

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 080**

51 Int. Cl.:

B24B 19/22 (2006.01)

G02B 6/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.04.2012** **PCT/CN2012/074816**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.10.2013** **WO13159332**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2012** **E 12875632 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017** **EP 2841234**

54 Título: **Aparato y método para pulir un conector de fibra óptica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
01.08.2017

73 Titular/es:

**3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
(100.0%)
3M Center, Post Office Box 33427
Saint Paul, MN 55133-3427, US**

72 Inventor/es:

**WANG, JIANHUA;
HU, GUANPENG y
PEPIN, RONALD P.**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 628 080 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

Aparato y método para pulir un conector de fibra óptica

5 **Antecedentes de la invención**

Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a un aparato y a un método para pulir una fibra óptica, de forma específica, una fibra óptica rematada y pulida in situ.

Antecedentes

15 En el campo de las redes de telecomunicaciones ópticas, los conectores de fibra óptica constituyen una de las maneras principales para conectar dos o más fibras ópticas. Existen diversos tipos de conectores de fibra óptica que incluyen conectores de manguito adhesivos, en los que la punta de la fibra queda soportada en una posición sustancialmente fija con respecto a la punta del manguito fijando mediante adhesivo la fibra en el interior del orificio del manguito. Otro tipo de conectores incluye conectores sin manguito que se basan en torcer una longitud de fibra para crear una presión de contacto. Otro tipo de conectores incluye conectores de sujeción remota (de manguito), en los que la fibra se fija a cierta distancia del extremo terminal o punta de la fibra.

20 Al instalar un conector de sujeción remota in situ, una práctica habitual consiste en usar un pulido coplanario/alineado. En conectores de sujeción remota, del mismo modo que en otros tipos de conector, se consiguen pérdidas ópticas bajas y reflejos mínimos cuando se asegura que los extremos terminales de al menos dos fibras ópticas están en contacto físico. No obstante, cualquier diferencia en el coeficiente de expansión entre la fibra y la unidad de manguito puede provocar una falta de contacto en la punta de la fibra cuando la temperatura aumenta o disminuye. El espacio resultante puede provocar unos reflejos significativos. En las patentes US-5.408.558 y US-7.775.726 se describe un conector de sujeción remota convencional.

25 Otra práctica habitual consiste en que un técnico lleve a cabo un pulido in situ para crear un extremo terminal de fibra que sobresale más allá de la punta del manguito. Este método de pulir conectores de sujeción remota produce varios salientes que permiten obtener un contacto físico seguro, evitando al mismo tiempo un exceso de fuerza en las puntas de fibra. Este método, cuando se sigue de forma cuidadosa, permite obtener un contacto físico suficiente al menos de las dos caras extremas terminales de la fibra en temperaturas de interiores (0 °C a 60 °C). No obstante, el conector de sujeción remota rematado in situ y pulido de forma convencional puede no resultar adecuado para un uso exterior, que presenta unos requisitos de temperatura más estrictos (-40 °C a 80 °C). Los factores que producen una pérdida óptica inaceptable pueden ser provocados por la variabilidad intrínseca del proceso de pulido in situ, errores del operario, pulido excesivo (p. ej. usando demasiada fuerza o demasiadas pasadas y un abrasivo basto, obstruido o contaminado) o por la sustitución de un tipo diferente de abrasivo.

30 Las siguientes referencias describen dispositivos convencionales para pulir fibras ópticas: US-2011/0275283 A1; US-2011/0312249 A1; US-3.975.865; US-4.178.722; US-4.291.502; US-4.979.334; US-5.007.209; US-5.185.966; US-5.216.846; US-5.349.784; US-5.351.445; US-6.790.131; US-6.945.860; y US-7.491.114.

35 **Sumario**

Según un aspecto ilustrativo de la presente invención, se proporciona un aparato de pulido según la reivindicación 1 para pulir un conector de fibra óptica. El conector de fibra óptica incluye una carcasa de conector y un manguito. El aparato de pulido tiene una parte de base para soportar un medio de pulido; y un disco de pulido. El disco de pulido incluye un soporte de conector para recibir y sujetar el conector de fibra óptica fijado a un extremo terminal de una fibra óptica, y un engranaje de pulido configurado para acoplarse a un engranaje anular dispuesto en la parte de base de manera que una punta de fibra de una fibra óptica montada en el conector óptico trace un diseño de ruleta sobre el medio de pulido tras el acoplamiento giratorio del engranaje de pulido dentro del engranaje anular.

40 Según otro aspecto ilustrativo de la presente invención, el aparato de pulido incluye un soporte de conector para recibir y sujetar un conector de fibra óptica y una carcasa del aparato de pulido que tiene una parte de base que soporta un medio de pulido y que incluye un engranaje anular. El engranaje anular incluye una pluralidad de dientes interiores dispuestos a lo largo del borde interior circunferencial del engranaje anular. El aparato de pulido también incluye un disco de pulido que comprende el soporte de conector dispuesto dentro del engranaje de pulido. El engranaje de pulido tiene una pluralidad de dientes exteriores que sobresalen del borde circunferencial del engranaje de pulido. Los dientes exteriores del engranaje se acoplan con los dientes interiores del engranaje anular de la carcasa del aparato de pulido, de manera que el medio de pulido se sitúa próximo a una punta de fibra que se extiende desde la cara del extremo del manguito del conector de fibra óptica dispuesto en el soporte de conector.

45 Según otro aspecto ilustrativo más de la presente invención, un método de pulido de un conector óptico, según la reivindicación 13, comprende proporcionar una fibra óptica que tiene un extremo terminal desnudo. El extremo

terminal desnudo de la fibra óptica se corta a una longitud deseada para producir una punta de fibra. La fibra óptica pelada y cortada se introduce a través del conector de fibra óptica y del manguito de tal manera que la punta de la fibra sobresalga de la cara del extremo del manguito en una cantidad conocida. La fibra óptica se fija entonces en el conector de fibra óptico.

El conector de fibra óptica se sitúa en un aparato de pulido. El aparato de pulido incluye una carcasa de aparato de pulido que tiene una parte de base que soporta un medio de pulido y que incluye un engranaje anular. El engranaje anular incluye una pluralidad de dientes interiores dispuestos a lo largo del borde circunferencial interior del engranaje anular. El aparato de pulido también incluye un disco de pulido que comprende un soporte de conector dispuesto dentro del engranaje de pulido. El engranaje de pulido tiene una pluralidad de dientes exteriores que sobresalen del borde circunferencial del engranaje de pulido. Los dientes exteriores del engranaje se acoplan con los dientes interiores del engranaje anular de la carcasa del aparato de pulido, de manera que el medio de pulido se sitúa próximo a la punta de fibra que se extiende desde la cara del extremo del manguito del conector de fibra óptica dispuesto en el soporte de conector.

El disco de pulido se mueve en una trayectoria circular dentro del engranaje anular de manera que la punta de fibra que se extiende desde la cara de extremo del conector de fibra óptica trace una ruleta sobre el medio de pulido.

No se pretende que el anterior resumen de la presente invención describa cada realización mostrada o todas las implementaciones de la presente invención. Las figuras y la descripción detallada que se muestran a continuación ilustran de forma más específica estas realizaciones.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá con más detalle en relación con los dibujos adjuntos, en donde:

Las Figs. 1A-1C son tres vistas de un aparato de pulido ilustrativo según un aspecto de la presente invención.

La Fig. 2 es una vista isométrica de una parte de base de la carcasa del aparato de pulido de la Fig. 1A.

La Fig. 3 es una vista isométrica de una parte de cubierta opcional de la carcasa del aparato de pulido de la Fig. 1A.

Las Figs. 4A-4C son tres vistas de un disco de pulido utilizado con el aparato de pulido de la Fig. 1A.

Las Figs. 5A-5B son dos vistas que muestran un conector de fibra óptica instalado en el disco de pulido de la Fig. 4A.

Las Figs. 6A-6B son dos vistas que muestran el pulido de un conector de fibra óptica con el aparato de pulido de la Fig. 1A.

La Fig. 6C es una vista esquemática del diseño trazado por la punta de la fibra óptica mientras es pulida por el aparato de pulido ilustrativo.

La Fig. 7 es una vista isométrica de un conector de fibra óptica ilustrativo que puede pulirse con un aparato de pulido de la presente invención.

Las Figs. 8A-8B son dos vistas de un aparato de pulido ilustrativo según un aspecto de la presente invención.

La Fig. 9 es una vista isométrica de una parte de base y del disco de pulido de la carcasa del aparato de pulido de la Fig. 8A.

A pesar de que la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, en los dibujos, a modo de ejemplo, se han mostrado detalles específicos de la misma que se describirán con detalle. Sin embargo, debe entenderse que no se pretende limitar la invención a las realizaciones particulares descritas. Por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que se encuentren dentro del alcance de la invención según se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Descripción detallada

En la siguiente descripción detallada se hace referencia a los dibujos adjuntos, que forman una parte de la misma, y en los que se muestran a modo de ilustración realizaciones específicas en las que puede ponerse en práctica la invención. A este respecto, la terminología direccional, tal como “superior”, “inferior”, “frontal”, “posterior”, “delantero”, “anterior”, “trasero”, etc., se usa haciendo referencia a la orientación de la figura o figuras que se estén describiendo. Puesto que los componentes de las realizaciones de la presente invención se pueden colocar en una serie de orientaciones diferentes, la terminología direccional se utiliza a título ilustrativo y no es limitativa en modo alguno. Se entiende que se pueden utilizar otras realizaciones y que se pueden realizar cambios lógicos o estructurales sin apartarse del ámbito de la presente invención. Por lo tanto, la siguiente descripción detallada no debe tomarse en un sentido limitativo, y el ámbito de la presente invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

La presente invención se refiere a un aparato y a un método para pulir una fibra óptica rematada con un conector de fibra óptica. Tal como se describe en la presente memoria, un método sencillo para pulir un conector de fibra óptica permite obtener resultados uniformes y repetitivos con una herramienta de pulido de bajo coste. Además, el método sencillo de pulido descrito en la presente memoria permite reducir sustancialmente la sensibilidad con respecto al operario, a diferencia de los métodos de pulido in situ convencionales, y permite reducir los costes de instalación del conector. En un aspecto preferido, el aparato de pulido puede ser un dispositivo mecánico ligero, portátil y de accionamiento manual in situ.

El aparato 100 de pulido puede utilizarse para pulir una variedad de tipos de conectores de fibra óptica, por ejemplo, un conector de fibra óptica de tipo con sujeción remota, como un conector Crimplok™+ comercializado por 3M Company (St. Paul, MN, EE. UU.). La Fig. 7 muestra otro tipo de conector 10 de fibra óptica de sujeción remota, descrito detalladamente en una solicitud de patente PCT que tiene el número de referencia asignado por el representante 67944WO002, titulada "Conector de fibra óptica".

El conector 10 de fibra óptica incluye un manguito 14 dispuesto de forma fija en una abertura en uno de los extremos del cuerpo de collar (no mostrado). El cuerpo de collar se retiene dentro de una carcasa exterior 12 del conector 10 de fibra óptica. El cuerpo de collar está configurado para recibir un dispositivo de sujeción mecánica para sujetar un cable 50 de fibra óptica dentro del conector. Un elemento principal 16 retiene el cuerpo de collar dentro de la carcasa exterior 12 e incluye una parte de sujeción de camisa de fibra (no mostrada) para sujetarlo en una camisa 54 del cable 50 de fibra óptica. Se puede unir una capucha 18 a una parte del elemento principal, en donde la capucha acciona la parte de sujeción a la camisa de fibra del elemento principal para sujetar el elemento principal a la camisa 54 de cable del cable 50 de fibra óptica. El aparato 100 de pulido ilustrativo está configurado para acercar la cara 14a de extremo del manguito 14 del conector y la punta 52 de fibra óptica sobresaliente al medio de pulido dispuesto en el aparato de pulido. El conector de fibra óptica también puede incluir un tapón de extremo (no mostrado) dispuesto sobre el manguito del conector para evitar la contaminación ambiental del manguito del conector antes de montar el conector de fibra óptica sobre el cable de fibra óptica. En un aspecto ilustrativo, el tapón de extremo puede incluir un rebaje para permitir que solo una longitud predeterminada de la fibra óptica (p. ej. la punta 52 de fibra) sobresalga de la cara 14a de extremo del manguito 14 del conector.

El cable 50 de fibra óptica puede ser un cable convencional, tal como una fibra con recubrimiento protector de 250 µm o 900 µm, una fibra con revestimiento reforzado de Kevlar®, un cable de bajada con revestimiento u otras fibras con revestimiento y refuerzo. La fibra óptica del cable de fibra óptica puede ser monomodal o multimodal. Las fibras multimodales pueden tener, por ejemplo, un tamaño de núcleo de 50 µm, un tamaño de núcleo de 62,5 µm o un tamaño de núcleo estándar diferente. En otro aspecto alternativo, el cable de fibra óptica puede comprender una fibra óptica de plástico convencional. En otro aspecto más, el cable 50 de fibra óptica puede ser un cable de bajada FRP, un cable de bajada con revestimiento de 1,6 a 3,0 mm, u otros cables de bajada de fibra óptica.

El aparato de pulido es útil en aplicaciones en las que la etapa de acabado del extremo óptico final se completa después de que la fibra óptica se haya fijado dentro de un conector de fibra óptica. Otros tipos de conectores de fibra óptica ilustrativos que pueden pulirse utilizando el conector ilustrativo de la presente descripción incluyen conectores de tipo de fusión en caliente, como el conector SC con adhesivo de fusión en caliente de 3M™ 8300 Hot Melt SC o un conector por epoxi como el conector FC/APC 8206 (Epoxy) de 3M™, ambos comercializados por 3M Company (St. Paul, MN, EE. UU.). En un aspecto ilustrativo, el conector 10 de fibra óptica puede tener un formato SC como se muestra en la Fig. 7. En otros aspectos, el aparato de pulido puede estar configurado para recibir un conector que tenga otro formato de conector estándar, como un formato LC, un formato FC, un formato ST, etc., simplemente cambiando el soporte 171 de conector en el disco 170 de pulido (Fig. 4A). En otra alternativa, el soporte 171 de conector puede configurarse para recibir un conector óptico multifibra, como un conector de fibra MT o un conector de fibra óptica MPO.

Las Figs. 1A y 1B muestran una vista ensamblada abierta y una vista despiezada de una realización ilustrativa del aparato 100 de pulido. El aparato 100 de pulido incluye una carcasa 110 de aparato de pulido que tiene una parte 111 de base y una parte 121 de cubierta opcional. La parte de cubierta puede tener un anillo 122 de unión para fijar la parte de cubierta a la parte 111 de base y a la tapa 125. La tapa puede estar abierta, como se muestra en la Fig. 1A, para proporcionar el acceso al interior de la carcasa del aparato de pulido cuando la parte de cubierta está situada sobre la parte de base. De forma alternativa, la tapa 125 puede estar cerrada cuando el aparato de pulido no se esté utilizando. En otro aspecto alternativo, una sola parte de cubierta de encaje a presión puede ajustarse a la parte de base cuando el aparato de pulido no se esté usando.

La parte 111 de base soporta una pieza del medio 140 de pulido sobre una plataforma 112 de pulido. La Fig. 2 muestra una parte 111 de base sin que la parte de cubierta esté unida. La plataforma 112 de pulido incluye un engranaje anular 115 que se extiende desde la superficie y es adyacente al borde exterior de la plataforma de pulido. El engranaje anular 115 tiene una pluralidad de dientes interiores 115a situados a lo largo del borde circunferencial interior del engranaje anular y una pestaña 117 configurada para encajar con el anillo 122 de unión de la parte 121 de cubierta de la carcasa 110 del aparato de pulido. El anillo de unión puede tener un perfil 123 en sección transversal con forma generalmente de C (Figs. 1A, 1C y 3). El borde exterior del perfil 123a con forma de C descansa sobre y/o se acopla con la pestaña 117 de la parte 111 de base, mientras que la parte interior del perfil 123 con forma de C del anillo de unión se extiende sobre los dientes interiores 115a del engranaje anular 115, más allá de la circunferencia interior del engranaje anular para asegurar que el disco 160 de pulido esté correctamente colocado cuando el aparato de pulido se esté utilizando.

para terminar un conector de fibra óptica antes de poner en funcionamiento el conector. En un aspecto ilustrativo mostrado en la Fig. 1A, la parte interior del perfil 123b con forma de C puede ser ligeramente más larga que la parte exterior del perfil 123a con forma de C mostrado en la Fig. 1C.

La pestaña 117 puede incluir uno o más orificios 118 de guiado que se configuran para acoplar clavijas 122a de alineación sobre el anillo 122 de unión de la parte 121 de cubierta (Fig. 3) para ayudar a colocar la parte de cubierta sobre la parte 111 de base. De forma adicional, la pestaña 117 puede incluir una pluralidad de elementos 119 de retención de la cubierta separados alrededor de la circunferencia de la pestaña que se configuran para coincidir con una pluralidad de ganchos 122b de retención formados sobre el anillo 122 de unión de la parte 121 de cubierta para fijar la parte de cubierta a la parte 111 de base.

La parte 111 de base también puede incluir una depresión, como un canal anular 113, dentro de la plataforma 112 de pulido para ayudar a la sujeción del medio 140 de pulido (Fig. 1A) en el caso de una pieza de medio de pulido con forma anular. En una realización alternativa, la depresión puede ser circular si se utiliza una pieza de medio de pulido circular, o rectangular si se utiliza una pieza de medio de pulido rectangular. La plataforma 112 de pulido también puede incluir una cavidad 114 para ayudar a situar y retirar el medio de pulido de la plataforma de pulido. En un aspecto ilustrativo, la profundidad de la depresión es mayor que la profundidad de la cavidad.

El medio 140 de pulido puede comprender un medio o material de pulido convencional. Dependiendo del tipo de pulido, el medio 140 de pulido incluye un material abrasivo con un tamaño de grano más grande (p. ej., un tamaño de grano de 5-10 μm) o un medio de pulido con un material con un tamaño de grano relativamente más fino (p. ej., un tamaño de grano de 0,02-0,05 μm). Por ejemplo, en un aspecto, puede utilizarse una pieza con forma anular con una película de pulido 869XW de 3M que tiene un grano de óxido de silicio de 0,01 μm nominal (comercializado por 3M Company, St. Paul, MN, EE. UU) colocándola en el canal anular 113 en la parte 111 de base del aparato de pulido. Es posible usar el medio 140 de pulido en combinación con un pulido en seco o un pulido en húmedo (p. ej. agua o alcohol). Después de finalizar una operación de pulido, el medio 140 de pulido puede retirarse del aparato de pulido y puede ser sustituido por una nueva pieza de medio de pulido para la siguiente operación de pulido.

En un aspecto preferido, el medio 140 de pulido puede estar soportado por una o más almohadillas amoldables 150. En el aspecto ilustrativo mostrado en las Figs. 1B y 1C, se utiliza una única almohadilla amoldable 150 anular. La Fig. 1C es una vista en sección parcial del aparato 100 de pulido mostrando una almohadilla amoldable 150 situada dentro del canal anular 113 en la parte 111 de base. La almohadilla amoldable 150 puede tener un grosor de aproximadamente 3 mm y una resistencia de aproximadamente 60 Shore A a aproximadamente 80 Shore A, preferiblemente de unos 75 Shore A. Sin embargo, el grosor de la almohadilla amoldable puede variar en función de la profundidad del canal anular, de la parte sobresaliente deseada de la fibra final, así como de otros criterios de diseño del sistema. En un aspecto ilustrativo, la almohadilla amoldable puede hacerse de caucho, por ejemplo, un material de caucho de silicona. En otro aspecto alternativo, pueden utilizarse dos almohadillas amoldables (no se muestra). En este caso, las propiedades físicas de cada almohadilla pueden alterarse para proporcionar la superficie de pulido deseado. Por ejemplo, una de las almohadillas amoldables puede ser una almohadilla relativamente resistente y fina (con un grosor del aproximadamente 0,8 mm y una resistencia de Shore A de aproximadamente 60 a aproximadamente 80). La otra almohadilla amoldable puede ser una almohadilla relativamente blanda y gruesa (con un grosor de aproximadamente 3 mm y una resistencia de Shore 00 de aproximadamente 30 a aproximadamente 50). En un aspecto ilustrativo, la almohadilla amoldable 150 puede tener un revestimiento adhesivo sobre una de sus superficies principales para permitir que la almohadilla amoldable se fije adhesivamente dentro del canal anular 113. El medio 140 de pulido puede sujetarse temporalmente a la superficie de la almohadilla amoldable 150 aplicando una pequeña cantidad de agua a la superficie de la almohadilla amoldable y colocando el medio de pulido en la parte superior. De forma alternativa, puede utilizarse un medio de pulido con soporte de adhesivo.

La profundidad del canal anular 113 es mayor o igual al grosor combinado de la(s) almohadilla(s) amoldable(s) 150 y el medio 140 de pulido (es decir, la superficie de la plataforma 112 de pulido está incluso nivelada o ligeramente más alta que la superficie del medio de pulido). Esta configuración permite que el cuerpo del disco 160 de pulido (es decir, el engranaje 161 de pulido y el soporte 171 de conector) se deslice sobre la superficie 112a de la plataforma 112 de pulido. Configurar el aparato de pulido de esta forma ayuda a eliminar parte de la sensibilidad con respecto al operario encontrada en los procesos de pulido in situ convencionales donde todo el disco de pulido se desliza sobre la superficie del medio de pulido que, a su vez, está situada sobre una almohadilla amoldable. En estos procesos de pulido convencionales, el operario puede pulir el conector en exceso presionando el disco de pulido demasiado fuerte contra la superficie del medio de pulido o incluso generar un ángulo de pulido si aplica demasiada presión sobre una cara del disco de pulido.

La configuración anular del medio 140 de pulido y la almohadilla amoldable 150 situada concéntricamente con la plataforma 112 de pulido permite un mayor control de la fuerza sobre la punta 52 de la fibra óptica fijada en un conector 10 de fibra óptica. En un aspecto ilustrativo, la fuerza de contacto adecuada en la punta de fibra pulida puede controlarse de manera que sea de aproximadamente 98 cN a aproximadamente 147 cN (de aproximadamente 100 gramos fuerza a aproximadamente 150 gramos fuerza), preferiblemente aproximadamente 127 cN (aproximadamente 130 gramos fuerza), dependiendo de la longitud de la parte sobresaliente de la fibra y del

medio abrasivo. La fuerza de contacto, la adaptabilidad de la superficie de pulido y la forma de la punta del manguito cooperan de forma combinada para ayudar a obtener una forma deseada en la superficie de fibra pulida.

La parte 121 de cubierta del aparato 100 de pulido puede incluir también un pasador 126 convencional que puede usarse para fijar la tapa 125 en la posición cerrada acoplándolo con un elemento 116 de retención sobre la parte de base de la carcasa del aparato de pulido.

Es posible utilizar una bisagra 120 convencional para permitir abrir y cerrar la tapa 125 repetidamente en múltiples operaciones. Como se muestra en las Figs. 1A y 3, la tapa 125 puede unirse giratoriamente al anillo 122 de unión mediante una bisagra 120 que comprende unos pasadores de bisagra dispuestos en uno de entre la tapa 125 y el anillo 122 de unión y unos receptores de los pasadores de bisagra situados en el otro de entre el anillo de unión y la base. En la realización mostrada en la Fig. 1B, los pasadores 120a de bisagra se disponen en los receptáculos de la tapa 125 y los receptáculos 120b de los pasadores de bisagra se sitúan en el anillo 122 de unión. Obviamente, se contempla cualquier tipo de estructura de bisagra que pueda unir de forma giratoria la tapa 125 al anillo 122 de unión considerándose incluido en el ámbito de la presente invención, incluidas, aunque no exclusivamente, una estructura de bisagra plana, una estructura de bisagra por fricción, etc. En un aspecto alternativo se puede usar una tapa de cierre a presión.

El anillo 122 de unión puede incluir, además, una separación o sección interrumpida 124 para facilitar la colocación del disco 160 de pulido en el aparato de pulido. La separación permite que el engranaje 161 de pulido del disco 160 de pulido se engrane en los dientes interiores 115a de la parte 111 de base al tiempo que se introduce debajo de la parte del perfil 123b con forma de C del anillo 122 de unión, como se muestra en la Fig. 1A.

La carcasa 110 del aparato de pulido que incluye la parte 111 de base y la parte de cubierta puede construirse de un material rígido, tal como un metal o plástico de moldeo. Los plásticos de moldeo pueden incluir resinas poliméricas cargadas con vidrio o mineral, resinas industriales o resinas termoplásticas rígidas. Los plásticos de moldeo ilustrativos pueden incluir policarbonato, polioximetileno como Delrin® 100 NC010 comercializado por DuPont (Wilmington, DE, EE. UU.), poli(acrilonitrilo/butadieno estireno) y mezclas o copolímeros de los mismos. Una mezcla ilustrativa de ABS y PC es la que comercializa Ngai Hing Engineering Plastic Materials, Ltd. (D0530, China). Aunque la parte 111 de base y la parte 121 de cubierta se muestran como componentes separados, en un aspecto alternativo, el anillo de unión de la parte de cubierta puede formarse de una pieza con la parte de base. En un aspecto preferido, el aparato 100 de pulido pesa poco (p. ej., menos de 453,6 g [1 lbs.], más preferiblemente menos de 226,8 g [0.5 lbs.]).

El aparato de pulido puede incluir, además, un disco 160 de pulido que comprenda un engranaje 161 de pulido y un soporte 171 de conector. El engranaje de pulido tiene una pluralidad de dientes exteriores 162 que sobresalen del borde circunferencial del engranaje 161 de pulido, como se muestra en la Fig. 4B. Los dientes exteriores pueden configurarse de manera que se engranen en los dientes interiores 115a del engranaje anular 115 en la parte 111 de base de la carcasa 110 del aparato de pulido, como se muestra en las Figs. 1A y 6A-6B. El engranaje 161 de pulido tiene una abertura central 163 que lo atraviesa para permitir la introducción del soporte 171 de conector en el engranaje de pulido. En un aspecto ilustrativo, la abertura central puede disponerse descentrada con respecto al punto central del engranaje de pulido, de manera que el soporte de conector pueda colocarse de forma asimétrica dentro del engranaje de pulido. Por ejemplo, el eje central 190 del soporte 171 de conector puede estar desplazado del punto central 192 del engranaje 161 de pulido en aproximadamente 1 mm hasta aproximadamente 10 mm, preferiblemente en aproximadamente 2 mm hasta aproximadamente 5 mm.

El engranaje 161 de pulido puede incluir, además, una arista central 164 que se extienda circunferencialmente alrededor de la abertura central 163 aproximadamente a medio camino entre la parte superior y la parte inferior del engranaje 161 de pulido. La arista central 164 se engrana con el soporte 171 de conector para permitir que el engranaje de pulido rote alrededor del soporte de conector cuando el engranaje de pulido se mueve alrededor del interior del engranaje anular 115 de la parte 111 de base del aparato 100 de pulido.

El soporte de conector incluye una estructura 172 de sujeción del conector dispuesta en el centro del soporte 171 de conector para recibir un conector de fibra óptica convencional en el conector, un reborde circunferencial 174 dispuesto alrededor del soporte de conector y una pluralidad de salientes 175 en forma de gancho que se extienden desde el reborde, de manera que la arista central 164 del engranaje 161 de pulido se dispondrá entre el reborde y los salientes en forma de gancho en el soporte de conector de forma que el soporte de conector pueda girar libremente dentro del engranaje de pulido.

El soporte 171 de conector está configurado para recibir un conector de fibra óptica convencional en la estructura 172 de sujeción del conector. Por ejemplo, un conector convencional puede incluir un conector 10 de fibra óptica de sujeción remota (ver, p. ej. la Fig. 6). Este tipo de conector 10 de fibra óptica se describe detalladamente en una solicitud de patente PCT que tiene el número de referencia asignado por el representante 67944WO002, titulada "Conector de fibra óptica".

Este conector 10 ilustrativo incluye una carcasa exterior 12 y un manguito 14 de conector.

Cuando el conector 10 de fibra óptica se monta en el soporte 171 de conector, el soporte se configura para acercar la cara 14a del extremo del manguito 14 del conector (ver, p. ej., las Figs. 5B y 7) y la punta 52 de fibra

sobresaliente del cable 50 de fibra óptica al medio 140 de pulido dispuesto en la plataforma 112 de pulido de la parte 111 de base del aparato 110 de pulido. El soporte 171 de conector también fija el conector 10 de fibra óptica en su posición para reducir movimientos potenciales provocados por fuerzas no previstas aplicadas en los componentes del cable de fibra o del conector durante el pulido.

El soporte 171 de conector está configurado para sujetar de forma liberable y fijar el conector 10 de fibra óptica y para proporcionar una unión ajustada a efectos de sujetar el conector, p. ej., mediante un cierre de presión. La estructura 172 de sujeción del soporte de conector, mostrada en la Fig. 4C, puede incluir una o más estructuras 176 de retención configuradas para acoplarse a la carcasa exterior 12 y una estructura 177 de recubrimiento para sujetar y estabilizar el manguito 14 de conector del conector 10 de fibra óptica. Preferiblemente, el conector 10 puede estar sujetado por el soporte 171 de conector en un ángulo predeterminado. Por ejemplo, el soporte 171 de conector puede sujetar el conector 10 de fibra óptica para un pulido plano (0°), en donde el medio de pulido es perpendicular con respecto a la dirección axial de la fibra, o, de forma alternativa, un pulido en ángulo, que forma un ángulo pequeño (de aproximadamente 2° a aproximadamente 12°) con respecto a la perpendicular, para obtener un conector con un pulido en ángulo.

Las Figs. 5A y 5B muestran dos vistas de un conector de fibra óptica dispuesto en un disco 160 de pulido. Concretamente, la Fig. 5B muestra la cara inferior del disco 160 de pulido ilustrando la posición de la cara 14a del extremo del manguito con la punta 52 de la fibra óptica extendiéndose desde la cara del extremo del manguito. Cuando el disco 160 de pulido se coloca en el aparato de pulido, la punta 52 de la fibra se coloca contra el medio 140 de pulido de manera que la punta experimente una fuerza de contacto de aproximadamente 98 cN a aproximadamente 147 cN (de aproximadamente 100 gramos fuerza a aproximadamente 150 gramos fuerza) contra el medio de pulido, con preferencia de aproximadamente 127 cN (aproximadamente 130 gramos).

El disco 160 de pulido puede guardarse en la parte de la cubierta del aparato de pulido cuando no se use. La Fig. 3 muestra el disco 160 de pulido colocado para guardarlo en la superficie interior de la tapa 125 de la parte 121 de cubierta del aparato de pulido. La tapa 125 puede incluir un par de brazos 128 que sobresalen de la superficie interior de la tapa. Los brazos se configuran para sujetar el disco 160 de pulido en posición guardada mediante el acoplamiento con una o más aberturas 178 (lo cual se puede ver mejor en las Figs. 5B y 6B) dentro del soporte 171 de conector del disco de pulido.

Las Figs. 6A y 6B muestran la parte 111 de base del aparato de pulido sin una parte de cubierta unida. Si preocupa que el disco de pulido se levante durante el proceso de pulido, se puede unir una parte 121 de cubierta adicional (Figs. 1A y 3) a la parte de base como se ha descrito anteriormente. La parte interior 123b del perfil 123 con forma de C del anillo 122 de unión forma un labio que se extiende sobre los dientes interiores del engranaje anular para asegurar la colocación correcta del disco 160 de pulido cuando se esté usando el aparato de pulido para terminar un conector de fibra óptica antes de ponerlo en funcionamiento. El labio se extiende más allá del borde circunferencial interior del engranaje anular para guiar y retener el engranaje de pulido mientras se pule la punta de la fibra óptica.

Además, las Figs. 6A-6B muestran la manera en la que se puede pulir un conector de fibra óptica usando el aparato 100 de pulido de la presente descripción. Un método ilustrativo de la presente invención da a conocer un proceso repetitivo que permite obtener resultados de pulido in situ repetitivos. De forma específica, es posible utilizar el siguiente método para obtener uno o más conectores de fibra óptica pulidos in situ de manera sencilla. En un aspecto ilustrativo, el proceso general incluye desnudar y cortar el cable de fibra óptica, disponer el saliente de fibra (distancia entre la punta de la fibra y la cara extrema del manguito) y pulir la punta de la fibra. Después del pulido, es posible limpiar la punta de la fibra.

De forma más detallada, es posible enroscar un recubrimiento contra deformaciones (ver Fig. 7, recubrimiento 18) en el cable 50 de fibra óptica. Es posible preparar el cable de fibra óptica retirando una parte terminal (p. ej., ~ 60 mm) del revestimiento 54 de cable. La fibra puede desnudarse a continuación con respecto a su recubrimiento de protección usando un pelador de cable de fibra convencional, de modo que el recubrimiento de protección se extienda aproximadamente 28 mm más allá del revestimiento de cable. La parte de punta de vidrio expuesta puede limpiarse usando una toallita de alcohol (u otro limpiador convencional).

La fibra puede colocarse en una cortadora de campo, como la cortadora descrita en la patente PCT publicada con el número WO 2009/051918, que describe una operación de corte de campo usando, por ej., un cable adiamantado revestido. Obviamente se pueden usar otras cortadoras que permitan obtener una punta de fibra que tenga un ángulo de corte de entre 0° y aproximadamente $3,5^\circ$ con respecto a la perpendicular.

La fibra cortada se guía a continuación a través y por el interior de un conector 10 de fibra óptica hasta que la punta 52 de la fibra óptica salga por la cara 14a del extremo del manguito 14 y se apoye en una entalladura o cavidad formada en el tapón final del conector. Este proceso define la distancia adecuada de protuberancia a la que la parte superior de la fibra óptica se extiende desde la cara del extremo del manguito en el punto en el que una ligera curvatura en la fibra asegure que la punta de la fibra ha contactado el fondo de la cavidad en el tapón final. Un saliente suficiente puede ser de aproximadamente $15\text{ }\mu\text{m}$ a aproximadamente $35\text{ }\mu\text{m}$, con un saliente preferible de aproximadamente $25\text{ }\mu\text{m}$. Con el conector 10 de fibra óptica de sujeción remota, el elemento de sujeción es accionado usando el tapón 15 de accionamiento para fijar la posición de la fibra dentro del conector. Después, se puede atornillar la capucha 18 sobre una

parte del elemento principal provocando el accionamiento de la parte de sujeción del recubrimiento de la fibra del elemento principal de modo que sujete el conector 10 de fibra óptica al revestimiento 54 de cable del cable 50 de la fibra óptica.

Por lo tanto, el conector 10 de fibra óptica queda listo para el pulido y puede introducirse en el soporte 171 de conector del disco 160 de pulido. Los medios 140 de pulido (p. ej., un anillo troquelado de película abrasiva 863XW de 3M Company, una película abrasiva 869XW de 3M Company, u otras películas abrasivas) pueden colocarse sobre la superficie expuesta de la almohadilla amoldable dentro del canal anular 113 y humedecerse con agua destilada u otro fluido de pulido convencional. En otro aspecto, se puede usar un proceso de pulido en seco.

El disco 160 de pulido se coloca en el aparato de pulido de tal manera que una parte de los dientes exteriores 162 en el engranaje 161 de pulido del disco de pulido se engranen a una parte de los dientes interiores 115a del engranaje anular 115 que forma parte de la parte 111 de base. El engranaje de pulido se mueve en un sentido de pulido alrededor de la circunferencia interior del engranaje anular, por ejemplo, en el sentido que indica la flecha 199 que se muestra en la Fig. 6B. Como el soporte de conector se monta giratoriamente en el engranaje de pulido, el soporte de conector girará en un sentido opuesto al sentido de pulido, como indica la flecha 198, lo que permite que la mano del operario mantenga una orientación constante con respecto al soporte de conector. Si el soporte de conector no pudiera girar libremente dentro del engranaje de pulido, el cambio constante de la mano del operario con respecto al disco de pulido podría generar resultados poco fiables tras el pulido.

La duración del proceso de pulido viene determinada por el número de revoluciones que el disco de pulido realiza alrededor de la circunferencia interior del aparato 100 de pulido. Por ejemplo, 6 revoluciones pueden equivaler, aproximadamente, a un desplazamiento de un metro de la punta de la fibra óptica a lo largo de la superficie del medio de pulido y ocho revoluciones pueden ser aproximadamente un tercio de metro de desplazamiento. Como la punta de la fibra óptica realiza varias revoluciones alrededor del aparato de pulido, es deseable que las trayectorias de cada revolución no se solapen o vuelvan a trazar el diseño de una revolución anterior. La Fig. 6C muestra un diagrama esquemático del diseño 180 de ruleta trazado en el medio 140 de pulido por la punta de la fibra óptica durante un proceso típico de pulido. Concretamente, el diseño de la ruleta forma una hipocicloide debido a que el engranaje de pulido del disco de pulido gira a lo largo de la circunferencia interior del engranaje anular. Para formar un diseño hipocicloide, la relación entre el número de dientes interiores en el engranaje anular y el número de dientes exteriores en el engranaje de pulido se selecciona de manera que tenga un valor que no sea un número entero.

Este procedimiento de pulido puede producir una punta de fibra pulida que tiene un saliente de aproximadamente $15\text{ }\mu\text{m}$ ($\pm 10\text{ }\mu\text{m}$) y una forma convexa con un desplazamiento de punta $\leq 50\text{ }\mu\text{m}$, preferiblemente $\leq 15\text{ }\mu\text{m}$. Después del procedimiento de pulido, es posible limpiar la punta de fibra con una toallita de alcohol.

En la siguiente operación de pulido de conector, el medio 140 de pulido puede ser sustituido por una nueva película y el aparato de pulido queda listo para pulir el siguiente conector una vez que se ha montado en el disco de pulido.

En un aspecto alternativo, es posible utilizar más de un medio 140 de pulido para pulir un conector. Por ejemplo, para un conector con adhesivo de fusión en caliente, se puede utilizar un primer medio de pulido que tenga un grano relativamente basto para retirar el exceso de adhesivo y reducir la longitud de la fibra que sobresale. Una vez que el proceso descrito arriba se ha completado, se retira el disco de pulido del aparato de pulido y el medio de pulido se sustituye por una pieza de un medio de pulido con un grano más fino. El disco de pulido se vuelve a introducir en el aparato de pulido y se gira alrededor de la circunferencia interior del aparato de pulido el número adicional de revoluciones deseado para conseguir el pulido final de la cara del extremo del conector.

Las Figs. 8A y 8B muestran una vista abierta ensamblada y una vista despiezada de una realización ilustrativa y alternativa del aparato 100 de pulido, que es similar en muchos aspectos al aparato 100 de pulido que se muestra en las Figs. 1A y 1B. El aparato 200 de pulido incluye una carcasa 210 de aparato de pulido que tiene una parte 211 de base, una parte 221 de cubierta opcional y un disco 260 de pulido. La parte de cubierta puede tener un anillo 222 de unión para fijar la parte de cubierta a la parte 211 de base y a la tapa 225. La tapa puede abrirse, como se muestra en la Fig. 8A, para permitir el acceso al interior del aparato de pulido cuando se use o puede cerrarse para guardarlo.

La parte 211 de base soporta una pieza del medio 140 de pulido sobre una plataforma 212 de pulido. La plataforma 212 de pulido incluye un engranaje anular 215 que se extiende desde la superficie y es adyacente al borde exterior de la plataforma de pulido como se ha descrito anteriormente. El engranaje anular 215 tiene una pluralidad de dientes interiores situados a lo largo del borde circunferencial interior del engranaje anular y una pestaña 217 configurada para encajar con el anillo 222 de unión de la parte 221 de cubierta. El anillo de unión puede extenderse sobre los dientes interiores del engranaje anular más allá de la circunferencia interior del engranaje anular para asegurar la colocación correcta del disco 260 de pulido cuando se esté usando el aparato de pulido para terminar un conector de fibra óptica antes de poner el conector en funcionamiento.

La parte 211 de base puede incluir una depresión, como un canal anular 213, dentro de la plataforma 212 de pulido para ayudar a la sujeción del medio 140 de pulido. En un aspecto preferido, el medio 140 de pulido puede estar soportado por una o más almohadillas amoldables (no mostradas en las Figs. 8A y 8B).

El disco de pulido comprende un engranaje 261 de pulido y un soporte 271 de conector montado de manera giratoria en el engranaje de pulido, en donde el soporte de conector está configurado para recibir un conector de fibra óptica convencional que pulir. El extremo terminal de la fibra óptica montada en el conector óptico traza un diseño de ruleta sobre el medio de pulido tras el acoplamiento giratorio del disco de pulido dentro del engranaje anular.

5 La parte 211 de base puede incluir, además, un pasador 212b de almacenaje que se extienda desde su superficie cerca del centro de la plataforma de pulido, de tal manera que no impida el movimiento del disco de pulido cuando este se mueva dentro del aparato de pulido. El pasador 212b de almacenaje coincide con las aberturas 278 (Fig. 9) dentro del soporte 271 de conector del disco 260 de pulido para ayudar a guardar el disco de pulido cuando no se use el aparato 200 de pulido. El disco de pulido se mantiene en su posición resguardada fijando la tapa 225 del aparato de pulido en una posición cerrada.

15 La pestaña 217 en la parte 211 de base puede incluir una pluralidad de elementos 219 de retención de la cubierta separados alrededor de la circunferencia de la pestaña que se configuran para coincidir con una pluralidad de ganchos 222b de retención formados sobre el anillo 222 de unión de la parte 221 de cubierta para fijar la parte de cubierta a la parte de base.

20 La parte 221 de cubierta del aparato 100 de pulido puede incluir también un pasador 226 convencional que puede usarse para fijar la tapa 225 en la posición cerrada acoplándolo con un elemento 216 de retención sobre el anillo de unión de la carcasa del aparato de pulido. Es posible utilizar una bisagra convencional para permitir abrir y cerrar la tapa 225 giratoriamente en múltiples operaciones.

25 La parte 221 de cubierta puede incluir, además, una pieza de espuma amoldable 227 unida con adhesivo a la tapa 225 para sujetar de manera segura el disco de pulido contra la plataforma de pulido cuando se cierre la tapa para guardarlo, evitando con ello que el disco de pulido traqueteo dentro del aparato de pulido cuando no se use el aparato de pulido. La espuma amoldable puede ser una espuma de células abiertas o una espuma de células cerradas. En un aspecto ilustrativo, la espuma amoldable puede ser una de entre una espuma de neopreno, una espuma de poliuretano o una espuma de caucho de nitrilo-butadieno/cloruro de polivinilo.

30 Las realizaciones ilustrativas descritas anteriormente permiten simplificar el proceso de pulido in situ, controlando al mismo tiempo varias fuentes de variabilidad que en el pasado hacían necesario dominar la práctica a nivel de experto. Por ejemplo, es posible eliminar la práctica habitual de “pulido en el aire”, que consiste en iniciar un pulido in situ mientras se sujeta un material de pulido abrasivo en el aire (sin que se aplique ninguna fuerza de soporte controlada). El aparato de pulido puede ser una herramienta manual sencilla, sin que sea necesario un motor o una fuente de alimentación. En ciertos conectores, tales como los descritos anteriormente, solamente será necesaria una única etapa de pulido.

40 Aunque la invención expuesta anteriormente se ha descrito sobre todo con respecto a un conector de sujeción remota de una única fibra usando una sujeción de fibra mecánica, es posible usar el aparato y el método descritos en la presente memoria con un conector de fibras múltiples (p. ej. un conector de fibras múltiples de tipo MT) y/o una sujeción adhesiva remota, tal como resultará evidente para el experto en la técnica teniendo en cuenta la presente descripción.

45 La presente invención no se considerará limitada a los ejemplos específicos descritos anteriormente, sino que se entenderá que la misma cubre todos los aspectos de la invención, definida claramente en las reivindicaciones adjuntas. Diversas modificaciones, procesos equivalentes, así como diversas estructuras a las que la presente invención puede ser aplicable serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica la que se refiere la presente invención tras la revisión de la presente memoria descriptiva.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) de pulido para pulir un conector (10) de fibra óptica que comprende:

5 una parte (111) de base y
 un disco (160) de pulido que tiene un soporte (170) de conector para recibir y sujetar el conector de
 fibra óptica fijado a un extremo terminal de una fibra óptica, y estando el aparato de pulido
 caracterizado por que la parte de base soporta un medio (140) de pulido y un engranaje (161) de
10 pulido configurado para engranarse en un engranaje anular (115) dispuesto en la parte de base, en
 donde cuando está montada, una punta (52) de fibra de fibra óptica traza un diseño de ruleta sobre
 el medio de pulido tras el acoplamiento giratorio del engranaje de pulido dentro del engranaje
 anular.
2. El aparato de la reivindicación 1, en donde el engranaje anular tiene una pluralidad de dientes interiores
15 dispuestos a lo largo de un borde circunferencial interior del engranaje anular; y en donde el engranaje de
 pulido tiene una pluralidad de dientes exteriores que sobresalen del borde circunferencial del engranaje de
 pulido que se engrana en los dientes interiores del engranaje anular de la carcasa del aparato de pulido.
3. El aparato de la reivindicación 1, que además comprende una o más almohadillas de soporte amoldables
20 que se disponen entre el medio de pulido y la parte de base de la carcasa del aparato de pulido.
4. El aparato de la reivindicación 1, en donde la punta de fibra experimenta una fuerza de contacto de
25 aproximadamente 1 N a aproximadamente 1,5 N (aproximadamente 100 gramos fuerza a
 aproximadamente 150 gramos fuerza) cuando el conector de fibra óptica está dispuesto en el soporte de
 conector y el disco de pulido se coloca en el aparato de pulido.
5. El aparato de la reivindicación 1, en donde el conector se sujeta en el soporte en un ángulo
30 predeterminado, proporcionando el ángulo predeterminado uno de un pulido plano, que es perpendicular
 con respecto a la dirección longitudinal de la fibra, y un pulido en ángulo.
6. El aparato de la reivindicación 2, en donde el pulido en ángulo comprende un ángulo con respecto a la
 perpendicular de aproximadamente 2° a aproximadamente 12°.
7. El aparato de la reivindicación 1, en donde el soporte de conector se monta de forma asimétrica en el
35 engranaje de pulido.
8. El aparato de la reivindicación 1, en donde el soporte de conector se monta de forma giratoria en el
 engranaje de pulido.
9. El aparato de la reivindicación 2, en donde la relación del engranaje interior de la parte de base de la carcasa
40 con respecto a los dientes exteriores en el engranaje de pulido tiene un valor que no es un número entero.
10. El aparato de la reivindicación 1, en donde la ruleta es una hipocicloide.
11. El aparato de la reivindicación 1, que además comprende una parte de cubierta unida a la parte de base,
45 en donde la parte de cubierta puede comprender un anillo de unión y una tapa.
12. El aparato de pulido de la reivindicación 11, en donde el anillo de unión forma un labio que se extiende más
50 allá del borde circunferencial interior del engranaje anular para guiar y retener el engranaje de pulido
 mientras se pule la punta de la fibra óptica.
13. Un método de pulido de un conector de fibra óptica que comprende:

55 proporcionar una fibra óptica que tiene un extremo terminal desnudo;
 cortar un extremo expuesto de la fibra óptica para producir una punta de fibra;
 introducir la fibra a través del cuerpo de un conector y un manguito, de tal manera que la punta de la
 fibra sobresalga del extremo del manguito;
 fijar la fibra óptica en el conector de fibra óptica;
60 colocar el conector de fibra óptica en un conector de un aparato de pulido, incluyendo el aparato
 de pulido una carcasa del aparato de pulido que incluye una parte de base que soporta un medio
 de pulido e incluye un engranaje anular que tiene una pluralidad de dientes interiores dispuestos
 a lo largo del borde circunferencial interior del engranaje anular y un disco de pulido que
 comprende el soporte de conector dispuesto dentro de un engranaje de pulido, en donde el
 engranaje de pulido tiene una pluralidad de dientes exteriores que sobresalen del borde
65 circunferencial del engranaje de pulido que se engrana en los dientes interiores del engranaje
 anular de la carcasa del aparato de pulido; y

mover el engranaje de pulido en una trayectoria circular dentro del engranaje anular, de tal manera que la punta de la fibra trace una ruleta sobre el medio de pulido.

14. El método de la reivindicación 13, en donde la ruleta es una hipocicloide.

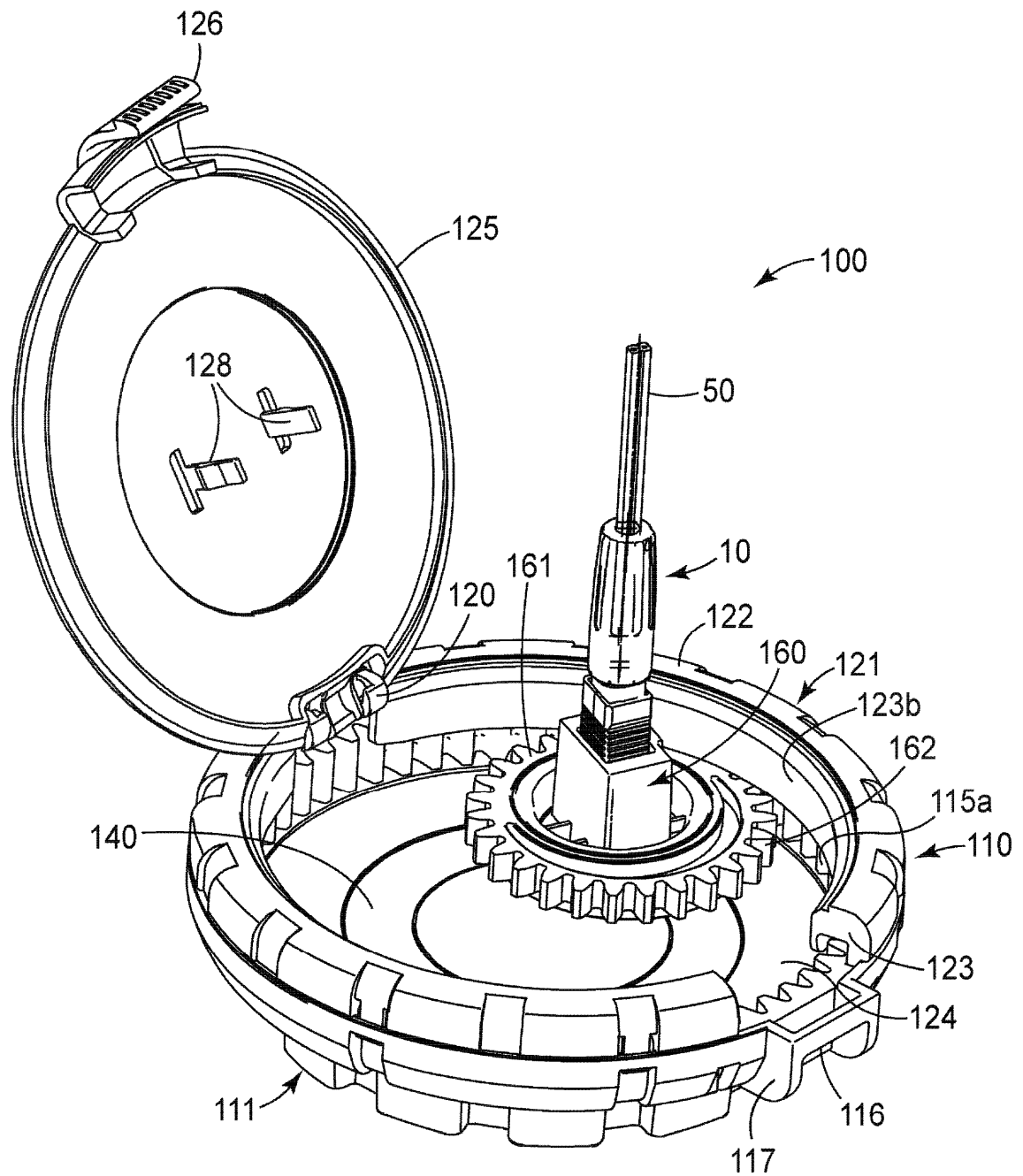


FIG. 1A

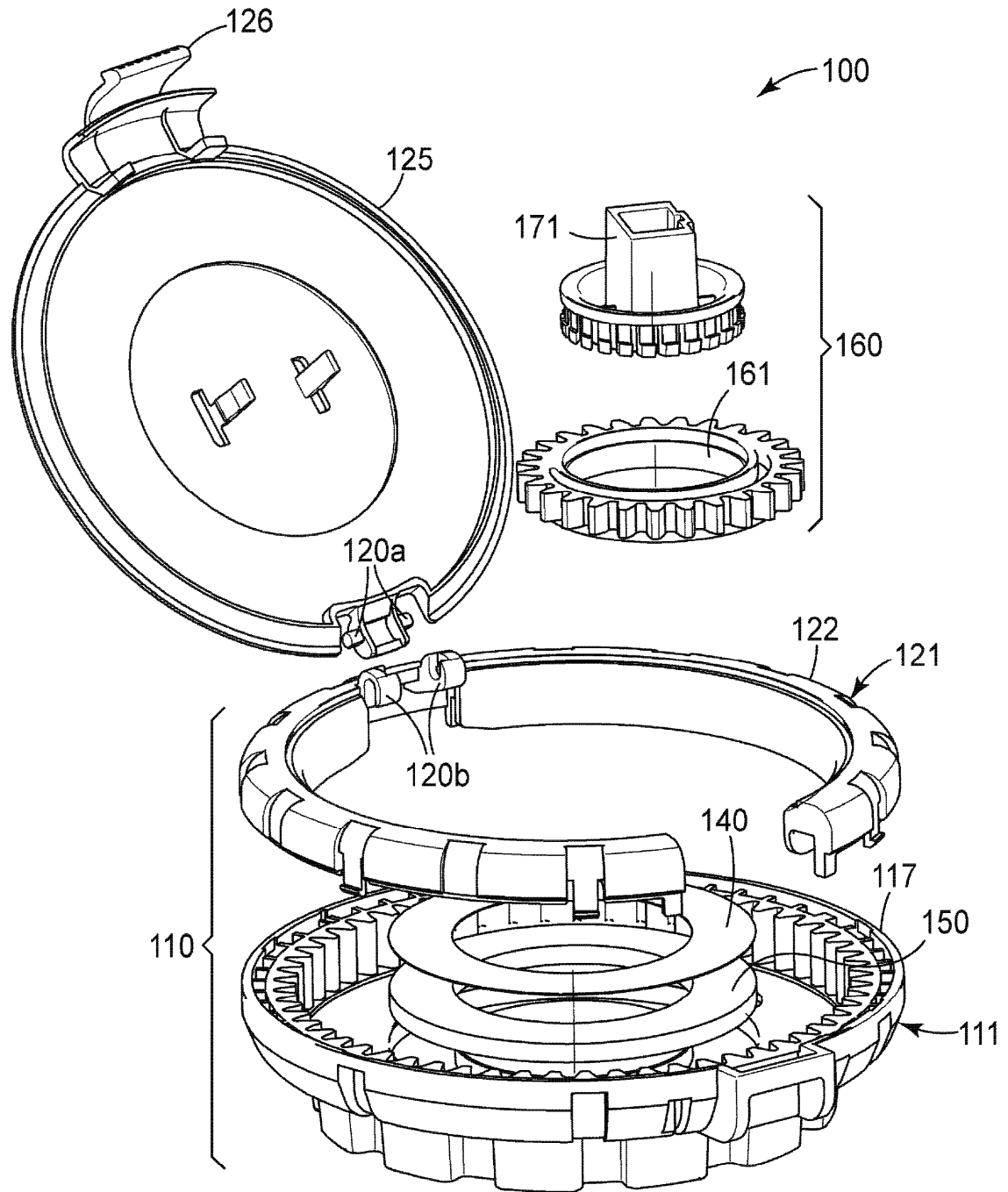


FIG. 1B

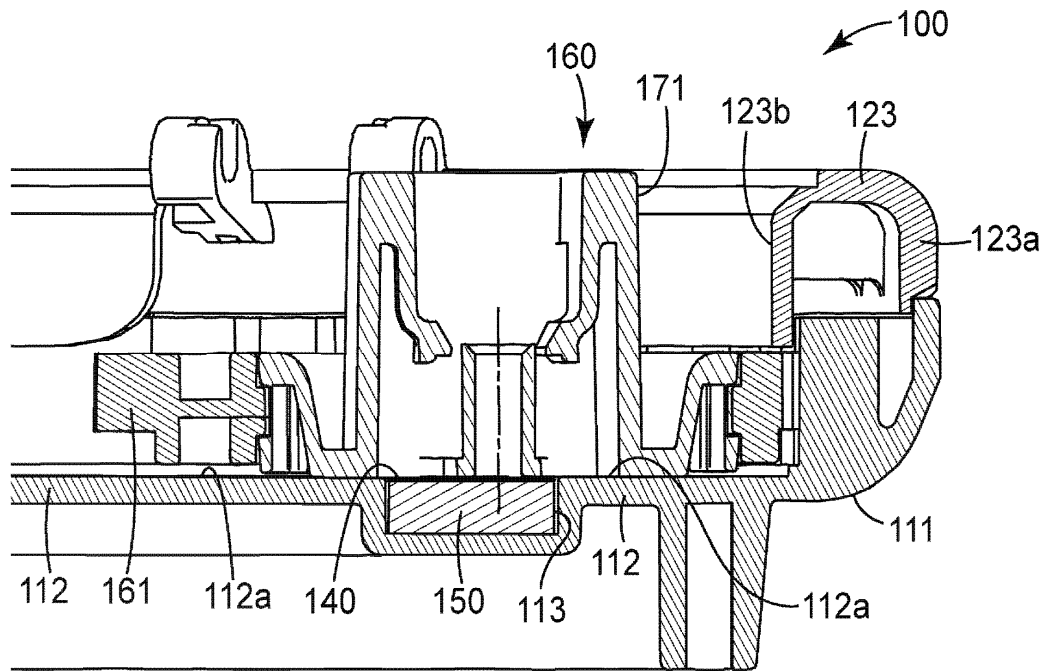


FIG. 1C

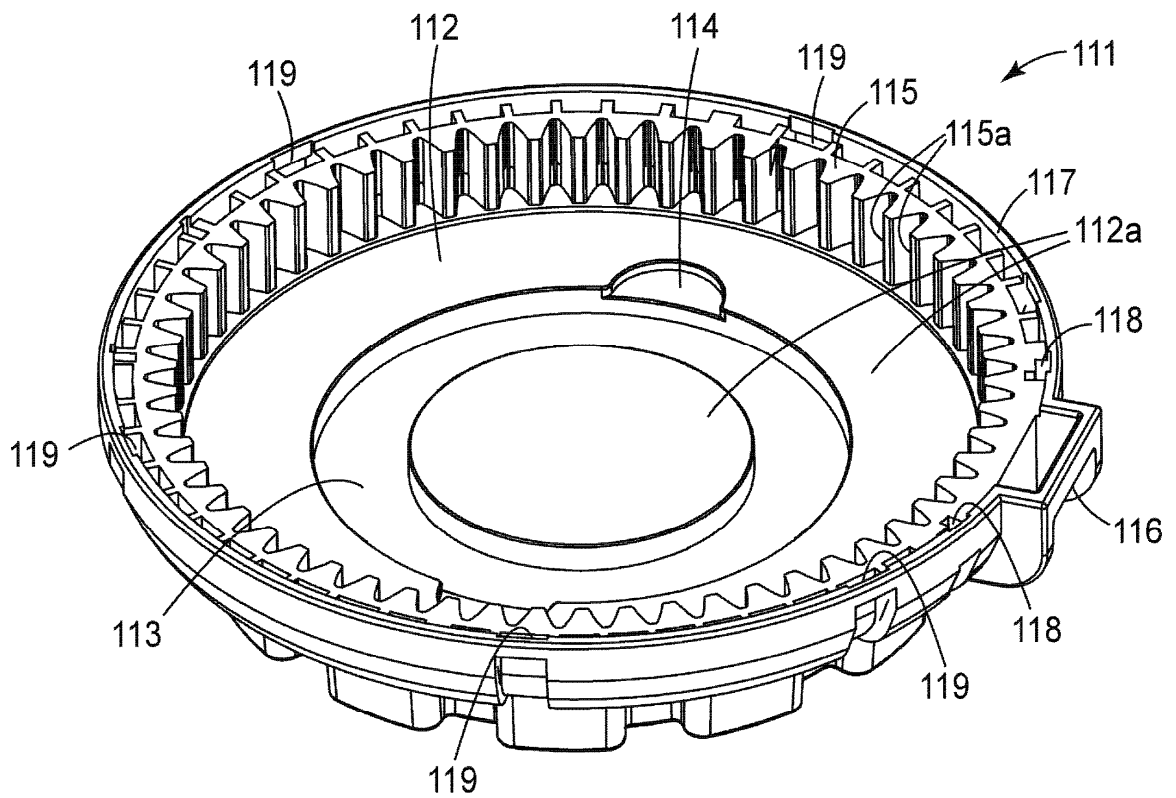


FIG. 2

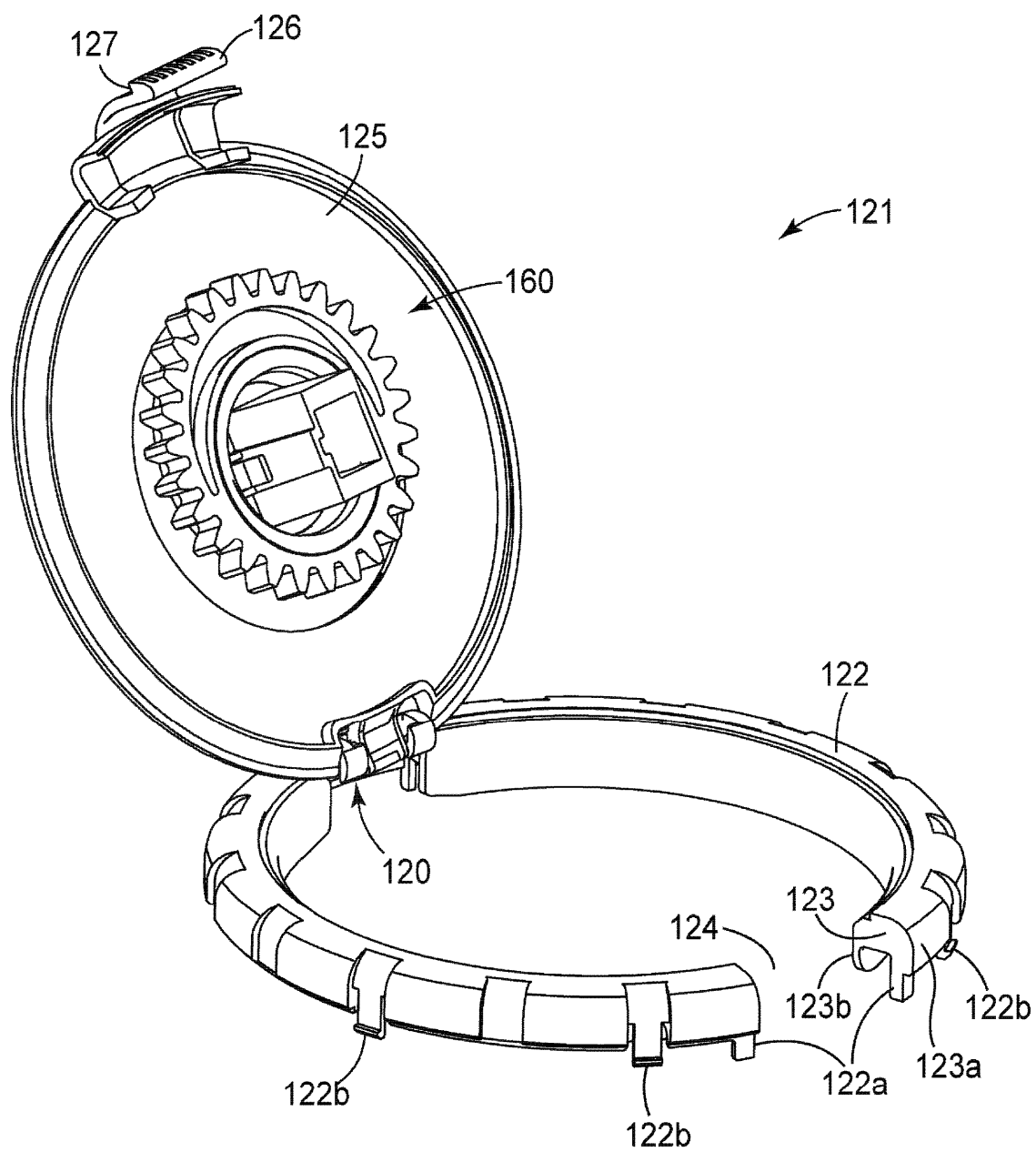


FIG. 3

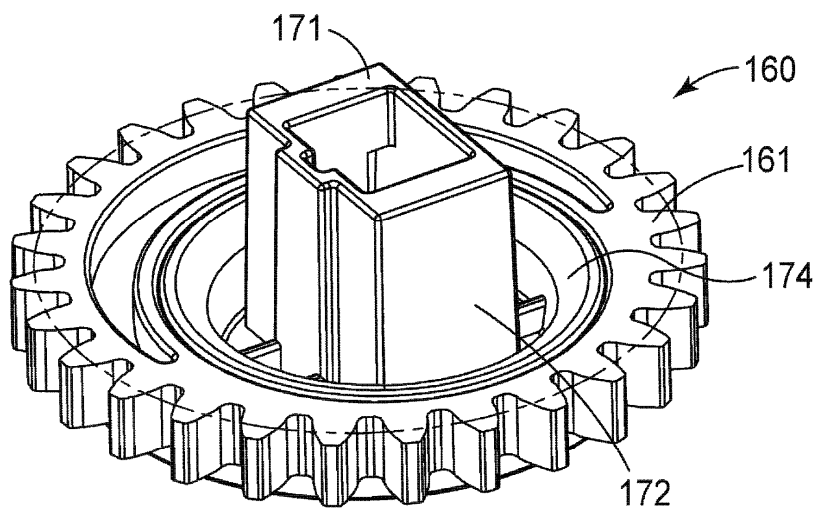


FIG. 4A

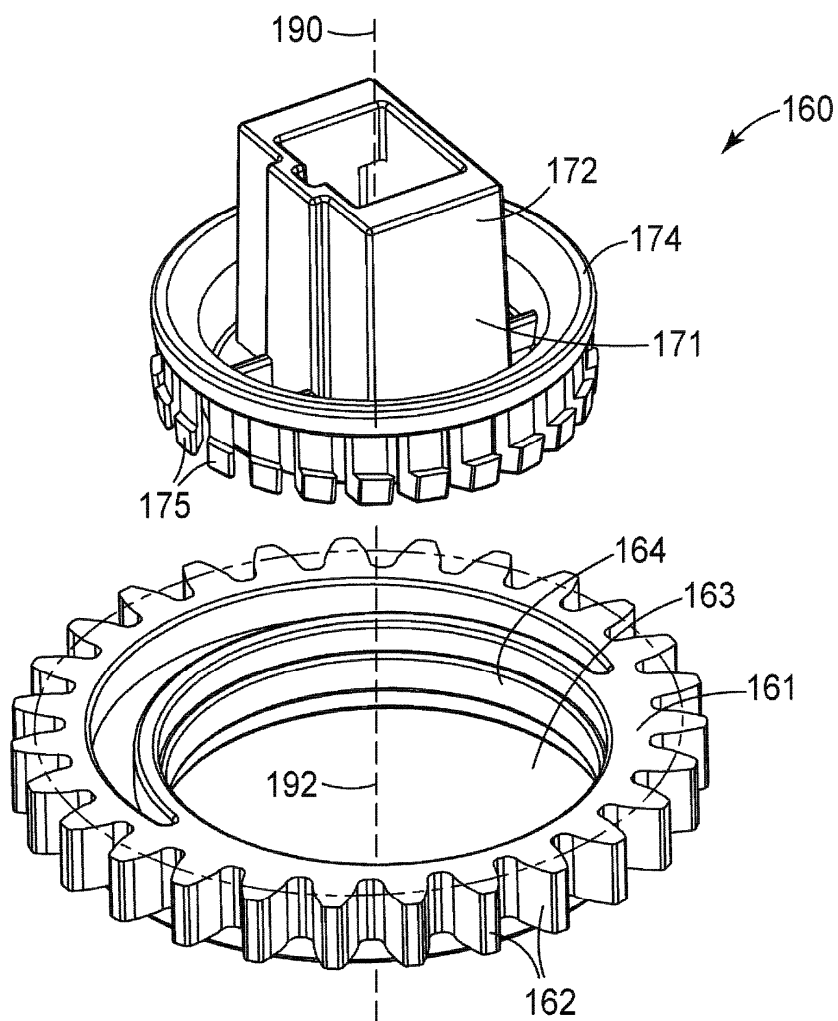
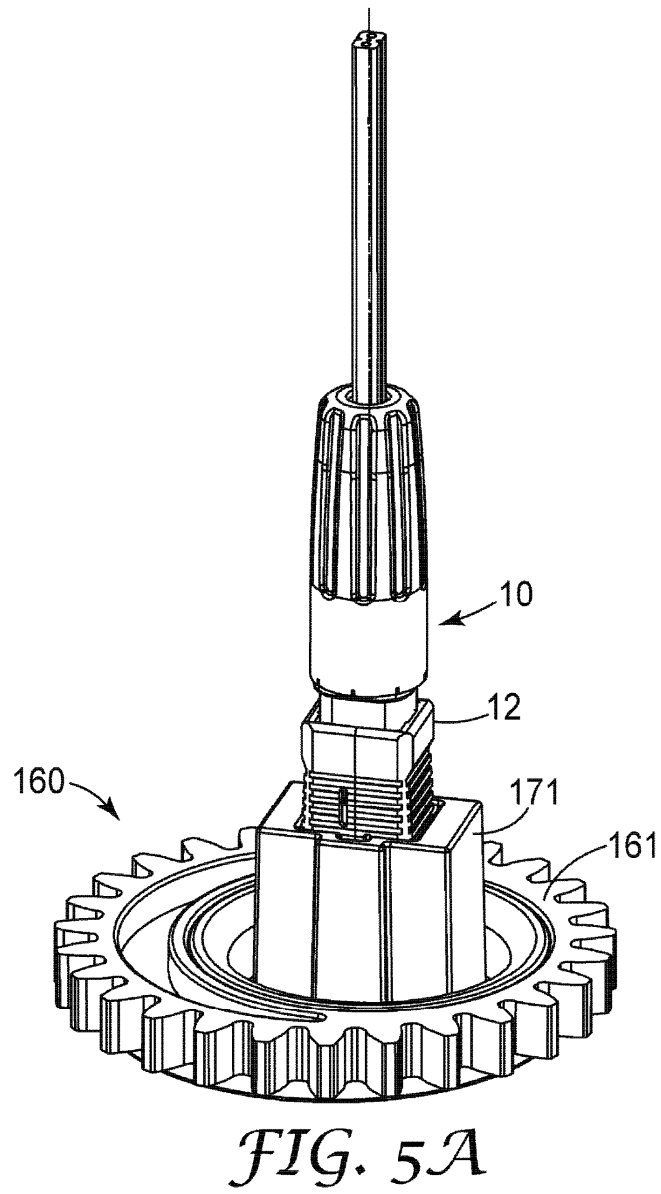
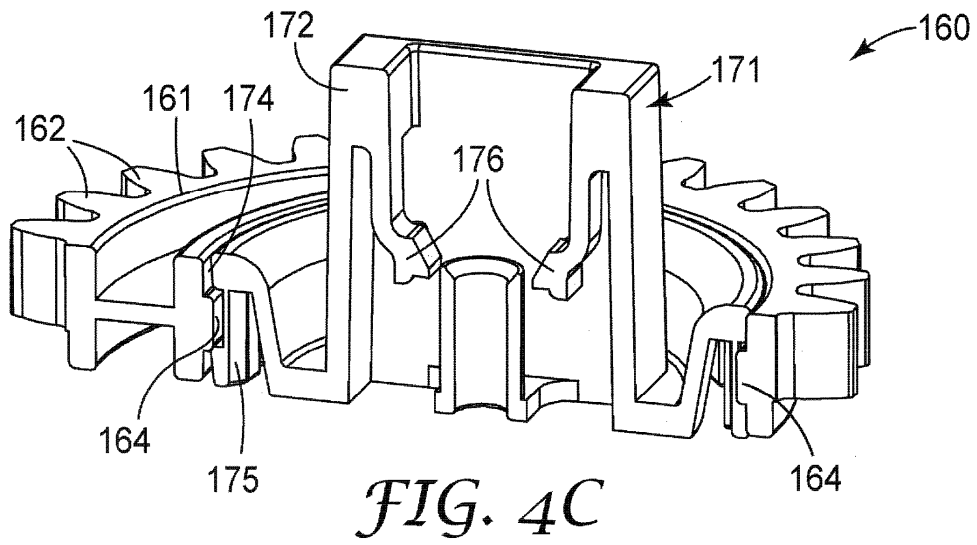


FIG. 4B



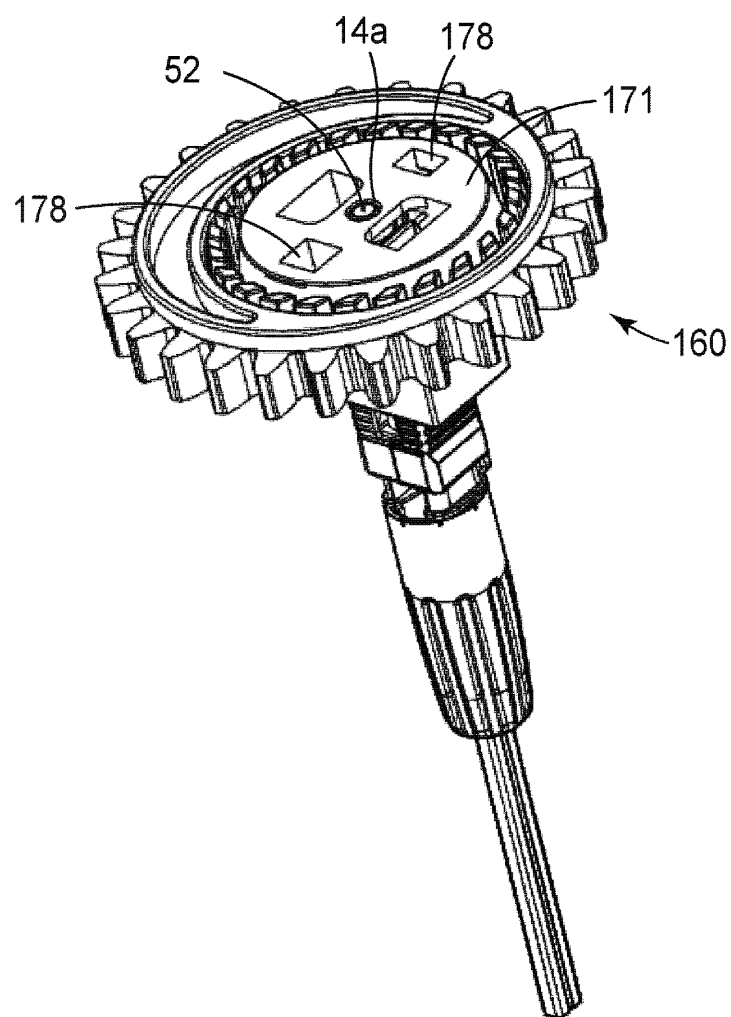


FIG. 5B

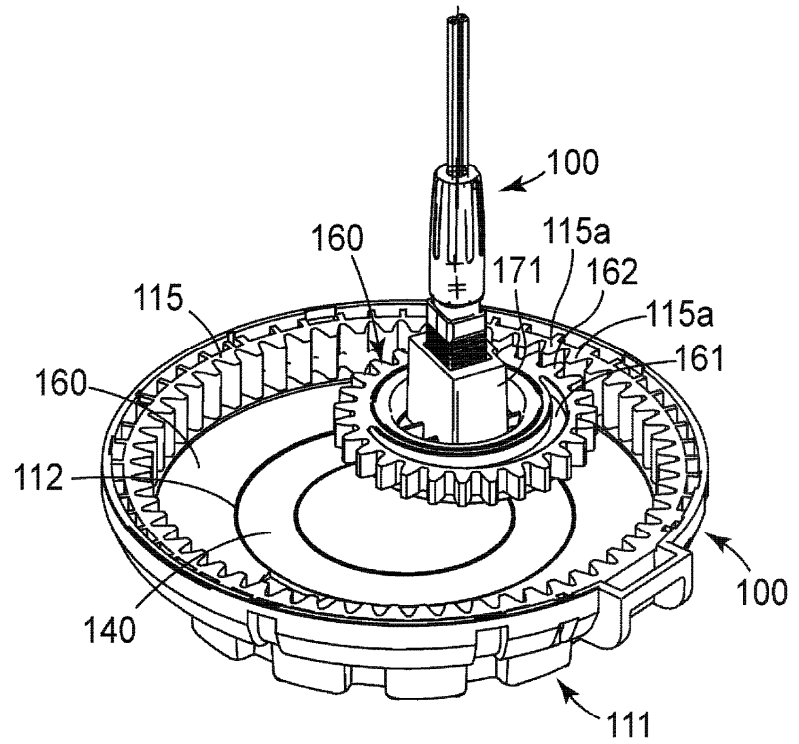


FIG. 6A

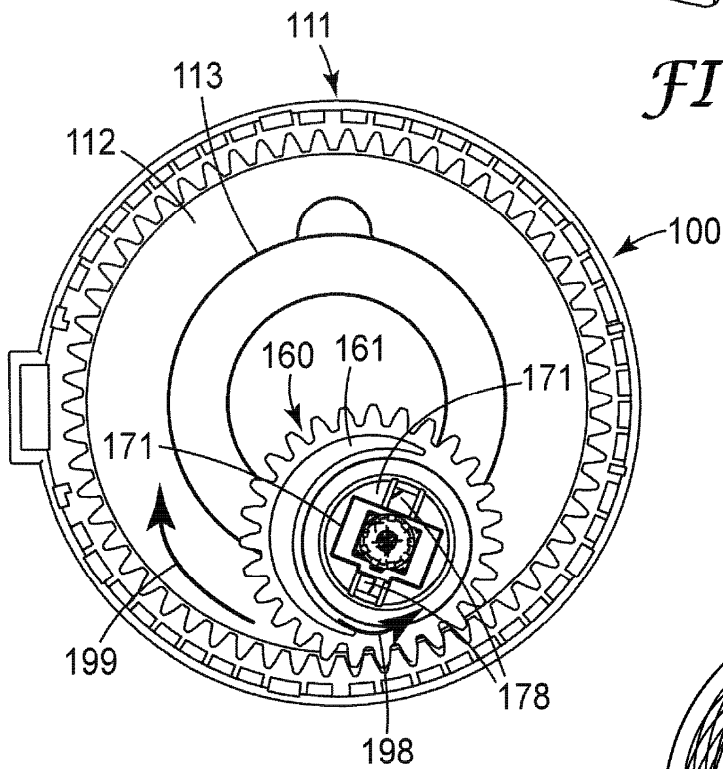


FIG. 6B

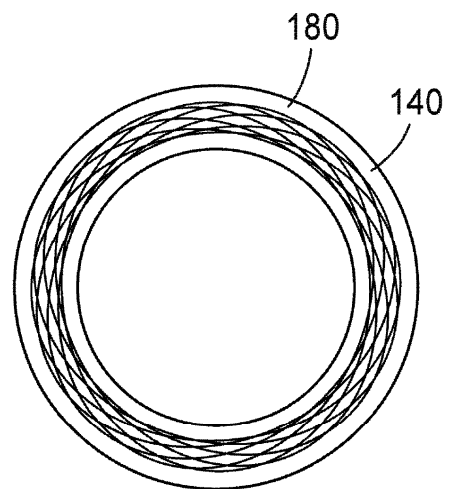
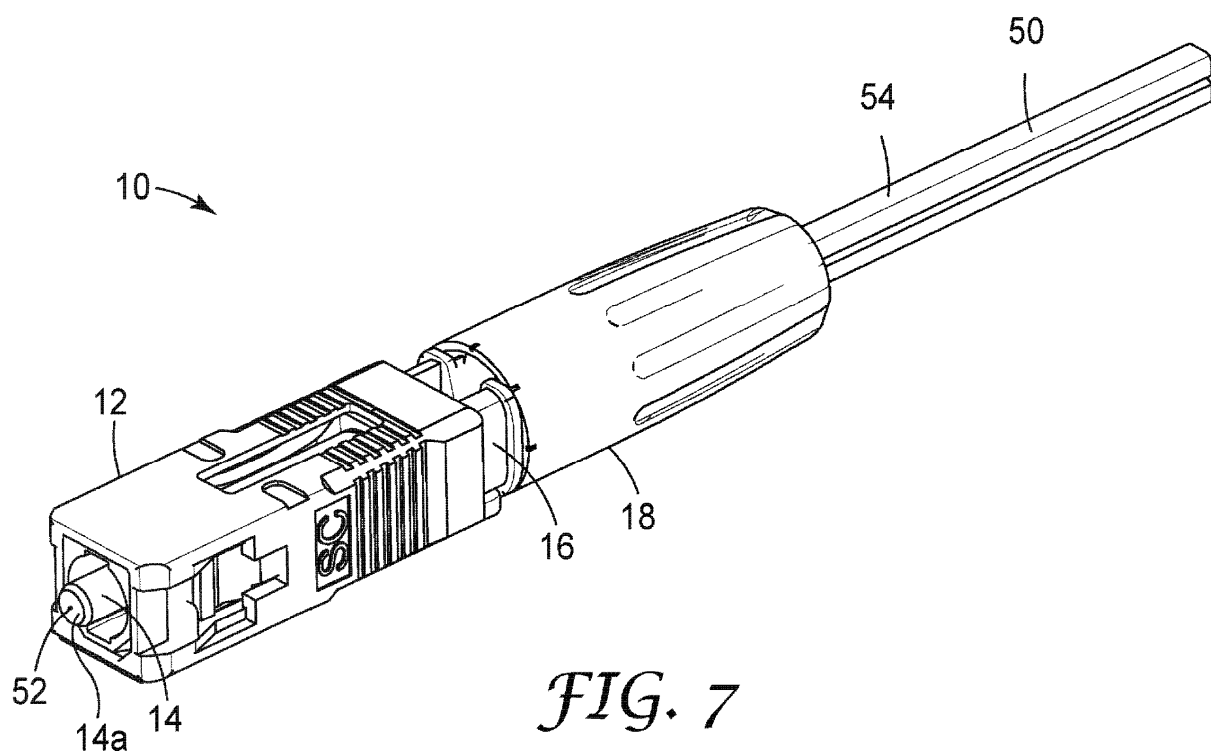


FIG. 6C



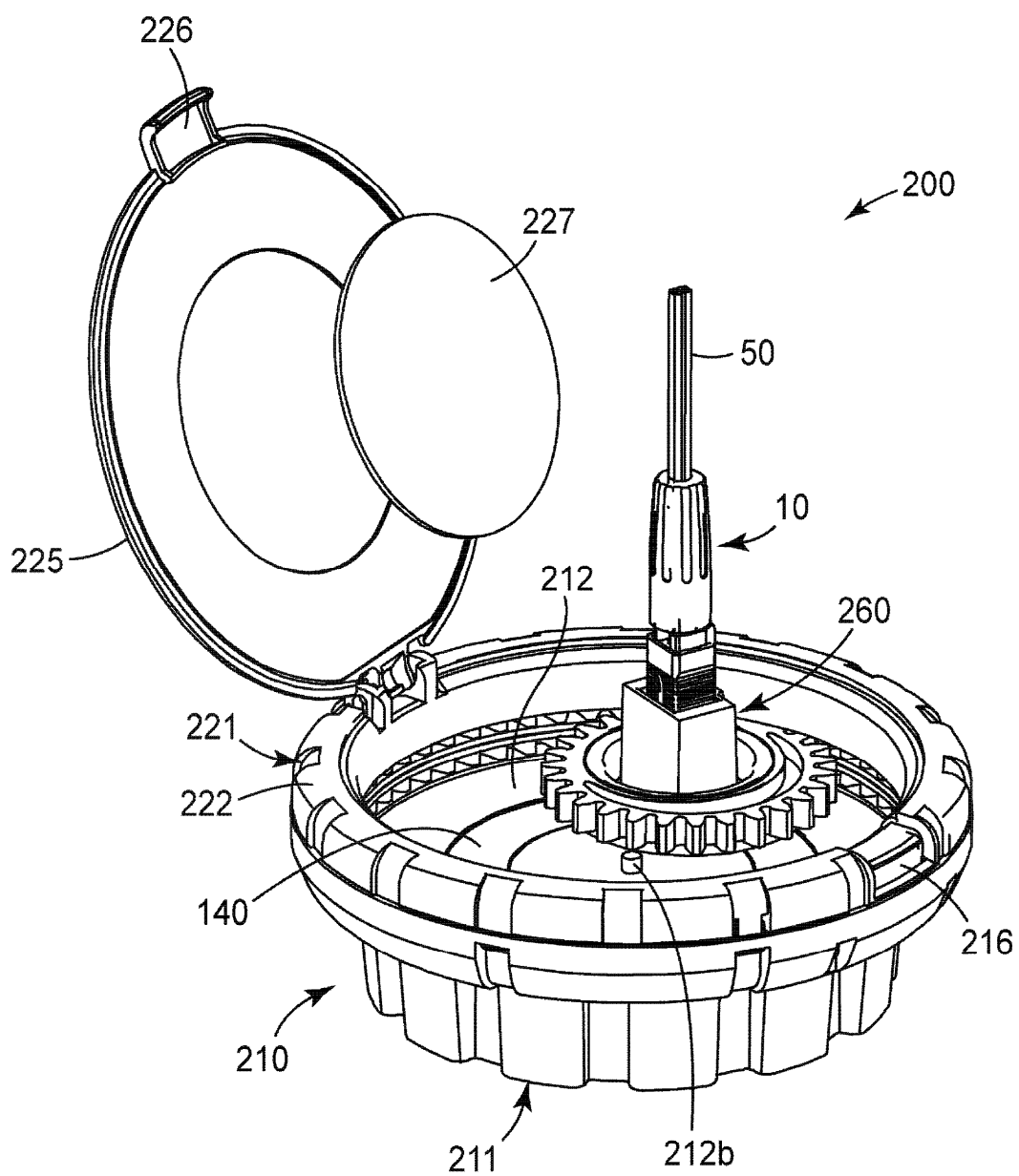


FIG. 8A

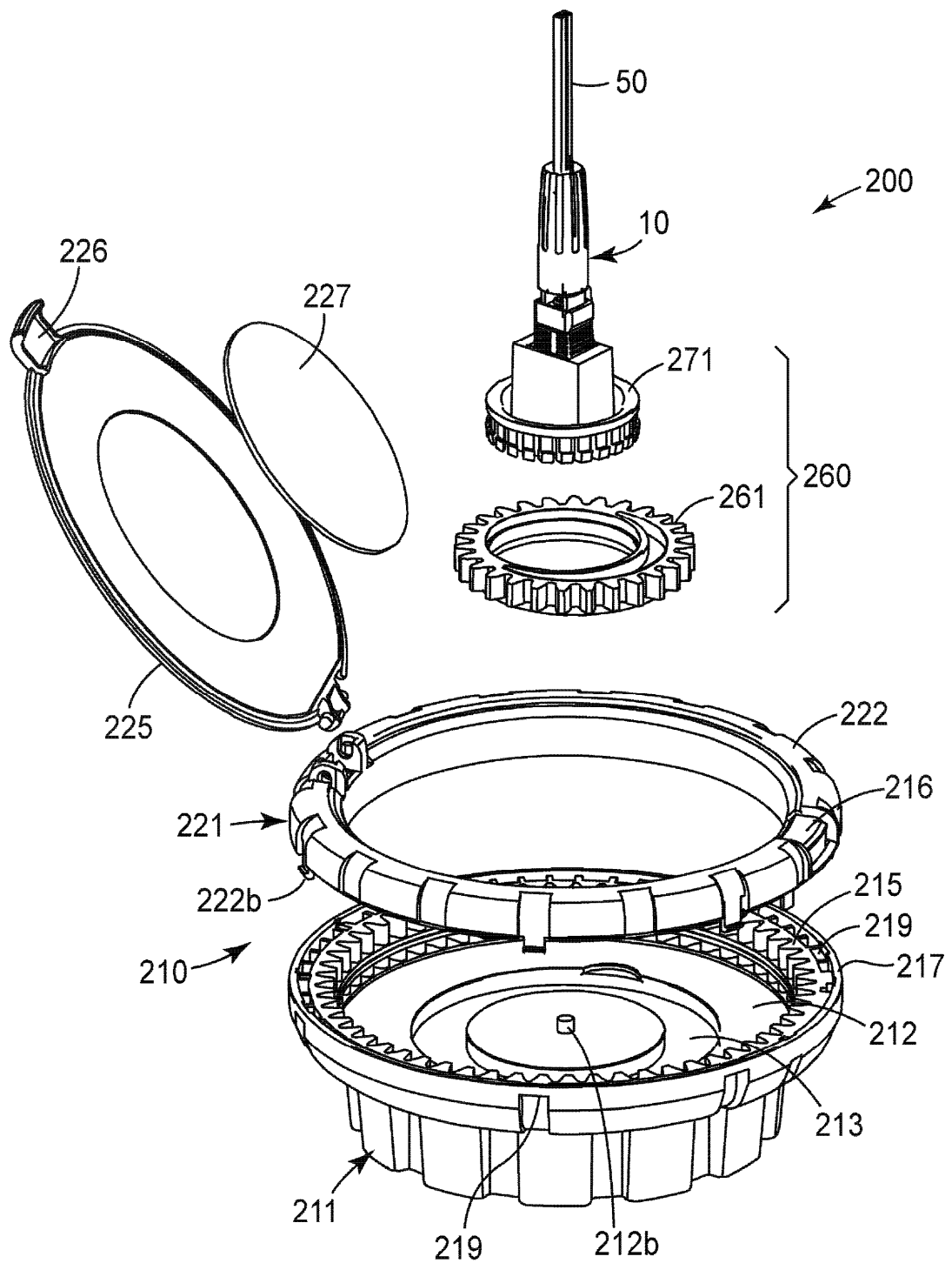


FIG. 8B

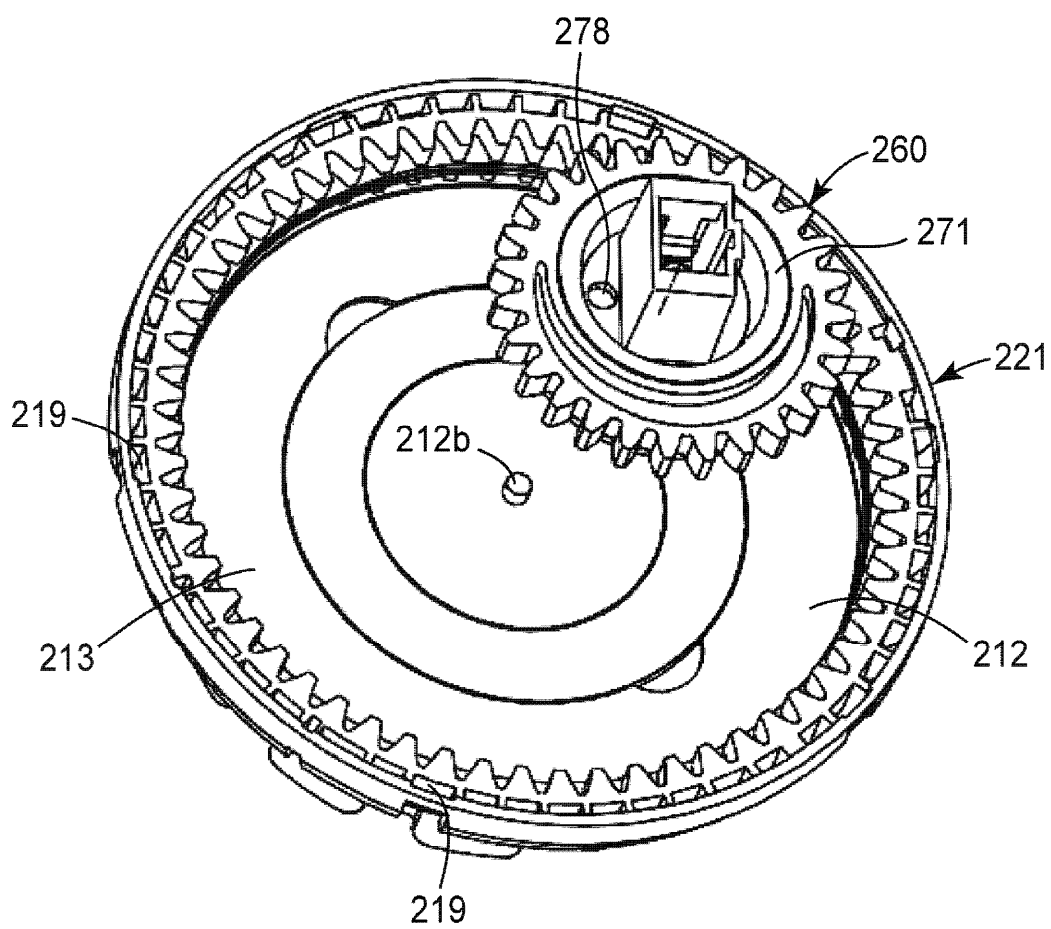


FIG. 9