

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 162**

51 Int. Cl.:

B64C 3/14 (2006.01)

B64C 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2012 E 12182152 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2017 EP 2567892**

54 Título: **Superficie de cola de una aeronave con una sección del borde de ataque de forma ondulada**

30 Prioridad:

06.09.2011 ES 201131462

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

19.02.2018

73 Titular/es:

**AIRBUS OPERATIONS S.L. (100.0%)
Avda. John Lennon s/n Getafe
28906 Madrid, ES**

72 Inventor/es:

LLAMAS SANDÌN, RAÙL CARLOS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 655 162 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

Superficie de cola de una aeronave con una sección del borde de ataque de forma ondulada

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a las superficies de cola de las aeronaves y más en particular, a una configuración de una superficie de cola de una aeronave para mejorar su rendimiento aerodinámico en condiciones de formación de hielo.

Antecedentes de la invención

10 El rendimiento de las superficies de cola de las aeronaves, particularmente el estabilizador horizontal de cola y el estabilizador vertical de cola, es una de las cuestiones más importantes en el diseño global de las aeronaves porque dichas superficies se utilizan como superficies de control que deben proporcionar las fuerzas estabilizadoras, incluso a altos ángulos de ataque para restablecer la actitud de la aeronave.

15 El ángulo de entrada en pérdida de la cola es una restricción de diseño relacionada con la seguridad de vuelo de la aeronave y está determinada por la conicidad y la relación de proporcionalidad de la superficie, así como, entre otras características del diseño, el espesor del perfil aerodinámico y la forma del borde de ataque, de modo que la industria aeronáutica está demandando constantemente nuevos diseños de las superficies de cola que permiten retrasar la entrada en pérdida, particularmente en condiciones de formación de hielo.

20 En cuanto a las alas, US 6,431,498 describe un aparato para modificar un ala para proporcionar ratios incrementados de sustentación frente a resistencia en comparación con alas similares con bordes de ataque rectos formando una pluralidad de salientes (inspirados en los tubérculos en los bordes de ataque de las aletas de las ballenas jorobadas) espaciados lateralmente a lo largo del borde de ataque, creando esos salientes una ondulación variable suave alternada hacia delante y hacia atrás a lo largo del borde de ataque en relación con la dirección del flujo incidente a lo largo del borde de ataque. Uno de los efectos de dicha modificación es el retraso de la entrada en pérdida a altos ángulos de ataque. US 2006/0060721 A1 muestra las características del preámbulo de la reivindicación 1. El máximo coeficiente de sustentación de las alas es una consideración importante para su diseño y existen dispositivos hipersustentadores utilizados en la industria aeronáutica para aumentar el coeficiente de sustentación del ala con el fin de reducir la velocidad de entrada en pérdida permitiendo la seguridad del vuelo a bajas velocidades. Dispositivos del borde de salida, como los flaps, producen un incremento del coeficiente de sustentación, manteniendo el mismo ángulo de ataque del ala. Dispositivos del borde de ataque, como los slats, las narices inclinables, los dientes del perro, los bordes de ataque dentados y las vallas aerodinámicas, permiten un aumento del ángulo de entrada en pérdida y por tanto del coeficiente de máxima sustentación. Un aspecto crucial en el diseño de las alas es la reducción de la resistencia en la configuración de crucero por lo que es deseable que cualquier dispositivo hipersustentador usado ocasione un pequeño aumento de resistencia. Los dispositivos de borde de ataque móviles como los slats y las narices inclinables pueden ser retraídos por lo que la forma aerodinámica del ala en crucero no es perturbada. Por lo tanto, en condiciones de crucero, el máximo ángulo de entrada en pérdida del ala se corresponde con una configuración de "ala limpia", es decir, sin dispositivos hipersustentadores. Los dispositivos de borde de ataque fijos, como los dientes de perro, las vallas etc..., causan un aumento de la resistencia en crucero y por lo tanto se evitan en el diseño de las alas de alto rendimiento como las de las aeronaves modernas de transporte comercial.

40 Cuando una aeronave se encuentra con una situación de vuelo en la que el ala puede entrar en pérdida (como consecuencia de fuertes turbulencias que pueden alterar la actitud de la aeronave o en el caso del vuelo a través de una región de la atmósfera en condiciones de formación de hielo, donde el hielo se puede acumular en el borde de ataque del ala, rompiendo la suavidad aerodinámica del perfil), es esencial que se mantenga la efectividad de las superficies de cola para proporcionar suficientes fuerzas aerodinámicas para restaurar la actitud de la aeronave. Un requisito importante en el diseño de las superficies de cola de las aeronaves es, por tanto, que su ángulo de entrada en pérdida sea mayor que el de las alas, incluso en condiciones de formación de hielo.

45 Durante el vuelo a baja velocidad, donde los sistemas hipersustentadores del ala están desplegados, el ala se hace responsable de la entrada en pérdida si el piloto vuela por debajo de la velocidad de entrada en pérdida sin darse cuenta o si realiza una maniobra inusual que aumenta el ángulo de ataque más allá del ángulo de entrada en pérdida del ala. En esta condición, es esencial que la superficie de cola proporcione suficientes fuerzas aerodinámicas, incluso con el timón o el timón de profundidad deflectados y, en particular, en condiciones de formación de hielo cuando puede haber hielo acumulado en los bordes de ataque de las colas.

Cabe señalar que para que las superficies de cola puedan generar fuerzas aerodinámicas en situaciones en las que el ala puede haber entrado en pérdida, la condición crítica de diseño es que el ángulo de entrada en pérdida de la cola sea mayor que el del ala.

5 Está claro que un requisito esencial del dise˜o de superficies de cola de la aeronave es el ángulo de entrada en perda, siendo mucho más importante en el caso de las colas que en el caso de las alas, donde la "finesse" aerodinámica (relación de sustentación respecto a resistencia en crucero) y el coeficiente de sustentación máxima (al menor ángulo de ataque posible, para minimizar la resistencia del fuselaje y el riesgo de un golpe de la cola en el suelo) son los requisitos aerodinámicos más importantes de dise˜o.

10 En particular, el ángulo de entrada en perda de la cola en condiciones de formación de hielo, cuando se supone que el borde de ataque de la cola tiene una forma de hielo que rompe la suavidad del perfil aerodinámico y por lo tanto reduce el coeficiente de sustentación máxima, es una consideración de dise˜o importante para la aviación comercial moderna. Ha habido varios accidentes documentados en los que la causa fundamental ha sido la entrada en perda de la cola en condiciones de formación de hielo y por lo tanto la perda de control de la aeronave.

15 Hay métodos conocidos para reducir al mínimo la acumulación de hielo en las superficies de cola que consisten en calentar el borde de ataque o en tener un borde de ataque flexible que se puede inflar con el objetivo de prevenir la formación de hielo en el borde de ataque o de romper el hielo una vez que se ha formado. El funcionamiento de estos dispositivos requiere una acción positiva por parte del piloto para activarlos si se detectan condiciones atmosféricas de formación de hielo. Estos métodos no sólo son costosos de instalar y mantener, sino que conllevan el riesgo de no ser operativos cuando sea necesario, sin indicación previa.

20 Por lo tanto, está claro que son preferibles medios pasivos para evitar la acumulación de hielo en el borde de ataque.

La presente invención está destinada a la atención de esa demanda.

Sumario de la invención

Es un objeto de la presente invención proporcionar una superficie de cola de una aeronave con un rendimiento aerodinámico mejorado en condiciones de formación de hielo.

25 Es otro objeto de la presente invención proporcionar una superficie de cola de una aeronave que reduce los efectos negativos de la acumulación de hielo en condiciones de formación de hielo.

30 Estos y otros objetos se consiguen con una superficie de cola de una aeronave que comprende un borde de ataque que en al menos una sección a lo largo de la envergadura de la cola tiene una forma ondulada formada por una serie continua de salientes y entrantes suaves, para que, en condiciones de formación de hielo, la acumulación de hielo se produzca únicamente en los picos de dichos salientes y en los fondos de dichos entrantes, creando con ello un flujo de aire canalizado y una disposición de torbellinos de aire que imparten energía al flujo de aire en la capa límite del perfil aerodinámico que demoran la separación del flujo de aire que provoca la entrada en perda, reduciendo con ello los efectos perjudiciales de la acumulación de hielo en su rendimiento aerodinámico.

35 En realizaciones de la presente invención, dicha sección del borde de ataque que tiene una forma ondulada está comprendida entre el 60% -100% de la envergadura de la cola. Por lo tanto, los medios para mejorar el rendimiento aerodinámico de la superficie de cola se colocan en la región de la superficie de cola donde se inicia la entrada en perda.

40 En realizaciones de la presente invención, dicha forma ondulada comprende superficies cóncavas o convexas entre los picos de los salientes y los fondos de los entrantes y superficies convexas entre los fondos de los entrantes y los picos de los salientes, o superficies convexas entre los picos de los salientes y los fondos de los entrantes y superficies cóncavas entre los fondos de los entrantes y los picos de los salientes. Se proporcionan por tanto tres configuraciones de la sección ondulada del borde de ataque definiendo tres formas diferentes de los puntos de remanso donde cabe esperar una acumulación de hielo en condiciones de formación de hielo por lo tanto, como configuraciones alternativas para ser consideradas para una determinada superficie de cola.

5 En las realizaciones de la presente invención para, particularmente, estabilizadores de cola con una planta trapezoidal cónica, dicha forma ondulada está configurada de manera que hipotéticos planos tangentes a las superficies convexas entre fondos de entrantes y picos de salientes en una zona intermedia entre ellos son planos paralelos entre ellos y a un hipotético plano tangente a la sección del borde de ataque sin una forma ondulada, o formando ángulos crecientes con un hipotético plano tangente a la sección del borde de ataque sin una forma ondulada en dirección a la punta de la superficie de cola. Se proporcionan por tanto dos configuraciones de la forma ondulada definiendo dos orientaciones de dichos salientes y entrantes, como configuraciones alternativas para ser considerado para una determinada superficie de cola.

10 La invención es particularmente aplicable a los estabilizadores horizontales de cola y a los estabilizadores verticales de cola de las aeronaves.

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenden de la siguiente descripción detallada de realizaciones ilustrativas de su objeto en relación a las figuras adjuntas.

Descripción de las figuras

15 La Figura 1 muestra esquemáticamente la región de inicio de la entrada en pérdida de un estabilizador horizontal de cola de una aeronave.

La Figura 2 muestra diagramas típicos Sustentación frente a Ángulo de Ataque para las superficies de cola de una aeronave en condiciones diferentes.

La Figura 3a muestra la acumulación de hielo en el borde de ataque de una superficie de cola convencional de una aeronave y la Figura 3b muestra sus efectos aerodinámicos.

20 La Figura 4a muestra la acumulación de hielo en el borde de ataque de una superficie de cola de una aeronave según la presente invención y la Figura 4b muestra sus efectos aerodinámicos.

La Figura 5 muestra un estabilizador horizontal de cola con un borde de ataque con una forma ondulada según la presente invención.

25 Las Figuras 6a, 6b y 6c muestran realizaciones del borde de ataque ondulado del estabilizador horizontal de cola de la Figura 5.

La Figura 7 muestra un estabilizador horizontal de cola con una planta trapezoidal típica y un borde de ataque con una forma ondulada según la presente invención.

Las Figuras 8a y 8b son vistas ampliadas de realizaciones del borde de ataque ondulado del estabilizador horizontal de cola de la Figura 7.

30 Descripción detallada de la invención

La Figura 1 muestra un estabilizador horizontal de cola convencional 11 de una aeronave con un borde de ataque 14 recto unido al fuselaje de la aeronave 13 y la región 15 de inicio de la entrada en pérdida. La flecha 10 indica la dirección del flujo.

35 La Figura 2 muestra curvas 21, 23, 25 de Sustentación frente a Ángulo de Ataque para el estabilizador horizontal de cola de la Figura 1 en, respectivamente, una situación con formación de hielo en el borde de ataque de un estabilizador de cola sin ningún dispositivo especial para retrasar la entrada en pérdida en condiciones de formación de hielo, una situación con formación de hielo en el borde de ataque de un estabilizador de cola con ondulaciones según la presente invención y en una situación sin formación de hielo. Estas curvas muestran claramente que la reducción del efecto de la acumulación de hielo es un factor clave para retrasar la entrada en pérdida.

La pérdida de capacidad de sustentación máxima y el reducido ángulo de entrada en pérdida con una acumulación de hielo se debe, como se muestra en las Figuras 3a y 3b, a la separación de flujo de 32 causada por la acumulación de hielo 31 en el borde de ataque del estabilizador horizontal de cola 11.

5 Las Figuras 4a y 4b ilustran la idea básica de la presente invención. Con un estabilizador horizontal de cola 11 con un borde de ataque 14 de una forma ondulada formada por una serie continua de salientes 17 y entrantes 19 se consigue que las acumulaciones de hielo 33, 35 se produzcan sólo en los puntos de remanso del borde de ataque, es decir, en picos de los salientes 17 y en el fondo de los entrantes 19. En consecuencia, el flujo separado 37 queda limitado a las secciones influenciadas por las acumulaciones de hielo 33, 35 mientras que en el resto de las secciones discurre un flujo adherido 39.

10 La Figura 5 muestra un estabilizador horizontal de cola 11 con un borde de ataque 14 de una forma ondulada en una sección comprendida entre el 60% -100% de la envergadura de la cola, que es la región del estabilizador de cola donde se inicia típicamente la entrada en pérdida y que se beneficia con la protección proporcionada por el borde de ataque ondulado.

15 Dicha forma ondulada se puede configurar como se muestra en la Figura 6a, la cual muestra un ejemplo no contemplado en las reivindicaciones, comprendiendo superficies convexas entre los picos 18 de los salientes (dotadas de terminaciones redondeadas en sus secciones transversales) y los fondos 20 de los entrantes y también superficies convexas entre los fondos 20 de los entrantes y los picos 18 de los salientes o, como se muestra en la figura 6b, comprendiendo superficies cóncavas entre los picos 18 de los salientes y los fondos 20 de los entrantes (dotadas de bordes afilados en sus secciones transversales) y las superficies convexas entre los fondos 20 de los entrantes y los picos 18 de los salientes o, como se muestra en la figura 6c, comprendiendo superficies convexas entre los picos 18 de los salientes y los fondos 20 de los entrantes y superficies cóncavas entre los fondos 20 de los entrantes y los picos 18 de los salientes.

20 Nos referiremos ahora a una realización preferida de un estabilizador horizontal de cola con la clásica planta trapezoidal cónica con flecha atrasada. Es bien sabido que en este tipo de plantas la entrada en pérdida se inicia cerca de la punta de la superficie sustentadora y por lo tanto esta es la región que debe estar protegida por un dispositivo o medio local para retrasar la entrada en pérdida.

25 La Figura 7 muestra un estabilizador horizontal de cola 11 de planta trapezoidal cónica con un borde de ataque 14 de una forma ondulada formada por una serie continua de salientes 17 y entrantes 19 que comprende superficies convexas entre los picos 18 de los salientes y los fondos 20 de los entrantes y también entre los fondos 20 de los entrantes y los picos 18 de los salientes.

30 En la realización mostrada en la Figura 8a la forma ondulada está configurada para que hipotéticos planos tangentes 43 a dichas superficies convexas en una zona intermedia entre los fondos 20 de los entrantes y los picos 18 de los salientes sean planos paralelos entre ellos y con un hipotético plano tangente 41 a la sección del borde de ataque sin forma ondulada. Como se muestra en la Figura 8a la sección transversal del borde de ataque en dichas zonas intermedias es más delgada que en las superficies convexas entre los picos 18 de los salientes y los fondos 20 de los entrantes.

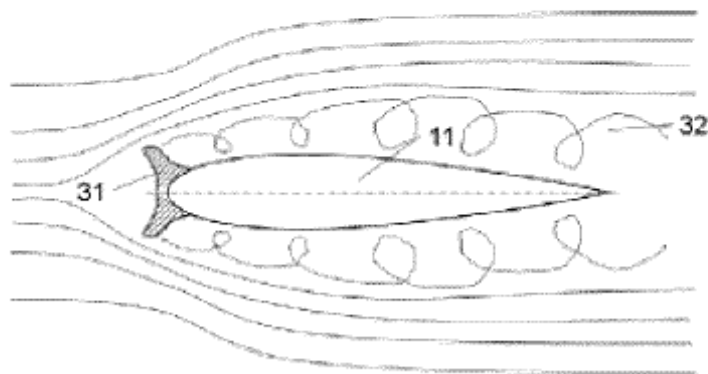
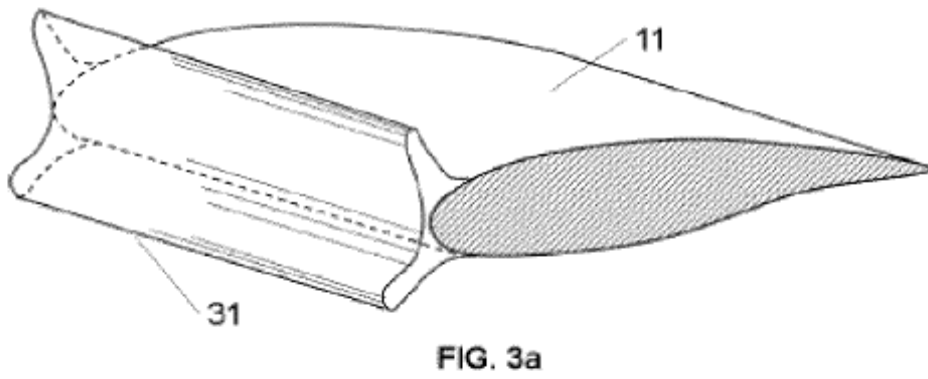
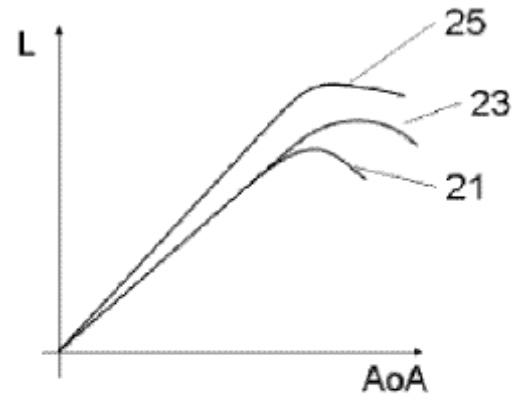
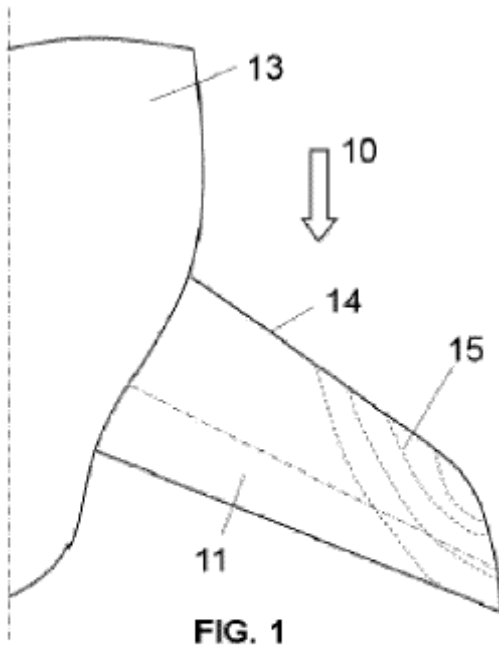
35 En la realización de la Figura 8b la forma ondulada está configurada para que hipotéticos planos tangentes 45 a dichas superficies convexas entre los fondos 20 de los entrantes y los picos 18 de los salientes sean planos que formen ángulos cada vez mayores con un plano hipotético tangente 41 a la sección del borde de ataque sin forma ondulada en dirección a la punta de la superficie de cola.

Como comprenderá fácilmente el experto en la materia todos los párrafos anteriores son también aplicables a los estabilizadores verticales de cola.

45 Aunque la presente invención se ha descrito enteramente en conexión con realizaciones preferidas, es evidente que se pueden introducir aquellas modificaciones dentro de su alcance, no considerando éste como limitado por las anteriores realizaciones, sino por el contenido de las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Una superficie de cola (11) de una aeronave que comprende un borde de ataque (14) que en al menos una sección a lo largo de la envergadura de la cola tiene una forma ondulada formada por una serie continua de salientes (17) y entrantes (19) suaves, la superficie de cola (11) está caracterizada por que el borde de ataque (14) tiene una primera sección comprendida entre el 0% y el 60% de la envergadura de la cola sin una forma ondulada y una segunda sección que tiene una forma ondulada comprendida entre el 60% y el 100% de la envergadura de la cola donde dicha forma ondulada comprende superficies cóncavas entre picos (18) de los salientes y fondos (20) de los entrantes y superficies convexas entre los fondos (20) de los entrantes y los picos (18) de los salientes o donde dicha forma ondulada comprende superficies convexas entre picos (18) de los salientes y fondos (20) de los entrantes y superficies cóncavas entre fondos (20) de los entrantes y picos (18) de los salientes, para que, en condiciones de formación de hielo, la acumulación de hielo se produzca únicamente en los picos (18) de dichos salientes (17) y en los fondos (20) de dichos entrantes (19), creando con ello un flujo de aire canalizado y una disposición de torbellinos de aire que imparten energía al flujo de aire en la capa límite del perfil aerodinámico que demoran la separación del flujo de aire que provoca la entrada en pérdida, reduciendo con ello los efectos perjudiciales de la acumulación de hielo en su rendimiento aerodinámico.
- 15 2.- Una superficie de cola (11) de una aeronave según la reivindicación 1, en la que su planta es una planta trapezoidal cónica.
- 20 3.- Una superficie de cola (11) de una aeronave según la reivindicación 2, en la que dicha forma ondulada está configurada de manera que hipotéticos planos tangentes (43) a las superficies convexas entre fondos (20) de entrantes y picos (18) de salientes en una zona intermedia entre ellos son planos paralelos (43) entre ellos y a un hipotético plano tangente (41) a la sección del borde de ataque sin una forma ondulada.
- 25 4.- Una superficie de cola (11) de una aeronave según la reivindicación 2, en la que dicha forma ondulada está configurada de manera que hipotéticos planos tangentes (45) a las superficies convexas entre fondos (20) de entrantes y picos (18) de salientes en una zona intermedia entre ellos forman ángulos crecientes con un hipotético plano tangente (41) a la sección del borde de ataque sin una forma ondulada en dirección a la punta de la superficie de cola.
- 5.- Una superficie de cola (11) de una aeronave según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que dicha superficie de cola es un estabilizador horizontal de cola.
- 6.- Una superficie de cola (11) de una aeronave según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que dicha superficie de cola es un estabilizador vertical de cola.
- 30 7.- Una aeronave que tiene una superficie de cola (11) según cualquiera de las reivindicaciones 1-6.



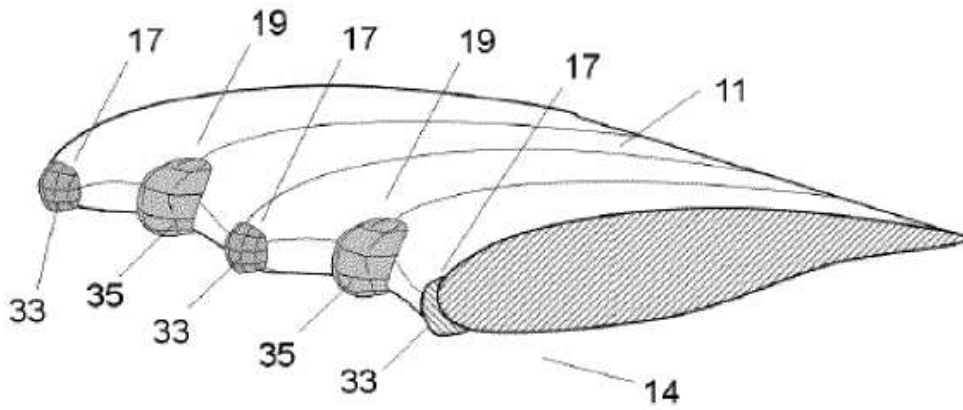


FIG. 4a

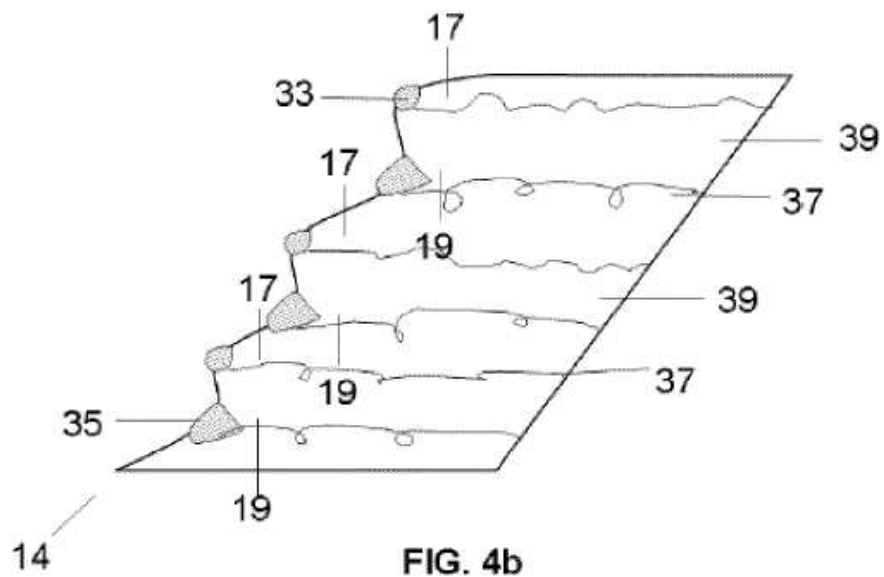


FIG. 4b

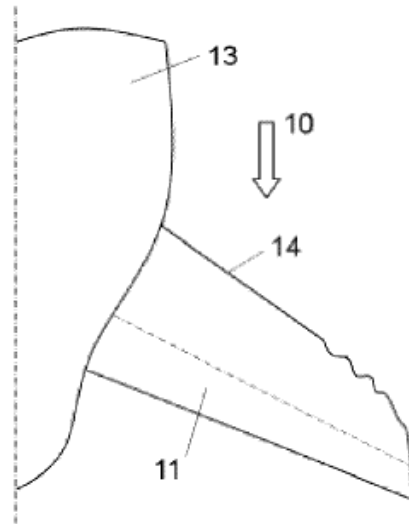


FIG. 5

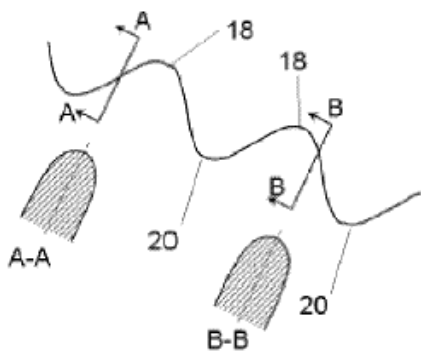


FIG. 6a

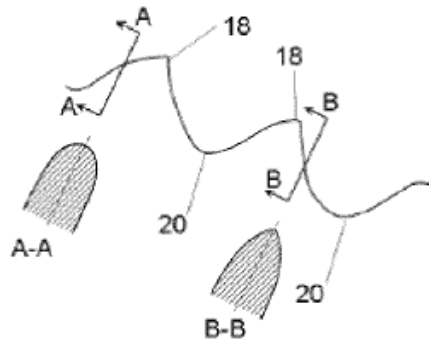


FIG. 6b

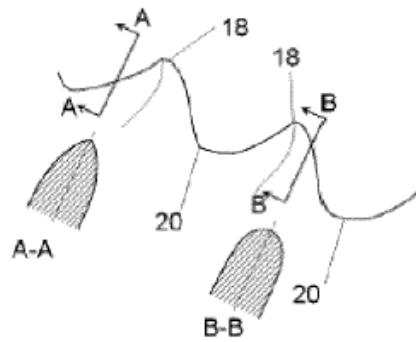


FIG. 6c

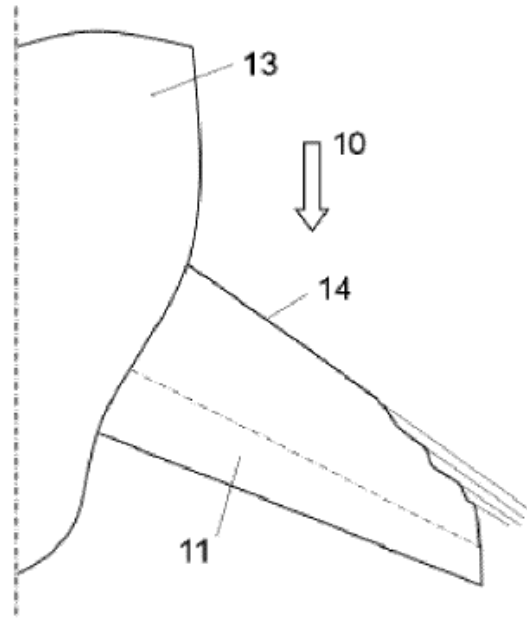


FIG. 7

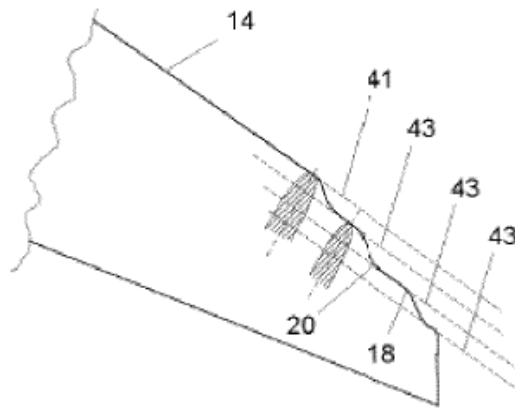


FIG. 8a

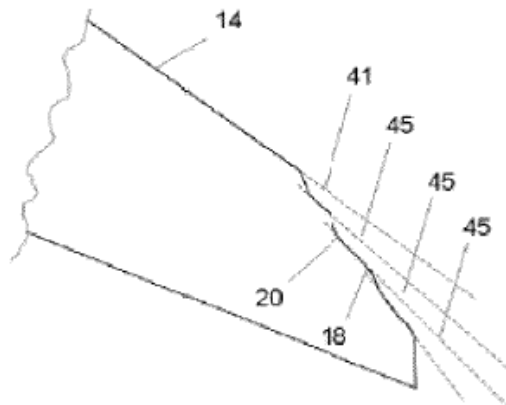


FIG. 8b