

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 669 051**

51 Int. Cl.:

**C22B 9/05**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.07.2007 PCT/US2007/073465**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.01.2008 WO08008956**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2007 E 07799572 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 2044229**

54 Título: **Impulsor para dispersar gas en metal fundido**

30 Prioridad:

**13.07.2006 US 830647 P**

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

**23.05.2018**

73 Titular/es:

**PYROTEK, INC. (100.0%)  
9503 E. MONTGOMERY AVENUE  
SPOKANE, WA 99206, US**

72 Inventor/es:

**NEFF, DAVID;  
HENDERSON, RICHARD, S.;  
LUTES, LENNARD, D. y  
GRAYSON, JAMES**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 669 051 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

Impulsor para dispersar gas en metal fundido

### Antecedentes

5 La invención se refiere a la dispensación de gas en metal fundido y, más particularmente, a técnicas para hacer que burbujas de gas finamente divididas se dispersen uniformemente a lo largo del metal fundido.

10 En el transcurso del procesamiento de metales fundidos, a veces resulta necesario tratar los metales con gas. Por ejemplo, es habitual introducir gases de proceso, tales como nitrógeno y argón, en aluminio fundido y aleaciones de aluminio fundido con el fin de extraer componentes no deseados, tales como gas de hidrógeno, inclusiones no metálicas y metales alcalinos. Los gases de proceso añadidos al metal fundido reaccionan químicamente con los  
15 componentes no deseados para convertirlos a una forma (tal como un precipitado o una escoria) que pueda separarse fácilmente del resto del metal fundido. Con el fin de obtener los mejores resultados posibles, es necesario que el gas de proceso se combine eficazmente con los componentes no deseados. Tal resultado requiere que el gas se disperse en burbujas tan pequeñas como sea posible y que esas burbujas se distribuyan uniformemente a lo largo del metal fundido. Cuando se desea la extracción de gas de hidrógeno, las burbujas de gas de proceso permiten que los átomos de hidrógeno se difundan en la burbuja y formen una molécula de hidrógeno. Entonces, las burbujas se elevan hasta la superficie en la que el hidrógeno puede ser liberado a la atmósfera o a la fase de escoria o cubierta de flujo.

20 Tal y como se usa en el presente documento, se comprenderá que la referencia a "metal fundido" significa cualquier metal, tal como aluminio, cobre, hierro y aleaciones de los mismos, que son responsables de la purificación de gases. Además, se comprenderá que el término "gas" significa cualquier gas o combinación de gases, incluyendo argón, nitrógeno, cloro, freón y similares, que tienen un efecto purificador sobre los metales fundidos con los que se mezclan.

25 Hasta ahora, los gases se han mezclado con metales fundidos por inyección a través de elementos fijos tales como lanzas, o a través de difusores porosos. Tales técnicas presentan la desventaja de que puede producirse una dispersión inadecuada del gas a lo largo del metal fundido. Con el fin de mejorar la dispersión del gas a lo largo del metal fundido, comúnmente se usan inyectores rotatorios, que proporcionan una acción cortante de las burbujas de gas y una agitación/mezcla íntima del gas de procedimiento con el metal líquido.

30 A pesar de la existencia de dispositivos combinados de rotación/inyección, sigue habiendo ciertos problemas. Los dispositivos combinados a menudo presentan una escasa acción de mezcla. A veces, se produce cavitación o se establece un vórtice que se mueve alrededor del interior del recipiente, dentro del que se contiene el metal fundido. Con frecuencia, estos dispositivos dispensan burbujas que son demasiado grandes o que no se distribuyen uniformemente a lo largo del metal fundido. Un problema con un conocido dispositivo anterior es que este utiliza un impulsor que tiene pasos que pueden obstruirse con escoria u objetos extraños. La mayoría de los dispositivos anteriores son caros, complejos y pueden usarse únicamente con un tipo de sistema de refinado de metal fundido.  
35 Otros problemas que se presentan con frecuencia son la escasa duración de los dispositivos debido a la oxidación, erosión o carencia de resistencia mecánica. Estas últimas consideraciones resultan particularmente problemáticas en el caso del aluminio, porque los dispositivos de rotación/inyección suelen estar hechos de grafito, y el grafito está sometido a una oxidación continua y se erosiona por el aluminio fundido. En consecuencia, los dispositivos que inicialmente rinden adecuadamente a menudo se oxidan y se erosionan deprisa, así que su eficacia de mezcla y  
40 dispersión de gas disminuye con rapidez; en casos extremos, puede producirse un fallo mecánico completo.

Se ha demostrado que el impulsor concreto desvelado en el presente documento es muy eficaz. El impulsor tiene la forma de un prisma rectangular que tiene esquinas afiladas y múltiples ranuras que proporciona una acción de mezcla especialmente eficaz.

### Sumario

45 De acuerdo con la invención, un impulsor para dispersar gas en metal fundido incluye un cuerpo de impulsor que tiene una primera cara, una segunda cara separada de la primera cara, paredes laterales que se extienden entre la primera cara y la segunda cara, y una abertura, que se extiende a través del cuerpo entre la primera cara y la segunda cara, y que define un cubo alrededor de la abertura. El impulsor incluye, además, ranuras que se extienden en el cuerpo desde la primera cara hacia la segunda cara y que terminan por encima de la segunda cara. Cada  
50 ranura se extiende de manera radial hacia fuera desde el cubo adyacente del cuerpo de impulsor hasta una pared lateral. Al menos dos ranuras intersecan cada pared lateral.

### Breve descripción de los dibujos

55 La Figura 1 es una vista en sección transversal de un recipiente que contiene metal fundido en el que se ha sumergido un aparato de dispersión de gas;  
la Figura 2 es una vista agrandada del aparato de dispersión de la Figura 1, con un impulsor y un árbol que se ilustran en relación por separado;

la Figura 3 es una vista en perspectiva del impulsor de la Figura 2;

las Figuras 4-14 son vistas de otros impulsores que fueron sometidos a estudio (siendo las Figuras 4 y 6 vistas en planta y siendo el resto vistas en perspectiva);

5 la Figura 15 es un gráfico que representa la velocidad mínima (RPM) requerida para 90 scfh de los impulsores representados en las Figuras 3-14; y

la Figura 16 es un gráfico que representa clasificaciones jerarquizadas relativas de la extracción de oxígeno para los impulsores representados en las Figuras 3-14.

### **Descripción detallada**

10 La presente invención se refiere a un impulsor más eficiente. El aparato 10 puede usarse en varios ambientes, y en el presente documento se describirá uno habitual. En referencia a las FIG. 1-3, un dispositivo de inyección de gas de acuerdo con la invención se indica generalmente con el número de referencia 10. El dispositivo 10 está adaptado para sumergirse en metal fundido 12 contenido dentro de un recipiente 14. El recipiente 14 dispone de una cubierta extraíble 16 con el fin de evitar una pérdida de calor excesiva desde la superficie superior del metal fundido 12. El recipiente 14 puede proporcionarse en varias configuraciones, tales como cúbica o cilíndrica. A efectos de la  
15 presente descripción, el recipiente 14 se describirá como cilíndrico, con un diámetro interior indicado con la letra D en la FIG. 1. Para aplicaciones no cilíndricas, la letra D identificará esa dimensión que define el diámetro interior medio del recipiente 14.

El aparato 10 incluye un impulsor 20 y un árbol 40. El impulsor 20 y el árbol 40 habitualmente estarán hechos de grafito, particularmente si el metal fundido que se está tratando es aluminio. Si se usa grafito, preferentemente  
20 debería recubrirse o tratarse de otro modo para resistir la oxidación y la erosión. Los tratamientos contra oxidación y erosión para partes de grafito están disponibles en el mercado y pueden obtenerse de fuentes tales como Metallulics Systems, 31935 Aurora Road, Solon, Ohio 44139 (Estados Unidos).

Tal y como se ilustra en la FIG. 1, el árbol 40 es un elemento alargado que está conectado de manera rígida al impulsor 20 y que se extiende hacia fuera del recipiente 14 a través de una abertura 22 dispuesta en la cubierta 16.  
25 Tal y como se ve en la FIG. 3, el impulsor 20 tiene la forma de un prisma rectangular que tiene una cara superior 24, una cara inferior 26 y paredes laterales 28, 30, 32, 34. El impulsor 20 incluye una salida 36 de descarga de gas que se abre a través de la cara inferior 26. En la realización preferente, la salida 36 de descarga de gas (FIG. 1) constituye una porción de una abertura roscada 38 que se extiende a través del impulsor 20 y que se abre a través de las caras superior 24 e inferior 26. Las caras 24, 26 son aproximadamente paralelas entre sí, tal y como lo son las paredes laterales 28, 32 y las paredes laterales 30, 34. Las caras 24, 26 y las paredes laterales 28, 30, 32, 34 son superficies planas que definen esquinas 39 afiladas rectangulares.  
30

Tal y como se muestra en las FIG. 2 y 3, las paredes laterales 30, 34 tienen una anchura identificada con la letra A, mientras que las paredes laterales 28, 32 tiene una profundidad indicada con la letra B. La altura del impulsor 20, es decir, la distancia entre las caras superior 24 e inferior 26, se indica con la letra C. Preferentemente, la dimensión A es aproximadamente igual a la dimensión B, y la dimensión C es aproximadamente igual a 1/3 de la dimensión A. Es posible que haya desviaciones de las dimensiones anteriores, pero el mejor rendimiento se logrará si las dimensiones A y B son aproximadamente iguales entre sí (el impulsor 20 es cuadrado en vista en planta), y si las esquinas 39 son afiladas y aproximadamente rectangulares. Además, las esquinas 39 deberían extenderse  
35 aproximadamente en perpendicular a la cara inferior 26, al menos por una distancia corta por encima de la cara inferior 26.  
40

Tal y como se ilustra, las esquinas 39 son aproximadamente perpendiculares a la cara inferior 26 completamente con respecto a su intersección con la cara superior 24. Es posible, aunque no deseable, que la cara superior 24 pueda ser más grande o más pequeña que la cara inferior 26 o que la cara superior 24 pueda sesgarse con respecto a la cara inferior 26; en cualquiera de estos casos, las esquinas 39 no serían aproximadamente perpendiculares a la cara inferior 26. El mejor rendimiento se logra cuando las esquinas 39 son exactamente perpendiculares a la cara inferior 26.  
45

Las dimensiones A, B y C también deberían referirse a las dimensiones del recipiente 14, si es posible. En concreto, se ha descubierto que el impulsor 20 rinde mejor cuando el impulsor 20 está centrado dentro del recipiente 14 y la relación de las dimensiones A y D está dentro del intervalo de 1:6 a 1:8. Aunque el impulsor 20 funcionará adecuadamente en un recipiente 14 de prácticamente cualquier tamaño o forma, se prefieren las relaciones anteriores.  
50

El impulsor 20 también tiene una abertura roscada 38 que se extiende a través del centro de las caras superior 24 e inferior 26 del impulsor 20. El impulsor 20 incluye, además, una porción central, o cubo 50, que forma una porción de la cara superior 24 en el centro del mismo. Una pluralidad de ranuras 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74 se extiende de manera radial hacia fuera del cubo 50. Las ranuras 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74 están dispuestas en la cara superior 24. Cada una de las ranuras 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74 incluye un par de paredes laterales 76 paralelas opuestas. Cada ranura se extiende desde el cubo hasta una pared lateral respectiva y la ranura respectiva está abierta en la pared lateral. En la realización representada, tres ranuras intersecan cada pared lateral.  
55

Como resulta evidente si se observa la Figura 3, las ranuras 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74 se extienden en el cuerpo del impulsor 20 desde la cara superior 24 y tienen una superficie inferior que está separada de y es generalmente paralela a la cara superior y la cara inferior 26. Las ranuras 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74 están dispuestas en ángulos aproximadamente iguales entre sí, es decir, cualquier ranura dada está dispuesta a la misma distancia entre las ranuras adyacentes. Además, las ranuras 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74 incluyen ejes longitudinales L (que también es un eje simétrico) que están alineados entre sí y que se extienden desde un lado hasta el lado opuesto (un eje para dos ranuras, cada una en un lado opuesto de la abertura roscada 38). Los ejes longitudinales L son paralelos a la dimensión más grande de cada ranura y son colineales al radio de la abertura roscada 38 (es decir, se extienden a través del centro de la abertura roscada). El extremo (distal) más exterior de cada ranura es generalmente cuadrado o rectangular en una sección transversal tomada normal con respecto al eje longitudinal. Cada ranura es redondeada en su extremo (proximal) más interior. El área en sección transversal tomada normal con respecto al eje longitudinal permanece constante desde el extremo distal de la ranura hasta donde empieza el extremo proximal redondeado. El área en sección transversal permanece constante para más que una mayor parte de la longitud del eje longitudinal.

Con referencia de nuevo a la FIG. 2, el árbol 40 incluye una porción 42 de centro cilíndrica alargada desde la que se proyectan los extremos roscados superior 44 e inferior 46. El árbol 40 incluye un orificio 48 que se extiende longitudinalmente y que se abre a través de los extremos de las porciones roscadas 44, 46. El árbol 40 puede mecanizarse a partir de una reserva de barras de grafito o fabricarse a partir de un tubo de flujo disponible en el mercado, o tubo de inyección de gas, simplemente al mecanizar las roscas en cada extremo del tubo. Un tubo de flujo habitual, adecuado para su uso con la presente invención, tiene un diámetro exterior de 7,3025 cm, un diámetro de orificio de 1,905 cm y una longitud que depende de la profundidad del recipiente.

Tal y como se ilustra en la Figuras, el extremo inferior 46 se enrosca en la abertura 38 formada en el cubo 50 hasta que un reborde definido por la porción cilíndrica 42 se acople a la cara superior 24. El uso de roscas gruesas (paso de 6,35-10,16 cm, UNC) facilita la fabricación y el ensamblado. Si se desea, el árbol 40 podría conectarse de manera rígida al impulsor 20 mediante técnicas distintas a la conexión roscada, tales como mediante pegado o pasadores, que refuerzan la conexión si se desea.

El extremo roscado 44 se conecta a un mecanismo de accionamiento giratorio (no mostrado) y el orificio 48 se conecta a una fuente de gas (no mostrada). Tras sumergir el impulsor 20 en metal fundido y bombear gas a través del orificio 48, el gas se descargará a través de la abertura 36 en forma de burbujas grandes que fluyen hacia fuera a lo largo de la cara inferior 26. Tras la rotación del árbol 40, el impulsor 20 rotará. Suponiendo que el gas tiene una gravedad específica inferior al metal fundido, las burbujas de gas se elevarán a medida que despejan los bordes inferiores de las paredes laterales 28, 30, 32, 34. Con el tiempo, las esquinas afiladas 39 entrarán en contacto con las burbujas de gas. Las burbujas se cortarán en burbujas finamente divididas que serán expulsadas hacia fuera y mezcladas minuciosamente con el metal fundido 12, que se estará agitando dentro del recipiente 14. En el caso particular en el que el metal fundido 12 sea aluminio y el gas de tratamiento sea nitrógeno o argón, el árbol 40 debería rotar dentro del intervalo de 200-400 revoluciones por minuto. Dado que hay cuatro esquinas 39, habrá 800-1600 revoluciones por minuto de borde de corte.

Al usar el aparato de acuerdo con la invención, pueden bombearse altos volúmenes de gas en forma de burbujas finamente divididas a través del metal fundido 12, y el gas bombeado de esta forma tendrá un tiempo de permanencia largo como burbuja mediante el impulsor de la presente invención. El aparato 10 puede bombear gas a caudales nominales de 1 a 2 pies cúbicos por minuto (cfm) fácilmente sin atascarse. El aparato 10 es muy eficaz dispersando gas y mezclándolo con el metal fundido 12. La invención es sumamente económica y fácil de fabricar, a la par que puede adaptarse a todos los tipos de sistemas rotatorios de refinado de metal fundido. El aparato 10 no requiere partes intrincadas mecanizadas con precisión y, por consiguiente, tiene una resistencia mayor a la oxidación y la erosión, así como una resistencia mecánica potenciada, proporcionando todo esto una capacidad de duración más larga en servicio. Dado que el impulsor 20 y el árbol 40 presentan superficies sólidas para el metal fundido 12, no hay ni agujeros ni canales que puedan obstruirse por escoria u objetos extraños.

Cuando se está usando el aparato 10 como un dispensador de gas, se espera que el impulsor 20 esté posicionado relativamente cerca del fondo del recipiente dentro del que está dispuesto el aparato 10.

## **Sección de ejemplo**

Se implementaron las siguientes condiciones de estudio:

- Tanque de agua 121,92 cm x 121,92 cm x 78,74 cm
- Rotores a 10,16 cm del suelo
- Sensor de oxígeno usado para medir el agotamiento
- Volvió a inyectarse aire después de cada estudio para tener un punto de partida uniforme para el contenido de oxígeno
- Se usó nitrógeno para desplazar el oxígeno durante el "desgaseamiento"
- Condiciones convencionales:

## ES 2 669 051 T3

- RPM: 250, 325, 400
- Flujo (scfh): 30, 60, 90

Rotor	Anchura		Diámetro	Altura	Mínimas RPM de flujo para		
	De lado a lado	De esquina a esquina			30 scfh	60 scfh	90 scfh
Figura 3	17,78 cm	25,4 cm		5,715 cm	150 RPM	175 RPM	200 RPM
Figura 4	17,78 cm	25,4 cm		5,08 cm	300 RPM	325 RPM	350 RPM
Figura 5	17,78 cm	25,4 cm		5,715 cm	175 RPM	225 RPM	250 RPM
Figura 6			20,32 cm	6,1976 cm	200 RPM	225 RPM	250 RPM
Figura 7			22,86 cm	5,08 cm	175 RPM	200 RPM	250 RPM
Figura 8	17,78 cm	25,4 cm		5,08 cm	225 RPM	350 RPM	400 RPM
Figura 9	21,59 cm			5,08 cm	300 RPM	350 RPM	400 RPM
Figura 10			19,05 cm	8,89 cm	275 RPM	350 RPM	400 RPM
Figura 11			15,24 cm Cuerpo 17,78 cm Tapa	7,62 cm	225 RPM	250 RPM	275 RPM
Figura 12			17,78 cm	5,08 cm	325 RPM	375 RPM	425 RPM
Figura 13			19,05 cm	8,89 cm	525 RPM	575 RPM	650+RPM (velocidad de motor máx.)
Figura 14			15,24 cm	8,89 cm	300 RPM	400 RPM	600 RPM

- 5 Los resultados anteriores demuestran un rendimiento superior con el rotor conocido como el "STAR modificado". Este rotor se muestra como la Figura 3. Dada la "similitud dinámica" entre el agua y los fluidos de aluminio, es decir, que tienen viscosidades cinemáticas similares, las tendencias en la eficacia de desgaseamiento del aluminio fundido seguirán los resultados expuestos en el agotamiento de oxígeno en la modelación de agua, es decir, se esperará que los motores rindan en la misma comparación relativa entre sí.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un impulsor (20) para dispersar gas en metal fundido, comprendiendo el impulsor un cuerpo de impulsor que tiene una configuración de prisma rectangular y que incluye una primera cara (24), una segunda cara (26) separada de la primera cara, cuatro paredes laterales (28, 30, 32, 34), que se extienden entre la primera cara (24) y la segunda cara (26), y una abertura (36) que se extiende a través del cuerpo entre la primera cara (24) y la segunda cara (26) y que define un cubo (50) alrededor de la abertura (36), incluyendo el impulsor, además, ranuras (52, 54,... 74) que se extienden en el cuerpo desde la primera cara (24) hacia la segunda cara (26) y que terminan por encima de la segunda cara (26), extendiéndose cada ranura de manera radial hacia fuera desde el cubo (50) adyacente del cuerpo de impulsor hasta una pared lateral, en la que al menos dos ranuras intersecan cada pared lateral (28, 30, 32, 34).
- 10 2. El impulsor según la reivindicación 1, en el que cada ranura tiene un eje longitudinal (2) y el eje longitudinal de al menos dos ranuras está alineado con un radio de la abertura (36).
3. El impulsor según la reivindicación 1, en el que cada ranura (52, 54,... 74) está separada angularmente a la misma distancia de sus ranuras adyacentes.
- 15 4. El impulsor según la reivindicación 1, en el que el cuerpo de impulsor incluye al menos cinco ranuras.
5. El impulsor según la reivindicación 4, en el que el cuerpo de impulsor incluye al menos 12 ranuras (52, 54,... 74).
6. El impulsor según la reivindicación 1, en el que la abertura (36) está roscada.
- 20 7. El impulsor según la reivindicación 1, en el que cada ranura (52, 54,... 74) tiene un área de corte transversal sustancialmente constante, tomada normal con respecto al eje longitudinal a lo largo de una mayor parte del eje longitudinal.
8. El impulsor según la reivindicación 1, en el que al menos tres ranuras intersecan cada pared lateral (28, 30, 32, 34).
9. El impulsor según la reivindicación 1, en el que una ranura, que tiene un eje simétrico perpendicular a la pared lateral, interseca cada pared lateral (28, 30, 32, 34).
- 25 10. El impulsor según la reivindicación 1, en el que la primera cara (24) es paralela a la segunda cara (26).
11. El impulsor según la reivindicación 1, en el que cada ranura incluye un eje simétrico y un área de corte transversal sustancialmente constante a lo largo de una mayor parte del eje simétrico.
12. El impulsor según la reivindicación 1, en el que cada ranura tiene un extremo proximal cerrado y un extremo distal abierto, estando curvado el extremo proximal.

30

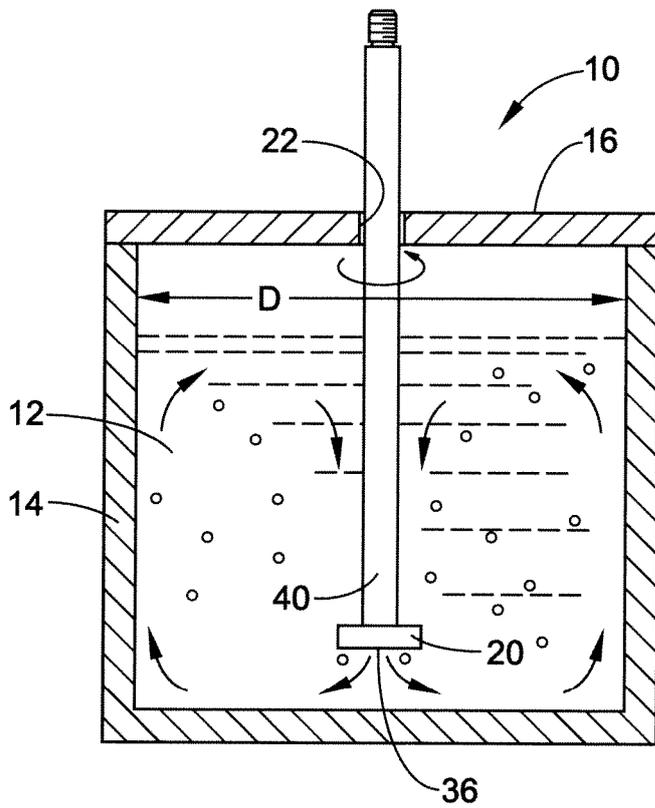


FIG. 1

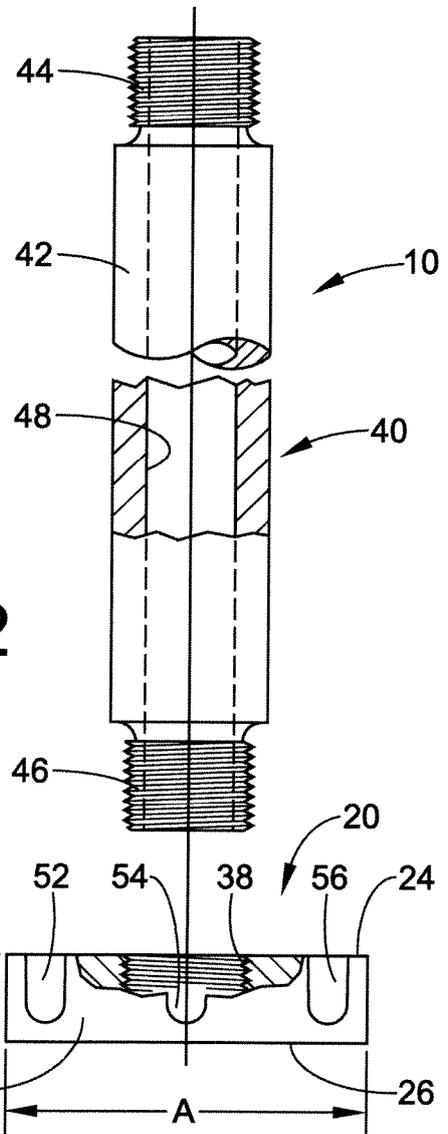
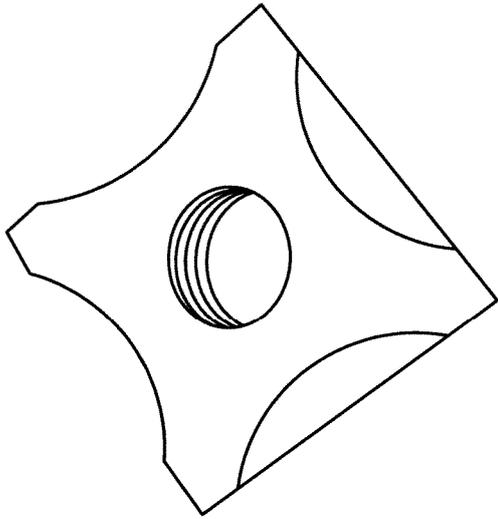
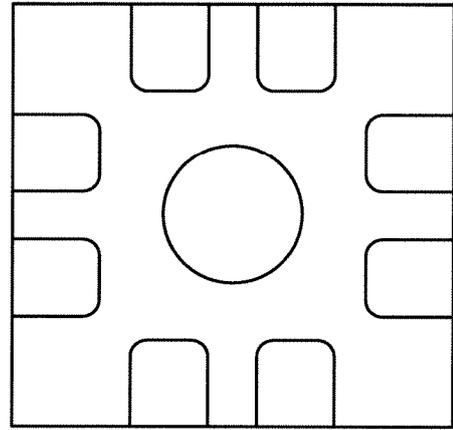


FIG. 2

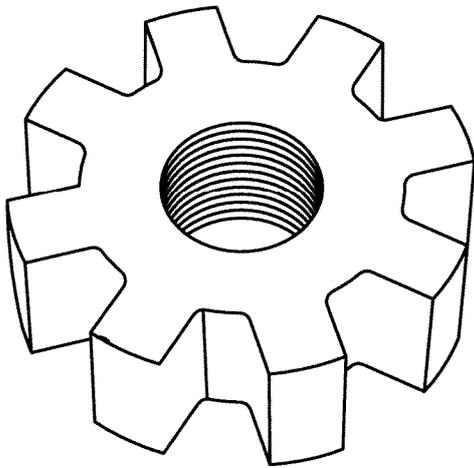




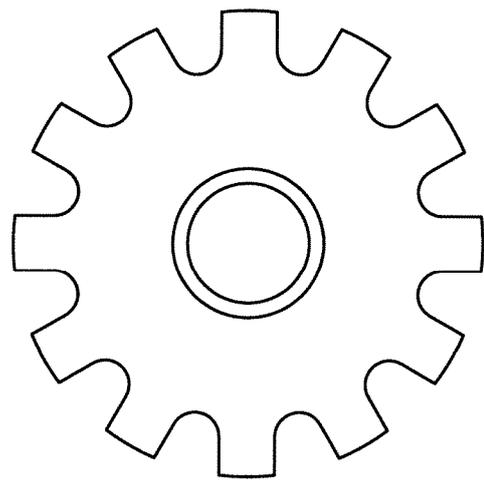
**FIG. 4**



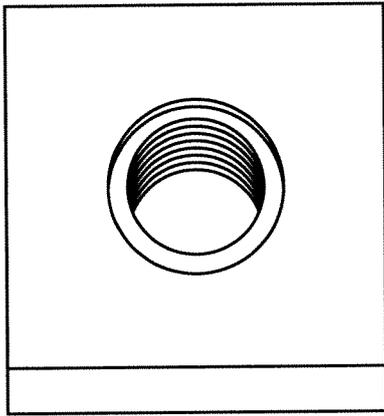
**FIG. 5**



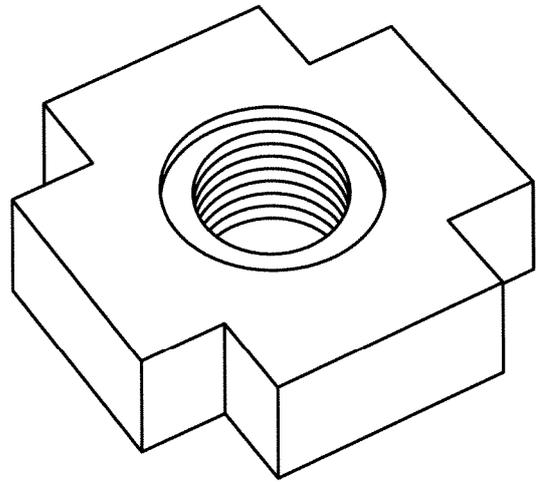
**FIG. 6**



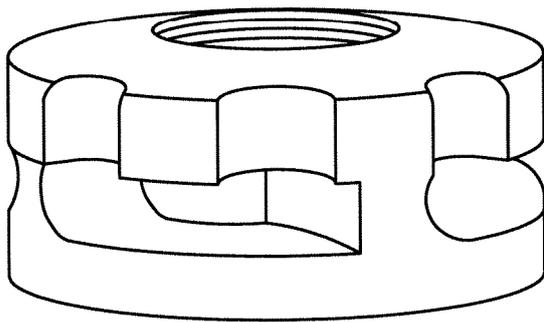
**FIG. 7**



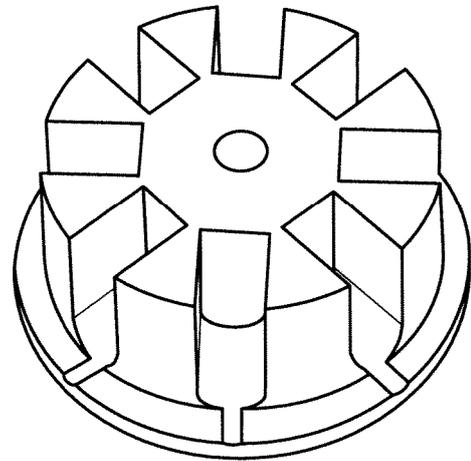
**FIG. 8**



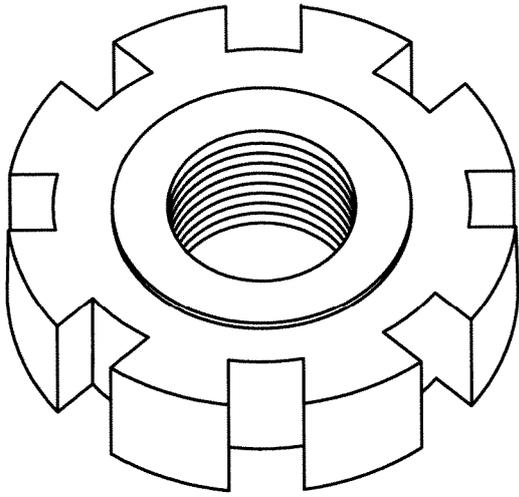
**FIG. 9**



**FIG. 10**

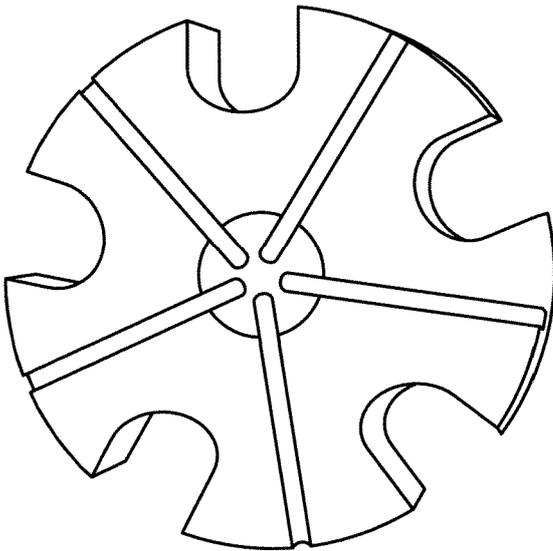
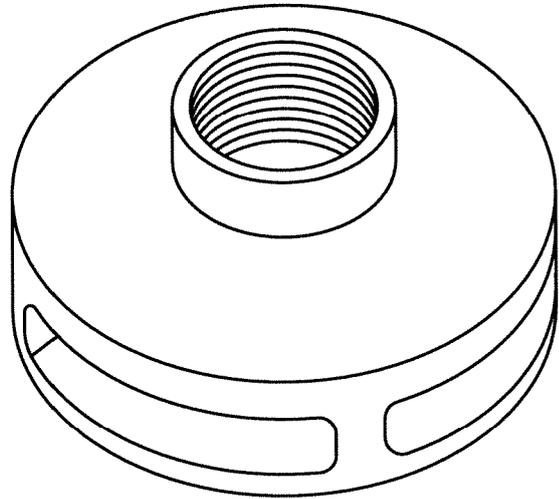


**FIG. 11**

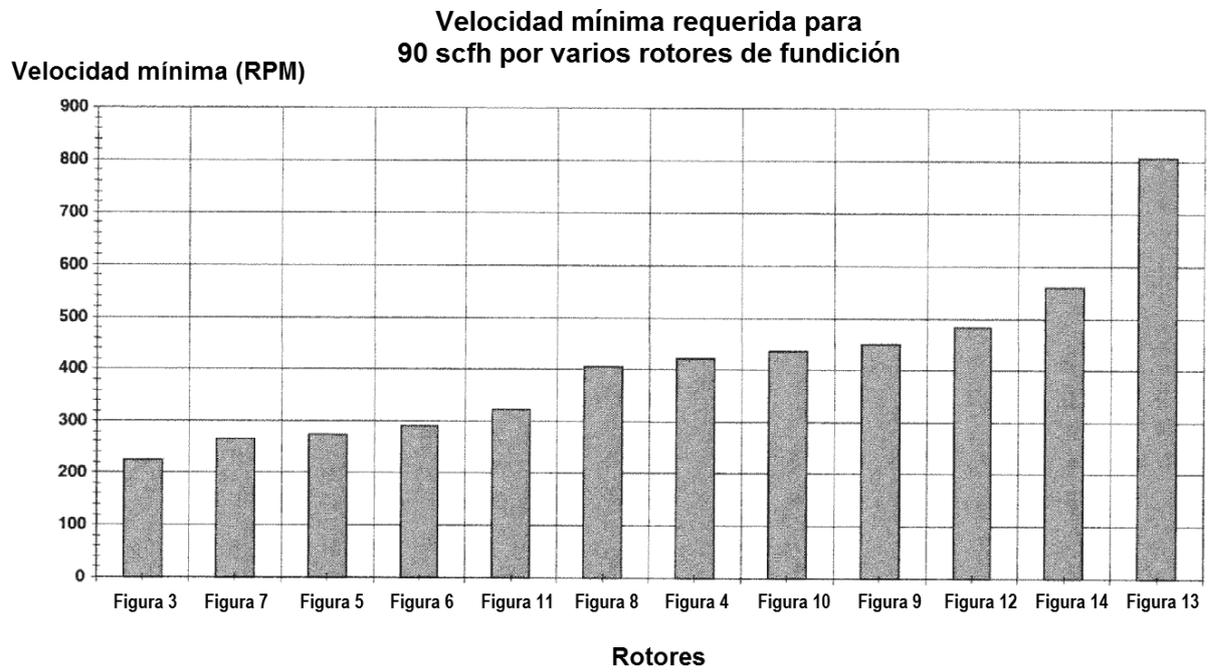


**FIG. 12**

**FIG. 13**



**FIG. 14**



**FIG. 15**

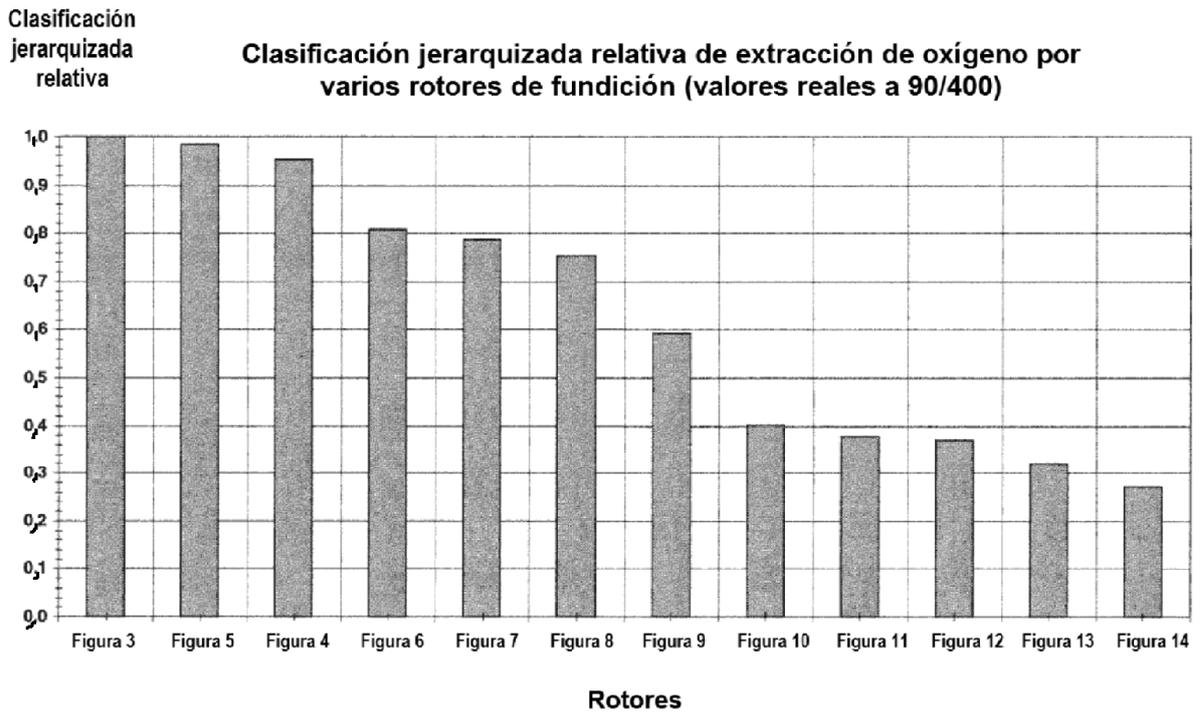


FIG. 16