

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 324**

51 Int. Cl.:

**B23B 31/02** (2006.01)

**B23B 31/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2008 E 08861942 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2013 EP 2231355**

54 Título: **Sistema que comprende un mandril**

30 Prioridad:

**19.12.2007 US 14911**  
**05.09.2008 US 205654**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.04.2013**

73 Titular/es:

**ILLINOIS TOOL WORKS INC. (100.0%)**  
**3600 WEST LAKE AVENUE**  
**GLENVIEW, IL 60026, US**

72 Inventor/es:

**PUPPALA, MADHAV, S. y**  
**GROBBEL, THOMAS, M.**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 402 324 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 que comprende un mandril.

### Antecedentes

5 La invención se refiere en general a un sistema que comprende un mandril para su uso en un equipo giratorio, tal como un torno.

10 Un mandril normalmente gira en respuesta a un accionador giratorio, tal como un motor eléctrico. En un equipo de gran tamaño, tal como un torno fijo, el mandril es enorme. En general, el mandril tiene un cuerpo todo de acero para resistir la naturaleza erosiva del material cortado y lanzado fuera de una pieza de trabajo. Desafortunadamente, el cuerpo todo de acero requiere una cantidad considerable de momento de torsión para girar el mandril y, también, una cantidad considerable de tiempo para acelerar el mandril a la velocidad deseada. Como resultado, el equipo puede utilizar un motor relativamente más grande, a un coste más alto, para aumentar el momento de torsión y mejorar el tiempo de respuesta. De otro modo, con un motor más pequeño, el equipo puede simplemente tener un tiempo de respuesta menor, lo que deriva en un aumento global del tiempo para cualquier proceso dado con el equipo. Así, el cuerpo todo de acero da como resultado una compensación entre el coste y el rendimiento.

15 El documento GB 848.551 A describe un sistema con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

### Breve descripción

20 Un sistema de acuerdo con la invención comprende una herramienta de corte, un accionador, y un mandril que gira mediante el accionador. El mandril comprende un cuerpo con un núcleo dispuesto en una carcasa, en el que la carcasa está hecha de un metal y el núcleo está hecho de un material compuesto. El mandril comprende también un juego mordazas acopladas al cuerpo, en el que las mordazas están configuradas para retener una pieza de trabajo adyacente a la herramienta de corte.

### Dibujos

La presente invención se entenderá mejor cuando se lea la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos que se acompañan en los que los números similares representan partes similares en todos los dibujos, en los que:

25 La figura 1 es un diagrama de bloques de una realización de un sistema que tiene un mandril híbrido con una carcasa de protección dispuesta alrededor de un núcleo de peso ligero;

La figura 2 es una vista en perspectiva frontal de una realización del mandril híbrido como se ilustra en la figura 1;

La figura 3 es una vista en perspectiva frontal despiezada de una realización del mandril híbrido como se ilustra en la figura 1;

30 La figura 4 es una vista en perspectiva posterior despiezada de una realización del mandril híbrido como se ilustra en la figura 1;

Las figuras 5A, 5B, y 5C son vistas frontales de una realización del mandril híbrido, como se ilustra en la figura 1, que ilustra además una posición abierta, una posición de funcionamiento, y una posición cerrada de un juego de tres mordazas;

35 Las figuras 6A, 6B, y 6C son secciones transversales de una realización del mandril híbrido tomadas por la línea 6A-6A de la figura 5A, la línea 6B-6B de la figura 5B, y la línea 6C-6C de la figura 5C, respectivamente;

La figura 7 es una vista en perspectiva posterior despiezada de una realización del mandril híbrido, como se ilustra en la figura 1, que ilustra el núcleo de peso ligero despiezado a partir de la carcasa de protección;

40 La figura 8 es una vista en perspectiva posterior de una realización del mandril híbrido, como se ilustra en la figura 1, que ilustra la cubierta de protección ajustada por contracción alrededor del núcleo de peso ligero;

La figura 9 es una vista en perspectiva posterior de una realización del mandril híbrido, como se ilustra en la figura 1, que ilustra el núcleo de peso ligero con características internamente mecanizadas;

45 La figura 10 es una vista en perspectiva posterior de una realización del mandril híbrido, como se ilustra en la figura 1, que ilustra un conjunto de componentes dentro de las características internamente mecanizadas, y que ilustra una placa posterior despiezada a partir del conjunto;

La figura 11 es una vista en perspectiva posterior de una realización del mandril híbrido, como se ilustra en la figura 1, que ilustra la placa posterior unida al conjunto;

La figura 12 es un organigrama que ilustra una realización de un proceso para fabricar el mandril híbrido como se ilustra en la figura 1;

Las figuras 13A, 13B, 13C y 13D son vistas esquemáticas de una realización para fabricar el mandril híbrido como se ilustra en la figura 1;

5 Las figuras 14A, 14B, y 14C son vistas esquemáticas de una realización para fabricar un núcleo de peso ligero compuesto del mandril híbrido como se ilustra en la figura 1;

La figura 15 es una vista esquemática de una realización para moldear por inyección el núcleo de peso ligero en la carcasa de protección del mandril híbrido como se ilustra en la figura 1;

10 La figura 16 es una vista esquemática de una realización que utiliza pernos para fijar mecánicamente la carcasa de protección al núcleo de peso ligero del mandril híbrido como se ilustra en la figura 1; y

La figura 17 es una vista esquemática de una realización que utiliza un grupo de cuñas y ranuras para fijar mecánicamente la carcasa de protección al núcleo de peso ligero del mandril híbrido como se ilustra en la figura 1.

#### Descripción detallada

15 A continuación se describen una o más realizaciones específicas de la presente invención. Con el fin de proporcionar una descripción concisa de estas realizaciones, en la memoria no se pueden describir todas las características de una aplicación real. Se debe tener en cuenta que en el desarrollo de cualquier aplicación real, tal como en cualquier proyecto de ingeniería o de diseño, se deben tomar muchas decisiones de aplicación específicas para lograr los objetivos específicos de los creadores, tales como el cumplimiento de las restricciones relacionadas con el sistema y las relacionadas con los negocios, las cuales pueden variar de una aplicación a otra. Además, se debe tener en cuenta que tal esfuerzo de desarrollo podría ser complejo y requerir tiempo, sin embargo podría ser una rutina que realice un diseño, una fabricación, y una manufactura para aquellos expertos que tengan el beneficio de esta descripción.

20 Cuando se introducen elementos de diversas realizaciones de la presente invención, se pretende que los artículos "un", "una", "el, la, los, las" y "dicho, dicha, dichos, dichas" signifiquen que hay uno o más elementos. Los términos "comprende", "incluye", y "tiene" pretenden ser inclusivos y significan que puede haber elementos adicionales distintos de los elementos enumerados.

30 Como se describe en detalle más adelante, varias realizaciones de un mandril híbrido 12 evitan una construcción toda de acero en favor de una construcción de múltiples materiales utilizando tanto materiales ligeros como materiales resistentes a la erosión. Como ya se ha descrito anteriormente, el mandril híbrido 12 a menudo está expuesto a la erosión por las esquirlas de una pieza de trabajo 14. Por tanto, las realizaciones del mandril híbrido 12 emplean un material resistente a la erosión a lo largo de las superficies expuestas a tal erosión, mientras que emplea materiales ligeros en zonas menos propensas a someterse a la erosión.

35 La figura 1 es un diagrama de bloques de una realización de un sistema 10 que utiliza un mandril híbrido 12 para asegurar una pieza de trabajo 14. Como se describe en detalle más adelante, el mandril híbrido 12 tiene un cuerpo 16 hecho de al menos dos materiales diferentes. En particular, el cuerpo 16 está diseñado para reducir el peso manteniendo al mismo tiempo la protección externa contra el entorno de trabajo. Por ejemplo, una realización del cuerpo 16 incluye una carcasa de protección 50 dispuesta alrededor de un núcleo de peso ligero 52 (véanse las figuras 2 a 11). La carcasa de protección 50 está configurada para resistir la erosión que producen las esquirlas lanzadas durante una operación de corte o similar. El núcleo de peso ligero 52 está configurado para reducir el peso específico de todo el cuerpo 16, de manera que el mandril híbrido 12 pueda girar más rápidamente hasta la velocidad deseada. En una realización, el cuerpo 16 del mandril híbrido 12 incluye un ajuste por contracción de una carcasa de protección anular metálica 50 alrededor de un núcleo compuesto 52 generalmente cilíndrico.

40 Como se describe con más detalle a continuación, el mandril híbrido 12 puede estar hecho de una variedad de materiales, conexiones, formas y diseños. Por ejemplo, la carcasa de protección 50 puede estar hecha de una variedad de metales. El núcleo de peso ligero 52 puede estar hecho de una variedad de compuestos. En una realización, la carcasa de protección 50 está hecha de acero inoxidable, y el núcleo de peso ligero 52 está hecho de un material compuesto que incluye fibras o partículas en un aglutinante plástico, por ejemplo, fibra de vidrio en un aglutinante epoxi. Por ejemplo, el material compuesto puede incluir capas de tela tejida con fibra de vidrio impregnada con un aglutinante de resina epoxi, por ejemplo, tela sumergida en epoxi y apilada una sobre otra. Dicho material compuesto es cristal reforzado con epoxi NEMA Grado G10. El material compuesto puede incluir también un material ignífugo, por ejemplo, un material ignífugo NEMA Grado FR4. En una realización, el núcleo de peso ligero 52 está hecho de un compuesto G10-FR4, un compuesto G11-FR5, u otro material compuesto adecuado. Estos materiales compuestos presentan una alta resistencia, mejores propiedades adhesivas, y una gran estabilidad dimensional. La estabilidad dimensional es particularmente útil para el mecanizado y el mantenimiento de tolerancias estrechas. El mandril híbrido 12 puede incluir

también una cubierta posterior 62 (véanse las figuras 2 a 11) hecha de un material ligero con cierta resistencia a la erosión, por ejemplo, aluminio. Además, como se describe en detalle a continuación, la carcasa de protección 50 puede estar asegurada al núcleo de peso ligero 52 mediante un enlace químico, un enlace mecánico o acoplamiento, o una combinación de los mismos. Por ejemplo, el enlace químico puede incluir un adhesivo, tal como un epoxi, entre la

5 carcasa de protección 50 y el núcleo de peso ligero 52. El enlace mecánico o el acoplamiento puede incluir un ajuste por contracción con o sin una precarga resultante, un mecanismo de sujeción, un perno, una cuña en conexión con la ranura de acoplamiento, una conexión geométrica macho/hembra, o cualquier combinación de los mismos. A continuación, se describen más detalles y realizaciones del mandril híbrido 12 con referencia a las figuras 2 a 17.

Como se ilustra en la figura 1, el sistema 10 incluye una entrada de usuario 18, un control 20, un accionador giratorio 22 (por ejemplo, un motor eléctrico), un alimentador de lubricante 24, una bomba de lubricante 26, una herramienta de corte 28, un alimentador de fluido 30, y un accionador de mordaza 32 (por ejemplo, una bomba de fluido). En determinadas realizaciones, el mandril híbrido 12 incluye una pluralidad de mordazas 34 configuradas para expandirse y contraerse como se indica con las flechas 36, abriendo y cerrando así la pieza de trabajo 14. El accionador giratorio 22 se acopla al mandril híbrido 12 mediante un árbol 38 u otra conexión adecuada para permitir la rotación, como se indica con la flecha 40. Por lo tanto, el accionador giratorio 22 proporciona un momento de torsión para hacer girar el mandril híbrido 12, girando por ello la pieza de trabajo 14 retenida por la pluralidad de mordazas 34. De nuevo, como ya se ha indicado anteriormente y se analiza más adelante, el cuerpo 16 del mandril híbrido 12 puede incluir una carcasa de protección dispuesta alrededor de un núcleo de peso ligero, de manera que el cuerpo 16 tenga un menor específico mientras mantiene la protección externa. Así, el menor peso específico del cuerpo 16 permite que el accionador giratorio 22 acelere más rápidamente el mandril híbrido 12 hasta una velocidad deseada, reduciendo así el tiempo de funcionamiento para un procedimiento particular. Además, el menor peso específico del cuerpo 16 puede permitir el uso de un motor más pequeño para el accionador giratorio 22, reduciendo así los costes asociados al sistema 10.

10  
15  
20

El control ilustrado 20 está configurado para controlar el accionador giratorio 22, la bomba de lubricante 26, la herramienta de corte 28, y el accionador de mordaza 32 mediante controles preestablecidos y/o la entrada de usuario 18. Por ejemplo, el control 20 puede controlar la herramienta de corte 28 para que se mueva longitudinalmente a lo largo de un eje 42, como se indica con la flecha 44, radialmente hacia adentro y hacia afuera con respecto al eje 42, como se indica con la flecha 46, o una combinación de los mismos. La herramienta de corte 28 puede incluir una variedad de cuchillas, tal como una herramienta de corte de torno. Además, el control 20 puede controlar la bomba de lubricante 26 para suministrar lubricante desde el alimentador de lubricante 24 a la herramienta de corte 28, la pieza de trabajo 14, o una combinación de los mismos. El control 20 también puede controlar el accionador de mordaza 32 para expandir y contraer la pluralidad de mordazas 34, como se indica con las flechas 36. En una realización, el accionador de mordaza 32 es una bomba de fluido, tal como una bomba hidráulica, que proporciona fluido desde el alimentador de fluido 30 a un mecanismo accionado por fluido dentro del mandril híbrido 12 para accionar la apertura y el cierre de las mordazas 34. Sin embargo, cualquier mecanismo de accionamiento adecuado puede ser utilizado para abrir y cerrar las mordazas 34.

25  
30  
35

La figura 2 es una vista en perspectiva de frente de una realización del mandril híbrido 12, como se ilustra en la figura 1. En la realización ilustrada, el cuerpo 16 tiene una carcasa de protección 50 dispuesta alrededor de un núcleo de peso ligero 52, de manera que el cuerpo 16 mantiene la protección externa reduciendo al mismo tiempo el peso específico del mandril híbrido 12. La carcasa de protección 50 incluye una pared lateral anular 54, una pared frontal 56, y una abertura posterior opuesta 58. Un juego de tres mordazas 34 se acoplan de manera pivotante a la pared frontal 56 del cuerpo 16 mediante conjuntos de unión correspondientes 60. En determinadas realizaciones, los conjuntos de unión 60 pueden permitir el traslado en la dirección radial, el traslado en la dirección axial, o la rotación alrededor de múltiples ejes. Por ejemplo, la realización ilustrada del grupo de unión 60 permite la rotación de las mordazas 34 con un movimiento pivotante hacia dentro y hacia fuera entre sí y el eje 42.

40

El mandril híbrido 12 puede incluir también una cubierta posterior 62 dispuesta sobre la abertura posterior 58 de la carcasa de protección 50. En determinadas realizaciones, la cubierta posterior 62 puede estar hecha del mismo material que la carcasa de protección 50, el mismo material que el núcleo de peso ligero 52, o una combinación de los mismos. En otras realizaciones, la cubierta posterior 62 puede estar hecha de un material diferente tanto de la carcasa de protección 50 como del núcleo de peso ligero 52. Por ejemplo, la cubierta posterior 62 puede tener una dureza, un peso específico, y/o una densidad intermedia entre el material de construcción de la carcasa de protección 50 y del núcleo de peso ligero 52. En una realización, la carcasa de protección 50 puede estar hecha de acero inoxidable, la cubierta posterior 62 puede estar hecha de aluminio, y el núcleo de peso ligero 52 está hecho de un material compuesto. Como se puede apreciar, la carcasa de protección 50 tiene la pared lateral anular 54 y la pared frontal 56 muy cerca de la pieza de trabajo 14, de la herramienta de corte 28, y de las esquirlas lanzadas procedentes de la operación de corte. Como resultado de ello, la pared lateral anular 54 y la pared frontal 56 son más susceptibles a la erosión debido a las esquirlas lanzadas procedentes de la operación de corte, mientras que la cubierta posterior 62 es menos susceptible a la erosión producida por las esquirlas lanzadas. En consecuencia, la cubierta posterior 62 puede estar hecha de un material protector, tal como aluminio, para proporcionar cierta protección externa contra la erosión, con un peso mucho menor que el de la carcasa de protección 50.

45  
50  
55

Las figuras 3 y 4 son vistas en perspectiva despiezadas de una realización del mandril híbrido 12, como se ilustra en las figuras 1 y 2. Como se describe en detalle más adelante, la carcasa de protección 50 y el núcleo de peso ligero 52 pueden acoplarse entre sí mediante un ajuste por contracción, un adhesivo, un elemento de fijación mecánico, un moldeo por inyección directa, o una combinación de los mismos. Así, las vistas despiezadas de las figuras 3 y 4 están destinadas sólo a mostrar la interrelación entre los componentes del mandril híbrido 12. En la realización ilustrada, el mandril híbrido 12 incluye el juego de tres mordazas 34, la carcasa de protección 50 con el grupo de tres conjuntos de unión 60, el núcleo de peso ligero 52, un grupo de seis cojinetes roscados 70, una placa de accionador 72, y la cubierta posterior 62 en una disposición en piezas separadas entre sí. Cada mordaza 34 incluye un receptáculo de montaje o un acoplamiento de unión 74, configurado para conectarse a un poste de montaje correspondiente o un acoplamiento de mordaza 76 en cada grupo de unión correspondiente 60.

Al contrario que las mordazas 34, cada grupo de unión 60 incluye una junta esférica 78 dispuesta alrededor de un poste de guía 80. Como se describe más adelante, la junta esférica 70 está configurada para deslizarse a lo largo del poste de guía 80 para hacer pivotar la mordaza correspondiente 34 en las direcciones radiales hacia dentro y hacia fuera 36, como se ilustra en la figura 1. Las juntas esféricas 78 están configuradas para montarlas en receptáculos de unión correspondientes 82 de la placa de accionador 72. Los receptáculos de unión 82 retienen las juntas esféricas 78 dentro de la placa de accionador 72, de manera que la placa de accionador 72 pueda trasladarse a lo largo del eje 42 para provocar el movimiento de las juntas esféricas 78 a lo largo de los postes de guía 80.

La placa de accionador 72 tiene un cuerpo en forma de hoja de trébol 84, configurado para encajar en un receptáculo correspondiente en forma de hoja de trébol 86 de un soporte de accionador 88 dentro del núcleo de peso ligero 52. Por lo tanto, el núcleo de peso ligero 52 encaja en la pared lateral anular 54 de la carcasa de protección 50, la placa de accionador 72 encaja en el soporte de accionador 88 del núcleo de peso ligero 52, y el grupo de tres juntas esféricas 78 encaja en el grupo de tres receptáculos de unión 82 de la placa de accionador 72. Como se describe más adelante, el receptáculo de hoja de trébol 86 tiene una longitud axial mayor que el cuerpo de hoja de trébol 84, lo que permite el movimiento axial de la placa de accionador 72 dentro del núcleo de peso ligero 52 después del montaje en la carcasa de protección 50. Este margen de movimiento axial permite que la placa de accionador 72 accione las mordazas 34 mediante la rotación de los conjuntos de unión 60.

El mandril híbrido 12 incluye también una pluralidad de características de montaje para asegurar los componentes entre sí y también al accionador giratorio 22. Por ejemplo, el núcleo de peso ligero 52 incluye un grupo de seis receptáculos de cojinete 90 configurados para recibir cojinetes roscados correspondientes 70, que a su vez se alinean con receptáculos de perno 92 en la cubierta posterior 62. Así, la cubierta posterior 62 puede ser atornillada al núcleo de peso ligero 52 asegurando los pernos a través de los receptáculos de perno 92 y hacia los cojinetes roscados 70 asegurados dentro del núcleo de peso ligero 52. Como se describe en más detalle a continuación, el núcleo de peso ligero 52 puede asegurarse dentro de la carcasa de protección 50 mediante un ajuste por contracción, un enlace químico (por ejemplo, un adhesivo), un enlace mecánico o un conector (por ejemplo, un perno, una ranura y una cuña, un saliente radial, etc), o una combinación de los mismos.

Todo el mandril híbrido 12 puede asegurarse en el accionador giratorio 22 o en otra parte del sistema 10 con uno o más elementos de fijación. Por ejemplo, en la realización ilustrada, se pueden asegurar pernos en una serie de receptáculos de montaje dentro de la cubierta posterior 62, el núcleo de peso ligero 52, y la carcasa de protección 50. Por ejemplo, la cubierta posterior 62 incluye un grupo de tres receptáculos de montaje de accionador 94, el núcleo de peso ligero 52 incluye un grupo de tres receptáculos de montaje de accionador 96, y la carcasa de protección 50 incluye un grupo de tres receptáculos de montaje de accionador 98. Por tanto, un grupo de tres pernos puede extenderse a través de y/o roscarse en los grupos de receptáculos de montaje de accionador 94, 96, y 98, de manera que el mandril híbrido 12 sea asegurado en el accionador giratorio 22 o en una parte giratoria adecuada del accionador giratorio 22.

Las figuras 5A, 5B, y 5C son vistas superiores de una realización ejemplar del mandril híbrido 12, como se ilustra en las figuras 1 a 4, que ilustran una posición abierta, una posición de funcionamiento, y una posición cerrada de las mordazas 34. En concreto, la figura 5A ilustra las mordazas 34 en una posición abierta, en la que las mordazas 34 se expanden radialmente hacia fuera entre sí y el eje 42, como se indica con las flechas 36. En esta posición abierta, la pieza de trabajo 14 se puede insertar o retirar de un espacio central 110 entre el juego de tres mordazas 34. La figura 5B ilustra el juego de tres mordazas 34 en una posición de funcionamiento, en la que las mordazas 34 están aseguradas alrededor de la pieza de trabajo 14 que está dispuesta en el espacio central 110. La figura 5C ilustra las mordazas 34 en una posición cerrada, en la que las mordazas 34 están totalmente contraídas una hacia otra alrededor del espacio central 110, como se indica con las flechas 36. Así, como se ilustra en las figuras 5A, 5B, y 5C, se puede hacer que el juego de mordazas 34 pivote hacia dentro y hacia fuera una con respecto a otra para agarrar o liberar la pieza de trabajo 14 a lo largo del eje de rotación 42.

Las figuras 6A, 6B, y 6C son vistas en sección transversal del mandril híbrido 12 tomadas por la línea 6A-6A de la figura 5A, la línea 6B-6B de la figura 5B, y la línea 6C-6C de la figura 5C. En particular, las figuras 6A, 6B y 6C ilustran el accionamiento interno de las mordazas 34 en la posición abierta, la posición de funcionamiento, y la posición cerrada.

## ES 2 402 324 T3

Como se ilustra en general en las figuras 6A, 6B, y 6C, la placa de accionador 72 se traslada a lo largo del eje 42 dentro del soporte de accionador 88 del núcleo de peso ligero 52. Como resultado de este traslado, la placa de accionador 72 transporta cada junta esférica 78 del conjunto de unión 60 longitudinalmente a lo largo de cada poste de guía inclinado correspondiente 80. A su vez, el conjunto de unión 60 gira en una junta esférica 120 dispuesta alrededor de un eje 122. Es decir, la placa de accionador 72 transforma el movimiento de traslación en un movimiento radial o de apalancamiento contra los postes de guía 80, causando así la rotación alrededor del eje 122 del conjunto de unión 60.

En funcionamiento, el traslado de la placa de accionador 72 en una dirección hacia delante 124 causa la expansión radial de las mordazas 34, como se indica con las flechas 36 en la figura 6A. Por el contrario, el movimiento de traslación en una dirección inversa 126 causa la contracción radial de las mordazas 34, como se indica con las flechas 36 en las figuras 6B y 6C. En ciertas realizaciones, el movimiento de traslación impartido a la placa de accionador 72 puede conseguirse mediante un accionador eléctrico, un accionador neumático, un accionador hidráulico, u otro mecanismo accionador adecuado. Por ejemplo, como se ilustra en las figuras 6A, 6B, y 6C, un fluido hidráulico puede proporcionar una presión positiva o negativa dentro de una cámara 128 en un árbol 130 de la placa de accionador 72. Por ejemplo, una bomba hidráulica puede bombear el fluido hidráulico a la cámara 128 para causar el movimiento de traslación hacia delante 124, o la bomba hidráulica puede bombear el fluido hidráulico fuera de la cámara 128 para causar el movimiento de traslación inverso 126. Alternativamente, un accionador puede simplemente proporcionar una fuerza externa en la dirección de avance 124 o en la dirección inversa 126 para causar el movimiento de la placa de accionador 72.

Como se ilustra en las figuras 6A, 6B, y 6C, la carcasa de protección 50 y la cubierta posterior 62 por lo menos sustancial o completamente rodean y encierran el núcleo de peso ligero 52. Es decir, la carcasa de protección 50 y la cubierta posterior 62 rodean el núcleo de peso ligero 52 a excepción del espacio ocupado por los conjuntos de unión 60, los pernos que hay en los receptáculos, y las conexiones con el árbol 130. En esta configuración, la carcasa de protección 50 puede estar hecha de acero de alta resistencia y/o de acero inoxidable. En una realización, la carcasa de protección 50 está hecha de acero AISI 4150 precalentado tratado hasta una dureza de 26-33 en la escala Rockwell "C". Por el contrario, el núcleo de peso ligero 52 puede estar hecho de un material compuesto que se caracteriza por tener un menor peso específico, menor densidad, menor dureza, menor resistencia a la erosión, o una combinación de los mismos, con respecto al material de la carcasa de protección 50. Por ejemplo, el núcleo de peso ligero 52 puede tener una densidad y/o un peso específico menor que la carcasa de protección 50, por ejemplo, al menos 10, 15, 20, 25, 30, ó 40 por ciento menor. Mediante un ejemplo adicional, la carcasa de protección 50 puede tener una dureza mayor que el núcleo de peso ligero 52, por ejemplo, 5, 10, 15, 20, 25, 30, o 40 por ciento mayor.

El núcleo de peso ligero 52 está hecho de un material compuesto, que puede definirse como un material de ingeniería hecho a partir de dos o más materiales componentes que permanecen separados y distintos en un nivel macroscópico dentro de la estructura acabada. Por ejemplo, un material compuesto puede incluir un material de refuerzo (por ejemplo, partículas, fibras, o similares) impregnado en un material base, tal como cualquiera de los materiales plásticos antes mencionados. Ejemplos de compuestos reforzados con fibra incluyen un polímero reforzado con fibra (FRP), un plástico reforzado con fibra de carbono (CFRP), o un plástico reforzado con vidrio (GRP). En una realización, el núcleo de peso ligero 52 está hecho de un epoxi reforzado con vidrio NEMA Grado G10, un epoxi reforzado con vidrio G10-FR4 con material ignífugo, un epoxi reforzado con vidrio G11-FR5 con material ignífugo, u otro material compuesto adecuado.

Como se describe más adelante, el núcleo de peso ligero 52 puede fabricarse y montarse con la carcasa de protección 50 utilizando una variedad de técnicas, entre las que se incluyen ajuste por contracción, moldeo por inyección, elementos de fijación mecánicos, enlaces químicos (por ejemplo, adhesivos), o una combinación de los mismos. En una realización, el núcleo de peso ligero 52 puede contraerse (por ejemplo, mediante enfriamiento o compresión mecánica) y/o la carcasa de protección 50 puede expandirse (por ejemplo, mediante calentamiento o expansión mecánica) antes de la inserción del núcleo de peso ligero 52 en la carcasa de protección 50. En esta realización, después de la inserción, el núcleo de peso ligero 52 se puede expandir y/o la carcasa de protección 50 puede contraerse de nuevo a su estado original para crear un ajuste por contracción. En otra realización, un material plástico o compuesto puede inyectarse o verterse directamente en forma líquida en el interior de la carcasa de protección 50, de manera que el material se solidifique en la forma del interior de la carcasa de protección 50. En esta realización, el material puede solidificarse contra los salientes radiales y otras estructuras para asegurar el núcleo de peso ligero 52 en su lugar dentro de la carcasa de protección 50. En otra realización, un adhesivo puede estar dispuesto directamente entre el núcleo de peso ligero 52 y la carcasa de protección 50. En otra realización, una pluralidad de pernos, cuñas en ranuras, salientes radiales en hendiduras u otras conexiones mecánicas pueden utilizarse para asegurar el núcleo de peso ligero 52 en la carcasa de protección 50.

Como puede apreciarse, el mandril híbrido 12 es sustancialmente más ligero que una construcción toda de acero.

Junto con la reducción de peso descrita anteriormente, el mandril híbrido 12 reduce sustancialmente los requisitos del momento de torsión para iniciar y acelerar hasta una velocidad deseada.

Las figuras 7 a 11 ilustran una realización de la fabricación del mandril híbrido 12, como se ilustra en las figuras 1 a 6, usando una técnica de ajuste por contracción. La figura 7 es una vista en perspectiva posterior despiezada del mandril híbrido 12 que ilustra el núcleo de peso ligero 52 despiezado a partir de la carcasa de protección 50. En la realización ilustrada, tanto la carcasa de protección 50 como el núcleo de peso ligero 52 tienen una forma generalmente cilíndrica. Por ejemplo, la carcasa de protección 50 tiene un interior cilíndrico 140, y el núcleo de peso ligero 52 tiene un exterior cilíndrico correspondiente 142. Sin embargo, en la realización ilustrada, el interior cilíndrico 140 tiene un diámetro menor que el exterior cilíndrico 142 a temperatura ambiente. El núcleo de peso ligero 52 puede instalarse en la carcasa de protección 50 ya sea expandiendo el diámetro del interior cilíndrico 140 y/o contrayendo el diámetro del exterior cilíndrico 142. En una realización, un diferencial térmico puede usarse para expandir o contraer estos componentes a fin de facilitar un ajuste por contracción del núcleo de peso ligero 52 dentro de la carcasa de protección 50. Por ejemplo, la carcasa de protección 50 puede ser calentada a una temperatura elevada, por ejemplo, 200 grados Fahrenheit (93 grados Celsius), de manera que el diámetro del interior cilíndrico 140 se vuelva más grande que el diámetro del exterior cilíndrico 142. Alternativamente o en combinación con esta expansión térmica de la carcasa de protección 50, el núcleo de peso ligero 52 puede contraerse mediante enfriamiento o compresión mecánica, de manera que el diámetro del exterior cilíndrico 142 sea menor que el diámetro del interior cilíndrico 140. Después de una expansión suficiente de la carcasa de protección 50 y/o una compresión del núcleo de peso ligero 52, el núcleo de peso ligero 52 se puede insertar en la carcasa de protección 50. Después de la inserción, la carcasa de protección 50 y el núcleo de peso ligero 52 se ajustan por contracción juntos ya que estos componentes tienden a volver a sus estados originales.

La figura 8 es una vista en perspectiva posterior del mandril híbrido 12, como se ilustra en las figuras 1 a 7, que ilustra además el ajuste por contracción del núcleo de peso ligero 52 dentro de la carcasa de protección 50. Después de insertar el núcleo de peso ligero 52 en la carcasa de protección 50, como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 7, el núcleo 52 puede expandirse y/o la carcasa 50 puede contraerse para crear un ajuste por contracción a lo largo de una interfaz anular 144 entre el interior cilíndrico 140 de la carcasa de protección 50 y el exterior cilíndrico 142 del núcleo de peso ligero 52. Como resultado de ello, el ajuste por contracción puede crear una precarga entre la carcasa de protección 50 y el núcleo de peso ligero 52 a lo largo de la interfaz anular 144, como se indica con las flechas 146. Por ejemplo, si la carcasa de protección 50 se calienta para proporcionar la expansión del interior cilíndrico 140 de un diámetro menor que el exterior cilíndrico 142 a un diámetro mayor que el exterior cilíndrico 142, entonces el posterior enfriamiento de la carcasa de protección 50 dará lugar a una precarga 146 debido a la tendencia natural de la carcasa de protección 50 a encogerse hasta un diámetro menor que el núcleo de peso ligero 52. En la realización ilustrada, la interfaz anular 144 se extiende completamente alrededor de toda la circunferencia de la carcasa de protección 50 y del núcleo de peso ligero 52. Así, la precarga 146 proporciona una fuerza continua contra la rotación a lo largo de la interfaz anular 144. En determinadas realizaciones, como se describe más adelante, la interfaz anular 144 puede incluir un enlace químico, un conector mecánico, o una combinación de los mismos. Por ejemplo, la interfaz anular 144 puede incluir una pluralidad de pernos, cuñas y ranuras, salientes radiales u otras características para impedir la rotación entre la carcasa de protección 50 y el núcleo de peso ligero 52. Mediante un ejemplo adicional, un adhesivo, tal como epoxi, puede extenderse continuamente a lo largo de la interfaz anular 144 entre la carcasa de protección 50 y el núcleo de peso ligero 52.

La figura 9 es una vista en perspectiva posterior de una realización del mandril híbrido 12, como se ilustra en las figuras 1 a 8, que ilustra características mecanizadas en el núcleo de peso ligero 52 después del ajuste por contracción del núcleo de peso ligero 52 dentro de la carcasa de protección 50, como ya se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 8. Según se ilustra, el núcleo de peso ligero 52 puede mecanizarse para incluir el receptáculo de hoja de trébol 86 del soporte de accionador 88, el grupo de seis receptáculos de cojinete 90 y el grupo de tres receptáculos de montaje de accionador 96. Como ya se ha descrito, el núcleo de peso ligero 52 puede estar hecho de una variedad de materiales compuestos. Por ejemplo, el núcleo de peso ligero 52 puede estar hecho de un compuesto de epoxi reforzado con fibra de vidrio (por ejemplo, NEMA G10-FR4), que tiene en particular una buena maquinabilidad junto con las características de resistencia y peso ligero. Por lo tanto, el núcleo de peso ligero 52 puede ser capaz de proporcionar tolerancias estrechas en las características de mecanizado, además de reducir el peso específico total del mandril híbrido 12 para mejorar el rendimiento del sistema 10.

La figura 10 es una vista en perspectiva posterior parcialmente despiezada de la realización del mandril híbrido 12, como se ilustra en las figuras 1 a 9, que ilustra las mordazas 34, el conjunto de unión 60, los cojinetes roscados 70, y la placa de accionador 72 montada con la carcasa de protección 50 y el núcleo de peso ligero 52. Según se ilustra, el cuerpo de hoja de trébol 84 de la placa de accionador 72 está dispuesto dentro del receptáculo de hoja de trébol 86 del núcleo de peso ligero 52. La placa de accionador 72 soporta las juntas esféricas 78 con postes de guía 80 dentro de los receptáculos de unión correspondientes 82, de manera que la placa de accionador 72 pueda mover cada junta esférica 78 a lo largo del poste de guía correspondiente 80. La cubierta posterior 62 incluye un paso central 150 configurado para ajustarse alrededor del árbol 130 en la placa de accionador 72.

La figura 11 es una vista en perspectiva posterior de una realización del mandril híbrido 12 que se ilustra en las figuras 1 a 10, que ilustra además la cubierta posterior 62 acoplada en la abertura posterior 58 de la carcasa de protección 50, encerrando así completamente el núcleo de peso ligero 52. Como ya se ha descrito anteriormente, la carcasa de

5 protección 50 y la cubierta posterior 62 proporcionan protección externa alrededor del núcleo de peso ligero 52, de manera que esquirlas de metal lanzadas y otros residuos no dañen las características o la funcionalidad del núcleo de peso ligero 52. Por lo tanto, la carcasa de protección 50 y la cubierta posterior 62 pueden estar hechas de una variedad de metales, mientras que el núcleo de peso ligero 52 puede estar hecho de materiales compuestos más ligeros para reducir el peso y mejorar la maquinabilidad.

10 La figura 12 es un organigrama de una realización de un proceso 160 para fabricar el mandril híbrido 12, como se ilustra en las figuras 1 a 11. En el bloque 162, el proceso 160 incluye proporcionar una carcasa con un receptáculo más pequeño que un núcleo. Por ejemplo, el proceso 160 puede proporcionar la carcasa de protección 50 con un diámetro interno menor que el diámetro externo del núcleo de peso ligero 52. En el bloque 164, el proceso 160 puede expandir la carcasa con respecto al núcleo e insertar el núcleo en el receptáculo. Por ejemplo, el proceso 160 puede incluir el calentamiento de la carcasa de protección 50 y/o el enfriamiento del núcleo de peso ligero 152 para proporcionar una determinada holgura entre los diámetros de la carcasa de protección 50 y el núcleo de peso ligero 52. En una realización, el proceso 160 puede calentar la carcasa de protección 50 a 200 grados Fahrenheit (de 10 a 93 grados Celsius) para causar la expansión de la carcasa de protección 50 con respecto al núcleo de peso ligero 52. A su vez, la holgura provista por la expansión y/o la contracción permite la inserción del núcleo de peso ligero 52 en la carcasa de protección 50. En el bloque 166, el proceso 160 puede contraer la carcasa con respecto al núcleo para precargar el núcleo dentro del receptáculo. Por ejemplo, si el bloque 164 incluye el calentamiento de la carcasa de protección 50, entonces el bloque 166 puede incluir el enfriamiento de la carcasa de protección 50. Alternativamente, si el bloque 164 incluye el enfriamiento del núcleo de peso ligero 52, entonces el bloque 166 puede incluir calentar o devolver el núcleo de peso ligero 52 a temperatura ambiente. Los bloques 164 y 166 también pueden incluir técnicas mecánicas para expandir y contraer los componentes en lugar de utilizar diferenciales térmicos. En el bloque 168, el proceso 160 puede incluir el mecanizado del interior del núcleo. Por ejemplo, como ya se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 9, el núcleo de peso ligero 52 se puede mecanizar para incorporar los receptáculos 86, 90, y 96.

25 Las figuras 13A, 13B, 13C y 13D son vistas esquemáticas de una realización de un proceso para fabricar el mandril híbrido 12, como se ilustra en las figuras 1 a 12. Según se ilustra, el núcleo 52 se ajusta por contracción dentro de la carcasa 50, de manera que se consigue la precarga en el producto acabado. La figura 13A ilustra el núcleo de peso ligero 52 despiezado a partir de la carcasa de protección 50, que ilustra un diámetro interno 180 de la carcasa de protección 50 con respecto a un diámetro externo 182 del núcleo de peso ligero 52. Inicialmente, como se ilustra en la figura 13A, el diámetro interno 180 es relativamente más pequeño que el diámetro externo 182, como se indica mediante el espacio 184. Por ejemplo, el espacio 184 puede ser de aproximadamente 0,004 pulgadas (aproximadamente 0,1 mm). Así, el núcleo de peso ligero 52 supera el tamaño con respecto a la carcasa de protección 50.

35 La figura 13B ilustra la carcasa de protección 50 con respecto al núcleo de peso ligero 52 después de la expansión de la carcasa de protección 50, como se indica con las flechas 186. Por ejemplo, como ya se ha mencionado anteriormente, la carcasa de protección 50 puede calentarse a una temperatura elevada, por ejemplo, 200 grados Fahrenheit (93 grados Celsius), causando con ello la expansión del diámetro interno 180. Como se ilustra en la figura 13B, después de la expansión térmica, la carcasa de protección 50 tiene un diámetro interno 188 sustancialmente mayor que el diámetro externo 182 del núcleo de peso ligero 52. En concreto, el diámetro interno 188 sobrepasa el diámetro externo 182 la holgura o espacio 190. Por ejemplo, el espacio 190 puede ser de aproximadamente 0,002 pulgadas (aproximadamente 0,05 mm). Como resultado de la expansión térmica, el núcleo de peso ligero 52 se puede insertar en la carcasa de protección 50, como se ilustra con la flecha 192.

45 La figura 13C ilustra el núcleo de peso ligero 52 dispuesto dentro de la carcasa de protección 50 después de la contracción térmica de la carcasa 50 alrededor del núcleo 52, como se indica con las flechas 194. En particular, después de la inserción del núcleo de peso ligero 52 en la carcasa de protección 50, como se ilustra en la figura 13B, la carcasa de protección 50 puede ser enfriada de nuevo a temperatura ambiente para producir la contracción térmica al estado original de la carcasa de protección 50. Sin embargo, dado que el núcleo de peso ligero 52 era originalmente más grande que la carcasa de protección 50, como se ilustra en la figura 13A, la cubierta de protección 50 tiende todavía a contraerse hasta el diámetro interno original 180, como se indica con el espacio 196. Por ejemplo, el espacio 196 puede ser de aproximadamente 0,004 pulgadas (aproximadamente 0,1 mm). Esta tendencia a volver a contraerse deriva en una precarga indicada con las flechas 194. La figura 13D ilustra una o más características internas 198 mecanizadas en el núcleo de peso ligero 52 después del ajuste por contracción del núcleo 52 dentro de la carcasa 50.

55 Las figuras 14A, 14B, y 14C son vistas esquemáticas de una realización para la fabricación de un núcleo de peso ligero compuesto 52 del mandril híbrido 12, como se ilustra en las figuras 1 a 13. Según se ilustra, la figura 14A muestra una tela tejida con fibra de vidrio 210 que es sumergida en una resina epoxi 212 dentro de un recipiente 214, como se indica con la flecha 216. La figura 14B ilustra la tela tejida con fibra de vidrio 210, después de ser sumergida en la resina epoxi 212, posteriormente se apilan unas sobre otras con otras capas de tela tejida con fibra de vidrio 210 sumergidas en la resina epoxi 212, como se indica con la flecha 218. La figura 14C ilustra el núcleo de peso ligero 52 hecho de una pluralidad de capas apiladas de tela tejida con fibra de vidrio 210, cada una sumergida en la resina epoxi 212.

La figura 15 es una vista esquemática de una realización para moldear por inyección el núcleo de peso ligero 52 en la carcasa de protección 50 del mandril híbrido 12, como se ilustra en las figuras 1 a 13. Según se ilustra, la carcasa de protección 50 puede llenarse con un material de inyección/moldeo 230 para crear el núcleo de peso ligero 52 in situ dentro de la carcasa de protección 50. En la realización ilustrada, la carcasa de protección 50 incluye una pluralidad de salientes o nervios radiales 232 (por ejemplo, un tipo de mecanismo de bloqueo de rotación) configurados para bloquear el movimiento de rotación del núcleo de peso ligero 52 después de que se solidifica dentro de la carcasa de protección 50. En una realización, el material de inyección/moldeo 230 puede someterse a calentamiento para permitir la inyección a través del tubo 234 y la boquilla 236 a la carcasa de protección 50. En otra realización, el material de inyección/moldeo 230 puede ser inyectado a temperatura ambiente, y curado mediante otra técnica.

La figura 16 es una vista esquemática de una realización que utiliza pernos 240 (por ejemplo, otro tipo de mecanismo de bloqueo de rotación) para fijar mecánicamente la carcasa de protección 50 al núcleo de peso ligero 52 del mandril híbrido 12, como se ilustra en las figuras 1 a 13. En la realización ilustrada, los pernos 240 son roscados radialmente en los receptáculos roscados 242 previstos en el núcleo de peso ligero 52. Por ejemplo, los pernos 240 pueden disponerse en diferentes posiciones angulares alrededor de la circunferencia de la carcasa de protección 50 y del núcleo de peso ligero 52. En otra realización, los pernos 240 pueden roscarse axialmente en los receptáculos roscados previstos en el núcleo de peso ligero 52.

La figura 17 es una vista esquemática de una realización que utiliza un grupo de cuñas 250 y ranuras 252 (por ejemplo, otro tipo de mecanismo de bloqueo de rotación) para fijar mecánicamente la carcasa de protección 50 al núcleo de peso ligero 52 del mandril híbrido 12, como se ilustra en las figuras 1 a 13. En la realización ilustrada, las cuñas 250 están situadas en las ranuras 252, tanto en la carcasa de protección 50 como en el núcleo de peso ligero 52. Por ejemplo, las cuñas 250 y las ranuras asociadas 252 pueden estar dispuestas en diferentes posiciones angulares alrededor de la circunferencia de la carcasa de protección 50 y del núcleo de peso ligero 52. En otra realización, las cuñas 250 pueden formar parte de la carcasa de protección 50, mientras que las ranuras 252 forman parte del núcleo de peso ligero 52. Alternativamente, en otra realización, las ranuras 252 pueden formar parte de la carcasa de protección 50, mientras que las cuñas 250 forman parte del núcleo de peso ligero 52.

Como ya se ha descrito en detalle anteriormente, el mandril híbrido 12 puede tener una variedad de formas, composiciones de materiales, y mecanismos de fijación. Sin embargo, en cada una de estas realizaciones, el mandril híbrido 12 tiene una reducción sustancial de peso específico y de requisitos del momento de torsión en comparación con una construcción totalmente metálica (por ejemplo, totalmente de acero). El mandril híbrido 12 hecho con una carcasa de protección metálica 50 y un núcleo compuesto 52 proporciona reducciones sustanciales en el peso específico y en requisitos del momento de torsión, manteniendo al mismo tiempo la protección externa contra las esquirlas lanzadas con la carcasa 50 y proporciona resistencia interna y maquinabilidad mediante el núcleo 52.

Aunque aquí sólo se ilustran y describen determinadas características de la invención, a los expertos en la técnica se les puede ocurrir muchas modificaciones y cambios. Debe entenderse por tanto que las reivindicaciones adjuntas están destinadas a cubrir todas estas modificaciones y cambios siempre que estén dentro del verdadero ámbito de aplicación de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema (10) que comprende:  
una herramienta de corte (28);  
un accionador (22);
- 5 un mandril (12) giratorio mediante el accionador (22), en el que el mandril (12) comprende un cuerpo (16);  
un juego de mordazas (34) acopladas al cuerpo (16), en el que las mordazas (34) están configuradas para retener una pieza de trabajo (14) adyacente a la herramienta de corte (28);  
caracterizado porque el cuerpo (16) comprende un núcleo (52) dispuesto en una carcasa (50), en el que la carcasa (50) está hecha de metal y el núcleo (52) está hecho de un material compuesto.
- 10 2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la carcasa (50) se ajusta por contracción alrededor del núcleo (52).
3. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el núcleo (52) tiene un exterior cilíndrico (142), la carcasa (50) tiene un interior cilíndrico (140), el exterior cilíndrico (142) se pone continuamente en contacto con el interior cilíndrico (140), y la carcasa (50) está precargada alrededor del núcleo (52).
- 15 4. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la carcasa (50) está químicamente unida al núcleo (52) mediante un adhesivo.
- 20 5. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la carcasa (50) está acoplada mecánicamente al núcleo (52) mediante un elemento de fijación, una abrazadera, o una combinación de ambos.
6. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el material compuesto comprende fibras dispuestas en un material epoxi.
- 25 7. Sistema de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el material compuesto comprende una pluralidad de capas de tela tejida con fibra adheridas entre sí mediante el material epoxi.
8. Sistema de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el material compuesto comprende un material ignífugo.

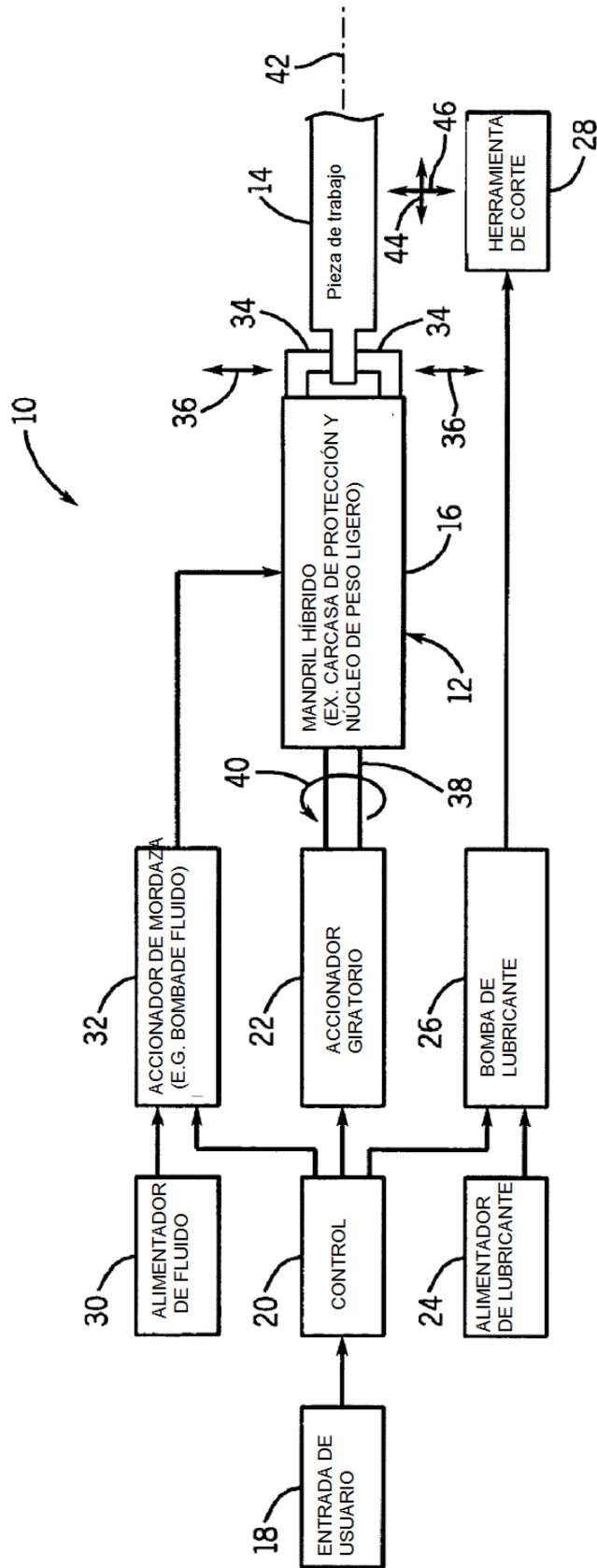


FIG. 1

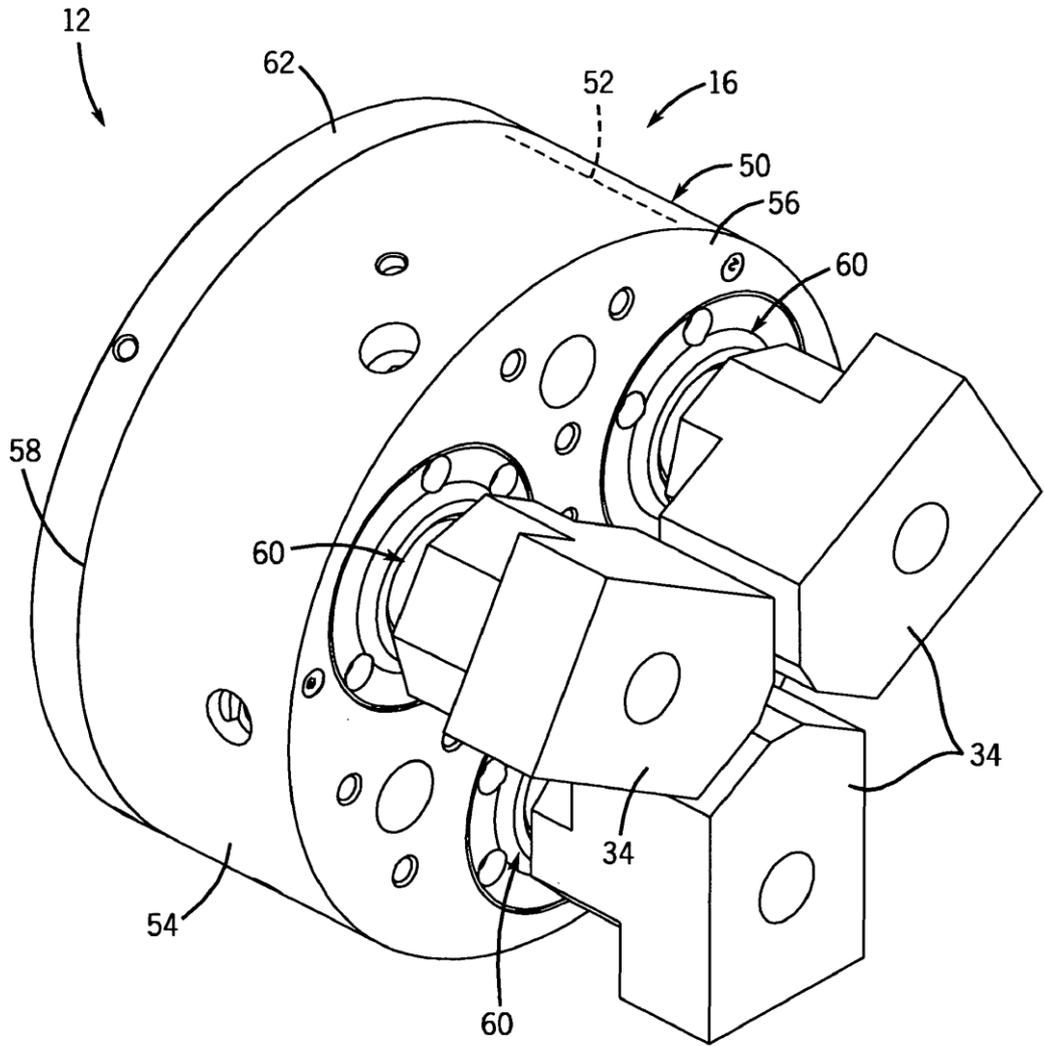


FIG. 2

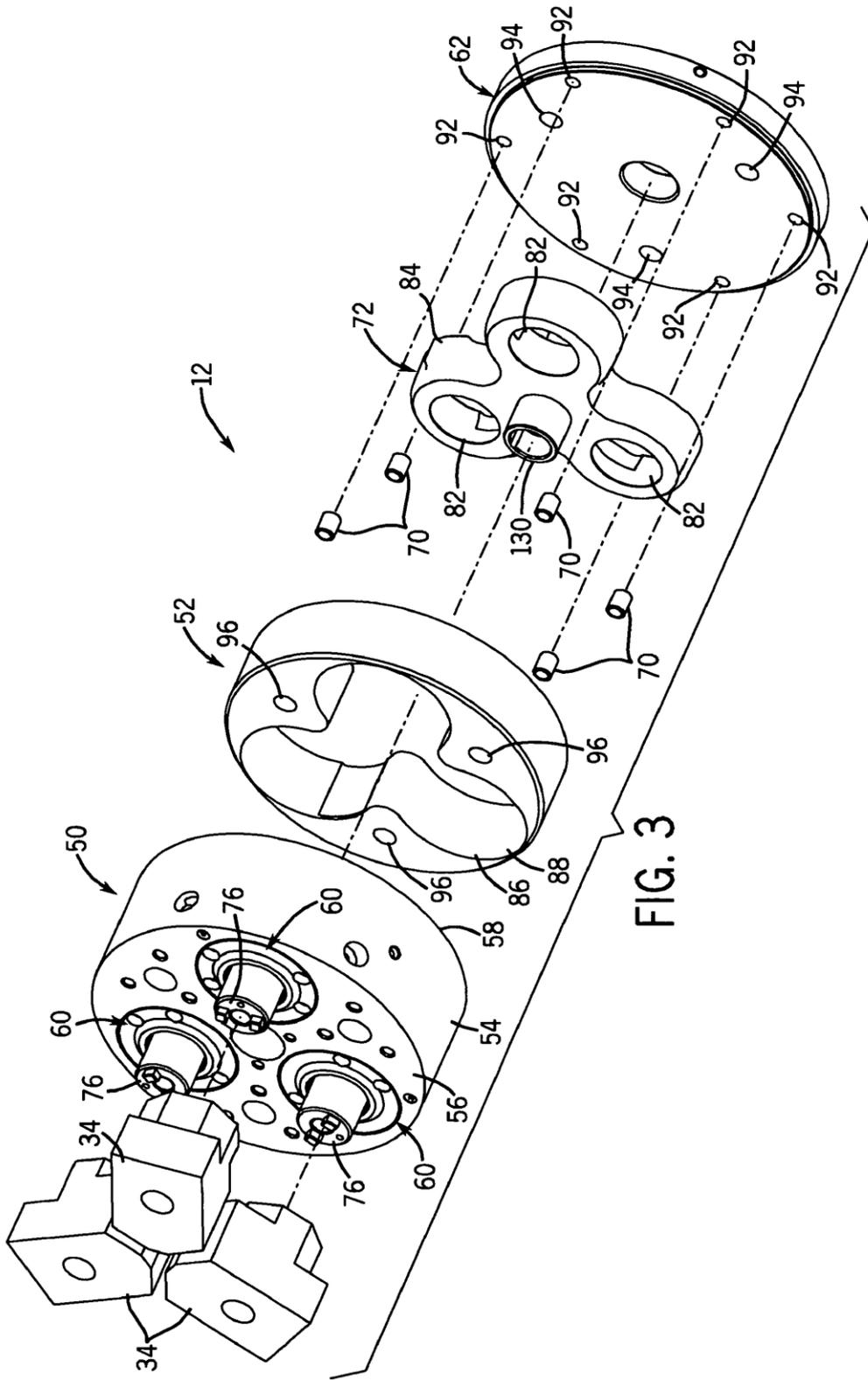


FIG. 3

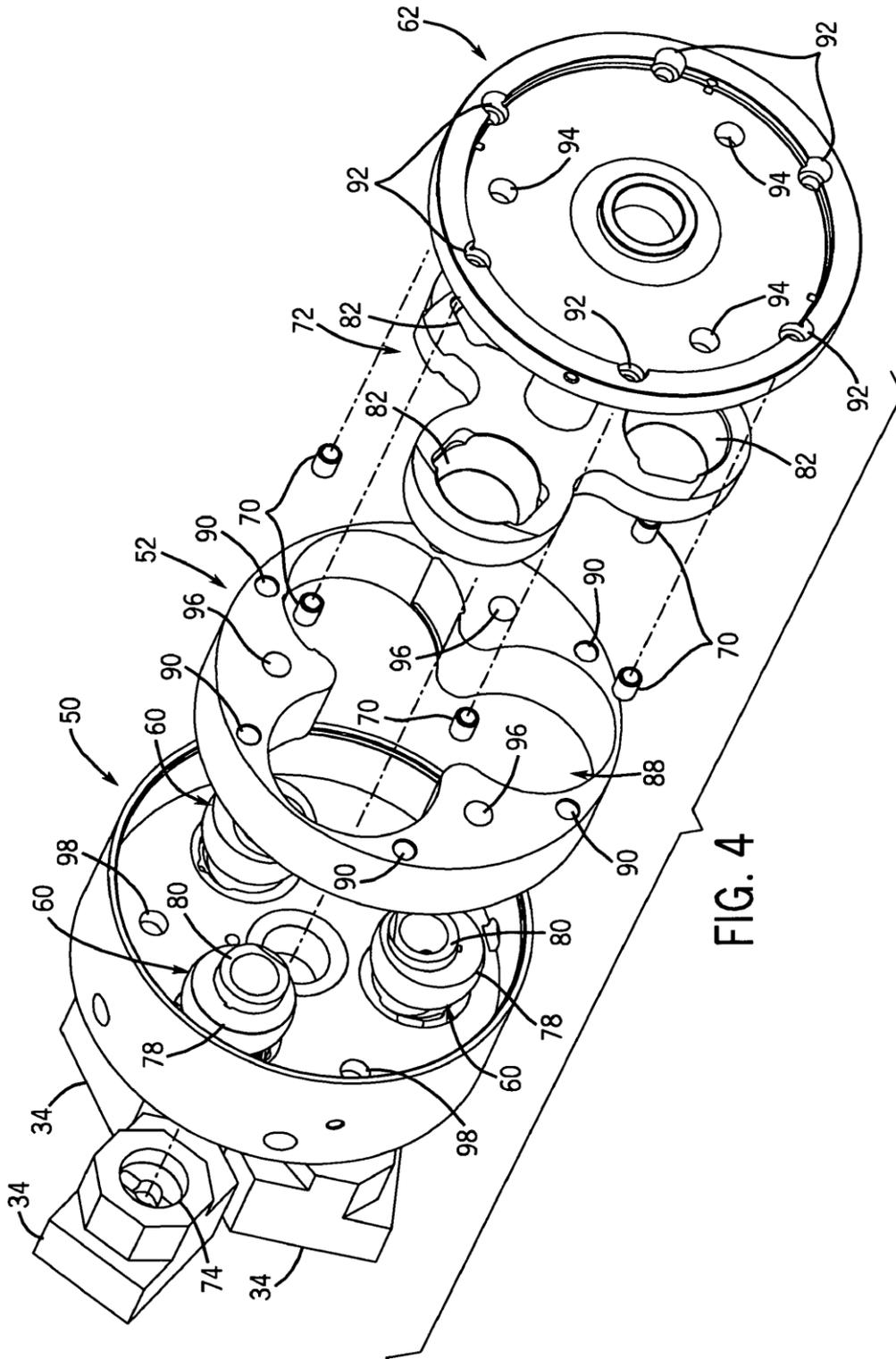


FIG. 4

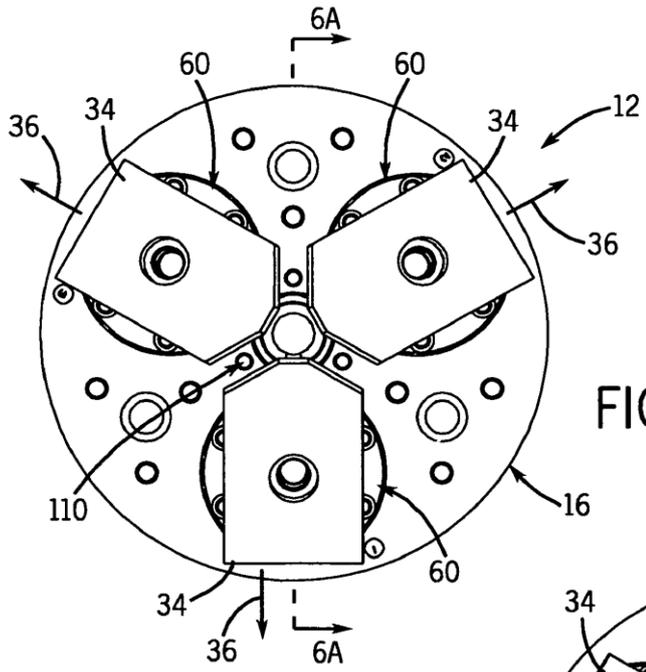


FIG. 5A

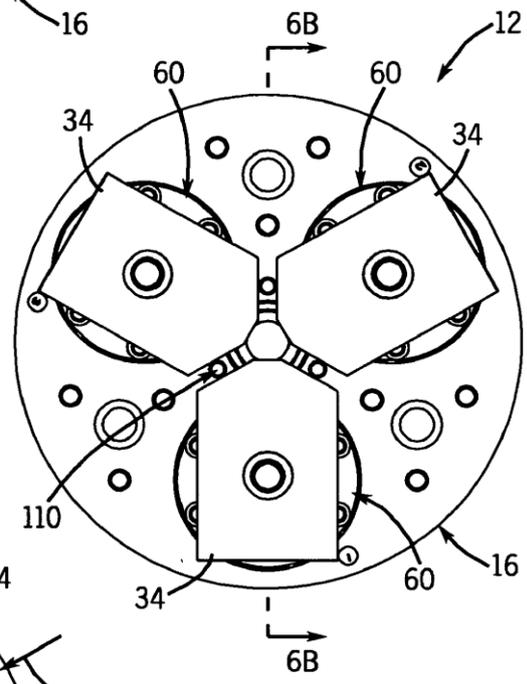


FIG. 5B

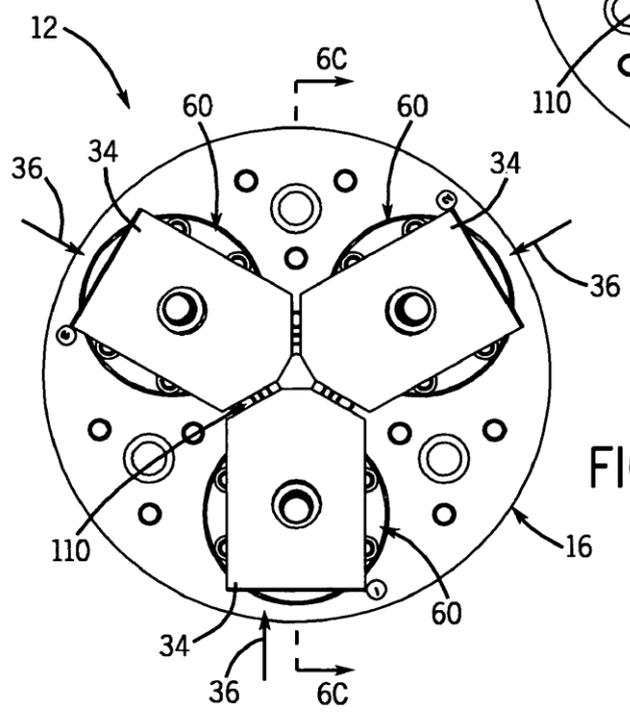
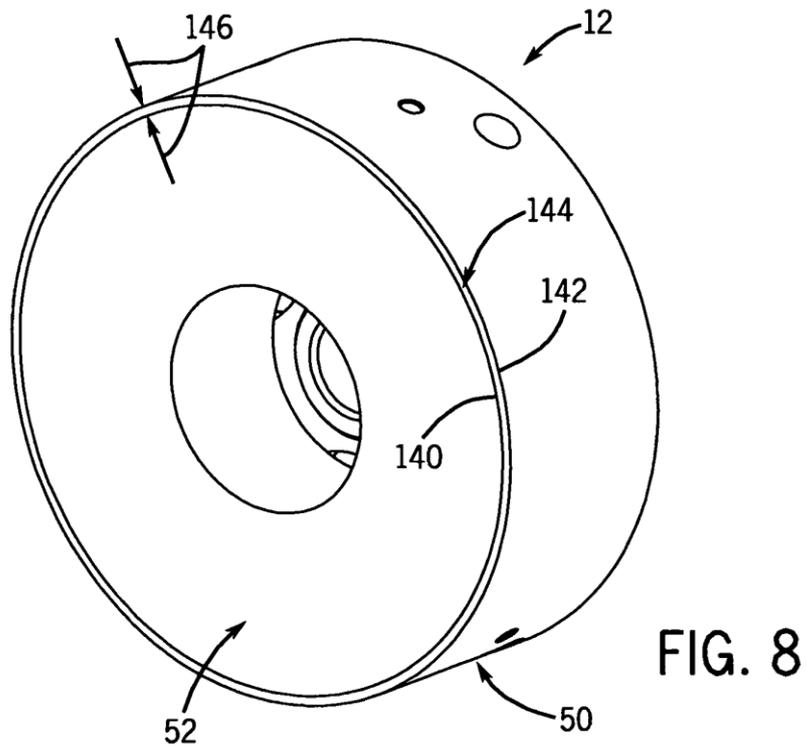
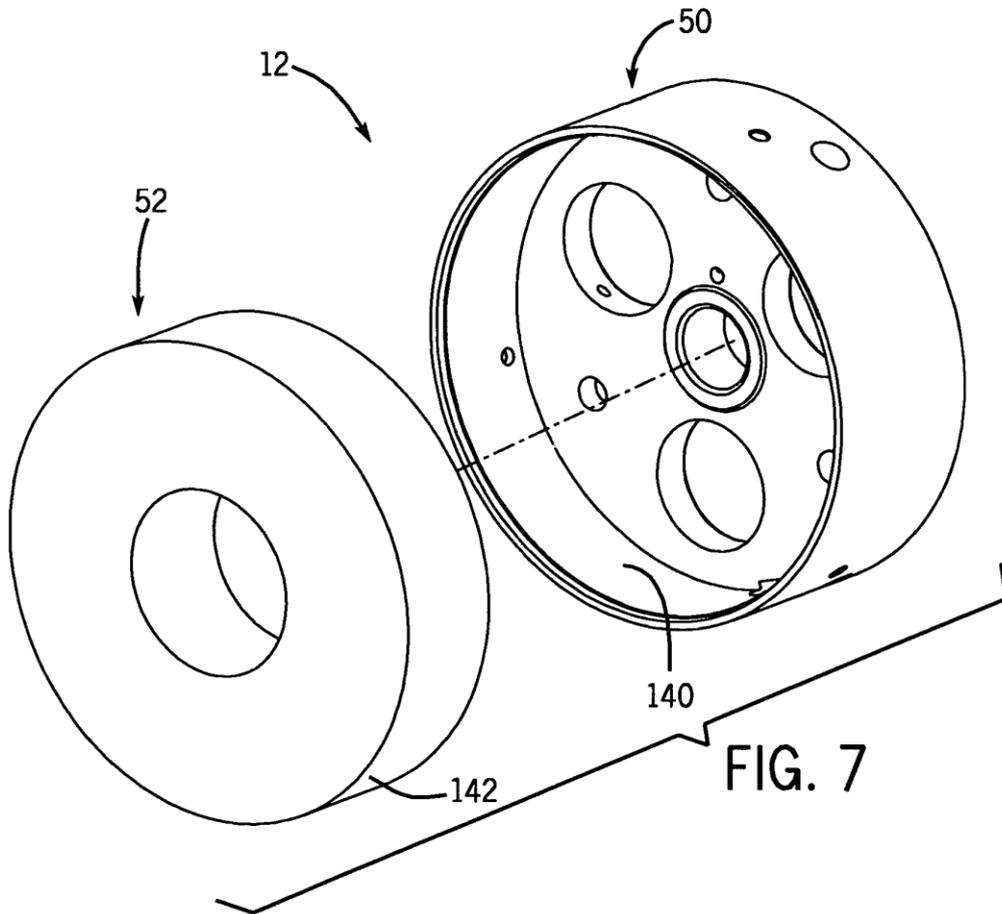


FIG. 5C





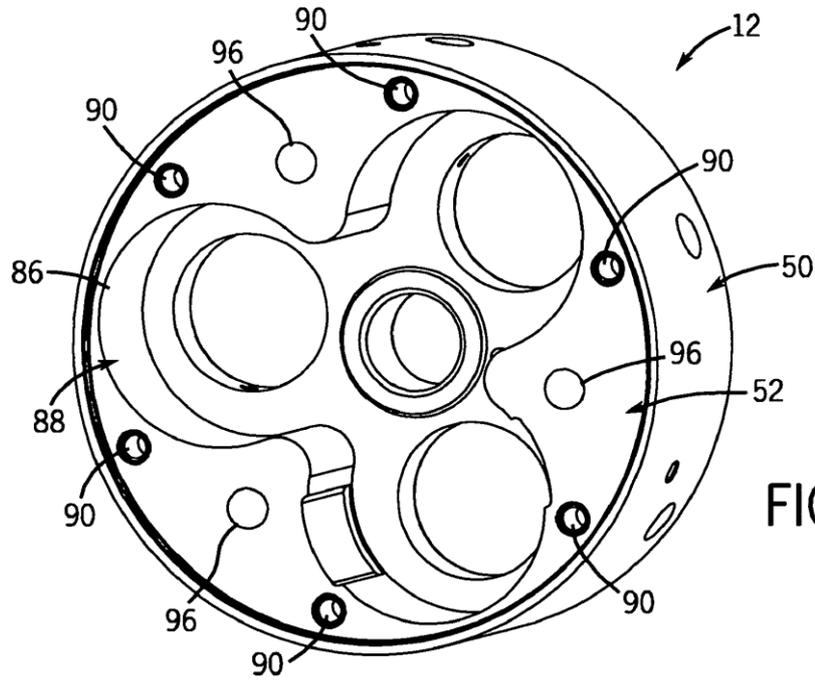


FIG. 9

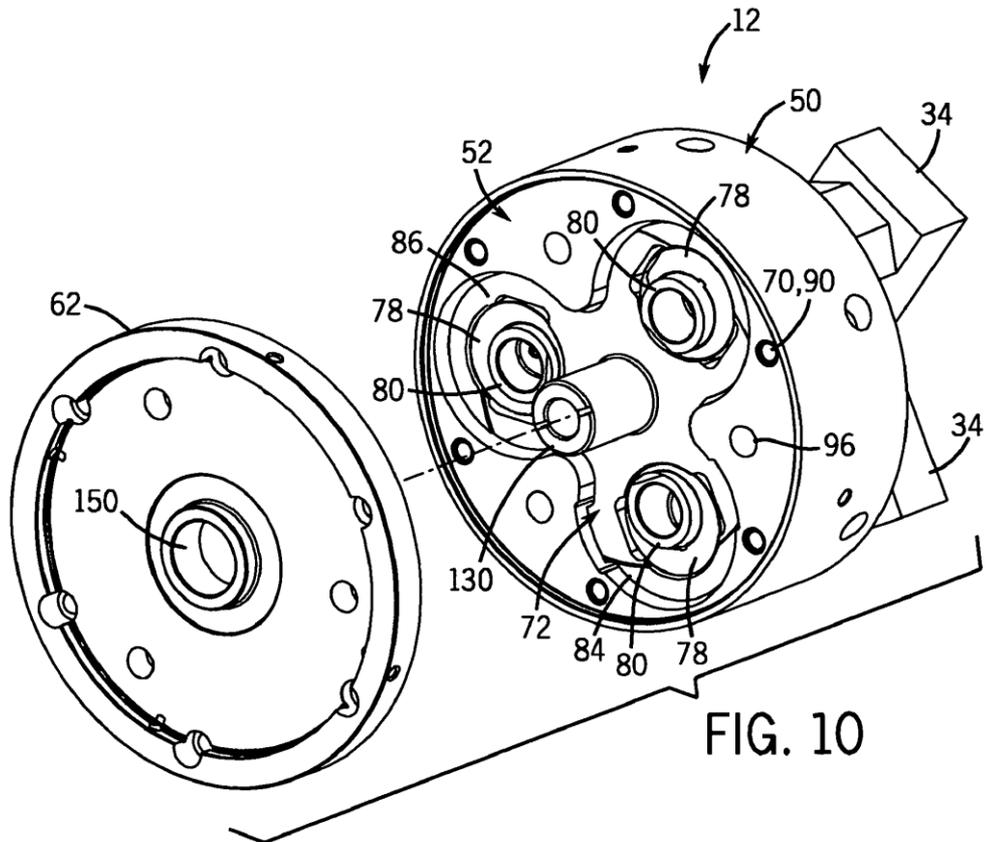
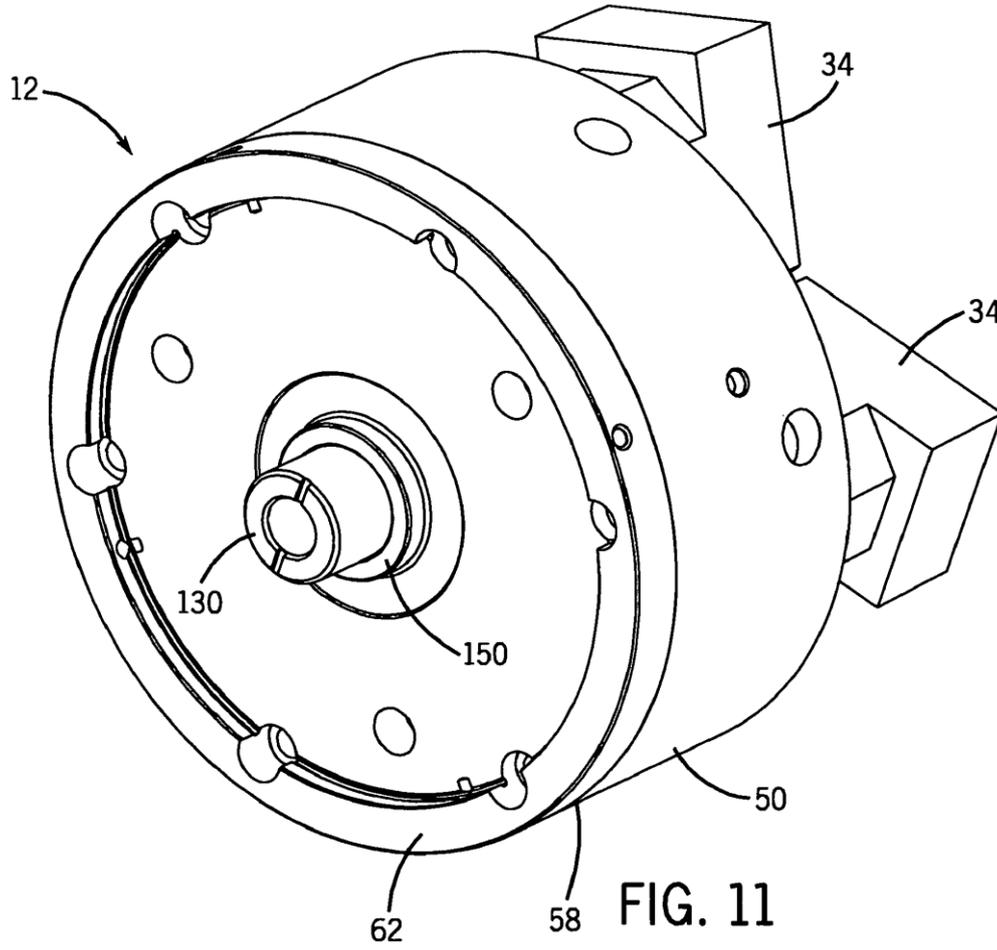


FIG. 10



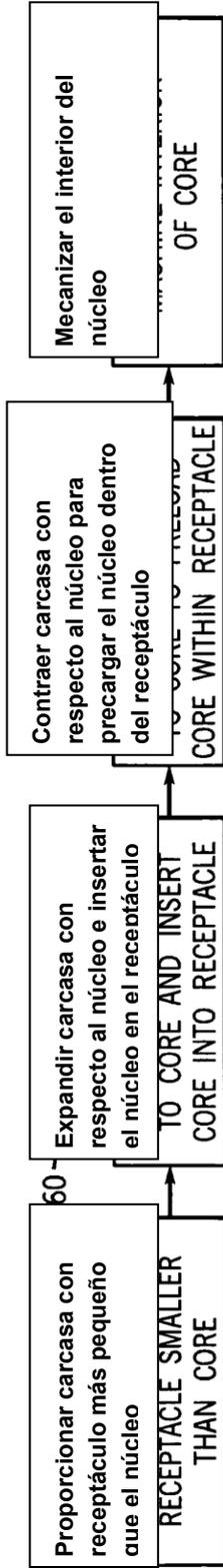


FIG. 12

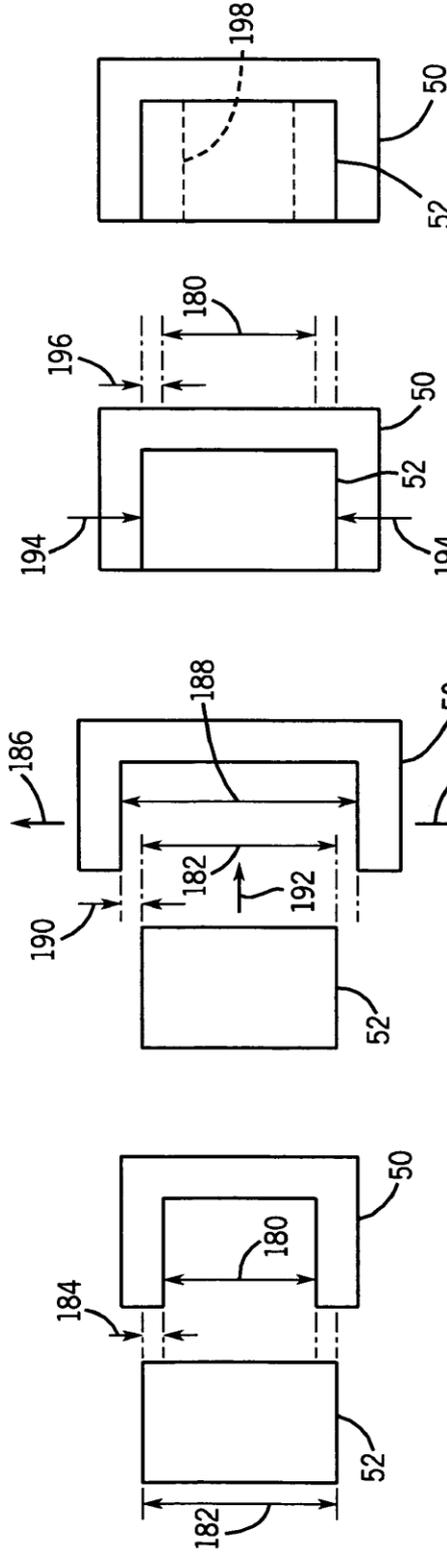


FIG. 13A

FIG. 13B

FIG. 13C

FIG. 13D

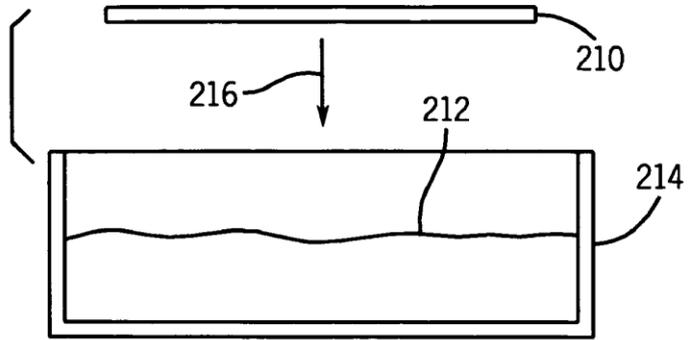


FIG. 14A

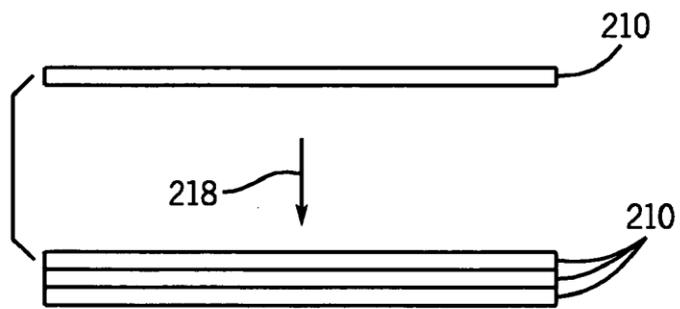


FIG. 14B

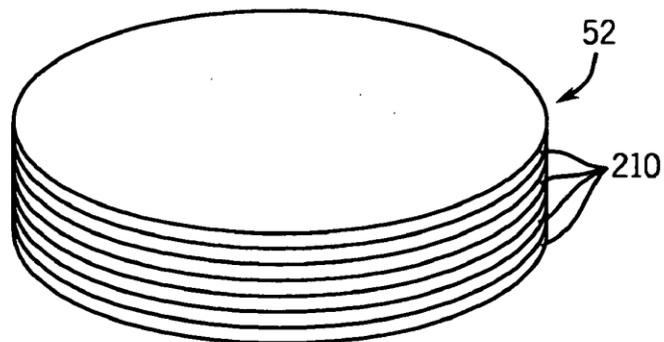


FIG. 14C

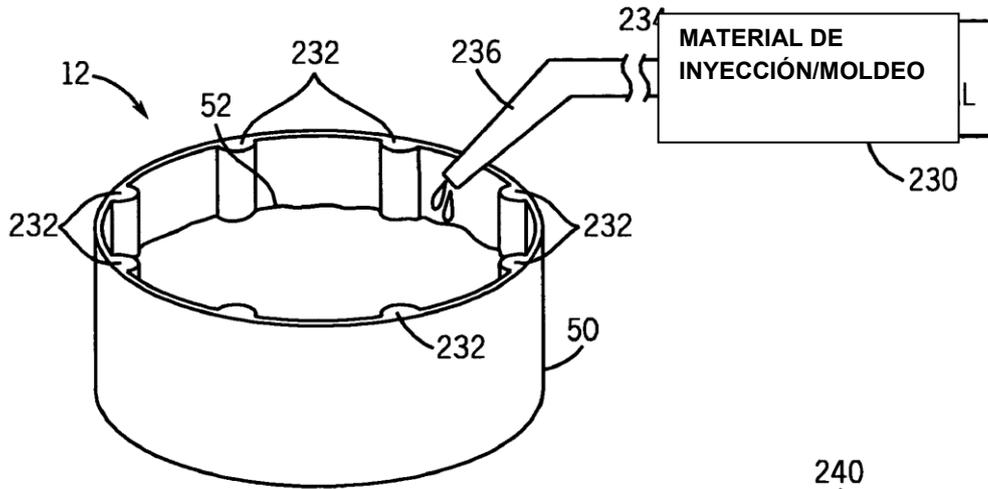


FIG. 15

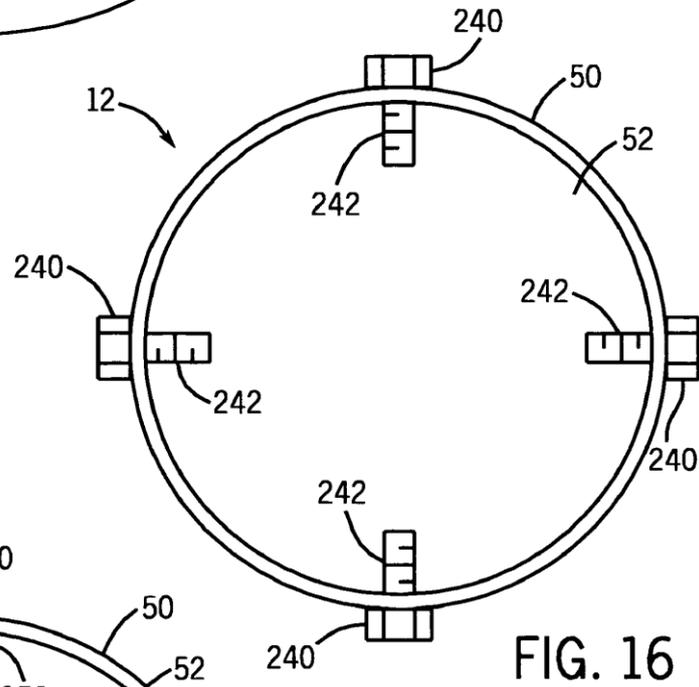


FIG. 16

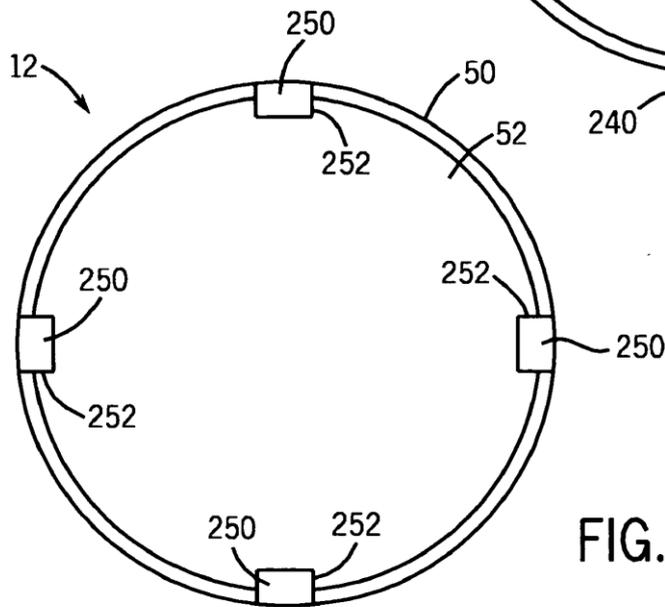


FIG. 17