

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 434 868**

51 Int. Cl.:

F03B 3/12

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2009 E 09741373 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2013 EP 2326828**

54 Título: **Rotor de tipo Francis para máquinas hidráulicas, máquina hidráulica que comprende un rotor de este tipo y procedimiento de ensamblaje de un rotor de este tipo.**

30 Prioridad:

05.09.2008 FR 0855981

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

17.12.2013

73 Titular/es:

**ALSTOM RENEWABLE TECHNOLOGIES (100.0%)
82, Avenue Léon Blum
38100 Grenoble, FR**

72 Inventor/es:

**BOUVET, YVES;
TASSY, FABRICE;
MATHIEU, LOUIS y
ROSSI, GEORGES**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 434 868 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

Rotor de tipo Francis para máquinas hidráulicas, máquina hidráulica que comprende un rotor de este tipo y procedimiento de ensamblaje de un rotor de este tipo.

5 La presente invención se refiere a un rotor de tipo Francis para máquinas hidráulicas, una máquina hidráulica que comprende un rotor de este tipo, así como un procedimiento de ensamblaje de un rotor de este tipo.

En el sentido de la presente invención, una máquina hidráulica puede ser una turbina, una bomba o una bomba de turbina utilizada, por ejemplo, en una central de producción de energía hidroeléctrica.

10 La invención se refiere en particular, a un rotor de tipo Francis para máquinas hidráulicas que tiene por objeto ser atravesado por un flujo forzado de agua. Cuando la máquina es una turbina, un flujo de este tipo tiene como efecto arrastrar el rotor en rotación. Cuando la máquina es una bomba, un flujo de este tipo es el resultado de esta rotación.

En el marco de una máquina hidráulica, se conoce la utilización rotores de tipo Francis que disponen de un cinturón y de un techo, así como de álabes que se extienden entre el cinturón y el techo, ver por ejemplo el documento FR 1 267 669.

15 Un rotor puede ser monobloque, la mayor parte de las veces moldeado o mecano-soldado. Al tener unas dimensiones globales imponentes, el coste de realización de los rotores de este tipo no es nada despreciable. Además, la fabricación de un rotor de este tipo, por un lado precisa un nivel de cualificación cada vez más escaso y por otro lado, plantea problemas de higiene y de seguridad debido a que es necesario entrar en los canales hidráulicos del rotor, concretamente para las operaciones de soldado y desbastado.

20 El objetivo de la presente invención es el de prever un rotor cuya fabricación pueda industrializarse fácilmente, a la par que se garantiza un nivel de calidad satisfactorio.

A estos efectos, la invención tiene por objeto un rotor de tipo Francis para máquinas hidráulicas, que comprenda:

- un cinturón con simetría de revolución alrededor de un eje central del rotor;
- un techo con simetría de revolución alrededor del eje; y
- 25 - una pluralidad de álabes que se extiendan entre el techo y el cinturón, caracterizado por que el rotor comprende al menos dos elementos que definen en parte, al menos el cinturón y/o dos elementos que definen en parte al menos el techo, y por que al menos un borde de un álabe está acoplado entre estos dos elementos que definen el cinturón y/o el techo.

Gracias al rotor, de acuerdo con la invención, su fabricante está en condiciones de paliar los problemas vinculados tanto con la calidad como con el tiempo y el coste de fabricación del rotor.

30 Según otras características ventajosas del rotor conforme a la invención, tomadas de una en una o según todas las combinaciones técnicas posibles:

- el borde inferior y/o el borde superior de al menos un álabe está enrasado con la superficie exterior del cinturón y/o del techo;
- 35 - el rotor comprende al menos dos elementos de cinturón y dos elementos de techo, fijándose cada elemento entre dos álabes adyacentes por soldadura;
- el rotor comprende al menos un primer subconjunto, definido por una primera parte del cinturón y una primera parte del techo, estando las dos partes unidas a un primer álabe, estando el primer subconjunto moldeado y un segundo subconjunto, definido por una segunda parte del cinturón y una segunda parte del techo, estando las dos partes unidas a un segundo álabe, estando el segundo subconjunto moldeado y soldado al primer subconjunto;
- 40 - al menos uno de los álabes comprende dos gargantas laterales la una enfrente de la otra y dispuestas cerca de al menos un borde de soldadura con el cinturón y/o con el techo;
- las gargantas laterales están mecanizadas en el álabe;
- las gargantas laterales definen un estrechamiento local.

La invención también tiene como objeto una máquina hidráulica que comprende un rotor tal como el descrito anteriormente.

Además, la invención tiene por objeto un procedimiento de ensamblaje de un rotor tal como el expuesto anteriormente. De acuerdo con este procedimiento:

- 5 - se fabrican unos elementos de cinturón y/o de techo; y
- se ensamblan los elementos de cinturón y/o de techo por soldadura y/o por moldeo, con el acoplamiento de al menos un borde de un álabe entre dos elementos de cinturón y/o de techo.

La invención se entenderá mejor tras la lectura de la siguiente descripción, que se proporciona únicamente a modo de ejemplo no limitativo y que se hace con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 10 - la figura 1 es un corte axial de un rotor de acuerdo con la presente invención;
- la figura 2 es una vista desde arriba del rotor de la figura 1;
- la figura 3 es una sección parcial a mayor escala del rotor de las figuras 1 y 2, según la línea III-III de la figura 2 y mientras el rotor se encuentra en proceso de fabricación;
- 15 - la figura 4 es una vista a mayor escala, que corresponde al detalle IV de la figura 3, para un rotor conforme a un segundo modo de realización;
- la figura 5 es una vista análoga a la de la figura 4 para un rotor conforme a un tercer modo de realización;
- la figura 6 es una vista desde arriba de un rotor que no forma parte de la presente invención; y
- la figura 7 es una sección parcial a mayor escala del rotor de la figura 6, según la línea VII-VII de la figura 4 y mientras el rotor se encuentra en proceso de fabricación.

20 Las figuras 1 y 2 representan un rotor 1 de turbina de tipo Francis que gira alrededor de un eje vertical X-X que es un eje central del rotor 1. Un flujo E procedente de una tubería no representada, tiene por objeto atravesar el rotor 1 en dirección a un conducto de aspiración, no representado. El rotor 1 comprende unos álabes 2 que se extienden entre un techo 4 y un cinturón 6. Estos dos cuerpos 4 y 6 tienen una simetría de revolución alrededor del eje X-X. Los álabes 2 están distribuidos regularmente alrededor del eje X-X.

25 Tal y como se representa en la figura 2 con más precisión, los nueve álabes 2, unidos solidariamente al techo 4 y al cinturón 6, están incurvados. Los álabes 2 definen cada uno un borde de ataque 21, girado hacia el exterior del rotor 1 y un borde de fuga 22, girado hacia el eje X-X.

30 El rotor 1 también comprende un soporte 8 de acoplamiento del rotor 1 a un árbol, no representado, de la turbina. El soporte 8 puede realizarse bien de chapa, o bien de manera moldeada. El soporte 8 a continuación puede soldarse a los demás elementos que componen el rotor.

35 Tal y como se representa en la figura 2, el techo 4 comprende nueve elementos distintos, cada uno separado del elemento adyacente por un álabe 2. En el corte de la figura 3, un primer elemento 41 define en parte el techo 4. Se han dispuesto un segundo y un tercer elemento 42 y 43 del techo 4, a un lado y a otro del elemento 41. Este elemento 41 está separado respectivamente de los dos elementos 42 y 43 por un borde superior e interno 23₁ o 23₂ de un primer álabe 2₁, y de un segundo álabe 2₂.

En otras palabras, el techo 4 está constituido por nueve elementos 41, 42, 43... dispuestos cada uno entre los bordes superiores e internos 23₁, 23₂ ... de los álabes adyacentes 2₁, 2₂ En cuanto a los bordes 23₁, 23₂, ... de los álabes 2₁, 2₂,... , están acoplados entre los elementos 41, 42, 43,... que forman el techo 4.

40 De manera similar a la del techo 4, el cinturón 6 comprende nueve elementos. En la figura 3, se ha dispuesto un primer elemento 61 entre otros dos elementos 62 y 63 del cinturón. Este elemento 61 está separado respectivamente de los elementos 62 y 63 por unos bordes inferiores y externos 24₁ o 24₂ de un primer álabe 2₁, y de un segundo álabe 2₂.

45 Puede observarse que el borde superior e interno 23₁ o 23₂ de cada uno de los dos álabes 2₁ y 2₂ está enrasado con la superficie exterior del techo 4, conformada por las respectivas superficies superiores 41₁, 42₁, 43₁... de los elementos 41, 42, 43 y equivalentes. Asimismo, el borde inferior y externo 24₁ o 24₂ de cada uno de estos dos

álabes está enrasado con la superficie exterior del cinturón 6, conformada por las respectivas superficies exteriores 61₁, 62₁, 63₁... de los elementos 61, 62, 63 y equivalentes.

5 Los elementos de techo 41, 42 y 43 y los elementos de cinturón 61, 62 y 63 se unen solidariamente a los álabes adyacentes por soldadura. Este procedimiento se realiza ventajosamente por vía exterior, a la altura de la zona de enrasamiento definida entre el borde de un álabe y una superficie exterior de un elemento de techo o de cinturón. De este modo se evitan las uniones entre estos cuerpos soldadas por el interior del rotor, y más concretamente, en los canales hidráulicos definidos entre dos álabes.

10 Para ello, tal y como se representa en la figura 3, que es un corte de cuando la soldadura está en proceso, los bordes 41₂ y 41₃ del elemento 41 que lindan con los álabes 2₁ y 2₂ respectivamente, están biselados, para crear junto con los bordes 23₁ y 23₂ unos diedros de recepción de unos cordones de soldadura. Estos bordes definen así unos chaflanes. En la figura 3 puede observarse un cordón de soldadura, en la confluencia entre el elemento 41 y el álabe 2₁, con la referencia 9.

En el segundo, tercer y cuarto modo de realización de la invención, representados en las figuras 4 a 7, los elementos análogos a los del primer modo de realización llevan las mismas referencias.

15 Las figuras 4 y 5 representan un aumento efectuado a la altura de la zona de soldadura entre un álabe 2₁ y dos elementos de cinturón 61 y 63. Cabe destacar que las zonas de soldadura entre un álabe y un elemento de techo son similares.

Con el fin de reducir las tensiones en este tipo de unión, se evita realizar una unión en ángulo recto entre el álabe y el cinturón adyacente. Para ello, se ha previsto habilitar unas gargantas de conexión en cada álabe.

20 En la figura 4 se representan dos gargantas de conexión 25 habilitadas en la parte inferior de un álabe 2₁ en una parte dispuesta por encima de dos elementos de cinturón 61 y 63. La parte central del álabe tiene un primer espesor e₁ que es sustancialmente inferior al espesor e₂ del borde inferior y externo 24₁ del álabe 2₁, el cual está acoplado entre los elementos 61 y 63, de manera que quede enrasado con las superficies exteriores 61₁ y 63₁. Las gargantas de conexión 25 son sustancialmente simétricas con respecto a un eje medio Y-Y del álabe 2₁.

25 Para la fabricación del álabe 2₁, el operador procede a realizar las gargantas de conexión 25 en una chapa de espesor e₂, mediante el mecanizado de esta chapa. No obstante, la realización de tales gargantas de conexión precisa la utilización de una cantidad importante de material destinado a suprimirse mediante este procedimiento de mecanizado.

30 De esta manera, a modo de alternativa, representada en la figura 5, se propone utilizar un álabe 2₁ de espesor e₃ sustancialmente idéntico al espesor e₁ del álabe del segundo modo de realización. En este álabe 2₁ se mecanizan directamente dos gargantas de conexión 26 habilitadas en la parte inferior del álabe, en las inmediaciones de su borde inferior y externo 24₁ acoplado entre dos elementos 61 y 63 del cinturón. Estas gargantas 26 se disponen de manera sustancialmente simétrica, con respecto al eje medio Y-Y de la sección del álabe 2₁. Estas gargantas corresponden a unas gargantas laterales habilitadas en el álabe 2₁ de tal manera que definen un estrechamiento localizado en las inmediaciones de la zona de soldadura. Por lo que bastaría con el suministro de una chapa con un espesor nominal e₃ limitado.

35 Las figuras 6 y 7, que no forman parte de la presente invención, representan el rotor 1, que comprende nueve subconjuntos, de los cuales tres pueden verse en la figura 7, con las referencias 11, 12 y 13. El primer subconjunto 11 consta de una primera parte de techo 114 y de una primera parte de cinturón 116 que están unidas por un álabe 112. Las tres partes 112, 114 y 116 pueden moldearse o soldarse juntas, de manera que constituyan un elemento monobloque que puede fijarse a otros elementos del mismo tipo, por soldadura.

40 De manera similar, los subconjuntos 12 y 13 comprenden respectivamente una segunda parte de techo 124 y una tercera parte de techo 134, así como una segunda parte de cinturón 126 y una tercera parte de cinturón 136. Las partes 124 y 126 y las partes 134 y 136 están cada una unidas respectivamente por un álabe 122 y un álabe 132, por moldeo o por soldadura.

Cada uno de estos subconjuntos 11, 12 y 13 tiene una sección en forma de U tumbada.

Las partes 114 y 116 comprenden cada una un borde 114₁, y 116₁, respectivamente enfrente de un borde superior e interno 132₁ y de un borde inferior y externo 132₂ del álabe 132.

45 De la misma manera, las partes 124 y 126 comprenden cada una, un borde 124₁ y 126₁, respectivamente enfrente de un borde superior e interno 112₁ y de un borde inferior y externo 112₂ del álabe 112.

Asimismo puede observarse que el álabe 122 comprende un borde superior e interno 122₁ y un borde inferior y externo 122₂.

Las dos partes de techo y de cinturón de cada uno de los subconjuntos 11, 12 y 13 están provistos respectivamente de una superficie superior 114₂, 116₂, 124₂, 126₂, 34₂ y 136₂.

5 De este modo, los bordes de los álabes 112, 122 y 132 están acoplados entre dos elementos de techo o de cinturón. En otras palabras, cada uno de los bordes inferior y superior del álabe correspondiente está enrasado con la superficie superior del techo y del cinturón adyacente.

10 Los bordes 114₁, 124₁, 116₁ y 126₁ están biselados para crear respectivamente junto con los bordes 132₁, 112₁, 132₂ y 112₂ unos diedros de recepción de los cordones de soldadura, no representados. En otras palabras, estos bordes están achaflanados.

15 Este enfoque modular permite realizar una unión solidaria del subconjunto 11, con el subconjunto 12 y el subconjunto 13 a la vez, mediante un procedimiento de soldadura, calificado como exterior. En otras palabras, no es necesario introducirse en el interior del rotor 1, a saber, entre el techo y el cinturón, para proceder a la soldadura con el objetivo de unir solidariamente las partes del techo y del cinturón de un primer subconjunto con las partes correspondientes de un segundo subconjunto adyacente.

Además, el traslado de los elementos 2₁, 2₂, 41, 42, 43, 61, 62, 63,... o de los subconjuntos 11, 12, 13 y equivalentes que constituyen el rotor, a su lugar de utilización mejora considerablemente en términos de tiempo, lo que permite optimizar los costes.

20 Cabe destacar que la realización de las gargantas de conexión representadas en las figuras 4 y 5 también pueden efectuarse en los los álabes moldeados 112, 122 y 132.

A modo de ejemplo no limitativo, el procedimiento de soldadura utilizado con la invención podría ser una soldadura por haz de electrones o soldadura láser.

Además, puede preverse un rotor que comprenda un número de elementos de techo y/o de cinturón, distinto a nueve.

25

REIVINDICACIONES

1. Rotor (1) de tipo Francis para máquinas hidráulicas, que consta de:

- un cinturón (6) con simetría de revolución alrededor de un eje central (X-X) del rotor;
- un techo (4) con simetría de revolución alrededor del eje; y

5 - una pluralidad de álabes (2 ; 2₁, 2₂) que se extienden entre el techo y el cinturón;

caracterizado porque el rotor (1) comprende al menos dos elementos (61, 62, 63) que definen en parte al menos el cinturón (6) y/o dos elementos (41, 42, 43) que definen en parte al menos el techo (4), y **porque** al menos un borde (23₁, 23₂, 24₁, 24₂) de un álabe (2 ; 2₁, 2₂) está acoplado entre los dos elementos que definen el cinturón (6) y/o el techo (4).

10 2. Rotor según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el borde inferior (24₁, 24₂) y/o el borde superior (23₁, 23₂) de al menos un álabe (2 ; 2₁, 2₂) están enrasados con la superficie exterior (41₁, 42₁, 43₁, 61₁, 62₁, 63₁) del cinturón (6) y/o del techo (4).

15 3. Rotor según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el rotor (1) comprende al menos dos elementos de cinturón (61, 62, 63) y dos elementos de techo (41, 42, 43), fijándose cada elemento entre dos álabes adyacentes (2₁, 2₂) por soldadura.

20 4. Rotor según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el rotor (1) comprende al menos un primer subconjunto (11, 12, 13), definido por una primera parte del cinturón (116, 126, 136) y una primera parte del techo (114, 124, 134), estando las dos partes unidas a un primer álabe (112, 122, 132), estando el primer subconjunto moldeado y un segundo subconjunto (11, 12, 13), definido por una segunda parte del cinturón (116, 126, 136) y una segunda parte del techo (114, 124, 134), estando las dos partes unidas a un segundo álabe (112, 122, 132), estando el segundo subconjunto moldeado y soldado al primer subconjunto.

5. Rotor según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos uno de los álabes (2₁) comprende dos gargantas laterales (25 ; 26) la una enfrente de la otra y dispuestas cerca de al menos un borde (24₁) de soldadura con el cinturón (6) y/o con el techo (4).

25 6. Rotor según la reivindicación 5, **caracterizado porque** las gargantas laterales (25 ; 26) están mecanizados en el álabe (2₁).

7. Rotor según la reivindicación 5 o 6, **caracterizada porque** las gargantas laterales (26) definen un estrechamiento local.

30 8. Máquina hidráulica, **caracterizada porque** comprende un rotor (1), según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

9. Procedimiento de ensamblaje de un rotor (1) de tipo Francis para máquinas hidráulicas, que comprende las siguientes etapas:

- fabricación de elementos de cinturón (61, 62, 63) y/o de techo (41, 42, 43); y

35 - ensamblaje de los elementos de cinturón y/o de techo a al menos un álabe (2 ; 2₁, 2₂) por soldadura y/o por moldeo, con el acoplamiento de al menos un borde (23₁, 23₂, 24₁, 24₂) de un álabe entre dos elementos de cinturón y/o dos elementos de techo.

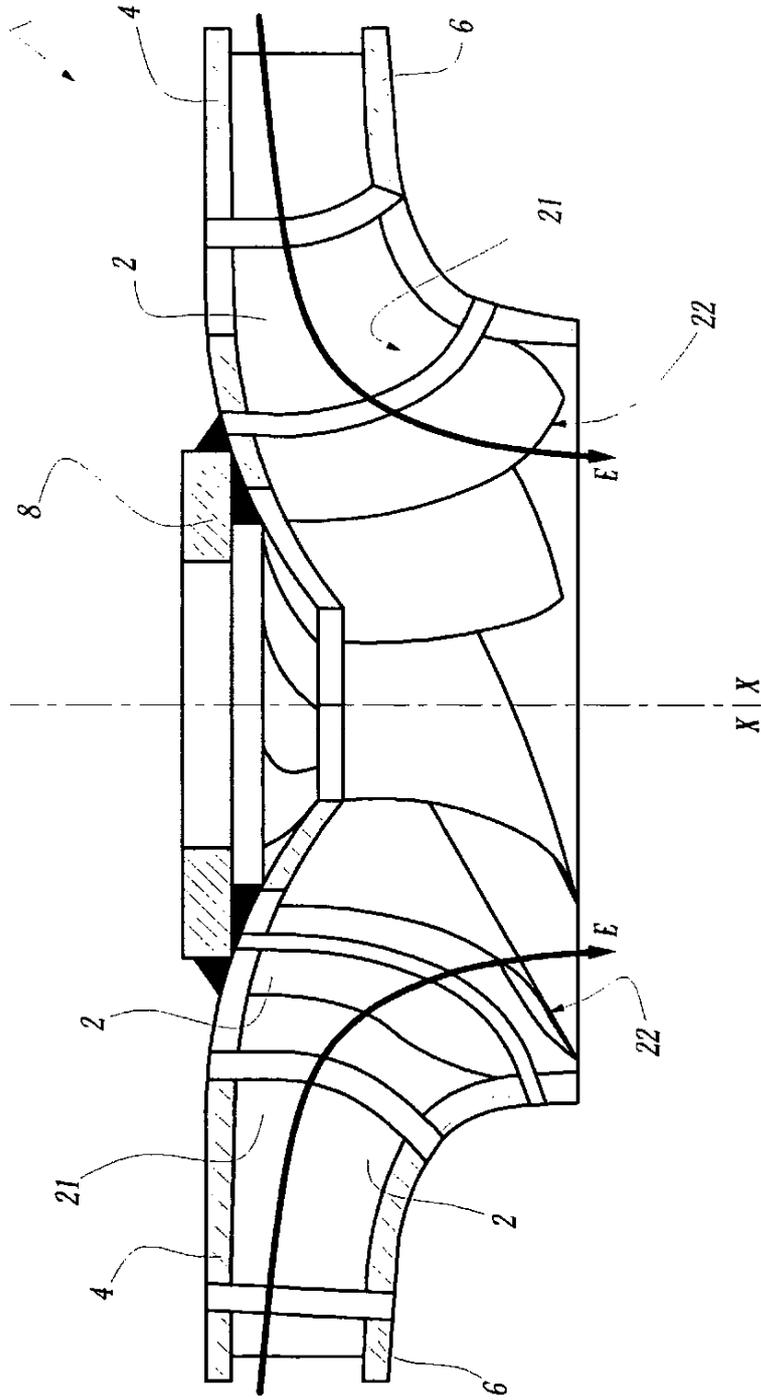


Fig. 1

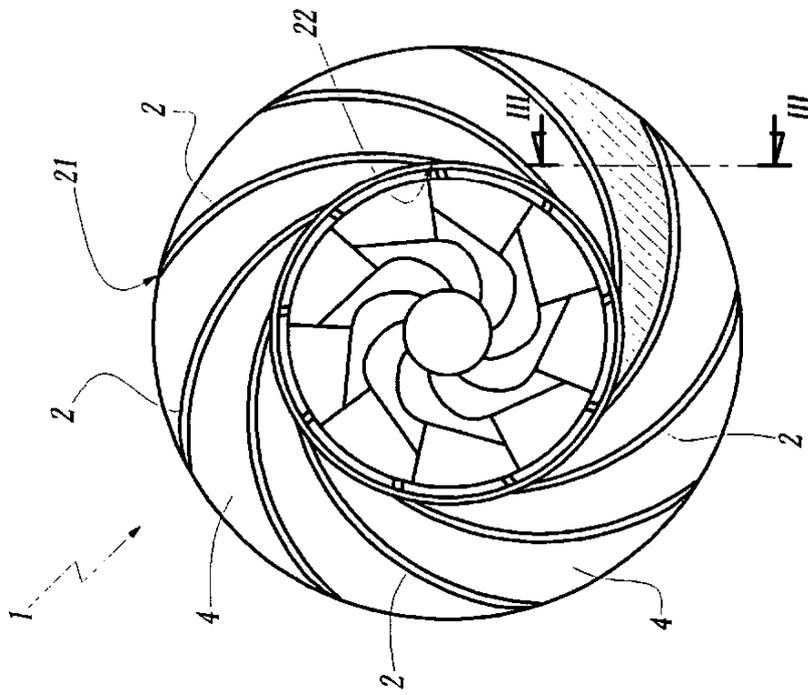


Fig. 2

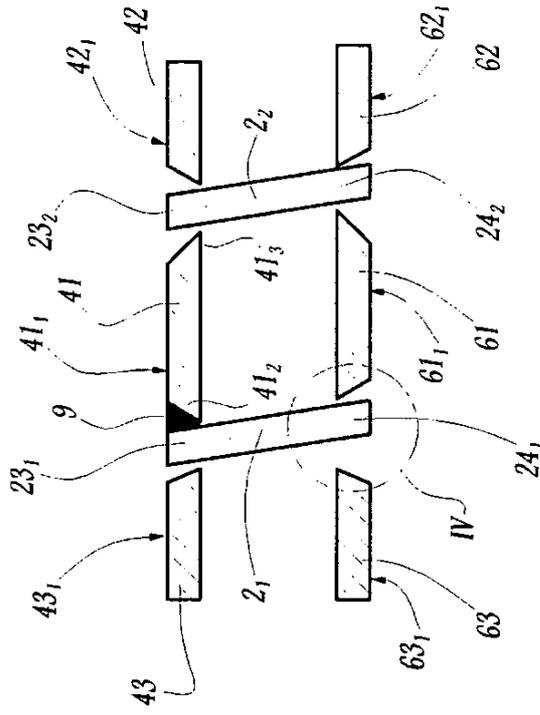


Fig. 3

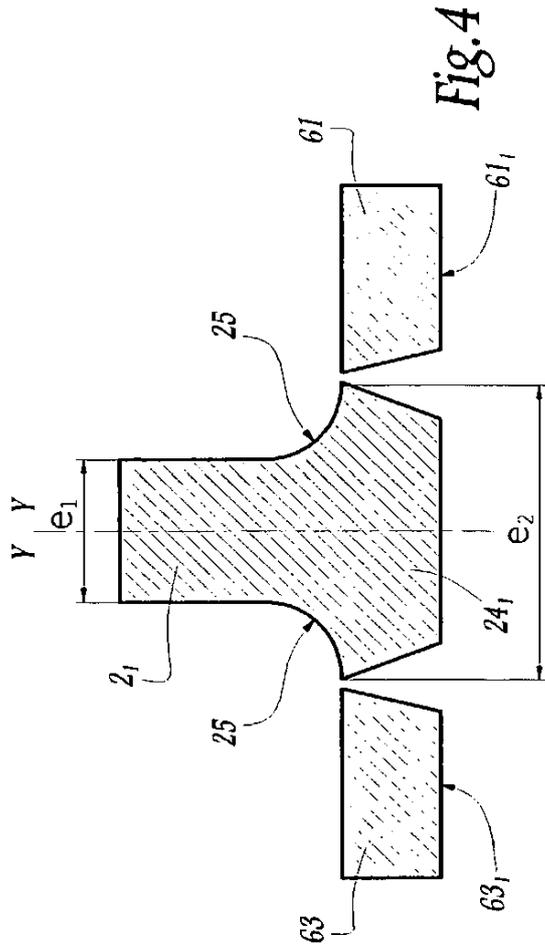


Fig. 4

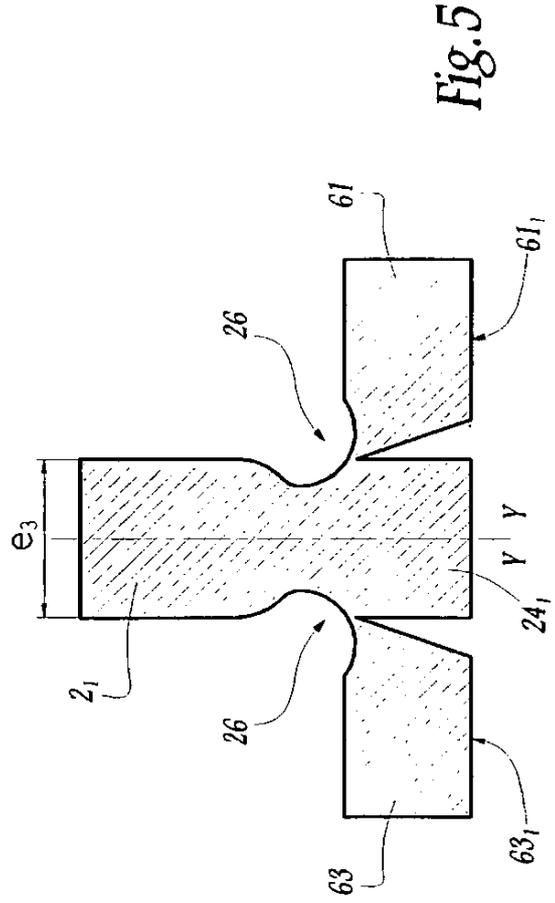


Fig. 5

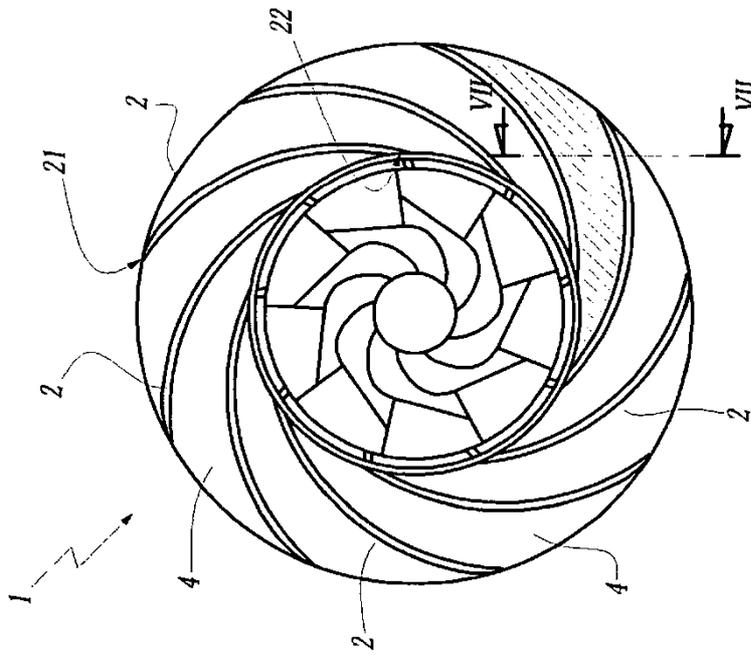


Fig. 6

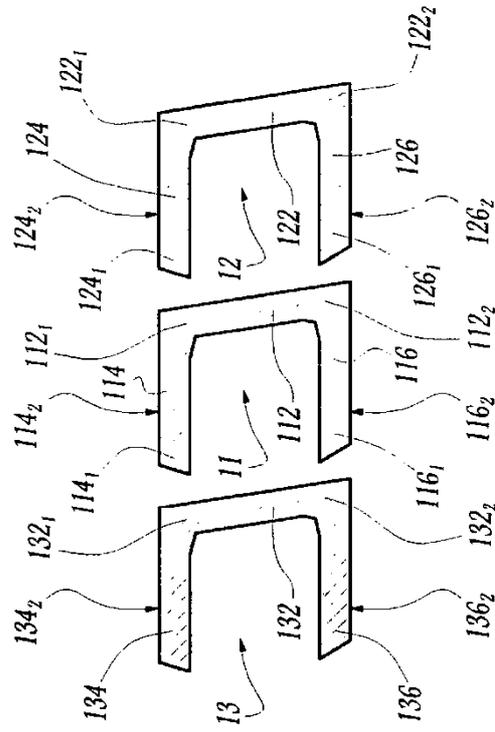


Fig. 7