

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 636 662**

51 Int. Cl.:

F04D 21/00 (2006.01)

F04D 29/62 (2006.01)

F04D 29/64 (2006.01)

F04D 29/28 (2006.01)

F04D 29/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2011 E 11192277 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2017 EP 2466146**

54 Título: **Compresor supersónico y procedimiento de ensamblaje del mismo**

30 Prioridad:

17.12.2010 US 971521

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

06.10.2017

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**DEVI, RAVINDRA GOPALDAS;
HOFER, DOUGLAS CARL;
NAGEL, ZACHARY WILLIAM y
HOLMES, DAVID GRAHAM**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 636 662 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

Compresor supersónico y procedimiento de ensamblaje del mismo

Antecedentes

El asunto descrito en el presente documento se refiere generalmente a los sistemas de compresor supersónico y, más concretamente, a un rotor de compresor supersónico para su uso con un sistema de compresor supersónico. El documento US 2009/0196731 A1 desvela un compresor supersónico de gas que incluye conductos aerodinámicos situados sobre un rotor articulado en una caja.

Al menos algunos sistemas de compresor supersónico conocidos incluyen un conjunto impulsor, un eje impulsor y por lo menos un rotor de compresor supersónico para la compresión de un fluido. El conjunto impulsor está acoplado al rotor de compresor supersónico con el eje impulsor para girar el eje impulsor y el rotor de compresor supersónico.

Los rotores de compresor supersónico conocidos incluyen una pluralidad de álabes acoplados a un disco de rotor. Cada álabe está orientado de manera circunferencial alrededor del disco de rotor y define un canal de flujo entre los álabes adyacentes. Al menos algunos rotores de compresor supersónico conocidos incluyen una rampa supersónica de compresión que está acoplada al disco de rotor. Las rampas supersónicas de compresión conocidas están colocadas dentro de la trayectoria de flujo para formar una región de garganta y están configuradas para formar una onda de compresión dentro de la trayectoria de flujo. Durante el funcionamiento de los sistemas de compresor supersónico conocidos, el conjunto impulsor gira el rotor de compresor supersónico a una velocidad inicial baja y acelera el rotor a una velocidad de giro alta. Un fluido se canaliza hacia el rotor de compresor supersónico de manera que el fluido se caracteriza por una velocidad que inicialmente es subsónica con respecto al rotor de compresor supersónico en la entrada del canal de flujo y después, a medida que el rotor acelera, el fluido se caracteriza por una velocidad que es supersónica con respecto al rotor de compresor supersónico en la entrada del canal de flujo. En los rotores de compresor supersónico conocidos, a medida que el fluido se canaliza a través del canal de flujo, la rampa supersónica de compresión provoca la formación de un sistema de ondas de choque oblicuas dentro de una sección convergente del canal de flujo y una onda de choque normal en una sección divergente del canal de flujo. Una región de garganta se define en la sección más estrecha del canal de flujo, entre las secciones convergente y divergente. Además, durante el funcionamiento de los sistemas de compresor supersónico conocidos, el derrame de fluido a través de las secciones radialmente más externas de los álabes es una de las principales fuentes de pérdida de eficiencia para los compresores supersónicos, debido especialmente a los grandes gradientes de presión que atraviesan los álabes. Al menos algunos compresores supersónicos conocidos ocupan grandes espacios físicos para una capacidad de flujo y una relación de presurización dados. Los sistemas de compresor supersónicos conocidos están descritos, por ejemplo, en las Patentes de Estados Unidos con números de serie 7.334.990 y 7.293.955, presentadas el 28 de marzo de 2005 y el 23 de marzo de 2005 respectivamente, y en la Solicitud de Patente de Estados Unidos 2009/0196731, presentada el 6 de enero de 2009.

Breve descripción de la invención

La presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

En un aspecto, se proporciona un compresor supersónico. El compresor supersónico incluye una entrada de fluido y una salida de fluido. El compresor supersónico también incluye un conducto de fluido que se extiende entre la entrada de fluido y la salida de fluido. El compresor supersónico además incluye por lo menos un rotor de compresor supersónico dispuesto dentro del conducto de fluido del compresor supersónico. El rotor de compresor supersónico incluye por lo menos un disco de rotor. El disco de rotor tiene un cuerpo esencialmente cilíndrico que se extiende entre una superficie radialmente interna y una superficie radialmente externa. El disco de rotor también incluye una pluralidad de álabes acoplados al cuerpo. Los álabes se extienden radialmente hacia el exterior del al menos un disco de rotor y los álabes adyacentes forman un par de álabes. El disco de rotor además incluye una cubierta que se extiende alrededor de al menos una sección del al menos un disco de rotor. La cubierta está acoplada a al menos una sección de cada una de la pluralidad de álabes. La superficie radialmente externa, el par de álabes adyacentes, y la cubierta están orientados de manera que un canal de flujo de fluido se define entre ellos. El canal de flujo de fluido incluye una abertura de entrada de fluido y una abertura de salida de fluido. El disco de rotor también incluye una pluralidad de rampas supersónicas de compresión adyacentes colocadas dentro del canal de flujo de fluido. Cada una de la pluralidad de rampas supersónicas de compresión adyacentes está configurada para condicionar un fluido que está canalizado a través del canal de flujo de fluido de manera que el fluido se caracteriza por una primera velocidad en la abertura de entrada y una segunda velocidad en la abertura de salida. La primera velocidad es supersónica con respecto a las superficies del disco de rotor. El disco de rotor además incluye una caja que se extiende alrededor de al menos una sección de la cubierta.

En otro aspecto, se proporciona un rotor de compresor supersónico. El rotor de compresor supersónico incluye por lo menos un disco de rotor que comprende un cuerpo esencialmente cilíndrico que se extiende entre una superficie radialmente interna y una superficie radialmente externa. El rotor de compresor supersónico también incluye una pluralidad de álabes acoplados al cuerpo. Los álabes se extienden radialmente hacia el exterior del al menos un disco de rotor y los álabes adyacentes forman un par de álabes. El rotor de compresor supersónico además incluye

una cubierta que se extiende alrededor de al menos una sección del al menos un disco de rotor. La cubierta está acoplada a al menos una porción de cada una de la pluralidad de álabes. La superficie radialmente externa, el par de álabes adyacente y la cubierta están orientados de manera que un canal de flujo de fluido se define entre ellos. El canal de flujo de fluido incluye una abertura de entrada de fluido y una abertura de salida de fluido. El rotor de compresor supersónico también incluye una pluralidad de rampas supersónicas de compresión adyacentes colocada dentro del canal de flujo de fluido. Cada una de la pluralidad de rampas supersónicas de compresión adyacentes está configurada para condicionar un fluido que está canalizado a través del canal de flujo de fluido de manera que el fluido se caracteriza por una primera velocidad en la abertura de entrada y una segunda velocidad en la abertura de salida. La primera velocidad es supersónica con respecto a las superficies del disco de rotor.

En otro aspecto más, se proporciona un procedimiento para el ensamblaje de un compresor supersónico. El procedimiento incluye la provisión de una caja que define una entrada de fluido, una salida de fluido y un conducto de fluido que se extiende entre las mismas. El procedimiento también incluye la disposición de al menos un rotor de compresor supersónico dentro del conducto de fluido del compresor supersónico. El procedimiento además incluye la provisión de al menos un disco de rotor que incluye un cuerpo esencialmente cilíndrico que se extiende entre una superficie radialmente interna y una superficie radialmente externa. El procedimiento también incluye el acoplamiento de una pluralidad de álabes al cuerpo. Los álabes se extienden radialmente hacia el exterior del al menos un disco de rotor y dichos álabes adyacentes forman un par de álabes. El procedimiento además incluye el acoplamiento de una cubierta a al menos una sección de cada una de la pluralidad de álabes y extender la cubierta alrededor de al menos una sección del al menos un disco de rotor. La caja se extiende alrededor de al menos una sección de la cubierta. El procedimiento también incluye la orientación de la superficie radialmente externa, del par de álabes adyacentes y de la cubierta, de manera que un canal de flujo de fluido se define entre los mismos. El canal de flujo de fluido incluye una abertura de entrada de fluido y una abertura de salida de fluido. El procedimiento además incluye la colocación de una pluralidad de rampas supersónicas de compresión adyacentes dentro del canal de flujo de fluido. Cada una de la pluralidad de rampas supersónicas de compresión adyacentes está configurada para condicionar un fluido que está canalizado a través del canal de flujo de fluido de manera que el fluido se caracteriza por una primera velocidad en la abertura de entrada y una segunda velocidad en la abertura de salida. La primera velocidad es supersónica con respecto a las superficies del disco de rotor.

Breve descripción de los dibujos

Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención serán entendidos mejor cuando se haya leído la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos en los que caracteres similares representan partes similares en todos los dibujos, en los que:

la Figura 1 es una vista esquemática de un sistema de compresor supersónico ilustrativo;

la Figura 2 es una vista en perspectiva de un rotor de compresor supersónico ilustrativo que puede usarse con el compresor supersónico que se muestra en la Fig.1;

la Figura 3 es una vista superior ampliada, que no es parte de la invención, de una sección del rotor de compresor supersónico que se muestra en la Fig.2 y tomada a lo largo de la línea 3-3;

la Figura 4 es una vista esquemática, que no es parte de la invención, de una sección de un canal de flujo de fluido que puede usarse con el rotor de compresor supersónico que se muestra en las Figs. 2 y 3;

la Figura 5 es una vista superior, que no es parte de la invención, de la sección del canal de flujo de fluido que se muestra en la Fig.4;

la Figura 6 es una vista en sentido del canal, que no es parte de la invención, de la sección del canal de flujo de fluido que se muestra en las Figs. 4 y 5 y tomada a lo largo de la línea 6-6;

la Figura 7 es una vista esquemática, que no es parte de la invención, de una sección de un canal de flujo de fluido que puede usarse con el rotor de compresor supersónico que se muestra en las Figs. 2 y 3;

la Figura 8 es una vista en sentido del canal, que no es parte de la invención, de la sección del canal de flujo de fluido que se muestra en la Fig.7 tomada a lo largo de la línea 8-8;

la Figura 9 es una vista esquemática de una sección de un canal de flujo de fluido que puede usarse con el rotor de compresor supersónico que se muestra en las Figs. 2 y 3;

la Figura 10 es una vista en sentido del canal de la sección del canal de flujo de fluido que se muestra en la Fig.9 tomada a lo largo de la línea 10-10;

la Figura 11 es una vista esquemática de una sección de un canal de flujo de fluido que puede usarse con el rotor de compresor supersónico que se muestra en las Figs. 2 y 3;

la Figura 12 es una vista en sentido del canal de la sección de un canal de flujo de fluido que se muestra en la Fig.11 tomada a lo largo de la línea 12-12;

5 la Figura 13 es una vista en sentido del canal de una sección de un canal de flujo de fluido que puede usarse con el rotor de compresor supersónico que se muestra en las Figs. 2 y 3;

la Figura 14 es una vista superior ampliada de una sección del rotor de compresor supersónico que se muestra en la Fig.2 y tomada a lo largo de la línea 14-14;

10 la Figura 15 es una vista esquemática de una sección del rotor de compresor supersónico que se muestra en la Fig.14;

15 la Figura 16 es una vista esquemática de la sección del rotor de compresor supersónico que se muestra en la Fig.14 tomada a lo largo de la línea 16-16;

la Figura 17 es una vista esquemática de una sección de un sistema alternativo de compresor supersónico; y

20 la Figura 18 es una vista esquemática de la sección del sistema de compresor supersónico que se muestra en la Fig.17 tomada a lo largo de la línea 18-18.

25 A menos que se indique lo contrario, los dibujos proporcionados en el presente documento sirven para ilustrar las principales características inventivas de la invención. Estas principales características inventivas se cree que son aplicables en una amplia variedad de sistemas que comprenden una o más realizaciones de la invención. Como tales, los dibujos no tienen por objeto incluir todas las características convencionales que aquellos expertos habituales en la materia saben que se requieren para la realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

En la siguiente memoria descriptiva y en las reivindicaciones que siguen, se hará referencia a un número de términos que se definirán para que tengan los siguientes significados.

30 Los términos en singular “un”, “una”, “el” y “la” incluyen las referencias en plural, a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

“Opcional” u “opcionalmente” significan que el evento o acontecimiento descrito posteriormente puede o no producirse, y que la descripción incluye situaciones en donde el evento se produce y situaciones en donde no.

35 El lenguaje aproximado, como el que se usa en el presente documento a lo largo de la memoria descriptiva y de las reivindicaciones, puede aplicarse para modificar cualquier representación cuantitativa que pudiese variar de forma admisible sin derivar en un cambio en la función básica con la cual se relaciona. En consecuencia, un valor modificado por un término o términos, tales como “alrededor” y “esencialmente”, no ha de limitarse al valor preciso especificado. En al menos algunas situaciones, el lenguaje aproximado puede corresponder a la precisión de un instrumento para medir el valor. Aquí y a lo largo de la memoria descriptiva y de las reivindicaciones, las limitaciones de intervalo pueden combinarse y/o intercambiarse, tales intervalos están identificados e incluyen todos los subintervalos contenidos en los mismos a menos que el contexto o el lenguaje indique lo contrario.

40 Como se usa en el presente documento, la expresión “rotor de compresor supersónico” se refiere a un rotor de compresor que comprende una rampa supersónica de compresión colocada dentro de un canal de flujo de fluido del rotor de compresor supersónico. Además, los rotores de compresor supersónico son “supersónicos” porque están diseñados para girar alrededor de un eje de rotación a altas velocidades de manera que un fluido en movimiento, por ejemplo un gas en movimiento, al encontrarse con el rotor de compresor supersónico girando en una rampa supersónica de compresión colocada dentro de un canal de flujo del rotor, se dice que tiene una velocidad relativa de fluido que es supersónica. La velocidad relativa del fluido puede definirse en términos de la suma vectorial de la velocidad del rotor en la rampa supersónica de compresión y la velocidad del fluido justo antes de encontrarse con la rampa supersónica de compresión. Esta velocidad relativa del fluido a veces se menciona como la “velocidad local supersónica de entrada”, que en determinadas realizaciones es una combinación de la velocidad de entrada de gas y la velocidad tangencial de una rampa supersónica de compresión colocada dentro de un canal de flujo del rotor de compresor supersónico. Los rotores de compresor supersónico están diseñados para dar servicio a velocidades tangenciales altas, por ejemplo velocidades tangenciales en un intervalo de 300 metros/segundo a 800 metros/segundo.

55 Los sistemas y procedimientos ilustrativos descritos en el presente documento superan las desventajas de los compresores supersónicos conocidos al proporcionar un rotor de compresor supersónico que aumenta la eficiencia operativa de un sistema de compresor supersónico mediante la reducción de las pérdidas de flujo de fluido a lo largo de las secciones radialmente externas de los álabes. Más concretamente, el rotor de compresor supersónico incluye una cubierta colocada sobre las partes superiores radialmente externas de los álabes, separando de ese modo la pluralidad de trayectorias de flujo de fluido definidas por los álabes adyacentes. Asimismo, los dispositivos de sellado

60

axiales y radiales reducen aún más un posible flujo de fluido fuera de los canales de flujo de fluido predeterminados.

La Fig.1 es una vista esquemática de un sistema ilustrativo 10 de compresor supersónico. En el ejemplo, el sistema 10 de compresor supersónico incluye una sección 12 de admisión, una sección 14 de compresor acoplada corriente abajo desde la sección 12 de admisión, una sección 16 de descarga acoplada corriente abajo desde la sección 14 de compresor y un conjunto 18 impulsor. La sección 14 de compresor está acoplada al conjunto 18 impulsor por medio de un conjunto 20 de rotor que incluye un eje 22 impulsor. En el ejemplo, cada una de entre la sección 12 de admisión, la sección 14 de compresor y la sección 16 de descarga está colocada dentro de una carcasa 24 de compresor. Más concretamente, la carcasa 24 de compresor incluye un entrada 26 de fluido, una salida 28 de fluido, y una superficie interna 30 que define una cavidad 32. La cavidad 32 se extiende entre la entrada 26 de fluido y la salida 28 de fluido y está configurada para canalizar un fluido desde la entrada 26 de fluido a la salida 28 de fluido. Cada una de entre la sección 12 de admisión, la sección 14 de compresor y la sección 16 de descarga está colocada dentro de la cavidad 32. Alternativamente, la sección 12 de admisión y/o la sección 16 de descarga pueden no estar colocadas dentro de la carcasa 24 de compresor.

En el ejemplo, la entrada 26 de fluido está configurada para canalizar un flujo de fluido desde una fuente 34 de fluido a la sección 12 de admisión. El fluido puede ser cualquier fluido tal como, por ejemplo, un gas, una mezcla de gases, un gas cargado de partículas, y/o una mezcla de líquido-gas. La sección 12 de admisión está acoplada en comunicación de flujo con la sección 14 de compresor para la canalización de fluido desde la entrada 26 de fluido a la sección 14 de compresor. La sección 12 de admisión está configurada para condicionar un flujo de fluido que tenga uno o más parámetros predeterminados, tales como una velocidad, un caudal másico, una presión, una temperatura, y/o cualquier parámetro de flujo adecuado. En el ejemplo, la sección 12 de admisión incluye un conjunto 36 de álabes guía de entrada que está acoplado a la carcasa 24 de compresor entre la entrada 26 de fluido y la sección 14 de compresor para canalizar el fluido desde la entrada 26 de fluido a la sección 14 de compresor. El conjunto 36 de álabes guía de entrada incluye uno o más álabes guía 38 de entrada que están fijos con respecto a la sección 14 de compresor.

La sección 14 de compresor está acoplada entre la sección 12 de admisión y la sección 16 de descarga para la canalización de al menos una porción de fluido desde la sección 12 de admisión a la sección 16 de descarga. La sección 14 de compresor incluye al menos un rotor 40 de compresor supersónico que está acoplado de forma giratoria al eje 22 impulsor. El rotor 40 de compresor supersónico está configurado para aumentar una presión de fluido, reducir un volumen de fluido, y/o aumentar una temperatura del fluido que está canalizado hacia la sección 16 de descarga. La sección 16 de descarga incluye un conjunto 42 de álabes guía de salida que está acoplado a la carcasa 24 de compresor entre el compresor 10 supersónico y la salida 28 de fluido para la canalización de fluido desde el compresor 10 supersónico a la salida 28 de fluido. El conjunto 42 de álabes guía de salida incluye uno o más álabes guía 43 de salida que están fijos con respecto a la sección 14 de compresor. La salida 28 de fluido está configurada para canalizar el fluido desde el conjunto 42 de álabes guía de salida y/o el compresor 10 supersónico a un sistema 44 de salida tal como, por ejemplo, un sistema de motor de turbina, un sistema de tratamiento de fluidos, y/o un sistema de almacenamiento de fluidos. El conjunto 18 impulsor está configurado para girar el eje impulsor 22 para provocar un giro del rotor 40 de compresor supersónico.

Durante el funcionamiento, la sección 12 de admisión canaliza el fluido desde la fuente 34 de fluido hacia la sección 14 de compresor. La sección 14 de compresor comprime el fluido y descarga el fluido comprimido hacia la sección 16 de descarga. La sección 16 de descarga canaliza el fluido comprimido desde la sección 14 de compresor al sistema 44 de salida a través de la salida 28 de fluido.

La Fig.2 es una vista en perspectiva de un rotor 40 de compresor supersónico ilustrativo que puede usarse con el sistema 10 de compresor supersónico (se muestra en la Fig.1). La Fig.3 es una vista superior ampliada, que no es parte de la invención, de una sección del rotor 40 de compresor supersónico tomada a lo largo de la línea 3-3 (se muestra en la Fig.2). Los componentes idénticos que se muestran en la Fig.3 están etiquetados con los mismos números de referencia usados en la Fig.2. En el ejemplo, el rotor 40 de compresor supersónico incluye una pluralidad de álabes 46 que están acoplados a un disco 48 de rotor. El disco 48 de rotor incluye un cuerpo 50 anular de disco que define un eje 54 de línea central e incluye una superficie 56 radialmente interna y una superficie 58 radialmente externa. La superficie 56 radialmente interna define una cavidad 55 de rotor que tiene forma esencialmente cilíndrica y está orientada alrededor del eje 54 de línea central. El eje impulsor 22 (se muestra en la Fig.1) está acoplado de forma giratoria al disco 48 de rotor por medio de la cavidad 55 de rotor a través de la cual se inserta el eje impulsor 22.

Asimismo, en el ejemplo, el disco 48 de rotor incluye una superficie 158 de corriente arriba, una superficie 160 de corriente abajo, y se extiende entre la superficie 158 de corriente arriba y la superficie 160 de corriente abajo en dirección axial 66. Tanto la superficie 158 de corriente arriba como la superficie 160 de corriente abajo se extienden entre la superficie 56 radialmente interna y la superficie 58 radialmente externa. La superficie 58 radialmente externa se extiende circunferencialmente alrededor del disco 48 de rotor, y entre la superficie 158 de corriente arriba y la superficie 160 de corriente abajo. La superficie 58 radialmente externa tiene un ancho 162 que se define en dirección axial 66.

Además, en el ejemplo, cada álabe 46 está acoplado a la superficie 58 radialmente externa y se extiende hacia el

exterior de la misma en una dirección radial 64 que generalmente es ortogonal al eje 54 de línea central. Cada álabe 46 está acoplado a la superficie 58 radialmente externa y se extiende circunferencialmente alrededor del disco 48 de rotor en forma helicoidal. Cada álabe 46 incluye un borde 68 de entrada y un borde 70 de salida.

5 Además, en el ejemplo, el rotor 40 de compresor supersónico incluye un par 74 de álabes 46. Cada álabe 46 está orientado para definir una abertura 76 de entrada, una abertura 78 de salida y un canal 80 de flujo de fluido entre cada par 74 de álabes 46 axialmente adyacentes. El canal 80 de flujo de fluido se extiende entre la abertura 76 de entrada y la abertura 78 de salida y define una trayectoria de flujo, representada por la flecha 164, desde la abertura 76 de entrada a la abertura 78 de salida. La trayectoria 164 de flujo se orienta generalmente en paralelo al álabe 46. El canal 80 de flujo de fluido está dimensionado, conformado y orientado para canalizar el fluido a lo largo de la trayectoria 164 de flujo desde la abertura 76 de entrada a la abertura 78 de salida generalmente en una dirección axial 66. La abertura 76 de entrada se define entre los bordes 68 de entrada adyacentes de los álabes 46 adyacentes. La abertura 78 de salida se define entre los bordes 70 de salida adyacentes de los álabes 46 adyacentes. Cada par 74 de álabes 46 está orientado de manera que la abertura 76 de entrada se define en la superficie 158 de corriente arriba y la abertura 78 de salida se define en la superficie 160 de corriente abajo. El álabe 46 se extiende circunferencialmente entre el borde 68 de entrada y el borde 70 de salida a lo largo de la superficie 58 radialmente externa de manera que el álabe 46 se extiende de forma radial hacia el exterior de la superficie 58 radialmente externa en dirección radial 64.

20 En referencia a la Fig.3, en el ejemplo, al menos una rampa 98 supersónica de compresión está colocada dentro del canal 80 de flujo de fluido. La rampa 98 supersónica de compresión está colocada entre la abertura 76 de entrada y la abertura 78 de salida, y está dimensionada, conformada y orientada para permitir la formación de una o más ondas de compresión (no se muestran) dentro del canal 80 de flujo de fluido.

25 En referencia tanto a la Fig. 2 como a la Fig. 3, durante el funcionamiento del rotor 40 de compresor supersónico, la sección 12 de entrada (se muestra en la Fig.1) canaliza un fluido 102 hacia la abertura 76 de entrada del canal 80 de flujo de fluido. El fluido 102 incluye una primera velocidad, o velocidad de aproximación, justo antes de entrar en la abertura 76 de entrada. El rotor 40 de compresor supersónico gira alrededor del eje 54 de línea central a una segunda velocidad, o velocidad giratoria, representada por la flecha direccional 104, de manera que el fluido 102 que entra en el canal 80 de flujo de fluido incluye una tercera velocidad, o velocidad de entrada en la abertura 76 de entrada que es supersónica con respecto al rotor 40 de compresor supersónico. A medida que el fluido 102 se canaliza a través del canal 80 de flujo de fluido a una velocidad supersónica, la rampa 98 supersónica de compresión permite la formación de ondas de choque (no se muestran en las Figs. 2 y 3) dentro del canal 80 de flujo de fluido para facilitar la compresión del fluido 102, de manera que el fluido 102 incluye una presión y temperatura incrementadas, y/o incluye un volumen reducido en la abertura 78 de salida.

35 En el ejemplo, cada álabe 46 incluye un lado 106 de presión y un lado 108 de succión opuesto. Cada lado 106 de presión y lado 108 de succión se extiende entre el borde 68 de entrada y el borde 70 de salida. Además, cada álabe 46 está separado circunferencialmente alrededor de la superficie 58 radialmente externa de manera que el canal 80 de flujo de fluido se orienta generalmente de forma axial entre la abertura 76 de entrada y la abertura 78 de salida. Cada abertura 76 de entrada se extiende entre un lado 106 de presión y un lado 108 de succión adyacente del álabe 46 en el borde 68 de entrada. Cada abertura 78 de salida se extiende entre un lado 106 de presión y un lado 108 de succión adyacente en el borde 70 de salida. Además, cada álabe 46 incluye una sección 107 radialmente más externa de cada uno de los álabes 46 que se extiende entre el lado 106 de presión y el lado 108 de succión.

40 También, en el ejemplo, el canal 80 de flujo de fluido incluye un ancho 168 de paso que se define entre el lado 106 de presión y el lado 108 de succión adyacente de los álabes 46 y que es esencialmente perpendicular a la trayectoria axial 164 de flujo. La abertura 76 de entrada tiene un primer ancho 168 de paso que es mayor que un segundo ancho 170 de paso de la abertura 78 de salida. Alternativamente, el primer ancho 168 de paso de la abertura 76 de entrada puede ser menor, o igual que el segundo ancho 170 de paso de la abertura 78 de salida.

45 Además, en el ejemplo, el rotor 40 de compresor supersónico incluye una cubierta 200 que se extiende alrededor de al menos una sección de disco 48 de rotor. Por razones de claridad, la cubierta 200 se ilustra como transparente para facilitar el mostrar los componentes radialmente debajo de la cubierta 200. La cubierta 200 está acoplada a una sección 107 radialmente más externa de cada uno de los álabes 46 y se extiende entre la superficie 158 de corriente arriba y la superficie 160 de corriente abajo en dirección axial 66. Cada canal 80 de flujo de fluido se define además por la cubierta 200, además del lado 106 de presión de un primer álabe 46, un lado 108 de succión opuesto de un segundo álabe 46 adyacente, y una superficie 58 radialmente externa. El rotor 40 de compresor supersónico también incluye dos pasos anulares 202 de entrada de fluido. Un paso anular 202 de entrada de fluido corriente arriba se define por una superficie 158 de corriente arriba y una cubierta 200. Un paso anular 202 de entrada de fluido corriente abajo se define por una superficie 160 de corriente abajo y una cubierta 200. Cada uno de los pasos 202 de entrada define una longitud radial 204 de abertura que tiene cualquier valor que permita el funcionamiento del rotor 40 de compresor según se describe en el presente documento.

60 En el ejemplo, las secciones de cubierta 200 incluyen una superficie 208 axialmente de corriente arriba, una superficie 210 axialmente de corriente abajo, una superficie 212 radialmente externa y una pluralidad de superficies 214 radialmente internas. La superficie 208 axialmente de corriente arriba y la superficie 210 axialmente de corriente

abajo están orientadas generalmente en perpendicular a la dirección axial de la flecha 66. Asimismo, en el ejemplo, la superficie 212 radialmente externa y las superficies 214 radialmente internas son esencialmente concéntricas con la superficie 58 radialmente externa. Además, en el ejemplo, la superficie 58 radialmente externa se orienta de forma concéntrica alrededor de la superficie interna 30 dentro de la cavidad 32 (ambas se muestran en la Fig.1).
 5 Alternativamente, la superficie 212 radialmente externa y las superficies 214 radialmente internas pueden ser tanto convergentes como divergentes con respecto a la superficie 58 radialmente externa y/o a la superficie interna 30.

Además, en el ejemplo, la cubierta 200 se fabrica como una pieza unitaria mediante procedimientos que incluyen, sin limitación, la forja y la fundición. Alternativamente, la cubierta 200 se fabrica a partir de una pluralidad de componentes de cubierta (no se muestran) que se acoplan entre sí por medio de procedimientos de fabricación que incluyen, sin limitación, la soldadura autógena y la soldadura dura.
 10

Asimismo, en el ejemplo, la superficie 208 axialmente de corriente arriba está formada de manera que las secciones de superficie 208 de la superficie 158 adyacente de corriente arriba se alinean con la superficie 158 de manera que la superficie 208 axialmente de corriente arriba no se extiende axialmente corriente arriba de la superficie 158. De forma similar, la superficie 210 axialmente de corriente abajo se forma de manera que las secciones de superficie 210 de la superficie 160 adyacente de corriente abajo se alinean con la superficie 160 de manera que la superficie 210 axialmente de corriente abajo no se extiende axialmente corriente abajo de la superficie 160.
 15

Además, en el ejemplo, las superficies 214 radialmente internas son las secciones de cubierta 200 que cooperan con los lados 106 de presión, los lados 108 de succión y la superficie 58 radialmente externa para definir el canal 80 de flujo de fluido.

La Fig.4 es una vista esquemática, que no es parte de la invención, de una sección del canal 80 de flujo de fluido que puede usarse con el rotor 40 de compresor supersónico (se muestra en las Figs. 2 y 3). La Fig.5 es una vista superior, que no es parte de la invención, de la sección del canal 80 de flujo de fluido. Por claridad, la cubierta 200 no se muestra en la Fig.5. La Fig.6 es una vista en sentido del canal, que no es parte de la invención, de la sección del canal 80 de flujo de fluido que se muestra en las Figs. 4 y 5, tomada a lo largo de la línea 6-6. Por razones de claridad, las Figs. 4, 5 y 6 muestran el canal 80 de flujo de fluido como relativamente lineal, sin embargo, como se muestra en las Figs. 2 y 3, y se ha descrito anteriormente, el canal 80 de flujo de fluido está esencialmente arqueado ya que circunscribe la superficie 58 radialmente externa.
 20
 25

En el ejemplo, una pluralidad de rampas 98 supersónicas de compresión está colocada dentro del canal 80 de flujo de fluido. Las Figs. 4, 5 y 6 muestran una primera rampa 98 de compresión por razones de claridad y las rampas múltiples 98 de compresión se tratan más adelante. En el ejemplo, la rampa 98 de compresión está acoplada a la superficie 58 radialmente externa. Alternativamente, la rampa 98 de compresión está acoplada al lado 106 de presión de cualquier álabe 46 que define la trayectoria 80 de flujo de fluido, al lado 108 de succión de cualquier álabe 46 que define el canal 80 de flujo de fluido, y/o a las superficies 214 radialmente internas.
 30

Además, en el ejemplo, la rampa 98 supersónica de compresión incluye una superficie 126 de compresión y una superficie 128 divergente. La superficie 126 de compresión incluye un primer borde, o borde 130 anterior y un segundo borde, o borde 132 posterior. El borde 130 anterior está colocado más cerca de la abertura 76 de entrada que el borde 132 posterior. La superficie 126 de compresión se extiende entre el borde 130 anterior y el borde 132 posterior y está orientada en ángulo oblicuo (no se muestra) desde la superficie 58 radialmente externa a la trayectoria 164 de flujo. La superficie 126 de compresión converge hacia las superficies 214 radialmente internas de manera que una región 136 de compresión se define entre el borde 130 anterior y el borde 132 posterior. La región 136 de compresión incluye un área transversal (no se muestra) del canal 80 de flujo que se reduce a lo largo de la trayectoria 164 de flujo desde el borde 130 anterior al borde 132 posterior. El borde 132 posterior de la superficie 126 de compresión define la región de garganta 124. La región de garganta 124, como se muestra en las Figs. 4, 5 y 6, define una primera altura H_1 de canal de garganta y un primer ancho W_1 de canal de garganta, en el que la altura H_1 y el ancho W_1 se usan como referencias a tratar más adelante.
 35
 40
 45

La superficie 128 divergente está acoplada a la superficie 126 de compresión y se extiende corriente abajo desde la superficie 126 de compresión hacia la abertura 78 de salida. La superficie 128 divergente incluye un primer extremo 140 y un segundo extremo 142 que está más cerca de la abertura 78 de salida que el primer extremo 140. El primer extremo 140 de la superficie 128 divergente está acoplado al borde 132 posterior de la superficie 126 de compresión. La superficie 128 divergente se extiende entre el primer extremo 140 y el segundo extremo 142 y se orienta en ángulo oblicuo (no se muestra) desde el segundo extremo 142 de la superficie 126 de compresión hacia la superficie 58 radialmente externa. La superficie 128 divergente define una región 146 divergente que incluye un área transversal divergente (no se muestra) que se incrementa desde el segundo extremo 132 de la superficie 126 de compresión a la abertura 78 de salida. La región 146 divergente se extiende desde la región de garganta 124 a la abertura 78 de salida. En un ejemplo alternativo, la rampa 98 supersónica de compresión no incluye la superficie 128 divergente. En la presente realización alternativa, el borde 132 posterior de la superficie 126 de compresión está colocado adyacente al borde 70 de salida del álabe 46 de manera que la región de garganta 124 se define adyacente a la abertura 78 de salida.
 50
 55

Durante el funcionamiento del rotor 40 de compresor supersónico, el fluido 102 se canaliza desde la entrada 26 de

fluido (se muestra en la Fig.1) a la abertura 76 de entrada a una primera velocidad que es supersónica con respecto al disco 48 de rotor (se muestra en las Figs. 2 y 3). El fluido 102 que entra en el canal 80 de flujo de fluido desde la entrada 26 de fluido (se muestra en la Fig.1) contacta con el borde 130 anterior de la rampa 98 supersónica de compresión para formar una primera onda de choque 152 oblicua. La región 136 de compresión de la rampa 98 supersónica de compresión está configurada para provocar una primera onda de choque 152 oblicua a orientarse en ángulo oblicuo con respecto a la trayectoria 164 de flujo desde el borde 130 anterior hacia el álabe 46 adyacente, y el canal 80 de flujo. A medida que la primera onda de choque 152 oblicua contacta con las superficies 214 radialmente internas, una segunda onda de choque 154 oblicua se refleja desde las superficies 214 radialmente internas en ángulo oblicuo con respecto a la trayectoria 164 de flujo y hacia la región de garganta 124 de la rampa 98 supersónica de compresión. En un ejemplo, la superficie 126 de compresión se orienta para provocar una segunda onda de choque 154 oblicua para extenderse desde la primera onda de choque 152 oblicua en las superficies 214 radialmente internas al borde 132 posterior que define la región de garganta 124. La rampa 98 supersónica de compresión está configurada para provocar que se formen cada primera onda de choque 152 oblicua y cada segunda onda de choque 154 oblicua dentro de la región 136 de compresión. Adicionalmente, la rampa 98 de compresión puede configurarse también para provocar ondas de choque 155 adicionales.

A medida que el canal 80 de flujo canaliza el fluido 102 a través de la región 136 de compresión, una velocidad de fluido 102 se reduce al pasar el fluido 102 a través de cada primera onda de choque 152 oblicua y cada segunda onda de choque 154 oblicua. Además, la presión de fluido 102 aumenta, y el volumen de fluido 102 disminuye a medida que el fluido 102 se canaliza a través de la región 136 de compresión. En el ejemplo, a medida que el fluido 102 se canaliza a través de la región de garganta 124, la rampa 98 supersónica de compresión está configurada para condicionar al fluido 102 que se está canalizado a través de la región 136 de compresión para incluir una segunda velocidad, o velocidad de salida en la región 146 divergente, que es supersónica con respecto al disco 48 de rotor. La rampa 98 supersónica de compresión está configurada además para provocar la formación de una onda de choque 156 normal corriente abajo de la región de garganta 124 y dentro del canal 80 de flujo. La onda de choque 156 normal es una onda de choque orientada en perpendicular con la trayectoria 164 de flujo y reduce una velocidad de fluido 102 a una velocidad subsónica con respecto al disco 48 de rotor a medida que el fluido pasa a través de la onda de choque 156 normal y posteriormente sale del canal 80 de flujo a través de la abertura 78 de salida.

La Fig.7 es una vista esquemática, que no es parte de la invención, de una sección del canal 80 de flujo de fluido que puede usarse con el rotor 40 de compresor supersónico (se muestra en las Figs. 2 y 3.). La Fig.8 es una vista en sentido del canal, que no es parte de la invención, de la sección del canal 80 de flujo de fluido tomada a lo largo de la línea 8-8 (se muestra en la Fig.7). Como se ha descrito anteriormente, las Figs. 7 y 8 muestran el canal 80 de flujo de fluido como relativamente lineal, sin embargo, el canal 80 de flujo de fluido está esencialmente arqueado ya que circunscribe la superficie 58 radialmente externa.

En el ejemplo como se muestra en las Figs. 7 y 8, un par de rampas 98 supersónicas de compresión opuestas están colocadas dentro del canal 80 de flujo de fluido. Una primera rampa 98 de compresión está acoplada a la superficie 58 radialmente externa como se ha descrito anteriormente y una segunda rampa 98 opuesta de compresión está acoplada a las superficies 214 radialmente internas. Alternativamente, las rampas 98 opuestas de compresión están acopladas al lado 106 de presión de un álabe 46 que define la trayectoria 80 de flujo de fluido y a un lado 108 opuesto de succión de un álabe 46 adyacente que define el canal 80 de flujo de fluido.

Las rampas 98 de compresión son esencialmente similares y cooperan para definir una región de garganta 124 que, como se muestra en las Figs. 7 y 8, define una segunda altura H_2 de canal de garganta y un segundo ancho W_2 de canal de garganta, en el que la altura H_2 es menor que la altura H_1 (se muestra en las Figs. 4 y 6) y el ancho W_2 es esencialmente similar al ancho W_1 (se muestra en las Figs. 5 y 6). Tal configuración con la altura H_2 y el ancho W_2 facilita las presiones crecientes dentro del canal 80 de flujo de fluido en comparación con la configuración con la altura H_1 y el ancho W_1 . Sin embargo, tales dimensiones menores pueden restringir los caudales de fluido a través del mismo, y se establece un equilibrio predeterminado entre la presurización de fluido y la producción de fluido. Alternativamente, la altura H_2 es igual o mayor que la altura H_1 y el ancho W_2 es igual o mayor que el ancho W_1 , estableciendo de ese modo también un equilibrio predeterminado entre la presurización de fluido y la producción de fluido. Por lo tanto, la altura H_2 y el ancho W_2 tienen cualquier valor que permita el funcionamiento del rotor 40 de compresor supersónico según se describe en el presente documento.

Los ejemplos alternativos pueden incluir rampas 98 supersónicas de compresión axialmente opuestas, en los que una primera rampa 98 supersónica de compresión está acoplada al lado 106 de presión de un primer álabe 46 y una segunda rampa 98 supersónica de compresión está acoplada al lado opuesto 108 de succión de un segundo álabe 46 adyacente.

Durante el funcionamiento del rotor 40 de compresor supersónico y el canal 80 de flujo de fluido con dos rampas 98 supersónicas de compresión opuestas, el fluido 102 se canaliza desde la entrada 26 de fluido (se muestra en la Fig.1) a la abertura 76 de entrada a una primera velocidad que es supersónica con respecto al disco 48 de rotor (se muestra en las Figs. 2 y 3). El fluido 102 que entra en el canal 80 de flujo de fluido desde la entrada 26 de fluido (se muestra en la Fig.1) contacta con cada borde 130 anterior opuesto de ambas rampas 98 supersónicas de compresión opuestas para formar las primeras ondas de choque oblicuas 152 opuestas, tales ondas de choque

oblicuas 152 opuestas esencialmente se reflejan entre sí como se describe más adelante. A medida que cada primera onda de choque 152 oblicua contacta con las superficies 126 de compresión opuestas, un par de segundas ondas de choque oblicuas 154 opuestas se reflejan desde las superficies 126 de compresión opuestas hacia la rampa 98 supersónica de compresión opuesta. Como se describe más adelante, las segundas ondas de choque oblicuas 154 opuestas se atenúan en comparación con los ejemplos con solo una rampa 98 supersónica de compresión, como se ha descrito anteriormente.

Puesto que el canal 80 de flujo de fluido canaliza el fluido 102 a través de la región 136 de compresión, la velocidad de fluido 102 se reduce a medida que el fluido 102 pasa a través de cada una de la primera onda de choque 152 oblicua y segunda onda de choque 154 oblicua opuestas. Además, la presión de fluido 102 aumenta, y el volumen de fluido 102 disminuye a medida que el fluido 102 se canaliza a través de la región 136 de compresión. En el ejemplo, puesto que el fluido 102 se canaliza a través de la región de garganta 124, las rampas 98 supersónicas de compresión opuestas están configuradas para condicionar el fluido 102 que se canaliza a través de la región 136 de compresión para incluir una segunda velocidad, o velocidad de salida en la región 146 divergente, que es supersónica con respecto al disco 48 de rotor. Las rampas 98 supersónicas de compresión opuestas están además configuradas para cooperar y provocar la formación de una onda de choque 156 normal corriente abajo de la región de garganta 124 y dentro del canal 80 de flujo de fluido. La onda de choque 156 normal reduce la velocidad de fluido 102 a una velocidad subsónica con respecto al disco 48 de rotor a medida que el fluido pasa a través de la onda de choque 156 normal y posteriormente sale del canal 80 de flujo a través de la abertura 78 de salida.

En general, las ondas de choque opuestas interactúan entre sí para disminuir las pérdidas parásitas internas dentro del ciclo de la compresión debido a la distorsión del campo de flujo como resultado de las interacciones de las capas límite y la capa límite de impacto. Tales pérdidas debidas a la interacción de la capa límite de impacto pueden ser importantes. Adicionalmente, además de las pérdidas mencionadas anteriormente, el área efectiva transversal del canal de flujo de fluido que se usa para la compresión supersónica disminuye de forma efectiva debido a la interacción de la capa límite de impacto y la separación de fluido. En el ejemplo, las rampas 98 supersónicas de compresión opuestas forman un par de primeras ondas de choque oblicuas 152 opuestas y un par de segundas ondas de choque oblicuas 154 opuestas reflejadas. Es decir, se generan dos impactos oblicuos, en vez de uno, y se reflejan entre sí en vez de reflejarse desde las superficies opuestas. Tal interacción entre las ondas de choque opuestas reduce de forma significativa la reflexión del impacto desde las superficies opuestas, reduciendo de ese modo de forma significativa la interacción asociada de la capa límite de impacto y las pérdidas de la capa límite de la misma. Por lo tanto, el uso de ondas de choque opuestas como se describe en el presente documento reduce de forma efectiva tales pérdidas parásitas inducidas por las interacciones de la superficie opuesta con las ondas de choque, aumentando de ese modo un área de flujo de fluido dentro del canal de flujo de fluido del rotor de compresor supersónico. Además, la disminución de tales pérdidas aumenta la eficiencia del compresor supersónico, aumentando de ese modo la capacidad de flujo y la relación de presurización del compresor supersónico, y disminuyendo de ese modo el valor de la huella del compresor por volumen unitario de flujo.

La Fig.9 es una vista esquemática de una sección del canal 80 de flujo de fluido que puede usarse con el rotor 40 de compresor supersónico (se muestra en las Figs. 2 y 3). La Fig.10 es una vista en sentido del canal de la sección del canal 80 de flujo de fluido tomada a lo largo de la línea 10-10 (se muestra en la Fig.9). Como se ha descrito anteriormente, las Figs. 9 y 10 muestran el canal 80 de flujo de fluido como relativamente lineal, sin embargo, el canal 80 de flujo de fluido está esencialmente arqueado ya que circunscribe la superficie 58 radialmente externa.

En la realización, una pluralidad de rampas 98 supersónicas de compresión están colocadas dentro del canal 80 de flujo de fluido. Las Figs. 9 y 10 muestran las rampas 98 de compresión adyacentes. Una primera rampa 98 de compresión está acoplada a la superficie 58 radialmente externa como se ha descrito anteriormente. Además, en la realización, una segunda rampa 98 de compresión adyacente está acoplada al lado 106 de presión de un álabe 46 y a la superficie 214 radialmente interna de la cubierta 200, definiendo de ese modo el canal 80 de flujo de fluido. Cada rampa 98 de compresión es esencialmente similar. Las superficies 126 de compresión adyacentes forman una superficie 226 de compresión de dos caras. Igualmente, las superficies 128 divergentes adyacentes forman una superficie 228 divergente de dos caras. Además, las regiones de garganta 124 adyacentes definen una región de garganta 224 de dos caras.

Asimismo, en la realización, y como se muestra en las Figs. 9 y 10, la región de garganta 224 define una tercera altura H_3 de canal de garganta y un tercer ancho W_3 de canal de garganta, en el que la altura H_3 es menor que la altura H_1 (se muestra en las Figs. 4 y 6) y el ancho W_3 es menor que el ancho W_1 (se muestra en las Figs. 5 y 6). En una manera similar a la descrita para el ejemplo de la rampa opuesta que se muestra en las Figs. 7 y 8, el uso de rampas 98 supersónicas de compresión adyacentes con altura H_3 y ancho W_3 facilita las presiones crecientes dentro del canal 80 de flujo de fluido en comparación con la configuración con la altura H_1 y ancho W_1 . Sin embargo, tales dimensiones menores pueden restringir los caudales de fluido a través del mismo, y se establece un equilibrio predeterminado entre la presurización de fluido y la producción de fluido. Alternativamente, la altura H_3 es igual o mayor que la altura H_1 y el ancho W_3 es igual o mayor que el ancho W_1 , estableciendo de ese modo también un equilibrio predeterminado entre la presurización de fluido y la producción de fluido. Por lo tanto, la altura H_3 y el ancho W_3 tienen cualquier valor que permita el funcionamiento del rotor 40 de compresor supersónico según se describe en el presente documento.

5 Durante el funcionamiento del rotor 40 de compresor supersónico y el canal 80 de flujo de fluido con dos rampas 98 supersónicas de compresión adyacentes, el fluido 102 se canaliza desde la entrada 26 de fluido (se muestra en la Fig.1) a la abertura 76 de entrada a una primera velocidad que es supersónica con respecto al disco 48 de rotor (se muestra en las Figs. 2 y 3). El fluido 102 que entra en el canal 80 de flujo de fluido desde la entrada 26 de fluido (se muestra en la Fig.1) contacta con cada borde 130 anterior adyacente de ambas rampas 98 supersónicas de compresión adyacentes para formar las primeras ondas de choque oblicuas 152 adyacentes, tales ondas de choque oblicuas 152 adyacentes esencialmente pasan a través unas de otras como se describe más adelante. A medida que cada primera onda de choque 152 oblicua contacta con las superficies 214 radialmente internas y el lado 108 de succión del álabe 46 que define el canal 80 de flujo de fluido, un par de segundas ondas de choque oblicuas 154 adyacentes se reflejan desde las superficies 214 radialmente internas y el lado 108 de succión hacia cada rampa 98 supersónica de compresión respectiva. Como se describe más adelante, las segundas ondas de choque oblicuas 154 asociadas con las rampas 98 supersónicas de compresión se atenúan en comparación con los ejemplos con solo una rampa 98 supersónica de compresión, como se ha descrito anteriormente.

15 Puesto que el canal 80 de flujo de fluido canaliza el fluido 102 a través de la región 136 de compresión, la velocidad de fluido 102 se reduce a medida que el fluido 102 pasa a través de cada una de la primera onda de choque 152 oblicua y segunda onda de choque 154 oblicua opuestas. Además, la presión de fluido 102 aumenta, y el volumen de fluido 102 disminuye a medida que el fluido 102 se canaliza a través de la región 136 de compresión. En la realización, puesto que el fluido 102 se canaliza a través de la región de garganta 224, las rampas 98 supersónicas de compresión adyacentes están configuradas para condicionar el fluido 102 que se canaliza a través de la región 20 136 de compresión para incluir una segunda velocidad, o velocidad de salida en la región 146 divergente, que es supersónica con respecto al disco 48 de rotor. Las rampas 98 supersónicas de compresión adyacentes están además configuradas para cooperar y provocar la formación de una onda de choque normal (no se muestra en las Figs. 9 y 10) corriente abajo de la región de garganta 224 y dentro del canal 80 de flujo de fluido. La onda de choque normal reduce la velocidad de fluido 102 a una velocidad subsónica con respecto al disco 48 de rotor a medida que el fluido pasa a través de la onda de choque normal y posteriormente sale del canal 80 de flujo a través de la 25 abertura 78 de salida.

Según se ha descrito anteriormente para las ondas de choque opuestas, generalmente, las ondas de choque adyacentes interactúan entre sí para disminuir las pérdidas parásitas internas dentro del ciclo de la compresión debido a la distorsión del campo de flujo como resultado de las interacciones de las capas límite y la capa límite de impacto. En la realización, las rampas 98 supersónicas de compresión adyacentes forman un par de primeras ondas de choque oblicuas 152 adyacentes y un par de segundas ondas de choque oblicuas 154 adyacentes reflejadas. Es decir, se generan dos impactos oblicuos en vez de uno, y estos se reflejan entre sí en vez de reflejarse desde las superficies opuestas. Tal interacción entre las ondas de choque adyacentes reduce de forma significativa la reflexión del impacto desde las superficies opuestas, reduciendo de ese modo de forma significativa la interacción asociada de la capa límite de impacto y las pérdidas de la capa límite de la misma. Por lo tanto, el uso de ondas de choque adyacentes como se describe en el presente documento reduce de forma efectiva tales pérdidas parásitas inducidas por las interacciones de la superficie opuesta con las ondas de choque, aumentando de ese modo un área de flujo de fluido dentro del canal de flujo de fluido del rotor de compresor supersónico. Además, la disminución de tales pérdidas aumenta la eficiencia del compresor supersónico, aumentando de ese modo la capacidad de flujo y la 35 relación de presurización del compresor supersónico, y disminuyendo de ese modo el valor de la huella del compresor por volumen unitario de flujo.

La Fig.11 es una vista esquemática de una sección de un canal 80 de flujo de fluido que puede usarse con el rotor 40 de compresor supersónico (se muestra en las Figs. 2 y 3). La Fig.12 es una vista en sentido del canal de la sección de un canal 80 de flujo de fluido tomada a lo largo de la línea 12-12 (se muestra en la Fig.11). Como se ha descrito anteriormente, las Figs. 11 y 12 muestran el canal 80 de flujo de fluido como relativamente lineal, sin embargo, el canal 80 de flujo de fluido está esencialmente arqueado ya que circunscribe la superficie 58 radialmente externa.

En la realización, una pluralidad de rampas 98 supersónicas de compresión está colocada dentro del canal 80 de flujo de fluido. Las Figs. 11 y 12 muestran tres rampas 98 supersónicas de compresión, en las que hay dos rampas 50 98 supersónicas de compresión opuestas y una tercera rampa 98 supersónica de compresión que contacta con cada una de las rampas 98 de compresión opuestas. Una primera rampa 98 de compresión está acoplada a la superficie 58 radialmente externa. Además, en la realización, una segunda rampa 98 de compresión está acoplada al lado 106 de presión de un álabe 46 y a la superficie 214 radialmente interna de la cubierta 200, definiendo de ese modo el canal 80 de flujo de fluido. Además, en la realización, una tercera rampa 98 de compresión está acoplada al lado 108 de succión de un álabe 46 y a la superficie 214 radialmente interna de la cubierta 200, definiendo de ese modo además el canal 80 de flujo de fluido. Las rampas 98 de compresión primera y segunda son adyacentes, las rampas 98 de compresión primera y tercera son adyacentes, y las rampas 98 de compresión segunda y tercera son opuestas. La pluralidad de superficies 126 de compresión forman una superficie 326 de compresión de tres caras. Igualmente, la pluralidad de superficies 128 divergentes forman una superficie divergente 328 de tres caras. Además, la pluralidad de regiones de garganta 124 definen una región de garganta 324 de tres caras.

Asimismo, en la realización, y como se muestra en las Figs. 11 y 12, la región de garganta 324 define una cuarta altura H_4 de canal de garganta y un cuarto ancho W_4 de canal de garganta, en el que la altura H_4 es menor que la

altura H_1 (se muestra en las Figs. 4 y 6) y el ancho W_4 es menor que el ancho W_1 (se muestra en las Figs. 5 y 6). En una manera similar a la descrita para el ejemplo de la rampa opuesta que se muestra en las Figs. 7 y 8 y de la rampa adyacente que se muestra en las Figs. 9 y 10, el uso de las rampas 98 supersónicas de compresión adyacente y opuesta facilita las presiones crecientes dentro del canal 80 de flujo de fluido en comparación con la configuración de altura H_1 y ancho W_1 . Sin embargo, tales dimensiones menores pueden restringir los caudales de fluido a través del mismo, y se establece un equilibrio predeterminado entre la presurización de fluido y la producción de fluido. Alternativamente, la altura H_4 es igual o mayor que la altura H_1 y el ancho W_4 es igual o mayor que el ancho W_1 , estableciendo de ese modo también un equilibrio predeterminado entre la presurización de fluido y la producción de fluido. Por lo tanto, la altura H_4 y el ancho W_4 tienen cualquier valor que permita el funcionamiento del rotor 40 de compresor supersónico según se describe en el presente documento.

Durante el funcionamiento del rotor 40 de compresor supersónico y el canal 80 de flujo de fluido con tres rampas 98 supersónicas de compresión, el fluido 102 se canaliza desde la entrada 26 de fluido (se muestra en la Fig.1) a la abertura 76 de entrada a una primera velocidad que es supersónica con respecto al disco 48 de rotor (se muestra en las Figs. 2 y 3). El fluido 102 que entra en el canal 80 de flujo de fluido desde la entrada 26 de fluido (se muestra en la Fig.1) contacta con cada borde 130 anterior adyacente de las tres rampas 98 supersónicas de compresión adyacentes para formar las primeras ondas de choque oblicuas 152 adyacentes. Tales ondas de choque oblicuas 152 adyacentes esencialmente pasan a través unas de otras como se describe más adelante. A medida que cada primera onda de choque 152 oblicua contacta con una rampa 98 supersónica de compresión opuesta y/o las superficies 214 radialmente internas, tres segundas ondas de choque oblicuas 154 se reflejan desde las superficies 214 radialmente internas y de la rampa 98 supersónica de compresión opuesta hacia cada rampa 98 supersónica de compresión respectiva. Como se describe más adelante, las segundas ondas de choque oblicuas 154 asociadas con las tres rampas 98 supersónicas de compresión se atenúan en comparación con los ejemplos con solo una rampa 98 supersónica de compresión, como se ha descrito anteriormente.

Puesto que el canal 80 de flujo de fluido canaliza el fluido 102 a través de la región 136 de compresión, la velocidad de fluido 102 se reduce a medida que el fluido 102 pasa a través de cada una de la primera onda de choque 152 oblicua y de la segunda onda de choque 154 oblicua. Además, la presión de fluido 102 aumenta, y el volumen de fluido 102 disminuye a medida que el fluido 102 se canaliza a través de la región 136 de compresión. En la realización, puesto que el fluido 102 se canaliza a través de la región de garganta 324, las rampas 98 supersónicas de compresión están configuradas para condicionar el fluido 102 que se canaliza a través de la región 136 de compresión para incluir una segunda velocidad, o velocidad de salida en la región 146 divergente, que es supersónica con respecto al disco 48 de rotor. Las rampas 98 supersónicas de compresión están configuradas para cooperar y provocar la formación de una onda de choque normal (no se muestra en las Figs. 11 y 12) corriente abajo de la región de garganta 324 y dentro del canal 80 de flujo de fluido. La onda de choque normal reduce la velocidad de fluido 102 a una velocidad subsónica con respecto al disco 48 de rotor a medida que el fluido pasa a través de la onda de choque normal y posteriormente sale del canal 80 de flujo a través de la abertura 78 de salida.

La Fig.13 es una vista en sentido del canal de una sección de un canal 80 de flujo de fluido. En la realización, cuatro rampas 98 supersónicas de compresión están colocadas dentro del canal 80 de flujo de fluido. Una primera rampa 98 de compresión está acoplada a la superficie 58 radialmente externa, una segunda rampa 98 de compresión está acoplada al lado 106 de presión de un álabe 46 definiendo el canal 80 de flujo de fluido, una tercera rampa 98 de compresión está acoplada al lado 108 de succión de un álabe 46 definiendo el canal 80 de flujo de fluido, y una cuarta rampa 98 de compresión está acoplada a las superficies 214 radialmente internas. Las cuatro rampas 98 supersónicas de compresión son cada una de ellas adyacentes y opuestas a otras rampas 98 supersónicas de compresión.

Cada rampa 98 de compresión es esencialmente similar. La pluralidad de superficies 126 de compresión forma una superficie 426 de compresión de cuatro caras. Igualmente, la pluralidad de superficies 128 divergentes forma una superficie divergente de cuatro caras (no se muestra). Además, la pluralidad de regiones de garganta 124 define una región de garganta 424 de cuatro caras. La región de garganta 424 define una quinta altura H_5 de canal de garganta y un quinto ancho W_5 de canal de garganta, en el que la altura H_5 es menor que la altura H_1 (se muestra en las Figs. 4 y 6) y el ancho W_5 es menor que el ancho W_1 (se muestra en las Figs. 5 y 6). En una manera similar a la descrita para el ejemplo de la rampa opuesta que se muestra en las Figs. 7 y 8 y de la rampa adyacente que se muestra en las Figs. 9 y 10, el uso de las rampas 98 supersónicas de compresión adyacente y opuesta facilita las presiones crecientes dentro del canal 80 de flujo de fluido en comparación con la configuración de altura H_1 y ancho W_1 . Sin embargo, tales dimensiones menores pueden restringir los caudales de fluido a través del mismo, y se establece un equilibrio predeterminado entre la presurización de fluido y la producción de fluido. Alternativamente, la altura H_5 es igual o mayor que la altura H_1 y el ancho W_5 es igual o mayor que el ancho W_1 , estableciendo de ese modo también un equilibrio predeterminado entre la presurización de fluido y la producción de fluido. Por lo tanto, la altura H_5 y el ancho W_5 tienen cualquier valor que permita el funcionamiento del rotor 40 de compresor supersónico según se describe en el presente documento.

Durante el funcionamiento del rotor 40 de compresor supersónico y el canal 80 de flujo de fluido con tres rampas 98 supersónicas de compresión, el fluido 102 se canaliza desde la entrada 26 de fluido (se muestra en la Fig.1) a la abertura 76 de entrada a una primera velocidad que es supersónica con respecto al disco 48 de rotor (se muestra en

las Figs. 2 y 3). El fluido 102 que entra en el canal 80 de flujo de fluido desde la entrada 26 de fluido (se muestra en la Fig.1) contacta con cada borde 130 anterior adyacente de las cuatro rampas 98 supersónicas de compresión para formar las primeras ondas de choque oblicuas 152 adyacentes, tales ondas de choque oblicuas 152 adyacentes esencialmente pasan a través de sí mismas como se describe más adelante. A medida que cada primera onda de choque 152 oblicua contacta con una rampa 98 supersónica de compresión opuesta, cuatro segundas ondas de choque oblicuas 154 se reflejan desde la rampa 98 supersónica de compresión opuesta hacia cada rampa 98 supersónica de compresión respectiva. Como se ha descrito anteriormente, las segundas ondas de choque oblicuas 154 asociadas con las tres rampas 98 supersónicas de compresión se atenúan en comparación con los ejemplos con solo una rampa 98 supersónica de compresión, como se ha descrito anteriormente.

Puesto que el canal 80 de flujo de fluido canaliza el fluido 102 a través de la región 136 de compresión, la velocidad de fluido 102 (se muestra en la Fig.3) se reduce a medida que el fluido 102 pasa a través de cada una de la primera onda de choque 152 oblicua y de la segunda onda de choque 154 oblicua. Además, la presión de fluido 102 aumenta, y el volumen de fluido 102 disminuye a medida que el fluido 102 se canaliza a través de la región 136 de compresión (se muestra en la Fig.4). En la realización, puesto que el fluido 102 se canaliza a través de la región de garganta 424, las rampas 98 supersónicas de compresión están configuradas para condicionar el fluido 102 que se canaliza a través de la región 136 de compresión para incluir una segunda velocidad, o velocidad de salida en la región 146 divergente (se muestra en la Fig.4), que es supersónica con respecto al disco 48 de rotor (se muestra en las Figs. 2 y 3). Las rampas 98 supersónicas de compresión están además configuradas para cooperar y provocar la formación de una onda de choque normal (no se muestra en la Fig.13) corriente abajo de la región de garganta 424 y dentro del canal 80 de flujo de fluido. La onda de choque normal reduce la velocidad de fluido 102 a una velocidad subsónica con respecto al disco 48 de rotor a medida que el fluido pasa a través de la onda de choque normal y posteriormente sale del canal 80 de flujo a través de la abertura 78 de salida.

La Fig.14 es una vista superior ampliada de una sección del rotor 40 de compresor supersónico tomada a lo largo de la línea 14-14 (se muestra en la Fig.2). La Fig.15 es una vista esquemática de una sección del rotor 40 de compresor supersónico que se muestra en la Fig.14. La Fig.16 es una vista esquemática de la sección del rotor 40 de compresor supersónico tomada a lo largo de la línea 16-16 (se muestra en la Fig.14). En la realización, la cubierta 200 está colocada entre el lado 106 de presión de un álabe 46 y el lado 108 de succión de un álabe 46 adyacente. En la realización, al menos una sección de un mecanismo axial 500 de sellado está colocada sobre la superficie 212 radialmente externa de la cubierta 200. El mecanismo 500 de sellado es cualquier mecanismo de sellado que permite el funcionamiento del sistema supersónico 10 de compresión (se muestra en la Fig.1) como se describe en el presente documento incluyendo, sin limitación, dispositivos de laberinto de tipo dentado y de tipo escobilla.

El mecanismo 500 de sellado incluye una pluralidad de secciones radialmente internas de dientes 502 de laberinto que define al menos un canal 504 entre las mismas dentro de la carcasa 24 de compresor. El mecanismo 500 de sellado también incluye una tira 506 de sellado acoplada a la superficie 212 radialmente externa de la cubierta 200 mediante cualquier procedimiento que permita el funcionamiento del mecanismo 500 de sellado como se describe en el presente documento, incluyendo, sin limitación, adhesivos, herramientas de sujeción e inserción en un canal definido dentro de la cubierta 200 (tampoco se muestra). Las realizaciones alternativas del mecanismo 500 de sellado que usan una tira de escobilla en lugar de una tira 506 de sellado, dientes 502 y canal 504, en el que la tira de escobilla está acoplada a la superficie 212 radialmente externa de la cubierta 200 como se ha descrito anteriormente para la tira 506 de sellado, y la tira de escobilla está colocada, orientada y configurada para contactar suavemente con la superficie interna 30 de la carcasa 24 de compresor.

En general, la filtración de fluido a través de la sección 107 radialmente más externa de cada uno de los álabes 46 es una de las fuentes principales de pérdida de eficiencia para los compresores supersónicos, especialmente debido a los grandes gradientes de presión que atraviesan los álabes 46. La cubierta 200 facilita una reducción en tal filtración de fluido. Además, el mecanismo 500 de sellado facilita la reducción en las pérdidas de flujo de fluido dentro de la cavidad 32 de la carcasa mediante la disminución del tamaño de la posible trayectoria de flujo de fluido entre la cubierta 200 y la superficie interna 30 de la carcasa para aquellas tolerancias comprendidas entre los dientes 502 y la tira 506. Además, al aumentar el número de tiras 506 de sellado y de dientes 502 se facilita la formación de una trayectoria de flujo de fluido más intrincada, disminuyendo más de ese modo las posibles pérdidas de flujo de fluido en ella.

La Fig.17 es una vista esquemática de una sección de un sistema alternativo 600 de compresor supersónico. La Fig.18 es una vista esquemática de la sección del sistema 600 de compresor supersónico tomada a lo largo de la línea 18-18 (se muestra en la Fig.16). En la presente realización alternativa, el sistema 600 incluye un rotor 40 de compresor supersónico como se ha descrito anteriormente, incluyendo, sin limitación, un canal 80 de flujo de fluido definido entre el disco 48 de rotor y la cubierta 200. Asimismo, en la presente realización alternativa, el sistema 600 de compresor supersónico incluye una carcasa 624 de compresor que es similar a la carcasa 24 de compresor (se muestra en la Fig.1) con la excepción de que la carcasa 624 incluye una sección 625 de carcasa radialmente externa corriente arriba, una sección 626 de carcasa radialmente externa corriente abajo, una sección 627 de carcasa radialmente interna corriente arriba, y una sección 628 de carcasa radialmente interna corriente abajo. Las secciones de carcasa 625 y 627 definen un canal 480 de flujo de fluido corriente arriba y las secciones de carcasa 626 y 628 definen un canal 482 de flujo de fluido corriente abajo. Los canales 680, 80 y 682 de flujo de fluido están acoplados en comunicación de fluido. La sección 627 de carcasa radialmente interna corriente arriba y el disco 48 de

rotor definen un hueco 629 corriente arriba y la sección 628 de carcasa radialmente interna corriente abajo y el disco 48 de rotor definen un hueco 630 corriente abajo. Además, en la presente realización alternativa, la cubierta 200 está colocada axialmente entre las secciones de carcasa 625 y 626. Además, en la presente realización alternativa, la cubierta está esencialmente alineada de forma radial con las secciones de carcasa 625 y 626. Alternativamente, la cubierta 200 se extiende radialmente hacia el interior dentro o radialmente hacia el exterior fuera de la carcasa 624.

En la presente realización alternativa, el sistema de compresor supersónico incluye una pluralidad de juntas de sellado radiales 650, 652, 654 y 656. La junta 650 de sellado está colocada circunferencialmente entre la sección 625 de carcasa radialmente externa corriente arriba y la cubierta 200 y facilita una disminución en el flujo de fluido procedente de los canales de flujo de fluido 680 y 80 a un entorno fuera de la carcasa 624. La junta 652 de sellado está colocada circunferencialmente entre la sección 626 de carcasa radialmente externa corriente abajo y la cubierta 200 y facilita una disminución en el flujo de fluido procedente de los canales de flujo de fluido 80 y 682 a un entorno fuera de la carcasa 624. La junta 654 de sellado está colocada circunferencialmente entre la sección 627 de carcasa radialmente interna corriente arriba y el disco 48 de rotor y facilita una disminución en el flujo de fluido procedente de los canales de flujo de fluido 680 y 80 al hueco 629. La junta 656 de sellado está colocada circunferencialmente entre la sección 628 de carcasa radialmente interna corriente abajo y el disco 48 de rotor y facilita una disminución en el flujo de fluido procedente de los canales de flujo de fluido 80 y 682 al hueco 630.

En la presente realización alternativa, en funcionamiento, la cubierta 200 gira alrededor de las juntas 650, 652, 654 y 656 de sellado a velocidades de giro relativamente altas como se ha descrito anteriormente. Por lo tanto, las juntas 650, 652, 654 y 656 de sellado están acopladas de forma operativa a la cubierta 200 y al disco 48 de rotor e incluyen cualquier dispositivo de sellado que permita el funcionamiento del sistema 600 de compresor supersónico según se describe en el presente documento. Además, en la presente realización alternativa, se usan cuatro juntas de sellado radiales dentro del sistema 600 de compresor supersónico. Alternativamente, se usa cualquier número de juntas de sellado radiales que permitan el funcionamiento del sistema 600 de compresor supersónico según se describe en el presente documento.

El rotor de compresor supersónico anteriormente descrito proporciona un procedimiento rentable y fiable para aumentar la eficiencia de rendimiento de los sistemas de compresor supersónico durante todas las fases de las operaciones de compresión de fluidos. Además, el rotor de compresor supersónico facilita el aumento de la eficiencia operativa del sistema de compresor supersónico al reducir las pérdidas de flujo de fluido a través de las secciones radialmente externas de los álabes. Más concretamente, el rotor de compresor supersónico incluye una cubierta colocada sobre las partes superiores radialmente externas de los álabes, separando de este modo la pluralidad de trayectorias de flujo de fluido definidas por los álabes adyacentes. Asimismo, más concretamente, el rotor de compresor supersónico anteriormente descrito incluye unos mecanismos de sellado colocados de forma axial o radial entre la cubierta y la carcasa del rotor para reducir las pérdidas de flujo dentro de la carcasa de rotor.

Los ejemplos y realizaciones de sistemas y procedimientos para el ensamblaje y funcionamiento de un rotor de compresor supersónico se han descrito anteriormente en detalle.

La presente descripción escrita usa realizaciones para desvelar la invención, incluyendo el mejor modo, y también para permitir que cualquier persona experta en la materia realice la invención, incluyendo hacer y utilizar cualquier dispositivo o sistemas y realizando cualquiera de los procedimientos incorporados. El alcance patentable de la invención se define mediante las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a aquellos expertos en la materia.

REIVINDICACIONES

1. Un rotor (40) de compresor supersónico que comprende:

al menos un disco (48) de rotor que comprende un cuerpo (50) esencialmente cilíndrico que se extiende entre una superficie (56) radialmente interna y una superficie (58) radialmente externa;
 5 una pluralidad de álabes (46) acoplados a dicho cuerpo, dichos álabes se extienden radialmente hacia el exterior de dicha superficie (58) radialmente externa y se extienden circunferencialmente alrededor del disco (48) de rotor en una forma helicoidal, dichos álabes son adyacentes formando un par;
 una cubierta (200) que se extiende alrededor de al menos una sección de dicho al menos un disco de rotor, dicha cubierta está acoplada a al menos una sección de cada una de dicha pluralidad de álabes, en el que dicha
 10 superficie radialmente externa, dicho par de álabes adyacentes, y dicha cubierta están orientados de manera que un canal (80) de flujo de fluido se define entre ellos, dicho canal de flujo de fluido comprende una abertura (76) de entrada de fluido y una abertura (78) de salida de fluido; y
 una pluralidad de rampas (98) supersónicas de compresión adyacentes colocadas dentro de dicho canal de flujo de fluido, cada una de dicha pluralidad de rampas supersónicas de compresión adyacentes está configurada
 15 para condicionar que un fluido sea canalizado a través de dicho canal de flujo de fluido de manera que el fluido se **caracteriza por** una primera velocidad en dicha abertura de entrada y una segunda velocidad en dicha abertura de salida, siendo dicha primera velocidad supersónica con respecto a dichas superficies del disco de rotor.

20 2. El rotor (40) de compresor supersónico según la reivindicación 1, en el que dicha pluralidad de rampas (98) supersónicas de compresión adyacentes comprende al menos uno de:

dos rampas adyacentes;
 tres rampas adyacentes; y
 cuatro rampas adyacentes.

25 3. El rotor (40) de compresor supersónico según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que dicha pluralidad de rampas (98) supersónicas de compresión adyacentes comprende:

al menos una rampa (98) de compresión axial acoplada a al menos una rampa (98) de compresión radial;
 al menos una sección axial de garganta (124) acoplada a al menos una sección radial de garganta (124); y
 30 al menos una sección axial divergente (128) acoplada a al menos una sección radial divergente (128).

4. El rotor (40) de compresor supersónico según cualquier reivindicación anterior, en el que dicha pluralidad de rampas (98) supersónicas de compresión adyacentes está configurada para formar:

una pluralidad de ondas de choque oblicuas axiales (152/154); y
 35 una pluralidad de ondas de choque oblicuas radiales (152/154).

5. El rotor (40) de compresor supersónico según cualquier reivindicación anterior, en el que dicha cubierta (200) comprende al menos un mecanismo (500) de sellado acoplado a la misma.

40 6. El rotor (40) de compresor supersónico según la reivindicación 5, en el que dicho al menos un mecanismo (500) de sellado comprende al menos uno de:

al menos una junta (506) de sellado axial; y
 al menos una junta (650/652/654/656) de sellado radial.

45 7. El compresor (10) supersónico según la reivindicación 6, en el que al menos una junta (650/652/654/656) de sellado radial se extiende radialmente entre al menos una de:

dicha caja (24) y dicha cubierta (200); y
 dicha caja (24) y dicho al menos un disco (48) de rotor.

50 8. El compresor (10) supersónico según cualquier reivindicación anterior, en el que al menos una sección de una de dicha pluralidad de rampas (98) supersónicas de compresión está acoplada a dicha cubierta (200).

9. Un compresor (10) supersónico que comprende:

una entrada (26) de fluido;
 una salida (28) de fluido;
 un conducto (32) de fluido que se extiende entre dicha entrada de fluido y dicha salida de fluido;
 55 al menos un rotor (40) de compresor supersónico según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, dispuesto dentro de dicho conducto de fluido de dicho compresor supersónico.

10. Un procedimiento de ensamblaje de un compresor supersónico según la reivindicación 1, comprendiendo dicho

procedimiento:

la provisión de una caja que define una entrada de fluido, una salida de fluido y un conducto de fluido que se extiende entre ellas;
la disposición de al menos un rotor de compresor supersónico dentro del conducto de fluido del compresor supersónico comprendiendo:

la provisión de al menos un disco de rotor que comprende un cuerpo esencialmente cilíndrico que se extiende entre una superficie radialmente interna y una superficie radialmente externa;
el acoplamiento de una pluralidad de álabes al cuerpo, los álabes se extienden radialmente hacia el exterior del al menos un disco de rotor, los álabes adyacentes forman un par;
el acoplamiento de una cubierta a al menos una sección de cada una de la pluralidad de álabes y extendiéndose la cubierta alrededor de al menos una sección del al menos un disco de rotor, en el que la caja se extiende alrededor de al menos una sección de la cubierta;
la orientación de la superficie radialmente externa, del par de álabes adyacentes, y de la cubierta de manera que un canal de flujo de fluido se define entre ellos, el canal de flujo de fluido comprende una abertura de entrada de fluido y una abertura de salida de fluido; y
la colocación de una pluralidad de rampas supersónicas de compresión adyacentes dentro del canal de flujo de fluido, cada una de la pluralidad de rampas supersónicas de compresión adyacentes está configurada para condicionar que un fluido sea canalizado a través del canal de flujo de fluido de manera que el fluido **se caracteriza por** una primera velocidad en la abertura de entrada y una segunda velocidad en la abertura de salida, siendo la primera velocidad supersónica con respecto a las superficies del disco de rotor.

11. El procedimiento según la reivindicación 10, en el que la colocación de una pluralidad de rampas supersónicas de compresión adyacentes dentro del canal de flujo de fluido comprende al menos uno de:

el acoplamiento de una de dos rampas adyacentes;
el acoplamiento de una de tres rampas adyacentes; y
el acoplamiento de una de cuatro rampas adyacentes;

a al menos una de la superficie radialmente externa, el al menos un álabe adyacente y la cubierta.

12. El procedimiento según la reivindicación 10, o la reivindicación 11, en el que la colocación de una pluralidad de rampas supersónicas de compresión adyacentes dentro del canal de flujo de fluido comprende al menos uno de:

el acoplamiento de al menos una rampa de compresión axial a al menos una rampa de compresión radial;
el acoplamiento de al menos una sección de garganta axial a al menos una sección de garganta radial; y
el acoplamiento de al menos una sección divergente axial a al menos una sección divergente radial.

13. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, que además comprende el acoplamiento de al menos un mecanismo de sellado a al menos una sección de la cubierta, en el que el al menos un mecanismo de sellado incluye al menos uno de al menos una junta de sellado axial y al menos una junta de sellado radial.

14. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13 en el que la colocación de una pluralidad de rampas supersónicas de compresión adyacentes dentro del canal de flujo de fluido comprende la formación de una región de compresión dentro del canal de flujo de fluido que facilita la formación de al menos una de entre una pluralidad de ondas de choque oblicuas axiales y una pluralidad de ondas de choque oblicuas radiales.

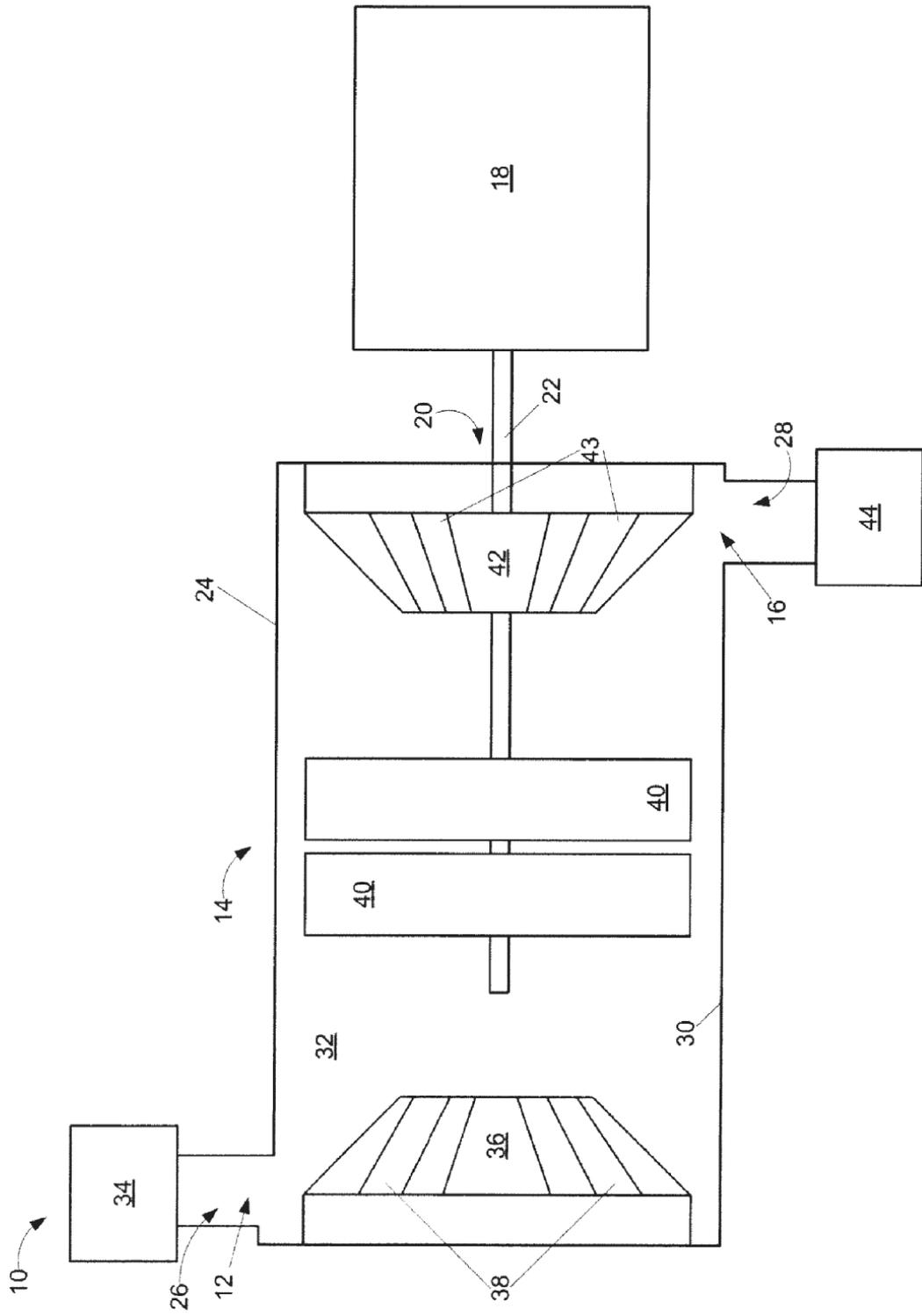


Fig. 1

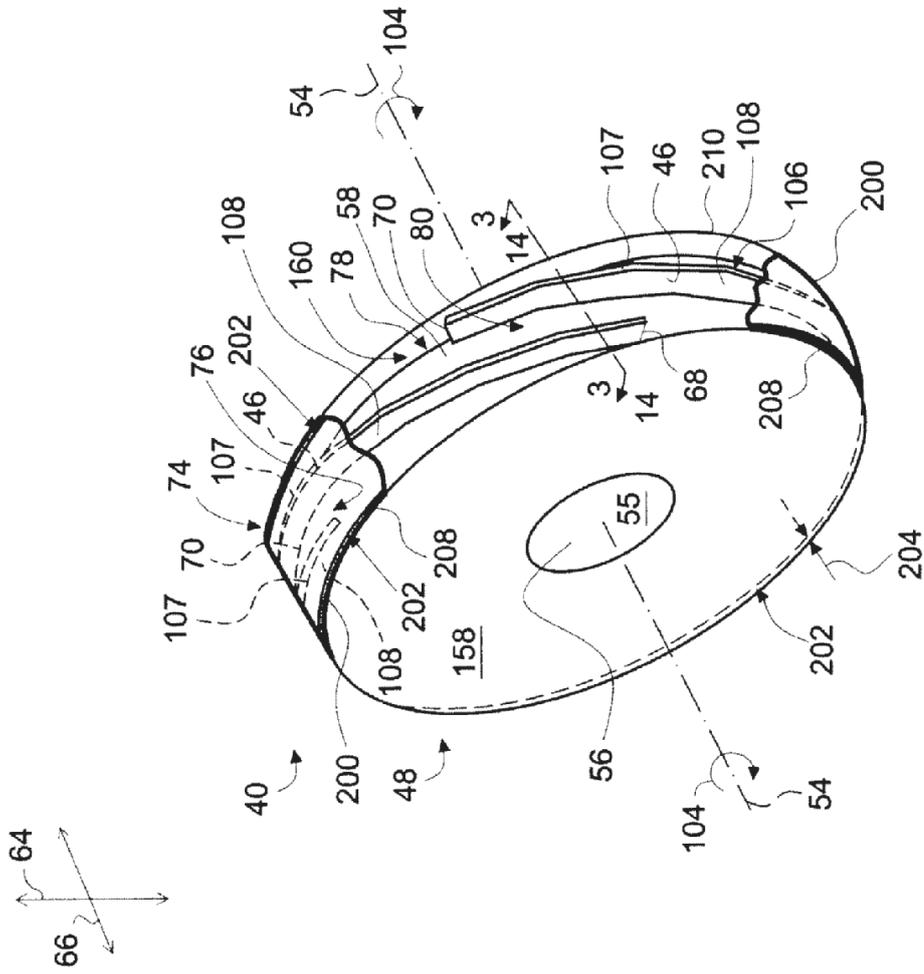


FIG. 2

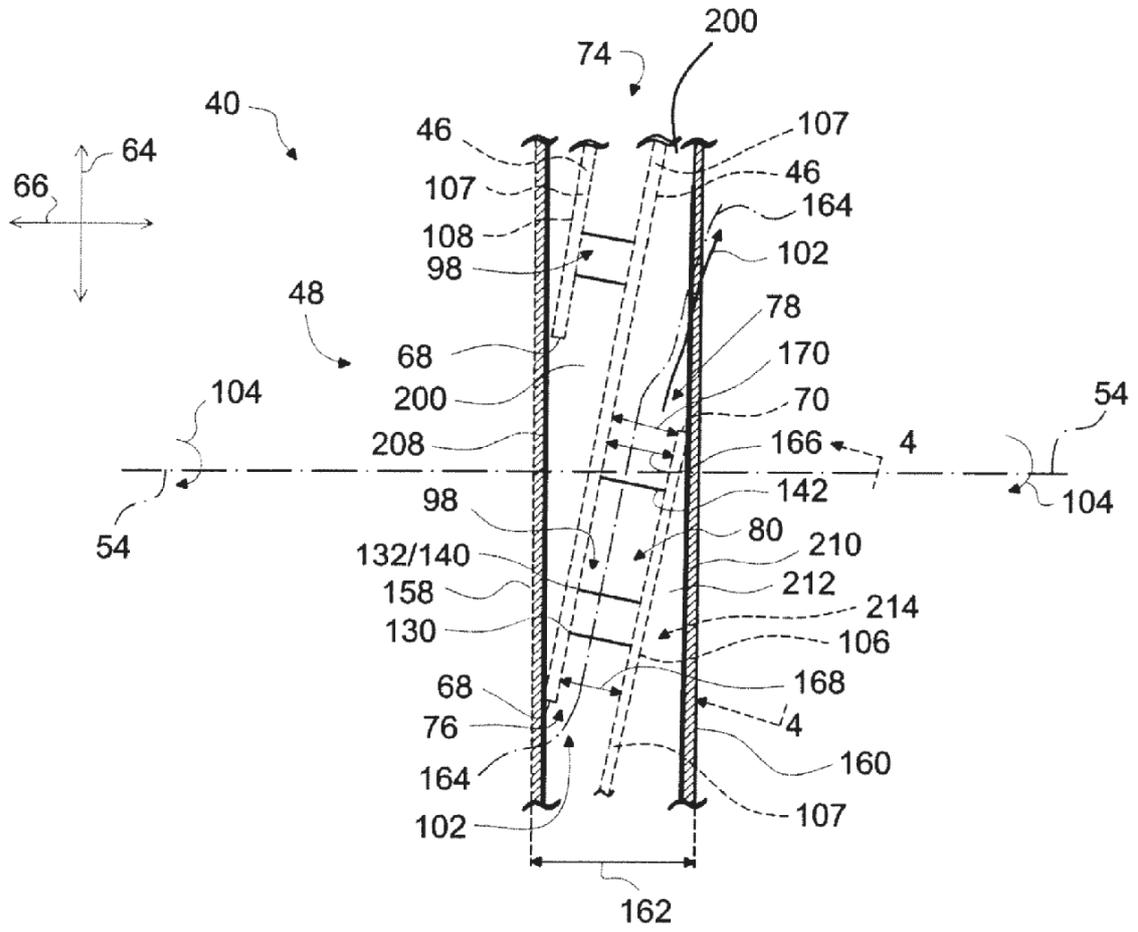


FIG. 3

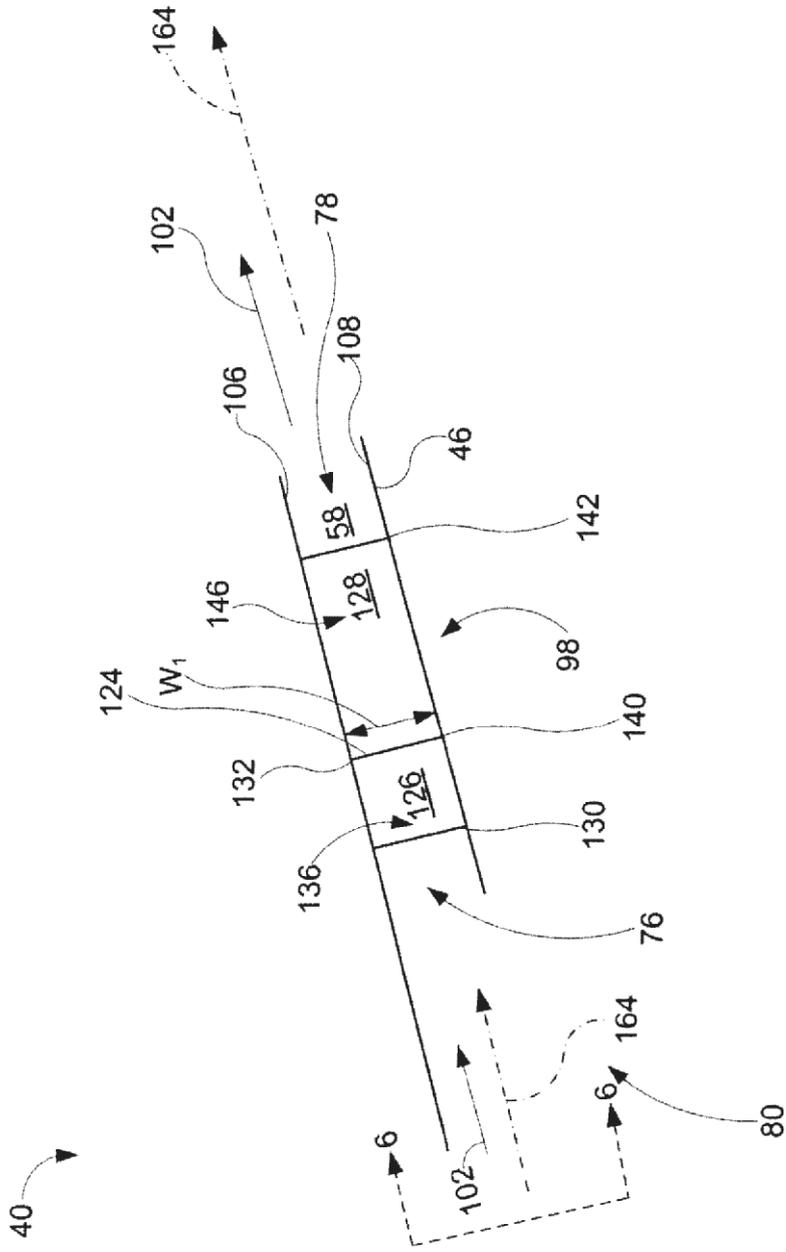


Fig. 5

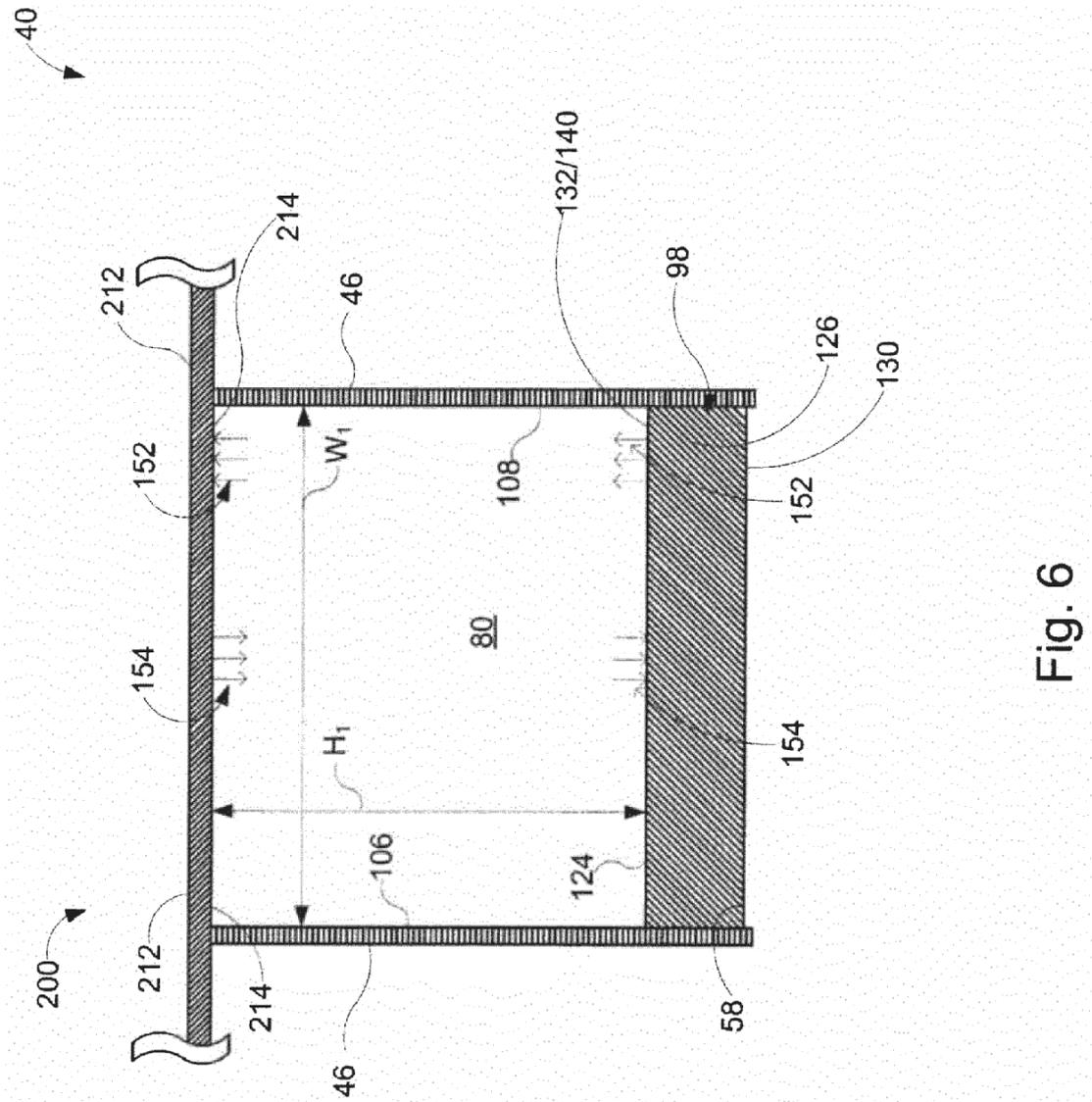


Fig. 6

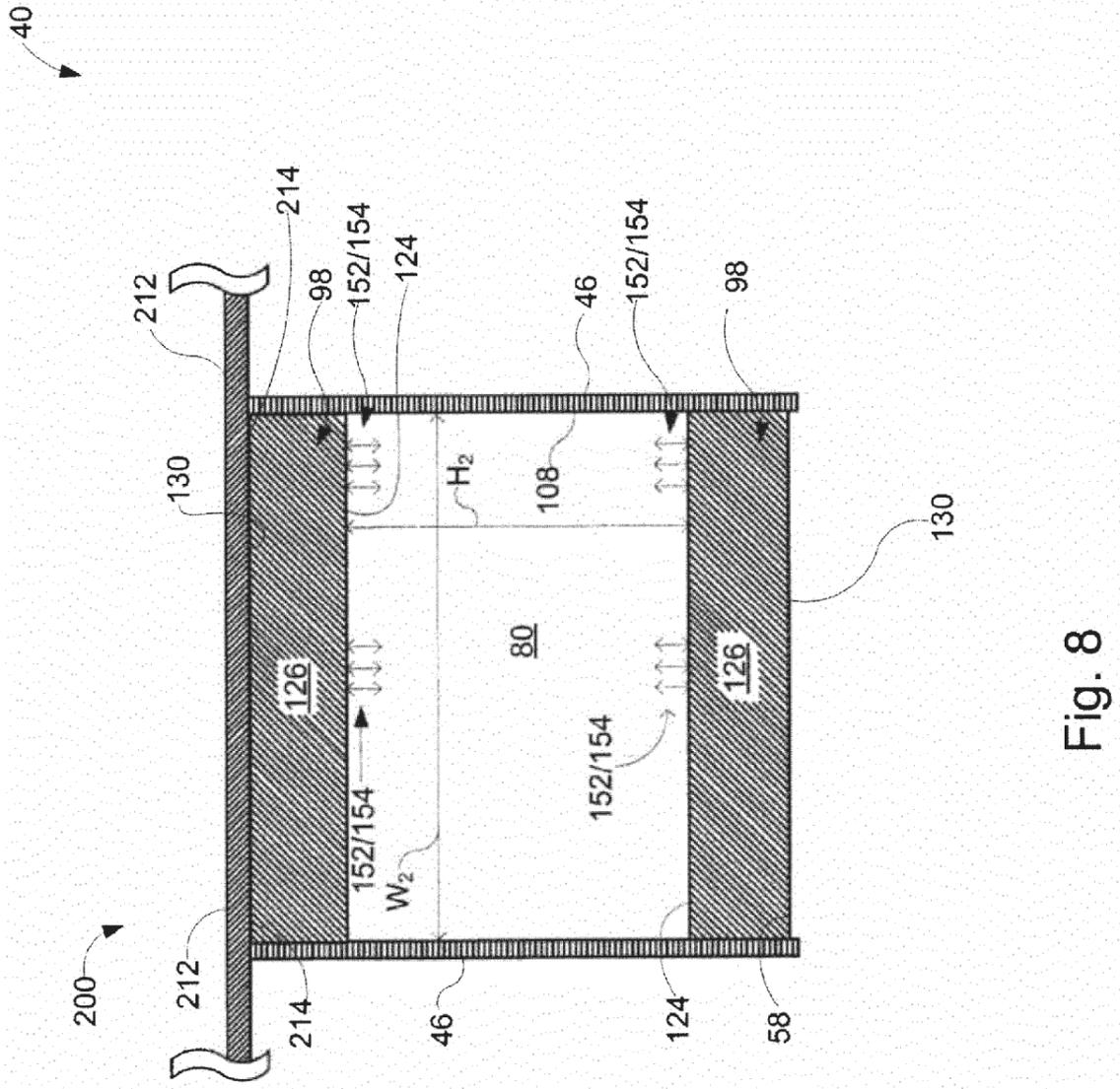


Fig. 8

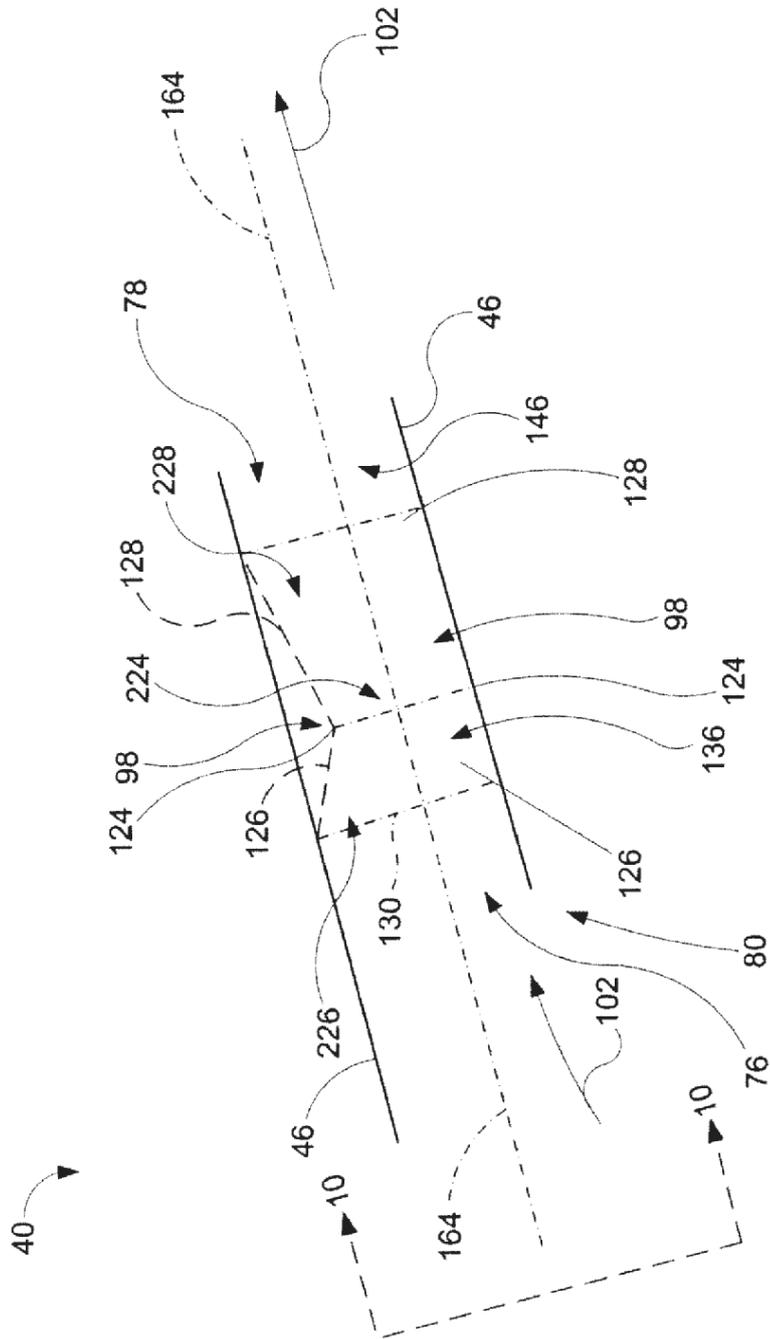


Fig. 9

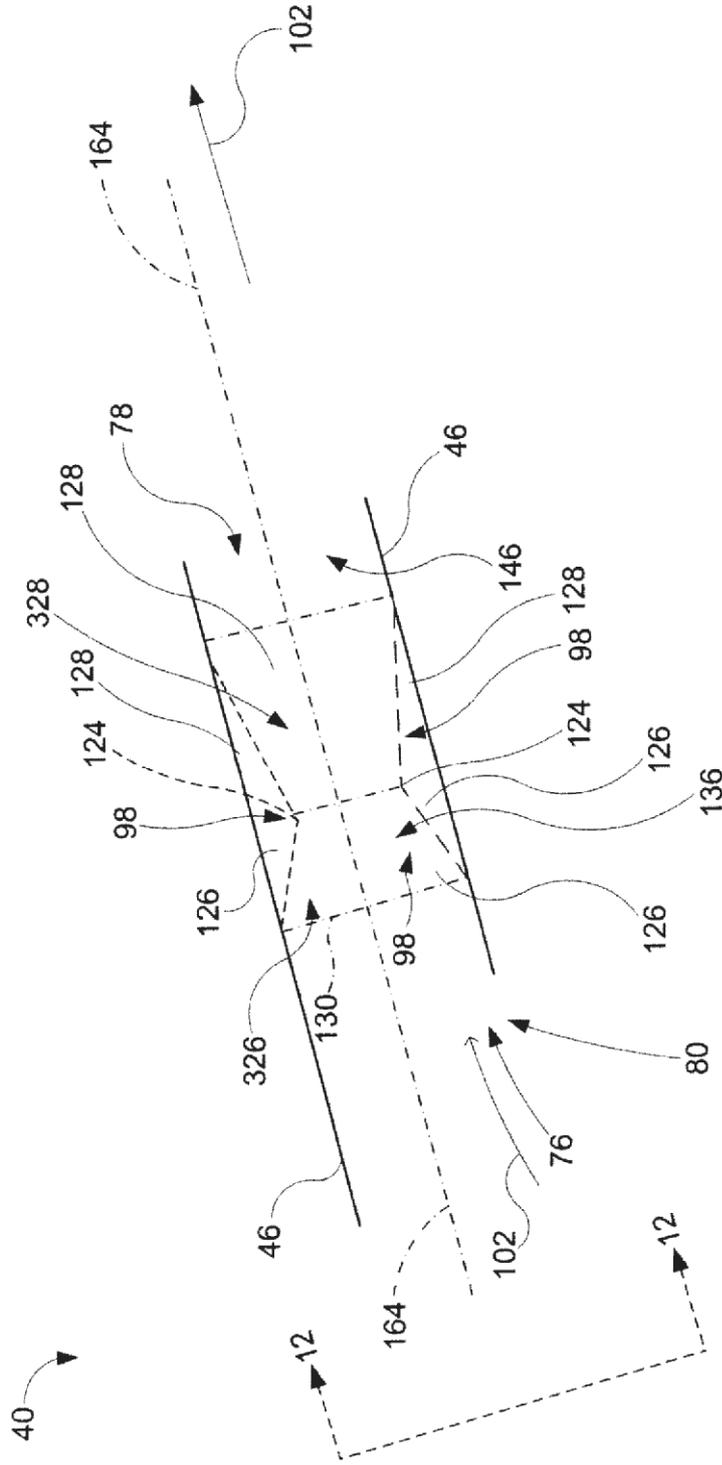


Fig. 11

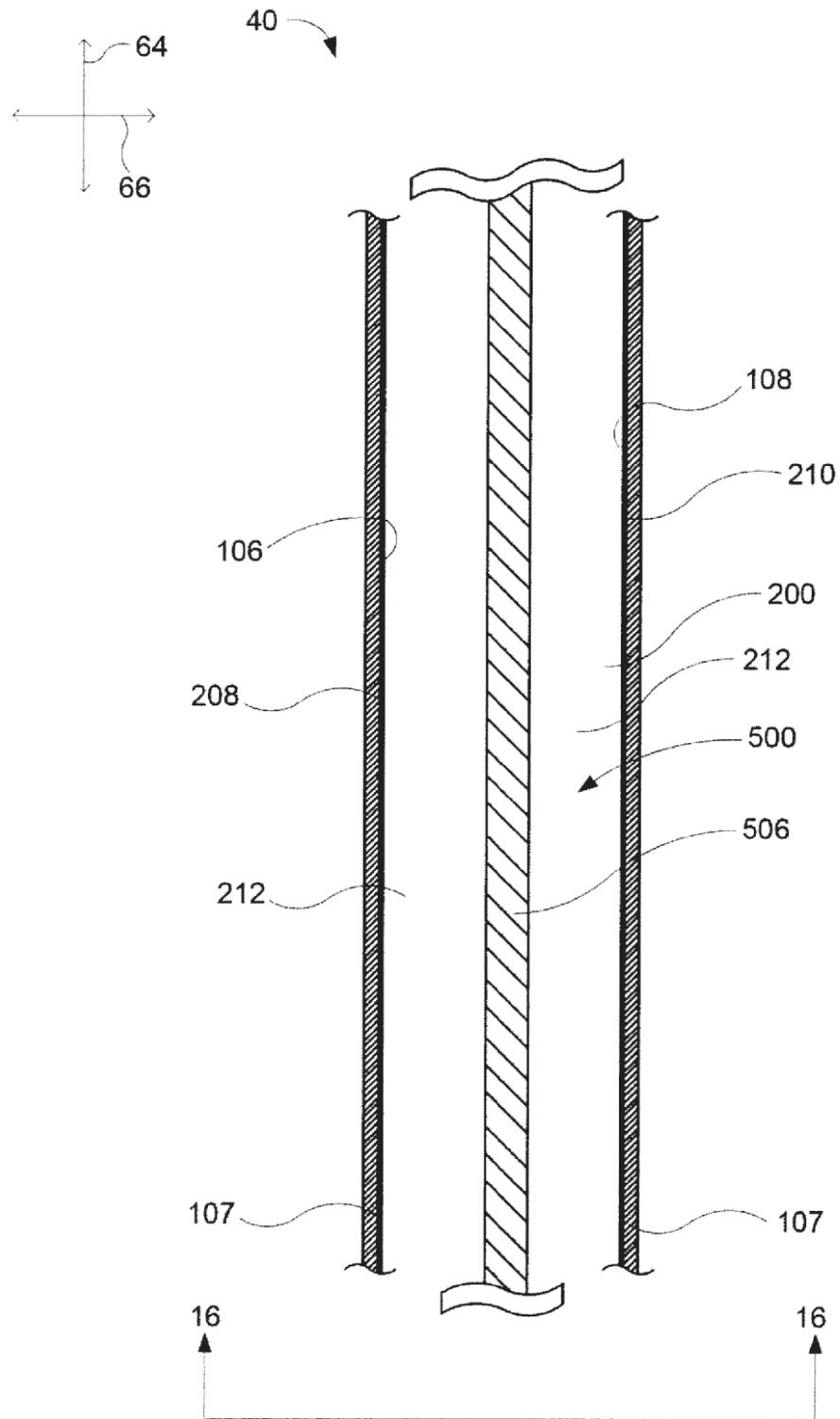


Fig. 14

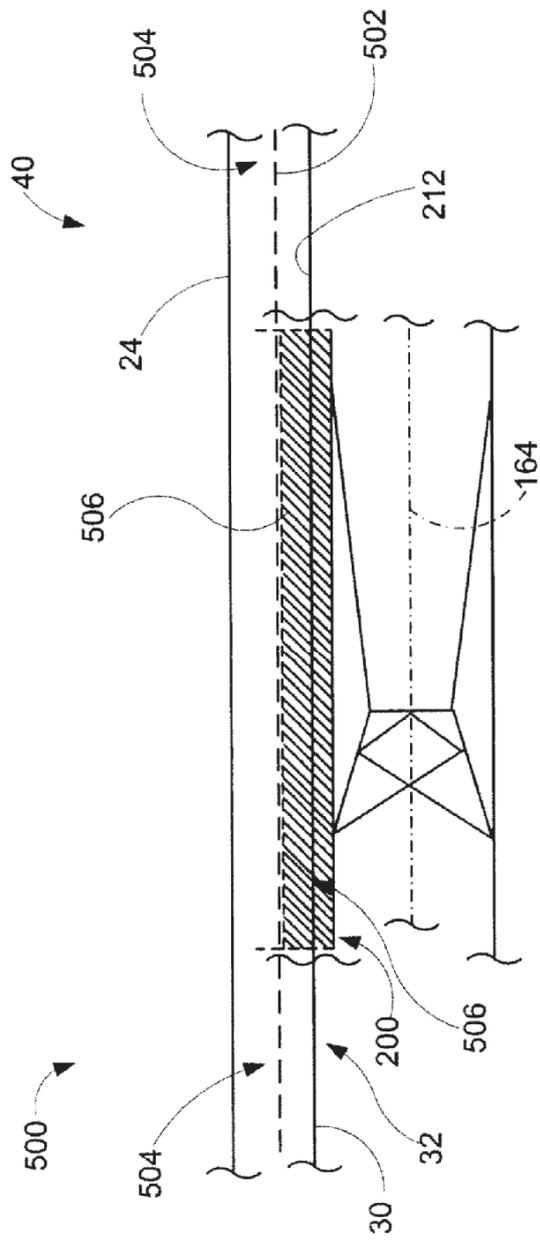


Fig. 15

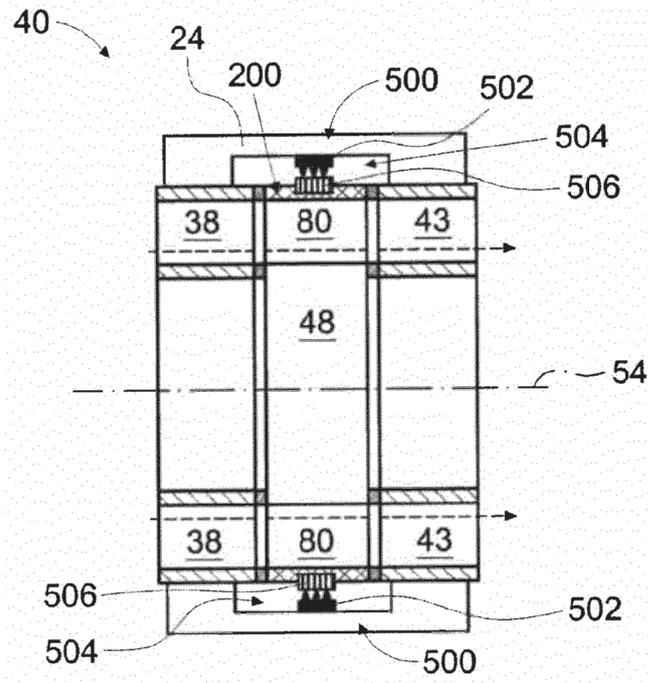


FIG. 16

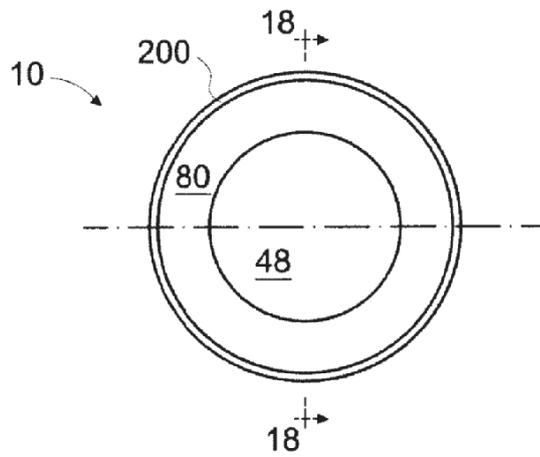


FIG. 17

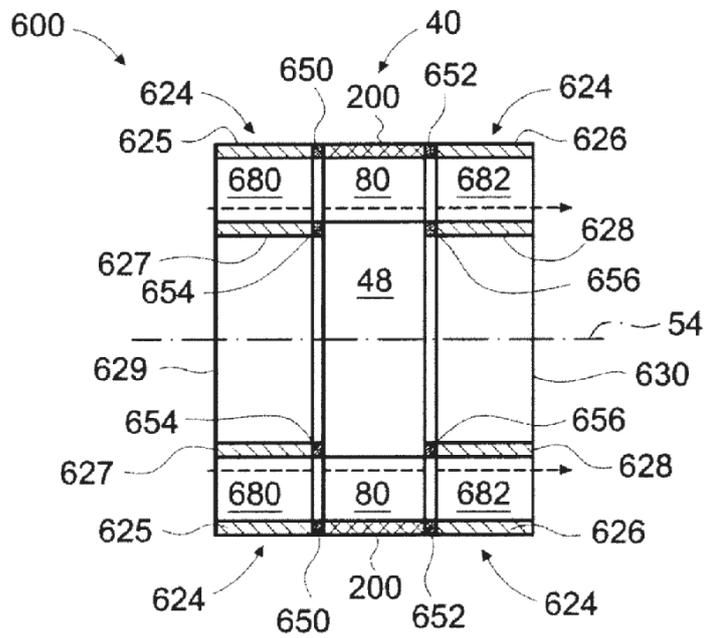


FIG. 18