (35), definiendo la superficie exterior de dicha rueda una superficie portadora (32') para un fluido magnetoreológico (42') en una zona (58) de trabajo, siendo dicha rueda portadora una sección ecuatorial de una esfera;

c) un sistema (17) de imanes montado en dicha estructura (10') para espesar dicho fluido magnetoreológico (42') sobre dicha superficie portadora (32'), incluyendo dicho sistema (17) de imanes

un electroimán que tiene unos devanados (13') alrededor de un núcleo,

una primera y segunda piezas (14', 16') de culata sujetas a los extremos opuestos de dicho núcleo, que se extienden sustancialmente paralelas y que incluyen

una primera y una segunda piezas polares (34', 36'), **caracterizado** porque

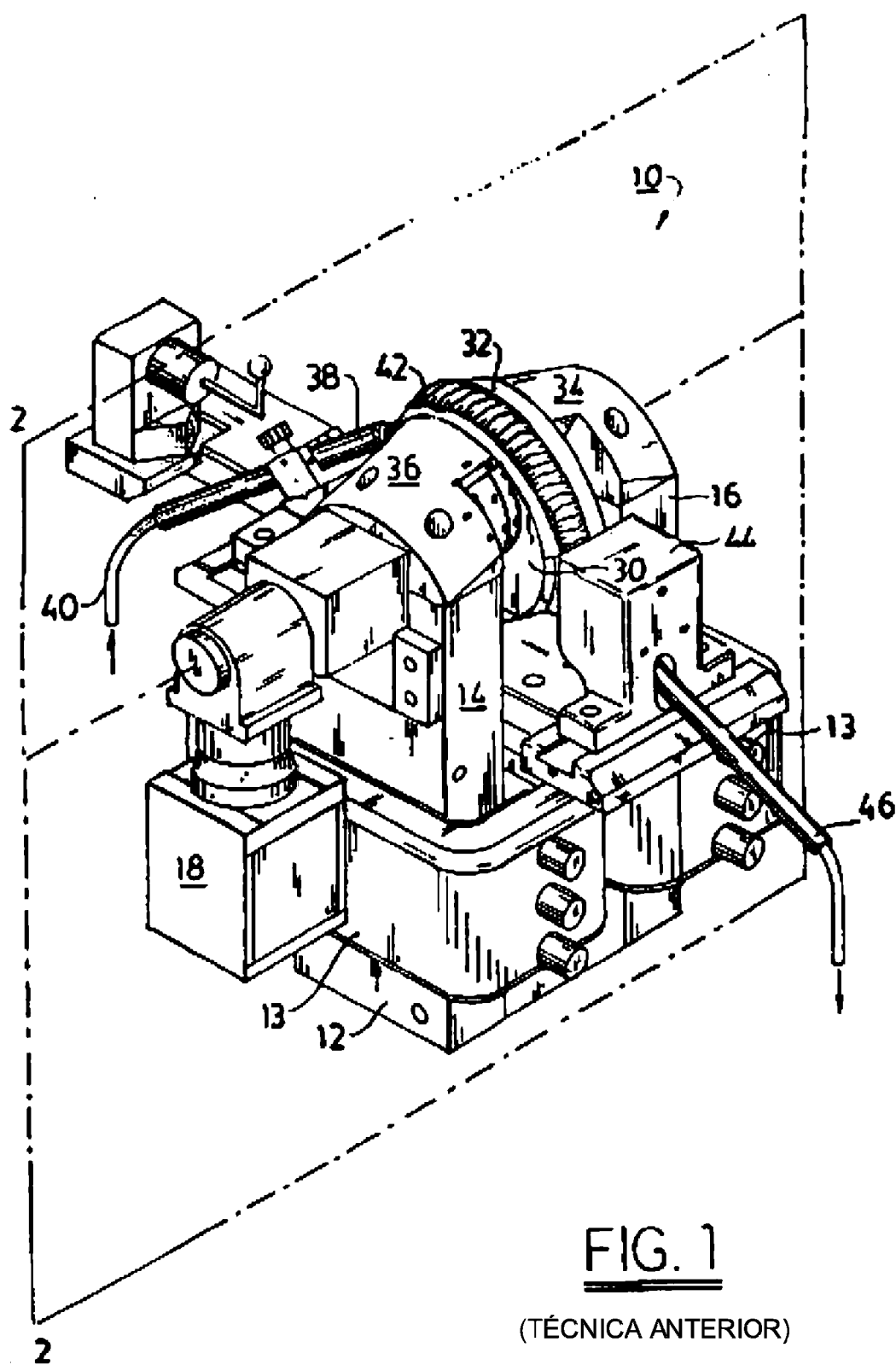
dicho sistema (17) de imanes está dispuesto dentro de la envolvente (35) proyectada de dicha esfera, dichas piezas (14', 16') de culata están en cercana proximidad con una pared interior de dicha superficie portadora (32') y dichas piezas (34, 36) polares están sujetas a, y entre, dicha primera y segunda piezas (14', 16') de culata respectivamente y se extienden la una hacia la otra para definir un espacio magnético (37) entre las mismas, adyacente a dicha pared interior, para crear un campo magnético en una zona (58) de trabajo de dicha superficie portadora (32').

2. Un sistema de acuerdo con la Reivindicación 1, en el cual dicha primera y segunda piezas (14', 16') de culata se extienden sobre un ángulo central de dicha rueda portadora (31') de unos 120°.

3. Un sistema de acuerdo con la Reivindicación 1, en el cual dicha zona (58) de trabajo está presente en dicha superficie portadora (32') aproximadamente en una posición de punto muerto superior de dicha rueda portadora (31).

4. Un sistema de acuerdo con la Reivindicación 1, en el cual dicha zona (58) de trabajo está presente en dicha superficie portadora (32') aproximadamente en una posición de punto muerto inferior de dicha rueda portadora (31).

5. Un sistema de acuerdo con la Reivindicación 1, en el cual dicho sistema (17) de imanes está dispuesto dentro de dicha rueda portadora (31).



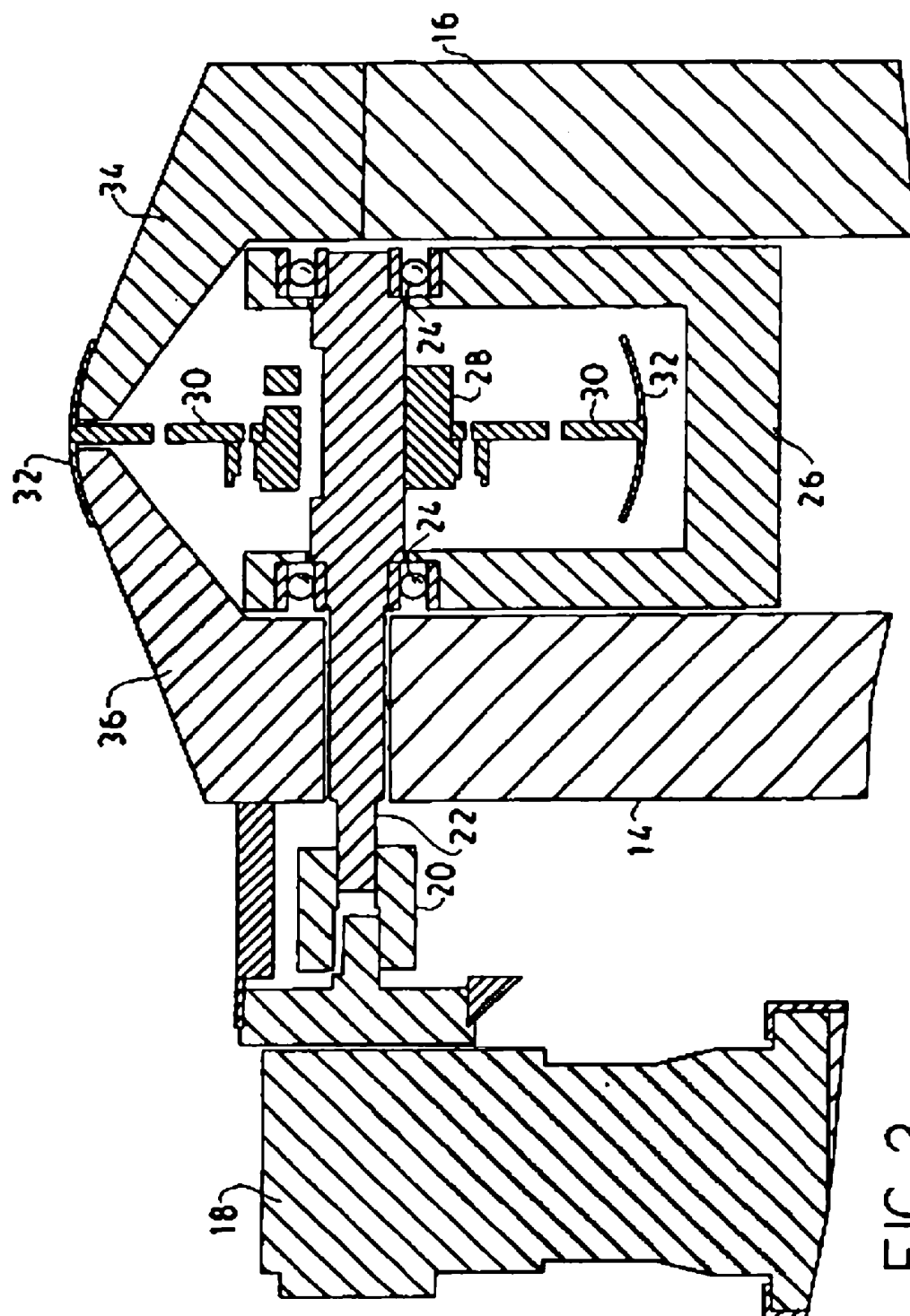
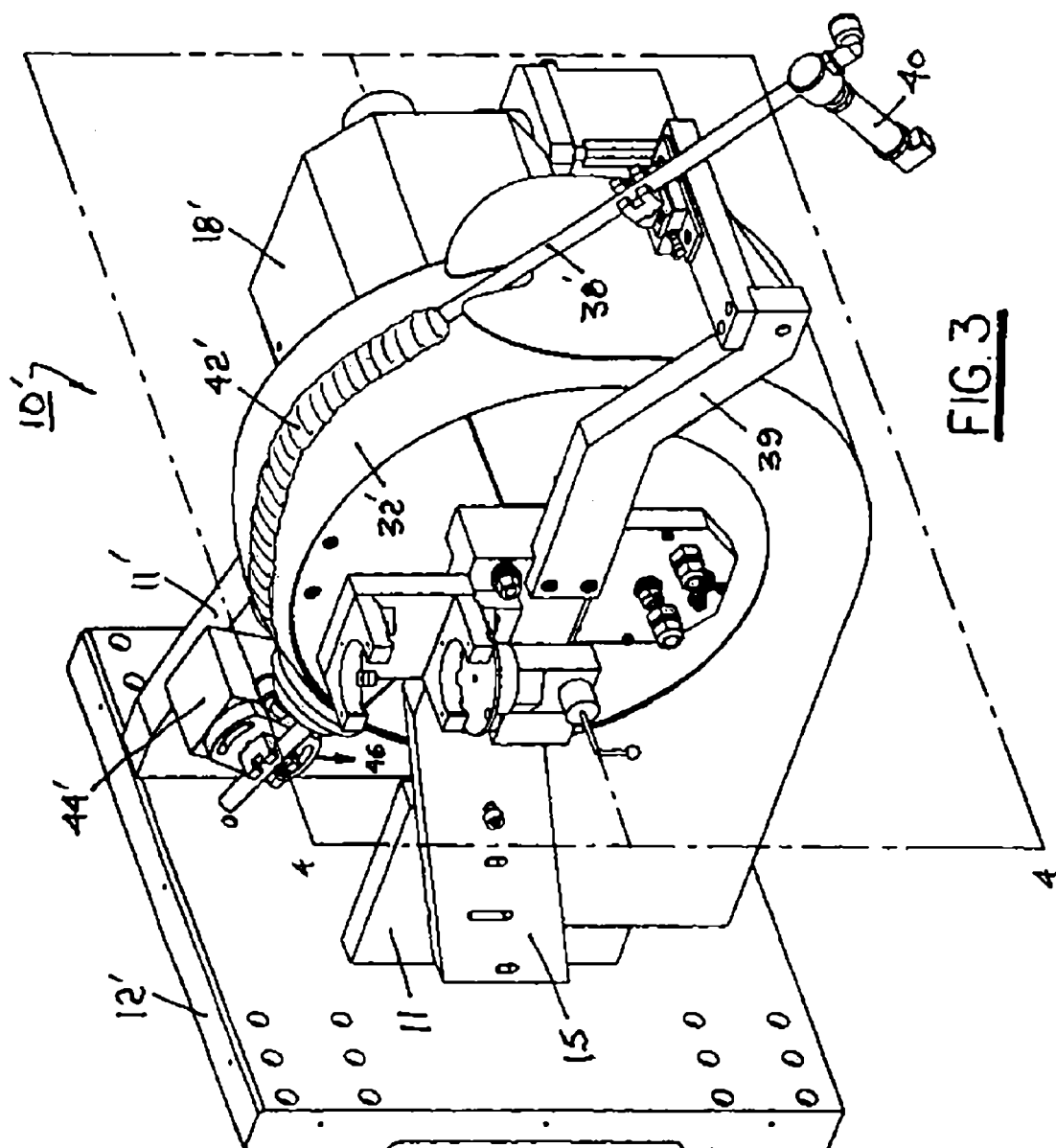
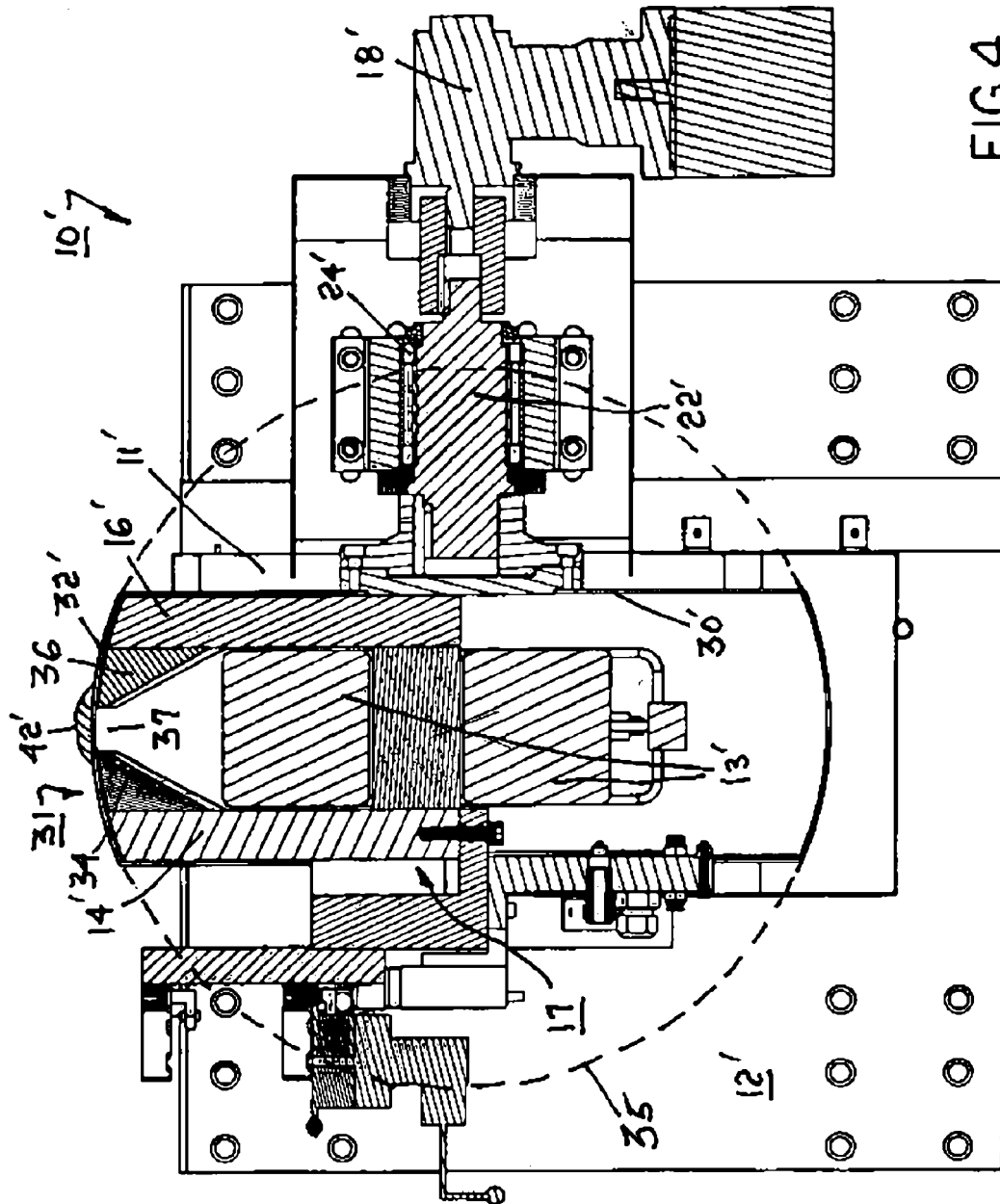


FIG. 2
(TÉCNICA ANTERIOR)





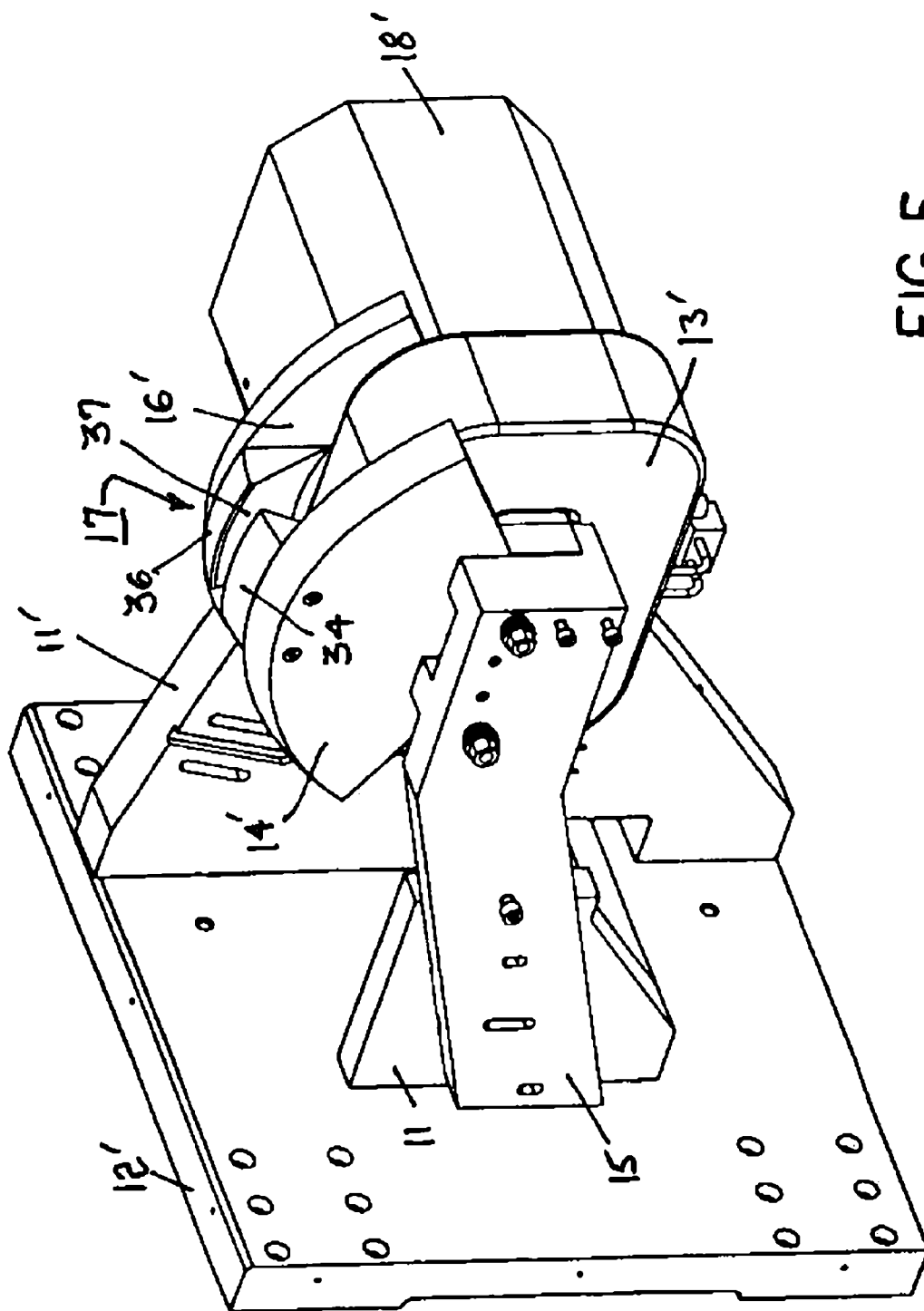
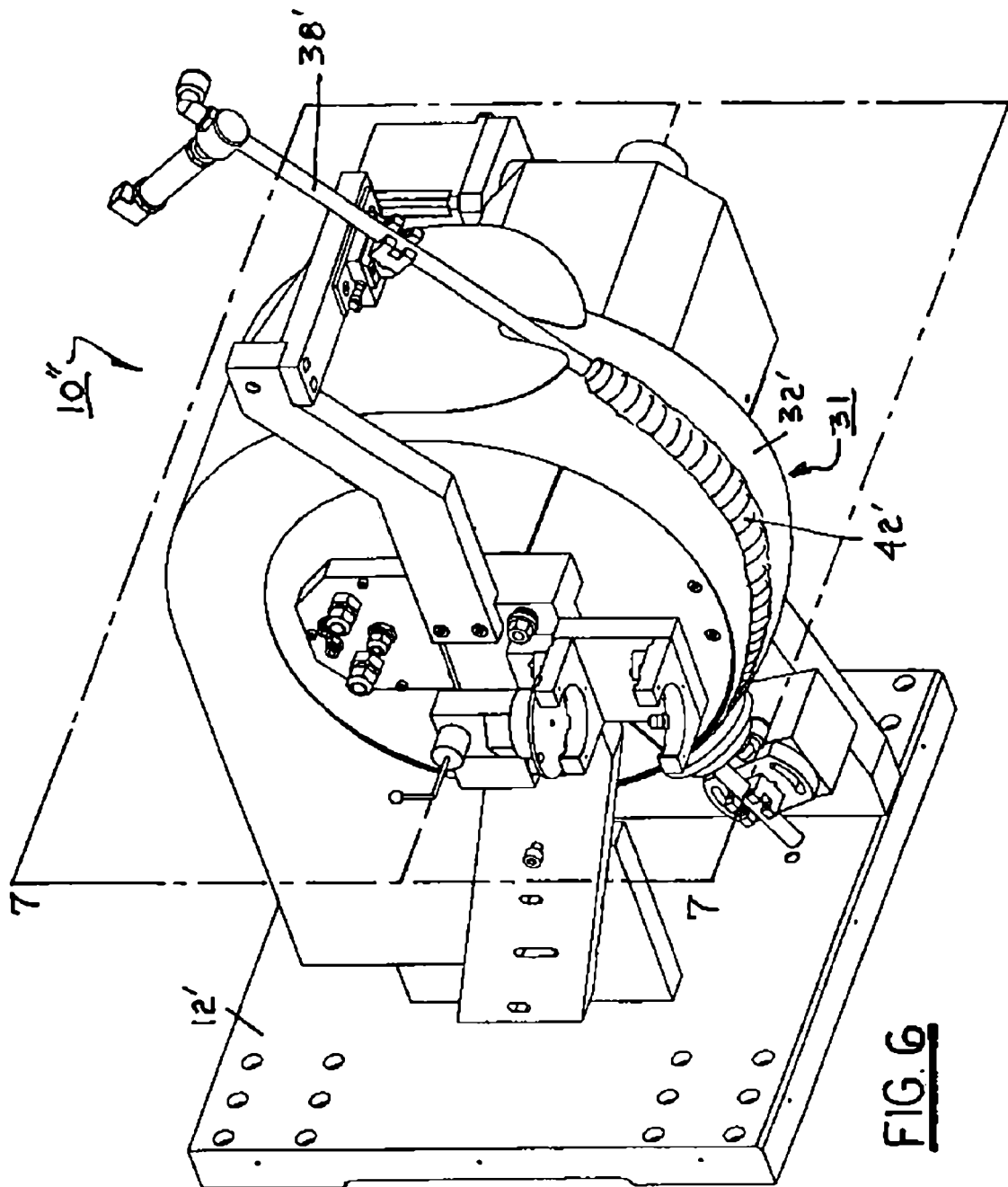


FIG. 5



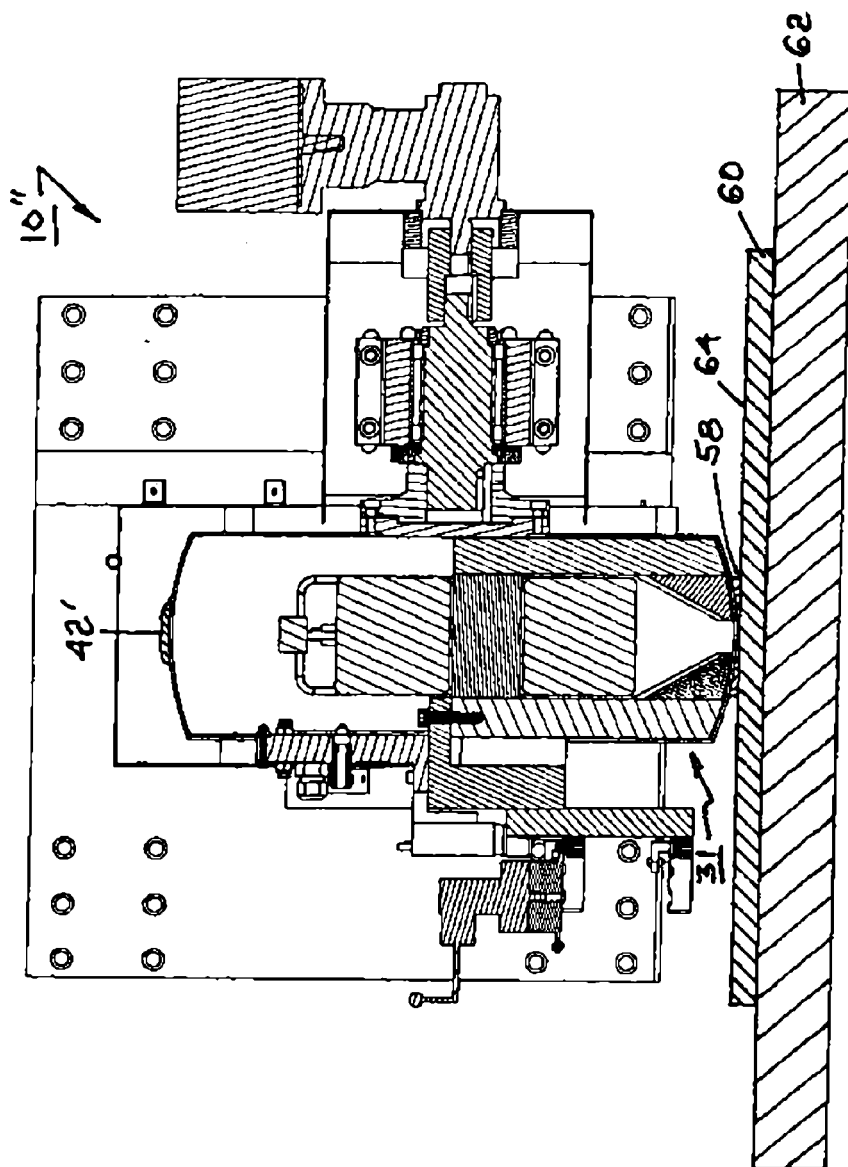


FIG. 7