

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 422 604**

51 Int. Cl.:

H01P 1/161 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.09.2008 E 08803722 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2013 EP 2195877**

54 Título: **Acoplador-separador de emisión-recepción multibanda de banda ancha de tipo OMT para antenas de telecomunicaciones por hiperfrecuencias**

30 Prioridad:

07.09.2007 FR 0706284

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

12.09.2013

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
45, RUE DE VILLIERS
92200 NEUILLY-SUR-SEINE, FR**

72 Inventor/es:

**PEROTTINO, PADDY y
LEPELTIER, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 422 604 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

Acoplador-separador de emisión-recepción multibanda de banda ancha de tipo OMT para antenas de telecomunicaciones por hiperfrecuencias

5 La presente invención se refiere a un acoplador-separador de emisión-recepción multibanda de banda muy ancha de tipo OMT (por sus siglas en inglés de "OrthoMode Transducer" es decir, acoplador ortomodo) para antenas de telecomunicaciones por hiperfrecuencias. A los dispositivos de este tipo también se les puede denominar "multiplexor" o "multiplexor OMT". Para simplificar la descripción, a este dispositivo se le llamará sencillamente "acoplador".

10 En la figura 1 se ha esquematizado un OMT denominado "separador de polarizaciones lineales", que está realizado de acuerdo con la técnica de las guías de ondas de hiperfrecuencia. Este OMT, denotado con la referencia 1, comprende esencialmente un primer puerto 2 que tiene por objeto conectarse a una antena de bocina situada frente a una antena de telecomunicaciones por hiperfrecuencia y dos puertos 3, 4 adicionales que tienen por objeto conectarse a un emisor o a un receptor. Este OMT sólo funciona con polarizaciones lineales. Estos tres puertos son coaxiales. El puerto 3 corresponde a la polarización horizontal y el puerto 4 a la polarización vertical. El puerto 3 es rectangular y está conectado al puerto 2 a través de uno o más tramos de guía de ondas 5 con unas dimensiones intermedias a las de los puertos 2 y 3. El puerto 4 está conectado radialmente al puerto 2 a través de dos tramos de unas guías de ondas 6A, 6B dispuestas simétricamente con respecto al eje común de los tres puertos y teniendo cada una aproximadamente una forma de "U" alargada y desembocando en unas ranuras de acoplamiento diametralmente opuestas a cada uno de los puertos 2 y 3.

20 El acoplador 7 de la figura 2 es un OMT denominado "piramidal". Comprende substancialmente una cavidad central con un cuerpo paralelepípedo de sección cuadrada y una pirámide 8 que se posa sobre el fondo de esta cavidad. Unos puertos 9 a 12 desembocan enfrente de las cuatro superficies triangulares laterales de la pirámide del cuerpo paralelepípedo. Con un OMT de este tipo, el acoplamiento de las ondas electromagnéticas entre el puerto central de sección cuadrada y los cuatro puertos, puede ser de banda ancha. Este rango de funcionamiento puede verse afectado o reducido con el uso de una transición entre los puertos de sección circular y el cuerpo paralelepípedo del OMT, que favorece la propagación de los modos de órdenes superiores. Además, este acoplador no tiene ninguna función multiplexora.

30 En la figura 3 se ha representado un OMT 13 clásico con secciones circulares. Substancialmente comprende tres tramos de guías de ondas 14, 15 y 16 sucesivas y coaxiales que por lo general son cavidades. La primera guía 14 es la que tiene mayor diámetro y comprende dos o cuatro ranuras de acoplamiento rectangulares tales como la ranura 14A, la única representada en el dibujo, asociada cada una a un puerto tal como los puertos 14B representados en el dibujo. De manera análoga, el tramo 15, de diámetro inferior al del tramo 14, comprende dos o cuatro ranuras de acoplamiento 15A asociados cada uno a un puerto 15B. Para finalizar, el tramo 16, de diámetro inferior al del tramo 15, constituye el puerto de propagación de la banda de frecuencias más elevada, mientras que el tramo 14 garantiza el acoplamiento de las frecuencias más bajas y el tramo 15 el de las frecuencias de valor intermedio. Un acoplador de este tipo permite por lo tanto un acoplamiento multibanda, pero estas bandas son de banda estrecha.

40 El acoplador 17 de la figura 4 es del tipo que comprende una cavidad 18 con forma de paralelepípedo rectángulo que se prolonga por una cavidad paralelepípeda de sección cuadrada o rectangular y un puerto 19 de sección cuadrada o rectangular y coaxial al eje de la cavidad. La cavidad 18 comprende en cada una de sus dos (o cuatro) caras laterales, una ranura 18A de acoplamiento asociada a un puerto 18B de acoplamiento. Un acoplador de este tipo funciona para una banda de frecuencias relativamente ancha, pero la transición (no representada), que sirve de interfaz a la conexión de una antena de bocina de sección circular, situada entre la cavidad 18 de sección cuadrada o rectangular y las guías de onda de sección circular que están conectadas a la misma, reduce su rango de funcionamiento debido a la presencia de los modos de orden superior y concretamente de armónicos, que dificultan la propagación de las señales útiles.

50 En la figura 5 se ha esquematizado un OMT 20 tal como el que se conoce por la patente US 6 566 976. Este OMT comprende un cuerpo cónico 21 que conecta un puerto 22 de sección circular con un puerto 23 también de sección circular y que tiene un diámetro inferior al del puerto 22. Se practican unas ranuras de acoplamiento 21A asociadas a unos puertos 21B en el cuerpo 21 cónico. Un OMT de este tipo sólo permite propagar bandas de frecuencias estrechas.

El documento GB-A-2 194 859 describe un aparato como el que se define en el preámbulo de la reivindicación 1.

La presente invención tiene por objeto un acoplador de emisión-recepción multibanda de banda muy ancha de tipo OMT para antenas de telecomunicaciones por hiperfrecuencias que pueda funcionar para una banda pasante muy ancha (superior a una octava), tanto para polarizaciones lineales como para circulares.

55 El acoplador conforme a la invención comprende un puerto para la propagación de la totalidad de las frecuencias, un cuerpo y un puerto de propagación para bandas de alta frecuencia, siendo estas tres partes coaxiales y teniendo las tres una sección circular, practicándose unas ranuras de acoplamiento para la propagación de las bandas de baja

frecuencia en el cuerpo y estando cada una asociada a una guía de ondas, se caracteriza porque su cuerpo, que conecta los dos puertos, comprende al menos una sección que comprende un tramo de acoplamiento y un tramo de bloqueo de bajas frecuencias, es decir de las frecuencias acopladas, y presenta una forma de revolución cuyo perfil evoluciona de acuerdo con una ley multipolinómica, constantemente decreciente desde el puerto de mayor sección hasta el puerto de menor sección, comprendiendo cada tramo de acoplamiento dos o cuatro ranuras de acoplamiento de banda ancha.

Las ranuras de acoplamiento permiten, tras la recombinación, un funcionamiento con polarización lineal y circular. Si son dos en total y están diametralmente opuestas, se trata de una sola polarización lineal, y si son cuatro en total y se disponen a 90° las unas con respecto a las vecinas, se trata de polarizaciones lineales y circulares. En régimen de acoplamiento, a continuación se recupera la totalidad de las señales acopladas salvo por las pérdidas inducidas por el mismo acoplador y por el tipo de tratamiento del material mecanizado (por ejemplo: un acabado con base de plata permite una conductividad muy buena).

El tramo de bloqueo también garantiza una función de adaptación que permite la propagación de las altas frecuencias a través del mismo, por otro lado, también ayuda a la adaptación global del acoplador (entre los puertos P1 y P2).

La presente invención se entenderá mejor tras la lectura de la descripción detallada de un modo de realización, que se proporciona a modo de ejemplo no limitativo y que se ilustra mediante el diseño adjunto en el que:

- las figuras 1 a 5, ya descritas anteriormente, son unos esquemas simplificados de acopladores conocidos; y
- las figuras 6 a 8 son unos esquemas simplificados de tres modos de realización de un acoplador de conformidad con la presente invención.

La presente invención se describe a continuación con referencia a tres ejemplos simples de acopladores, pero se da por sentado que no se limita a estos ejemplos y que los cuerpos de estos acopladores pueden presentar un gran número de perfiles distintos, pudiendo definirse estos perfiles de forma general como una evolución de una ley multipolinómica, constantemente decreciente desde el puerto de mayor sección hasta el puerto de menor sección.

Todos los acopladores de conformidad con la invención, que se describen a continuación comprenden principalmente los siguientes elementos: un primer puerto P1 seguido de un cuerpo y de un segundo puerto P2, teniendo estos tres elementos principales una sección circular y siendo coaxiales. El diámetro interior del puerto P1 es superior al del puerto P2, mientras que el diámetro interior del tramo de acoplamiento es igual al del puerto P1 a la altura de su unión y decrece constantemente entre su unión con P1 y su unión con P2. El cuerpo comprende al menos una sección constituida por un tramo de acoplamiento y un tramo de bloqueo de frecuencias relativas al tramo de acoplamiento del mismo conjunto. Los modos de realización descritos en el presente documento tan sólo comprenden cada uno una única sección de este tipo, pero se da por sentado que la invención no se limita a una única sección de este tipo y que el acoplador de la invención comprende tantas de dichas secciones como bandas de frecuencias intermedias tenga que tratar (para su acoplamiento y su separación). El perfil del tramo de bloqueo puede incluir una o más partes que se rigen por diferentes leyes de evolución. Para cada uno de estos acopladores, el puerto P1 garantiza la propagación de la totalidad de las bandas pasantes útiles (que representan el acoplamiento de subbandas bajas y de subbandas altas) y está conectado (de una manera que no se representa) a una antena de bocina que propaga en emisión y en recepción unas ondas electromagnéticas asociadas a un sistema de focalización tal como una antena de telecomunicaciones por hiperfrecuencias, mientras que el puerto P2 únicamente garantiza la propagación de subbandas altas y los puertos de acoplamiento del tramo de acoplamiento garantizan la de las subbandas bajas. El puerto P2 y los puertos del tramo de acoplamiento están conectados (de una manera que no se representa) a unos sistema emisor-receptor. La ley de evolución del perfil longitudinal de cada tramo de acoplamiento es un elemento esencial de la invención y se describirá con detalle a continuación para cada uno de los modos de realización representados.

Cabe destacar que el tramo de acoplamiento sólo puede incluir dos o cuatro ranuras de acoplamiento, ya que un número diferente sería pura y llanamente inútil. Los ejemplos de los perfiles de tramos de acoplamiento descritos a continuación son fáciles de fabricar por mecanizado, ya sean lineales o estén definidos por unos splines.

El cuerpo 24 del acoplador 25 de la figura 6 tiene un perfil que se compone de dos partes lineales consecutivas, la 26 (que determina el tramo de acoplamiento) y la 27 (que determina el tramo de bloqueo de bajas frecuencias) con pendientes diferentes (las pendientes deben considerarse en el plano de la figura, con respecto al eje longitudinal del acoplador). Se da por sentado que este perfil puede incluir más de dos partes con pendientes diferentes. En el ejemplo que se representa en el dibujo, la pendiente de la parte 26 es mayor que la de la parte 27, pero lo contrario también es posible

Las relaciones entre los valores de estas pendientes son diferentes según el caso implicado, ya que dependen de la misión que se vaya a cumplir, a saber: los porcentajes de los valores de banda relativos a las subbandas que se van a acoplar y a separar y de lo alejadas que estén las frecuencias de las unas con respecto a las de las otras. Cada tramo del separador favorece el acoplamiento de las bandas bajas al presentar una pendiente con un ángulo θ_1 (pendiente 26) de aproximadamente 10 a 15° y el tramo siguiente con una pendiente con un ángulo θ_2 (pendiente

27) corto-circuita (impide) a estas mismas bandas bajas para que no se propaguen a través del acoplador. Todo ello favoreciendo también una buena adaptación (en términos de ROE, es decir de la relación de onda estacionaria) de todo el conjunto del acoplador para todas las bandas de frecuencias que se van a propagar y a separar. Se practican unas ranuras de acoplamiento 24A rectangulares de banda ancha en el cuerpo del tramo 24. Estas ranuras se extienden paralelamente al eje longitudinal del tramo 24. En el presente caso, son un total de dos o de cuatro. Dos ranuras sirven para acoplar al menos una polarización lineal y cuatro ranuras sirven para acoplar dos polarizaciones lineales y dos polarizaciones circulares. Un sistema de recombinaciones (no representado) es necesario para su restitución. Solo una de estas ranuras es visible en el dibujo. Cada una de las ranuras se asocia con una guía de ondas 24B de sección rectangular. En este documento se denomina "brazo de acoplamiento" a cada conjunto de ranura de acoplamiento y guía de ondas asociada a la misma. Las medidas de las ranuras de acoplamiento inicialmente se determinan como las de una guía de ondas rectangular clásica con el fin de permitir la propagación de las frecuencias más bajas a acoplar.

Preferentemente, para el modo de realización de la figura 6, así como para todos los modos de realización de conformidad con la invención, se disponen en los extremos de cada una de las guías de los brazos de acoplamiento una o más células filtrantes clásicas (no representadas) que tienen por objeto eliminar residuos eventuales de frecuencias que se encuentren fuera de la banda pasante que se va a acoplar, con respecto a los brazos 24B y que sólo deben pasar longitudinalmente atravesando el tramo 24.

El perfil del tramo 28 de acoplamiento del acoplador 29 de la figura 7, tomado desde el puerto P1 hasta el puerto P2, se compone de un spline 30 seguido de un segmento 31 lineal. La ecuación que define el spline 30 puede tener diversas formas siempre y cuando, tal y como se precisa a continuación, el diámetro de la parte correspondiente del tramo 28 sea constantemente decreciente desde el puerto de mayor sección hasta el puerto de menor sección, o más exactamente hasta la unión con la parte que define el perfil 31.

El acoplador 32 de la figura 8 comprende un tramo de acoplamiento 33 cuyo perfil se compone de dos splines 34, 35 sucesivos diferentes que responden cada uno a las mismas condiciones que el spline 30 de la figura 7. Se da por supuesto que el perfil del tramo de acoplamiento del acoplador de la invención puede incluir más de dos splines. El número de splines deriva del tamaño de las bandas pasantes que se van a acoplar (porcentaje de banda relativa), del número de bandas pasantes que se van a acoplar y de lo alejadas que estén las frecuencias de las unas con respecto a las de las otras. La posibilidad de realizar mecánicamente el acoplador también podría llegar a limitar este número de splines: en ese caso sería necesario llegar a un compromiso. A modo de ejemplo, se ha utilizado una función de seno al cuadrado para definir el spline 35 en un acoplador realizado para acoplar la banda L y separar las bandas C y Ku. Este spline que define una zona de corto-circuito que favorece el acoplamiento de las bandas bajas (L) y una buena adaptación de las bandas más altas (C y Ku) que se propagan a través del acoplador. El spline 34 que garantiza el acoplamiento es un polinomio de grado 1 (perfil lineal).

De acuerdo con un ejemplo de realización no limitativo, el acoplador de la invención trata las subbandas anchas Ku y Ka tanto en emisión como en recepción (función de acoplamiento y de separación del acoplador), ya sea en polarización lineal o en polarización circular, lo que da como resultado un total de cuatro subbandas, tal y como sigue. En la banda Ku, la banda de frecuencias emitidas abarca de 10,95 a 12,75 GHz y la banda de frecuencias recibidas abarca de 13,75 a 14,5 GHz. En la banda Ka, la banda de frecuencias emitidas abarca de 17,7 a 20,2 GHz y la banda de frecuencias recibidas abarca de 27,5 a 30 GHz. Al ser la C890, la guía de onda circular más pequeña que se conoce (radio = 1,194 mm), los acopladores más pequeños pueden realizarse por electrodeposición o electroformado si el mecanizado clásico limita la realización. La complejidad de la ley polinómica de los tramos debe seleccionarse de manera que se tengan en cuenta las limitaciones del pliego de condiciones, todo ello sin constreñir demasiado la posibilidad de realización. Un acoplador de este tipo puede por lo tanto calificarse de "banda muy ancha", puesto que la banda total de frecuencias cubierta (de 10,95 a 30 GHz) abarca más de una octava. En este ejemplo, las señales de la banda Ka son de polarización circular (derecha e izquierda en emisión y en recepción), y las de la banda Ku son de polarización lineal (ortogonales horizontales y verticales en emisión y en recepción). La totalidad de la banda Ku (emisión y recepción) pasa por los cuatro brazos de acoplamiento del cuerpo de acoplamiento y representa el 27,9% de banda relativa acoplada, mientras que la banda Ka que atraviesa el acoplador representa el 51,6% de la banda relativa separada. El porcentaje de banda relativa P_{BR} se define de la siguiente manera:

$$P_{BR} = \frac{F_{m\acute{a}x} - F_{m\grave{i}n}}{F_{med}}$$

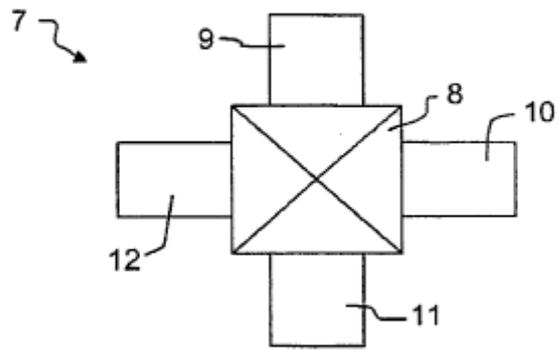
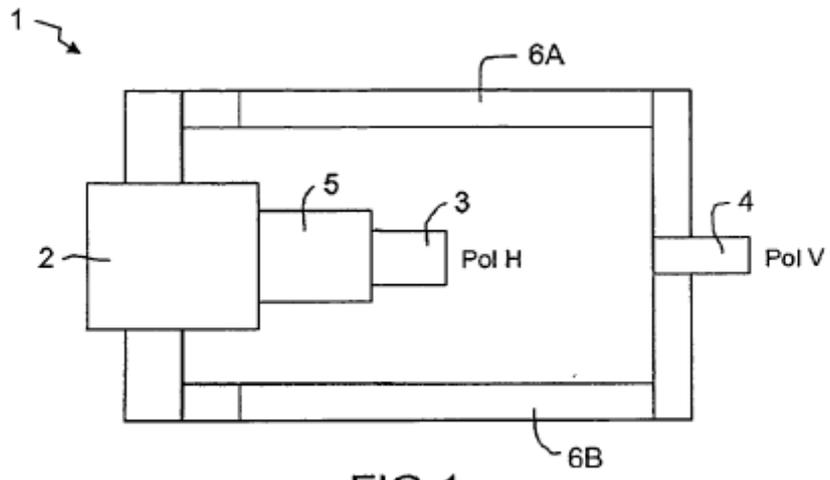
lo que para la banda Ku tiene como resultado:

$$P_{BR} = \frac{F_{m\acute{a}x} - F_{m\grave{i}n}}{F_{med}} = \frac{14,5GHz - 10,95GHz}{12,7255GHz} \approx 27,9\%$$

- 5 La distancia entre la o las bandas bajas que se van a acoplar y la o las bandas altas que se van a propagar a través del acoplador-separador (en este caso de 14,5 a 17,7 GHz, es decir la banda intermedia entre Ku y Ka) indica si el acoplador se puede realizar. Esta distancia entre frecuencias no debe ser demasiado pequeña, si no se corre el riesgo de acoplar también el principio de las bandas más altas. La utilización de un filtro selectivo (iris hiperfrecuencias de contorno circular de espesor definido que comprende un hueco en forma de cruz), colocado entre el tramo de acoplamiento y el tramo de bloqueo o justo después del tramo de bloqueo, puede ayudar en el caso en el que las bandas pasantes que se van a acoplar y a separar estén muy próximos. Este acoplador permite utilizar una única antena de banda muy ancha para la transmisión (emisión y recepción) de las cuatro subbandas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Acoplador-separador de emisión-recepción multibanda de banda muy ancha de tipo acoplador ortomodo (OMT) para antenas de telecomunicaciones por hiperfrecuencias, que comprende un puerto (P1) para la propagación de la totalidad de las frecuencias, un cuerpo (24, 28, 33) y un puerto (P2) para la propagación de las bandas de altas frecuencias, siendo estas tres partes coaxiales y teniendo las tres una sección circular, y unas ranuras (24A, 28A, 33A) de acoplamiento para la propagación de las bandas de bajas frecuencias practicadas en el cuerpo y asociadas cada una a una guía de ondas (24B, 28B, 33B), **caracterizado porque** su cuerpo (24, 28, 33), que conecta los dos puertos, comprende al menos una sección que comprende un tramo de acoplamiento y un tramo de bloqueo de 10 bajas frecuencias, es decir de las frecuencias acopladas, y presenta una forma de revolución cuyo perfil evoluciona de acuerdo con una ley multipolinómica, constantemente decreciente desde el puerto de mayor sección hasta el puerto de menor sección, comprendiendo cada tramo de acoplamiento dos o cuatro ranuras de acoplamiento de banda ancha.
- 15 2. Acoplador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el perfil comprende al menos dos partes (26, 27) lineales de pendientes diferentes con respecto al eje común de dichas tres partes del acoplador.
3. Acoplador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el perfil comprende al menos un spline (30) seguido de un segmento (31) lineal.
4. Acoplador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el perfil comprende al menos dos splines (34, 35) sucesivos diferentes.
- 20 5. Acoplador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el perfil comprende una cascada de varios conjuntos compuestos cada uno por un tramo de acoplamiento lineal o spline con dos o cuatro ranuras de acoplamiento seguido de un tramo lineal o spline sin ranura de acoplamiento.



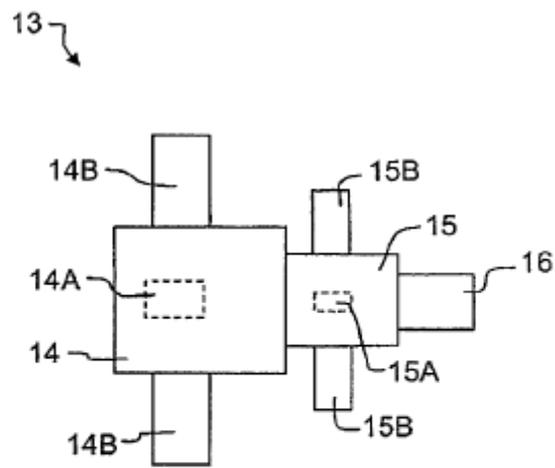


FIG.3

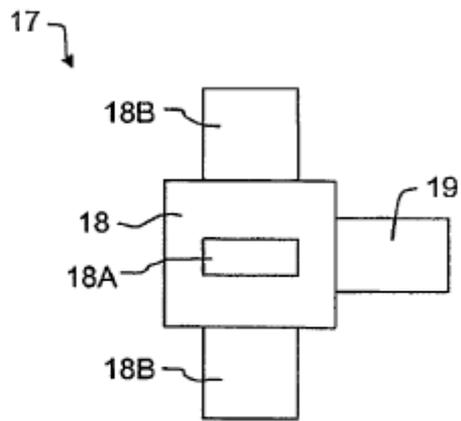


FIG.4

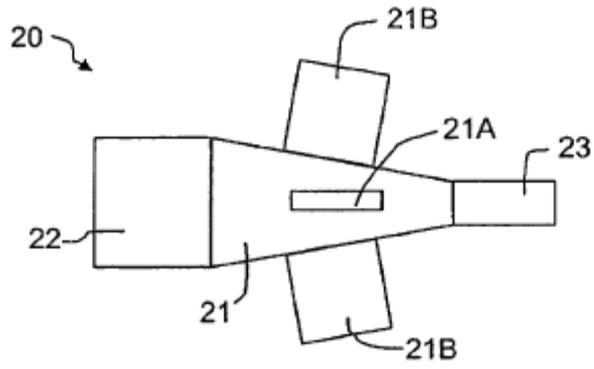


FIG. 5

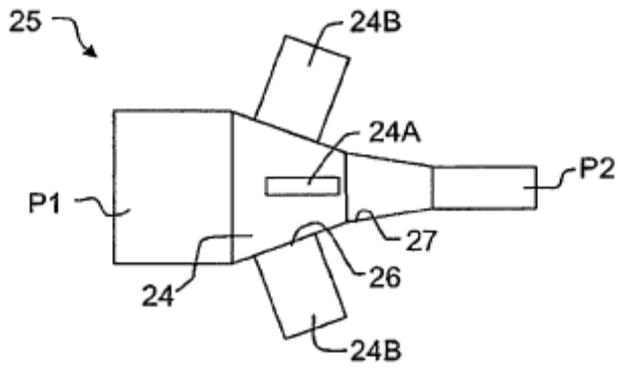


FIG. 6

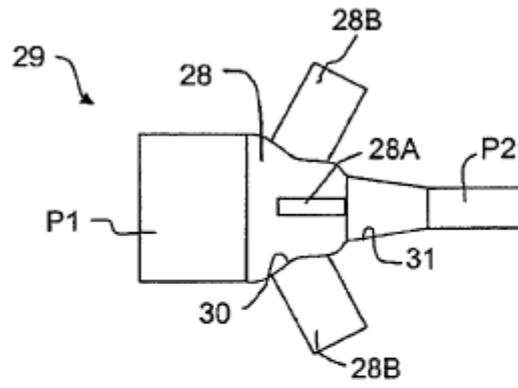


FIG. 7

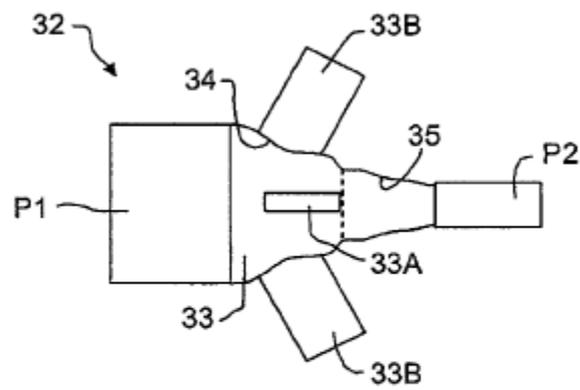


FIG. 8