

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 780 684**

(51) Int. Cl.:

F16H 35/10 (2006.01)
B64C 13/28 (2006.01)
F16D 7/00 (2006.01)
F16D 7/02 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.07.2014 PCT/US2014/045372**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **15.01.2015 WO15006156**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2014 E 14742439 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020 EP 3019773**

(54) Título: **Limitador de par sensible al par de salida**

(30) Prioridad:

09.07.2013 US 201313937638

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

26.08.2020

(73) Titular/es:

**MOOG INC. (100.0%)
400 Jamison Road
Elma, NY 14059, US**

(72) Inventor/es:

GITNES, SETH

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 780 684 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

Limitador de par sensible al par de salida

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a mecanismos limitadores de par, especialmente los utilizados en geared rotary actuators (actuadores rotatorios engranados - "GRA") para accionar superficies de control de aeronaves.

10 **Antecedentes de la invención**

Los GRA se utilizan, por ejemplo, en aeronaves para accionar las aletas de hipersustentación, las aletas auxiliares y otras superficies de control aerodinámicas. Típicamente, los GRA incorporan un limitador de par para limitar la transmisión de par entre un árbol de entrada y un árbol de salida del GRA en caso de una avería. Los dispositivos limitadores de par convencionales incluyen un paquete de frenos de disco que tiene múltiples discos de freno que utilizan el contacto de fricción entre discos adyacentes para limitar la transmisión de par. Tales dispositivos de limitación de par tienen varios problemas inherentes. Debido a que el coeficiente de fricción es muy sensible a la lubricación, los cambios en el entorno de lubricación pueden provocar que el coeficiente de fricción caiga por debajo de un valor crítico requerido para proporcionar un límite positivo del par. Esto puede hacer que el limitador de par supere el ajuste máximo del límite de torsión. Si una lubricación demasiado pequeña está presente en el paquete de frenos de disco, y está presente humedad, el paquete de frenos de disco puede congelarse, causando molestos bloqueos. Cuando se proporciona una lubricación adecuada al paquete de frenos de disco, está presente una resistencia viscosa considerable. La resistencia viscosa no es un problema siempre y cuando se prediga con precisión y se tenga en cuenta para el calibrado del limitador de par y la power control unit (unidad de control de potencia - "PCU"); sin embargo, esta resistencia viscosa provoca ineficacia en el sistema y cargas límite más altas en los componentes aguas abajo del limitador de par. Las patentes JP S59127952, JP S60256647 y DE102005041698 muestran todos limitadores de par de tipo fricción.

30 Los mecanismos limitadores de par conocidos son sensibles al par de entrada al GRA más que al par de salida del GRA. Por consiguiente, el ajuste del límite del par de bloqueo debe ser significativamente superior al par operativo máximo del GRA y, por tanto, el GRA está diseñado con un límite del par de salida relativamente grande. Como resultado, cada GRA tiene un peso mayor asociado al mismo, y aumenta la estructura aguas abajo del GRA. Dado que una aeronave puede tener muchos GRA, por ejemplo, treinta o más, se impone un coste de peso acumulado sobre el diseño de la aeronave.

35 Existe la necesidad de un limitador de par que solucione los problemas descritos anteriormente.

Sumario de la invención

40 La presente invención proporciona un limitador de par que limita la transmisión de par entre un árbol de entrada que gira alrededor de un eje de entrada y un árbol de salida que gira alrededor de un eje de salida, y lo hace de una manera tal que resuelve los problemas discutidos anteriormente. En una realización ilustrativa de la presente invención, el limitador de par se incorpora en un GRA para accionar una superficie de control de una aeronave, por ejemplo, una aleta de hipersustentación o aleta auxiliar relativamente móviles con respecto a un ala fija. El limitador de par de la presente invención se caracteriza por el hecho de que es sensible al par de salida asociado con el árbol de salida en lugar del par de entrada asociado con el árbol de entrada.

Según la presente invención, se proporciona un limitador de par según la reivindicación 1.

50 Las reivindicaciones dependientes 2-14 se refieren a realizaciones particulares de la invención.

Breve descripción de las figuras

55 La invención se describirá en detalle a continuación con referencia a las figuras adjuntas, en las cuales:

La Fig. 1 es una vista en perspectiva de un GRA formado de conformidad con una realización de la presente invención;

la Fig. 2 es una vista en perspectiva en sección transversal que muestra el GRA de la Fig. 1;

60 la Fig. 3 es otra vista en perspectiva en sección transversal que muestra el GRA de la Fig. 1;

la Fig. 4 es una vista en sección longitudinal del GRA mostrado en la Fig. 1;

la Fig. 5 es una vista en sección transversal del GRA tomada generalmente a lo largo de la línea A-A en la Fig. 4;

65 la Fig. 6 es una vista en sección transversal del GRA tomada generalmente a lo largo de la línea B-B en la Fig. 4;

- la Fig. 7 es una vista en sección transversal del GRA tomada generalmente a lo largo de la línea C-C en la Fig. 4;
- 5 la Fig. 8 es una vista en sección transversal del GRA tomada generalmente a lo largo de la línea D-D en la Fig. 4;
- la Fig. 9 es una vista en perspectiva que muestra un mecanismo de bloqueo del GRA según una realización de la 10 presente invención;
- 10 las Figs. 10A y 10B son vistas en sección ampliadas que ilustran el desplazamiento axial de un anillo de bloqueo del mecanismo de bloqueo desde una posición de no bloqueo hasta una posición de bloqueo cuando se supera el límite del par;
- 15 las Figs. 11A-11E son una serie de vistas en sección transversal que ilustran el funcionamiento del mecanismo de bloqueo cuando se supera el límite del par;
- 20 las Figs. 12A-12E son una serie de vistas en sección transversal que ilustran la reconfiguración del mecanismo de bloqueo por contra-rotación de un portatrinque del mecanismo de bloqueo; y
- la Fig. 13 es una vista en sección detallada que ilustra un receptáculo de bola asimétrico de conformidad con una 25 realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Las Figs. 1-7 ilustran un GRA 10 que representa la presente invención. El GRA 10 puede usarse en un sistema de 25 accionamiento de superficies de control de una aeronave o en otras aplicaciones que implican transmisión de par. El GRA 10 está configurado para transmitir par entre un árbol 12 de entrada que gira alrededor de un eje de entrada y un árbol 14 de salida que gira alrededor de un eje de salida. En la realización actual, el eje de entrada y el eje de salida coinciden entre sí a lo largo de un eje principal 11.

30 El GRA 10 comprende una base estructural en forma de una carcasa exterior 16 que puede incluir una cubierta 18 de la carcasa, una placa 20 de extremo de la carcasa en un extremo de la cubierta 18 de la carcasa, y un anillo separador 22 retenido en una localización axialmente fija adyacente a la placa 20 de extremo de la carcasa. El anillo separador 22 puede definir una superficie 24 escalonada radial en forma de anillo. El árbol 12 de entrada puede estar soportado rotativamente en un extremo de entrada de la carcasa 16 mediante un cojinete rotatorio 13. El árbol 14 de salida puede 35 estar soportado rotativamente en un extremo del árbol 12 de entrada mediante otro cojinete rotatorio 15.

El GRA 10 también comprende un conjunto de engranajes para transmitir el movimiento rotacional del árbol 12 de entrada al árbol 14 de salida. Como se muestra en la realización ilustrada, el conjunto de engranes puede incluir un engranaje 26 de entrada, un engranaje 28 de referencia, un engranaje accionado 30 y al menos un engranaje 32 de 40 transmisión. El engranaje 26 de entrada puede estar montado de forma fija en el árbol 12 de entrada o formado integralmente con el árbol de entrada de manera que gira con respecto a la carcasa 16 en respuesta a la rotación del árbol de entrada. El engranaje 28 de referencia está acoplado a la carcasa 16 de manera que el engranaje de referencia no se mueva con respecto a la carcasa 16 a menos que se supere un límite del par. Por ejemplo, el engranaje 28 de referencia puede tener la forma de un engranaje anular dentado internamente mantenido dentro de 45 la carcasa 16, de manera que el engranaje de referencia no gire alrededor del eje principal 11 con respecto a la carcasa 16 a menos que el engranaje de referencia se someta a un par alrededor del eje principal 11 que supera el límite del par. El engranaje accionado 30 está asociado con el árbol 14 de salida, por ejemplo, conectando de forma fija el engranaje accionado al árbol 14 de salida o formando integralmente el engranaje accionado con el árbol 14 de 50 salida, en donde el árbol 14 de salida gira en respuesta a la rotación del engranaje accionado 30. Como se muestra en la realización ilustrada, el engranaje accionado 30 puede ser un engranaje anular dentado internamente.

El al menos un engranaje 32 de transmisión se engrana con el engranaje 26 de entrada, el engranaje 28 de referencia y el engranaje accionado 30 de manera que la rotación del árbol 12 de entrada provoca la rotación del árbol 14 de salida sin provocar el movimiento del engranaje 28 de referencia con respecto a la base estructural proporcionada por la carcasa 16 a menos que se supere el límite del par. Cuando se supera el límite del par, el engranaje 28 de referencia se mueve con respecto a la base estructural (es decir, la carcasa 16) girando alrededor del eje principal 11 con respecto a la carcasa 16.

Como se muestra en las figuras, el conjunto de engranajes puede ser un conjunto de engranajes planetario en el 60 que el engranaje 26 de entrada está dispuesto como un engranaje solar sobre el árbol 12 de entrada, el engranaje 28 de referencia está dispuesto como un engranaje anular alrededor del engranaje de entrada, y el al menos un engranaje 32 de transmisión incluye una pluralidad de engranajes planetarios dispuestos entre el engranaje 26 de entrada y el engranaje 28 de referencia. En la realización ilustrada, la pluralidad de engranajes planetarios (es decir, los engranajes 32 de transmisión) se extienden axialmente en una dirección paralela al eje principal 11. El engranaje 65 26 de entrada y el engranaje accionado 30 pueden disponerse de manera coaxial entre sí a lo largo del eje principal 11. Además, el engranaje 28 de referencia puede disponerse de manera coaxial con el engranaje 26 de entrada y el

engranaje accionado 30 a lo largo del eje principal 11. Los engranajes 32 de transmisión pueden estar dispuestos alrededor del engranaje 26 de entrada, y cada engranaje de transmisión puede incluir una primera porción dentada 32A conectada con el engranaje 26 de entrada y el engranaje 30 de referencia, una segunda porción dentada 32B conectada solamente con el engranaje 28 de referencia, y una tercera porción dentada 32C conectada solamente con el engranaje accionado 30.

Como se ha mencionado anteriormente, el engranaje 28 de referencia se mueve con respecto a la carcasa 16 cuando se supera el límite del par. El engranaje 28 de referencia puede acoplarse a la carcasa 16 por contacto de fricción, de manera que el límite del par corresponda a un par necesario para superar la fricción estática asociada con el contacto de fricción. El contacto de fricción puede incluir el contacto de fricción entre una superficie exterior cilíndrica del engranaje 28 de referencia y una superficie interior cilíndrica de la cubierta 18 de la carcasa. El contacto de fricción puede incluir, además, una superficie 28A de extremo anular del engranaje 28 de referencia y una superficie 24 escalonada radial de la carcasa 16. El contacto de fricción entre la superficie 28A de extremo y la superficie 24 escalonada radial puede estar cargado por resorte, por ejemplo, por medio de un resorte o paquete 36 de resortes cargado axialmente. El resorte 36 puede ser un resorte de Belleville, por ejemplo.

Se hace referencia adicional ahora a las Figs. 8 a 12E. El GRA 10 puede comprender además un mecanismo de bloqueo que se identifica generalmente por el número 40 de referencia, para evitar la transmisión de par entre el árbol 12 de entrada y el árbol 14 de salida tras haberse superado el límite del par. El mecanismo 40 de bloqueo puede funcionar redirigiendo el par del árbol 12 de entrada a la base estructural proporcionada por la carcasa 16 después de que se haya superado el límite del par.

El mecanismo 40 de bloqueo puede comprender un portatrinquete 42 dispuesto para girar con el árbol 12 de entrada, y al menos un miembro 44 de trinquete acoplado de manera pivotante al portatrinquete 42. El mecanismo 40 de bloqueo puede comprender, además, un anillo 46 de bloqueo que incluye al menos un tope 48 que se extiende radialmente hacia dentro, en donde el anillo de bloqueo está dispuesto a lo largo del eje principal 11. En la realización descrita, el anillo 46 de bloqueo puede desplazarse axialmente desde una posición de no bloqueo (véase la Fig. 10A), en donde cada tope 48 del anillo 46 de bloqueo tiene holgura radial con respecto a cada miembro 44 de trinquete hasta una posición de bloqueo, en donde cada tope 48 del anillo 46 de bloqueo interfiere radialmente con cada miembro 44 de trinquete (véase la Fig. 10B). El anillo 46 de bloqueo puede estar montado en la cubierta 18 de la carcasa mediante pasadores 49 de deslizamiento axial recibidos en ranuras axiales externas correspondientes en el anillo 46 de bloqueo y ranuras axiales internas dentro de la cubierta 18 de la carcasa, con lo cual el anillo 46 de bloqueo es libre de moverse axialmente un cierto intervalo, pero se evita que gire alrededor del eje principal 11 con respecto a la carcasa 16. Se pueden proporcionar exactamente dos miembros 44 de trinquete, o un número diferente de miembros 44 de trinquete. Si se proporciona más de un miembro 44 de trinquete, los miembros 44 de trinquete pueden disponerse en intervalos angulares regulares alrededor del eje principal 11. Se pueden proporcionar exactamente cuatro topes 48, o un número diferente de topes 48. Si se proporciona más de un tope 48, los topes 48 pueden disponerse en intervalos angulares regulares alrededor del eje principal 11.

Como se observa mejor en las Figuras 8, 9 y 10A, cada miembro 44 de trinquete puede estar montado de manera pivotante en el portatrinquete 42 mediante un pasador 50 de pivote, y se mantiene de manera liberable en una posición de pivote neutra, como se muestra en la Fig. 8, mediante un émbolo 52 de bola cargado por resorte montado en el portatrinquete 42. Cuando el miembro 44 de trinquete está en su posición neutra, el émbolo 52 de bola se engrana con un rebaje 54 central del miembro de trinquete. Cada miembro 44 de trinquete también puede incluir rebajes 56 laterales en lados opuestos del rebaje 54 central para engranarse con el émbolo 52 de bola cuando el miembro 44 de trinquete pivota alrededor de un eje definido por el pasador 50 de pivote, como se describirá más adelante. Cada miembro 44 de trinquete puede tener un par de miembros 58 de retención que se extienden en direcciones laterales opuestas con respecto al pasador 50 de pivote y una lengüeta 60 externa en alineación radial con el émbolo 52 de bola. En la realización ilustrada, la lengüeta 60 es adyacente a una superficie 62 con holgura radial en una dirección del eje principal 11. Como se entenderá, las superficies 62 con holgura radial de los miembros 44 de trinquete están axialmente alineadas con los topes 48 del anillo 46 de bloqueo cuando el anillo 46 de bloqueo está en su posición axial de no bloqueo, de modo que el portatrinquete 42 es libre de girar con respecto al anillo 46 de bloqueo sin que ninguno de los miembros 44 de trinquete se engrane con cualquiera de los topes 48. Por lo tanto, el portatrinquete 42 es libre para girar con el árbol 12 de entrada alrededor del eje principal 11 en condiciones de funcionamiento normales.

El mecanismo 40 de bloqueo puede comprender también un resorte 36 dispuesto para empujar el anillo 46 de bloqueo hacia la posición de no bloqueo, y una pluralidad de cojinetes 64 de bolas asentados entre el anillo 46 de bloqueo y el engranaje 28 de referencia. Los cojinetes 64 de bolas están asentados para mantener el anillo 46 de bloqueo en la posición de no bloqueo cuando el anillo 46 de bloqueo y el engranaje 28 de referencia están en una orientación angular predeterminada alrededor del eje principal 11 el uno con respecto al otro, y para desplazar el anillo 46 de bloqueo hacia la posición de bloqueo cuando el engranaje 28 de referencia gira alrededor del eje principal 11 con respecto al anillo 46 de bloqueo. Por ejemplo, los cojinetes 64 de bolas pueden estar asentados dentro de un conjunto correspondiente de receptáculos 66 en el anillo 46 de bloqueo y otro conjunto correspondiente de receptáculos 68 en el engranaje 28 de referencia y los cojinetes 64 de bolas salen de los receptáculos 66 y 68 respectivos tras la rotación del engranaje 28 de referencia con respecto al anillo 46 de bloqueo.

- Se describe ahora el funcionamiento del GRA 10 y un mecanismo 40 de bloqueo. En condiciones normales de funcionamiento, el par aplicado al árbol 12 de entrada hace girar el árbol de entrada alrededor del eje principal 11, haciendo girar así al engranaje 26 de entrada alrededor del eje principal 11. La rotación del engranaje 26 de entrada provoca la contra-rotación de los engranajes 32 de transmisión. Los engranajes 32 de transmisión se conectan con el engranaje 28 de referencia, que permanece estacionario en condiciones de carga normal, de manera que los engranajes 32 de transmisión orbitan alrededor del engranaje 26 de entrada. La rotación de los engranajes 32 de transmisión causa que el engranaje 30 de salida gire, lo que a su vez ocasiona que el árbol 14 de salida gire para desplazar una carga, por ejemplo, moviendo una superficie de control de la aeronave.
- En ciertas condiciones de funcionamiento anormal o inesperado, tales como la avería o bloqueo de un panel de la superficie de control, la rotación del árbol 14 de salida resulta impedita mientras se sigue aplicando el par de entrada, y se produce un aumento repentino en el par en el árbol de salida. Por consiguiente, los engranajes 32 de transmisión experimentan una mayor carga de par y, de esta manera, transmiten un par adicional al engranaje 28 de referencia. Cuando se supera un límite del par diseñado, se supera la fricción estática y el engranaje 28 de referencia se moverá con respecto a la carcasa 16 girando alrededor del eje principal 11 en la realización ilustrada. Este deslizamiento dentro del GRA 10 ayuda a evitar el daño estructural al árbol 14 de salida y los componentes aguas abajo.
- Tras superar el límite del par, se activa el mecanismo 40 de bloqueo para evitar la transmisión de par entre el árbol 12 de entrada y el árbol 14 de salida. A medida que el engranaje 28 de referencia gira con respecto a la carcasa 16, también gira con respecto al anillo 46 de bloqueo, que se evita que gire con respecto a la carcasa 16 mediante pasadores 49 de deslizamiento. Este desplazamiento angular relativo provoca que los cojinetes 64 de bolas salgan de sus receptáculos 66 respectivos en el anillo 46 de bloqueo y los receptáculos 68 en el engranaje 28 de referencia, desplazando de este modo el anillo 46 de bloqueo axialmente hacia su posición de bloqueo contra la desviación del resorte 36.
- Se hace referencia ahora a las Figs. 11A-11E, que ilustran lo que sucede una vez que el anillo 46 de bloqueo está en la posición de bloqueo y el árbol 12 de entrada. En la Fig. 11A, el anillo 46 de bloqueo continúa en su posición de no bloqueo, mientras que en la Fig. 11B el anillo de bloqueo se ha desplazado axialmente a su posición de bloqueo. Cuando el anillo 46 de bloqueo está en su posición de bloqueo, los topes 48 interfieren radialmente con la trayectoria de recorrido circular de las lengüetas 60 en los miembros 44 de trinquete. Cuando el portatrinquete 42 gira, la lengüeta 60 de un miembro 44 de trinquete se engrana con un tope 48, tal como se muestra en la Fig. 11B. Como se ilustra en la Fig. 11C, este acoplamiento provoca que el miembro 44 de trinquete pivote alrededor de un eje definido por el pasador 50 de pivote, comprimiendo de ese modo el émbolo 52 de bola a medida que el émbolo de bola se mueve fuera del rebaje 54 central en el miembro de trinquete. La rotación del portatrinquete 42 continúa, acompañada de un movimiento pivotante adicional del miembro 44 de trinquete, hasta que el émbolo 52 de bola se descomprime elásticamente y se recibe dentro de un rebaje 56 lateral en el miembro 44 de trinquete, como puede verse en la Fig. 11D. En esta etapa, el miembro 44 de trinquete se ajusta en una posición de pivote de bloqueo, en donde uno de sus miembros 58 de retención interfiere radialmente con los topes 48 y el otro miembro 58 de retención obstaculizará el giro por acoplamiento con el portatrinquete 42. A medida que el portatrinquete 42 continúa rotando alrededor del eje principal 11, el miembro 44 de trinquete se engranará con el siguiente tope 48, tal como se muestra en la Fig. 11E. Por consiguiente, se evita la transmisión de par entre el árbol 12 de entrada y el árbol 14 de salida. En la realización descrita en el presente documento, el par del árbol 12 de entrada se redirige mediante el mecanismo 40 de bloqueo a la base estructural proporcionada por la carcasa 16.
- Las Figs. 12A-12E ilustran cómo el mecanismo 40 de bloqueo puede reconfigurarse ordenando la contra-rotación del árbol 12 de entrada para hacer así que el portatrinquete 42 realice un movimiento contra-rotatorio. Inicialmente, se entenderá que los cojinetes 64 de bolas ya se han vuelto a alinear con los receptáculos 66 y 68, y que la desviación del resorte 36 ha devuelto el anillo 46 de bloqueo a su posición axial de no bloqueo. El portatrinquete 42 y los miembros 44 de trinquete comienzan desde la condición de bloqueo completo representada en la Fig. 12A (esta es la misma condición que se muestra en la Fig. 11E). El portatrinquete 42 gira de forma contra-rotatoria hasta que el miembro 58 de retención de arrastre radialmente exterior se engrana con el tope 48 anterior, como se muestra en la Fig. 12B. Como puede entenderse a partir de la Fig. 12C, esto provoca que el miembro 42 de trinquete gire alrededor del eje del pasador 50 de pivote, comprimiendo de ese modo el émbolo 52 de bola conforme el portatrinquete 42 continúa su contra-rotación. Pasando a la Fig. 12D, se observará que la contra-rotación del portatrinquete 42 provoca que el miembro 44 de trinquete continúe pivotando hasta que el émbolo de bola se descomprime elásticamente y se recibe en el rebaje central 54. Por consiguiente, como se muestra en la Fig. 12E, el miembro 44 de trinquete se reconfigura ahora con holgura radial con respecto a los topes 48 del anillo 46 de bloqueo.
- Como se observa mejor en la Fig. 13, los receptáculos 66 en el anillo 46 de bloqueo y los receptáculos 68 en el engranaje 28 de referencia pueden tener una primera pendiente 70 asociada con una primera dirección angular alrededor del eje principal 11, y una segunda pendiente 72 asociada con una segunda dirección angular alrededor del eje principal opuesta a la primera dirección angular, en donde la primera pendiente difiere de la segunda pendiente. De este modo, el par necesario para accionar el mecanismo 40 de bloqueo puede hacerse mayor en una dirección rotacional, por ejemplo, la dirección rotacional asociada con la extensión de la aleta de hipersustentación o

la aleta auxiliar, que en la dirección rotacional opuesta, por ejemplo en la dirección rotacional asociada con la retracción de la aleta de hipersustentación o la aleta auxiliar.

- 5 Debido a que el mecanismo limitador de par del GRA 10 es sensible al par de salida en lugar de al par de entrada, puede establecerse el límite del par de bloqueo más cerca del par operativo máximo, dando como resultado un par límite menor a la salida de cada GRA. Esto puede dar como resultado un ahorro de peso significativo de no solo del propio GRA, sino lo que es más importante, de la estructura aguas abajo que protege.
- 10 El GRA de detección de par de salida descrito en el presente documento también resuelve los problemas asociados con el paquete de frenos de disco de la técnica anterior. En primer lugar, la invención elimina el paquete de frenos de disco de fricción y lo reemplaza por un mecanismo de bloqueo de trinquete. Este cambio reduce drásticamente el par de resistencia viscosa generado por las placas de freno y elimina la dependencia de la fricción para la limitación positiva del par. Con tantos como treinta GRA en un sistema de superficie de control de aeronave, este cambio también reduce en gran medida la potencia requerida por la PCU. Se puede conseguir una reducción significativa en el peso de todo el sistema de accionamiento. En segundo lugar, la invención también tiene el potencial de eliminar el requerimiento de un sistema de detección de inclinación en algunos sistemas de accionamiento de la superficie de control de aeronaves (por ejemplo, la aleta de hipersustentación y la aleta auxiliar), lo que da como resultado mejoras drásticas en los costes, el peso y la fiabilidad del sistema.
- 15 20 Las realizaciones de la presente invención se describen con detalle en el presente documento; sin embargo, los expertos en la materia apreciarán que pueden realizarse modificaciones. Como un ejemplo, se observa que son posibles configuraciones alternativas en las que solo se proporciona una superficie de rampa, ya sea en la armadura 26 o en la placa opuesta 14.

25 **Lista de piezas**

10	Actuador rotatorio engranado (“GRA”)
11	Eje principal
12	Árbol de entrada
30	13 Cojinete rotatorio
	14 Árbol de salida
	15 Cojinete rotatorio
	16 Carcasa (base estructural)
	18 Cubierta de la carcasa
35	20 Placa de extremo de la carcasa
	22 Anillo espaciador
	24 Superficie escalonada radial
	26 Engranaje de entrada
	28 Engranaje de referencia
40	30 Engranaje accionado
	32 Engranaje de transmisión
	36 Resorte
	40 Mecanismo de bloqueo
	42 Portatrinquete
45	44 Miembro de trinquete
	46 Anillo de bloqueo
	48 Tope del anillo de bloqueo
	49 Pasador deslizante
	50 Pasador de pivote
50	52 Émbolo de bola
	54 Rebaje central en el miembro de trinquete
	56 Rebaje lateral en el miembro de trinquete
	58 Miembro de retención del miembro de trinquete
	60 Lengüeta del miembro de trinquete
55	62 Superficie con holgura radial del miembro de trinquete
	64 Cojinete de bolas
	66 Receptáculo de bola en el anillo de bloqueo
	68 Receptáculo de bola en el engranaje de referencia
	70 Primera pendiente del receptáculo de bola
60	72 Segunda pendiente del receptáculo de bola

REIVINDICACIONES

1. Un limitador (10) de par para limitar la transmisión de par entre un árbol (12) de entrada que puede girar alrededor de un eje de entrada y un árbol (14) de salida que puede girar alrededor de un eje de salida, comprendiendo el limitador de par:
 5 una base estructural (16);
 un conjunto de engranajes para transmitir movimiento rotacional del árbol de entrada al árbol de salida, incluyendo el conjunto de engranajes un engranaje (28) de referencia acoplado a la base estructural de manera que el movimiento del engranaje de referencia con respecto a la base estructural dependa de un par de salida en el árbol de salida;
 10 en donde el engranaje (28) de referencia es estacionario con respecto a la base estructural (16) cuando el par de salida está por debajo de un límite del par de salida, y el engranaje de referencia se mueve con respecto a la base estructural cuando el par de salida supera el límite del par de salida;
 15 caracterizado por que el limitador de par comprende además un mecanismo (40) de bloqueo para evitar la transmisión de par entre el árbol (12) de entrada y el árbol (14) de salida tras haber superado el límite del par de salida.
2. El limitador de par según la reivindicación 1, en donde el conjunto de engranajes incluye además un engranaje (26) de entrada dispuesto para girar con el árbol de entrada y una pluralidad de engranajes (32) de transmisión conectados con el engranaje de entrada y el engranaje de referencia, preferiblemente en donde el conjunto de engranajes incluye además un engranaje (30) accionado mediante el cual se transmite rotación al árbol de salida, y en donde la pluralidad de engranajes de transmisión están conectados también con el engranaje accionado.
 20
3. El limitador de par según la reivindicación 1, en donde el mecanismo de bloqueo redirige el par del árbol (12) de entrada a la base estructural (16) tras superar el límite del par.
 25
4. El limitador de par según la reivindicación 3, en donde el mecanismo de bloqueo se acciona mediante el movimiento rotacional del engranaje (28) de referencia con respecto a la base estructural (16).
 30
5. El limitador de par según la reivindicación 1, en donde el conjunto de engranajes incluye:
 (i) un engranaje (26) de entrada que gira con respecto a la base estructural (16) en respuesta a la rotación del árbol (12) de entrada,
 35 (ii) un engranaje (30) accionado asociado con el árbol de salida, en donde el árbol de salida gira en respuesta a la rotación del engranaje accionado; y
 (iii) al menos un engranaje (32) de transmisión que se engrana con el engranaje de entrada, el engranaje de referencia y el engranaje accionado de manera que la rotación del árbol de entrada provoca la rotación del árbol (14) de salida sin provocar el movimiento del engranaje (28) de referencia con respecto a la base estructural a menos que se supere el límite del par, en donde el engranaje de referencia se mueve con respecto a la base estructural cuando se supera el límite del par.
 40
6. El limitador de par según la reivindicación 5, en donde el conjunto de engranajes es un conjunto de engranajes planetario en el que el engranaje (26) de entrada está dispuesto como un engranaje solar sobre el árbol (12) de entrada, el engranaje (28) de referencia está dispuesto como un engranaje anular alrededor del engranaje de entrada, y el al menos un engranaje (32) de transmisión incluye una pluralidad de engranajes planetarios dispuestos entre el engranaje de entrada y el engranaje de referencia.
 45
7. El limitador de par según la reivindicación 6, en donde el engranaje (26) de entrada y el engranaje (30) accionado están dispuestos coaxialmente entre sí a lo largo de un eje principal.
 50
8. El limitador de par según la reivindicación 7, en donde la pluralidad de engranajes planetarios se extienden axialmente en una dirección paralela al eje principal.
 55
9. El limitador de par según la reivindicación 7, en donde el engranaje (28) de referencia está dispuesto coaxialmente con el engranaje (26) de entrada y el engranaje (30) accionado a lo largo del eje principal.
10. El limitador de par según la reivindicación 5, en donde la base estructural (16) incluye una carcasa que contiene el conjunto de engranajes, preferiblemente en donde el engranaje (28) de referencia está acoplado a la carcasa mediante contacto de fricción, preferiblemente en donde el contacto de fricción incluye contacto de fricción entre una superficie (28A) de extremo anular del engranaje de referencia y una superficie (24) escalonada radial de la carcasa, preferiblemente en donde el contacto de fricción entre la superficie (28A) de extremo del engranaje (28) de referencia y la superficie (24) escalonada radial de la carcasa está cargado por resorte.
 60

11. El limitador de par según la reivindicación 5, en donde el engranaje (26) de entrada y el engranaje (28) de referencia están dispuestos de forma coaxial entre sí a lo largo de un eje principal, y el engranaje de referencia gira alrededor del eje principal con respecto a la base estructural cuando se supera el límite del par.

5 12. El limitador de par según la reivindicación 11, en donde el mecanismo de bloqueo redirige el par del árbol (12) de entrada a la base estructural (16) tras superarse el límite del par.

13. El limitador de par según la reivindicación 12, en donde el mecanismo (40) de bloqueo comprende: un portatrinquete (42) dispuesto para girar con el árbol de entrada;

10 al menos un miembro (44) de trinquete acoplado de manera pivotante al portatrinquete; un anillo (46) de bloqueo que incluye al menos un tope (48) que se extiende radialmente hacia dentro, en donde el anillo de bloqueo está dispuesto a lo largo del eje principal y puede desplazarse axialmente desde una posición de no bloqueo en donde cada tope tiene holgura radial con respecto a cada miembro de trinquete hasta una posición de bloqueo en donde cada tope interfiere radialmente con cada miembro de trinquete;

15 un resorte (36) dispuesto para empujar el anillo de bloqueo hacia la posición de no bloqueo; y una pluralidad de cojinetes (64) de bolas asentados entre el anillo de bloqueo y el engranaje de referencia para (a) mantener el anillo de bloqueo en la posición de no bloqueo cuando el anillo de bloqueo y el engranaje de referencia están en una orientación angular predeterminada alrededor del eje principal uno con respecto al otro, y (b) desplazar el anillo de bloqueo hacia la posición de bloqueo cuando el engranaje de referencia gira alrededor del eje principal con respecto al anillo de bloqueo.

20 14. El limitador de par según la reivindicación 13, en donde la pluralidad de cojinetes (64) de bolas están asentados dentro de un conjunto correspondiente de receptáculos (66) en el anillo de bloqueo y otro conjunto correspondiente de receptáculos (68) en el engranaje de referencia, preferiblemente en donde los receptáculos (66) en el anillo de bloqueo y los receptáculos (68) en el engranaje de referencia tienen una primera pendiente (70) asociada con una primera dirección angular alrededor del eje principal y una segunda pendiente (72) asociada con una segunda dirección angular alrededor del eje principal opuesta a la primera dirección angular, y en donde la primera pendiente difiere de la segunda pendiente.

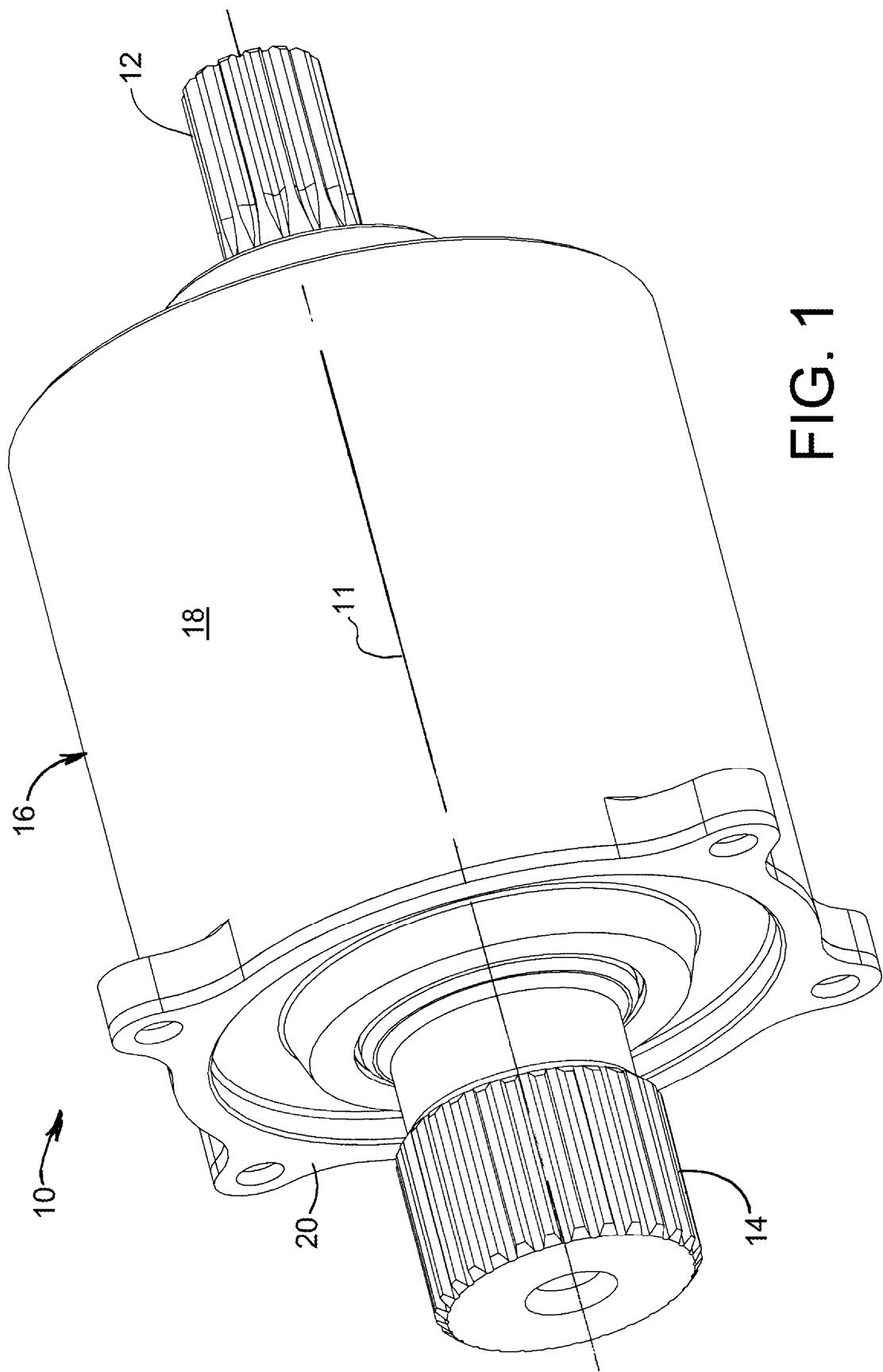
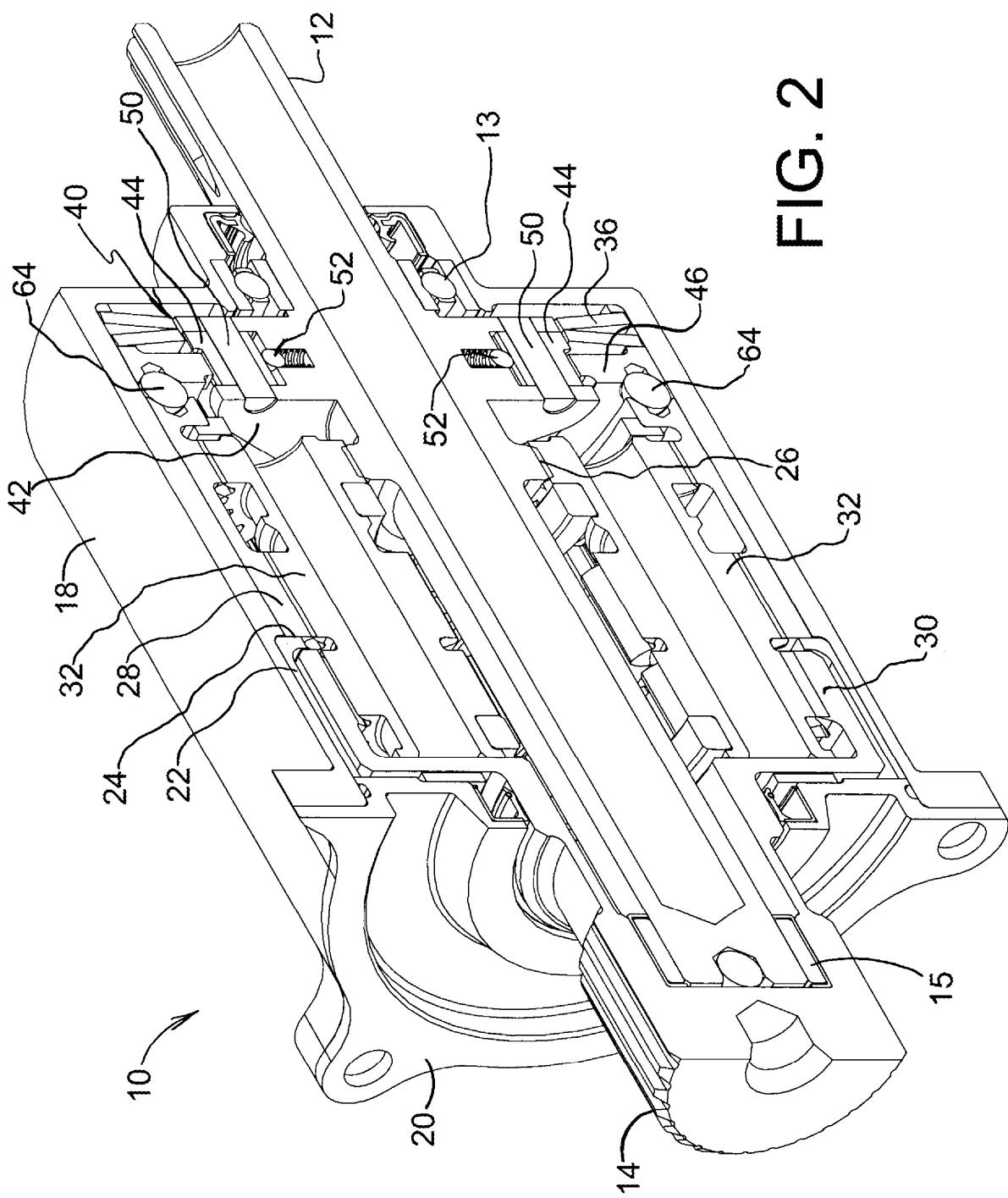


FIG. 1



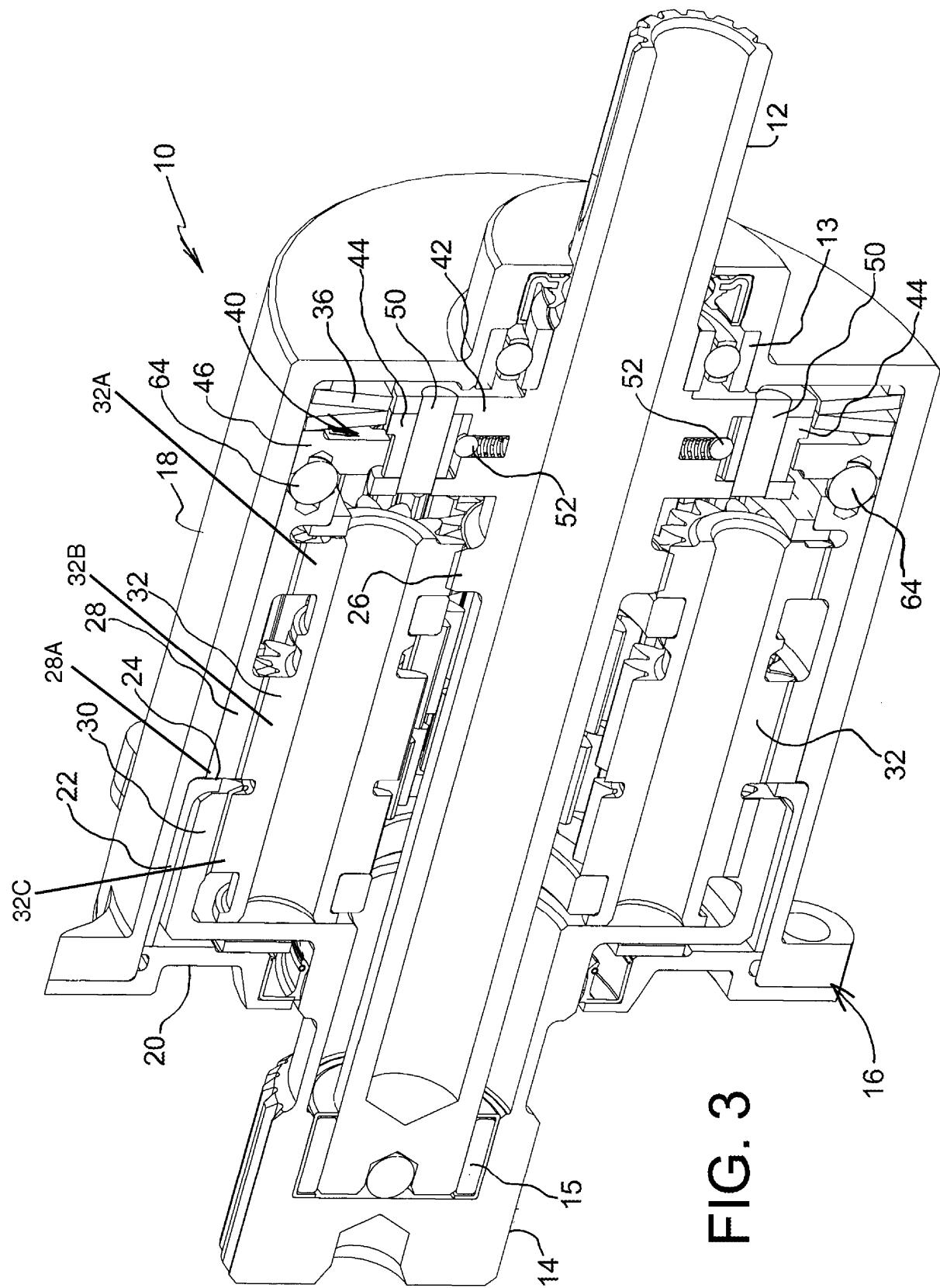


FIG. 3

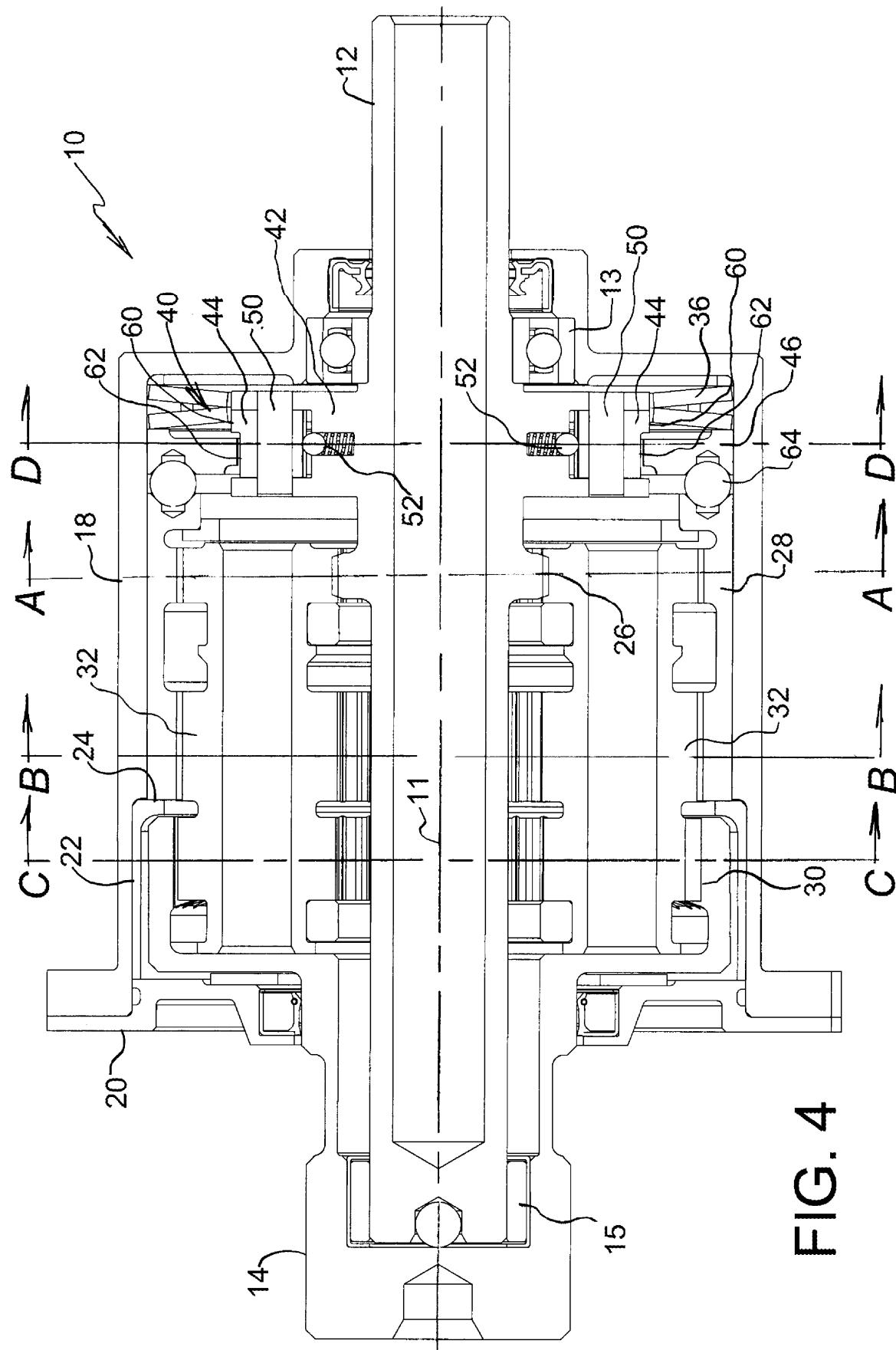


FIG. 4

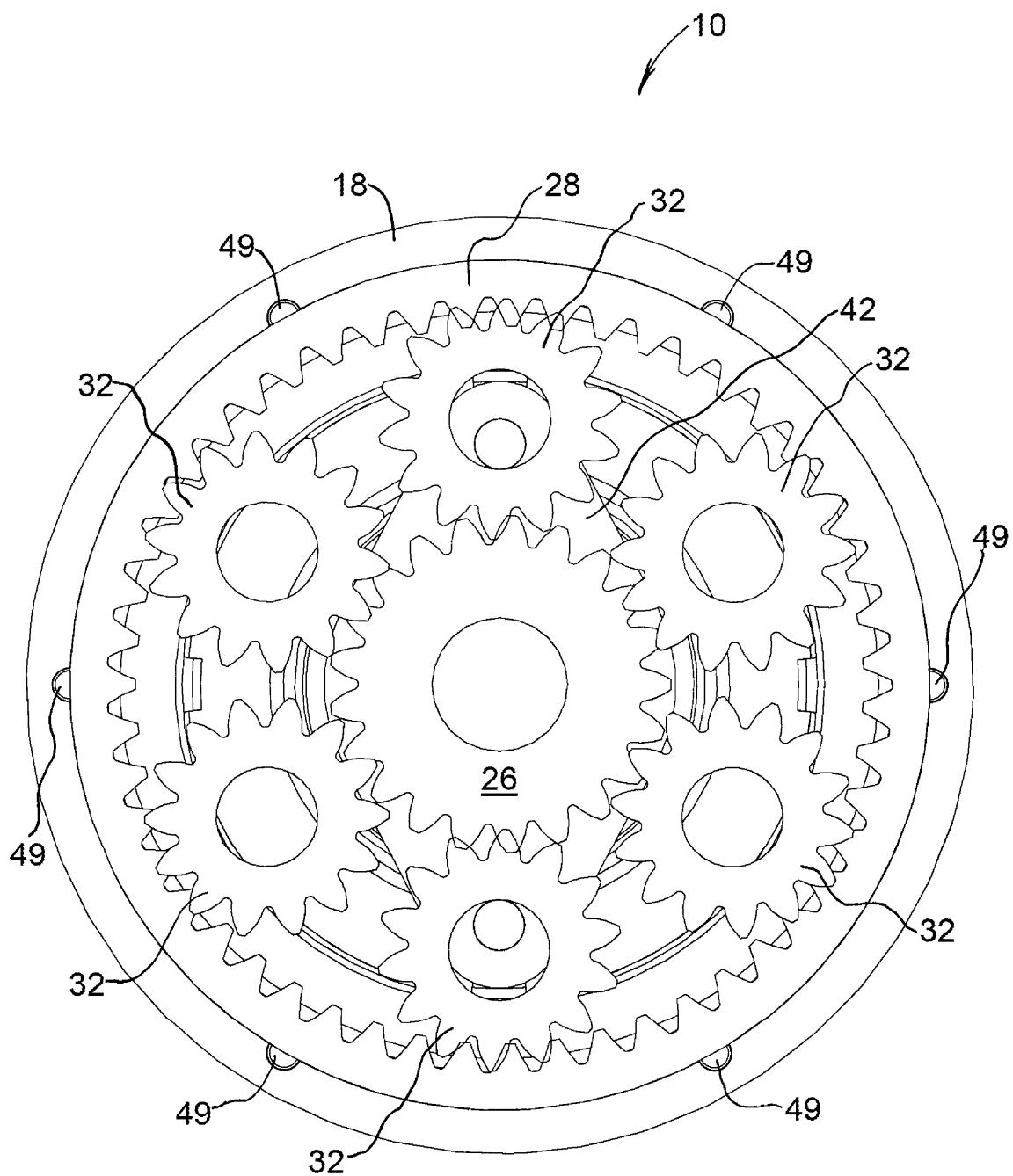


FIG. 5

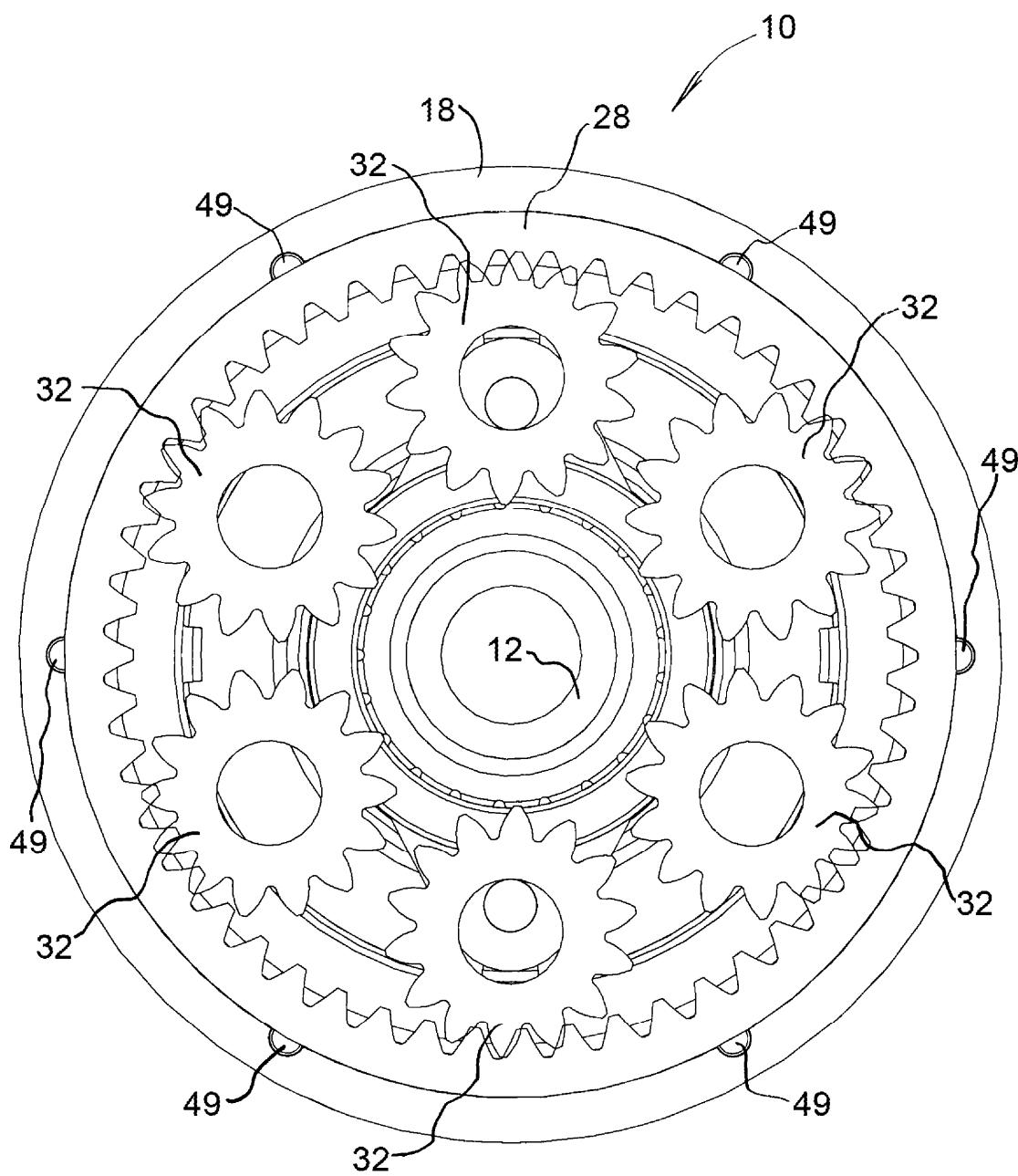


FIG. 6

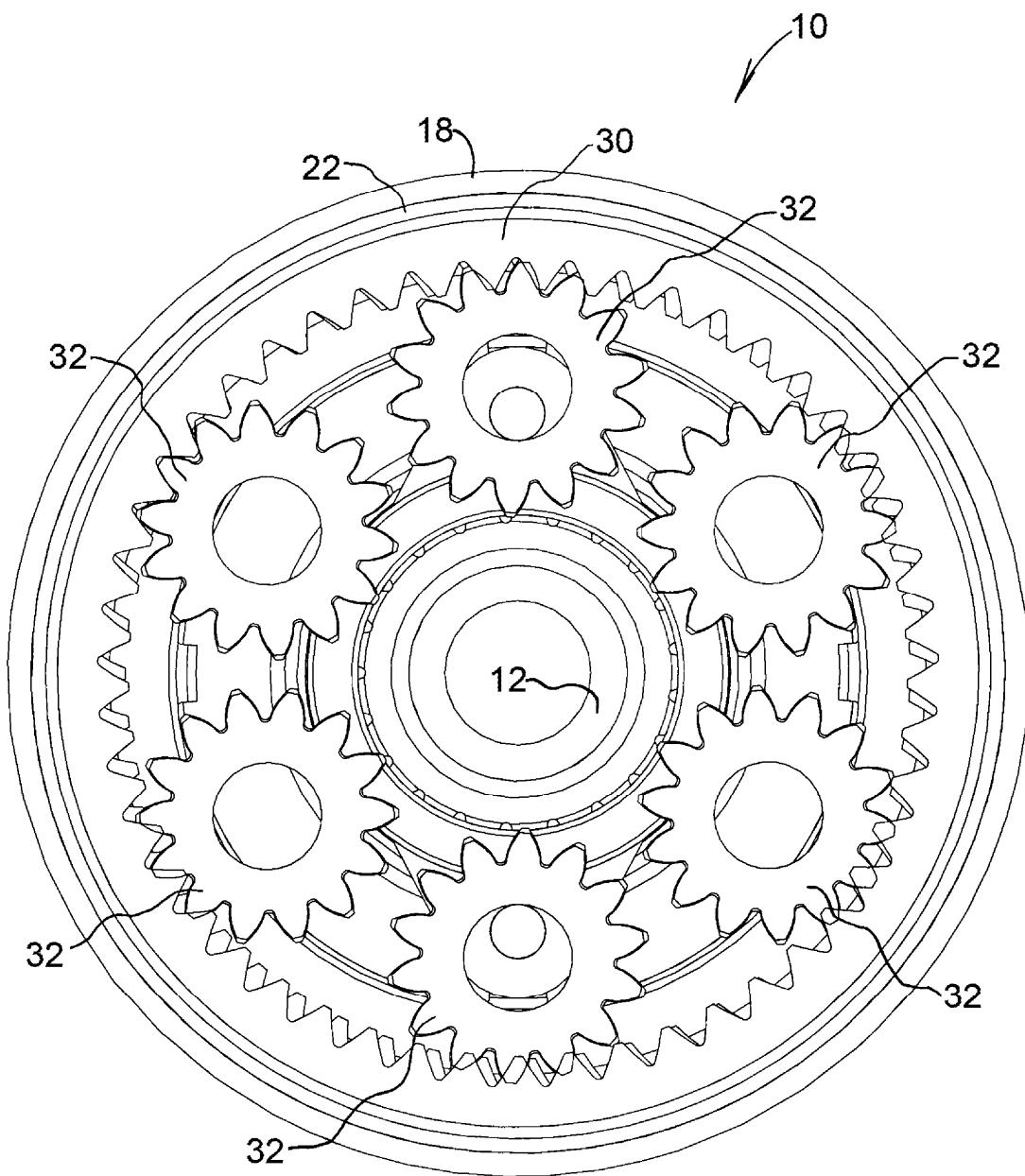
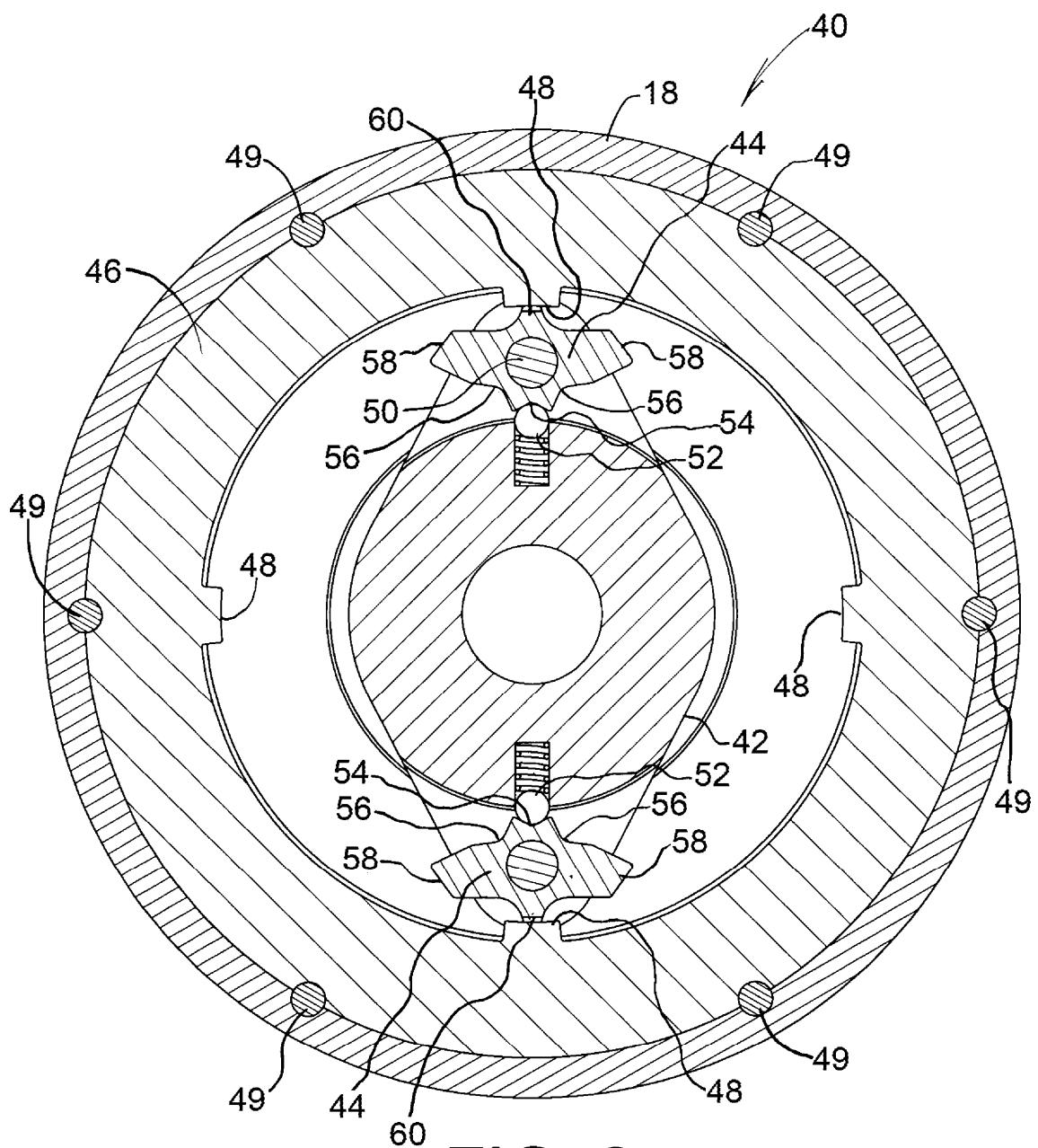
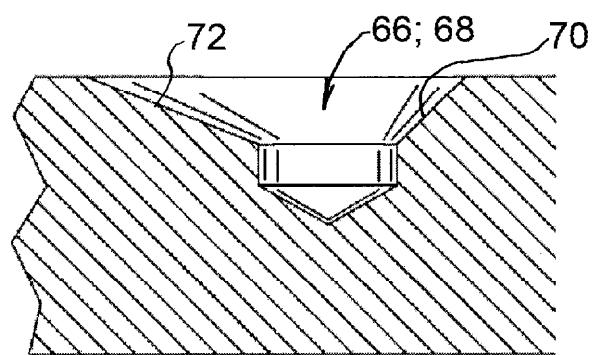
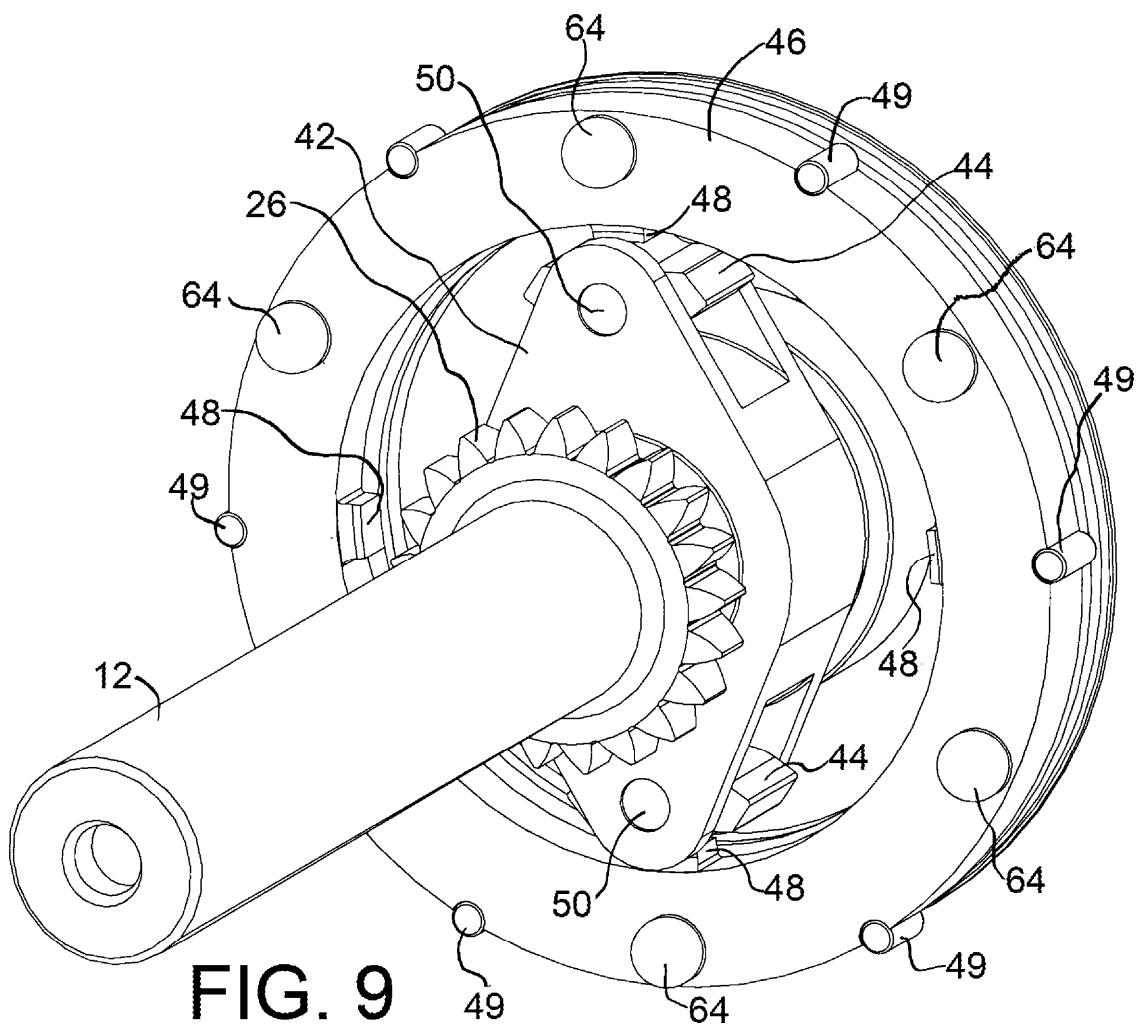


FIG. 7





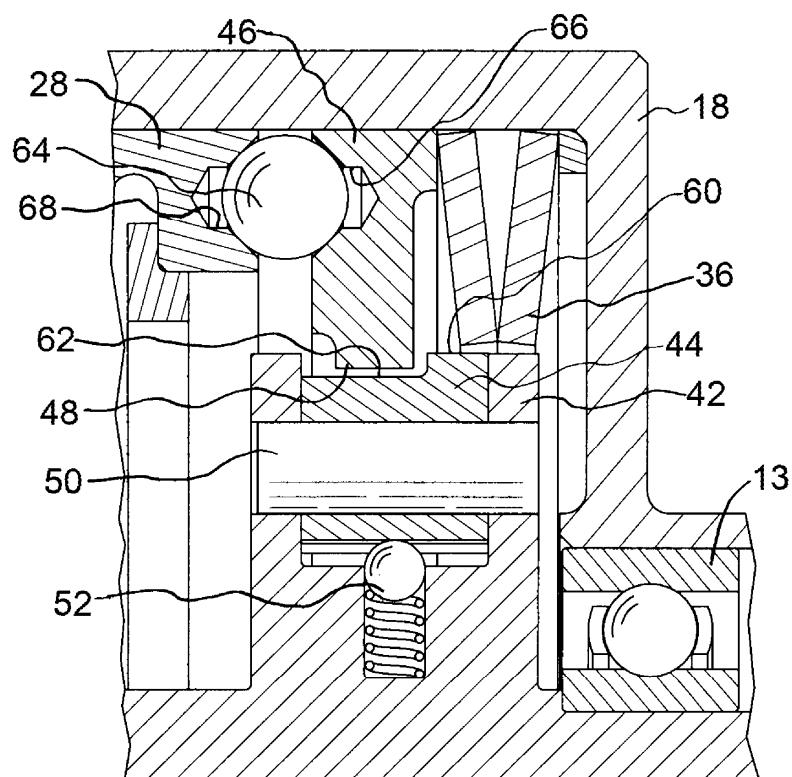


FIG. 10A

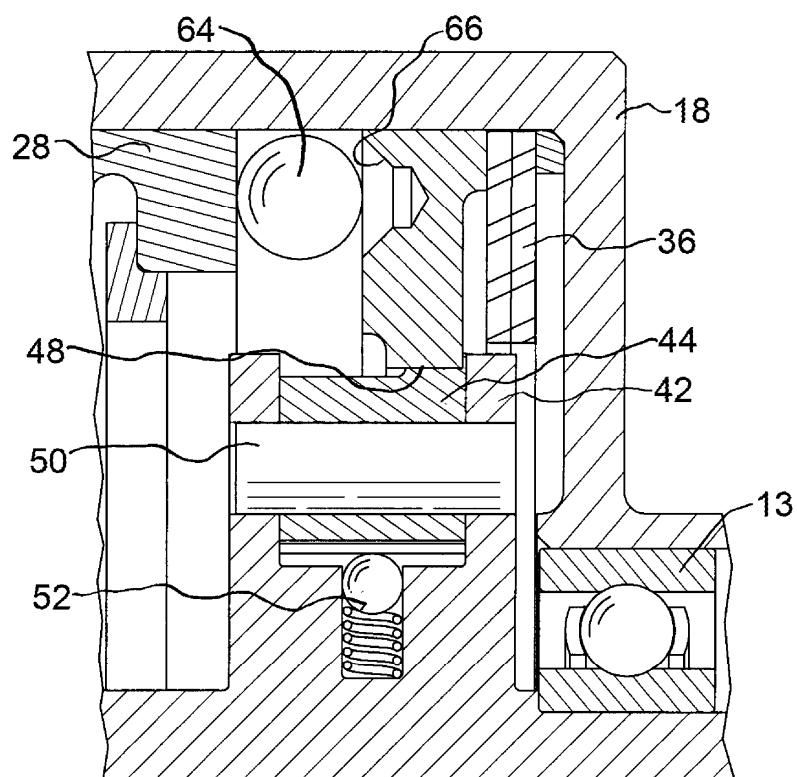


FIG. 10B

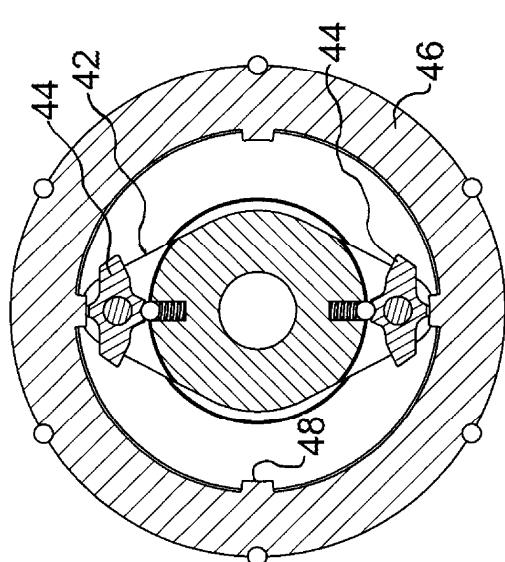


FIG. 11A

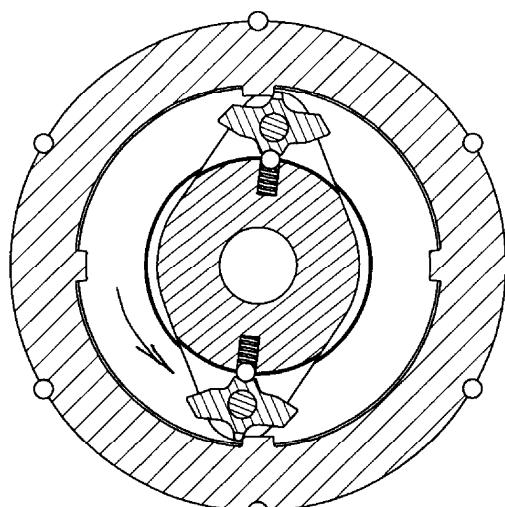


FIG. 11B

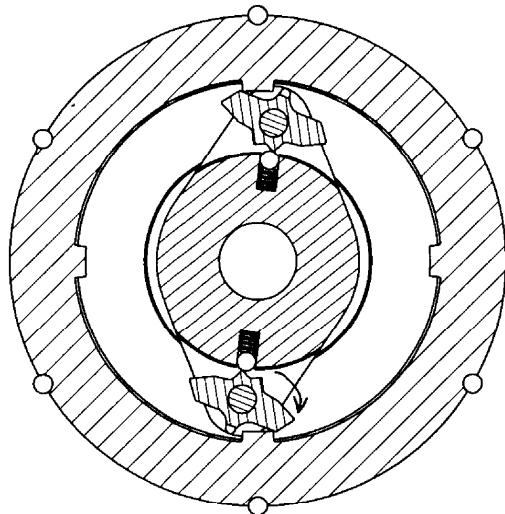


FIG. 11C

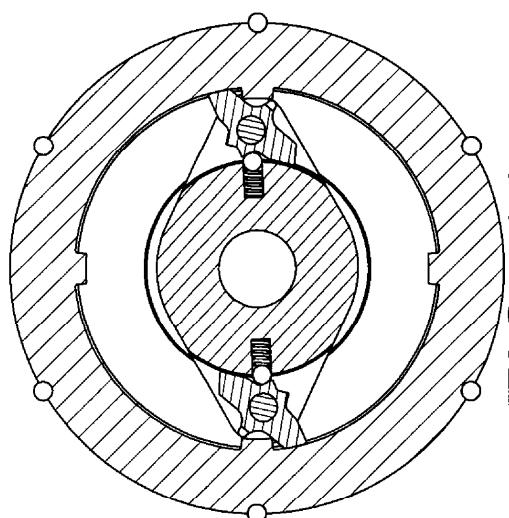


FIG. 11D

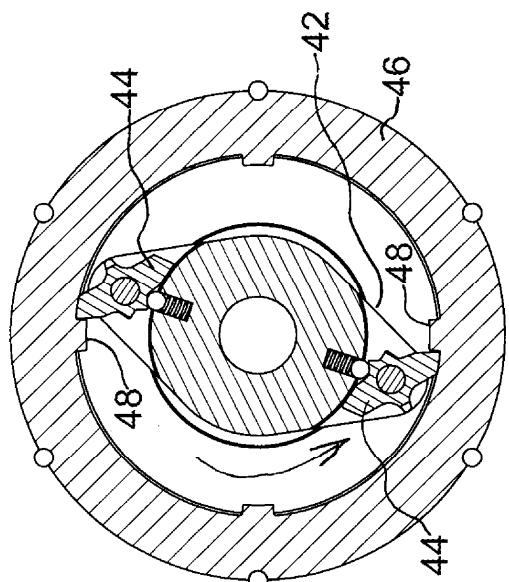


FIG. 11E

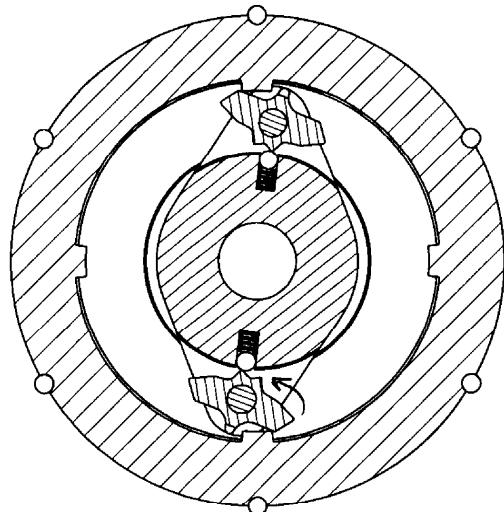


FIG. 12C

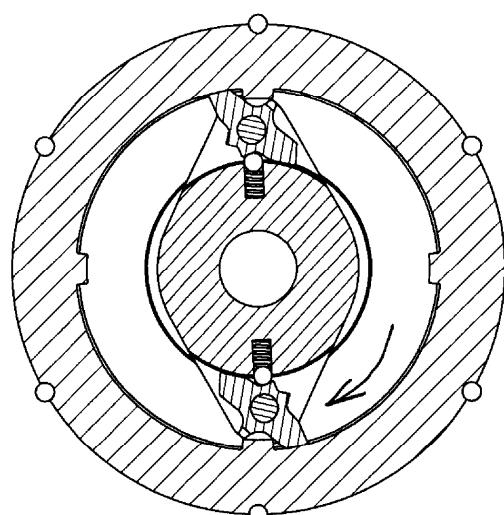


FIG. 12B

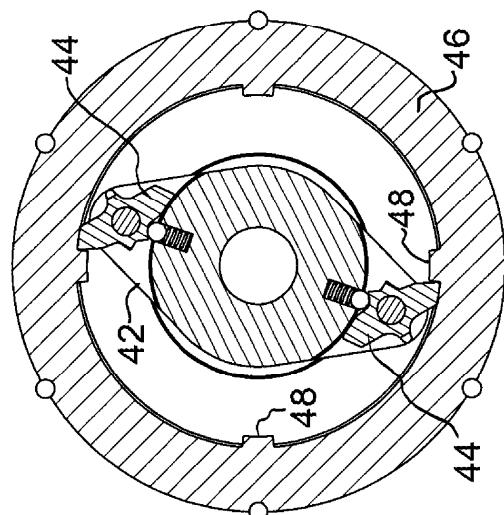


FIG. 12A

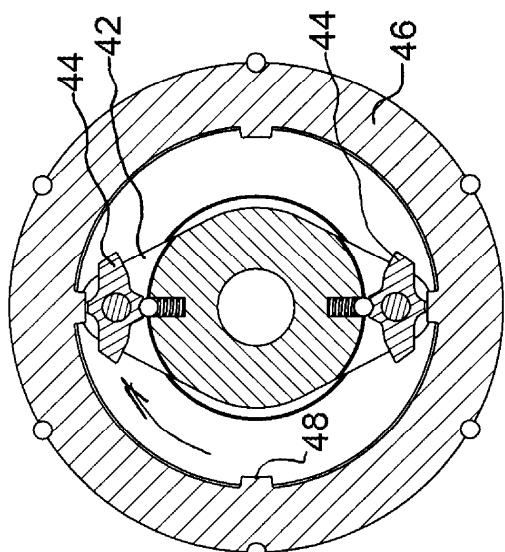


FIG. 12E

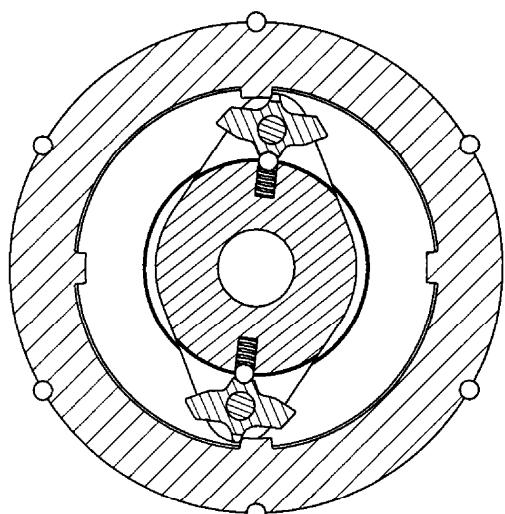


FIG. 12D