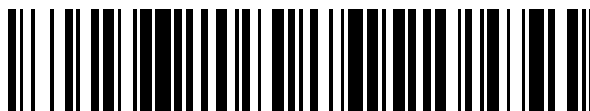


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 070**

51 Int. Cl.:

F16H 48/28 (2012.01)

F16H 48/22 (2006.01)

F16H 48/10 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2008** **E 08006568 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015** **EP 2025973**

54 Título: **Unidad de engranaje diferencial**

30 Prioridad:

14.08.2007 US 955831 P

07.09.2007 US 970866 P

30.10.2007 US 983883 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.10.2015

73 Titular/es:

AUTOTECH SPORT TUNING CORPORATION

(100.0%)

29 JOURNEY

ALISO VIEJO CA 92656-3333, US

72 Inventor/es:

MCVEA, WILLIAM MARK;

GRIEB, MICHAEL JOSEPH;

CLARK, DANA C. y

MOSER, RONALD E.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 547 070 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

Unidad de engranaje diferencial

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere de forma general a automóviles y, de forma más específica, a engranajes diferenciales para automóviles.

Descripción de la técnica relacionada

10 De forma general, los vehículos incluyen un sistema de engranaje para transmitir el movimiento de giro procedente de un motor a las ruedas motrices. Cuando un vehículo toma una curva, las ruedas motrices del vehículo describen trayectorias con longitudes diferentes, es decir, la rueda situada en el interior de la curva se desplaza una distancia más corta que la rueda situada en el exterior de la curva. Por lo tanto, en casos de este tipo, existe la necesidad de aplicar velocidades de giro diferentes a las ruedas motrices.

15 De forma típica, un vehículo utiliza un engranaje diferencial para permitir el accionamiento de las ruedas motrices del vehículo a velocidades de giro diferentes. Haciendo referencia a la Figura 1, un vehículo 1 incluye un motor 10, unas ruedas 20a-20d, una transmisión 30, un engranaje diferencial 40 y unos árboles 50a, 50b de rueda. El vehículo 1 mostrado es de tipo de transmisión delantera y, por lo tanto, las dos ruedas frontales 20a, 20b son accionadas. La transmisión 30 transmite el movimiento de giro procedente del motor 10 a las ruedas motrices 20a, 20b a través del engranaje diferencial 40 y de los árboles 50a, 50b de rueda. Cuando el vehículo 1 se mueve hacia delante en línea recta, el engranaje diferencial 40 hace girar los árboles 50a, 50b de rueda sustancialmente a la misma velocidad. En cambio, el engranaje diferencial 40 hace girar los árboles 50a, 50b de rueda a velocidades diferentes cuando el vehículo 1 toma una curva. El engranaje diferencial 40 está configurado para acelerar la velocidad de giro de la rueda situada en el exterior de la curva y decelerar al mismo tiempo la velocidad de giro de la rueda situada en el interior de la curva en una cantidad igual y opuesta con respecto a la velocidad de giro promedio de la línea de transmisión.

25 Incluso al moverse hacia delante en línea recta, un vehículo puede encontrarse en una situación en la que las ruedas motrices no giran sustancialmente a la misma velocidad. De forma típica, una situación de este tipo se produce cuando las ruedas motrices contactan con superficies de carretera en condiciones distintas. Por ejemplo, si una de las ruedas motrices está situada sobre una superficie helada y la otra no lo está, la rueda situada sobre la superficie helada giraría excesivamente, reduciendo el engranaje diferencial la velocidad de giro de la otra rueda. Debido a que el par máximo transmitido de cada árbol está limitado por el par máximo soportado o transmitido del árbol opuesto, se produce el efecto de que el par en el árbol bien soportado disminuye a medida que disminuye la velocidad de giro de ese árbol. Este efecto se manifiesta en situaciones que pueden resultar en una disminución en el par aplicado en la otra rueda. Por lo tanto, existe la necesidad de dar a conocer un engranaje diferencial que permite aplicar de manera eficaz par en el árbol de transmisión bien soportado unido a la rueda que experimenta grandes cargas de resistencia (p. ej., las que se producen con coeficientes de fricción relativa altos entre el neumático y la superficie de la carretera) cuando las ruedas motrices contactan con superficies de carretera en condiciones distintas.

40 US 2 850 922 A, que constituye la técnica anterior más cercana, describe una transmisión diferencial accionada por un engranaje cónico situado en el extremo de un árbol de transmisión que transmite el movimiento del árbol de transmisión a los árboles de rueda. La transmisión incluye una caja a la que está atornillado un engranaje cónico que engrana con el engranaje cónico situado en el árbol de transmisión. La caja está fijada a los árboles para girar alrededor del eje común de estos últimos y una pluralidad de piñones están fijados en la caja para girar alrededor de unos ejes que se extienden transversalmente con respecto al eje de los árboles. Dos engranajes de corona que engranan con los piñones están dispuestos en el interior de la caja, de forma concéntrica con los árboles de rueda. Entre la caja y los piñones están dispuestas unas superficies de fricción para bloquear el giro de los piñones cuando los piñones son empujados radialmente hacia fuera contra la caja. El par es transmitido a los árboles de rueda desde los engranajes de corona, a través de unos elementos seguidores fijados al engranaje de corona y unos elementos de leva fijados a los árboles de rueda. Cada elemento de leva está conformado con unos dientes inclinados que sobresalen axialmente y que encajan con unos dientes similares conformados en el elemento seguidor correspondiente. Gracias a estos dientes inclinados, cuando se produce un desplazamiento giratorio relativo entre un elemento de leva y un elemento seguidor, el elemento seguidor se desplaza axialmente, lo que desplaza axialmente un elemento de anillo dispuesto entre los dos árboles de rueda. El elemento de anillo comprende una leva en forma de V orientada radialmente hacia fuera y en contacto con el cabezal en forma de V del árbol de piñón, de modo que el desplazamiento axial del elemento de anillo hace que el piñón sea empujado hacia fuera contra la caja, bloqueando por lo tanto el giro de los piñones.

JP 58-221046 A describe un engranaje diferencial de deslizamiento limitado en el que la entrada de par procedente de un piñón de transmisión es transmitida, en orden, por una corona, una caja de engranaje diferencial, un anillo de

presión, un árbol de piñón, un piñón, un engranaje lateral y un árbol. El movimiento es transmitido del anillo de presión al árbol de piñón a través de una ranura en forma de V montada en el anillo de presión. De este modo, el anillo de presión es movido por una fuerza de componente de leva para contactar con un embrague a efectos de llevar a cabo una operación de límite de diferencial cuando la diferencia de giro entre las ruedas izquierda y derecha es grande. Cuando el anillo de presión se desplaza hacia la derecha y hacia la izquierda para cambiar el sentido del árbol de piñón, la fuerza de componente de leva puede cambiar fácilmente.

US 2 855 806 describe un mecanismo de transmisión diferencial para transmitir par a los árboles, siendo transmitido el par a los árboles de los piñones que engranan con los engranajes laterales conectados al árbol a través de un elemento de conexión alojado en el cuerpo de la caja en conexión con el engranaje de corona. El elemento de conexión comprende unos dientes que contactan con unos dientes complementarios de un elemento de araña conectado a los árboles de los piñones, de modo que el par tiende a separar la araña y el elemento de conexión entre sí, empujando las caras posteriores de los engranajes laterales contra la cara interior del cuerpo de la caja, dando como resultado la aplicación de un par de transmisión en ambos árboles.

Resumen de la invención

Un ejemplo consiste en una unidad de engranaje diferencial. La unidad de engranaje diferencial incluye un primer engranaje planetario y un segundo engranaje planetario alineados coaxialmente entre sí. El primer y el segundo engranajes planetarios tienen cada uno un eje central que se extiende en una primera dirección. El engranaje diferencial también incluye un primer grupo de engranajes satélite que engranan con el primer engranaje planetario. Los engranajes del primer grupo de engranajes satélite tienen cada uno un eje que se extiende en la primera dirección. Los engranajes del primer grupo de engranajes satélite tienen cada uno una primera superficie exterior axial sustancialmente perpendicular con respecto a su eje. La primera superficie exterior axial está orientada en alejamiento con respecto al segundo engranaje planetario. La unidad de engranaje diferencial incluye además un segundo grupo de engranajes satélite que engranan con el segundo engranaje planetario, engranando el primer y el segundo grupos de engranajes satélite entre sí. Los engranajes del segundo grupo de engranajes satélite tienen cada uno un eje que se extiende en la primera dirección. Los engranajes del segundo grupo de engranajes satélite tienen cada uno una segunda superficie exterior axial sustancialmente perpendicular con respecto a su eje. La segunda superficie exterior axial está orientada en alejamiento con respecto al primer engranaje planetario. La unidad de engranaje diferencial incluye además una primera interfaz de fricción con el suelo formada por elementos de fricción, orientados cada uno hacia una primera superficie exterior axial respectiva del primer grupo de engranajes satélite, y un segundo grupo de interfaz de fricción con el suelo está formado por elementos de fricción, orientados cada uno hacia una segunda superficie exterior axial respectiva del segundo grupo de engranajes satélite. La unidad de engranaje diferencial incluye además un primer cuerpo que conecta al menos una pluralidad de dicho primer grupo de elementos de fricción entre sí, y un segundo cuerpo que conecta al menos una pluralidad de dicho primer grupo de elementos de fricción entre sí.

Una realización consiste en una unidad de engranaje diferencial que incluye un primer engranaje planetario y un segundo engranaje planetario separados entre sí y alineados coaxialmente entre sí. El primer engranaje planetario incluye una primera superficie orientada hacia el segundo engranaje planetario. El segundo engranaje planetario incluye una segunda superficie orientada hacia el primer engranaje planetario. La unidad de engranaje diferencial incluye además un elemento de precarga o de desviación dispuesto entre el primer engranaje planetario y el segundo engranaje planetario. El elemento de precarga incluye una tercera superficie orientada hacia el primer engranaje planetario y una cuarta superficie orientada hacia el segundo engranaje planetario. El elemento de precarga está diseñado y desarrollado para aplicar una desviación de par entre las dos salidas del sistema. La primera y la tercera superficies tienen cada una un perfil de leva. El movimiento de giro relativo de dicha primera superficie y de dicha tercera superficie provoca el movimiento axial de dicho primer engranaje planetario y de dicho segundo engranaje planetario. La segunda y la cuarta superficies giran entre sí.

Preferiblemente, la primera y la tercera superficies están conformadas para hacer que dicho primer engranaje planetario y dicho segundo engranaje planetario se separen entre sí en respuesta al movimiento de giro relativo de dicho primer engranaje planetario y de dicho elemento de precarga. La cuarta superficie forma una superficie de fricción sustancialmente plana.

A efectos de resumir la invención y las ventajas obtenidas con respecto a la técnica anterior, algunos objetivos y ventajas de la invención se han descrito anteriormente y se describen de forma adicional a continuación. Por supuesto, se entenderá que no es necesario que todos estos objetivos o ventajas puedan conseguirse según cualquier realización específica de la invención. Por lo tanto, por ejemplo, los expertos en la técnica entenderán que la invención puede implementarse o llevarse a cabo para conseguir u optimizar una ventaja o grupo de ventajas descritas en la presente memoria sin que sea necesario conseguir otros objetivos o ventajas descritos o sugeridos en la presente memoria.

Se pretende que todas estas realizaciones estén dentro del alcance de la invención descrita en la presente memoria. Estas y otras realizaciones de la presente invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas, haciendo referencia a las figuras adjuntas, no

estando limitada la invención a ninguna realización o realizaciones específicas descritas.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en perspectiva esquemática de un automóvil convencional con un engranaje diferencial;

la Figura 2 es una sección de una unidad de engranaje diferencial según una realización;

5 la Figura 3A es una sección de la unidad de engranaje diferencial de la Figura 2 tomada a lo largo de la línea 3A-3A;

la Figura 3B es una sección de la unidad de engranaje diferencial de la Figura 2 tomada a lo largo de la línea 3B-3B;

la Figura 4 es una vista en perspectiva, en explosión, de la unidad de engranaje diferencial de la Figura 2;

la Figura 5A es una vista lateral de una realización de una unidad de precarga o de desviación central y de unos engranajes laterales;

10 la Figura 5B es una vista en perspectiva, en explosión, de la unidad de precarga central y de los engranajes laterales de la Figura 5A;

la Figura 6 es una vista en perspectiva, en explosión, de una realización de unos engranajes de piñón y de una placa de fricción;

15 la Figura 7A es una vista lateral de otra realización de una unidad de precarga central y de unos engranajes laterales que tienen perfiles de leva; y

la Figura 7B es una vista en perspectiva, en explosión, de la unidad de precarga central y de los engranajes laterales de la Figura 7A.

Descripción detallada de la realización preferida

Unidad de engranaje diferencial

20 Tal como se ha descrito anteriormente, existe la necesidad de obtener una acción (o movimiento) de diferencial que permite aplicar el par de manera eficaz en las ruedas motrices cuando las ruedas motrices contactan con superficies de carretera en condiciones distintas. En una realización, un engranaje diferencial está configurado para crear fricción en el mismo a efectos de retardar un aumento de velocidad de giro de la rueda que desliza del grupo de
25 ruedas motrices. Esta configuración reduce de manera eficaz la disminución del par aplicado en la otra rueda motriz que no desliza, reduciendo de este modo la disminución del par aplicado en la rueda que no desliza.

Las Figuras 2-3B muestran una unidad 100 de engranaje diferencial para usar en un vehículo. La Figura 4 muestra la misma unidad 100 de engranaje diferencial en estado desmontado. El vehículo puede ser de tipo de transmisión delantera, de tipo de transmisión trasera y de tipo de transmisión a las cuatro ruedas.

30 Haciendo referencia a la Figura 2, la unidad 100 de engranaje diferencial mostrada incluye una caja 110 que incluye un alojamiento 110a extremo de borde y un alojamiento 110b extremo pequeño. El alojamiento 110a extremo de borde y el alojamiento 110b extremo pequeño están conectados rígidamente entre sí mediante unos tornillos 117 (Figura 3A) y un pasador 118 de bloqueo (Figura 4). El número de tornillos 117 y de pasadores 118 de bloqueo puede variar ampliamente dependiendo del diseño de la caja 110.

35 El alojamiento 110a extremo de borde y el alojamiento 110b extremo pequeño definen un canal 112 cilíndrico interior (Figura 2). Cada extremo 112a, 112b del canal 112 está conformado para recibir una mitad de árbol (no mostrada; p. ej., los árboles 50a, 50b de rueda de la Figura 1) al que está unida una rueda motriz del vehículo. Además, el alojamiento 110a extremo de borde y el alojamiento 110b extremo pequeño están configurados conjuntamente para alojar varios elementos, incluyendo un primer engranaje lateral 120a, un segundo engranaje lateral 120b, una primera pluralidad de engranajes 130a de piñón, una segunda pluralidad de engranajes 130b de piñón (Figura 3B),
40 una unidad 140 de precarga o de desviación central, una primera placa 150a de fricción y una segunda placa 150b de fricción.

Haciendo referencia a la Figura 3A, el primer engranaje lateral 120a funciona como un engranaje planetario, mientras que la primera pluralidad de engranajes 130a de piñón funcionan como engranajes satélite que rodean el primer engranaje lateral 120a y engranan con el mismo. De forma similar, el segundo engranaje lateral 120b
45 funciona como otro engranaje planetario, mientras que la segunda pluralidad de engranajes 130b de piñón (Figura 3B) funcionan como engranajes satélite que rodean el segundo engranaje lateral 120b y engranan con el mismo. Haciendo referencia nuevamente a la Figura 2, el primer engranaje lateral 120a y el segundo engranaje lateral 120b están alineados coaxialmente entre sí. El primer y el segundo engranajes laterales 120a, 120b tienen cada uno un eje central Sa, Sb que se extiende a través de los mismos en una primera dirección.

50 En la realización mostrada, el primer engranaje lateral 120a incluye unos dientes 121a helicoidales exteriores,

definiendo cada uno un ángulo de hélice, visto desde el extremo axial exterior del primer engranaje lateral 120a. El segundo engranaje lateral 120b tiene unos dientes 121b helicoidales exteriores, definiendo cada uno otro ángulo de hélice, visto desde el mismo punto de referencia. El primer engranaje lateral 120a se mantiene dentro de la caja 110 mediante una cavidad cilíndrica 113a del alojamiento 110a extremo de borde. El segundo engranaje lateral 120b se mantiene dentro de la caja 110 mediante una cavidad cilíndrica 113b del alojamiento 110b extremo pequeño.

El primer y el segundo engranajes laterales 120a, 120b están unidos cada uno a una de las mitades de árbol respectiva de manera fija giratoriamente, de modo que los engranajes laterales 120a, 120b y las mitades de árbol giran a la misma velocidad de giro. Preferiblemente, el primer y el segundo engranajes laterales 120a, 120b tienen cada uno una superficie 122 interior estriada (Figura 3A) que encaja con una superficie exterior estriada complementaria de cada una de las mitades de árbol. El primer y el segundo engranajes laterales 120a, 120b están montados giratoriamente en el canal 112, de modo que el primer y el segundo engranajes laterales 120a, 120b y las mitades de árbol pueden girar con respecto a la caja 110.

Haciendo referencia a la Figura 3A, la caja 110 mostrada incluye un primer grupo de seis huecos cilíndricos 115a definidos por unas paredes 116a de hueco conformadas en la caja 110. Cada uno de los huecos 115a forma un círculo parcial o un círculo truncado, tal como se muestra en la Figura 3A. Los huecos 115a están dispuestos en un círculo alrededor del eje de giro de la caja 110, de los engranajes laterales 120a, 120b y de las mitades de árbol, con una separación angular igual o distinta. El primer grupo de huecos 115a está formado por unos orificios axiales alineados en el alojamiento 110a extremo de borde. En otras realizaciones, los huecos 115a pueden tener formas no cilíndricas, tamaños, diámetros o longitudes no uniformes y posiciones relativas no uniformes. Cada hueco 115a está dimensionado y adaptado para encerrar un engranaje respectivo de la primera pluralidad de engranajes 130a de piñón alojado (o dispuesto) en su interior, de modo que se forma un primer grupo de seis engranajes 130a de piñón. Cada engranaje de la primera pluralidad de engranajes 130a de piñón incluye unos dientes helicoidales, definiendo cada uno un ángulo, visto desde el extremo axial exterior del primer engranaje lateral 120a. La primera pluralidad de engranajes 130a de piñón engranan con el primer engranaje lateral 120a, tal como se muestra en la Figura 3A.

Haciendo referencia a la Figura 3B, la caja 110 mostrada también incluye un segundo grupo de seis huecos cilíndricos 115b definidos por unas paredes 116b de hueco conformadas en la caja 110. Cada uno de los huecos 115b forma un círculo parcial o un círculo truncado, tal como se muestra en la Figura 3B. Los huecos 115b están dispuestos en un círculo alrededor del eje de giro de la caja 110, de los engranajes laterales 120a, 120b y de las mitades de árbol. Los huecos 115b están formados por unos orificios axiales alineados en el alojamiento 110b extremo pequeño. En otras realizaciones, los huecos 115b pueden tener formas no cilíndricas, tamaños, diámetros o longitudes no uniformes y posiciones relativas no uniformes. Cada hueco 115b está dimensionado y adaptado para encerrar un engranaje respectivo de la segunda pluralidad de engranajes 130b de piñón alojado (o dispuesto) en su interior, de modo que se forma un segundo grupo de seis engranajes 130b de piñón. Cada engranaje de la segunda pluralidad de engranajes 130b de piñón incluye unos dientes helicoidales, definiendo cada uno un ángulo, visto desde el extremo axial exterior del segundo engranaje lateral 120b. La segunda pluralidad de engranajes 130b de piñón engranan con el segundo engranaje lateral 120b.

Los engranajes de la primera pluralidad de engranajes 130a de piñón tienen cada uno un eje Pa (Figura 3A) que se extiende a través de los mismos en la primera dirección en la que se extienden los ejes Sa, Sb (Figura 2) de los engranajes laterales 120a, 120b. Los engranajes de la primera pluralidad de engranajes 130a de piñón tienen cada uno un par de superficies extremas, definiendo una de las mismas una superficie 132a exterior axial (Figura 2) sustancialmente perpendicular con respecto a su eje Pa. La superficie 132a exterior axial de cada engranaje de la primera pluralidad de engranajes 130a de piñón está orientada en alejamiento con respecto al segundo engranaje lateral 120b. De forma similar, cada engranaje de la segunda pluralidad de engranajes 130b de piñón tiene un eje Pb (Figura 2) que se extiende a través del mismo en la primera dirección en la que se extienden los ejes Sa, Sb de los engranajes laterales 120a, 120b. Cada engranaje de la segunda pluralidad de engranajes 130b de piñón tiene un par de superficies extremas, definiendo una de las mismas una superficie exterior axial sustancialmente perpendicular con respecto a su eje Pb. La superficie 132b exterior axial de cada engranaje de la segunda pluralidad de engranajes 130b de piñón está orientada en alejamiento con respecto al primer engranaje lateral 120a.

Asimismo, tal como puede observarse más claramente en la Figura 3B, cada uno de los huecos 115a, 115b interseca con dos huecos adyacentes 115b, 115a, y viceversa. Cada uno de los engranajes 130a, 130b de piñón engrana con dos engranajes 130b, 130a de piñón adyacentes, y viceversa. Por lo tanto, tal como resulta bien conocido en la técnica, cuando un grupo de engranajes 130a, 130b de piñón giran en una primera dirección, el otro grupo de engranajes 130b, 130a de piñón giran en la dirección opuesta.

Unidad de precarga central

Haciendo referencia a las Figuras 5A y 5B, el primer y el segundo engranajes laterales 120a, 120b están separados por la unidad 140 de precarga o de desviación central. El primer engranaje lateral 120a incluye una primera superficie 125a lateral anular orientada hacia el segundo engranaje lateral 120b, mientras que el segundo engranaje lateral 120b incluye una segunda superficie 125b lateral anular orientada hacia el primer engranaje lateral 120b.

Cada una de las superficies 125a, 125b laterales anulares está definida en la parte más exterior de cada uno de los engranajes laterales 120a, 120b, desde donde se extienden los dientes del engranaje. La unidad 140 de precarga mostrada incluye una unidad 141 de muelle, un primer cubo 145a de precarga y un segundo cubo 145b de precarga. La unidad 141 de muelle está dispuesta entre el primer cubo 145a de precarga y el segundo cubo 145b de precarga.

El primer cubo 145a de precarga y el segundo cubo 145b de precarga incluyen cada uno un reborde 146a, 146b anular interno en su lado axial interior, de modo que los dos rebordes forman una cavidad para alojar la unidad 141 de muelle. El primer cubo 145a de precarga incluye una primera superficie 147a lateral de cubo anular orientada hacia la primera superficie 125a del primer engranaje lateral 120b. El segundo cubo 145b de precarga incluye una segunda superficie 147b lateral de cubo anular orientada hacia la segunda superficie 125b del segundo engranaje lateral 120b. El primer y el segundo cubos 145a, 145b de precarga transmiten un par tangencial gracias a la existencia de fricción en los extremos axiales del primer engranaje lateral 120a y del segundo engranaje lateral 120b, respectivamente. Esta configuración retarda el giro de los engranajes laterales 120a, 120b con respecto al funcionamiento de la unidad 100 de engranaje diferencial, tal como resultará más comprensible a partir de la siguiente descripción.

La unidad 141 de muelle puede incluir, por ejemplo, muelles de disco de tipo Belleville o un muelle helicoidal, o cualquier otro dispositivo de almacenamiento de energía. La unidad 141 de muelle aplica una fuerza normal que desvía el primer y el segundo cubos 145a, 145b de precarga axialmente hacia fuera contra el primer y el segundo engranajes laterales 120a, 120b, respectivamente. Por lo tanto, la fuerza normal generada por la unidad 141 de muelle produce una fuerza normal en una dirección axial entre uno de los dos engranajes laterales 120a, 120b y un cubo respectivo de los cubos 145a, 145b de precarga. En este caso, la fuerza normal es una fuerza neta que comprime las dos superficies paralelas 125a y 147a o 125b y 147b entre sí en una dirección perpendicular con respecto a las superficies. Esta fuerza normal multiplicada por el coeficiente de fricción de los dos elementos de giro (es decir, el primer engranaje lateral 120a y el primer cubo 145a de precarga; el segundo engranaje lateral 120b y el segundo cubo 145b de precarga) produce una fuerza de resistencia. Esta fuerza de resistencia multiplicada por el radio promedio de la superficie de fricción en cada uno de los engranajes laterales 120a, 120b genera un par de resistencia que crea el efecto de desviación en un estado de par de línea de transmisión igual a cero (o cerca de dicho valor). El término "estado de par de línea de transmisión igual a cero" se refiere a una situación en la que no se aplica par al menos en una de las ruedas motrices, por ejemplo, cuando una rueda motriz está deslizando sobre una superficie deslizante.

Placas de fricción

Haciendo referencia a las Figuras 2, 4 y 6, a continuación se describirán de forma detallada las configuraciones de la primera y de la segunda placas 150a, 150b de fricción. La primera y la segunda placas 150a, 150b de fricción sirven para obtener un coeficiente de fricción controlable y definible, siendo posible diseñar una gestión y una desviación del par de línea de transmisión de manera específica para el funcionamiento del diferencial. Las placas de fricción sirven para disipar la energía de giro del primer y del segundo grupos de engranajes 130a, 130b de piñón como calor, respectivamente. En la realización mostrada, la primera placa 150a de fricción está conformada y situada para contactar con las superficies 132a exteriores axiales del primer grupo de engranajes 130a de piñón. La segunda placa 150b de fricción está conformada y situada para contactar con las superficies 132b exteriores axiales del segundo grupo de engranajes 130b de piñón. Preferiblemente, las placas 150a, 150b de fricción están fijadas contra el giro con respecto a la caja 110 por diseño.

La primera y la segunda placas 150a, 150b de fricción soportan un material de fricción para obtener un coeficiente de fricción en las superficies 132a, 132b exteriores axiales del primer y del segundo grupos de engranajes 130a, 130b de piñón, respectivamente. Tal como resultará más comprensible a partir de la siguiente descripción en lo que respecta al funcionamiento de la unidad 100 de engranaje diferencial, cuando los engranajes 130a, 130b de piñón ejercen una carga de empuje sobre las placas 150a, 150b de fricción, la fricción desarrollada entre los engranajes 130a, 130b de piñón y las placas 150a, 150b de fricción reduce la velocidad de giro de los engranajes 130a, 130b de piñón con respecto a la caja 110. Esta configuración reduce de manera eficaz el giro de un grupo de engranajes de piñón conectados a una rueda motriz que desliza, aumentando de este modo el par transmitido al otro grupo de engranajes de piñón conectados a la otra rueda motriz que no desliza. Seleccionando un material que tiene un coeficiente de fricción deseado para las placas 150a, 150b de fricción, es posible ajustar la unidad de engranaje diferencial para una aplicación determinada.

Tal como se muestra en la Figura 4, la primera placa 150a de fricción puede tenerla misma configuración que la segunda placa 150b de fricción, aunque ello no es necesario. La primera y la segunda placas 150a, 150b de fricción tienen cada una una forma de pétalo o forma de girasol. La primera y la segunda placas 150a, 150b de fricción incluyen cada una un cuerpo 152a, 152b en forma de anillo y unas partes 154a, 154b de almohadilla de fricción. El cuerpo 152a, 152b en forma de anillo incluye una pluralidad de salientes 153a, 153b que se extienden radialmente hacia fuera desde el cuerpo 152a, 152b. Los salientes están separados, de modo que el material de fricción está situado de manera central y radial con respecto a la cara axial de los piñones. Las partes 154a, 154b de almohadilla pueden estar conectadas a los salientes 153a, 153b. Un experto en la técnica entenderá que es posible conectar las partes 154a, 154b de almohadilla de fricción al cuerpo 152a, 152b de diversas maneras.

Cada una de las partes 154a de almohadilla de la primera placa 150a de fricción está configurada para contactar una superficie respectiva de las superficies 132a exteriores axiales del primer grupo de engranajes 130a de piñón (Figura 4). De forma similar, las partes 154b de almohadilla de la segunda placa 150b de fricción están configuradas cada una para contactar con una superficie respectiva de las superficies 132b exteriores axiales del segundo grupo de engranajes 130b de piñón. Las configuraciones de la primera y de la segunda placas 150a, 150b de fricción permiten una rápida sustitución de las partes 154a, 154b de almohadilla, ya que las partes 154a, 154b de almohadilla están unidas a los cuerpos 152a, 152b. Además, debido a que las partes 154a, 154b de almohadilla están fijadas a los cuerpos 152a, 152b, las partes 154a, 154b de almohadilla no giran durante su funcionamiento, permitiendo obtener por lo tanto una exposición uniforme al efecto de fricción del material para generar una fuerza de fricción constante en una cantidad deseada para los engranajes 130a, 130b de piñón. En otras realizaciones, el cuerpo 152a, 152b puede estar conformado para conectar una pluralidad de las partes 154a, 154b de almohadilla de fricción, aunque no la totalidad de las mismas.

La primera y la segunda placas 150a, 150b de fricción pueden estar formadas por un material de fricción diseñado (p. ej., acero, y fibra de carbono). El material de fricción puede tener un coeficiente de fricción adaptado a los tipos y usos de los vehículos. En una realización, el material de fricción puede tener un coeficiente de fricción de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 0,70, preferiblemente de aproximadamente 0,10 a aproximadamente 0,20. Ejemplos del material de fricción incluyen, aunque no de forma limitativa: Kevlar, carbono, latón, bronce, semimetales, etc.

En otras realizaciones, solamente las partes 154a, 154b de almohadilla de las placas 150a, 150b de fricción están formadas por el material de fricción diseñado. En tales realizaciones, el cuerpo 152a, 152b puede estar conformado por un material que no es un material de fricción. Un experto en la técnica entenderá que es posible adaptar otras configuraciones de placas de fricción para usar con la unidad 100 de engranaje diferencial. Un experto en la técnica también entenderá que es posible usar cualquier número de piñones de diferencial y de grupos de fricción.

Funcionamiento de la unidad de engranaje diferencial

En funcionamiento, un vehículo que incluye la unidad 40 de engranaje diferencial (Figura 1) transmite potencia a un par de ruedas motrices a través de la unidad 100 de engranaje diferencial (Figura 2). La unidad 100 de engranaje diferencial divide la potencia del vehículo entre las ruedas motrices para adaptarse a las condiciones de conducción. La transmisión del vehículo transmite el par procedente del motor directamente a la caja 110a y, de este modo, a través de los tornillos 117, al alojamiento 110b extremo pequeño, indirectamente, haciendo que la caja 100 gire alrededor del eje de giro de las ruedas. De esta manera, la caja 110 empuja los engranajes 130a y 130b de piñón, lo que hace que los mismos giren alrededor del mismo eje. Debido a que los engranajes 130a, 130b de piñón engranan con los engranajes laterales 120a y 120b, el movimiento circular de los engranajes 130a, 130b de piñón hace que los engranajes laterales 120a, 120b giren, conjuntamente con las mitades de árbol y las ruedas.

Cuando el vehículo se mueve hacia delante en línea recta sin pérdida de tracción, las ruedas del vehículo giran sustancialmente a la misma velocidad. En este estado, la potencia del vehículo se divide de manera sustancialmente equivalente entre las dos ruedas. Los engranajes 130a, 130b de piñón giran alrededor de los engranajes laterales 120a, 120b, pero no giran alrededor de sus ejes individuales. Por lo tanto, los engranajes laterales 120a, 120b giran cada uno sustancialmente a la misma velocidad que el otro engranaje lateral y que la caja 110.

Cuando el vehículo toma una curva, las ruedas giran a velocidades diferentes. La rueda situada en el interior de la curva ("la rueda interior") gira a una velocidad más baja que la rueda situada en el exterior de la curva ("la rueda exterior"). Por ejemplo, se supondrá que la rueda interior es la rueda conectada al primer engranaje lateral 120a y que la rueda exterior es la rueda conectada al segundo engranaje lateral 120b. El primer grupo de engranajes 130a de piñón, que están engranados al primer engranaje lateral 120a, giran alrededor de sus ejes en la dirección del giro de la rueda. El segundo grupo de engranajes 130b de piñón, que están engranados al primer grupo de engranajes 130a de piñón y al segundo engranaje lateral 120b, giran alrededor de sus ejes en una dirección opuesta a la dirección del giro de la rueda. Los giros del primer y del segundo grupos de piñones 130a, 130b en direcciones opuestas sirven para transmitir pares diferentes a la rueda interior y a la rueda exterior. Cuando el primer y el segundo grupos de engranajes 130a, 130b de piñón giran en direcciones opuestas, los mismos tienden a producir un empuje axial contra las superficies de contacto de la caja 110, ya que los mismos son pares de engranajes helicoidales que engranan entre sí.

En algunas circunstancias, las dos ruedas motrices del vehículo pueden experimentar diferentes cantidades de fricción con las superficies de la carretera. En un ejemplo, una de las ruedas ("la rueda que desliza") puede estar situada sobre un área helada o con barro, mientras que la otra rueda ("la rueda que no desliza") está situada en una superficie de carretera normal. En otro ejemplo, cuando el vehículo toma una curva, la rueda situada en el interior de la curva ("la rueda interior") puede elevarse con respecto a la superficie de la carretera, mientras que la rueda situada en el exterior de la curva ("la rueda exterior") está claramente en contacto con la superficie de la carretera.

Por ejemplo, se supondrá que la rueda que desliza está conectada al primer engranaje lateral 120a. En ausencia de las placas 150a, 150b de fricción, la rueda que desliza giraría excesivamente, y el primer engranaje lateral 120a engranado a la rueda que desliza también giraría excesivamente. Esto hace que el primer grupo de engranajes 130a

de piñón giren alrededor de sus ejes en una dirección opuesta a la dirección de giro de la rueda que desliza, haciendo de este modo que el segundo grupo de engranajes 130b de piñón giren alrededor de sus ejes en la dirección de giro de la rueda que no desliza. Este giro del segundo grupo de engranajes 130b de piñón haría que el segundo engranaje lateral 120b gire en una dirección opuesta a la dirección de giro de la rueda que no desliza. Esto provocaría la transmisión de la mayor parte del par procedente del motor a la rueda que desliza, sin que se transmita sustancialmente ningún par a la rueda que no desliza, lo que, por lo tanto, no permitiría obtener fuerza motriz.

Las placas 150a, 150b de fricción, en combinación con el empuje normal o axial generado por los piñones, crean un par de resistencia secundario que, a su vez, actúa para reducir la acción giratoria de la unidad 100 de engranaje diferencial en tales circunstancias. Cuando el primer y el segundo grupos de engranajes 130a, 130b de piñón giran en direcciones opuestas, los mismos producen un empuje axial contra las superficies de contacto de la caja 110, tal como se ha descrito anteriormente. Las placas 150a, 150b de fricción están situadas para formar las superficies de contacto de la caja 110. El contacto del primer y del segundo grupos de engranajes 130a, 130b de piñón con las placas 150a, 150b de fricción, respectivamente, crea un par de resistencia (o fuerza de fricción) que reduce el giro del primer y del segundo grupos de engranajes 130a, 130b de piñón. Por lo tanto, es posible reducir y controlar la acción diferencial de la unidad 100 de engranaje diferencial mediante fundamentos de ingeniería. Esta configuración permite en la práctica aumentar el par aplicado en la rueda que no desliza y, por lo tanto, es posible aplicar suficiente par en la rueda que no desliza para mover el vehículo.

Los engranajes laterales 120a, 120b permiten producir un empuje axial en función del par aplicado, transformándose a su vez en una fuerza añadida a través de la unidad 140 de precarga o de desviación central. Esta fuerza normal combinada puede añadirse a una precarga estática (sin carga) que aumenta la relación de desviación entre las dos ruedas motrices. Además, la carga de par aplicada puede manifestarse como una fuerza axial de los engranajes 130a, 130b de piñón a la caja 110. Esta fuerza axial es una fuerza añadida a la fuerza de precarga en las placas 150a, 150b de fricción. En función del coeficiente de fricción efectivo, la fuerza axial formará un par de resistencia contra el movimiento de giro de los engranajes 130a, 130b de piñón. El par de resistencia se añade a la resistencia del giro relativo de todos los componentes en la unidad 100 de engranaje diferencial.

En una realización, es posible modificar la relación de desviación entre dos ruedas motrices seleccionando un material que tiene un coeficiente de fricción deseado para las placas 150a, 150b de fricción y/o los cubos 145a, 145b de precarga. En caso de usarlos en las placas 150a, 150b de fricción y/o en los cubos 145a, 145b de precarga, un grupo de materiales de fricción diseñados permite obtener un mecanismo para modificar la respuesta de la unidad 100 de engranaje diferencial en función de la carga de par aplicada y de la diferencia de velocidad. La fuerza de resistencia generada por la unidad 140 de precarga central y las placas 150a, 150b de fricción no es constante, ya que es una función de las fuerzas axiales procedentes de los grupos de engranajes 130a, 130b de piñón. El desequilibrio del par de resistencia se manifiesta como una absorción de energía no constante en la unidad 100 de engranaje diferencial, provocando una desviación de par que minimiza de forma efectiva la reducción del par transmitido a la rueda que no desliza.

La configuración de la unidad 100 de engranaje diferencial permite obtener unos medios para ajustar la relación de desviación de par entre las ruedas, así como una relación de desviación de par en un estado de "par nulo" (que existe cuando no se aplica ninguna carga a través de la cadena de transmisión en un vehículo estacionario o que pasa de moverse a frenar o a desplazarse marcha atrás).

Unidad de precarga central con perfiles de leva

Las Figuras 7A y 7B muestran otra realización de un engranaje diferencial 700. El engranaje diferencial 700 incluye un primer engranaje lateral 720a, un segundo engranaje lateral 720b y una unidad 740 de precarga o de desviación central. Otros componentes (p. ej., una caja y unos engranajes de piñón) del engranaje diferencial 700 se han omitido a efectos de claridad. Unas mitades de árbol (no mostradas) están unidas al primer y al segundo engranajes laterales 720a, 720b. La unidad 740 de precarga incluye un primer cubo 745a de precarga, un segundo cubo 745b de precarga y una unidad 741 de muelle dispuesta entre los cubos 745a, 745b de precarga. El primer y el segundo cubos 745a, 745b de precarga pueden estar fijados entre sí mediante un pasador (no mostrado) que los atraviesa, de modo que los mismos no giren entre sí. La unidad 740 de precarga está dispuesta entre el primer y el segundo engranajes laterales 720a, 720b. Las configuraciones de los engranajes laterales 720a, 720b, de la caja y de los engranajes de piñón pueden ser como las descritas anteriormente haciendo referencia a la Figura 2.

La unidad 740 de precarga y al menos uno de los engranajes laterales 720a, 720b tienen unos perfiles de onda o de leva complementarios en la interfaz entre los mismos. En la realización mostrada, el primer engranaje lateral 720a tiene una superficie 725a lateral anular orientada hacia el primer cubo 745a de precarga y en contacto con el mismo. La superficie lateral 725a del primer engranaje lateral 720a tiene una primera serie de perfiles de leva (de onda) convergentes y divergentes. En una realización, los perfiles de leva tienen una elevación de aproximadamente 0,05 mm a aproximadamente 0,15 mm para un giro angular relativo de aproximadamente 30 a aproximadamente 60 grados. El término "elevación" se refiere a una medida D (Figura 7A) de la protuberancia de la parte convergente de un perfil de leva.

El primer cubo 745a de precarga también tiene una superficie 746a lateral anular orientada hacia la superficie lateral

725a del primer engranaje lateral 720a y en contacto con la misma. La superficie lateral 746a del primer cubo 745a de precarga incluye una segunda serie de perfiles de leva (de onda) convergentes/divergentes. La segunda serie de perfiles de leva puede ser complementaria con respecto a la primera serie de perfiles de leva. Los perfiles de leva pueden formar una curva continua, facilitando el movimiento deslizante entre la superficie lateral 725a del primer engranaje lateral 720a y la superficie lateral 746a del primer cubo 745a de precarga.

En la realización mostrada, el segundo engranaje lateral 720b tiene una superficie 725b lateral anular orientada hacia el segundo cubo 745b de precarga y en contacto con el mismo. El segundo cubo 745b de precarga tiene una superficie 746b lateral anular orientada hacia la superficie lateral 725b del segundo engranaje lateral 720b y en contacto con la misma. Las superficies laterales 725b, 746b del segundo engranaje lateral 720b y del segundo cubo 745b de precarga son preferiblemente sustancialmente planas, constituyendo al mismo tiempo superficies de elevada fricción. La superficie lateral 746b del segundo cubo 745b de precarga puede estar formada por un material que tiene un coeficiente de fricción de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 0,70, preferiblemente de aproximadamente 0,10 a aproximadamente 0,20. En la realización mostrada, el segundo cubo 745b de precarga incluye una capa 747 de fricción separada que forma una superficie con un elevado coeficiente de fricción. En otra realización, es posible aplicar una capa separada con un elevado coeficiente de fricción en la superficie lateral 725b del segundo engranaje lateral 720b. En algunas realizaciones, cada una de las superficies laterales 725b, 746b del segundo engranaje lateral 720b y del segundo cubo 745b de precarga pueden estar dotadas de una superficie con un elevado coeficiente de fricción efectivo.

Durante su funcionamiento, cuando un vehículo que incluye el engranaje diferencial 700 está tomando una curva, los dos engranajes laterales 720a, 720b giran a velocidades diferentes. En esta situación, el segundo engranaje lateral 720b gira con respecto al segundo cubo 745b de precarga, mientras que el primer engranaje lateral 720a no gira con respecto al primer cubo 745a de precarga. El primer y el segundo cubos 745a, 745b de precarga no giran entre sí.

En algunas circunstancias, es posible que las dos ruedas motrices del vehículo no experimenten sustancialmente ninguna fricción con la superficie de la carretera. En un ejemplo, ambas ruedas pueden estar situadas sobre un área helada o con barro. En otro ejemplo, cuando el vehículo está tomando una curva en forma de S, el vehículo puede girar, por ejemplo, a la izquierda, girando inmediatamente después a la derecha. Cuando el vehículo está girando hacia la izquierda, la rueda izquierda puede elevarse con respecto a la superficie de la carretera, mientras que la rueda derecha está claramente en contacto con la superficie de la carretera. En un punto de transición entre la curva a la izquierda y la curva a la derecha, es posible que ambas ruedas no experimenten sustancialmente ninguna fricción con la superficie de la carretera. Es posible hacer referencia a este punto de transición como "punto de par nulo". Debido a que la unidad de engranaje diferencial necesita al menos algo de fricción a través de las ruedas para funcionar, es posible que la misma no transmita de manera eficaz el par procedente del motor a las ruedas en estas circunstancias.

En tales circunstancias, la unidad 740 de precarga o de desviación produce una carga de fuerza secundaria (o carga que no es de la línea de transmisión) en la unidad de engranaje diferencial. La unidad 740 de precarga o de desviación ejerce una fuerza axial (es decir, una fuerza de muelle) hacia los engranajes laterales 720a, 720b. El contacto del segundo engranaje lateral 720b con el segundo cubo 745b de precarga crea un par de resistencia gracias a la fuerza normal y a la fuerza de fricción. Además, cuando las superficies 725a, 746a de leva giran entre sí, las partes convergentes de la superficie 725a de leva del primer engranaje lateral 720a pueden subir por las partes convergentes de la superficie 746a de leva del primer cubo 745a de precarga. Esto hace que el primer engranaje lateral 720a y el primer cubo 745a de precarga se separen entre sí en la dirección axial. Este movimiento axial transmite a su vez una mayor carga lateral/fuerza axial a las superficies laterales 725b, 746b del segundo engranaje lateral 720b y del segundo cubo 745b de precarga en combinación con un material diseñado con un coeficiente de fricción controlado. Estas configuraciones permiten obtener en la práctica un par de resistencia secundario que hace que la unidad de engranaje diferencial desvíe par de línea de transmisión a las ruedas motrices con la capacidad de absorber esta fuerza y transmitirla al suelo para mover el vehículo. En situaciones en las que las ruedas están en un punto de par nulo, la unidad 740 de precarga o de desviación permite que la unidad de engranaje diferencial mantenga una fuerza normal de base hacia las arandelas de fricción, mejorando de este modo el rendimiento potencial de conducción del vehículo (p. ej., permitiendo que el vehículo se mueva suavemente al tomar una curva en forma de S).

En algunas realizaciones, es posible usar la unidad 740 de precarga en combinación con las placas 150a, 150b de fricción de la Figura 2. La unidad 740 de precarga descrita anteriormente permite mejorar la fuerza de resistencia producida por las placas 150a, 150b de fricción.

Cuando los engranajes laterales 720a, 720b suben por los perfiles de leva, la fuerza normal aumenta, lo que aumenta la relación de desviación entre las ruedas motrices en función de la carga. La relación de desviación puede aumentar hasta el bloqueo, momento en el que la unidad de engranaje diferencial actúa como un carrete que no ejerce ninguna acción diferencial entre las dos mitades de árbol.

La unidad de engranaje diferencial de las realizaciones descritas anteriormente permite aplicar de manera eficaz par en las ruedas motrices incluso cuando las ruedas motrices contactan con superficies de carretera en condiciones

distintas. Además, es posible ajustar la respuesta de la unidad de engranaje diferencial a diversas condiciones de la carretera regulando la respuesta del sistema mediante el control de la fuerza normal (de separación) en función de la carga de par aplicada generada usando materiales diferentes con coeficientes de fricción factibles.

5 Aunque esta invención se ha descrito en el contexto de ciertas realizaciones y ejemplos preferidos, los expertos en la técnica entenderán que la presente invención se extiende más allá de las realizaciones específicas descritas hasta otras realizaciones y/o usos alternativos de la invención y hasta las realizaciones evidentes y sus equivalentes. Además, aunque se han mostrado y descrito de forma detallada diversas variaciones de la invención, otras modificaciones dentro del alcance de esta invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica basándose en esta descripción. También se contempla llevar a cabo diversas combinaciones o sub-combinaciones de las características y aspectos específicos de las realizaciones que sigan formando parte del alcance de la invención. En 10 consecuencia, se entenderá que diversas características y aspectos de las realizaciones descritas pueden combinarse con otras características y aspectos o ser sustituidos por los mismos para conseguir diversos modos de la invención descrita. Por lo tanto, se pretende que el alcance de la invención descrita en la presente memoria no esté limitado por las realizaciones específicas descritas anteriormente, sino que esté determinado solamente por una 15 lectura objetiva de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Unidad (700) de engranaje diferencial, que comprende:

un primer engranaje planetario (720a) y un segundo engranaje planetario (720b) separados entre sí y alineados coaxialmente entre sí, incluyendo el primer engranaje planetario (720a) una primera superficie (725a) orientada hacia el segundo engranaje planetario (720b), incluyendo el segundo engranaje planetario (720b) una segunda superficie (725b) orientada hacia el primer engranaje planetario (720a); y

un elemento (740) de precarga dispuesto entre el primer engranaje planetario (720a) y el segundo engranaje planetario (720b), incluyendo el elemento (740) de precarga una tercera superficie (746a) orientada hacia el primer engranaje planetario (720a) y una cuarta superficie (746b) orientada hacia el segundo engranaje planetario (720b),

en la que la primera y la tercera superficies (725a, 746a) tienen cada una un perfil de leva,

en la que el movimiento de giro relativo de dicha primera superficie (725a) y de dicha tercera superficie (746a) provoca el movimiento axial de dicho primer engranaje planetario (720a) y de dicho segundo engranaje planetario (720b),

en la que la segunda y la cuarta superficies (725b, 746b) pueden girar entre sí,

en la que la segunda y la cuarta superficies (725b, 746b) son sustancialmente planas, y

en la que dicha primera superficie (725a) y dicha tercera superficie (746a) forman una curva continua, facilitando el movimiento deslizante entre dicha primera superficie (725a) y dicha tercera superficie (746a), caracterizada por que

el elemento (740) de precarga comprende un primer cubo (745a) de precarga, un segundo cubo (745b) de precarga y una unidad (741) de muelle dispuesta entre el primer y el segundo cubos (745a, 745b) de precarga.

2. Unidad según la reivindicación 1, en la que los perfiles de leva de la primera y de la tercera superficies (725a, 746a) son complementarios.

3. Unidad según la reivindicación 2, en la que la primera superficie (725a) tiene una elevación de aproximadamente 0,05 mm a aproximadamente 0,15 mm.

4. Unidad según la reivindicación 1, en la que la cuarta superficie (746b) tiene un coeficiente de fricción de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 0,70.

5. Unidad según la reivindicación 1, en la que la primera y la tercera superficies (725a, 746a) están conformadas para hacer que dicho primer engranaje planetario (720a) y dicho segundo engranaje planetario (720b) se separen entre sí en respuesta al movimiento de giro relativo de dicho primer engranaje planetario (720a) y de dicho elemento (740) de precarga.

6. Unidad según la reivindicación 5, en la que el elemento (740) de precarga comprende un muelle (741) configurado para aplicar una fuerza axial hacia el primer y el segundo engranajes planetarios (720a, 720b).

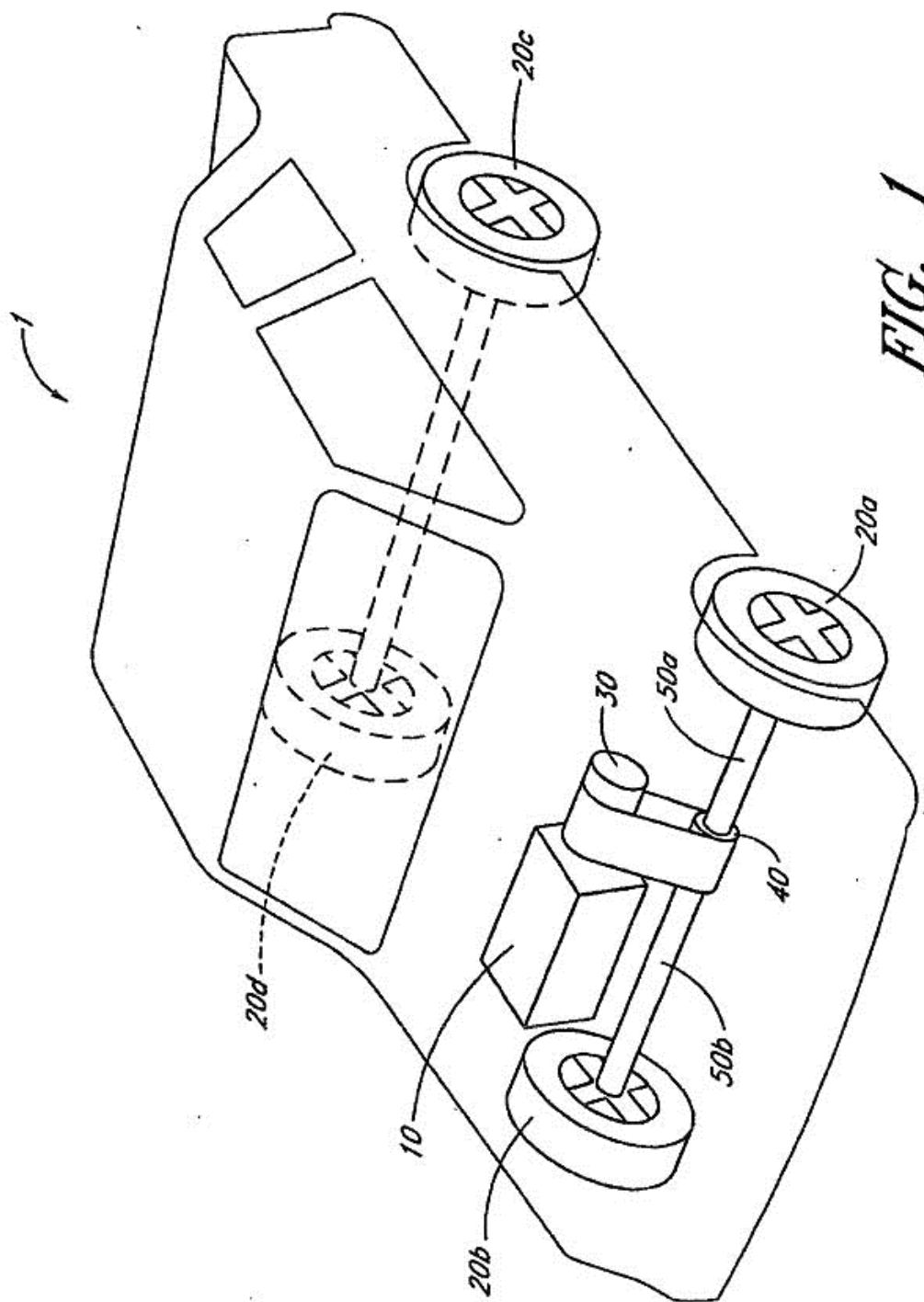
7. Método de funcionamiento de una unidad (700) de engranaje diferencial, comprendiendo el método:

disponer un vehículo que comprende la unidad (700) de engranaje diferencial según la reivindicación 1;

hacer girar la unidad (740) de precarga con respecto al segundo engranaje planetario (720b) mientras el primer engranaje planetario (720a) no gira con respecto a la unidad (740) de precarga; y

hacer girar la unidad (740) de precarga con respecto al primer engranaje planetario (720a) mientras el segundo engranaje planetario (720b) gira con respecto a la unidad (740) de precarga.

8. Unidad según la reivindicación 1, en la que el elemento (740) de precarga permite que la unidad (700) de engranaje diferencial mantenga una fuerza normal de base hacia arandelas de fricción.



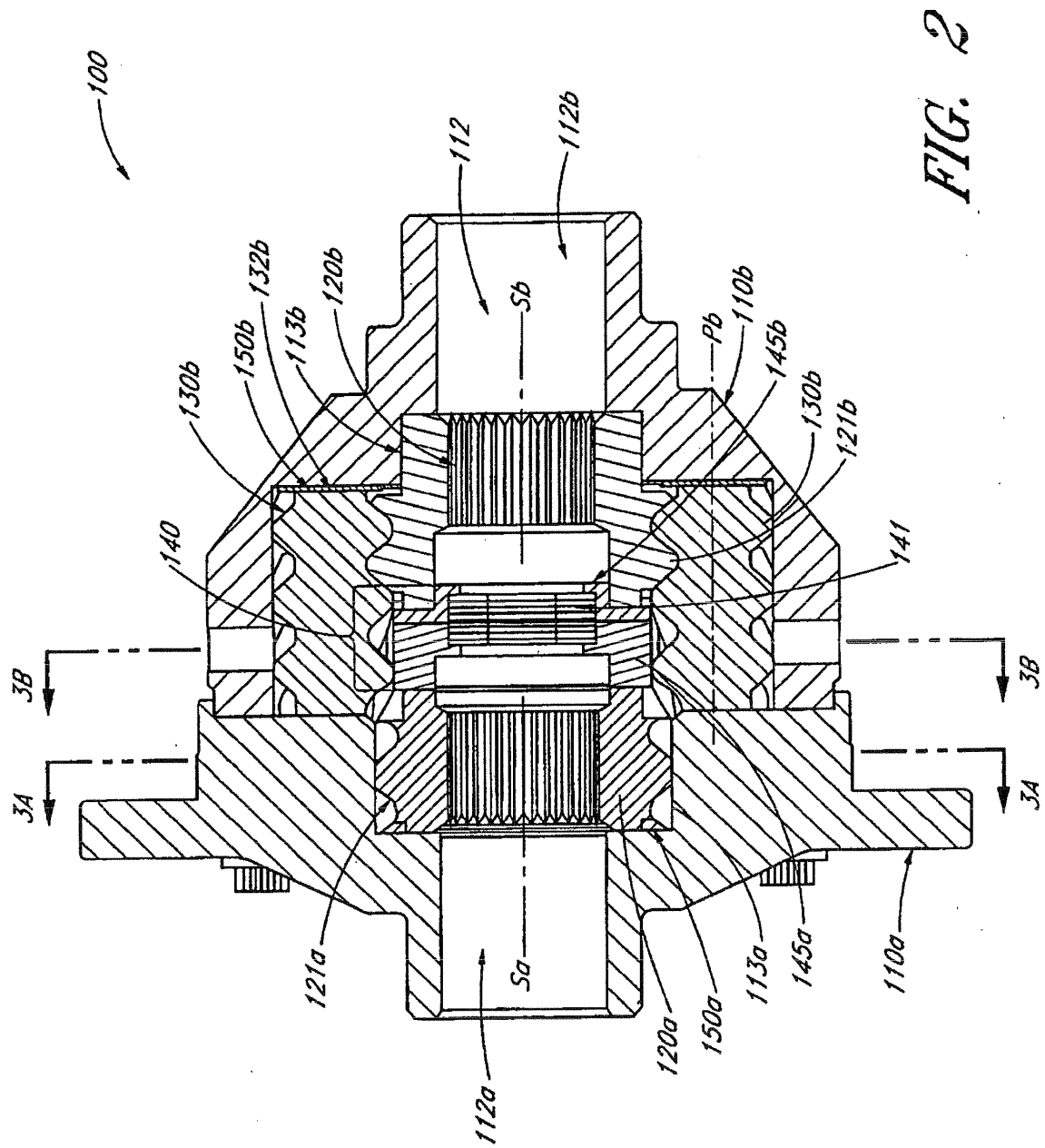


FIG. 2

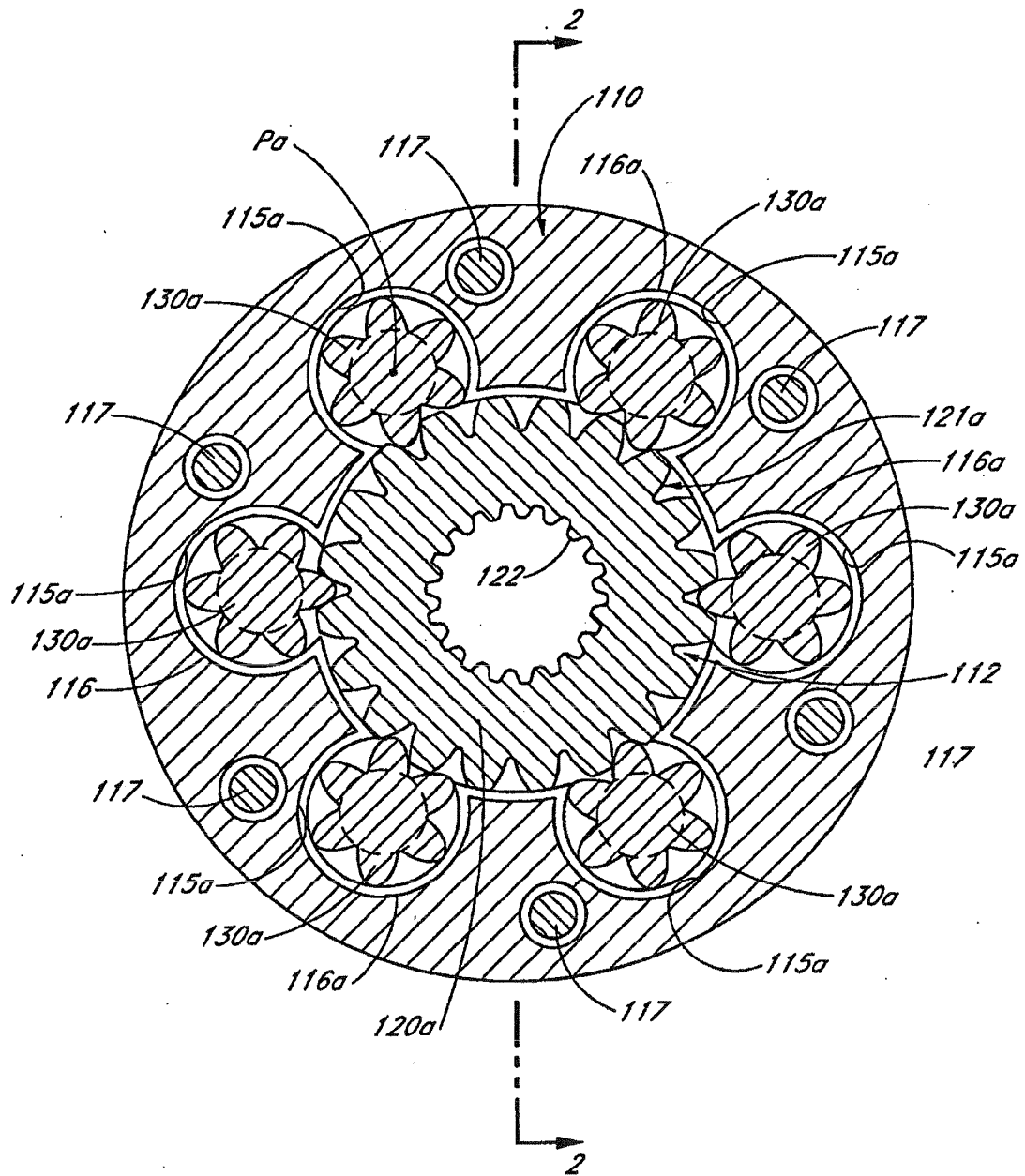


FIG. 3A

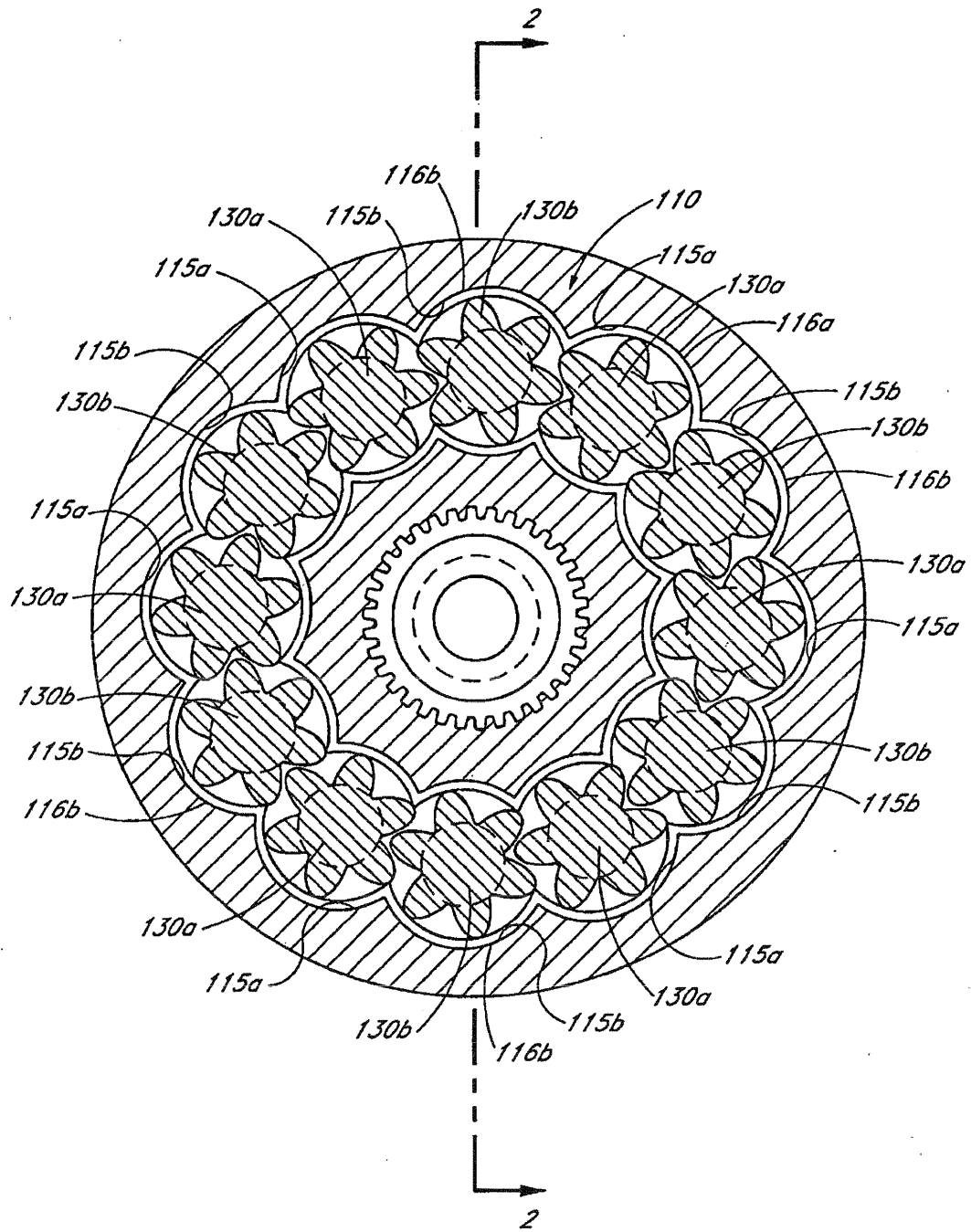


FIG. 3B

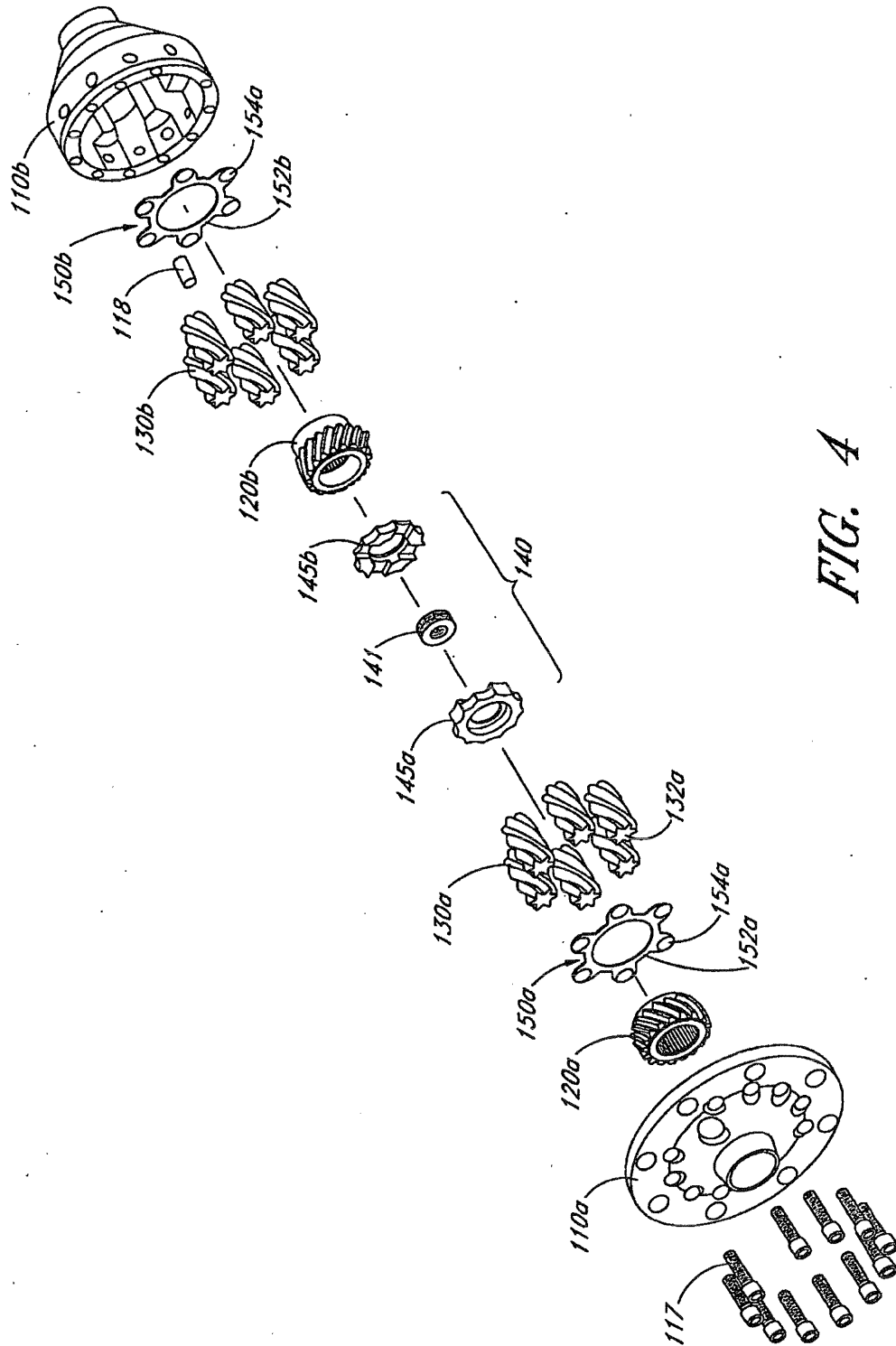


FIG. 4

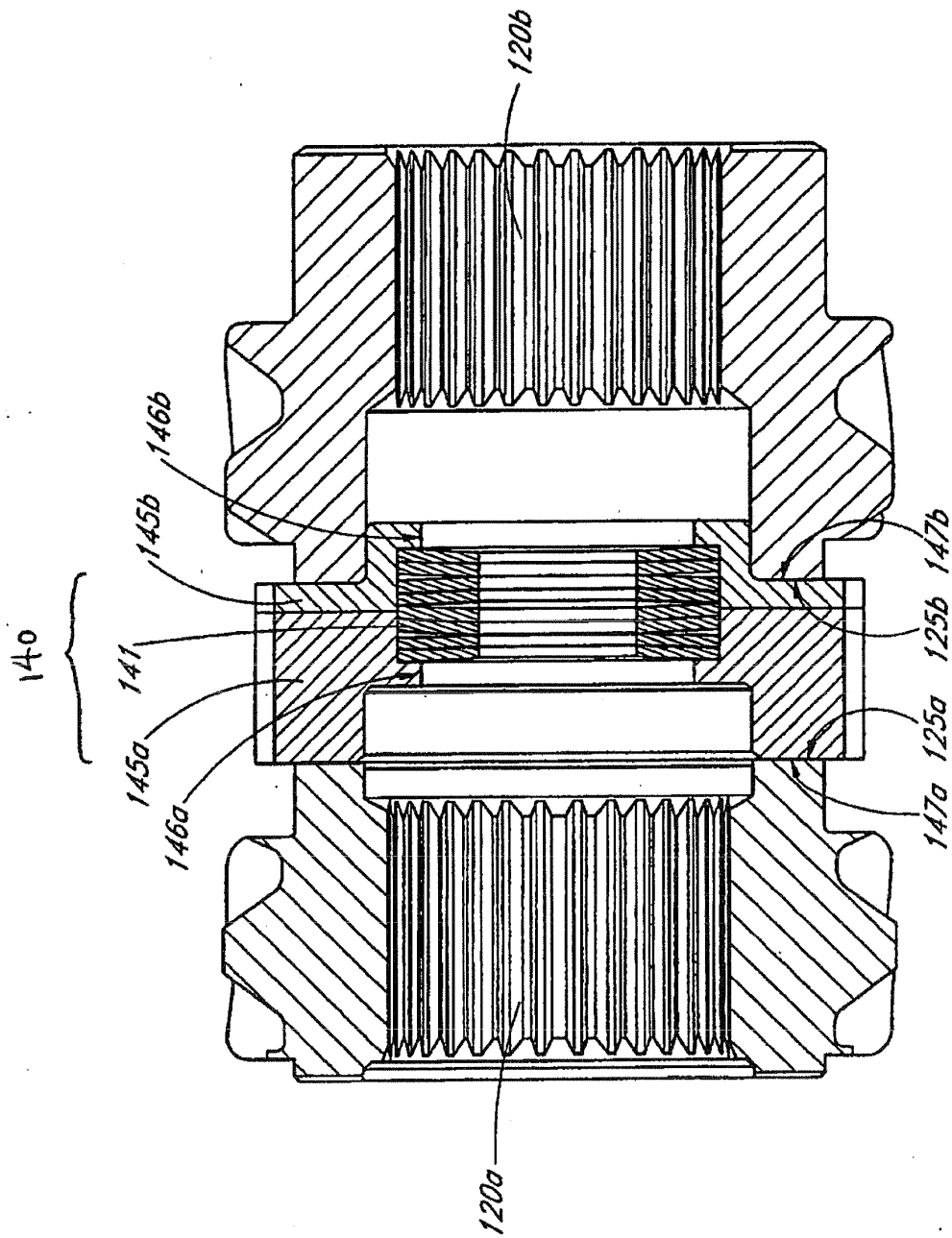


FIG. 5A

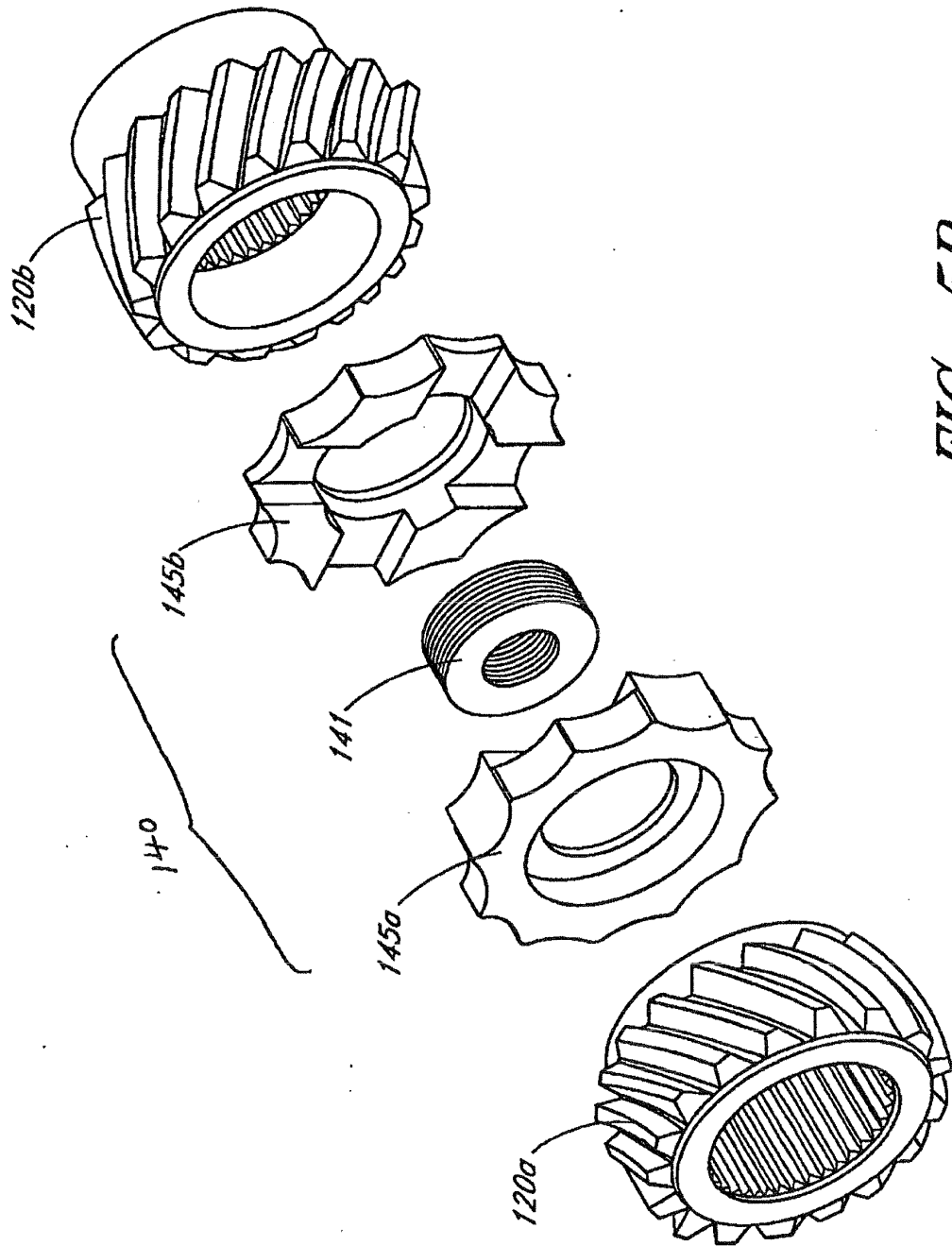


FIG. 5B

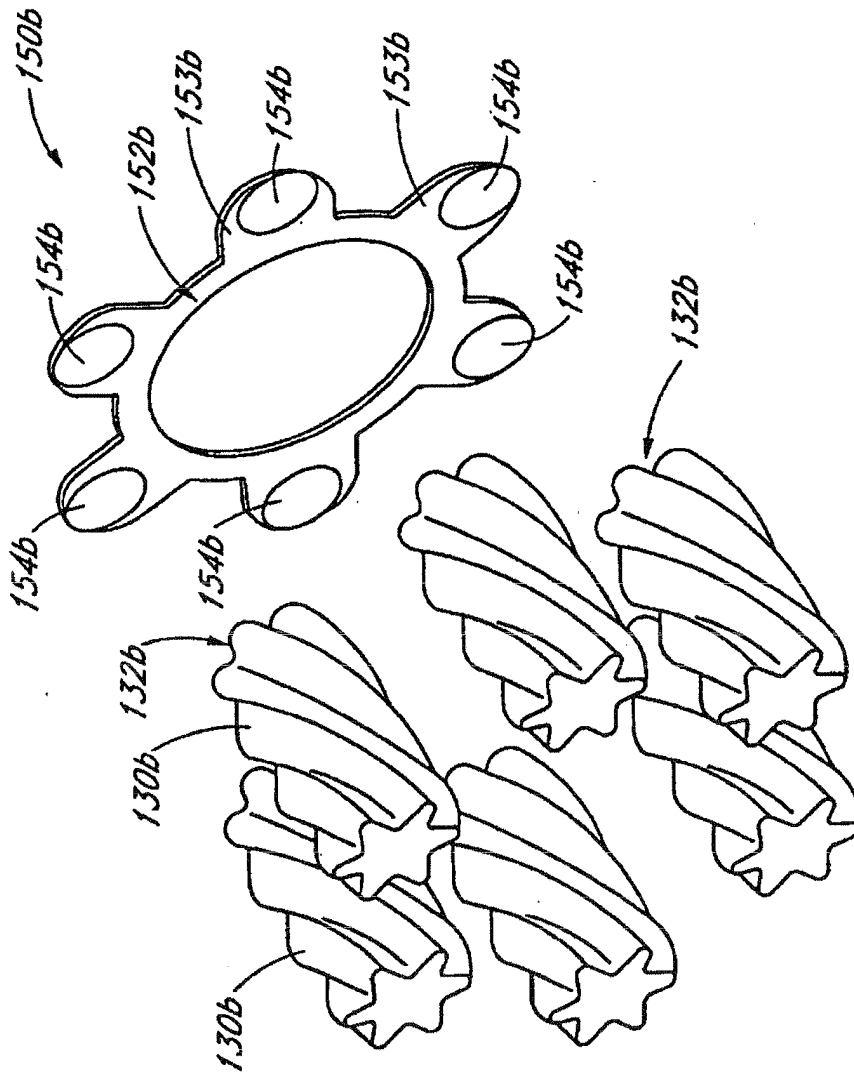


FIG. 6

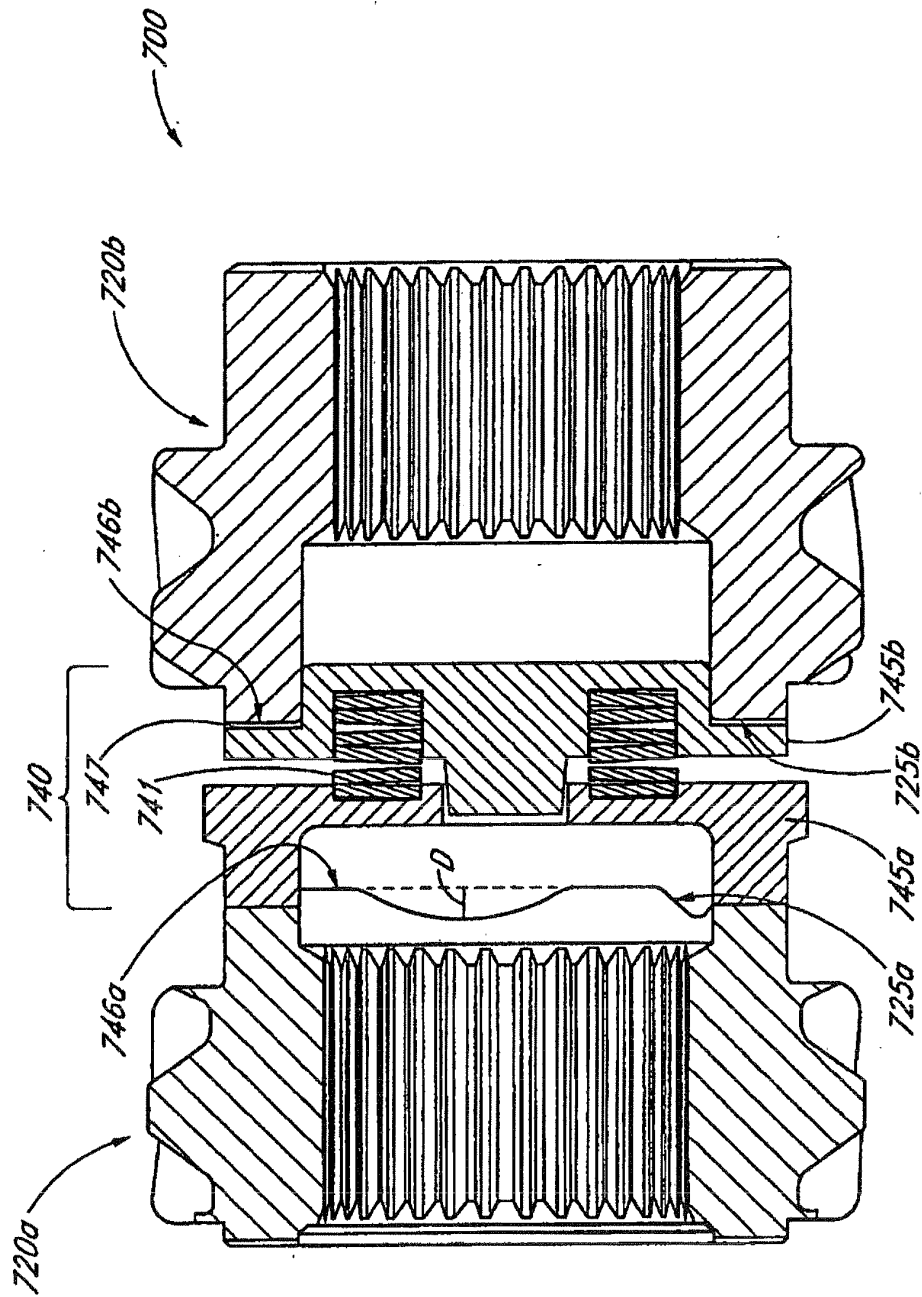


FIG. 7A

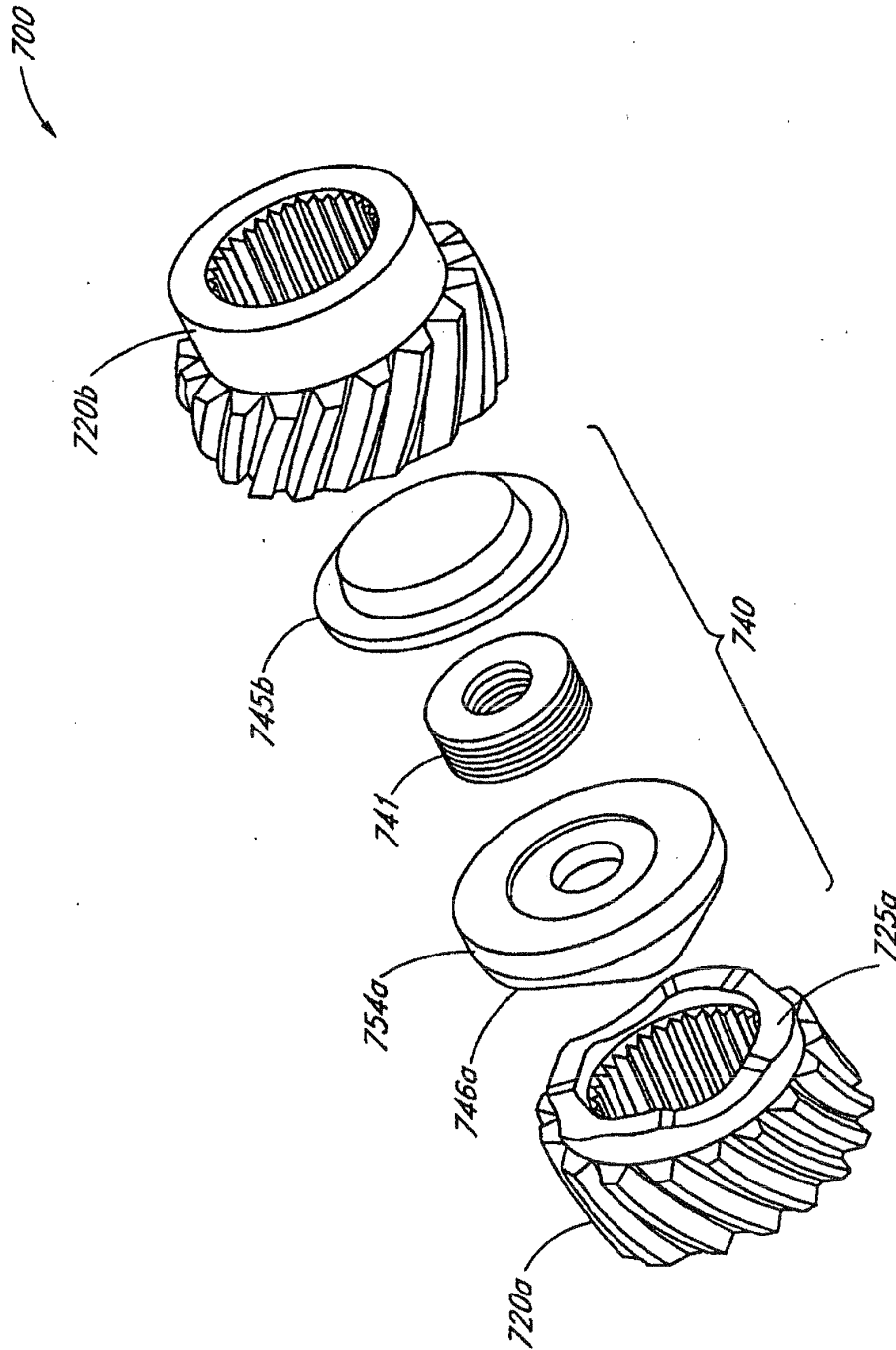


FIG. 7B