

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 155**

51 Int. Cl.:

B64D 33/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.02.2014 PCT/US2014/014790**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.11.2014 WO14185998**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2014 E 14798514 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 2956363**

54 Título: **Sistema de propulsión que usa generadores de torbellinos a gran escala para la redistribución de flujo y avión supersónico equipado con el sistema de propulsión**

30 Prioridad:

14.02.2013 US 201361764658 P

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

20.11.2019

73 Titular/es:

**GULFSTREAM AEROSPACE CORPORATION
(100.0%)
P.O. Box 2206
Savannah, GA 31402, US**

72 Inventor/es:

**RYBALKO, MICHAEL;
CONNORS, TIMOTHY y
WAYMAN, TOM**

74 Agente/Representante:

DÍAZ DE BUSTAMANTE TERMINEL, Isidro

ES 2 732 155 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 propulsión que usa generadores de torbellinos a gran escala para la redistribución de flujo y avión supersónico equipado con el sistema de propulsión.

5

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere en general a la aviación y, más particularmente, se refiere a un sistema de propulsión para un avión supersónico.

ANTECEDENTES

10 El motor de un avión supersónico convencional incluye un cuerpo central que tiene una superficie de compresión alargada para ayudar a mejorar la recuperación de la presión causada por el movimiento del motor a través del aire a velocidades supersónicas. La superficie de compresión, junto con otras características del sistema de propulsión del avión, retarda el flujo de aire supersónico que entra en el sistema de propulsión a una velocidad que es compatible con la maquinaria turbo del motor.

15 Una consecuencia indeseable de tener una superficie de compresión alargada es la acumulación de una capa límite relativamente gruesa en las superficies internas de la entrada (por ejemplo, partes del difusor). La capa límite es una parte del flujo de aire ubicada cerca de una superficie viscosa (tal como la superficie de compresión y la superficie del difusor) que, debido a su interacción con el cuerpo viscoso, se mueve más lento que la velocidad de la corriente libre.

20 Debido a que el aire de la capa límite se mueve a una velocidad más lenta que el resto del flujo de aire, el aire de la capa límite tendrá una presión de estancamiento más baja que el resto del flujo de aire. Esto conduce a la distorsión en la presión de estancamiento del flujo de aire que entra en el plano de interacción aerodinámica ("AIP") (por ejemplo, el ventilador o la cara del motor). Esta distorsión en la presión de estancamiento no es deseable, ya que puede afectar negativamente a la capacidad de funcionamiento y el rendimiento del motor.

25 Se han desarrollado varias soluciones diferentes para combatir la distorsión en la presión de estancamiento causada por la superficie de compresión alargada. Por ejemplo, algunos sistemas de propulsión purgan la capa límite del flujo de aire haciendo pasar el flujo de aire sobre una superficie porosa y usando una presión baja para extraer la capa límite del flujo de aire. Aunque esto es eficaz para disminuir el grosor de la capa límite, tales sistemas de purga añaden coste, complejidad y peso a un sistema de propulsión.

30 Otra solución ha sido colocar generadores de torbellinos de altura modesta en el cuerpo central. Estos generadores de torbellinos tienen una altura que varía del veinte por ciento al cuarenta por ciento del grosor de la capa límite local y generan torbellinos que se propagan completamente dentro de la capa límite. Estos torbellinos aumentan el nivel de energía de la capa límite, lo que, a su vez, permite que la capa límite permanezca más firmemente unida a la superficie curva del cuerpo central u otra superficie de entrada. Aunque esto inhibe el crecimiento y la separación de la capa límite, no modifica su estructura ni reduce apreciablemente su grosor y la presión de estancamiento del aire que entra en el AIP permanece distorsionada.

35 Por consiguiente, es deseable proporcionar un sistema de propulsión que reduzca la distorsión de la presión de estancamiento del flujo de aire que entra en el AIP. Adicionalmente, es deseable proporcionar un avión supersónico equipado con un sistema de propulsión que reduzca la distorsión de la presión de estancamiento. Además, otros elementos y características deseables se harán evidentes a partir del resumen subsiguiente y la descripción detallada y las reivindicaciones adjuntas, tomadas junto con los dibujos adjuntos y el campo técnico y antecedentes anteriores.

40 El documento Manan Vuas et al: "Experimental Investigation of Micro Vortex Generators on a Low Boom Supersonic Inlet (Invitado), Instituto Americano de Aeronáutica y Astronáutica, describe el diseño y la geometría de los generadores de torbellinos, así como las posibles posiciones en relación con las entradas supersónicas.

45 El documento US 2012/0018021 A1 describe dispositivos para generar vorticidad en forma de flujo en un límite, en los que dichos dispositivos incluyen varias formas de generadores de torbellinos. Un generador de torbellinos de rampa dividida incluye un primer elemento de rampa y un segundo elemento de rampa con extremos delanteros y traseros, superficies de rampa que se extienden entre los extremos delanteros y traseros, y superficies verticales que se extienden entre los extremos delanteros y traseros adyacentes a las superficies de rampa. Un canal de flujo se encuentra entre el primer elemento de rampa y el segundo elemento de rampa. Los extremos traseros de los elementos de rampa tienen una altura mayor que la altura de los extremos delanteros y los extremos delanteros tienen una anchura mayor que la anchura de los extremos traseros.

50

BREVE RESUMEN

El objetivo de la presente invención se resuelve mediante el objeto de las reivindicaciones independientes, en el que se incorporan realizaciones adicionales en las reivindicaciones dependientes. En el presente documento se desvela un sistema de propulsión para un avión supersónico y un avión supersónico equipado con el sistema de propulsión.

5 La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención se describirá en lo sucesivo junto con las siguientes figuras de dibujos, en las que los números similares indican elementos similares, y

10 La figura 1 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra un sistema de propulsión de la técnica anterior para uso con un avión supersónico;

La figura 2 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra una realización no limitante de un sistema de propulsión fabricado de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación;

La figura 3 es una vista en sección transversal tomada a través de la línea 3-3 de la figura 2; y

15 La figura 4 es una vista esquemática fragmentaria que ilustra una parte del sistema de propulsión de la figura 2 desde la perspectiva de la flecha 4 de la figura 3;

La figura 5 es una vista en perspectiva fragmentaria que ilustra una primera disposición no limitativa de una pluralidad de generadores de torbellinos incluidos con el sistema de propulsión de la figura 2;

La figura 6 es una vista en perspectiva fragmentaria que ilustra una segunda disposición no limitante de una pluralidad de generadores de torbellinos incluidos con el sistema de propulsión de la figura 2;

20 La figura 7 es una vista lateral esquemática expandida que ilustra una parte del sistema de propulsión de la figura 2;

La figura 8 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra otra realización no limitante de un sistema de propulsión fabricado de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación;

La figura 9 es una vista en sección transversal tomada a través de la línea 9-9 de la figura 8;

25 La figura 10 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra otra realización no limitante de un sistema de propulsión fabricado de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación; y

La figura 11 es una vista en perspectiva que ilustra una realización no limitante de un avión supersónico equipado con un sistema de propulsión realizado de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

30 La siguiente descripción detallada es meramente de naturaleza ejemplar y no pretende limitar la invención o la aplicación y usos de la invención. Además, no hay ninguna intención de quedar ligados a ninguna teoría presentada en el contexto anterior o en la siguiente descripción detallada.

35 Un sistema de propulsión mejorado para un avión supersónico y un avión supersónico equipado con el sistema de propulsión se desvelan en este documento. En una realización ejemplar, el sistema de propulsión de la presente divulgación incluye un motor, un cuerpo central de entrada que tiene una superficie de compresión alargada, un recubrimiento que rodea parcialmente el motor y el cuerpo central y una pluralidad de generadores de torbellinos. El recubrimiento está configurado para guiar un flujo de aire que pasa sobre el cuerpo central hacia el motor, donde el motor lo ingiere y puede comprender una barquilla, un divisor de derivación o cualquier otra estructura adecuada.

40 Los generadores de torbellinos de la presente divulgación son relativamente altos en comparación con los generadores de torbellinos convencionales. Mientras que los generadores de torbellinos convencionales tienen una altura que es solo una pequeña fracción del grosor de la capa límite que se forma en el cuerpo central durante el vuelo supersónico a una velocidad predeterminada (por ejemplo, crucero supersónico), los generadores de torbellinos de la presente divulgación tienen una altura que excede el grosor de la capa límite en la ubicación donde la capa límite se encuentra con los generadores de torbellinos. En un ejemplo útil para comprender la invención, los generadores de torbellinos de la presente divulgación tienen una altura de al menos el setenta y cinco por ciento del grosor de la capa límite que se forma en el cuerpo central cuando el avión vuela a la velocidad predeterminada. Esta altura extendida permitirá que los generadores de torbellinos alcancen una región de la capa límite donde el aire tiene una velocidad relativamente alta en comparación con las regiones más bajas de la capa límite donde la velocidad del aire puede ser bastante baja. En los ejemplos de la invención, los generadores de torbellinos tendrán un perfil aún más alto (por ejemplo, con una altura mayor que el grosor de la capa límite en la ubicación donde la

capa límite se encuentra con el generador de torbellinos) y, por lo tanto, se encontrarán con partes del flujo de aire con velocidades aún mayores.

Al extenderse a una región del flujo de aire donde el aire se está moviendo a una velocidad relativamente alta, los generadores de torbellinos de la presente divulgación pueden generar torbellinos que se propagan fuera de la capa límite. Esta es una desviación significativa de los generadores de torbellinos convencionales que, debido a sus perfiles más bajos, generan torbellinos que se propagan completamente dentro de la capa límite. Convencionalmente, los torbellinos que se propagan únicamente dentro de la capa límite son deseables porque permiten que la capa límite permanezca unida más firmemente al cuerpo central y, por lo tanto, contrarreste la tendencia natural de la capa límite a aumentar de grosor a medida que pasa sobre superficies curvas.

En la presente divulgación, sin embargo, los generadores de torbellinos más altos dan lugar a torbellinos que se propagan fuera de la capa límite cuando el avión supersónico vuela a la velocidad predeterminada. Cuando están dispuestos en pares que tienen ángulos de incidencia opuestos, los generadores de torbellinos son capaces de producir una deflexión local ascendente y descendente como resultado de la interacción de torbellinos contrarrotantes adyacentes. La altura de los generadores de torbellinos en la presente invención aumenta la fuerza de este efecto, debido a las mayores velocidades de flujo encontradas por los generadores de torbellinos más altos. Los generadores de torbellinos de la presente descripción pueden, por lo tanto, mover el aire de mayor velocidad de la parte de la capa no límite del flujo de aire radialmente hacia adentro hacia el centro y también mover el aire de menor velocidad de la capa límite radialmente hacia fuera y alejarlo del cuerpo central. Mientras que el objetivo de los generadores de torbellinos convencionales ha sido mantener la capa límite unida al cuerpo central, uno de los objetivos de los generadores de torbellinos de la presente divulgación es hacer que la capa límite se desprenda del cuerpo central y que tenga un movimiento más lento el aire se desplaza hacia el resto del flujo de aire, donde puede mezclarse con el aire de mayor velocidad. Esta mezcla reduce la variación en la presión de estancamiento del flujo de aire en la dirección radial y, por lo tanto, presenta el AIP (por ejemplo, la cara del motor) con un flujo de aire que tiene menos distorsión radial que la que de otro modo se produciría mediante el uso de generadores de torbellinos convencionales (o el uso de ningún generador de torbellinos). Al disponer los generadores de torbellinos circunferencialmente alrededor del cuerpo central, o alrededor de la superficie interna del recubrimiento, o ambos, también se puede reducir la distorsión circunferencial de la presión de estancamiento.

Es deseable presentar una cara del motor con un flujo de aire que tenga una presión de estancamiento homogénea en lugar de un flujo de aire que tenga distorsión radial en la presión de estancamiento. Los motores tienen sensibilidades a la distorsión en el flujo y al hacer que la presión de estancamiento en todo el flujo sea más homogénea, se puede mejorar el rendimiento general del motor. Además, dependiendo del motor que se utiliza en el sistema de propulsión, también puede haber un aumento en el empuje del motor. Por ejemplo, si el motor tiene un ciclo de motor en el que el núcleo es más sensible a los cambios en la presión de estancamiento que el ventilador y la derivación del motor, entonces al mover el aire de movimiento más lento de la capa límite lejos del cuerpo central y al mover el aire de movimiento más rápido del resto del flujo de aire hacia el cuerpo central, se presentará al núcleo un flujo de aire que tiene una velocidad más alta y, por lo tanto, una mayor presión de estancamiento. Esto, a su vez, puede mejorar la cantidad de empuje que genera el motor.

Se puede obtener una mayor comprensión del sistema de propulsión descrito anteriormente y del avión supersónico que emplea el sistema de propulsión mediante una revisión de las ilustraciones adjuntas a esta solicitud junto con una revisión de la descripción detallada que sigue.

La figura 1 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra un sistema de propulsión 20 de la técnica anterior. El sistema de propulsión 20 de la técnica anterior incluye un cuerpo central 22 que tiene una superficie de compresión alargada 24, una barquilla 26 que incluye un capó 27, una entrada 28 formada por la separación entre el cuerpo central 22 y el capó 27, un divisor 30 y un motor 32 que tienen un núcleo del motor 34 y una derivación del motor 36.

Una corriente de aire libre supersónica 39 que se aproxima al sistema de propulsión 20 se encontrará inicialmente con una superficie de compresión alargada 24. La superficie de compresión alargada 24 hará que la corriente de aire libre supersónica 39 cambie de dirección y siga los contornos de la superficie de compresión. Esta interacción desacelera la corriente de aire libre supersónica 39 y hace que se forme una capa límite 38 en el cuerpo central 22. La capa límite 38 es una región de aire estancado y de movimiento más lento cuyo grosor aumenta a medida que se desplaza a lo largo del cuerpo central 22.

A medida que la corriente de aire libre supersónica 39 llega a la entrada 28, pasa a través de un choque terminal 40 que se extiende desde el capó 27 al cuerpo central 22. El paso a través del choque terminal 40 desacelera el flujo de aire a velocidades subsónicas que son más compatibles con el motor 32. Se puede requerir una desaceleración adicional y si es así, ocurrirá aguas abajo del choque terminal 40.

A medida que el flujo de aire continúa detrás de la entrada 28, un borde de ataque 44 del divisor 30 divide el flujo de aire en un flujo de aire primario 45 y un flujo de aire secundario 47. El flujo de aire primario 45 es guiado o dirigido por el divisor 30 hacia el motor 32 mientras que el flujo de aire secundario 47 se mueve a través de un canal de derivación 42 que evita el motor 32 completamente.

A medida que el flujo de aire primario 45 se desplaza aguas abajo más allá de un borde de ataque 44 del divisor 30, entra en la región 46 del difusor. En la región 46 del difusor, el cuerpo central 22 se estrecha, creando un mayor volumen de espacio para que el flujo de aire primario 45 se mueva. Este estrechamiento del cuerpo central 22 hace que la capa límite 38 se engrose a medida que intenta permanecer arrastrada hacia la superficie del cuerpo central 22.

Cuando el flujo de aire primario 45 llega a la cara 48 del motor 32, la capa límite 38 se encuentra en su estado más grueso. La parte del flujo de aire primario 45 que está fuera de la capa límite 38 se está moviendo a una alta velocidad y, por lo tanto, tiene una alta presión de estancamiento. La parte del flujo de aire primario 45 dentro de la capa límite 38 tiene una velocidad más baja y una presión de estancamiento correspondientemente más baja. Por consiguiente, el sistema de propulsión 20 de la técnica anterior produce una distorsión radial sustancial del flujo de aire que llega a la cara 48.

El núcleo del motor 34 incluye los componentes primarios del motor 32. Por ejemplo, el núcleo del motor 34 puede comprender una turbina, una cámara de combustión y un compresor, entre otros componentes. Para facilitar las ilustraciones, estos componentes del motor no se ilustran. La derivación del ventilador del motor 36 es una región que carece en gran medida de componentes motorizados. Más bien, esta es una región donde el ventilador del motor empuja aire alrededor del exterior del núcleo del motor 34. Como se ilustra en la figura 1, la capa límite 38 comprende una parte sustancial del flujo de aire que entra en el núcleo del motor 34. Por consiguiente, una parte sustancial del aire que entra en el núcleo del motor 34 tiene una presión de estancamiento que es menor que el resto del flujo de aire primario 45. En la realización ilustrada, el núcleo del motor 34 tiene una mayor sensibilidad a los cambios en la presión de estancamiento que la derivación del ventilador del motor 36. En otras palabras, un aumento en la presión de estancamiento del flujo de aire que entra en el núcleo del motor 34 produciría un aumento relativamente grande en el empuje, mientras que un aumento correspondiente en la presión de estancamiento del flujo de aire que entra en la derivación del ventilador del motor 36 produciría un aumento menor en el empuje y, a la inversa, una reducción en la presión de estancamiento que entre en la derivación del ventilador del motor 36 daría como resultado una disminución correspondientemente pequeña en el empuje neto.

Por consiguiente, sería deseable dirigir el aire de mayor velocidad del flujo de aire primario 45 hacia el núcleo del motor y dirigir el aire de menor velocidad del flujo primario 45 (es decir, el aire en la capa límite 38) lejos del núcleo del motor.

La figura 2 es una vista esquemática en sección transversal de un sistema de propulsión 50 fabricado de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación. Con referencia continua a la figura 1, el sistema de propulsión 50 es sustancialmente idéntico al sistema de propulsión 20 de la técnica anterior, con la excepción principal de que el sistema de propulsión 50 incluye una pluralidad de generadores de torbellinos 52 dispuestos circunferencialmente alrededor del cuerpo central 22. Debe entenderse que la figura 2 presenta una representación esquemática y, por consiguiente, la representación de cada generador de torbellinos se ha simplificado para facilitar la ilustración.

En la realización ilustrada, cada generador de torbellinos de la pluralidad de generadores de torbellinos tiene una altura que excede el grosor de la capa límite 38 en las ubicaciones donde la pluralidad de generadores de torbellinos 52 se encuentra con la capa límite 38. En consecuencia, cada generador de torbellinos de la pluralidad de generadores de torbellinos 52 se encontrará con el aire de alta velocidad del flujo de aire primario 45 y generará una pluralidad de torbellinos 54, con sentido de dirección alterno, que se propagarán aguas abajo en la región 46 del difusor. Dependiendo de la altura de la pluralidad de generadores de torbellinos 52, la pluralidad de torbellinos 54 puede propagarse a través del aire de alta velocidad y el aire de movimiento más lento de la capa límite 38, o pueden propagarse solo a través del aire de alta velocidad. Si los torbellinos se crean fuera de la capa límite 38, entonces permanecerán allí.

A medida que la pluralidad de torbellinos 54 contrarrotantes se propagan, generarán una deflexión ascendente 56 y una deflexión descendente 58 que moverán el aire de alta velocidad del flujo de aire primario 45 de manera radial hacia el cuerpo central 22 y que también moverán el aire de baja velocidad del flujo de aire primario 45 (es decir, el aire en la capa límite 38) lejos radialmente del cuerpo central 22. Este movimiento radial del aire de alta y baja velocidad del flujo de aire primario 45 hará que el aire de alta velocidad y el aire de baja velocidad se mezclen y se combinen. Esto provoca un intercambio de energía entre las diferentes partes del flujo de aire primario 45 (parte de mayor velocidad y parte de menor velocidad) que produce un flujo de aire que tiene una velocidad más homogénea en todo el flujo de aire primario 45. Esto, a su vez, reduce la disparidad de la presión de estancamiento en diferentes ubicaciones radiales a lo largo del flujo de aire primario 45 y, por lo tanto, disminuye la distorsión radial general del flujo de aire primario 45 antes de que alcance la cara 48 del motor 32. Por lo tanto, como resultado de la agitación del flujo de aire primario 45 por la pluralidad de generadores de torbellinos 52, la presión de estancamiento de la parte del flujo de aire primario 45 que entra en el núcleo del motor 34 será más alta de lo que hubiera sido si no hubiera estado presente una pluralidad de generadores de torbellinos 52.

La figura 3 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 3-3 de la figura 2. La pluralidad de los generadores de torbellinos 52 están dispuestos circunferencialmente alrededor del cuerpo central 22 en pares. Con referencia continua a las figuras 1-2, y como se explica con mayor detalle a continuación, cada par de generadores de torbellinos está orientado en un ángulo de ataque predeterminado con respecto al flujo de aire primario 45. En

algunas realizaciones, cada par de generadores de torbellinos se pueden situar y alinear sustancialmente en la misma ubicación axial a lo largo del cuerpo central 22. En otras realizaciones, la posición axial de cada par de generadores de torbellinos a lo largo del cuerpo central 22 puede variar. En la realización ilustrada, cada generador de torbellinos 52 de cada par de generadores de torbellinos tiene una configuración rectangular. Además, como lo ilustra el generador de torbellinos 52a, cada generador de torbellinos 52 tiene una relación de aspecto de 2. Debe entenderse que esto es meramente de naturaleza ejemplar, en otras realizaciones, la pluralidad de generadores de torbellinos 52 puede tener cualquier forma, contorno, relación de aspecto o configuración adecuada sin apartarse de las enseñanzas de la presente divulgación.

Con referencia continua a las figuras 1-3, la figura 4 es una vista esquemática fragmentaria que ilustra una sección del cuerpo central 22 vista desde la perspectiva de la flecha 4 de la figura 3. En esta ilustración, se representan dos pares de generadores de torbellinos 52. Cada generador de torbellinos 52 está orientado en un ángulo de ataque α . En diversas realizaciones, el ángulo de ataque α puede variar desde dieciséis grados a veinticuatro grados. En otras realizaciones, el ángulo de ataque α puede tener cualquier magnitud adecuada. En la realización ilustrada, cada generador de torbellinos 52 de cada par de generadores de torbellinos está inclinado en un ángulo igual y opuesto. Por ejemplo, el generador de torbellinos 52a está inclinado en un ángulo de ataque α de 16 grados positivos y el generador de torbellinos 52b está inclinado en un ángulo de ataque α de 16 grados negativos. En otras realizaciones, los ángulos de ataque α de cada generador de torbellinos 52 de cada par pueden no ser iguales. En aún otras realizaciones, los ángulos de ataque α de cada generador de torbellinos 52 de cada par pueden no ser opuestos (es decir, ambos pueden ser negativos o ambos pueden ser positivos).

En la realización ilustrada, cada generador de torbellinos 52 de cada par de generadores de torbellinos está dispuesto de modo que sus respectivos lados descendentes (desde la perspectiva del flujo de aire primario 45) estén más juntos que sus respectivos lados ascendentes. Por lo tanto, a medida que el aire del flujo de aire primario 45 pasa entre los dos generadores de torbellinos 52 de cada par de generadores de torbellinos, los torbellinos generados por cada par de generadores de torbellinos crean una deflexión ascendente que moverá aire más lento desde la capa límite 38 hacia el aire de movimiento más rápido del flujo de aire primario 45. De manera similar, a medida que el aire del flujo de aire primario 45 pasa entre cada par de generadores de torbellinos, se generan torbellinos que crean una corriente descendente que moverá el aire en movimiento más rápido desde el flujo de aire primario 45 hacia el cuerpo central 22. La combinación de la deflexión ascendente y la deflexión descendente cooperan para romper la capa límite y mezclar, redistribuir y, en general, homogeneizar el flujo. Esto crea una presión de estancamiento más consistente en todo el flujo de aire primario 45.

La figura 5 es una vista en perspectiva que ilustra una parte del sistema de propulsión 50, visto mientras se mira en una dirección aguas abajo. En la realización ilustrada, los generadores de torbellinos de cada par de generadores de torbellinos, y cada par de los propios generadores de torbellinos están separados por un espacio relativamente amplio. La figura 6 es una vista en perspectiva que ilustra una parte de un sistema de propulsión 50', visto mientras se mira en una dirección aguas abajo. El sistema de propulsión 50' es sustancialmente idéntico al sistema de propulsión 50, con la única diferencia de que los generadores de torbellinos de cada par de generadores de torbellinos y cada par de generadores de torbellinos están separados por un espacio relativamente estrecho. La separación entre los generadores de torbellinos y la separación entre cada par de generadores de torbellinos se puede variar según sea necesario para cada aplicación.

Con referencia continua a las figuras 1-6, la figura 7 es una vista lateral esquemática expandida que ilustra una parte del cuerpo central 22 con una capa límite 38 que fluye sobre la superficie del cuerpo central 22. También se ilustran dos generadores de torbellinos, un generador de torbellinos 52x que no es un ejemplo de la invención y un generador de torbellinos 52y, que se puede utilizar con el sistema de propulsión 50. Los generadores de torbellinos 52x y 52y tienen, cada uno, diferentes alturas. El generador de torbellinos 52x tiene una altura que es aproximadamente el setenta y cinco por ciento del grosor local de la capa límite 38, mientras que el generador de torbellinos 52y tiene una altura que es aproximadamente el ciento veinticinco por ciento del grosor local de la capa límite 38. Los generadores de torbellinos que tienen una altura del setenta y cinco por ciento del grosor local de la capa límite alcanzará los alcances superiores de la capa límite donde el aire fluye a una velocidad relativamente rápida en comparación con el resto de la capa límite. Los generadores de torbellinos de acuerdo con la invención que tienen una altura de más del cien por ciento del grosor de la capa límite local sobresaldrán más allá de la capa límite y se encontrarán con las partes de movimiento rápido del flujo de aire primario 45. Por consiguiente, la figura 7 ilustra los límites inferior y superior de un intervalo preferido de alturas de generador de torbellinos, con los generadores de torbellinos causando la generación de torbellinos que se propagan al menos parcialmente fuera de la capa límite y causan la mezcla y combinación de aire de alta y baja velocidad, como se discutió anteriormente.

La figura 8 es una vista esquemática en sección transversal de un sistema de propulsión 60 fabricado de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación. Con referencia continua a las figuras 1-7, el sistema de propulsión 60 es sustancialmente idéntico al sistema de propulsión 20 de la técnica anterior, con la excepción principal de que el sistema de propulsión 60 incluye una pluralidad de generadores de torbellinos 62 dispuestos circunferencialmente alrededor de una superficie interna del divisor 30. Debe entenderse que la figura 8 presenta una representación esquemática y, en consecuencia, la representación de cada generador de torbellinos se ha simplificado para facilitar la ilustración. Al situar la pluralidad de generadores de torbellinos 62 en la superficie interna del divisor 30, cada

5 generador de torbellinos 62 tiene mayor acceso al aire de alta velocidad del flujo de aire primario 45 que la pluralidad de generadores de torbellinos 52, debido a que el grosor de la capa límite que se forma en la superficie interna del divisor 30 es relativamente pequeño en comparación con la capa límite 38. Por consiguiente, si los generadores de torbellinos se sitúan en la superficie interna del divisor 30 (o en la superficie interna de la barquilla 26 en sistemas de propulsión que no emplean un divisor), dichos generadores de torbellinos pueden ser más pequeños que los generadores de torbellinos situados en el cuerpo central 22 mientras aún logran sustancialmente el mismo beneficio.

10 Con referencia continua a las figuras 1-7, en la realización ilustrada en la figura 8, cada generador de torbellinos de la pluralidad de generadores de torbellinos 62 se encontrará con el aire de alta velocidad del flujo de aire primario 45 y generará una pluralidad de torbellinos 64 que se propagarán a través de la región 46 del difusor. A medida que se propague la pluralidad de torbellinos 64, generarán deflexión ascendente 56 y deflexión descendente 58 que moverán el aire de alta velocidad del flujo de aire primario 45 radialmente hacia el cuerpo central 22 y también moverán el aire de baja velocidad del flujo de aire primario 45 (es decir, el aire en la capa límite 38) alejándolo radialmente del cuerpo central 22. Como se discutió anteriormente con respecto a los generadores de torbellinos 52, este movimiento del aire de alta y baja velocidad del flujo de aire primario 45 hará que el aire de alta y baja velocidad se mezcle y se combine. Esto, a su vez, reduce la disparidad de la presión de estancamiento en diferentes ubicaciones radiales a lo largo del flujo de aire primario 45 y reduce la distorsión radial general del flujo de aire primario 45 antes de que alcance la cara 48 del motor 32. Así, como resultado de la agitación del flujo de aire primario 45 por la pluralidad de generadores de torbellinos 62, la presión de estancamiento de la parte del flujo de aire primario 45 que entra en el núcleo del motor 34 será mayor de lo que hubiera sido si no hubiera estado presente la pluralidad de generadores de torbellinos 62.

15 La figura 9 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 9-9 de la figura 8. La pluralidad de generadores de torbellinos 62 está dispuesta circunferencialmente en pares alrededor de una superficie interna 66 del divisor 30. Con referencia continua a las figuras 1-8, cada par de generadores de torbellinos está orientado en un ángulo de ataque α predeterminado con respecto al flujo de aire primario 45. En algunas realizaciones, cada par de generadores de torbellinos puede situarse y alinearse sustancialmente en la misma ubicación axial a lo largo de la superficie interna 66. En otras realizaciones, la posición axial de cada par de generadores de torbellinos puede variar. En la realización ilustrada, cada generador de torbellinos 62 de cada par de generadores de torbellinos tiene una configuración rectangular. Debe entenderse que esto es meramente de naturaleza ejemplar, en otras realizaciones, la pluralidad de generadores de torbellinos 62 puede tener cualquier forma, contorno, relación de aspecto o configuración adecuada sin apartarse de las enseñanzas de la presente divulgación.

20 La figura 10 es una vista esquemática en sección transversal de un sistema de propulsión 70 fabricado de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación. Con referencia continua a las figuras 1-9, el sistema de propulsión 70 es sustancialmente idéntico al sistema de propulsión 20 de la técnica anterior, con la excepción principal de que el sistema de propulsión 70 incluye una pluralidad de generadores de torbellinos 52 dispuestos circunferencialmente alrededor del cuerpo central 22 y otra pluralidad de generadores de torbellinos 62 dispuestos circunferencialmente alrededor de una superficie interna del divisor 30. Debe entenderse que la figura 10 presenta una representación esquemática y, por consiguiente, la representación de cada generador de torbellinos se ha simplificado para facilitar la ilustración. Al situar la pluralidad de generadores de torbellinos 52 circunferencialmente alrededor del cuerpo central 22 y también situar la pluralidad de generadores de torbellinos 62 circunferencialmente en la superficie interna del divisor 30, los dos conjuntos de generadores de torbellinos pueden cooperar para crear un flujo que sea más fuerte, que tiene deflexión ascendente y descendente que se refuerzan mutuamente, y eso conduce a gradientes radiales más fuertes y una redistribución y mezcla de flujo más completa (tanto radial como circunferencial) de lo que sería posible usando solo un conjunto único de generadores de torbellinos en solo una de las dos ubicaciones. Este flujo mejorado causa de manera más eficaz la mezcla y la combinación de las partes de movimiento rápido y las partes de movimiento lento del flujo de aire primario 45 y, por lo tanto, produce un flujo que es aún más homogéneo cuando alcanza la cara 48 del motor 32 que el que produciría cualquiera de los conjuntos de generadores de torbellinos actuando solos.

25 Cada generador de torbellinos de la pluralidad de generadores de torbellinos 52 se encontrará con el aire de alta velocidad del flujo de aire primario 45 y generará una pluralidad de torbellinos 54 que se propagarán aguas abajo a través de la región 46 del difusor. Cada generador de torbellinos de la pluralidad de generadores de torbellinos 62 también se encontrará con el aire de alta velocidad del flujo de aire primario 45 y generará una pluralidad de torbellinos 64 que se propagarán aguas abajo a través de la región 46 del difusor. A medida que se propagan la pluralidad de torbellinos 54 y 64, generarán una deflexión ascendente 56 y una deflexión descendente 58 que moverán el aire de alta velocidad del flujo de aire primario 45 radialmente hacia el cuerpo central 22 y también moverá el aire de baja velocidad del flujo de aire primario 45 (es decir, el aire en la capa límite 38) alejándolo radialmente del cuerpo central 22. Este movimiento del aire de alta y baja velocidad del flujo de aire primario 45 hará que el aire de alta y baja velocidad se mezcle y se combine. Esto, a su vez, reduce la disparidad de la presión de estancamiento en diferentes ubicaciones radiales a lo largo del flujo de aire primario 45 y reduce la distorsión radial general del flujo de aire primario 45 antes de que alcance la cara 48 del motor 32. Así, como resultado de la agitación del flujo de aire primario 45 por la pluralidad de generadores de torbellinos 62, la presión de estancamiento de la parte del flujo de aire primario 45 que entra en el núcleo del motor 34 será mayor de lo que hubiera sido sin la pluralidad de generadores de torbellinos 62.

La figura 11 es una vista en perspectiva que ilustra una realización no limitativa de un avión supersónico 80. El avión supersónico 80 incluye un sistema de propulsión 82. El sistema de propulsión 82 incluye un motor, un cuerpo central dispuesto aguas arriba del motor, un recubrimiento que rodea parcialmente el motor y el cuerpo central, el recubrimiento configurado para dirigir un flujo de aire que pasa sobre el cuerpo central hacia el motor y una pluralidad de generadores de torbellinos colocados aguas arriba del motor. La pluralidad de generadores de torbellinos tienen, cada uno, una altura tal que, cuando el avión supersónico 80 vuela a una velocidad predeterminada, la pluralidad de generadores de torbellinos crea una pluralidad de torbellinos que se propagan al menos parcialmente fuera de una capa límite que se forma cerca del cuerpo central. La pluralidad de torbellinos hace que una parte de alta velocidad del flujo de aire se mueva radialmente hacia el cuerpo central y una parte de baja velocidad del flujo de aire se aleje radialmente del cuerpo central antes de que el flujo de aire alcance el AIP.

Con referencia continua a las figuras 1-10, en algunas realizaciones no limitantes, el sistema de propulsión 82 puede ser sustancialmente idéntico al sistema de propulsión 50. En otras realizaciones no limitantes, el sistema de propulsión 82 puede ser sustancialmente idéntico al sistema de propulsión 60. En todavía otras realizaciones no limitantes, el sistema de propulsión 82 puede ser sustancialmente idéntico al sistema de propulsión 70. Aunque el avión supersónico 80 se describe como un avión de ala fija, debe entenderse que los aviones que tienen cualquier configuración adecuada también pueden emplearse sin apartarse de las enseñanzas de la presente divulgación. De manera similar, aunque el avión supersónico 80 se ha ilustrado con dos barquillas 82 unidas a un estabilizador vertical, debe entenderse que puede emplearse cualquier número adecuado de barquillas 80 y, además, que pueden alojarse en cualquier ubicación adecuada en el avión.

Aunque al menos una realización ejemplar se ha presentado en la descripción detallada anterior de la divulgación, debe apreciarse que existe un gran número de variaciones. También debe apreciarse que la realización ejemplar o las realizaciones ejemplares son solo ejemplos, y no pretenden limitar el alcance, la aplicabilidad o la configuración de la invención de ninguna manera. Más bien, la descripción detallada anterior proporcionará a los expertos en la materia una hoja de ruta conveniente para implementar una realización ejemplar de la invención. Debe entenderse que pueden realizarse diversos cambios en la función y la disposición de los elementos descritos en una realización ejemplar sin apartarse del alcance de la divulgación como se expone en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de propulsión (50) para un avión supersónico, comprendiendo el sistema de propulsión:
un motor (32);
5 una superficie de compresión dispuesta aguas arriba del motor;
un recubrimiento que rodea parcialmente el motor y está configurado para dirigir un flujo de aire que pasa sobre la superficie de compresión hacia el motor; y
una pluralidad de generadores de torbellinos (52) situados aguas arriba del motor, teniendo la pluralidad de generadores de torbellinos una altura tal que cuando el avión supersónico vuela a una velocidad predeterminada,
10 la pluralidad de generadores de torbellinos crea una pluralidad de torbellinos que se propagan al menos parcialmente fuera de una capa límite (38) formada cerca de una superficie de una entrada supersónica (28), haciendo la pluralidad de torbellinos que una parte de alta velocidad del flujo de aire se mueva hacia una parte (34) del motor que tiene una mayor sensibilidad a los cambios en la presión de estancamiento y en una porción de baja velocidad del flujo de aire para alejarse de la parte (36) del motor que tiene la mayor sensibilidad a los cambios en la presión de estancamiento antes de que el flujo de aire alcance una cara del motor, y teniendo cada generador de torbellinos de la pluralidad de generadores de torbellinos una altura mayor que un grosor de la capa límite en una ubicación de cada generador de torbellinos de la pluralidad de generadores de torbellinos, de modo que la altura de la pluralidad de generadores de torbellinos hace que la pluralidad de generadores de torbellinos se acople con la parte de alta velocidad del flujo de aire cuando el avión supersónico vuela a la
20 velocidad predeterminada.
2. El sistema de propulsión de la reivindicación 1, en el que la altura de la pluralidad de generadores de torbellinos es de hasta el ciento veinticinco por ciento del grosor de la capa límite formada cerca de la superficie de la entrada supersónica.
25
3. El sistema de propulsión de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de generadores de torbellinos están dispuestos circunferencialmente alrededor de la superficie de la entrada supersónica.
4. El sistema de propulsión de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de generadores de torbellinos incluye generadores de torbellinos adicionales que están:
30 - dispuestos circunferencialmente alrededor de una superficie interna del recubrimiento; o
- dispuestos circunferencialmente alrededor de la superficie de la entrada supersónica y una superficie interna del recubrimiento; o
- dispuestos detrás de un borde de ataque del recubrimiento; o
35 - dispuestos detrás de un choque terminal formado cuando el avión supersónico vuela a la velocidad predeterminada.
5. El sistema de propulsión de la reivindicación 1, en el que el motor incluye un núcleo del motor y una derivación del motor, y en el que el núcleo del motor tiene una sensibilidad más alta que la derivación del motor a un cambio en una presión de estancamiento del flujo de aire.
40
6. El sistema de propulsión de la reivindicación 1, en el que el recubrimiento comprende un divisor configurado para dividir el aire que ingresa a una entrada del sistema de propulsión en el flujo de aire y un flujo de aire secundario, siendo el flujo de aire secundario dirigido por el divisor alrededor del motor.
45
7. El sistema de propulsión de la reivindicación 1, en el que cada generador de torbellinos de la pluralidad de generadores de torbellinos tiene una configuración rectangular.

8. El sistema de propulsión de la reivindicación 7, en el que cada generador de torbellinos tiene una relación de aspecto de dos.
- 5 9. El sistema de propulsión de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de generadores de torbellinos están dispuestos en pares de generadores de torbellinos.
10. El sistema de propulsión de la reivindicación 9, en el que cada generador de torbellinos de cada par de generadores de torbellinos está orientado con respecto al flujo de aire para tener un ángulo de ataque; y
- 10 en el que, preferentemente, el ángulo de ataque está entre dieciséis grados y veinticuatro grados; o
- en el que, preferentemente, cada generador de torbellinos de cada par de generadores de torbellinos está orientado en ángulos de ataque opuestos.
- 15 11. El sistema de propulsión de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de generadores de torbellinos están dispuestos de modo que los torbellinos generan tanto una flexión ascendente como una deflexión descendente.
12. Un avión supersónico que comprende:
- un fuselaje; y
 - un sistema de propulsión de la reivindicación 1 para propulsar el fuselaje a velocidades supersónicas.

20

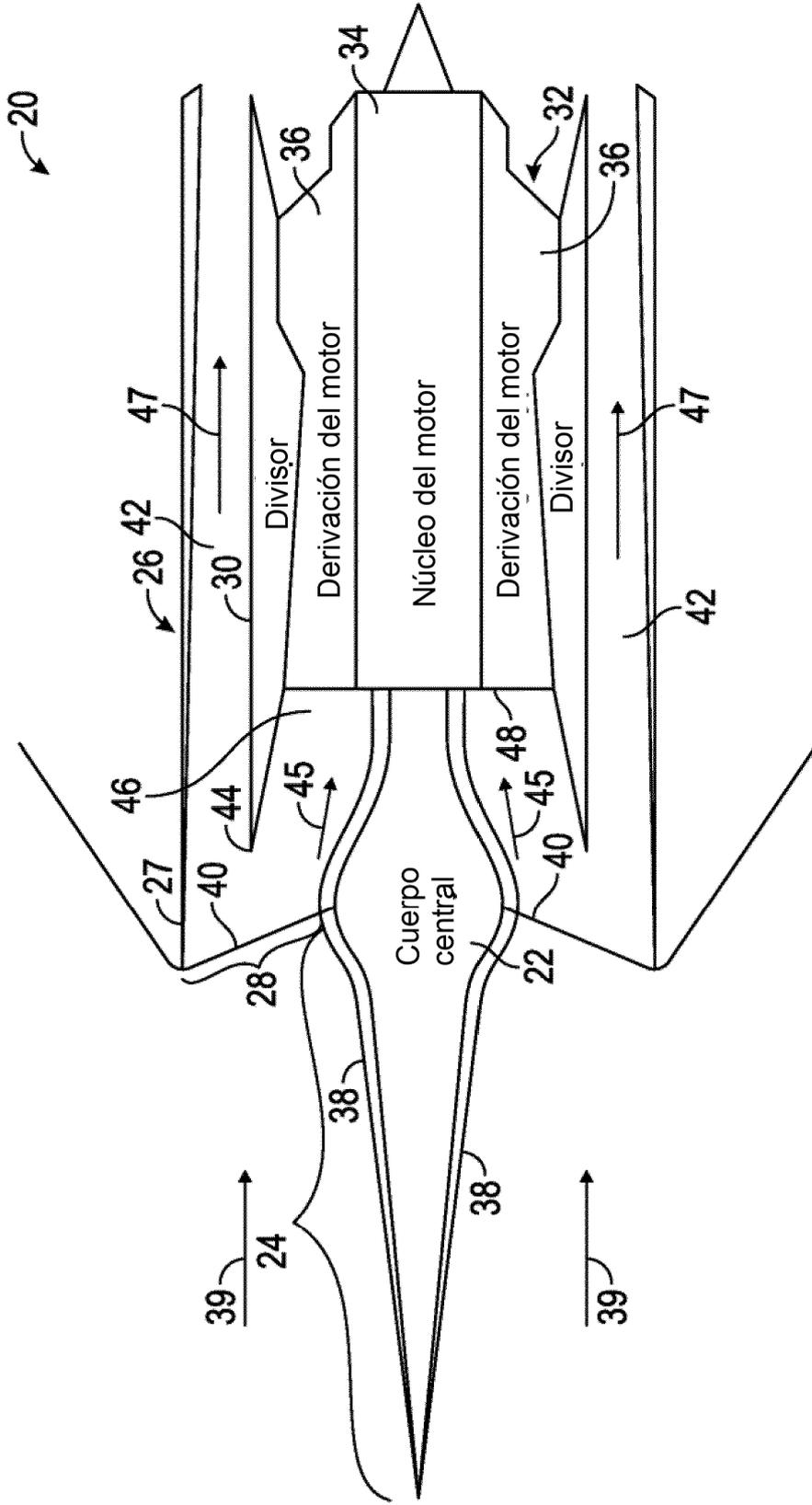


FIG. 1
(Técnica anterior)

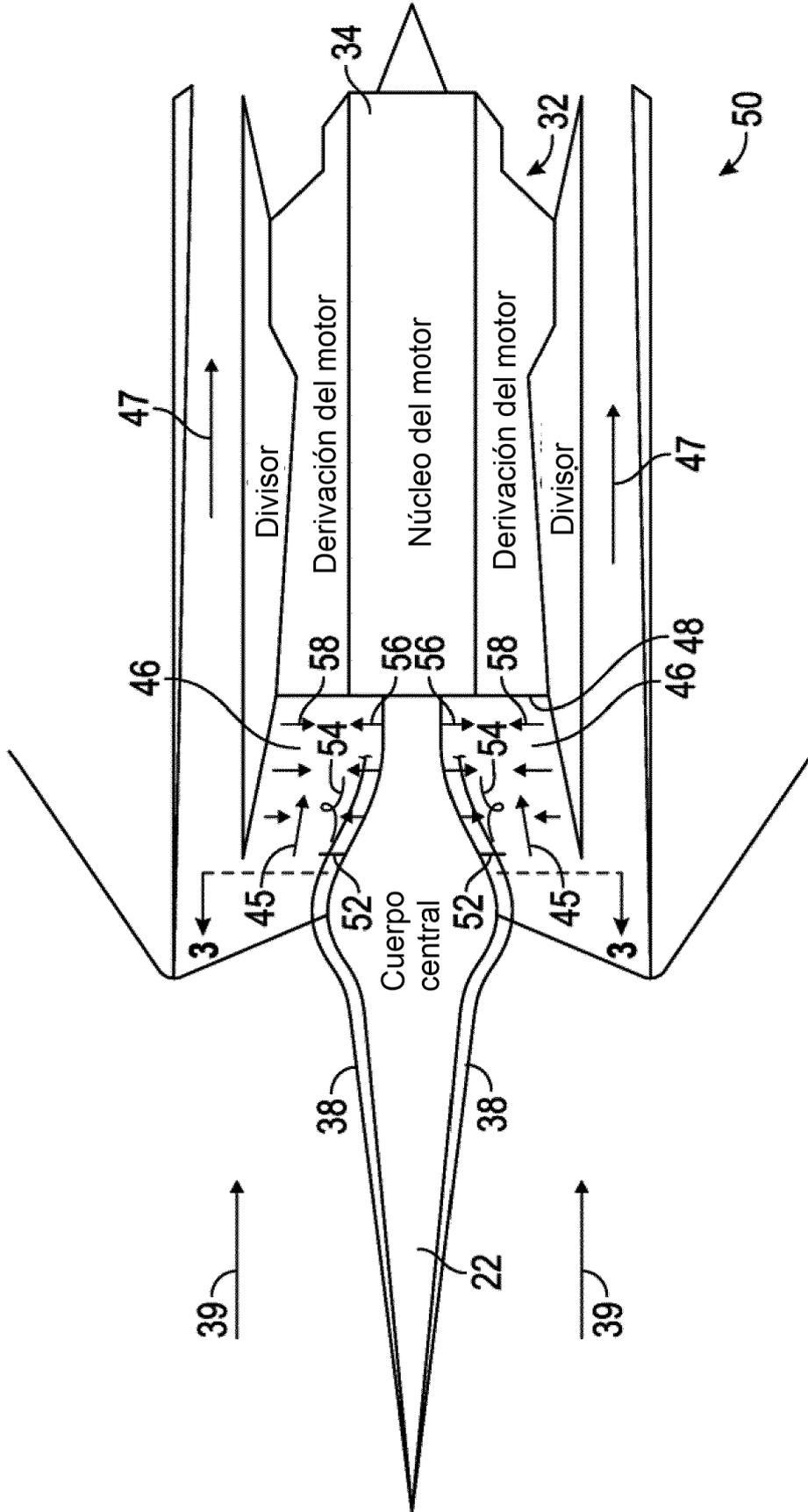


FIG. 2

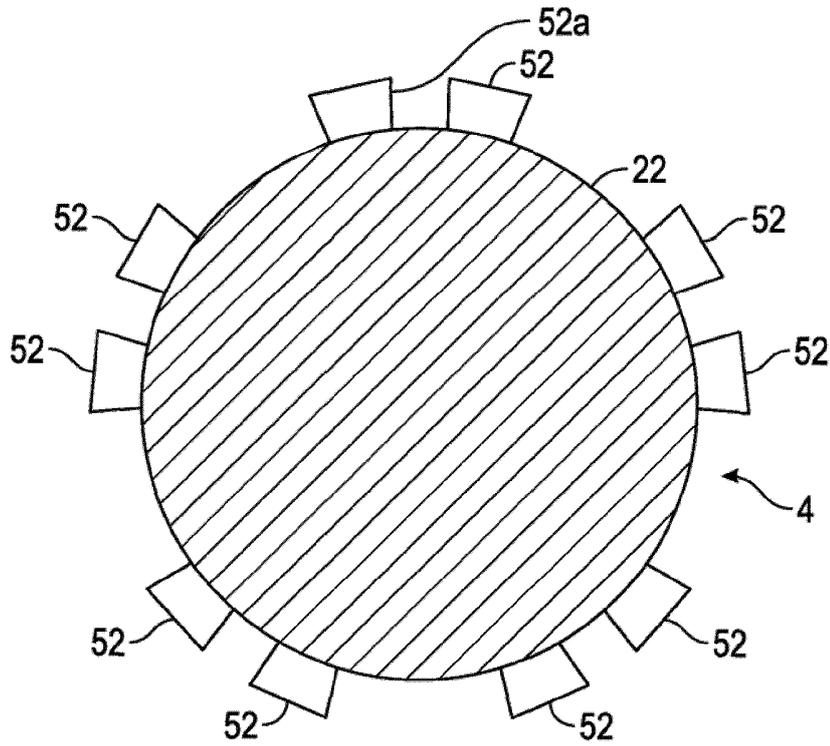


FIG. 3

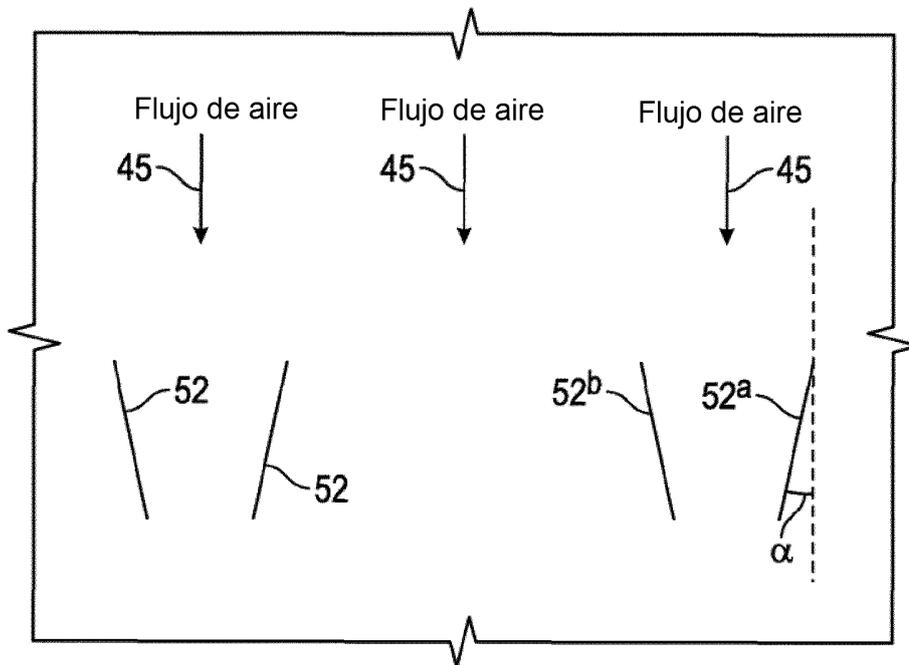


FIG. 4

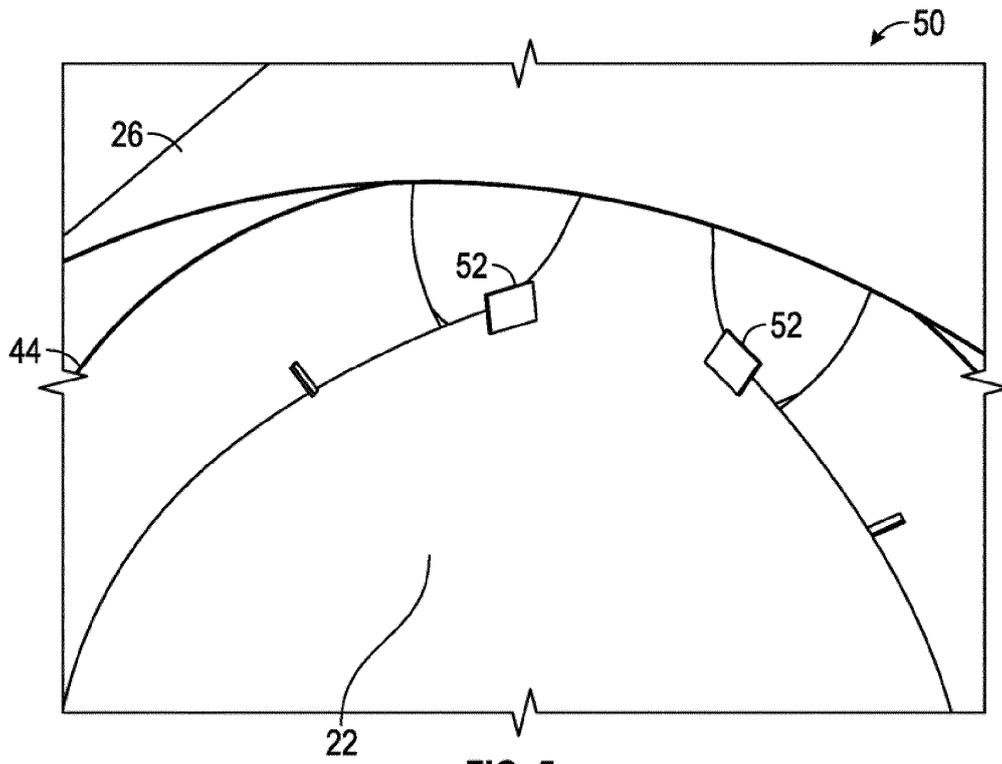


FIG. 5

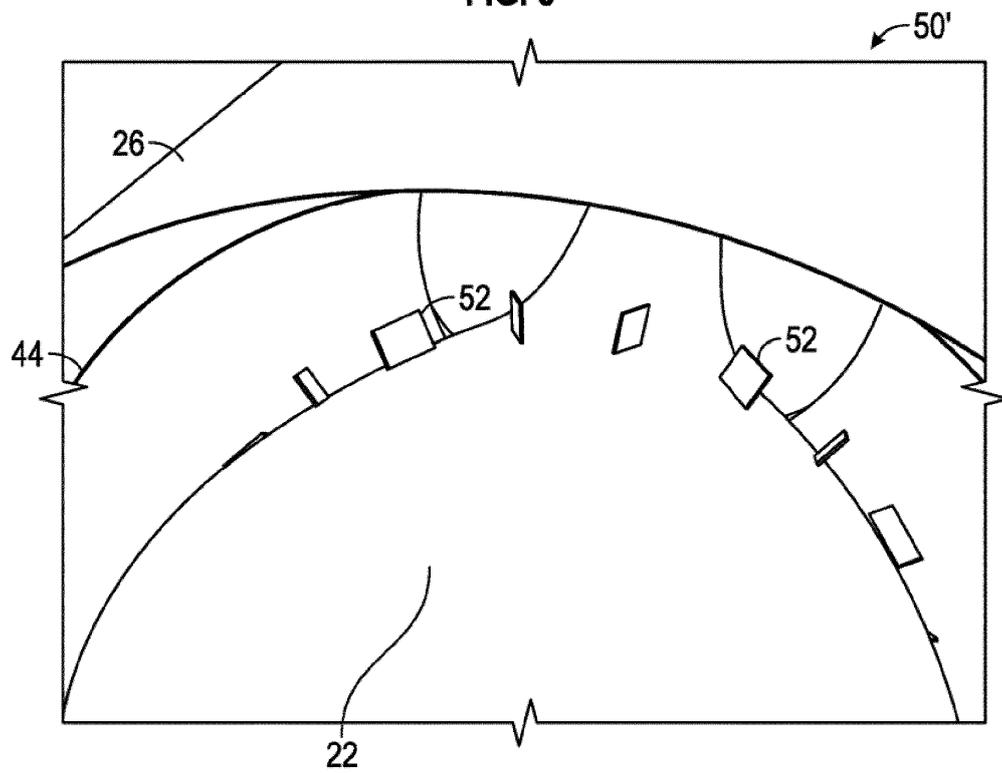


FIG. 6

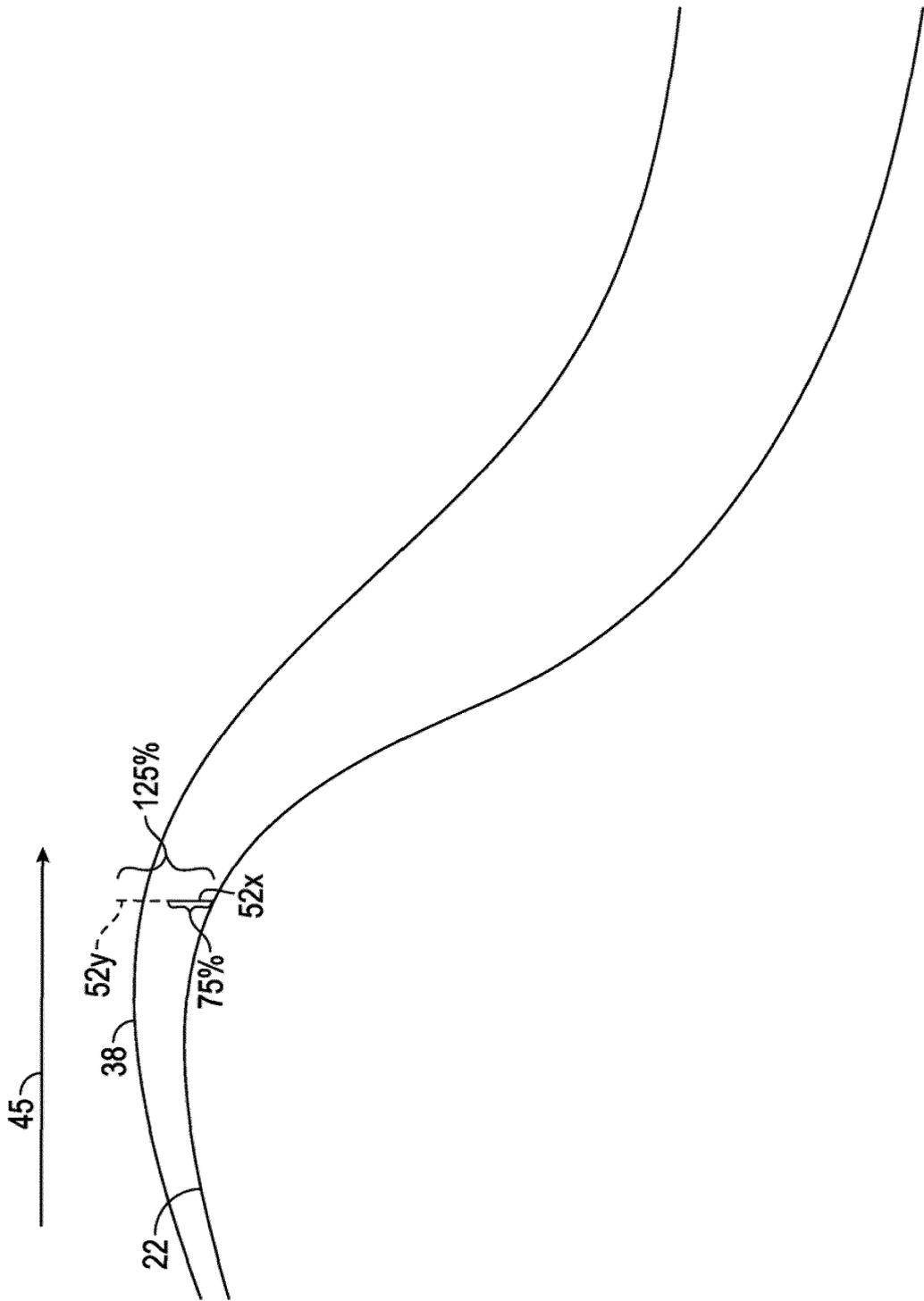


FIG. 7

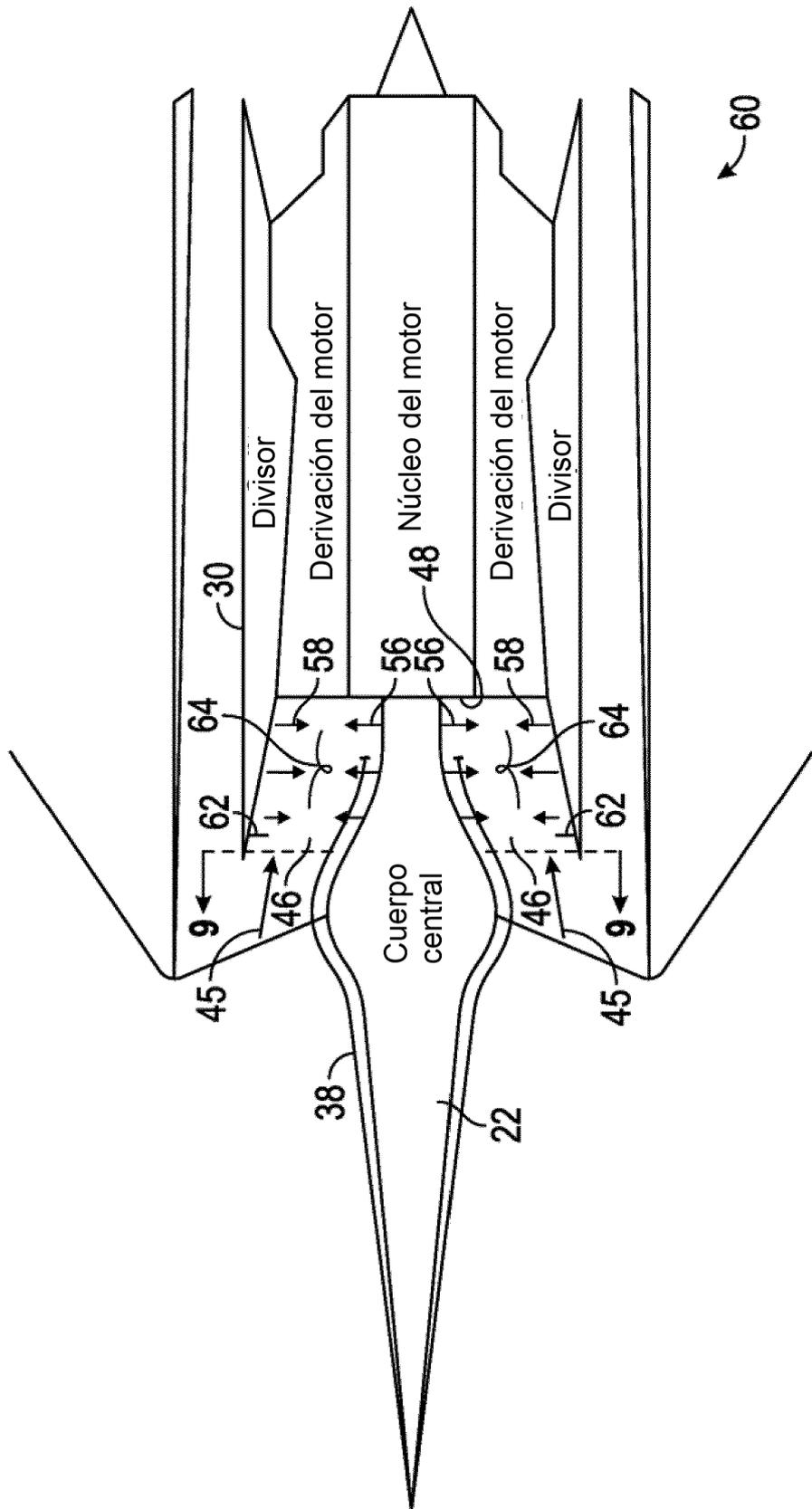


FIG. 8

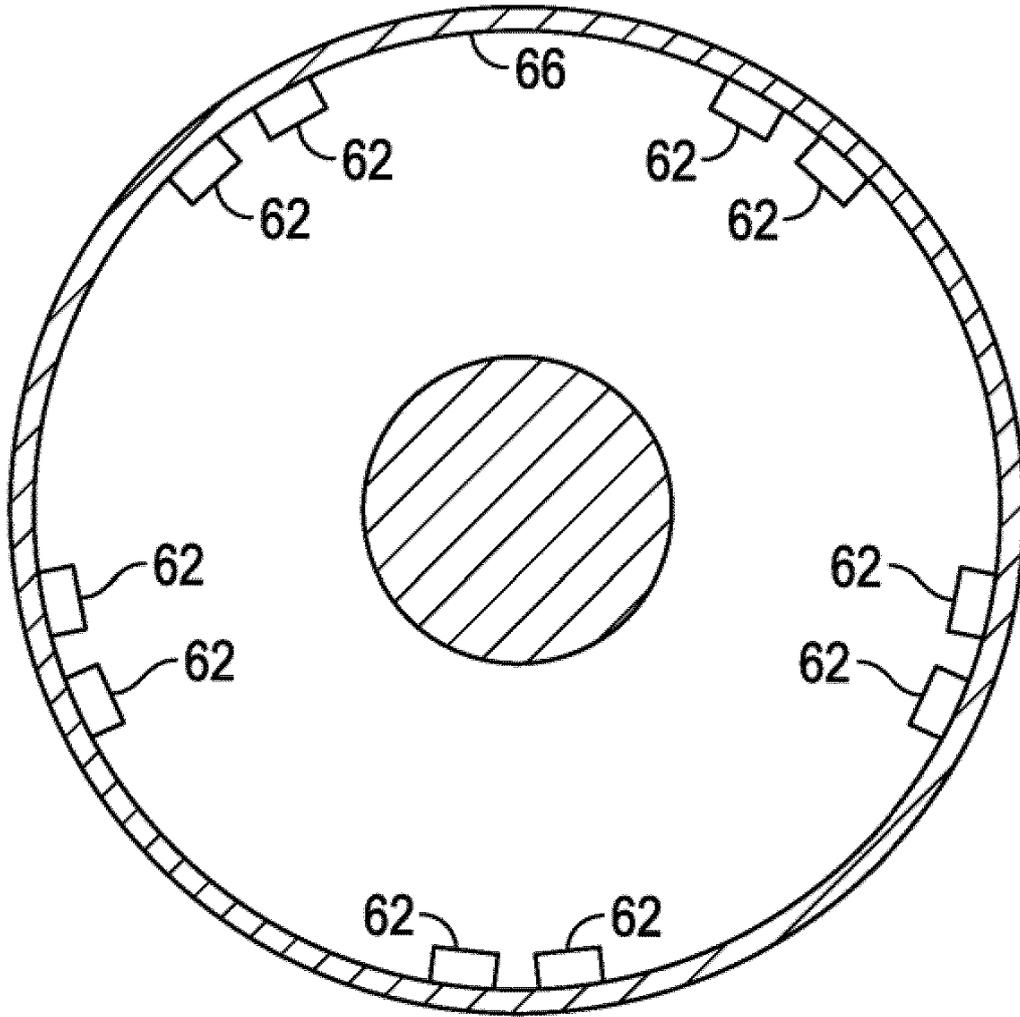


FIG. 9

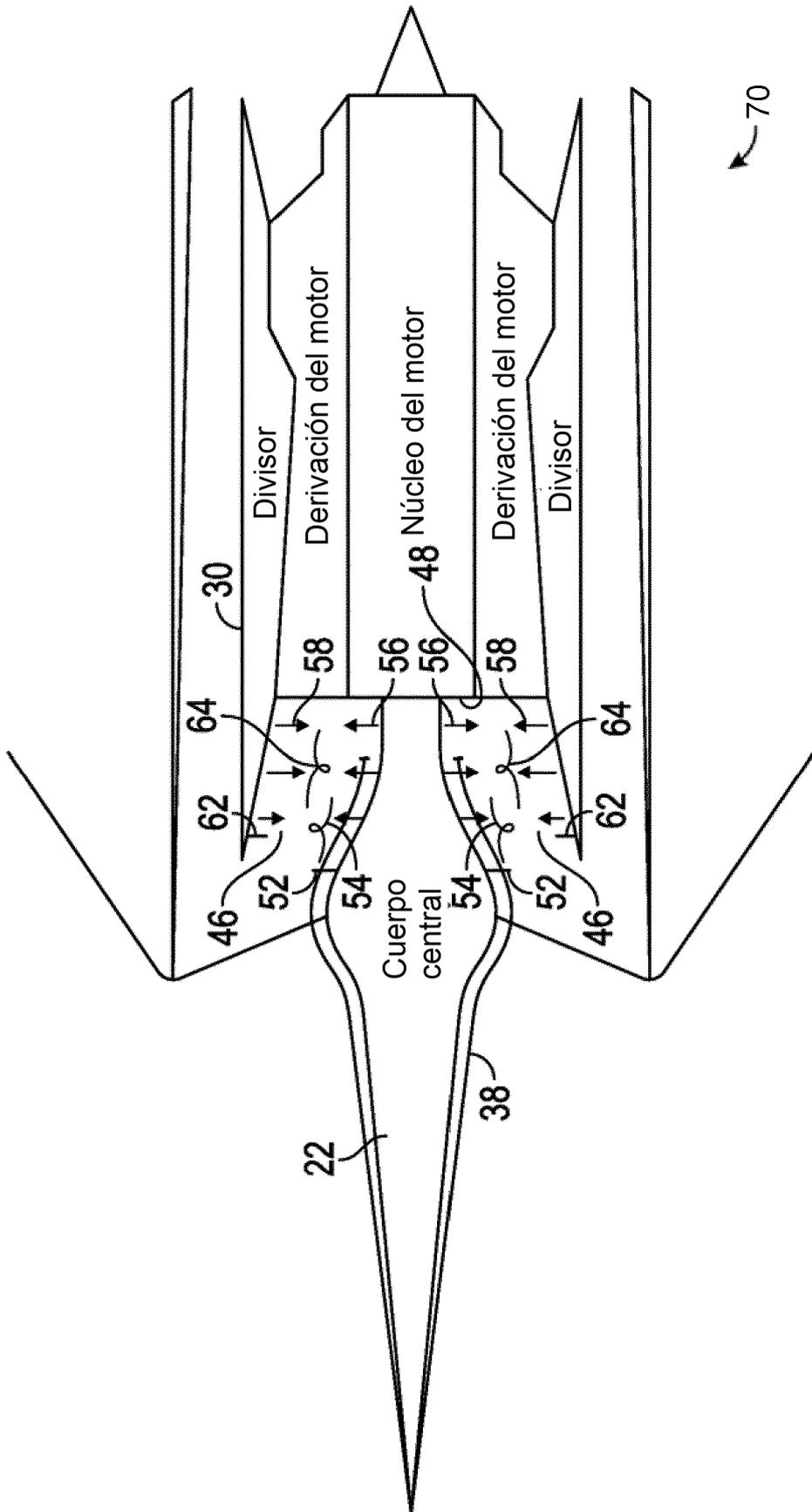


FIG. 10

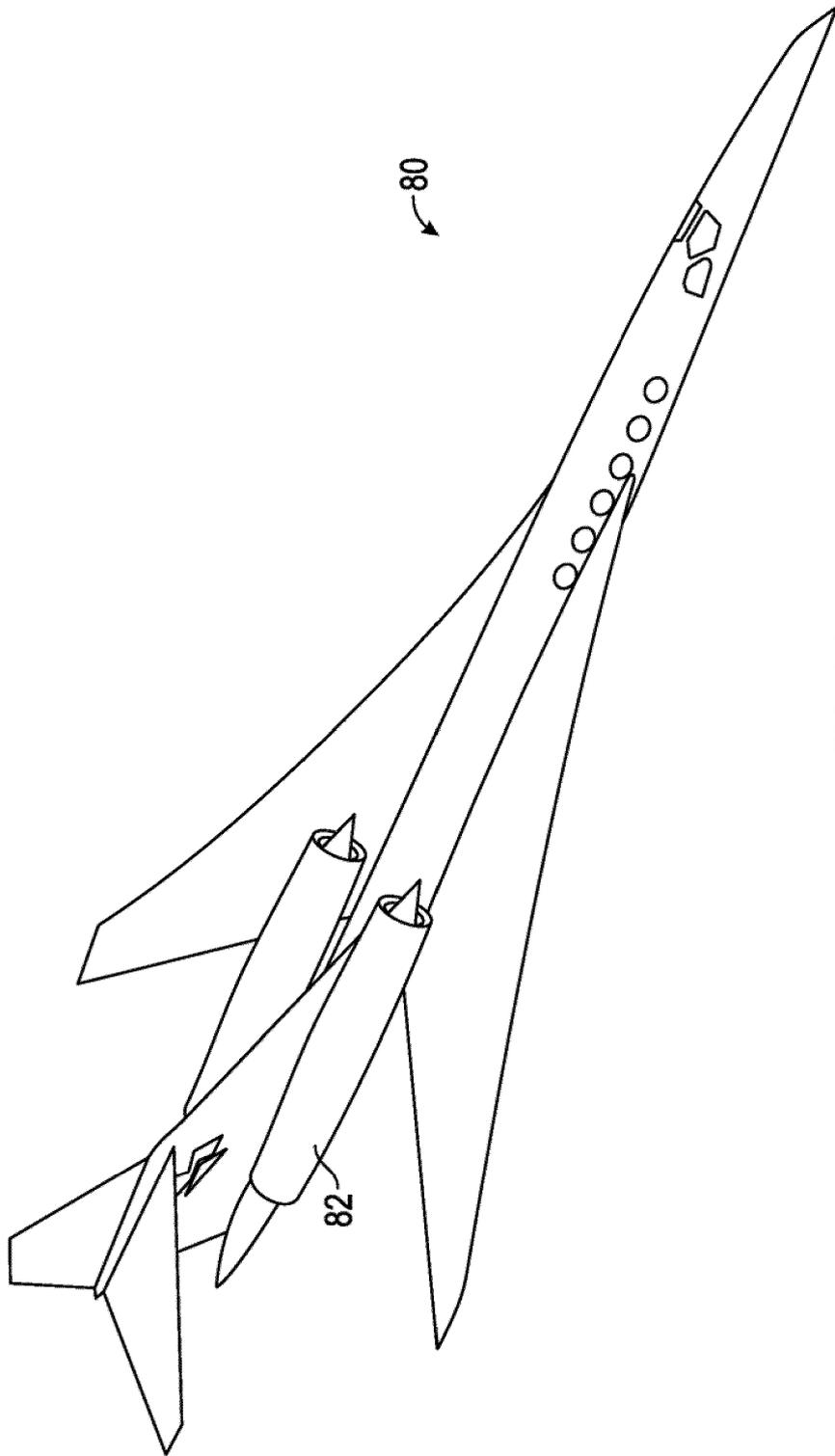


FIG. 11