

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 348**

51 Int. Cl.:

B64C 23/06 (2006.01)

B64C 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2014** E 14185895 (1)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.05.2018** EP 2853486

54 Título: **Generadores de vórtices**

30 Prioridad:

30.09.2013 US 201314042443

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

20.09.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**CLINGMAN, DAN J.;
ZIDOVETZKI, ESTHER S. y
MALLARI, RANDY LEE M.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 682 348 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

Generadores de vórtices

Campo de la divulgación

5 Esta divulgación se refiere, generalmente, a controlar el flujo de fluido adyacente a una superficie y, más particularmente, a generadores de vórtices.

Antecedentes

10 El flujo de fluido adyacente a una superficie puede separarse de la superficie y producir arrastre. Tradicionalmente, las cuchillas se fijan a la superficie y se extienden a una capa límite del flujo de fluido para generar vórtices en el flujo de fluido. Los vórtices extraen fluido fuera de la capa límite del flujo de fluido hacia la superficie. Como resultado, el flujo de fluido separado se vuelve a unir a la superficie y/o la separación del flujo de fluido se reduce y/o se retrasa.

El documento WO 2009/080316 A2 se refiere a un dispositivo de control de flujo activo y a un método que influye en una capa límite de fluido de una pala de turbina eólica.

Sumario

15 Un ejemplo de aparato incluye una carcasa que tiene una superficie. El aparato de ejemplo incluye también un accionador bimorfo colocado en la carcasa. El accionador bimorfo incluye una primera viga bimorfa que tiene una primera porción fija con respecto a la superficie. Una cuchilla está acoplada de manera giratoria al accionador bimorfo, y el accionador bimorfo debe hacer girar la cuchilla para extender una porción de la cuchilla a través de la superficie para generar un vórtice en un fluido que fluye más allá de la superficie. El accionador bimorfo comprende además una segunda viga bimorfa separada de la primera viga bimorfa.

20

Las características, funciones y ventajas que se han explicado se pueden lograr de manera independiente en diversos ejemplos o se pueden combinar en otros ejemplos adicionales cuyos detalles se pueden ver con referencia a la siguiente descripción y dibujos.

Breve descripción de los dibujos

25 La figura 1 es una vista en perspectiva de una aeronave de ejemplo, que se puede usar para implementar los generadores de vórtices de ejemplo divulgados en el presente documento.
La figura 2 es una vista superior de un ala de la aeronave de ejemplo de la figura 1, que ilustra una cuchilla de un ejemplo de generador de vórtice descrito en el presente documento.
La figura 3 es una vista en despiece ordenado del generador de vórtice de ejemplo de la figura 2.
30 La figura 4 es otra vista en despiece ordenado del generador de vórtice de ejemplo de las figuras 2-3.
La figura 5 es otra vista en despiece ordenado del generador de vórtice de ejemplo de las figuras 2-4.
La figura 6 es una vista en perspectiva y en corte del generador de vórtice de ejemplo de la figura 2-5.
La figura 7 es una vista superior del generador de vórtice de ejemplo de la figura 6.
35 La figura 8 es una vista lateral del generador de vórtice de ejemplo de las figuras 2-6, que ilustra la cuchilla en una posición desplegada.
La figura 9 es una vista en perspectiva del generador de vórtice de ejemplo de las figuras 2-8.
La figura 10 es una vista lateral de la cuchilla de ejemplo del generador de vórtice de ejemplo de las figuras 2-9.
La figura 11 es una vista en despiece ordenado de una viga bimorfa de ejemplo construida según las enseñanzas de esta divulgación.

40 Las figuras no están a escala. En cambio, para aclarar múltiples capas y regiones, el grosor de las capas puede ampliarse en los dibujos. Siempre que sea posible, se usarán los mismos números de referencia a lo largo de los dibujos y la descripción escrita adjunta que se refiere a las mismas partes o similares. Como se utiliza en esta patente, declarar que cualquier parte (por ejemplo, una capa, película, área o placa) está de alguna manera posicionada (por ejemplo, posicionada en, situada en, colocada o formada sobre, etc.) en otra parte, significa que la parte referenciada está en contacto con la otra parte o que la parte referenciada está por encima de la otra parte con una o más partes intermedias situadas entre sí. Declarar que cualquier parte está en contacto con otra parte significa que no hay una parte intermedia entre las dos partes.

45

Descripción detallada

50 Un ejemplo de generador de vórtice divulgado en el presente documento incluye un accionador bimorfo acoplado operativamente a una cuchilla. El accionador bimorfo puede estar colocado en una carcasa que define una superficie

de un perfil aerodinámico. Cuando el accionador bimorfo está activado, el accionador bimorfo mueve la cuchilla desde una posición retraída a una posición desplegada. Cuando la cuchilla está en la posición desplegada, la cuchilla se extiende dentro y/o a través de una capa límite de un fluido que fluye más allá y/o adyacente a la superficie para generar vórtices en el fluido. Como resultado, los generadores de vórtices de ejemplo evitan, reducen y/o retrasan la separación del flujo de fluido de la superficie y, por lo tanto, mejoran el rendimiento aerodinámico de la superficie, por ejemplo, disminuyendo el arrastre, mitigando los fenómenos de bloqueo, y/o mejorando el rendimiento aerodinámico de la superficie de otras maneras.

En algunos ejemplos, la cuchilla está en una primera orientación cuando la cuchilla está en la posición retraída, y la cuchilla está en una segunda orientación cuando la cuchilla está en la posición desplegada. Por ejemplo, un borde de la cuchilla puede estar sustancialmente alineado con la superficie cuando la cuchilla está en la posición retraída, y el borde puede estar inclinado en ángulo con respecto a la superficie cuando la cuchilla está en la posición desplegada. En algunos ejemplos, la cuchilla llena sustancialmente una ranura definida por la superficie cuando la cuchilla está en una posición retraída, cuando la cuchilla está en la posición desplegada y cuando la cuchilla está posicionada y/o se mueve entre la posición retraída y la posición desplegada.

En algunos ejemplos, el accionador bimorfo incluye una primera viga bimorfa y una segunda viga bimorfa. En algunos ejemplos, la cuchilla está acoplada de manera giratoria a la primera viga bimorfa y la segunda viga bimorfa a través de un conjunto de cigüeñal. Cuando el accionador bimorfo está activado, la primera viga bimorfa y la segunda viga bimorfa se doblan o desvían para accionar el conjunto de cigüeñal para hacer girar la cuchilla hacia y desde la posición retraída y/o la posición desplegada. En algunos ejemplos, la primera viga bimorfa y la segunda viga bimorfa incluyen, cada una, una porción fija y una porción móvil. Las porciones fijas pueden ser sustancialmente estacionarias con respecto a la superficie, y las porciones móviles pueden ser móviles con respecto a la superficie para permitir la desviación tal como, por ejemplo, el arqueamiento de la primera viga bimorfa y la segunda viga bimorfa cuando se activa el accionador bimorfo.

La figura 1 es una vista en perspectiva de una aeronave de ejemplo 100 en la que se pueden implementar aspectos de la presente divulgación. La aeronave de ejemplo 100 de la figura 1 incluye una primera ala 102, una segunda ala 104 y un fuselaje 106. La aeronave de ejemplo 100 incluye también una cola 108 que tiene un estabilizador horizontal 110 y un estabilizador vertical 112. En el ejemplo ilustrado, la aeronave 100 incluye un primer motor 114 y un segundo motor 116. Como se describe con mayor detalle, a continuación, junto con las figuras 2-10, la aeronave de ejemplo 100 emplea ejemplos de generadores de vórtices divulgados en el presente documento, que generan vórtices adyacentes a una o más superficies aerodinámicas o de perfil aerodinámico de la aeronave 100. Sin embargo, la aeronave 100 de la figura 1 es simplemente un ejemplo y, por lo tanto, se pueden usar otras aeronaves sin apartarse del alcance de esta divulgación. Además, aunque los siguientes ejemplos se describen conjuntamente con la aeronave de ejemplo 100 de la figura 1, los generadores de vórtices de ejemplo divulgados en el presente documento se pueden usar para generar vórtices en el fluido que fluye adyacente a cualquier superficie. Por ejemplo, los generadores de vórtices se pueden usar para generar vórtices adyacentes a una superficie de una pala de turbina, un barco, un automóvil y/o un camión, un rotor, etc.

La figura 2 es una vista superior de la primera ala 102 de ejemplo de la aeronave 100 de la figura 1, que ilustra una cuchilla 200 de un ejemplo de generador de vórtice 202 y una superficie aerodinámica 204 (por ejemplo, revestimiento) de la primera ala 102. La cuchilla de ejemplo 200 de la figura 2 es sustancialmente paralela a una dirección de flujo 205 de fluido (por ejemplo, aire) adyacente a la superficie 204. Mientras que la primera ala 102 de ejemplo se ilustra con un ejemplo de generador de vórtice 202 y/o cuchilla 200, otros ejemplos incluyen una pluralidad de generadores de vórtices y/o cuchillas. Por ejemplo, la primera ala 102 puede incluir una fila de cuchillas, una disposición simétrica y/o asimétrica de cuchillas y/o cuchillas colocadas en cualquier otro patrón para generar vórtices en el fluido que fluye adyacente a cualquier porción de la superficie 204.

En el ejemplo ilustrado, la cuchilla 200 está en una posición retraída. Cuando la cuchilla de ejemplo 200 está en la posición retraída, la cuchilla 200 tiene una primera orientación y llena sustancialmente una abertura o primera ranura 206 definida por la superficie 204. En el ejemplo ilustrado, un primer borde 208 de la cuchilla 200 en la posición retraída está, sustancialmente, alineada y/o nivelada con la superficie 204. En algunos ejemplos, una forma del primer borde 208 corresponde a una forma de la superficie 204. Por ejemplo, en algunos ejemplos, la superficie 204 es, sustancialmente, plana y el primer borde 208 es, sustancialmente, plano. En algunos ejemplos, la superficie 204 y el primer borde 208 son curvados y tienen curvaturas sustancialmente idénticas. Como resultado, cuando la cuchilla de ejemplo 200 está en la posición retraída, el primer borde 208 forma, sustancialmente, una porción de la superficie 204 y, por lo tanto, define una porción de un perfil aerodinámico de la primera ala 102. En algunos ejemplos, cuando la cuchilla de ejemplo 200 está en la posición retraída, una cantidad de arrastre producida por el generador de vórtice 202 es insignificante. Como se describe en mayor detalle, a continuación, la cuchilla 200 puede oscilar entre la posición retraída y una posición desplegada para permitir que el generador de vórtice 202 genere vórtices en el fluido que fluye adyacente a la superficie.

En algunos ejemplos, la cuchilla 200 llena, sustancialmente, la primera ranura 206 de manera que haya un hueco 210 de cinco milímetros o menos entre la cuchilla 200 y la superficie 204 cuando la cuchilla 200 está en la posición

retraída. Como resultado, la cuchilla de ejemplo 200 obstruye, sustancialmente, la primera ranura 206 y evita que los residuos tales como, por ejemplo, el hielo, la suciedad, etc. entren en la primera ala 102 a través de la primera ranura 206. La dimensión indicada anteriormente de la primera ranura 206 es, simplemente, un ejemplo y, por lo tanto, se pueden usar otras dimensiones sin apartarse del alcance de esta divulgación.

5 En algunos ejemplos, un tamaño de la primera ranura 206 se basa en una ranura determinada experimentalmente. Por ejemplo, en algunos ejemplos, la cuchilla 200 es empujada y/o punzonada a través de una estructura curable tal como, por ejemplo, una pared de epoxi. La cuchilla de ejemplo 200 se retira entonces, y se mide un tamaño de una
 10 abertura realizada en la estructura para determinar el tamaño de la primera ranura 206. En algunos ejemplos, en lugar de usar la estructura curable para determinar las mediciones, se emplea la estructura curable en la primera ala de ejemplo 102. Por ejemplo, la primera ala 102 puede construirse con una abertura mayor que la primera ranura 206. La abertura de ejemplo está, sustancialmente, llena con una sustancia curable tal como, por ejemplo, un epoxi, y la cuchilla 200 es punzonada a través de la sustancia para formar la primera ranura 206.

15 En el ejemplo ilustrado, la primera ala 102 aloja el generador de vórtice de ejemplo 202. Sin embargo, la primera ala 102 es, simplemente, un ejemplo. En otros ejemplos, el generador de vórtices de ejemplo 202 está colocado en otras carcasas tales como, por ejemplo, una pala de turbina, una pared de vehículo (por ejemplo, un techo de un remolque de un camión) y/o cualquier estructura que define al menos una porción de una superficie aerodinámica y/o un perfil aerodinámico.

20 Las figuras 3-5 son vistas en despiece ordenado del generador de vórtices de ejemplo 202 de la figura 2. En el ejemplo ilustrado, el generador de vórtice 202 incluye un accionador bimorfo 300 que tiene una primera viga bimorfa 302 y una segunda viga bimorfa 304. En el ejemplo ilustrado, cuando el accionador bimorfo 300 está activado, la primera viga bimorfa 302 y el segundo la viga bimorfa 304 se dobla o desvía. En el ejemplo ilustrado, la primera viga bimorfa 302 y la segunda viga bimorfa 304 tienen primeros extremos 306, 308 acoplados de manera fija a una base 310 a través de un primer soporte 312. Más específicamente, en el ejemplo ilustrado, los primeros extremos 306, 308 de la primera viga bimorfa 302 y la segunda viga bimorfa 304 se sujetan entre una primera porción 314 y una
 25 segunda porción 316 del primer soporte 312, y la primera porción 314 se acopla a la base 310. En otros ejemplos, los primeros extremos 306, 308 están acoplados de manera fija a la base 310 de otras maneras. En algunos ejemplos, la base 310 está acoplada de manera fija a la primera ala 102 y, por lo tanto, los primeros extremos 306, 308 de la primera y segunda viga bimorfa 302 están fijos o sustancialmente estacionarios con respecto a la primera ala 102 y/o la superficie 204.

30 Los segundos extremos 318, 320 de la primera viga bimorfa de ejemplo 302 y la segunda viga bimorfa de ejemplo 304 están soportados y acoplados de manera deslizante a la base 310 a través de un segundo soporte 322. En el ejemplo ilustrado, el segundo soporte 322 define un primer canal 324 y un segundo canal 326. En el ejemplo ilustrado, los segundos extremos 318, 320 de la primera viga bimorfa 302 y la segunda viga bimorfa 304 están colocados en el primer canal 324 y el segundo canal 326, respectivamente. El primer canal de ejemplo 324 y el
 35 segundo canal de ejemplo 326 permiten el movimiento de traslación de los segundos extremos 318, 320 con respecto al segundo soporte 322. En algunos ejemplos, el primer canal 324 y el segundo canal 326 guían el movimiento de traslación de los segundos extremos 318, 320 y facilitan el doblado de la primera viga bimorfa 302 y la segunda viga bimorfa 304. En algunos ejemplos, el primer canal 324 y el segundo canal 326 reducen y/o evitan sustancialmente el retorcimiento de la primera viga bimorfa 302 y la segunda viga bimorfa 304, respectivamente. Por
 40 lo tanto, la primera viga bimorfa de ejemplo 302 y la segunda viga bimorfa de ejemplo 304 pueden arquearse. En el ejemplo ilustrado, el primer soporte 312 y el segundo soporte 322 están acoplados a la base 310 a través de elementos de sujeción 327. Los elementos de sujeción de ejemplo 327 de las figuras 3-5 son unos pernos. En otros ejemplos, se emplean otros tipos de elementos de sujeción tales como, por ejemplo, tornillos, adhesivos, soldaduras, etc.

45 Cuando el accionador bimorfo de ejemplo 300 se activa a través de una primera señal eléctrica, la primera viga bimorfa de ejemplo 302 y la segunda viga bimorfa de ejemplo 304 se doblan o desvían alejándose de la primera ala 102 de una posición no accionada a una posición accionada. Si el accionador bimorfo de ejemplo 300 se desactiva entonces (por ejemplo, si se interrumpe la transmisión de la primera señal eléctrica), la primera viga bimorfa de ejemplo 302 y la segunda viga bimorfa de ejemplo 304 vuelven a la posición no accionada. Si se suministra una
 50 segunda señal eléctrica al accionador bimorfo de ejemplo 300, la primera viga bimorfa 302 y la segunda viga bimorfa de ejemplo 304 se doblan o desvían hacia la primera ala 102. En otros ejemplos, el accionador bimorfo 300 accionan de otras maneras.

55 En el ejemplo ilustrado, el primer soporte 312 está separado del segundo soporte 322, y la primera viga bimorfa 302 y la segunda viga bimorfa 304 unen el primer soporte 312 y el segundo soporte 322. La primera viga bimorfa de ejemplo 302 y la segunda viga bimorfa de ejemplo 304 están separadas de la base 310 a través del primer soporte 312 y el segundo soporte 322. Como resultado, cuando el accionador bimorfo 300 acciona, la primera viga bimorfa 302 y la segunda viga bimorfa 304 se doblan o desvían sin entrar en contacto con la base 310.

En el ejemplo ilustrado, la cuchilla 200 está acoplada de manera giratoria al accionador bimorfo 300 mediante un conjunto de cigüeñal 328. En el ejemplo ilustrado, el conjunto de cigüeñal 328 incluye un árbol 330 soportado a través de un cojinete 332 colocado en una carcasa de cojinete 333. La carcasa de cojinete de ejemplo 333 está acoplada a la base 310. El árbol de ejemplo 330 está acoplado a un cigüeñal de campana 334 y a la cuchilla 200. La

5 cuchilla de ejemplo 200 de las figuras 3-5 está asegurada al conjunto de cigüeñal 328 a través de una tuerca 336. En algunos ejemplos, un sensor de posición está acoplado operativamente al conjunto de cigüeñal 328 para controlar una posición de la cuchilla 200.

En el ejemplo ilustrado, un primer tirante 338 y un segundo tirante 340 se acoplan al accionador bimorfo 300 entre los primeros extremos 306, 308 y los segundos extremos 318, 320 de la primera viga bimorfa 302 y la segunda viga

10 bimorfa 304. En algunos ejemplos, el primer tirante 338 y el segundo tirante 340 están acoplados a una porción media 341 del accionador bimorfo 300. La porción media de ejemplo del accionador bimorfo 300 es sustancialmente equidistante a los primeros extremos 306, 308 y los segundos extremos 318, 320. En otros ejemplos, el primer tirante 338 y el segundo tirante 340 están acoplados a otras porciones del accionador bimorfo 300. En el ejemplo

15 ilustrado, el primer tirante 338 está colocado en un primer lado 342 del accionador bimorfo 300, y el segundo tirante 340 está colocado en un segundo lado 344 del accionador bimorfo 300. En el ejemplo ilustrado, el primer tirante 338 está acoplado a el segundo tirante 340 a través de un elemento de sujeción 345 (por ejemplo, un perno) para sujetar el accionador bimorfo 300 entre el primer tirante 338 y el segundo tirante 340. De este modo, cuando la primera viga bimorfa de ejemplo 302 y la segunda viga bimorfa de ejemplo 304 se doblan o desvían, moviéndose el primer tirante 338 y el segundo tirante 340 con la primera viga bimorfa 302 y la segunda viga bimorfa 304.

El cigüeñal de campana de ejemplo 334 está acoplado al primer tirante 338 y/o al segundo tirante 340 a través de un

20 brazo 346. En algunos ejemplos, el brazo 346 es un alambre o cable. En el ejemplo ilustrado, el brazo 346 acopla el cigüeñal de campana 334 al primer tirante 338 y/o el segundo tirante 340 extendiéndose desde un extremo 348 del elemento de sujeción 345 al cigüeñal de campana 334 a través de una segunda ranura 350 definida por la base 310. En otros ejemplos, el brazo 346 se implementa de otras maneras.

Las figuras 6-7 ilustran el generador de vórtices de ejemplo 202 de las figuras 2-5. La figura 6 es una vista en perspectiva del generador de vórtice de ejemplo 202 que se muestra invertido con relación a la orientación del generador de vórtice 202 en las figuras 3-5. La figura 7 es una vista inferior del generador de vórtices de ejemplo 202 de la figura 6. En el ejemplo ilustrado, la primera viga bimorfa 302 y la segunda viga bimorfa 304 están separadas para definir un espacio o una tercera ranura 600 entre la primera viga bimorfa 302 y la segunda viga

25 bimorfa 304. En el ejemplo ilustrado, el primer tirante 338 y el segundo tirante 340 se extienden a través de la tercera ranura 600 y/o abarcan la misma. En el ejemplo ilustrado, una porción de la cuchilla 200 está colocada en la tercera ranura 600.

En el ejemplo ilustrado, cuando el accionador bimorfo 300 está activado, la porción media 341 del accionador bimorfo 300 se dobla o se desvía alejándose del cigüeñal de campana 334 y la primera ala 102 (figuras 1-5). En algunos ejemplos, una cantidad máxima de deflexión de la primera viga bimorfa 302 y/o la segunda viga bimorfa 304 es de dos milímetros. En otros ejemplos, el accionador bimorfo 300 dobla o desvía otras cantidades. El primer tirante 338 y el segundo tirante 340 se mueven con el accionador bimorfo 300 y accionan el brazo 346 para hacer girar el cigüeñal de campana 334 alrededor de un eje de rotación 602 definido por el árbol 330. Como resultado, la cuchilla de ejemplo 200 gira alrededor del eje de rotación 602 desde la posición retraída (figura 2) a la posición desplegada

35 (figura 7). En el ejemplo ilustrado, cuando el accionador bimorfo 300 se dobla o desvía, los segundos extremos 318, 320 de la primera viga bimorfa 302 y la segunda viga bimorfa 304 se deslizan dentro del primer canal 324 y el segundo canal 326, respectivamente. La cuchilla de ejemplo 200 en la posición desplegada genera un vórtice en el fluido que fluye adyacente a la superficie 204. En algunos ejemplos, el accionador bimorfo 300 se acciona para moverse entre la posición retraída y la posición desplegada a una frecuencia predeterminada para generar una corriente oscilatoria de vórtices en una capa límite del fluido que fluye adyacente a la superficie 204 de la primera ala 102.

Las figuras 8-9 ilustran el generador de vórtice de ejemplo 202 de las figuras 2-7 que tiene la cuchilla de ejemplo 200 en la posición desplegada. La figura 8 es una vista en corte lateral del generador de vórtices de ejemplo 202. La figura 9 es una vista en perspectiva del generador de vórtices de ejemplo 202. La cuchilla de ejemplo 200 en la posición desplegada llena sustancialmente la primera ranura 206. En el ejemplo ilustrado, cuando la cuchilla 200 está en la posición desplegada, el primer borde 208 de la cuchilla está en una segunda orientación. En el ejemplo

50 ilustrado, la cuchilla 200 está inclinada aproximadamente a quince grados de distancia de una dirección de flujo del fluido adyacente a la superficie 204. En otros ejemplos, la cuchilla 200 y/o el primer borde 208 están orientados de otras maneras. La cuchilla de ejemplo 200 de las figuras 8-9 se extiende dentro y/o a través de la capa límite del fluido que fluye adyacente a la superficie 204 de la primera ala 102 para generar vórtices en el fluido. Cuando la cuchilla de ejemplo 200 genera vórtices, los vórtices extraen fluido desde el exterior de la capa límite del fluido hacia la superficie 204. Como resultado, se vuelve a unir el flujo separado y/o se reduce y/o se retrasa la separación de flujo, mejorando el rendimiento aerodinámico de la aeronave 100. Por ejemplo, el arrastre en la aeronave 100 puede disminuir, los fenómenos de bloqueo que influyen en la aeronave 100 pueden mitigarse, y/o el rendimiento aerodinámico de la aeronave 100 puede mejorarse de otras maneras.

60

La figura 10 es una vista lateral de la cuchilla de ejemplo 200 de las figuras 2-9. En el ejemplo ilustrado, la cuchilla 200 incluye una brida 1000. La cuchilla de ejemplo 200 se acopla al conjunto de cigüeñal 328 a través de la brida 1000. En el ejemplo ilustrado, el primer borde 208 está colocado en un ángulo (por ejemplo, quince grados) relativo a la brida 1000. El primer borde de ejemplo 208 de la figura 10 es sustancialmente plano. En otros ejemplos, el primer borde 208 no es plano. Por ejemplo, el primer borde 208 puede ser curvo. En el ejemplo ilustrado, la cuchilla incluye un segundo borde 1002 que define un extremo 1004 de la cuchilla 200. En el ejemplo ilustrado, el segundo borde 1002 es curvo. En otros ejemplos, el segundo borde 1002 tiene otras formas (por ejemplo, plano). Las formas observadas anteriormente de la cuchilla 200 son, simplemente, ejemplos. En otros ejemplos, la cuchilla 200 tiene otras formas. Por ejemplo, la cuchilla puede tener una forma descrita en la patente de estadounidense 8,047,233, que fue presentada el 14 de noviembre de 2007, titulada "Apparatus and Method for Generating Vortexes in Fluid Flow Adjacent to a Surface", o cualquier otra forma.

La figura 11 ilustra una viga bimorfa de ejemplo 1100, que puede usarse para implementar la primera viga bimorfa de ejemplo 302 y/o la segunda viga bimorfa de ejemplo 304 del accionador bimorfo de ejemplo 300 de las figuras 3-9. En el ejemplo ilustrado, la viga bimorfa 1100 incluye una lámina de sustrato 1102 flexible que tiene una primera longitud. En algunos ejemplos, la lámina de sustrato 1102 es una lámina de carbono preimpregnada uniaxial. Una primera oblea piezoeléctrica 1104 está acoplada a un primer lado 1106 de la lámina de sustrato de ejemplo 1102. Una segunda oblea piezoeléctrica 1108 está acoplada a un segundo lado 1110 de la lámina de sustrato de ejemplo 1102. En algunos ejemplos, la primera oblea piezoeléctrica 1104 y/o la segunda oblea piezoeléctrica 1108 tiene grosores entre 0,13 milímetros y 0,5 milímetros. En otros ejemplos, la primera oblea piezoeléctrica 1104 y/o la segunda oblea piezoeléctrica 1108 tienen otros grosores. En el ejemplo ilustrado, la primera oblea piezoeléctrica 1104 y la segunda oblea piezoeléctrica 1108 tienen una segunda longitud más corta que la primera longitud y están situadas de manera sustancialmente central en la lámina de sustrato 1102. Como resultado, un primer extremo 1112 y un segundo extremo 1114 de la lámina de sustrato 1102 no están cubiertos por la primera oblea piezoeléctrica 1104 y/o la segunda oblea piezoeléctrica 1108. En algunos ejemplos, la viga bimorfa 1100 está soportada a través del primer extremo 1112 y el segundo extremo 1114 de la lámina de sustrato 1102. Como resultado, cuando la viga bimorfa de ejemplo 1100 se dobla, el primer extremo 1112 y/o el segundo extremo 1114 pueden girar y, por lo tanto, pueden funcionar como puntos de pivote y/o bisagras.

Cuando se suministra una señal eléctrica a la viga bimorfa de ejemplo 1100, la viga bimorfa 1100 se dobla o desvía. En algunos ejemplos, se aplica una primera tensión que tiene una primera polaridad a la primera oblea piezoeléctrica 1104 y se aplica una segunda tensión con una segunda polaridad a la segunda oblea piezoeléctrica 1108. Como resultado, la primera oblea piezoeléctrica 1104 se alarga y la segunda oblea piezoeléctrica 1108 se acorta. Cuando la primera oblea piezoeléctrica 1104 se alarga y la segunda oblea piezoeléctrica 1108 se acorta, la viga bimorfa de ejemplo 1100 se dobla o desvía. En algunos ejemplos, una cantidad máxima de deflexión de la viga bimorfa 1100 es de dos milímetros. En otros ejemplos, la viga bimorfa 1100 desvía otras cantidades. En algunos ejemplos, las polaridades de la primera tensión y de la segunda tensión se alternan cíclicamente o se conmutan para hacer que la viga bimorfa 1100 oscile entre una primera posición y una segunda posición. En algunos ejemplos, la viga bimorfa 1100 se construye y/u opera según las enseñanzas de la patente estadounidense 7,681,290, presentada el 20 de octubre de 2006, titulada "Piezoelectric Bimorph Beam Manufacturing Method". En otros ejemplos, la viga bimorfa 1100 se construye y/u opera de otras maneras.

A partir de lo anterior, se apreciará que los generadores de vórtices divulgados anteriormente generan vórtices en el fluido que fluye adyacente a una superficie. Los generadores de vórtices de ejemplo divulgados en el presente documento incluyen cuchillas que se despliegan a través de ranuras en la superficie para extenderse dentro y/o a través de una capa límite del fluido. Cuando no se desea la generación de vórtices en el fluido, las cuchillas de los generadores de vórtices de ejemplo divulgadas en el presente documento pueden retraerse sustancialmente alineadas con la superficie tal que los generadores de vórtices de ejemplo no produzcan arrastre sustancialmente adicional y/o colateral sobre la superficie. Las cuchillas de ejemplo llenan sustancialmente las ranuras cuando las cuchillas están en una posición retraída, cuando las cuchillas están en una posición desplegada y cuando las cuchillas están posicionadas y/o se mueven entre la posición retraída y la posición desplegada. Como resultado, los generadores de vórtices de ejemplo divulgados en el presente documento son menos susceptibles a una incursión de desechos tales como hielo, suciedad, etc. que los generadores de vórtices dinámicos tradicionales.

Aunque ciertos métodos, aparatos y artículos de fabricación de ejemplo se han divulgado en el presente documento, el alcance de cobertura de esta patente abarca todos los métodos, aparatos y artículos de fabricación que entran dentro del alcance de las reivindicaciones de esta patente.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato, que comprende:
 - una carcasa que incluye una superficie (204);
 - un accionador bimorfo (300) colocado en la carcasa, incluyendo el accionador bimorfo una primera viga bimorfa (302) que tiene una primera porción fija con respecto a la superficie; y
 - una cuchilla (200) acoplada de manera giratoria al accionador bimorfo, haciendo el accionador bimorfo girar la cuchilla para extender una porción de la cuchilla a través de la superficie para generar un vórtice en un fluido que fluye más allá de la superficie, y **caracterizado por que** el accionador bimorfo comprende además una segunda viga bimorfa (304) separada de la primera viga bimorfa.
2. El aparato según la reivindicación 1, en el que la cuchilla está colocada en un espacio entre la primera viga bimorfa y la segunda viga bimorfa cuando se retrae la cuchilla.
3. El aparato según la reivindicación 2, que comprende además un tirante (338, 340) acoplado a la primera viga bimorfa y la segunda viga bimorfa, deflexión de la primera viga bimorfa y la segunda viga bimorfa para mover el tirante.
4. El aparato según la reivindicación 3, que comprende además un brazo (346) acoplado al tirante y a la cuchilla, en el que el movimiento del tirante se dirige para accionar el brazo para hacer girar la cuchilla.
5. El aparato según la reivindicación 4, que comprende además un cigüeñal (334) operativamente acoplada al brazo y a la cuchilla, en el que el movimiento del brazo se dirige para hacer girar el cigüeñal y la cuchilla.
6. El aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que la primera porción del accionador bimorfo está acoplada de manera fija a una base (310), y una segunda porción del accionador bimorfo está acoplada de manera deslizante a la base.
7. El aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que la cuchilla llena sustancialmente una ranura (206) que se extiende a través de la superficie.
8. El aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que un borde (208) de la cuchilla está sustancialmente alineado con la superficie cuando la cuchilla está en una posición retraída.
9. El aparato según las reivindicaciones 1 a 8, en el que una forma de un borde de la cuchilla corresponde a una forma de la superficie.

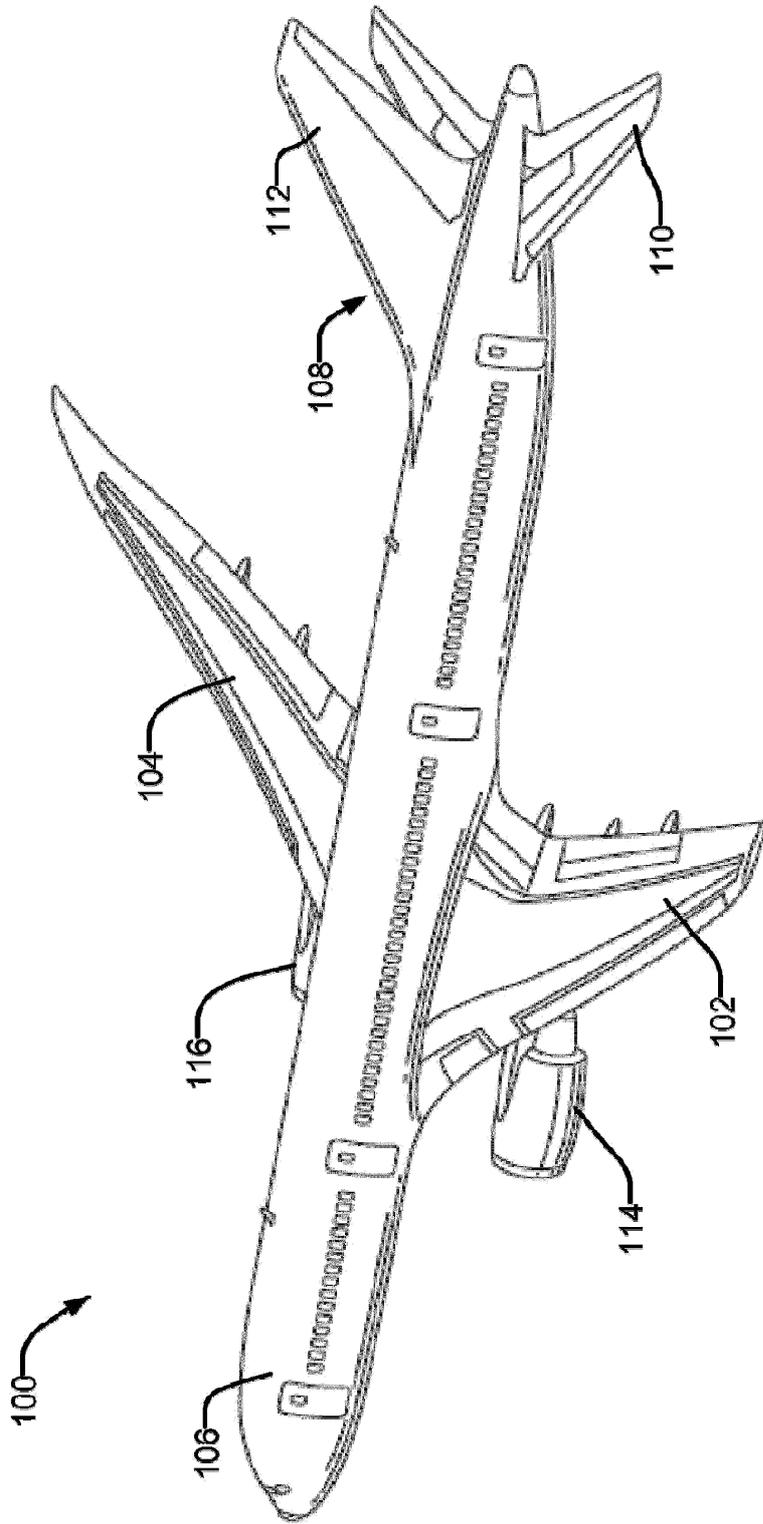


FIG. 1

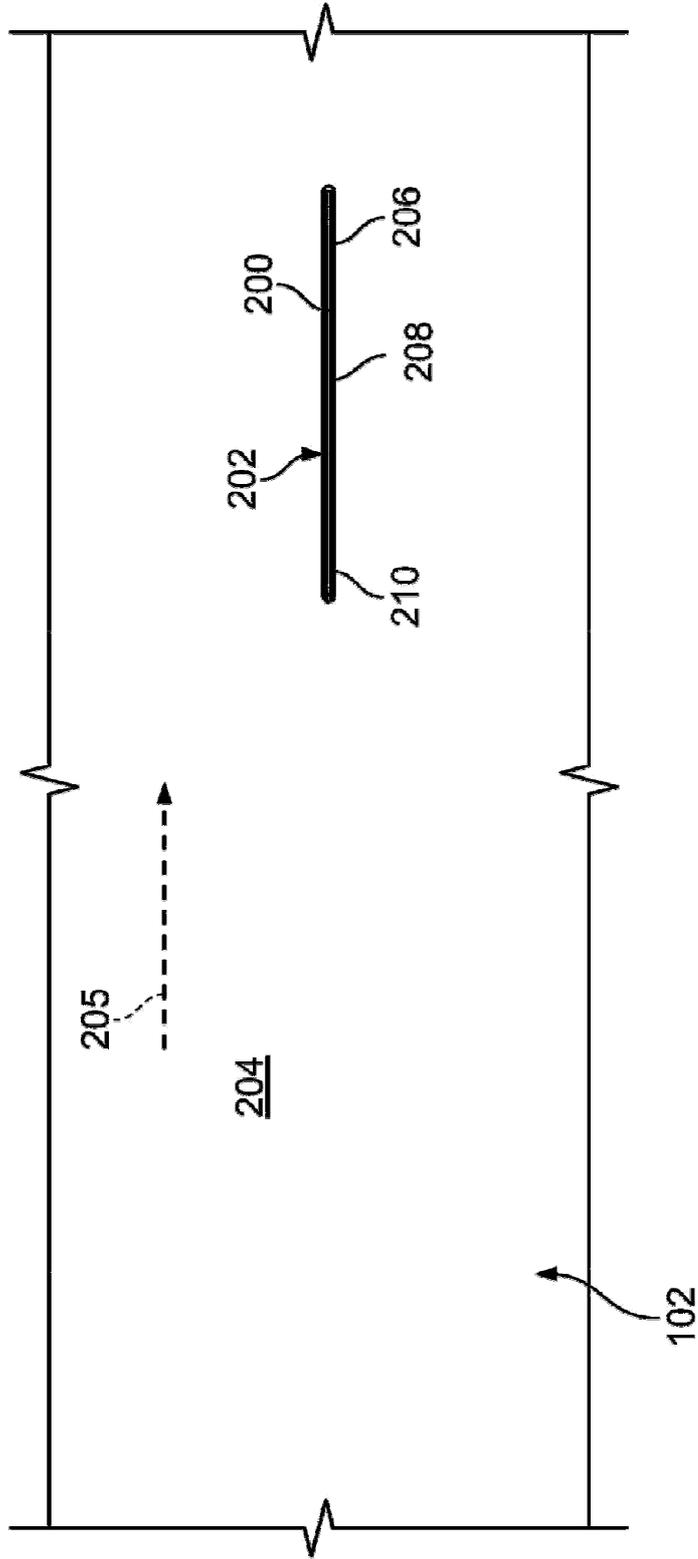


FIG. 2

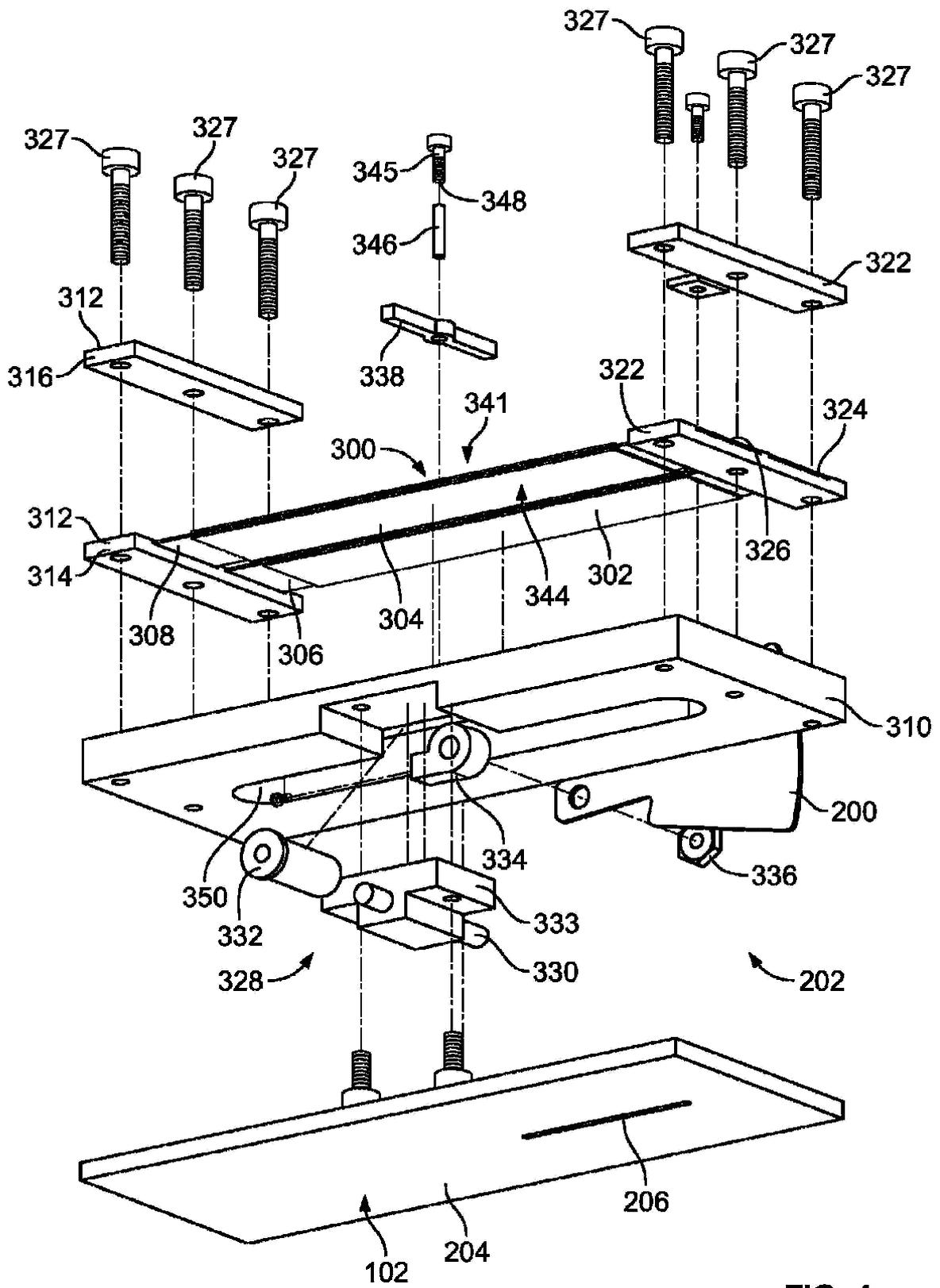
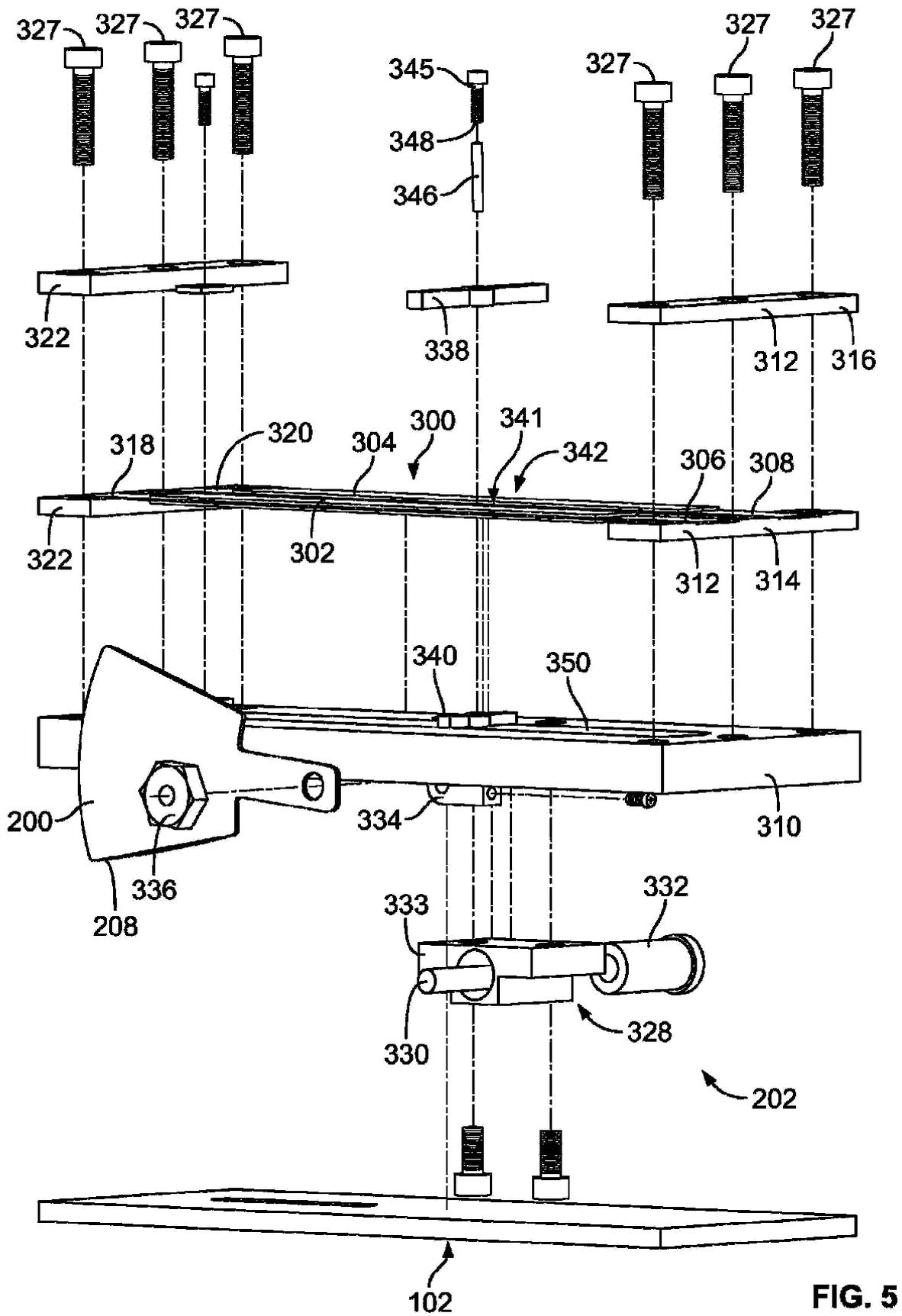


FIG. 4



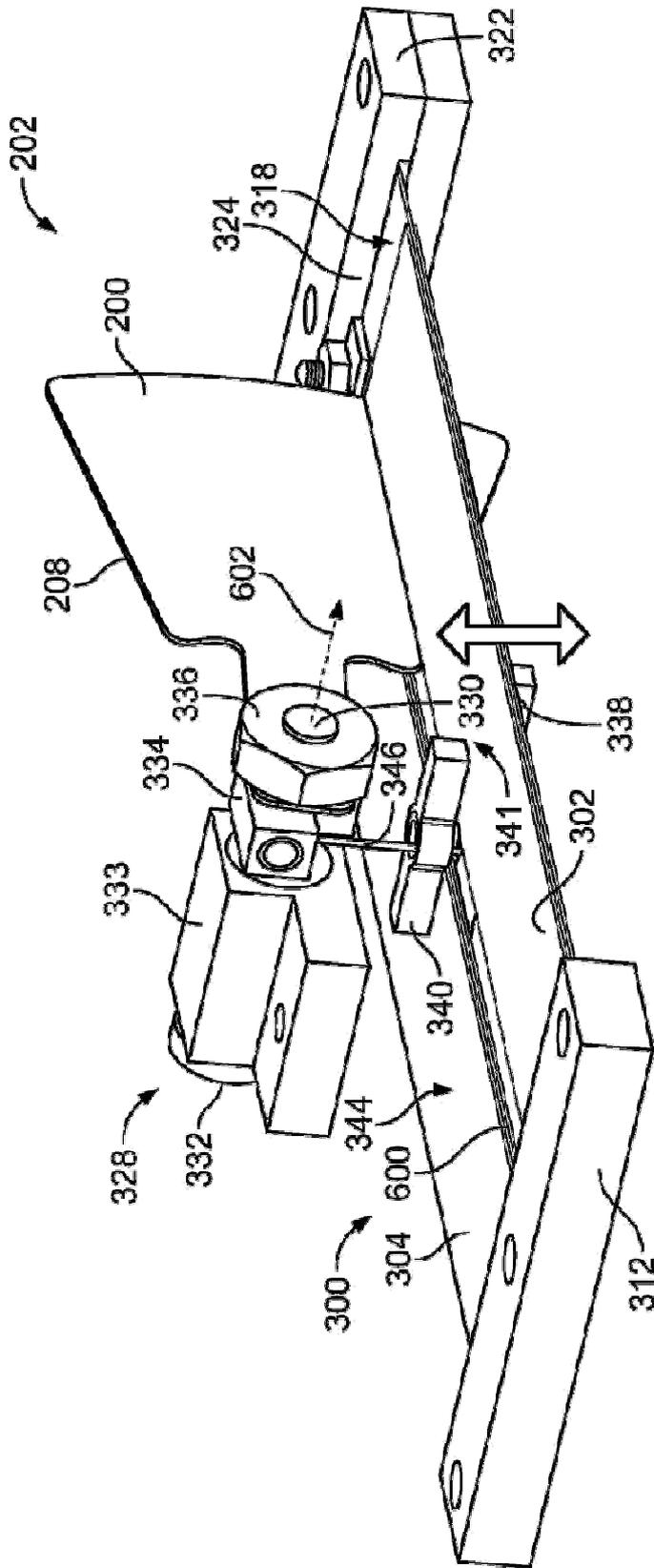


FIG. 6

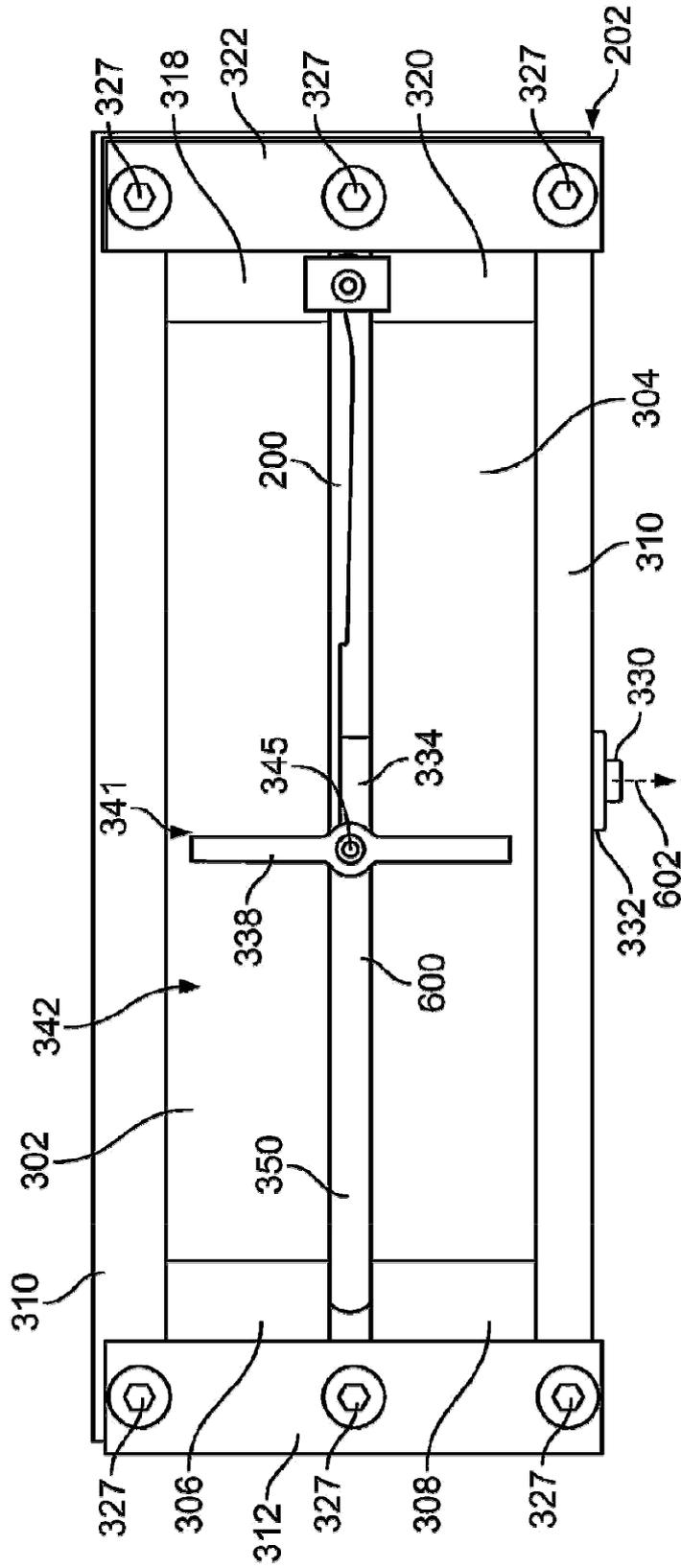


FIG. 7

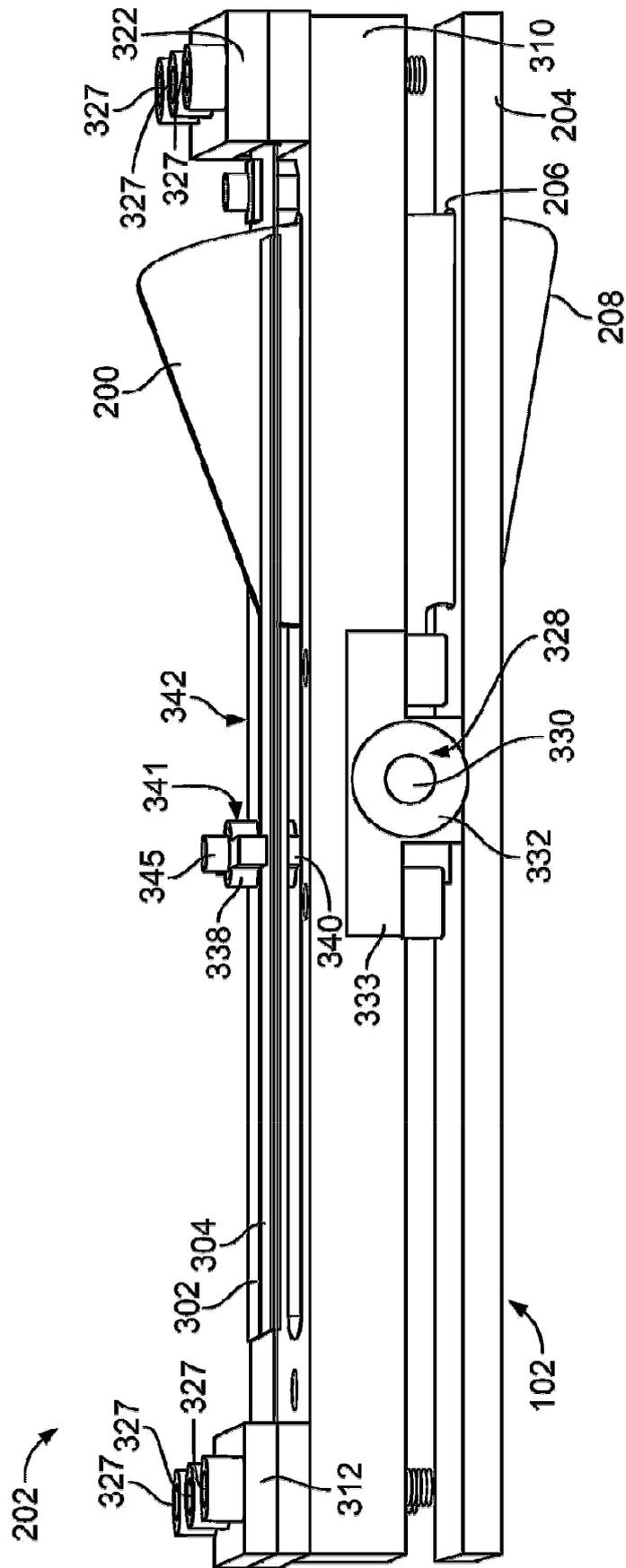


FIG. 8

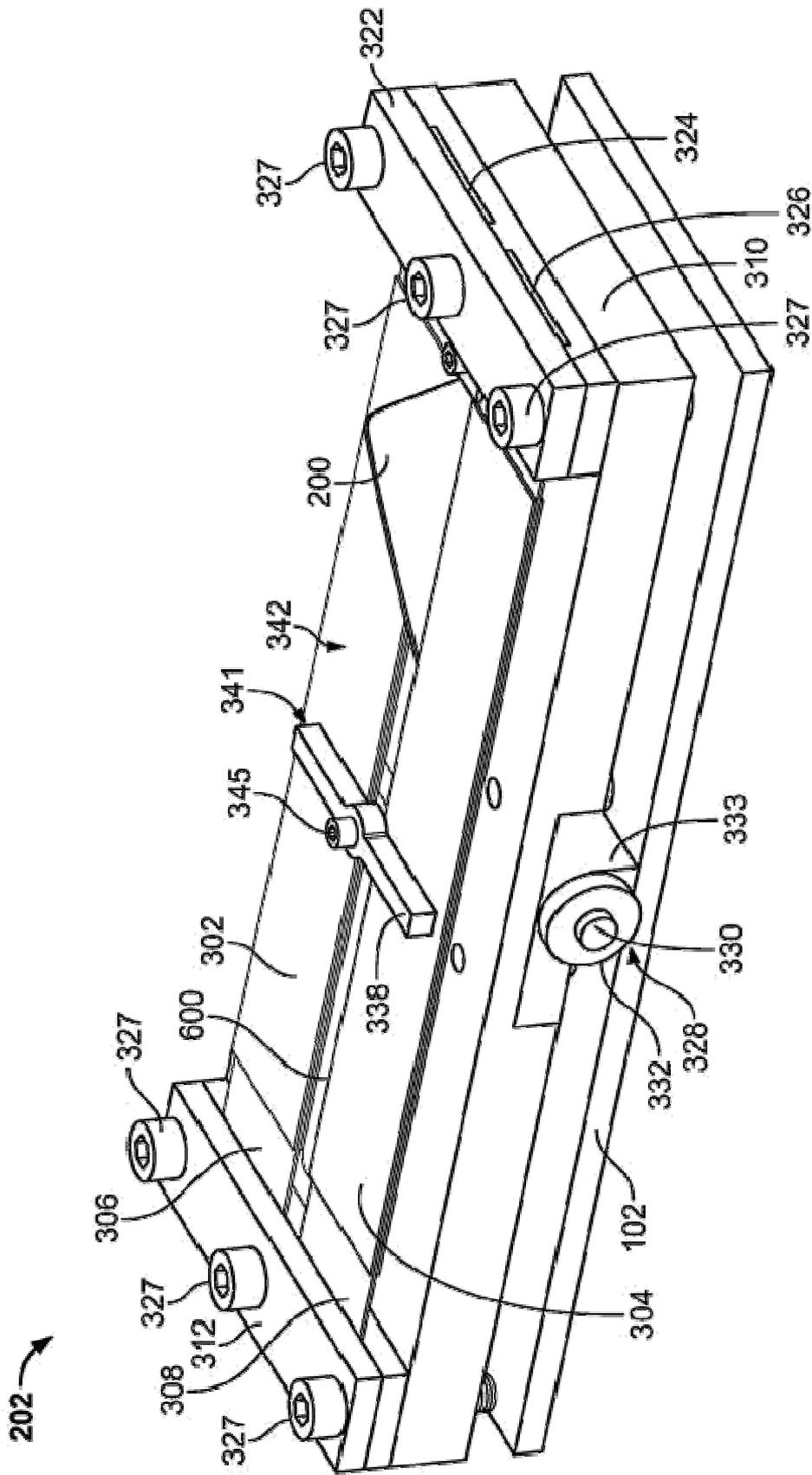


FIG. 9

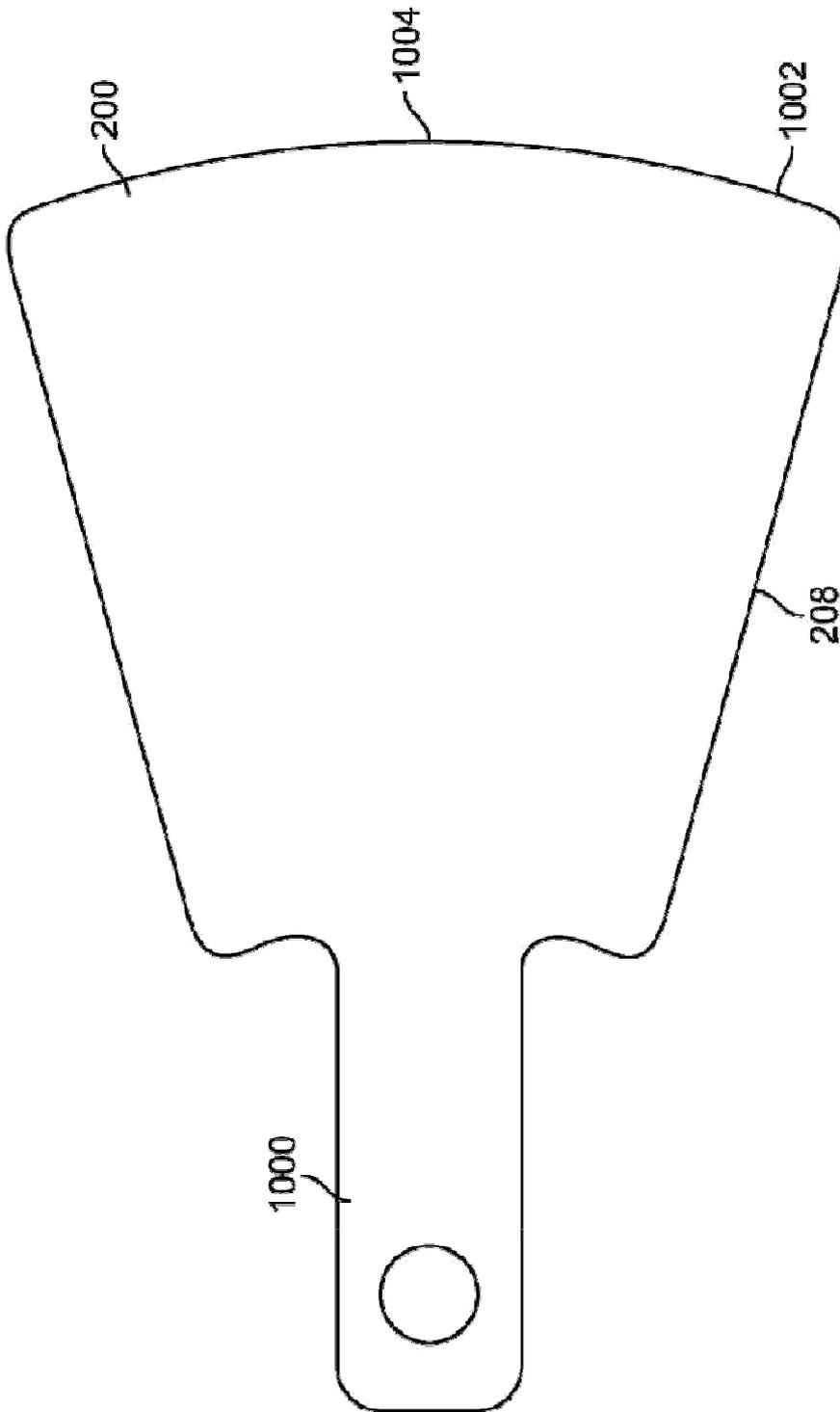


FIG. 10

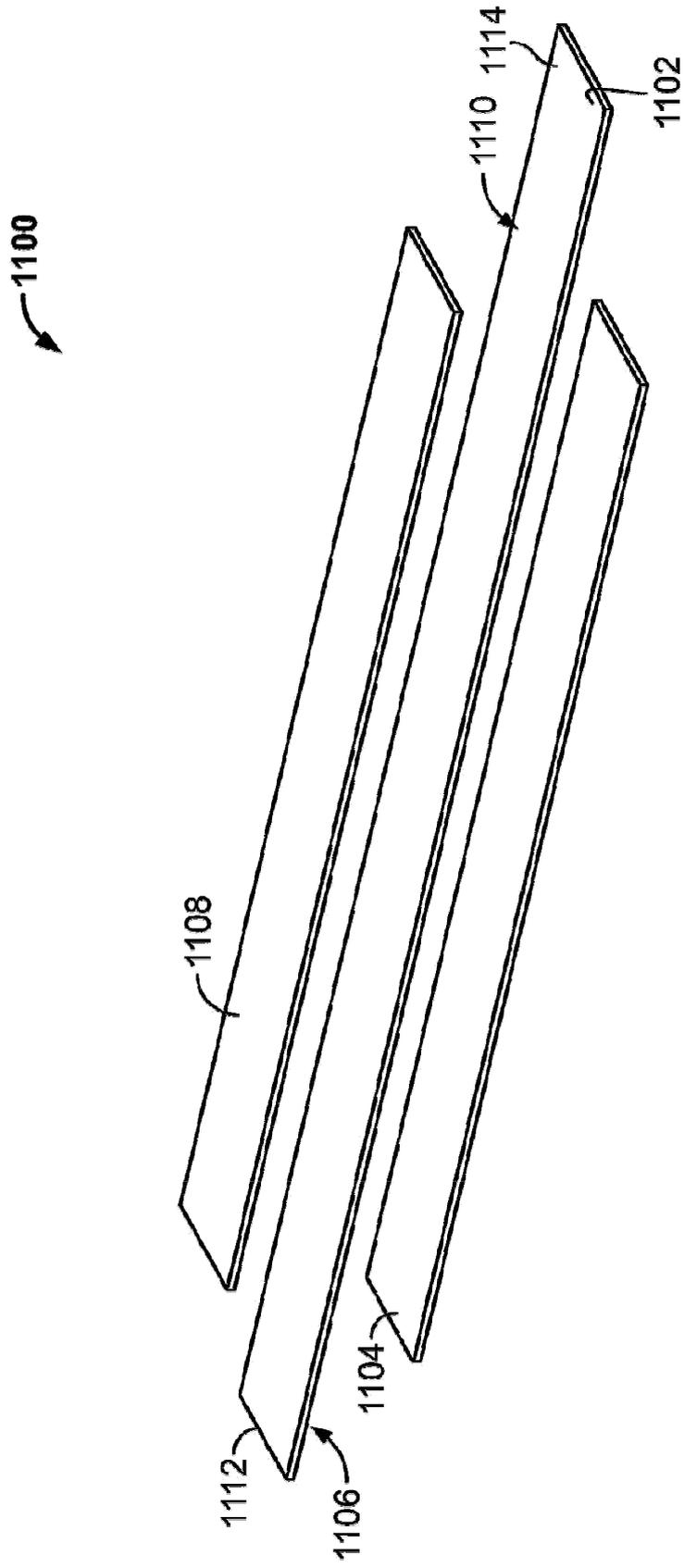


FIG. 11