

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 802 004**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.10.2012 PCT/US2012/059651**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.04.2013 WO13055855**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2012 E 12778905 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 2766760**

54 Título: **Métodos de fabricación y acceso a cables con elementos de acceso**

30 Prioridad:

13.10.2011 US 201161546597 P

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

15.01.2021

73 Titular/es:

**CORNING OPTICAL COMMUNICATIONS LLC
(100.0%)**

**4200 Corning Place
Charlotte, NC 28216, US**

72 Inventor/es:

**BRINGUIER, ANNE GERMAINE;
GIMBLET, MICHAEL J.;
GREENWOOD, JULIAN LATELLE, III y
NAVÉ, SAMUEL DON**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 802 004 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

Métodos de fabricación y acceso a cables con elementos de acceso

Aplicaciones relacionadas

5 La presente solicitud es una continuación de la Solicitud Internacional nº PCT/US12/59651, presentada el 11 de octubre de 2012, la cual reivindica el beneficio de prioridad de la solicitud de Estados Unidos nº 61/546,597, presentada el 13 de octubre de 2011.

La presente solicitud está relacionada con la PCT/US 11/34309 presentada el 28 de abril de 2011, y con la Solicitud Provisional de Estados Unidos nº 61/407,744 presentada el 28 de octubre de 2010, y con la Solicitud Provisional de Estados Unidos nº 61/416,684 presentada el 23 de noviembre de 2010.

10 Antecedentes

Campo de la descripción

Se describe un cable de fibra óptica, específicamente un cable de fibra óptica con elementos de acceso para acceder a un núcleo del cable de fibra óptica.

Campo técnico

15 Los cables de fibra óptica requieren frecuentemente que se acceda a las fibras en su interior desde un punto medio en lugar de desde el extremo del cable. Esto a menudo requiere un corte profundo en la cubierta del cable para permitir que se retire una porción de la cubierta, permitiendo el acceso a las fibras en el interior de la cubierta. Las herramientas convencionales de corte, tal y como cúteres o herramientas de corte personalizadas, pueden ser incómodas y peligrosas, tanto para el operador como para las delicadas fibras ópticas. Los cables de desgarramiento en una cubierta de cable se pueden utilizar para acceder al cable, pero añaden coste y requieren tiempo y formación para que el artífice los utilice correctamente. En un proceso convencional de acceso, se perfora una cubierta utilizando una primera herramienta, y se utiliza una segunda herramienta para "pescar" parte suficiente del cable de desgarramiento de forma que una tercera herramienta (p. ej., pinzas) pueda agarrar el cable de desgarramiento. Entonces debe aplicarse una fuerza de tracción en el cable de desgarramiento, rasgándola a través del material de cubierta. El material de cubierta se separa entonces del núcleo del cable y se retira. Si el cable de desgarramiento se rompe, se debe "pescar" el cable de nuevo.

20 El documento US 2006/0045443 A1 describe un cable de fibra óptica con un núcleo que comprende una fibra óptica y una cubierta que rodea el núcleo, en el que la cubierta tiene una superficie interior y una superficie exterior, y en el que la cubierta comprende una discontinuidad que se extiende de forma longitudinal a lo largo del cable.

Breve descripción de los dibujos

30 Según la práctica común, las distintas características de los dibujos descritos a continuación no están necesariamente dibujadas a escala. Las dimensiones de distintas características y elementos en los dibujos se pueden ampliar o reducir para ilustrar de forma más clara las realizaciones de la invención.

La Figura 1 es una vista recortada parcial de un cable de fibra óptica según una primera realización.

La Figura 2 es una sección transversal de la cubierta de cable ilustrada en la Figura 1.

35 La Figura 3 es una vista transversal aislada de una de las discontinuidades en la cubierta de cable de la Figura 2.

La Figura 4 es una vista recortada de una porción de un aparato de coextrusión utilizado para fabricar cables con discontinuidades.

Las Figuras 5A-5C ilustran un proceso para acceder al extremo de un cable como se ilustra en la Figura 1.

Las Figuras 6A-6C ilustran un proceso para acceder al punto medio de un cable como se ilustra en la Figura 1.

40 Las Figuras 7A-7B ilustran un método para determinar manualmente la fuerza de separación en el cable de la Figura 1.

La Figura 8 ilustra un método para determinar la fuerza de separación en el cable de la Figura 1 utilizando una máquina de medición de fuerza.

Descripción detallada

45 Se hace ahora referencia en detalle a las realizaciones presentes preferidas de la descripción, ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos que acompañan. Siempre que sea posible, se utilizan números de referencia iguales o similares a lo largo de los dibujos para referirse a partes idénticas o similares.

La Figura 1 es una vista recortada parcial de un cable 10 de fibra óptica según una realización presente. El cable 10 comprende un núcleo 20 rodeado de una cubierta 30. La cubierta 30 tiene una superficie 34 interior que da al núcleo 20, y a una superficie 38 exterior. La cubierta 30 puede estar formada principalmente de materiales polímeros, y se puede hacer referencia a ella generalmente como "polimérica". En esta memoria descriptiva, los términos "polímero" y "polimérico" indican materiales compuestos principalmente de materiales polímeros extruibles como, por ejemplo, copolímeros, pero permite la presencia de materiales no-polímeros tal y como aditivos y productos de relleno. El núcleo 20 puede ser, por ejemplo, un conjunto o una disposición con capacidad de transmisión de datos y/o de transmisión de energía. En la realización ilustrada, el núcleo 20 incluye un grupo de fibras 40 ópticas agrupadas en el interior de mazos 44, 46 enrollados de forma contrahelicoidal, siendo las fibras ópticas capaces de transmitir datos ópticos.

La cubierta 30 incluye un elemento de separación que facilita el acceso al núcleo 20. En la realización de ejemplo, el elemento de separación es un par de discontinuidades 50 extruidas que se extienden a lo largo de la longitud del cable 10. En esta memoria descriptiva, el término "discontinuidad" indica una porción de la cubierta 30 de diferente composición material que la porción principal de la cubierta 30, estando la porción principal indicada con el número de referencia 55. La porción 55 principal puede ser esencialmente un aro anular que rodea el núcleo 20, con las discontinuidades 50 extendidas longitudinalmente sobre la porción 55 principal a lo largo de una longitud seleccionada del cable 10. Según un aspecto, las discontinuidades 50 proporcionan líneas de debilidad que permiten a la cubierta 30 estar separada como se muestra en la Figura 1. Las discontinuidades 50 ilustradas se extienden a lo largo de toda la longitud del cable, a pesar de que se pueden utilizar longitudes más cortas, tal y como 20 cm o más, para proporcionar acceso al núcleo 20.

La Figura 2 es una sección transversal de la cubierta 30 aislada, llevada a un plano perpendicular a una longitud del cable 10. En la realización de ejemplo, las discontinuidades 50 están unidas a la porción principal de la cubierta 55 cuando la cubierta 30 está extruida. Las discontinuidades 50 ilustradas están completamente integradas en la porción 55 principal, pero uno o ambos extremos de las discontinuidades se pueden extender a cualquier superficie de la cubierta. La porción 55 principal y las discontinuidades 50 se pueden formar de polímeros extruibles, de forma que a medida que los materiales extruidos utilizados para formar la porción 55 principal y las discontinuidades 50 se enfrían y solidifican, los extruidos se unen a un grado deseado con una interfaz en cada lado de una discontinuidad 50. Cuando las discontinuidades 50 se forman mientras que se extruye la porción 55 principal de la cubierta, la unión entre la discontinuidad 50 y el resto de la cubierta 30 se puede describir generalmente como habilitada por enredo de cadena polimérica mientras se solidifica la cubierta 30. La cubierta 30 comprende, por tanto, una estructura polimérica compuesta cohesiva. La cubierta 30 de cable también puede incluir elementos 60 localizadores táctiles, tal y como superficies elevadas, o "protuberancias", o superficies hundidas tal y como "terrones" o canales, que proporcionan una indicación táctil de la ubicación de las discontinuidades. Una indicación visual tal y como una raya también se puede extruir sobre la ubicación de las discontinuidades de manera que sus ubicaciones sean aparentes desde el exterior del cable. Los indicadores táctiles o visuales se pueden extender a lo largo de toda la longitud del cable, o a lo largo de longitudes seleccionadas. Uno o más miembros de fuerza, tal y como varillas de plástico reforzado con vidrio (GRP) o cables metálicos, se pueden incluir en una o más ubicaciones en la cubierta 30.

Las discontinuidades 50 pueden ser tiras que pueden ocupar cada una hasta, por ejemplo, un 5 % de todo el área AJ transversal de la cubierta. En realizaciones de ejemplo, las discontinuidades 50 pueden ser tiras relativamente estrechas en la cubierta 30, y pueden ocupar porciones relativamente pequeñas del área AJ transversal de la cubierta. Por ejemplo, las discontinuidades 50 pueden tener áreas AD transversales de menos de un 3 % del AJ. En la realización ilustrada, las discontinuidades 50 tienen cada una áreas AD transversales de menos de un 2% del AJ. En las Figuras 1 y 2, se forman dos discontinuidades 50 en la cubierta 30 para facilitar la apertura de la cubierta como se muestra en la Figura 1. Dependiendo de la forma que tome el núcleo 20, el número, separación, forma, composición y otros aspectos de las discontinuidades 50 pueden variar. Por ejemplo, una única discontinuidad en la cubierta 30 puede ser suficiente para permitir que la cubierta 30 de cable se separe del núcleo 20.

La Figura 3 es una vista aislada de una de las discontinuidades 50 en la cubierta 140. Una discontinuidad 180 puede tener un ancho A máximo, una altura B, y una separación central de la superficie 34 interior de la cubierta de D. El grosor de la cubierta es C. Según un aspecto, la relación de aspecto A:B está en el intervalo de 1:4 a 1:100. En general, las relaciones de aspecto A:B más bajas, lo que indica discontinuidades más estrechas, son favorables en secciones transversales del cable como se muestra en la Figura 1. Son estas discontinuidades las que permiten que se desarrolle una concentración de estrés en la raíz de una discontinuidad y, por tanto, inician el fallo del material de cubierta primario. La relación B:C ilustrada es aproximadamente 1:2, lo cual indica que la altura de una discontinuidad es aproximadamente la mitad del grosor de la cubierta. La relación B:C se selecciona para proporcionar el fácil acceso al núcleo y para mantener suficiente firmeza del cable 110, y variará con factores tal y como la tenacidad a la fractura del material de la porción 55 primaria, la unión entre las discontinuidades 50 y la porción 55 primaria, y otros factores. Según una realización, la relación B:C es al menos 1:4 o, dicho de otra forma, B es al menos ¼ del grosor C de la cubierta en la línea central del cable. Si se incluye una realización de tipo "película" extremadamente fina de discontinuidad 50, el ancho W máximo de una discontinuidad puede estar en el intervalo de 0,2 mm o menos, y puede ser de aproximadamente 0,1 mm.

Los materiales y procesos utilizados para formar la porción 55 principal y las discontinuidades 50 se pueden seleccionar de manera que las interfaces entre ellos permitan un acceso relativamente fácil al núcleo 20 al unir de nuevo la cubierta 30 como se muestra en la Figura 1. El cable 10 puede estar construido para cumplir otros requisitos

de firmeza, tal y como requisitos para que la cubierta 30 se mantenga intacta bajo cargas de tracción, torsiones, en variaciones de temperatura, y cuando está sujeta a otros criterios de prueba de cable conocidos, tal y como, por ejemplo, ICEA 460, y GR20.

5 Las porciones 55 principales de cubierta de cable y las discontinuidades 50 descritas en esta memoria descriptiva se pueden fabricar con otros materiales polímeros diferentes. O bien la porción 55 principal o las discontinuidades 50 pueden estar fabricadas de polipropileno (PP), polietileno (PE), o mezclas de materiales tal y como una mezcla de PE y etilvinilacetato (EVA), material ignífugo tal y como polietileno ignífugo, polipropileno ignífugo, policloruro de vinilo (PVC), o fluoruro de polivinilideno (PVDF), o materiales rellenos tal y como polibutilenotereftalato (PBT), un policarbonato y/o un material polietileno (PE) y/o un etilvinilacetato (EVA) u otras mezclas de los mismos con filtros como tiza, talco, o similares, y otros materiales tal y como acrilatos endurecibles por rayos UV.

10 En las realizaciones de ejemplo, la porción principal se puede extruir desde un primer material polimérico extruible que comprende al menos un 80 % en peso de un primer polímero, polietileno y las discontinuidades se pueden extruir desde un segundo material polimérico extruible que comprende al menos un 70 % en peso de un segundo polímero, polipropileno y adicionalmente al menos un 0,5 % en peso del primer polímero polietileno. Se pueden incluir cantidades más grandes en peso del primer polímero en el segundo material, tal y como al menos un 1,0 %, o al menos un 2 %. Sin quedar atados a la teoría, los Solicitantes creen que la unión entre el polipropileno y el polietileno puede estar causada por una o ambas cantidades de etileno compuestas en la unión entre el polipropileno y el polietileno, y el entrelazamiento de moléculas entre el PE y el PP. Según este acuerdo, la cantidad de etileno en el PP extruido puede aumentar para aumentar la unión entre las discontinuidades y el resto de la cubierta. En una realización, la porción 55 principal está fabricada de un primer material extruido de polietileno, tal y como un polietileno de densidad media (MDPE). Las discontinuidades 50 están fabricadas de un segundo material extruido de mezcla de polipropileno y polietileno, incluyendo la mezcla desde un 6 % a un 20 % de polietileno, siendo el resto de la mezcla principalmente un material de polipropileno. El primer material polímero puede ser, por ejemplo, un polietileno de tipo unimodal o bimodal definido por su distribución de peso molecular, en el que las cadenas poliméricas de menor peso molecular aumentan la fuerza de unión en la interfaz de la cubierta y del elemento (a través del proceso de fomentar los entrelazamientos y la co-cristalización).

15 La Figura 4 es una vista en sección recortada de un desviador 300 de flujo de coextrusión que se puede utilizar en conjunto con un cabezal transversal de extrusión utilizado generalmente para formar una cubierta anular tal y como la cubierta 30 que se muestra en la Figura 2. El desviador de flujo puede ser una modificación de un componente existente de un aparato de extrusión. En un aparato de extrusión tal, la punta y troquel de extrusión están directamente más abajo del desviador 300 de flujo. Las flechas 1 en la Figura 4 ilustran la dirección de flujo de un primer extruido fundido, y las flechas 2 indican la dirección de flujo de un segundo extruido fundido. El desviador 300 de flujo tiene una superficie 320 exterior sobre la cual fluye el primer material extruido fundido que se utiliza para formar la porción 55 principal de la cubierta 30. El desviador 300 incluye un par de apoyos o aletas 330, cada una con un puerto 340 que permite introducir el segundo material extruido fundido utilizado para formar las discontinuidades 50 en el flujo del primer extruido fundido. El desviador 300 de flujo actúa para dividir el primer material alrededor de los puertos 340 que proporcionan el segundo material. El primer y el segundo material extruido se unen más abajo del desviador 300 de flujo. A medida que el primer y el segundo material se extruyen, un núcleo (no se muestra) que incluye una o más fibras ópticas avanza a lo largo de la línea CL central en la dirección P del proceso. El primer y el segundo material extruido se reducen, se enfrían, y se solidifican alrededor del núcleo de fibra óptica avanzando a través del cabezal transversal para formar la cubierta 30. Los elementos 60 localizadores táctiles se pueden incluir al formar un radio exterior en el troquel de extrusión. Si se desea, se pueden introducir miembros de fuerza, tal y como los miembros 66 de fuerza, en el proceso de extrusión e integrar en la cubierta 30.

20 Las Figuras 5A-5C ilustran un proceso para acceder al extremo de un cable como se ilustra en la Figura 1. Haciendo referencia a la Figura 5A, un técnico utiliza una herramienta 500 tal y como cortadores laterales o pinzas para apretar el cable es apretado a lo largo de menos de 180 grados de arco del cable exterior, tal y como entre medias de los elementos 60. Las hojas de la herramienta 500 están orientadas para apretar el mismo lado del cable 10, como delimitan los elementos 60 localizadores. Apretar un lado del cable 10 provoca que la cubierta 30 de cable se empiece a separar en las discontinuidades 50. Haciendo referencia a la Figura 5B, una vez comience la separación, una sección 520 de la cubierta 30 ubicada entre las discontinuidades 50 se quita del resto de la cubierta 30. Se puede facilitar el rasgado con la torsión de la sección 520. Haciendo referencia a la Figura 5C, el técnico rasga la sección 520 para conseguir una longitud deseada utilizando la herramienta 500. El núcleo 20 es entonces accesible para conexión, etc.

25 Las Figuras 6A-6C ilustran un proceso para acceder al punto medio de un cable como se ilustra en la Figura 1. Haciendo referencia a la Figura 6A, un técnico utiliza una herramienta 600 de navaja para formar un corte anular en la cubierta 30 que es aproximadamente $\frac{3}{4}$ del grosor de la cubierta. Entonces el cable 10 se flexiona para romper el resto del material de cubierta. A pesar de que se utiliza una herramienta de hoja de navaja en esta etapa, es la única etapa en la que se utiliza una herramienta con cuchilla muy afilada, en comparación con múltiples etapas en métodos de acceso convencionales. Haciendo referencia a la Figura 6B, el técnico rasura la cubierta en cada uno de los dos elementos 60 localizadores con una herramienta 650 de eliminación del recubrimiento. La herramienta puede ser, por ejemplo, Cable Sheath Removal Tool (Herramienta de eliminación del recubrimiento del cable), Catálogo #RPXS-000, de Corning Cable Systems. La cubierta 30 únicamente necesita rasurarse a lo largo de aproximadamente seis

pulgadas, en un solo lado de la línea del corte anular. Haciendo referencia a la Figura 6C, el cable 10 se flexiona para iniciar la separación de las dos mitades de la cubierta. El núcleo 20 es entonces accesible para conexión, etc.

5 Según las presentes realizaciones, se pueden disponer una o más discontinuidades en una cubierta de cable para proporcionar acceso relativamente fácil a un núcleo de cable. La facilidad de acceso puede estar definida, por ejemplo, por la fuerza requerida para retirar o separar una sección de la cubierta de cable en una o más discontinuidades. La fuerza de separación se puede medir como una medida de fuerza directa, en Newtons, de la fuerza que una persona debe ejercer mientras una sección de la cubierta se separa del núcleo del cable. Se entiende que la cubierta no será perfectamente uniforme, y que una persona o máquina no puede ejercer una fuerza perfectamente uniforme cuando se separa la cubierta, por tanto las "fuerzas de separación" descritas en esta memoria descriptiva indican una fuerza media ejercida mientras una distancia de la sección de la cubierta se une de nuevo. Se entiende también que las fuerzas de separación según las presentes realizaciones se miden sin ninguna modificación adicional al exterior de la cubierta de cable, tal y como mediante ranurado. Las fuerzas de separación pueden ser relativamente bajas cuando se comparan con las fuerzas requeridas para acceder a un cable sin discontinuidades extruidas. Por ejemplo, una fuerza de separación puede ser de menos de aproximadamente 90 Newtons (N). En realizaciones de ejemplo, la fuerza de separación requerida puede ser de entre aproximadamente 20N y 65N. Las fuerzas de separación se definen en la presente memoria para incluir cualquier fuerza lo suficientemente grande para provocar que el material de cubierta se rompa, rasgue, o se separe de otra manera a lo largo de las discontinuidades 50 para acceder al núcleo del cable.

20 Es relativamente fácil medir la fuerza de separación. Las Figuras 7A y 7B intervienen en un método para ilustrar la fuerza de separación en el cable 10 de la Figura 1. Tomando el cable 10 como referencia, se recortan aproximadamente 25 mm de la cubierta en un extremo del cable 10. Los extremos del cable 10 están asegurados a un banco o a otra superficie robusta. Se realiza un pequeño agujero en la cubierta proximal al borde de la cubierta donde se recortó del núcleo, como se muestra en la Figura 7A, y se inserta un extremo de un gancho "S" en el agujero de la cubierta. Si el cable incluye un par de discontinuidades separadas, se forma el agujero entre medias de las dos discontinuidades. Se une un cabo o cable al otro extremo del gancho S. El cabo está fijado a un calibre de fuerza, tal y como un calibre de Chatillon disponible en Ametek Test y Calibration Instruments de Largo, Florida. Tal y como se muestra en la Figura 7B, se tira del calibre de fuerza a mano o con algún medio mecánico, para separarlo del cable en un ángulo de 45 grados de la línea central del cable, hasta que la sección de la cubierta unida al gancho S se separa del resto de la cubierta. Se tira de la sección de la cubierta a una distancia de 250-500 mm de la ubicación de eliminación de cubierta inicial. La separación media se puede calcular si se mide la fuerza media con el calibre de fuerza a medida que la sección de la cubierta se desprende a lo largo de la distancia seleccionada.

35 En un método alternativo de medida de la fuerza de separación, una máquina para probar la fuerza, tal y como las disponibles en Instron®, tira de la sección del cable separándola del resto del cable en un ángulo de 90 grados al resto del cable 10. La máquina se muestra en la Figura 8. El cable 10 está asegurado a una corredera lineal que traslada el cable por debajo de la porción de la máquina que está asegurada a la sección de la cubierta que se está separando. En esta disposición, el cable 10 se desliza por debajo del calibre de fuerza que mide la tensión en la sección que se está retirando, de forma que la sección se puede separar en un ángulo de 90 grados. La tensión en la sección retirable se puede promediar sobre una distancia deseada para obtener la fuerza de separación media.

40 En general, las propiedades de separación descritas en esta memoria descriptiva se pueden obtener al coextruir las discontinuidades de un material diferente al material utilizado para formar la porción principal de la cubierta. Como un método alternativo, las discontinuidades pueden estar fabricadas del mismo material que el resto de la cubierta, pero sujetas a diferentes condiciones de curado, por ejemplo.

REIVINDICACIONES

1. Un cable (10) de fibra óptica, con un núcleo (20) que comprende una fibra (40) óptica y una cubierta (30) que rodea el núcleo (20), en el que la cubierta (30) tiene una superficie (34) interior que da al núcleo (20) y a una superficie (38) exterior, en el que la cubierta (30) está formada principalmente de material polímero, en el que la cubierta (30) comprende:
- 5 una discontinuidad (50) que se extiende de forma longitudinal a lo largo del cable (10) y completamente integrada en la cubierta (30),
- un indicador (60) táctil que se extiende de forma longitudinal a lo largo del exterior de la cubierta (30) denotando la ubicación de la discontinuidad (50) completamente integrada de la cubierta (30).
- 10 en el que, la discontinuidad (50) comprende una porción de la cubierta (30) de una composición material diferente a la porción (55) principal de la cubierta (30), siendo la porción (55) principal de la cubierta (30) un gancho anular que rodea el núcleo (20), mediante el cual la discontinuidad (50) proporciona una línea de debilidad que permite que la cubierta (30) se separe para proporcionar acceso al núcleo (20),
- 15 en el que la porción (55) principal de la cubierta (30) está formada de un primer material que comprende al menos un 80 % en peso de un primer polímero, y en el que la discontinuidad (50) está formada de un segundo material que comprende al menos un 70 % en peso de un segundo polímero y al menos un 0,5 % en peso del primer polímero, aumentando así la unión entre la discontinuidad (50) y la porción (55) principal de la cubierta (30), y
- en el que la discontinuidad (50) está unida a la porción (55) principal de la cubierta (30) de manera que la cubierta (30) comprende una estructura polimérica compuesta cohesiva.
- 20 2. El cable de fibra óptica de la reivindicación 1, en el que el indicador (60) táctil comprende un elemento localizador táctil que comprende al menos una de entre una superficie elevada y una superficie hundida en el exterior de la cubierta (30) para proporcionar indicación táctil de la ubicación de la discontinuidad (50).
3. El cable de fibra óptica de la reivindicación 2, en el que el elemento (60) localizador táctil comprende una superficie elevada en forma de protuberancia para proporcionar indicación táctil de la ubicación de la discontinuidad (50).
- 25 4. El cable de fibra óptica de la reivindicación 3, en el que la protuberancia se extiende a lo largo de toda la longitud del cable (10).
5. El cable de fibra óptica de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la discontinuidad (50) tiene un ancho y altura máximos, y en el que la relación del ancho máximo con la altura de la discontinuidad (50) está en el intervalo de 1:4 a 1:100, facilitando así la concentración de estrés en una raíz de la discontinuidad (50).
- 30 6. El cable de fibra óptica de la reivindicación 5, en el que la relación de la altura de la discontinuidad (50) con el grosor general de la cubierta es al menos 1:4.
7. El cable de fibra óptica de la reivindicación 6, en el que el primer polímero es polietileno y el segundo polímero es polipropileno.
- 35 8. El cable de fibra óptica de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que la discontinuidad (50) es una primera discontinuidad y comprende además una segunda discontinuidad completamente integrada en la cubierta (30) y separada de la primera discontinuidad de manera que una sección de la cubierta (30) está entre la primera y la segunda discontinuidad, y en el que se requiere una fuerza de separación para tirar de la sección de la cubierta (30) y alejarla del resto del cable en un ángulo de 90 grados del resto del cable (10), y en el que la fuerza de separación es menor que aproximadamente 90 Newtons.
- 40 9. Un método para fabricar un cable (10), que comprende:
- avanzar un núcleo (20) en una primera dirección, incluyendo el núcleo (20) al menos una fibra (40) óptica capaz de transmitir señales de comunicación; y
- extruir una cubierta (30) alrededor del núcleo (20), comprendiendo la extrusión:
- introducir un primer material polimérico extruido en el aparato de extrusión;
- 45 introducir un primer flujo de un segundo material polimérico extruido en el primer material polimérico extruido a través de un primer puerto;
- introducir un segundo flujo de material extruido en el primer material polimérico extruido a través de un segundo puerto;
- y
- 50 permitir que el primer y el segundo material extruido se reduzcan y se enfríen alrededor del núcleo, formando el primer material polimérico extruido una porción (55) principal de la cubierta (30), formando el primer flujo una primera

- discontinuidad (50) en la porción principal, y formando el segundo flujo una segunda discontinuidad (50) en la porción principal, en el que la primera y la segunda discontinuidad (50) están al menos parcialmente integradas en la porción (55) principal,
- 5 en el que el primer material extruido incluye un primer polímero y el segundo material extruido incluye un segundo polímero, incluyendo además el segundo material extruido entre de un 1 % a un 20 % en peso del primer polímero,
- en el que una sección de la cubierta (30) ubicada entre la primera y la segunda discontinuidad es separable de un resto de la cubierta mediante una fuerza de separación en la sección de menos de 90 Newtons;
- el método comprende además formar al menos un elemento (60) de ubicación táctil próximo a al menos una de las discontinuidades (50).
- 10 10. El método de la reivindicación 9, en el que un área transversal de cada discontinuidad (50) es menor que un 5 % de un área transversal de la cubierta (30).
- 15 11. El método de la reivindicación 9, en el que la cubierta (30) tiene una sección transversal anular con una superficie (34) interior y una superficie (38) exterior con un grosor de cubierta de entre 0,5 mm a 2,0 mm, en el que una altura de la primera discontinuidad (50) es al menos cuatro veces mayor que un ancho máximo de la primera discontinuidad (50), y en el que la primera discontinuidad (50) tiene un ancho máximo medido de forma perpendicular a un radio que pasa a través de la primera discontinuidad (50) que es de menos de 0,2 mm.
12. El método de cualquiera de la reivindicación 11, en el que el primer polímero comprende polietileno y el segundo polímero comprende polipropileno.
- 20 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9-12, que comprende además avanzar un miembro de fuerza alargado a lo largo de la primera dirección, y en el que la cubierta (30) se extruye alrededor del miembro de fuerza, en el que la primera discontinuidad (50) está completamente integrada en la porción (55) principal.

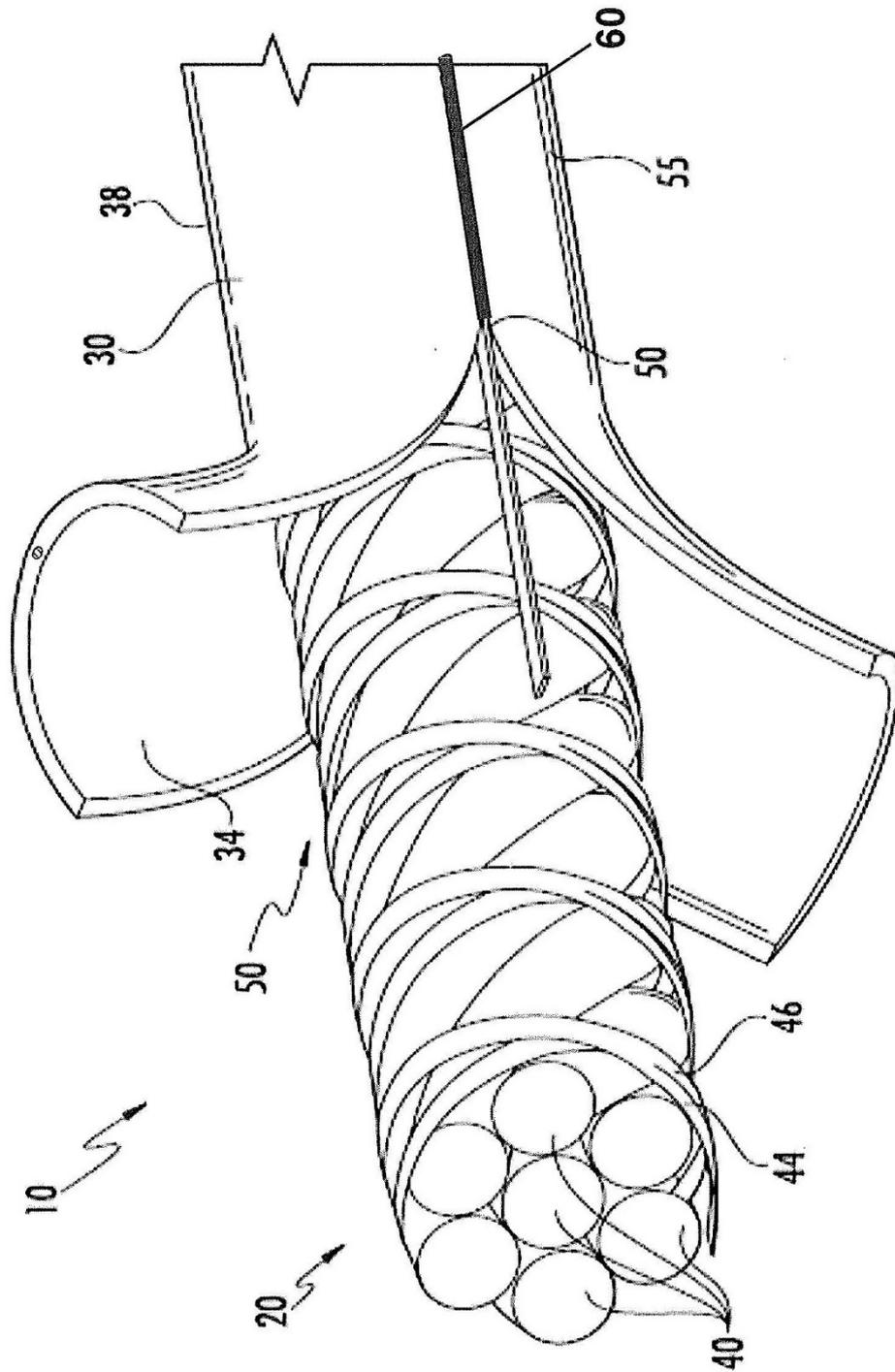


FIG. 1

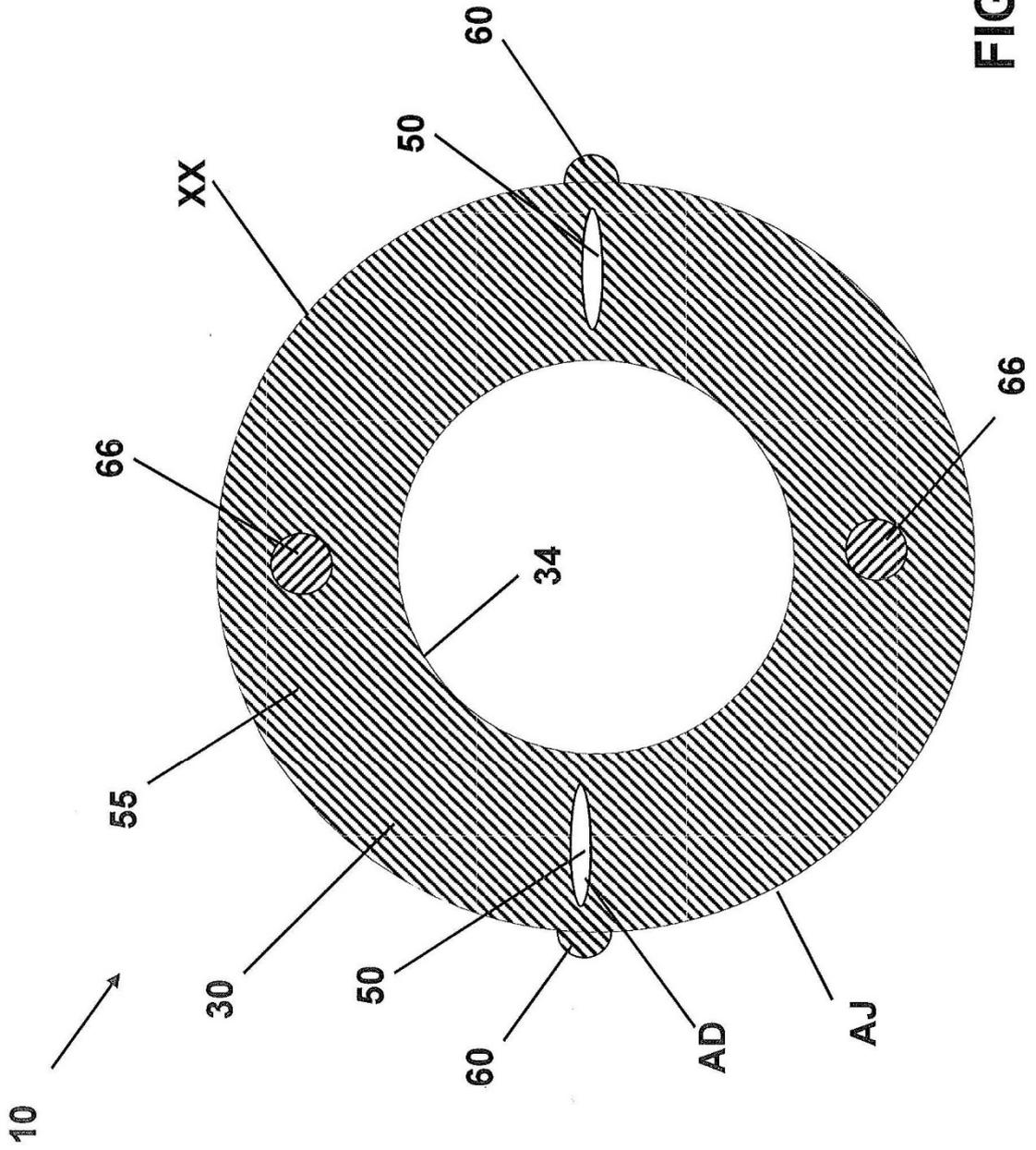


FIG. 2

50

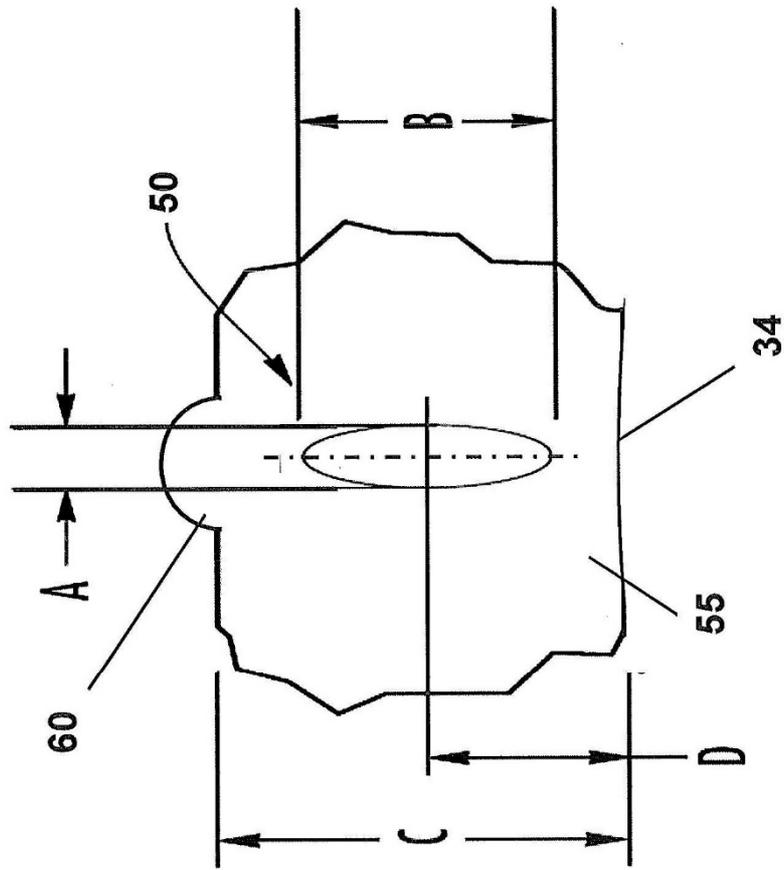


FIG. 3

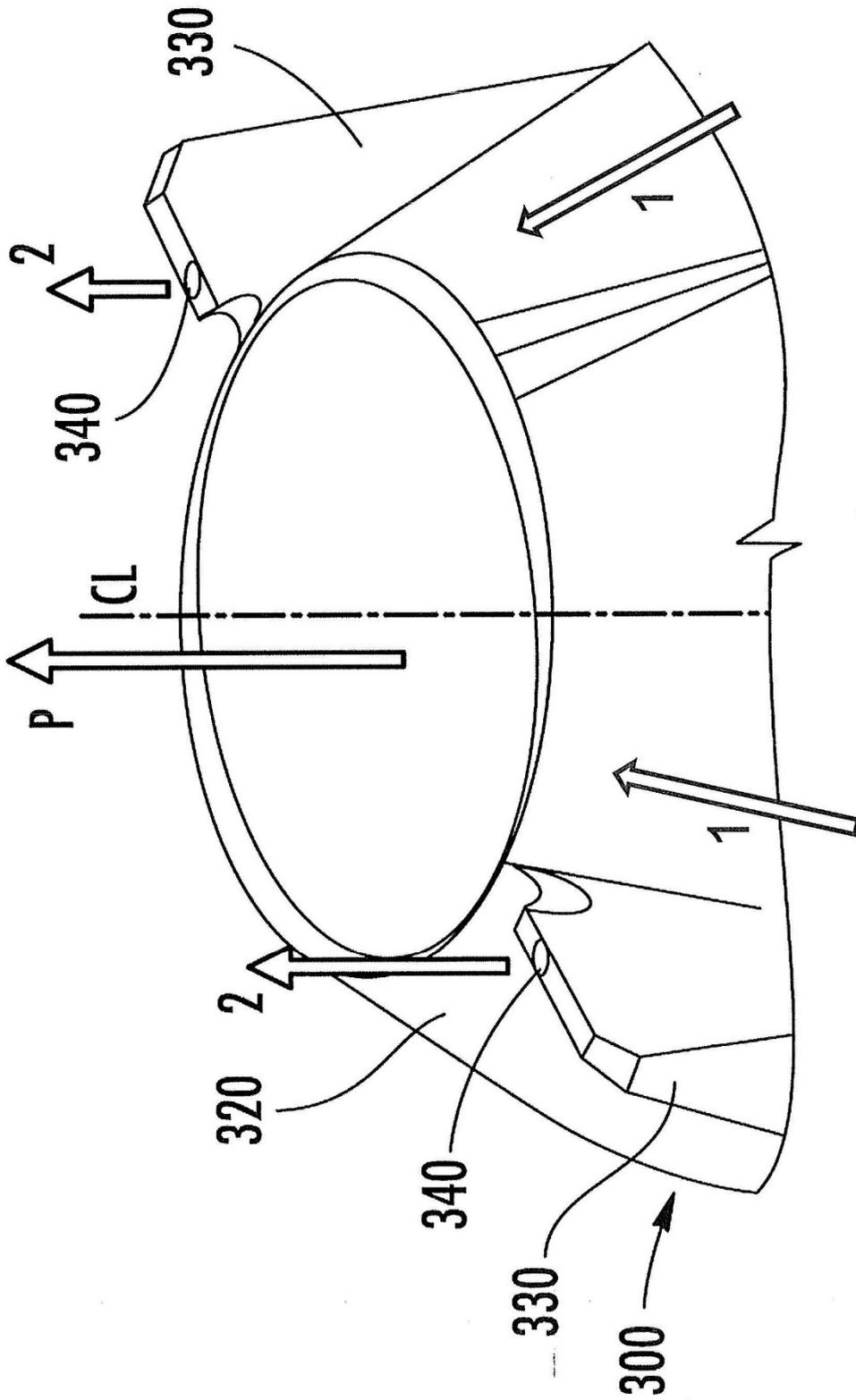


FIG. 4

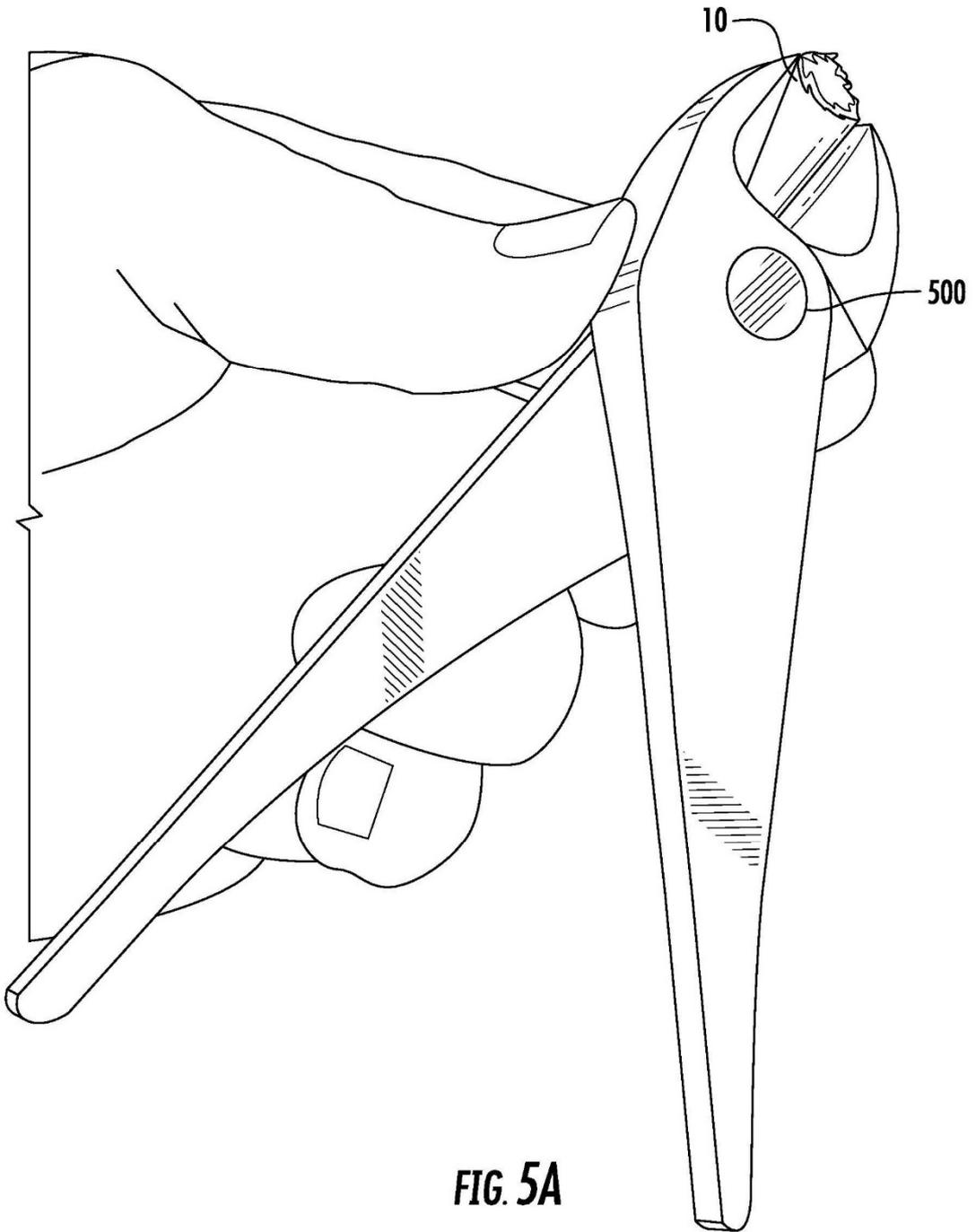


FIG. 5A

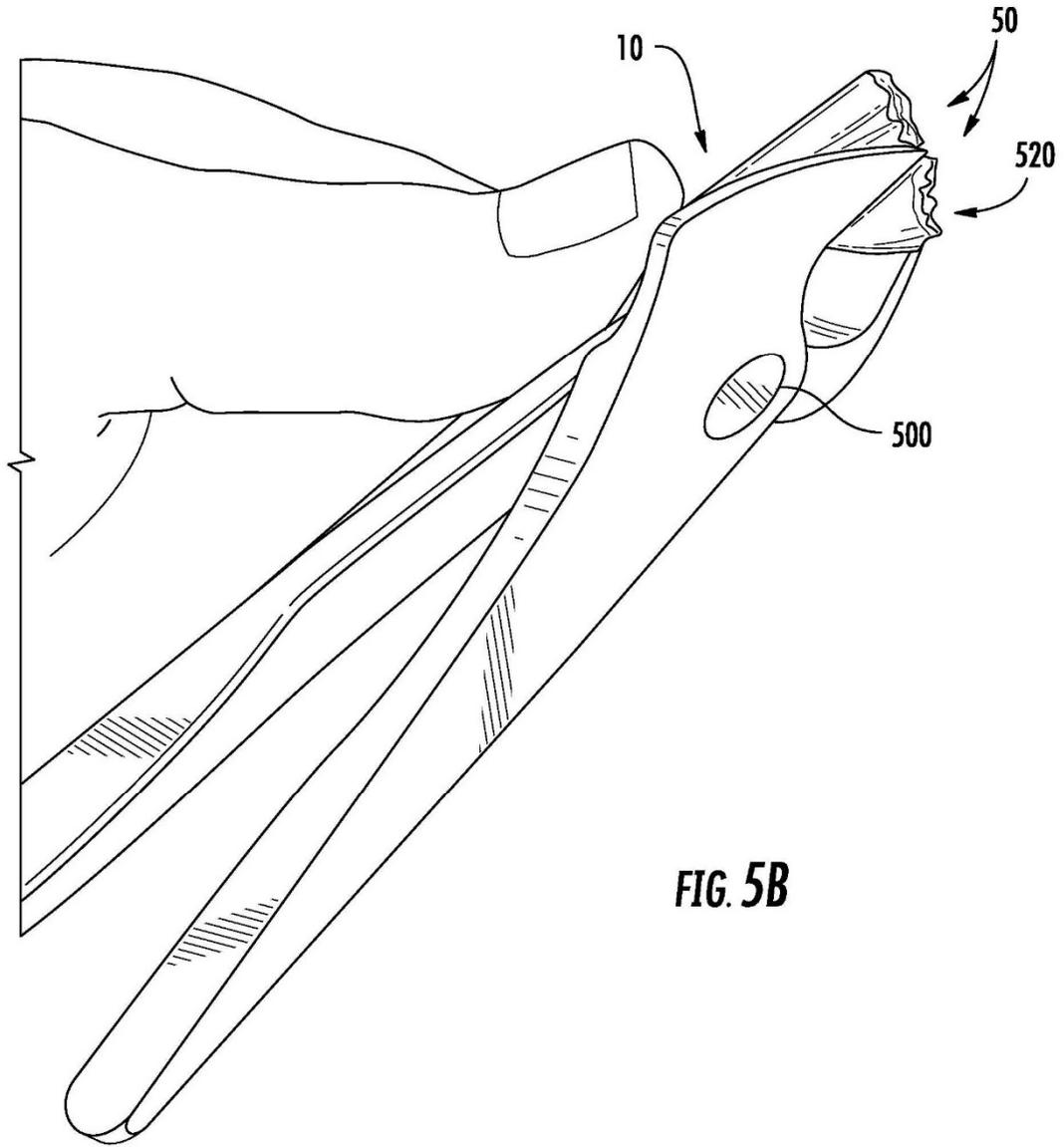
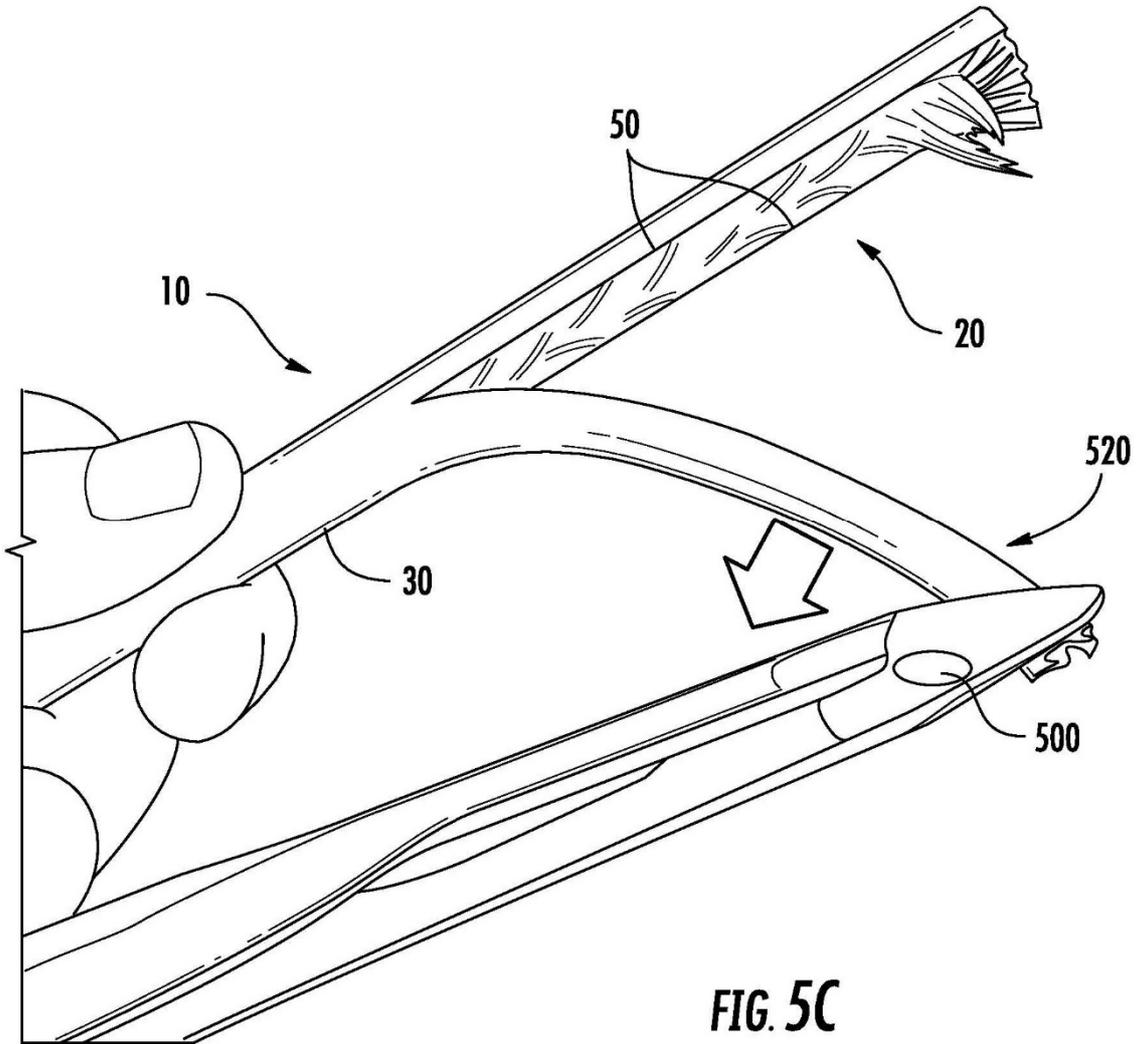


FIG. 5B



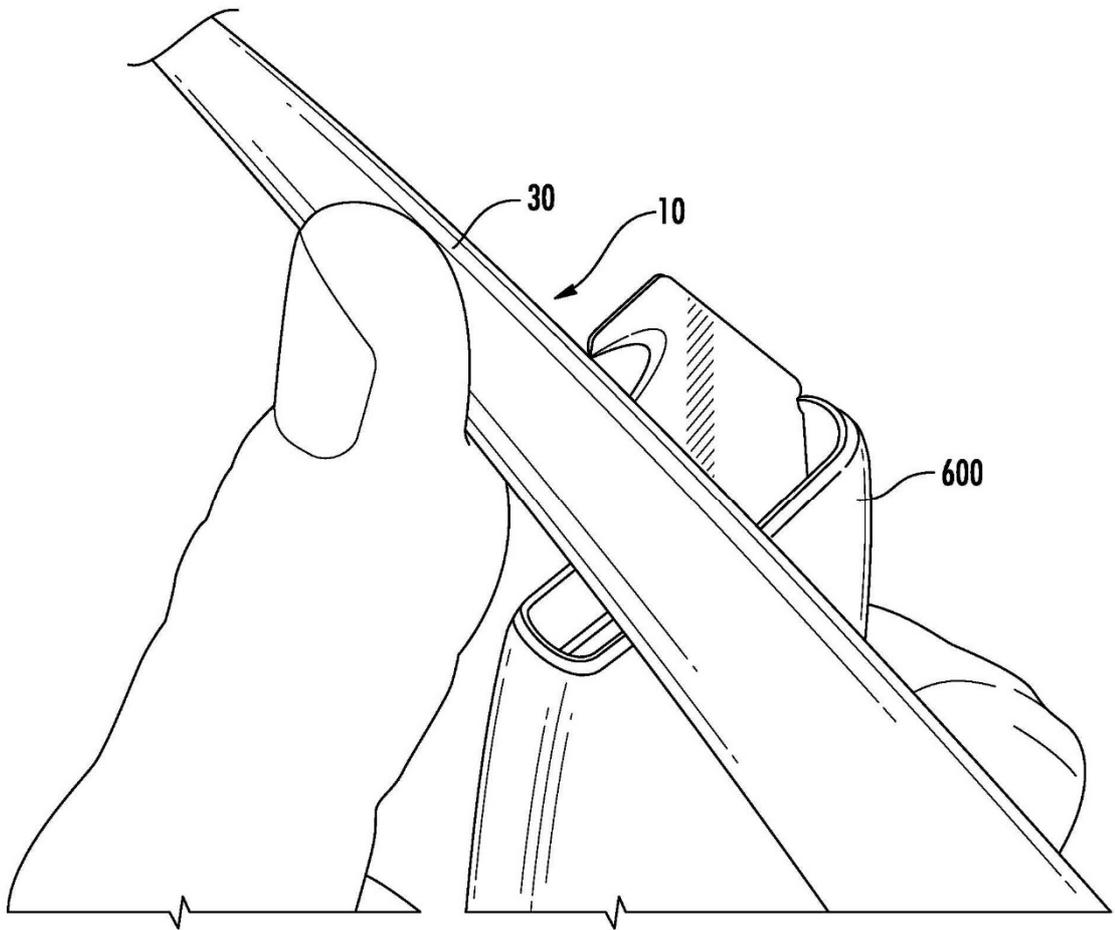


FIG. 6A

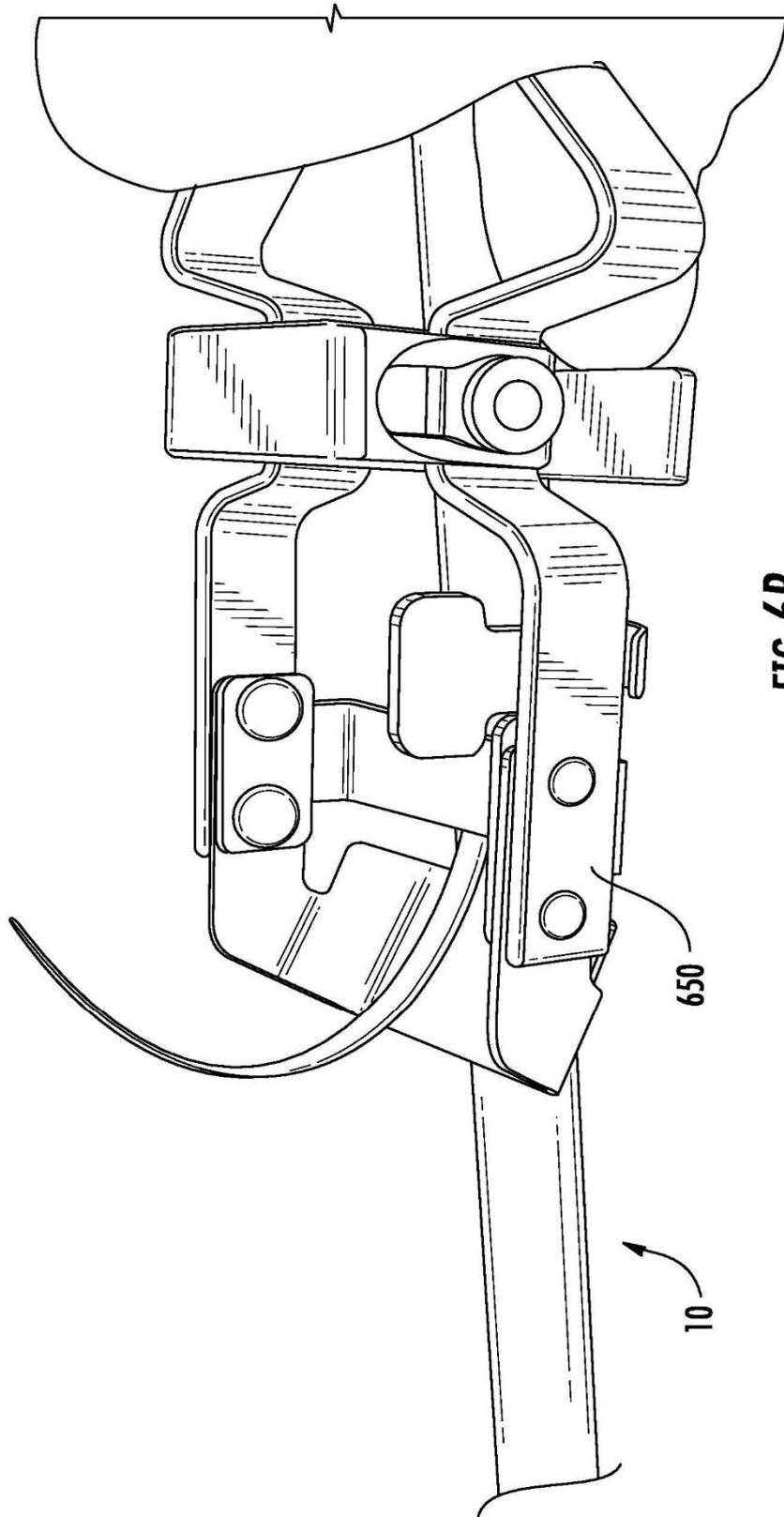


FIG. 6B

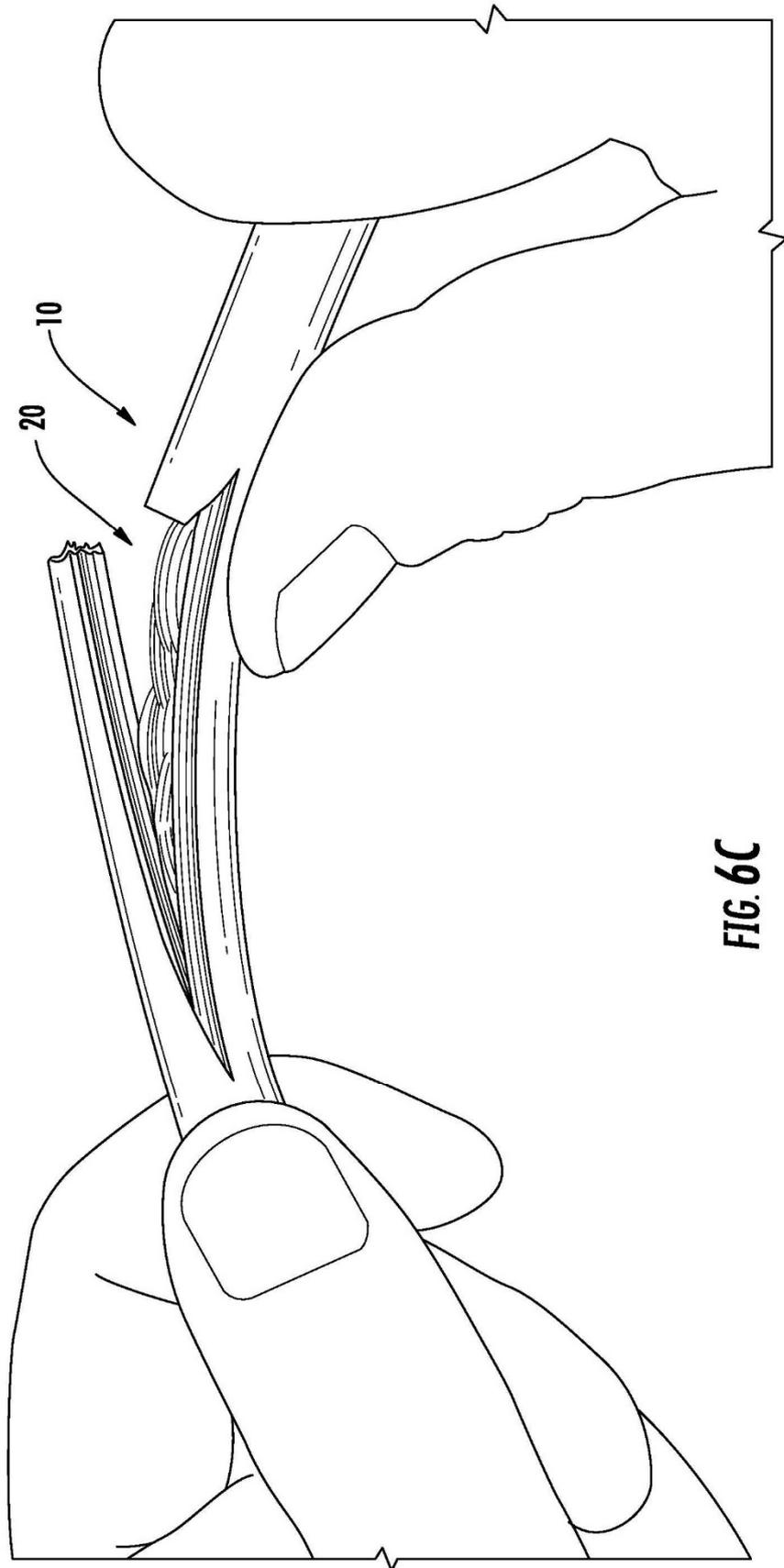
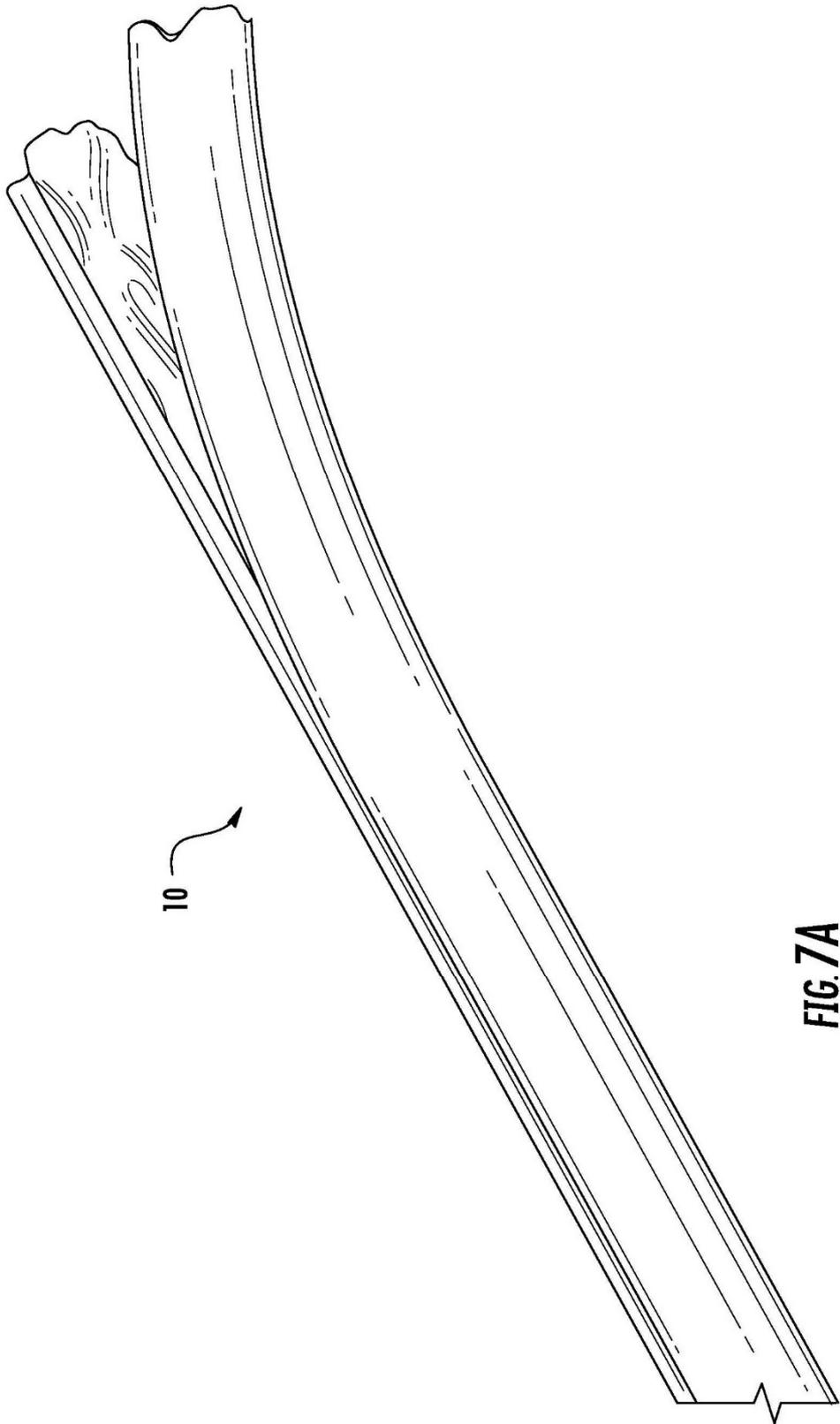


FIG. 6C



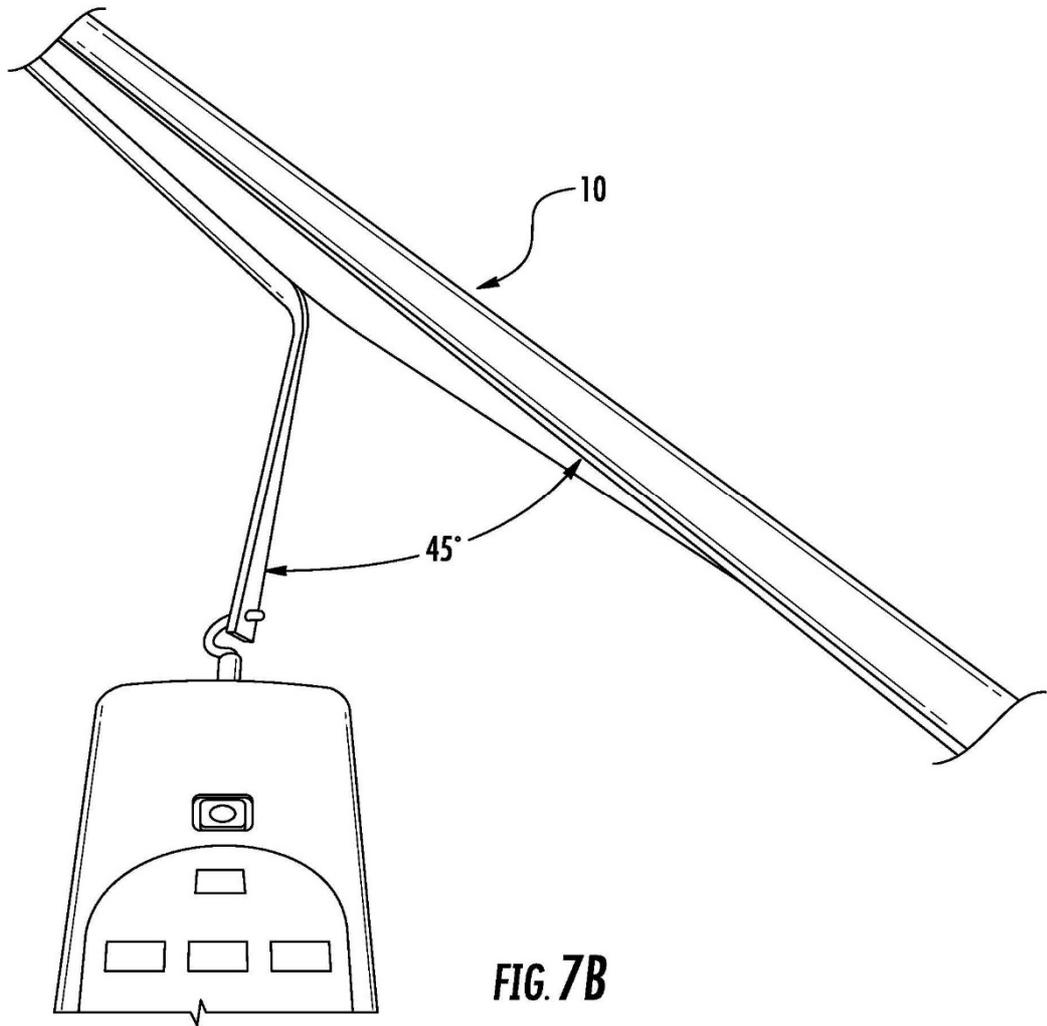


FIG. 7B

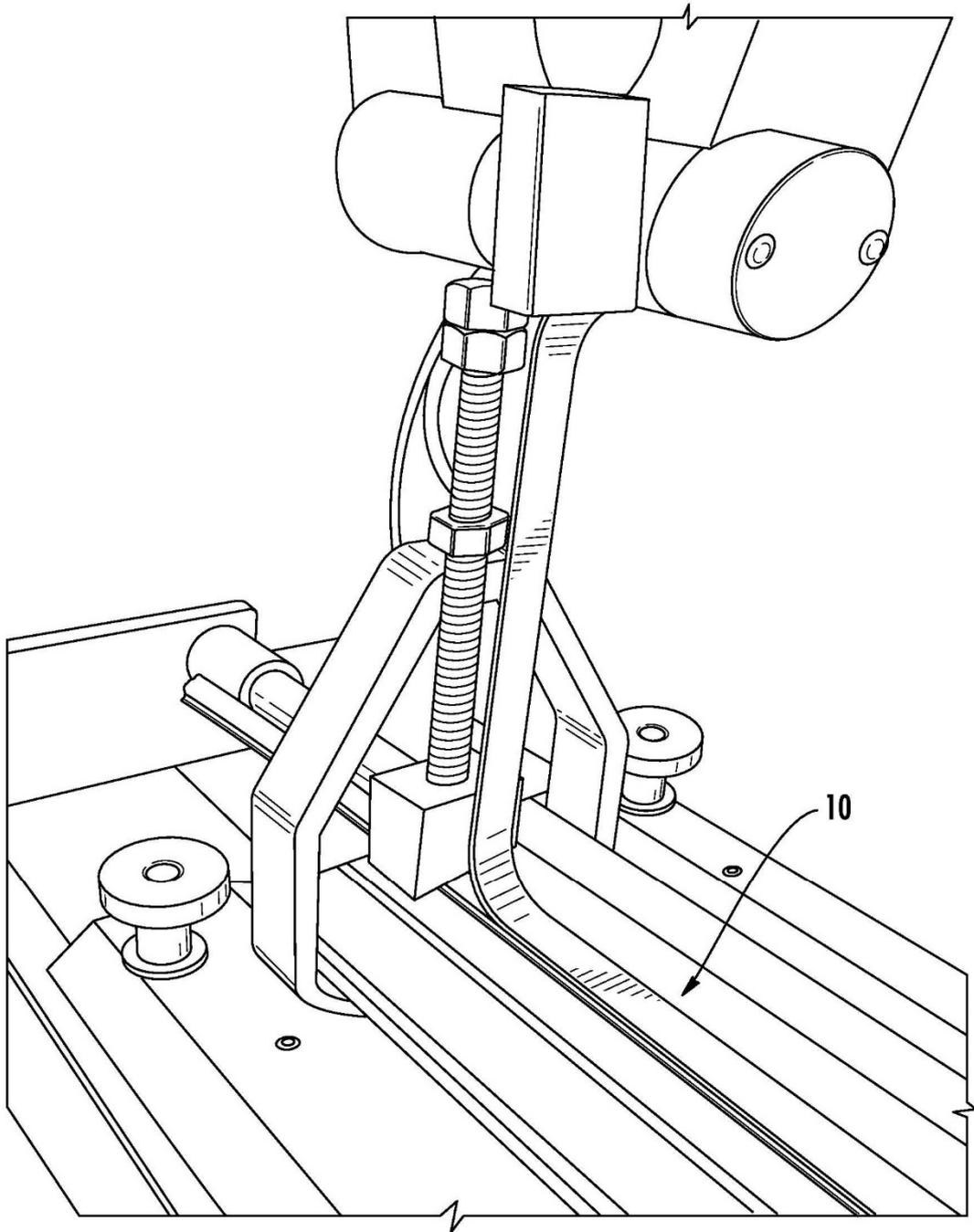


FIG. 8