

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
20 de octubre de 2011 (20.10.2011)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2011/128751 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
A23L 1/025 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:

PCT/IB2011/000770

(22) Fecha de presentación internacional:

8 de abril de 2011 (08.04.2011)

(25) Idioma de presentación:

español

(26) Idioma de publicación:

español

(30) Datos relativos a la prioridad:

12/758,291 12 de abril de 2010 (12.04.2010) US

(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): **INDUSTRIAS CENTLI, S.A. DE C.V.** [MX/MX]; Bahía San Ignacio No. 101 Sur, 81240 Los Mochis, Sinaloa (MX).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **PAZ-BRIZ, Fernando, Roberto** [EC/EC]; KM3 Vía Quevedo-Buena Fe, Margen Izquierdo, 12-02 Provincia de los Ríos (EC). **PAZ-ALCAZAR, Fernando, Roberto** [EC/EC]; KM3 Vía Quevedo-Buena Fe, Margen Izquierdo, 12-02 Provincia de los Ríos (EC).

(74) Mandatario: **ROMERO-MIRANDA, José Antonio**; Thiers No. 251, Pisos 9 al 14, Col. Anzures, 11590 México, D. F. (MX).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

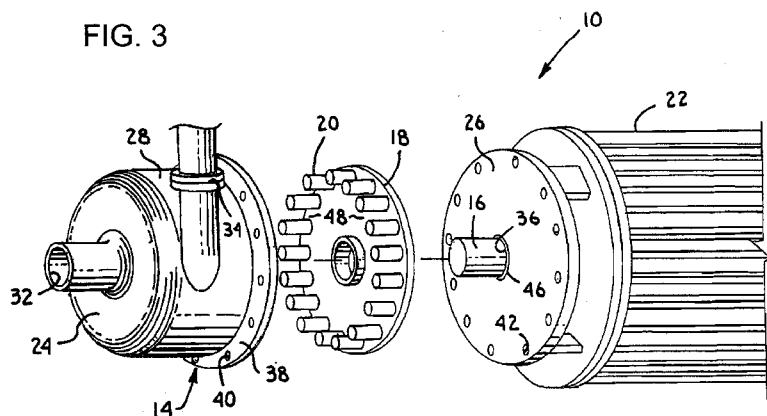
— con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR PROCESSING BIOMASS

(54) Título : METODO Y SISTEMA PARA EL PROCESAMIENTO DE BIOMASA

FIG. 3



(57) Abstract: The invention relates to a method and system for processing biomass. The method includes a device having a housing, a rotor inside the housing and a plurality of projections extending out from the rotor; the method likewise includes placing the biomass in a fluid medium, inducing cavitation in the fluid to partially separate the biomass, pushing the biomass and the fluid toward the inside of the housing, making the rotor spin to further separate the biomass, heating the biomass and the fluid and maintain the acidity of the fluid and the biomass at a pH of approximately 2 to 6. The system includes a device, each one having a housing and a rotor inside the housing. One device has adjacent projections of alternate heights extending out from the rotor; another device has notches in the rotor and a housing end wall; and yet another device has two rows of projections extending out from the rotor, with separations of at least approximately 6 millimeters.

(57) Resumen:

[Continúa en la página siguiente]



WO 2011/128751 A1



-
- *antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones (Regla 48.2(h))*

Un método y sistema para el procesamiento de biomasa; el método utiliza un aparato con un alojamiento, un rotor al interior del alojamiento, así como una pluralidad de salientes que se extienden desde el rotor; el método incluye colocar la biomasa en un medio fluido, inducir la cavitación dentro del fluido para separar parcialmente la biomasa, enviar la biomasa y el fluido hacia el interior del alojamiento, hacer girar el rotor para separar aún más la biomasa, calentar la biomasa y el fluido, así como mantener la acidez del fluido y la biomasa a un pH de entre aproximadamente 2 a 6; el sistema incluye un aparato, teniendo cada uno un alojamiento y un rotor dentro del alojamiento; un aparato cuenta con salientes colindantes de altura alternada que se extienden desde el rotor; otro aparato cuenta con muescas formadas en el rotor y una pared de extremo del alojamiento; otro aparato tiene dos filas de salientes que se extienden desde el rotor, que se encuentran separadas no menos de aproximadamente 6 milímetros.

METODO Y SISTEMA PARA EL PROCESAMIENTO DE BIOMASA

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere en general a un método y sistema para el procesamiento de biomasa y, más particularmente, a un método y sistema para el procesamiento de maíz.

DESCRIPCION DE LA TECNICA RELACIONADA

Durante mucho tiempo ha sido deseable separar rápidamente los componentes unidos sin que ocurra la degradación de los componentes individuales. Los ejemplos de componentes unidos que requieren separación incluyen componentes de granos, contaminantes de productos puros, jugo de biomasa sólida, así como almidón y proteína de biomasa. En particular, el maíz es un grano que resulta deseable separar en sus componentes individuales sin que ocurra la degradación de los mismos. El endospermo del maíz es rico en almidón y proteína, en donde ambos son valiosos como componentes separados.

Un procedimiento típico para separar o triturar maíz incluye la fermentar (remojar) los granos en agua caliente y dióxido de azufre durante alrededor de 35 a 50 horas. El procedimiento de fermentación suaviza el maíz para lograr una separación más fácil mediante procesamiento mecánico, aunque también degrada los componentes del maíz. Algunos de los componentes de los granos típicamente se disuelven o suspenden en agua ácida, para posteriormente desecharse. Desechar estos componentes produce menos ganancias para el molinero de maíz. Adicionalmente, al final del procedimiento de triturado, el maíz requiere de un secado sustancial debido al procedimiento de fermentación.

Después de la fermentación, una despuntadora separa el germen, el pericarpo y el endospermo a través de la abrasión entre el maíz y la despuntadora, la abrasión entre los granos individuales de maíz y el impacto entre el maíz y la despuntadora. Las despuntadoras convencionales frecuentemente rompen el germen y no proveen de forma consistente una separación completa del germen y el endospermo. Las despuntadoras convencionales tampoco separan el almidón y la proteína dentro del endospermo. Por lo tanto, un procedimiento típico de triturado de maíz es relativamente costoso, demanda mucho tiempo y es ineficiente.

BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

La invención reclamada en la presente es un método y aparato para el procesamiento de biomasa. El método para el procesamiento de biomasa utiliza un

aparato que comprende un alojamiento que presenta una cámara que cuenta con una entrada, una salida y una abertura de eje. Un eje se proyecta a través de la abertura. Un rotor se acopla con el eje dentro de la cámara. Una pluralidad de salientes se extienden desde el rotor. El método comprende los pasos de colocar la biomasa en un medio fluido, inducir la cavitación dentro del fluido para separar por lo menos parcialmente la biomasa, enviar la biomasa y fluido a través de la entrada, hacer girar el rotor para separar aún más la biomasa, y mantener la acidez del fluido a un pH de entre aproximadamente 2 a 6.

El método comprende, de preferencia, los pasos adicionales de mantener la acidez del fluido a un pH de entre aproximadamente 3.8 a 4.5, así como de mantener la temperatura del fluido y biomasa entre aproximadamente 30 y 52 grados Celsius. De preferencia, la biomasa es separada induciendo la cavitación dentro del fluido, induciendo abrasión entre la biomasa, induciendo abrasión entre la biomasa y el fluido, sometiendo la biomasa a una fuerza centrífuga, así como sometiendo a impacto la biomasa con las salientes.

De preferencia, el método de procesamiento de biomasa se utiliza para separar el endospermo, el germen y el pericarpo de los granos de maíz en un flujo separado de endospermo y un flujo de germen y pericarpo. Posteriormente, el método separa el almidón y las moléculas proteínicas dentro del flujo de endospermo, de manera que pueda dividirse más tarde en flujos de almidón y proteínas separados relativamente puros.

El sistema de procesamiento de biomasa comprende un aparato para separar los componentes unidos presentes en un medio fluido. El aparato cuenta con un alojamiento que presenta una cámara que comprende una entrada, una salida y una abertura de eje. Un eje se proyecta a través de la abertura de eje. Un rotor se acopla con el eje dentro de la cámara. Una pluralidad de salientes se extienden desde el rotor. Las salientes se encuentran separadas de forma aproximadamente equidistante desde un centro del rotor. Las salientes adyacentes colindan entre sí. Las salientes comprenden una primera y segunda series de salientes alternantes que tienen una primera y segunda alturas, respectivamente, en donde la primera altura es mayor a la segunda altura.

Una modalidad alternativa del aparato cuenta con un alojamiento que presenta primera y segunda paredes de extremo y una pared lateral que define una cámara, una entrada en la primera pared de extremo, una salida en la pared lateral, así como una abertura de eje en la segunda pared de extremo. Un eje se proyecta a través de la abertura de eje. Un rotor se acopla con el eje dentro de la cámara. El rotor presenta una superficie frontal que mira hacia la entrada y tiene una pluralidad de muescas formadas en la superficie frontal. Se forma una pluralidad de muescas en la primera pared de extremo del alojamiento también.

Una modalidad alternativa del aparato cuenta con un alojamiento que presenta una cámara que comprende una entrada, una salida y una abertura de eje. Un eje se proyecta a través de la abertura de eje. Un rotor se acopla con el eje dentro de la cámara. Una pluralidad de salientes se extienden desde el rotor. Las salientes comprenden una primera fila separada aproximadamente de forma equidistante de un centro del rotor, y una segunda fila separada aproximadamente de manera equidistante de la primera fila. Las salientes en las filas se encuentran separadas no menos de aproximadamente 6 milímetros.

Aspectos adicionales de la invención, junto con las ventajas y características novedosas correspondientes a la misma, se establecerán en parte en la siguiente descripción y, en parte, resultarán evidentes para el experto en la técnica al examinar lo siguiente, o bien podrían aprenderse a partir de la práctica de la invención. Los propósitos y ventajas de la invención podrían ser realizados y logrados mediante las herramientas y combinaciones particularmente señaladas en las reivindicaciones anexas.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un aparato de conformidad con la presente invención;

La Figura 2 es una vista frontal elevada, con porciones divididas, del aparato de la Figura 1;

La Figura 3 es una vista en perspectiva esquemática del aparato de la Figura 1;

La Figura 4 es una vista de sección transversal parcial de una modalidad alternativa de un aparato de conformidad con la presente invención, que muestra un alojamiento que cuenta con salientes;

La Figura 5 es una vista de sección transversal parcial de otra modalidad alternativa de un aparato de conformidad con la presente invención, que muestra un rotor y un contra-rotor;

La Figura 6 es una vista en perspectiva de una porción de un rotor con salientes en forma de C;

La Figura 7 es una vista en perspectiva de una porción de un rotor con salientes en forma de J;

La Figura 8 es una vista en perspectiva de una porción de un rotor que tiene salientes en forma de dientes dispuestos a manera de un arco;

La Figura 9 es una vista en perspectiva de una porción de un rotor que tiene salientes giratorias;

La Figura 10 es una vista frontal elevada de una modalidad alternativa de un aparato de conformidad con la presente invención, que muestra un hidrociclón acoplado con la salida del alojamiento;

La Figura 11A es un diagrama de flujo de un método de separación de conformidad con la presente invención;

La Figura 11B es una continuación del diagrama de flujo de la Figura 11A;

La Figura 12 es un diagrama de flujo de un método de purificación de conformidad con la presente invención;

La Figura 13 es un diagrama de flujo de un método para promover la interacción de conformidad con la presente invención;

La Figura 14 es un diagrama de flujo de un método para mejorar la combustión de conformidad con la presente invención; y

La Figura 15 es una vista frontal elevada de un rotor que tiene salientes en forma de C;

La Figura 16A es una vista frontal elevada de una configuración de pared de extremo de alojamiento que tiene muescas;

La Figura 16B es una vista de sección transversal tomada a través de de la línea 16B-16B en la Figura 16A;

La Figura 17A es una vista frontal elevada de un rotor que tiene tres filas de salientes cilíndricos;

La Figura 17B es una vista frontal elevada de un rotor que tiene tres filas de salientes cilíndricos con orificios entre algunas de las salientes;

La Figura 18A es una vista frontal elevada de un rotor que tiene tres filas de salientes cilíndricos con algunas salientes colindantes;

La Figura 18B es una vista de sección transversal tomada a través de la línea 18B-18B en la Figura 18A;

La Figura 19 es una vista en perspectiva de un rotor cerrado;

La Figura 20A es una vista frontal elevada de un rotor que tiene muescas;

La Figura 20B es una vista lateral elevada de una porción de las muescas en el rotor en la Figura 20A;

La Figura 21 es una vista frontal elevada de una configuración de pared de extremo de alojamiento que tiene muescas;

La Figura 22 es una vista en perspectiva de un rotor cerrado con aspas helicoidales para una creciente succión;

La Figura 23 es una vista frontal elevada de una configuración de pared de extremo de alojamiento que tiene dos filas de salientes cilíndricos;

La Figura 24 es una vista frontal elevada de un rotor que tiene cinco filas de salientes, cada una teniendo una sección transversal poligonal;

La Figura 25 es una vista frontal elevada de una configuración de pared de extremo de alojamiento que tiene cuatro filas de salientes, cada una teniendo una sección transversal poligonal;

La Figura 26 es una vista frontal elevada de un rotor que tiene dos filas de salientes cilíndricas;

La Figura 27 es una vista frontal elevada de una configuración de pared de extremo de alojamiento que tiene una fila de salientes cilíndricas;

La Figura 28A es una vista esquemática de un tanque o torre de azufre de conformidad con la presente invención;

La Figura 28B es una vista en perspectiva de un rotor del tanque de azufre mostrado en la Figura 28A; y

Las Figuras 29A-29D son un diagrama de flujo de un método preferido para el procesamiento de biomasa de conformidad con la presente invención.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA MODALIDAD PREFERIDA

Las Figuras 1-3 muestran un aparato 10 adaptado para separar componentes unidos ubicados en un medio fluido, purificar líquido, promover la interacción entre dos o más componentes ubicados en un medio fluido, así como mejorar la combustión de un combustible líquido. La Figura 2 muestra el aparato que separa los componentes unidos. Los componentes unidos mostrados son el endospermo, el germen y el pericarpo de granos de maíz 12. Aunque la Figura 2 muestra el aparato 10 separando maíz, cualquier componente unido podría ser separado por el aparato. Además, aunque la Figura 2 muestra el aparato funcionando como separador, el aparato también purifica líquido, promueve la interacción entre dos o más componentes, así como mejora la combustión de un combustible líquido. Las Figuras 1-3 muestran el aparato con un alojamiento 14, un eje 16, un rotor circular 18, salientes 20 que se extienden desde el rotor 18 y un motor 22 acoplado con el eje 16.

Las Figuras 2 y 3 muestran el alojamiento 14 con una primera pared de extremo 24, una segunda pared de extremo 26 y una pared lateral 28 que definen una cámara de cavitación interior 30. Las Figuras 1 a 3 muestran el alojamiento 14 con una entrada 32 en la primera pared de extremo 24 adaptada para permitir que el fluido y los componentes entren en la cámara 30, así como una salida 34 en la pared lateral 28 adaptada para permitir que el fluido y los componentes salgan de la cámara 30. La entrada 32 podría acoplarse con una tolva (no mostrada) que contiene componentes, líquido o ambos. La Figura 3 muestra una abertura de eje 36 en la segunda pared de

extremo 26. El eje 16 se proyecta en la cámara 30 a través de la abertura de eje 36. Las Figuras 1 a 3 muestran una brida 38 que se extiende desde la pared lateral 28. La Figura 3 muestra las aberturas 40 en la brida 38 que se alinean con las aberturas 42 en la segunda pared de extremo 26. La Figura 1 muestra los pernos 44 que fijan la brida 38 con la segunda pared de extremo 26. Un sello (no mostrado) se ubica, de preferencia, entre la brida 38 y la segunda pared de extremo 26, así como un sello 46, mostrado en la Figura 3, se ubica entre el eje 16 y la segunda pared de extremo 26, para evitar que el fluido se salga de la cámara 30.

La Figura 2 muestra el rotor 18 acoplado con el eje 16 dentro de la cámara 30. El rotor 18 tiene una superficie frontal 48 que mira hacia la entrada 32. Las salientes cilíndricas 20 se extienden desde la superficie frontal 48 hacia la entrada 32. Todas las salientes 20 son equidistantes desde el centro del rotor 18 adyacente al borde periférico de la superficie frontal 48. La separación entre las salientes colindantes 20 determina la longitud de tiempo que los componentes son mantenidos dentro de la cámara 30. Las salientes separadas de forma cercana entre sí mantendrán los componentes dentro de la cámara durante un periodo de tiempo más largo que las salientes con una separación mayor. Mientras más tiempo los componentes son mantenidos dentro de la cámara, mayor es la probabilidad de que los componentes se separen o interactúen, ya sea que se prefiera una u otra cosa. De preferencia, las salientes se encuentran separadas por una distancia que es suficiente como para mantener los componentes dentro del alojamiento o la cámara hasta que los componentes se separen o interactúen. La Figura 2 muestra las salientes colindantes 20 separadas una distancia suficiente como para mantener los granos de maíz 12 dentro de la cámara 30 hasta la separación del germen, el pericarpo y el endospermo. De preferencia, el espacio entre las salientes colindantes 20 es de aproximadamente 6 a 12 milímetros. La separación entre las salientes también afecta el número de impactos entre los componentes y las salientes. Se producen más impactos entre los componentes y las salientes a medida que las salientes se encuentran separadas de forma más cercana. Por lo tanto, si se desean menos impactos, la distancia entre las salientes debe ser incrementada. Aunque se muestran las salientes cilíndricas 20 montadas de manera equidistante con respecto al centro del rotor, cualquier tipo de salientes montadas en cualquier patrón en el rotor se encuentran dentro del alcance de la invención.

La Figura 2 muestra la separación del endospermo, el germen y el pericarpo de los granos de maíz 12 que se colocaron en un medio fluido. El motor 22, mostrado en las Figuras 1 y 3, hace girar el eje 16 y el rotor 18 a una velocidad suficiente como para provocar cavitación dentro del fluido. El endospermo, el germen y el pericarpo son separados por los efectos combinados de la implosión y creación rápida de burbujas de

cavitación formadas dentro del fluido, la abrasión entre el fluido y los componentes del maíz, la abrasión entre los componentes del maíz, los impactos entre los componentes del maíz y las salientes 20, así como la fuerza centrífuga. Antes de la separación, el maíz es mantenido dentro del alojamiento 14 mediante las salientes 20. Mientras el maíz es mantenido por las salientes 20, el fluido fluye por el maíz a una alta velocidad, provocando la abrasión del fluido en la superficie del maíz. Los granos de maíz 12 giran también con respecto al rotor 18, provocando abrasión entre los granos. Cada grano 12 también afecta las salientes 20. La totalidad de estos factores contribuye a separar el maíz 12 en sus componentes. La Figura 2 muestra los componentes separados 50 saliendo de la salida 34. Aunque la separación del maíz se muestra en la Figura 2, cualquier tipo de componente unido puede ser separado con el aparato 10 y el aparato podría utilizarse también para purificar líquido, promover la interacción entre dos o más componentes en un medio fluido y mejorar la combustión de un combustible líquido.

La Figura 4 muestra una modalidad alternativa de un aparato 110 de conformidad con la presente invención. El aparato 110 es básicamente el mismo que el aparato 10 descrito arriba en relación con las Figuras 1 a 3, excepto porque el aparato 110 tiene salientes 112 que se extienden desde primera pared de extremo 114 del alojamiento 116 hacia el rotor 118. Tres filas circulares de salientes 112 se extienden desde la primera pared de extremo 114. Hay brechas 120 entre filas adyacentes. El rotor 118 tiene cuatro filas de salientes 122 que se encuentran separadas por una distancia desde el centro del rotor, de manera que las filas se alinean con las brechas 120.

La Figura 5 muestra otra modalidad alternativa de un aparato 210 de conformidad con la presente invención. El aparato 210 es básicamente el mismo que el aparato 10 descrito anteriormente en relación con las Figuras 1 a 3, excepto porque el aparato 210 tiene un tubo 212 y un contra-rotor 214 acoplado con el tubo 212 dentro de la cámara interior 216. El contra-rotor 214 cuenta con una superficie frontal que mira hacia la superficie frontal del rotor 218. El tubo 212 es recibido por la entrada 220 y se extiende hacia la cámara 216. Tres filas circulares de salientes 222 se extienden desde la superficie frontal del contra-rotor 214 hacia el rotor 218. Hay brechas 224 entre las filas adyacentes. El rotor 218 cuenta con cuatro filas de salientes 226 que se encuentran separadas por una distancia desde el centro del rotor, de manera que las filas se alinean con las brechas 224. Un sello 228 se ubica entre el tubo 212 y la entrada 220 para evitar que el fluido salga de la cámara 216. Un mecanismo de control (no mostrado), como una banda, podría acoplarse con el tubo 212 fuera de la cámara 216 para hacer girar el tubo 212 y el contra-rotor 214. Aunque los aparatos 110 y 210 se muestran en las Figuras 4 y 5 con filas circulares de salientes, las filas en el alojamiento, el rotor y el contra-rotor podrían tener cualquier configuración que permita que el rotor gire dentro del alojamiento.

Las Figuras 6 a 9 muestran ejemplos de salientes que podrían ser utilizadas con cualquiera de los aparatos 10, 110 y 210 descritos anteriormente en relación con las Figuras 1-5. La Figura 6 muestra las salientes 310 que tienen un perfil superior en forma de C. Las salientes son huecas y se encuentran dispuestas en dos filas sobre el rotor. Las salientes en forma de C 310 se emplean, de preferencia, cuando resulta deseable inducir altos niveles de cavitación en el fluido. La Figura 7 muestra las salientes 312 que tienen un perfil lateral en forma de J. Las salientes en forma de J 312 se ubican adyacentes al borde periférico de la superficie frontal del rotor. La Figura 8 muestra cuatro filas de salientes tipo dientes separados 314. Las filas se ubican en una relación de compensación, de manera que las salientes 314 forman un patrón curvo radial. La Figura 9 muestra las salientes giratorias 316. Las salientes 316 cuentan con un extremo libre 318 y un extremo fijo 320 montados de forma giratoria sobre la superficie frontal del rotor. El extremo fijo 320 cuenta con una abertura que recibe un pasador 322 que se extiende desde el rotor. La invención descrita en la presente no se limita a ningún tipo particular de salientes, ni a ningún patrón particular de salientes. Todas las salientes y patrones mostrados en la presente son únicamente ejemplos.

La Figura 10 muestra una modalidad alternativa de un aparato 410 de conformidad con la presente invención. El aparato 410 es básicamente idéntico a los aparatos 10, 110 y 210 descritos en relación con las modalidades mostradas en las Figuras 1 a 5, excepto porque la salida 412 del alojamiento 414 se acopla con un hidrociclón 416 o centrífuga. El hidrociclón 416 tiene la forma general de un cono invertido con un cilindro que se extiende hacia arriba desde la base del cono. El hidrociclón 416 tiene una salida superior 418, una salida inferior 420 y una entrada 422 acoplada con la salida del alojamiento 412. La entrada 422 se ubica cerca de la parte superior del hidrociclón 416.

En la operación, el motor 22 del aparato 10, mostrado en las Figuras 1 a 3, se enciende. La entrada 32 recibe los componentes unidos colocados en fluido, líquido no purificado, dos o más componentes colocados en fluido, o bien combustible líquido. Los componentes unidos colocados en fluido, líquido no purificado, dos o más componentes colocados en fluido, o bien combustible líquido, se introducen en la cámara 30. El motor 22 hace girar el eje 16 y el rotor 18 a una velocidad suficiente como para provocar la cavitación del fluido dentro de la cámara 30, a medida que las salientes 20 se mueven a través del fluido. La velocidad de rotación del eje es, de preferencia, de entre 500 y 10,000 revoluciones por minuto.

El fluido cavita debido a la reducción en la presión del fluido por detrás de las salientes 20, a medida que las salientes se mueven a través del fluido. El fluido cavita de un líquido a un gas cuando la presión del fluido por detrás de las salientes 20 se reduce

por debajo de la presión de vapor del líquido. Una pluralidad de burbujas de gas se forman dentro del fluido debido a la cavitación. Estas burbujas de gas se mueven desde el área de formación de presión baja hasta un área de la cámara 30 con una presión de fluido más alta. Al introducirse en una región con presión de fluido mayor a la presión de vapor del líquido, las burbujas de gas se colapsan. Esta creación y colapso, o bien implosión, de las burbujas de gas crea ondas ultrasónicas dentro de la cámara 30. La potencia de las ondas ultrasónicas ha sido medida fuera del alojamiento 14 como siendo de entre alrededor de 40 dB y alrededor de 60 dB a través de un dispositivo bien conocido de medición de la implosión de cavitación vendido bajo la marca de Vibrotip[®]. Las ondas ultrasónicas son un factor primario para la separación de componentes unidos dentro de un medio fluido, en la purificación de líquido matando organismos indeseables dentro del líquido, en la promoción de la interacción entre dos o más componentes, así como en el mejoramiento de la combustión de combustible líquido mediante la vaporización del combustible líquido.

Las fuerzas adicionales dentro de la cámara 30 contribuyen a separar los componentes unidos dentro de un medio fluido, a purificar líquido, a promover la interacción entre dos o más componentes en un medio fluido, así como a mejorar la combustión de un combustible líquido. Estas fuerzas incluyen la fuerza centrífuga resultante del rotor giratorio 18 dentro del fluido, la abrasión entre el fluido y los componentes, la abrasión entre los componentes, así como los impactos entre los componentes y las salientes 20. Los efectos combinados de estos factores contribuyen a separar los componentes unidos colocados dentro de un fluido, a purificar líquido, a promover la interacción entre dos o más componentes colocados dentro de un fluido, así como a mejorar la combustión de un combustible líquido. El fluido y los componentes separados, líquido purificado, fluido y componentes en interacción, o bien combustible líquido, salen de la cámara 30 a través de la salida 34.

El aparato 110 mostrado en la Figura 4 opera de la misma manera que aquella descrita anteriormente para el aparato 10 mostrado en las Figuras 1 a 3. El aparato 210 mostrado en la Figura 5 opera básicamente de la misma manera que el aparato 10 mostrado en las Figuras 1 a 3, excepto porque el aparato 210 cuenta con un tubo giratorio 212 y el contra-rotor 214. Un mecanismo de control (no mostrado) acoplado con el tubo 212 hace girar el tubo 212 y el contra-rotor 214. El tubo 212 y el contra-rotor 214 giran, de preferencia, en una dirección opuesta a la dirección de rotación del rotor 218, aunque se encuentra dentro del alcance de la invención que el rotor 218 y el contra-rotor 214 giren en la misma dirección. Los componentes y fluido se introducen en la cámara 216 a través del tubo 212.

El aparato 410 mostrado en la Figura 10 cuenta con un alojamiento 414 con un rotor que opera de la misma manera que cualquiera de los aparatos 10, 110 y 210 descritos en las Figuras 1 a 5. Sin embargo, después de que el fluido y los componentes abandonan la salida 412, éstos se introducen en un hidrociclón 416. El fluido y los componentes que abandonan la salida 412 y que se introducen en el hidrociclón 416 giran alrededor de la pared interior del hidrociclón 416. La rotación somete el fluido y los componentes a una fuerza centrífuga que divide los componentes con base en la densidad. Los componentes más pesados se mueven hacia afuera, hacia la pared interior del hidrociclón 416 y se mueven en espiral por la pared hasta la salida inferior 420. Los componentes más ligeros se mueven hacia el eje central del hidrociclón 416 y salen a través de la salida superior 418. Por lo tanto, el hidrociclón 416 divide los componentes con diferentes densidades. El hidrociclón 416 se adapta particularmente bien para dividir el gas del líquido. Un ligero vacío puede ser introducido en la salida superior 418 para inducir a los componentes más ligeros para salir a través de la salida superior 418.

Las Figuras 11A y 11B muestran un método para separar componentes unidos. Si resulta necesario, los componentes unidos son pelados en 510, lavados en 512 y/o triturados en 514 durante el inicio del procedimiento de separación, según se muestra en la Figura 11A. Los componentes unidos se colocan entonces en un medio fluido y se envían a un primer separador 516. El primer separador 516 cuenta con una cámara de cavitación 518, un friccionador de fluido 520, un friccionador de componentes 522, una centrífuga 524 y un impactador 526. El separador podría tener una estructura como cualquiera de los aparatos 10, 110 y 210 descritos anteriormente y debe entenderse que la misma estructura podría realizar los pasos 518 a 526 simultáneamente.

En la cámara de cavitación 518, la cavitación es inducida en el fluido según se describe más arriba en relación con el aparato 10 mostrado en las Figuras 1 a 3. Las ondas ultrasónicas resultantes de la creación e implosión de burbujas de cavitación dentro del fluido, es uno factor en la separación de los componentes unidos. Los otros pasos en el separador 516 son también factores en la separación de los componentes unidos. El friccionador de fluido 520 induce la abrasión entre el fluido y los componentes unidos, y el friccionador de componentes 522 induce la abrasión entre los componentes unidos para separar los componentes. La abrasión entre los componentes unidos podría ser la abrasión entre los componentes individuales, o bien podría ser la abrasión entre unidades discretas de componentes unidos. La centrífuga 524 somete a los componentes unidos a una fuerza centrífuga y el impactador 526 somete los componentes unidos a fuerzas de impacto para separar los componentes. Después de la separación, los componentes se ubican a todo lo largo del medio fluido.

Los componentes separados salen del separador 516 y pasan al divisor de líquido-sólido 528 que divide componentes sólidos relativamente grandes del medio fluido. Los componentes sólidos de granulometría fina forman una suspensión con el fluido y no se dividen del fluido mediante el divisor de líquido-sólido 528. El divisor de líquido-sólido 528 podría ser un cernidor o cualquier otro aparato adecuado para dividir sólidos de líquido. Los componentes sólidos divididos del medio fluido son secados mediante un secador 530 que también tiene la capacidad de separar aún más los componentes sólidos. Los componentes sólidos son entonces triturados en un molino 532 a un tamaño deseado. De manera alternativa, los componentes sólidos que salen del divisor de líquido-sólido 528 se colocan en un medio fluido y se envían al separador 534, en donde se realizan los mismos pasos que en el separador 516. El separador 534 separa además los componentes sólidos de la manera descrita anteriormente con respecto al separador 516. El fluido y los componentes sólidos separados pasan al divisor de líquido-sólido 536, en donde los componentes sólidos relativamente grandes son divididos del fluido y enviados a un colector 538. Los componentes sólidos de granulometría fina forman una suspensión con el fluido y no se dividen del fluido por medio del divisor de líquido-sólido 536. Las suspensiones del fluido y los componentes sólidos de granulometría fina que salen del divisor de líquido-sólidos 528 y 536 se combinan en el separador 540.

El separador 540 realiza los mismos pasos que el separador 516 y separa además los componentes unidos dentro del fluido. El fluido y los componentes que salen del separador 540 fluyen en el separador 542 que realiza los mismos pasos que el separador 516. El separador 542 separa además los componentes unidos dentro del fluido. El fluido y los componentes que salen del separador 542 fluyen en la centrífuga 544, que puede tener una estructura como el hidrociclón descrito anteriormente en relación con la Figura 10. La centrífuga 544 somete el fluido y los componentes a una fuerza centrífuga para dividir los componentes con base en la densidad. Los componentes más pesados que salen de la centrífuga 544 pasan al separador 546, mientras que los componentes más ligeros que salen de la centrífuga 544 pasan al colector 548. Después de salir del separador 546, los componentes más pesados se introducen en la centrífuga 550 que divide de nuevo los componentes con base en la densidad. Los componentes más pesados que salen de la centrífuga 550 pasan a un secador 552, mientras que los componentes más ligeros pasan al colector 548. Ya sea los componentes pesados o ligeros pueden ser procesados aún más para lograr un producto final deseado.

Si los componentes más pesados resultantes son almidón o azúcar, entonces en lugar de pasar al secador 552, éstos pueden ser sometidos a un

procedimiento alternativo mostrado en la Figura 11B, para convertir el almidón o azúcar en etanol. Para la producción de etanol, el almidón que sale de la centrífuga 550, mostrada en la Figura 11A, sigue una trayectoria B para ser sometido a hidrólisis, o bien licuefacción, en la estación 554, mostrada en la Figura 11B. El azúcar que sale de la centrífuga 550, mostrada en la Figura 11A, sigue la trayectoria A para someterse a fermentación en la estación 558, mostrada en la Figura 11B. Para el almidón, en la estación 554 éste se calienta y se une con enzimas para promover la hidrólisis. El almidón hidrolizado se une entonces con enzimas y se somete a sacarización en la estación 556, en donde el almidón hidrolizado se convierte en almíbar. Cada una de la hidrólisis en la estación 554 y la sacarización en la estación 556, podrían realizarse mediante cualquiera de los aparatos 10, 110 y 210 mostrados en las Figuras 1 a 5 y de conformidad con el método para promover la interacción mostrada en la Figura 13 y descrita más adelante en relación con la Figura 13.

El almíbar que sale de la estación 556 se une con levadura y se somete a fermentación en la estación 558 (el paso en el que el azúcar que sale de la centrífuga 550 comienza). La fermentación del almíbar produce etanol líquido. Un intercambiador térmico (no mostrado) podría acoplarse con el aparato que realiza el paso de fermentación 558 para eliminar el calor del aparato. Después de la fermentación, el etanol líquido pasa al divisor de líquido-sólido 560. Los sólidos que permanecen en el etanol líquido son divididos del etanol y se someten a tratamiento enzimático en el paso 562 para hidrolizar y sacarizar los sólidos que los convierten en almíbar. Esta azúcar se somete a fermentación en la estación 558. El paso 562 podría ser realizado de una manera básicamente similar a los pasos 554 y 556.

El etanol líquido que sale del divisor de líquido-sólido 560 comienza un procedimiento de destilación en un separador 564, que tiene básicamente la misma configuración que el separador 516. Un calentador (no mostrado) podría acoplarse con el separador 564 para calentar el líquido. De preferencia, el calentador calienta el etanol líquido a aproximadamente 80 grados Celsius. El etanol líquido podría ser calentado antes de introducirse en el separador 564 al hacerlo pasar a través de una bobina de cobre inmersa en agua calentada con energía solar. El separador 564 induce la cavitación dentro del etanol líquido. La rápida creación e implosión de burbujas de cavitación dentro del etanol líquido lo convierte a vapor de etanol, sin embargo, algo de líquido podría salir del separador 564 con el vapor de etanol. El líquido remanente podría ser etanol líquido y/o líquido añadido en un paso anterior que no pudo ser convertido a etanol. El líquido y el vapor de etanol salen del separador 564 y pasan a la centrífuga 566, que podría tener una estructura similar al hidrociclón mostrado en la Figura 10. La centrífuga 566 somete el líquido y el vapor de etanol a una fuerza centrífuga que divide el

vapor de etanol del líquido. El líquido que sale de la centrífuga 566 es recolectado por el colector 572 en donde es desechado o enviado para ser sometido a un segundo procedimiento de destilación para recuperar cualquier etanol remanente dentro del líquido. El vapor de etanol que sale de la centrífuga 566 pasa a un condensador 568 que condensa el vapor en un líquido. El etanol líquido es recolectado por el colector 570.

Los componentes unidos que son separados mediante el procedimiento mostrado en las Figuras 11A y 11B, podrían ser sólidos, líquidos, gases o cualquier combinación de los tres. Para separar los sólidos, el porcentaje de sólidos en el medio fluido es, de preferencia, de alrededor de 10 a 40% en volumen. El procedimiento de separación podría verse afectado variando el porcentaje de sólidos colocados dentro del medio fluido. Un porcentaje más alto de sólidos en el medio fluido produce una abrasión incrementada entre los componentes sólidos, mientras que un porcentaje más bajo de sólidos en el medio fluido produce una abrasión reducida entre los componentes sólidos. Los componentes que son más grandes que las brechas entre las salientes adyacentes se impactarán con las salientes una serie de veces más que los componentes que son más pequeños que las brechas entre las salientes adyacentes, hasta que los componentes más grandes se fraccionen y se tornen más pequeños que las brechas. Cuando los componentes más grandes se fraccionan en componentes que son más pequeños que las brechas entre las salientes adyacentes, los componentes fraccionados pueden salir del aparato a través de las brechas. El porcentaje en volumen de sólidos en el medio fluido podría variar según resulte necesario para la separación óptima el tipo de componentes que se están separando. Adicionalmente, las dimensiones de los rotores y contra-rotores, incluyendo el tamaño de brecha entre las salientes adyacentes, así como el tamaño y tipo de salientes, podría variar para lograr una óptima separación.

Otros factores externos que podrían afectar el procedimiento de separación mostrado en las Figuras 11A y 11B, incluyen el nivel de pH, viscosidad y temperatura del medio fluido o los componentes. A medida que el nivel de pH cambia de neutral a ácido o alcalino, el potencial de hidrógeno permite una mayor actividad atómica que podría acelerar la separación. Las fuerzas (cavitación, abrasión de fluidos, abrasión de componentes, centrífuga e impacto) generadas dentro de los separadores promueven la actividad atómica al fomentar el contacto entre el medio fluido y los componentes unidos. Un incremento en la viscosidad del medio fluido reduce los efectos de la cavitación dentro del fluido al restringir la formación, implosión y movimiento de las burbujas de cavitación. Un incremento en la temperatura incrementa los efectos de la cavitación dentro del fluido al reducir la atracción de las moléculas del líquido y aumenta de esta manera la presión de vapor del medio fluido. Las burbujas de cavitación se forman con mayor frecuencia cuando la presión de vapor del medio fluido se incrementa debido a que es necesaria una

menor reducción de la presión para reducir la presión del fluido por debajo de la presión de vapor incrementada.

El método de separación mostrado en las Figuras 11A y 11B podría usarse para separar los componentes unidos de un grano de maíz, en particular, el endospermo, pericarpo y germen. De preferencia, el maíz se desvía del pelador 510 y es lavado en la lavadora 512. Después del lavado, el maíz se desvía del triturador 514 y es enviado al separador 516. El separador 516 separa el endospermo, el germen y el pericarpo a través del método descrito anteriormente. La parte harinosa del endospermo tiene granulometría fina y, por lo tanto, forma una suspensión con el fluido después de la separación. El resto del endospermo, es decir, la sémola, tiene una estructura cristalina y, de preferencia, es pulverizada mediante el triturado y digestión para quedar suspendida en el fluido después de que el germen y el pericarpo son retirados, como se discute con mayor detalle más adelante en relación con el procedimiento mostrado en las Figuras 29A a 29D. De preferencia, la mezcla de fluido y granos de maíz que se introduce en el separador 516 tiene alrededor de 10 a 20% de granos de maíz en volumen. El separador 516 tiene, de preferencia, una construcción como aquella del aparato 10 mostrado en las Figuras 1 a 3. Para la separación del maíz, el rotor tiene, de preferencia, una fila de salientes. El diámetro de la fila es, de preferencia, de alrededor de 124 milímetros, mientras que el diámetro de las salientes es de alrededor de 9.5 milímetros. De preferencia, la altura de las salientes es de alrededor de 15 milímetros, mientras que el grosor del rotor es de alrededor de 10 milímetros. Existe una distancia de alrededor de 10 milímetros entre las salientes. De preferencia, el rotor gira a una velocidad de entre alrededor de 600 y 4500 revoluciones por minuto y, en una modalidad más preferida, a una velocidad de cualquiera de alrededor de 1100 ó 1800 revoluciones por minuto. El procedimiento de separación del endospermo, el germen y el pericarpo se produce dentro de un periodo de alrededor de dos minutos. Además, no es necesario remojar los granos de maíz en agua o en una solución ácida antes de la separación, como se acostumbra en los procedimientos convencionales de separación.

Para separar el maíz de conformidad con el método mostrado en las Figuras 11A y 11B, el separador 516 podría ser reemplazado por una pluralidad de separadores acoplados entre sí, teniendo cada uno de ellos una estructura similar al aparato 10. En esta configuración, cada separador subsiguiente en la serie tiene una distancia reducida gradualmente entre las salientes. Podría haber ocho separadores acoplados que reemplacen al separador 516, en donde la distancia entre las salientes se reduce gradualmente de 10 milímetros a 7.5 milímetros.

El divisor de líquido-sólido 528 divide el germen y el pericarpo de la suspensión de fluido y endospermo después de la separación del endospermo, el germen y el pericarpo.

El germen y el pericarpo pasan al secador 530 que, de preferencia, es un sistema de secado de aire caliente a 60 grados Celsius de tipo neumático que tiene la capacidad de dividir el pericarpo del germen. El pericarpo y el germen pueden entonces ser triturados por separado en el molino 532 para cumplir con los requerimientos del mercado. La suspensión de fluido y endospermo pasa al separador 540. Si se desea la producción de etanol, se encuentran también dentro del alcance de la invención que la suspensión de endospermo que salga del divisor de líquido-sólido 528 se desvíe del procedimiento de separación de almidón/proteína descrito más adelante y pase directamente a los pasos de hidrólisis, sacarización, fermentación y destilación mostrados en la Figura 11B.

El separador 540 induce la cavitación dentro de la suspensión de fluido y endospermo, la abrasión entre el fluido y el endospermo, los impactos entre el endospermo y las salientes, así como la fuerza centrífuga para separar el almidón y la proteína de las células del endospermo. De preferencia, el separador 540 pulveriza el endospermo según se describe más adelante en relación con los reactores de digestión mostrados en las Figuras 29A a 29D, de manera que el dióxido de azufre dentro de las torres de azufre descritas más adelante pueda interactuar con rapidez con las moléculas del endospermo. De preferencia, el separador 540 tiene una estructura similar al aparato 10, excepto porque tiene un rotor con dos filas de salientes. Cada uno de los separadores 542 y 546 separa el almidón y la proteína que se encuentran unidos. Las centrifugas 544 y 550 dividen el almidón y proteína separados. Las centrifugas son, de preferencia, decantadores centrífugos, aunque podrían ser también similares o tener la misma estructura que el hidrociclón mostrado en la Figura 10. Las centrifugas 544 y 550 someten el almidón y proteínas separados a una fuerza centrífuga que divide el almidón y la proteína. El almidón, que es más pesado que la proteína, viaja alrededor de la pared interior de las centrifugas 544 y 550 y sale en la parte inferior de las centrifugas con el fluido. La proteína sale a través de la parte superior de las centrifugas 544 y 550 y pasa al colector 548.

Después de salir de la centrifuga 550, el almidón puede pasar ya sea al secador 552, o bien podría ser hidrolizado, sacarizado, fermentado y destilado para producir etanol de conformidad con los pasos descritos anteriormente y mostrados en la Figura 11B. El almidón es de mayor calidad que el almidón producido con los procedimientos convencionales de triturado, ya que el maíz no es remojado durante 35 a 50 horas en un ambiente ácido como en los procedimientos convencionales. La pasta de endospermo y almidón producida de conformidad con el procedimiento descrito en la presente generalmente produce más alcohol por peso unitario que los productos similares producidos de conformidad con los procedimientos convencionales de triturado.

El método de separación mostrado en la Figura 11A también podría ser empleado para producir atole de maíz. El maíz se coloca en agua y se envía a través del separador 516, el cual separa el germen, el pericarpio y el endospermo. El divisor de líquido-sólido 528 divide el germen y el pericarpio de la suspensión de fluido y endospermo. El germen y el pericarpio pasan al secador 530 y al molino 532. El endospermo es procesado y secado produciendo polvo de atole. El atole producido de conformidad con los métodos convencionales contiene azufre porque el maíz se remoja en una solución de azufre. El atole producido de conformidad con el método descrito en la presente no contiene azufre porque el maíz no es remojado en una solución de azufre. Por lo tanto, el atole producido de conformidad con el presente método es más saludable y sabe mejor que el atole producido de conformidad con métodos convencionales.

El método de separación mostrado en la Figura 11A también podría ser empleado como parte de un procedimiento de nixtamalización del maíz. Después de que los granos de maíz son separados en sus componentes usando el método de separación descrito en la presente, los distintos componentes de los granos, es decir, la sémola, la fibra y el pericarpio, podrían combinarse en diferentes proporciones a aquellas que se producen de forma natural en los granos de maíz. Entonces, los componentes combinados podrían ser procesados mediante un procedimiento de extrusión convencional para producir harina de maíz nixtamalizada. Por lo tanto, el procedimiento de separación puede ser utilizado para producir harina de maíz nixtamalizada que tiene una proporción diferente de fibra, sémola, y pericarpio a la proporción natural de esos componentes en el maíz. Adicionalmente, el procedimiento de la presente invención podría producir harina de maíz nixtamalizada en unos cuantos minutos, en comparación con las aproximadamente 2 a 4 horas que se requieren para un procedimiento convencional.

Los frutos del café podrían también ser separados de conformidad con el método mostrado en la Figura 11A. Los componentes unidos de un fruto de café son la piel, la pulpa, el mucílago, el pergamino y el grano. Los procedimientos convencionales para separar los componentes de un fruto de café requieren de los pasos de despulpado del fruto, fermentación del grano para aflojar el mucílago, lavado del grano para retirar el mucílago, secado del grano y pelado del grano para retirar el pergamino. Generalmente toma alrededor de 1 a 7 días realizar estos pasos. El separador 516 del método mostrado en la Figura 11A separa los componentes de un fruto de café en solamente 7 a 10 segundos. El presente método también produce granos de café de mayor calidad, dado que no son sometidos a la acción de triturado ni al molido de despulpado, así como tampoco a un procedimiento típico de fermentación. El presente método para procesar café cuesta alrededor de un 30% menos que los métodos convencionales debido al incremento de la eficiencia.

De preferencia, para la separación del café, la mezcla de fluido con frutos del café es de alrededor de 15 a 22% de frutos del café en volumen. De preferencia, el primer separador es un aparato como aquel mostrado en las Figuras 1 a 3 con un rotor como aquel descrito más adelante y una distancia entre las salientes de alrededor de 50% más que el grano de café más largo, para asegurar que no sea dañado ningún grano. Existe toda una serie de rotores distintos que son suficientes para la separación del café de conformidad con el método mostrado en la Figura 11A. Un tipo de rotor tiene tres filas de salientes, en donde cada fila tiene un diámetro respectivo de 20 centímetros, 30 centímetros y 40 centímetros. Las salientes son cilíndricas, con un diámetro de alrededor de 10 milímetros. La distancia entre las salientes se reduce de alrededor de 15 milímetros en la primera fila a alrededor de 10 milímetros en la tercera fila. Un segundo tipo de rotor tiene 19 salientes cilíndricas, en donde cada una de las mismas tiene un diámetro de alrededor de 9.52 milímetros. Las salientes son adyacentes al borde periférico de un rotor que tiene un diámetro de alrededor de 124 milímetros. Hay una distancia entre salientes de alrededor de 9 milímetros. Un tercer tipo de rotor cuenta con 21 salientes cilíndricas, en donde cada una de las mismas tiene un diámetro de alrededor de 9.52 milímetros. Las salientes son adyacentes al borde periférico de un rotor que tiene a diámetro de alrededor de 124 milímetros. Hay una distancia entre salientes de alrededor de 7.5 milímetros. Un cuarto tipo de rotor cuenta con 20 salientes con un perfil superior en forma de C, según se muestra en la Figura 6, teniendo cada una un diámetro de alrededor de 9.5 milímetros. Las salientes son adyacentes al borde periférico de un rotor que tiene a diámetro de alrededor de 124 milímetros. Hay una distancia entre salientes de alrededor de 7.5 milímetros. Un quinto tipo de rotor cuenta con 14 salientes con un perfil superior en forma de C, según se muestra en la Figura 6, cada una teniendo un diámetro de alrededor de 12.7 milímetros. Las salientes son adyacentes al borde periférico de un rotor que tiene un diámetro de alrededor de 124 milímetros. Hay una distancia entre salientes de alrededor de 16 milímetros. Un sexto tipo de rotor cuenta con 20 salientes cónicas, en donde cada una de las mismas tiene un diámetro base de alrededor de 12 milímetros y un diámetro de copa de alrededor de 4 milímetros. Las salientes son adyacentes al borde periférico de un rotor que tiene un diámetro de alrededor de 125 milímetros. Un séptimo tipo de rotor cuenta con 24 salientes cónicas, en donde cada una de las mismas tiene un diámetro base de alrededor de 9.5 milímetros y un diámetro de copa de alrededor de 4 milímetros. Las salientes son adyacentes al borde periférico de un rotor que tiene un diámetro de alrededor de 124 milímetros.

Después de que los granos, pulpa, mucílago, pericarpo y pergamino de los frutos del café son separados con el separador 516, los granos se dividen en la pulpa, mucílago, pericarpo y pergamino a través de un divisor. El divisor podría ser un cernidor,

o bien una serie de cernidores diseñados para dividir los distintos componentes con base en su tamaño. Los granos de café son entonces secados, clasificados y empacados para su envío. La pulpa, mucílago, pericarpio y pergamino son enviados a otro separador que tenga, de preferencia, una estructura similar a aquella del aparato 10 mostrado en las Figuras 1 a 3. Los componentes separados pasan entonces a un divisor que divide la pulpa y el mucílago del pergamino y el pericarpio. La pulpa y el mucílago podrían fermentarse para la producción de etanol, según se describe anteriormente en relación con la Figura 11B, que se utiliza para producir gas metano, o bien podrían obtenerse gomas a partir del mucílago. El pergamino y el pericarpio se someten, de preferencia, a un procedimiento de extracción que extrae sustancias nutraceuticas y/o fibras a partir de los componentes.

El método mostrado en las Figuras 11A y 11B también podría ser usado para separar el almidón y células de una raíz de yuca. La raíz de yuca se pela, de preferencia, con el pelador 510, se lava en la lavadora 512 y se tritura en el triturador 514 antes de ponerse en agua. La proporción de agua y raíz de yuca triturada es de alrededor de 25 a 35% de raíz de yuca en volumen. La raíz de yuca es enviada a través del separador 516 que tiene, de preferencia una estructura similar al aparato 10 mostrado en las Figuras 1 a 3. Después del separador 516, el almidón separado de la biomasa de yuca sólida forma una suspensión con el agua. La biomasa de yuca sólida, agua y almidón pasan al divisor de líquido-sólido 528 cuando la suspensión de almidón y agua se divide a partir de la biomasa de yuca sólida. La suspensión de almidón y agua pasa al separador 540. La biomasa de yuca sólida se pone en agua y pasa al separador 534 para una separación adicional de la biomasa de yuca sólida y el almidón. El divisor de líquido-sólido 536 divide la suspensión de almidón y agua que sale del separador 534 a partir de la biomasa de yuca sólida. La biomasa de yuca sólida pasa al colector 538 y la suspensión de almidón y agua pasa al separador 540 en donde une la suspensión de almidón y agua a partir del divisor 528. Desde el separador 540, el procedimiento continúa según se describe anteriormente con respecto a la separación del maíz. De preferencia, los separadores cuentan con rotores con salientes que tienen un diámetro de alrededor de 9.5 milímetros y una distancia entre salientes de alrededor de 10 milímetros. Para la separación de la raíz de yuca, cualquiera de los separadores podría tener también un rotor de fila dual con un contra-rotor para mejorar la separación de la raíz.

El método mostrado en las Figuras 11A y 11B podría ser empleado para separar la caña de azúcar del jugo de caña de azúcar. El procedimiento convencional para recuperar el jugo de caña de azúcar de la caña de azúcar comprende la trituración o molido de la caña de azúcar para extraer el jugo de la caña. Entonces, la caña es ya sea desechada o reciclada, en donde se pierde cualquier jugo de caña que se encuentre aún

en la caña. El método mostrado en las Figuras 11A y 11B recupera alrededor del 9.5% del jugo de caña de azúcar en peso de la caña de azúcar sólida que es desechada después del procedimiento convencional de extracción de jugo de caña.

De conformidad con el método de separación de la Figura 11A, en primer lugar, la caña de azúcar es triturada en el triturador 514 y cualquier jugo de caña de azúcar extraído durante el triturado es recolectado. Posteriormente, la caña de azúcar triturada se pone en agua y se envía a través de separador 516, que puede tener una estructura similar al aparato 10 mostrado en las Figuras 1 a 3. De preferencia, la mezcla de agua y caña de azúcar es de alrededor de 25 a 35% de caña de azúcar en volumen. El separador 516 separa el jugo de caña de azúcar de la caña de azúcar a través de los factores descritos anteriormente. El divisor de líquido-sólido 528 divide la caña de azúcar sólida del agua y jugo de caña. La caña de azúcar sólida se pone de nuevo en agua y es enviada a través del separador 534, que separa aún más el jugo de caña de azúcar de la caña de azúcar. El divisor de líquido-sólido 536 divide el jugo de caña de azúcar y la caña de azúcar que salen del separador 534. La caña de azúcar sólida pasa al colector 538, en donde puede ser utilizada como agregado o en la producción de papel. El jugo de caña de azúcar podría ser procesado en azúcar refinada, o bien podría fermentarse o destilarse para producir etanol, según se ha descrito anteriormente con respecto a los pasos 558 a 572. El jugo de remolacha azucarera podría ser separado de la remolacha azucarera de la misma manera que se ha descrito anteriormente para separar el jugo de caña de azúcar de la caña de azúcar.

El método mostrado en la Figura 11A podría ser usado también para separar impurezas gaseosas de líquidos. Por ejemplo, el método podría emplearse para separar dióxido de azufre u otras impurezas gaseosas de combustible líquido. El dióxido de azufre es un compuesto que se encuentra presente en el combustible que es liberado a la atmósfera al realizarse la combustión y resulta dañino tanto para la salud como para el medio ambiente. Para separar el combustible y el dióxido de azufre de conformidad con el método mostrado en la Figura 11A, el combustible que contiene dióxido de azufre se envía directamente a un separador acoplado con una centrifuga como 542 y 544. De preferencia, el aparato 410 que se muestra en la Figura 10 se emplea para la separación del dióxido de azufre y el combustible. El separador induce la cavitación dentro del combustible líquido. La cavitación mejora la formación de burbujas de gas de dióxido de azufre dentro del combustible. La centrifuga somete el combustible a una fuerza centrífuga que divide el gas de dióxido de azufre del combustible líquido. De preferencia, el gas de dióxido de azufre sale a través de la parte superior de la centrifuga y el combustible purificado sale a través de la parte inferior de la centrifuga. Tanto el gas como el combustible podrían ser recolectados en un colector.

El método mostrado en la Figura 11A podría ser empleado también para separar la tierra y polvo del grano. Para la separación, el grano cubierto de tierra o polvo se pone en agua y se envía a través del separador 516. El separador separa el grano y la tierra o polvo. El divisor de líquido-sólido 528 divide el grano limpio de la tierra o polvo, que permanecen suspendidas en el agua. El divisor de líquido-sólido 528 podría ser un cernidor. El grano limpio es secado en el secador 530 y se procesa según se desee.

El método mostrado en la Figura 11A también podría ser utilizado para separar cualquier componente de tejido vegetal o animal. El tejido vegetal o animal es procesado y seleccionado, puesto en agua y enviado a través del separador 516 para la separación de los componentes del tejido. Los componentes del tejido se dividen entonces, de preferencia, a través de cualquier método, se lavan, secan y empacan.

La soya también puede ser separada de conformidad con el método mostrado en la Figura 11A. El método de separación de la soya descrito en la presente reduce considerablemente el número de pasos y equipo requeridos por los métodos tradicionales. Los componentes unidos de la soya son la cubierta, el germen y el endospermo. La soya se pone en agua y se envía a través del separador 516. El separador 516 separa la cubierta, el germen y el endospermo. El divisor de líquido-sólido 528 podría ser usado para dividir la cubierta, el germen y el endospermo. El divisor de líquido-sólido 528 podría ser un cernidor o una serie de cernidores que tienen un tamaño que permita dividir los componentes. El método podría ser empleado también para separar los componentes unidos de otros frijoles, granos como el sorgo, jugo de piña de las fibras de la piña, así como el almidón de las papas.

La Figura 12 muestra un método para purificar líquido de conformidad con la presente invención. Si hay sólidos suspendidos en el líquido, el líquido se somete, de preferencia, al método de pretratamiento de los pasos 610 a 614. Si no hay sólidos suspendidos en el líquido, entonces el líquido podría pasar directamente a la cámara de cavitación 616. De conformidad con el método de pretratamiento, el líquido pasa a un hidrociclón 610 que ayuda a dividir el líquido de los sólidos según se describe anteriormente en relación con el aparato mostrado en la Figura 10. Posteriormente, el líquido se somete a tratamiento químico 612 que, de preferencia, comprende añadir químicos de coagulación que se enlazan con el sedimento en el líquido y promueve la sedimentación del sedimento. El tanque de sedimentación 614 mantiene el líquido durante una cantidad de tiempo suficiente como para permitir que los químicos y el sedimento se asienten en la parte inferior del tanque. El líquido en el tanque de sedimentación 614 pasa entonces a la cámara de cavitación 616, en donde la cavitación es inducida dentro del líquido para matar los organismos indeseables en el líquido. Los organismos indeseables son matados por la rápida creación e implosión de las burbujas

de cavitación formadas dentro del líquido. La cámara de cavitación 616 podría tener una estructura similar a cualquiera de los aparatos 10, 110 y 210 descritos en relación con las Figuras 1 a 5. La cavitación podría matar a los organismos mediante lisis celular. Si el líquido a ser purificado es agua, la cavitación y alta temperatura generada por la cavitación promueve, de preferencia, la ozonización del agua. El ozono mata a los organismos indeseables dentro del líquido. Después de que los organismos indeseables dentro del líquido son matados, el líquido es filtrado en el filtro 618 retirando cualquier partícula fina que permanezca en el líquido antes de que el líquido salga del grifo 620.

De preferencia, la cámara de cavitación del procedimiento mostrado en la Figura 12 tiene una estructura como aquella de cualquiera de los aparatos mostrados en las Figuras 1 a 5. De preferencia, un aparato empleado en el procedimiento de la Figura 12 cuenta con salientes con un perfil superior en forma de C, según se muestra en la Figura 6, para maximizar la cavitación dentro del líquido. Un aparato como aquel mostrado en las Figuras 1 a 5 podría instalarse dentro de una casa u oficina para purificar el agua que entra a la construcción desde una línea de agua pública. De preferencia, un aparato instalado para la purificación del agua de la casa o la oficina tendrá una entrada menor a 12.7 milímetros y una salida de alrededor de 19.05 milímetros. Un aparato como aquel mostrado en las Figuras 1 a 5 podría también instalarse dentro de una línea de distribución de agua para purificar el agua de ese sitio. El líquido que es purificado utilizando el método mostrado en la Figura 12 podría ser agua, jugo o cualquier otro líquido que requiera purificación. Por ejemplo, este procedimiento de purificación podría ser empleado en lugar o además de la pasteurización para purificar jugo o leche. El procedimiento de purificación descrito en la presente es ventajoso, pues el líquido no se calienta y, por lo tanto, el sabor del líquido no cambia. El procedimiento de purificación mostrado en la Figura 12 podría ser empleado también para purificar aguas residuales.

El método de purificación de la Figura 12 podría ser empleado para purificar el líquido usado para la transferencia térmica. Podrían desarrollarse organismos indeseables en el agua u otros líquidos usados para la transferencia térmica. Es deseable matar a estos organismos indeseables para evitar enfermedades entre los individuos que pudieren entrar en contacto con el líquido. Cuando el líquido es utilizado con propósitos de calentamiento, una cámara de cavitación y centrífuga podría recibir líquido de un intercambiador térmico, purificar el líquido, para posteriormente enviar el líquido a un calentador. El líquido pasa entonces del calentador al intercambiador térmico y de nuevo hasta la cámara de cavitación. Cuando el líquido es empleado con propósitos de enfriamiento, una cámara de cavitación podría recibir líquido de un intercambiador térmico, purificar el líquido, para después enviar el líquido hasta una torre de enfriamiento. El líquido pasa entonces de la torre de enfriamiento al intercambiador

térmico y de vuelta a la cámara de cavitación. La purificación del líquido podría incrementar la eficiencia del procedimiento de transferencia térmica al elevar la capacidad térmica específica del líquido.

La Figura 13 muestra un método para promover la interacción entre dos o más componentes de conformidad con la presente invención. Los componentes se colocan en un medio fluido y se envían a un promotor de interacción 710. El promotor de interacción 710 cuenta con una cámara de cavitación 712, un friccionador de fluido 714, un friccionador de componentes 716, una centrífuga 718 y un impactador 720. El promotor de interacción podría tener una estructura como cualquiera de los aparatos 10, 110 y 210 descritos anteriormente en relación con las Figuras 1 a 5 y debe advertirse que una única estructura podría realizar simultáneamente los pasos 712 a 720. La cámara de cavitación 712 induce la cavitación en el fluido para promover la interacción entre los componentes. El friccionador de fluido 714 induce la abrasión entre el fluido y los componentes, mientras que el friccionador de componentes 716 induce la abrasión entre los componentes para promover la interacción entre los componentes. La centrífuga 718 somete a los componentes a una fuerza centrífuga que promueve la interacción entre los componentes, y el impactador 720 somete a los componentes a una fuerza de impacto para promover la interacción entre los componentes. Al salir del promotor de interacción 710, los componentes interactuados se recolectan en un colector 722. Los componentes que interactúan podrían ser sólidos, líquidos, gaseosos o cualquier combinación de los tres.

El método de la Figura 13 podría ser usado para promover cualquier reacción química o física, como una reacción de hidrólisis. Por ejemplo, el método podría ser empleado para promover la interacción de enzimas y almidón con el propósito de hidrolizar el almidón. Por ejemplo, el método podría ser utilizado para el procesamiento de biomasa para obtener etanol celulósico. El almidón y las enzimas se ponen en un medio fluido y se envían a través del promotor de interacción 710. La cavitación, abrasión y otras fuerzas generadas dentro del promotor de interacción promueven la interacción del almidón y las enzimas resultantes en la hidrolización del almidón. El método de la Figura 13 podría emplearse adicionalmente para promover la sacarización del almidón hidrolizado para crear un almíbar. El almidón hidrolizado y las enzimas se ponen en un medio fluido y se envían a través del promotor de interacción 710, el cual promueve la interacción de las enzimas y el almidón hidrolizado. La cavitación, abrasión y otras fuerzas generadas dentro del promotor de interacción promueven la interacción del almidón hidrolizado y las enzimas, para crear un almíbar. El almíbar es entonces recolectado en el colector 722.

También es posible emulsificar y homogenizar las sustancias de conformidad con el método para promover la interacción mostrada en la Figura 13. Por ejemplo, el método podría ser utilizado para producir puré de plátano a partir de plátanos, crema de coco a partir de coco, así como caldo de res a partir de carne. El método podría ser utilizado para emulsificar jugos de frutas, helado, salsas, pastas farmacéuticas, pastas químicas y carne para salchicha. El método podría ser utilizado para promover la interacción de leche, jugos de frutas o pulpa de fruta con productos adicionales antes de su empaquetado. El método podría ser empleado también para acelerar una reacción física o química que se produzca como resultado de la interacción de dos o más componentes. Por ejemplo, el método podría ser utilizado para agilizar la conversión de madera en pulpa en la que los componentes de la interacción comprendan madera y uno o más químicos.

La Figura 14 muestra un método para mejorar la combustión de combustible líquido mediante la vaporización del combustible líquido. La vaporización del combustible líquido mejora la combustión debido a que la proporción de combustible con respecto al aire se distribuye de forma más uniforme a todo lo largo de una cámara de combustión 814. Para vaporizar el combustible de conformidad con el presente método, el combustible es enviado a través de una cámara de cavitación 810 en donde la cavitación se induce en el combustible. La rápida creación e implosión de burbujas de cavitación dentro del combustible vaporiza el combustible. Después de salir de la cámara de cavitación 810 podría permanecer cierto combustible líquido, por lo que una centrífuga 812 somete la combinación de combustible vaporizado y combustible líquido a una fuerza centrífuga que divide el combustible vaporizado del combustible líquido. La centrífuga 812 podría tener una estructura similar al hidrociclón mostrado en la Figura 10. El combustible vaporizado se mezcla con oxígeno y es entonces sometido a combustión en una cámara de combustión 814 y el combustible líquido es reciclado de nuevo a la cámara de cavitación 810. Cualquier aparato mostrado en las Figuras 1 a 10 podría ser utilizado para mejorar la combustión del combustible líquido de conformidad con el método mostrado en la Figura 14.

Método y sistema para el procesamiento de biomasa

En la presente se describe un método y sistema para el procesamiento de biomasa haciendo referencia a las Figuras 15 a 29D. Las Figuras 15 a 28B muestran el aparato que se utiliza en el método para el procesamiento de biomasa, y las Figuras 29A a 29D muestran un diagrama de flujo para el método de procesamiento de biomasa. El sistema y método de procesamiento de biomasa podría ser utilizado para procesar cualquier tipo de biomasa que incluye, aunque sin limitarse a ello, granos como de maíz, sorgo y avena, frijoles como soya y frutos del café, raíz de yuca, caña de azúcar, remolacha azucarera y algas. El procedimiento y sistema pueden ser utilizados como

pasos para la producción o refinado de cualquier tipo de material derivado de biomasa, como aceite, fibra, almidón, proteína y azúcares. De preferencia, el procedimiento se utiliza para procesar cualquier tipo de grano que tiene almidón para obtener flujos de producción relativamente puros de los componentes del grano, que típicamente incluyen aceite, fibra, almidón, proteína y azúcares.

De mayor preferencia, el procedimiento se utiliza para separar el endospermo, el pericarpo y el germen de los granos de maíz en un flujo de pasta de endospermo y un flujo de pericarpo y germen. El procedimiento separa entonces el almidón y la proteína contenidos dentro de la pasta de endospermo. Una vez que las moléculas de almidón y proteína son separadas, podrían emplearse procedimientos y equipo convencionales para dividir y filtrar el almidón separado y la proteína contenida dentro de la pasta de endospermo en flujos separados, así como para filtrar cualquier fibra de endospermo contenida dentro de la pasta en un flujo separado. El equipo convencional podría ser empleado también para dividir el flujo de pericarpo y germen en flujos separados de pericarpo y germen, así como para procesar el pericarpo y el germen en productos finales deseados. El procedimiento podría ser empleado también para procesar granos de sorgo de manera similar a los granos de maíz.

El procedimiento y sistema descritos en la presente resultan ventajosos sobre los sistemas y métodos convencionales de procesamiento de biomasa, dado que el procedimiento y el sistema de la presente invención produce productos de mayor calidad en menos tiempo. Por ejemplo, con el procedimiento y sistema de la presente solicitud, toma entre aproximadamente 5 minutos y 2 horas separar el pericarpo, el germen y el endospermo de los granos de maíz en un flujo de endospermo y un flujo de pericarpo y germen, así como separar las moléculas de proteína y almidón en el flujo de endospermo. Además, el procedimiento y sistema de la presente solicitud, al emplearse para procesar maíz, produce productos de mayor calidad que los métodos convencionales de procesamiento de maíz. Se piensa que el procedimiento y sistema de la presente solicitud produce productos de mayor calidad porque no requiere de remojar los granos de maíz durante entre aproximadamente 35 y 50 horas en dióxido de azufre y agua, como se realiza en los métodos convencionales de procesamiento del maíz. Se piensa que remojar el maíz durante 35 a 50 horas en dióxido de azufre degrada la calidad de la fibra del pericarpo, aceite y almidón producidos.

Las Figuras 15 a 27 muestran toda una serie de modalidades alternativas de rotores, que pueden emplearse con cualquiera de los aparatos 10, 110 y 210 (Figuras 1 a 5), en lugar de los rotores 18, 118 y 218, respectivamente, así como toda una serie de modalidades alternativas de configuración de la pared de extremo de alojamientos que es posible usar con el aparato 110 (Figura 4), en lugar de la pared de extremo 114 y las

salientes 112 que se extienden desde ese sitio. Se encuentra también dentro del alcance de la presente invención incorporar la configuración de pared de extremo de alojamientos que se muestra en las Figuras 16A, 16B, 21, 23, 25 y 27 en un contra-rotor como el contra-rotor 214 que se muestra en la Figura 5. Aunque las combinaciones preferidas de rotores y la configuración de pared de extremo de alojamientos para usarse con el método y sistema de la presente invención se describen detalladamente más adelante, cualquier combinación de rotores y configuraciones de paredes de extremo en un aparato 10, 110 ó 210 se encuentra dentro del alcance de la presente invención.

La Figura 15 muestra una porción de un rotor 1500 que cuenta con una superficie frontal 1502 que mira hacia la pared de extremo 24 al utilizarse con el aparato 10 de Figura 1, la pared de extremo 114 al usarse con el aparato 110 de la Figura 4, o bien el contra-rotor 214 al utilizarse con el aparato 210 de la Figura 5. El rotor 1500 es circular y tiene una abertura 1503 con un centro 1504, así como un borde periférico externo 1506. La abertura 1503 se encuentra configurada para recibir un eje como el eje 16 en la Figura 1 para montar y hacer girar el rotor dentro de un aparato. La superficie frontal 1502 comprende una superficie plana elevada 1507a que rodea a la abertura 1503, una superficie angulada 1507b adyacente a la superficie 1507a, así como una superficie plana 1507c ubicada por debajo de la superficie 1507a y entre las superficies 1507b y el borde 1506. La porción del rotor 1500 no mostrada en la Figura 15 tiene la misma configuración y patrón de salientes que aquellos en la porción del rotor 1500 mostrada en la Figura 15.

Hay una primera, segunda y tercera filas 1508, 1510 y 1512 de salientes que se extienden fuera de la superficie frontal 1502. Una de las salientes se indica con el número 1514. Cada una de las salientes 1514 tiene un perfil superior generalmente en forma de C o una sección transversal, como las salientes 310 en la Figura 6, con un borde delantero 1516 y un borde trasero 1518. El rotor 1500 gira, de preferencia, en sentido contrario a las manecillas del reloj en dirección del borde delantero 1516 de manera que, cuando el rotor gira, el fluido fluye alrededor de las salientes 1514 desde el borde delantero 1516 hacia el borde trasero 1518.

Cada saliente 1514 tiene una base que se une con la superficie frontal 1502 y una superficie superior 1520. La altura de cada una de las salientes se define como la distancia desde la base de la saliente hasta la superficie superior 1520. La saliente tiene una superficie externa 1522, que incorpora el borde delantero 1516, una superficie interna 1524 que es concéntrica con respecto a la superficie externa 1522, así como un par de superficies traseras 1526a y 1526b, cada una extendiéndose entre la superficie externa 1522 y la superficie interna 1524 y cada una formando el borde trasero 1518 de la saliente. Cada una de las superficies 1522, 1524 y 1526a,b se extiende desde la

superficie frontal 1502 del rotor 1500 hasta la superficie superior 1520 de la saliente 1514. Se piensa que este diseño, al girar en sentido contrario a las manecillas del reloj, genera una cavitación significativa cerca del borde trasero 1518, debido a la reducción en la presión en esa región a medida que gira el rotor.

Según se muestra en la Figura 15, el rotor 1500 tiene un radio A1 medido desde el centro 1504 hasta el borde periférico externo 1506. La primera fila 1508 de salientes tiene un radio A2, la segunda fila 1510 de salientes tiene un radio A3 y la tercera fila 1512 de salientes tiene un radio A4. Los radios A2, A3, y A4 se miden desde el centro 1504 hasta el centro de las salientes 1514 en las filas 1508, 1510, y 1512, respectivamente. Cada una de las salientes 1514 tiene un diámetro A5. La distancia entre las salientes adyacentes es A6. La distancia A6 podría variar entre las salientes en la misma fila y/o entre filas 1508, 1510 y 1512.

Al igual que la Figura 15, las Figuras 17A, 17B, 18A, 18B, 19, 20A, 20B, 22, 24 y 26 muestran también la superficie frontal de los rotores que miran hacia las paredes de extremo 24, 114 o el contra-rotor 214 del aparato 10, 110, y 210, respectivamente. De forma similar, cada uno de los rotores mostrados en las Figuras 17A-20B, 22, 24 y 26 es circular y las porciones de los rotores no mostradas en los dibujos tienen la misma configuración y patrón de las salientes que las porciones de los rotores mostradas en los dibujos.

Las Figuras 16A y 16B muestran una porción de una configuración de pared de extremo de alojamiento que puede emplearse con el aparato 110 (Figura 4) en lugar de la pared de extremo 114. Según se ha descrito anteriormente, esta pared de extremo, así como cualquiera de las paredes de extremo descritas en la presente, podrían emplearse también en el aparato 210 (Figura 5) en lugar del contra-rotor 214. Según se muestra en la Figura 16A, un alojamiento 1600 cuenta con una pared de extremo 1602 y una abertura 1604 para permitir que el fluido y la biomasa se introdujeran en el alojamiento. La pared de extremo 1602 del alojamiento 1600 puede ser sustituida por la pared de extremo 114 mostrada en la Figura 4. El resto del alojamiento 1600 es básicamente similar al alojamiento 116 de la Figura 4. La pared de extremo 1602 se extiende desde la abertura 1604 hasta una pared lateral 1606 del alojamiento, que es similar a, por ejemplo, la pared lateral 28 del alojamiento mostrada en la Figura 1. La pared de extremo 1602 tiene una sección plana 1608 adyacente a la abertura 1604, una sección ranurada 1610 adyacente a la sección 1608 y una sección plana 1612 entre la sección 1610 y la pared 1606.

Según se muestra en las Figuras 16A y 16B, la sección ranurada 1610 tiene muescas alternantes 1614 y secciones elevadas 1616. Las secciones elevadas 1616 son coplanares con respecto a las secciones 1608 y 1612. Las muescas 1614 tienen forma

rectangular; sin embargo, cualquier forma de muesca, como triangular, se encuentra dentro del alcance de la invención. Las muescas 1614 tienen una profundidad B1, que es la distancia desde una superficie superior de las secciones elevadas 1616 hasta una superficie inferior de las muescas 1614, así como un ancho B2. El ancho B2 de cada muesca 1614 podría ser variable, de manera que el ancho se incremente ligeramente a lo largo de la longitud de la muesca desde la sección 1608 hasta la sección 1612. Con respecto a la Figura 16A, la sección ranurada 1610 tiene un radio interno B3 y un radio externo B4, los cuales son medidos desde el centro de la abertura 1604. Las muescas 1614 se ubican en un ángulo B5 con respecto a una línea radial imaginaria que es perpendicular con respecto a la pared lateral 1606 y que pasa a través del centro de la abertura 1604.

La Figura 17A muestra una modalidad alternativa del rotor 1700 que tiene una superficie frontal 1702, una abertura 1704, que se encuentra configurada para recibir un eje, así como un borde periférico externo 1706. La abertura 1704 tiene un centro 1708. La superficie frontal 1702 comprende una superficie plana elevada 1709a que rodea a la abertura 1704, una superficie angulada 1709b adyacente a la superficie 1709a, así como una superficie plana 1709c ubicada por debajo de la superficie 1709a y entre las superficies 1709b y el borde 1706. Hay una primera, segunda y tercera filas 1710, 1712, y 1714 de salientes que se extienden hacia afuera de la superficie frontal 1702. Una de las salientes se indica con el número 1716. Cada una de las salientes 1716 es cilíndrica con una base que se une con la superficie frontal 1702, una pared lateral 1718 que se extiende hacia afuera de la superficie 1702 y una superficie superior 1720. La altura de cada saliente 1716 se define como la distancia desde la base de la saliente hasta la superficie superior 1720.

El rotor 1700 tiene un radio C1 medido desde el centro 1708 hasta el borde periférico externo 1706. La primera fila 1710 de salientes tiene un radio C2, la segunda fila 1712 de salientes tiene un radio C3 y la tercera fila 1714 de salientes tiene un radio C4. Los radios C2, C3 y C4 son medidos desde el centro 1708 hasta el centro de las salientes 1716 en las filas 1710, 1712 y 1714, respectivamente. Cada una de las salientes tiene un diámetro C5. La distancia entre las salientes adyacentes es C6. La distancia C6 podría variar entre salientes en la misma fila y/o entre las filas 1710, 1712 y 1714.

La Figura 17B muestra una modalidad alternativa del rotor 1750, que es básicamente similar al rotor 1700. Por lo tanto, únicamente las diferencias entre los rotores 1700 y 1750 se discuten en la presente. El rotor 1750 tiene una primera, segunda y tercera filas 1752, 1754 y 1756 de salientes. Una de las salientes se indica con el número 1758. El rotor 1750 tiene una superficie frontal 1760 que tiene las aberturas 1762

en ese sitio, las cuales se ubican entre las salientes adyacentes 1758 de la segunda y tercera filas 1754 y 1756.

Las Figuras 18A y 18B muestran otra modalidad del rotor 1800 que tiene una superficie frontal 1802, una abertura 1804, que se encuentra configurada para recibir un eje, así como un borde periférico externo 1806. La abertura 1804 tiene un centro 1808. La superficie frontal 1802 comprende una superficie plana elevada 1809a que rodea a la abertura 1804, una superficie angulada 1809b adyacente a la superficie 1809a y una superficie plana 1809c ubicada por debajo de la superficie 1809a y entre las superficies 1809b y el borde 1806. Hay una primera, segunda y tercera filas 1810, 1812 y 1814 de salientes que se extienden hacia afuera de la superficie frontal 1802. Una de las salientes se indica con el número 1816. Cada una de las salientes 1816 es cilíndrica con una base que se une con la superficie frontal 1802, una pared lateral 1818 que se extiende hacia afuera de la superficie 1802 y una superficie superior 1820. La altura de cada saliente 1816 se define como la distancia desde la base de la saliente hasta la superficie superior 1820.

Hay una distancia D1 entre las salientes adyacentes 1816 en la primera fila 1810. Las paredes laterales 1818 de salientes adyacentes 1816 en la segunda y tercera filas 1812 y 1814 colinda de manera que no haya espacio alguno entre las salientes en esas filas. Adicionalmente, como se muestran mejor en la Figura 18B, las salientes 1816 en la segunda y tercera filas 1812 y 1814 tienen alturas alternantes. Un conjunto de salientes 1822 tiene una altura D2 que es menor a la altura D3 de un conjunto alternante de salientes 1824.

El rotor 1800 tiene un radio D4 medido desde el centro 1808 hasta el borde periférico externo 1806. La primera fila 1810 de salientes tiene un radio D5, la segunda fila 1812 de salientes tiene un radio D6 y la tercera fila 1814 de salientes tiene un radio D7. Los radios D5, D6 y D7 son medidos desde el centro 1808 hasta el centro de las salientes 1816 en las filas 1810, 1812 y 1814, respectivamente. Cada una de las salientes tiene un diámetro D8.

La Figura 19 muestra un rotor cerrado 1900 que cuenta con un núcleo central 1902 con una abertura que se encuentra configurada para recibir un perno roscado 1904 que se acopla con un eje y un motor como el eje 16 y el motor 22 mostrado en la Figura 3. Una tuerca 1906 asegura el rotor 1900 al perno 1904. Aunque no se muestra en las Figuras 1-5, 15, 17A-20B, 22, 24 y 26, los rotores mostrados en esas modalidades se unen también, de preferencia, con un eje y motor de manera similar a aquellos mostrados en la Figura 19.

El rotor 1900 tiene las placas circulares opuestas frontal y trasera 1908 y 1910 y una pluralidad de álabes curvos 1912 ubicados en medio. La placa frontal 1908 tiene una

abertura 1914 que permite que el fluido y la biomasa pasen a través de ese sitio hacia el espacio vacío entre las placas 1908 y 1910, en donde los álabes 1912 pueden actuar sobre el fluido y la biomasa. Cuando se instala dentro de un aparato como el aparato 10 de la Figura 1, el fluido se introduce en la abertura del rotor 1914 a través de la entrada 32 en donde los álabes 1912 incrementan la presión y/o la velocidad del fluido. El fluido sale del rotor y el aparato a través de la salida 34 (Figura 1). Cada una de las placas 1908 y 1910 del rotor 1900 tiene un diámetro que es, de preferencia, de aproximadamente 300 milímetros.

Las Figuras 20A y 20B muestran una modalidad alternativa del rotor 2000. El rotor 2000 cuenta con una superficie frontal 2002, una abertura 2004, que se encuentra configurada para recibir un eje, así como un borde periférico externo 2006. La abertura 2004 tiene un centro 2008. La superficie frontal 2002 comprende una superficie plana elevada 2010a que rodea la abertura 2004a, una superficie angulada 2010b que rodea la superficie 2010a, una superficie plana 2010c ubicada por debajo de la superficie 2010a y que rodea la superficie 2010b, una superficie angulada 2010d que rodea la superficie 2010c, una superficie plana 2010e ubicada por debajo de la superficie 2010c y que rodea la superficie 2010d, así como una sección ranurada 2012.

La sección ranurada 2012 tiene una pluralidad de muescas de longitudes alternantes que se extiende desde la sección plana 2010e hasta el borde 2006. Un primer conjunto de muescas 2014 tiene una primera longitud que es más corta que la longitud de un segundo conjunto de muescas 2016. Las longitudes de las muescas 2014 y 2016 se definen como la distancia de las muescas desde el borde 2006 hasta el extremo de las muescas cerca de la sección 2010e. Los conjuntos de muescas 2014 y 2016 se alternan alrededor del rotor 2000. Las muescas 2014 y 2016 tienen forma triangular, según se muestra en la Figura 20B, teniendo cada una paredes opuestas 2017a y 2017b que se unen con un borde inferior de la muesca 2017c. Sin embargo, cualquier forma de muesca, como rectangular, se encuentra dentro del alcance de la invención. Las secciones elevadas 2018 se ubican entre cada par de muescas adyacentes 2014 y 2016. Las secciones elevadas 2018 tienen una superficie superior 2019 (Figura 20B) que es coplanar con respecto a la sección 2010e.

Con respecto a las Figuras 20A y 20B, en el borde periférico externo 2006 del rotor, una pluralidad de álabes 2020 son molidos o perforados en las secciones elevadas 2018. Los álabes 2020 ayudan a mover el líquido y el fluido a través de un aparato que contiene el rotor 2000 y para crear más presión a la salida del aparato. Los álabes 2020 consisten de una superficie externa 2022, que forma una porción de borde 2006, así como una superficie curva 2024, que se extiende desde la superficie externa 2022 hasta el borde inferior 2017c de una de las muescas 2014 y 2016. Una pluralidad de álabes

2028 se extiende también hacia afuera desde el borde 2006 del rotor. De preferencia, hay aproximadamente ocho o doce álabes que se extienden hacia afuera del borde 2006 del rotor. Los ocho o doce álabes se encuentran, de preferencia, separados de la misma manera circunferencial en torno del rotor. La estructura del álabe 2028 mejora la capacidad del rotor para bombear el fluido entrante fuera del aparato dentro del cual se encuentra instalado el rotor 2000.

Al igual que las muescas en las Figuras 16, las muescas 2014 y 2016 tienen una profundidad, que es la distancia desde la superficie superior 2019 hasta la superficie inferior 2026, así como un ancho, que es la distancia a lo largo de una muesca. Los anchos de las muescas podrían ser variables entre conjuntos de muescas 2014 y 2016 y/o dentro de un conjunto de muescas 2014 y 2016. Adicionalmente, el ancho de cualquier muesca individual podría ser variable, de manera que se incremente o reduzca desde la sección 2010e hasta el borde 2006. La sección ranurada tiene un radio interno E1, medido desde el centro 2008, y el rotor completo tiene un radio E2. Las muescas 2014 y 2016 se ubican en un ángulo E3 con respecto a una línea radial imaginaria que es perpendicular con respecto al borde 2006 y que pasa a través del centro 2008. La distancia entre las dos muescas en el segundo conjunto 2016 de muescas más largas es E4. El álabe 2028 tiene una longitud E5, un ancho E6, así como una altura que es aproximadamente igual al grosor del rotor. Los álabes 2020 tienen una altura E7 y un ancho E8, según se muestra en la Figura 20B.

La Figura 21 muestra una porción de una configuración de pared de extremo de alojamiento que puede utilizarse con el aparato 110 (Figura 4) en lugar de la pared de extremo 114. Según se muestra en la Figura 21, un alojamiento 2100 cuenta con una pared de extremo 2102 y una abertura 2104 para permitir que el fluido y la biomasa se introduzcan en el alojamiento. La pared de extremo 2102 del alojamiento 2100 puede ser sustituida por la pared de extremo 114 mostrada en la Figura 4. La pared de extremo 2102 se extiende desde la abertura 2104 hasta una pared lateral 2106 del alojamiento, que es similar a, por ejemplo, la pared lateral 28 del alojamiento mostrada en la Figura 1. La pared de extremo 2102 cuenta con una sección plana 2108 adyacente a la pared lateral 2106, una sección ranurada 2110 adyacente a la sección 2108 y una superficie angulada 2112 que se extiende hacia abajo desde la sección ranurada 2110 hasta una superficie plana 2114 adyacente a la abertura 2104.

En la sección ranurada 2110, hay una pluralidad de muescas de longitudes alternantes que se extienden desde la sección 2112 hasta la sección 2108. Un primer conjunto de muescas 2116 tiene una primera longitud que es más corta que la longitud de un segundo conjunto de muescas 2118. Las longitudes de las muescas 2116 y 2118 se definen como la distancia de las muescas entre las secciones 2108 y 2112. Los conjuntos

de muescas 2116 y 2118 se alternan en torno al rotor 2100. Las secciones elevadas 2120 se ubican entre cada par de muescas adyacentes 2116 y 2118. Las secciones elevadas 2120 cuentan con una superficie superior que es coplanar con respecto a la sección 2108. Las muescas 2116 y 2118 tienen forma triangular como las muescas en el rotor en las Figuras 20A y 20B, sin embargo, cualquier forma de muesca, como rectangular, se encuentra dentro del alcance de la invención.

Al igual que las muescas en las Figuras 16, las muescas 2116 y 2118 tienen una profundidad, que es la distancia desde la superficie superior de las secciones elevadas hasta las superficie inferiores de las muescas, así como un ancho, que es la distancia a través de una muesca. Los anchos de las muescas podrían ser variables entre los conjuntos de muescas 2116 y 2118 y/o dentro de un conjunto de muescas 2116 y 2118. Adicionalmente, el ancho de cualquier muesca individual podría ser variable, de manera que se incremente o reduzca a lo largo de la longitud de la muesca entre las secciones 2108 y 2112. La sección ranurada cuenta con un radio interno F1 y un radio externo F2, los cuales son medidos desde el centro de la abertura 2104. Las muescas 2116 y 2118 se ubican en un ángulo F3 con respecto a una línea radial imaginaria que es perpendicular a la pared 2106 y que pasa a través del centro de la abertura 2104. La distancia entre dos muescas en el segundo conjunto 2118 de las muescas más largas es F4.

La Figura 22 muestra una modalidad alternativa del rotor 2200 que se encuentra diseñado para proveer mayores cantidades de succión en la entrada del aparato, como el aparato 10 (Figura 1), que el rotor en donde se encuentra instalado. El rotor 2200 es básicamente similar al rotor 1900 mostrado en la Figura 19. De conformidad con ello, solamente las diferencias entre ambos se discuten en la presente. El rotor 2200 tiene un par de placas circulares opuestas 2202 y 2204 con álabes 2206 ubicados entre las placas. La placa 2202 tiene una abertura 2208 para recibir fluido y biomasa. Extendiéndose a través de la abertura 2208 está un eje 2210 con tres aspas de forma helicoidal, una de las cuales se identifica con el número 2212, que se une a ello. Cada una de las aspas 2212 se extiende desde un anillo 2214 concéntrico con un eje 2210 hasta aproximadamente la posición en la que el eje 2210 se extiende a través de la abertura 2208. Las aspas 2212 incrementan la succión del material que pasa a través de la entrada del aparato que contiene el rotor.

La Figura 23 muestra una porción de una configuración de pared de extremo de alojamiento que puede utilizarse con el aparato 110 (Figura 4) en lugar de la pared de extremo 114. Según se muestra en la Figura 23, un alojamiento 2300 cuenta con una pared de extremo 2302 y una abertura 2304 para permitir que el fluido y la biomasa se introduzcan en el alojamiento. La pared de extremo 2302 del alojamiento 2300 puede

sustituirse por la pared de extremo 114 mostrada en la Figura 4. La pared de extremo 2302 se extiende desde la abertura 2304 hasta una pared lateral 2306 del alojamiento, que es similar a, por ejemplo, la pared lateral 28 del alojamiento mostrada en la Figura 1. La pared de extremo 2302 comprende una superficie plana 2308 entre la abertura 2304 y la pared lateral 2306 y una pluralidad de salientes, una de las cuales se identifica con el número 2310, que se extiende hacia afuera de la superficie 2308.

Hay una primera y segunda filas 2312 y 2314 de salientes que se extienden fuera de la superficie 2308. Cada una de las salientes 2310 es cilíndrica con una base que se une con la superficie 2308, una pared lateral 2316 que se extiende hacia afuera de la superficie 2308 y una superficie superior 2318. La altura de cada saliente 2310 se define como la distancia desde la base de la saliente hasta la superficie superior 2318. La primera fila 2312 de salientes tiene un radio G1 y la segunda fila 2314 de salientes tiene un radio G2. Los radios G1 y G2 se miden desde el centro de la abertura 2304 hasta el centro de las salientes 2310 en las filas 2312 y 2314, respectivamente. Cada una de las salientes tiene un diámetro G3. La distancia entre las salientes adyacentes es G4. La distancia G4 podría variar entre salientes en la misma fila y/o entre las filas 2312 y 2314. El radio desde el centro de la abertura 2304 hasta la pared lateral 2306 es G5.

Cuando la pared de extremo 2302 se ubica opuesta al rotor, la primera y segunda filas 2312 y 2314 de salientes se extienden hacia el rotor. La Figura 4 muestra un ejemplo de salientes 112 en una pared de extremo 114 que se extiende hacia un rotor 118. De preferencia, cada una de la primera y segunda filas 2312 y 2314 de salientes se ubica entre un par de filas concéntricas de salientes en un rotor cuando se encuentra en uso, de una manera similar según se muestra en la Figura 4 en donde las salientes 112 se ubican en los espacios 120 entre las filas de salientes 122 en el rotor 118. A manera de ejemplo adicional, si el alojamiento 2300 se empareja con el rotor 1500, de preferencia, la fila 2312 se ubicaría entre las filas 1508 y 1510 en el rotor 1500, y la fila 2314 se ubicaría entre las filas 1510 y 1512.

La Figura 24 muestra una modalidad alternativa del rotor 2400 que cuenta con una superficie frontal 2402, una abertura 2404, que se encuentra configurada para recibir un eje, así como un borde periférico externo 2406. La abertura 2404 tiene un centro 2408. La superficie frontal 2402 comprende una superficie plana elevada 2409a que rodea la abertura 2404, una superficie angulada 2409b adyacente a la superficie 2409a y una superficie plana 2409c ubicada por debajo de la superficie 2409a y entre las superficies 2409b y el borde 2406. Hay una primera, segunda, tercera, cuarta y quinta filas 2410, 2412, 2414, 2416, y 2418 de salientes que se extienden hacia afuera de la superficie frontal 2402. Se encuentra dentro del alcance de la invención que exista más o menos de cinco filas. Por ejemplo, en una modalidad, el rotor tiene cuatro filas de salientes. Una de

las salientes en la fila 2410 se indica con el número 2420. Cada una de las salientes 2420 en cada una de las filas 2410, 2412, 2414, 2416 y 2418 es un poliedro. Por lo tanto, las salientes tienen un perfil superior poligonal o sección transversal.

Cada saliente 2420 cuenta con un borde delantero 2422 y un borde trasero 2424. El rotor 2400 gira, de preferencia, en sentido contrario de las manecillas del reloj en dirección del borde delantero 2422 de las salientes 2420 de manera que, cuando el rotor gire, el fluido fluya en torno a las salientes 2420 desde el borde delantero 2422 hasta el borde trasero 2424. Cada una de las salientes comprende cuatro paredes laterales 2426, 2428, 2430 y 2432 que se extienden hacia arriba desde la superficie frontal 2402, así como una superficie superior 2434 que se une con las paredes laterales. Según se muestra en la Figura 24, las dimensiones relativas de las paredes laterales de las salientes 2426, 2428, 2430, y 2432 varían, de preferencia, de una fila a otra. La distancia entre las salientes adyacentes 2420 se muestra como H1. Esta distancia entre las salientes adyacentes puede variar también de una fila a otra, o bien dentro de una sola fila.

La Figura 25 muestra una porción de una configuración de pared de extremo de alojamiento que puede utilizarse con el aparato 110 (Figura 4) en lugar de la pared de extremo 114. Según se muestra en la Figura 25, un alojamiento 2500 cuenta con una pared de extremo 2502 y una abertura 2504 para permitir que el fluido y la biomasa se introduzcan en el alojamiento. La pared de extremo 2502 del alojamiento 2500 puede ser sustituida por la pared de extremo 114 mostrada en la Figura 4. La pared de extremo 2502 se extiende desde la abertura 2504 hasta una pared lateral 2506 del alojamiento, que es similar a, por ejemplo, la pared lateral 28 del alojamiento mostrada en la Figura 1. La pared de extremo 2502 comprende una superficie angulada 2507 adyacente a la abertura 2504, una superficie plana 2508 entre la superficie angulada 2507 y la pared lateral 2506, así como una pluralidad de salientes, una de las cuales se identifica con el número 2510, que se extiende hacia afuera de la superficie 2508.

Hay una primera, segunda, tercera y cuarta filas 2512, 2514, 2516, y 2518 de salientes que se extienden hacia afuera de la superficie 2508. Se encuentra dentro del alcance de la invención que haya más o menos de cuatro filas. Por ejemplo, en una modalidad, hay tres filas de salientes. Cada una de las salientes 2510 es un poliedro y la mayor parte es, de preferencia, un prisma rectangular. Por lo tanto, cada saliente 2510 tiene cuatro paredes laterales 2520, 2522, 2524 y 2526 que se extienden hacia afuera de la superficie 2508, así como una superficie superior 2528 que se une con cada una de las paredes laterales. La distancia entre las salientes adyacentes 2510 se muestra como H2. Esta distancia entre las salientes adyacentes puede variar de fila a fila, o bien dentro de una misma fila.

Cuando la pared de extremo 2502 se ubica de forma opuesta a un rotor, las filas de salientes 2512, 2514, 2516 y 2518 se extienden hacia el rotor. La Figura 4 muestra un ejemplo de salientes 112 en una pared de extremo 114 que se extiende hacia un rotor 118. De preferencia, cada una de las filas de salientes 2512, 2514, 2516 y 2518 se ubica entre un par de filas concéntricas de salientes en un rotor cuando se encuentra en uso, de una manera similar a aquella mostrada en la Figura 4, en donde las salientes 112 se ubican en los espacios 120 entre las filas de salientes 122 en el rotor 118. A manera de ejemplo adicional, si el alojamiento 2500 fuera emparejada con el rotor 2400, de preferencia, la fila 2512 se ubicaría entre las filas 2410 y 2412 en el rotor 2400, la fila 2514 se ubicaría entre las filas 2412 y 2414, la fila 2526 se ubicaría entre las filas 2414 y 2416 y la fila 2518 se ubicaría entre las filas 2416 y 2418.

La Figura 26 muestra una modalidad alternativa del rotor 2600 que cuenta con una superficie frontal 2602, una abertura 2604, que se encuentra configurada para recibir un eje, así como un borde periférico externo 2606. La abertura 2604 tiene un centro 2608. Entre la abertura 2604 y el borde 2606, hay una superficie plana elevada 2609a que rodea la abertura 2604, una superficie angulada en forma de cono 2609b adyacente a la superficie 2609a y una superficie plana 2609c entre la superficie 2609b y el borde 2606. Hay una primera y segunda filas 2610 y 2612 de salientes que se extienden hacia afuera de la superficie 2609b. Una de las salientes se indica con el número 2614. Cada una de las salientes 2614 es cilíndrica con una base que se une con la superficie frontal 2602, una pared lateral 2616 que se extiende hacia afuera de la superficie 2602 y una superficie superior 2618. La altura de cada saliente 2614 se define como la distancia desde la base de la saliente hasta la superficie superior 2618.

Una aleta 2620 se extiende hacia afuera de una de las salientes 2614 en la segunda fila 2612. De preferencia, hay aproximadamente cuatro aletas que se extienden hacia afuera de las salientes en la segunda fila 2612; las cuatro aletas se encuentran, de preferencia, igualmente separadas de manera circunferencial en torno al rotor. La aleta 2620 tiene una longitud J1, un ancho J2 y una altura que es aproximadamente la misma que aquella de la saliente a partir de la cual se extiende. La aleta 2620 se extiende de manera radial hacia afuera, sobre el borde periférico 2606 del rotor 2600. La estructura de aleta 2620 mejora la capacidad del rotor para bombear el fluido entrante fuera del aparato dentro del cual se encuentra instalado el rotor 2600.

El rotor 2600 tiene un radio J3 medido desde el centro 2608 hasta el borde periférico externo 2606. La primera fila 2610 de salientes tiene un radio J4 y la segunda fila 2616 de salientes tiene un radio J5. Los radios J4 y J5 se miden desde el centro 2608 hasta el centro de las salientes 2614 en las filas 2610 y 2612, respectivamente. Cada una de las salientes tiene un diámetro J6. La distancia entre las salientes adyacentes es J7.

La distancia J7 podría variar entre salientes en la misma fila y/o entre las filas 2610 y 2612.

La Figura 27 muestra una porción de una configuración de pared de extremo de alojamiento que puede utilizarse con el aparato 110 (Figura 4) en lugar de la pared de extremo 114. Según se muestra en la Figura 27, un alojamiento 2700 cuenta con una pared de extremo 2702 y una abertura 2704 para permitir que el fluido y la biomasa se introduzcan en el alojamiento. La pared de extremo 2702 del alojamiento 2700 puede ser sustituida por la pared de extremo 114 mostrada en la Figura 4. La pared de extremo 2702 se extiende desde la abertura 2704 hasta una pared lateral 2706 del alojamiento, que es similar a, por ejemplo, la pared lateral 28 del alojamiento mostrada en la Figura 1. La pared de extremo 2702 comprende una superficie angulada 2707 adyacente a la abertura 2704, una superficie plana 2708 entre la superficie 2707 y la pared lateral 2706, así como una pluralidad de salientes, una de las cuales se identifica con el número 2710, que se extiende hacia afuera de la superficie 2708.

Hay una sola fila 2712 de salientes que se extiende hacia afuera de la superficie 2708. Cada una de las salientes 2710 es cilíndrica con una base que se une con la superficie 2708, una pared lateral 2714 que se extiende hacia afuera de la superficie 2708 y una superficie superior 2716. La altura de cada saliente 2710 se define como la distancia desde la base de la saliente hasta la superficie superior 2716. La fila 2712 de salientes tiene un radio K1, que se mide desde el centro de la abertura 2704 hasta el centro de las salientes 2710. Cada una de las salientes tiene un diámetro K2. La distancia entre las salientes adyacentes es K3. La distancia K3 podría variar entre las salientes adyacentes en la fila 2712. El radio desde el centro de la abertura 2704 hasta la pared lateral 2706 es K4.

Cuando la pared de extremo 2702 se ubica opuesta con respecto al rotor, la fila 2712 de salientes se extiende hacia el rotor. La Figura 4 muestra un ejemplo de salientes 112 en una pared de extremo 114 que se extiende hacia un rotor 118. De preferencia, la fila 2712 de salientes se ubica entre un par de filas concéntricas de salientes en un rotor cuando se encuentra en uso, de una forma similar a aquella mostrada en la Figura 4 en donde las salientes 112 se ubican en los espacios 120 entre las filas de salientes 122 en el rotor 118. A manera de ejemplo adicional, si el alojamiento 2700 se empareja con el rotor 2600, de preferencia, la fila 2712 se ubicaría entre las filas 2610 y 2612 en el rotor 2600.

Las Figuras 28A y 28B muestran un tanque de azufre 2800 y un rotor 2802 de conformidad con la presente invención. El tanque 2800 cuenta con una cámara 2804 que contiene cuatro de los rotores 2802. La cámara 2804 cuenta con una entrada 2806 en la parte superior de la cámara para recibir fluido y biomasa y una salida 2808 en la parte

inferior de la cámara para descargar el fluido y la biomasa. La parte inferior de la cámara 2804 se encuentra inclinada para facilitar la descarga del fluido y biomasa a través de la salida 2808.

Una tubería de suministro de gas/fluido 2810 se encuentra en comunicación de fluidos con la cámara 2804 para suministrar gas o fluido hacia el interior de la cámara. La Figura 28A muestra la tubería 2810 que tiene cuatro conexiones con la cámara 2804, aunque se encuentra más o menos dentro del alcance de la invención. De preferencia, la tubería 2810 suministra un gas ácido a la cámara 2804 y, de mayor preferencia, dióxido de azufre. El suministro de gas ácido a la cámara 2804 incrementa la acidez del fluido contenido dentro de la cámara, para facilitar la separación de la biomasa contenida dentro de la cámara. De preferencia, la separación de la biomasa se produce a nivel molecular. De preferencia, el tanque 2800 se encuentra diseñado para separar las moléculas de almidón y proteína dentro del endospermo de maíz.

Cada uno de los rotores 2802 dentro de la cámara 2804 tiene la misma estructura que el rotor mostrado en la Figura 28B. El rotor 2802 cuenta con una primera y segunda placas 2806 y 2808 que se encuentran separadas por una pluralidad de salientes cilíndricos idénticos, una de las cuales se muestra en 2810, que se unen con las placas. La primera placa 2806 cuenta con un borde periférico externo 2812 y una abertura 2814 en su centro que se encuentra en comunicación de fluidos con un vacío 2815 ubicado entre las placas. La segunda placa 2808 cuenta con un borde periférico externo 2816. Con respecto a la Figura 28A, cada uno de los rotores 2802 se une con un eje 2818 para la rotación por medio de ello

Con respecto a la Figura 28A, la cámara 2804 se divide en cinco secciones 2820, 2822, 2824, 2826 y 2828. Un rotor 2802 y estructura de desvío 2830 se ubican entre cada sección adyacente 2820, 2822, 2824, 2826 y 2828. La estructura de desvío 2830 comprende, de preferencia, un embudo que desvía el fluido y la biomasa que se introducen en una de las secciones 2820, 2822, 2824 y 2826 hacia la abertura 2814 del rotor 2802 ubicada por debajo de la estructura de desvío 2830. De esta manera, el fluido y la biomasa contenidos dentro de una sección no pueden moverse por gravedad a la siguiente sección más baja de la cámara 2804 sin pasar a través de la abertura 2814 del rotor 2802.

A medida que los rotores 2802 giran con el eje 2818, el fluido y la biomasa que se introducen en la abertura 2814 de los rotores 2802 se propagan en una hoja delgada a lo largo de la superficie superior de la segunda placa 2808 debido a la fuerza centrífuga. La fuerza hace que el fluido y la biomasa se muevan de manera radial hacia afuera, a lo largo de la superficie superior de la segunda placa 2808 hacia las salientes 2810. Los rotores 2802 se hacen girar, de preferencia, con una velocidad de rotación relativamente

alta, de manera que el fluido y la biomasa en la superficie superior de la segunda placa se muevan con rapidez hacia las salientes 2810 y se impacten con las salientes 2810 a un alto índice de velocidad. Cuando el fluido y la biomasa se impactan con las salientes 2810, el impacto separa o pulveriza la biomasa y crea un fino vaho que emana de los espacios entre las salientes 2810 a medida que viaja a la siguiente sección de la cámara 2804. Este procedimiento se repite para cada uno de los rotores 2802 dentro de la cámara 2804. La pulverización de la biomasa de esta manera incrementa el área de superficie total de la biomasa dentro del tanque, de manera que haya más área de superficie para el gas ácido dentro del tanque con el cual interactuar. Incrementar el área de superficie de la biomasa acelera el procedimiento de separación de la biomasa.

Las salientes 2810 son cilíndricas, tienen un diámetro que es, de preferencia, de aproximadamente 9.52 milímetros y una altura que es, de preferencia, de aproximadamente 35 milímetros. Por lo tanto, la distancia entre la primera y la segunda placas 2806 y 2808 es, de preferencia, de aproximadamente 35 milímetros. La separación o espacios entre las salientes adyacentes 2810 se muestra como L1 y, de preferencia, es de aproximadamente 4 milímetros. La separación entre las salientes adyacentes 2810 se encuentra diseñada para pulverizar la biomasa a un tamaño deseado para la interacción con el gas ácido dentro de la cámara. Los diámetros de la primera y segunda placas 2806 y 2808 son, de preferencia, de aproximadamente 400 milímetros.

Las Figuras 29A-29D muestran un método para el procesamiento de biomasa y, de mayor preferencia, un método para el procesamiento de granos de maíz. El método mostrado en las Figuras 29A-29D de preferencia utiliza parte o todo el aparato mostrado en las Figuras 1 a 10 y 15 a 28B y descrito anteriormente. La estructura preferida de estos aparatos dentro del método se describe detalladamente después de la siguiente descripción del diagrama de flujo de las Figuras 29A-29D. Los reactores de prefraccionado, reactores de fraccionado, reactor de germen y fibra, reactores de procesamiento y bombas de recirculación descritos más adelante y mostrados en las Figuras 29A - 29D comprenden, de preferencia, uno del aparato 10, 110 y 210 mostrado en las Figuras 1 a 5, que tiene uno de los rotores mostrados en las Figuras 1 a 9, 15, 17A a 20B, 22, 24 y 26, así como una de las configuraciones de pared de extremo de alojamientos o contra-rotores mostrados en las Figuras 1 a 5, 16A a 16B, 21, 23, 25 y 27. Las líneas que se introducen en estos reactores en el diagrama de flujo de las Figuras 29A a 29D indican el material que se introduce en la entrada 32 (Figura 1) del reactor, así como las líneas que salen de los reactores indican el material que sale de la salida 34. Los hidrociclones descritos más adelante y mostrados en las Figuras 29A a 29D comprenden, de preferencia, una estructura similar al hidrociclón 416 mostrado en la

Figura 10. Las líneas que se introducen en los lados de los hidrociclones en el diagrama de flujo de las Figuras 29A a 29D indican el material que se introduce en la entrada 422 (Figura 10) de los hidrociclones, las líneas que salen de la parte superior de los hidrociclones indican el material ligero que sale de la salida superior 418 y las líneas que salen de la parte inferior de los hidrociclones indican el material pesado que sale de la salida inferior 420. Los tanques de azufre o torres descritos más adelante y mostrados en las Figuras 29A a 29D comprenden, de preferencia, una estructura similar al tanque de azufre mostrado en las Figuras 28A a 28B.

Haciendo referencia ahora a la Figura 29A, los granos de maíz a ser procesados de conformidad con el método de la presente invención son primero lavados en una lavadora 2900 para eliminar las impurezas. Entonces se añade agua al maíz antes de introducirse en una serie de cuatro reactores de pre-fraccionado 2901, 2902, 2903 y 2904 que se encuentran diseñados para encapsular o separar por lo menos parcialmente el pericarpo de los granos del endospermo. Los reactores 2901 a 2904 se encuentran diseñados para realizar esta separación generando las fuerzas descritas anteriormente en relación con el aparato 10, a partir de la rotación de los rotores dentro de los reactores. En particular, el pericarpo es por lo menos parcialmente separado del endospermo a través de los efectos combinados de la rápida creación e implosión de burbujas de cavitación formadas dentro del fluido, la abrasión entre el fluido y granos de maíz, la abrasión entre los granos de maíz, los impactos entre los granos de maíz y las salientes dentro de los reactores, así como la fuerza centrífuga generada por los reactores. Los reactores de pre-fraccionado 2901 a 2904 se encuentran especialmente diseñados para inducir la cavitación dentro del medio fluido.

Después de la serie de reactores de pre-fraccionado, el agua y maíz pasan a un sanitizador 2905 que lava el maíz en dos etapas. Primero, el sanitizador 2905 limpia el maíz con agua presurizada. Posteriormente, el sanitizador 2905 limpia el maíz con agua ozonizada. Del sanitizador 2905, el maíz pasa un sistema de fraccionado 2906, generalmente mostrado con líneas discontinuas.

El sistema de fraccionado 2906 consiste de un recipiente de fraccionado que contiene agua y partículas de maíz suspendidas, el cual lo recibe de otros pasos en el método que se describe más adelante. Un detector de nivel de fluido monitorea el nivel de fluido dentro del recipiente. Si el nivel de fluido se encuentra por debajo de un cierto nivel deseado, entonces se añade agua al recipiente y si el nivel de fluido se encuentra por arriba de un cierto nivel deseado, entonces el agua sale del recipiente a través de la trayectoria B en la Figura 29A o a través de un sumidero en el recipiente. El sistema de fraccionado cuenta con una pluralidad de reactores de fraccionado 2907, 2908 y 2909 dispuestos en serie, así como con una pluralidad de hidrociclones 2910, 2911 y 2912 que

se encuentran en comunicación de fluidos con la salidas de los reactores de fraccionado 2907, 2908 y 2909, respectivamente.

Cada uno de los reactores de fraccionado 2907, 2908 y 2909 se encuentra diseñado para separar el germen, el pericarpo y el endospermo del maíz que sale del sanitizador 2905. Los reactores 2907 a 2909 realizan esta separación al generar las fuerzas descritas anteriormente en relación con el aparato 10, a partir de la rotación de los rotores dentro de los reactores. En particular, el pericarpo, el germen, y el endospermo son separados a través de los efectos combinados de la rápida creación e implosión de burbujas de cavitación formadas dentro del fluido, la abrasión entre el fluido y los granos de maíz, la abrasión entre los granos de maíz, los impactos entre los granos de maíz y las salientes dentro de los reactores, así como la fuerza centrífuga generada por los reactores.

La entrada del reactor de fraccionado 2907 se encuentra en comunicación de fluidos con una tubería que se extiende hacia arriba, hacia el recipiente de fraccionado y que tiene un extremo abierto dentro del recipiente de fraccionado. El reactor 2907 recibe agua del recipiente de fraccionado a través del extremo abierto de esta tubería. La salida del sanitizador 2905 se encuentra en comunicación de fluidos con una tubería que corre desde el sanitizador 2905 hasta el recipiente de fraccionado y que cuenta con un extremo abierto que se ubica por arriba del extremo abierto de la tubería que se une con la entrada del reactor 2907. El maíz y el agua del sanitizador 2905 viajan a través de la tubería de salida que se une con el sanitizador 2905 y son descargados a través del extremo de esa tubería en el extremo abierto de la tubería que se une con el reactor 2907. Por lo tanto, el reactor 2907 recibe el maíz y el agua del sanitizador 2905, junto con agua del interior del recipiente de fraccionado. La salida del reactor 2907 se encuentra en comunicación de fluidos con el hidrociclón 2910, que descarga un flujo ligero de material, de preferencia pericarpo, germen y agua hacia un colector de germen y fibra 2913, así como un flujo pesado de material, de preferencia granos no separados y endospermo, hacia la entrada del reactor de fraccionado 2908 para realizar una separación adicional.

La entrada del reactor de fraccionado 2908, como el reactor 2907, se encuentra en comunicación de fluidos con una tubería que se extiende hasta el recipiente de fraccionado y que cuenta con un extremo abierto dentro del recipiente de fraccionado para recibir agua del recipiente. El flujo pesado de material que sale del hidrociclón 2910 sale a través de una tubería que cuenta con un extremo abierto ubicado por arriba de la tubería que se une con la entrada del reactor 2908. Por lo tanto, el reactor 2908 recibe el flujo pesado de material del hidrociclón 2910 junto con el agua del interior del recipiente de fraccionado. La salida de reactor 2908 se encuentra en comunicación de fluidos con

un hidrociclón 2911, el cual descarga un flujo ligero de material en el colector de germen y fibra 2913, así como un flujo pesado de material hacia el reactor de fraccionado 2909.

El reactor de fraccionado 2909 representa una pluralidad de reactores de fraccionado, teniendo cada uno una tubería de entrada como los reactores 2907 y 2908, así como una salida que se encuentra en comunicación de fluidos con un hidrociclón 2912. De preferencia, hay cinco reactores de fraccionado 2909, de manera que hay un total de siete reactores de fraccionado dentro del sistema de fraccionado 2906, así como siete hidrociclones, cada uno de los cuales se acopla con la salida de uno de los reactores. El último hidrociclón 2912 dentro del sistema descarga un flujo ligero de material hacia el colector de germen y fibra 2913, así como un flujo pesado de material (fundamentalmente endospermo) que sigue la trayectoria A en la Figura 29A.

El germen, el pericarpo (fibra) y el agua dentro del colector de germen y fibra 2913 son bombeados fuera del colector con el reactor de germen y fibra 2914. Estos componentes se hacen pasar entonces a través de un hidrociclón 2915 que descarga un flujo ligero de germen, pericarpo y agua en un filtro de germen y fibra 2916 y un flujo pesado de material, de preferencia endospermo, que sigue la trayectoria A. El filtro de germen y fibra 2916 filtra el agua del germen y el pericarpo (fibra) y descarga el germen y pericarpo filtrados en un procedimiento de separación de germen y fibra 2917 y el agua de vuelta al recipiente de fraccionado del sistema de fraccionado 2906. El agua descargada podría contener cierto endospermo que puede ser recuperado dentro del sistema de fraccionado 2906, a medida que es succionado en los reactores 2907 a 2909 o a medida que sigue la trayectoria B descrita más adelante. El procedimiento de separación del germen y fibra 2917 seca el germen y fibra y las separa en flujos de salida separados de germen y fibra usando procedimientos convencionales.

Haciendo referencia ahora a la Figura 29B, las partículas de maíz y el agua del recipiente de fraccionado son bombeados fuera del recipiente con un reactor de digestión 2918. El reactor de digestión 2918 descarga el material en un hidrociclón 2919. El hidrociclón 2919 descarga un flujo ligero de material de nuevo en el recipiente de fraccionado a través de la trayectoria C y un flujo pesado de material hacia un par de reactores de digestión 2920 y 2921, que reciben también el endospermo del maíz de los hidrociclones 2912 y 2915 en el sistema de fraccionado 2906.

Comenzando con un molino opcional 2919a y el reactor de digestión 2920, la pasta de endospermo y agua que sale de los hidrociclones 2912, 2915 y 2919 inicia un paso de digestión que se encuentra diseñado para separar el almidón, la proteína y la fibra contenidos dentro del endospermo a nivel molecular. El procedimiento de digestión incluye un molino opcional y un número de reactores de digestión que se encuentran diseñados para reducir el tamaño de los sólidos de endospermo suspendidos dentro de la

pasta de endospermo/agua, de manera que el gas ácido introducido a la pasta dentro de los tanques de azufre actúe sobre un área de superficie mayor de las moléculas del endospermo. Los reactores de digestión generan también las fuerzas descritas anteriormente en relación con el aparato 10, a partir de la rotación de los rotores dentro de los reactores. La pasta de endospermo pasa también a través de los intercambiadores térmicos que se encuentran diseñados para calentar la pasta a una temperatura justo por debajo de la temperatura a la que se gelatiniza el almidón dentro de la pasta. De preferencia, los intercambiadores térmicos se encuentran ubicados y diseñados para mantener la pasta a una temperatura de entre aproximadamente 30 y 52 grados Celsius y, de mayor preferencia, a una temperatura de aproximadamente 51 grados Celsius. Incrementar el calor de la pasta, en combinación con el ambiente ácido de los tanques de azufre y la reducción del tamaño de las partículas sólidas suspendidas, facilita la separación de las moléculas de proteínas y almidón dentro de la pasta, sin degradar el almidón en azúcares indeseables. El procedimiento de digestión se describe con detalle más adelante.

Opcionalmente, la pasta de endospermo que sale de los hidrociclones 2912, 2915 y 2919 pasa a un molino 2919a antes de entrar a los reactores de digestión 2920 y 2921. El molino 2919a tritura la pasta de endospermo con el fin de reducir rápidamente el tamaño de los sólidos de endospermo suspendidos dentro de la pasta de endospermo. Esta trituración maximiza el área de superficie de los sólidos de endospermo que está expuesta al gas ácido introducido en la pasta dentro de los tanques de azufre descritos más adelante. La trituración también maximiza la efectividad de las fuerzas que son generadas por los reactores de digestión que se describen en relación con el aparato 10. Maximizar el área de superficie de los sólidos de endospermo para una exposición mejorada al gas ácido y fuerzas de los reactores de digestión, facilita la separación de las moléculas de almidón de la matriz de las moléculas de proteínas dentro del endospermo. Preferiblemente, el molino 2919a es un molino que provoca la mínima cantidad de daño a las moléculas de almidón dentro del endospermo. Con mayor preferencia, el molino 2919a es un molino de doble disco que es producido por Andritz, Inc. Aunque el molino 2919a es un paso opcional en el proceso de digestión, se cree que el uso del molino 2919a reduce el tiempo necesario para llevar a cabo el procedimiento de la presente invención a menos de una hora.

Los reactores de digestión 2920 y 2921 se encuentran diseñados para pulverizar el endospermo del maíz dentro de la pasta de endospermo que sale de los hidrociclones 2912, 2915 y 2919. La pasta de endospermo que sale del reactor de digestión 2921 se introduce en un hidrociclón 2922, el cual descarga un flujo ligero de material, de preferencia cualquier germen y pericarpo remanentes en la pasta de endospermo, de

nuevo hasta el recipiente de fraccionado, a lo largo de una trayectoria C, así como un flujo pesado de material, de preferencia endospermo hasta un tanque de almacenamiento de predigestión 2923.

El tanque de predigestión 2923 tiene dos circuitos de retroalimentación opcionales que podrían ser activados dependiendo de las características de la pasta de endospermo contenida dentro del tanque. En primer lugar, una válvula podría ser abierta para permitir que la pasta pase hacia un reactor de digestión 2924, el cual pulveriza aún más la pasta, así como a un intercambiador térmico 2925, el cual calienta la pasta, antes de que ésta regrese al tanque 2923. En otro circuito, la pasta se introduce en una bomba de recirculación 2926, la cual envía la pasta hasta un hidrociclón 2927. El hidrociclón 2927 hace pasar el material ligero de nuevo al tanque de predigestión 2923 y el material pesado hacia un molino de fraccionado 2928 que tritura aún más la pasta de endospermo antes de descargarla de nuevo al tanque 2923.

El tanque 2923 descarga la pasta de endospermo a través de la trayectoria D en la Figura 29B hasta un reactor de digestión 2929 en la Figura 29C, que pulveriza aún más la pasta. La pasta viaja desde el reactor 2929 hasta un intercambiador térmico 2930 que, de preferencia, calienta la pasta a una temperatura que se encuentra justo por debajo de la temperatura a la que se gelatiniza el almidón en la pasta que es, de preferencia, de entre aproximadamente 30 y 52 grados Celsius y, de mayor preferencia, de aproximadamente 51 grados Celsius. Desde el intercambiador térmico 2930, la pasta viaja a otro reactor de digestión 2931, que pulveriza aún más la pasta y la descarga hacia un hidrociclón 2932. El hidrociclón 2932 descarga un flujo ligero de material hacia el tanque de predigestión 2923 a lo largo de la trayectoria E y un flujo pesado de material hacia la torre de azufre 2933. De manera opcional, a través de un válvula ubicada entre el reactor 2931 y el hidrociclón 2932, la pasta que sale del reactor 2931 es dirigida a lo largo de la trayectoria E hasta el tanque 2923.

La torre de azufre 2933 tiene, de preferencia, una estructura como aquella descrita anteriormente en relación con el tanque de azufre 2800 mostrado en la Figura 28. La torre de azufre 2933 se encuentra diseñada para incrementar y/o mantener la acidez y temperatura de la pasta de endospermo y agua contenida dentro de la torre. La torre de azufre 2933 se encuentra diseñada también para pulverizar la pasta de endospermo para formar un fino vaho para incrementar el área de superficie de la pasta. El ambiente ácido, la temperatura y pulverización de la pasta de endospermo dentro de la torre de azufre 2933 facilita la separación de las moléculas de almidón y proteína contenidas dentro de la pasta de endospermo. De preferencia, la torre de azufre 2933 mantiene la acidez de la pasta de endospermo a un pH de entre aproximadamente 2 y 6, de mayor preferencia a un pH de entre aproximadamente 3.8 y 4.5 y, de mayor

preferencia aún, a un pH de aproximadamente 3.8. El nivel objetivo de pH se encuentra diseñado para facilitar la separación de las moléculas de almidón y proteína sin reducir la calidad del producto final producido mediante el método. La torre de azufre 2933 recibe, de preferencia, gas de dióxido de azufre para mantener la acidez de la pasta de endospermo a un cierto nivel deseado. La pasta dentro de la torre 2933 está constituida, de preferencia, por aproximadamente 80% de agua y 20% de sólidos suspendidos.

La pasta sale de la torre de azufre 2933 y se introduce en un reactor de digestión 2934, un intercambiador térmico 2935 y un reactor de digestión 2936, los cuales se encuentran diseñados para pulverizar aún más la pasta y mantener su temperatura en la escala deseada. La pasta viaja entonces desde el reactor de digestión 2936 hasta el tanque de digestión 2937. En el tanque de digestión 2937, las moléculas de almidón y proteína dentro de la pasta acidificada y calentada continúan separándose. El tanque de digestión 2937 mantiene el calor de la pasta en la escala deseada especificada anteriormente. De preferencia, el tanque 2937 tiene una camisa de agua caliente para mantener la temperatura de la pasta.

El tanque de digestión 2937 contiene también cuatro circuitos de retroalimentación opcionales que podrían ser activados dependiendo de las características de la pasta contenida dentro del tanque. Primero, la pasta podría ser bombeada desde un nivel del tanque hasta otro a través de una bomba de recirculación 2938. En segundo lugar, la pasta dentro del tanque podría ser bombeada a través de una bomba de recirculación 2939 hacia un hidrociclón 2940. De manera opcional, a través de una válvula ubicada entre la bomba 2939 y el hidrociclón 2940, la pasta podría ser bombeada de vuelta al tanque 2937 con la bomba 2939. El hidrociclón 2940 descarga el material ligero de nuevo en el tanque de procesamiento 2937 y el material pesado en un molino de fraccionado 2941, el cual pulveriza aún más la pasta antes de enviarla de nuevo al tanque de digestión 2937. En tercer lugar, la pasta dentro del tanque 2937 es bombeada a través de una bomba de recirculación 2942 hacia un hidrociclón 2943. De manera opcional, a través de una válvula ubicada entre la bomba 2942 y el hidrociclón 2943, la pasta podría ser bombeada de nuevo al tanque 2937 con la bomba 2942. El hidrociclón 2943 descarga material ligero de nuevo al tanque de digestión 2937 y material pesado al molino de fraccionado 2944, que pulveriza aún más la pasta antes de enviarla de nuevo al tanque 2937. Por último, la pasta es bombeada desde un nivel del tanque 2937 a través del reactor de digestión 2944a y el intercambiador térmico 2944b y de vuelta a otro nivel del tanque.

La pasta de endospermo sale del tanque de digestión hacia un reactor de digestión 2945, que pulveriza aún más la pasta y la envía a un hidrociclón 2946. De manera opcional, a través de una válvula ubicada entre el reactor 2945 y el hidrociclón

2946, la pasta podría ser bombeada de nuevo al tanque 2937 con el reactor 2945. El hidrociclón 2946 descarga un flujo ligero de material de vuelta al tanque 2937 y un flujo pesado de material a través de la trayectoria F hasta una segunda torre de azufre 2947 mostrada en la Figura 29D.

La torre de azufre 2947 tiene, de preferencia, una estructura y funciones similares a aquellas de la torre de azufre 2933 en la Figura 29C. De conformidad con ello, la torre de azufre 2947 no será descrita con más detalle en la presente. La pasta viaja desde la torre de azufre 2947 a través de un reactor de digestión 2948 hacia un intercambiador térmico 2949. Desde el intercambiador térmico 2949, la pasta pasa a través de un reactor de procesamiento 2949a en su camino a un segundo tanque de digestión 2950, el cual mantiene la temperatura de la pasta de una manera similar que el tanque de digestión 2937. El tanque de digestión 2950 cuenta con dos circuitos de retroalimentación opcionales. Dos bombas de recirculación 2951 y 2952 podrían bombear la pasta de un nivel del tanque a otro nivel.

La pasta sale entonces del tanque de digestión 2950 y viaja entonces a través de un reactor de digestión 2953 hacia un intercambiador térmico 2954. Desde el intercambiador térmico 2954, la pasta se bombea por un reactor de digestión 2955 hacia un hidrociclón 2956. El hidrociclón 2956 descarga pasta procesada más ligera en la parte superior de un tanque de almacenamiento 2957 y la pasta pesada no procesada de nuevo a la primera torre de azufre 2933 (Figura 29C) a lo largo de la trayectoria G para una mayor digestión. El tanque de almacenamiento 2957 mantiene la temperatura de la pasta dentro de la escala deseada especificada anteriormente de manera similar que los tanques 2937 y 2950. El tanque 2957 tiene también un circuito de retroalimentación opcional de una bomba de recirculación 2958 que bombea la pasta entre los niveles del tanque 2957.

La pasta sale del tanque 2957 a través de un reactor de digestión 2959 que bombea la pasta hacia un procedimiento de separación de proteína/fibra/almidón 2960. De manera opcional, a través de una válvula ubicada entre el reactor 2959 y el procesamiento 2960, la pasta se hace regresar al tanque de almacenamiento 2957 desde el reactor 2959. El procedimiento de separación de proteína/fibra/almidón 2960 divide la proteína, almidón y fibra separados del endospermo dentro de la pasta de endospermo en flujos separados de proteína, almidón y fibra usando equipo y procedimientos convencionales.

Con el procedimiento de la presente invención éste toma entre aproximadamente 5 minutos y 2 horas separar el pericarpo, el germen y el endospermo de los granos de maíz en un flujo de endospermo y un flujo de pericarpo y germen, así como separar las moléculas de almidón y proteína en el flujo de endospermo. El procedimiento de

prefraccionado de hacer pasar los granos de maíz a través de los reactores de pre-fraccionado 2901, 2902, 2903 y 2904 toma entre aproximadamente 2 y 4 segundos y, de mayor preferencia, aproximadamente 3 segundos. El procedimiento de fraccionado del sistema de fraccionado 2906 tarda entre aproximadamente 6 y 17 segundos y, de mayor preferencia, aproximadamente 7 segundos, en separar el germen, el pericarpo y el endospermo de los granos de maíz en un flujo de endospermo que se introduce en el procedimiento de digestión en el reactor 2920 y un flujo de pericarpo y germen que se introduce en el procedimiento de separación de germen y fibra 2917. El procesamiento de digestión del reactor de digestión 2920 al procedimiento de separación de proteína/fibra/almidón 2960 toma entre aproximadamente 5 minutos y 3 horas dependiendo del tipo de maíz que se esté procesando y, de mayor preferencia, entre 5 minutos y 2 horas. Mientras más duro es el endospermo, más tiempo toma la realización del procesamiento de digestión. Después del centrifugado o asentamiento del flujo de endospermo durante el procedimiento de separación de proteína/fibra/almidón 2960, el procedimiento puede producir un flujo de almidón relativamente puro que contiene sólo aproximadamente 0.35% de proteína o menos.

La estructura y dimensiones preferidas de los reactores mostrados en las Figuras 29A a 29D son como sigue. Cada uno de los rotores en los reactores gira, de preferencia, en dirección contraria a las manecillas del reloj. Las dimensiones proporcionadas más adelante son únicamente las dimensiones preferidas y podrían variar un tanto. Por ejemplo, las dimensiones podrían variar entre un 0 y 50%. Además, las dimensiones podrían variar en un 25%, 15%, 10% ó 5%.

El reactor de pre-fraccionado 2901 cuenta, de preferencia, con un rotor 1500, según se muestra en la Figura 15, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento 1600, según se muestra en la Figura 16. El rotor 1500 en el reactor 2901 tiene, de preferencia, las siguientes dimensiones: A5 – 9.52 milímetros y A6 – 11 milímetros. La altura de las salientes 1514 es, de preferencia, de aproximadamente 10 milímetros. Las dimensiones B1-B4 para la pared de extremo 1600 son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: B1 – 1.5 milímetros, B2 – de 3 milímetros en la sección adyacente 1612 a 2 milímetros en la sección adyacente 1608, B3 – 79 milímetros y B4 – 161 milímetros.

El reactor de pre-fraccionado 2902 cuenta, de preferencia, con un rotor 1500, según se muestra en la Figura 15, así como una configuración de pared de extremo de alojamiento con una superficie plana. Las dimensiones A5-A6 para el rotor 1500 en el reactor 2902 son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: A5 – 9.52 milímetros y A6 – 9.5 milímetros. La altura de las salientes 1514 es, de preferencia, de aproximadamente 10 milímetros.

El reactor de pre-fraccionado 2903 cuenta, de preferencia, con un rotor 1500, según se muestra en la Figura 15, así como una configuración de pared de extremo de alojamiento 1600, según se muestra en la Figura 16. Las dimensiones A5-A6 para el rotor 1500 en el reactor 2903 son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: A5 – 9.52 milímetros y A6 – 11 milímetros. La altura de las salientes 1514 es, de preferencia, de aproximadamente 10 milímetros. Las dimensiones B1-B4 para la pared de extremo 1600 son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: B1 – 1.5 milímetros, B2 – 2 milímetros, B3 – 70 milímetros y B4 – 160 milímetros.

El reactor de pre-fraccionado 2904 cuenta, de preferencia, con un rotor 1700, según se muestra en la Figura 17A, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento con una superficie plana. Las dimensiones C5-C6 para el rotor 1700 en el reactor 2904 son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: C5 – 12.7 milímetros y C6 – 12 milímetros. La altura de las salientes 1514 es, de preferencia, de aproximadamente 7.5 milímetros.

El reactor de fraccionado 2907 cuenta, de preferencia, con un rotor 1800, según se muestra en las Figuras 18A a 18B, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento con una superficie plana. Las dimensiones para la primera fila 1810 de salientes para el rotor 1800 en el reactor 2907 son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: D1 – 13.5 milímetros, D3 – 8 milímetros y D8 – 12.7 milímetros. Las dimensiones para la segunda fila 1812 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: D2 – 6.5 milímetros, D3 – 17 milímetros y D8 – 12.7 milímetros. Las dimensiones para la tercera fila 1814 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: D2 – 7 milímetros, D3 – 19 milímetros y D8 – 12.7 milímetros.

El reactor de fraccionado 2908 cuenta, de preferencia, con un rotor 1800, según se muestra en las Figuras 18A a 18B, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento con una superficie plana. Las dimensiones para la primera fila 1810 de salientes para el rotor 1800 en el reactor 2908 son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: D1 – 17 milímetros, D3 – 9 milímetros y D8 – 9.52 milímetros. Las dimensiones para la segunda fila 1812 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: D2 – 9 milímetros, D3 – 17 milímetros y D8 – 12.7 milímetros. Las dimensiones para la tercera fila 1814 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: D2 – 9 milímetros, D3 – 17.5 milímetros y D8 – 12.7 milímetros.

El reactor de fraccionado 2909 comprende, de preferencia, una serie de cinco reactores, como se ha indicado anteriormente. El primero de esos reactores cuenta, de preferencia, con un rotor 1750, según se muestra en la Figura 17B, así como con una

configuración de pared de extremo de alojamiento con una superficie plana. Las dimensiones para la primera fila 1752 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes, haciendo referencia a dimensiones similares en la Figura 17A: C5 – 12.7 milímetros, C6 – 14 milímetros y una altura de saliente de 8 milímetros. Las dimensiones para la segunda fila 1754 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: C5 – 12.7 milímetros, C6 – 12.5 milímetros y una altura de saliente de 8 milímetros. Las dimensiones para la tercera fila 1756 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: C5 – 12.7 milímetros, C6 – 12 milímetros y una altura de saliente de 8 milímetros. Las dimensiones C1-C4 para cada uno de los cinco reactores 2909 son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: C1 – 177 milímetros, C2 – 90 milímetros, C3 – 130 milímetros y C4 – 170 milímetros.

El segundo de los reactores 2909 cuenta, de preferencia, con un rotor 1700, según se muestra en la Figura 17A, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento con una superficie plana. Las dimensiones para la primera fila 1710 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: C5 – 12.7 milímetros, C6 – 9.5 milímetros y una altura de saliente de 8 milímetros. Las dimensiones para la segunda fila 1712 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: C5 – 12.7 milímetros, C6 – 9 milímetros y una altura de saliente de 8.5 milímetros. Las dimensiones para la tercera fila 1714 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: C5 – 12.7 milímetros, C6 – 8 milímetros y una altura de saliente de 9.5 milímetros.

El tercero de los reactores 2909 cuenta, de preferencia, con un rotor 1700, según se muestra en la Figura 17A, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento con una superficie plana. Las dimensiones para la primera fila 1710 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: C5 – 12.7 milímetros, C6 – 9.5 milímetros y una altura de saliente de 8 milímetros. Las dimensiones para la segunda fila 1712 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: C5 – 12.7 milímetros, C6 – 9 milímetros y una altura de saliente de 8 milímetros. Las dimensiones para la tercera fila 1714 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: C5 – 12.7 milímetros, C6 – 7.5 milímetros y una altura de saliente de 8 milímetros.

El cuarto de los reactores 2909 cuenta, de preferencia, con un rotor 1700, según se muestra en la Figura 17A, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento con una superficie plana. Las dimensiones para la primera fila 1710 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: C5 – 12.7 milímetros, C6 – 7.5 milímetros y una altura de saliente de 8.5 milímetros. Las dimensiones para la segunda fila 1712 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: C5 –

12.7 milímetros, C6 – 7 milímetros y una altura de saliente de 8.5 milímetros. Las dimensiones para la tercera fila 1714 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: C5 – 12.7 milímetros, C6 – 7.5 milímetros y una altura de saliente de 8.5 milímetros.

El quinto de los reactores 2909 cuenta, de preferencia, con un rotor 1700, según se muestra en la Figura 17A, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento con una superficie plana. Las dimensiones para la primera, segunda y tercera filas 1710 de salientes son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: C5 – 12.7 milímetros, C6 – 6.5 milímetros y una altura de saliente de 8 milímetros.

El reactor de germen y fibra 2914 cuenta, de preferencia, con un rotor 1900, según se muestra en la Figura 19, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento con una superficie plana. El rotor 1900 cuenta, de preferencia, con un diámetro externo de aproximadamente 300 milímetros.

El reactor de digestión 2920 cuenta, de preferencia, con un rotor 2000, según se muestra en las Figuras 20A a 20B, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento 2100, según se muestra en la Figura 21. Las dimensiones para el rotor 2000 son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: E2 – 151 milímetros, E4 – 20 milímetros, E5 – 10 a 11 milímetros, E6 – 3 milímetros, E7 – 3 milímetros y E8 – 3 milímetros. La distancia entre los álabes 2020 es, de preferencia, de aproximadamente 11 milímetros. Los álabes 2028 tienen, de preferencia, una altura de aproximadamente 8 milímetros. El ancho de las muescas 2014 y 2016 es, de preferencia, de aproximadamente 6 milímetros y 5.5 milímetros, respectivamente. La longitud de las muescas 2014 es, de preferencia, de aproximadamente 64 milímetros. Las dimensiones para la pared de extremo 2100 son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: F1 – 78 milímetros, F2 – 155 milímetros y F4 – 31.5 milímetros. El ancho de cada una de las muescas 2116 y 2118 es, de preferencia, de aproximadamente 9 milímetros. La longitud de las muescas 2116 y 2118 es, de preferencia, de aproximadamente 75.5 y 99 milímetros, respectivamente.

El reactor de digestión 2921 cuenta, de preferencia, con un rotor 2000, según se muestra en las Figuras 20A a 20B, excepto porque no hay no álabes 2020 y 8 álabes 2028, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento 2100, según se muestra en la Figura 21. Las dimensiones para el rotor 2000 son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: E2 – 147 milímetros, E4 – 30 milímetros, E5 – 10 milímetros y E6 – 3 milímetros. Los álabes 2028 tienen, de preferencia, una altura de aproximadamente 7.5 milímetros. El ancho de cada una de las muescas 2014 y 2016 es, de preferencia, de aproximadamente 8 milímetros. La longitud de las muescas 2014 es, de preferencia, de aproximadamente 65 milímetros. Las dimensiones para la pared de

extremo 2100 son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: F1 – 70 milímetros, F2 – 155 milímetros y F4 – 35 milímetros. El ancho de cada una de las muescas 2116 y 2118 es, de preferencia, de aproximadamente 7.5 milímetros. La longitud de las muescas 2116 y 2118 es, de preferencia, de aproximadamente 82 y 96 milímetros, respectivamente.

El reactor de digestión 2918 cuenta, de preferencia, con un rotor 2200, según se muestra en la Figura 22. El rotor 2200 cuenta, de preferencia, con un diámetro externo de aproximadamente 295 milímetros.

El reactor de digestión 2924 cuenta, de preferencia, con un rotor 2000, según se muestra en las Figuras 20A a 20B, excepto porque no hay álabes 2020, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento 2100, según se muestra en la Figura 21. Las dimensiones para el rotor 2000 en el reactor 2924 son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: E2 – 147 milímetros, E4 – 32 milímetros, E5 – 9 milímetros y E6 – 3 milímetros. Los álabes 2028 tienen, de preferencia, una altura de aproximadamente 7.5 milímetros. El ancho de las muescas 2014 es, de preferencia, de aproximadamente 6 milímetros, mientras que el ancho de las muescas 2016 es, de preferencia, de aproximadamente 5.5 milímetros. La longitud de las muescas 2014 es, de preferencia, de aproximadamente 54 milímetros, mientras que la longitud de las muescas 2016 es, de preferencia, de aproximadamente 124 milímetros. Las dimensiones para la pared de extremo 2100 son, de preferencia, de aproximadamente: F2 – 159 milímetros. El ancho de las muescas 2116 es, de preferencia, de aproximadamente 4.5 milímetros, mientras que el ancho de las muescas 2118 es, de preferencia, de aproximadamente 5.3 milímetros.

Cada uno de los reactores de digestión 2929, 2931, 2945 y 2944a tiene, de preferencia, un rotor 1500, según se muestra en la Figura 15, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento 2300, según se muestra en la Figura 23. Las filas 2312 y 2314 en la pared de extremo 2300 se ubican entre las filas 1508 y 1510 y las filas 1510 y 1512, respectivamente.

Para el reactor de digestión 2929, el rotor 1500 tiene, de preferencia, aproximadamente las siguientes dimensiones: A1 - 200 milímetros, A2 - 113 milímetros, A3 - 152 milímetros, A4 - 190 milímetros, A5 – 17 milímetros, A6 – 15 milímetros para la fila 1508, 14 milímetros para la fila 1510, así como 16 milímetros para la fila 1512, y A7 – 12 milímetros. La altura de las salientes es, de preferencia, de aproximadamente 8 milímetros. Las dimensiones para la pared de extremo 2300 son, de preferencia, de aproximadamente: G1 – 132 milímetros, G2 – 170 milímetros, G3 – 13 milímetros, G4 – 13 milímetros y G5 – 201 milímetros. La altura de las salientes 2310 es, de preferencia, de aproximadamente 7 milímetros.

Para el reactor de digestión 2931, el rotor 1500 tiene, de preferencia, las siguientes dimensiones: A1 – 199 milímetros, A2 – 114 milímetros, A3 – 152 milímetros, A4 – 190 milímetros, A5 – 17 milímetros, A6 – 15 milímetros para las filas 1508 y 1510 y 16 milímetros para la fila 1512, así como A7 – 12 milímetros. La altura de las salientes es, de preferencia, de aproximadamente 7 milímetros. Las dimensiones para la pared de extremo 2300 son, de preferencia, de aproximadamente: G1 – 133 milímetros, G2 – 171 milímetros, G3 – 13 milímetros, G4 – 13 milímetros y G5 – 192 milímetros. La altura de las salientes 2310 es, de preferencia, de aproximadamente 9 milímetros.

Para los reactores de digestión 2945 y 2944a, las dimensiones para el rotor 1500 son, de preferencia, aproximadamente las siguientes: A5 – 17 milímetros, A6 – 15 milímetros para las filas 1508 y 1510 y 16 milímetros para la fila 1512, y A7 – 12 milímetros. La altura de las salientes 1514 es, de preferencia, de aproximadamente 7.5 milímetros. Las dimensiones para la pared de extremo 2300 son, de preferencia, de aproximadamente: G3 – 12.7 milímetros y G4 – 8 milímetros para la fila 2312 y 7 milímetros para la fila 2314. La altura de las salientes 2310 es, de preferencia, de aproximadamente 7.5 milímetros.

El reactor de digestión 2934 cuenta, de preferencia, con un rotor 2400, según se muestra en la Figura 24, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento 2500, según se muestra en la Figura 25. Las filas 2512, 2514, 2516 y 2518 en la pared de extremo 2500 se ubican entre las filas en 2410, 2412, 2414, 2416 y 2418 en el rotor 2400, como se ha indicado anteriormente. La distancia H1 entre las salientes adyacentes 2420 en el rotor 2400 es, de preferencia, de aproximadamente 6.5 ó 8 milímetros. La distancia H2 entre las salientes adyacentes 2510 en la pared de extremo 2500 es, de preferencia, de aproximadamente 6.5 u 8 milímetros.

El reactor de digestión 2936 cuenta, de preferencia, con un rotor 2400, según se muestra en la Figura 24, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento 2500, según se muestra en la Figura 25, con las excepciones de que el rotor 2400 tiene solamente cuatro filas de salientes y la pared de extremo 2500 tiene únicamente tres filas de salientes. Las filas en la pared de extremo 2500 se ubican entre las filas en el rotor 2400 como se ha descrito anteriormente. La distancia H1 entre las salientes adyacentes 2420 en el rotor 2400 es, de preferencia, de aproximadamente 13 milímetros. La distancia H2 entre las salientes adyacentes 2510 en la pared de extremo 2500 es, de preferencia, de aproximadamente 13 milímetros.

El reactor de digestión 2948 cuenta, de preferencia, con un rotor 1500, según se muestra en la Figura 15, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento 2300, según se muestra en la Figura 23. La fila 2312 en la pared de extremo 2300 se ubica entre las filas 1508 y 1510 en el rotor 1500, mientras que la fila 2314 se

ubica entre las filas 1510 y 1512. Las dimensiones A1-A6 para el rotor 1500 son, de preferencia, de aproximadamente: A1 – 200 milímetros, A2 – 114 milímetros, A3 – 152 milímetros, A4 – 190 milímetros, A5 – 17 milímetros y A6 – 16.5 milímetros. La altura de las salientes 1514 es, de preferencia, de aproximadamente 8.8 milímetros. Las dimensiones G1-G5 para la pared de extremo 2300 son, de preferencia, de aproximadamente: G1 – 133 milímetros, G2 – 175 milímetros, G3 – 12.7 milímetros, G4 – 13 milímetros y G5 – 201 milímetros. La altura de las salientes 2310 es, de preferencia, de aproximadamente 7.6 milímetros.

El reactor de digestión 2949a cuenta, de preferencia, con un rotor 1700 según se muestra en la Figura 17A, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento 2300, según se muestra en la Figura 23. La fila 2312 en la pared de extremo 2300 se ubica entre las filas 1710 y 1712 en el rotor 1500, mientras que la fila 2314 se ubica entre las filas 1712 y 1714. Las dimensiones C1-C6 para el rotor 1700 son, de preferencia, de aproximadamente: C1 – 190 milímetros, C2 – 140 milímetros, C3 – 163 milímetros, C4 – 185 milímetros, C5 – 11.2 milímetros y C6 – 8.5 milímetros para la fila 1714 y de 7.8 milímetros para las filas 1710 y 1712. La altura de las salientes 1716 es, de preferencia, de aproximadamente 7.8 milímetros. Seis de las salientes 1716 en la fila 1714 tienen también, de preferencia, una aleta 2620 (Figura 26) con una longitud J1 de 9.5 milímetros, un grosor J2 de 4 milímetros y una altura de 16.2 milímetros. Las dimensiones G1-G5 para la pared de extremo 2300 son, de preferencia, de aproximadamente: G1 – 152 milímetros, G2 – 174 milímetros, G3 – 7.8 milímetros, G4 – 11.8 milímetros para la fila 2314 y de 11.6 milímetros para la fila 2312 y G5 – 201 milímetros. La altura de las salientes 2310 es, de preferencia, de aproximadamente 7.3 milímetros.

El reactor de digestión 2953 cuenta, de preferencia, con un rotor 1700 según se muestra en la Figura 17A, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento 2300, según se muestra en la Figura 23. La fila 2312 en la pared de extremo 2300 se ubica entre las filas 1710 y 1712 en el rotor 1500, mientras que la fila 2314 se ubica entre las filas 1712 y 1714. Las dimensiones C1-C6 para el rotor 1700 son, de preferencia, de aproximadamente: C1 – 191 milímetros, C2 – 141 milímetros, C3 – 163 milímetros, C4 – 185 milímetros, C5 – 10 milímetros y C6 – 9.7 milímetros para la fila 1714 y de 9.0 milímetros para las filas 1710 y 1712. La altura de las salientes 1716 es, de preferencia, de aproximadamente 7.4 milímetros. Seis de las salientes 1716 en la fila 1714 tienen también, de preferencia, una aleta 2620 (Figura 26) con una longitud J1 de 9 milímetros, un grosor J2 de 4 milímetros y una altura de 13 milímetros. Las dimensiones G1-G5 para la pared de extremo 2300 son, de preferencia, de aproximadamente: G1 – 152 milímetros, G2 – 174 milímetros, G3 – 9.5 milímetros, G4 – 10.2 milímetros y G5 –

201 milímetros. La altura de las salientes 2310 es, de preferencia, de aproximadamente 7.5 milímetros.

El reactor de digestión 2955 cuenta, de preferencia, con un rotor 1700 según se muestra en la Figura 17A, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento 2300, según se muestra en la Figura 23. La fila 2312 en la pared de extremo 2300 se ubica entre las filas 1710 y 1712 en el rotor 1500, mientras que la fila 2314 se ubica entre las filas 1712 y 1714. Las dimensiones C1-C6 para el rotor 1700 son, de preferencia, de aproximadamente: C1 – 191 milímetros, C2 – 141 milímetros, C3 – 163 milímetros, C4 – 185 milímetros, C5 – 9.5 milímetros y C6 – 10.2 milímetros para la fila 1714 y de 9.5 milímetros para las filas 1710 y 1712. La altura de las salientes 1716 es, de preferencia, de aproximadamente 7.2 milímetros. Seis de las salientes 1716 en la fila 1714 tienen también, de preferencia, una aleta 2620 (Figura 26) con una longitud J1 de 9 milímetros, un grosor J2 de 4 milímetros y una altura de 15 milímetros. Las dimensiones G1-G5 para la pared de extremo 2300 son, de preferencia, de aproximadamente: G1 – 152 milímetros, G2 – 174 milímetros, G3 – 9.6 milímetros, G4 – 10.1 milímetros para la fila 2314 y de 9.4 milímetros para la fila 2312, y G5 – 201 milímetros. La altura de las salientes 2310 es, de preferencia, de aproximadamente 7.2 milímetros.

El reactor de digestión 2959 cuenta, de preferencia, con un rotor 1500, según se muestra en la Figura 15, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento 2300, según se muestra en la Figura 23. De preferencia, el rotor 1500 tiene aproximadamente las siguientes dimensiones: A1 – 178 milímetros, A2 – 91 milímetros, A3 – 129 milímetros, A4 – 169 milímetros, A5 – 9.52 milímetros y A6 – 8 milímetros. La altura de las salientes 1514 es, de preferencia, de aproximadamente 11 milímetros. De preferencia, la pared de extremo 2300 tiene aproximadamente las siguientes dimensiones: G1 – 110 milímetros, G2 – 149 milímetros, G3 – 9.52 milímetros, G4 – 11 milímetros y G5 – 190 milímetros. La altura de las salientes 2310 es, de preferencia, de aproximadamente 11 milímetros.

Las bombas de recirculación 2926, 2938, 2939, 2942, 2951, 2952 y 2958 tienen, de preferencia, un rotor 2600, según se muestra en la Figura 26, así como con una configuración de pared de extremo de alojamiento 2700, según se muestra en la Figura 27. De preferencia, el rotor 2600 tiene aproximadamente las siguientes dimensiones: J1 – 10.3 milímetros, J2 – 2.2 milímetros, J3 – 88 milímetros, J4 – 56 milímetros, J5 – 79 milímetros, J6 – 9.7 milímetros, J7 – 11.3 milímetros. Las salientes 2610 tienen, de preferencia, una altura de aproximadamente 19.6 milímetros. Los álabes 2620 tienen, de preferencia, una altura de aproximadamente 27 milímetros. De preferencia, la pared de extremo 2700 tiene las siguientes dimensiones: K1 – 68 milímetros, K2 – 9.6 milímetros,

K3 – 14.2 milímetros y K4 – 94 milímetros. Las salientes 2710 tienen, de preferencia, una altura de aproximadamente 20.6 milímetros.

De preferencia, la velocidad de alimentación para el procedimiento mostrado en las Figuras 29A a 29D comenzando en la lavadora 2900 es de aproximadamente 14.5 toneladas métricas de maíz por hora con una humedad del 12%, lo cual es aproximadamente equivalente a 12.76 toneladas métricas en materia seca. La mínima velocidad de alimentación preferida para el procedimiento es de aproximadamente 8 toneladas métricas por hora con una humedad del 12%. El porcentaje de maíz que es transferido a la torre de azufre 2933 es de entre aproximadamente 75 y 84%, la mayoría del remanente pasando al procedimiento de separación de germen y fibra 2917. Los intercambiadores térmicos 2930, 2935, 2944b, 2949 y 2954 y las camisas de agua caliente de los tanques de digestión 2937 y 2950, de preferencia reciben agua caliente a aproximadamente 52 grados Celsius para mantener y/o incrementar la temperatura de la pasta a los niveles descritos anteriormente que son, de preferencia, de entre 30 y 52 grados Celsius.

La proporción de agua con respecto al material sólido en la pasta de endospermo a todo lo largo de la etapa de digestión del procedimiento que comienza en la torre de azufre 2933 hasta el tanque de digestión 2950, es aproximadamente de entre 5:1 y 7:1 y, de mayor preferencia, de aproximadamente 6:1. La proporción de agua a sólido de la pasta que se introduce en el procedimiento de separación de proteína/fibra/almidón 2960 es, de preferencia, de aproximadamente entre 8:1 y 12:1 y, de mayor preferencia, es de aproximadamente 10:1. Las torres de azufre 2933 y 2947 procesan, de preferencia, aproximadamente 11.6 toneladas métricas de endospermo por hora. Los intercambiadores térmicos tienen, de preferencia, una capacidad de aproximadamente 105 metros cúbicos por hora. Los tanques de digestión 2937 y 2950 tienen, de preferencia, capacidades de 124 y 58.5 metros cúbicos, respectivamente. El tanque de almacenamiento 2957 tiene, de preferencia, una capacidad de aproximadamente 58.5 metros cúbicos. Los hidrociclones 2932, 2946 y 2956 tienen, de preferencia, una capacidad de aproximadamente 105 metros cúbicos por hora.

Los rotores dentro de los reactores de pre-fraccionado 2901 a 2904 y el reactor de digestión 2934 giran, de preferencia, con una velocidad de rotación de aproximadamente 1100 revoluciones por minuto. Los rotores dentro de los reactores de fraccionado 2907, 2908 y 2909, el reactor de germen y fibra 2914, los reactores de digestión 2918, 2920, 2921, 2924, 2929, 2931, 2936, 2944a y 2945, así como las bombas de recirculación 2926, 2938, 2939 y 2942 giran, de preferencia, con una velocidad de rotación de aproximadamente 1800 revoluciones por minuto.

Los reactores de pre-fraccionado 2901 a 2904 tienen, de preferencia, un caudal de aproximadamente 155 toneladas por hora. Los reactores de fraccionado 2907 a 2909 y el reactor de germen y fibra 2914 tienen, de preferencia, un caudal de aproximadamente 160 toneladas por hora. Los reactores de digestión 2920 y 2921 tienen, de preferencia, un caudal de aproximadamente 30 toneladas por hora. El reactor de digestión 2918 tiene, de preferencia, un caudal de aproximadamente 105 toneladas por hora. Los reactores de digestión 2929 y 2931 tienen, de preferencia, un caudal de aproximadamente 102 toneladas por hora. Los reactores de digestión 2934, 2936, 2945, 2944a, 2948, 2949a, 2953, 2955 y 2959 tienen, de preferencia, un caudal de aproximadamente 105 metros cúbicos por hora.

A partir de lo anterior se observará que esta invención se encuentra bien adaptada para lograr los fines y objetivos establecidos anteriormente en la presente, junto con las demás ventajas que resultan obvias y que son inherentes a la invención.

Dado que podrían realizarse muchas modalidades posibles de la invención sin desviarse del alcance de la misma, debe sobreentenderse que todas las cuestiones establecidas en la presente o mostradas en los dibujos anexos deben interpretarse como ilustrativas y no en un sentido limitativo.

Aunque se han mostrado y descrito modalidades específicas, distintas modificaciones podrían, por supuesto, ser implementadas y la invención no se limita a las formas específicas o disposición de partes y pasos descritos en la presente, excepto hasta el grado al que dichas limitaciones se incluyan en las siguientes reivindicaciones. Además, se sobreentenderá que ciertas características y subcombinaciones son de utilidad y podrían emplearse sin referencia a otras características y subcombinaciones. Esto es contemplado y se encuentra dentro del alcance de las reivindicaciones.

NOVEDAD DE LA INVENCION**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un método para el procesamiento de biomasa, que comprende:
 - mezclar la biomasa con fluido;
 - inducir la cavitación dentro del fluido para separar al menos parcialmente la biomasa;
 - fraccionar la biomasa con al menos un reactor de fraccionado que se opera para separar la biomasa;
 - dividir la biomasa separada y el fluido en material de biomasa ligero y material de biomasa pesado con fluido; y,
 - separar el material de biomasa pesado en un nivel molecular por medio de: incrementar la acidez del fluido y el material de biomasa pesado; calentar el fluido y el material de biomasa pesado; y, pasar el fluido y el material de biomasa pesado a través de por lo menos un reactor de digestión.
- 2.- El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque comprende adicionalmente lavar la biomasa antes de mezclarla con el fluido.
- 3.- El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque el fluido es agua.
- 4.- El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque el paso de inducir la cavitación con el fluido se realiza mediante al menos un reactor de pre-fraccionado.
- 5.- El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque comprende adicionalmente sanitizar la biomasa al limpiar la biomasa con agua presurizada y agua ozonizada antes del paso del fraccionado de la biomasa.
- 6.- El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque el paso de fraccionado de la biomasa se lleva a cabo por medio de una pluralidad de reactores de fraccionado que en combinación se operan para separar la biomasa.
- 7.- El método de conformidad con la reivindicación 6, caracterizado además porque dicha pluralidad de reactores de fraccionado se operan para separar la biomasa al inducir la cavitación dentro del fluido e inducir la abrasión dentro de la biomasa y el fluido.
- 8.- El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque comprende adicionalmente un recipiente de fraccionado que contiene fluido y un detector de nivel de fluido que monitorea al nivel de fluido dentro del recipiente de fraccionado, en donde el reactor de fraccionado comprende una entrada que recibe el fluido desde dentro del recipiente de fraccionado y la biomasa.

9.- El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque un hidrociclón divide la biomasa separada y el fluido.

10.- El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque comprende adicionalmente:

- pasar el material de biomasa pesado y el fluido a través de un reactor para promover la separación del material de biomasa pesado en un nivel molecular después de dividir la biomasa separada y el fluido; y,

- transferir el material de biomasa pesado y el fluido a un tanque de predigestión.

11.- El método de conformidad con la reivindicación 10, caracterizado además porque la temperatura del material de biomasa pesado y el fluido dentro del tanque de predigestión se encuentra entre aproximadamente 30° y 52° C.

12.- El método de conformidad con la reivindicación 11, caracterizado además porque comprende adicionalmente un intercambiador térmico en comunicación de fluidos con el tanque de predigestión que mantiene la temperatura del material de biomasa pesado y el fluido a aproximadamente 51° C.

13.- El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque el fluido y el material de biomasa pesado se calientan a una temperatura de entre aproximadamente 30° y 52° C.

14.- El método de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado además porque el fluido y el material de biomasa pesado se calientan a una temperatura de aproximadamente 51° C.

15.- El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque la acidez del fluido y el material de biomasa pesado se incrementa a un pH de entre aproximadamente 2 y 6.

16.- El método de conformidad con la reivindicación 15, caracterizado además porque la acidez del fluido y el material de biomasa pesado se incrementa a un pH de aproximadamente 3.8.

17.- El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque el gas de dióxido de azufre incrementa la acidez del fluido y el material de biomasa pesado.

18.- El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque la acidez del material de biomasa pesado y el fluido se incrementa en una primera torre de azufre.

19.- El método de conformidad con la reivindicación 18, caracterizado además porque dicho paso de separar el material de biomasa pesado en un nivel molecular comprende pasar el fluido y el material de biomasa pesado a través de una primera pluralidad de reactores de digestión.

20.- El método de conformidad con la reivindicación 19, caracterizado además porque comprende adicionalmente transferir el fluido y el material de biomasa pesado a un primer tanque de digestión después de que se pasan a través de dicha primera pluralidad de reactores de digestión.

21.- El método de conformidad con la reivindicación 20, caracterizado además porque comprende adicionalmente:

- transferir el fluido y el material de biomasa pesado a una segunda torre de azufre que incrementa la acidez del fluido y el material de biomasa pesado;
- transferir el fluido y el material de biomasa pesado a una segunda pluralidad de reactores de digestión; y,
- transferir el fluido y el material de biomasa pesado a un segundo tanque de digestión.

22.- El método de conformidad con la reivindicación 21, caracterizado además porque comprende adicionalmente:

- transferir el fluido y el material de biomasa pesado desde dicho segundo tanque de digestión a por lo menos un reactor y por lo menos un intercambiador térmico; y,
- transferir el fluido y el material de biomasa pesado a un tanque de almacenamiento.

23.- El método de conformidad con la reivindicación 22, caracterizado además porque la temperatura del material de biomasa pesado y el fluido dentro del primer y segundo tanques de digestión se encuentra entre aproximadamente 30° 52° C.

24.- El método de conformidad con la reivindicación 23, caracterizado además porque comprende adicionalmente un intercambiador térmico en comunicación de fluidos con por lo menos uno del primer y segundo tanques de digestión que mantiene la temperatura del material de biomasa pesado y el fluido a aproximadamente 51° C.

25.- El método de conformidad con la reivindicación 24, caracterizado además porque cada uno del primer y segundo tanques de digestión incluye una camisa de agua caliente para incrementar la temperatura del material de biomasa pesado y el fluido.

26.- El método de conformidad con la reivindicación 22, caracterizado además porque la temperatura del material de biomasa pesado y el fluido dentro del tanque de almacenamiento se encuentra entre aproximadamente 30° 52° C.

27.- El método de conformidad con la reivindicación 26, caracterizado además porque el tanque de almacenamiento incluye una camisa de agua caliente para mantener la temperatura del material de biomasa pesado y el fluido a aproximadamente 51° C.

28.- El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque comprende adicionalmente secar el material de biomasa ligero después del paso de dividir la biomasa separada.

29.- El método de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado además porque comprende adicionalmente triturar el material de biomasa pesado después del paso de dividir la biomasa separada.

30.- Un método para el procesamiento de biomasa que emplea un aparato que comprende un alojamiento que presenta una cámara que cuenta con una entrada, una salida y una abertura de eje; un eje que se proyecta a través de dicha abertura; un rotor acoplado con dicho eje al interior de dicha cámara; y una pluralidad de salientes que se extienden desde dicho rotor, dicho método comprende:

- colocar la biomasa en un medio fluido;
- inducir la cavitación dentro del fluido para separar por lo menos parcialmente la biomasa;
- enviar la biomasa y el fluido a través de dicha entrada;
- hacer girar dicho rotor para separar adicionalmente la biomasa; - calentar la biomasa y el fluido que sale de dicha salida; y,
- mantener la acidez del fluido a un pH de entre aproximadamente 2 y 6.

31.- El método de conformidad con la reivindicación 30, caracterizado además porque al girar dicho rotor separa adicionalmente la biomasa induciendo abrasión entre la biomasa, induciendo abrasión entre la biomasa y el fluido, sometiendo la biomasa a una fuerza centrífuga y haciendo que la biomasa se impacte con dichas salientes.

32.- El método de conformidad con la reivindicación 30, caracterizado además porque el aparato comprende un primer aparato y el método utiliza un segundo aparato que comprende un alojamiento que presenta una cámara que cuenta con una entrada, una salida y una abertura de eje; un eje que se proyecta a través de dicha abertura; un rotor acoplado con dicho eje al interior de dicha cámara; y una pluralidad de salientes que se extienden desde dicho rotor, las salientes comprendiendo una primera fila separada aproximadamente de manera equidistante con respecto a un centro de dicho rotor, una segunda fila separada aproximadamente de manera equidistante con respecto a dicha primera fila y una tercera fila separada aproximadamente de manera equidistante con respecto a dicha segunda fila, dichas salientes teniendo un perfil superior generalmente en forma de "C", dicho paso de inducción de la cavitación comprende:

- enviar la biomasa y el fluido a través de dicha entrada de dicho segundo aparato;
- hacer girar dicho rotor de dicho segundo aparato para inducir la cavitación dentro del fluido; y,
- enviar la biomasa y el fluido desde dicha salida de dicho segundo aparato hasta dicha entrada de dicho primer aparato.

33.- El método de conformidad con la reivindicación 32, caracterizado además porque dicho alojamiento de dicho segundo aparato presenta una primera y segunda

paredes de extremo y una pared lateral que define dicha cámara, en donde dicha entrada se encuentra en dicha primera pared de extremo, dicha abertura de eje se encuentra en dicha segunda pared de extremo y dicha salida se encuentra en dicha pared lateral, en donde dicho rotor presenta una superficie frontal que mira hacia dicha entrada y dicha pluralidad de salientes se extienden desde dicha superficie frontal de dicho rotor hacia dicha entrada, y en donde se forma una pluralidad de muescas en dicha primera pared de extremo de dicho alojamiento que mira hacia dicho rotor.

34.- El método de conformidad con la reivindicación 30, caracterizado además porque el aparato comprende un primer aparato y el método utiliza una pluralidad de aparatos, cada uno de los cuales comprende un alojamiento que presenta una cámara que cuenta con una entrada, una salida y una abertura de eje, dicha entrada encontrándose en comunicación de fluidos con dicha salida de dicho primer aparato o dicha salida de otro de la pluralidad de aparatos; un eje que se proyecta a través de dicha abertura; un rotor acoplado con dicho eje al interior de dicha cámara; y una pluralidad de salientes que se extienden desde dicho rotor, dicho método comprende adicionalmente:

- enviar la biomasa y el fluido a través de dicha entrada de cada uno de dicha pluralidad de aparatos; y,
- hacer girar dicho rotor de cada uno de dicha pluralidad de aparatos para separar aún más la biomasa.

35.- El método de conformidad con la reivindicación 34, caracterizado además porque dichas salientes en dicho primer aparato se encuentran separadas aproximadamente de manera equidistante con respecto a un centro de dicho rotor, en donde las salientes adyacentes colindan entre sí, dichas salientes comprendiendo una primera y segunda serie de salientes alternantes que tienen una primera y segunda alturas, respectivamente, en donde la primera altura es mayor a la segunda altura.

36.- El método de conformidad con la reivindicación 34, caracterizado además porque dichas salientes en cada uno de dicha pluralidad de aparatos comprende una primera fila separada aproximadamente de manera equidistante con respecto a un centro de dicho rotor, una segunda fila separada aproximadamente de manera equidistante con respecto a dicha primera fila, así como una tercera fila separada aproximadamente de manera equidistante con respecto a dicha segunda fila, en donde dichas salientes en cada una de dichas filas se encuentran separadas por no menos de aproximadamente 6 milímetros.

37.- El método de conformidad con la reivindicación 34, caracterizado además porque el método utiliza una pluralidad de hidrociclones, cada uno de los mismos comprendiendo una entrada que se encuentra en comunicación de fluidos con dicha salida de dicho primer aparato o dicha salida de uno de dicha pluralidad de aparatos; una

primera salida que se encuentra en comunicación de fluidos con un colector de material ligero; y una segunda salida que se encuentra en comunicación de fluidos con dicha entrada de uno de dicha pluralidad de aparatos, dicho método comprende adicionalmente:

- enviar la biomasa y el fluido a través de dicha entrada de cada uno de dichos hidrociclones, cada uno de los hidrociclones descargando una porción de la biomasa separada a través de dicha primera salida hacia dicho colector de material ligero y otra porción de la biomasa separada a través de dicha segunda salida.

38.- El método de conformidad con la reivindicación 30, caracterizado además porque el método utiliza un tanque que comprende una cámara y un rotor ubicado dentro de dicha cámara, dicho rotor comprendiendo una primera y segunda placas separadas entre sí por una pluralidad de salientes acopladas con cada una de dichas placas y que se extienden entre dichas placas adyacentes a los bordes periféricos de dichas placas, dichas salientes encontrándose separadas entre sí para presentar una separación entre las salientes adyacentes, dicha primera placa presentando una abertura que se encuentra en comunicación de fluidos con un vacío ubicado entre dicha primera y segunda placas, dicho método comprende adicionalmente:

- enviar el fluido y biomasa hacia el interior de dicha cámara de dicho tanque desde dicha salida de dicho aparato;

- enviar el fluido y la biomasa a través de dicha abertura de dicha primera placa hacia dicho vacío entre dicha primera y segunda placas; y,

- hacer girar dicho rotor de dicho tanque para separar aún más la biomasa sometiendo la biomasa a una fuerza centrífuga y haciendo que la biomasa se impacte con dichas salientes.

39.- El método de conformidad con la reivindicación 38, caracterizado además porque dichas salientes en dicho rotor de dicho tanque se encuentran separadas aproximadamente 4 milímetros.

40.- El método de conformidad con la reivindicación 38, caracterizado además porque dicho aparato comprende un primer aparato y dicho método utiliza un segundo aparato que comprende un alojamiento que presenta dicha primera y segunda paredes de extremo y una pared lateral que define una cámara, una entrada en dicha primera pared de extremo, una abertura de eje en dicha segunda pared de extremo, así como una salida en dicha pared lateral, dicha entrada encontrándose en comunicación de fluidos con dicha salida de dicho primer aparato y dicha salida encontrándose acoplada con dicha cámara de dicho tanque; un eje que se proyecta a través de dicha abertura; un rotor acoplado con dicho eje al interior de dicha cámara, dicho rotor presentando una superficie frontal que mira hacia dicha entrada y teniendo una pluralidad de muescas

formadas en dicha superficie frontal; y una pluralidad de muescas formadas en dicha primera pared de extremo de dicho alojamiento que mira hacia dicho rotor, dicho método comprende adicionalmente:

- enviar la biomasa y el fluido a través de dicha entrada de dicho segundo aparato;
- y - hacer girar dicho rotor de dicho segundo aparato para separar aún más la biomasa.

41.- El método de conformidad con la reivindicación 40, caracterizado además porque el método utiliza un tanque de predigestión que comprende una cámara que tiene una entrada y una salida, dicho método comprende adicionalmente:

- enviar el fluido y la biomasa desde dicha salida de dicho segundo aparato a través de dicha entrada de dicho tanque de predigestión; y,
- enviar el fluido y la biomasa desde dicha salida de dicho tanque de predigestión hacia el interior de dicha cámara de dicho tanque.

42.- El método de conformidad con la reivindicación 38, caracterizado además porque el aparato comprende un primer aparato y en donde el método utiliza un segundo aparato que comprende un alojamiento que presenta dicha primera y segunda paredes de extremo y una pared lateral que define una cámara, una entrada en dicha primera pared de extremo, una abertura de eje en dicha segunda pared de extremo, y una salida en dicha pared lateral, dicha entrada encontrándose en comunicación de fluidos con dicha salida de dicho primer aparato y dicha salida encontrándose acoplada con dicha cámara de dicho tanque; un eje que se proyecta a través de dicha abertura; un rotor acoplado con dicho eje al interior de dicha cámara, dicho rotor presentando una superficie frontal que mira hacia dicha entrada; y una pluralidad de salientes que se extienden desde dicha superficie frontal, dichas salientes comprendiendo una primera fila separada aproximadamente de manera equidistante de un centro de dicho rotor, una segunda fila separada aproximadamente de manera equidistante con respecto a dicha primera fila, así como una tercera fila separada aproximadamente de manera equidistante con respecto a dicha segunda fila, en donde dichas salientes en cada una de dichas filas se encuentran separadas por no menos de aproximadamente 6 milímetros, dicho método comprende adicionalmente:

- enviar la biomasa y el fluido a través de dicha entrada de dicho segundo aparato;
- y,
- hacer girar dicho rotor de dicho segundo aparato para separar aún más la biomasa.

43.- El método de conformidad con la reivindicación 42, caracterizado además porque una pluralidad de salientes se extienden desde dicha primera pared de extremo de dicho alojamiento de dicho segundo aparato hacia dicho rotor, dichas salientes en dicha primera pared de extremo comprendiendo una primera serie que se extiende entre

dicha primera y segunda filas en dicho rotor, así como una segunda serie que se extiende entre dicha segunda y tercera filas en dicho rotor.

44.- El método de conformidad con la reivindicación 38, caracterizado además porque comprende adicionalmente dispensar dióxido de azufre hacia dicha cámara de dicho tanque para mantener la acidez del fluido.

45.- El método de conformidad con la reivindicación 38, caracterizado además porque el pH del fluido dentro de dicho tanque se encuentra entre aproximadamente 3.8 y 4.5 y la temperatura del fluido y la biomasa dentro de dicho tanque es de entre aproximadamente 30° y 52° C.

46.- El método de conformidad con la reivindicación 45, caracterizado además porque el pH del fluido dentro de dicho tanque es de aproximadamente 3.8 y la temperatura del fluido y la biomasa dentro de dicho tanque es de aproximadamente 51° C.

47.- El método de conformidad con la reivindicación 30, caracterizado además porque la biomasa comprende granos de maíz, cada uno de los mismos comprendiendo endospermo, germen y pericarpo.

48.- El método de conformidad con la reivindicación 47, caracterizado además porque la inducción de la cavitación separa por lo menos parcialmente al pericarpo del endospermo, en donde hacer girar dicho rotor de dicho aparato separa adicionalmente el germen y el pericarpo entre sí y del endospermo, así como en donde los pasos de calentar y mantener la acidez separan el almidón y la proteína dentro del endospermo.

49.- El método de conformidad con la reivindicación 30, caracterizado además porque la biomasa comprende granos de sorgo, cada uno de los mismos comprendiendo endospermo, germen, y pericarpo.

50.- Un aparato para separar los componentes unidos presentes en un medio fluido, el cual comprende:

- un alojamiento que presenta una cámara que comprende una entrada, una salida y una abertura de eje;

- un eje que se proyecta a través de dicha abertura de eje; - un rotor acoplado con dicho eje al interior de dicha cámara; y,

- una pluralidad de salientes que se extienden desde dicho rotor, dichas salientes encontrándose separadas de forma aproximadamente equidistante con respecto a un centro de dicho rotor, en donde las salientes adyacentes colindan entre sí, dichas salientes comprendiendo una primera y segunda serie de salientes alternantes que tienen una primera y segunda alturas, respectivamente, en donde la primera altura es mayor a la segunda altura.

51.- Un aparato para separar los componentes unidos presentes en un medio fluido, el cual comprende:

- un alojamiento que presenta primera y segunda paredes de extremo y una pared lateral que define una cámara, una entrada en dicha primera pared de extremo, una salida en dicha pared lateral, así como una abertura de eje en dicha segunda pared de extremo;

- un eje que se proyecta a través de dicha abertura de eje;

- un rotor acoplado con dicho eje al interior de dicha cámara, dicho rotor presentando una superficie frontal que mira hacia dicha entrada y teniendo una pluralidad de muescas formadas en dicha superficie frontal; y,

- una pluralidad de muescas formadas en dicha primera pared de extremo de dicho alojamiento que mira hacia dicho rotor.

52.- Un aparato para separar los componentes unidos presentes en un medio fluido, el cual comprende:

- un alojamiento que presenta una cámara que comprende una entrada, una salida y una abertura de eje;

- un eje que se proyecta a través de dicha abertura de eje;

- un rotor acoplado con dicho eje al interior de dicha cámara; y,

- una pluralidad de salientes que se extienden desde dicho rotor, dichas salientes comprendiendo una primera fila separada aproximadamente de manera equidistante de un centro de dicho rotor, así como una segunda fila separada aproximadamente de manera equidistante con respecto a dicha primera fila, en donde dichas salientes en cada una de dichas primera y segunda filas se encuentran separadas no menos de aproximadamente 6 milímetros.

53.- El aparato de conformidad con la reivindicación 52, caracterizado además porque dicho alojamiento presenta una primera y segunda paredes de extremo y una pared lateral que define dicha cámara, en donde dicha entrada se encuentra en dicha primera pared de extremo, dicha abertura de eje se encuentra en dicha segunda pared de extremo, y dicha salida se encuentra en dicha pared lateral, en donde dicho rotor presenta una superficie frontal que mira hacia dicha entrada y dicha pluralidad de salientes se extienden desde dicha superficie frontal de dicho rotor hacia dicha entrada, y en donde una pluralidad de salientes se extienden desde dicha primera pared de extremo de dicho alojamiento hacia dicho rotor entre dichas primera y segunda filas en dicho rotor.

54.- El aparato de conformidad con la reivindicación 52, caracterizado además porque dichas salientes comprenden adicionalmente una tercera fila de salientes separadas de manera aproximadamente equidistante con respecto a dicha segunda fila.

55.- El aparato de conformidad con la reivindicación 54, caracterizado además porque dichas salientes tienen un perfil superior que tiene forma de "C".

56.- El aparato de conformidad con la reivindicación 55, caracterizado además porque dicho alojamiento presenta una primera y segunda paredes de extremo y una pared lateral que define dicha cámara, en donde dicha entrada se encuentra en dicha primera pared de extremo, dicha abertura de eje se encuentra en dicha segunda pared de extremo, así como dicha salida se encuentra en dicha pared lateral, en donde dicho rotor presenta una superficie frontal que mira hacia dicha entrada y dicha pluralidad de salientes se extienden desde dicha superficie frontal de dicho rotor hacia dicha entrada, y en donde una pluralidad de salientes se extienden desde dicha primera pared de extremo de dicho alojamiento hacia dicho rotor, dichas salientes en dicha primera pared de extremo comprendiendo una primera serie que se extiende entre dicha primera y segunda filas en dicho rotor, así como una segunda serie que se extiende entre dicha segunda y tercera filas en dicho rotor.

57.- El aparato de conformidad con la reivindicación 55, caracterizado además porque dicho alojamiento presenta una primera y segunda paredes de extremo y una pared lateral que define dicha cámara, en donde dicha entrada se encuentra en dicha primera pared de extremo, dicha abertura de eje se encuentra en dicha segunda pared de extremo, así como dicha salida se encuentra en dicha pared lateral, en donde dicho rotor presenta una superficie frontal que mira hacia dicha entrada y dicha pluralidad de salientes se extienden desde dicha superficie frontal de dicho rotor hacia dicha entrada, y en donde se forma una pluralidad de muescas en dicha primera pared de extremo de dicho alojamiento que mira hacia dicho rotor.

58.- El aparato de conformidad con la reivindicación 54, caracterizado además porque dichas salientes son cilíndricas.

59.- El aparato de conformidad con la reivindicación 54, caracterizado además porque dicho rotor presenta orificios ubicados entre por lo menos algunas de dichas salientes.

60.- El aparato de conformidad con la reivindicación 54, caracterizado además porque dicho alojamiento presenta una primera y segunda paredes de extremo y una pared lateral que define dicha cámara, en donde dicha entrada se encuentra en dicha primera pared de extremo, dicha abertura de eje se encuentra en dicha segunda pared de extremo, así como dicha salida se encuentra en dicha pared lateral, en donde dicho rotor presenta una superficie frontal que mira hacia dicha entrada y dicha pluralidad de salientes se extienden desde dicha superficie frontal de dicho rotor hacia dicha entrada, y en donde una pluralidad de salientes se extienden desde dicha primera pared de extremo de dicho alojamiento hacia dicho rotor, dichas salientes en dicha primera pared de

extremo comprendiendo una primera serie que se extiende entre dicha primera y segunda filas en dicho rotor, y una segunda serie que se extiende entre dicha segunda y tercera filas en dicho rotor, cada una de dichas salientes teniendo un perfil superior poligonal.

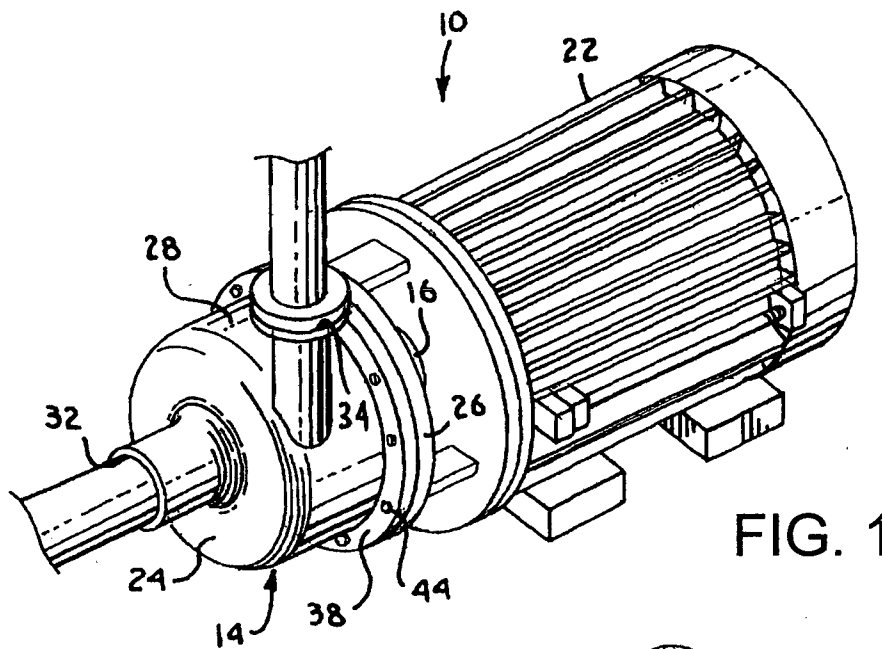


FIG. 1

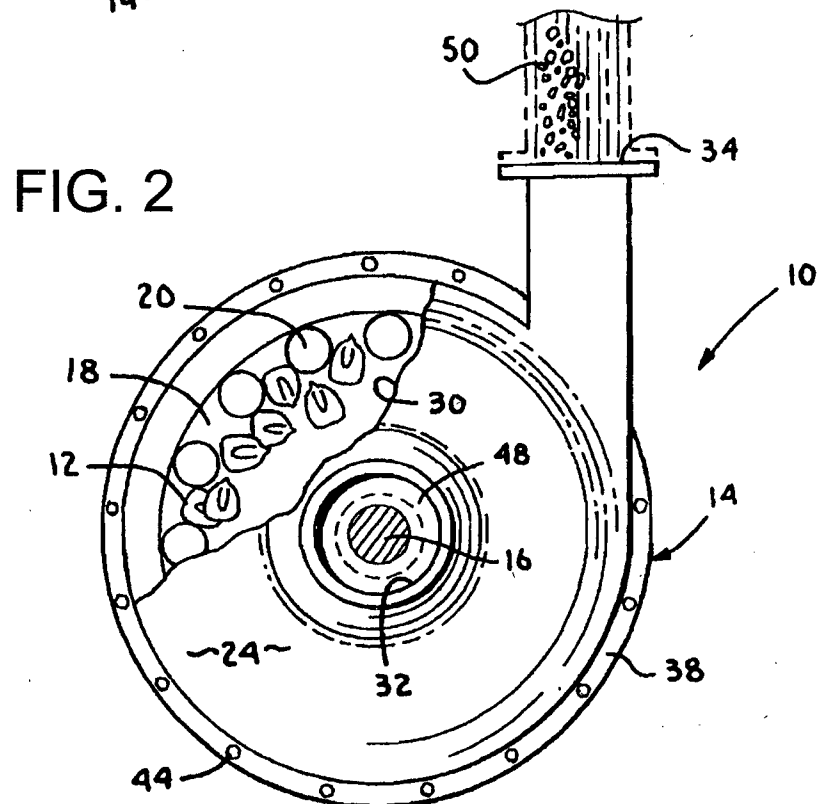
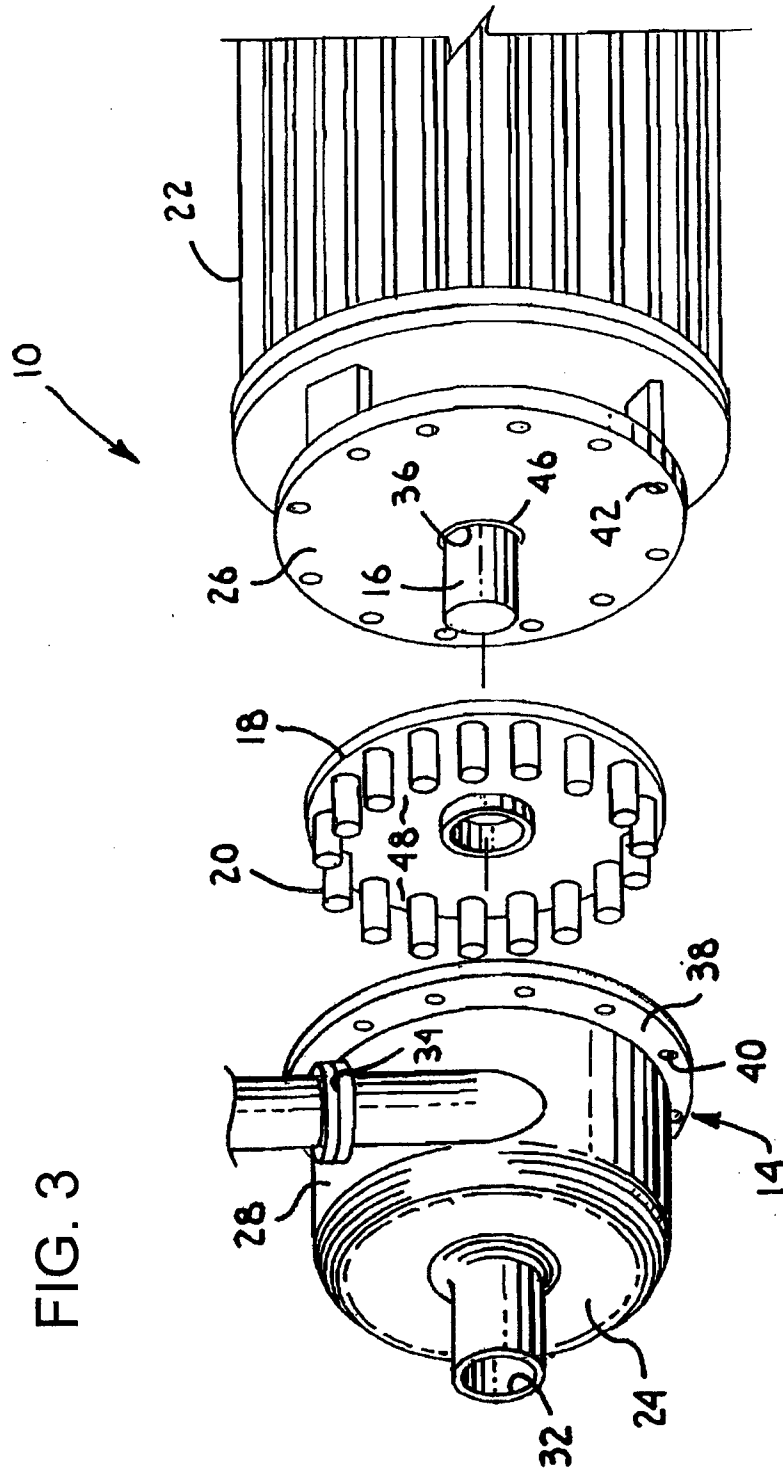
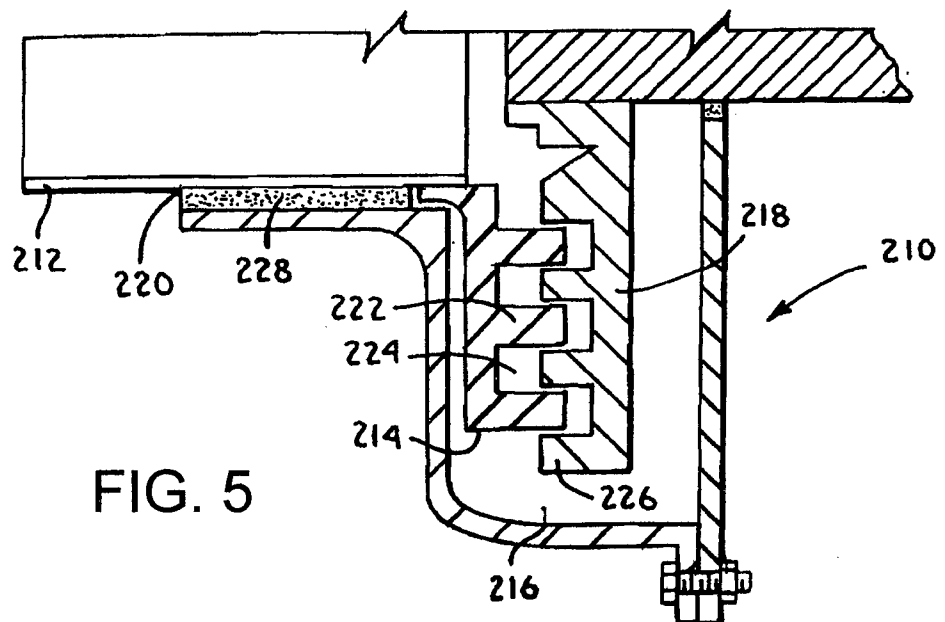
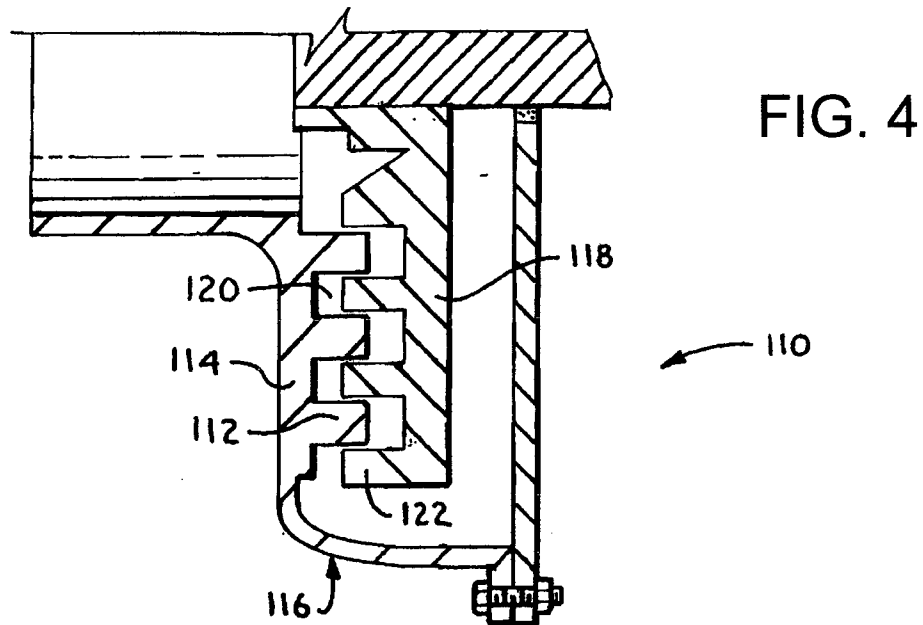


FIG. 2





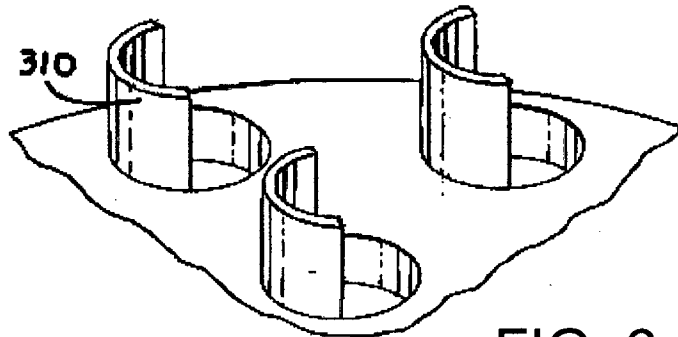


FIG. 6

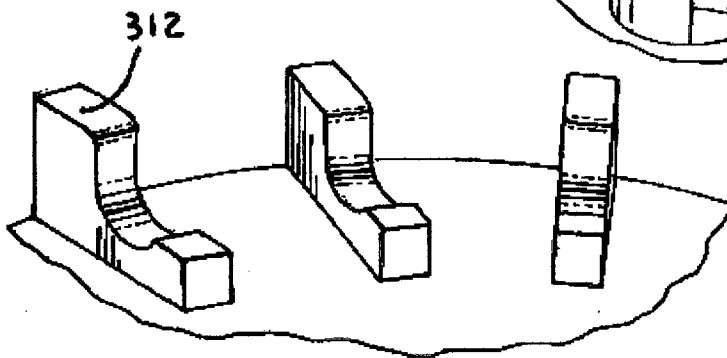


FIG. 7

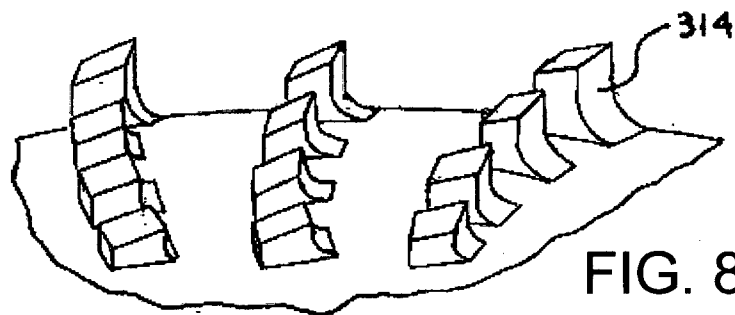


FIG. 8

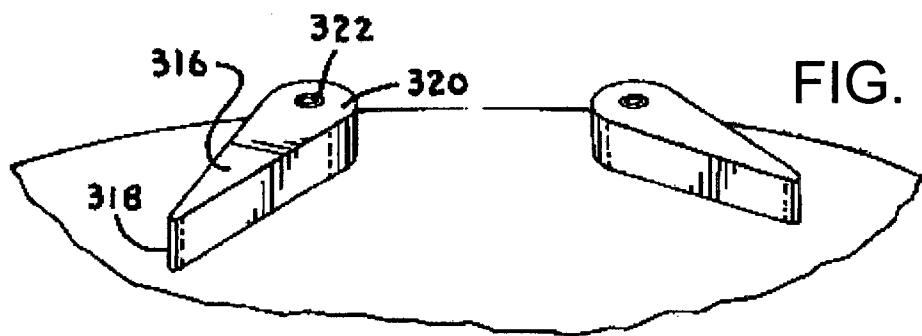
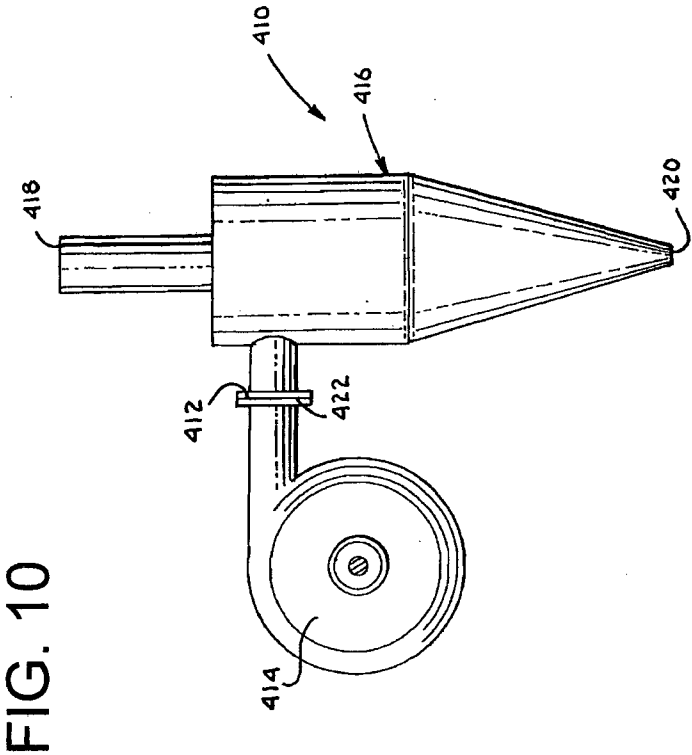


FIG. 9



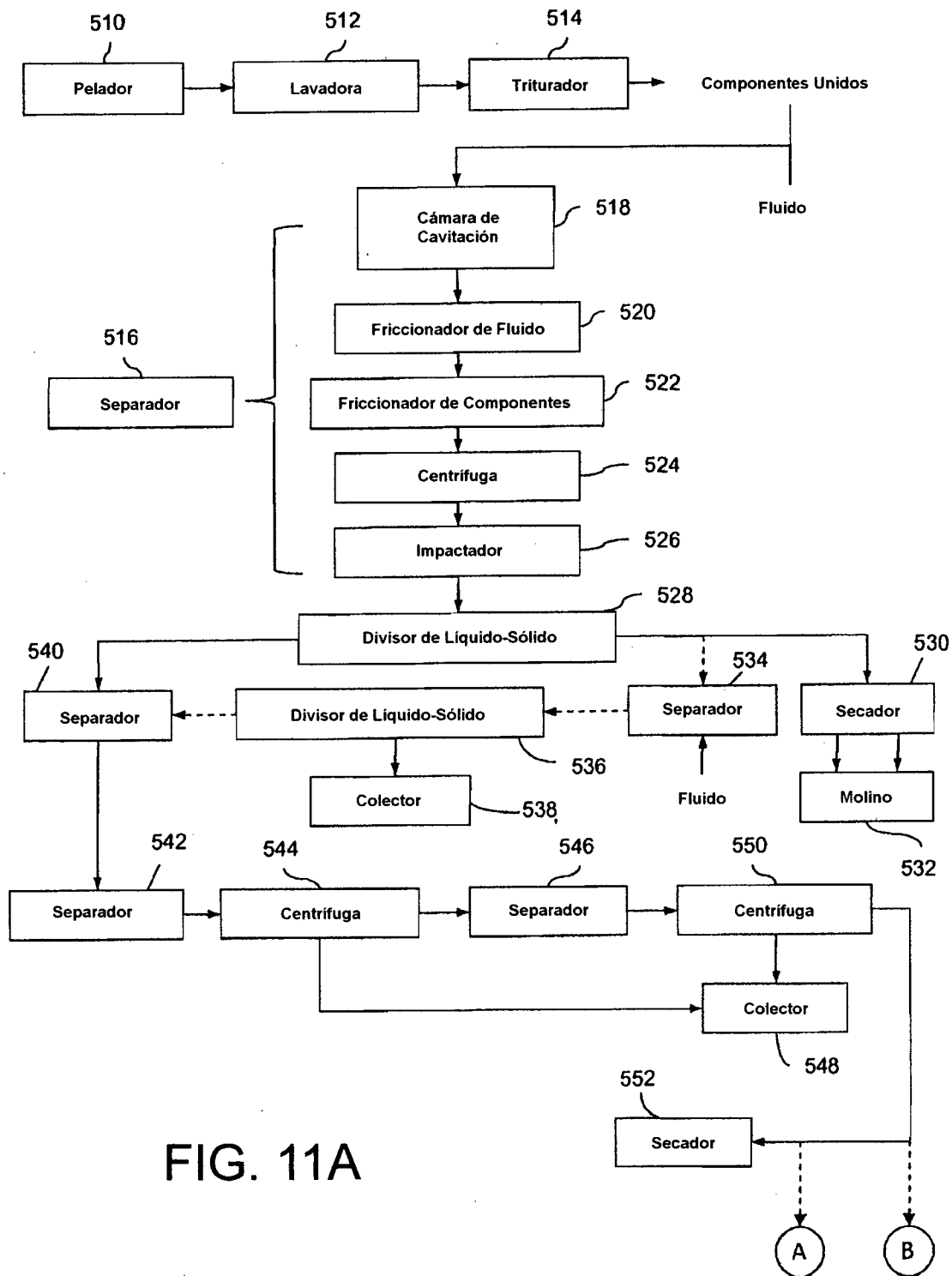


FIG. 11A

7/22

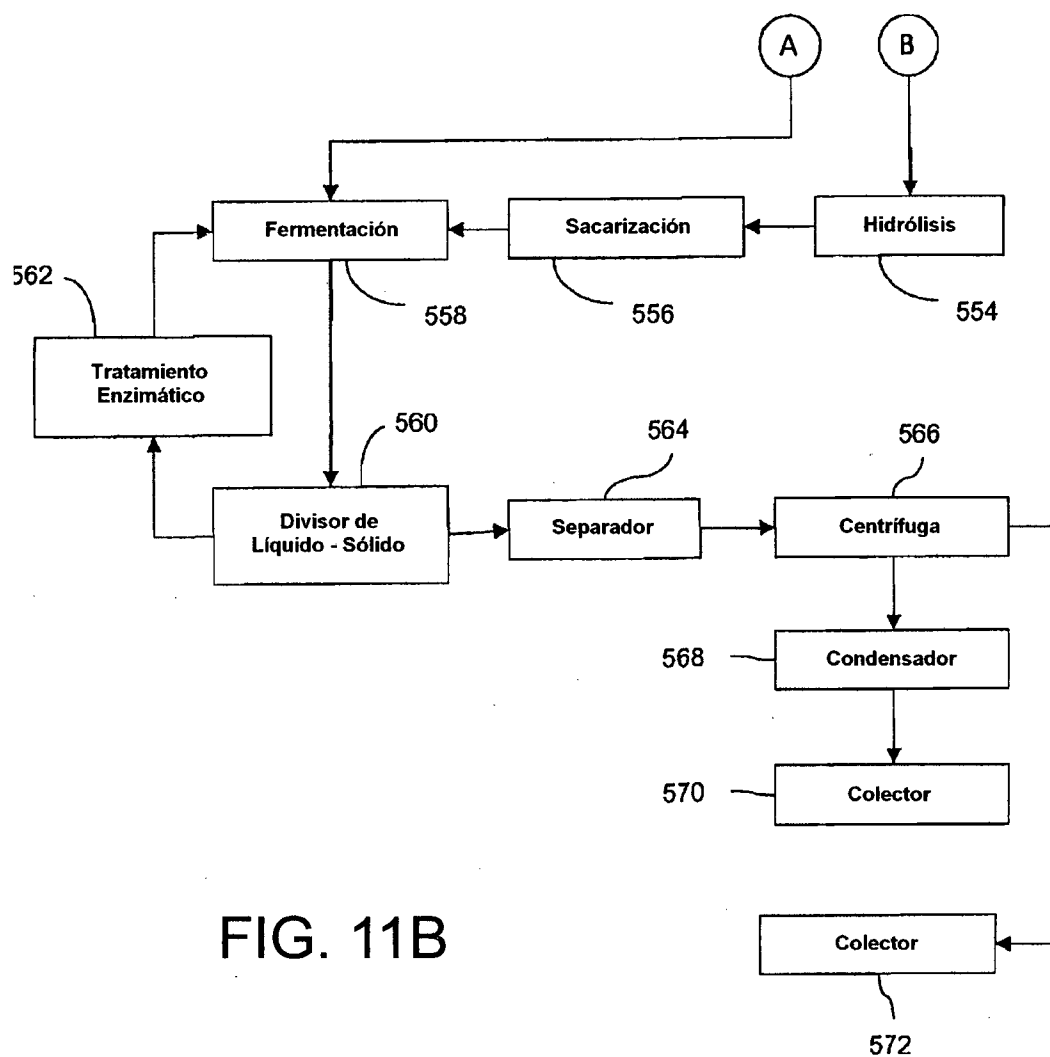


FIG. 11B

8/22

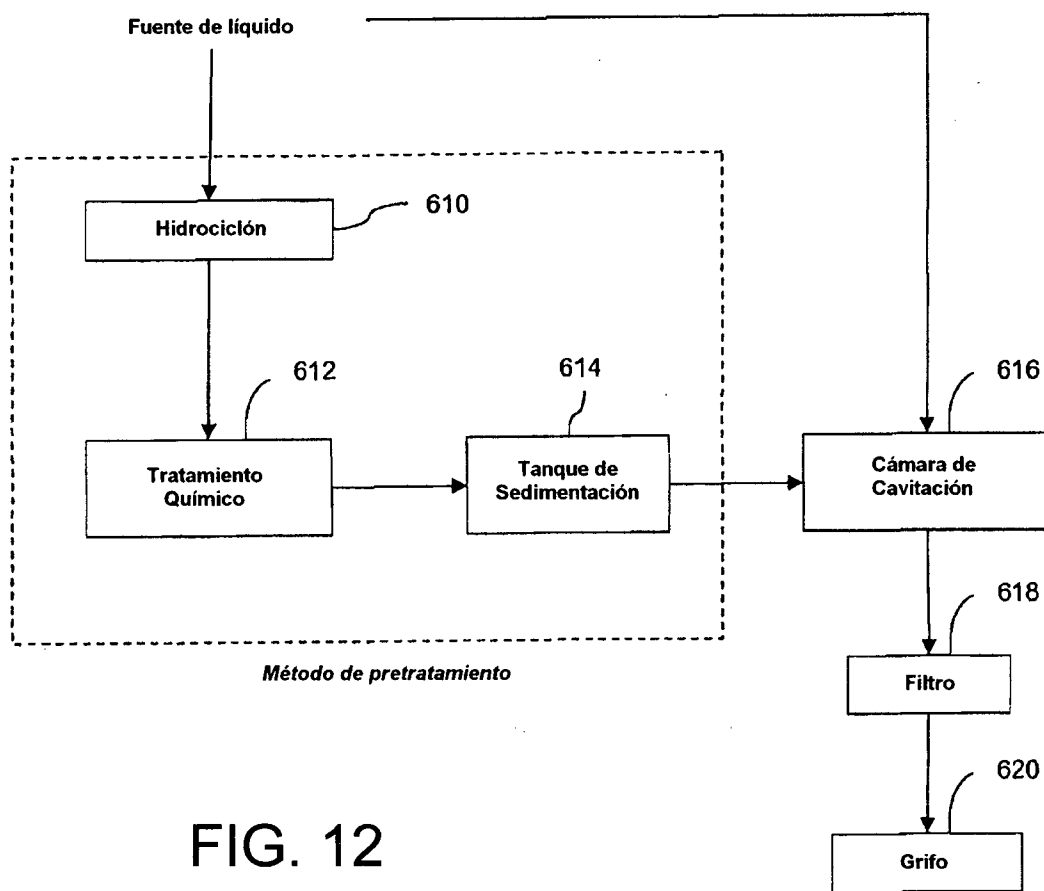


FIG. 12

9/22

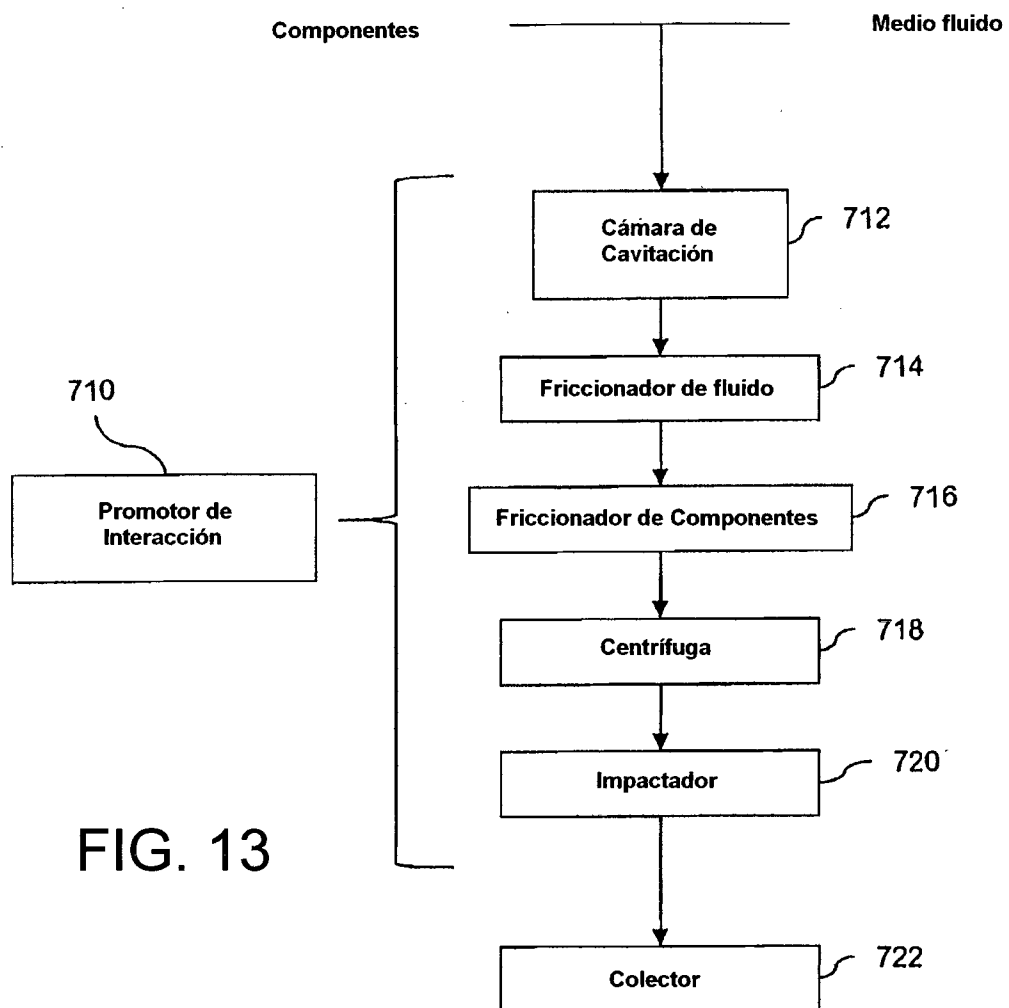


FIG. 13

10/22

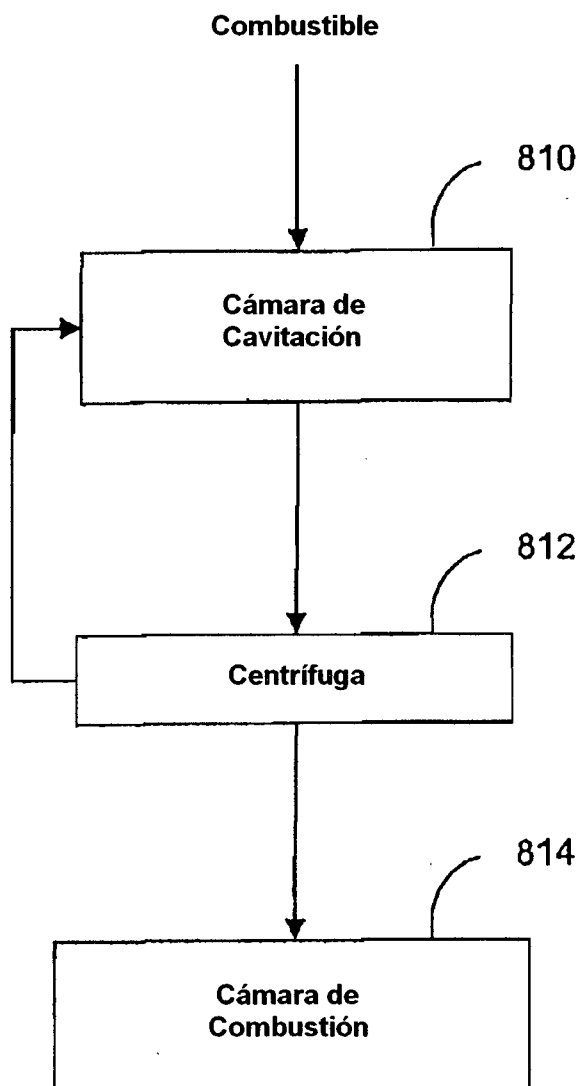
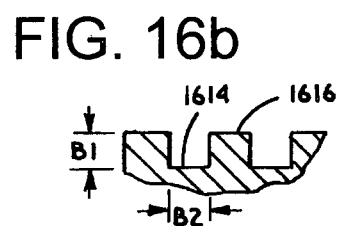
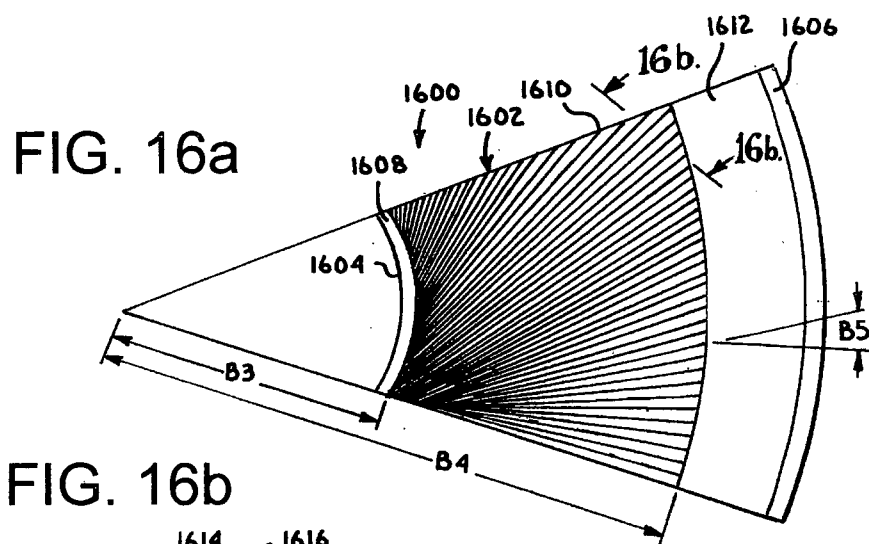
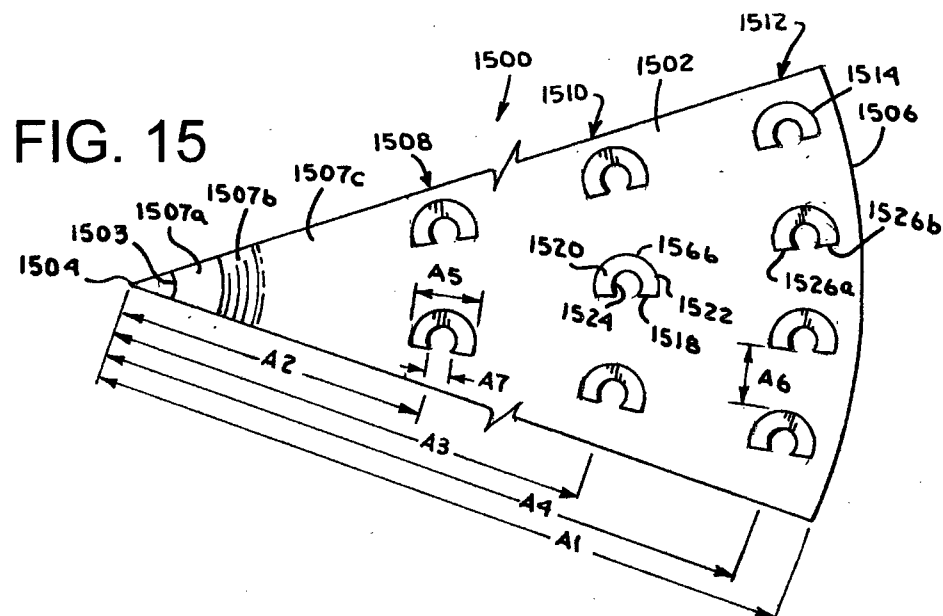


FIG. 14

11/22



12/22

FIG. 17a

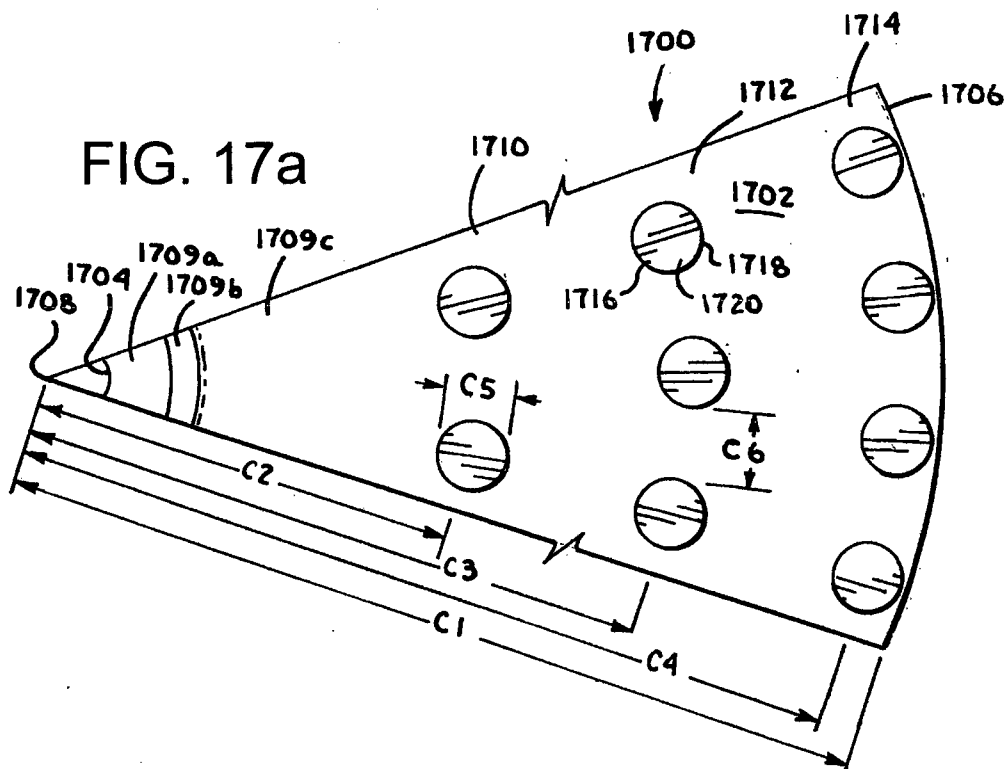


FIG. 17b

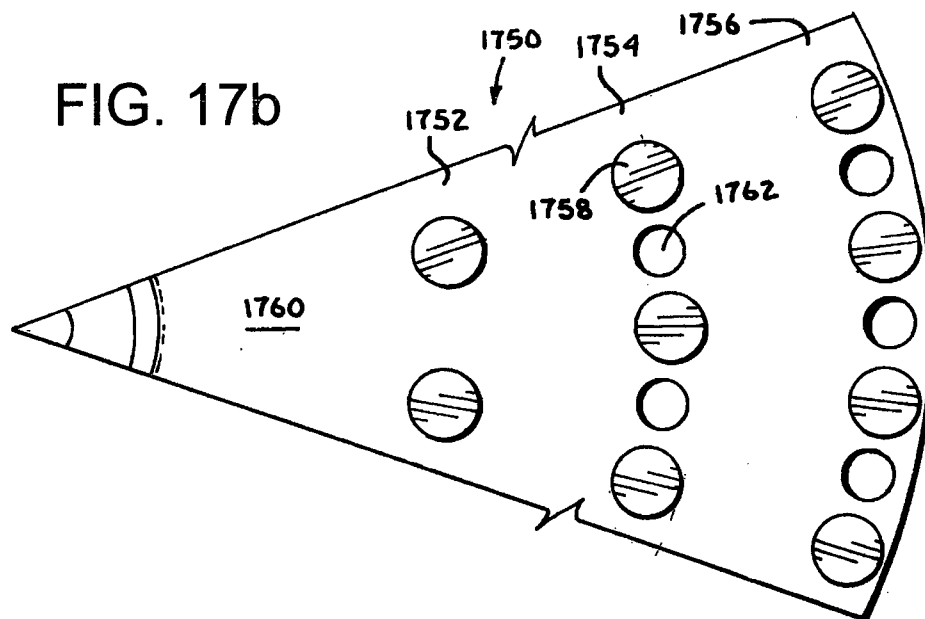


FIG. 18b

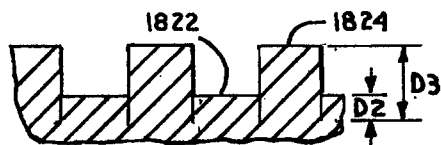


FIG. 18a

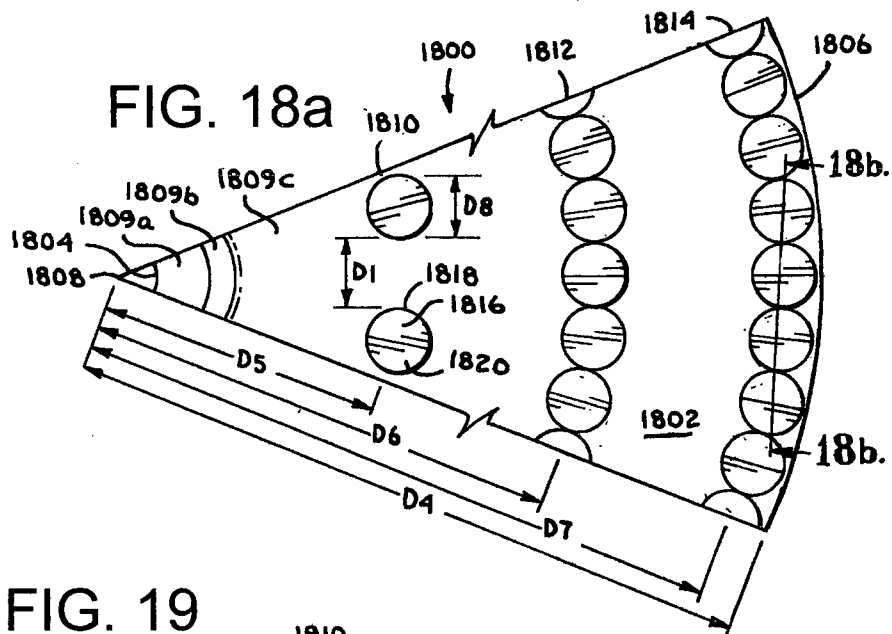


FIG. 19

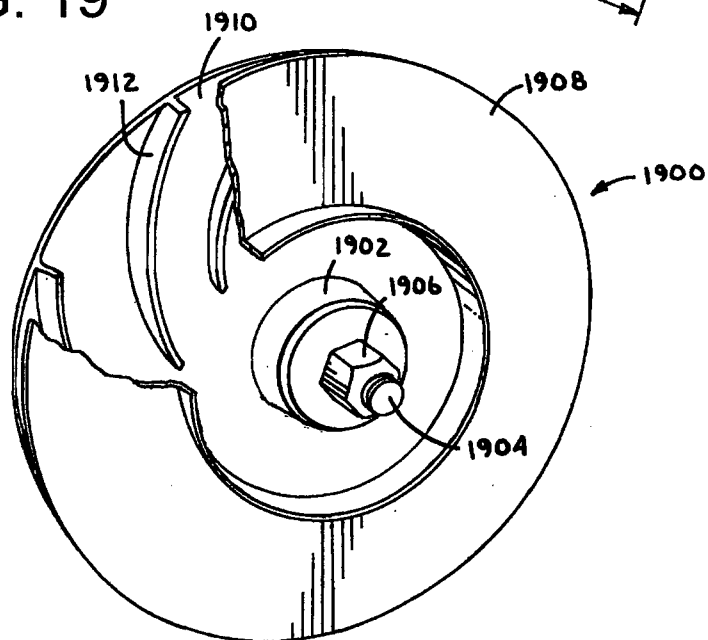


FIG. 22

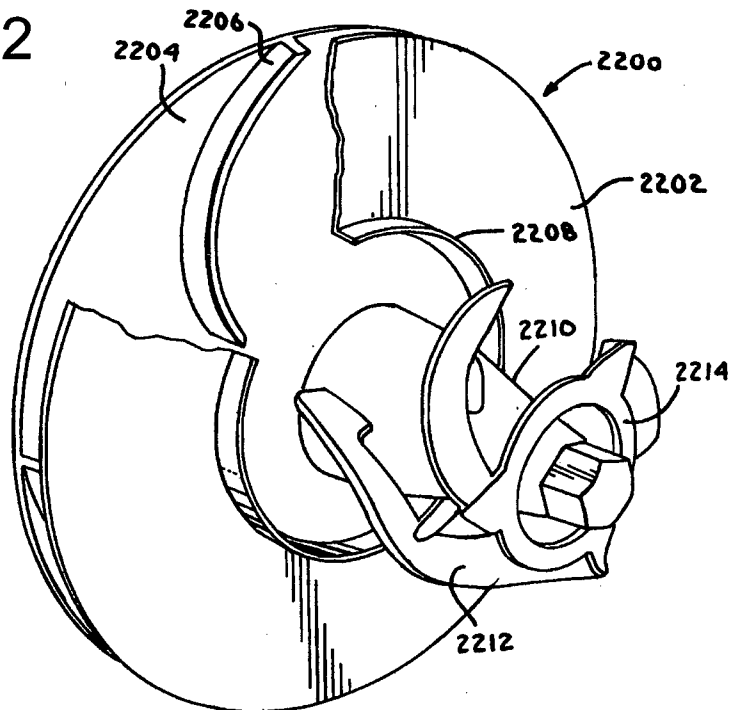


FIG. 23

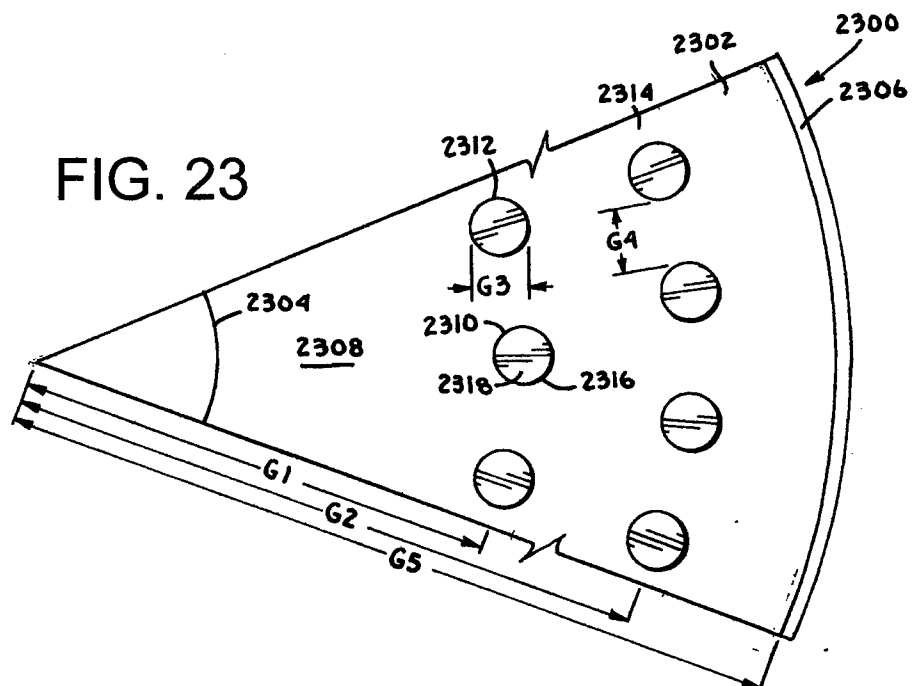


FIG. 24

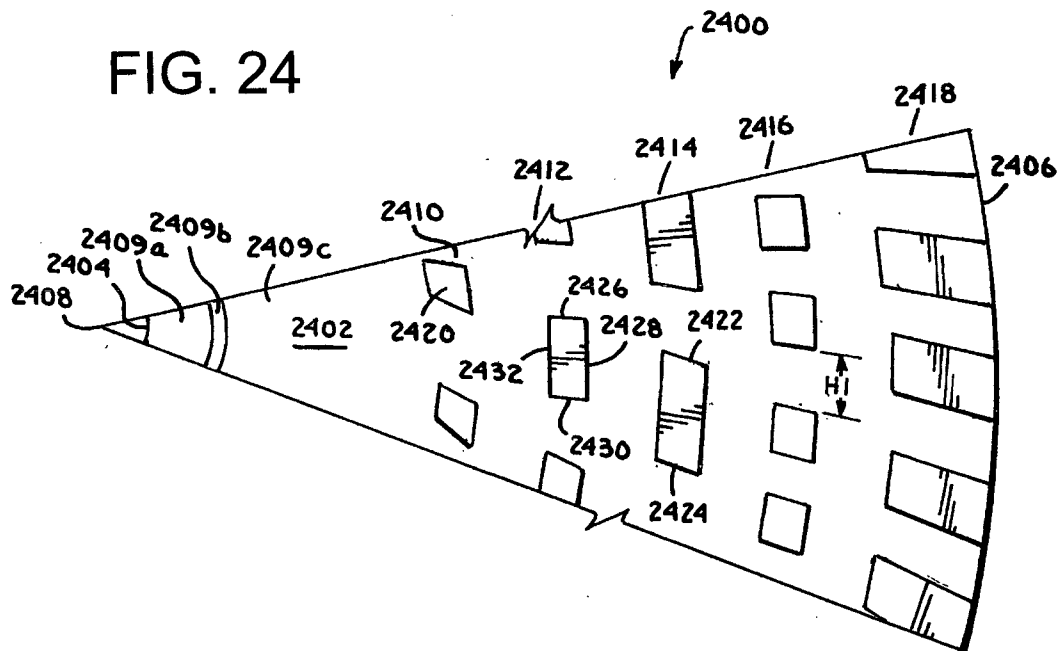


FIG. 25

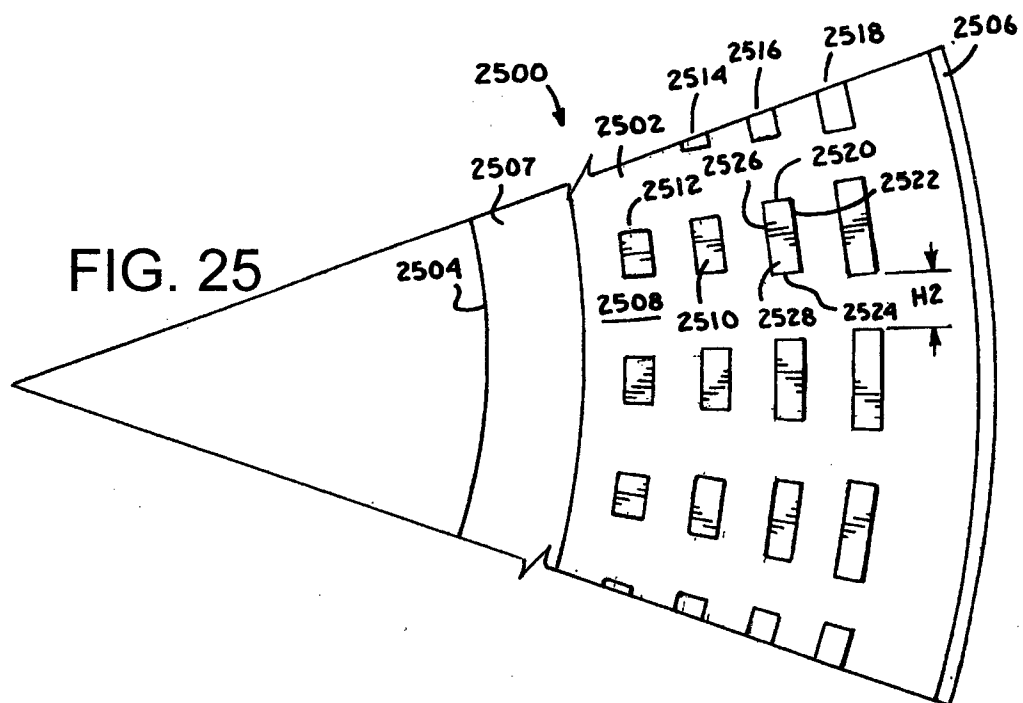


FIG. 26

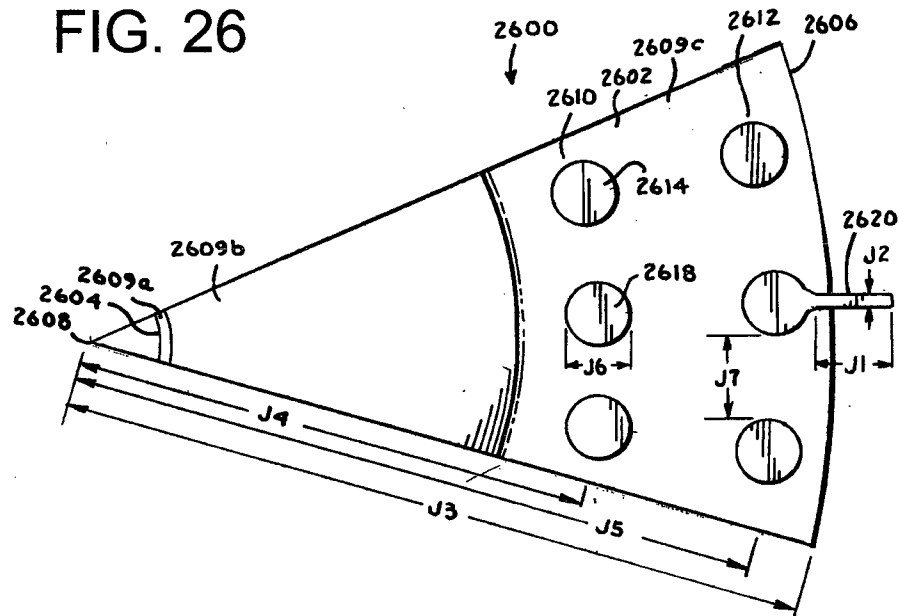
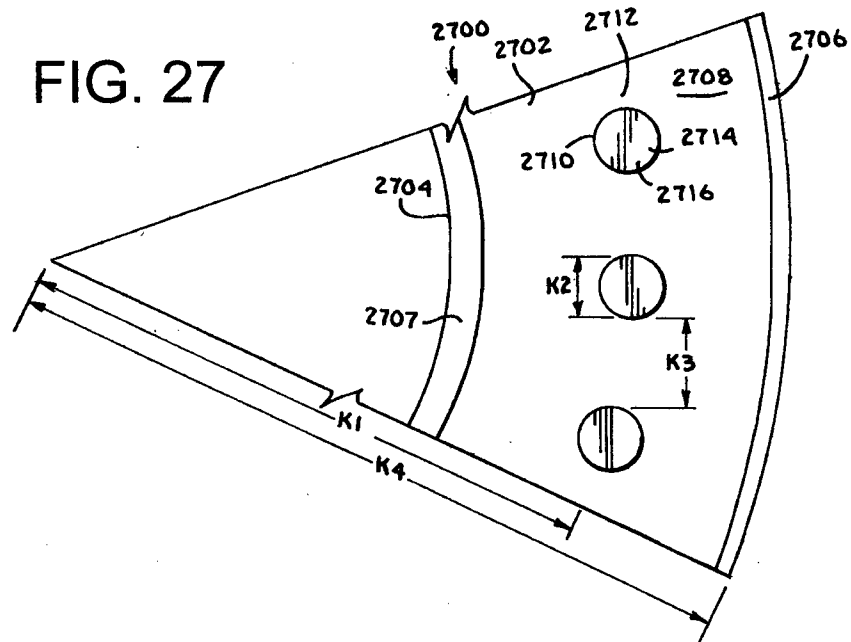
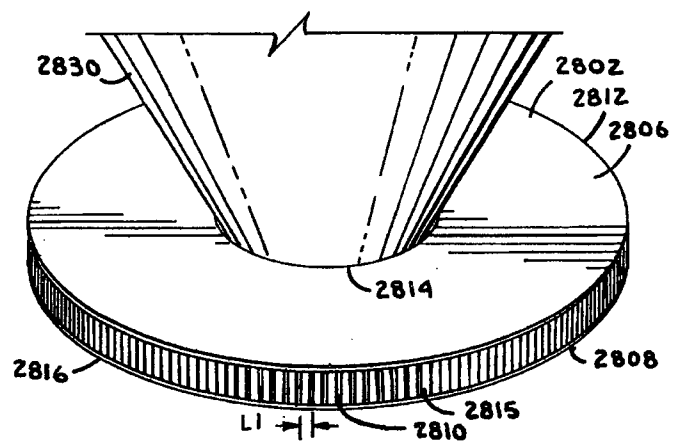
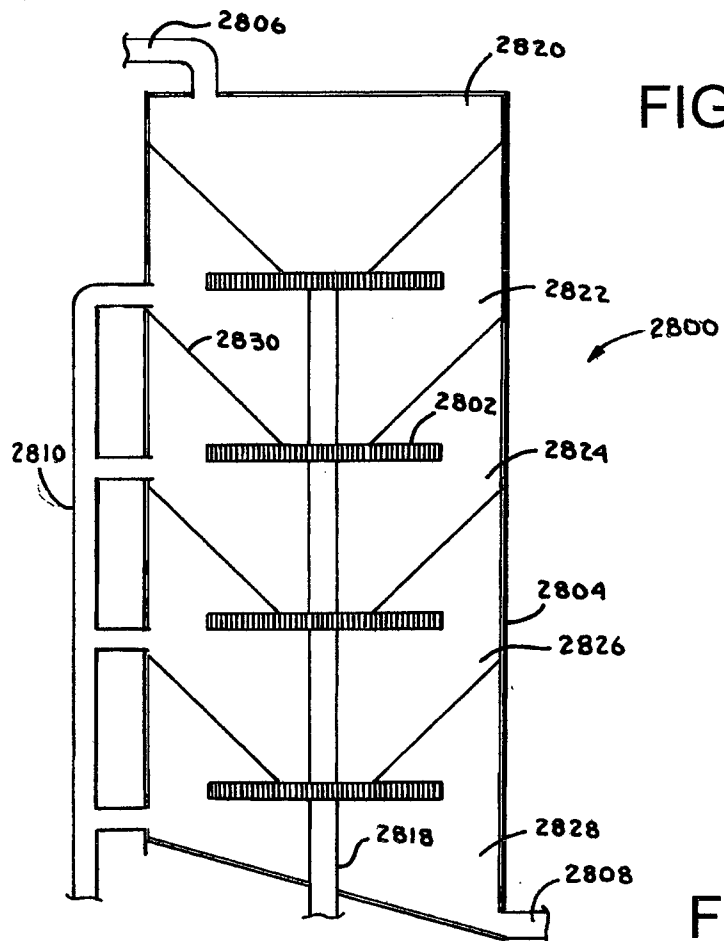


FIG. 27



18/22



19/22

FIG. 29A

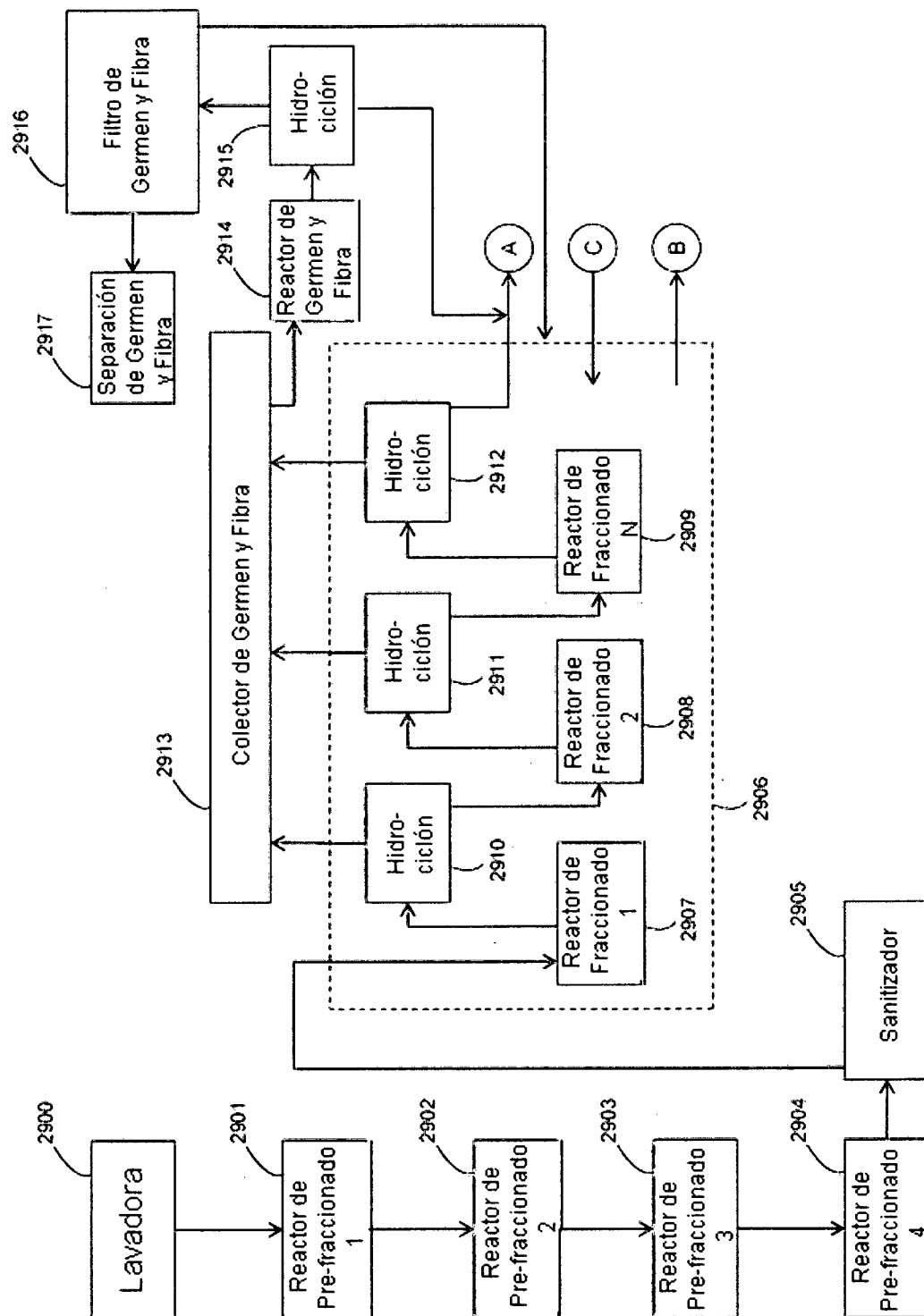


FIG. 29B

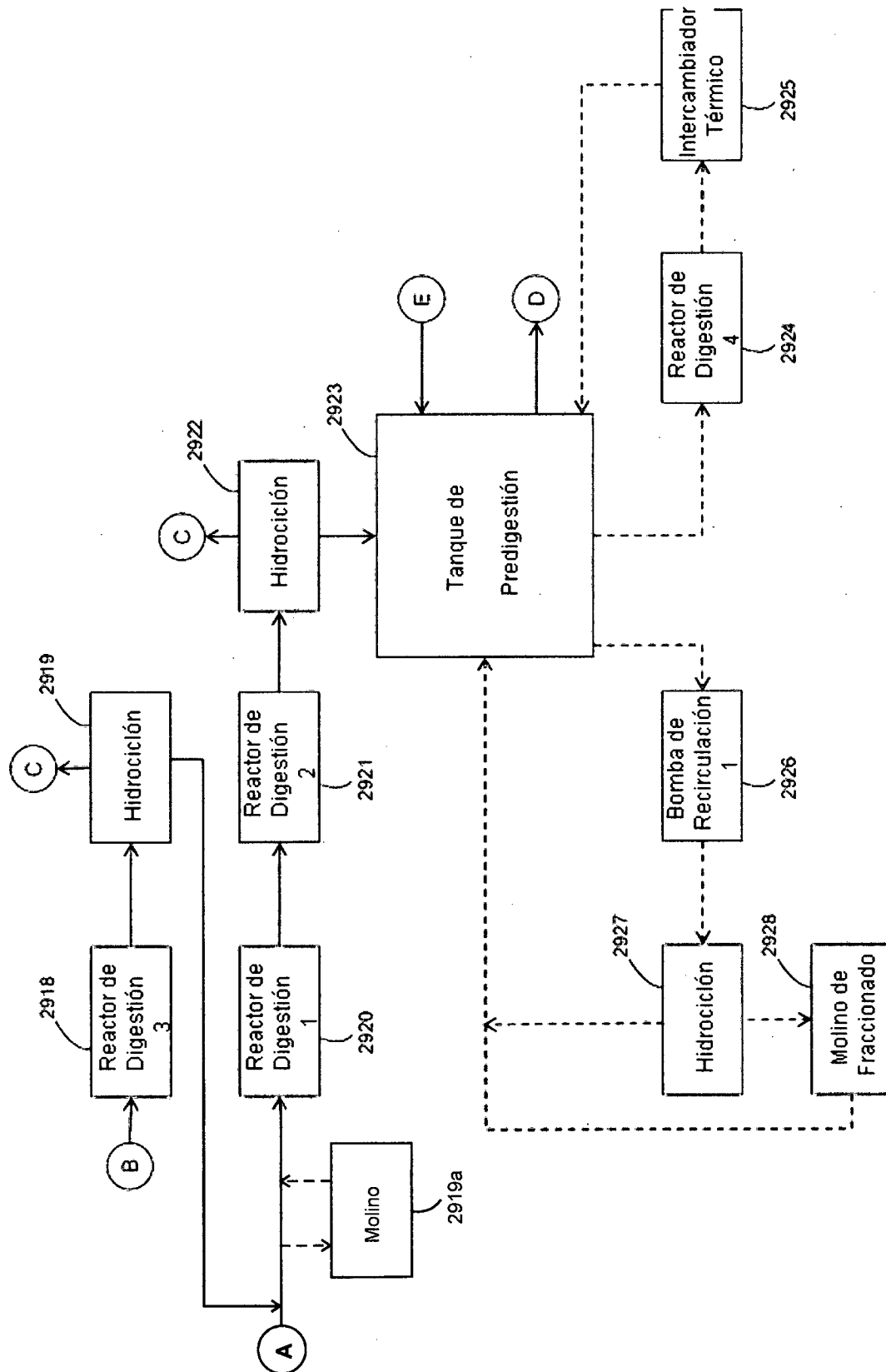
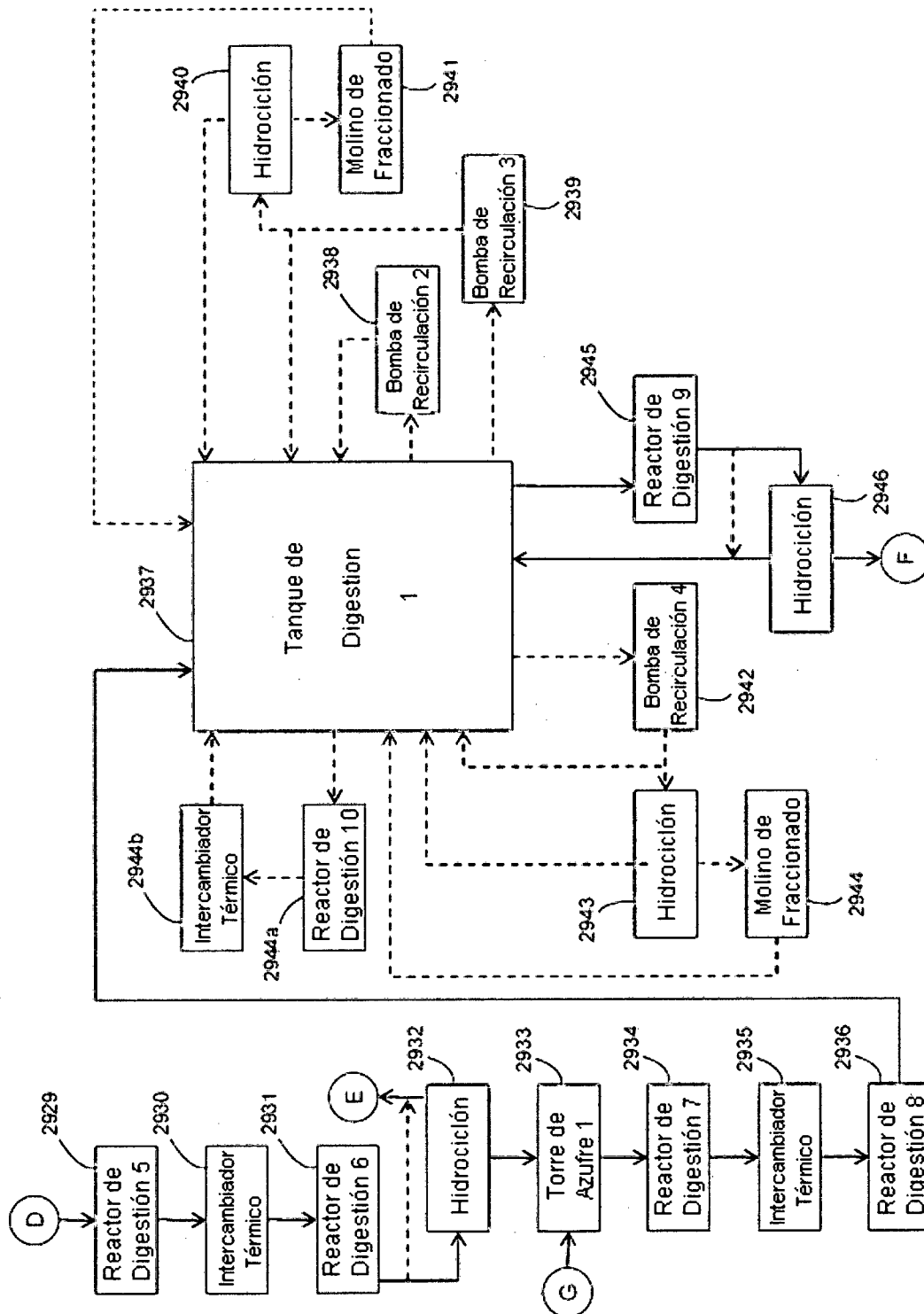
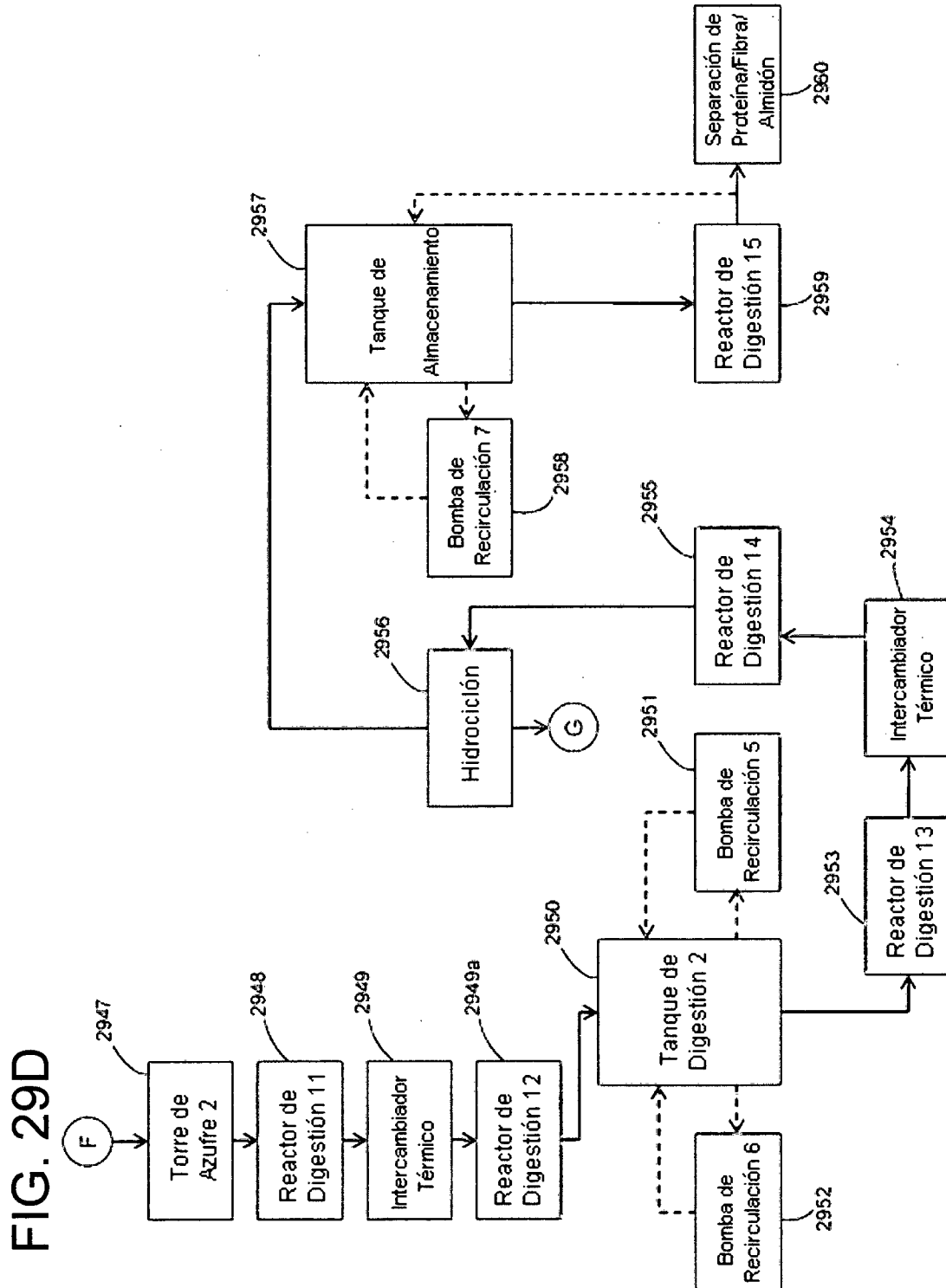


FIG. 29C



22/22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2011/000770

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A23L1/025 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A23L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, INVENES

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2009186383 A1 (MANCOSKY DOUGLAS G) 23/07/2009, paragraphs [0002 - 0004], [0009 - 0010] and [0013- 0014]; claims 1-6; figures 1 and 3.	1-60
X	WO 2008068572 A2 (MELITA FINANCIAL GROUP ET AL.) 12/06/2008, page 5, line 9 – page 7, line 24; figure 1.	1-60
X	US 2008281131 A1 (KOZYUK OLEG V) 13/11/2008, paragraphs [0015 - 0016], [0018 - 0021] and [0024]; figures 1 - 3.	1-60
X	US 2010012583 A1 (STUART EARNEST) 21/01/2010, paragraphs [0002], [0010 - 0011], [0020], [0022- 0026], [0029 - 0030] and [0035].	1-29

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.	
"E" earlier document but published on or after the international filing date	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents , such combination being obvious to a person skilled in the art
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01/09/2011

Date of mailing of the international search report
(29/09/2011)

Name and mailing address of the ISA/

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)
Facsimile No.: 91 349 53 04

Authorized officer
M. Ramos Asensio

Telephone No. 91 3498502

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

Information on patent family members

PCT/IB2011/000770

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US2009186383 A	23.07.2009	NONE	
-----	-----	-----	-----
WO2008068572 A	12.06.2008	ITTO20060860 A	05.06.2008
-----	-----	-----	-----
US2008281131 A	13.11.2008	US7667082 B	23.02.2010
		WO2008140997 A	20.11.2008
		CA2686454 A	20.11.2008
		US2010112125 A	06.05.2010
-----	-----	-----	-----
US2010012583 A	21.01.2010	WO2008036500 A	27.03.2008
		CA2662193 A	27.03.2008
		AU2007297440 A	27.03.2008
		WO2008137989 A	13.11.2008
		EP2069406 A	17.06.2009
		EP20070841720	31.08.2007
		ZA200902179 A	30.06.2010
-----	-----	-----	-----

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº
PCT/IB2011/000770

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD
A23L1/025 (2006.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)
A23L

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

EPODOC, INVENES

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
X	US 2009186383 A1 (MANCOSKY DOUGLAS G) 23/07/2009, párrafos [0002 - 0004], [0009 - 0010] y [0013- 0014]; reivindicaciones 1-6; figuras 1 y 3.	1-60
X	WO 2008068572 A2 (MELITA FINANCIAL GROUP ET AL.) 12/06/2008, página 5, línea 9 – página 7, línea 24; figura 1.	1-60
X	US 2008281131 A1 (KOZYUK OLEG V) 13/11/2008, párrafos [0015 - 0016], [0018 - 0021] y [0024]; figuras 1 - 3.	1-60
X	US 2010012583 A1 (STUART EARNEST) 21/01/2010, párrafos[0002], [0010 - 0011], [0020], [0022- 0026], [0029 - 0030] y [0035].	1-29

☐ En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

* Categorías especiales de documentos citados:	"T"	documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.	"X"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.	"Y"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	"&"	documento que forma parte de la misma familia de patentes.
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.		
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.		

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.
01/09/2011

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.
29 de septiembre de 2011 (29/09/2011)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional
OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)
Nº de fax: 91 349 53 04

Funcionario autorizado
M. Ramos Asensio
Nº de teléfono 91 3498502

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional n°

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

PCT/IB2011/000770

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
US2009186383 A	23.07.2009	NINGUNO	
-----	-----	-----	-----
WO2008068572 A	12.06.2008	ITTO20060860 A	05.06.2008
-----	-----	-----	-----
US2008281131 A	13.11.2008	US7667082 B	23.02.2010
		WO2008140997 A	20.11.2008
		CA2686454 A	20.11.2008
		US2010112125 A	06.05.2010
-----	-----	-----	-----
US2010012583 A	21.01.2010	WO2008036500 A	27.03.2008
		CA2662193 A	27.03.2008
		AU2007297440 A	27.03.2008
		WO2008137989 A	13.11.2008
		EP2069406 A	17.06.2009
		EP20070841720	31.08.2007
		ZA200902179 A	30.06.2010
-----	-----	-----	-----