

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 203**

51 Int. Cl.:

F01D 1/02 (2006.01)

F01D 17/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2017 E 17153698 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 3199754**

54 Título: **Conjunto de guía de entrada**

30 Prioridad:

29.01.2016 US 201615010634

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

08.11.2019

73 Titular/es:

**PRATT & WHITNEY CANADA CORP. (100.0%)
1000 Marie-Victorin (01BE5)
Longueuil, Québec J4G 1A1, CA**

72 Inventor/es:

**THOMASSIN, JEAN;
VALLIERES, MARIE-CLAUDE;
FONTAINE, MIKE;
JULIEN, ANDRE y
PERERA, JOHN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 730 203 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

Conjunto de guía de entrada

5 **Campo técnico**

La solicitud está relacionada generalmente con conjuntos de motor compuesto y, más particularmente, como conjuntos de guía de entrada de turbina para tales motores.

10 **Antecedentes de la técnica**

Se conocen conjuntos de motor compuesto que incluyen una turbina de impulsión con un núcleo de motor en vaivén y típicamente incluyen tubos de escape que definen una tobera en su extremo para comunicación con un camino de flujo de la turbina de impulsión. Por ejemplo el documento US-2009/0136338 describe un conjunto de guía de entrada para una turbina que recibe un flujo pulsado por lo que las paletas de guía (toberas) se disponen firmemente sobre el soporte de paleta de guía y exhiben diferentes posiciones angulares opuestas al disco de rotor en diferentes sectores de la región periférica. Sin embargo, cada tobera entrega el escape sobre un arco respectivo del camino de flujo, y la velocidad de flujo tiende a caer a lo largo del respectivo arco, lo que puede llevar a un uso ineficiente de la energía de pulso de escape dentro de la turbina.

20 **Compendio**

En un aspecto de la presente invención, se proporciona un conjunto de guía de entrada para una turbina que recibe un flujo pulsado, el conjunto de guía de entrada comprende un conducto que tiene un volumen interno y una lumbrera de entrada y una pluralidad de toberas que comunican con el volumen interno, la lumbrera de entrada configurada para recibir el flujo pulsado, cada una de la pluralidad de toberas define una respectiva área de tobera que comunica entre el volumen interno y un camino de flujo de la turbina, las toberas dispuestas en serie y espaciadas a lo largo de una dirección de flujo a través del conducto, al menos una de las toberas tiene un área de tobera mayor que al menos otra de las toberas ubicada aguas arriba de la misma.

En un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un método para introducir un flujo pulsado a un camino de flujo de una turbina, el método comprende: proporcionar una pluralidad de toberas espaciadas circunferencialmente en comunicación con el camino de flujo de la turbina, las toberas definen una restricción mayor al flujo pulsado en una primera ubicación que en una segunda ubicación a lo largo de una dirección circunferencial de las toberas; y dirigir el flujo pulsado a lo largo de un camino circunferencial a la primera ubicación y luego a la segunda ubicación de modo que la primera ubicación está aguas arriba de la segunda ubicación, mientras se hace circular el flujo a través de la pluralidad de toberas espaciadas circunferencialmente al camino de flujo de la turbina. Rasgos de realizaciones de la invención se presentan en las reivindicaciones dependientes.

40 **Descripción de los dibujos**

Ahora se hace referencia a las figuras adjuntas en la que:

la figura 1 es una representación esquemática de un conjunto de motor compuesto según una realización particular;

45 la figura 2 es una vista en sección transversal de un motor Wankel que se puede usar en un conjunto de motor compuesto tal como se muestra en la figura 1, según una realización particular;

la figura 3 es una representación esquemática de parte del conjunto de motor compuesto de la figura 1 según una realización particular;

50 la figura 4A es una vista esquemática delantera en sección transversal de un conjunto de guía de entrada según una realización particular;

la figura 4B es una vista esquemática aplanada de parte del conjunto de guía de entrada de la figura 4A;

55 la figura 5 es una vista esquemática delantera en sección transversal de un conjunto de guía de entrada según otra realización particular;

60 la figura 6 es una vista esquemática delantera en sección transversal de un conjunto de guía de entrada según otra realización particular;

la figura 7A es una vista esquemática delantera de un conjunto de guía de entrada según otra realización particular; y

65 la figura 7B es una vista esquemática aplanada de parte de un conjunto de guía de entrada según otra realización particular.

Descripción detallada

Haciendo referencia a la figura 1, se muestra esquemáticamente un conjunto de motor compuesto 10. El conjunto de motor compuesto 10 incluye un núcleo de motor con uno o más motores de combustión interna de combustión intermitente 12. El motor(es) de combustión interna 12 impulsa una carga común. En la realización mostrada, la carga común incluye un árbol de salida 14 que se puede conectar por ejemplo a una hélice a través de una caja de engranajes de reducción (no se muestra) y a la que se acopla cada motor interno. Otras posibles cargas comunes pueden incluir, aunque sin quedar limitados a ellas, uno o más rotores de compresor y/o ventilador, generador(es) eléctrico(s), accesorios, mástil (es) de rotor, o cualquier otro tipo de carga o combinación de las mismas.

En una realización particular, el conjunto de motor compuesto 10 también incluye un turbocompresor 16, que incluye un compresor 18 y una turbina de segunda fase 20 que se interconectan con impulsión mediante un árbol 22. El compresor 18 y la turbina de segunda fase 20 pueden ser cada uno un dispositivo monofásico o un dispositivo de varias fases con un único árbol o dividido en árboles independientes en paralelo o en serie, y cada uno puede ser un dispositivo centrífugo o axial. El compresor 18 del turbocompresor 16 comprime el aire antes de que entre al motor(es) de núcleo 12. El compresor 18 y la turbina de segunda fase 20 pueden incluir, cada uno, uno o más rotores, con álabes de flujo radiales, axiales o mezclados.

En la realización mostrada, el árbol 22 del turbocompresor 16 se extiende a lo largo de un eje diferente que el del árbol de salida 14, por ejemplo paralelo al mismo; como alternativa, el árbol 22 del turbocompresor se puede extender transversal al árbol de salida 14, o puede ser definido coaxialmente con el árbol de salida 14. El árbol de turbocompresor 22 y el árbol de salida 14 están en acoplamiento de impulsión entre sí, a través de cualquier tipo adecuado de transmisión o caja de engranajes 26, por ejemplo un sistema de engranajes planetario, estelar, desviado o angular.

Como alternativa, el turbocompresor 16 se puede omitir.

Cada motor de combustión interna 12 proporciona un flujo de escape en forma de pulsos de escape o flujo pulsado, provocados por la combustión intermitente que ocurre con el motor de combustión interna de combustión intermitente 12. El flujo de escape del motor de combustión interna 12 se suministra a una turbina de primera fase o compuesta 24 en comunicación de fluidos con el mismo. La turbina de primera fase 24 podría ser una turbina de flujo axial, radial o mezclado. En la realización mostrada, la turbina de primera fase 24 se interconecta con impulsión a la turbina de segunda fase 20 al estar montada en el mismo árbol de turbina 22, y por consiguiente también se acopla con impulsión al árbol de salida 14 a través de la caja de engranajes 26. En una realización alternativa, las turbinas 24, 20 pueden rotar independientemente, con la turbina de primera fase 24 acoplada con impulsión al árbol de salida 14, por ejemplo por medio de la caja de engranajes 26, y la turbina de segunda fase 26 acoplada con impulsión al compresor 18, por ejemplo por medio del árbol de turbina 22.

La salida de la turbina de primera fase 24 está en comunicación de fluidos con una entrada de la turbina de segunda fase 20. La turbina de segunda fase 20 extrae energía del gas de escape que sale de la turbina de primera fase 24 para impulsar el compresor 18 por medio del árbol de conexión 22. En una realización particular, la turbina de segunda fase 20 es una turbina de presión, también conocida como turbina de reacción, y la turbina de primera fase 24 se configura como turbina de tipo velocidad, también conocida como turbina de impulsión.

Una turbina de impulsión pura trabaja al cambiar la dirección del flujo sin acelerar el flujo dentro del rotor; el fluido es desviado sin una caída de presión significativa en los álabes de rotor. Los álabes de la turbina de impulsión pura se diseñan de manera que en un plano transversal perpendicular a la dirección de flujo, el área definida entre los álabes es la misma en los bordes de ataque de los álabes y en los bordes de salida del álabe: el área de flujo de la turbina es constante, y los álabes usualmente son simétricos alrededor del plano del disco rotatorio. El trabajo de la turbina de impulsión pura se debe únicamente al cambio de dirección en el flujo a través de los álabes de turbina. Turbinas de impulsión puras típicas incluyen turbinas de vapor de agua e hidráulicas.

En contraste, una turbina de reacción acelera el flujo dentro del rotor pero necesita una caída de presión estática en el rotor para permitir esta aceleración de flujo. Los álabes de la turbina de reacción se diseñan de manera que en un plano transversal perpendicular a la dirección de flujo, el área definida entre los álabes es más grande en los bordes de ataque de los álabes que en los bordes de salida del álabe: el área de flujo de la turbina se reduce a lo largo de la dirección de flujo, y los álabes usualmente no son simétricos alrededor del plano del disco rotatorio. El trabajo de la turbina de reacción pura se debe a la aceleración y el giro del flujo a través de los álabes de turbina.

Las turbinas más aeronáuticas no son de "impulsión pura" o de "reacción pura", sino que en cambio funcionan siguiendo una mezcla de estos dos principios opuestos pero complementarios - es decir, hay una caída de presión en los álabes, hay algo de reducción de área de flujo de los álabes de turbina a lo largo de la dirección de flujo, y la velocidad de rotación de la turbina se debe tanto a la aceleración como al cambio de dirección del flujo. El grado de reacción de una turbina se puede determinar usando la relación de reacción basada en temperatura (ecuación 1) o la relación de reacción basada en presión (ecuación 2), que típicamente son de valor cercano entre sí para una misma turbina:

$$(1) \text{Reacción}(T) = \frac{(T_{S3} - T_{S5})}{(T_{S0} - T_{S5})}$$

$$(2) \text{Reacción}(P) = \frac{(P_{S3} - P_{S5})}{(P_{S0} - P_{S5})}$$

5 donde T es la temperatura y P es la presión, s se refiere a una lumbrera estática, y los números se refieren a la ubicación donde se mide la temperatura o la presión: 0 para la entrada de la paleta de turbina (estator), 3 para la entrada del álabe de turbina (rotor) y 5 para la salida del álabe de turbina (rotor); y donde una turbina de impulsión pura tendría una relación de 0 (0 %) y una turbina de reacción pura tendría una relación de 1 (100 %).
 10 Las turbinas aeronáuticas referidas como turbinas de impulsión típicamente tienen una relación de reacción de 0,25 (25 % reacción) o menos, aunque también son posibles otros valores.

15 En una realización particular, la turbina de primera fase 24 se configura para aprovechar la energía cinética del flujo pulsante que sale del motor(es) de combustión interna 12 mientras se estabiliza el flujo, y la turbina de segunda fase 20 se configura para extraer energía de la presión restante en el flujo. Por consiguiente, la turbina de primera fase 24 tiene una relación de reacción inferior (es decir, valor inferior) que la de la turbina de segunda fase 20.

20 En una realización particular, la turbina de segunda fase 20 tiene una relación de reacción mayor que 0,25; en otra realización particular, la turbina de segunda fase 20 tiene una relación de reacción mayor que 0,3; en otra realización particular, la turbina de segunda fase 20 tiene una relación de reacción de aproximadamente 0,5; en otra realización particular, la turbina de segunda fase 20 tiene una relación de reacción mayor que 0,5.

25 En una realización particular, la turbina de primera fase 24 tiene una relación de reacción de como mucho 0,2; en otra realización particular, la turbina de primera fase 24 tiene una relación de reacción de como mucho 0,15; en otra realización particular, la turbina de primera fase 24 tiene una relación de reacción de como mucho 0,1; en otra realización particular, la turbina de primera fase 24 tiene una relación de reacción de como mucho 0,05.

30 Se entiende que cualquiera de las relaciones de reacción mencionadas anteriormente para la turbina de segunda fase 20 se puede combinar con cualquiera de las relaciones de reacción mencionadas anteriormente para la turbina de primera fase 24 y que estas relaciones pueden basarse en presión o basarse en temperatura. También son posibles otros valores.

35 Aunque no se muestra, el aire puede opcionalmente circular a través de un interenfriador entre el compresor 18 y el motor(es) de combustión interna 12, y el conjunto de motor 10 también incluye un sistema de refrigeración, que incluye por ejemplo un sistema de circulación para un refrigerante (p. ej. agua-etileno, aceite, aire) para enfriar el alojamiento de cada motor de combustión interna 12, un refrigerante de aceite para las partes mecánicas internas del motor(es) de combustión interna 12, uno o más intercambiadores de calor de refrigerante, etc.

40 El inyector(s) de combustible de cada motor de combustión interna 12, que en una realización particular son inyectores de combustible de conducto común, comunican con una fuente 28 de combustible pesado (p. ej. diésel, queroseno (combustible de chorro), biocombustible equivalente), y entregan el combustible pesado al motor(es) de combustión interna 12 de manera que la cámara de combustión se estratifica con una mezcla combustible-aire rica cerca de la fuente de ignición y una mezcla más pobre en otro lugar.

45 En una realización particular, cada motor de combustión interna 12 es un motor rotatorio de combustión interna que tiene un rotor acoplado de manera sellada en un alojamiento respectivo. En una realización particular, el motor(es) rotatorio(s) es(son) motor(es) Wankel. Haciendo referencia a la figura 2, se muestra una realización ilustrativa de un motor Wankel; se entiende que la configuración del motor(es) de combustión interna 12 usado en el conjunto de motor compuesto 10, p. ej. colocación de lumbreras, número y colocación de juntas de sellado, etc., puede variar de la de la realización mostrada. Adicionalmente, se entiende que cada motor de combustión interna 12 puede ser de cualquier
 50 otro tipo que incluye, pero sin limitación, cualquier otro tipo de motor rotatorio.

55 Como se muestra en la figura 2, cada motor Wankel comprende un alojamiento 32 que define una cavidad interna con un perfil que define dos lóbulos, que preferiblemente es un epitrocoide. Dentro de la cavidad interna se recibe un rotor 30. El rotor 30 define tres zonas de ápice espaciadas circunferencialmente 34 y un perfil generalmente triangular con lados arqueados hacia fuera. Las zonas de ápice 34 están en acoplamiento sellado con la superficie interior de una pared periférica 36 del alojamiento 32 para formar tres cámaras de trabajo 38 entre el rotor 30 y el alojamiento 32. El rotor 30 se acopla a una zona excéntrica 40 del árbol de salida 14 para realizar revoluciones orbitales dentro de la cavidad interna. El árbol de salida 14 realiza tres rotaciones por cada revolución orbital del rotor 30. El eje geométrico 42 del rotor 30 está desviado del eje 44, y paralelo a este, del alojamiento 32. Durante cada revolución orbital, cada
 60 cámara 38 varía en volumen y se mueve alrededor de la cavidad interna para experimentar las cuatro fases de admisión, compresión, expansión y escape.

A través de la pared periférica 36 se proporciona una lumbrera de admisión 46 para admitir sucesivamente aire comprimido a cada cámara de trabajo 38. A través de la pared periférica 36 también se proporciona una lumbrera de escape 48 para descargar sucesivamente los gases de escape desde cada cámara de trabajo 38. A través de la pared periférica 36 también se proporcionan pasajes 50 para una bujía de precalentamiento, bujía de ignición u otro elemento de ignición, así como uno o más inyectores de combustible (no se muestra). Como alternativa, la lumbrera de admisión 46, la lumbrera de escape 48 y/o los pasajes 50 se pueden proporcionar a través de una pared extrema o lateral del alojamiento 32; y/o, el elemento de ignición y un inyector de combustible piloto puede comunicarse con una subcámara piloto (no se muestra) definida en el alojamiento 32 y que comunica con la cavidad interna para proporcionar una inyección piloto. La subcámara piloto puede definirse por ejemplo en un inserto (no se muestra) recibido en la pared periférica 36.

Para un funcionamiento eficiente las cámaras de trabajo 38 están selladas, por ejemplo por juntas de sellado de ápice cargadas por resorte 54 que se extienden desde el rotor 30 para acoplarse a la pared periférica 36, y juntas de sellado de gas o cara cargadas por resorte 56 y juntas de sellado de extremo o esquina 58 que se extienden desde el rotor 30 para acoplarse a las paredes extremas. El rotor 30 también incluye al menos un anillo de sellado de aceite cargado por resorte 60 predispuesto contra la pared extrema alrededor del cojinete para el rotor 30 en la zona excéntrica de árbol 40.

Cada motor Wankel proporciona un flujo de escape en forma de pulso de escape relativamente largo a través de la lumbrera de escape 48; por ejemplo, en una realización particular, cada motor Wankel tiene una explosión por 360° de rotación del árbol de salida, con la lumbrera de escape restante abierta aproximadamente durante 270° de esa rotación, proporcionando así un ciclo de trabajo de pulsos de aproximadamente el 75 %. Por otro lado, un pistón de un motor de pistones en vaivén de 4 tiempos típicamente tiene una explosión por 720° de rotación del árbol de salida con la lumbrera de escape restante abierta durante aproximadamente 180° de esa rotación, proporcionando así un ciclo de trabajo de pulsos del 25 %.

En una realización particular que puede ser particularmente pero no exclusivamente adecuada para baja altitud, cada motor Wankel tiene una relación de expansión volumétrica de 5 a 9, y una relación de compresión volumétrica menor que la relación de expansión volumétrica. La recuperación de potencia de la turbina de primera fase 24 puede ser maximizada al tener las temperaturas de gases de escape en el límite de material, y como tal es adecuado para tales relaciones de compresión volumétrica relativamente bajas, lo que puede ayudar a aumentar la densidad de potencia del motor Wankel y también puede mejorar la combustión a alta velocidad y de combustible pesado.

Haciendo referencia a la figura 3, en una realización particular, el conjunto de motor compuesto 10 incluye dos (2) motores de combustión interna 12 en forma de motores Wankel, por ejemplo tal como se muestra en la figura 2. En otras realizaciones, se pueden proporcionar más o menos motores de combustión interna; por ejemplo, en otra realización particular, el núcleo de motor incluye cuatro (4) motores Wankel, o cualquier número adecuado de motores de combustión interna que tengan cualquier otra configuración adecuada (p. ej. motor en vaivén que define una lumbrera de escape por pistón).

En la realización mostrada, la turbina de primera fase 24 incluye una distribución circunferencial de los álabes de rotor 62 adaptados para rotar en un camino de flujo anular 64. En la realización mostrada, la turbina es una turbina axial, y el camino de flujo 64 se extiende a lo largo de una dirección axial respecto a un eje de rotación de la turbina de primera fase 24. Como alternativa, la turbina de primera fase 24 puede ser una turbina radial, por ejemplo, con una parte aguas arriba del camino de flujo que se extiende a lo largo de una dirección radial.

El conjunto de motor compuesto 10 incluye un tubo de escape 66 para cada lumbrera de escape 48. Cada tubo de escape 66 incluye un primer extremo 68 en comunicación de fluidos con la lumbrera de escape 48 del respectivo motor de combustión interna 12 y un segundo extremo opuesto 70 en comunicación de fluidos con un conjunto de guía de entrada 72, 172, 272, 372, 372' de la turbina de primera fase 24, que comunica con el camino de flujo 64 aguas arriba de los álabes de rotor 62. El conjunto de guía de entrada 72, 172, 272, 372, 372' recibe así el flujo pulsado del tubo(s) de escape 66 y dirige el flujo pulsado al camino de flujo 64.

En una realización particular, un área en sección transversal del tubo(s) de escape 66 aguas arriba del segundo extremo 70 es constante, y esta área constante en sección transversal corresponde a la de la lumbrera de escape de motor 48 conectada al tubo de escape 66. Como alternativa, el tubo de escape 66 puede tener un área en sección transversal diferente a la de la lumbrera de escape 48, y puede ser por ejemplo más pequeña que la de la correspondiente lumbrera de escape 48.

Haciendo referencia a las figuras 4A-4B, se muestra el conjunto de guía de entrada 72 según una realización particular. El conjunto de guía de entrada 72 incluye un conducto en forma arqueada 74 que define uno o más volúmenes internos 76. El conducto 74 puede ser cualquier estructura adaptada para recibir y dirigir el flujo pulsado en la misma a lo largo de una dirección circunferencial 78. El conducto 74 tiene caras extremas espaciadas axialmente 80 (únicamente se muestra una cara extrema) interconectadas por caras concéntricas espaciadas radialmente 82 para recibir y dirigir el flujo pulsado dentro del conducto 74. En una realización particular, el conducto 74 es un conducto anular. El conducto

74 puede tener una sección transversal circular o semicircular, de manera que algunas o todas las caras 80, 82 pueden ser definidas por una pared común.

5 Cada volumen interno 76 se define como una zona del volumen interior entre las caras extremas espaciadas axialmente 80 y las caras espaciadas radialmente 82 del conducto 74. En la realización mostrada, el conducto 74 incluye dos volúmenes internos interconectados 76. Cada de estos dos volúmenes internos 76 define una sección del conducto 74. En una realización particular, cada sección se expande sobre un arco que cubre un ángulo θ de aproximadamente 120° de la circunferencia del conducto 74. Los volúmenes internos 76 se separan uno de otro por cualquier tipo adecuado de partición 77, que puede incluir una pared sólida, paredes espaciadas que encierran una cavidad u otra estructura del motor, o paredes espaciadas separadas.

10 Aunque los volúmenes internos 76 se muestran como juntos extendiéndose alrededor de únicamente parte de una circunferencia completa, como alternativa los volúmenes internos 76 pueden extenderse juntos alrededor de una circunferencia completa del conducto 74 (p. ej., dos volúmenes internos que se extienden alrededor de aproximadamente 180° cada uno como se muestra por ejemplo mediante el conjunto 172 de la figura 5, tres volúmenes internos que se extienden alrededor de aproximadamente 120° cada uno). Además, los volúmenes internos 76 pueden extenderse juntos alrededor de únicamente parte de la circunferencia con diferentes valores angulares que los mostrados (p. ej. dos o tres volúmenes internos que se extienden alrededor de aproximadamente 90° cada uno). Por supuesto son posibles otros valores. El conducto 74 se puede proporcionar como única estructura o en secciones separadas que contienen, cada una, uno de los volúmenes internos 76; tales secciones pueden topar entre sí e interconectarse, o espaciarse circunferencialmente uno de otro cuando los volúmenes internos juntos se extienden alrededor de únicamente parte de una circunferencia completa.

15 Cada volumen interno 76 incluye una lumbrera de entrada 84 configurada para acoplarse al segundo extremo 70 del respectivo tubo de escape 66 que recibe el flujo pulsado. La lumbrera de entrada 84 para transmisión de fluidos se comunica con el respectivo volumen interno 76.

20 Adicionalmente, cada volumen interno 76 incluye toberas de salida espaciadas circunferencialmente 86 dispuestas a lo largo de un arco de admisión 75 y configuradas para comunicar con el camino de flujo 64 de la turbina de primera fase 24. Las toberas 86 también se comunican para transmisión de fluidos con el respectivo volumen interno 76 y se ubican aguas arriba de los álabes de turbina 62. En la realización mostrada, el conjunto de guía de entrada 72 se configura para uso con una turbina axial y por consiguiente las toberas 86 se ubican en una de las caras extremas 80 para descargar el flujo pulsado a lo largo de una dirección axial del conducto 74.

25 Las toberas 86 se distribuyen circunferencialmente alrededor del conducto 74. Cada tobera 86 se ubica a una distancia circunferencial o longitud de arco de la lumbrera de entrada 84, medida a lo largo de la dirección circunferencial 78 del conducto 74; la distancia se define así a lo largo del arco que se extiende entre una línea central 90 de la lumbrera de entrada 84 a una línea central 92 de cada tobera 86.

30 Cada tobera 86 también define un área de tobera 88 (área en sección transversal abierta) para proporcionar la comunicación entre el respectivo volumen interno 76 y el camino de flujo de turbina 64. En la realización mostrada, una tobera 86' ubicada a una distancia R1 de la lumbrera de entrada 84 tiene un área de tobera 88 que es menor que la de una tobera 86" ubicada a una distancia R2 mayor de la lumbrera de entrada 84. En otras palabras, la tobera 86' ubicada más cerca de la lumbrera de entrada 84 (aguas arriba respecto a la dirección de flujo a través del conducto 74) tiene un área de tobera más pequeña 88. Por lo tanto, las toberas 86 definen una mayor restricción al flujo pulsado a través de la primera tobera 86' más cerca de la lumbrera de entrada 84 comparada con el flujo pulsado a través de la segunda tobera 86" más lejos o aguas abajo de la misma.

35 En una realización particular, el flujo pulsado que circula en el conducto 74 es supersónico. Así es deseable un aumento en el área de tobera 88 conforme el flujo se traslada alejándose de la lumbrera de entrada 84 para aumentar la velocidad de flujo del flujo pulsado dado que la presión del flujo pulsado que se propaga a través del conducto 74 se puede reducir sobre el arco del volumen interno 76 a lo largo de la dirección circunferencial 78. El aumento en el área de tobera de las toberas 86 ubicadas más alejadas de la lumbrera de entrada 84 permite un mayor aumento en la velocidad de flujo a través de tales toberas 86 en comparación con las toberas más cerca de la lumbrera de entrada 84, que en una realización particular permite obtener una velocidad de flujo sustancialmente constante por el arco de las toberas 86 dentro de cada volumen interno 76.

40 En una realización particular, el área de tobera 88 de cada tobera 86 ubicada a una distancia dada de la lumbrera de entrada 84 es al menos igual que la de las áreas de tobera de las toberas 86 ubicadas más cerca de la lumbrera de entrada 84. El aumento en el área de tobera 88 puede ser progresivo o discreto conforme aumenta la distancia R desde la lumbrera de entrada 84. En caso de aumento discreto, toberas 86 adyacentes pueden tener la misma área de tobera 88. Por ejemplo, un primer grupo de las toberas 86 más cerca de la lumbrera de entrada 84 puede tener una primera área de tobera que es más pequeña que una segunda área de tobera de un segundo grupo de toberas 86 más alejadas de la lumbrera de entrada 84. Como alternativa, cada tobera 86 puede tener un área de tobera mayor que la de las toberas ubicadas más cerca de la lumbrera de entrada 84.

5 En la realización particular mostrada, cada tobera 86 se define entre parejas adyacentes de las paletas espaciadas circunferencialmente 94 que abarcan la cara extrema abierta 80. Las paletas 94 pueden tener cualquier tipo de perfil aerodinámico apropiado. El área de tobera 88 de las toberas 86 se varía variando un espaciamiento entre paletas o la distancia circunferencial entre las paletas adyacentes. El espaciamiento entre paletas o la distancia circunferencial entre las paletas 94 adyacentes aumenta así conforme las paletas 94 se ubican más alejadas de la lumbrera de entrada 84. El espaciamiento entre paletas puede aumentar progresivamente conforme aumenta la distancia desde la lumbrera de entrada (como se muestra en las figuras 4A-4B) o como alternativa, aumentar en grupos (como se muestra en la figura 5). Por ejemplo, un primer grupo de toberas puede ser definido por un primer grupo de paletas espaciadas idénticamente, y un segundo grupo de toberas ser definido por un segundo grupo de paletas espaciadas idénticamente, las paletas del grupo más cerca de la lumbrera de entrada 84 tienen un espaciamiento entre paletas más pequeño.

15 Haciendo referencia a la figura 6, se muestra un conjunto de guía de entrada 272 según otra realización particular. El conjunto de guía de entrada 272 de la figura 6 es similar al conjunto de guía de entrada 72 de la figura 4, excepto que se configura para uso con una turbina radial; las caras extremas 80 están cerradas y las toberas 286 abarcan una de las caras interiores espaciadas radialmente 82 que está abierta, para descargar el flujo pulsado a lo largo de una dirección radial del conducto 74. Las toberas 286 también se definen entre paletas adyacentes de una distribución circunferencial de las paletas 294. Como en la realización de la figura 4, se define una distancia circunferencial más pequeña entre adyacentes de las paletas 294 ubicadas más cerca de la lumbrera de entrada 84 que entre adyacentes de las paletas ubicadas más alejadas de la lumbrera de entrada 84.

25 Haciendo referencia a las figuras 7A-7B, se muestran conjuntos de guía de entrada 372, 372' según otra realización particular, adecuados para uso con una turbina axial. En estas realizaciones, las toberas 386, 386' se definen por agujeros espaciados 396 formados a través de una de las caras extremas 380 del conducto 374. Los agujeros 396 pueden tener cualquier forma adecuada. Por ejemplo, como se muestra en la figura 7B, los agujeros 396 tienen una forma elíptica, inclinada con respecto al flujo. Cada tobera puede ser definida por un único agujero (figura 7A), o por una pluralidad de agujeros con el área de tobera correspondiente a la suma del área en sección transversal de sus agujeros (figura 7B para las toberas 386'). Las toberas pueden ser equidistantes a lo largo de la dirección de flujo. Por consiguiente, en una realización particular, el conjunto de guía de entrada 72, 172, 272, 372, 372' se usa para introducir el flujo pulsado a un camino de flujo 64 de la turbina de primera fase 24 al dirigir el flujo pulsado a uno o más volúmenes internos 76 del conducto 74 a través de la respectiva entrada del conducto 74, dirigir el flujo pulsado circunferencialmente a lo largo de cada volumen interno 76, y finalmente dirigir el flujo pulsado desde cada volumen interno 76 al camino de flujo 64 a través de las toberas espaciadas circunferencialmente 86 del conducto 74.

35 La descripción anterior pretende ser únicamente ilustrativa, y el experto en la técnica identificará que se pueden hacer cambios a las realizaciones descritas sin salir del alcance de la invención descrita. Para los expertos en la técnica serán evidentes modificaciones que se encuentran dentro del alcance de la presente invención, a la luz de una revisión de esta descripción, y tales modificaciones están pensadas para encontrarse dentro de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de guía de entrada (72, 172, 272, 372, 372') para una turbina (24) que recibe un flujo pulsado, el conjunto de guía de entrada comprende un conducto (74, 374) que tiene un volumen interno (76) y una lumbrera de entrada (84) y una pluralidad de toberas (86, 286, 386, 386') que comunican con el volumen interno (76), la lumbrera de entrada (84) configurada para recibir el flujo pulsado, cada una de la pluralidad de toberas (86, 286, 386, 386') define una respectiva área de tobera (88) que comunica entre el volumen interno (76) y un camino de flujo (64) de la turbina (24), las toberas (86, 286, 386, 386') dispuestas en serie y espaciadas a lo largo de una dirección de flujo a través del conducto (74, 374), al menos una de las toberas (86, 286, 386, 386') tiene un área de tobera (88) mayor que al menos otra de las toberas (86, 286, 386, 386') ubicada aguas arriba de la misma.
2. El conjunto de guía de entrada definido en la reivindicación 1, en donde cada tobera (86, 286, 386, 386') tiene un área de tobera mayor (88) que cada tobera (86, 286, 386, 386') ubicada aguas arriba de la misma.
3. El conjunto de guía de entrada definido en la reivindicación 1 o 2, en donde cada tobera (86, 286) se define entre adyacentes de las paletas espaciadas circunferencialmente y dimensionadas comúnmente (94, 294), un espaciamiento entre paletas correspondiente a cada tobera (86, 286) es mayor que un espaciamiento entre paletas de cada tobera (86, 286) ubicadas aguas arriba de la misma.
4. El conjunto de guía de entrada definido en la reivindicación 1 o 2, en donde cada tobera (86, 286) se define entre adyacentes de las paletas espaciadas circunferencialmente y dimensionadas comúnmente (94, 294), las toberas (86, 286) incluyen al menos un primer grupo de toberas (86, 286) definido por un primer grupo de las paletas (94, 294) que tiene un primer espaciamiento entre paletas idéntico, y un segundo grupo de toberas (86, 286) definido por un segundo grupo de las paletas (94, 294) que tiene un segundo espaciamiento entre paletas idéntico, el primer grupo ubicado aguas arriba del segundo grupo, el segundo espaciamiento entre paletas mayor que el primer espaciamiento entre paletas.
5. El conjunto de guía de entrada definido en la reivindicación 1 o 2, en donde al menos una de las toberas (386, 386') se define por una pluralidad de agujeros (396) formados a través de una cara del conducto (74, 374), el área de tobera (88) es una suma del área en sección transversal de los agujeros (396), y/o en donde al menos una de las toberas (386, 386') se define por un único agujero (396) formado a través de la cara del conducto.
6. La guía de entrada definida en la reivindicación 1 o 2, en donde un espaciamiento a lo largo de la dirección de flujo entre la primera y la segunda de las toberas (86, 286, 386, 386') es el mismo que el espaciamiento a lo largo de la dirección de flujo entre la segunda y la tercera de las toberas (86, 286, 386, 386').
7. La guía de entrada defina en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde:
 las toberas (86, 286, 386, 386') incluyen un grupo de primeras toberas de salida (86, 286, 386, 386') cada una tiene la misma área de tobera (88), o
 las toberas (86, 286, 386, 386') incluyen un primer grupo de primeras toberas de salida equidistantes (86, 286, 386, 386') cada una tiene la misma primera área de tobera (88) y un segundo grupo de segundas toberas de salida equidistantes (86, 286, 386, 386') cada una tiene una misma segunda área de tobera (88) mayor que la primera área de tobera (88), el primer grupo ubicado más cerca de la lumbrera de entrada (84) que el segundo grupo respecto a la dirección de flujo.
8. La guía de entrada definida en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el conducto (74, 374) incluye un volumen interno adicional (76) y una lumbrera de entrada adicional (84) que comunican con el volumen interno adicional (76), una pluralidad de toberas adicionales (86, 286, 386, 386') que comunican con el volumen interno adicional (76), la lumbrera de entrada adicional (84) configurada para recibir parte del flujo pulsado, cada una de la pluralidad de toberas adicionales (86, 286, 386, 386') define una respectiva área de tobera (88) que comunica entre el volumen interno adicional (76) y el camino de flujo (64) de la turbina (24), la pluralidad de toberas adicionales (86, 286, 386, 386') dispuestas en serie y espaciadas una de otra a lo largo de la dirección de flujo a través del conducto (74, 374), al menos una de las toberas adicionales (86, 286, 386, 386') tiene un área de tobera mayor (88) que al menos otra de las toberas adicionales (86, 286, 386, 386') ubicadas aguas arriba de la misma.
9. El conjunto de guía de entrada definido en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la pluralidad de toberas (86, 286, 386, 386') se configuran para descargar el flujo pulsado a lo largo de una dirección axial del conducto (74, 374).
10. Un conjunto de motor compuesto que comprende el conjunto de guía de entrada (72, 172, 272, 372, 372') definido en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y que comprende además:
 un núcleo de motor que incluye al menos un motor de combustión interna (12) que tiene al menos una lumbrera de escape (48) configurada para proporcionar un flujo pulsado;
 una turbina (24) que tiene una distribución circunferencial de álabes de rotor (62) adaptados para rotar en un camino de flujo (64);

un tubo de escape (66) para cada lumbrera de escape (48), cada tubo de escape (66) tiene un primer extremo (68) en comunicación de fluidos con la lumbrera de escape (48) y un segundo extremo opuesto (70); y

5 en donde el conducto (74, 374) define un respectivo volumen interno (76) con una respectiva pluralidad de toberas (86, 286, 386, 386') y una respectiva lumbrera de entrada (84) para cada tubo de escape (66), la respectiva lumbrera de entrada (84) proporciona comunicación entre el respectivo volumen interno (76) y el segundo extremo (70) del tubo de escape (66).

10 11. El conjunto de motor compuesto definido en la reivindicación 10, en donde el al menos un motor de combustión interna (12) incluye al menos un motor rotatorio que incluye cada uno un rotor (30) recibido de manera sellada y rotacionalmente dentro de una cavidad interna para proporcionar cámaras rotatorias (38) de volumen variable en la cavidad interna, el rotor (30) tiene tres zonas de ápice (34) que separan las cámaras rotatorias (38) y montadas para revoluciones excéntricas dentro de la cavidad interna, la cavidad interna tiene una forma epitrocoide con dos lóbulos, cada una de la al menos una lumbrera de escape (48) se comunica con la cavidad interna de uno respectivo del al
15 menos un motor Wankel.

12. Un método para introducir un flujo pulsado en un camino de flujo (64) de una turbina (24), el método comprende:
20 proporcionar una pluralidad de toberas espaciadas circunferencialmente (86, 286, 386, 386') en comunicación con el camino de flujo (64) de la turbina (24), las toberas (86, 286, 386, 386') definen una restricción mayor al flujo pulsado en una primera ubicación que en una segunda ubicación a lo largo de una dirección circunferencial de las toberas (86, 286, 386, 386'); y

25 dirigir el flujo pulsado a lo largo de un camino circunferencial a la primera ubicación y luego a la segunda ubicación de modo que la primera ubicación está aguas arriba de la segunda ubicación, mientras se hace circular el flujo a través de la pluralidad de toberas espaciadas circunferencialmente (86, 286, 386, 386') al camino de flujo (64) de la turbina (24).

30 13. El método definido en la reivindicación 12, en donde dirigir el flujo pulsado incluye proporcionar un mayor aumento en la velocidad de flujo del flujo pulsado a través de las toberas (86, 286, 386, 386') en la segunda ubicación en comparación con la primera ubicación.

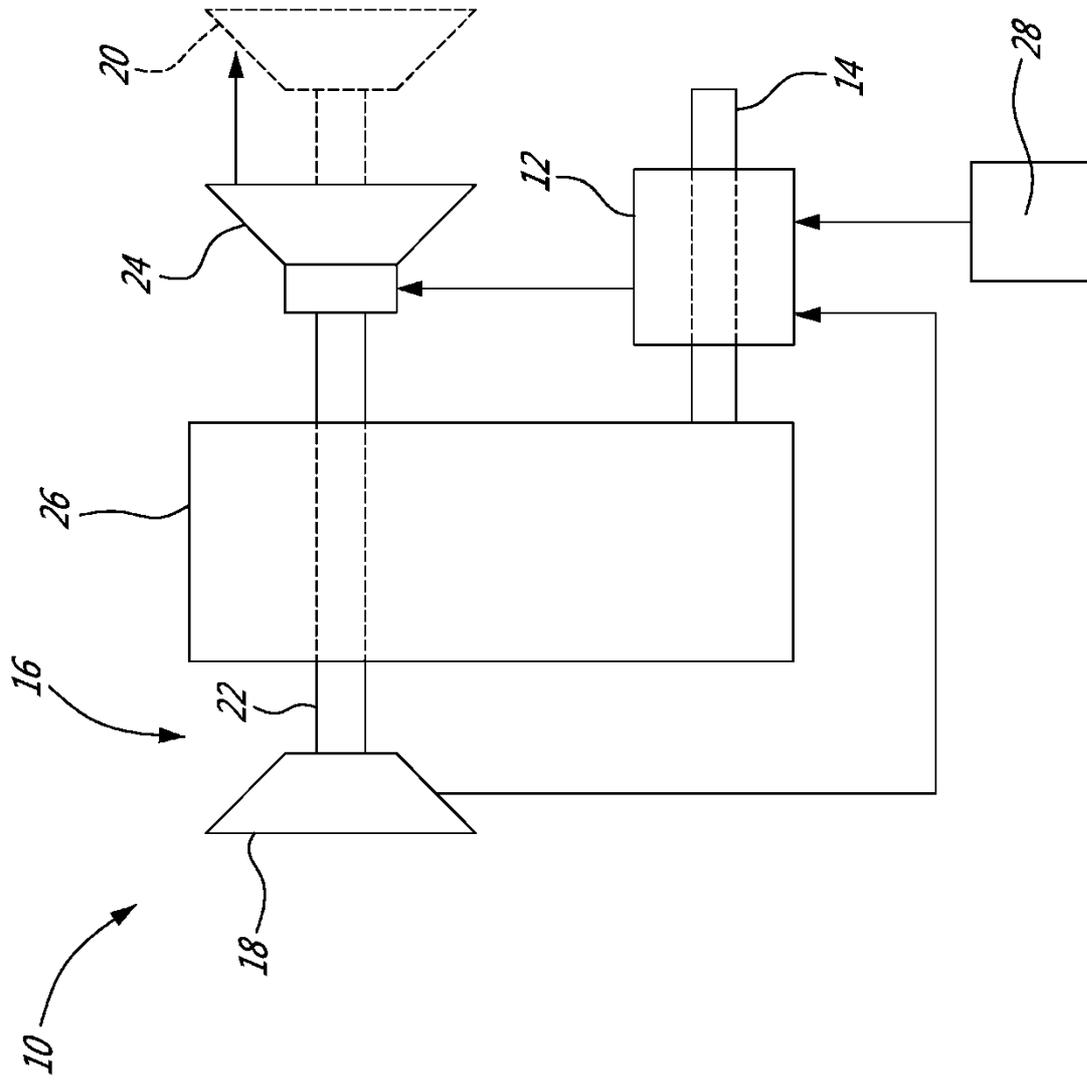
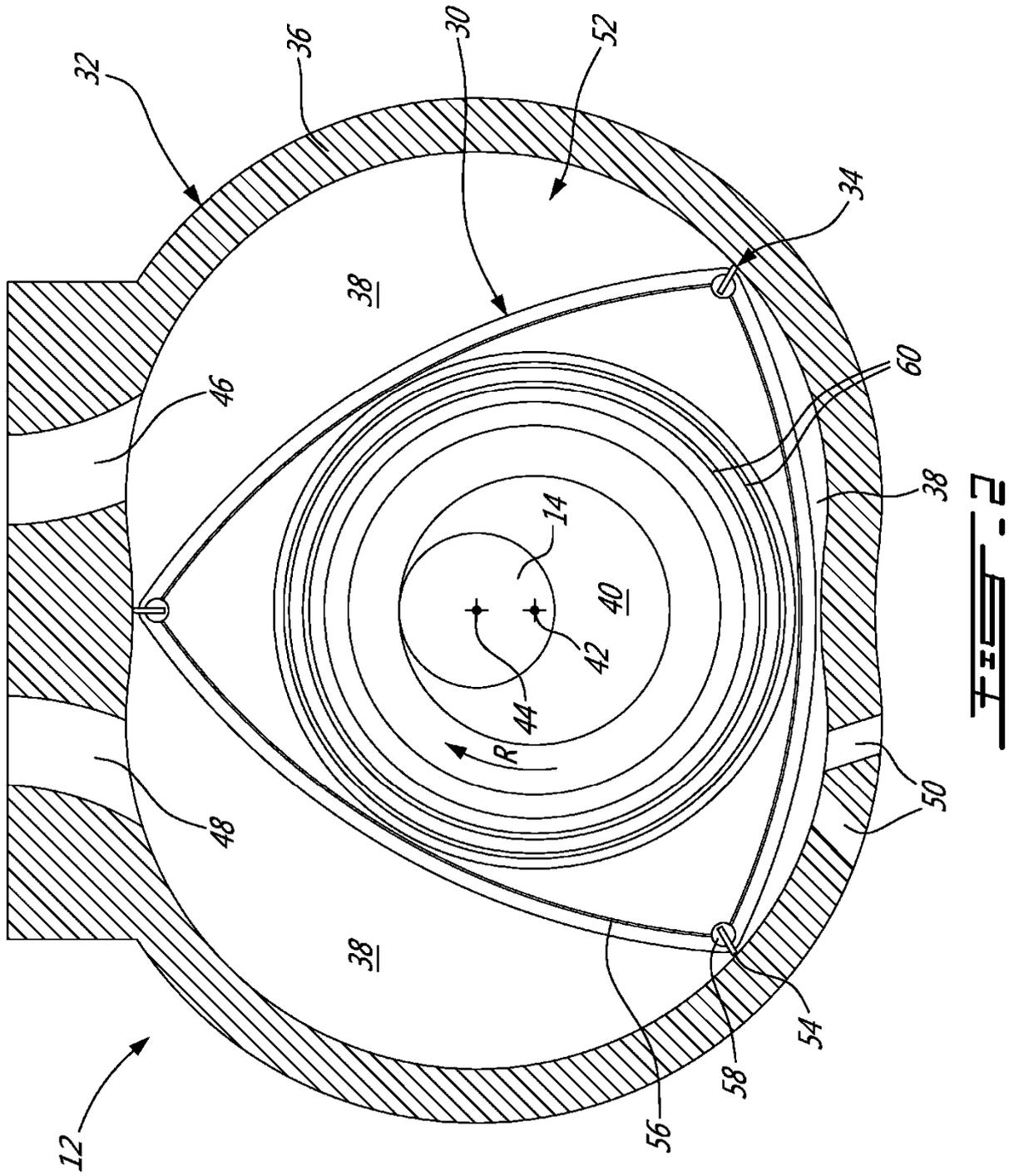
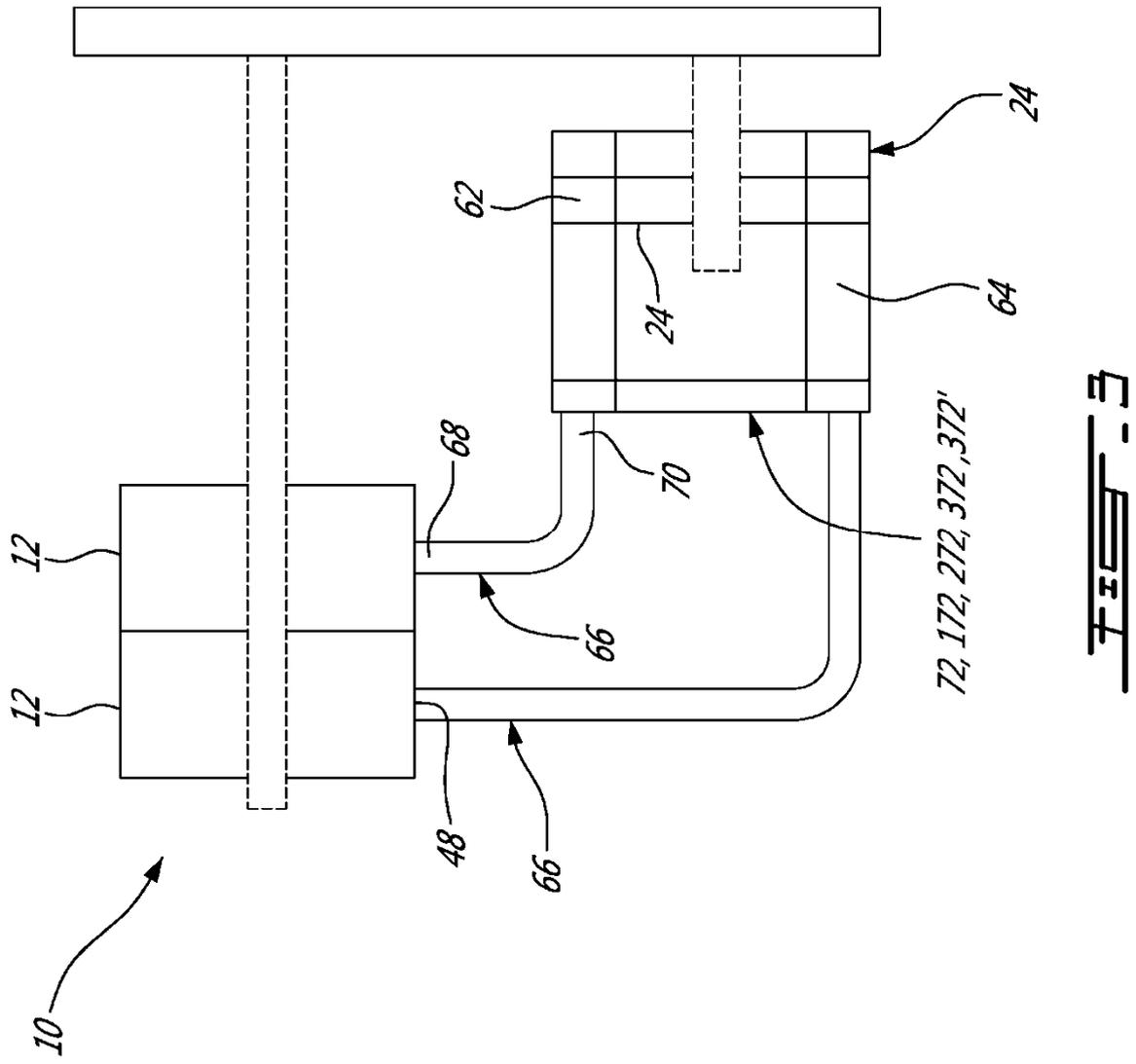


FIG. 1





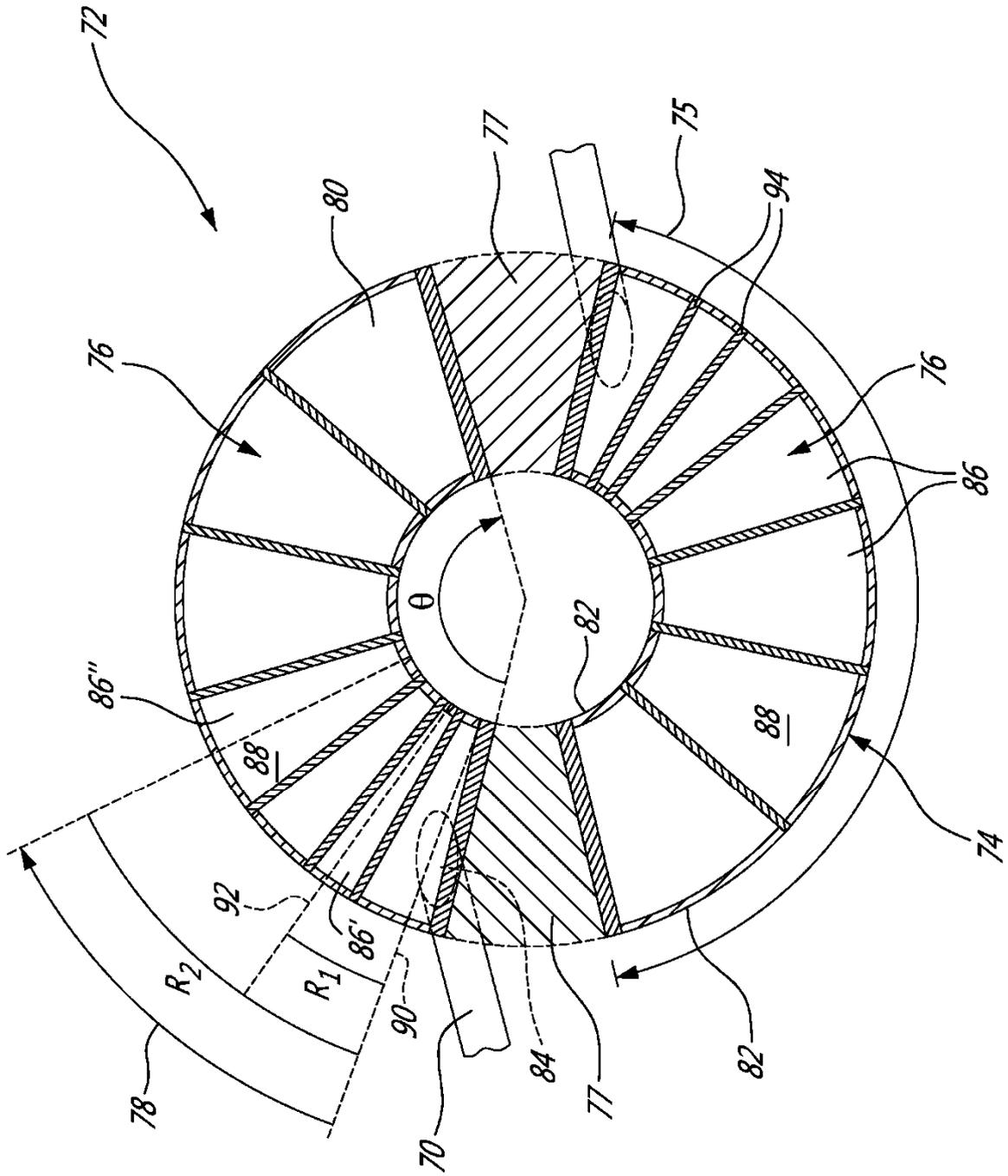


FIG. 4A

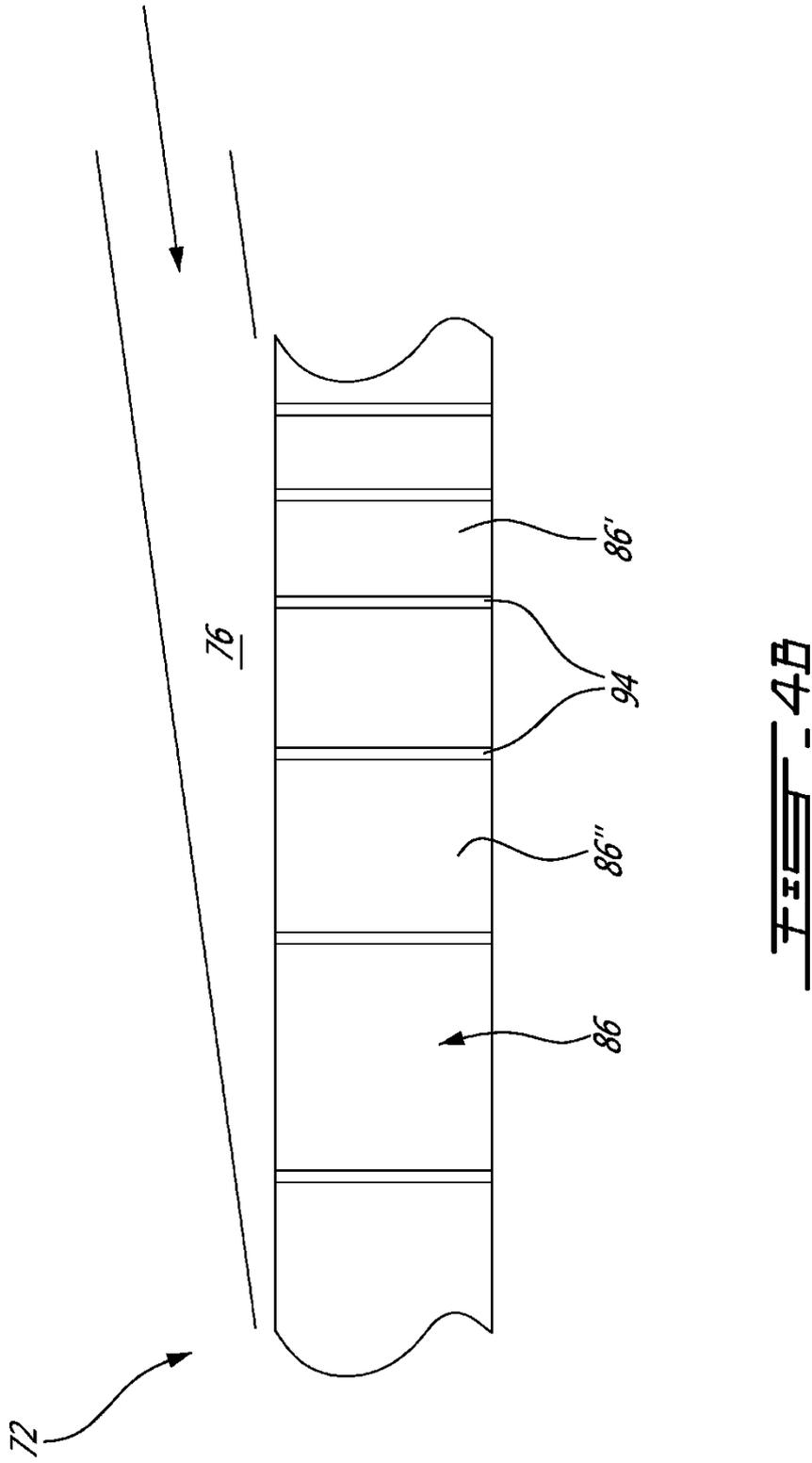


FIG. 4B

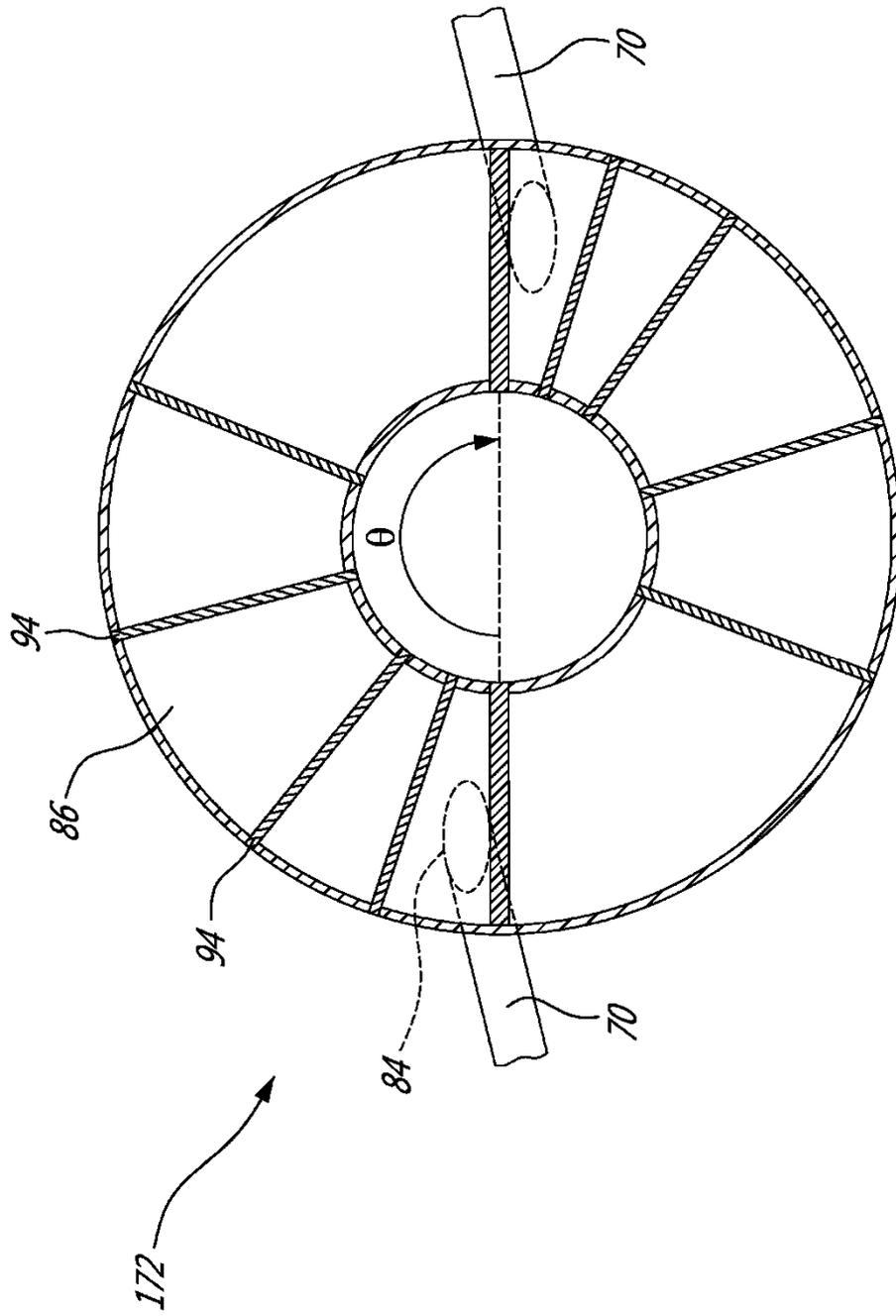
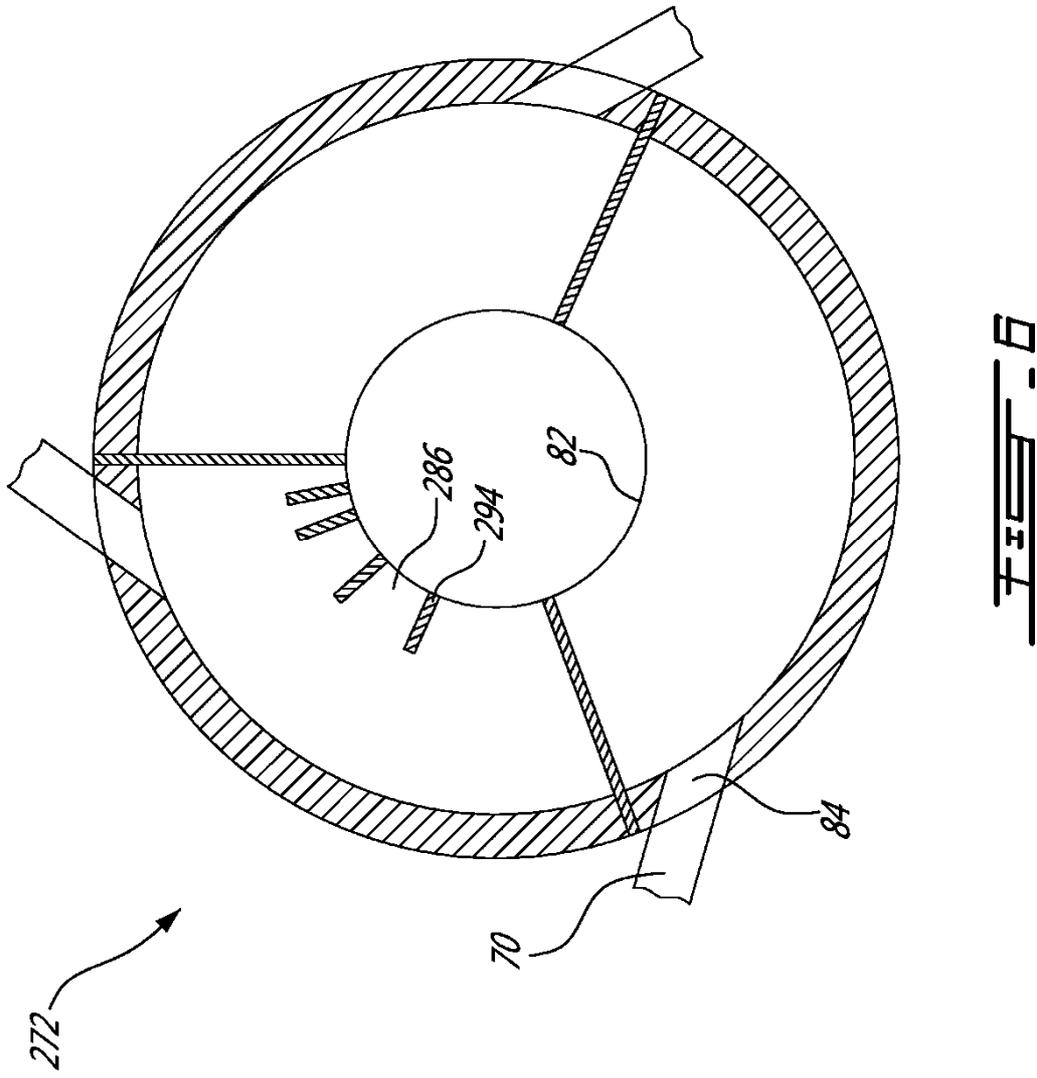


FIG. 5



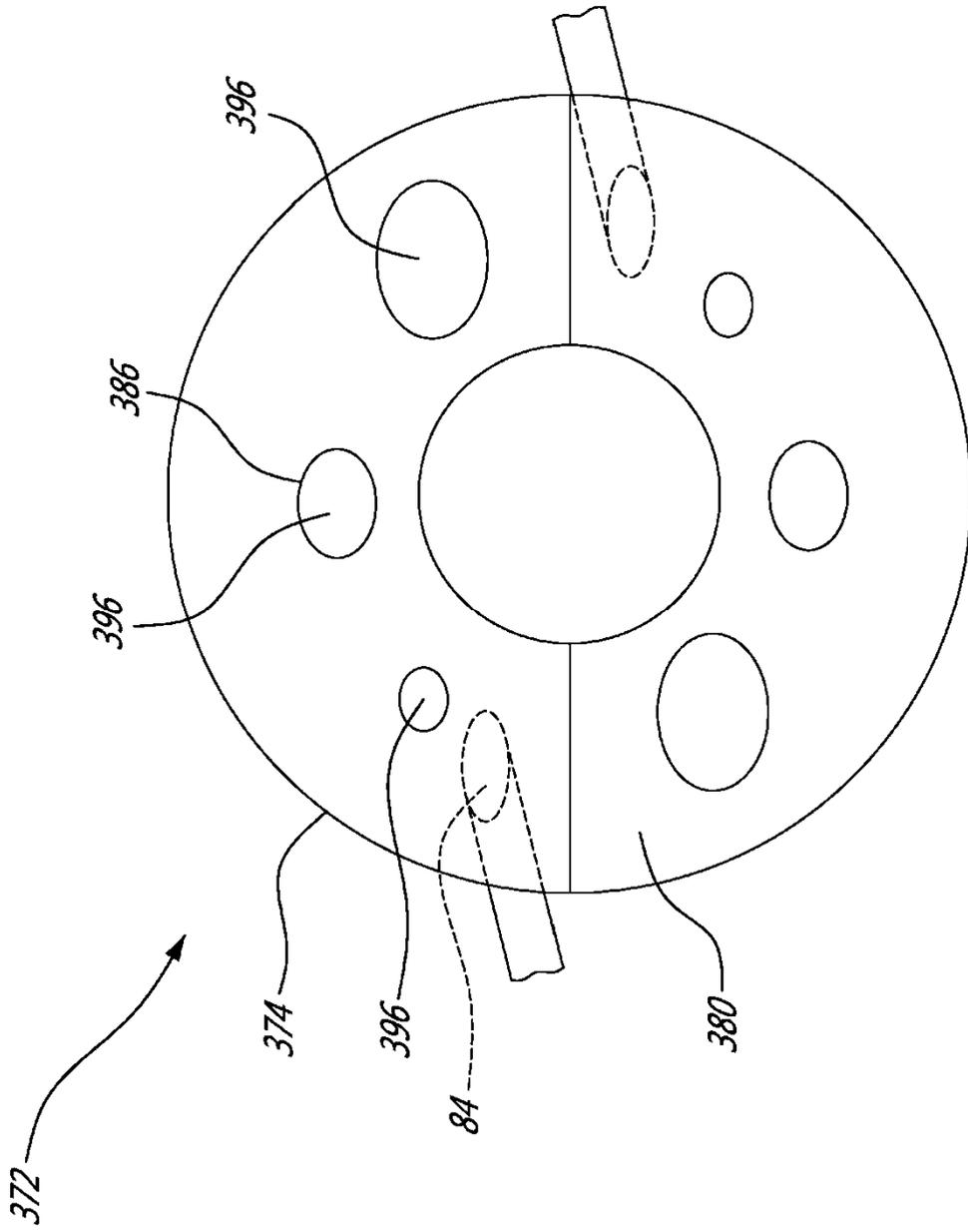


FIG. 7A

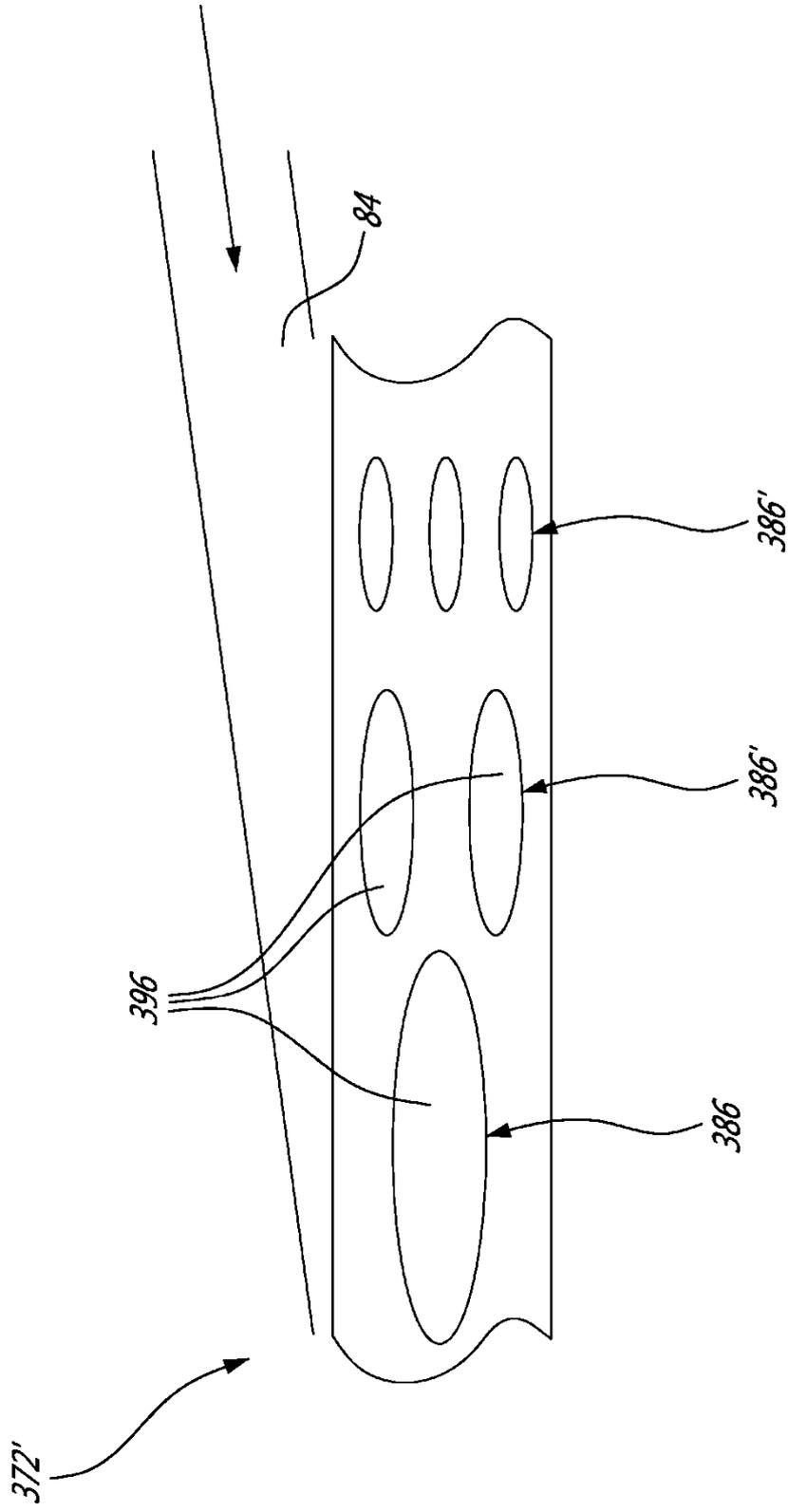


FIG. 7B