

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 944 128**

51 Int. Cl.:

B60K 17/346 (2006.01)
B60K 5/02 (2006.01)
B60K 5/04 (2006.01)
B60K 17/02 (2006.01)
B60K 17/16 (2006.01)
B60K 17/26 (2006.01)
F16H 48/11 (2012.01)
F16H 48/34 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2021** **E 21214129 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2023** **EP 4023481**

54 Título: **Sistema de transmisión para vehículos de tracción a las cuatro ruedas**

30 Prioridad:

29.12.2020 US 202017136684

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.06.2023

73 Titular/es:

THE HILLIARD CORPORATION (100.0%)
100 West Fourth Street
Elmira NY 14902-1504, US

72 Inventor/es:

KNICKERBOCKER, HOWARD J;
PALMER, JAMES E y
HASSON, JR, JOHN MICHAEL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 944 128 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de transmisión para vehículos de tracción a las cuatro ruedas

Antecedentes de la invención

- El aumento de la demanda en los últimos años de vehículos todoterreno ha dado lugar a un gran desarrollo en este tipo de vehículos. Muchos de los desarrollos se han centrado en hacer que el vehículo sea más adaptable a las condiciones cambiantes de la carretera, por ejemplo, caminos de tierra, pavimento y grava. A medida que cambia el terreno de la carretera, es deseable variar las capacidades de conducción del vehículo para conducir más eficientemente por el nuevo terreno. Los vehículos anteriores de tracción a las cuatro ruedas y todo terreno eran complicados ya que requerían que el usuario acoplara y desacoplara manualmente el eje de transmisión secundario, por ejemplo mediante la detención del vehículo para bloquear/desbloquear físicamente los cubos de las ruedas. Las mejoras en los trenes de transmisión de los vehículos, tal como el desarrollo de sistemas automatizados de acoplamiento y desacoplamiento de un eje motriz, eliminaron muchos de los problemas de los diseños anteriores. Estos sistemas de conducción automatizados a veces se denominan de tracción a las cuatro ruedas "sobre la marcha". Sin embargo, estos sistemas requieren que el vehículo esté en tracción a dos ruedas o a cuatro ruedas en todo momento.
- En general, todos los vehículos de tracción a las cuatro ruedas incluyen un diferencial para transferir el par desde un eje de transmisión a los ejes motrices que están fijados a las ruedas. Por lo general, los ejes motrices (o semiejes) son independientes entre sí, lo que permite que se produzca una acción diferencial cuando una rueda intenta girar a una velocidad diferente de la otra, por ejemplo, cuando el vehículo tuerce. La acción diferencial también elimina el roce de los neumáticos, reduce las cargas de transmisión y reduce el subviraje durante las curvas (la tendencia a ir recto en una curva). Hay cuatro tipos principales de diferenciales convencionales: diferenciales abiertos, de deslizamiento limitado, de bloqueo y centrales. Un diferencial abierto permite la acción diferencial entre los semiejes, pero cuando una rueda pierde tracción, todo el par disponible se transfiere a la rueda sin tracción, lo que da lugar a que el vehículo se detenga.
- Un diferencial de deslizamiento limitado supera los problemas relacionados con el diferencial abierto al transferir algo de par a la rueda que no desliza. Algunos de los diferenciales de deslizamiento limitado más costosos usan sensores y presión hidráulica para accionar los paquetes de embrague que bloquean los dos semiejes entre sí. Los beneficios de estas unidades hidráulicas (o viscosas) a menudo se ven ensombrecidos por su costo, ya que requieren fluidos costosos y sistemas de bombeo complejos. El calor generado en estos sistemas, especialmente cuando se usan durante períodos prolongados, también puede requerir la adición de una fuente de enfriamiento de fluido auxiliar.
- El tercer tipo de diferencial es un diferencial de bloqueo que utiliza embragues para bloquear los dos semiejes entre sí o que incorpora una unión mecánica que conecta los dos ejes. En este tipo de diferenciales, ambas ruedas pueden transmitir par independientemente de la tracción. El principal inconveniente de este tipo de diferenciales es que los dos semiejes ya no son independientes entre sí. De por sí, los semiejes están bloqueados o desbloqueados entre sí. Esto puede dar lugar a problemas durante los giros en los que la rueda exterior intenta girar más rápido que la rueda interior. Dado que los semiejes están bloqueados entre sí, una rueda debe rozar. Otro problema que se presenta en los diferenciales de bloqueo son los tirones en las curvas debido a la incapacidad de los dos ejes para girar a diferentes velocidades.
- El último tipo de diferencial es el diferencial central. Estos tipos de diferenciales se utilizan en la caja de transferencia de un vehículo con tracción a las cuatro ruedas para desarrollar una división de par entre los ejes de transmisión delantero y trasero.
- Muchos diferenciales en el mercado actual utilizan algún tipo de embrague de rueda libre para transmitir par cuando es necesario a un eje motriz. Un uso exitoso de un embrague de rueda libre en un vehículo todo terreno se describe en el documento de patente nº US 5,971,123. En esa patente, el vehículo incorpora un embrague de rueda libre que utiliza un dispositivo electromagnético para controlar el acoplamiento del mecanismo de tracción a las cuatro ruedas, y un segundo dispositivo electromagnético para dotar al vehículo de capacidad de frenado de motor. Esa patente describe un diferencial de embrague de rueda libre bidireccional electromecánico innovador que soluciona muchos de los problemas inherentes a los sistemas de transmisión anteriores. El diferencial de embrague de rueda libre bidireccional utiliza una bobina controlada eléctricamente para hacer avanzar y/o retrasar una jaula de rodillos, controlando así la capacidad del diferencial para acoplarse y desacoplarse según el estado de funcionamiento de las ruedas primarias y secundarias. El diferencial bidireccional del documento de patente nº US 5,971,123 también describe un sistema accionamiento inverso. El sistema de accionamiento inverso acopla de forma activa los ejes secundarios en ciertas situaciones en las que se necesita tracción adicional. Por ejemplo, cuando el vehículo desciende por una pendiente, el sistema acopla las ruedas delanteras, que son las ruedas con mejor tracción.
- El documento de patente nº US 6,722,484 describe otro embrague de rueda libre bidireccional que es útil en el eje de transmisión principal para proporcionar un acoplamiento continuo con capacidad de rueda libre, mientras que al mismo tiempo proporciona capacidad de frenado de motor. El embrague de rueda libre incluye al menos un miembro de fricción que está en contacto con la jaula de rodillos y el cubo de manera que, durante el funcionamiento, el miembro de fricción genera unas fuerzas de fricción entre la jaula de rodillos y el cubo que hacen que la jaula de rodillos gire

con el cubo, colocando así la jaula de rodillos en la posición de acoplamiento de avance.

La publicación del documento de patente de EE.UU. nº 2006/160652 describe un diferencial de engranajes rectos para transmitir par a unos engranajes laterales primero y segundo para el accionamiento de las ruedas. El diferencial incluye dos conjuntos de engranajes planetarios, un conjunto de engranajes acoplado al primer engranaje lateral y el otro acoplado al segundo engranaje lateral. Los dos engranajes planetarios también se acoplan entre sí. Se proporciona un conjunto de paquete de embrague y volante de inercia para proporcionar un mecanismo de bloqueo seleccionado de velocidad para limitar el giro relativo de los engranajes laterales primero y segundo entre sí.

No obstante, los sistemas de tracción a las cuatro ruedas existentes suelen tener uno o más inconvenientes. Por ejemplo, los sistemas convencionales de tracción a las cuatro ruedas con vectorización de par normalmente requieren unos sensores y controles informáticos complejos y caros. A modo de otro ejemplo, los sistemas existentes pueden ser relativamente ineficientes, por ejemplo, debido a la pérdida de calor provocada por el uso de placas de embrague de fricción. Como resultado, serían beneficiosos unos sistemas mejorados de tracción a las cuatro ruedas.

Compendio de la invención

En un aspecto, la presente invención proporciona un sistema de tracción a las cuatro ruedas bajo demanda, como se define en la reivindicación 1, en el campo de los trenes de transmisión de vehículos de motor, incluidos los vehículos todoterreno recreativos. El sistema incluye un diferencial para el eje trasero, un diferencial para el eje delantero, y un diferencial central que se conecta a los diferenciales del eje delantero y trasero. Los tres diferenciales contienen un embrague de rodillos de rueda libre bidireccional para permitir el bloqueo de sus respectivas salidas. Los embragues proporcionan un sistema superior de tracción a las cuatro ruedas bajo demanda que distribuye la potencia a cada rueda motriz para impulsar el vehículo.

La presente descripción también describe un diferencial para transmitir potencia desde una transmisión a un primer eje y a un segundo eje de un vehículo con tracción a las cuatro ruedas. El diferencial incluye un conjunto de diferencial abierto, un embrague de rueda libre bidireccional y un conjunto de electroimán. El conjunto de diferencial abierto incluye una corona dentada, un primer engranaje de salida y un segundo engranaje de salida. La corona dentada está configurada para ser accionada de forma giratoria por la transmisión. El primer engranaje de salida está configurado para ser accionado de forma giratoria por la corona dentada, y el primer engranaje de salida está configurado para accionar de forma giratoria el primer eje. El segundo engranaje de salida está configurado para ser accionado de forma giratoria por la corona dentada, y el segundo engranaje de salida está configurado para accionar de forma giratoria el segundo eje. El diferencial abierto tiene una configuración desbloqueada y una configuración bloqueada. En la configuración desbloqueada, el diferencial abierto permite una diferenciación entre el primer engranaje de salida y el segundo engranaje de salida, y en la configuración bloqueada el primer engranaje de salida y el segundo engranaje de salida giran en combinación entre sí. El embrague de rueda libre bidireccional incluye una carcasa de embrague, un cubo y una jaula de rodillos. La carcasa de embrague se forma sobre la corona dentada o está acoplada a ella y puede girar en combinación con la corona dentada, y la carcasa de embrague incluye una superficie interior. El cubo está dispuesto dentro de la carcasa de embrague y está configurado para girar en combinación con el segundo engranaje de salida y el segundo eje. El conjunto de jaula de rodillos está dispuesto entre la superficie interior de la carcasa de embrague y el cubo, y el conjunto de jaula de rodillos incluye una jaula de rodillos y una pluralidad de rodillos soportados por la jaula de rodillos. El embrague de rueda libre bidireccional se puede acoplar para hacer que la pluralidad de rodillos se encaje entre la superficie interior de la carcasa de embrague y el cubo, y el cubo y la carcasa de embrague pueden de esta forma girar en combinación y hacer que el diferencial abierto adopte la configuración bloqueada. El embrague de rueda libre bidireccional se puede desacoplar para permitir un giro relativo entre el cubo y la carcasa de embrague, y por tanto permitir que el diferencial abierto adopte la configuración desbloqueada. El conjunto de electroimán está configurado para activarse para provocar el acoplamiento del embrague de rueda libre bidireccional.

En algunas realizaciones, el cubo incluye una pluralidad de superficies de leva, y el embrague de rueda libre bidireccional se puede acoplar para hacer que la pluralidad de rodillos se encaje entre la superficie interior de la carcasa de embrague y la pluralidad de superficies de leva del cubo.

En algunas realizaciones, la carcasa de embrague incluye una pluralidad de superficies de leva, y el embrague de rueda libre bidireccional se puede acoplar para hacer que la pluralidad de rodillos se encaje entre la superficie exterior del cubo y la pluralidad de superficies de leva de la carcasa de embrague.

Según la invención, el conjunto de diferencial abierto es un conjunto de engranajes planetarios, el primer engranaje de salida es un primer engranaje sol, el segundo engranaje de salida es un segundo engranaje sol, y el conjunto de engranajes planetarios incluye además un portaplanetas configurado para girar junto con la corona dentada. El portaplanetas soporta una pluralidad de pernos. Una pluralidad de primeros engranajes planetarios son soportados de forma giratoria por la pluralidad de pernos, y la pluralidad de primeros engranajes planetarios se acoplan de forma engranada con el primer engranaje sol. Una pluralidad de segundos engranajes planetarios son soportados de forma giratoria por la pluralidad de pernos, la pluralidad de segundos engranajes planetarios se acoplan de forma engranada con el segundo engranaje sol, y cada uno de los segundos engranajes planetarios se acopla de forma engranada con uno de los primeros engranajes planetarios.

En algunas realizaciones, el portaplanetas incluye la carcasa de embrague.

En algunas realizaciones, la corona dentada es una primera corona dentada, y el conjunto de diferencial abierto incluye además una segunda corona dentada configurada para ser accionada de forma giratoria por la transmisión. La segunda corona dentada está configurada para girar junto con la primera corona dentada y el portaplanetas.

- 5 En algunas realizaciones, un sistema de transmisión para un vehículo con tracción a las cuatro ruedas incluye el diferencial como diferencial central. El diferencial central está configurado para transmitir potencia desde la transmisión al primer eje de transmisión y al segundo eje de transmisión. El sistema de transmisión incluye además un diferencial delantero y un diferencial trasero. El diferencial delantero está configurado para transmitir potencia desde el primer eje de transmisión a un primer eje motriz delantero y a un segundo eje motriz delantero. El diferencial trasero está configurado para transmitir potencia desde el segundo eje de transmisión a un primer eje motriz trasero y a un segundo eje motriz trasero.

- 15 El conjunto de diferencial abierto incluye una corona dentada, un primer engranaje de salida y un segundo engranaje de salida. La corona dentada está configurada para ser accionada de forma giratoria por la transmisión. El primer engranaje de salida está configurado para ser accionado de forma giratoria por la corona dentada, y el primer engranaje de salida está configurado para accionar de forma giratoria el primer eje. El segundo engranaje de salida está configurado para ser accionado de forma giratoria por la corona dentada, y el segundo engranaje de salida está configurado para accionar de forma giratoria el segundo eje. El conjunto de diferencial abierto permite una diferenciación entre el primer engranaje de salida y el segundo engranaje de salida. El embrague de rueda libre bidireccional incluye una carcasa de embrague, un cubo y un conjunto de jaula de rodillos. La carcasa de embrague está formada sobre la corona dentada o está acoplada a ella y puede girar en combinación con la corona dentada, y la carcasa de embrague incluye una superficie interior. El cubo está dispuesto dentro de la carcasa de embrague y está configurado para girar en combinación con el segundo engranaje de salida y el segundo eje. El conjunto de jaula de rodillos está dispuesto entre la superficie interior de la carcasa de embrague y el cubo, y el conjunto de jaula de rodillos incluye una jaula de rodillos y una pluralidad de rodillos soportados por la jaula de rodillos. El embrague de rueda libre bidireccional se puede acoplar para hacer que la pluralidad de rodillos encajen entre la superficie interior de la carcasa de embrague y el cubo, y el cubo y la carcasa de embrague pueden girar así en combinación y hacer que el primer engranaje de salida y el segundo engranaje de salida giren en combinación entre sí. El conjunto de electroimán está configurado para ser activado para provocar el acoplamiento del embrague de rueda libre bidireccional.

- 20 En algunas realizaciones, el cubo incluye una pluralidad de superficies de leva, y el embrague de rueda libre bidireccional se puede acoplar para hacer que la pluralidad de rodillos se encaje entre la superficie interior de la carcasa de embrague y la pluralidad de superficies de leva del cubo.

En algunas realizaciones, la carcasa de embrague incluye una pluralidad de superficies de leva, y el embrague de rueda libre bidireccional se puede acoplar para hacer que la pluralidad de rodillos se encaje entre la superficie exterior del cubo y la pluralidad de superficies de leva de la carcasa de embrague.

- 35 Además, según la invención, el conjunto de diferencial abierto es un conjunto de engranajes planetarios, el primer engranaje de salida es un primer engranaje sol y el segundo engranaje de salida es un segundo engranaje sol. El conjunto de engranajes planetarios incluye además un portaplanetas, una pluralidad de pernos, una pluralidad de primeros engranajes planetarios, y una pluralidad de segundos engranajes planetarios. El portaplanetas está configurado para girar junto con la corona dentada, y la pluralidad de pernos es soportada por el portaplanetas. La pluralidad de primeros engranajes planetarios son transportados de forma giratoria por la pluralidad de pernos, y la pluralidad de primeros engranajes planetarios se acoplan de forma engranada con el primer engranaje sol. La pluralidad de segundos engranajes planetarios son transportados de forma giratoria por la pluralidad de pernos, la pluralidad de segundos engranajes planetarios se acoplan de forma engranada con el segundo engranaje sol, y cada uno de los segundos engranajes planetarios se acopla de forma engranada con uno de los primeros engranajes planetarios.

- 40 En algunas realizaciones, el portaplanetas incluye la carcasa de embrague.

En algunas realizaciones, la corona dentada es una primera corona dentada, y el conjunto de diferencial abierto incluye además una segunda corona dentada configurada para ser accionada de forma giratoria por la transmisión. La segunda corona dentada está configurada para girar junto con la primera corona dentada y el portaplanetas.

- 50 En algunas realizaciones, un sistema de transmisión para un vehículo con tracción a las cuatro ruedas incluye el diferencial como diferencial central. El diferencial central está configurado para transmitir potencia desde la transmisión al primer eje de transmisión y al segundo eje de transmisión. El sistema de transmisión incluye además un diferencial delantero y un diferencial trasero. El diferencial delantero está configurado para transmitir potencia desde el primer eje de transmisión a un primer eje motriz delantero y a un segundo eje motriz delantero. El diferencial trasero está configurado para transmitir potencia desde el segundo eje de transmisión a un primer eje motriz trasero y a un segundo eje motriz trasero.

55 En una realización, se describe un sistema de transmisión para un vehículo con tracción a las cuatro ruedas. El vehículo con tracción a las cuatro ruedas tiene unos ejes motrices delanteros primero y segundo, estando cada uno de los ejes motrices delanteros conectado a una respectiva rueda delantera, unos ejes motrices traseros primero y

segundo, estando cada uno de los ejes motrices traseros conectado a una respectiva rueda trasera, y una transmisión para generar energía para hacer girar cada una de las ruedas delanteras y de las ruedas traseras dependiendo del estado de funcionamiento del vehículo. El sistema de transmisión incluye un diferencial delantero conectado a los ejes motrices delanteros primero y segundo para transmitir par a las ruedas delanteras, un diferencial trasero conectado a los ejes motrices traseros primero y segundo para transmitir par a las ruedas traseras, y un diferencial central conectado a la transmisión para transmitir potencia desde la transmisión a un primer eje y a un segundo eje. El primer eje está conectado al diferencial central y al diferencial delantero, y el segundo eje está conectado al diferencial central y al diferencial trasero. Un controlador electrónico controla el funcionamiento de los diferenciales delantero y central.

El diferencial central tiene una configuración bloqueada y una configuración desbloqueada. El diferencial central incluye un conjunto de diferencial de engranajes planetarios abierto con al menos una corona dentada acoplada a la transmisión y configurada para ser accionada de forma giratoria por la transmisión. Un primer engranaje sol está configurado para ser accionado de forma giratoria por la corona dentada y está configurado para accionar de forma giratoria el primer eje. Un segundo engranaje sol está configurado para ser accionado de forma giratoria por la corona dentada y está configurado para accionar de forma giratoria el segundo eje. Un portaplanetas está configurado para girar junto con la corona dentada. Un primer conjunto de pernos y un segundo conjunto de pernos son soportados por el portaplanetas. Una pluralidad de primeros engranajes planetarios son soportados de forma giratoria por el primer conjunto de pernos, la pluralidad de primeros engranajes planetarios se acoplan de forma engranada con el primer engranaje sol. Una pluralidad de segundos engranajes planetarios son soportados de forma giratoria por el segundo conjunto de pernos, la pluralidad de segundos engranajes planetarios se acoplan de forma engranada con el segundo engranaje sol, y cada uno de los segundos engranajes planetarios se acopla de forma engranada con uno de los primeros engranajes planetarios. El conjunto de diferencial de engranajes planetarios abierto permite una diferenciación entre el primer engranaje sol y el segundo engranaje sol.

Un embrague de rueda libre bidireccional de diferencial central incluye una carcasa de embrague de diferencial central formada sobre la corona dentada o acoplada a ella y que puede girar en combinación con la corona dentada, teniendo la carcasa de embrague de diferencial central una superficie interior. Un cubo está dispuesto dentro de la carcasa de embrague y acoplado con el segundo eje, el cubo está configurado para girar en combinación con el segundo engranaje de salida y el segundo eje. Un conjunto de jaula de rodillos está dispuesto entre la superficie interior de la carcasa de embrague de diferencial central y el cubo, el conjunto de jaula de rodillos incluye una jaula de rodillos y una pluralidad de rodillos soportados por la jaula de rodillos. El embrague de rueda libre bidireccional de diferencial central se puede acoplar para hacer que la pluralidad de rodillos se encaje entre la superficie interior de la carcasa de embrague y el cubo, pudiendo así girar el cubo y la carcasa de embrague en combinación y haciendo que el primer engranaje sol y el segundo engranaje sol giren en combinación entre sí. Un conjunto de electroimán está montado en posición adyacente al conjunto de jaula de rodillos, el conjunto de electroimán está configurado para ser activado para provocar el acoplamiento del embrague de rueda libre bidireccional y de esta forma controlar la activación del diferencial central entre su configuración bloqueada y desbloqueada.

El diferencial delantero está configurado para transmitir par desde el primer eje al primer eje motriz delantero y al segundo eje motriz delantero. El diferencial delantero incluye una corona dentada delantera dispuesta dentro de una caja de diferencial, estando la corona dentada conectada al primer eje. Una carcasa de embrague delantera está formada en la corona dentada delantera o unida a ella y está configurada para girar en combinación con la misma. Dos cubos delanteros están dispuestos dentro de la carcasa de embrague delantera, estando un cubo delantero conectado a un extremo del primer eje motriz delantero y el otro cubo delantero conectado a un extremo del segundo eje motriz delantero. Un conjunto de jaula de rodillos delantero está dispuesto dentro de la carcasa de embrague delantera, entre una superficie exterior de cada cubo delantero y una superficie interior de la carcasa de embrague delantera. El conjunto de jaula de rodillos delantero incluye una jaula de rodillos delantera con una pluralidad de rodillos, estando cada rodillo dispuesto de forma giratoria dentro de una ranura formada en la jaula. Uno o más resortes desplazan los rodillos hacia una posición neutral o central dentro de las ranuras. La pluralidad de rodillos está agrupada en dos conjuntos, cada conjunto de rodillos está situado junto a la superficie exterior de uno de los cubos delanteros. Una de las superficies exteriores de los cubos delanteros o la superficie interior de la carcasa de embrague delantera incluye una superficie de leva contorneada. Un conjunto de electroimán delantero incluye al menos unos dispositivos de indexación primero y segundo conectados eléctricamente al controlador electrónico. Cada dispositivo de indexación incluye un conjunto de bobina electromagnética. El primer dispositivo de indexación está configurado, cuando se activa, para hacer que la jaula de rodillos se indexe en un estado de accionamiento activo en el que los rodillos de cada conjunto de rodillos se posicionan para hacer que el primer eje se acople a los ejes motrices delanteros primero y segundo cuando se necesita la capacidad de tracción a las cuatro ruedas. El segundo dispositivo de indexación está configurado, cuando se activa, para hacer que la jaula de rodillos se indexe en un estado de accionamiento inverso activo que es giratoriamente opuesto al estado de accionamiento activo, de modo que los rodillos de cada conjunto de rodillos se posicionan para hacer que los ejes motrices delanteros primero y segundo se acoplen al primer eje para proporcionar una transferencia de par desde los ejes motrices delanteros primero y segundo al primer eje durante una condición de frenado de motor. Un conjunto de resorte delantero desplaza la jaula de rodillos hacia una posición neutral entre el estado de accionamiento activo y el estado de accionamiento inverso activo.

El diferencial trasero está configurado para transmitir potencia desde el segundo eje al primer eje motriz trasero y al segundo eje motriz trasero. El diferencial trasero incluye un engranaje trasero acoplado con el segundo eje, y una carcasa trasera fijada o formada en el engranaje trasero para girar en combinación con el mismo, la carcasa trasera

incluye una superficie interior cilíndrica en general. Un par de cubos traseros están dispuestos dentro de la carcasa trasera radialmente hacia adentro de la superficie interior, los cubos traseros están alineados substancialmente de forma coaxial entre sí y están adaptados para girar alrededor de un eje común dentro de la carcasa trasera. Un cubo trasero está acoplado con un extremo del primer eje motriz trasero, y el otro cubo trasero está acoplado con un extremo del segundo eje motriz trasero. Una de entre la superficie interior de la carcasa trasera o una superficie exterior de cada cubo trasero incluye una superficie de leva trasera. Un conjunto de jaula de rodillos trasero está dispuesto dentro de la carcasa trasera entre las superficies exteriores de los cubos traseros y la superficie interior de la carcasa trasera. El conjunto de jaula de rodillos trasero incluye una jaula de rodillos con una pluralidad de rodillos, estando cada rodillo dispuesto de forma giratoria dentro de una ranura formada en la jaula. Uno o más resortes desplazan los rodillos hacia una posición neutral o central dentro de las ranuras. La pluralidad de rodillos está agrupada en dos conjuntos, cada conjunto de rodillos está situado junto a la superficie exterior de uno de los cubos. Una de las superficies exteriores de los cubos o la superficie interior de la carcasa de embrague incluye una superficie de leva contorneada. La jaula de rodillos trasera se desplaza para que los rodillos se acoplen con la superficie de leva trasera cuando se transmite par desde la carcasa de embrague trasera a los cubos traseros.

El controlador electrónico está conectado y configurado para activar y desactivar el conjunto de electroimán del diferencial central y para activar y desactivar los dispositivos de indexación primero y segundo del diferencial delantero. Cuando se desea el modo de tracción a dos ruedas, el controlador electrónico está configurado de manera que el conjunto electromagnético del diferencial central se activa para que el diferencial central esté en su configuración bloqueada, y los dispositivos de indexación primero y segundo no están activados. Cuando se desea tracción a las cuatro ruedas bajo demanda, el controlador electrónico se configura de tal manera que el conjunto electromagnético del diferencial central se activa para que el diferencial central esté en su configuración bloqueada, y el primer dispositivo de indexación se activa a un estado de accionamiento activo. Cuando se desea el modo de tracción a las cuatro ruedas a tiempo completo, el controlador electrónico se configura de tal manera que el conjunto electromagnético del diferencial central se desactiva para que el diferencial central esté en su configuración desbloqueada, y el segundo dispositivo de indexación se activa a un estado de accionamiento inverso activo.

En una realización, en el diferencial central, el cubo incluye una pluralidad de superficies de leva, y el embrague de rueda libre bidireccional se puede acoplar para hacer que la pluralidad de rodillos se encaje entre la superficie interior de la carcasa de embrague de diferencial central y la pluralidad de superficies de leva del cubo

En otra realización, en el diferencial central, la carcasa de embrague de diferencial central incluye una pluralidad de superficies de leva, y el embrague de rueda libre bidireccional se puede acoplar para hacer que la pluralidad de rodillos se encaje entre la superficie exterior del cubo y la pluralidad de superficies de leva de la carcasa de embrague de diferencial central.

Preferiblemente, en el diferencial central: el portaplanetas incluye la carcasa de embrague de diferencial central.

En una realización, en el diferencial central, la al menos una corona dentada es una primera corona dentada, y el conjunto de diferencial de engranajes planetarios abierto incluye además una segunda corona dentada configurada para ser accionada de forma giratoria por la transmisión, estando la segunda corona dentada configurada para girar junto con la primera corona dentada y el portaplanetas.

Opcionalmente, en el diferencial central, el embrague de rueda libre bidireccional incluye una placa de inducido acoplada a la jaula de rodillos, y el conjunto de electroimán incluye una bobina dispuesta en posición muy próxima a la placa de inducido. La bobina está configurada para recibir energía eléctrica del controlador electrónico para atraer magnéticamente la placa de inducido, indexando así la jaula de rodillos.

En una realización, en el diferencial central, la al menos una corona dentada es una primera y una segunda corona dentada. El embrague de rueda libre bidireccional incluye unas placas de inducido primera y segunda, en el que la primera placa de inducido está acoplada con la jaula de rodillos, y la segunda placa de inducido está dispuesta junto a la primera placa de inducido y está acoplada a la segunda corona dentada. El conjunto de electroimán incluye una bobina dispuesta en posición muy próxima a la segunda placa de inducido, estando la bobina configurada para recibir energía eléctrica del controlador electrónico para atraer magnéticamente a la segunda y la primera placa de inducido. La atracción magnética conecta la segunda corona dentada con la jaula de rodillos a través de las placas de inducido primera y segunda. En esta realización, si el cubo gira más rápido que la primera o la segunda corona dentada mientras la bobina recibe energía eléctrica, el cubo y la segunda placa de inducido harán que la primera placa de inducido gire con respecto al cubo e indexe la jaula de rodillos en una posición acoplada en la que los rodillos quedan posicionados para encajar entre el cubo y la carcasa de embrague; y si la segunda corona dentada gira más rápido que el cubo mientras la bobina recibe energía eléctrica, la segunda placa de inducido hará que la primera placa de inducido haga girar la jaula de rodillos y hará que los rodillos se encajen entre la carcasa de embrague y el cubo para que para transmitir par entre la segunda corona dentada y los ejes de transmisión.

En una realización, en el diferencial delantero, el primer dispositivo de indexación incluye un conjunto de bobina de accionamiento y una primera placa de inducido. La primera placa de inducido está situada entre el conjunto de bobina de accionamiento y la jaula de rodillos, y puede girar libremente con respecto al conjunto de bobina de accionamiento cuando el conjunto de bobina de accionamiento no está activado. La primera placa de inducido incluye al menos una

protuberancia que se acopla con la jaula de rodillos.

En una realización, en el diferencial delantero, el segundo dispositivo de indexación incluye un conjunto de bobina de accionamiento inverso y una segunda placa de inducido situada entre el conjunto de bobina de accionamiento inverso y la jaula de rodillos. La segunda placa de inducido puede girar libremente con respecto al conjunto de bobina de accionamiento inverso cuando el conjunto de bobina de accionamiento inverso no está activado. La segunda placa de inducido incluye al menos una proyección que sobresale de la segunda placa de inducido hacia la jaula de rodillos, estando la proyección acoplada con la jaula de rodillos. Una placa de cubo está dispuesta entre el conjunto de bobina de accionamiento inverso y la segunda placa de inducido, estando la placa de cubo acoplada con uno de los cubos de manera que la placa de cubo está configurada para girar en combinación con el cubo. Cuando se activa el conjunto de bobina de accionamiento, se genera un campo electromagnético entre el conjunto de bobina de accionamiento y la primera placa de inducido que atrae la primera placa de inducido hacia el conjunto de bobina de accionamiento, haciendo de esta forma que se arrastre, haciendo el arrastre de la primera placa de inducido que la jaula de rodillos también se arrastre o retrase; y cuando se activa el conjunto de bobina de accionamiento inverso, se genera un campo electromagnético entre el conjunto de bobina de accionamiento inverso, la placa de cubo y la segunda placa de inducido que atrae la placa de cubo y la segunda placa de inducido hacia el conjunto de bobina de accionamiento inverso, fijando así magnéticamente la segunda placa de inducido al cubo, haciendo que quiera girar con el cubo, y haciendo que la jaula de rodillos avance con respecto a la carcasa de embrague a medida que el cubo gira.

Se describe un método de control de un sistema de transmisión de un vehículo con tracción a las cuatro ruedas. El vehículo con tracción a las cuatro ruedas tiene unos ejes motrices delanteros primero y segundo, estando cada uno de los ejes motrices delanteros conectado a una respectiva rueda delantera, unos ejes motrices traseros primero y segundo, estando cada uno de los ejes motrices traseros conectado a una respectiva rueda trasera, y una transmisión para generar potencia para hacer girar cada una de las ruedas delanteras y de las ruedas traseras dependiendo del estado de funcionamiento del vehículo.

Un diferencial delantero está conectado a los ejes motrices delanteros primero y segundo para transmitir par a las ruedas delanteras. El diferencial delantero está configurado, cuando se activa, para permitir la transmisión de par entre el primer eje y el primer eje motriz delantero y/o el segundo eje motriz delantero. El diferencial delantero incluye un conjunto de embrague de rueda libre bidireccional delantero con una carcasa de embrague delantera y un conjunto de jaula de rodillos delantero dispuesto entre una superficie exterior de un cubo de cada eje motriz delantero y una superficie interior de la carcasa de embrague delantera. El conjunto de jaula de rodillos delantero incluye una jaula de rodillos delantera con una pluralidad de rodillos, estando cada rodillo dispuesto de forma giratoria dentro de una ranura conformada en la jaula. Uno o más resortes desplazan los rodillos hacia una posición neutral o central dentro de las ranuras. La pluralidad de rodillos está agrupada en dos conjuntos, cada conjunto de rodillos está dispuesto en posición adyacente a la superficie exterior de uno de los cubos delanteros. Una de las superficies exteriores de los cubos delanteros o la superficie interior de la carcasa de embrague delantera incluye una superficie de leva contorneada. Un conjunto de electroimán delantero incluye al menos unos dispositivos de indexación primero y segundo, cada dispositivo de indexación incluye un conjunto de bobina electromagnética. El primer dispositivo de indexación está configurado, cuando se activa, para hacer que la jaula de rodillos delantera se indexe en un estado de accionamiento activo en el que los rodillos de cada conjunto de rodillos se posicionan para hacer que el primer eje se acople con los ejes motrices delanteros primero y segundo cuando se necesita capacidad de tracción a las cuatro ruedas. El segundo dispositivo de indexación está configurado, cuando se activa, para hacer que la jaula de rodillos se indexe en un estado de accionamiento inverso activo que es giratoriamente opuesto al estado de accionamiento activo, de modo que los rodillos de cada conjunto de rodillos se posicionan para provocar que los ejes motrices delanteros primero y segundo se acoplen al primer eje para proporcionar una transferencia de par desde los ejes motrices delanteros primero y segundo al primer eje durante una condición de frenado de motor. Un conjunto de resorte delantero desplaza la jaula de rodillos hacia una posición neutral entre el estado de accionamiento activo y el estado de accionamiento inverso activo.

Un diferencial trasero está conectado a los ejes motrices traseros primero y segundo para transmitir par a las ruedas traseras. El diferencial trasero está configurado para transmitir par desde el segundo eje al primer eje motriz trasero y al segundo eje motriz trasero.

Un diferencial central está conectado a la transmisión para transmitir potencia desde la transmisión a un primer eje y a un segundo eje. El primer eje está conectado al diferencial central y al diferencial delantero, y el segundo eje está conectado al diferencial central y al diferencial trasero. El diferencial central tiene una configuración bloqueada y una configuración desbloqueada. Un conjunto de electroimán está configurado para ser activado para controlar la activación del diferencial central entre su configuración bloqueada y desbloqueada.

Un controlador electrónico controla el funcionamiento de los diferenciales delantero y central. El controlador electrónico está conectado y configurado para activar y desactivar el conjunto de electroimán del diferencial central y para activar y desactivar los dispositivos de indexación primero y segundo del diferencial delantero.

El método incluye las etapas de:

- cuando se desea el modo de tracción a las cuatro ruedas a tiempo completo, desactivar el conjunto electromagnético del centro, cuando se desea el modo de tracción a dos ruedas, activar el conjunto

electromagnético del diferencial central para hacer que el diferencial central esté en su configuración bloqueada, y no activar los dispositivos de indexación primero y segundo;

- cuando se desea tracción a las cuatro ruedas bajo demanda, activar el conjunto electromagnético del diferencial central para hacer que el diferencial central esté en su configuración bloqueada, y activar el primer dispositivo de indexación para hacer que esté en el estado de accionamiento activo; y
- hacer que el diferencial central esté en su configuración desbloqueada, y activar el segundo dispositivo de indexación para hacer que esté en el estado de accionamiento inverso activo.

En una realización, el diferencial central incluye unas coronas dentadas primera y segunda, y un embrague de rueda libre bidireccional con unas placas de inducido primera y segunda, la primera placa de inducido está acoplada a una jaula de rodillos y la segunda placa de inducido está dispuesta junto a la primera placa de inducido y está acoplada a la segunda corona dentada; y la etapa de activar el conjunto electromagnético del diferencial central para hacer que el diferencial central esté en su configuración bloqueada implica activar una bobina dispuesta en posición muy próxima a la segunda placa de inducido para atraer magnéticamente las placas de inducido primera y segunda, conectando la atracción magnética la segunda corona dentada con la jaula de rodillos a través de las placas de inducido primera y segunda.

En una realización, el diferencial delantero incluye un primer dispositivo de indexación con un conjunto de bobina de accionamiento y una primera placa de inducido, la primera placa de inducido está dispuesta entre el conjunto de bobina de accionamiento y la jaula de rodillos, e incluye al menos una protuberancia que se acopla a la jaula de rodillos. Un segundo dispositivo de indexación incluye un conjunto de bobina de accionamiento inverso, una segunda placa de inducido dispuesta entre el conjunto de bobina de accionamiento inverso y la jaula de rodillos, con al menos una protuberancia que se acopla con la jaula de rodillos, y una placa de cubo dispuesta entre el conjunto de bobina de accionamiento inverso y la segunda placa de inducido, la placa de cubo está acoplada a uno de los cubos de manera que la placa de cubo está configurada para girar en combinación con el cubo. La etapa de activar el primer dispositivo de indexación para hacer que esté en el estado de accionamiento activo implica activar el conjunto de bobina de accionamiento para hacer que se genere un campo electromagnético entre el conjunto de bobina de accionamiento y la primera placa de inducido, atrayendo así la primera placa de inducido hacia el conjunto de bobina de accionamiento y haciendo que se arrastre, haciendo el arrastre de la primera placa de inducido que la jaula de rodillos también se arrastre o retrase. La etapa de activar el segundo dispositivo de indexación para que esté en el estado de accionamiento inverso activo implica activar el conjunto de bobina de accionamiento inverso para hacer que se genere un campo electromagnético entre el conjunto de bobina de accionamiento inverso, la placa de cubo y la segunda placa de inducido para atraer la placa de cubo y la segunda placa de inducido hacia el conjunto de bobina de accionamiento inverso, fijando así magnéticamente la segunda placa de inducido al cubo haciendo que quiera girar con el cubo, y haciendo así que la jaula de rodillos avance con respecto a la carcasa de embrague a medida que el cubo gira.

Breve descripción de los dibujos

Con el propósito de ilustrar la invención, los dibujos muestran una forma de la invención que se prefiere actualmente. No obstante, debe entenderse que esta invención no queda limitada a las configuraciones e instrumentos concretos mostrados en los dibujos.

La figura 1 es una representación esquemática de un sistema de transmisión que incorpora un diferencial central según una realización de la presente invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva en despiece de los componentes internos de una realización de un diferencial central del sistema de accionamiento de la figura 1, y se omite una carcasa del diferencial para mayor claridad.

La figura 3 es una vista posterior de los componentes internos del diferencial central de la figura 2.

La figura 4 es una vista en sección lateral parcial de los componentes internos del diferencial central a lo largo de la línea 4-4 de la figura 3.

La figura 5 es una vista lateral parcial de los componentes internos del diferencial central de la figura 2.

La figura 6 es una vista en sección transversal de los componentes internos del diferencial central a lo largo de la línea 6-6 de la figura 5.

La figura 7 es una vista en sección transversal de los componentes internos del diferencial central a lo largo de la línea 7-7 de la figura 5.

La figura 8 es una vista en sección transversal de los componentes internos del diferencial central a lo largo de la línea 8-8 de la figura 5.

La figura 9 es una vista en sección transversal de los componentes internos del diferencial central a lo largo de la línea 9-9 de la figura 5.

La figura 10 es una vista en perspectiva de una realización de un diferencial delantero del sistema de transmisión

de la figura 1.

La figura 11 es una vista en perspectiva en despiece del diferencial delantero de la figura 10.

La figura 12 es una vista en sección superior del diferencial delantero a lo largo de la línea 12-12 de la figura 10.

La figura 13 es una vista detallada ampliada de una parte del diferencial delantero que se identifica en la figura 12.

5 La figura 14 es una vista en sección transversal ampliada del diferencial delantero a lo largo de la línea 14-14 de la figura 13.

La figura 15 es una vista en perspectiva de una realización de un diferencial trasero del sistema de transmisión de la figura 1.

La figura 16 es una vista posterior del diferencial trasero de la figura 15.

10 La figura 17 es una vista en sección lateral del diferencial trasero a lo largo de la línea 17-17 de la figura 16.

La figura 18 es una vista detallada ampliada de una parte del diferencial trasero que se identifica en la figura 17.

La figura 19 es una representación esquemática del funcionamiento del sistema de transmisión de la figura 1 cuando hay tracción en las cuatro ruedas como indican las flechas.

15 La figura 20 es una representación esquemática del funcionamiento del sistema de transmisión de la figura 1 cuando hay tracción en tres ruedas y no hay en una rueda.

La figura 21 es una representación esquemática del funcionamiento del sistema de transmisión de la figura 1 cuando hay tracción en dos ruedas de un eje común, no hay en las dos ruedas del otro eje, y el diferencial central está en una configuración desbloqueada.

20 La figura 22 es una representación esquemática del funcionamiento del sistema de transmisión de la figura 1 cuando hay tracción en dos ruedas de un eje común, no hay en las dos ruedas del otro eje, y el diferencial central está en una configuración bloqueada.

La figura 23 es una representación esquemática del funcionamiento del sistema de transmisión de la figura 1 cuando hay tracción en una rueda y no hay en tres ruedas, y el diferencial central está en la configuración bloqueada.

25 La figura 24 es una vista en perspectiva en despiece de los componentes internos de un diferencial central según otra realización de la presente invención, y se omite una carcasa del diferencial para mayor claridad.

La figura 25 es una vista en sección lateral parcial de los componentes internos del diferencial central de la figura 24.

Descripción detallada de los dibujos

30 Haciendo referencia a los dibujos, en los que números de referencia iguales ilustran elementos correspondientes o similares a lo largo de las diferentes vistas, la figura 1 es una representación esquemática de una realización de un sistema de transmisión 10 que incorpora un diferencial central 12 según una realización de la presente invención. El sistema de transmisión 10 incluye además un motor 14 (tal como un motor de combustión interna o un tren de potencia de motor eléctrico) que acciona de forma giratoria una transmisión 16. La transmisión 16 acciona de forma giratoria el diferencial central 12, el cual a su vez acciona de forma giratoria un eje de transmisión delantero 18F y un eje de transmisión trasero 18R. El eje de transmisión delantero 18F acciona de forma giratoria un diferencial delantero 20, el cual a su vez acciona de forma giratoria unos ejes motrices delanteros primero y segundo 22L, 22R y las ruedas delanteras 24L, 24R. El eje de transmisión trasero 18R acciona de forma giratoria un diferencial trasero 26, el cual a su vez acciona de forma giratoria unos ejes motrices traseros primero y segundo 28L, 28R y las ruedas traseras 30L, 30R. El diferencial central 12 y el diferencial delantero 20 están acoplados operativamente a un controlador electrónico o fuente de alimentación 32 y a uno o más controles manipulados de usuario (por ejemplo, interruptores o botones de encendido/apagado).

Diferencial central

35 Las figuras 2-9 proporcionan diferentes vistas del diferencial central 12 del sistema de transmisión 10 según una realización. El diferencial central 12 incluye una carcasa exterior o carcasa de diferencial (no mostrada) que está fijada a un bastidor de un vehículo (no mostrado) que incorpora el sistema de transmisión 10 o a la transmisión 16. La carcasa lleva o soporta de forma giratoria el eje de transmisión delantero 18F y el eje de transmisión trasero 18R a través de unos cojinetes 31F, 31R, los cuales llevan unos espaciadores 33F, 33R. En general, la carcasa soporta un conjunto de diferencial abierto 34, un embrague de rodillos de rueda libre bidireccional 36 y un conjunto de electroimán 38. El conjunto de diferencial abierto 34 es accionado por un accionamiento de entrada (no mostrado) de la transmisión 16, y el conjunto de diferencial abierto 34 acciona a su vez el eje de transmisión delantero 18F y el eje de transmisión 50

trasero 18R. Como se describe con mayor detalle a continuación, cuando el conjunto de electroimán 38 no está activado, el embrague de rodillos de rueda libre bidireccional 36 está desacoplado y el conjunto de diferencial abierto 34 está en una configuración desbloqueada. En la configuración desbloqueada, el conjunto de diferencial abierto 34 permite el giro relativo o diferenciación entre el eje de transmisión delantero 18F y el eje de transmisión trasero 18R (por ejemplo, para facilitar el giro del vehículo). Por el contrario, cuando se activa el conjunto de electroimán 38, el embrague de rodillos de rueda libre bidireccional 36 se acopla y el conjunto de diferencial abierto 34 queda en una configuración bloqueada. En la configuración bloqueada, el conjunto de diferencial abierto 34 inhibe el giro relativo entre el eje de transmisión delantero 18F y el eje de transmisión trasero 18R (por ejemplo, para facilitar el desplazamiento del vehículo en situaciones de baja tracción).

Siguiendo con la referencia a las figuras 2-9, en la realización ilustrada el conjunto de diferencial abierto 34 incluye dos engranajes de entrada, más específicamente una primera corona dentada 40A y una segunda corona dentada 40B. Las coronas dentadas 40A, 40B están hechas preferiblemente de material de acero. La primera corona dentada 40A es accionada en una primera dirección de giro cuando el vehículo es conducido en dirección de avance y la segunda corona dentada 40B es accionada en una segunda dirección de giro (opuesta a la primera dirección de giro) cuando el vehículo es conducido en dirección de retroceso. Alternativamente, el conjunto de diferencial abierto 34 podría incluir un único engranaje de entrada para la conducción del vehículo tanto en la dirección de avance como en la de retroceso. En la realización ilustrada, la primera corona dentada 40A y la segunda corona dentada 40B accionan un conjunto de engranajes planetarios 42. Más específicamente, la primera corona dentada 40A y la segunda corona dentada 40B están fijadas a un portaplanetas 44 a través de una pluralidad de pernos 46, espaciadores 48 y elementos de fijación 50. Los pernos 46 también soportan de forma giratoria una pluralidad de primeros engranajes planetarios 52A y una pluralidad de engranajes planetarios secundarios 52B. Los engranajes planetarios 52A y 52B están hechos preferiblemente de material de acero. Cada primer engranaje planetario 52A está emparejado y se acopla de forma engranada con uno de los engranajes planetarios secundarios 52B. Los primeros engranajes planetarios 52A también están dispuestos radialmente por fuera con respecto a un primer engranaje sol 54A, y se acoplan de forma engranada a él. De manera similar, los segundos engranajes planetarios 52B están dispuestos radialmente por fuera con respecto a un segundo engranaje sol 54B, y se acoplan de forma engranada a él. Los engranajes sol 54A y 54B están hechos preferiblemente de material de acero. El primer engranaje sol 54A y el segundo engranaje sol 54B se acoplan con el eje de transmisión delantero 18F y con el eje de transmisión trasero 18R, respectivamente, a través de cualquier medio convencional diseñado para transferir par desde un engranaje a un eje. En la realización ilustrada, los engranajes sol 54A y 54B incluyen unas estrías internas que se acoplan con unas estrías externas de los ejes de transmisión 18F y 18R. La disposición de engranajes anterior permite que los engranajes sol 54A y 54B y los ejes de transmisión 18F y 18R giren a diferentes velocidades entre sí y con respecto al portaplanetas 44. La disposición de engranajes anterior también permite que el primer engranaje sol 54A y el eje de transmisión delantero 18F giren en dirección opuesta al segundo engranaje sol 54B y al eje de transmisión trasero 18R. En otras realizaciones, el conjunto de diferencial abierto 34 puede adoptar otras formas. Por ejemplo, el conjunto de diferencial abierto 34 podría incluir un conjunto de engranajes cónicos en lugar de un conjunto de engranajes planetarios.

Haciendo referencia en concreto a las figuras 2, 4, 6 y 7, en la realización ilustrada, el embrague de rodillos de rueda libre bidireccional 36 está parcialmente definido por el portaplanetas 44 y dispuesto en su interior. Más específicamente, una parte del portaplanetas 44 (por ejemplo, el lado trasero del portaplanetas 44) proporciona una carcasa de embrague o rebaje 56 que tiene una superficie de diámetro interior lisa 58. La carcasa de embrague 56 está dispuesta concéntricamente alrededor de un cubo 60 que incluye una pluralidad de superficies de leva 60S, también denominado cubo de levas, y el cubo de levas 60 se acopla con el eje de transmisión trasero 18R a través de cualesquiera medios de transferencia de par convencionales. En la realización ilustrada, el cubo de levas 60 incluye unas estrías internas que se acoplan con las estrías externas del eje de transmisión trasero 18R. Como resultado, el cubo de levas 60 también gira en combinación con el segundo engranaje sol 54B. El espacio radial entre el cubo de levas 60 y la carcasa de embrague 56 está ocupado por una jaula de rodillos 62. La jaula de rodillos 62 puede estar hecha de cualquier material adecuado que sea lo suficientemente resistente para soportar las cargas aplicadas, tal como de material de aluminio anodizado endurecido, polímero modificado o acero. La jaula de rodillos 62 tiene una pluralidad de ranuras 64 espaciadas por igual alrededor de su circunferencia. Cada ranura 64 aloja un rodillo 66, y cada rodillo 66 está hecho preferiblemente de material de acero endurecido. Un extremo de la jaula de rodillos 62 tiene una pluralidad de ranuras o muescas 68 que se acoplan con una placa de inducido 70. La placa de inducido 70 se puede acoplar a la jaula de rodillos 62 de otras maneras. Por ejemplo, a pesar de que la placa de inducido 70 se ha descrito como un componente independiente de la jaula de rodillos 62, también se contempla que la placa de inducido 70 se pueda fijar, conformar o acoplar con la jaula de rodillos 62 de forma que gire en combinación con la jaula de rodillos 62. Alternativamente, la placa de inducido 70 se puede fijar de forma permanente o retirable a la jaula de rodillos 62, o puede ser simplemente una superficie de la jaula de rodillos 62. Los rodillos 66 están desviados radialmente hacia dentro hacia el cubo de levas 60 por uno o más resortes 72, tal como resortes toroidales, que se extienden alrededor de la jaula de rodillos 62 y de todos los rodillos 66. Como se describe con más detalle más adelante, cuando el embrague de rodillos de rueda libre bidireccional 36 está desacoplado, los resortes 72 empujan a los rodillos 66 separándolos de la carcasa de embrague 56. Como resultado, la carcasa de embrague 56 y el cubo de levas 60 pueden girar a diferentes velocidades, lo que a su vez permite que el eje de transmisión trasero 18R y el eje de transmisión delantero 18F giren a diferentes velocidades por medio del conjunto de diferencial abierto 34. Por el contrario, cuando el embrague de rodillos de rueda libre bidireccional 36 está acoplado, los rodillos 66 quedan encajados entre el cubo de levas 60 y la carcasa de embrague 56. Como resultado, la carcasa de embrague 56 gira

en combinación con el cubo de levas 60, el cual hace que el eje de transmisión trasero 18R y el eje de transmisión delantero 18F giren en combinación entre sí. En otras realizaciones, el embrague de rodillos de rueda libre bidireccional 36 puede adoptar otras formas. Por ejemplo, el cubo 60 podría tener un diámetro exterior uniforme y la carcasa de embrague 56 podría incluir unas superficies de leva para el acoplamiento de los rodillos 66.

Haciendo referencia en concreto ahora a las figuras 2 y 4, el conjunto de electroimán 38 está preferiblemente unido, o fijado de otro modo, a la carcasa, y está dispuesto adyacente o muy cerca de la placa de inducido 70 y del embrague de rodillos de rueda libre bidireccional 36. El conjunto de electroimán 38 incluye una carcasa de electroimán (o alojamiento) 74, preferiblemente anular, que soporta un electroimán o bobina 76, preferiblemente anular. La bobina 76 está configurada para recibir energía eléctrica del controlador 32 (figura 1; por ejemplo, al accionar uno de los controles manipulados de usuario) a través de un arnés eléctrico 78. Cuando el conjunto de electroimán 38 se activa (es decir, cuando la bobina 76 recibe energía eléctrica), la bobina 76 atrae la placa de inducido 70, lo que hace que la placa de inducido 70 resista el giro. Esto, a su vez, hace que la jaula de rodillos 62 resista el giro y arrastre o índice los rodillos 66 hacia una posición con respecto a la superficie de leva 60S del cubo de levas 60 que dejará encajados los rodillos 66 entre la superficie de leva 60S y la superficie interior 58 de la carcasa de embrague 56. Una vez que los rodillos 66 están encajados, el cubo de levas 60 y la carcasa de embrague 56 giran en combinación entre sí y el conjunto de diferencial abierto 34 queda en la configuración bloqueada, tal y como se ha descrito anteriormente.

Diferencial delantero

Haciendo referencia ahora a las figuras 10-14, en ellas se muestra el diferencial delantero 20 del sistema de transmisión 10 de una realización. El diferencial delantero 20 puede tener unos componentes y características iguales o similares que los de cualquiera de los diferenciales delanteros descritos en el documento de patente nº US 8,840,514 o en el documento de patente nº US 8,857,294. Más específicamente y haciendo referencia en primer lugar a las figuras 10 y 11, el diferencial delantero 20 incluye una carcasa de diferencial que incluye una cubierta 80 montada de forma retirable en una caja de engranajes de diferencial 82. Como se muestra, un engranaje de entrada de piñón 84 está dispuesto de forma giratoria dentro de la caja 82. Un eje 86 del engranaje de entrada de piñón se extiende hacia fuera por una abertura de la caja 82 y está adaptado para fijarse al eje de transmisión delantero 18F (figura 1). Por ejemplo, el eje de transmisión delantero 18F se acopla con un extremo estriado de un eje de entrada de piñón 86. Al objeto de facilitar el giro del eje de entrada de piñón 86, se monta preferiblemente un cojinete 88 entre el eje 86 y la caja 82. Una junta de sellado de aceite 87 se coloca preferiblemente entre la caja 82 y el eje de entrada de piñón 86. La junta de sellado de aceite 87 evita que el aceite se escape de la caja 82.

El engranaje de entrada de piñón 84 tiene preferiblemente un engranaje cónico 90 conformado o fijado en el extremo del eje 86 del interior de la caja de diferencial 82. El engranaje cónico 90 está hecho preferiblemente de material de acero. El engranaje cónico 90 se acopla con una corona dentada 92 ubicada dentro de la caja de diferencial 82. La corona dentada 92 está hecha preferiblemente de acero con biseles coincidentes. Se contempla que se pueden usar otras disposiciones de engranajes, tal como un conjunto de engranajes helicoidales o de tornillo sinfín, para el acoplamiento del eje de entrada de piñón 86 con la corona dentada 92.

La corona dentada 92 está preferiblemente conformada de forma integral o fijada en una carcasa de embrague 94. La carcasa de embrague 94 incluye un diámetro interno con un contorno o superficie de leva 96. Un casquillo 98 está montado entre la carcasa de embrague 94 y la caja de diferencial 82 para permitir que la carcasa de embrague 94 gire libremente dentro de la caja de diferencial 82. El casquillo 98 es preferiblemente un casquillo autolubrificante, tal como un casquillo DU. Un conjunto de jaula de rodillos 100 está ubicado dentro de la carcasa de embrague 94 e incluye una jaula de rodillos 102 con una pluralidad de rodillos 104 dispuestos de forma giratoria dentro de unas ranuras 106 de la jaula 102. Más específicamente, la jaula de rodillos 102 incluye preferiblemente dos conjuntos independientes de rodillos 104 dispuestos dentro de dos conjuntos de ranuras 106 conformadas en la jaula de rodillos 102 alrededor de su circunferencia. La jaula de rodillos 102 puede estar hecha de cualquier material adecuado que sea lo suficientemente resistente como para soportar las cargas aplicadas, tal como de material de aluminio anodizado endurecido o acero. Alternativamente, la jaula de rodillos 102 puede estar hecha de plástico o de material compuesto. Los rodillos 104 están preferiblemente hechos de material de acero endurecido. El conjunto de jaula de rodillos 100 incluye una pluralidad de elementos de resorte o clips (no mostrados) para posicionar los rodillos 104 en las ranuras 106. Se puede usar una variedad de resortes. En algunas realizaciones, cada clip de resorte tiene preferiblemente una forma substancialmente de H, con dos resortes independientes que están fijados o conformados en lados opuestos de un puente. El puente divide cada resorte en dos brazos opuestos. Los brazos son preferiblemente de forma curva o arqueada de manera que la combinación de los brazos es cóncava, similar a la forma de un resorte de lámina. Sin embargo, los brazos también pueden ser lineales de modo que se combinen con el puente para conformar una forma de Y. El puente actúa como una horquilla de soporte de los brazos que les permite doblarse de forma independiente entre sí, así como con respecto al resorte opuesto. Cada ranura 106 incluye un resorte formado por dos clips de resorte adyacentes, que desplazan de esta forma el rodillo substancialmente hacia el centro de la ranura. Los resortes tienen en cuenta las tolerancias de fabricación de los diferentes componentes para que todos los rodillos se acoplen al mismo tiempo. En la presente invención se pueden utilizar otros mecanismos de resorte. Los documentos de patente nº US 6,629,590, nº US 6,622,837 y nº US 6,722,484 describen disposiciones de resortes y conjuntos de jaula de rodillos adecuados.

Cada conjunto de rodillos 104 está situado en posición adyacente a la superficie de leva interior 96 de la carcasa de

embrague 94. En una configuración, el contorno de la superficie de leva 96 incluye una pluralidad de picos y valles. Cuando la jaula de rodillos 102 está dispuesta dentro de la carcasa de embrague 94 y el embrague no está activado, los rodillos 104 quedan dispuestos dentro de los valles, con la superficie de leva 96 estrechándose hacia la jaula a cada lado del rodillo 104. La superficie de leva 96 y los rodillos 104 proporcionan al diferencial delantero 20 unas capacidades como las descritas en detalle en los documentos de patente nº US 6,629,590, nº US 6,622,837 y nº US 6,722,484. Las superficies de leva y las jaulas de rodillos de los embragues de rueda libre son bien conocidas en la técnica. Por lo tanto, no se necesita un análisis detallado de estas características.

Siguiendo con la referencia a las figuras 10 y 11, hay dos cubos 108A, 108B, que incluyen una parte dispuesta radialmente hacia el interior de la jaula de rodillos 102. Cada cubo 108A, 108B es adyacente a uno de los conjuntos de rodillos 104 de tal forma que la superficie exterior de una parte de cada cubo hace contacto con un conjunto de rodillos 104. Tal y como se conoce bien en la técnica, el contacto entre los rodillos 104, la carcasa de embrague 94 y los cubos 108A, 108B transfiere el giro entre la carcasa de embrague y los ejes. Preferiblemente, un casquillo 110 está dispuesto entre los extremos internos de los dos cubos 108A, 108B.

Los cubos 108A, 108B se acoplan con los ejes motrices delanteros primero y segundo 22L, 22R (figura 1), respectivamente, a través de cualesquiera medios convencionales diseñados para transferir par del cubo al eje. En la realización ilustrada, cada cubo 108A, 108B incluye unas estrías internas que se acoplan con unas estrías externas de una parte de los ejes motrices delanteros 22L, 22R. Se contempla que los cubos 108A, 108B y los ejes motrices delanteros 22L, 22R pudieran estar conformados como unidades integrales, si se desea. Se puede acceder a las estrías internas de los cubos 108A, 108B a través de unas aberturas formadas en la cubierta 80 y en la caja de engranajes 82. Unos cojinetes de rodillos 112A, 112B están montados entre una parte de cada cubo 108A, 108B y la cubierta 80 o caja 82 correspondiente. Los cojinetes de rodillos 112A, 112B soportan los cubos 108A, 108B a la vez que permiten que los cubos 108A, 108B giren con respecto a la cubierta 80 y la caja 82, respectivamente. Un espaciador 113 está dispuesto adyacente al cubo 108B, y el espaciador 113 posiciona la jaula de rodillos 102. Unas juntas de sellado de aceite 114A, 114B se incorporan preferiblemente en la cubierta 80 y la caja 82 alrededor de los cubos 108A, 108B, respectivamente, para proporcionar unas juntas de sellado herméticas a fluido.

Tal y como se ha analizado brevemente con anterioridad, el acoplamiento de los rodillos 104 con la carcasa de embrague 94 y los cubos 108A, 108B permite la transferencia de par desde el eje de transmisión delantero 18F a los ejes motrices delanteros 22L, 22R. Al objeto de activar el embrague de rueda libre y, por lo tanto, hacer que el vehículo sea capaz de aplicar la tracción a las cuatro ruedas y el frenado de motor, el diferencial delantero 20 incorpora preferiblemente un conjunto de electroimán. Más específicamente, el diferencial delantero 20 incluye dos o más dispositivos de ajuste de jaula de rodillos o dispositivos de indexación que están conectados eléctricamente a un sistema de control electrónico. Cada dispositivo de ajuste incluye preferiblemente un conjunto de bobina electromagnética. El primer dispositivo de indexación (por ejemplo, el dispositivo de activación de accionamiento electromagnético o electrónico o el conjunto de bobina de accionamiento electromagnético) está configurado, cuando se activa, para hacer que la jaula de rodillos se indexe en un estado de accionamiento activo (es decir, una capacidad de tracción a las cuatro ruedas) en el que los rodillos quedan posicionados de forma que hacen que el eje de transmisión delantero 18F se acople a los ejes motrices delanteros 22L, 22R cuando se necesita la capacidad de tracción a las cuatro ruedas.

El segundo dispositivo de indexación (por ejemplo, el dispositivo de activación de accionamiento inverso electromagnético o el conjunto de bobina de accionamiento inverso electromagnético) está configurado, cuando se activa, para hacer que la jaula de rodillos se indexe en un estado de accionamiento inverso activo (es decir, la capacidad de frenado de motor) en el que los rodillos quedan posicionados de forma que hacen que los ejes motrices delanteros 22L, 22R se acoplen al eje de transmisión delantero 18F para proporcionar una transferencia de par desde los ejes motrices delanteros 22L, 22R al eje de transmisión delantero 18F durante una condición de frenado de motor. El segundo dispositivo de indexación puede activarse cuando el vehículo está desacelerando o cuesta abajo.

Siguiendo con la referencia a las figuras 10 y 11 y haciendo referencia adicional a la figura 12, en la realización ilustrada, cada dispositivo de indexación electromagnético incluye un conjunto de bobina que incluye una bobina en un alojamiento o carcasa de bobina de acero anular y una placa de inducido que controlan el retraso o la indexación de la jaula de rodillos 102 con respecto a la carcasa de embrague 94. El primer dispositivo de indexación incluye un conjunto de bobina de accionamiento 116 que está preferiblemente fijado a la cubierta 80 en una ubicación situada radialmente hacia afuera con respecto al cubo 108A. El conjunto de bobina de accionamiento 116 tiene preferiblemente forma anular, con un eje central que coincide con el eje de giro de la jaula de rodillos 102. El conjunto de bobina de accionamiento 116 es preferiblemente una bobina enrollada que incluye una base de plástico alrededor de la cual se enrolla la bobina. Las bobinas adecuadas para su uso en la presente invención son bien conocidas por los expertos en la técnica de los embragues eléctricos. El conjunto de bobina de accionamiento 116 está preferiblemente unido, o fijado de otro modo, a la cubierta 80.

Una primera placa de inducido 118 está situada entre el conjunto de bobina de accionamiento 116 y la jaula de rodillos 102. La placa de inducido 118 tiene preferiblemente forma anular y puede girar libremente con respecto al conjunto de bobina de accionamiento 116 cuando la bobina no está activada. La placa de inducido 118 incluye al menos una, y más preferiblemente, una pluralidad, de lengüetas o dedos 120 que sobresalen de la placa de inducido 118 hacia la jaula de rodillos 102. Las lengüetas 120 se acoplan con unas ranuras o muescas conformadas en o sobre una cara

de extremo de la jaula de rodillos 102. La placa de inducido 118 se acopla con la jaula de rodillos 102 cuando las lengüetas 120 se acoplan con las ranuras. Por lo tanto, cuando el conjunto de bobina de accionamiento 116 no está activado, la placa de inducido 118 gira con la jaula de rodillos 102 con respecto a la carcasa de embrague 94. La placa de inducido 118 está hecha preferiblemente de material de acero. A pesar de que se ha descrito una placa de inducido 118 independiente, también se contempla que la placa de inducido se pueda fijar, conformar o acoplar con la jaula de rodillos 102 de forma que gire en combinación con la jaula de rodillos 102. Alternativamente, la placa de inducido 118 se puede fijar de forma permanente o retirable a la jaula de rodillos 102, o puede ser simplemente una superficie de la jaula de rodillos 102.

Cuando se activa el conjunto de bobina de accionamiento 116, se genera un campo electromagnético entre el conjunto de bobina de accionamiento 116 y la placa de inducido 118 que atrae la placa de inducido 118 hacia el conjunto de bobina de accionamiento 116, provocando de esta forma que se arrastre. Debido a que la placa de inducido 118 está acoplada con la jaula de rodillos 102 por las lengüetas 120, el arrastre de la placa de inducido 118 hace que la jaula de rodillos 102 también se arrastre o retrase. En una realización alternativa (no mostrada), en lugar de las lengüetas 120 de la placa de inducido 118 que se acoplan con las ranuras, la jaula de rodillos 102 incluye unas protuberancias que se acoplan con las ranuras de la placa de inducido 118. El conjunto de bobina de accionamiento 116 está conectado al controlador 32 (figura 1) para controlar la activación de las bobinas (por ejemplo, al accionar uno de los controles manipulados de usuario).

El segundo dispositivo de indexación incluye un conjunto de bobina de accionamiento inverso 122 que está preferiblemente fijado a la cubierta 80 en una ubicación dispuesta radialmente hacia fuera con respecto al cubo 108A y hacia dentro con respecto al conjunto de bobina de accionamiento 116. El conjunto de bobina de accionamiento inverso 122 es preferiblemente similar al conjunto de bobina de accionamiento 116 y tiene forma anular con un eje central que coincide con el eje de giro de la jaula de rodillos 102. El conjunto de bobina de accionamiento inverso 122 está preferiblemente unido, o fijado de otro modo, a la cubierta 80.

Una segunda placa de inducido 124 está ubicada entre el conjunto de bobina de accionamiento inverso 122 y la jaula de rodillos 102. La segunda placa de inducido 124 tiene preferiblemente forma anular y puede girar libremente con respecto al conjunto de bobina de accionamiento inverso 122 cuando la bobina no está activada. La segunda placa de inducido 124 incluye al menos una, y más preferiblemente una pluralidad, de lengüetas o dedos 126 que sobresalen de la segunda placa de inducido 124 hacia la jaula de rodillos 102. Las lengüetas 126 se acoplan con unas ranuras conformadas en o sobre un extremo de la jaula de rodillos 102. La segunda placa de inducido 124 se acopla con la jaula de rodillos 102 cuando las lengüetas 126 se acoplan con las ranuras. Por lo tanto, cuando el conjunto de bobina de accionamiento inverso 122 no está activado, la segunda placa de inducido 124 gira con la jaula de rodillos 102 con respecto a la carcasa de embrague 94. La segunda placa de inducido 124 está hecha preferiblemente de material de acero. Al igual que con la primera placa de inducido 118, la segunda placa de inducido 124 se puede acoplar a la jaula de rodillos 102 de otras maneras. Por ejemplo, a pesar de que la segunda placa de inducido 124 se ha descrito anteriormente como un componente independiente de la jaula de rodillos 102, también se contempla que la segunda placa de inducido 124 se pueda fijar, formar o acoplar en la jaula de rodillos 102 de forma que gire en combinación con la jaula de rodillos 102. Alternativamente, la segunda placa de inducido 124 puede estar fijada de forma permanente o retirable a la jaula de rodillos 102, o puede ser simplemente una superficie de la jaula de rodillos 102. También se contempla que una sola placa de inducido se pueda usar en el diferencial delantero 20 con dos conjuntos de bobina controlados independientemente montados en una cubierta o carcasa común. También se contempla que dos placas de inducido pudieran estar relacionadas con la(s) característica(s) de accionamiento, aunque sólo una de las placas de inducido interactuara con la jaula de rodillos 102.

Se dispone una placa de cubo 128 entre el conjunto de bobina de accionamiento inverso 122 y la segunda placa de inducido 124. La placa de cubo 128 se acopla con el cubo 108A. Específicamente, la placa de cubo 128 tiene forma anular e incluye, en una realización preferida, unos dientes 130 alrededor de un diámetro interior que se acoplan con unas estrías 132 conformadas en una superficie exterior del cubo 108A. Por lo tanto, la placa de cubo 128 está configurada para girar en combinación con el cubo 108A. Se pueden usar otros mecanismos para acoplar la placa de cubo 128 al cubo 108A. Una parte superior de la placa de cubo 128 está ubicada en posición adyacente al conjunto de bobina de accionamiento inverso 122 y a la segunda placa de inducido 124.

Cuando se activa el conjunto de bobina de accionamiento inverso 122, se genera un campo electromagnético entre el conjunto de bobina de accionamiento inverso 122, la placa de cubo 128 y la segunda placa de inducido 124, que atrae la placa de cubo 128 y la segunda placa de inducido 124 hacia el conjunto de bobina de accionamiento inverso 122. Dado que la placa de cubo 128 está acoplada al cubo 108A, la activación del conjunto de bobina de accionamiento inverso 122 fija magnéticamente la segunda placa de inducido 124 al cubo 108A haciendo de esta forma que quiera girar con el cubo 108A. Dado que la segunda placa de inducido 124 está acoplada a la jaula de rodillos 102 por las lengüetas 126, el acoplamiento magnético de la segunda placa de inducido 124 hace que la jaula de rodillos 102 avance con respecto a la carcasa de embrague 94 a medida que gira el cubo 108A. El conjunto de bobina de accionamiento inverso 122 también está conectado al controlador electrónico 32 para controlar la activación de las bobinas (por ejemplo, al accionar uno de los controles manipulados de usuario).

A pesar de que los sistemas de indexación primero y segundo se han descrito anteriormente en el sentido de que incluyen unos conjuntos de bobina, también se contempla que se pueden usar otros conjuntos controlados

electrónicamente. Por ejemplo, podría usarse un solenoide controlado eléctricamente para provocar la indexación. En esta realización, el solenoide sería activado por el sistema de control electrónico a fin de hacer que un émbolo se acoplara a la placa de inducido, a la placa de cubo y/o a una superficie de la jaula de rodillos para producir el contacto de fricción necesario que arrastre la jaula de rodillos hacia su posición indexada. Se pueden usar otros sistemas, tales como actuadores hidráulicos y neumáticos en lugar de las bobinas, y controlarlos de manera similar por el sistema de control electrónico. Una persona experta en la técnica, a la luz de las enseñanzas proporcionadas en esta descripción, sería fácilmente capaz de implementar dichos sistemas en el sistema de embrague mostrado.

Los sistemas de indexación anteriores están configurados para mover la jaula de rodillos 102 en una dirección prescrita con respecto a la carcasa de embrague cuando se desea un determinado estado de funcionamiento (tracción a las cuatro ruedas o frenado de motor). Cuando ya no se desean esos estados, el sistema incluye un conjunto de resorte para devolver la jaula de rodillos 102 hacia su posición neutra. Haciendo referencia ahora a las figuras 12 a 14, el conjunto de resorte puede ser un conjunto de resorte de torsión 134. El conjunto de resorte de torsión 134 incluye un adaptador de retención de resorte 136 que, como se explicará más adelante, proporciona una conexión entre un resorte de torsión 138 y la primera placa de inducido 118. Sin embargo, como será evidente, el adaptador 136 podría estar conectado alternativamente a la segunda placa de inducido 124. El adaptador 136 es un anillo anular que está dispuesto alrededor de una superficie exterior de la carcasa de embrague 94. Un lado del adaptador 136 está situado en posición adyacente a una parte de la primera placa de inducido 118. En una realización, el adaptador 136 tiene al menos una, y más preferiblemente una pluralidad, de orejetas o pestañas 140 que sobresalen y que se extienden hacia fuera del lado del adaptador 136 que está orientado hacia la primera placa de inducido 118. Las orejetas 140 coinciden con unas muescas 142 conformadas en la primera placa de inducido 118. El acoplamiento del adaptador 136 con la placa de inducido 118 proporciona una conexión entre el adaptador 136 y la jaula de rodillos 102 (que se acopla con la placa de inducido a través de las lengüetas 120). El adaptador 136 incluye un pasador de adaptador 144 (figura 14) que sobresale del lado del adaptador 136 opuesto a la placa de inducido 118.

El resorte de torsión 138 es en general de forma circular con sus extremos superpuestos. El resorte 138 también está dispuesto sobre la superficie exterior de la carcasa de embrague 94 y adyacente al adaptador 136. El resorte de torsión 138 está diseñado para desplazar la jaula de rodillos 102 hacia su posición neutra (con los rodillos centrados en la superficie de leva 96). Los extremos superpuestos del resorte de torsión 138 incluyen unos brazos 146A, 146B que se extienden según ángulos generalmente rectos con respecto a la posición desde donde se extienden en el resorte 138. Los extremos del resorte de torsión se superponen de manera que los brazos 146A, 146B del resorte de torsión 138 se extienden más allá uno del otro definiendo un espacio 148. Un pasador de embrague 150 se extiende hacia afuera desde la carcasa de embrague 94 y queda capturado en el espacio 148, con los brazos 146A, 146B a cada lado del pasador de embrague 150. Los brazos 146A, 146B también están a cada lado del pasador de adaptador 144, que está ubicado junto al pasador de embrague 150. Por lo tanto, el adaptador 136 funciona de forma que retiene el resorte de torsión 138 en la carcasa de embrague 94.

Cuando se activa el primer dispositivo de indexación, éste impide el giro de la placa de inducido 118, impidiéndoselo de esta forma a la jaula de rodillos 102 y el adaptador 136. Esto hace que el pasador de adaptador 144 mueva uno de los brazos de resorte 146A alejándolo del otro brazo de resorte 146B (que se mantiene estacionario por el pasador de embrague 150). Este movimiento hace que el resorte de torsión 138 se desvíe, momento en el que la fuerza elástica del resorte de torsión 138 actúa contra el pasador de adaptador 144 para desplazarlo hacia el pasador de embrague 150 y a la posición neutra de la jaula de rodillos 102.

La incorporación de un resorte de torsión 138 proporciona una tolerancia mucho más ajustada y proporciona un mecanismo fiable para devolver la jaula de rodillos 102 a su posición neutra, evitando el encajamiento no deseado de los rodillos entre la superficie de leva 96 y el cubo. El resorte de torsión 138 también evita un acoplamiento prematuro que podría ocurrir potencialmente en algunos diseños. Además, el uso de un resorte de torsión 138 reduce la necesidad de que los resortes de los rodillos estén diseñados para desplazar la jaula de rodillos 102 a una posición neutra. Por lo tanto, se incrementa la vida operativa de los resortes de los rodillos. Se pueden usar otros tipos de conjuntos de resortes en el diferencial delantero 20. Por ejemplo, podrían montarse uno o más resortes entre la jaula de rodillos 102 y la carcasa de embrague 94 (un extremo del resorte sobre la carcasa 94 y el otro sobre la jaula de rodillos 102) para desplazar la jaula de rodillos 102 a su posición neutra desde una posición indexada. Se pueden usar dos resortes, desplazando cada uno la jaula de rodillos 102 en la posición de oposición. En esta realización no se necesita un adaptador de resorte. Si se usa un adaptador de resorte, los resortes podrían montarse entre el adaptador 136 y la jaula de rodillos 102.

Diferencial trasero

Haciendo referencia ahora a las figuras 15-18, en ellas se muestra el diferencial trasero 26 del sistema de accionamiento 10 de una realización. El diferencial trasero 26 puede tener unos componentes y características iguales o similares que los de cualquiera de los diferenciales traseros descritos en el documento de patente nº US 8,919,513 o en el documento de patente nº US 9,022,195. Más específicamente y haciendo referencia en primer lugar a las figuras 15 y 16, el diferencial trasero 26 incluye una carcasa 152 y una brida 154 fijada a la carcasa 152. La brida 154 está adaptada para recibir o acoplarse con un engranaje o rueda dentada de entrada que está acoplado al eje de transmisión trasero 18R (figura 1) para impartir un movimiento giratorio a la brida 154 y de esta forma a la carcasa 152. El engranaje de entrada se puede fijar a la brida 154 por cualesquiera medios mecánicos conocidos en la técnica,

o se puede conformar como parte integral de la brida 154 o la carcasa 152. Cuando el eje de transmisión trasero 18R se acopla con el engranaje de entrada, la brida 154 gira, lo que a su vez hace girar a la carcasa 152. El diferencial trasero 26 está montado en una carcasa exterior (no mostrada), y los cojinetes 176A y 176B soportan el diferencial trasero 26 en la carcasa exterior.

- 5 Como se muestra en la figura 17, la carcasa 152 incluye una superficie interior substancialmente cilíndrica 156. La superficie interior 156 incluye una pluralidad de superficies de leva interior (no mostradas) que incluyen superficies de leva de avance y de retroceso. Dependiendo de la dirección deseada de giro de la carcasa 152, cualquiera de las superficies de leva puede considerarse indistintamente como superficie de leva de avance o de retroceso.

- 10 Siguiendo con la referencia a la figura 17, un par de cubos 158A, 158B están dispuestos dentro de la carcasa 152. Los cubos 158A, 158B están alineados substancialmente de forma coaxial entre sí en el interior de la carcasa 152, y cada uno está adaptado para girar alrededor de su eje común dentro de la carcasa 152. El primer cubo 158A está adaptado para acoplarse con un extremo del primer eje motriz trasero 28L (figura 1) y el segundo cubo 158B está adaptado para acoplarse con un extremo del segundo eje motriz trasero 28R (figura 1). Cada cubo 158A, 158B tiene una superficie exterior substancialmente cilíndrica 160 que tiene un diámetro menor que el diámetro de la superficie interior 156 de la carcasa 152, de modo que se forma un espacio anular entre la superficie exterior 160 de los cubos 158A, 158B y la superficie interior 156 de la carcasa 152. Cada cubo 158A, 158B tiene preferiblemente un orificio interno 162 en el que se recibe una parte del eje motriz correspondiente. En la realización representada, los orificios internos 162 incluyen unas estrías para permitir que los ejes se desplacen axialmente hacia adentro y hacia afuera con respecto a los cubos 158A, 158B, a la vez que se asegura que cada eje gira en combinación con su respectivo cubo 158A, 158B. En otras realizaciones, se pueden usar otras conexiones mecánicas entre cada eje y su respectivo cubo 158A, 158B para asegurar el acoplamiento giratorio. Se contempla además que los cubos 158A, 158B puedan conformarse integralmente con los ejes de transmisión primarios.

- 25 Un par de conjuntos de rodillos 164A, 164B están dispuestos dentro de la carcasa 152, estando una parte de cada conjunto de rodillos 164A, 164B situada en el espacio anular existente entre la superficie exterior 160 de uno de los cubos 158A, 158B y la superficie interior 156 de la carcasa 152. Como se muestra en la figura 17, los conjuntos de rodillos 164A, 164B incluyen unas jaulas de rodillos 166A, 166B, respectivamente, que tienen formas substancialmente cilíndricas. Las jaulas de rodillos 166A, 166B se corresponden con los cubos 158A, 158B, respectivamente, y tienen conjuntos de ranuras (no mostradas) espaciadas alrededor de sus circunferencias. Las ranuras están adaptadas para recibir unos rodillos cilíndricos 168A, 168B. Las ranuras de la primera jaula de rodillos 166A sitúan una pluralidad de rodillos 168A en el espacio anular entre el primer cubo 158A y la superficie de leva interior 156 de la carcasa 152, y las ranuras de la segunda jaula de rodillos 166B sitúan una pluralidad de rodillos 168B en el espacio anular entre el segundo cubo 158B y la superficie de leva interior 156 de la carcasa 152. En una realización, cada conjunto de rodillos 168A, 168B tiene diez rodillos, entendiéndose que se puede usar cualquier número de rodillos mayor o igual que tres. Como se muestra, cada rodillo 168A, 168B es substancialmente cilíndrico, pero se pueden usar rodillos de otras formas, incluidos, entre otros, rodillos substancialmente esféricos.

- Los rodillos 168A, 168B están adaptados para encajar de forma acunada entre los cubos 158A, 158B, respectivamente, y la superficie de leva interior 156 de la carcasa 152 cuando los cubos 158A, 158B y la carcasa 152 giran uno con respecto al otro. En particular, cuando la carcasa 152 se acciona de forma giratoria a una velocidad mayor que el giro de los cubos 158A, 158B, los rodillos 168 están diseñados para encajar de forma acunada entre las superficies de leva de avance de la carcasa y las superficies exteriores 160 de los cubos 158A, 158B, haciendo que los cubos 158A, 158B giren con la carcasa 152. De manera similar, cuando ambos cubos 158A, 158B giran más rápido que la carcasa 152, tal como durante un descenso o desaceleración, los cubos 158A, 158B hacen que los rodillos 168A, 168B se encajen de forma acunada entre las superficies de leva de retroceso y las superficies exteriores 160 de los cubos 158A, 158B. El acoplamiento de la superficie de leva de retroceso permite un efecto de frenado de motor o de accionamiento inverso, cuando está disponible, mediante el cual la velocidad reducida del engranaje de entrada ralentiza o frena los ejes de transmisión.

- La provisión de dos conjuntos de rodillos independientes 164A, 164B, teniendo cada uno un conjunto de rodillos 168A, 168B asociado con uno de los cubos 158A, 158B, permite el giro libre de un cubo 158A, 158B a la vez que se mantiene el acoplamiento de accionamiento positivo del otro cubo 158A, 158B. Por ejemplo, en un vehículo con ruedas en el que los cubos 158A, 158B accionan ruedas en lados opuestos del vehículo, cuando el vehículo se desplaza a lo largo de una curva, la rueda del interior de la curva tiene que recorrer una distancia más corta y, por lo tanto, se mueve a una velocidad más lenta que la rueda del exterior de la curva. En consecuencia, cuando la carcasa 152 se acciona de forma giratoria cuando el vehículo está en una curva, un cubo 158A, 158B, por ejemplo el cubo 158A, asociado con la rueda interior, seguirá siendo accionado, estando sus rodillos 168A acoplados entre la superficie exterior 160 del cubo 158A y las superficies de leva de avance de la superficie interior 156 de la carcasa 152, mientras que el otro cubo 158B, por ejemplo el cubo 158B, asociado con la rueda exterior, podrá girar libre, girando más rápido que la carcasa 152, de modo que sus rodillos 168B se desacoplan de su encajamiento de forma acunada entre la superficie de leva interior 156 y la superficie exterior 160 del cubo 158B, permitiendo de esta forma que el cubo 158B gire libremente mientras es accionado por la rueda exterior. Cuando el vehículo vuelve a una trayectoria recta y la velocidad del cubo 158B disminuye hasta igualarse con la velocidad de la carcasa 152, los rodillos 168B que rodean el cubo 158B vuelven a acoplarse (de forma acunada) entre las superficies de leva de avance y el cubo 158A, 158B, de modo que el cubo 158B sea accionado de nuevo para girar a la misma velocidad que la carcasa 152.

Sin embargo, debido a que el diferencial trasero 26 usa una jaula de rodillos dividida, si los dos conjuntos de rodillos 164A, 164B estuvieran completamente desacoplados, existiría la posibilidad de que los rodillos 168B asociados con el cubo de rueda libre 158B pudieran acoplarse inversamente con las superficies de leva de retroceso de la superficie interior 156 de la carcasa 152, haciendo que el vehículo se comportara como si tuviera un eje macizo (es decir, un eje es accionado por la carcasa 152, mientras que el otro eje intenta accionar la carcasa 152). Para superar el potencial acoplamiento inverso de un cubo de rueda libre, el diferencial trasero 26 incluye un acoplador de jaula de rodillos 170 dispuesto entre los dos conjuntos de rodillos 164A, 164B. El acoplador 170 incluye un cubo 172 con una pluralidad de dientes 173 que se extienden radialmente hacia afuera desde el cubo 172. El número de dientes preferiblemente coincide con el número de ranuras y el número de rodillos 168A, 168B de cada jaula de rodillos 166A, 166B. Los dientes del acoplador 170 encajan preferiblemente en las ranuras de cada jaula de rodillos 166A, 166B. La anchura de la parte de cada diente que se sitúa dentro de una ranura es ligeramente menor que la anchura de la ranura de las jaulas de rodillos 166A, 166B, de manera que queda un hueco. Este hueco está diseñado para permitir que las jaulas de rodillos 166A, 166B se desplacen o indexen de modo que los rodillos 168A, 168B queden posicionados para acoplarse con la superficie de leva, aunque el hueco no es lo suficientemente grande como para permitir que la otra jaula de rodillos 166A, 166B se indexe en la dirección opuesta. En consecuencia, por medio del uso de un acoplador intermitente 170, el diseño de jaula dividida evita el problema de que un conjunto de rodillos se acople con la superficie de leva de avance para accionar un eje y el otro conjunto de rodillos se acople con la superficie de leva de retroceso para ser accionado por el otro eje.

El acoplamiento giratorio de dos jaulas de rodillos independientes 166A, 166B con un acoplador intermitente 170 permite que cada jaula de rodillos 166A, 166B se desplace axialmente con respecto a su cubo asociado 158A, 158B, lo que permite que un mecanismo de disco de fricción simple y compacto indexe cada jaula de rodillos 166A, 166B con respecto a su cubo asociado 158A, 158B. El acoplador intermitente también permite una gran diferencia de par de un eje a otro, y también permite mayores tolerancias de fabricación en el perfil de leva de embrague y en los diámetros de cubo. El acoplador intermitente también hace posible un método de retención de los conjuntos de rodillos en posición axial para evitar que un conjunto entre en contacto con el otro.

Las tapas de extremo 174A, 174B están fijadas a cada extremo de la carcasa 152 para girar con la carcasa 152. En algunas realizaciones y como se ilustra, la tapa de extremo 174A se conforma junto con la brida 154. Las tapas de extremo 174A, 174B están acopladas a los cojinetes 176A, 176B, respectivamente. Para ayudar a indexar los conjuntos de rodillos 164A, 164B a sus cubos correspondientes 158A, 158B, las tapas de extremo 174A, 174B están asociadas con unos mecanismos de disco de fricción 178A, 178B, respectivamente. Los mecanismos de disco de fricción 178A, 178B crean un acoplamiento por fricción con los conjuntos de rodillos 164A, 164B y los cubos 158A, 158B, respectivamente, de modo que las jaulas de rodillos 166A, 166B giran con los cubos 158A, 158B cuando ambos cubos 158A, 158B están girando. En combinación, los mecanismos de disco de fricción 178A, 178B y el acoplador de jaula de rodillos 170 forman un conjunto de indexación.

Cada mecanismo de disco de fricción 178A, 178B puede incluir una placa o disco de fricción 180 que está fijado, conformado o acoplado a la jaula de rodillos 166A, 166B para girar en combinación con la jaula de rodillos 166A, 166B. La placa de fricción 180 se puede fijar de manera permanente o retirable a la jaula de rodillos 166A, 166B, o puede ser simplemente una superficie de la jaula de rodillos 166A, 166B. En una realización, la placa de fricción 180 es un anillo anular substancialmente plano con unas lengüetas o dientes que se extienden radialmente y que están dimensionados para extenderse hasta el interior de las ranuras de la jaula de rodillos 166A, 166B cuando la placa de fricción 180 se sitúa sobre la jaula de rodillos 166A, 166B y adyacente a una superficie extrema interior de la jaula de rodillos 166A, 166B. La placa de fricción 180 está configurada para proporcionar un acoplamiento por fricción con una parte de los cubos 158A, 158B. Más específicamente, en una realización, los cubos 158A, 158B incluyen una superficie de contacto 181, que puede ser integral, conformada o fijada al cubo, preferiblemente en una superficie de extremo axial del cubo al objeto de quedar en posición adyacente a una parte de la placa de fricción 180. Las partes de la placa de fricción 180 y la superficie de contacto 181 que hacen contacto entre sí preferiblemente tienen un coeficiente de fricción suficiente para crear un contacto por fricción que transfiera el par entre las dos.

Unos resortes 182 se comprimen entre unos casquillos 184 y las superficies de extremo de las jaulas de rodillos 166A, 166B. En la realización representada, los resortes 182 son resortes ondulados. Los resortes 182 desplazan las jaulas de rodillos 166A, 166B, y por tanto la placa de fricción 180, hacia las superficies de contacto 181 de los cubos 158A, 158B. De por sí, los resortes 182 hacen que las jaulas de rodillos 166A, 166B se desplacen axialmente con respecto a los cubos 158A, 158B, respectivamente, forzando así a la placa de fricción 180 a acoplarse por fricción con los cubos 158A, 158B.

Funcionamiento del sistema

El sistema de transmisión 10 es capaz de proporcionar potencia a al menos una de las ruedas 24L, 24R, 30L y 30R en diferentes situaciones. Por ejemplo, y haciendo referencia a la figura 19, cuando hay tracción en las cuatro ruedas 24L, 24R, 30L y 30R, el sistema 10 proporciona potencia a las cuatro ruedas 24L, 24R, 30L y 30R y el diferencial central 12 puede estar en la configuración desbloqueada o en la configuración bloqueada. A modo de otro ejemplo, y haciendo referencia a la figura 20, cuando hay tracción en tres ruedas (ilustrativamente, las ruedas delanteras 24L, 24R y la rueda trasera derecha 30R) y no hay en una rueda (ilustrativamente, la rueda trasera izquierda 30L), el sistema 10 proporciona potencia a las tres ruedas (ilustrativamente, las ruedas delanteras 24L, 24R y la rueda trasera derecha 30R) y el diferencial central 12 pueden estar en la configuración desbloqueada o bloqueada. Haciendo

referencia a la figura 21, cuando hay tracción en dos ruedas de un eje común (ilustrativamente, las ruedas delanteras 24L, 24R) y no hay en las otras dos ruedas (ilustrativamente, las ruedas traseras 30L, 30R) y si el diferencial central 12 está en la configuración desbloqueada, el sistema 10 proporciona potencia a las otras dos ruedas (ilustrativamente, las ruedas traseras 30L y 30R), lo que hace que las otras dos ruedas giren y deslicen, lo que a su vez da lugar a que no se muevan las dos primeras ruedas (ilustrativamente, las ruedas delanteras 24L y 24R). Sin embargo, y haciendo referencia a la figura 22, cuando hay tracción en dos ruedas de un eje común (ilustrativamente, las ruedas delanteras 24L, 24R) y no hay en las otras dos ruedas (ilustrativamente, las ruedas traseras 30L, 30R) y si el diferencial central 12 está en la configuración bloqueada, el sistema 10 proporciona potencia a todas las ruedas. A modo de otro ejemplo, y haciendo referencia a la figura 23, cuando hay tracción en una rueda (ilustrativamente, la rueda delantera derecha 24R) y no hay en tres ruedas (ilustrativamente, la rueda delantera izquierda 24L y las ruedas traseras 30L, 30R) y el diferencial central 12 está en la configuración bloqueada, el sistema 10 proporciona potencia a todas las ruedas, pero esa potencia sólo se puede utilizar para impulsar el vehículo mediante la rueda con tracción (ilustrativamente, la rueda delantera derecha 24R). El sistema de transmisión 10 puede reconfigurarse desde la configuración desbloqueada a la configuración bloqueada, o viceversa, por medio del accionamiento de uno o más controles manipulados de usuario (por ejemplo, interruptores o botones de encendido/apagado).

El sistema de transmisión 10 proporciona ventajosamente uno o más beneficios diversos en comparación con otros sistemas. Por ejemplo, el sistema de transmisión 10 no requiere controles informáticos, sensores, embragues de placas de fricción ni actuadores de motor eléctricos o hidráulicos asociados. A modo de otro ejemplo, el sistema de transmisión 10 transfiere potencia de forma más eficiente para el accionamiento de un vehículo; por el contrario, en otros sistemas se producen pérdidas de eficiencia cuando la potencia se dirige a la rueda sin tracción y se producen pérdidas de calor al accionar la placa de embrague. A modo de otro ejemplo, el sistema de transmisión 10 no requiere una reducción del desgaste ni del calor del material de embrague de placas de fricción. A modo de otro ejemplo más, el sistema de transmisión 10 requiere menos tiempo para redistribuir la potencia a las ruedas; por el contrario, otros sistemas requieren más tiempo para redistribuir la potencia debido a la necesidad de accionar los paquetes de embrague de placas a través de actuadores hidráulicos o eléctricos.

Los sistemas de transmisión según las realizaciones de la presente invención pueden modificarse a partir de los sistemas descritos anteriormente. Por ejemplo, y haciendo referencia ahora a las figuras 24 y 25, se representa un diferencial central 210 que puede usarse en un sistema de transmisión en lugar del diferencial central 12. El diferencial central 210 es similar al diferencial central 12, y los componentes similares se ilustran con los mismos números de referencia. En general, el diferencial central 210 incluye un conjunto de diferencial abierto 34 y un embrague de rodillos de rueda libre bidireccional 36 como se ha descrito anteriormente. El diferencial central 210 también incluye un conjunto de electroimán 212 para el acoplamiento del embrague de rodillos de rueda libre bidireccional 36 y bloquear así el conjunto de diferencial abierto 34. El conjunto de electroimán 212 incluye una carcasa de electroimán 74 que soporta un electroimán o bobina 76 como se ha descrito anteriormente. Cuando se activa el conjunto de electroimán 212, la bobina 76 atrae una segunda placa de inducido 214, que transfiere un flujo magnético a la primera placa de inducido 70. La segunda placa de inducido 214 también se acopla a la segunda corona dentada 40B (por ejemplo, por medio de la inclusión de unas protuberancias 216 recibidas en unos rebajes 218 de la segunda corona dentada 40B). Esto da como resultado una conexión de la segunda corona dentada 40B a través de la segunda placa de inducido 214 y la primera placa de inducido 70 a la jaula de rodillos 62, lo que hace que resista el giro. En esta configuración, si el cubo de levas 60 gira más rápido que cualquiera de las coronas dentadas 40A y 40B mientras la bobina 76 está activada, el cubo de levas 60 y la segunda placa de inducido 214 arrastrarán a la primera placa de inducido 70, haciendo que la jaula de rodillos 62 gire con respecto al cubo 60 y se indexe en una posición acoplada en la que los rodillos 66 encajan entre las levas del cubo 60 y el orificio interior de la carcasa de embrague 44. Si la segunda corona dentada 40B, y por tanto la carcasa de embrague 44, gira más rápido que el cubo de levas 60 mientras la bobina 76 está activada, la segunda placa de inducido 214 girará más rápido que la primera placa de inducido 70. La fuerza magnética y la fricción que actúan entre las dos placas 70, 214 harán que la segunda placa de inducido 214 haga girar a la primera placa de inducido 70, lo cual hace girar la jaula de rodillos 62 y cambia la posición relativa de los rodillos 66 con respecto a las levas del cubo 60, bloqueando así los rodillos 66 entre las levas y la superficie interior de la carcasa de embrague 44 para transmitir par entre la corona dentada 40B y los ejes de transmisión 18F, 18R.

Aunque la invención ha sido descrita e ilustrada con respecto a las realizaciones a modo de ejemplo de la misma, los expertos en la técnica deben entender que lo anterior y varios otros cambios, omisiones y adiciones pueden realizarse en la misma.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de transmisión (10) para un vehículo con tracción a las cuatro ruedas, teniendo el vehículo con tracción a las cuatro ruedas unos ejes motrices delanteros primero y segundo (22L, 22R), cada uno de los ejes motrices delanteros conectado a una rueda delantera respectiva (24L, 24R), unos ejes motrices traseros primero y segundo (28L, 28R), cada uno de los ejes motrices traseros conectado a una rueda trasera respectiva (30L, 30R), y una transmisión para generar potencia para hacer girar cada una de las ruedas delanteras y de las ruedas traseras dependiendo del estado de funcionamiento del vehículo, comprendiendo el sistema de transmisión:
 - 5 un diferencial delantero (20) conectado a los ejes motrices delanteros primero y segundo para transmitir par a las ruedas delanteras;
 - 10 un diferencial trasero (26) conectado a los ejes motrices traseros primero y segundo para transmitir par a las ruedas traseras;
 - un diferencial central (12, 210) conectado a la transmisión para transmitir potencia desde la transmisión a un primer eje (18F) y un segundo eje (18R), estando el primer eje conectado al diferencial central y al diferencial delantero, y estando el segundo eje conectado al diferencial central y al diferencial trasero; y
 - 15 un controlador electrónico (32) para controlar el funcionamiento de los diferenciales delantero y central; teniendo el diferencial central una configuración bloqueada y una configuración desbloqueada, comprendiendo el diferencial central:
 - un conjunto de diferencial de engranajes planetarios abierto (34) que comprende:
 - 20 al menos una corona dentada (40) acoplada a la transmisión y configurada para ser accionada de forma giratoria por la transmisión;
 - un primer engranaje sol (54A) configurado para ser accionado de forma giratoria por la corona dentada, estando configurado el primer engranaje sol para accionar de forma giratoria el primer eje;
 - un segundo engranaje sol (54B) configurado para ser accionado de forma giratoria por la corona dentada, estando configurado el segundo engranaje sol para accionar de forma giratoria el segundo eje;
 - 25 un portaplanetas (44) configurado para girar junto con la corona dentada;
 - un primer conjunto de pernos (46) y un segundo conjunto de pernos (46) soportados por el portaplanetas;
 - una pluralidad de primeros engranajes planetarios (52A) soportados de forma giratoria por el primer conjunto de pernos, acoplado de forma engranada la pluralidad de primeros engranajes planetarios con el primer engranaje sol; y
 - 30 una pluralidad de segundos engranajes planetarios (52B) soportados de forma giratoria por el segundo conjunto de pernos, acoplado de forma engranada la pluralidad de segundos engranajes planetarios con el segundo engranaje sol, y cada uno de los segundos engranajes planetarios acoplándose de forma engranada con uno de los primeros engranajes planetarios;
 - 35 en el que el conjunto de diferencial de engranajes planetarios abierto permite la diferenciación entre el primer engranaje sol y el segundo engranaje sol;
 - un embrague de rueda libre bidireccional de diferencial central (36) que comprende:
 - una carcasa de embrague de diferencial central (56) formada sobre la corona dentada o acoplada a ella y que puede girar en combinación con la corona dentada, comprendiendo la carcasa de embrague de diferencial central una superficie interior (58);
 - 40 un cubo (60) dispuesto dentro de la carcasa de embrague y acoplado con el segundo eje, estando el cubo configurado para girar en combinación con el segundo engranaje sol y el segundo eje; y
 - un conjunto de jaula de rodillos dispuesto entre la superficie interior de la carcasa de embrague de diferencial central y el cubo, comprendiendo el conjunto de jaula de rodillos una jaula de rodillos (62) y una pluralidad de rodillos (66) soportados por la jaula de rodillos;
 - 45 en el que el embrague de rueda libre bidireccional de diferencial central se puede acoplar para hacer que la pluralidad de rodillos se encaje entre la superficie interior de la carcasa de embrague y el cubo, pudiendo así girar el cubo y la carcasa de embrague en combinación y haciendo que el primer engranaje sol y el segundo engranaje sol giren en combinación entre sí; y
 - un conjunto de electroimán (38, 212) montado en posición adyacente al conjunto de jaula de rodillos, estando el

- conjunto de electroimán configurado para ser activado para provocar el acoplamiento del embrague de rueda libre bidireccional y así controlar la activación del diferencial central entre su configuración bloqueada y desbloqueada;
- 5 en el que el diferencial delantero está configurado para transmitir par desde el primer eje al primer eje motriz delantero y al segundo eje motriz delantero, comprendiendo el diferencial delantero:
- una corona dentada delantera (92) dispuesta dentro de una caja de diferencial (82), estando la corona dentada conectada al primer eje;
- una carcasa de embrague delantera (94) formada sobre la corona dentada delantera o fijada a ella y configurada para girar en combinación con la misma;
- 10 dos cubos delanteros (108A, 108B) dispuestos dentro de la carcasa de embrague delantera, estando un cubo delantero conectado a un extremo del primer eje motriz delantero y el otro cubo delantero conectado a un extremo del segundo eje motriz delantero;
- 15 un conjunto de jaula de rodillos delantero (100) dispuesto dentro de la carcasa de embrague delantera, entre una superficie exterior de cada cubo delantero y una superficie interior (96) de la carcasa de embrague delantera, incluyendo el conjunto de jaula de rodillos delantero una jaula de rodillos delantera (102) con una pluralidad de rodillos (104), estando cada rodillo dispuesto de forma giratoria dentro de una ranura (106) conformada en la jaula, uno o más resortes desplazan los rodillos a una posición neutra o central dentro de las ranuras, la pluralidad de rodillos están agrupados en dos conjuntos, cada conjunto de rodillos está ubicado en posición adyacente a la superficie exterior de uno de los cubos delanteros, una de las superficies exteriores de los cubos delanteros o la superficie interior de la carcasa de embrague delantera incluye una superficie de leva contorneada;
- 20 un conjunto de electroimán delantero incluye al menos unos dispositivos de indexación primero y segundo conectados eléctricamente al controlador electrónico, incluyendo cada dispositivo de indexación un conjunto de bobina electromagnética (116, 122), el primer dispositivo de indexación está configurado, cuando se activa, para hacer que la jaula de rodillos se indexe en un estado de accionamiento activo en el que los rodillos de cada conjunto de rodillos se posicionan para hacer que el primer eje se acople a los ejes motrices delanteros primero y segundo cuando se necesita capacidad de tracción a las cuatro ruedas, el segundo dispositivo de indexación está configurado, cuando se activa, para hacer que la jaula de rodillos se indexe en un estado de accionamiento inverso activo que es giratoriamente opuesto al estado de accionamiento activo, de modo que los rodillos de cada conjunto de rodillos quedan posicionados para hacer que los ejes motrices delanteros primero y segundo se acoplen al primer eje para proporcionar transferencia de par desde los ejes motrices delanteros primero y segundo al primer eje durante una condición de frenado de motor; y
- 25 un conjunto de resorte delantero que desplaza la jaula de rodillos a una posición neutra entre el estado de accionamiento activo y el estado de accionamiento inverso activo; y
- 30 en el que el diferencial trasero está configurado para transmitir potencia desde el segundo eje al primer eje motriz trasero y al segundo eje motriz trasero, comprendiendo el diferencial trasero:
- 35 un engranaje trasero acoplado con el segundo eje,
- una carcasa trasera (152) fijada o formada sobre el engranaje trasero para girar en combinación con el mismo, la carcasa trasera incluye una superficie interior cilíndrica en general (156);
- 40 un par de cubos traseros (158A, 158B) dispuestos dentro de la carcasa trasera radialmente hacia adentro de la superficie interior, estando los cubos traseros substancialmente alineados coaxialmente entre sí y adaptados para girar alrededor de un eje común dentro de la carcasa trasera, estando un cubo trasero acoplado a un extremo del primer eje motriz trasero, y estando el otro cubo trasero acoplado a un extremo del segundo eje motriz trasero, incluyendo una cualquiera de entre la superficie interior de la carcasa trasera o una superficie exterior (160) de cada cubo trasero una superficie de leva trasera; y
- 45 un conjunto de jaula de rodillos trasero (164) dispuesto dentro de la carcasa trasera entre las superficies exteriores de los cubos traseros y la superficie interior de la carcasa trasera, incluyendo el conjunto de jaula de rodillos trasero una jaula de rodillos (166) con una pluralidad de rodillos (168), estando cada rodillo dispuesto de forma giratoria dentro de una ranura conformada en la jaula, uno o más resortes desplazan los rodillos hacia una posición neutra o central dentro de las ranuras, estando la pluralidad de rodillos agrupada en dos conjuntos (168A, 168B), cada conjunto de rodillos estando ubicado en posición adyacente a la superficie exterior de uno de los cubos, incluyendo una cualquiera de las superficies exteriores de los cubos o la superficie interior de la carcasa de embrague una superficie de leva contorneada (156);
- 50 en el que la jaula de rodillos trasera se desplaza para que los rodillos se acoplen con la superficie de leva trasera cuando se transmite par desde la carcasa de embrague trasera a los cubos traseros; y

en el que el controlador electrónico está conectado y configurado para activar y desactivar el conjunto de electroimán del diferencial central y para activar y desactivar los dispositivos de indexación primero y segundo del diferencial delantero, en el que (i) cuando se desea un modo de tracción a dos ruedas, el controlador electrónico se configura de tal manera que el conjunto electromagnético del diferencial central se activa para que el diferencial central esté en su configuración bloqueada, y los dispositivos de indexación primero y segundo no se activan, (ii) cuando se desea tracción a las cuatro ruedas bajo demanda, el controlador electrónico se configura de tal manera que el conjunto electromagnético del diferencial central se activa para que el diferencial central esté en su configuración bloqueada, y el primer dispositivo de indexación se activa a un estado de accionamiento activo, y (iii) cuando se desea un modo de tracción a las cuatro ruedas a tiempo completo, el controlador electrónico se configura de tal manera que el conjunto electromagnético del diferencial central se desactiva para que el diferencial central esté en su configuración desbloqueada, y el segundo dispositivo de indexación se activa a un estado de accionamiento inverso activo.

2. El sistema de transmisión de la reivindicación 1, en el que en el diferencial central: el cubo comprende una pluralidad de superficies de leva, y en el que el embrague de rueda libre bidireccional se puede acoplar para hacer que la pluralidad de rodillos se encaje entre la superficie interior de la carcasa de embrague de diferencial central y la pluralidad de superficies de leva del cubo.

3. El sistema de transmisión de la reivindicación 1, en el que en el diferencial central: la carcasa de embrague de diferencial central comprende una pluralidad de superficies de leva (60S), y en el que el embrague de rueda libre bidireccional se puede acoplar para hacer que la pluralidad de rodillos se encaje entre la superficie exterior del cubo y la pluralidad de superficies de leva de la carcasa de embrague de diferencial central.

4. El sistema de transmisión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en el diferencial central: el portaplanetas incluye la carcasa de embrague de diferencial central.

5. El sistema de transmisión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en el diferencial central: la al menos una corona dentada es una primera corona dentada (40A), y en el que el conjunto de diferencial de engranajes planetarios abierto comprende además una segunda corona dentada (40B) configurada para ser accionada de forma giratoria por la transmisión, estando la segunda corona dentada configurada para girar junto con la primera corona dentada y el portaplanetas.

6. El sistema de transmisión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en el diferencial central: el embrague de rueda libre bidireccional incluye una placa de inducido (70) acoplada a la jaula de rodillos, y el conjunto de electroimán incluye una bobina (76) dispuesta en posición muy próxima a la placa de inducido, la bobina está configurada para recibir energía eléctrica del controlador electrónico para atraer magnéticamente la placa de inducido indexando así la jaula de rodillos.

7. El sistema de transmisión de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que en el diferencial central:

la al menos una corona dentada es una primera y una segunda corona dentada;

el embrague de rueda libre bidireccional incluye unas placas de inducido primera y segunda (70, 214), la primera placa de inducido está acoplada a la jaula de rodillos, y la segunda placa de inducido está dispuesta en posición adyacente a la primera placa de inducido y está acoplada a la segunda corona dentada; y

el conjunto de electroimán incluye una bobina (76) dispuesta en posición muy próxima a la segunda placa de inducido, la bobina está configurada para recibir energía eléctrica del controlador electrónico para atraer magnéticamente a las placas de inducido primera y segunda, conectando la atracción magnética la segunda corona dentada a la jaula de rodillos a través de las placas de inducido primera y segunda, en el que si el cubo gira más rápido que la primera o la segunda corona dentada mientras la bobina recibe energía eléctrica, el cubo y la segunda placa de inducido harán que la primera placa de inducido gire con respecto al cubo e indexe la jaula de rodillos en una posición acoplada en la que los rodillos quedan posicionados para encajar entre el cubo y la carcasa de embrague; y en el que si la segunda corona dentada gira más rápido que el cubo mientras la bobina recibe energía eléctrica, la segunda placa de inducido hará que la primera placa de inducido haga girar la jaula de rodillos y hará que los rodillos encajen entre la carcasa de embrague y el cubo para transmitir par entre la segunda corona dentada y los ejes de transmisión.

8. El sistema de transmisión de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en el diferencial delantero:

el primer dispositivo de indexación incluye un conjunto de bobina de accionamiento (116) y una primera placa de inducido (118), la primera placa de inducido dispuesta entre el conjunto de bobina de accionamiento y la jaula de rodillos, la primera placa de inducido puede girar libremente con respecto al conjunto de bobina de accionamiento cuando el conjunto de bobina de accionamiento no está activado, la primera placa de inducido incluye al menos una protuberancia (120) que se acopla con la jaula de rodillos.

9. El sistema de transmisión de la reivindicación 8, en el que en el diferencial delantero:

el segundo dispositivo de indexación incluye un conjunto de bobina de accionamiento inverso (122) y una segunda placa de inducido (124) dispuesta entre el conjunto de bobina de accionamiento inverso y la jaula de rodillos, la segunda placa de inducido puede girar libremente con respecto al conjunto de bobina de accionamiento inverso cuando el conjunto de bobina de accionamiento inverso no está activado, la segunda placa de inducido incluye al menos una proyección (120) que sobresale de la segunda placa de inducido hacia la jaula de rodillos, estando la proyección acoplada con la jaula de rodillos; y

una placa de cubo (128) está dispuesta entre el conjunto de bobina de accionamiento inverso y la segunda placa de inducido, estando la placa de cubo acoplada a uno de los cubos de manera que la placa de cubo está configurada para girar en combinación con el cubo;

en el que cuando se activa el conjunto de bobina de accionamiento, se genera un campo electromagnético entre el conjunto de bobina de accionamiento y la primera placa de inducido que atrae la primera placa de inducido hacia el conjunto de bobina de accionamiento, provocando así que se arrastre, provocando el arrastre de la primera placa de inducido que la jaula de rodillos también se arrastre o retrase; y

en el que cuando se activa el conjunto de bobina de accionamiento inverso, se genera un campo electromagnético entre el conjunto de bobina de accionamiento inverso, la placa de cubo y la segunda placa de inducido que atrae la placa de cubo y la segunda placa de inducido hacia el conjunto de bobina de accionamiento inverso, fijando así magnéticamente la segunda placa de inducido al cubo para hacer que quiera girar con el cubo y hacer que la jaula de rodillos avance con respecto a la carcasa de embrague a medida que el cubo gira.

10. Un método de control de un sistema de transmisión según las reivindicaciones 1 a 9, comprendiendo el método las etapas de:

cuando se desea un modo de tracción a dos ruedas, activar el conjunto electromagnético del diferencial central para hacer que el diferencial central esté en su configuración bloqueada, y no activar los dispositivos de indexación primero y segundo;

cuando se desea tracción a las cuatro ruedas bajo demanda, activar el conjunto electromagnético del diferencial central para hacer que el diferencial central esté en su configuración bloqueada, y activar el primer dispositivo de indexación para hacer que esté en el estado de accionamiento activo; y

cuando se desea un modo de tracción a las cuatro ruedas a tiempo completo, desactivar el conjunto electromagnético del diferencial central para que el diferencial central esté en su configuración desbloqueada, y activar el segundo dispositivo de indexación para que esté en el estado de accionamiento inverso activo.

11. El método de la reivindicación 10, en el que el diferencial central incluye unas coronas dentadas primera y segunda, y un embrague de rueda libre bidireccional con unas placas de inducido primera y segunda, la primera placa de inducido está acoplada a una jaula de rodillos y la segunda placa de inducido está dispuesta en posición adyacente a la primera placa de inducido y se acopla con la segunda corona dentada; y

en el que la etapa de activar el conjunto electromagnético del diferencial central para hacer que el diferencial central esté en su configuración bloqueada implica activar una bobina dispuesta en posición muy próxima a la segunda placa de inducido para atraer magnéticamente la placas de inducido primera y segunda, conectando la atracción magnética la segunda corona dentada con la jaula de rodillos a través de las placas de inducido primera y segunda.

12. El método de una de las reivindicaciones 10 u 11, en el que en el diferencial delantero:

el primer dispositivo de indexación incluye un conjunto de bobina de accionamiento y una primera placa de inducido, la primera placa de inducido dispuesta entre el conjunto de bobina de accionamiento y la jaula de rodillos, e incluye al menos una protuberancia que está acoplada a la jaula de rodillos;

el segundo dispositivo de indexación incluye un conjunto de bobina de accionamiento inverso, una segunda placa de inducido dispuesta entre el conjunto de bobina de accionamiento inverso y la jaula de rodillos, e incluye al menos una protuberancia que está acoplada a la jaula de rodillos, y una placa de cubo dispuesta entre el conjunto de bobina de accionamiento inverso y la jaula de rodillos, estando la placa de cubo acoplada con uno de los cubos de manera que la placa de cubo está configurada para girar en combinación con el cubo;

en el que la etapa de activar el primer dispositivo de indexación para que esté en el estado de accionamiento activo implica activar el conjunto de bobina de accionamiento para hacer que se genere un campo electromagnético entre el conjunto de bobina de accionamiento y la primera placa de inducido, atrayendo así la primera placa de inducido hacia el conjunto de bobina de accionamiento y haciendo que se arrastre, provocando el arrastre de la primera placa de inducido que la jaula de rodillos también se arrastre o retrase; y

en el que la etapa de activar el segundo dispositivo de indexación para hacer que esté en el estado de accionamiento inverso activo implica activar el conjunto de bobina de accionamiento inverso para hacer que se

- 5 genere un campo electromagnético entre el conjunto de bobina de accionamiento inverso, la placa de cubo y la segunda placa de inducido para atraer la placa de cubo y la segunda placa de inducido hacia el conjunto de bobina de accionamiento inverso, fijando magnéticamente así la segunda placa de inducido al cubo, haciendo que quiera girar con el cubo, y haciendo de esta forma que la jaula de rodillos avance con respecto a la carcasa de embrague a medida que el cubo gira.

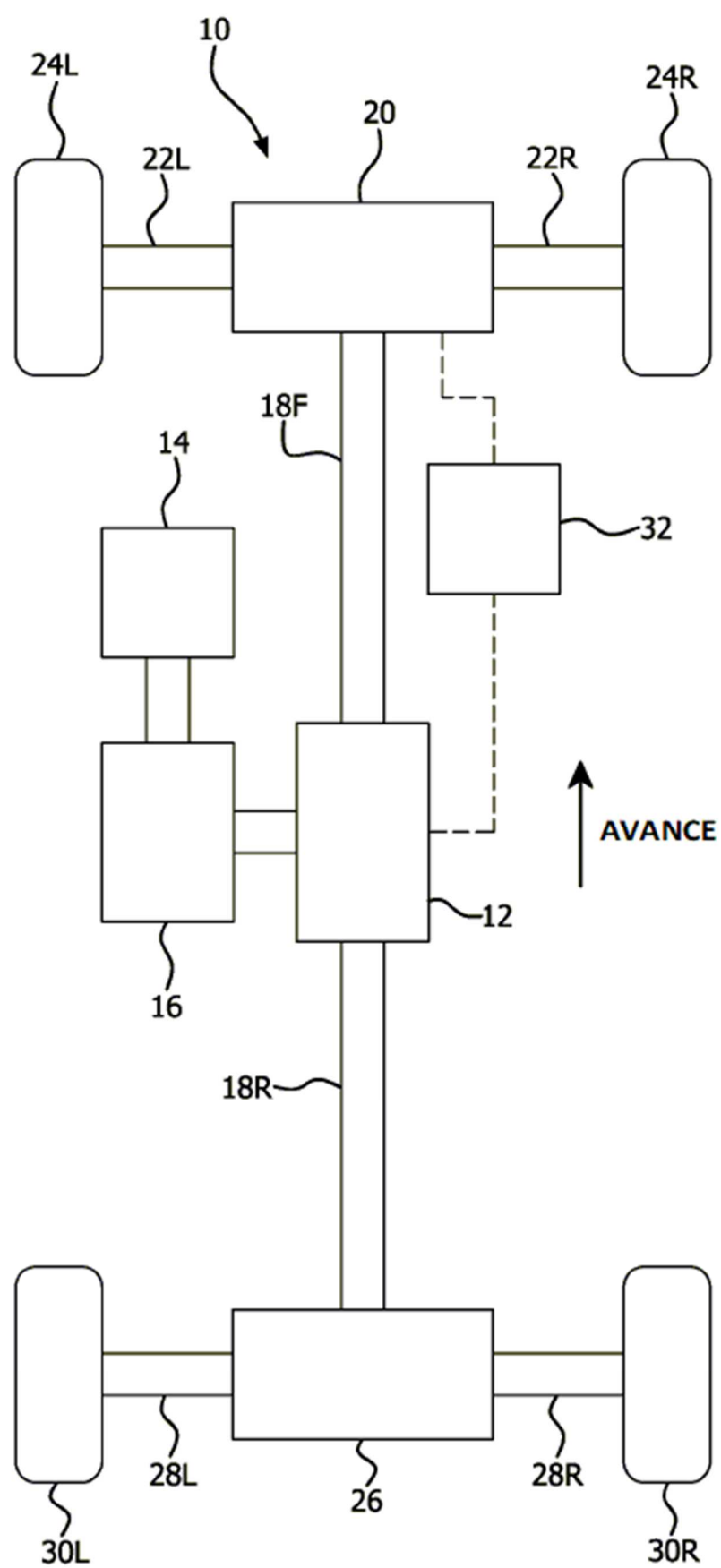


FIG. 1

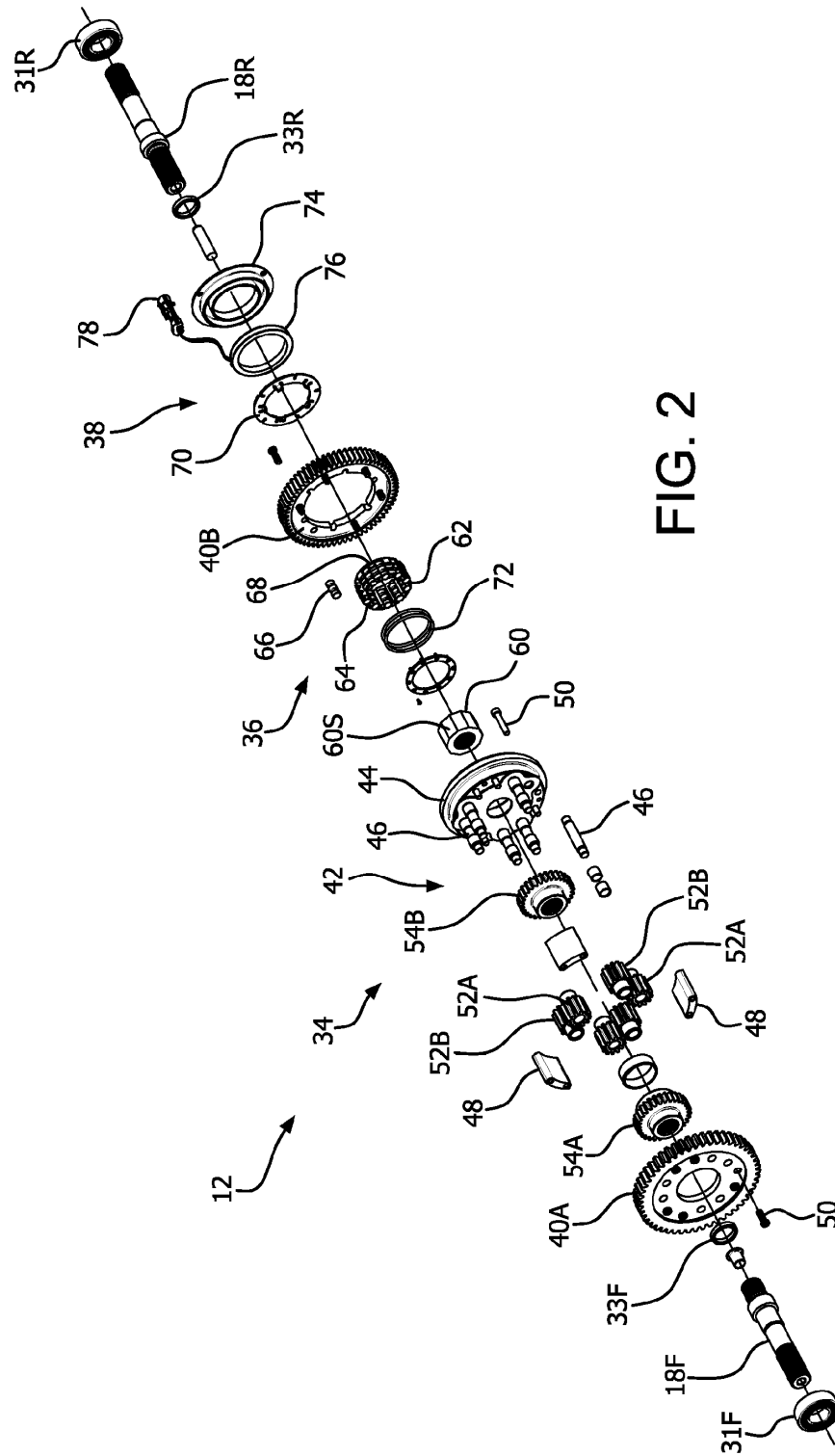
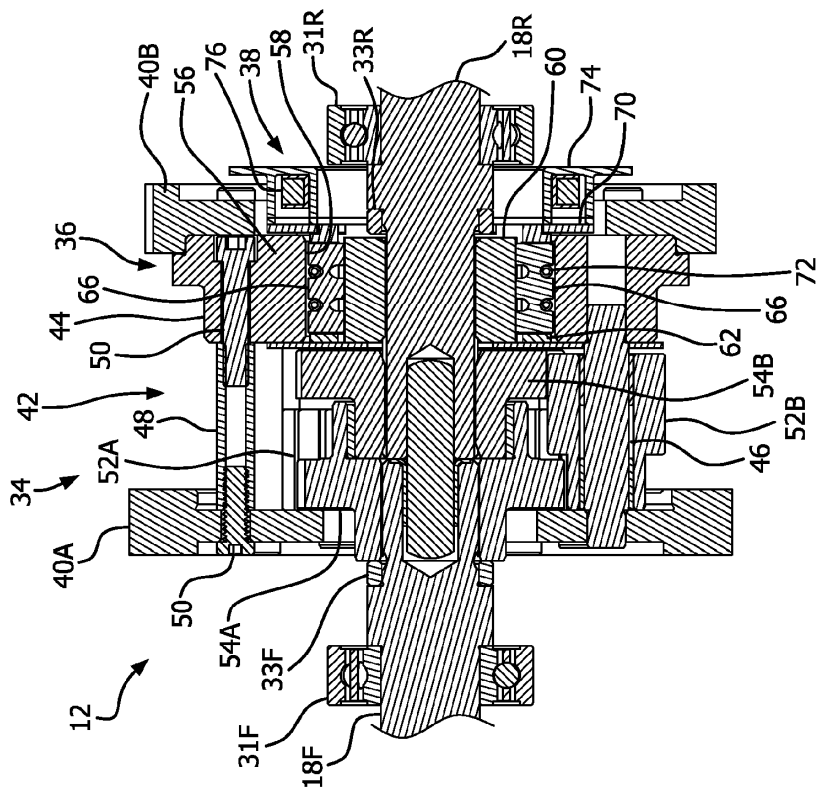
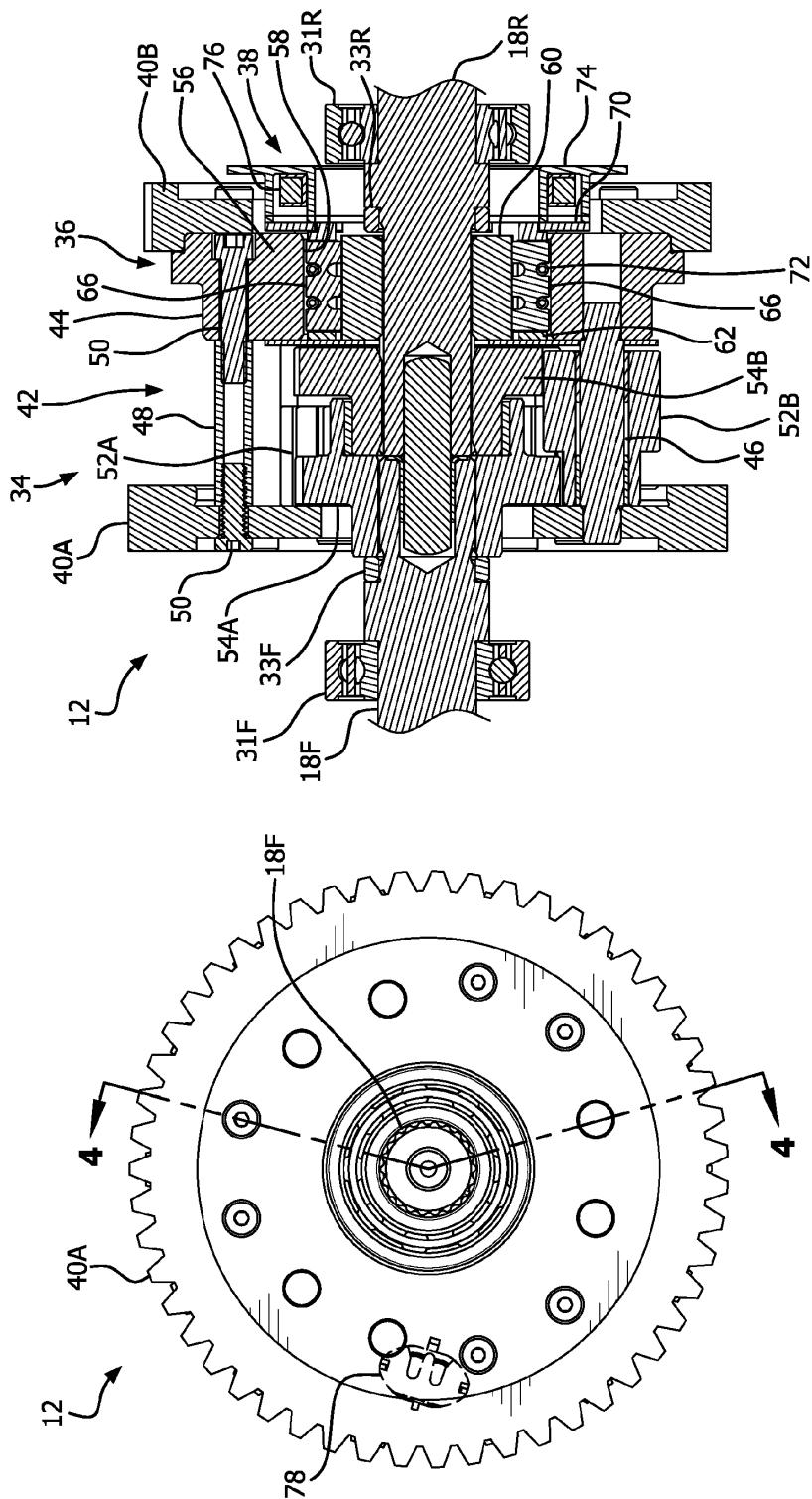


FIG. 2



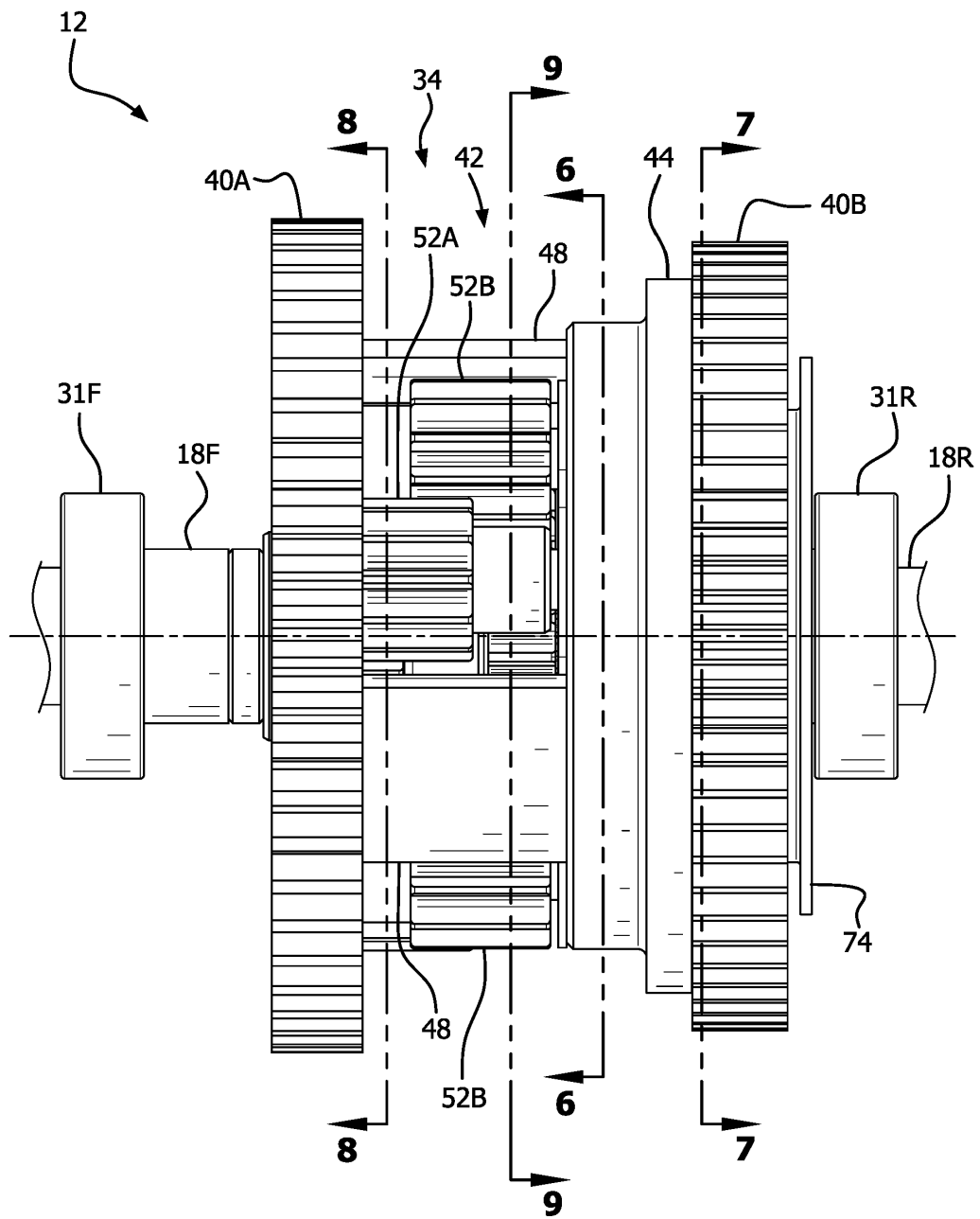


FIG. 5

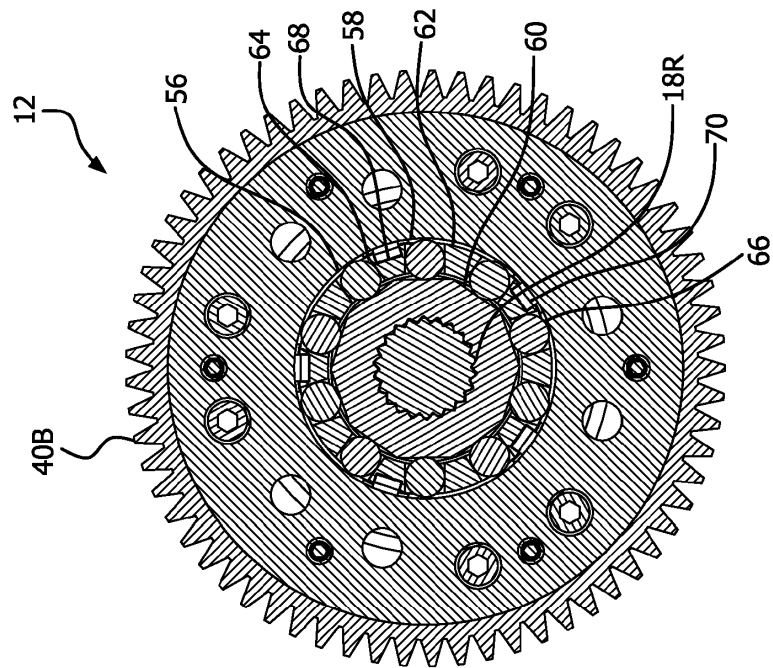


FIG. 7

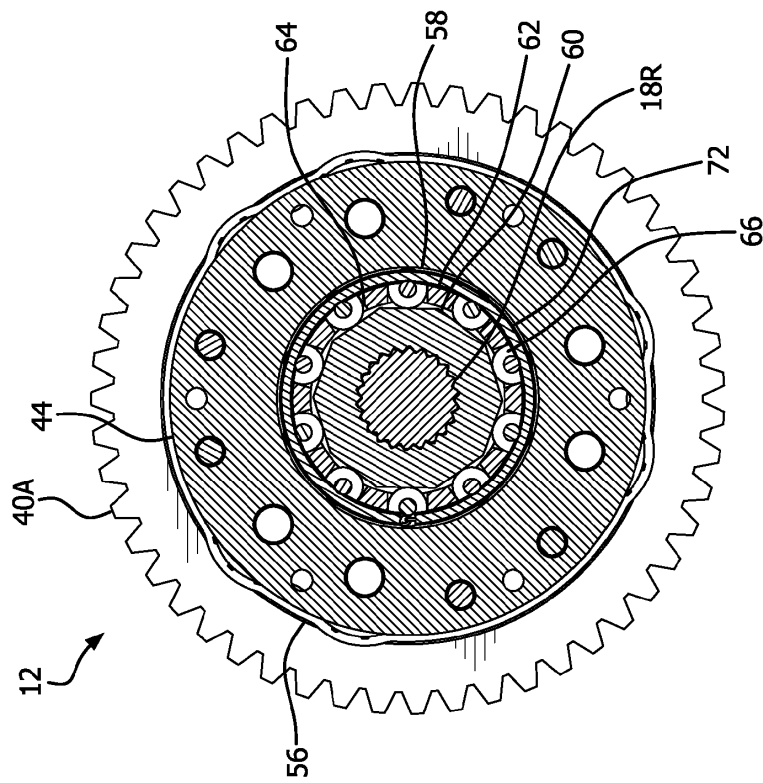


FIG. 6

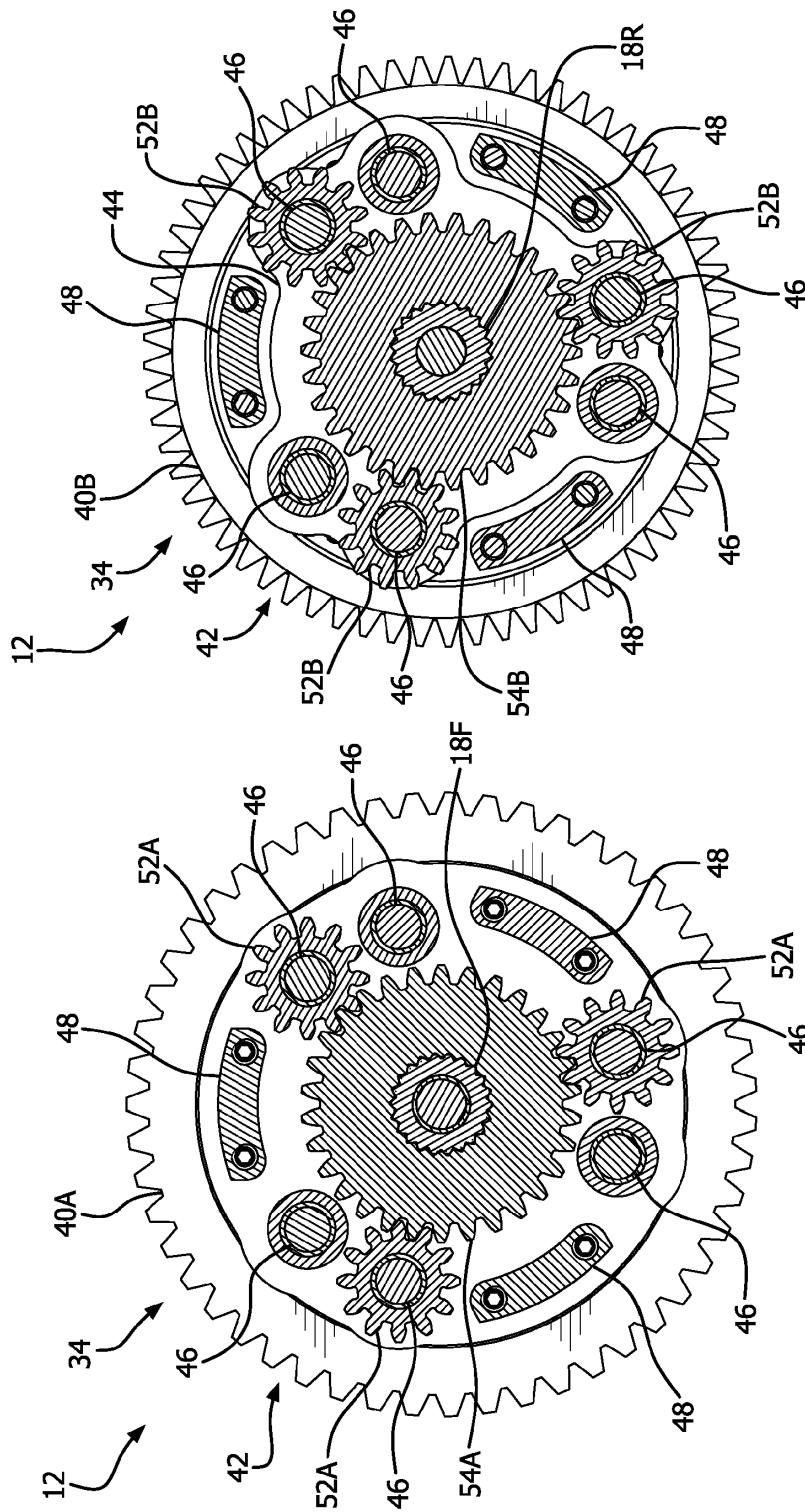
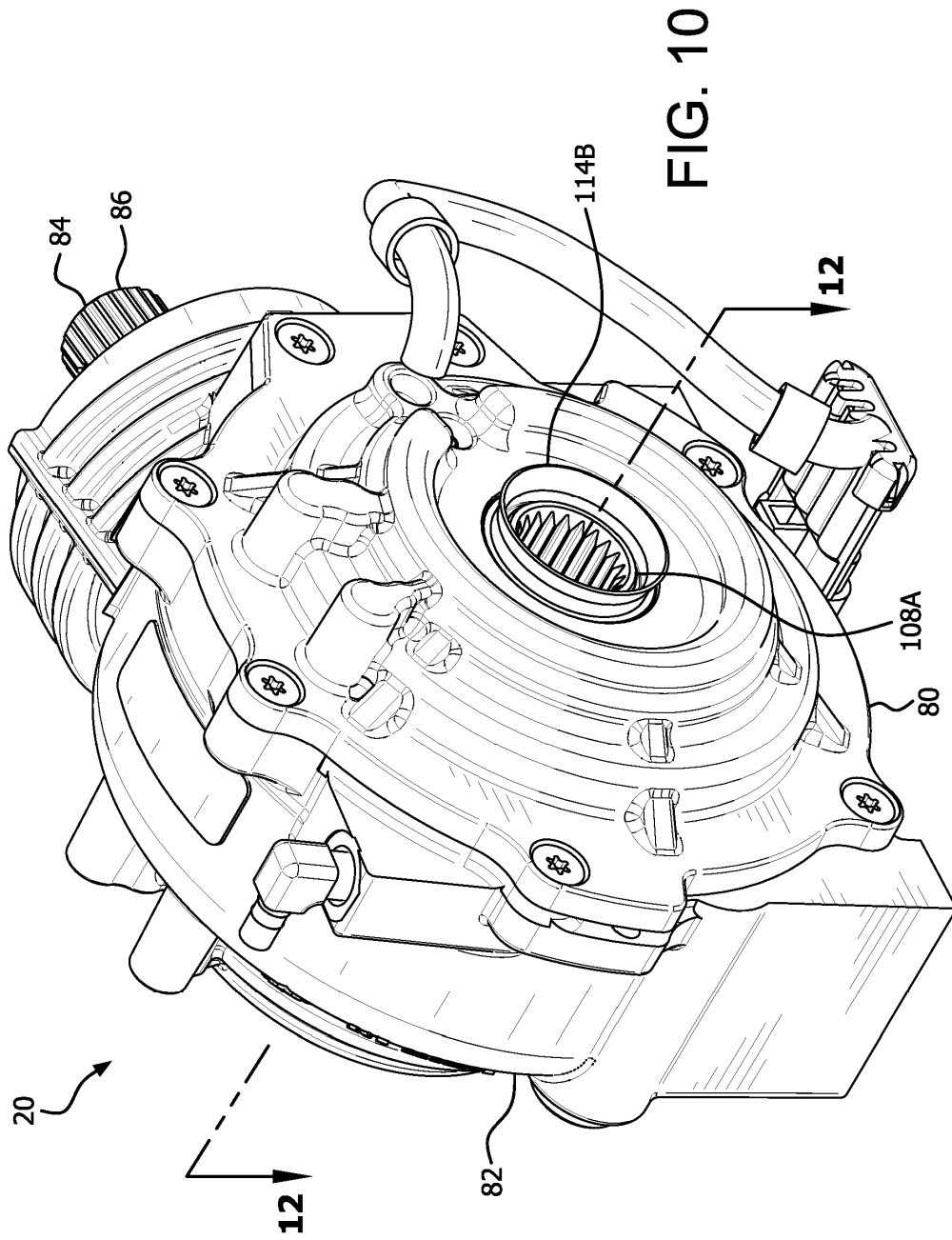

$$\frac{\infty}{E/G}$$

FIG. 9



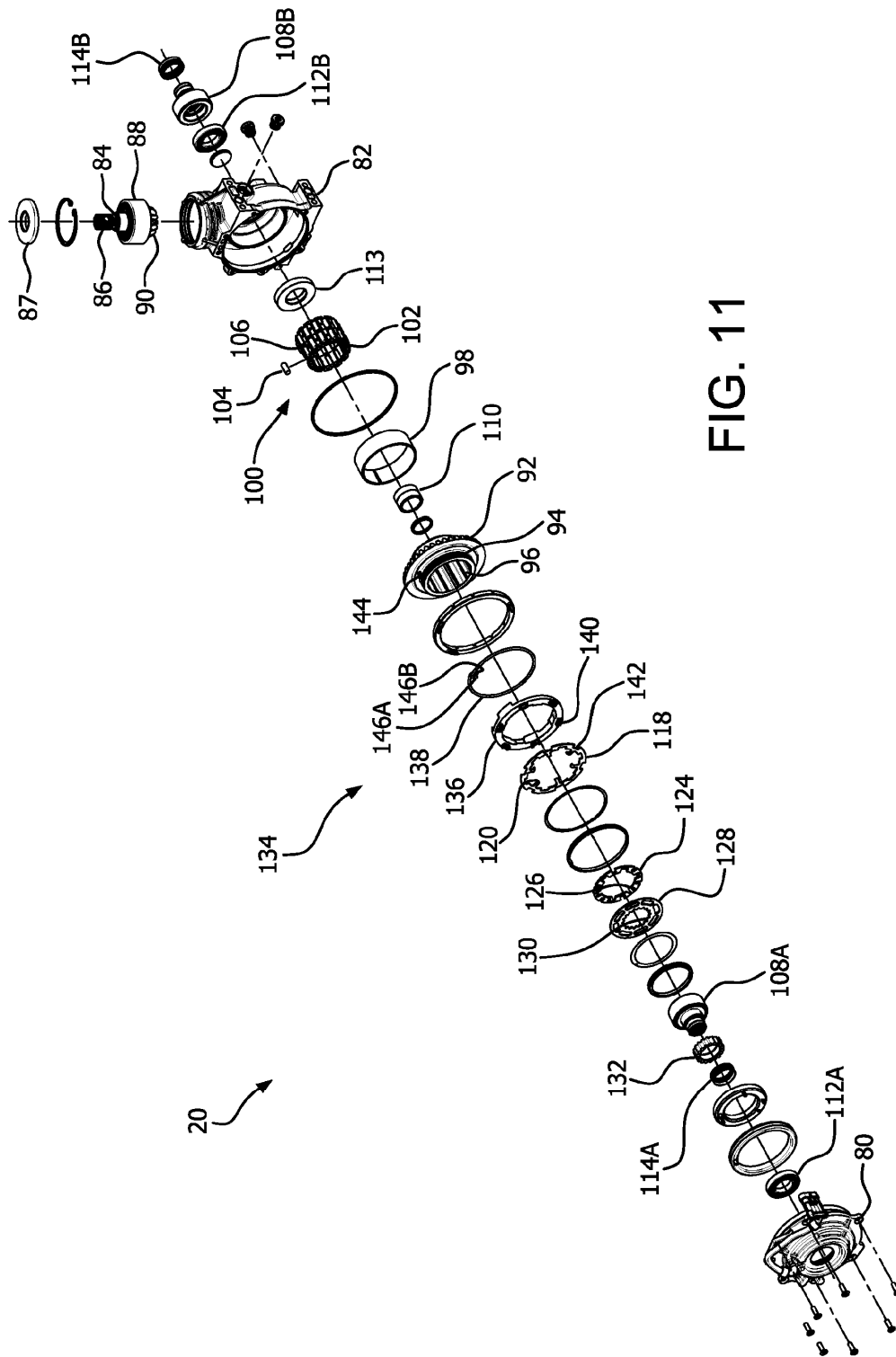
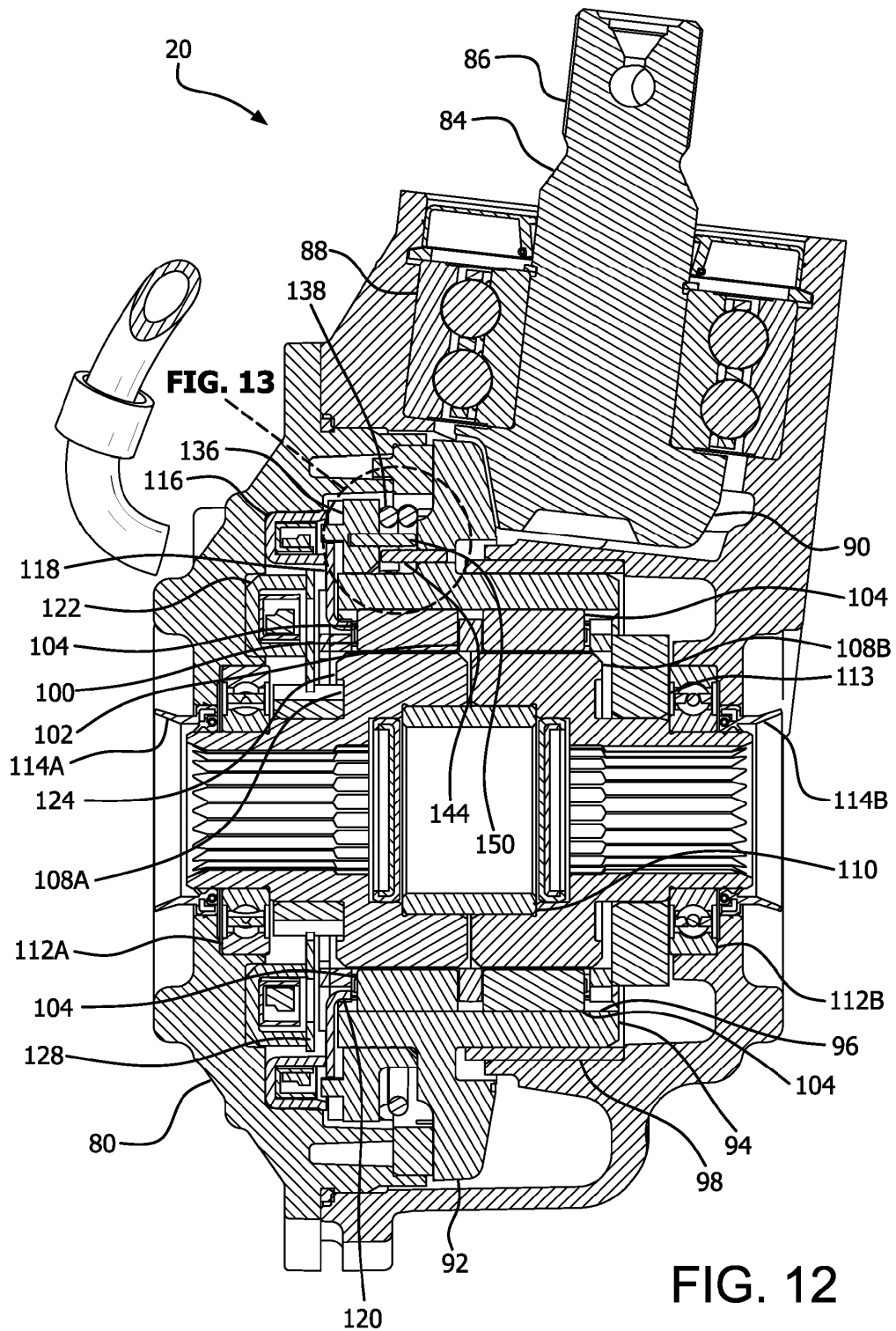


FIG. 11



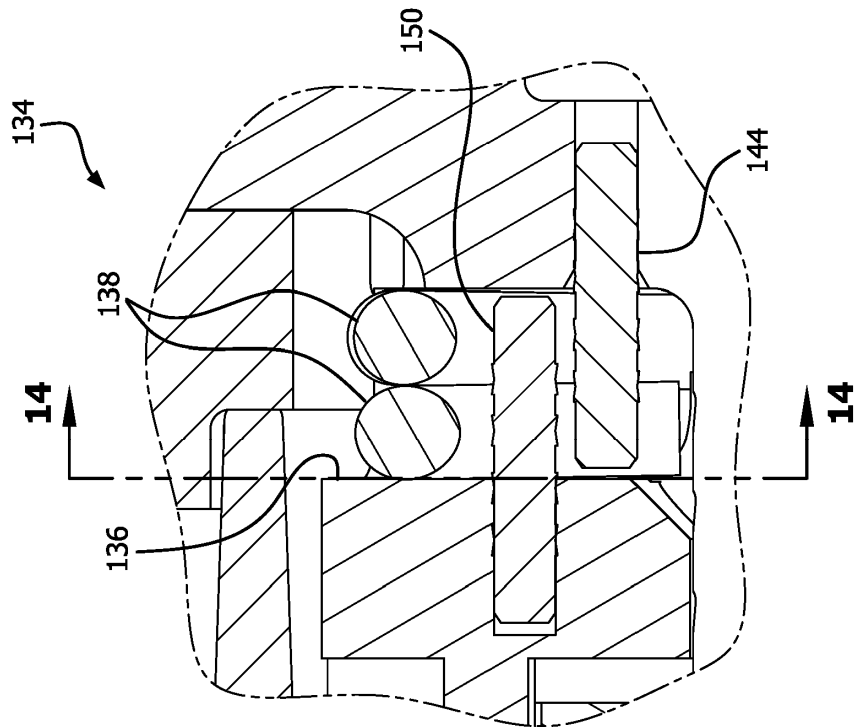


FIG. 13

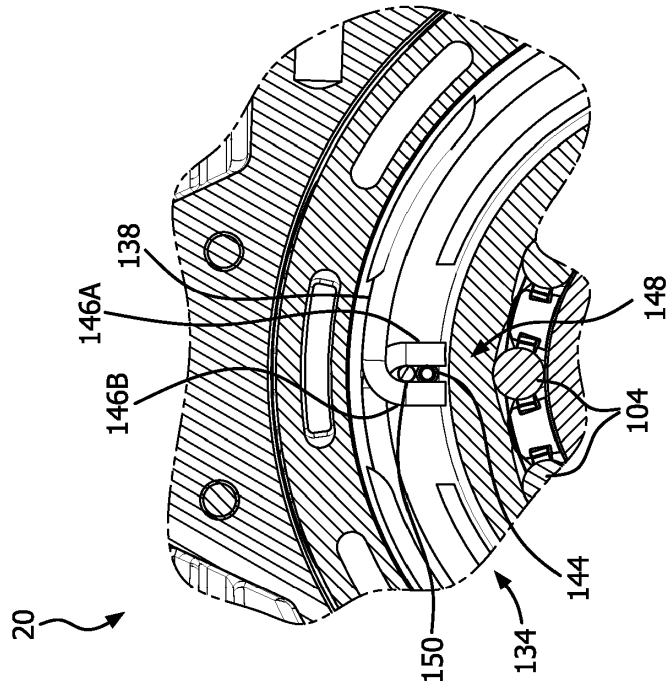


FIG. 14

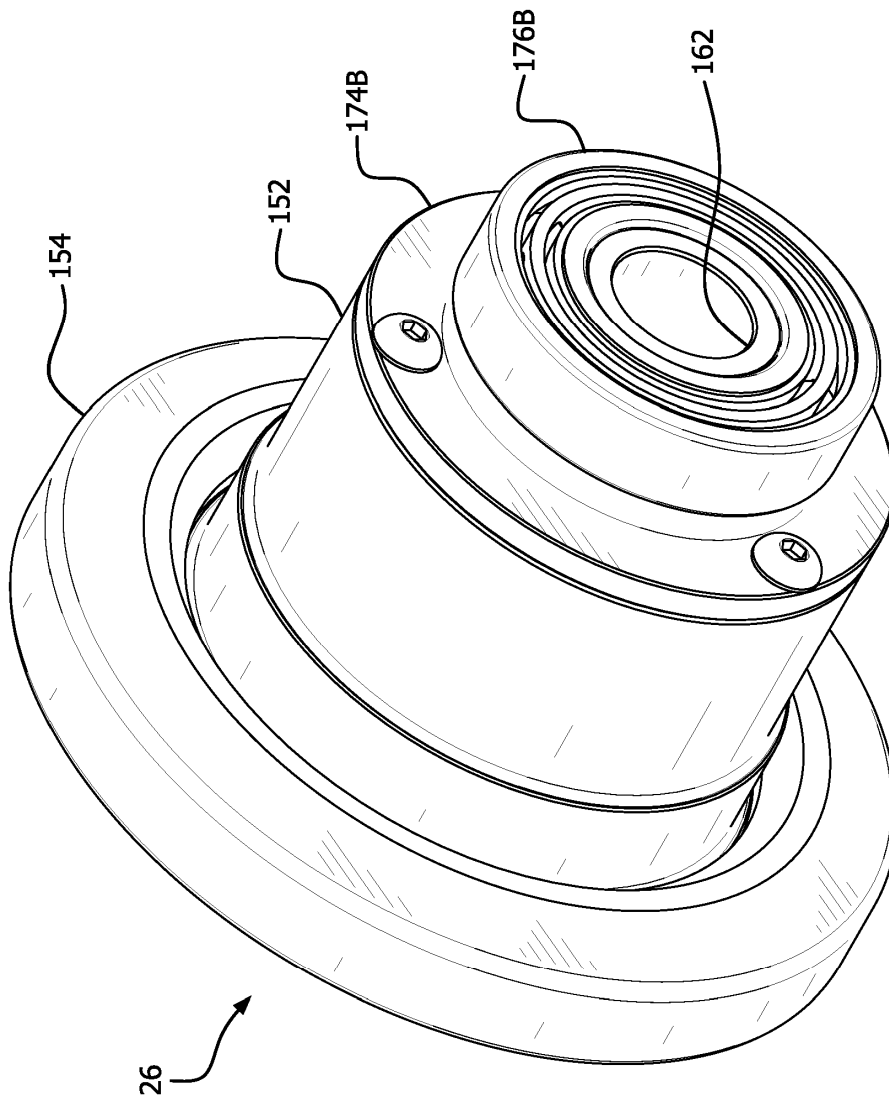


FIG. 15

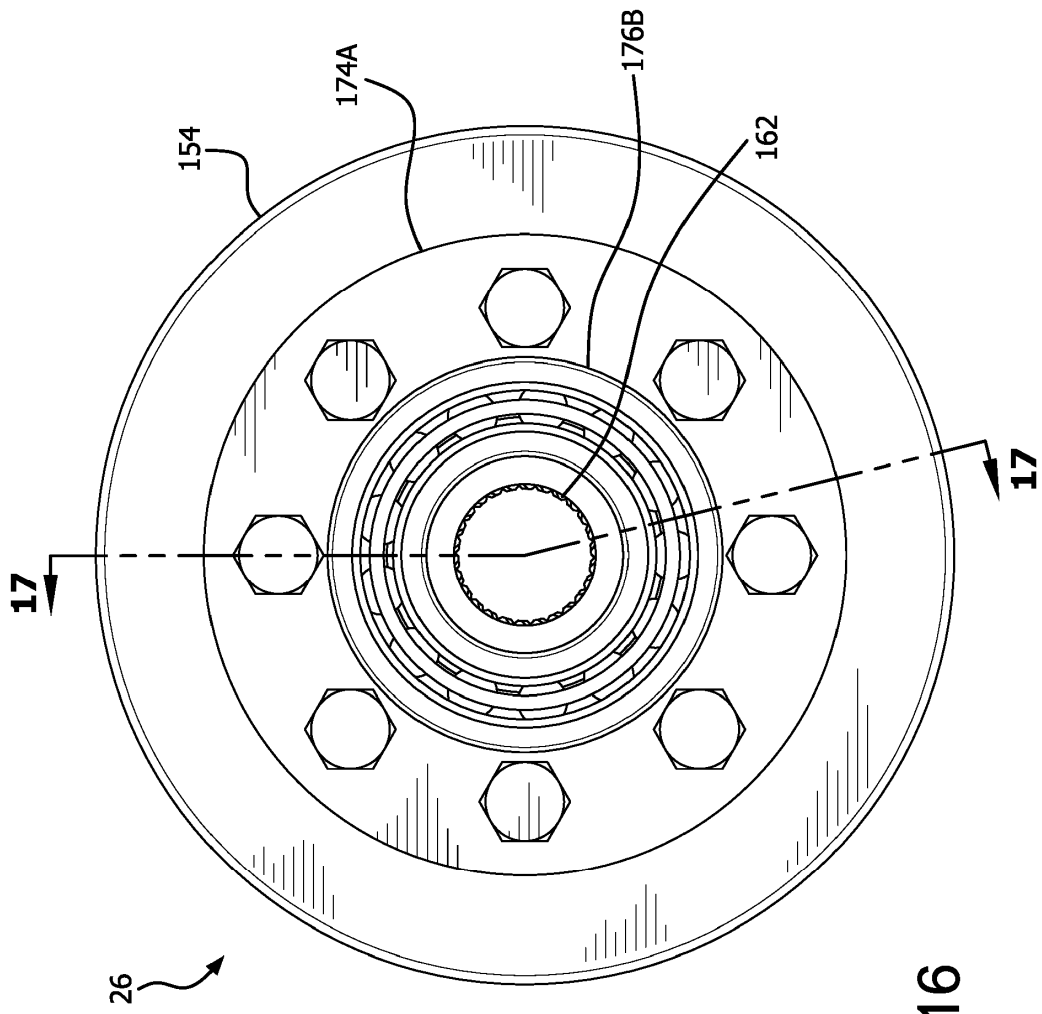


FIG. 16

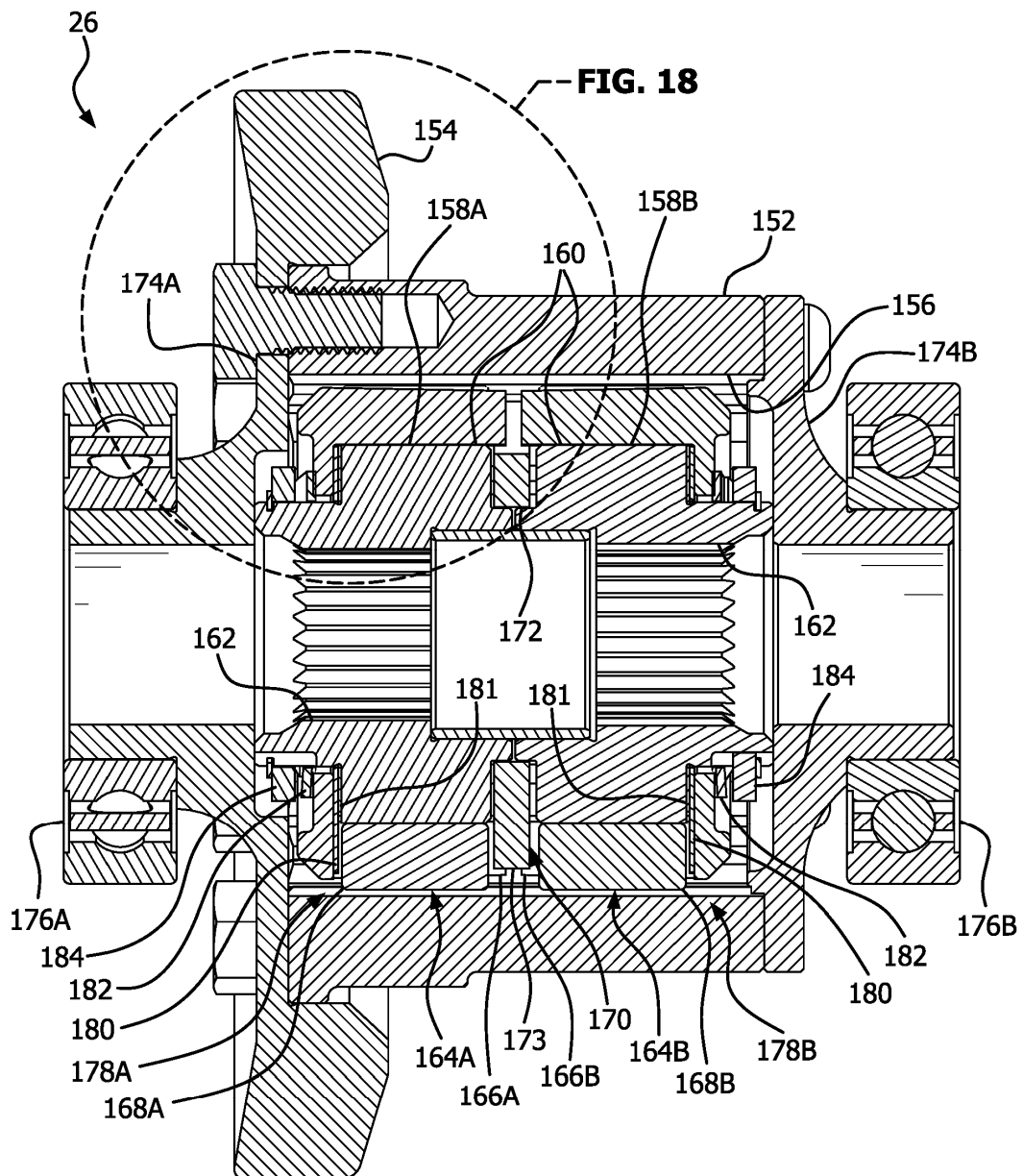


FIG. 17

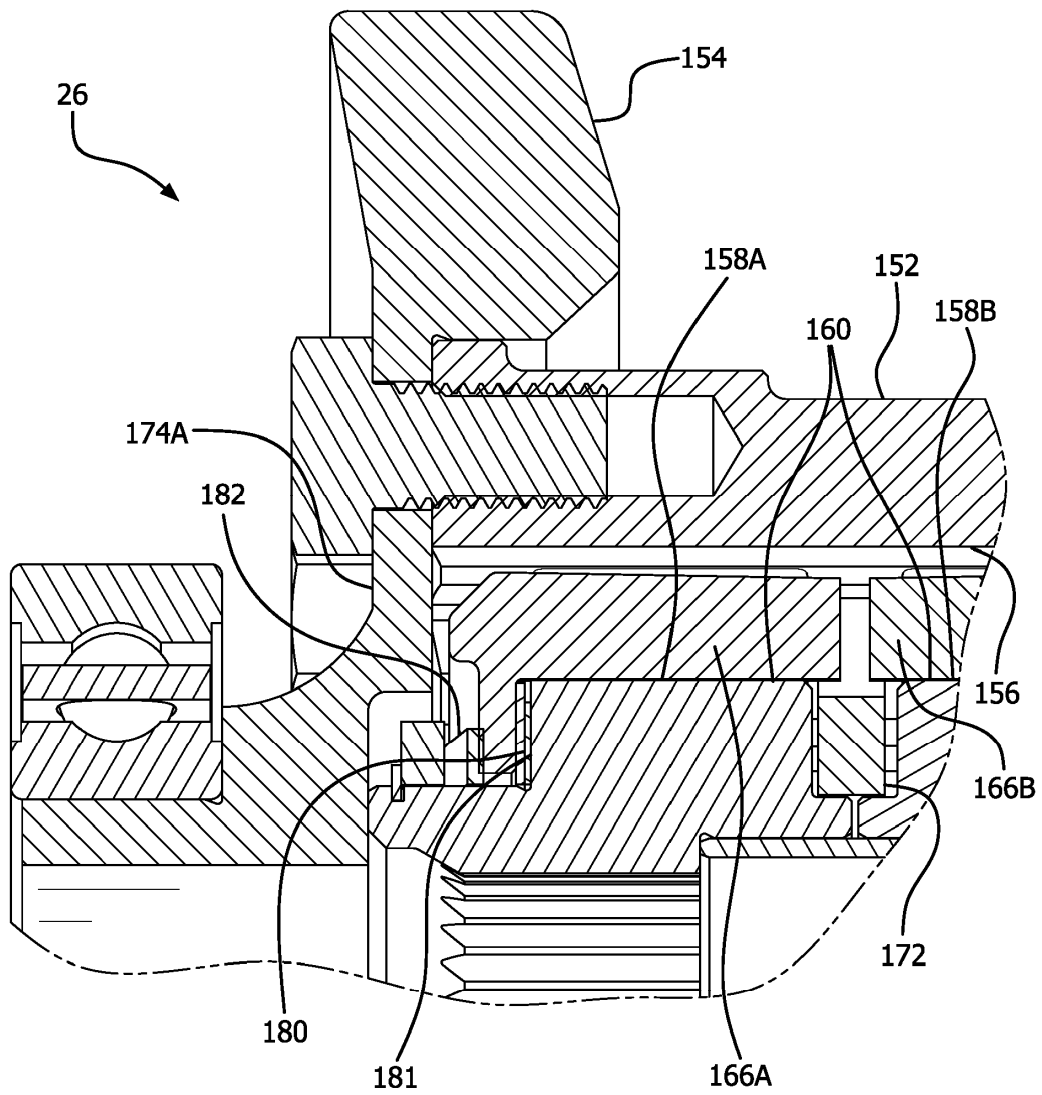


FIG. 18

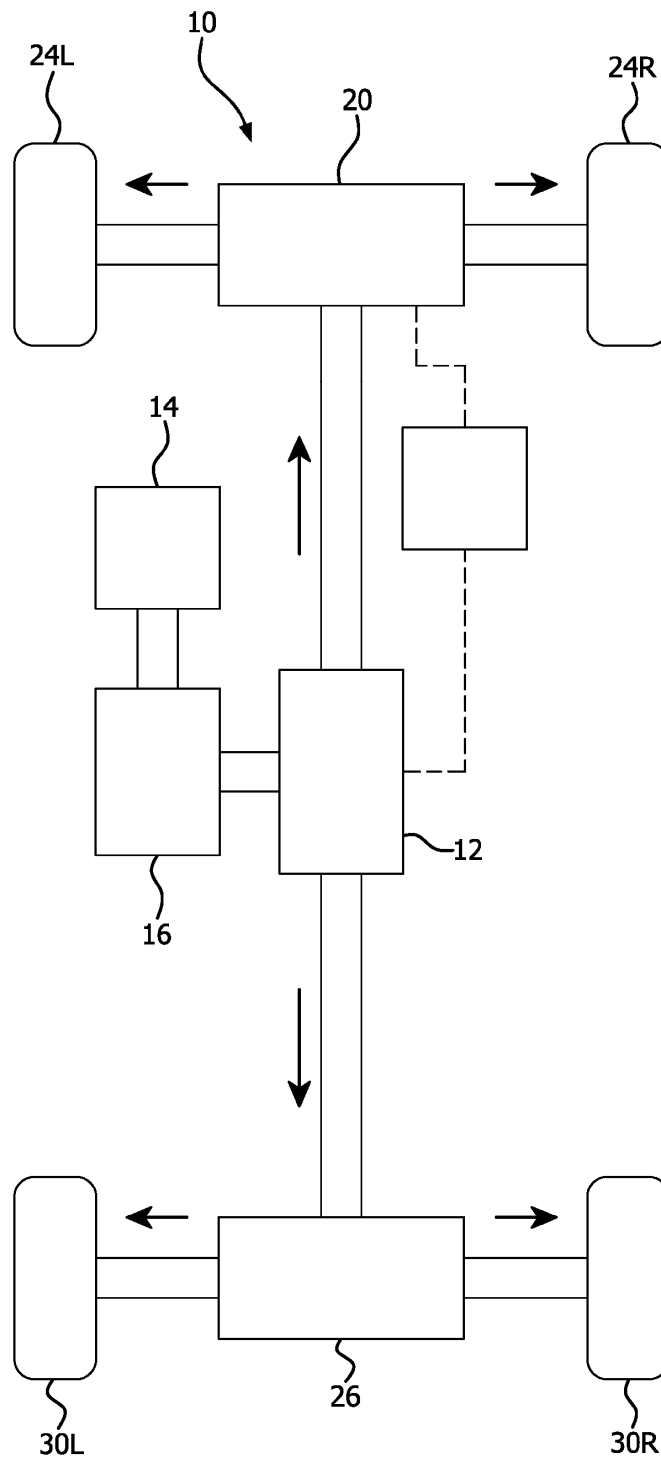


FIG. 19

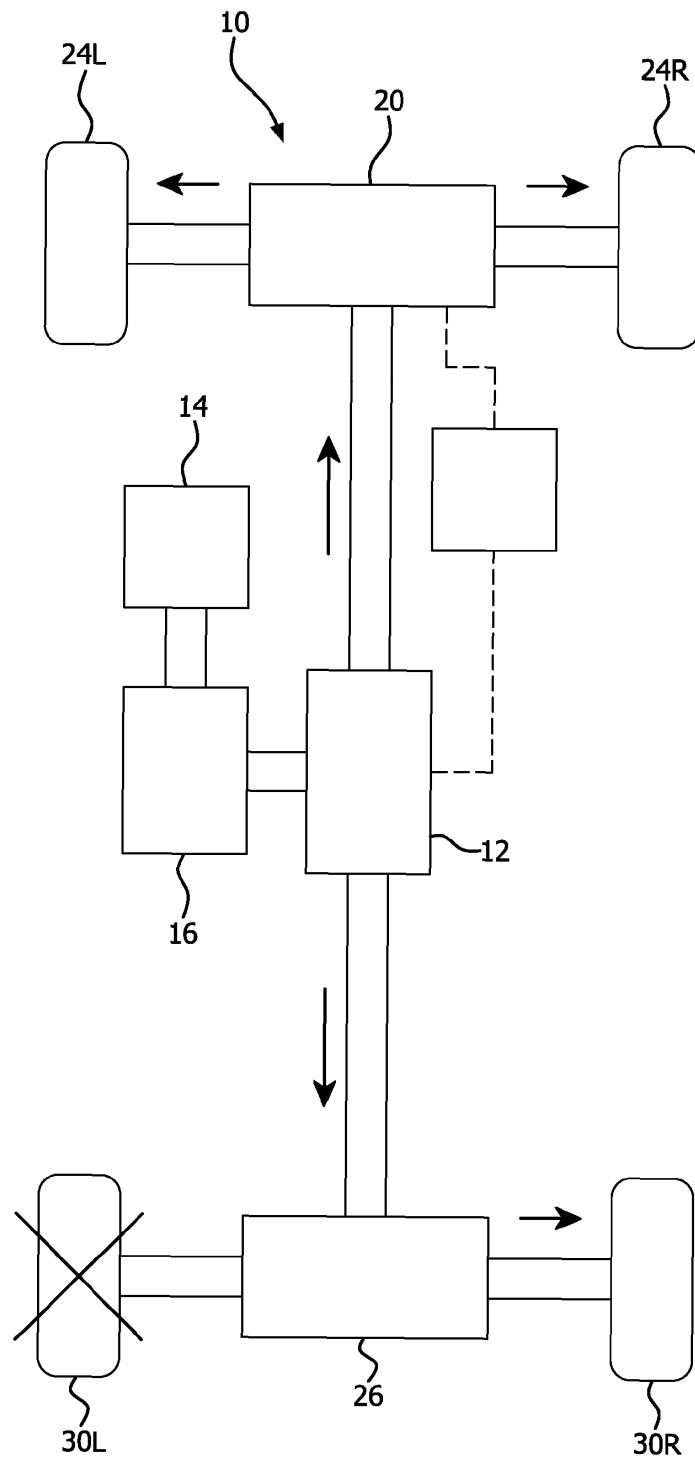


FIG. 20

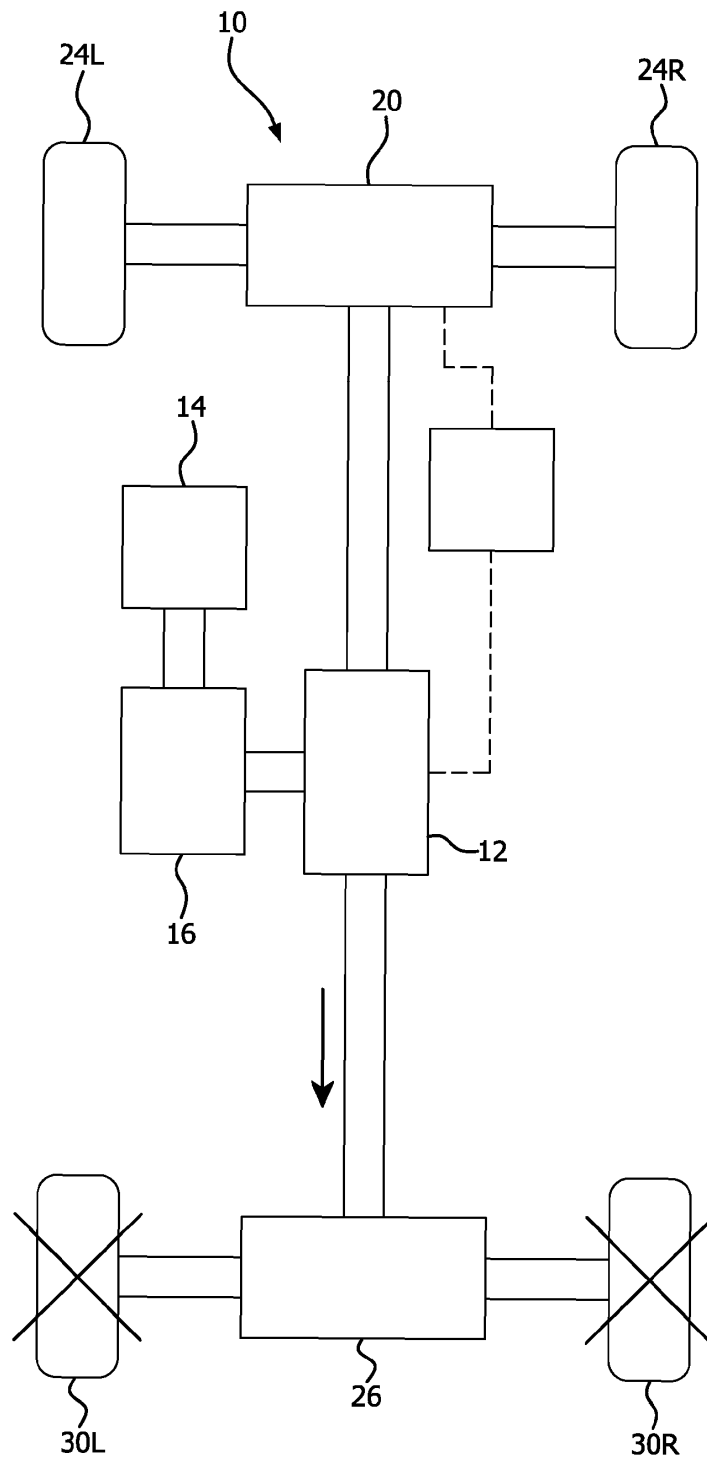


FIG. 21

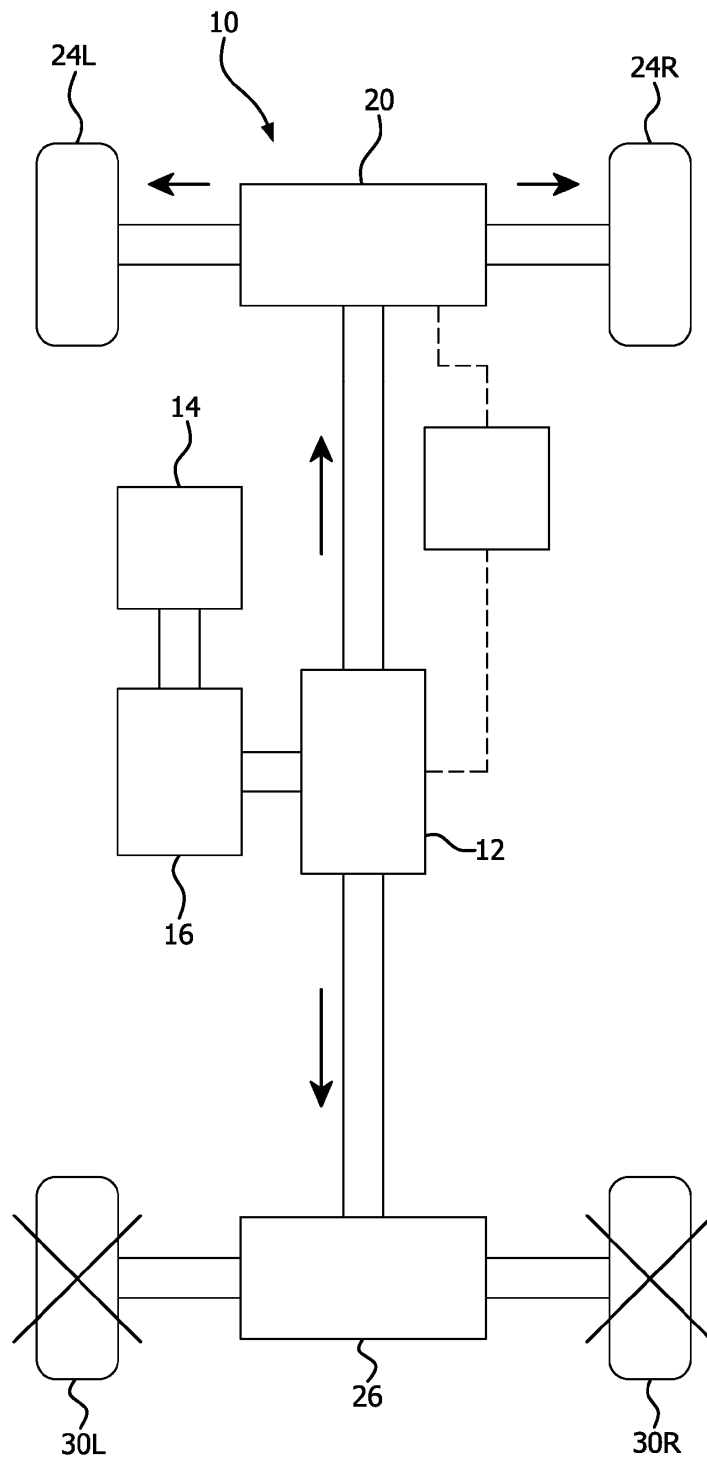


FIG. 22

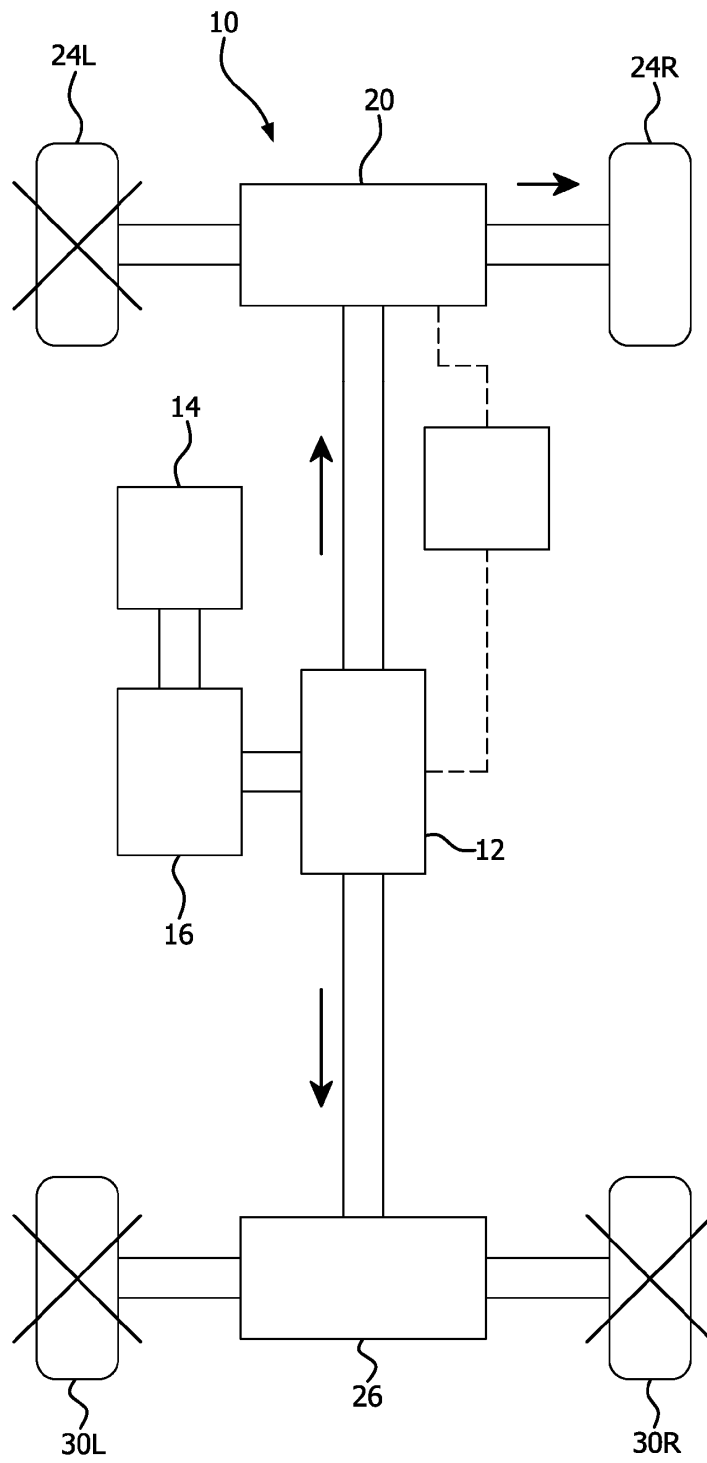


FIG. 23

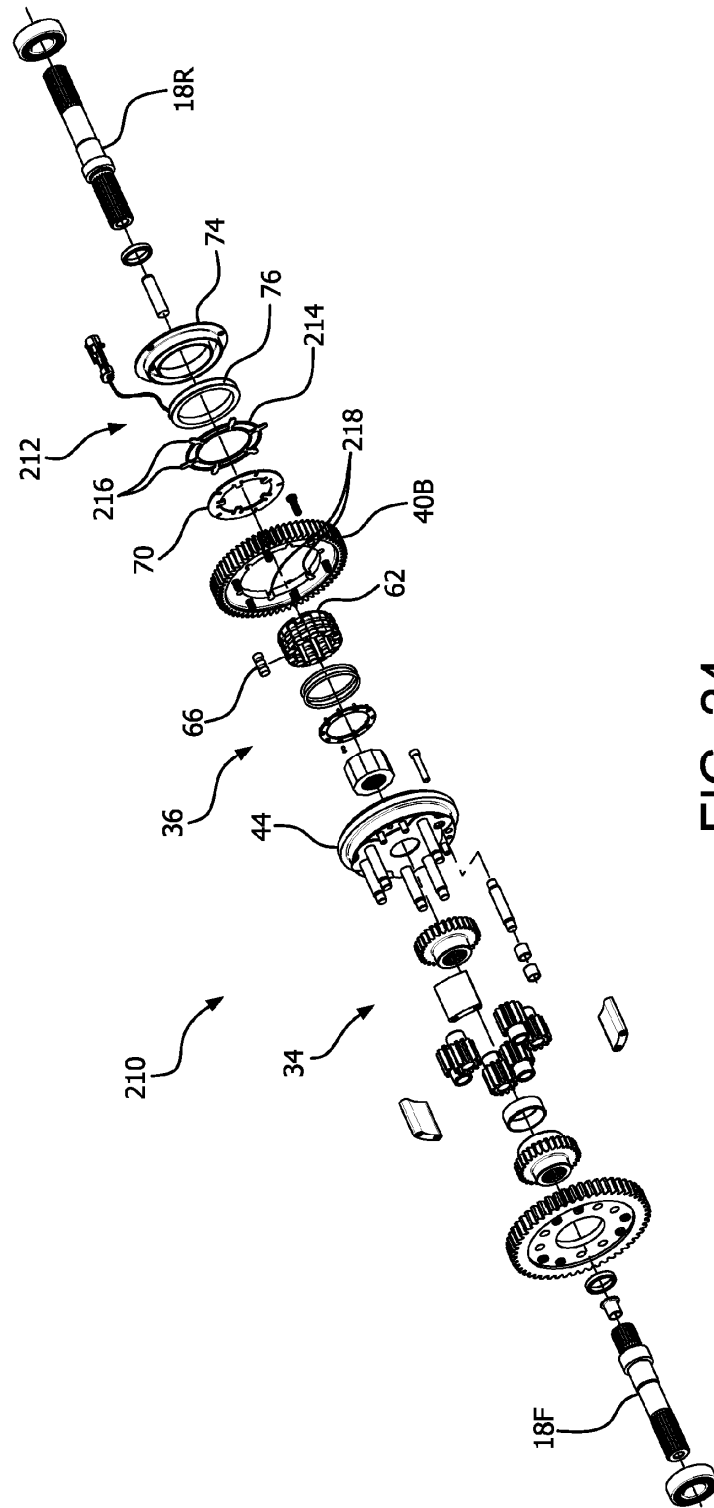


FIG. 24

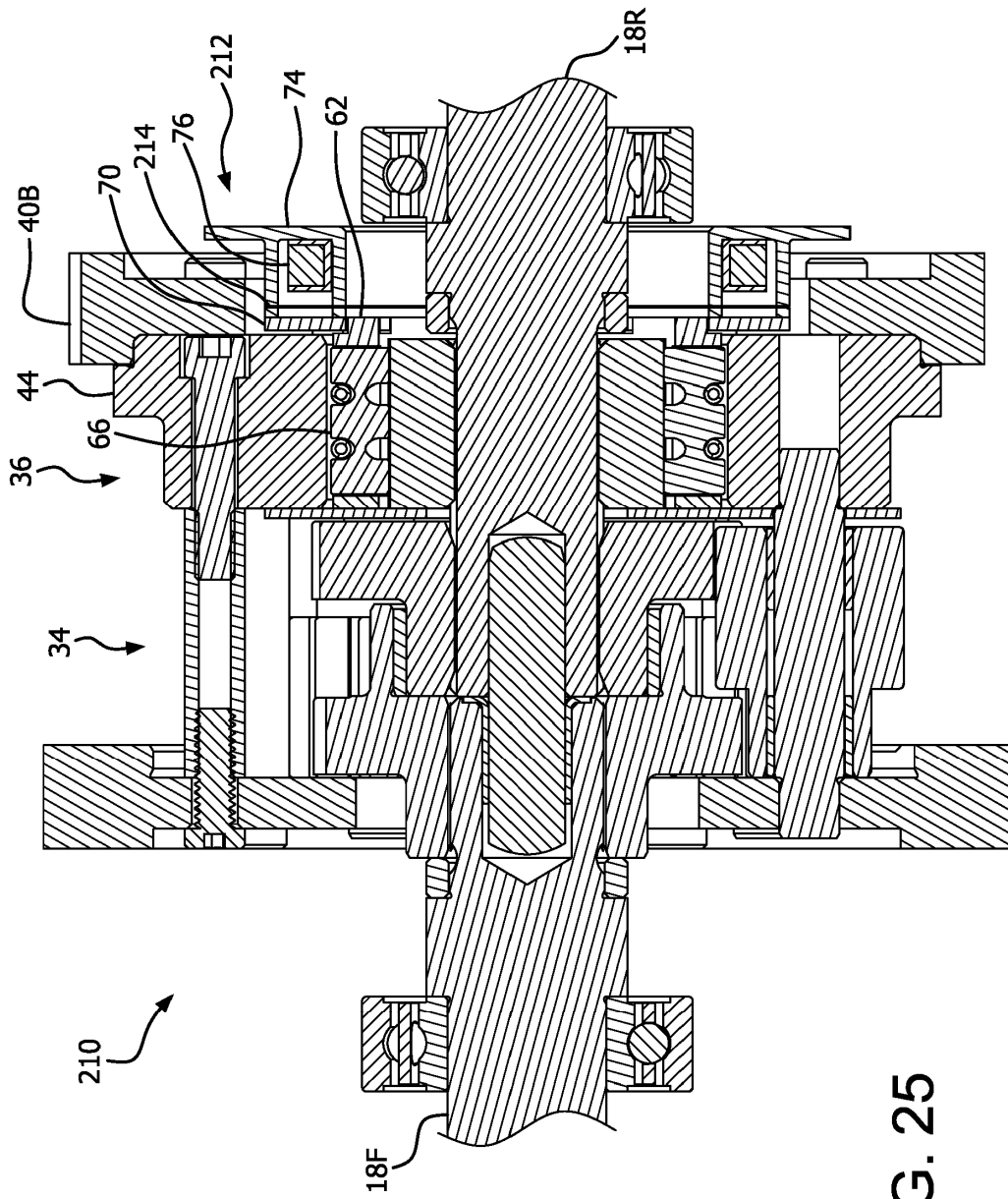


FIG. 25