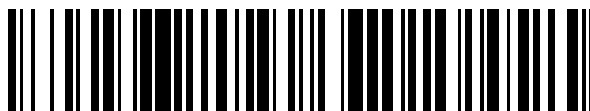


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 659**

51 Int. Cl.:

**B02C 17/16** (2006.01)

**B02C 17/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.12.2009 PCT/AU2009/001644**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.06.2010 WO10068993**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2009 E 09832722 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2017 EP 2373424**

54 Título: **Molino de atrición**

30 Prioridad:

**19.12.2008 AU 2008906540**

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

**21.02.2018**

73 Titular/es:

**GLENCORE TECHNOLOGY PTY LIMITED (50.0%)  
Level 4, 307 Queen Street  
Brisbane QLD 4000, AU y  
NETZSCH-FEINMAHLTECHNIK GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**RUBENSTEIN, JOSHUA BECKH y  
ANDERSON, GREGORY STEPHEN**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 655 659 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

Molino de atrición

**Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un molino de atrición.

**5 Antecedentes de la invención**

El término "molino de atrición" se usa en el presente documento para incluir molinos usados para una trituración fina, por ejemplo, molinos con agitación en cualquier configuración tales como molinos de bolas, molinos de clavijas; molinos húmedos tales como molinos coloidales, molinos de energía de fluido, molinos por ultrasonidos, pequeños pulverizadores, y dispositivos de trituración similares. En general, tales molinos comprenden una cámara de  
10 trituración y un rodete axial que tiene una serie de elementos de trituración dirigidos principalmente en la dirección radial tales como brazos o discos, haciéndose rotar el rodete por un motor mediante un tren de transmisión adecuado. Los elementos de trituración están separados aproximadamente por igual a lo largo del rodete una distancia elegida para permitir una circulación adecuada entre las caras opuestas de elementos de trituración adyacentes y teniendo en cuenta el diseño global y la capacidad del molino, la velocidad y diámetro del rodete, el  
15 diseño del elemento de trituración, el rendimiento del molino y otros factores.

Habitualmente, tales molinos están dotados de medios de trituración y el material de origen que va a triturarse se alimenta al molino como una suspensión. Aunque la invención se describe en el presente documento haciendo referencia particular al uso de diversas formas de medios de trituración añadidos al molino, se entenderá que la invención puede aplicarse a molinos cuando se usan para una trituración autógena o semiautógena. Por ejemplo, en  
20 el caso de un molino con agitación usado para triturar pirita, arseno-pirita o similares, el medio de trituración puede ser esferas, cilindros, elementos de trituración poligonales o con forma irregular o puede ser acero, circonita, alúmina, materiales cerámicos, arena de sílice, escoria o similares. En el caso de un molino de bolas usado para triturar una mena de sulfuro (por ejemplo, galena, pirita) distribuida en una ganga huésped (por ejemplo, esquisto y/o sílice) la propia ganga puede cribarse a un intervalo de tamaño adecuado, por ejemplo 1-10 milímetros o 1-4 milímetros, y  
25 puede usarse como medio de trituración. El intervalo de tamaño de medios depende de cómo de fina se requiere que sea la trituración. Desde aproximadamente el 40% hasta aproximadamente el 95% de la capacidad en volumen del molino puede estar ocupada por medios de trituración.

Debe reconocerse que en el procedimiento de trituración, los medios de trituración experimentan una reducción de tamaño, así como también el material de origen que va a triturarse. Los medios de trituración que a su vez se Trituran hasta un tamaño que ya no resulta útil para triturar material de origen se conocen como medios de trituración "gastados". Los medios de trituración que todavía presentan un tamaño suficiente para triturar material de origen se denominan medios de trituración "útiles".  
30

Un material de origen que va a triturarse, por ejemplo, una mena primaria, mineral, concentrado, calcina, relave regenerado o similares, después de la reducción de tamaño preliminar mediante medios convencionales (por ejemplo hasta 20-200 micrómetros), se suspende en agua y entonces se admite en el molino de atrición a través de una entrada en la cámara de trituración. En el molino, el rodete provoca que las partículas de los medios de trituración impacten con el material de origen, y que las partículas de material de origen impacten entre sí, fracturando el material de origen para producir finos (por ejemplo, de 0,5-90 micrómetros). Es deseable separar el material grueso de los finos en la salida de molino para retener los medios de trituración útiles y el material de origen no triturado en el molino al tiempo que se permita que los finos y los medios de trituración gastados salgan del molino.  
35  
40

En algunos molinos de atrición, la separación de salida se logra por medio de un tamiz ranurado o perforado en, o adyacente a, la salida de molino y que tiene aberturas dimensionadas para permitir el paso de medios de trituración gastados y producto pero que no permiten el paso de medios de trituración útiles. Por ejemplo, si se desea retener partículas de más de 1 mm en el molino, la anchura de la abertura de tamiz de salida será como máximo de 1 mm de modo que solamente saldrán del molino las partículas de menos de 1 mm a través del tamiz. Además, la salida puede comprender un elemento de rascado o un rotor de separación para reducir las obstrucciones de tamiz. La separación axial entre las superficies enfrentadas del rotor de separación y el último elemento de trituración aguas abajo es aproximadamente igual a la separación entre las superficies enfrentadas de todos los demás pares de  
45  
50 elementos de trituración.

El diseño y el funcionamiento de los molinos de atrición y la selección de medios son extremadamente empíricos.

Aunque se han propuesto diversos modelos matemáticos basados en ordenador, ninguno de ellos ha proporcionado predicciones satisfactorias de rendimiento de molino.

En un intento de triturar finamente una mena de sulfuro usando diversos medios de trituración en un molino de bolas de alto rendimiento, por ejemplo, que tiene un rendimiento de molino de más de 10 TPH, se encontró que el tamiz de salida se obstruyó rápidamente, reduciendo el rendimiento hasta un nivel intolerablemente bajo. Además, la tasa de  
55

desgaste del rotor de separación y el tamiz de salida hicieron que el funcionamiento no fuera económico.

La patente estadounidense número 5797550 describe un molino de atrición que tiene medios mejorados para la clasificación y/o separación de partículas gruesas de partículas finas en una suspensión. El molino de atrición descrito en esta patente comprende una cámara de trituración, un rodete axial, una entrada de cámara para admitir partículas gruesas, y un elemento de separación que comprende una salida de cámara a través de la cual salen partículas finas de la cámara. El molino se caracteriza porque se realiza una clasificación entre partículas finas y gruesas en el molino aguas arriba del elemento de separación. Al llevar a cabo la clasificación entre partículas gruesas y finas aguas arriba de la salida de molino, el tamaño máximo de partículas que salen del molino es sustancialmente independiente de las dimensiones de orificio mínimas de la salida de cámara.

La clasificación puede tener lugar en este molino proporcionando un elemento de clasificación que define una primera superficie en rotación alrededor de un eje, una segunda superficie separada de, y enfrentada a, la primera superficie para definir un paso entre las mismas, una entrada de elemento de clasificación para admitir suspensión al paso, estando un primer elemento de clasificación y salida separados de la entrada de elemento de clasificación mediante la cual sale la suspensión del paso, una segunda salida de elemento de clasificación separada hacia el exterior radialmente de la entrada de elemento de clasificación, y medios para provocar que la suspensión fluya de la entrada de elemento de clasificación a la primera salida de elemento de clasificación a una velocidad de flujo volumétrico determinada. La primera superficie está a una separación lo suficientemente cerca de la segunda superficie y se hace rotar a una velocidad suficiente de modo que una mayoría de las partículas en el paso que tienen una masa de menos de una masa determinada sigan arrastrándose con la suspensión que fluye en la primera salida de elemento de clasificación y una mayoría de las partículas que superan una masa determinada dejen de arrastrarse y se muevan hacia el exterior desde el paso en la segunda salida de elemento de clasificación.

El paso puede estar definido entre dos elementos que pueden hacerse rotar (o rotar en sentido contrario) de manera independiente del rodete axial y/o uno de otro.

El molino de atrición de esta patente también puede incluir una etapa de separación que comprende un rotor de separación montado en el rodete y separado axialmente de una placa de extremo para definir un paso de separación que se extiende radialmente entre los mismos, admitiendo dicha primera salida de elemento de clasificación suspensión al paso de separación en una región radialmente interior del elemento de separación, medios de deflexión en o cerca de la periferia del paso de separación para permitir el paso de partículas gruesas que se desplazan hacia el exterior hasta más allá de la periferia del paso de separación, y una salida de suspensión separada axialmente del paso de separación que se extiende radialmente para permitir el paso de las partículas finas fuera del molino. Los medios de deflexión pueden ser en forma de dedos axiales colocados alrededor de la periferia del rotor de separación y que se extienden hacia la salida de cámara.

El molino de atrición descrito en la patente estadounidense número 5797550 está disponible comercialmente por parte del presente solicitante y se comercializa con la marca IsaMill™.

Se conoce que molinos de atrición, tales como los molinos de atrición de la técnica anterior descritos anteriormente, incluyen una pluralidad de discos de trituración montados en un árbol rotatorio. Normalmente, estos discos de trituración incluyen una serie de perforaciones, tales como una pluralidad de perforaciones separadas equiangularmente. Durante el uso de los molinos de atrición de la técnica anterior, la suspensión circula a través de las aberturas en los discos de trituración y partículas también van entre superficies enfrentadas de los discos de trituración y se arrojan contra otras partículas, contra el árbol entre los discos de trituración, contra las superficies de disco y contra las paredes de molino. La suspensión circula en una dirección radial entre los discos y adyacente al árbol.

El molino de atrición que se describe en la patente estadounidense número 5797550 ha demostrado ser técnica y comercialmente satisfactorio.

Se conoce un molino adicional a partir del documento US 4.108.385, en el que una pluralidad de rodetes de trituración rotatorios se alojan dentro de una carcasa. Los rodetes tienen cuchillas que se extienden radialmente que pueden ajustarse con respecto a su inclinación en relación con un plano radial con el fin de ajustar el direccionamiento y la intensidad de agitación, en el que las cuchillas de diferentes rodetes dispuestas a lo largo de un árbol de rodete común aumentan de rodete a rodete a lo largo del árbol para adaptarse a la forma troncocónica del recipiente que los rodea.

Aún se conocen molinos adicionales a partir de los documentos US 3.432.109, US 5.333.804, WO 2009/024159 A1, US 5.597.126 y DE 11 833 44 B.

### Breve descripción de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un molino de atrición mejorado.

La presente invención proporciona un molino de atrición tal como se define en la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se exponen realizaciones preferidas del molino de atrición.

La presente invención surgió durante estudios llevados a cabo con molinos de atrición contruidos según la patente estadounidense número 5797550. Aunque el molino de atrición descrito en esta patente estadounidense ha conseguido un éxito comercial considerable, estos molinos pueden ser propensos a variaciones significativas en la velocidad de flujo a través del molino. Por ejemplo, el cambio de la velocidad de flujo de material que se alimenta al molino puede provocar un movimiento significativo de medios dentro del molino. En algunos casos, los medios pueden pasar a la etapa de clasificación y separación, lo que puede dar como resultado una pérdida de medios de trituración del molino. Este resultado no es deseable.

Aunque los presentes inventores no entienden al competo el mecanismo implicado en la presente invención, se ha encontrado que proporcionar al menos un disco de trituración que proporciona una trayectoria de flujo mayor a través del mismo, en comparación con otros de los discos de trituración, actúa para suprimir o mejorar el movimiento excesivo de medios a través del molino cuando se producen variaciones en la velocidad de flujo mediante la reducción de la velocidad superficial, lo que permite que los medios en la suspensión se sedimenten.

En algunas realizaciones, el al menos un disco de trituración que proporciona una trayectoria de flujo mayor a través del mismo está colocado hacia un extremo aguas abajo de la cámara de trituración. Por ejemplo, si el molino de atrición incluye ocho discos de trituración, un disco de trituración que proporciona una trayectoria de flujo mayor a través del mismo puede estar colocado en el disco 7, en otros casos la trayectoria de flujo mayor a través del mismo puede estar colocada en el disco 6, mientras que en otros casos la trayectoria de flujo mayor a través del mismo puede estar colocada en el disco 5 (en estas realizaciones, el disco 1 está colocado cerca del extremo de entrada de la cámara de trituración y el disco 8 está colocado cerca del extremo de salida de la cámara de trituración). En otras aplicaciones, el disco que proporciona la trayectoria de flujo mayor a través del mismo puede ubicarse en otras posiciones de disco en el molino.

En otras realizaciones, el disco de trituración que proporciona una trayectoria de flujo mayor a través del mismo puede ser un disco de trituración que tiene aberturas a través del mismo, siendo el área abierta total de las aberturas mayor que el área abierta de las aberturas en otro de los discos de trituración en el molino.

En algunas aplicaciones el área abierta en el disco de trituración creada para permitir una trayectoria de flujo mayor como proporción del área de superficie del disco de trituración que no permite lo anterior puede ser de desde el 15% hasta igual al o menos del 100%. En algunas aplicaciones el área abierta en el disco de trituración creada para permitir una trayectoria de flujo mayor como proporción del área de superficie del disco de trituración que no permite lo anterior puede ser de desde el 20% hasta igual al o menos del 100%. En algunas aplicaciones el área abierta en el disco de trituración creada para permitir una trayectoria de flujo mayor como proporción del área de superficie del disco de trituración que no permite lo anterior puede ser de desde el 25% hasta igual al o menos del 100%. En algunas aplicaciones el área abierta en el disco de trituración creada para permitir una trayectoria de flujo mayor como proporción del área de superficie del disco de trituración que no permite lo anterior puede ser de desde el 30% hasta igual al o menos del 100%.

El molino puede incluir al menos un disco de trituración que tiene un área abierta en el disco de trituración creada para permitir una trayectoria de flujo mayor como proporción del área de superficie del disco de trituración que no permite lo anterior en el intervalo de desde el 15% hasta igual al o menos del 100%.

En esta memoria descriptiva, el porcentaje de área abierta se calcula como el área de superficie de las aberturas (equivalente al tamaño total de las aberturas) y esto se divide entonces entre la diferencia del área de superficie completa del disco sin las aberturas, menos el área del buje central.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra un diagrama esquemático, parcialmente en sección transversal, de un molino de atrición según una realización de la presente invención;

la figura 2 muestra una vista frontal de un disco de trituración convencional adecuado para usarse en una realización de la presente invención;

la figura 3 muestra un diagrama esquemático de un patrón de circulación de medios y suspensión dentro del molino de atrición en las proximidades de los discos de trituración;

la figura 4 muestra una vista frontal de un disco de trituración en forma de una cruz de hierro que no es una realización de la presente invención;

la figura 5 muestra una vista frontal de otro disco de trituración que tiene un área de flujo mayor a través del mismo adecuado para usarse en una realización de la presente invención;

la figura 6 muestra una vista frontal de aún otro disco de trituración que tiene un área de flujo mayor a través del mismo adecuado para usarse en una realización de la presente invención;

la figura 7 muestra una vista frontal de otro disco de trituración que tiene un área de flujo mayor a través del mismo

que no es una realización de la presente invención; y

la figura 8 muestra una vista frontal de un disco de trituración que no es una realización de la invención.

### Descripción detallada de los dibujos

5 Se apreciará que los dibujos se han proporcionado con fines de ilustrar realizaciones preferidas de la presente invención. Por tanto, se entenderá que no debe considerarse que la presente invención está limitada a las características tal como se muestran en los dibujos adjuntos.

10 Con referencia a la figura 1 se muestra esquemáticamente un molino de atrición de la técnica anterior que comprende una cámara de trituración 1 definida por una pared lateral generalmente cilíndrica 2, una pared de extremo de entrada 4 y una pared de extremo de descarga 5. La cámara 1 está dotada de un orificio de entrada 3 y una tubería de salida 6. La cámara 1 está montada en cimientos por medios no ilustrados. Un árbol axial 9 se extiende a través de la pared de extremo de descarga de entrada 5 en un dispositivo de sellado 11. El árbol 9 se acciona mediante un tren de transmisión (no ilustrado) y se soporta mediante un cojinete 12. En el interior de la cámara 1, el árbol 9 está equipado con una serie de discos de trituración 14 dirigidos radialmente, cada uno de los cuales se ve, cuando se observa en planta, que está perforado por perforaciones separadas equiangularmente 15 (mostradas en la figura 2). En el presente ejemplo, los discos de trituración 14 se fijan al árbol 9 y cada disco de trituración 14 está separado de manera equidistante de discos de trituración 14 adyacentes. Tal como puede observarse a partir de la figura 1, el molino está dotado de ocho discos de trituración, haciéndose referencia a los mismos mediante los números de referencia 14A, 14B,...14H, respectivamente.

20 Con referencia a la figura 3 se muestran patrones de flujo esquemáticos (indicados mediante líneas con flechas) que se cree que se producen en y alrededor de discos de trituración 14 adyacentes del molino de la figura 1. La suspensión circula a través de las aberturas 15 en los discos de trituración 14 y las partículas también entran entre superficies enfrentadas de discos de trituración 14 y se arrojan contra otras partículas, contra el árbol entre discos de trituración, contra las superficies de disco, y contra las paredes de molino. La suspensión circula en una dirección radial entre los discos y, preferiblemente, al árbol 10 adyacente. Como resultado, se produce la atrición del material particulado alimentado al molino de atrición, dando como resultado una reducción de tamaño del material particulado. Normalmente, el molino también estará dotado de medios de trituración para facilitar la reducción de tamaño. Los medios de trituración pueden comprender bolas de acero, partículas de cerámica, arena o, de hecho, cualquier otro medio de trituración conocido que un experto en la técnica sepa que es adecuado. Si el molino es un molino autógeno, no se encontrarán presentes medios de trituración independientes.

30 El molino mostrado en la figura 1 también incluye una etapa de clasificación y separación 16 que proporciona una clasificación interna de partículas. La etapa de clasificación y separación 16 puede ser tal como se describe en la patente estadounidense número 5797550. La etapa de clasificación y separación 16 clasifica y separa partículas relativamente gruesas en el molino de partículas relativamente finas. Las partículas finas se envían a la salida de molino y salen del molino mientras que las partículas gruesas se recirculan de manera efectiva en el interior del molino y se mueven de vuelta hacia el extremo de entrada del molino, de modo que pueden someterse a trituración o atrición adicional.

El molino mostrado esquemáticamente en la figura 1 está disponible comercialmente por parte del presente solicitante y se comercializa con la marca IsaMill™. Los expertos en la técnica de atrición o trituración entenderán fácilmente cómo se construye y funciona un molino de este tipo.

40 En los dispositivos IsaMill™ disponibles actualmente, cada uno de los discos de trituración 14A a 14H son esencialmente idénticos entre sí. Sin embargo, los presentes inventores han encontrado que los molinos de atrición que tienen esta configuración pueden ser propensos a un movimiento significativo de los medios dentro del molino si varía la velocidad de flujo del material que se alimenta al molino. Para superar esta dificultad, los presentes inventores han encontrado que sustituir uno o más de los discos de trituración por discos de trituración que tienen un área de flujo mayor a través de los mismos (en comparación con otros de los discos de trituración) logra una reducción del movimiento de los medios a través del molino.

La figura 4 muestra un diagrama esquemático de un posible disco de trituración de sustitución, que no forma parte de la invención.

50 El disco de trituración 20 en la figura 4 incluye una abertura central 10 que es similar al disco mostrado en la figura 2. Esta abertura permite que el disco 20 se monte en el árbol 9. El disco incluye una parte central 21 que rodea la abertura central 10. El disco tiene cuatro brazos 22, 23, 24 y 25 que se extienden radialmente hacia fuera desde la parte central 21. El disco 20 mostrado en la figura 4 tiene una trayectoria de flujo a través del mismo que se define por los espacios 26, 27, 28 y 29 entre los brazos adyacentes 22 a 25. Tal como puede observarse al comparar la figura 4 con la figura 2, los espacios proporcionan un área combinada mucho más grande que el área abierta proporcionada por las aberturas 15 en la figura 2.

La figura 5 muestra una vista esquemática de otro disco que puede usarse en realizaciones de la presente invención. El disco 30 mostrado en la figura 5 incluye una abertura central 10. Sin embargo, este disco también

incluye una pluralidad de aberturas 31, 32, 33, etc. El disco 30 mostrado en la figura 5 tiene más aberturas que el disco mostrado en la figura 2. Además, las aberturas del disco 30 en la figura 5 son mayores que las aberturas 15 en el disco 14 de la figura 2. Por tanto, el disco 30 de la figura 5 proporciona un disco que tiene una trayectoria de flujo mayor para suspensión a través del mismo en comparación con el disco 14 mostrado en la figura 2.

5 La figura 6 muestra una vista esquemática de otro disco adecuado para usarse en una realización de la presente invención. En la realización mostrada en la figura 6, el disco 40 incluye una pluralidad de aberturas 41, 42, 43, etc. Cada una de estas aberturas 41, 42, 43 es en gran medida igual que las aberturas 15 del disco 14 mostrado en la figura 2. Sin embargo, el disco 40 mostrado en la figura 6 tiene un número mayor de aberturas que el disco 14 mostrado en la figura 2.

10 En realizaciones de la presente invención, el disco que proporciona una trayectoria de flujo mayor a través del mismo puede colocarse en la posición de disco 14G, tal como se muestra en la figura 1. En otras realizaciones el disco que proporciona una trayectoria de flujo mayor a través del mismo puede colocarse en cualquier otra posición del disco 14A al 14H. Alternativamente, dos o más de los discos mostrados en la figura 1 pueden sustituirse por discos tal como se muestra en cualquiera de las figuras 4 a 6. De hecho, en algunas realizaciones, todos los discos  
15 14A a 14H mostrados en la figura 1 pueden sustituirse por los discos tal como se muestran en una cualquiera de las figuras 4 a 6.

La figura 7 muestra un diagrama esquemático que es similar al mostrado en la figura 4 pero con 5 brazos en lugar de 4 brazos. El disco de trituración 120 en la figura 7, que no forma parte de la invención, incluye una abertura central 110 que es similar al disco mostrado en la figura 2. Esta abertura permite que el disco 120 se monte sobre el árbol 9. El disco incluye una parte central 121 que rodea la abertura central 110. El disco tiene cinco brazos 122,  
20 123, 124, 125 y 126 que se extienden radialmente hacia fuera de la parte central 121. El disco 120 mostrado en la figura 7 tiene una trayectoria de flujo a través del mismo que se define por los espacios 127, 128, 129, 130 y 131 entre los brazos adyacentes 122 a 126. Tal como puede observarse al comparar la figura 7 con la figura 2, los espacios proporcionan un área combinada mucho más grande que el área abierta proporcionada por las aberturas  
25 15 en la figura 2.

Los expertos en la técnica apreciarán que la presente invención puede ser propensa a variaciones y modificaciones distintas de las descritas específicamente, siempre y cuando se encuentren dentro del alcance de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Molino de atrición que tiene
  - una cámara de trituración (1),
  - una entrada colocada en o cerca de un extremo aguas arriba de la cámara de trituración (1),
  - 5 - una salida colocada en o cerca de un extremo aguas abajo de la cámara de trituración (1),
  - una pluralidad de discos de trituración separados (14; 30; 40) en la cámara de trituración (1), accionándose la pluralidad de discos de trituración separados (14; 30; 40) de manera rotatoria,
  - incluyendo cada uno de la pluralidad de discos de trituración separados (14; 30; 40) una o más aberturas (15; 31, 32, 33; 41, 42, 43) a través de los mismos para permitir que una suspensión y los medios de trituración pasen a través de dicha una o más aberturas (15; 31, 32, 33; 41, 42, 43) para permitir el paso de la suspensión y los medios de trituración a lo largo de la cámara de trituración (1),
  - 10 - una etapa de clasificación y separación (16) ubicada en o cerca de un extremo aguas abajo de la cámara de trituración (1), provocando la etapa de clasificación y separación (16) que se separen partículas finas de partículas gruesas y pasen a la salida para retirar de este modo las partículas finas de la cámara de trituración (1) mientras que se provoca una recirculación interna de partículas gruesas de vuelta hacia un extremo aguas arriba de la cámara de trituración (1),
  - 15 caracterizado porque el molino incluye al menos un disco de trituración (14; 30; 40) cuyas una o más aberturas proporcionan una trayectoria de flujo mayor a través del mismo, en comparación con otros de los discos de trituración (14; 30; 40).
- 20 2. Molino de atrición según la reivindicación 1, en el que el disco de trituración (14; 30; 40) que proporciona una trayectoria de flujo mayor a través del mismo comprende aberturas (15; 31, 32, 33; 41, 42, 43) a través del mismo, siendo el área abierta total de las aberturas (15; 31, 32, 33; 41, 42, 43) mayor que el área abierta de las aberturas (15; 31, 32, 33; 41, 42, 43) en otro de los discos de trituración (14; 30; 40) en el molino que tiene una trayectoria de flujo menor a través del mismo.
- 25 3. Molino de atrición según una cualquiera de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el al menos un disco de trituración (14; 30; 40) que proporciona una trayectoria de flujo mayor a través del mismo está colocado hacia un extremo aguas abajo de la cámara de trituración (1).
4. Molino de atrición según la reivindicación 3, en el que el molino de atrición incluye ocho discos de trituración (14; 30; 40) y un disco de trituración (14; 30; 40) que proporciona una trayectoria de flujo mayor a través del mismo que puede estar colocado en el disco 7 (14; 30; 40) o en el disco 6 (14; 30; 40) o en el disco 5 (14; 30; 40), en el que el disco 1 (14; 30; 40) está colocado cerca del extremo de entrada de la cámara de trituración (1) y el disco 8 (14; 30; 40) está colocado cerca del extremo de salida de la cámara de trituración (1).
- 30 5. Molino de atrición según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el molino comprende dos o más discos de trituración (14; 30; 40) que tienen trayectorias de flujo mayores a través de los mismos.
- 35 6. Molino de atrición según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el molino incluye al menos un disco de trituración (14; 30; 40) que tiene un área abierta en el disco de trituración (14; 30; 40) creada para permitir una trayectoria de flujo mayor como proporción del área de superficie del disco de trituración (14; 30; 40) que no permite lo anterior en el intervalo de desde el 15% hasta igual al o menos del 100%.
- 40 7. Molino de atrición según la reivindicación 6, en el que el área abierta en el disco de trituración (14; 30; 40) creada para permitir una trayectoria de flujo mayor como proporción del área de superficie del disco de trituración que no permite lo anterior es de desde el 20% hasta igual al o menos del 100%, preferiblemente desde el 25% hasta igual al o menos del 100%, en particular desde el 30% hasta igual al o menos del 100%.
- 45 8. Molino de atrición según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 7, en el que el molino incluye dos o más discos de trituración (14; 30; 40) que tienen un área abierta en el disco de trituración (14; 30; 40) creada para permitir una trayectoria de flujo mayor como proporción del área de superficie del disco que no permite lo anterior en el intervalo de desde el 15% hasta igual al o menos del 100%.
- 50 9. Molino de atrición según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que el porcentaje de área abierta se calcula a partir de la ecuación:

$$\% \text{ de \u00e1rea abierta} = \frac{(\text{\u00e1rea de aberturas})}{(\text{\u00e1rea de disco completo} - \text{\u00e1rea de buje})} \times 100$$

10. Molino de atrici\u00f3n seg\u00fan una cualquiera de las reivindicaciones anteriores configurado como un molino de atrici\u00f3n de \u00e1rbol horizontal.



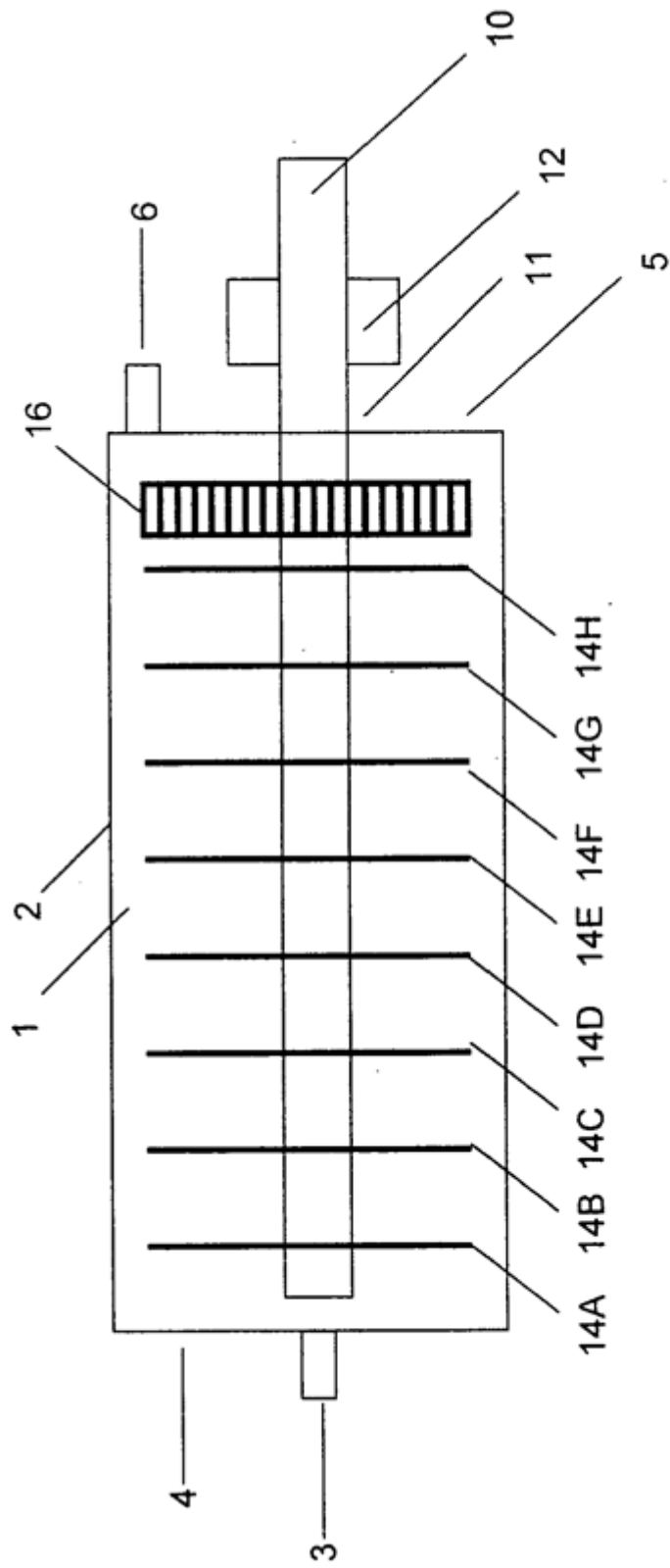


Figura 1

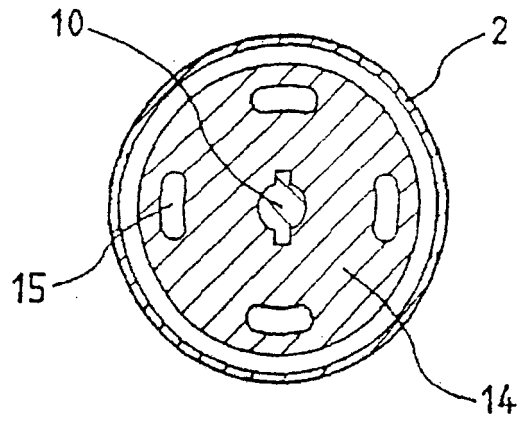


FIG. 2

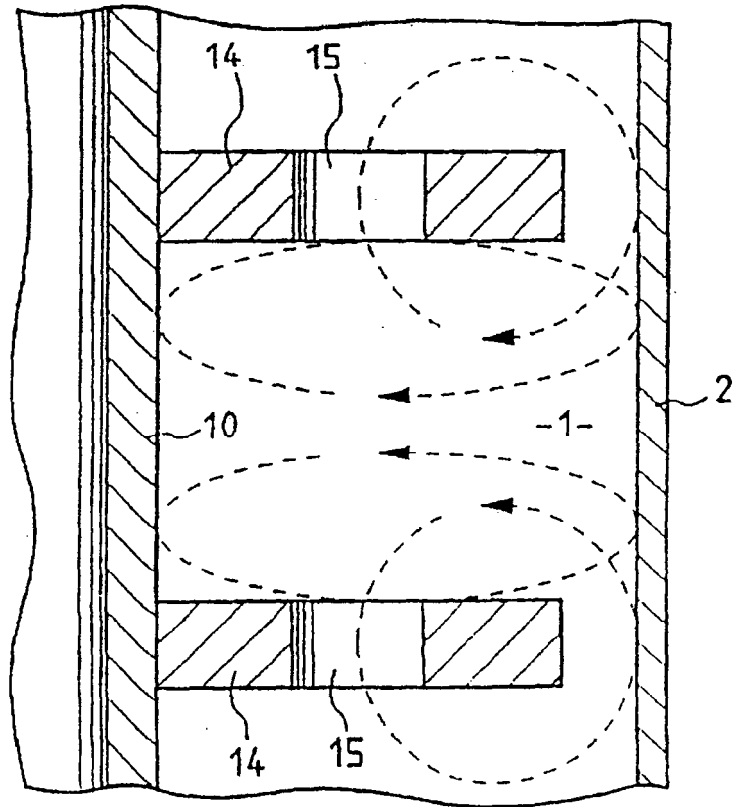


FIG. 3

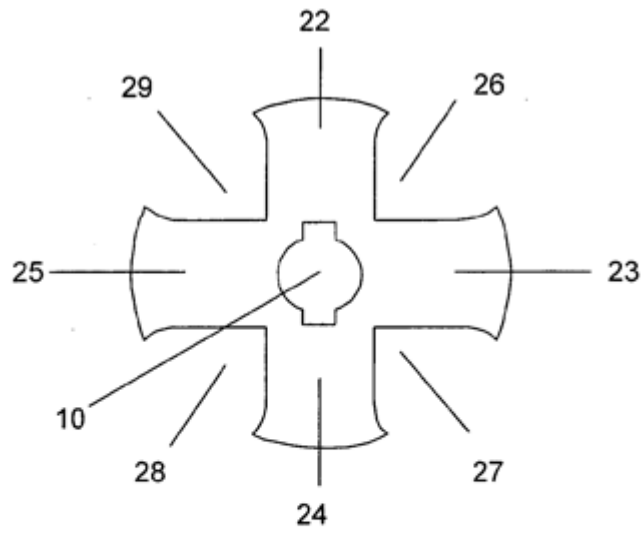


Figura 4

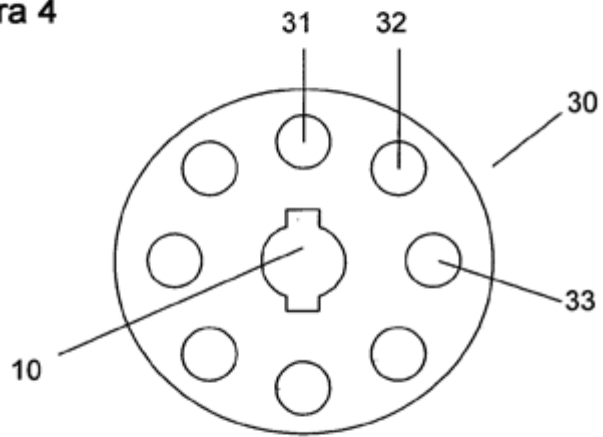


Figura 5

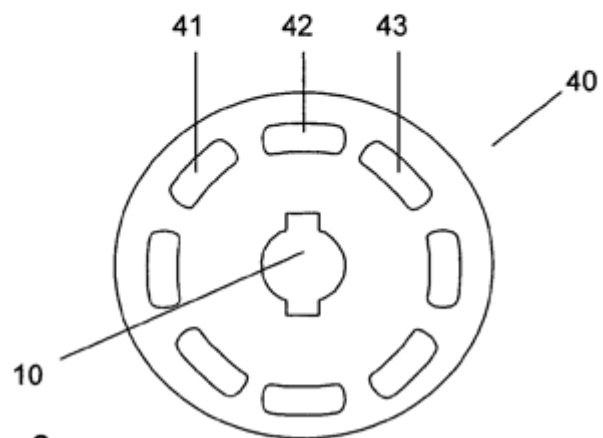


Figura 6

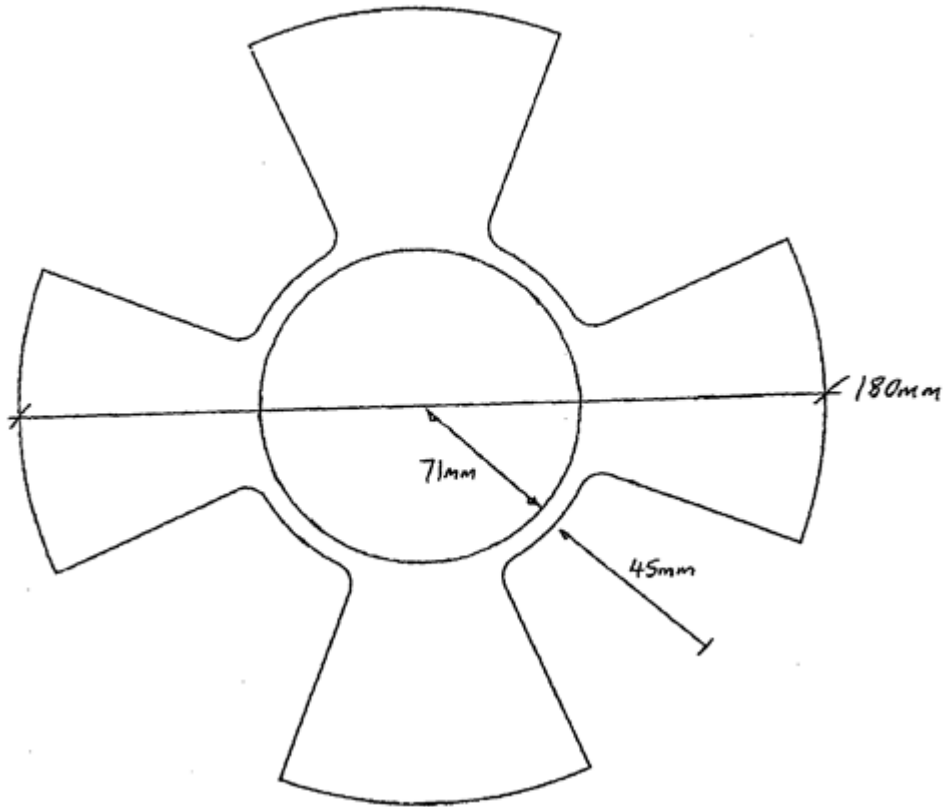


Figura 8

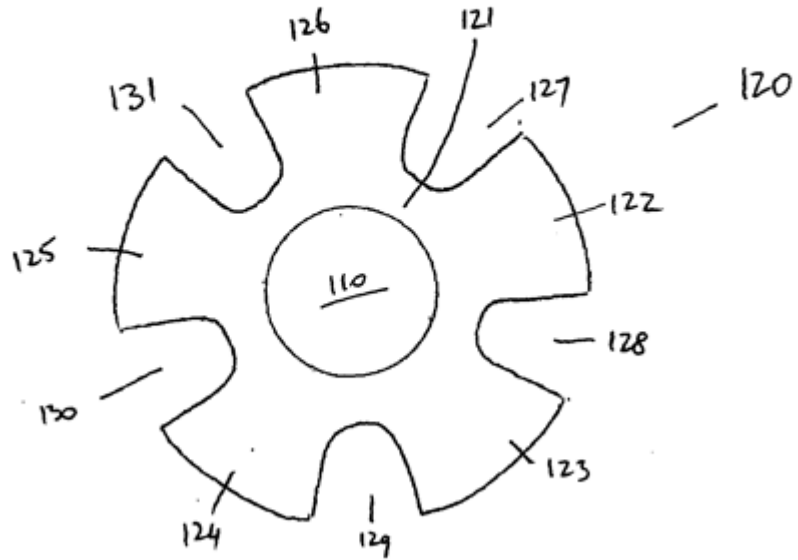


Figura 7