

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 419**

51 Int. Cl.:

B64C 11/20 (2006.01)

B64D 45/00 (2006.01)

F04D 29/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2010 E 10251927 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017 EP 2322427**

54 Título: **Indicador de desgaste de componente de perfil aerodinámico**

30 Prioridad:

17.11.2009 US 620537

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

09.08.2017

73 Titular/es:

**HAMILTON SUNDSTRAND CORPORATION
(100.0%)
One Hamilton Road
Windsor Locks, CT 06096-1010, US**

72 Inventor/es:

**SMITH, BLAIR A.;
CARVALHO, PAUL A. y
HUTH, BRIAN P.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 629 419 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

Indicador de desgaste de componente de perfil aerodinámico

Antecedentes

5 Esta invención está relacionada con protección de componentes de perfil aerodinámico contra daños por objetos extraños y, más particularmente, con un indicador que alerta del desgaste a un operario.

Componentes de perfil aerodinámico se usan en diversos tipos de aeronaves para palas de hélice y otros componentes de motores, tales como paletas y palas. Los componentes de perfil aerodinámico típicamente se ubican dentro de una corriente de aire que puede incluir objetos extraños tales como arena, hielo, gotas de agua, piedras, pájaros u otros restos. Los objetos extraños golpean el componente de perfil aerodinámico, particularmente un borde de ataque del componente de perfil aerodinámico. Componentes de perfil aerodinámico que se hacen de compuestos de polímero pueden ser particularmente vulnerables a la erosión y daños causados por los objetos extraños debido a la naturaleza relativamente blanda de un compuesto de polímero, aunque componentes de perfil aerodinámico hechos de otros tipos de material también son vulnerables.

15 Para proteger un cuerpo de un componente de perfil aerodinámico, en el borde de ataque se puede montar una funda protectora. La funda protectora se hace típicamente de un material duro que puede aguantar agrietamiento, fractura, astillamiento y rotura por impacto con objetos extraños.

Las fundas protectoras de algunos componentes de perfil aerodinámico, especialmente los que tienen cuerpos de perfiles aerodinámicos compuestos, incluyen placas hechas de material de alta resistencia (p. ej., placas de titanio) aseguradas a los lados de succión y de presión del cuerpo de perfil aerodinámico. Las placas forman una primera funda alrededor de una parte del perfil aerodinámico. Las placas fortalecen el perfil aerodinámico y ralentizan la erosión del cuerpo de perfil aerodinámico. Una segunda funda hecha de otro material (p. ej., níquel) cubre una parte de las placas para impedir que las placas se desprendan del cuerpo de perfil aerodinámico y ralentizar la erosión. La segunda funda tiene una geometría más compleja que la primera funda. Formar la segunda funda de otro material reduce deseablemente costes y complejidad de fabricación como se conoce. La segunda funda se desgasta durante el funcionamiento. Suficiente desgaste puede exponer la primera funda.

25 Perfiles aerodinámicos multicapa ejemplares se describen en los documentos GB 2039526, US 1860557, US 2648388, EP 0433763 y US 2008/265095.

Compendio

30 Vista desde un primer aspecto, la presente invención proporciona un conjunto de perfil aerodinámico que comprende: un cuerpo de perfil aerodinámico que se extiende entre un borde de ataque, un borde de salida, un lado de succión y un lado de presión; la primera funda protectora tiene un lado exterior y un lado interior que forman una cavidad para recibir al menos una parte del cuerpo de perfil aerodinámico, el lado interior se une al borde de ataque del cuerpo de perfil aerodinámico; una funda indicadora que tiene un lado exterior y un lado interior, la funda indicadora se une adhesivamente a la primera funda protectora, en donde al menos una parte de la funda indicadora se posiciona hacia delante de la primera funda respecto al borde de ataque del perfil aerodinámico; y la segunda funda protectora, al menos una parte de la segunda funda protectora se posiciona hacia delante de la funda indicadora respecto al borde de ataque del perfil aerodinámico.

40 Vista desde un segundo aspecto, la presente invención proporciona un método de indicación de desgaste de conjunto de perfil aerodinámico, que comprende: proporcionar una funda indicadora a un cuerpo de perfil aerodinámico que se extiende entre un borde de ataque, un borde de salida, un lado de succión y un lado de presión, al menos una parte de la funda indicadora se asegura entre una primera funda protectora y una segunda funda protectora cerca del borde de ataque del cuerpo de perfil aerodinámico, la funda indicadora se une adhesivamente a la primera funda protectora, la primera funda tiene un lado interior que forma una cavidad para recibir al menos una parte del cuerpo de perfil aerodinámico, el lado interior se une al borde de ataque del perfil aerodinámico, al menos una parte de la funda indicadora se posiciona hacia delante de la primera funda protectora respecto al borde de ataque del perfil aerodinámico, y al menos una parte de la segunda funda protectora se posiciona hacia delante de la funda indicadora respecto al borde de ataque del perfil aerodinámico.

Estas y otras características del ejemplo de descripción pueden entenderse mejor a partir de la siguiente memoria descriptiva y de los dibujos, a continuación hay una breve descripción.

50 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una sección transversal de un ejemplo de conjunto de perfil aerodinámico

La figura 2 muestra una parte del conjunto de perfil aerodinámico de la figura 1.

La figura 2A muestra el conjunto de perfil aerodinámico de la figura 2 que tiene una cubierta desgastada.

La figura 3 muestra otro ejemplo de conjunto de perfil aerodinámico que tiene una forma diferente de morro.

La figura 4 muestra incluso otro ejemplo de conjunto de perfil aerodinámico que tiene una forma diferente de morro.

La figura 5 muestra incluso otro ejemplo de conjunto de perfil aerodinámico que tiene una forma diferente de morro.

La figura 6 muestra un ejemplo de método para hacer una cubierta para el conjunto de la figura 5.

5 Descripción detallada

Las figuras 1 y 2 ilustran partes seleccionadas de un ejemplo de conjunto de perfil aerodinámico 20, que se muestra en sección transversal y se puede usar como pala de ventilador, pala de rotor de helicóptero, hélice u otra disposición similar que utilice palas o paletas con forma de perfil aerodinámico. En este caso, el conjunto de perfil aerodinámico 20 incluye un cuerpo de perfil aerodinámico 22 que se extiende entre un borde de ataque 24, un borde de salida 26, un lado de succión 28 y un lado de presión 30. En general, el borde de ataque 24, el borde de salida 26, el lado de succión 28 y el lado de presión 30 se hacen con referencia a un flujo de aire pretendido 32 sobre el conjunto de perfil aerodinámico 20.

El conjunto de perfil aerodinámico 20 incluye una funda protectora 34, que también se puede denominar primera funda. La funda 34 se une al borde de ataque 24 del cuerpo de perfil aerodinámico 22 para proteger al cuerpo de perfil aerodinámico subyacente 22 contra impacto con cuerpos extraños, tales como restos dentro del flujo de aire 32 el golpe de un pájaro. Como ejemplo, el cuerpo de perfil aerodinámico 22 se puede formar de un material compuesto (como se ilustra en la sección en corte) que puede ser menos resistente a impacto que perfiles aerodinámicos metálicos. El compuesto puede incluir una matriz de polímero 23a y fibras de refuerzo 23b distribuidas a través de la matriz. La matriz de polímero 23a y las fibras de refuerzo 23b pueden ser tipos adecuados de materiales para el uso final pretendido, tales como polímero epoxi y fibras de grafito.

En el ejemplo ilustrado, la funda 34 incluye un lado exterior 36 y un lado interior 38 que forman una cavidad 40 para recibir al menos una parte del cuerpo de perfil aerodinámico 22. El lado interior 38 se une a al menos el borde de ataque 24 del cuerpo de perfil aerodinámico 22, y en el ejemplo ilustrado, también partes del lado de succión 28 y del lado de presión 30.

La funda 34 se forma de un material metálico a base de titanio. El material metálico a base de titanio puede ser titanio relativamente puro o una aleación de titanio. El material metálico a base de titanio es relativamente dúctil y sirve para absorber energía del impacto de objetos extraños sobre el conjunto de perfil aerodinámico 20. Un adhesivo 42 une juntos el lado interior 38 de la funda 34 y el cuerpo de perfil aerodinámico 22. Por ejemplo, el adhesivo 42 puede ser un adhesivo de polímero, tal como un epoxi. Otros ejemplos del adhesivo 42 incluyen adhesivos en película, tales como 3M2214, 3MAF111, EA9346.5, EA9628.

El ejemplo de funda 34 incluye una primera placa 44a unida en el lado de succión 28 del cuerpo de perfil aerodinámico 22 y una segunda placa 44b unida en el lado de presión 30. Inicialmente, las placas primera y segunda 44a y 44b están separadas y son piezas distintas que se ensamblan sobre el cuerpo de perfil aerodinámico 22 usando el adhesivo 42.

En este caso, las placas primera y segunda 44a y 44b se encuentran en un morro 46 de la funda 34 y forman una junta 48 en la que la primera placa 44a se une directamente a la segunda placa 44b. El adhesivo 42 también se puede usar para unir juntas las placas primera y segunda 44a y 44b en la junta 48. Como alternativa, las placas primera y segunda 44a y 44b se pueden unir metalúrgicamente en la junta 48, tal como a través de unión por difusión o soldadura de una manera conocida.

En el ejemplo ilustrado, cada una de las placas primera y segunda 44a y 44b incluye un grosor de pared 50 que disminuye desde el morro 46 hacia los extremos hacia atrás 52a y 52b de las placas primera y segunda respectivas 44a y 44b. La disminución de la funda 34 facilita la transferencia de energía entre la funda 34 y el cuerpo de perfil aerodinámico 22.

El ejemplo de conjunto de perfil aerodinámico 20 incluye adicionalmente otra funda protectora 60, que también se puede denominar segunda funda. La funda 60 se une a una parte del lado exterior 36 de la funda 34. La funda 60 se puede formar de un material metálico a base de níquel y además facilita la protección del cuerpo de perfil aerodinámico subyacente 22. Por ejemplo, la funda 34 que se forma del material metálico a base de titanio proporciona ductilidad que absorbe energía de un impacto sobre el conjunto de perfil aerodinámico 20 y la funda 60, que no es tan dúctil como el material de la funda 34, proporciona una dureza relativamente alta que protege de la erosión. La funda 60 también protege para que la primera placa 44a no se separe de las placas segundas 44b debido a la ubicación de la funda 60 respecto a la junta 48. Teniendo en cuenta esta descripción, un experto en la técnica reconocerá que otros tipos de materiales para usar como funda 60 cumplen sus necesidades particulares. Ejemplos de materiales incluyen aleaciones de níquel-cobalto, acero inoxidable, Inconel, Waspaloy, Hastelloy, etc. Como se puede apreciar, la funda 60 es geoméricamente más compleja que la funda 34.

La funda 60 incluye un morro 62 y extremos hacia atrás 64a y 64b. En este caso, un grosor de pared 66 de la funda 60 disminuye entre el morro 62 y los extremos hacia atrás 64a y 64b con el fin de facilitar la aerodinámica del conjunto de perfil aerodinámico 20 y la transferencia de energía entre la funda 60, la funda 34 y el cuerpo de perfil aerodinámico 22.

5 La funda 60 se puede formar usando cualquier proceso adecuado, tal como electroformación, y luego ensamblarse sobre el conjunto de perfil aerodinámico 20. Por ejemplo, la funda 60 se puede prefabricar como pieza separada y distinta y luego unirse al lado exterior 36 de la funda 34. En este sentido, el conjunto de perfil aerodinámico 20 puede incluir otro adhesivo 142 entre una superficie interior 68 de la funda 60 y el lado exterior 36 de la funda 34. En algunos ejemplos, el adhesivo 142 puede ser un adhesivo polimérico, tal como epoxi, esto es igual que el adhesivo 42. En otro ejemplo, el adhesivo 142 es diferente que el adhesivo 42.

En esta descripción, numerales de referencia semejantes designan elementos semejantes cuando sea apropiado, y numerales de referencia con la adición de cien o múltiplos del mismo designan elementos modificados que se entiende que incorporan las mismas características y beneficios que los elementos originales correspondientes.

15 El ejemplo de conjunto de perfil aerodinámico 20 incluye adicionalmente una funda indicadora 72 posicionada hacia delante de la funda 34 respecto al borde de ataque 24. Un lado interior 76 de la funda indicadora 72 se une adhesivamente a una parte del lado exterior 36 de la funda 34. Más específicamente, la funda indicadora 72 se une adhesivamente cerca de la junta 48. La funda 60 cubre un lado exterior 80 de la funda indicadora 72 y se une adhesivamente al mismo.

20 Haciendo referencia a la figura 2a, durante el funcionamiento la erosión y daños por objetos extraños desgastan la funda 60 en el morro 62. En este ejemplo, el desgaste de la funda 60 una distancia 84 expone la funda indicadora 72. El ejemplo de funda indicadora 72 es de cobre, que es visualmente distinguible de la funda 60. La funda indicadora 72, cuando se expone, es una pista visual de que el morro 62 del conjunto de perfil aerodinámico 20 se ha desgastado la distancia 84 de la funda 60. Tras ver la funda indicadora 72, un mecánico puede sustituir o reparar la funda 60 antes de que el conjunto de perfil aerodinámico 20 se desgaste más de la distancia 84. Por consiguiente, la funda 60, que es menos cara que la funda 34 en este ejemplo, se repara antes de que se desgaste la funda 34.

Un grosor 88 de la funda indicadora 72 y otras dimensiones (p. ej., longitud) se pueden ajustar para proporcionar la pista visual deseada. En un ejemplo, la funda indicadora 72 es en disminución de manera que se exponga más de la funda indicadora 72 cuando aumenta la distancia 84 de la zona desgastada.

30 En el ejemplo ilustrado, el cuerpo de perfil aerodinámico 22 se puede considerar como un perfil aerodinámico de longitud de cuerda ancha que se puede asociar con un componente relativamente grande, tal como una hélice, pala de rotor de helicóptero o pala de ventilador de un motor de turbina de gas. En este sentido, la funda 34 se puede diseñar para cubrir un área superficial relativamente grande del lado de succión 28 y del lado de presión 30. Por ejemplo, la cobertura se puede representar desde el punto de vista de una cantidad de área que es cubierta por la funda 34 en comparación a una cantidad de área que no es cubierta por la funda 34. En un ejemplo, la proporción entre el área superficial cubierta y el área superficial no cubierta puede ser aproximadamente 0,1 - 1. En otros ejemplos, la cobertura se puede representar por una longitud de la funda 34 en comparación con una longitud de cuerda del cuerpo de perfil aerodinámico 22.

40 La figura 3 ilustra otra realización de conjunto de perfil aerodinámico 220 que está modificada respecto al ejemplo anterior. En este ejemplo, el borde de ataque 224 del cuerpo de perfil aerodinámico 222 tiene una forma más roma que en los ejemplos anteriores. La funda 234 se forma de manera semejante para encajar de cerca sobre el borde de ataque 224 y las placas primera y segunda 244a y 244b de ese modo incluyen hendiduras respectivas 270a y 270b en el lado interior 238. En este caso, cada una de las hendiduras 270a y 270b topa contra el borde de ataque 224 del cuerpo de perfil aerodinámico 222.

45 El morro 246 de la funda 234 es en cierto modo alargado en comparación con el morro 46 de los ejemplos anteriores. En este caso, el morro 246 se extiende hacia delante respecto a las hendiduras 270a y 270b y termina en una punta 74. Cada una de las placas primera y segunda 244a y 244b disminuye entre las hendiduras respectivas 270a y 270b y la punta 74. Esto es, cada placa 244a y 244b se hace progresivamente más delgada hacia la punta 74. La forma ejemplar facilita la absorción de energía de un impacto sobre el borde de ataque 224 del conjunto de perfil aerodinámico 220. Por ejemplo, el morro alargado 246 proporciona material metálico adicional a base de titanio para absorber más energía del impacto.

En este ejemplo, la funda indicadora 272 se extiende alejándose del cuerpo de perfil aerodinámico 222 pasando la punta 74 hacia la punta 262. Suficiente desgaste de la punta 262 expone la funda indicadora 272. Como se puede apreciar, el desgaste expone la funda indicadora 272 antes de que la funda 234 se exponga debido al desgaste.

55 La figura 4 ilustra otro ejemplo de conjunto de perfil aerodinámico 320 que también incluye un borde de ataque en cierto modo roma 324. Sin embargo, en este caso, las paredes de la primera placa 334a y de la segunda placa 334b, son relativamente uniformes entre las hendiduras respectivas 370a y 370b y la punta 374 del morro 346. Las paredes de la funda 360, sin embargo, son más gruesas en la zona del morro 346 y disminuyen hacia el extremo atrasado 364a y 364b. En este diseño, las partes relativamente más gruesas de la funda 360 en comparación con

los ejemplos anteriores proporcionan resistencia adicional contra la erosión mientras que el morro 346 de la funda 334 proporciona ductilidad para absorber la energía del impacto de un objeto extraño.

La funda indicadora 372 se extiende alejándose del cuerpo de perfil aerodinámico 322 pasando la punta 374 hacia la punta 362. El desgaste de la punta 362 expone la funda indicadora 372 antes que la funda 334.

5 Como se puede apreciar, utilizar placas separadas y distintas en los ejemplos ilustrados para formar las fundas respectivas 34, 234 y 334 facilita el proporcionar un conjunto de bajo coste que es relativamente fácil de construir. Por ejemplo, las placas se pueden fabricar individualmente con la forma diseñada y luego ensamblarse sobre el cuerpo de perfil aerodinámico. En contraste, formar las fundas de una única pieza monolítica de material de titanio puede ser difícil de fabricar y aumentaría significativamente el coste del conjunto de perfil aerodinámico.

10 La figura 5 ilustra otro ejemplo de conjunto de perfil aerodinámico 320 que también incluye un borde de ataque 324 en cierto modo romo. En este ejemplo, como funda indicadora 472 se usa un alambre de cobre 92. Unos nervios 94 aseguran el alambre de cobre 92 a la funda 460, que se forma doblando una pieza de materia prima de chapa metálica 96. La materia prima de chapa metálica 96 en este ejemplo es de acero inoxidable. El conjunto de perfil aerodinámico 420 incluye zonas 98 establecidas entre la funda 460 y la funda 446 que se rellenan con un adhesivo 442, en este ejemplo.

15 La figura 6 muestra la progresión de fabricación usada para formar y asegurar la funda indicadora 472 (el alambre de cobre 92) a la funda 460. Los nervios 94 aseguran el alambre de cobre 92 a la funda 460 después de que la materia prima de chapa metálica 96 se doble en este ejemplo. Por ejemplo, el alambre de cobre 92 se recubre con material de soldadura blanda o estaño, y la funda 460 se cuece en un horno. La cocción funde el material de soldadura blanda, estaño, o aleación de soldadura fuerte que, cuando se endurece, crea los nervios 94 que aseguran el alambre de cobre 92 a la funda 460.

20 En este ejemplo, los extremos hacia atrás 464a y 464b de la materia prima de chapa metálica 96 no son en disminución. El cuerpo de perfil aerodinámico 422 incluye zonas con cortes 100 que reciben los extremos hacia atrás 464a y 464b. En otro ejemplo (no se muestra) los extremos hacia atrás 464a y 464b se mecanizan en disminución antes de asegurar la funda 460 y la funda indicadora 472 a la funda 446.

25 Aunque se ha descrito una realización preferida, un experto en esta técnica reconocerá que ciertas modificaciones entrarán dentro del alcance de esta invención. Por esa razón, deben estudiarse las siguientes reivindicaciones para determinar el verdadero alcance y contenido de esta invención.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de perfil aerodinámico (20; 220; 320; 420) que comprende:
un cuerpo de perfil aerodinámico (22; 222; 322; 422) que se extiende entre un borde de ataque (24), un borde de salida (26), un lado de succión (28) y un lado de presión (30);
- 5 una primera funda protectora (34; 234; 334; 446) que tiene un lado exterior (36) y un lado interior (38) que forma una cavidad para recibir al menos una parte del cuerpo de perfil aerodinámico, el lado interior se une al borde de ataque del cuerpo de perfil aerodinámico (22; 222; 322; 422); y
una segunda funda protectora (60; 260; 360; 460), caracterizada por que comprende una funda indicadora (72; 272; 372; 472) que tiene un lado exterior (36) y un lado interior (38), la funda indicadora (72; 272; 372; 472) se une adhesivamente a la primera funda protectora (34; 234; 334; 446), en donde al menos una parte de la funda indicadora (72; 272; 372; 472) se posiciona hacia delante de la primera funda protectora (34; 234; 334; 446) respecto al borde de ataque (24) del perfil aerodinámico, en donde al menos una parte de la segunda funda protectora (60; 260; 360; 460) se posiciona hacia delante de la funda indicadora respecto al borde de ataque (24) del perfil aerodinámico.
- 10
- 15 2. El conjunto de perfil aerodinámico de la reivindicación 1, en donde la funda indicadora (72; 272; 372; 472) se forma de un material diferente al de la primera funda protectora (34; 234; 334; 446) y la segunda funda protectora (60; 260; 360; 460).
3. El conjunto de perfil aerodinámico de la reivindicación 1, en donde la funda indicadora (72; 272; 372; 472) se forma de un material a base de cobre, y preferiblemente en donde la funda indicadora (72; 272; 372; 472) es un alambre de cobre.
- 20
4. El conjunto de perfil aerodinámico de la reivindicación 1, 2 o 3, en donde unos nervios aseguran la funda indicadora (72; 272; 372; 472) a la segunda funda protectora (60; 260; 360; 460).
5. El conjunto de perfil aerodinámico de cualquier reivindicación anterior, en donde la segunda funda protectora (60; 260; 360; 460) se forma de un material metálico a base de níquel.
- 25
6. El conjunto de perfil aerodinámico de cualquier reivindicación anterior, en donde la primera funda protectora (34; 234; 334; 446) incluye una primera placa (44a; 244a; 344a) en el lado de succión del cuerpo de perfil aerodinámico (22; 222; 322; 422) y una segunda placa (44b; 244b; 344b) en el lado de presión del cuerpo de perfil aerodinámico (22; 222; 322; 422) que se encuentran en un morro (46; 346; 446) cerca del borde de ataque (24) que se extiende hacia delante respecto al borde de ataque (24) del cuerpo de perfil aerodinámico e incluye una junta en la que se encuentran la primera placa y la segunda placa, la funda indicadora (72; 272; 372; 472) tiene una parte hacia delante de la junta respecto al borde de ataque (24) del perfil aerodinámico.
- 30
7. El conjunto de perfil aerodinámico de cualquier reivindicación anterior, en donde un grosor de pared (50) de la primera funda protectora (34; 234; 334; 446) disminuye desde un morro en el borde de ataque (24) del cuerpo de perfil aerodinámico a un extremo atrasado (52a, 52b) de la primera funda protectora (34; 234; 334; 446).
- 35
8. El conjunto de perfil aerodinámico de cualquier reivindicación anterior, en donde una parte de la segunda funda protectora (60; 260; 360; 460) está espaciada de la primera funda protectora (34; 234; 334; 446) para estabilizar una zona que se rellena con un adhesivo (42; 142) para cohesionar la segunda funda protectora (60; 260; 360; 460) a la primera funda protectora.
9. El conjunto de perfil aerodinámico de cualquier reivindicación anterior, en donde la segunda funda protectora (60; 260; 360; 460) tiene un lado exterior y un lado interior que forma una cavidad para recibir al menos una parte de la funda indicadora (72; 272; 372; 472), el lado interior de la segunda funda protectora (60; 260; 360; 460) se une a la funda indicadora (72; 272; 372; 472).
- 40
10. El conjunto de perfil aerodinámico de cualquier reivindicación anterior, en donde el cuerpo de perfil aerodinámico (22; 222; 322; 422) es un material compuesto que comprende una matriz de polímero y fibras de refuerzo distribuidas dentro de la matriz de polímero.
- 45
11. El conjunto de perfil aerodinámico de cualquier reivindicación anterior, en donde el cuerpo de perfil aerodinámico (22; 222; 322; 422) incluye partes de superficie que son cubiertas por la primera funda (34; 234; 334; 446) y otras partes de superficie que no son cubiertas por la primera funda (34; 234; 334; 446), con una proporción entre la parte cubierta y la parte descubierta que es aproximadamente 0,1 -1.
- 50
12. Un método de indicación de desgaste de conjunto de perfil aerodinámico, que comprende:
proporcionar una funda indicadora (72; 272; 372; 472) a un cuerpo de perfil aerodinámico (22; 220; 320; 420) que se extiende entre un borde de ataque (24), un borde de salida (26), un lado de succión (28), y un lado de presión (30), al menos una parte de la funda indicadora (72; 272; 372; 472) se asegura entre una primera funda protectora (34;

- 234; 334; 446) y una segunda funda protectora (60; 260; 360; 460) cerca del borde de ataque del cuerpo de perfil aerodinámico, la funda indicadora (72; 272; 372; 472) se une adhesivamente a la primera funda protectora (34; 234; 334; 446), la primera funda (34; 234; 334; 446) tiene un lado interior (36) que forma una cavidad para recibir al menos una parte del cuerpo de perfil aerodinámico, el lado interior se une al borde de ataque (24) del perfil aerodinámico, al menos una parte de la funda indicadora (72; 272; 372; 472) se posiciona hacia delante de la primera funda protectora (34; 234; 334; 446) respecto al borde de ataque (24) del perfil aerodinámico, y al menos una parte de la segunda funda protectora (60; 260; 360; 460) se posiciona hacia delante de la funda indicadora (72; 272; 372; 472) respecto al borde de ataque (24) del perfil aerodinámico.
- 5
13. El método de la reivindicación 12, en donde el desgaste de la segunda funda protectora (60; 260; 360; 460) expone la funda indicadora (72; 272; 372; 472).
- 10
14. El método de la reivindicación 13, que comprende además:
- cuando se expone la funda indicadora (72; 272; 372; 472), reparar o sustituir la segunda funda protectora (60; 260; 360; 460) antes de que se desgaste la primera funda protectora (34; 234; 334; 446).

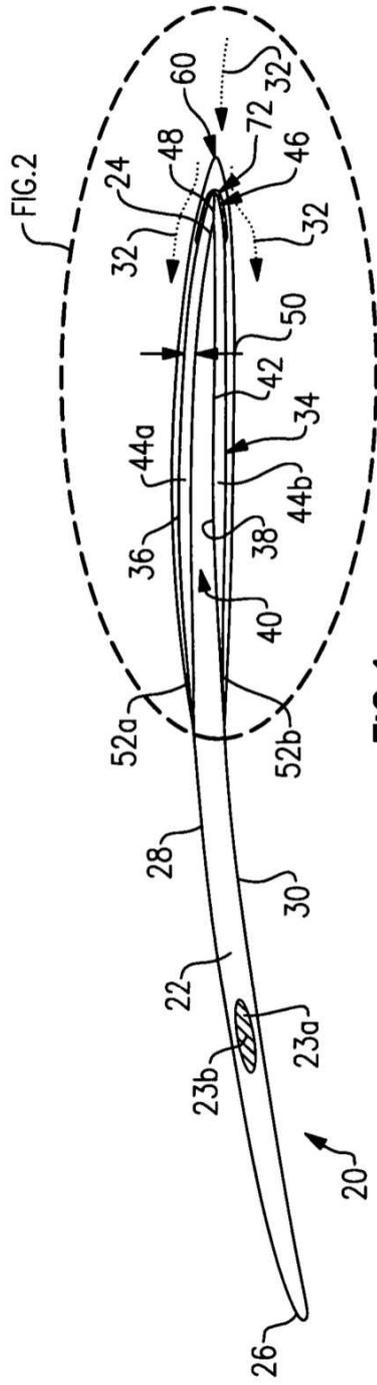


FIG. 1

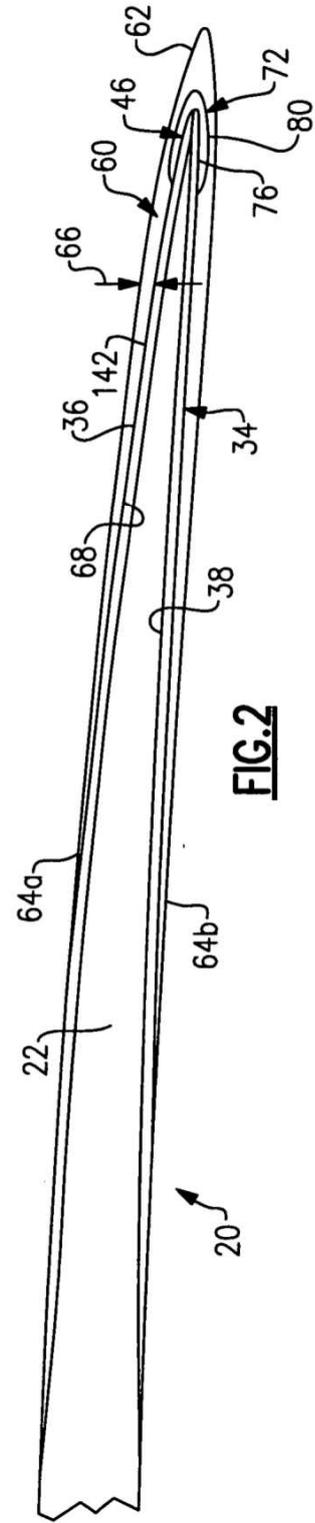
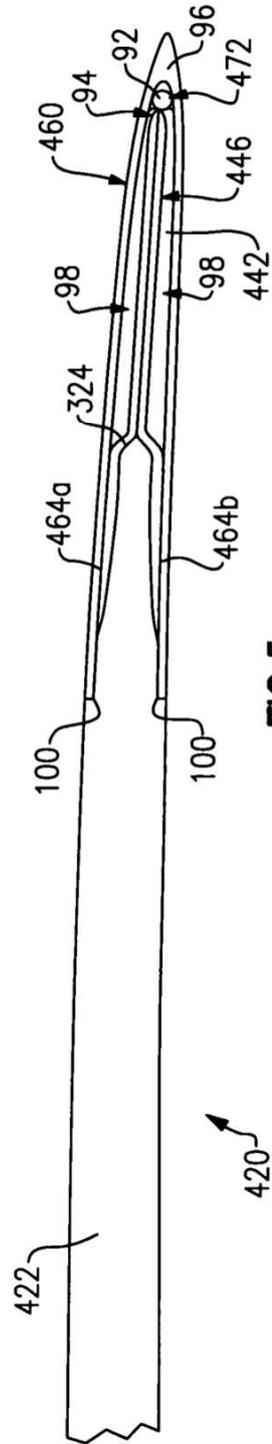
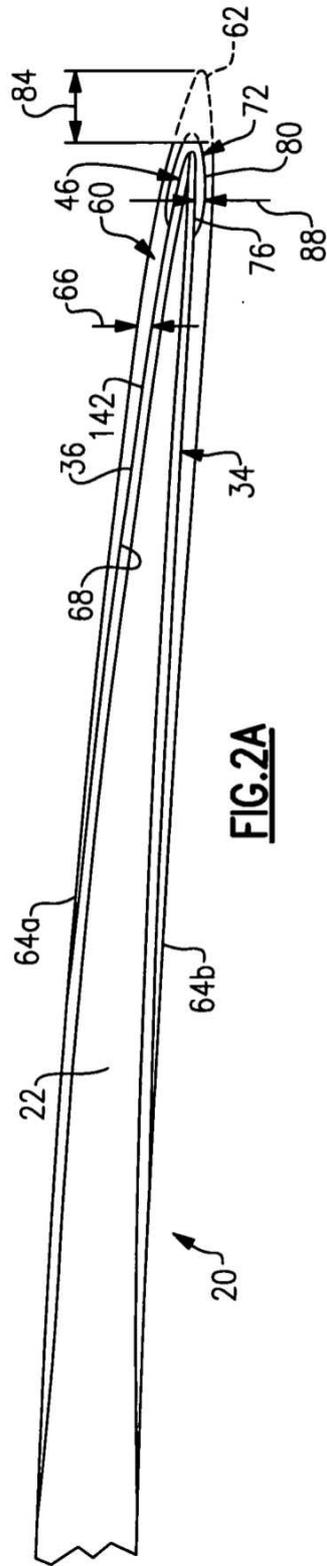


FIG. 2



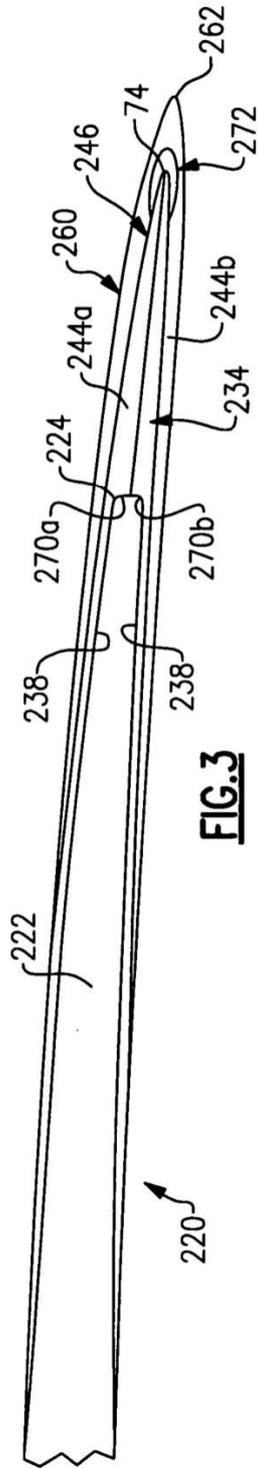


FIG. 3

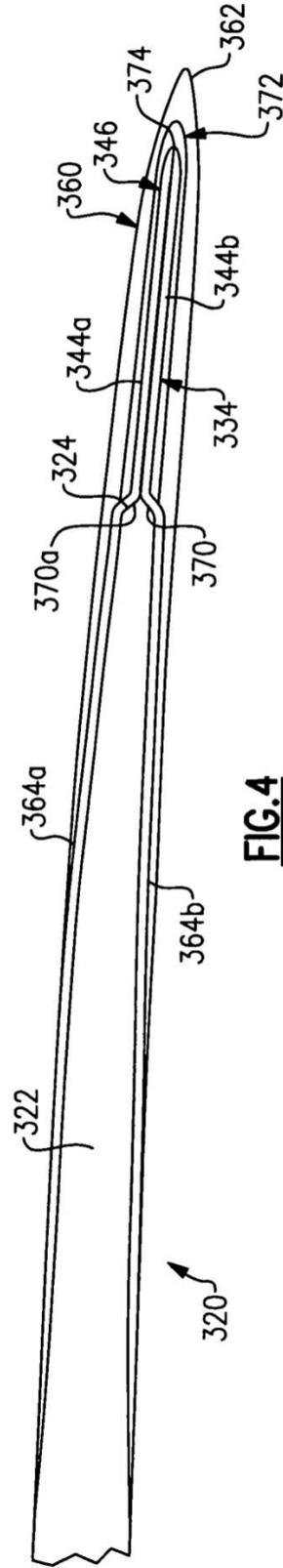


FIG. 4

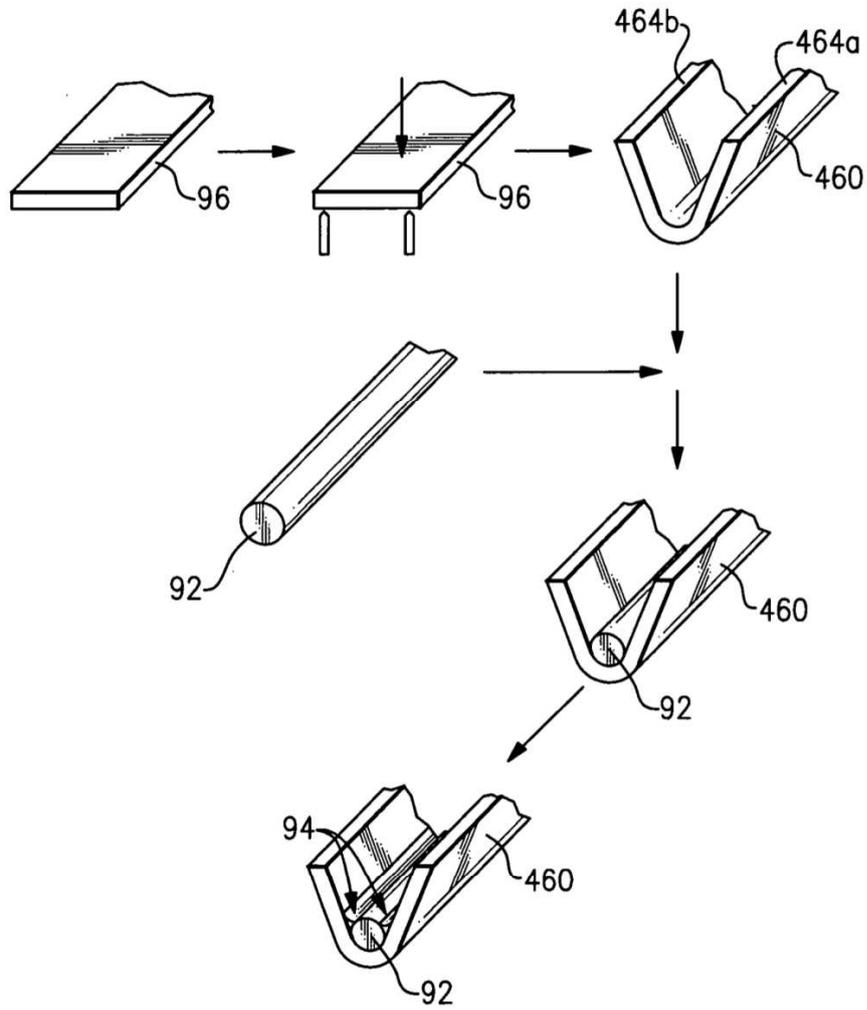


FIG.6