

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 393**

51 Int. Cl.:

B64C 27/473 (2006.01)

B64C 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2005 E 05076137 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 1598269**

54 Título: **Sistema de peso ajustable de borde de fuga para palas de rotor principal de helicóptero**

30 Prioridad:

17.05.2004 US 847006

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

27.04.2017

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 NORTH RIVERSIDE PLAZA
CHICAGO, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**LOFTUS, ROBERT T.;
MCNULTY, MICHAEL J. y
HENTHORN, KEVIN**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 610 393 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de peso ajustable de borde de fuga para palas de rotor principal de helicóptero

5 Antecedentes de la invención**(1) Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere a un sistema de peso ajustable para una pala de rotor de una aeronave de ala rotatoria. Específicamente, la presente invención se refiere a un sistema de peso ajustable para una pala de rotor de helicóptero, donde el borde de fuga de la pala de rotor está formado con una pluralidad de rebajes que reciben cada uno un peso formado aerodinámicamente para ajustar y equilibrar el peso de la pala de rotor.

(2) Descripción de la técnica relacionada

15 Para la aeronave de ala rotatoria, por ejemplo helicópteros, es necesario que las palas de rotor de la aeronave tengan una capacidad de ajuste de equilibrado de masa en el extremo de punta o el extremo distal de cada pala de rotor. Equilibrar el peso de una pala de rotor posibilita un grupo de palas de rotor equilibradas que operan con vibración reducida. El ajuste de equilibrado de masa de la pala de rotor se proporciona, tanto para la dirección en sentido de la envergadura, es decir, la longitud longitudinal de la pala de rotor, como para la dirección en sentido de la cuerda, es decir, la anchura lateral de la pala de rotor. Esto se consigue normalmente mediante un sistema de equilibrio de pala de rotor de helicóptero que tiene un par de pesos ajustables situados adyacentes al borde de ataque de la pala de rotor y al extremo distal de la pala de rotor. Los dos pesos ajustables están separados entre sí en la dirección en sentido de la cuerda o lateral en la pala de rotor. Los pesos están situados en un par de receptáculos mecánicos provistos en la superficie de la pala de rotor. Los receptáculos están contruidos normalmente de metal para resistir la carga creada por los pesos contenidos en los receptáculos y para transferir la carga a la estructura de la pala de rotor.

30 En la figura 1 se muestra una construcción típica de un sistema de equilibrado de masa de pala de rotor de la técnica antecedente. La figura 1 muestra una sección de una pala 10 de rotor adyacente al extremo distal de la pala. Un primer receptáculo 12 delantero está situado en una cavidad complementaria formada en la pala de rotor adyacente al borde de ataque 14 de la pala, y un segundo receptáculo 16 delantero está situado en una cavidad complementaria formada en la pala de rotor adyacente al primer receptáculo 12 delantero. El primer receptáculo 12 y el segundo receptáculo 16 están normalmente asegurados al tubo 22 de larguero estructural de la pala de rotor. Esta situación del par de receptáculos 12, 16 proporciona suficiente resistencia estructural a los receptáculos de la pala.

40 Un par de pesos 24, 26 se sitúan en los receptáculos 12, 16 para ajustar del equilibrado de masa de la pala de rotor. Los pesos 24, 26 están asegurados en los receptáculos 12, 16 por una pluralidad de fijaciones 28 mecánicas, por ejemplo, tornillos irreversibles. Se proporciona una placa de cubierta 32 para cubrir por encima el par de pesos 24, 26. La placa de cubierta 32 se ajusta en un rebaje 34 complementario formado en la superficie de la pala 10. Una pluralidad de fijaciones 36 mecánicas, por ejemplo tornillos irreversibles, se proporciona para asegurar la placa de cubierta 32 a la superficie de la pala 10.

45 El sistema de equilibrado de masa de la técnica antecedente descrito anteriormente tiene desventajas en que los dos receptáculos 12, 16 de peso no pueden separarse más separadamente en la dirección en sentido de la cuerda o lateral de la pala 10 más allá de la anchura lateral del tubo 22 de larguero de la pala de rotor. La estructura del tubo 22 es necesaria para asegurar los receptáculos 12, 16 y los pesos 24, 26 en la pala 10 de rotor. La parte de la pala 10 de rotor que se extiende hacia popa del tubo 22 de larguero está contruida normalmente de revestimientos o capas de material compuesto ligero que se extienden sobre los lados opuestos de un material de núcleo de la pala. Esta parte de la pala está normalmente configurada y dimensionada para mantener una forma aerodinámica. Las dimensiones de grosor de esta parte de la pala no son suficientemente grandes para retener los receptáculos de peso y sus pesos asociados sin añadir un refuerzo significativo, lo que inaceptablemente añade peso a la pala.

55 El documento WO 03/11689 divulga un sistema de retención de peso de equilibrio de pala de rotor principal de helicóptero con un primer conjunto de retención de peso de equilibrio dispuesto en el interior de un receptáculo delantero y un segundo conjunto de retención de peso de equilibrio dispuesto en el interior de un receptáculo de popa.

60 El documento se considera como la técnica antecedente más cercana y muestra el preámbulo de la reivindicación 1.

Sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención se proporciona un rotor de aeronave como se reivindica en las reivindicaciones adjuntas.

65

La presente invención proporciona un sistema de peso ajustable de borde de fuga para las palas de rotor principal de helicóptero que solventa las desventajas asociadas con el sistema aéreo antecedente de las palas de rotor de equilibrado de masa. El sistema de la invención posibilita la adición de una cantidad suficiente de masa o peso a la pala del rotor para el equilibrado de masa requerido de la pala de rotor. Los pesos son accesibles fácilmente y se minimiza el impacto de los pesos en la estructura circundante de la pala de rotor. La modificación requerida de la pala de rotor para implementar el sistema de peso ajustable es económica, y no supone un impacto significativo en la aerodinámica de la línea de molde externa de la pala de rotor.

El sistema de la invención puede comprender una pluralidad de depresiones o rebajes de popa formados en la superficie inferior de la pala de rotor adyacente al borde de fuga de la pala. En una realización preferente, se forman tres rebajes de popa en la superficie inferior de la pala de rotor. Un orificio de fijación se proporciona en cada uno de los rebajes. El orificio de fijación se extiende a través de la pala de rotor.

Puede formarse también un receptáculo de peso delantero en la superficie inferior de la pala de rotor adyacente al borde de ataque de la pala de rotor, como se realizó en la técnica antecedente. Sin embargo, debido a que proporcionar pesos adyacentes al borde de fuga de la pala de rotor proporciona una mayor flexibilidad en el equilibrado de masa en la dirección en sentido de la cuerda o lateral de la pala de rotor, solo se forma un receptáculo de peso delantero en la pala de rotor. Se proporcionan un peso de equilibrado y una placa de cubierta para el receptáculo de peso delantero de una manera similar a la de la técnica antecedente.

Además del peso de receptáculo delantero, el sistema de la invención puede comprender una pluralidad de pesos de popa. Cada uno de los pesos de popa tiene una configuración que es complementaria a la configuración de los rebajes de popa. Cada uno de los pesos de popa tiene la misma configuración o forma, sin embargo cada uno de los pesos de popa puede tener una masa diferente. De esta manera, el sistema de la invención proporciona una gran cantidad de flexibilidad añadiendo peso al borde de fuga de la pala de rotor.

Cada uno de los pesos de popa puede comprender un cuerpo de plástico moldeado que tiene un núcleo metálico. Los cuerpos de los pesos son idénticos en tamaño y forma. La variabilidad de peso se consigue utilizando diferentes inserciones de núcleo metálicas de diferente tamaño y/o densidad en los cuerpos de plástico de los pesos. Las inserciones metálicas también incorporan un orificio roscado. Se pasa un tornillo de retención a través del orificio en el rebaje de la pala desde la superficie superior de la pala y se atornilla enroscándolo en el orificio roscado del peso para asegurar el peso en el rebaje.

El sistema de la invención simplifica el equilibrado de masa de la pala de rotor permitiendo realizar ajustes de longitud en sentido de la envergadura o de longitud longitudinal a la pala retirando o añadiendo el peso delantero al único receptáculo de peso delantero. En segundo lugar, el sistema minimiza la cantidad de peso requerida para hacer un ajuste de peso en sentido de la cuerda o lateral. Esto se debe a la mayor distancia provista entre el peso delantero y los pesos de popa ajustables a lo largo de la anchura lateral de la pala. El sistema de la invención también proporciona el beneficio de reducción del tamaño de los pesos de popa asegurados en los rebajes de peso debido a la gran distancia desplazada lateral entre el receptáculo de peso delantero y los rebajes de peso de popa. La distancia desplazada entre los dos grupos de pesos también posibilita la eliminación del segundo receptáculo de peso delantero de la técnica antecedente.

Así, el sistema de la invención reduce el peso de sistema total requerido para conseguir el ajuste de equilibrado de masa deseado de la pala de rotor. El sistema también reduce los costes de fabricación del conjunto de pala de rotor eliminando la necesidad de un segundo receptáculo de peso ajustable delantero que se requería en la técnica antecedente. Así mismo, el sistema reduce el nivel de esfuerzo requerido para realizar una operación de equilibrado de masa en la pala de rotor en la fabricación inicial de la pala así como a lo largo de la vida del conjunto de pala de rotor.

Breve descripción de los dibujos

Se exponen otras características del sistema de ajuste de peso de la pala de rotor de la invención en la siguiente descripción detallada de la realización preferente de la invención y en las figuras de dibujos donde:

La figura 1 es una vista parcial de un sistema de ajuste y equilibrado de peso de la pala de rotor de una técnica antecedente;

la figura 2 es una vista en planta parcial del sistema de equilibrado y ajuste de peso de la pala de rotor de la invención;

la figura 3 es una vista en sección transversal de la pala de rotor de la figura 2, tomada a lo largo de la línea 3-3 de la figura 2;

la figura 4 es una vista de montaje parcial de una parte del sistema de equilibrado y ajuste de peso de la invención;

la figura 5 es una vista parcial de la pala de rotor y de los rebajes de peso de popa de la invención;

la figura 6 es una vista parcial similar a la de la figura 5, pero mostrando los pesos de popa asegurados en los rebajes de peso de popa; y

las figuras 7(a) y 7(b) muestran dos realizaciones variantes de los pesos de popa de la invención.

Descripción detallada de la realización preferente

5 Las figuras 2 y 3 muestran una parte de extremo distal de una pala 42 de rotor principal de helicóptero que incorpora el sistema de peso ajustable de la invención. En la descripción de la invención a seguir, el sistema de peso ajustable se describe como conectado a una pala 42 de rotor de material compuesto de un helicóptero. Sin embargo, debería entenderse que el sistema de peso ajustable de la invención puede emplearse en otros entornos operativos, y el entorno de la pala 42 de rotor de helicóptero de material compuesto usado en el presente documento es únicamente
10 ilustrativo y no debería interpretarse como limitante.

Solo una parte del extremo distal de la pala 42 de rotor se muestra en la figura 2. La pala 42 de rotor tiene una construcción que es típica de palas de rotor de material compuesto. La pala 42 tiene una longitud longitudinal con extremos opuestos proximal 44 y distal 46. La pala 42 tiene una anchura lateral entre un borde de ataque 48 y un
15 borde de fuga 52 de la pala. Como se observa mejor en la figura 3, el grosor de la pala 42 de rotor disminuye conforme se extiende desde el borde de ataque 48 hasta el borde de fuga 52.

Un larguero 54 tubular se extiende longitudinal a través del interior de la pala de rotor a lo largo de la longitud de la pala de rotor. Un material de núcleo 56 rellena una parte del interior de la pala de rotor en frente del larguero 54 y rellena una parte del interior de la pala de rotor tras el larguero. Como se observa mejor en la figura 3, el material de núcleo 56 detrás del larguero 54 de la pala de rotor se estrecha conforme se extiende hacia el borde de fuga 52 de la pala de rotor.
20

Las superficies exteriores de la pala de rotor están construidas de capas de material compuesto. Una o más capas del material compuesto forman la superficie superior 58 de la pala de rotor y la superficie inferior 62 de la pala de rotor.
25

Un receptáculo 64 de peso delantero está formado en la superficie inferior 62 de la pala de rotor adyacente al borde de ataque 48 de la pala de rotor. El receptáculo 64 de peso delantero está construido como los receptáculos de peso delanteros de la técnica antecedente e incluye una pared lateral de metal que tiene una forma oblonga. La pared lateral del receptáculo 64 de peso se extiende en el interior del larguero 54 tubular de la pala de rotor. Una pluralidad de postes de fijación 66 se sitúa a lo largo de la línea central del receptáculo 64 de peso delantero.
30

Un peso 68 delantero, que tiene una forma complementaria a la de la pared lateral del receptáculo 64 de peso delantero, está situado dentro de la pared lateral del receptáculo. Una pluralidad de fijaciones 72 roscadas asegura el peso 68 en el interior de la pared lateral del receptáculo 64 delantero. Una placa de cubierta 70 se asegura sobre el receptáculo 64 de peso delantero y el peso 68 delantero mediante fijaciones roscadas (no se muestran), como es habitual en la técnica antecedente.
35

La construcción del receptáculo 64 delantero de la invención mostrada en la figura 3 difiere de la de la técnica antecedente en que solo un único peso 68 se asegura en el receptáculo. Esto elimina el segundo peso delantero de la técnica antecedente y sus costes de fabricación y montaje asociados.
40

Una pluralidad de depresiones o rebajes 74 de popa está formada en las capas de material compuesto de la superficie inferior 62 de la pala de rotor adyacente al borde de fuga 52 de la pala. En la realización preferente, se forman tres rebajes 74 de popa en la pala de rotor. Cada uno de los rebajes 74 de popa tiene la misma configuración triangular aerodinámica. Una zona de vértice 76 de cada rebaje se sitúa en una zona delantera del rebaje hacia el borde de ataque 48 de la pala de rotor. Una zona de base 78 más amplia de cada rebaje se sitúa en el rebaje hacia el borde de fuga 52 de la pala de rotor. Cada rebaje 74 tiene una dimensión de profundidad mayor hacia la zona de vértice 76 del rebaje, como se observa en las figuras 3 y 5. Como cada rebaje 74 se extiende lateralmente desde la zona de vértice 76 hacia la zona de base 78 y el borde de fuga 52 de la pala de rotor, el grosor del rebaje se estrecha y disminuye.
45
50

Un orificio de fijación 82 está situado en una parte central de cada rebaje 74 de popa. El orificio de fijación 82 se extiende completamente a través de la pala 42 de rotor adyacente al borde de fuga 52 de la pala de rotor.
55

El sistema de la invención también comprende una pluralidad de pesos 92, 92' de popa que están conectados de manera desmontable en los rebajes 74 de popa de la pala 42 de rotor. Los ejemplos de dos de los pesos 92, 92' de popa de la invención se muestran en las figuras 7a y 7b. Cada uno de los pesos 92, 92' de popa comprende un cuerpo 94, 94' preferentemente de un material plástico, y un núcleo 96, 96' metálico. Pueden emplearse otros tipos de materiales en la construcción del núcleo 96, 96', con el material del núcleo proporcionando principalmente el peso al peso 92, 92' de popa.
60

Cada cuerpo 94, 94' de peso de popa tiene una configuración triangular aerodinámica dimensionada para coincidir estrechamente con la configuración de uno de los rebajes 74 de popa. El cuerpo 94, 94' de peso de popa está formado con una parte de vértice 98, 98' que se recibe en la zona de vértice 76 de un rebaje de popa, y una parte de
65

base 102, 102' que se recibe en la zona de base 78 del rebaje. Las configuraciones exteriores de los pesos de popa son sustancialmente las mismas.

5 Cada uno de los núcleos 96, 96' de peso de popa tiene internamente un orificio de tornillo 104 roscado. El orificio de tornillo 104 está situado en el peso donde se alineará con el orificio de fijación 82 del rebaje 74 de popa en el que se sitúa el peso de popa. La pluralidad de pesos 92, 92' de popa difiere entre sí en los diferentes tamaños y masas de los núcleos 96, 96' de peso, como se muestra en las figuras 7a y 7b. Proporcionando los pesos 92, 92' de popa con diferente tamaño y núcleos 96, 96' de masa, puede asegurarse una variedad de diferentes combinaciones de pesos en los rebajes 74 de popa de la pala 42 de rotor para equilibrar la pala de rotor.

10 Al situar el peso 92 de popa en un rebaje 74 de popa, puede insertarse una fijación roscada 106 a través del orificio de fijación 82 de rebaje y atornillarse enroscándolo en el orificio de fijación 104 de peso de popa, conectando de manera desmontable el peso al borde de fuga 52 de la pala de rotor. Al asegurar el peso 92 de popa en el rebaje 74 de popa, la superficie exterior del peso de popa está al ras con la superficie inferior 62 de la pala de rotor. De esta
15 manera, el peso de la pala 42 de rotor puede ajustarse y equilibrarse sin alterar de manera apreciable la aerodinámica de la pala de rotor.

A pesar de que se ha descrito anteriormente una realización específica del sistema de la invención, debería entenderse que el experto habitual en la materia puede realizar variaciones y modificaciones al sistema sin
20 desviarse del alcance previsto de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un rotor de aeronave que comprende:

5 una pala (42) de rotor que tiene una longitud longitudinal con extremos opuestos proximal (44) y distal (46), y una anchura lateral entre los bordes opuestos de ataque (48) y de fuga (52), y un rebaje (74) formado en la pala (42) de rotor adyacente al borde de fuga (52) de la pala de rotor; y
10 un peso (92, 92') de equilibrado conectado a la pala (42) de rotor en una posición que es intermedia a los extremos proximal y distal de la pala de rotor y que es adyacente al borde de fuga (52) de la pala de rotor, el peso (92, 92') de equilibrado estando conectado a la pala de rotor en el rebaje (74), **caracterizado por que:**

15 el rebaje (74) de la pala de rotor tiene una forma aerodinámica siendo el rebaje (74) longitudinalmente estrecho hacia el borde de ataque (48) de la pala de rotor y siendo el rebaje (74) más amplio hacia el borde de fuga (52) de la pala de rotor.

2. El rotor de la reivindicación 1, donde el peso (92) de equilibrado está conectado de manera desmontable a la pala de rotor.

3. El rotor de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:

20 la pala (42) de rotor que está construida de un material compuesto; y,
el peso (92, 92') de equilibrado que comprende un cuerpo (94, 94') y un núcleo (96, 96') metálico.

4. El rotor de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:

25 el peso (92, 92') de equilibrado que es uno de una pluralidad de pesos de equilibrado teniendo cada respectivo peso (92, 92') de equilibrado de la pluralidad de pesos de equilibrado un mismo tamaño y configuración externa y teniendo al menos algunos de los respectivos pesos de equilibrado un valor de peso diferente.

5. El rotor de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:

30 el peso (92, 92') de equilibrado que es uno de una pluralidad de pesos de equilibrado dispuesto espacialmente a lo largo del borde de fuga (52) de la pala de rotor.

6. El rotor de cualquier reivindicación anterior,

35 donde la anchura lateral es transversal a la longitud longitudinal; y
el peso (92, 92') de equilibrado está situado lateralmente más cerca del borde de fuga (52) de la pala de rotor que el borde de ataque (48) de la pala de rotor.

7. El rotor de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:

40 un peso (68) delantero en la pala de rotor, estando situado el peso (68) delantero lateralmente más cerca al borde de ataque (48) de la pala de rotor que al borde de fuga (52) de la pala de rotor.

8. El rotor de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:

45 la pala de rotor que está construida de materiales compuestos, y siendo el rebaje (74) un rebaje moldeado en la pala de rotor.

9. El rotor de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:

50 el peso (92, 92') de equilibrado que tiene una configuración externa que coincide con la forma aerodinámica del rebaje.

10. El rotor de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:

55 el rebaje que tiene una configuración triangular con un vértice (76) situado hacia el borde de ataque (48) de la pala de rotor y una base (78) situada hacia el borde de fuga (52) de la pala de rotor.

11. El rotor de la reivindicación 10, que comprende además:

60 el peso (92, 92') de equilibrado que tiene una configuración triangular que coincide con la configuración triangular del rebaje (74).

65

12. Una pala de rotor de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:

5 el rebaje (74) que tiene una dimensión de profundidad en la pala de rotor, y la dimensión de profundidad del rebaje disminuye conforme el rebaje se extiende desde un extremo delantero del rebaje hacia el borde de ataque de la pala de rotor, hasta un extremo trasero del rebaje hacia el borde de fuga (52) de la pala de rotor.

13. La pala de rotor de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:

10 el peso (92, 92') de equilibrado que tiene un extremo delantero y un extremo trasero que están situados en los respectivos extremo delantero y extremo trasero del rebaje, y teniendo el peso (92, 92') de equilibrado un grosor que disminuye conforme el peso de equilibrado se extiende desde el extremo delantero hasta el extremo trasero del peso de equilibrado de tal manera que el peso (92, 92') de equilibrado tiene una configuración que está dimensionada para coincidir con la configuración del rebaje (74).

15 14. El rotor de la reivindicación 4 o reivindicación 5, que comprende además:

20 el rebaje (74) que es un rebaje de una pluralidad de rebajes formados en la pala (42) de rotor, teniendo cada uno de los respectivos de la pluralidad de rebajes (74) una misma configuración que coincide con las configuraciones externas de los pesos (92, 92') de equilibrado.

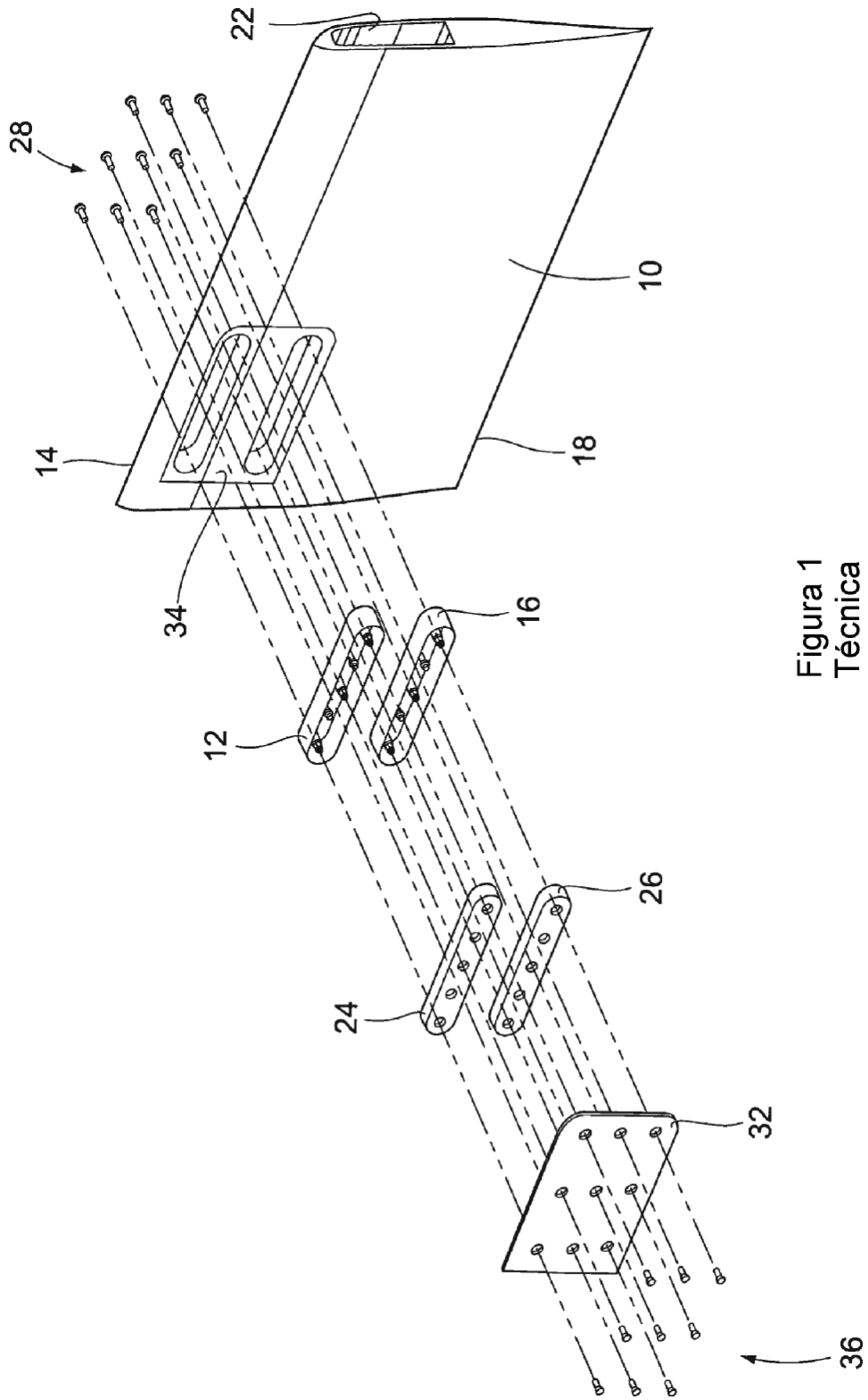


Figura 1
Técnica
anterior

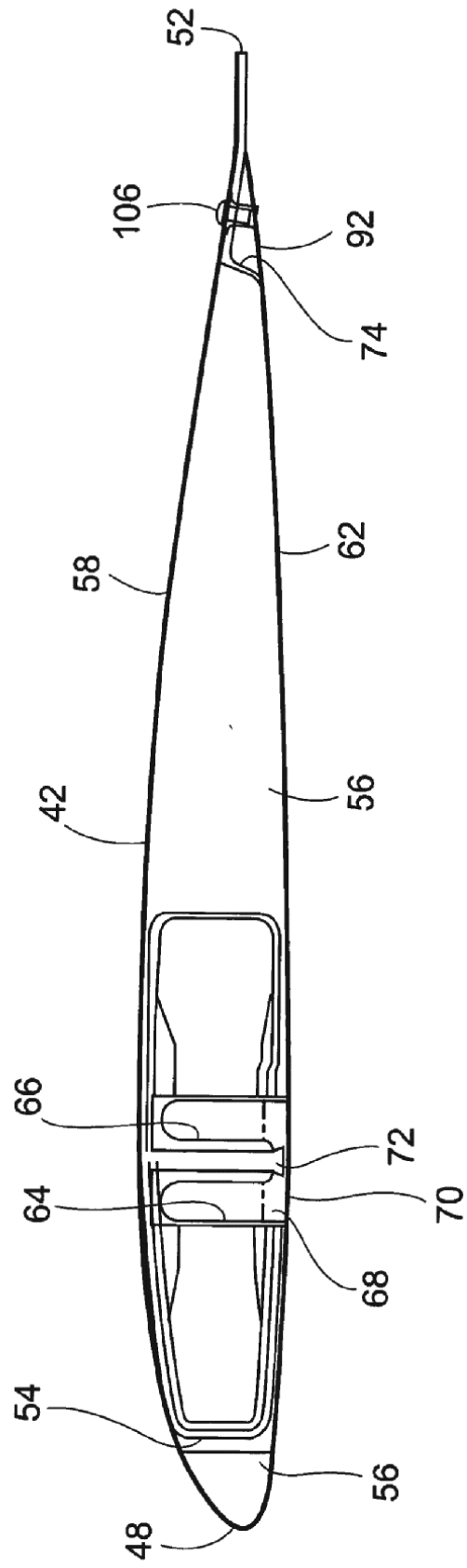


Figura 3

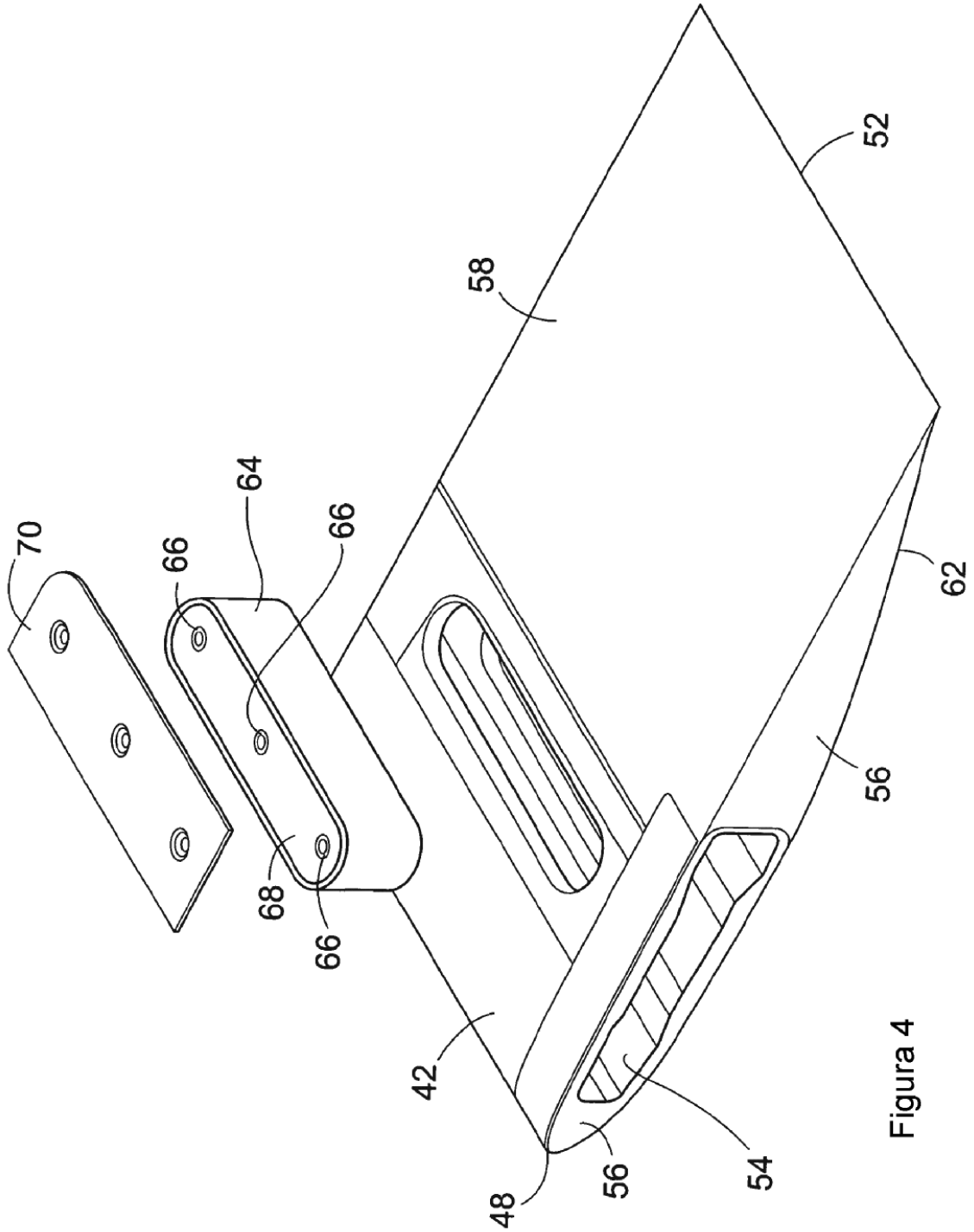


Figura 4

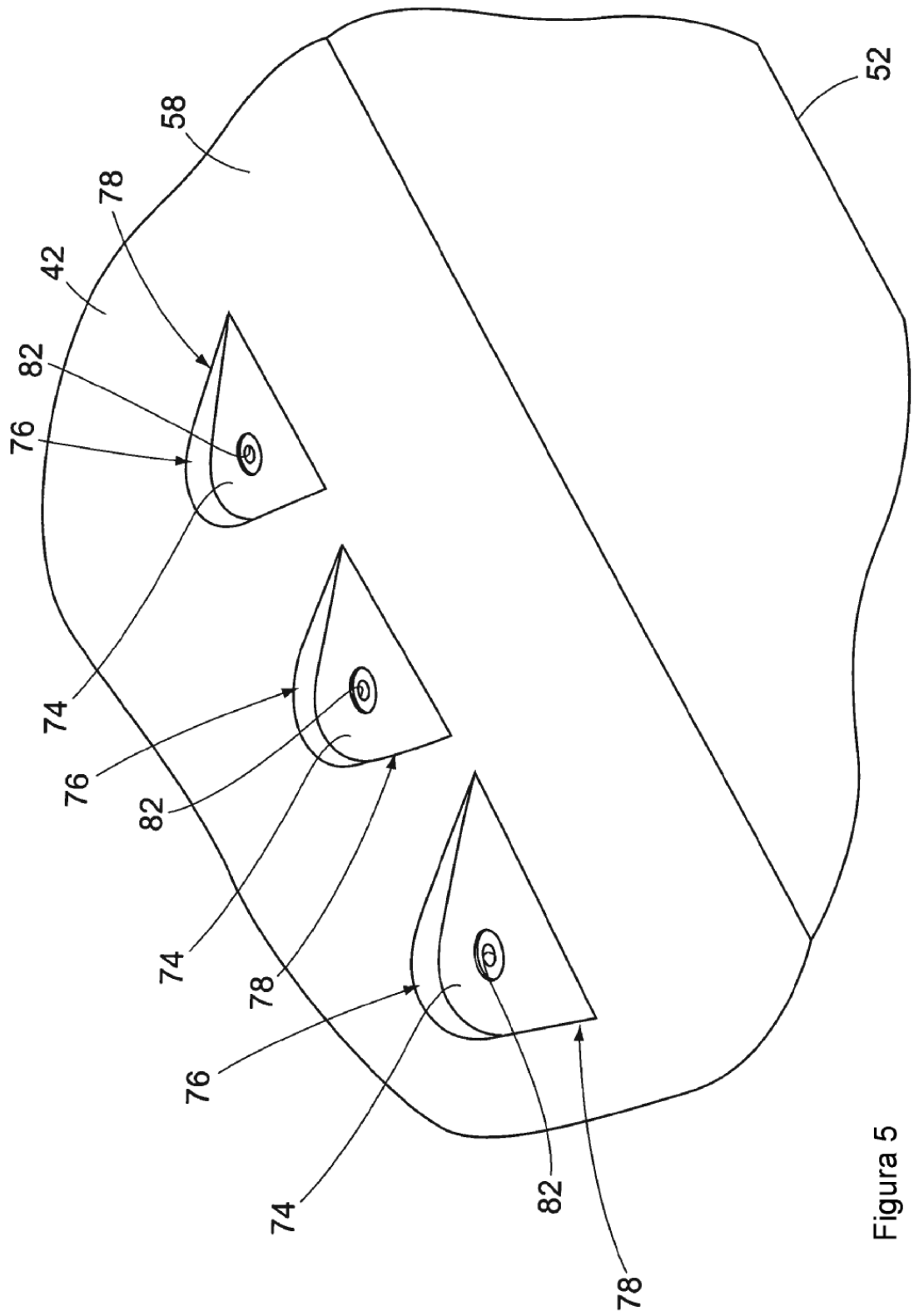


Figure 5

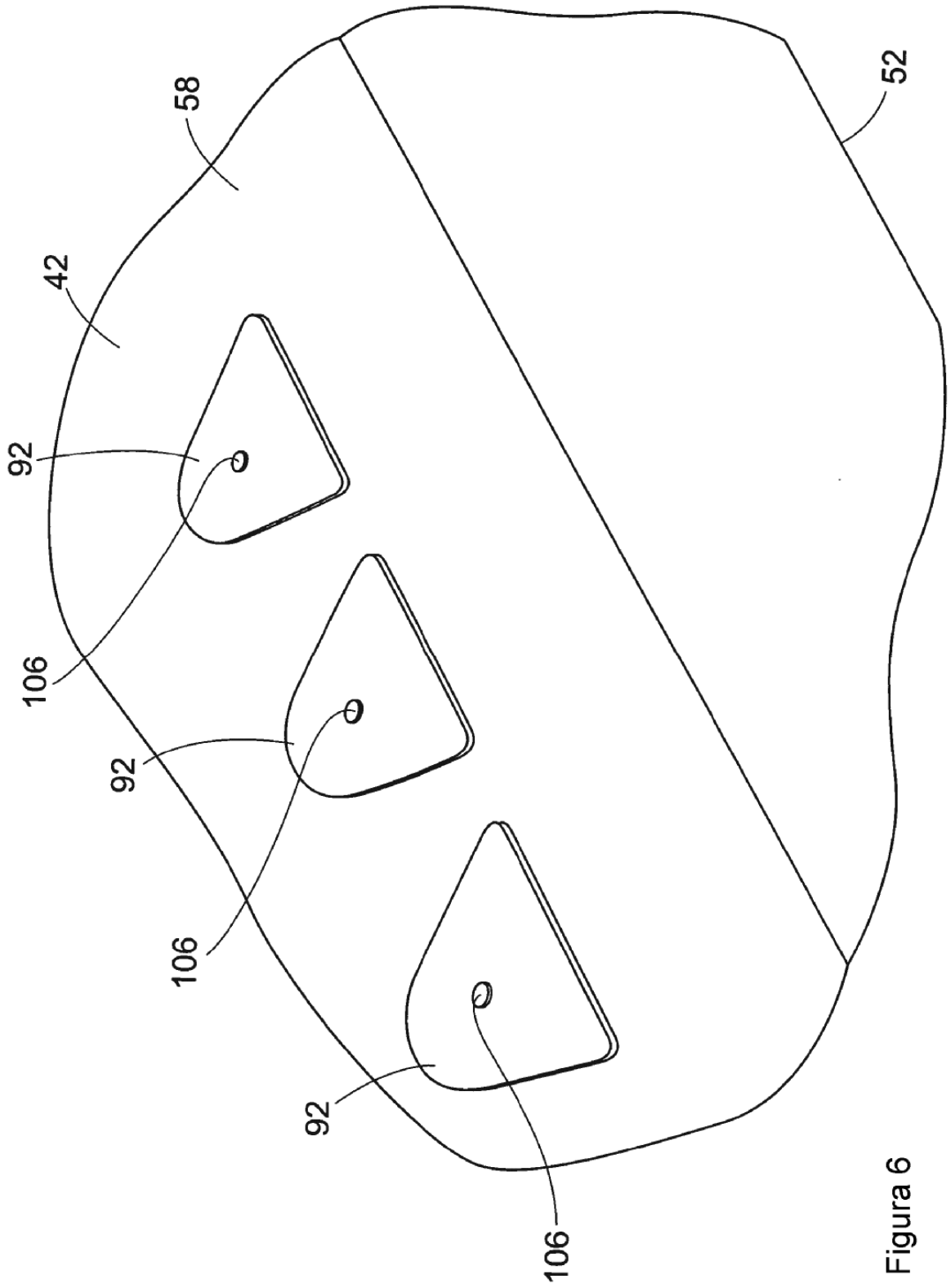


Figure 6

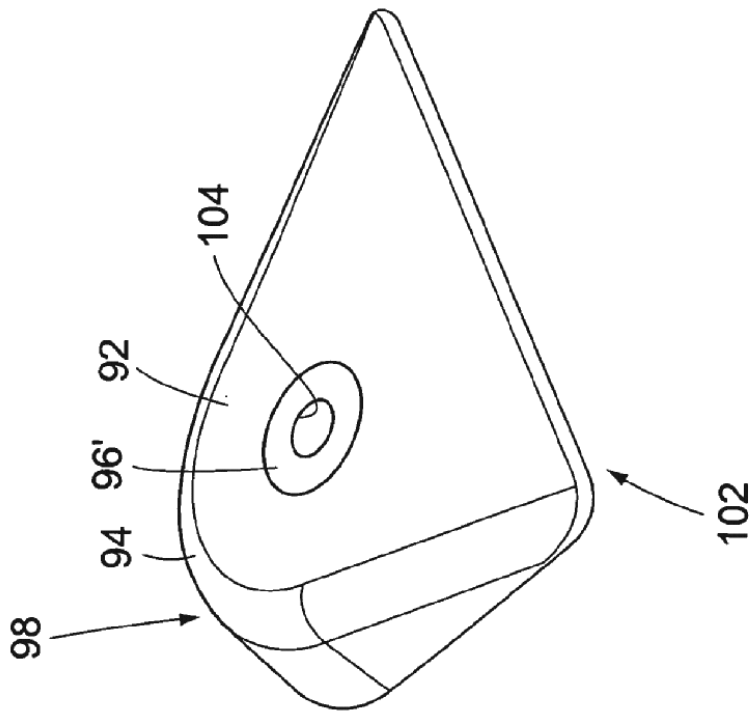
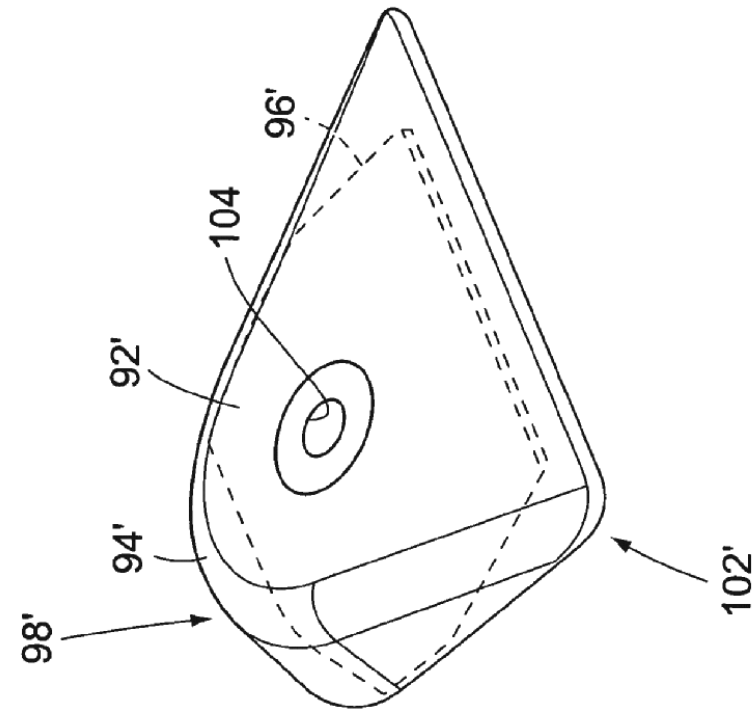


Figura 7