

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 706 766**

51 Int. Cl.:

B64F 5/00 (2007.01)

G01M 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2014 E 14173498 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 2840025**

54 Título: **Método de fijación e inspección de superficies aerodinámicas contorneadas**

30 Prioridad:

17.07.2013 US 201313943972

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

01.04.2019

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

KANE, DANIEL J.

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 706 766 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

Método de fijación e inspección de superficies aerodinámicas contorneadas

Antecedentes

5 La mayoría de las superficies aerodinámicas, tales como los bordes de ataque de las aeronaves, son estructuras metálicas delgadas que carecen de rigidez. Las partes carecen de rigidez debido al grosor del material laminar, lo que conduce a una baja rigidez en la flexión y torsión, en particular para piezas largas como la piel del labio de entrada del motor y los bordes de ataque del ala. La falta de rigidez hace que las piezas sean muy difíciles de inspeccionar de acuerdo con los requerimientos dimensionales. Los bordes de ataque de la próxima generación de aeronaves se fabrican con tolerancias más estrictas como un método para reducir la resistencia y el consumo de combustible. Para garantizar que se cumplan estas tolerancias más estrictas, se requieren avances en los métodos para verificar las tolerancias tanto de la pieza como del ensamblaje.

15 Un tipo de borde de ataque de una aeronave es una piel de labio de entrada del motor. Una piel de labio típica se ilustra en las Figuras 1 a 4. Las pieles 20 de labio de múltiples piezas y las pieles 20a de labio de una sola pieza son conocidas en la técnica. La piel 20, 20a del labio se forma en una piel metálica delgada, de forma aerodinámica, que en general es circular cuando se ve en una vista en planta como se muestra en las Figuras 2 y 3. La piel 20, 20a del labio en general está formada por aluminio, pero puede estar formada por otros materiales resistentes al impacto, como el titanio. La piel 20, 20a del labio incluye una nariz 22 delantera curvada que tiene una cara 24 interior y una cara 26 exterior, una superficie 28 posterior exterior que tiene una cara 30 interior y una cara 32 exterior, la superficie 28 posterior exterior que se extiende a partir de la nariz 22 y termina en un borde 34, y una superficie 36 posterior interior que tiene una cara 38 interior y una cara 40 exterior, extendiéndose la superficie 36 posterior interior a partir de la nariz 22 y termina en un borde 42. Como resultado de la estructura, un bolsillo 44 está formado por la nariz 22, la superficie 28 posterior exterior y la superficie 36 posterior interior. La piel 20, 20a del borde está formada para ser lisa y libre de irregularidades y discontinuidades para reducir la resistencia e impedir la creación de turbulencia. La nariz 22 proporciona una transición lisa entre las superficies 28, 36 posteriores exteriores e interiores, a la vez que crea una pequeña área frontal para reducir la resistencia. La superficie 28 posterior exterior es más larga que la superficie 36 posterior interior. La piel 20 del labio de múltiples piezas está formada por una pluralidad de sectores 46 que se fijan entre sí por medios conocidos para formar la piel 20 del labio completa. La piel 20 del labio de múltiples piezas es flexible y si la piel 20 del labio se colocara sobre una superficie plana, la piel 20 del labio no mantendría su forma debido a la delgadez del metal. La piel 20a de labio de una sola pieza es más rígida que la piel 20 del labio de múltiples piezas, sin embargo, tampoco puede colocarse sobre una superficie plana y mantener su forma debido a la delgadez del metal.

35 Las pieles de labio tienen formas complejas que a menudo no son redondas y son difíciles de fabricar. Las pieles de labio se producen normalmente mediante operaciones de embutición profunda en múltiples etapas, formación de protuberancias o formación de giro, que requieren herramientas complejas y costosas y un procesamiento de múltiples pasos que consume mucho tiempo. Como resultado, puede ser difícil cumplir con los requerimientos de tolerancia.

Se proporciona aquí un método que permite que una parte, como la piel de un labio, restrinja la piel del labio en las ubicaciones donde la piel del labio se vería restringida al ensamblarse en la aeronave y se inspecciona de acuerdo con los requerimientos dimensionales mediante un sistema de medición. Otras características y ventajas se harán evidentes al leer la especificación adjunta, en combinación con un estudio de los dibujos.

40 El documento de los Estados Unidos US 2009/0301235 A1 divulga un sistema para inspeccionar una precisión de procesamiento de una pieza de trabajo. El sistema de inspección incluye un mecanismo de soporte que soporta la pieza de trabajo en una misma postura como una postura en la cual la pieza de trabajo se ensambla a un cuerpo; un dispositivo de reproducción de carga que aplica una carga a la pieza de trabajo a lo largo de una dirección sustancialmente vertical; y un dispositivo de medición que mide las posiciones de al menos una parte característica de la pieza de trabajo a la vez que se aplica la carga a la pieza de trabajo. Un método de inspección adicional se describe en el documento WO 2007/125097 de la técnica anterior.

Resumen

50 La invención se define por la reivindicación 1. Se proporciona un método para fijar e inspeccionar superficies aerodinámicas contorneadas de una parte, tal como una piel de labio. Una precarga controlada se aplica a una o más ubicaciones discretas a lo largo de la superficie contorneada para restringir la piel del labio en las ubicaciones donde la piel del labio se vería limitada al ensamblarse en una aeronave. Las superficies contorneadas se inspeccionan entonces de acuerdo con los requerimientos dimensionales. La precarga controlada se puede aplicar mediante el uso de imanes o protectores elásticos. El alcance de la presente invención se define únicamente por las reivindicaciones adjuntas y no se ve afectado por las declaraciones dentro de este resumen.

55 Breve descripción de los dibujos

La invención se puede entender mejor con referencia a los siguientes dibujos y descripciones. Los componentes de las figuras no están necesariamente a escala, sino que se pone énfasis en ilustrar los principios de la invención.

La Figura 1 muestra una vista en perspectiva de una piel del labio de múltiples piezas;

La Figura 2 muestra una vista en planta de la piel del labio de múltiples piezas que se muestra en la Figura 1;

La Figura 3 es una vista en planta de una piel del labio de una sola pieza;

La Figura 4 es una vista en sección transversal a lo largo de las líneas 4-4 de las Figuras 2 y 3;

5 La Figura 5 es una vista esquemática de una piel del labio que muestra la estructura interior;

La Figura 6 es una vista en sección transversal de la piel del labio de múltiples piezas montada en un accesorio de acuerdo con una primera realización de la presente invención;

La Figura 6A es una vista ampliada de una porción de la Figura 6;

10 Las Figuras 7 y 8 son vistas en sección transversal de la piel del labio de múltiples piezas montada en un accesorio de acuerdo con realizaciones alternativas de la presente invención;

La Figura 9 es una vista en sección transversal de la piel del labio montada en un accesorio de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;

La Figura 9A es una vista ampliada de una porción de la Figura 9; y

15 La Figura 10 es una vista en perspectiva de la piel del labio montada en el accesorio y se muestra como inspeccionada por un sistema de medición.

Descripción detallada

20 Aunque la invención puede ser susceptible de realización en diferentes formas, se muestra en los dibujos, y aquí se describirá en detalle, una realización específica con el entendimiento de que la presente divulgación debe considerarse una ejemplificación de los principios de la invención, y no pretende limitar la invención a lo que se ilustra y describe aquí. Por lo tanto, a menos que se indique lo contrario, las características aquí descritas pueden combinarse para formar combinaciones adicionales que no se mostraron de otra manera con el propósito de ser breves.

25 Se proporciona un método de inspección el cual permite restringir una parte contorneada relativamente flexible, como una piel 20, 20a de labio de la aeronave, en las ubicaciones donde la piel 20, 20a de labio se restringiría al ensamblarse en la aeronave y ser inspeccionada por requerimientos dimensionales. La inspección de la piel 20, 20a de labio, aunque está restringida como lo haría en la aeronave, permite la medición precisa de la piel 20, 20a del labio y el ajuste del proceso de fabricación de la parte contorneada (modificaciones de herramientas). Esto permite que la pieza terminada cumpla con tolerancias mucho más estrictas y verifique que esas tolerancias se cumplan, tanto a nivel de pieza como de ensamblaje.

30 Una primera realización del método de inspección, que se muestra en las Figuras 6 a 8, se describe para inspeccionar una parte de diversas piezas, tal como una piel 20 de labio de múltiples piezas de una aeronave. Una segunda realización del método de inspección, que se muestra en las Figuras 9 y 9A, se divulga para inspeccionar una parte de una sola pieza, tal como una piel 20a de labio de una sola pieza de una aeronave. El método de inspección se puede usar para inspeccionar otros tipos de piezas, por ejemplo, pero sin limitarse a, bordes de ataques de alas, barquillas, narices de aeronaves, aletas verticales de aeronaves, estabilizadores horizontales de aeronaves, etc. Para facilitar la descripción e ilustración, el presente método se describe con respecto a las pieles 20, 20a de labios de la aeronave que se muestran en las Figuras 1 a 4.

35 El presente método de inspección proporciona un accesorio 50 sobre el cual se puede colocar la piel 20, 20a del labio para inspeccionar la piel 20, 20a del labio. El accesorio 50 está hecho preferiblemente de aluminio, pero también puede estar hecho de materiales no ferrosos. El accesorio 50 en general refleja la forma de la piel 20, 20a del labio en su forma nominal o final (la forma de la piel 20, 20a del labio se asume cuando se ensambla para su uso en la aeronave y la piel 20, 20a del labio está unida a su estructura interior. Es decir, el accesorio 50 tiene una forma que en general se ajusta o corresponde a la(s) superficie(s) contorneada(s) de la piel 20, 20a del labio u otra parte que tiene una o más superficies contorneadas flexibles. El accesorio 50 tiene una sección 52 superior y una sección 54 inferior. La sección 52 superior tiene un par de superficies 56, 58 laterales que se estrechan hacia dentro y una superficie 60 de soporte superior que refleja la forma de la nariz 22 de la piel 20 del labio. La superficie 60 de soporte es más pequeña que la nariz 22. La sección 54 inferior tiene un par de superficies 63, 64 laterales que en general se estrechan hacia dentro a partir de sus bordes inferiores a la superficie 56, 58 lateral asociada de la sección 52 superior. Las superficies 56, 58 laterales de la sección 54 inferior se forman de tal manera que cuando la piel 20 del labio se asienta o se coloca y se sujeta al accesorio 50 como se describe aquí, la piel 20 del labio toma una forma nominal.

40 En la primera realización del método, el accesorio 50 incluye una pluralidad de imanes 62, los cuales pueden ser imanes de tierras raras, montados en ubicaciones discretas predeterminadas en el accesorio 50. Estas ubicaciones discretas predeterminadas corresponden a las posiciones donde el mamparo 100 y los refuerzos 102 (ver la Figura 5) se unirán a la piel 20 del labio cuando se formen como un componente de la aeronave. A este respecto, las ubicaciones

5 discretas corresponden a los puntos de unión deseados entre la piel 20 del labio y el componente, ensamblaje, estructura, producto final, etc. Cada imán 62 se puede montar en el accesorio 50 de diversas maneras, como por ejemplo por un adhesivo, montado en un bolsillo 61 asociado mediante adhesivo o ajuste a presión, mediante un tornillo a través del imán 62 y unido al accesorio 50, etc. Los imanes 62 pueden asentarse justo debajo de las superficies 63, 64 laterales del accesorio 50, o pueden montarse al ras con las superficies 63, 64 laterales del accesorio 50. Los imanes 62 tienen aproximadamente la mitad de una pulgada de diámetro y tienen un perfil bajo, lo que permite acceso a la línea de vista a la mayor parte de la superficie para la inspección. Los imanes 62 pueden estar separados unos de otros a distancias predeterminadas.

10 La piel 20 del labio está asentada en el accesorio 50 deslizando la piel 20 del labio sobre la sección 52 superior del accesorio 50 hasta que la cara 24 interior de la nariz 22 está próxima a la superficie 60 de soporte del accesorio 50, la parte interior la superficie 36 posterior se asienta sobre la superficie 56 lateral de la sección 52 superior del accesorio 50, con su borde 42 superpuesto al extremo superior de la superficie 63 lateral de la sección 54 inferior, y la superficie 28 posterior exterior se asienta sobre la superficie 58 lateral de la sección 52 superior y se asienta sobre la superficie 64 lateral de la sección 54 inferior. Como resultado, la sección 52 superior del accesorio 50 se asienta dentro del bolsillo 44 de la piel 20 del labio. Un pasador de índice (no se muestra) u otro medio pueden proporcionarse para localizar la piel 20 del labio en el accesorio 50.

20 Después de que la piel 20 del labio se asienta en el accesorio 50, la nariz 22 de la piel 20 del labio se mueve en contacto con la superficie 60 de soporte del accesorio 50 para soportar adecuadamente la piel 20 del labio en el accesorio 50. Esto se puede lograr proporcionando una fuerza en la nariz 22, por ejemplo, colocando bolsas 72 de arena en la superficie 26 exterior de la nariz 22 como se muestra en la Figura 6, o utilizando cuerdas 74 elásticas unidas a sujetadores 76 externos para presionar la superficie 26 exterior de la nariz 22 de la piel 20 del labio como se muestra en la Figura 7. Aunque en general se muestra en las figuras como una fuerza hacia abajo, dependiendo de la orientación del accesorio 50 y la piel 20 del labio, la fuerza aplicada puede ser en cualquier dirección siempre que la nariz 22 se mueva hacia el acoplamiento con el accesorio 50. De manera similar, un imán 78, el cual puede ser un imán de tierras raras, se puede montar en la superficie 60 de soporte del accesorio 50 y un imán 80, el cual puede ser un imán de tierras raras, se puede colocar en la cara 26 exterior del nariz 22 de la piel 20 del labio como se muestra en la Figura 8 para colocar la nariz 22 de la piel 20 del labio entre el imán 78 y el imán 80 para proporcionar la fuerza.

30 Una vez que la nariz 22 de la piel 20 del labio está completamente acoplada con la superficie 60 de soporte del accesorio 50, los imanes 82, que pueden ser imanes de tierras raras, se aplican a las caras 32, 40 exteriores de la piel 20 del labio y se alinee con los imanes 62 colocados de manera correspondiente montados en el accesorio 50, de tal manera que los imanes 62, 82 posicionados de manera correspondiente interactúen entre sí, y las superficies 28, 36 delantera y posterior se posicionan entre los imanes 62, 82 respectivos. La interacción entre los imanes 62, 82 colocados de manera correspondiente aplica una precarga que tira de la piel 20 del labio hacia adentro hacia el accesorio 50. La colocación de los imanes 62, 82 simula las posiciones donde el mamparo 100 y los refuerzos 102 (ver Figura 5) se unirán a la piel 20 del labio cuando se forma como un componente de la aeronave. La aplicación de los imanes 62, 82 mantiene la piel 20 del labio verticalmente en la posición nominal en el accesorio 50. Los imanes 82 se aplican a la piel 20 del labio comenzando en el centro circunferencialmente en el mamparo 100, y luego en las ubicaciones de refuerzo 102, y luego se mueve hacia afuera circunferencialmente. Esto tira de la piel 20 del labio con una precarga controlada en las ubicaciones de sujeción de la aeronave. Los imanes 62, 82 permiten un control preciso de la precarga dentro de los límites de tensión. La piel 20 del labio se inserta en el accesorio 50 en todas las ubicaciones sin aberturas.

Después de que los imanes 82 se aplican a las caras exteriores de la piel 20 del labio, la fuerza (proporcionada por la bolsa 72 de arena, las cuerdas 74 elásticas unidas a sujetadores 76 externos, o el imán 80) se elimina de la nariz 22.

45 Los imanes 62, 82 (y los imanes 78, 80, si se usan) son preferiblemente recubiertos de caucho o plástico para impedir daños en las superficies de la piel 20 del labio. Los imanes 62, 82 están preferiblemente espaciados uniformemente circunferencialmente a intervalos diversas pulgadas de distancia alrededor del accesorio 50, con una fuerza que no exceda la tensión de precarga permitida teniendo en cuenta la distancia a la que se separan los imanes 62, 82.

50 Posteriormente, la piel 20 del labio se inspecciona y se analiza en relación con los requerimientos dimensionales mediante un sistema 70 de medición (Figura 10). El uso del accesorio 50 y los imanes 62, 82 en esta primera realización del método permite el acceso visual a las caras exteriores de la piel 20 del labio y reduce el sombreado. Dado que los imanes 82 son relativamente pequeños, se reduce el sombreado. Los imanes 62, 82 permiten el control preciso de una precarga dentro de los límites de tensión y permiten el libre acceso a las caras exteriores para inspección en todas las áreas. La inspección de la piel 20 del labio, aunque está limitada como lo haría en la aeronave, permite una medición precisa de la piel 20 del labio y el ajuste del proceso de fabricación de la parte contorneada (modificaciones de herramientas).

55 El sistema 70 de medición se puede realizar mediante una diversidad de dispositivos, tales como fotogrametría (ATOS (Sensor Topométrico Avanzado)) como se muestra en la Figura 11, CMM (Máquina de Medición de Coordenadas), radar láser, sistema CMM/láser de rastreador de brazos, etc.

5 En la segunda realización del método como se muestra en las Figuras 9 y 9A, el accesorio 50 incluye protectores 84 elásticos, cada uno de los cuales puede estar formado por una pluralidad de protectores separados o un protector circunferencialmente continuo, montado en ubicaciones discretas determinadas. Las ubicaciones discretas determinadas corresponden a las posiciones donde el mamparo 100 y los refuerzos 102 (ver Figura 5) se ubicarán en la piel 20a del labio cuando se formen como parte de la aeronave. Cada protector 84 elástico se puede montar en el accesorio 50 de diversas maneras, como por ejemplo con un adhesivo en la superficie del accesorio 50.

10 La piel 20a del labio está asentada en el accesorio 50 deslizando la piel 20a del labio sobre la sección 52 superior del accesorio 50 hasta que la cara 24 interior de la nariz 22 está próxima a la superficie 60 de soporte del accesorio 50, la superficie 36 posterior interna se asienta sobre la superficie 56 lateral de la sección 52 superior del accesorio 50, con su borde 42 superpuesto al extremo superior de la superficie 63 lateral de la sección 54 inferior, y la superficie 28 posterior exterior se asienta sobre la superficie 58 lateral de la sección 52 superior y se asienta sobre la superficie 64 lateral de la sección 54 inferior. Como resultado, la sección 52 superior del accesorio 50 se asienta dentro del bolsillo 44 de la piel 20a del labio. Puede proporcionarse un pasador de índice (no se muestra) u otros medios para ubicar la piel 20a del labio en el accesorio 50. Cuando la piel 20a del labio entra en contacto con los protectores 84 elásticos, la piel 20a del labio se empuja hacia afuera en esos lugares que aprietan la piel circunferencialmente con una tensión controlada. Esto es adecuado para el uso con una piel 20a del labio de una sola pieza, ya que es más rígida que la piel 20 del labio de diversas piezas. Si la piel 20a del labio de una sola pieza fue empujada hacia adentro por los imanes utilizados en la primera realización del método, pueden ocurrir protuberancias indeseables.

20 Después de que la piel 20a del labio se asiente en el accesorio 50, la nariz 22 de la piel 20a del labio se mueve en contacto con la superficie 60 de soporte del accesorio 50 con el fin de soportar adecuadamente la piel 20a del labio en el accesorio 50. Esto se puede lograr proporcionando una fuerza en la nariz 22, por ejemplo, colocando bolsas 72 de arena en la nariz 22 como se muestra en la Figura 9, o usando cuerdas 74 elásticas unidas a sujetadores 76 externos para presionar la nariz 22 de la piel 20a del labio (como la que se muestra en la Figura 7), o usando un imán 78, el cual puede ser un imán de tierras raras, montado en la superficie 60 de soporte del accesorio 50 y aplicando un imán 80, que puede ser un imán de tierras raras, a la cara 26 exterior de la nariz 22 de la piel 20a del labio (como la que se muestra en la Figura 8).

30 Una vez que la nariz 22 de la piel 20a del labio está completamente acoplada con la superficie 60 de soporte del accesorio 50, los protectores 84 continúan empujando la piel 20a del labio la cual está en contacto con el exterior hacia afuera. Los protectores 84 empujan la piel 20a del labio en la posición nominal circunferencialmente alrededor del accesorio 50 empujando la piel 20a del labio apretada circunferencialmente. Esto empuja la piel 20a del labio con precarga controlada en las ubicaciones de sujeción de la aeronave. Los protectores 84 permiten un control preciso de la precarga dentro de los límites de tensión, y esto se realiza sin fuerza excesiva. Los protectores 84 pueden estar circunferencialmente continuos alrededor del accesorio 50, o pueden ubicarse circunferencialmente alrededor del accesorio 50 con pequeños huecos. Se sugiere que los huecos sean pequeños para impedir que la piel 20a del labio se mueva. La colocación de los protectores 84 simula las posiciones donde el mamparo 100 y los refuerzos 102 (ver Figura 5) se ubicarán en la piel 20a del labio cuando se formen como un componente de la aeronave.

Después de que la piel 20a del labio esté completamente acoplada con el accesorio 50, la fuerza (proporcionada por la bolsa 72 de arena, las cuerdas 74 elásticas unidas a los sujetadores 76 externos, o el imán 80) se elimina de la nariz 20a de la piel 20a del labio.

40 Posteriormente, la piel 20a del labio se inspecciona y analiza en relación con los requerimientos dimensionales del sistema 70 de medición. El uso del accesorio y los protectores 84 en esta realización del método permite el acceso visual a las caras exteriores de la piel 20a del labio.

45 El sistema 70 de medición puede realizarse mediante una diversidad de dispositivos, tales como fotogrametría (ATOS (Sensor Topométrico Avanzado)) como se muestra en la Figura 11, CMM (Máquina de Medición de Coordenadas), radar láser, sistema CMM/láser rastreador de brazos, etc.

50 Se proporciona el resumen para permitir al lector determinar rápidamente la naturaleza de la divulgación técnica. Se presenta con el entendimiento de que no se utilizará para interpretar o limitar el alcance o el significado de las reivindicaciones. Además, en la descripción detallada anterior, se puede ver que diversas características se agrupan en diversas realizaciones con el fin de simplificar la divulgación. Este método de divulgación no debe interpretarse como un reflejo de la intención de que las realizaciones reivindicadas requieren más características de las que se mencionan expresamente en cada reivindicación. Más bien, como reflejan las siguientes reivindicaciones, la materia inventiva se encuentra en menos de todas las características de una única realización divulgada. Por lo tanto, las siguientes reivindicaciones se incorporan en la descripción detallada, y cada una de ellas se destaca por sí misma como una materia reivindicada por separado.

55 Debe entenderse que la invención está definida por las reivindicaciones adjuntas. De acuerdo con esto, la invención no debe restringirse excepto a la luz de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método que comprende proporcionar una parte que tiene una superficie contorneada; aplicando una precarga controlada a una o más ubicaciones discretas a

lo largo de la superficie contorneada para restringir la superficie contorneada, las ubicaciones discretas correspondientes a los puntos de unión en la parte cuando se ensamblan con otro componente para formar un ensamblaje final; e inspeccionar dichos requerimientos de superficie a dimensiones contorneados.

El método es uno en donde dicha precarga controlada se aplica utilizando imanes.

- 5 El método es uno en donde dicha precarga controlada se aplica utilizando protectores elásticos que se acoplan con dicha parte.

El método es uno que comprende además proporcionar un accesorio que en general se adapta en forma a la superficie contorneada de la pieza; y montar dicha parte en dicho accesorio para acoplar dicha parte con dicho accesorio.

- 10 El método es uno que incluye además proporcionar imanes en dicho dispositivo en dichas ubicaciones discretas; y después de que dicha parte se monta en dicho accesorio, aplicando imanes a una cara exterior de dicha parte, dichos imanes interactúan con dichos imanes en dicho accesorio para acoplar aún más dicha parte con dicho accesorio para aplicar dicha precarga controlada.

- 15 El método es uno que incluye además proporcionar protectores elásticos en dicho accesorio en dichos lugares discretos; en donde dicha parte se acopla con dichos protectores elásticos cuando dicha parte está montada en dicho accesorio para aplicar dicha precarga controlada.

El método es uno que comprende además en donde después de montar dicha parte en dicho accesorio, aplica una fuerza sobre dicha parte para hacer que dicha parte se mueva hacia un acoplamiento adicional con dicho accesorio.

El método es uno en donde dicha fuerza se aplica colocando bolsas de arena en dicha parte.

El método es uno en donde dicha fuerza se aplica uniendo cuerdas elásticas a una estructura fija y sobre dicha parte.

- 20 El método es uno en donde dicha fuerza se aplica mediante imanes colocados en una ubicación diferente en dicho accesorio que en dichas ubicaciones discretas.

El método es uno en donde dicha fuerza se elimina antes de inspeccionar dichos requerimientos dimensionales y de la superficie contorneada.

El método es uno en donde dicha inspección se realiza utilizando fotogrametría.

- 25 De acuerdo con la presente divulgación, se proporciona un método para inspeccionar una parte que tiene una superficie contorneada, comprendiendo el método unir la parte con un accesorio que tiene una forma que en general se adapta a la superficie contorneada de la parte; aplicar una precarga controlada a una o más ubicaciones discretas a lo largo de la superficie contorneada para restringir la superficie contorneada al accesorio, las ubicaciones discretas correspondientes a los puntos de unión en la parte cuando se ensamblan con otro componente para formar un ensamblaje final; e inspeccionar la superficie contorneada a los requerimientos dimensionales.

- 30 El método es uno que incluye además la colocación de imanes en el accesorio y los imanes correspondientes en la parte en las ubicaciones discretas para aplicar la precarga controlada.

El método es uno en donde la precarga controlada se aplica hacia el accesorio utilizando imanes.

El método es uno en donde la parte es una parte de aeronave.

- 35 De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método para inspeccionar una parte de la aeronave que comprende aplicar una precarga controlada a una o más ubicaciones discretas a lo largo de una superficie contorneada flexible de la parte de la aeronave para restringir la superficie contorneada a un accesorio en una forma que la parte de la aeronave asume cuando se ensambla en la aeronave, las ubicaciones discretas correspondientes a los puntos de unión en la parte de la aeronave cuando se ensamblan en la aeronave; e inspeccionar la superficie contorneada a los requerimientos dimensionales.

- 40 El método es uno que incluye además la colocación de imanes en el accesorio y los imanes correspondientes en las ubicaciones discretas para aplicar la precarga controlada.

REIVINDICACIONES

1. Un método que comprende:
proporcionar una parte (20; 20a) que tiene una superficie contorneada;
proporcionar un accesorio (50) que en general se ajusta en forma a la superficie contorneada de la parte (20; 20a);
5 montar dicha parte (20; 20a) en dicho accesorio (50) para acoplar dicha parte con dicho accesorio (50);
aplicar una precarga controlada a una o más ubicaciones discretas a lo largo de la superficie contorneada para restringir la superficie contorneada al accesorio (50) en una forma que la parte asume en un ensamblaje final, las ubicaciones discretas correspondientes a los puntos de unión en la parte (20); 20a) cuando se ensambla con otro componente (100; 102) para formar el ensamblaje final; e
- 10 inspeccionar dichos requerimientos dimensionales de superficie contorneada, a la vez que dicha superficie contorneada está limitada como lo sería en el ensamblaje final.
2. El método de la reivindicación 1, en donde dicha precarga controlada se aplica usando imanes (62).
3. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde dicha precarga controlada se aplica utilizando protectores (84) elásticos que se acoplan con dicha parte (20; 20a).
- 15 4. El método de la reivindicación 1, que incluye además proporcionar imanes (62) en dicho accesorio (50) en dichas ubicaciones discretas;
y después de que dicha parte (20; 20a) se monta en dicho accesorio (50), aplicando imanes (82) a una cara exterior de dicha parte, dichos imanes (82) interactúan con dichos imanes (62) en dicho accesorio (50) para acoplar aún más dicha parte (20; 20a) con dicho accesorio (50) para aplicar dicha precarga controlada.
- 20 5. El método de la reivindicación 1 o 4, que incluye además
protectores (84) elásticos en dicho accesorio (50) en dichos lugares discretos;
en donde dicha parte (20; 20a) se acopla con dichos protectores (84) elásticos cuando dicha parte está montada en dicho accesorio para aplicar dicha precarga controlada.
6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1, 4 o 5, que comprende además:
- 25 en donde después de montar dicha parte (20; 20a) en dicho accesorio (50), aplicar una fuerza en dicha parte para hacer que dicha parte se mueva para un mayor acoplamiento con dicho accesorio.
7. El método de la reivindicación 6, en donde dicha fuerza se aplica al menos parcialmente colocando bolsas (72) de arena en dicha parte (20; 20a).
- 30 8. El método de la reivindicación 6 o 7, en donde dicha fuerza se aplica al menos parcialmente uniendo cuerdas (74) elásticas a una estructura (76) fija y sobre dicha parte (20; 20a).
9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en donde dicha fuerza se aplica al menos parcialmente mediante imanes (80) colocados en una ubicación diferente en dicho accesorio (50) que en dichas ubicaciones discretas.
- 35 10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en donde dicha fuerza se elimina antes de inspeccionar dicha superficie contorneada de acuerdo con los requerimientos dimensionales.
11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde dicha inspección se realiza usando fotogrametría.
12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde la parte es una parte (20; 20a) de aeronave.

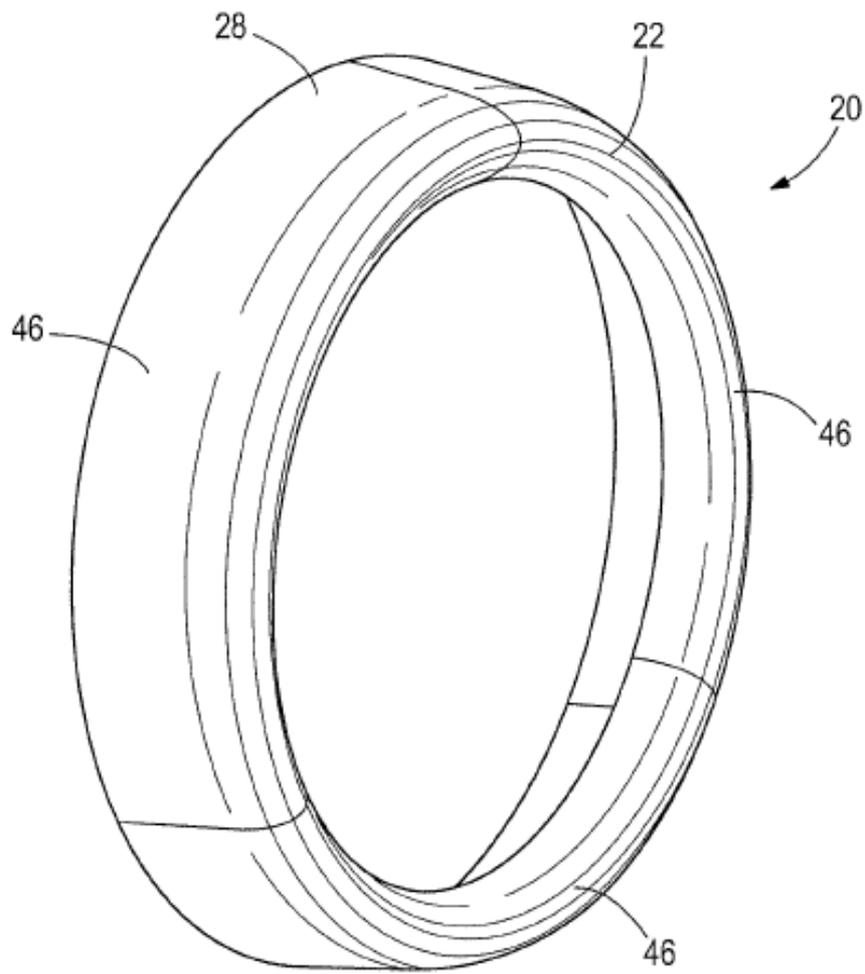


FIG. 1
TÉCNICA ANTERIOR

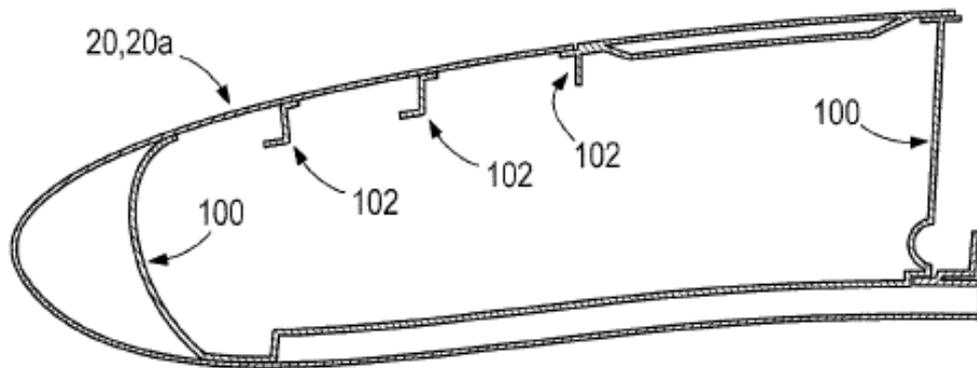


FIG. 5
TÉCNICA ANTERIOR

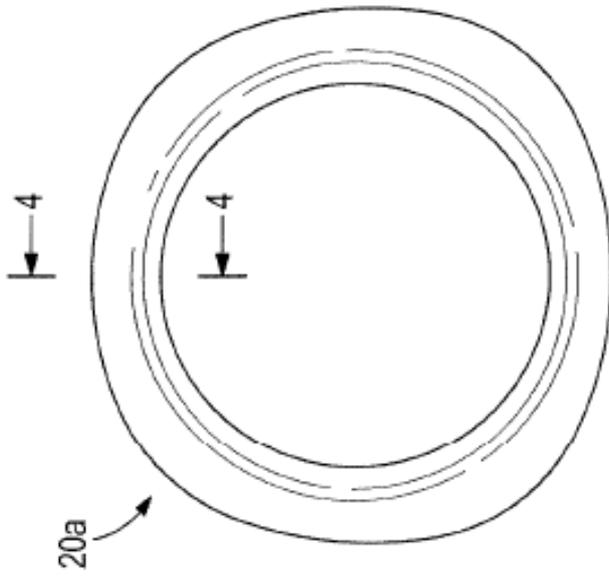


FIG. 3
TÉCNICA ANTERIOR

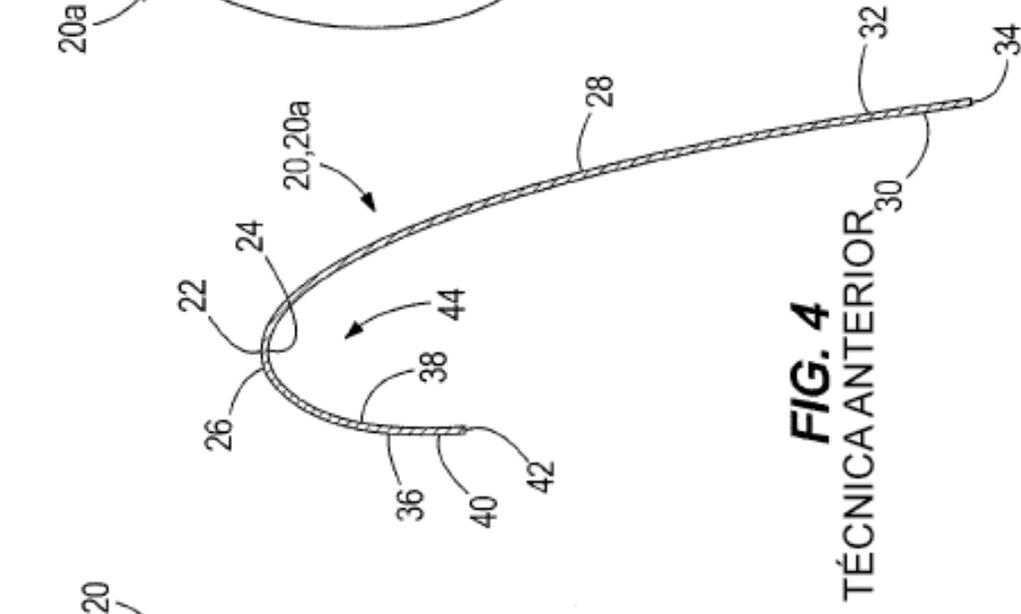


FIG. 4
TÉCNICA ANTERIOR

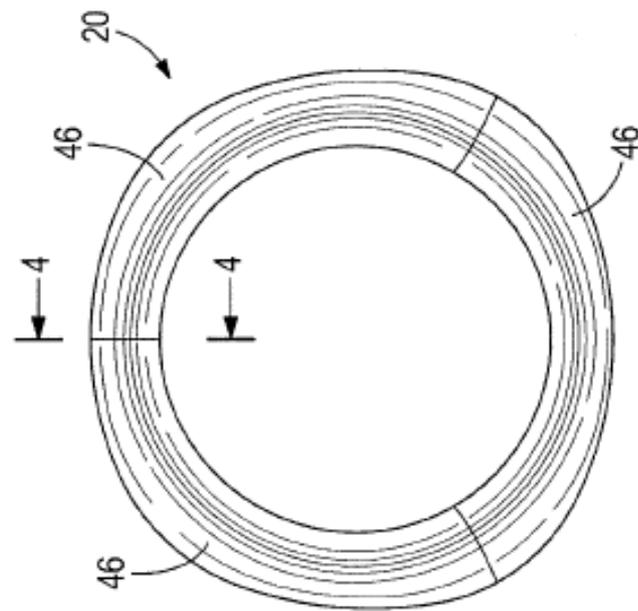
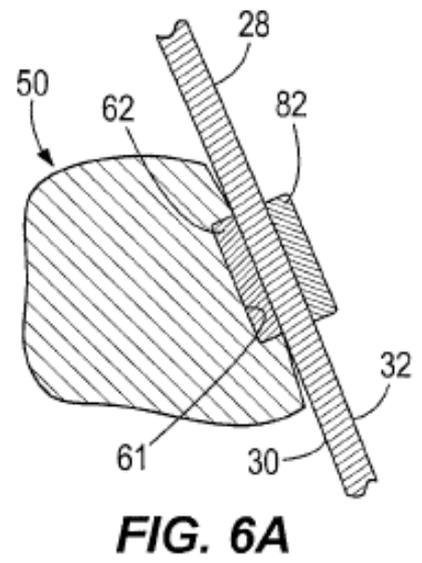
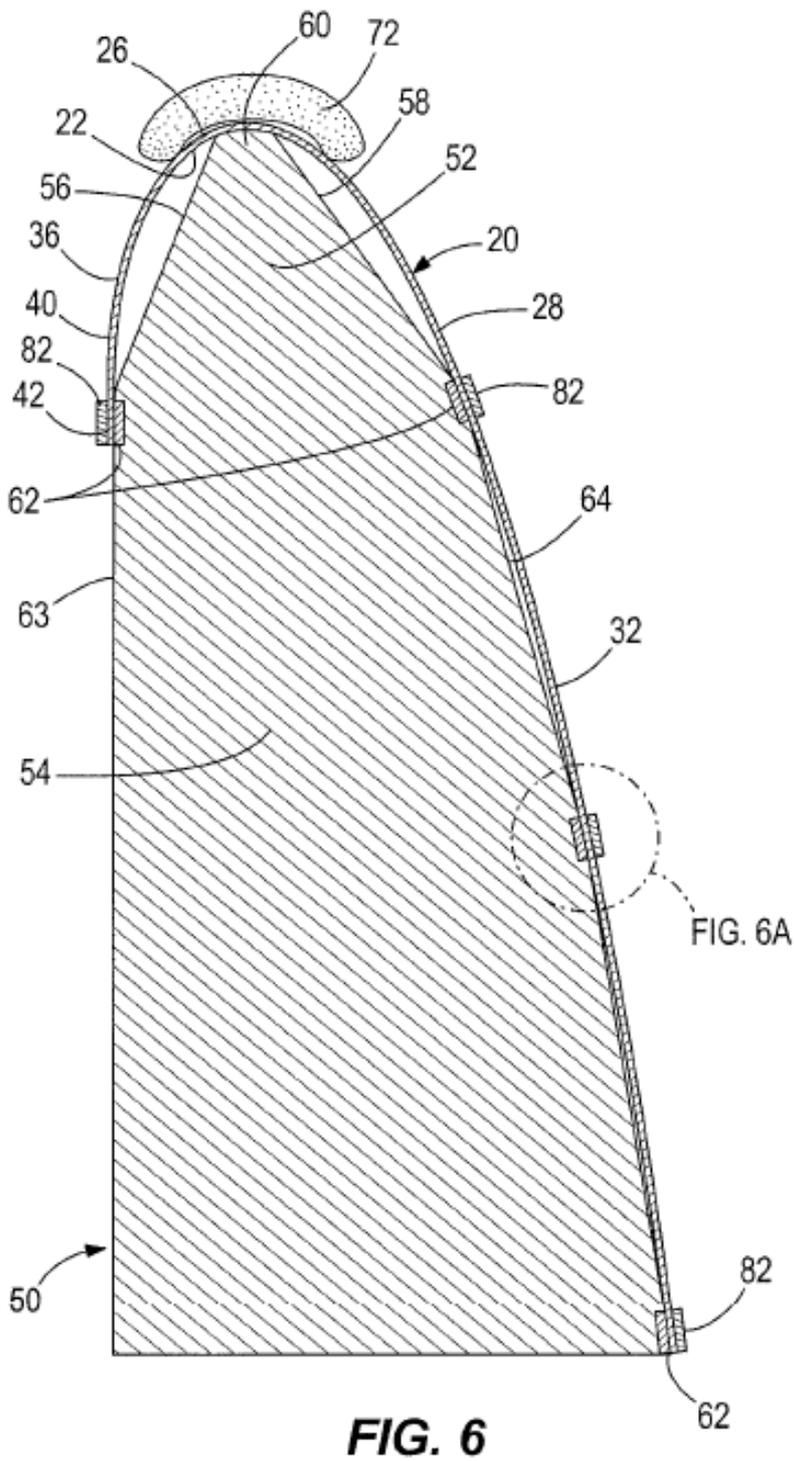


FIG. 2
TÉCNICA ANTERIOR



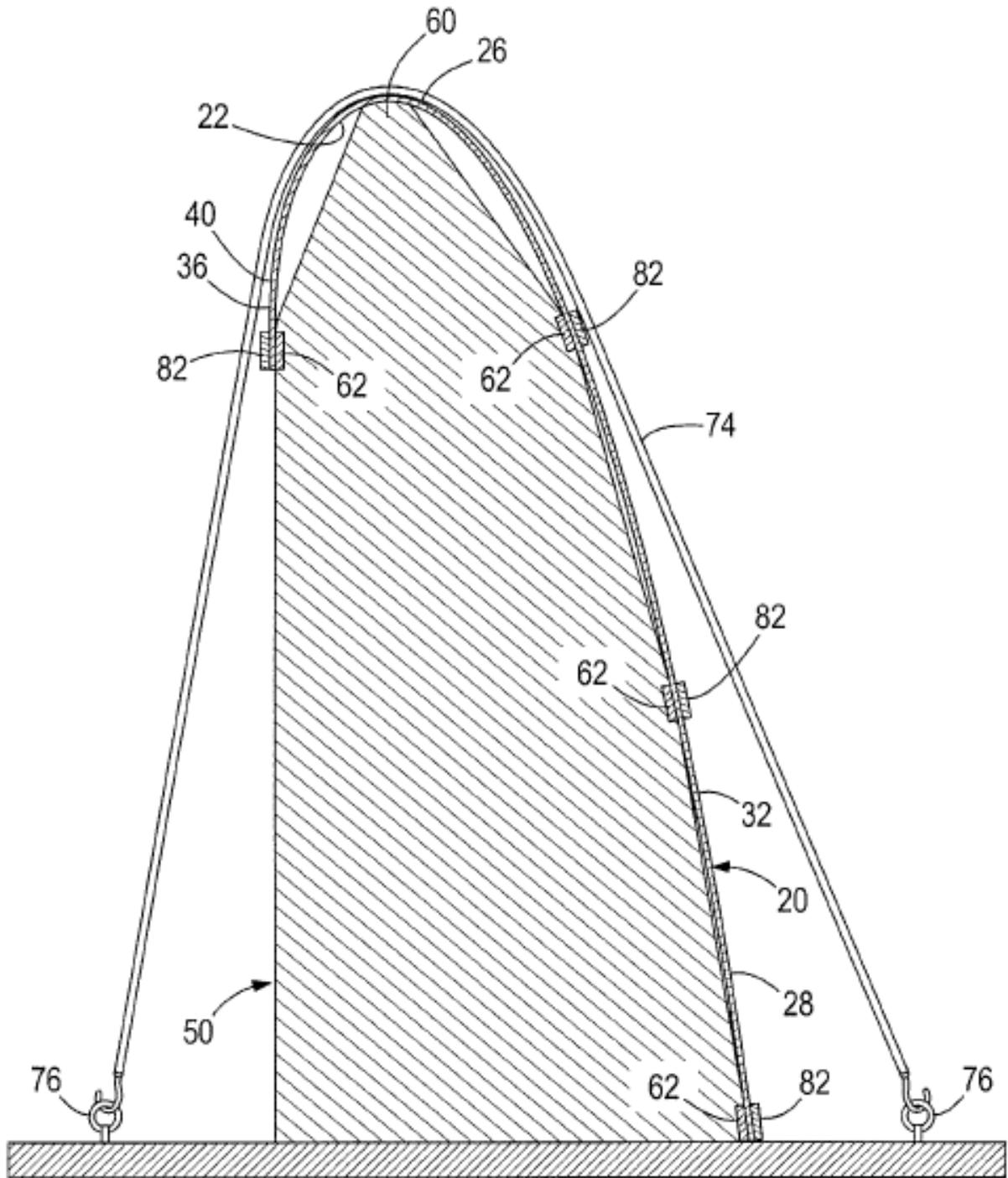


FIG. 7

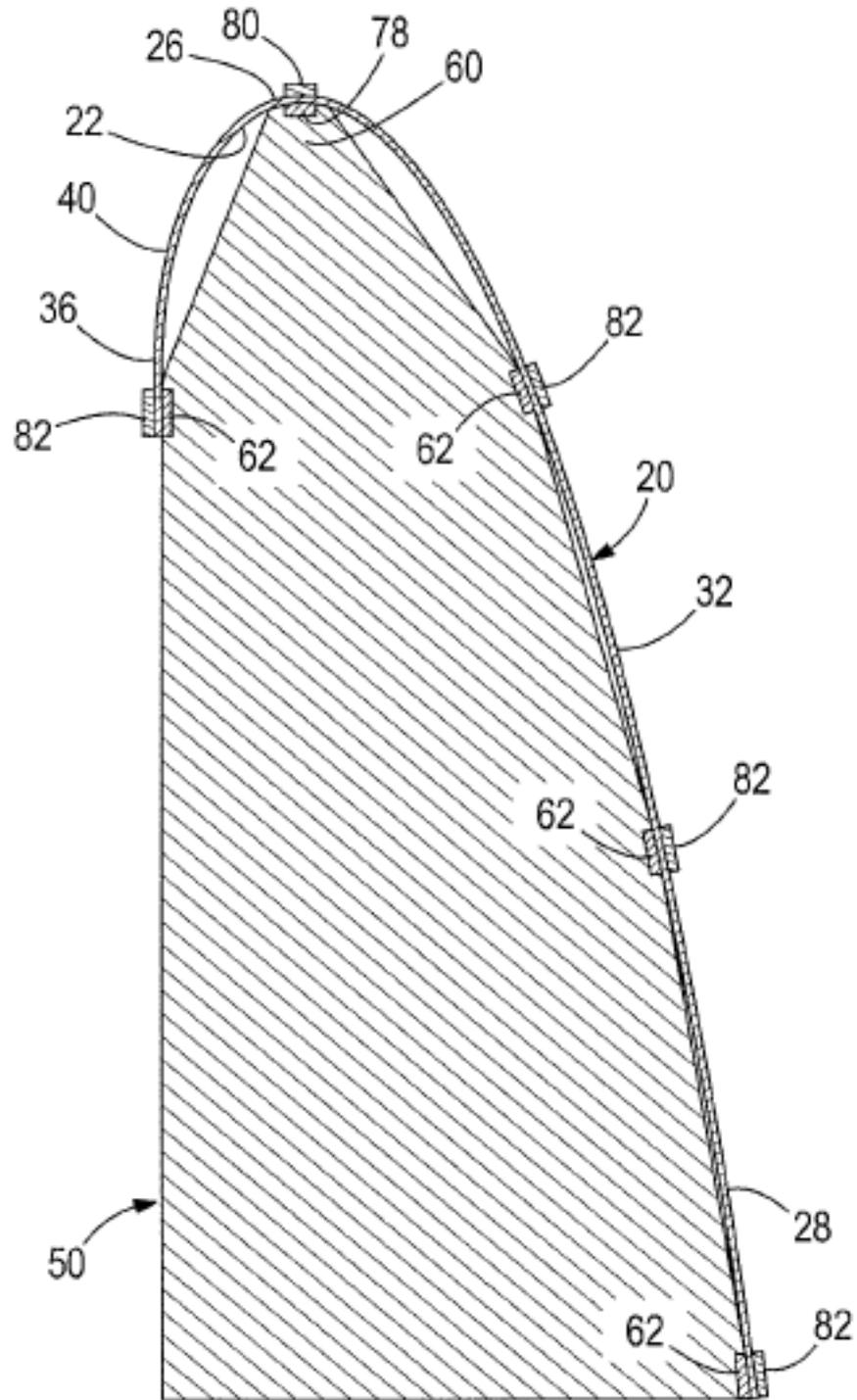
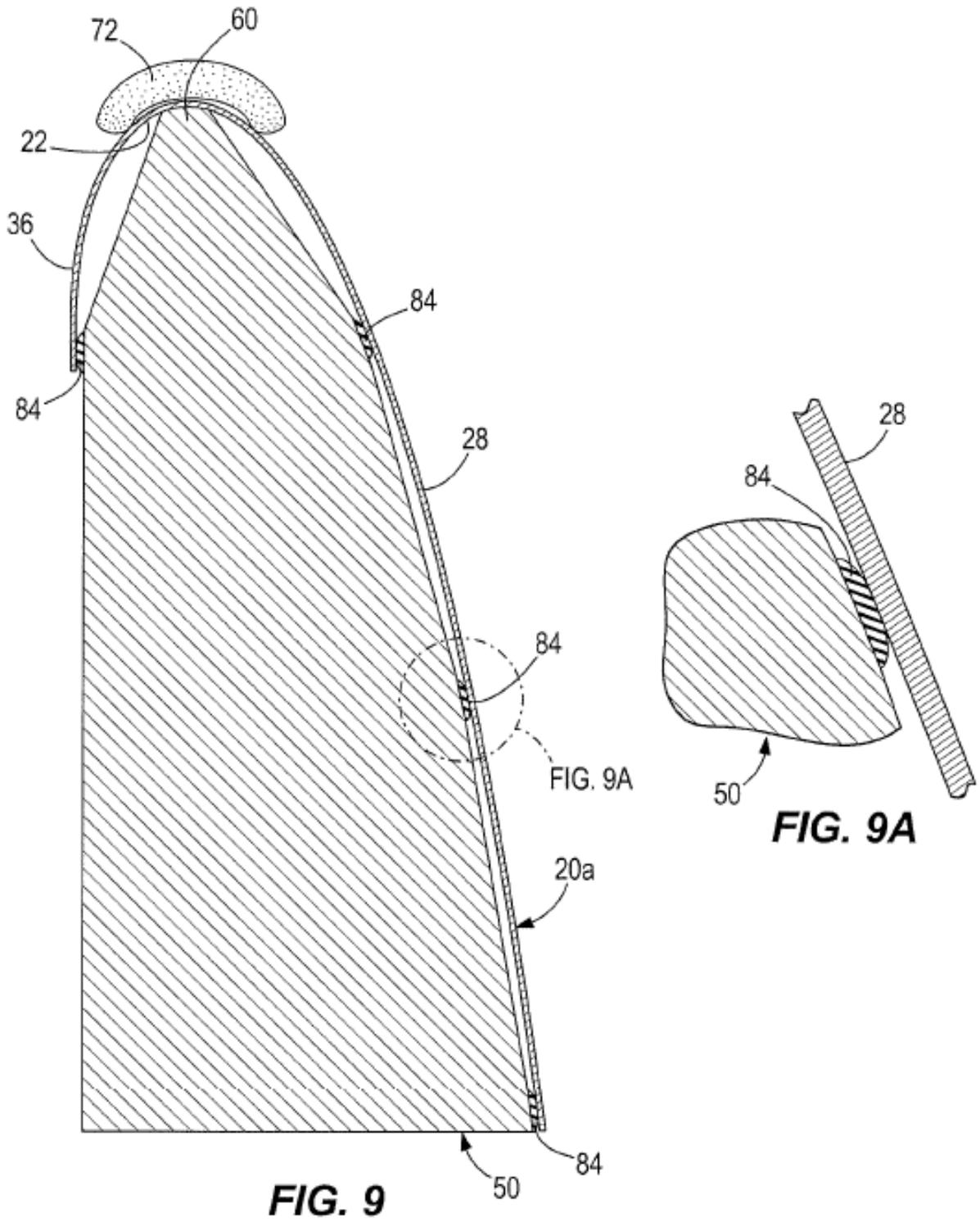


FIG. 8



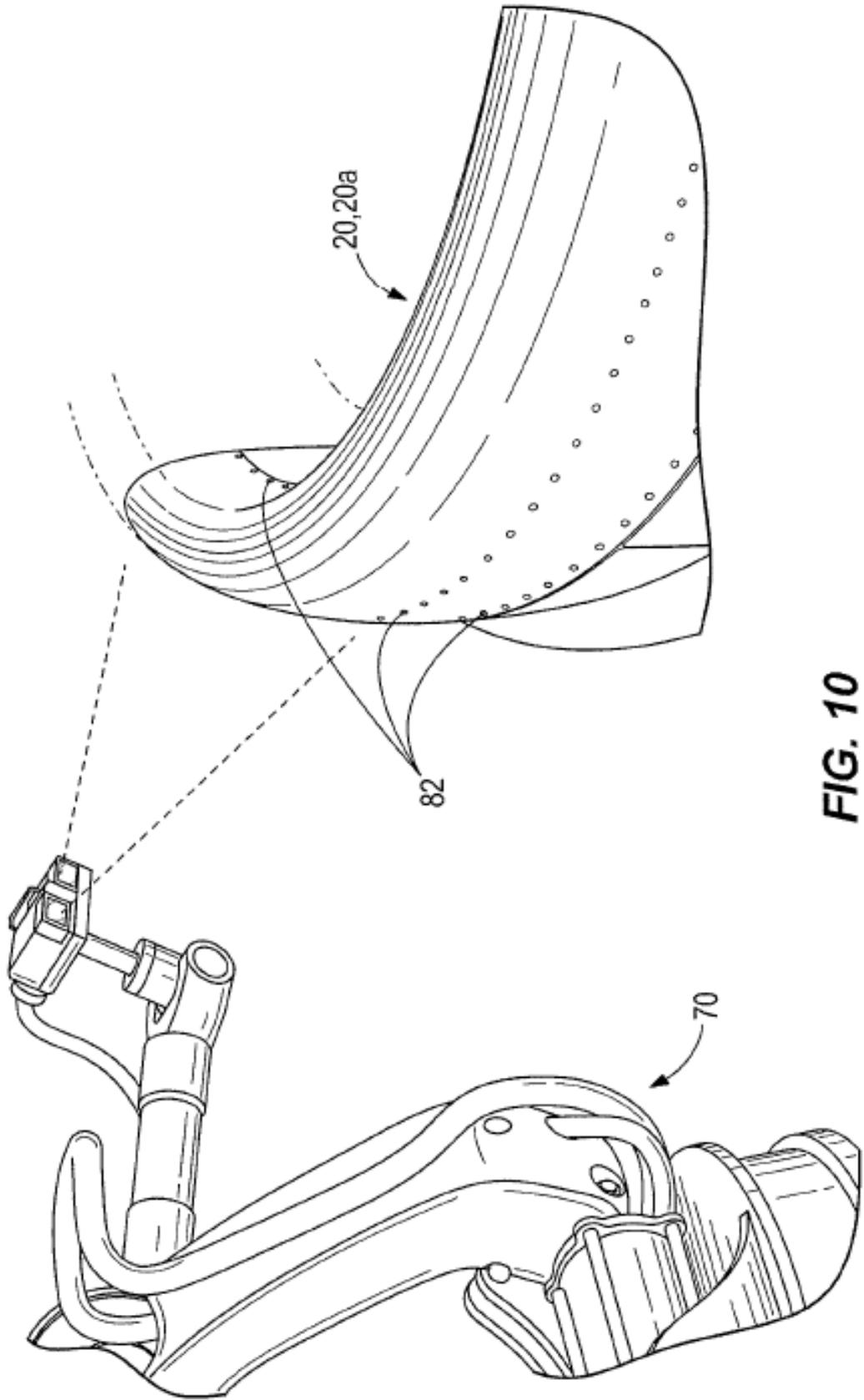


FIG. 10