

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 415**

51 Int. Cl.:

D21D 1/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.02.2008 PCT/US2008/053367**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.08.2008 WO08098153**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2008 E 08729339 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2016 EP 2126197**

54 Título: **Placa de refinado de obtención de pulpa mecánica que tiene barras de refinado curvadas con paredes laterales delanteras dentadas y método para diseñar placas**

30 Prioridad:

08.02.2007 US 888817 P

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

31.05.2017

73 Titular/es:

**ANDRITZ, INC. (100.0%)
13 PRUYN'S ISLAND DRIVE
GLENS FALLS, NY 12801, US**

72 Inventor/es:

GINGRAS, LUC

74 Agente/Representante:

MARTÍN BADAJOZ, Irene

ES 2 614 415 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Placa de refino de obtención de pulpa mecánica que tiene barras de refino curvadas con paredes laterales delanteras dentadas y método para diseñar placas

5

Antecedentes de la técnica

Esta invención se refiere a refinadores de disco para materiales lignocelulósicos (denominados como "material fibroso"), y más específicamente a refinadores de disco utilizados para producir pulpa mecánica, pulpa termo-mecánica y una variedad de pulpas químico-termo-mecánicas (a las que se hace referencia colectivamente como pulpas mecánicas y proceso de obtención de pulpa mecánica).

10

En el proceso de obtención de pulpa mecánica, se alimenta un material fibroso en bruto, típicamente madera u otro material lignocelulósico, a través la parte central de uno de entre unos discos de refino y es impulsado hacia fuera por una intensa fuerza centrífuga creada por la rotación de uno o ambos discos. El(los) disco(s) típicamente funciona(n) con velocidades rotacionales de 1200 a 1300 revoluciones por minuto (RPM). Aunque el material fibroso es retenido entre los discos, se transfiere energía al material fibroso de las placas de refino fijadas a los discos. La energía transferida al material fibroso separa las fibras individuales del material fibroso de una red de fibras del material. La separación de fibras individuales constituye el refinado del material fibroso para obtener un producto de pulpa que puede utilizarse para formar papel, conglomerado u otros productos basados en fibras.

15

20

Cada una de las placas de refino tiene superficies con patrones de barras y ranuras. Cuando se monta un par de placas de refino en un refinador las superficies son opuestas una a otra. Las barras y ranuras de las superficies de las placas de refino opuestas generan unas fuerzas de compresión repetitivas que actúan sobre el material fibroso que fluye entre las placas. La acción de compresión contra el material fibroso da como resultado la separación de fibras lignocelulósicas del material alimentado y proporciona una cierta magnitud de desarrollo o fibrilación del material fibroso. La separación de las fibras y el desarrollo es necesario para transformar el material fibroso en bruto en una pulpa adecuada para una placa de conglomerado, papel, u otros productos basados en fibras. La acción de refinado proporcionada por las barras y ranuras también puede generar corte de las fibras, lo que normalmente es un resultado menos deseable del proceso de obtención de pulpa mecánica.

25

30

En el proceso de refino de pulpa mecánica, se produce una elevada fricción que reduce la eficiencia energética del proceso de refino. Se ha calculado que la eficiencia de refinado de la energía aplicada en la obtención de pulpa mecánica está en el orden de 5 por ciento (%) a 15%.

35

Los intentos para desarrollar placas de refino que trabajen con mayores eficiencias energéticas típicamente incluyen reducir el hueco de operación entre discos opuestos. Técnicas convencionales para reducir el consumo energético de los refinadores mecánicos típicamente se basan en aspectos de diseño de los patrones de refino de la cara frontal de la placa de refino que aceleran la alimentación de material a través de la zona de refino. Estas técnicas frecuentemente dan como resultado la reducción del grosor de la torta fibrosa en el hueco entre las placas opuestas. Cuando se aplica energía a una torta de fibra más delgada, aumenta la tasa de compresión para una energía de entrada dada y se obtiene una mayor eficiencia del uso de la energía.

40

Un inconveniente de reducir el grosor de la torta de fibra es que se reducen los huecos de operación entre las barras de la placa de refino. Reducir el hueco entre las barras de la placa de refino opuestas da como resultado a menudo un aumento en el corte de las fibras, una pérdida de las propiedades de resistencia de la pulpa debido a las fibras cortadas, y una reducción en la vida operativa de las placas de refino debido a un desgaste excesivo de las placas. Un hueco estrecho, por ejemplo, espacios entre barras en placas opuestas, pueden conseguir una mayor relación de compresión y una mayor eficiencia, pero se obtiene una vida operacional reducida. Existe un vínculo entre el hueco de refino operativo y la vida útil de la placa de refino, reduciéndose exponencialmente esta última cuando se reduce el hueco. Reducir los huecos de refino operativos da como resultado un aumento en la tasa de desgaste de las placas de refino y una vida útil de la placa más corta.

45

50

El documento US 5.425.508 describe una placa de refino de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. El documento US 5.383.617 describe placas de refino con un patrón de entrada asimétrico.

55

Descripción de la invención

Existe una necesidad desde hace tiempo de placas de refino que proporcionen eficiencias energéticas elevadas en la transferencia de la energía mecánica desde la rotación de las placas al material fibroso alimentado, que tengan placas con vidas operacionales relativamente largas y que minimicen el corte de fibras en el material fibroso. Para resolver esta necesidad, la presente invención proporciona una placa de refino según se describe en la reivindicación 1, y un método según se describe en la reivindicación 7.

60

Se ha desarrollado una nueva placa de refino para mejorar la eficiencia energética al mismo tiempo que se mantiene un hueco operativo grande entre las placas de refino de discos opuestos. Las ventajas de la placa de refino incluyen una alta eficiencia energética, el mantenimiento de una alta calidad de fibra, y una vida operacional larga de las placas.

5 En un modo de realización, la placa de refino es una unidad de segmentos de placa de rotor que tiene una zona de refino exterior con barras de refino que tienen al menos una sección de refino radialmente hacia fuera con una forma longitudinal curvada para formar un ángulo de retención grande en la periferia de la placa exterior de al menos treinta (30) grados y preferiblemente ángulos de 45, 60 y 70 grados. Las paredes laterales delanteras de las barras de refino tienen superficies dentadas, con salientes, o irregulares de otro modo. Las barras con superficies irregulares en las paredes laterales y los ángulos de retención grandes aumentan el tiempo de retención del material alimentado en la zona de refino exterior y de ese modo aumentan el refinado del material fibroso por la zona exterior.

15 Se ha desarrollado una placa de refino que tiene una superficie de refino que se enfrenta a la superficie de refino de una placa opuesta en un refinador mecánico. La superficie de refino incluye una pluralidad de barras que emergen del sustrato de la placa. Las barras se extienden radialmente hacia fuera en dirección a una periferia exterior de la placa, y tienen una superficie dentada, con salientes, o irregular de otro modo en la pared lateral (cara) delantera de las barras. Las barras pueden ser rectas o curvadas, por ejemplo según un arco exponencial o de espiral. Las barras conforman un ángulo de retención agresivo en las regiones radiales exteriores de las barras. La placa de refino puede ser una placa de rotor y estar dispuesta en un refinador en una posición opuesta a una placa de estator u otra placa de rotor.

20 **Breve descripción de los dibujos**

La FIGURA 1 es una vista lateral de un segmento de placa de refino de rotor.

25 La FIGURA 2 es una vista frontal del segmento de placa de refino mostrado en la Figura 1 y muestra barras de refino con paredes laterales delanteras con salientes conformados según un patrón de dientes de sierra.

La FIGURA 3 es una vista lateral de un segundo segmento de placa de refino de rotor.

30 La FIGURA 4 es una vista frontal del segmento de placa de refino mostrado en la Figura 3 y muestra barras de refino con paredes laterales delanteras con salientes conformados como una serie de "7" dispuestos de extremo a extremo.

La FIGURA 5 es una vista lateral de un tercer segmento de placa de refino de rotor.

35 La FIGURA 6 es una vista frontal del segmento de placa de refino mostrado en la Figura 5 y muestra barras de refino que tienen una zona exterior con una región de entrada fina.

La FIGURA 7 es una vista lateral de un cuarto segmento de placa de refino de rotor.

40 La FIGURA 8 es una vista frontal del segmento de placa de refino mostrado en la Figura 7 y muestra barras de refino con una zona de refino extendida en dirección a la entrada de la placa.

La FIGURA 9 es una vista lateral de un quinto segmento de placa de refino de rotor.

45 La FIGURA 10 es una vista frontal del segmento de placa de refino mostrado en la Figura 9 y muestra una zona de refino exterior con canales de vapor.

La FIGURA 11 es una vista lateral de un sexto segmento de placa de refino.

50 La FIGURA 12 es una vista frontal del segmento de placa de refino mostrado en la Figura 11 y muestra una zona de refino exterior con canales de vapor y una zona de refino interior con un patrón de barra fino.

Las FIGURAS 13 a 16 muestran respectivamente una vista desde arriba a debajo de un ejemplo de una superficie irregular en una pared lateral delantera de una barra en la zona de refino exterior de un segmento de placa de refino.

55 La FIGURA 17 es un diagrama en sección transversal de una barra de refino que tiene una superficie irregular en las paredes laterales delantera y trasera de la barra.

La FIGURA 18 es una vista frontal de la pared lateral delantera de la barra mostrada en la Figura 17.

60 La FIGURA 19 es una vista ampliada de las barras de una placa de rotor que tiene dientes escalonados en un borde superior de las barras.

La FIGURA 20 es una vista lateral de un séptimo segmento de placa de refino de rotor.

65

La FIGURA 21 es una vista frontal del segmento de placa de refino mostrado en la Figura 20 y muestra una zona de refino exterior con canales de vapor.

5 La FIGURA 22 es una vista lateral de una primera realización de un segmento de placa de refino de estator que no forma parte de la invención.

La FIGURA 23 es una vista frontal del segmento de placa de estator mostrado en la Figura 22.

10 La FIGURA 24 es una vista lateral de una segunda realización de un segmento de placa de refino de estator que no forma parte de la invención.

La FIGURA 25 es una vista frontal del segmento de placa de estator mostrado en la Figura 24.

15 La FIGURA 26 es una vista lateral de una tercera realización de un segmento de placa de refino de estator que no forma parte de la invención.

La FIGURA 27 es una vista frontal del segmento de placa de estator mostrado en la Figura 26.

20 Descripción detallada de la invención

El proceso de refino mecánico aplica compresiones cíclicas a una torta fibrosa de material fibroso que se mueve entre placas de refino opuestas. Las compresiones son el resultado de la rotación de una placa con relación a la otra y, en particular, al cruce de barras en las placas opuestas. Las compresiones provocan que las fibras del material se separen de una red de fibras del material. Las placas están típicamente montadas en discos de un refinador, donde al menos uno de los discos rota una de las placas de refino. La eficiencia energética del proceso de refino puede mejorarse aumentando la relación de compresión de la torta fibrosa y aumentando el período durante el cual las fibras de la torta están sometidas a compresiones. Se consiguen relaciones de compresión aumentadas con los diseños de placa de refino descritos en este documento sin reducir necesariamente el hueco entre placas o reduciendo el hueco únicamente en la medida en que esto se hace en refinadores de alta eficiencia energética convencionales.

30 Se debe conseguir un hueco relativamente amplio por ejemplo 1,0 mm (milímetros) hasta 2,0 mm, entre las placas de rotor y de estator en un refinador (en comparación con el hueco en un refinador de alta eficiencia energética, por ejemplo, 0,3 mm a 0,7 mm) a través de una torta de pulpa más gruesa que se forma entre las placas. Se consigue una alta relación de compresión con una torta de pulpa gruesa utilizando un patrón de barra y ranura significativamente más grueso en una placa de refino en comparación con los patrones de barra y ranura de las placas de rotor convencionales utilizadas en aplicaciones de alta eficiencia energética similares.

35 Se ha desarrollado un patrón de barras y ranuras grueso para una zona de refino de una placa de refino que tiene una menor densidad de barras en comparación con los patrones de barra y ranura utilizados en placas de refino de alta eficiencia energética convencionales. El menor número de barras en un patrón grueso implica un menor número de ciclos de compresión aplicados por las barras del rotor al pasar a través de las barras del estator, en comparación con los ciclos de compresión que se producen con placas convencionales que tienen una densidad de barras más alta. Con respecto de la densidad gruesa de barras, la energía transferida por el menor número de ciclos de compresión tiene a aumentar la intensidad de cada ciclo de compresión y aumentar la eficiencia energética de cada ciclo para transferir energía desde la placa al material fibroso.

40 Se han desarrollado placas de refino que tienen una superficie de refino efectiva relativamente corta en una dirección radial, un patrón de barra y ranura grueso, ángulos de retención agresivos y otros elementos para provocar una retención larga del material fibroso en la zona de refino efectiva de la placa. Estos elementos, que pueden aplicarse individual o colectivamente, consiguen una concentración de energía más alta en la zona de refino al reducir la tasa de ciclo de cruces de barras (lo que implica un menor número de eventos de compresión durante una rotación de la placa), y extender el tiempo de retención del material fibroso en la zona de refino. Estas características permiten tener un hueco operativo mayor entre las placas y, por tanto, permitir la aplicación de tasas de compresión mayores a una torta de fibra gruesa entre placas que tienen un hueco generoso entre ellas. En un modo de realización, se puede conseguir la alta intensidad en los eventos de compresión disminuyendo el número de eventos de cruce de barras y maximizando la cantidad de fibra presente en cada cruce.

45 Los diseños de placa de refino de rotor descritos en este documento consiguen una gran retención de fibras y una alta compresión para dar como resultado eficiencias energéticas elevadas, al mismo tiempo que preservan la longitud de fibra y mejoran la vida útil de las placas de refino. Varios diseños de placa de estator utilizados con las placas de rotor descritas en este documento pueden conseguir los resultados deseados de alta relación de compresión, eficiencia energética mejorada, retención extendida de fibras entre las placas, longitudes de fibra largas.

50 Las FIGURAS 1 y 2 muestran una vista lateral y una vista frontal, respectivamente, de un segmento de placa de rotor 10 que tiene una sección de entrada 12 y una sección de salida 14. Una disposición ordenada de segmentos de placa está dispuesta según un anillo sobre un disco de refino para formar una placa de refino circular. La placa de rotor está

montada sobre un disco rotativo y la placa de estator está montada sobre un disco estacionario. La placa de rotor está enfrentada a la placa de estator estacionaria con un hueco de refino entre las placas. Las placas de rotor y de estator pueden estar formadas cada una por segmentos de placa. Los segmentos de la placa de estator pueden tener elementos de barra y ranura similares al segmento de placa de rotor, o pueden tener otros elementos de barra y ranura. La dirección rotacional (véase la flecha 15) para la placa de rotor es en sentido contrario a las agujas del reloj. Alternativamente, la placa de rotor puede estar orientada hacia una placa de rotor opuesta (que rota en el sentido de las agujas del reloj) con un hueco de refino entre las placas.

La sección de entrada 12 alimenta el material fibroso entrante a la sección de refino exterior 14, con una mínima energía de fricción y un mínimo trabajo del material alimentado. La entrada puede tener barras que forman un patrón grueso y abierto, tal como se muestra en la patente estadounidense US 6.402.071 titulada "Refiner plates with injector inlet" a nombre de Luc Gingras.

Entre las áreas de refino exterior 14 y la entrada 12 hay un área de deslizamiento 16 que puede incluir postes triangulares. El área de deslizamiento es un área anular que permite distribuir adecuadamente, es decir, distribuir uniformemente, el material alimentado descargado desde la sección de entrada 12, antes de la entrada en la sección de refino exterior 14. Los postes triangulares en el área de deslizamiento promueven la distribución uniforme del material alimentado que entra en la sección de refino anular 14.

La sección de refino 14 del segmento de placa de refino es donde se aplica la mayor cantidad de energía al material alimentado y donde se produce la mayor parte de la acción de refino. La sección de refino 14 puede extenderse a lo largo de una distancia radial de entre 100 milímetros (mm) a 200 mm, o de cuatro a ocho pulgadas. La sección exterior puede comprender barras 20 curvadas que tienen un ángulo de soporte creciente a medida que se desplazan radialmente hacia fuera hacia el borde exterior de la placa. El ángulo de soporte puede cambiar gradualmente, como se muestra en la Figura 2, o bien puede aumentar mediante la disposición de un cambio escalonado en el ángulo de barra al formar cada barra como una serie de secciones de barra recta que tienen diferentes ángulos.

Las ranuras 21 están entre las barras y están definidas por la pared lateral trasera 30 y la pared lateral delantera 28 de barras 20 adyacentes. La pared lateral delantera está orientada hacia la dirección rotacional (flecha 15) de la placa de rotor. En la Fig. 2, la pared lateral delantera 28 está en el lado izquierdo de cada barra. Las ranuras proporcionan conductos a través de los cuales el material alimentado, vapor y otros materiales pueden moverse radialmente en el hueco entre las placas.

La altura de las barras, por ejemplo, la distancia desde la superficie del sustrato 22 de la placa hasta la cresta superior de las barras 20 puede ser inicialmente ahusada y llevar a cabo una transición 24 hasta una altura uniforme para la mayor parte de la longitud de las barras. El ahusamiento inicial de las barras facilita la alimentación de material a la sección exterior 14.

El ángulo de las barras 20 en la entrada de la sección de refino 14 puede variar desde un ángulo de alimentación de 20 grados hasta un ángulo de soporte de 20 grados. Estos ángulos son el ángulo de las barras con relación a una línea radial. Los ángulos de entrada, de retención y de alimentación, son ángulos que una barra 20 forma en la entrada a la barra. Un ángulo de alimentación es un ángulo positivo desde una línea radial en la misma dirección que la rotación que la placa de rotor, por ejemplo en sentido contrario a las agujas del reloj 15. Un ángulo de retención es un ángulo positivo desde una línea radial en el sentido de rotación opuesto de la placa de rotor. En el segmento de placa 10 mostrado en la Figura 2, el ángulo de entrada es neutral, es decir, aproximadamente cero grados con respecto de una línea radial.

En la periferia exterior 25 de la placa, el ángulo de salida de las barras 20 es preferiblemente un ángulo de soporte de entre 45 grados y 80 grados, y más preferiblemente entre 50 grados y 70 grados. Un ángulo de soporte es un ángulo con respecto a una radial en el sentido de rotación 15 de la placa de rotor. El ángulo de soporte de la salida a las barras inhibe el flujo de material fibroso desde las placas y de ese modo aumenta el tiempo de retención del material en la sección de refino 14.

El ángulo de las barras crece gradualmente desde la entrada a la salida en una dirección angular alineada con la rotación de la placa de rotor. En la realización de placa de rotor mostrada en la Figura 1, el ángulo es neutral (cero) en la entrada y crece gradualmente a lo largo de la barra en una dirección hacia la periferia exterior 25 de la placa. La tasa de cambio del ángulo de la barra puede ser pequeña en porciones radialmente interiores de la barra y crecer gradualmente en porciones radialmente exteriores de la barra. Los ángulos de barra desde el borde radialmente interior de la sección de refino 14 al borde radialmente exterior pueden aumentar de manera continua según un arco curvado, un arco exponencial o un arco de espiral, o de manera discontinua tal como según filas escalonadas de barras cortas. Además, las barras pueden ser curvadas, una serie de secciones rectas cortas (donde cada sección tiene un ángulo mayor que la sección interior anterior) u otra forma de barra lateral que consiga el incremento deseado en el ángulo de las barras. Al aumentar el ángulo de las barras a ángulos de barras muy anchos en la salida, las barras contribuyen a una alta retención del material de alimentación en la placa y a un aumento del tiempo de retención del material alimentado en la sección de refino 14.

La retención de material fibroso alimentado en la región de refino 14 es ayudada por las paredes laterales delanteras 28 dentadas de las barras. Las paredes laterales traseras 30 de las barras pueden ser suaves, dentadas o tener algún otro patrón superficial irregular. Opcionalmente, la anchura de las barras puede variar debido al hueco variable entre la superficie dentada de las paredes laterales delanteras 28 y la superficie suave de la pared lateral trasera 30.

El patrón dentado aplicado en las paredes laterales delanteras 28 de las barras de salida puede tener patrones de superficie irregulares a lo largo de la longitud de la pared tal como: zigzag, dientes de sierra, una serie de salientes semicirculares, sinusoidal, patrón en Z lateral, y otros elementos superficiales de forma irregular. La anchura de la barra puede variar aproximadamente de un quinto a un medio, y preferiblemente un tercio, debido a la superficie irregular de la pared lateral delantera. Los elementos de forma superficial irregular de las paredes laterales delanteras proporcionan una fricción longitudinal aumentada al material alimentado que se mueve a través de las ranuras, en particular a lo largo de la pared lateral delantera de las barras. La fricción provocada por la pared lateral delantera aumenta el período de retención del material de alimentación fibroso en la sección de refino y promueve el movimiento del material de alimentación sobre las barras en lugar de a través de las ranuras.

Las paredes laterales traseras de superficie suave permiten el paso relativamente libre de vapor y otros líquidos a través de las ranuras 21 que tienden a ser desplazados por el material alimentado en las ranuras y, por tanto, a moverse a lo largo de las paredes laterales traseras. En algunos casos, las paredes laterales traseras pueden incluir perfiles superficiales conformados para provocar una turbulencia adicional en el material fibroso que fluye a través de las ranuras para asegurar una magnitud aumentada de turbulencia en el flujo, lo que puede ayudar a empujar las fibras en dirección a los bordes delanteros en los lados opuestos de las ranuras. Además, las ranuras pueden incluir diques de superficie, diques de sub-superficie, o diques de sistema de gestión de vapor, véase 64 en la Fig. 10 y 74 en la Fig. 12, para aumentar la turbulencia del flujo a través de las ranuras, retener el flujo de fibra en la zona de refino y reducir el flujo de fibras en la región más baja de las ranuras. Debido a las fuerzas centrífugas desde el disco de rotor, la fibra y otros materiales sólidos tienden a moverse a lo largo de las paredes laterales delanteras de las ranuras. Las paredes laterales delanteras dentadas ralentizan el flujo de material fibroso a través de las ranuras en la sección de refino.

Las FIGURAS 3 y 4 muestran una vista lateral y una vista frontal respectivamente de un segmento de placa 34 que tiene barras 20 con una pared lateral delantera 36 dentada que aparece desde una vista de arriba a debajo de la barra como una serie de números siete ("7") dispuestos de extremo a extremo. Las esquinas formadas por la serie de siete pueden ser redondeadas para facilitar la fabricación y moldeado de los segmentos de placa. Los elementos de la superficie de la pared lateral delantera 36 pueden extenderse toda la longitud de la superficie de la pared de la barra, o pueden extenderse únicamente una porción radialmente exterior de la barra (como se muestra en la Fig. 2). Además, la pared lateral delantera dentada puede ser ahusada desde la cresta 26 en dirección a la raíz (en la superficie del sustrato 22 de la placa) de las barras, de modo que el dentado sea más prominente en el borde de la esquina superior de la barra donde se lleva a cabo la mayor parte del refino y sea menos significativa a lo largo de la profundidad de la barra, particularmente profunda en la ranura. Las ranuras proporcionan capacidad hidráulica para mover el material alimentado, vapor y agua a través de la sección de refino de las placas de refino.

Los elementos dentados de la pared lateral delantera 28 pueden variar en tamaño y forma. Preferiblemente, los salientes exteriores de las esquinas dentadas, por ejemplo, puntas en una forma de dientes de sierra y esquinas en una serie de elementos en forma de "7", están separados uno de otro entre 2 mm a 8 mm a lo largo de la longitud de la pared lateral de la barra. Los salientes de los elementos superficiales de la pared lateral dentada tienen una profundidad de preferiblemente entre 1,0 mm a 2,5 mm, donde la profundidad se extiende hacia la anchura de la barra. La profundidad de los salientes puede estar limitada por la anchura de las barras. Una barra 20 típicamente tiene una anchura media de entre 2,0 mm y 6,5 mm. La anchura de la barra varía debido a los elementos superficiales de la pared lateral dentada, en particular los salientes, en la pared lateral delantera.

Las FIGURAS 5 y 6 muestran una vista lateral y una vista frontal, respectivamente, de un segmento de placa de refino de rotor 40. La zona exterior 42 incluye una sección 44 radialmente interior que tiene una entrada fina para romper el material alimentado para producir pulpa de alta calidad. La sección de entrada 44 forma la entrada a la zona exterior 42 de las barras. La sección interior de cada barra 20 tiene un patrón 46 de ranura fina en la cresta 26 de la barra. La ranura fina es adicional a las ranuras 21 entre barras adyacentes.

La sección interior 44 de la zona exterior 42 puede estar formada por barras que tienen una cresta ahusada que aumenta gradualmente en altura hasta una transición 24 y continua radialmente hacia fuera en la zona exterior, como se muestra en las Figs. 2 y 4. Alternativamente, cada una de las barras en la sección interior puede incluir una ranura 46 fina que dobla de manera efectiva el número de ranuras en la sección interior 44 en comparación con las barras radialmente hacia fuera de la sección interior. Un patrón de barra más fino en la zona interior 22 proporciona una separación de intensidad más baja del material alimentado en bruto para conservar mejor las propiedades de longitud y resistencia de las fibras del material en bruto.

La placa de rotor 40 tiene una zona de refino 42 en la que se lleva a cabo el trabajo de refino inicial del material alimentado con un patrón de barra fina en la sección interior 44, en contraste con el patrón de barra grueso en la porción 45 restante de la zona de refino. Un uso de tener un patrón de refino inicial fino en la sección interior se produce cuando existe la necesidad de pulpa de alta calidad. En la sección de refino interior 44, el patrón de barra fina da como

resultado unas compresiones de menor intensidad del material fibroso que las compresiones más fuertes que se producirían con el patrón de barra grueso de la sección de refino exterior 45 de la Figura 6. Las compresiones de menor intensidad del patrón de barra fino de la sección 44 preservan las propiedades de la fibra en mayor medida que si se aplican compresiones de alta intensidad sobre toda la zona de refino 42 primaria.

Un ejemplo alternativo de patrón de barra y ranura para la sección interior 44 se muestra en el documento US 5.893.525 (que se incorpora en su totalidad por referencia) que muestra una serie de barras finas que son estrechas y mayores en número que las barras en la porción 52 radialmente exterior. Pueden ser adecuados otros patrones de barra y ranura con barras finas y delgadas dependiendo del diseño de la placa, el material que se va a refinar, y la función deseada de la placa. Alternativamente, el número de barras en la sección de refino interior 44 puede ser más grueso y menos denso, tal como se muestra en la sección 60 de la Fig. 8, que la densidad de barras en la zona de refino exterior 45.

La zona de transición 47 entre la zona de refino interior 44 y la zona de refino exterior 45 puede incluir barras de corte, un hueco anular estrecho entre secciones de barra separadas en las zonas 44 o 45, o barras de conexión entre las zonas 44, 45. La zona de transición puede incluir ranuras de cruce 48 en las barras 46 estrechas de la sección de refino interior. Las ranuras de cruce permiten el flujo de material a través de las ranuras 51 poco profundas de la sección de refino interior 44 hacia las ranuras 21 más profundas en las regiones de refino interior y exterior 44, 45. Las ranuras de cruce también permiten reducir el número de barras, como por ejemplo a la mitad, en la zona de transición 47. Las ranuras de cruce pueden extenderse radialmente hacia fuera hasta una pared lateral delantera o trasera de una barra adyacente. Las ranuras de cruce 48 se abren a través de una pared lateral delantera 28 en las barras radialmente hacia dentro de la sección dentada de la pared lateral delantera de las barras 20. Las ranuras de cruce 48 pueden disponerse en el segmento de placa según un patrón en Z, tal como se muestra en la patente estadounidense 5.383.617 para promover la alimentación de material a las ranuras 21 principales entre las barras. Como una alternativa a las ranuras de cruce, una rampa inclinada hacia abajo en un extremo de barra radialmente exterior puede terminar barras que no continúan hasta entrar en la siguiente zona de refino.

En el patrón en Z, las ranuras de cruce 48 se alinean a lo largo de una línea que no es tangente a la placa de refino. Esta línea de alineación de las ranuras de cruce se desplaza 48 al menos una vez en el segmento 40 de placa. Aunque las ranuras de cruce conforman una forma de Z, se pueden usar otras disposiciones para las ranuras de cruce, como por ejemplo alinear las ranuras de cruce a una distancia radial común a lo largo de líneas rectas en cada segmento de placa y con una forma de "W".

La placa de refino puede incluir una zona de entrada 49 de material alimentado que está radialmente hacia dentro de la zona de refino 42. La zona de entrada 49 puede incluir barras de rotura 53 rectas o barras de rotura curvadas, como se muestra en la Figura 2. Preferiblemente, la zona de entrada 49 (Fig. 6) o 12 (Fig. 2) impulsa el material alimentado hacia el interior de la zona de refino 42, 14 con una aplicación de energía mínima. Existen numerosas variaciones conocidas de patrones de barra para las zonas 12, de entrada 49. Es un asunto de selección de diseño sobre qué variación de zona de entrada es más adecuada para un diseño de placa particular. La zona de entrada afecta a la capacidad del refinador para romper el material alimentado, manejar el vapor y distribuir la alimentación. La zona de entrada envía el material fibroso alimentado hacia las zonas de refino 14, 44 donde se lleva a cabo la mayor parte del refino del material.

Las FIGURAS 7 y 8 son vistas lateral y frontal, respectivamente, de un segmento de placa de rotor de refinador 50 que tiene una zona exterior 58 extendida con barras de serpentina 54. La alimentación interior 56 de las barras 20 alimenta el material fibroso hacia la sección de refino 58, de modo que el material alimentado puede romperse de manera gradual sin la aplicación de energía. La entrada a la sección de alimentación 56 puede tener barras con ángulos de alimentación de entre 10 y 45 grados. Estos ángulos de alimentación pueden permanecer constantes a través de la sección de alimentación. Alternativamente, los ángulos de las barras pueden cambiar gradualmente desde un ángulo delantero de alimentación en la entrada a un ángulo inverso en el borde de salida de la sección de alimentación 56. Al proporcionar un efecto de alimentación positivo en el material alimentado, la sección de alimentación hay menos acumulación de material fibroso en la sección de alimentación 56 y por tanto se aplica menos energía en esta sección. La principal aplicación de energía debe tener lugar en la zona 58. La sección de alimentación 56 debe ser una zona de alimentación con algún efecto en la reducción del tamaño de las partículas, pero no una aplicación de energía elevada. La selección de los ángulos y la geometría de las barras y ranuras de la sección de alimentación 56 es una opción de diseño y puede modificarse para conseguir una buena alimentación de material fibroso a la sección de refino exterior 58 u otros efectos de refino deseados. Preferiblemente, las barras 20 de la sección de alimentación 56 continúan hasta la sección de refino 58 radialmente exterior. Alternativamente, las barras 20 de la sección de alimentación 56 pueden terminar antes del borde de entrada de la sección de refino exterior 58. Para proporcionar una transición desde la sección anular interior 56 a la sección anular exterior 58, una zona de transición anular puede separar las barras desde la sección de alimentación 56 de aquellas de la sección de refino exterior 58. La zona de transición entre las secciones anulares 56, 58 puede incluir un patrón en Z o patrón de cabrio (W), tal como se muestra en las Figuras 6, 12, 25 y 27.

Las barras de la zona interior 60 son más gruesas y menos densas que las barras de las secciones 56, 58, que tienen el doble de densidad de barras que en la zona interior 60. Un patrón de barras grueso puede ayudar a alimentar material a las barras en la(s) sección(es) radialmente exterior(es). Sin embargo, una entrada gruesa puede dar como resultado una rotura gruesa del material en bruto (tal como astillas de madera) y un corte de las fibras, lo que es deseable para ciertas aplicaciones de refino.

Las barras de las secciones de refino exteriores o la zona 58, 42 y 14 del segmento de placa de refino pueden tener una variedad de geometrías para proporcionar diferentes características de funcionamiento deseadas, tal como una retención extendida del material alimentado. Curvar las barras a lo largo de su longitud en una dirección radial aumenta el ángulo de soporte y de ese modo aumenta el tiempo de retención. La aplicación de una superficie dentada o de otro modo irregular en la pared lateral delantera de las barras promueve aún más tiempo de retención del material alimentado, por ejemplo fibras, en la zona exterior y de ese modo aumenta la magnitud del refino llevado a cabo en el material alimentado. La superficie de la pared lateral delantera dentada de las barras puede extender la longitud de las barras en la zona exterior o puede estar limitada a una sección radialmente hacia fuera, por ejemplo, la mitad exterior de la zona exterior.

La zona de entrada 60 del segmento de placa de refino 50 tiene un ángulo de alimentación grande para minimizar el tiempo de retención del material alimentado en la zona de entrada. Además, las entradas de barra escalonadas 62 forman grandes huecos operativos en la entrada de la zona de entrada. La combinación de grandes huecos operativos y retención corta en la zona de entrada da como resultado el consumo de una cantidad de energía pequeña en la zona de entrada y de ese modo aumenta la eficiencia energética de la placa. Los ahorros de energía de la zona de entrada pueden aplicarse a concentrar la energía aplicada al área de refino en las secciones radialmente exteriores 58 del segmento de placa 50. Aunque no es necesario que las barras de la zona de entrada 60 estén curvadas, preferiblemente tienen un ángulo de alimentación significativo para minimizar la retención en la entrada. Sin embargo, se pueden usar otras formas de barra y ángulos en la zona de entrada 60 dependiendo del material alimentado y la necesidad de romper el material alimentado en la zona de entrada.

La zona de entrada 60 del segmento de placa de rotor 50 tiene un hueco operativo más pequeño en comparación con las zonas de entrada de los otros segmentos de placa de rotor 10, 34 y 40 descritos en este documento. El hueco operativo es la distancia radial ocupada por la entrada. Un hueco estrecho indica que la zona de refino (zona exterior 58) comienza a un radio relativamente pequeño del segmento de placa. Un hueco estrecho puede conseguir una pre-separación del material y un acortamiento de las fibras.

Las superficies de pared lateral delantera dentada 28 de las barras 20 se aplican solo en unas pocas pulgadas exteriores del segmento de placa en la sección de refino 58. Además, esta sección exterior 58 tiene las barras 20 con ángulos de retención sustanciales, por ejemplo mayores que un ángulo medio de 20 grados. Las superficies de barra dentadas y los ángulos de retención en las pocas pulgadas exteriores de la zona de refino concentran la formación de la torta de fibras y la entrada de energía en la sección exterior 58 del segmento 50 de placa.

La mayor parte de la energía de refino aplicada por una placa de rotor 50 se aplicará en la sección de refino 58. El ángulo de retención grande de las barras en la sección 58 y las superficies de pared lateral delantera dentada de las barras retienen el material fibroso en la sección 58. El mayor tiempo de retención permite la aplicación de una mayor porción de la energía de refino en la sección 58. En contraste con la sección 58, los grandes ángulos de alimentación de las barras y las superficies de pared lateral suaves de la sección 56 dan como resultado una transferencia de energía reducida en esta sección de la placa 50. En consecuencia, una porción del trabajo de refino realizado por la placa 50 se concentra en la sección de refino 58, incluso aunque esta sección tenga el mismo número de barras que la sección 56.

Las FIGURAS 9 y 10 muestran una vista lateral y una vista frontal, respectivamente, de un segmento de placa de refino 60 que tiene unos canales 62 de evacuación de vapor. Estos canales tienden a ser al menos tan anchos como la anchura combinada de una ranura y una barra. Los canales están dispuestos entre, y en paralelo a, dos barras y pueden extenderse la longitud de la porción de barras que tiene una pared lateral delantera irregular. Los canales de evacuación de vapor permiten que el vapor sea venteado a través de los canales 62 anchos y radialmente hacia fuera de la periferia exterior 25 de la placa. Los canales pueden incluir diques 64, por ejemplo diques bifurcados en los que una región delantera del dique es más baja que una porción trasera del dique para permitir que se atrapen fibras en el canal pero al mismo tiempo permitir que el vapor pase a través del canal. Ejemplos de diques bifurcados se muestran en la patente estadounidense US 6.607.153.

Las ranuras 21 que separan las barras 20 pueden tener una combinación de diques de superficie, diques de sub-superficie, o incluso sin ningún dique, dependiendo de la combinación del diseño de la placa completa y las condiciones de operación de la placa de refino.

Las FIGURAS 11 y 12 muestran una vista lateral y una vista frontal, respectivamente, de un segmento de placa de refino 70 que tiene canales 72 de evacuación de vapor. Los canales de evacuación de vapor permiten que el vapor sea venteado a través de los canales 72 amplios y radialmente hacia fuera desde la periferia 25 de la placa. Los canales pueden incluir diques 74, por ejemplo diques bifurcados. Los canales 72 y ranuras 21 que separan las barras pueden tener una combinación de diques de superficie, diques de sub-superficie, o incluso ningún dique, dependiendo de la combinación del diseño de la placa completa y las condiciones de operación de la placa de refino.

La zona 76 de refino exterior incluye los canales de vapor 72, ángulos de retención agresivos, por ejemplo de 45 grados, en las barras, y superficies dentadas en las paredes laterales delanteras 28 de las barras. Disponer las superficies dentadas y los ángulos de retención agresivos en dirección a las porciones de refino exteriores del segmento de placa

de rotor 70 incrementa el tiempo de retención del material alimentado en la(s) zona(s) de refinado de las placas y concentra la energía aplicada por las placas al proceso de refinado que tiene lugar en las regiones exteriores de la zona de refinado.

5 La zona de refinado interior 78 tiene un patrón de refinado fino, similar al patrón mostrado en la zona 44 para el segmento de placa de rotor 40. Los diferentes patrones de entrada y refinado y elementos que se muestran en los segmentos de placa descritos en este documento pueden ser reconfigurados y combinados para formar diseños de placa de rotor adicionales que incorporan la parte sustancial de los patrones de placa y elementos descritos en este documento pero que difieren en algunos aspectos de los segmentos de placa 70, 60, 50, 40, 34 y 10. En otras palabras, los segmentos de placa descritos en este documento constituyen ejemplos y proporcionan a una persona experta en la técnica del diseño de segmentos de placa de refinado suficiente información como para diseñar segmentos de placa que incorporen los elementos de refinado descritos en este documento, tales como barras de refinado con paredes laterales delanteras dentadas y ángulos de retención agresivos, por ejemplo mayores de 45 grados, en las secciones radiales exteriores de la(s) zona(s) de refinado.

15 Al incrementar el tiempo de retención en la zona de refinado y concentrar la energía en refinar, las placas de rotor descritas en este documento, por ejemplo 70, 60, 50, 40, 34 y 10 proporcionan un refinado con una eficiencia energética elevada sin tener necesariamente que reducir el hueco entre las placas, por ejemplo las placas de rotor y estator, en la misma medida, por ejemplo, de 0,5 milímetros (mm) hasta 0,7 mm, convencionalmente utilizada en placas de alta eficiencia energética. Utilizando los segmentos de placa de rotor descritos en este documento, el hueco de refinado puede estar, por ejemplo, entre 0,7 mm y 1,0 mm, lo que es similar al hueco de refinado utilizado con placas convencionales, o puede aumentarse hasta 1,2 mm a 2,0 mm. El aumento del hueco de refinado tiende a incrementar la vida operacional del refinador y las placas de estator y reduce las roturas de los patrones de refinado de las placas.

25 Las FIGURAS 13 a 16 son respectivamente una vista de arriba a debajo de la cresta 26 y en particular del perfil de la superficie irregular en una pared lateral delantera de una barra en la zona de refinado exterior de un segmento de placa de refinado. La cresta 26 superior de cada barra 20 incluye un perfil de la esquina superior de la pared lateral delantera 28 y la pared lateral trasera 30. La pared lateral delantera tiene una superficie irregular, por ejemplo, dentada, que puede ser más pronunciada en la esquina superior de la pared lateral. Los elementos de superficie irregular de las paredes laterales delanteras 28 pueden estar confinados a las porciones radiales exteriores de la barra, aunque pueden extenderse toda la longitud de la zona de refinado más exterior o toda la zona de refinado.

35 Los elementos de superficie irregular pueden tener una pluralidad de formas, incluyendo la serie de "7"s mostrados en la Figura 13, los elementos en forma de dientes de sierra mostrados en la Figura 14, la serie de ranuras cóncavas en la pared lateral delantera mostradas en la Figura 15, una serie de dientes, por ejemplo dientes rectangulares, como se muestra en la Figura 16, y cualquier forma de este tipo que incremente la fricción en el flujo de fibra a lo largo del borde delantero de las barras. La forma de los elementos irregulares está pensada para aumentar la fricción aplicada a las fibras que se desplazan a lo largo de la pared lateral delantera. La forma de la pared lateral irregular puede depender del material alimentado, y consideraciones relativas a la composición, fabricación y moldeado del segmento de placa.

40 La FIGURA 17 muestra una sección transversal de una barra 20 que tiene una pared lateral trasera irregular 300, por ejemplo una serie de "7"s, y una superficie irregular, por ejemplo una serie de "7"s, en la pared lateral delantera 28. La superficie irregular 30 de la pared lateral trasera es opcional y puede tener una forma superficial según cualquiera de las superficies irregulares que se han mostrado en este documento para la pared lateral delantera. Una superficie irregular de la pared lateral trasera puede ayudar a empujar las fibras que se desplazan a lo largo de la pared trasera en dirección a la pared lateral delantera.

50 La FIGURA 18 muestra una vista frontal del mismo elemento superficial irregular de la pared lateral delantera de la barra mostrada en la Figura 18. El elemento superficial irregular puede ser más pronunciado en la pared lateral de la barra cercana a la cresta 26 de la barra donde se produce la mayor parte del refinado. El elemento superficial irregular puede ser progresivamente menos pronunciado en una pared lateral de la barra en la dirección del sustrato 22 de la placa. Los salientes 76 de la superficie irregular tienden a retardar el movimiento del material alimentado a través de las ranuras y de ese modo incrementar el tiempo de retención del material alimentado en la(s) zona(s) de refinado de las placas. Los salientes 76 pueden estar ahusados desde la cresta 26 hacia el sustrato 22. Cerca del sustrato 22 de la placa los salientes pueden integrarse en una superficie inferior 78 suave de la pared lateral delantera 28.

60 La FIGURA 19 es un diagrama esquemático de una vista ampliada de una barra 110 en una placa de rotor con una ranura 114 entre barras 110 adyacentes. La porción, por ejemplo, un tercio superior, de cada barra 110 incluye una fila de dientes 116 cada uno de los cuales tiene una cara lateral inclinada 118 para empujar las fibras que se mueven sobre las barras hacia la siguiente ranura 114. La cara lateral 118 de cada diente tiene un borde delantero 120 que está alineado con la pared lateral 122 de la barra. Un borde trasero 124 de la cara lateral 118 puede estar rehundido hacia el interior de la barra, por ejemplo un tercio de la anchura de la barra. Una superficie trasera 126 de cada diente puede ser sustancialmente perpendicular a la placa. Una superficie frontal inclinada 128 puede encontrarse con la superficie trasera del siguiente diente y ayudar a empujar las fibras hacia arriba hacia el interior del hueco entre la placa del estator y el rotor.

Las FIGURAS 20 y 21 son vistas laterales y vistas frontales, respectivamente, de otro ejemplo de segmento de placa de rotor 130 que tiene una zona de refino fina interior 132, una zona de refino intermedia 134, y una zona de refino exterior 136. La zona de refino fina incluye barras 138 separadas por ranuras 140 profundas. Cada barra tiene una ranura 142 poco profunda que divide de forma efectiva cada barra en un par de barras, y de ese modo dobla el número de barras en la zona de refino fina. Unos canales de cruce 144 en el borde exterior de la zona de refino fina dirigen la fibra y el licor en las ranuras 142 poco profundas hacia fuera a través del borde trasero de la barra y en dirección a una ranura en la entrada de la zona de refino intermedia 134. Las paredes delanteras 146 tienen una superficie irregular, tal como una serie de semi-cilindros que son más pronunciados en el borde superior de las barras. Las barras terminan en el borde exterior de la zona intermedia. Las barras 148 de la zona de refino exterior 136 tienen sustancialmente el mismo número que las barras en la zona intermedia 134. La superficie de la pared lateral delantera de las barras 148 tiene una forma de una serie de "7"s dispuestos de extremo a extremo. Las superficies irregulares de las paredes laterales de las barras en las zonas de refino intermedia y exterior aumentan la fricción aplicada a las fibras que fluyen en las ranuras y de ese modo incrementan el tiempo de retención de las fibras en estas zonas.

Además, las barras de las zonas interior, intermedia y exterior 132, 134 y 136 son relativamente rectas en el segmento de placa de rotor 130. El ángulo de las barras aumenta de zona a zona. Por ejemplo, el ángulo de las barras en la zona interior es relativamente pequeño, por ejemplo un ángulo de retención desde cero grados a 10 grados. El ángulo de las barras en la zona intermedia es más agresivo, tal como 20 grados hasta 40 grados, y el ángulo de las barras en la zona exterior es el más agresivo, como por ejemplo mayor de 45 grados, pudiendo alcanzar los 60 grados o 70 grados.

Las FIGURAS 22 y 23 son vistas laterales y vistas frontales, respectivamente, de un ejemplo de segmento de placa de estator 80 que no es parte de la invención. Los patrones de ranura y la barra de refino descritos en este documento son mayormente aplicables a placas de rotor, aunque pueden aplicarse a placas de estator. La placa de estator 80 puede tener una zona exterior 82 con barras 84 que son curvadas, por ejemplo exponencialmente o de acuerdo con un arco de espiral, para aumentar el tiempo de retención del material alimentado en las zonas exteriores de refino de las placas de rotor y estator. Las paredes laterales delantera y trasera de las barras de estator 84 pueden tener superficies de pared suaves. Pueden no ser necesarias paredes laterales dentadas en las barras de la placa de estator debido a que las fuerzas centrífugas que actúan sobre el material alimentado en las ranuras 86 de la placa de estator son reducidas en comparación con dichas fuerzas sobre el material de la placa de rotor. Además, las barras del segmento de placa de estator pueden tener varios patrones de ángulos de alimentación y de sujeción y de formas de barra dependiendo de la aplicación del refinador y del patrón de placa de rotor seleccionado.

Los segmentos de placa de estator se disponen según una disposición anular sobre un disco estacionario de una máquina de refino. Similarmente, los segmentos de placa de rotor se disponen de acuerdo con una disposición anular sobre un disco rotativo de la máquina de refino. Las disposiciones de segmentos de placa de estator y segmentos de placa de rotor son opuestas entre sí y están separadas por un hueco estrecho a través del cual pasa el material fibroso durante el proceso de refino. EL material fibroso puede ser alimentado al hueco haciéndolo pasar a través de una entrada central en el disco de estator y la disposición de segmentos de placa de estator.

Las FIGURAS 24 y 25 son vistas laterales y vistas frontales, respectivamente, de un segundo ejemplo de segmento de placa de estator 90 que no es parte de la invención. El segmento de placa de estator 90 puede utilizarse conjuntamente con las placas de rotor 40 y 70. Las barras 92 en una zona de refino interior 93 se dividen para formar un patrón de refino fino que es complementario con relación a los patrones 44, 78 de barra de refino fino mostrados en las placas de rotor 40 y 70. Las barras de estator 92 son sustancialmente rectas. Las ranuras entre la sección gruesa 96 de las barras incluyen una serie de diques 94 para aumentar el tiempo de retención del material alimentado en la zona de refino.

Las FIGURAS 26 y 27 son vistas laterales y vistas frontales, respectivamente, un tercer ejemplo de segmento de placa de estator 100 que no es parte de la invención. El segmento de placa de estator 100 puede utilizarse conjuntamente con las placas de rotor 40 y 70. Las barras 102 en una zona de refino interior 104 se dividen para formar un patrón de refino fino que es complementario con relación a los patrones 44, 78 de barra de refino fino mostrados en las placas de rotor 40 y 70. Las barras de estator 102 están curvadas para proporcionar un ángulo de retención grande en las regiones radialmente exteriores del segmento de placa de estator. Las ranuras entre las barras 102 en una sección 108 de barras gruesas incluyen una serie de diques 106 para aumentar el tiempo de retención del material de alimentación en la zona de refino. El diseño de placa de estator y rotor puede operar en modo de retención o alimentación, dependiendo de las necesidades del hueco operativo, la retención de fibra y los resultados del refino. La placa de estator 100, debido a su gran ángulo de alimentación (o soporte) puede tener una gran influencia en la operación con las placas de rotor que se muestran en este documento que tienen elementos tales como ángulos de retención agresivos y paredes laterales delanteras dentadas. En consecuencia, la placa de estator puede complementar el tiempo de retención más largo deseado en las zonas de refino en las secciones exteriores de las placas, que se consigue con las placas de rotor descritas en este documento.

Aunque se ha descrito la invención con relación a lo que se considera actualmente que es el modo de realización más práctico y preferido, se debe entender que la invención no se limita al modo de realización descrito sino que, por el contrario, está pensada para cubrir varias modificaciones y disposiciones equivalentes incluidas dentro del alcance de la invención según se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una placa de refino (10, 34, 47, 50, 60, 70, 130) para un refinador mecánico de materiales lignocelulósicos, teniendo la placa de refino (10, 34, 47, 50, 60, 70, 130) una superficie de refino que comprende una pluralidad de barras (20, 148) que emergen de un sustrato de la placa de refino (10, 34, 47, 50, 60, 70, 130), donde las barras (20, 148) se extienden hacia fuera en dirección a una periferia exterior (25) de la placa de refino (10, 34, 47, 50, 60, 70, 130), las barras (20, 148) son rectas o curvadas, y la superficie de refino incluye además ranuras (21) entre las barras (20, 148),
 donde cada una de las barras (20, 148) incluye una pared lateral delantera (28, 36, 146) que tiene una superficie irregular en la sección radialmente exterior, caracterizada porque
 cada una de las barras (20, 148) tiene una sección radialmente exterior que tiene un ángulo de retención en la periferia exterior de las barras (20, 148) de al menos 30 grados desde una línea radial en una dirección de rotación de una placa de refino.
2. La placa de refino (10, 34, 47, 50, 60, 70, 130) de la reivindicación 1, donde la superficie irregular es un patrón que es al menos uno de entre zigzag, dientes de sierra, serie de salientes, sinusoidal, y un patrón en Z lateral.
3. La placa de refino (10, 34, 47, 50, 60, 70, 130) de la reivindicación 1 o 2, donde las barras (20, 148) son curvadas a lo largo de su longitud y la curva forma un arco exponencial o de espiral.
4. La placa de refino (10, 34, 47, 50, 60, 70, 130) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la sección radialmente exterior de las barras (20, 148) tiene un ángulo de retención de entre 45 grados y 80 grados, preferiblemente entre 50 grados y 70 grados.
5. La placa de refino (10, 34, 47, 50, 60, 70, 130) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde las barras (20, 148) incluyen una sección radialmente interior en la que las paredes laterales delanteras tienen una superficie suave.
6. La placa de refino (10, 34, 47, 50, 60, 70, 130) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde las barras (20, 148) comprenden una zona anular interior de barras rectas que tienen un ángulo de retención no mayor de 15 grados, una zona anular exterior de barras rectas que tienen un ángulo de retención de al menos 45 grados, y una zona anular intermedia que tiene barras rectas y un ángulo de retención de entre 15 grados y 45 grados, donde la zona anular intermedia está entre las zonas anulares interior y exterior.
7. Un método para refinar mecánicamente material lignocelulósico en un refinador que tiene placas de refino (10, 34, 47, 50, 60, 70, 130) opuestas, comprendiendo el método:
 introducir el material en una entrada de una de las placas de refino (10, 34, 47, 50, 60, 70, 130) opuestas o disposición de segmentos de placa;
 rotar al menos una de las placas (10, 34, 47, 50, 60, 70, 130) con respecto de la otra placa (10, 34, 47, 50, 60, 70, 130), donde el material se mueve radialmente hacia fuera a través de un hueco entre las placas (10, 34, 47, 50, 60, 70, 130) debido a las fuerzas centrífugas creadas por la rotación;
 a medida que el material se mueve a través del hueco, hacer pasar el material sobre las barras (20, 148) en una sección de refino de una primera placa y a través de ranuras (21) entre las barras (20, 138), donde las barras (20, 148) son rectas o curvadas, cada una de las barras (20, 148) tiene una sección radialmente exterior con un ángulo de retención de al menos treinta grados desde una línea radial en una dirección de rotación de una placa de refino, y cada una de las barras (20, 148) incluye una pared lateral delantera (28, 36, 146) que tiene una superficie irregular en las secciones radialmente exteriores;
 inhibir el movimiento del material fibroso a través de una ranura (21) mediante la interacción del material fibroso y la superficie irregular de la pared lateral delantera (28, 36, 146) de la barra (20, 148) adyacente a la ranura (21), y descargar el material desde el hueco en una periferia de las placas de refino (10, 34, 47, 50, 60, 70, 130).
8. El método de la reivindicación 7, donde las barras (20, 148) se curvan a lo largo de su longitud de modo que las barras (20, 148) tienen un ángulo de entrada de menos de 15 grados y el ángulo de entrada es opuesto al ángulo de retención con respecto de una radial de la placa que se extiende a través de la barra (20, 148), y el método incluye utilizar los ángulos de las barras para aumentar la retención del material alimentado en la sección de refino.
9. El método de la reivindicación 7 u 8, donde el ángulo de retención es al menos de 45 grados en la periferia exterior de las barras (20, 148), y el método incluye usar el ángulo de retención para aumentar la retención del material alimentado en la sección de refino.
10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, donde el ángulo de retención es al menos de 60 grados en la periferia exterior de las barras (20, 148), y el método incluye utilizar el ángulo de retención para incrementar la retención del material de alimentación en la sección de refino.

ES 2 614 415 T3

11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, donde el ángulo de retención es al menos de 70 grados en la periferia exterior de las barras (20, 148), y el método incluye utilizar el ángulo de retención para aumentar la retención del material alimentado en la sección de refino.
- 5 12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, donde las barras (20, 148) comprenden una zona anular interior de barras rectas que tiene un ángulo de retención no mayor de 15 grados, una zona anular exterior de barras rectas que tiene un ángulo de retención de al menos 45 grados, y una zona anular intermedia que tiene barras rectas y un ángulo de retención de entre 15 grados y 45 grados, donde la zona anular intermedia está entre las zonas anulares interior y exterior, y el método comprende además hacer avanzar el material alimentado radialmente hacia
- 10 fuera a través de la zona anular interior, la zona anular intermedia y la zona anular exterior.

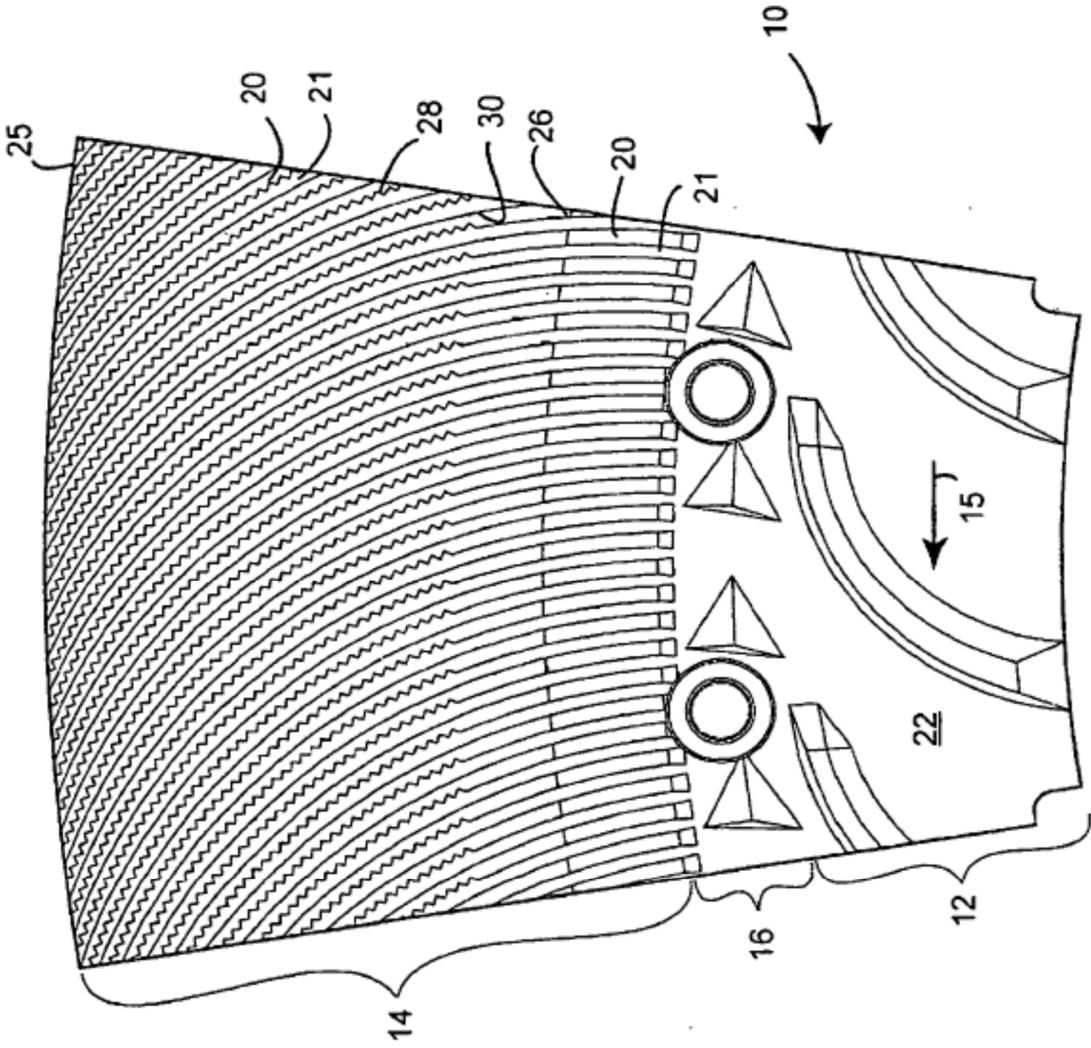


FIG. 2

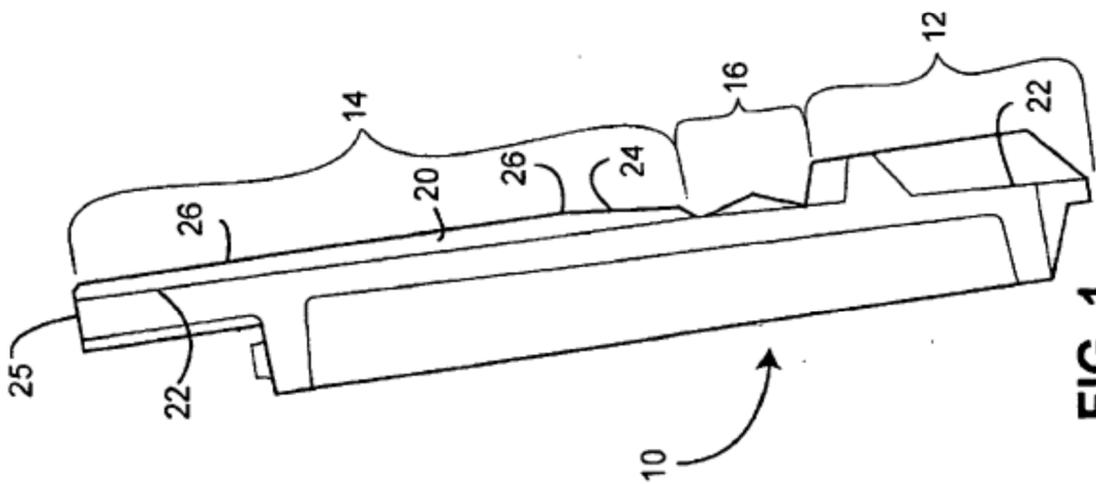


FIG. 1

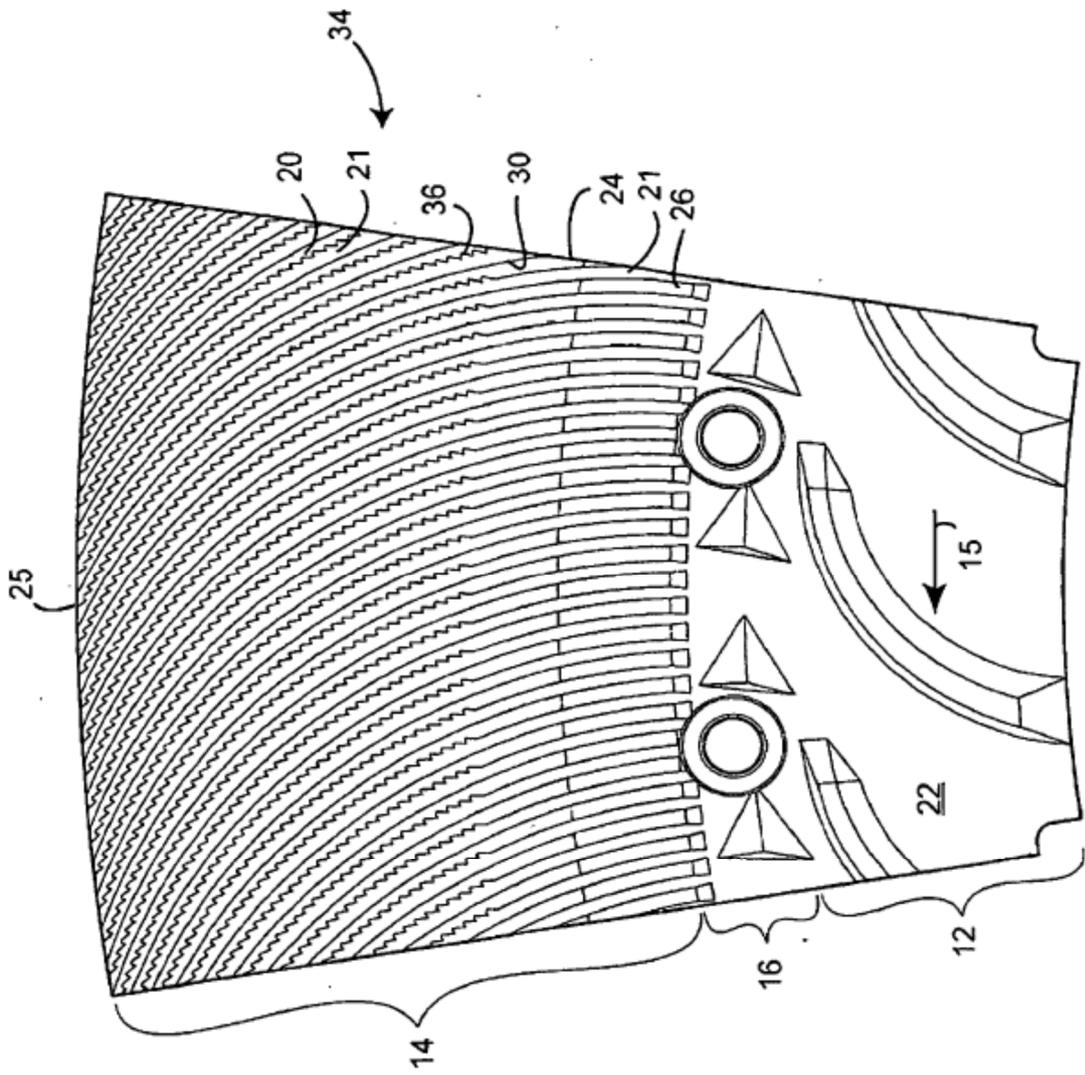


FIG. 4

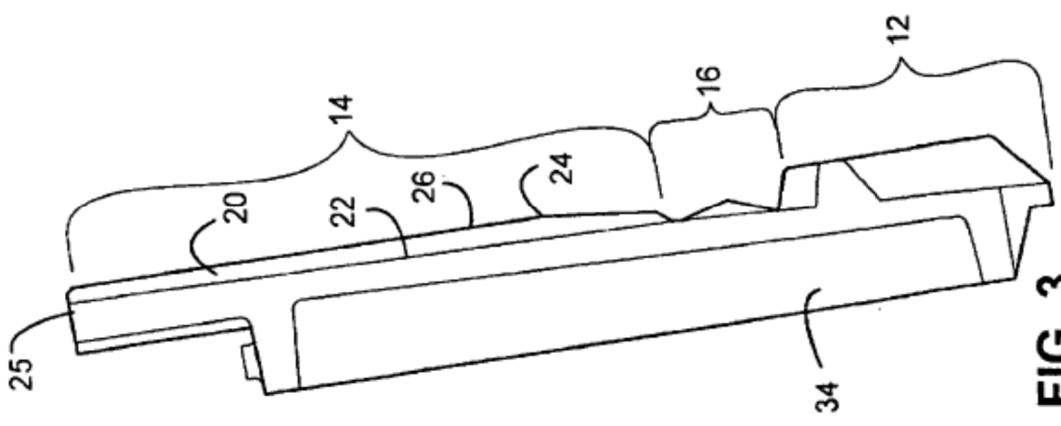
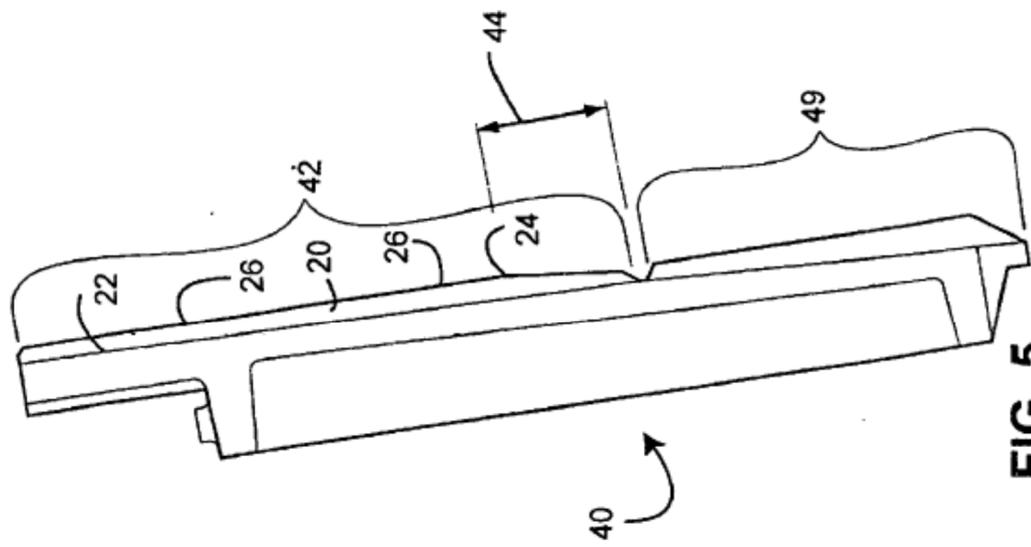
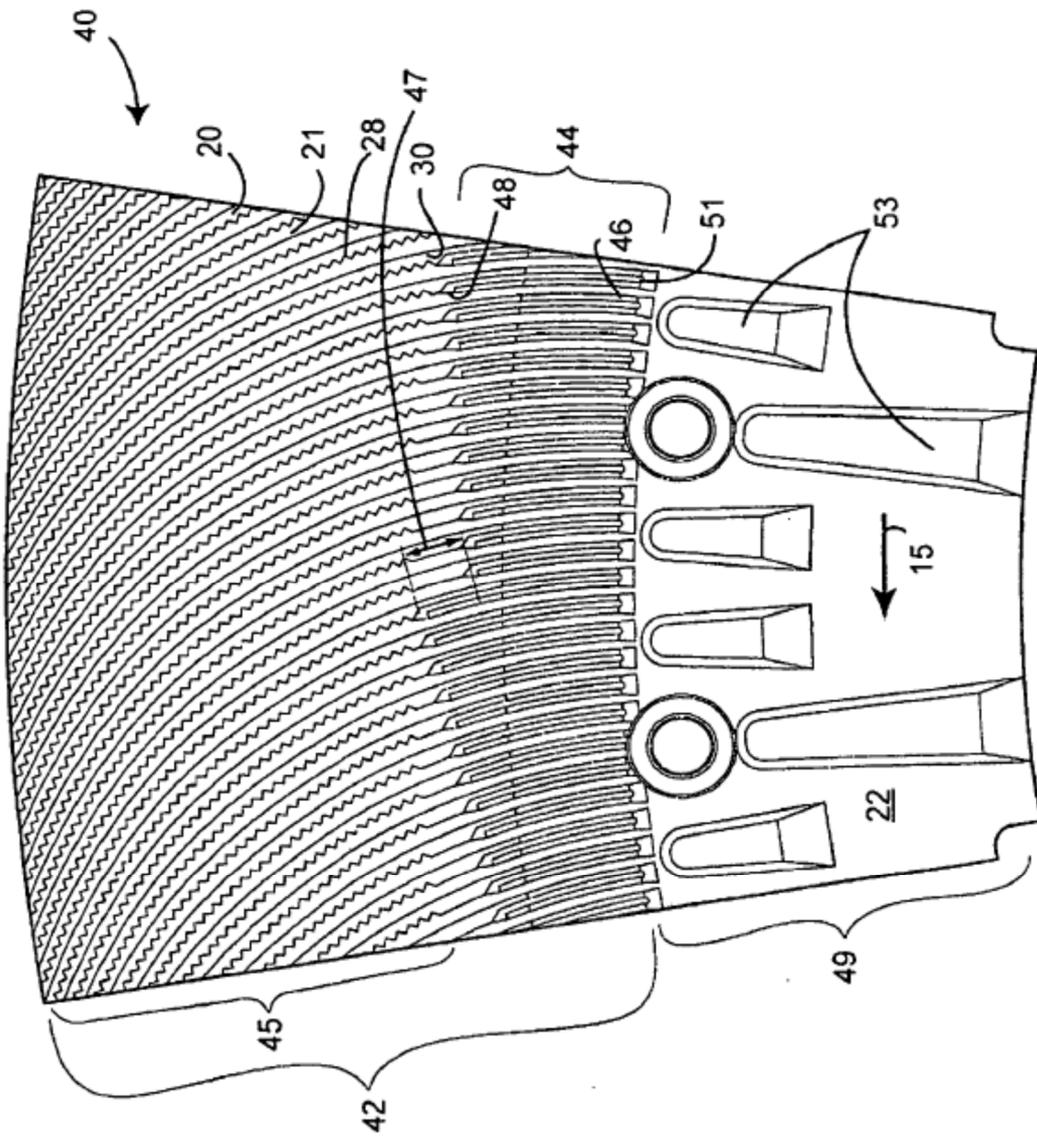
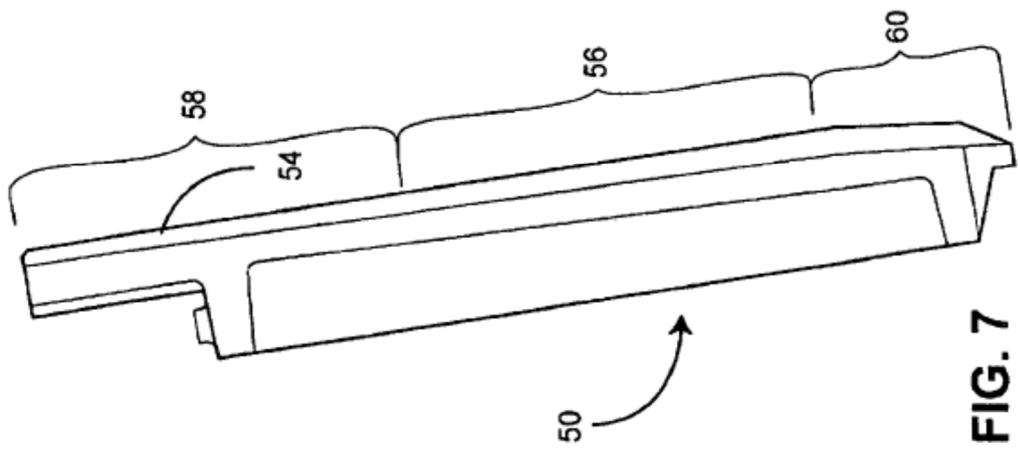
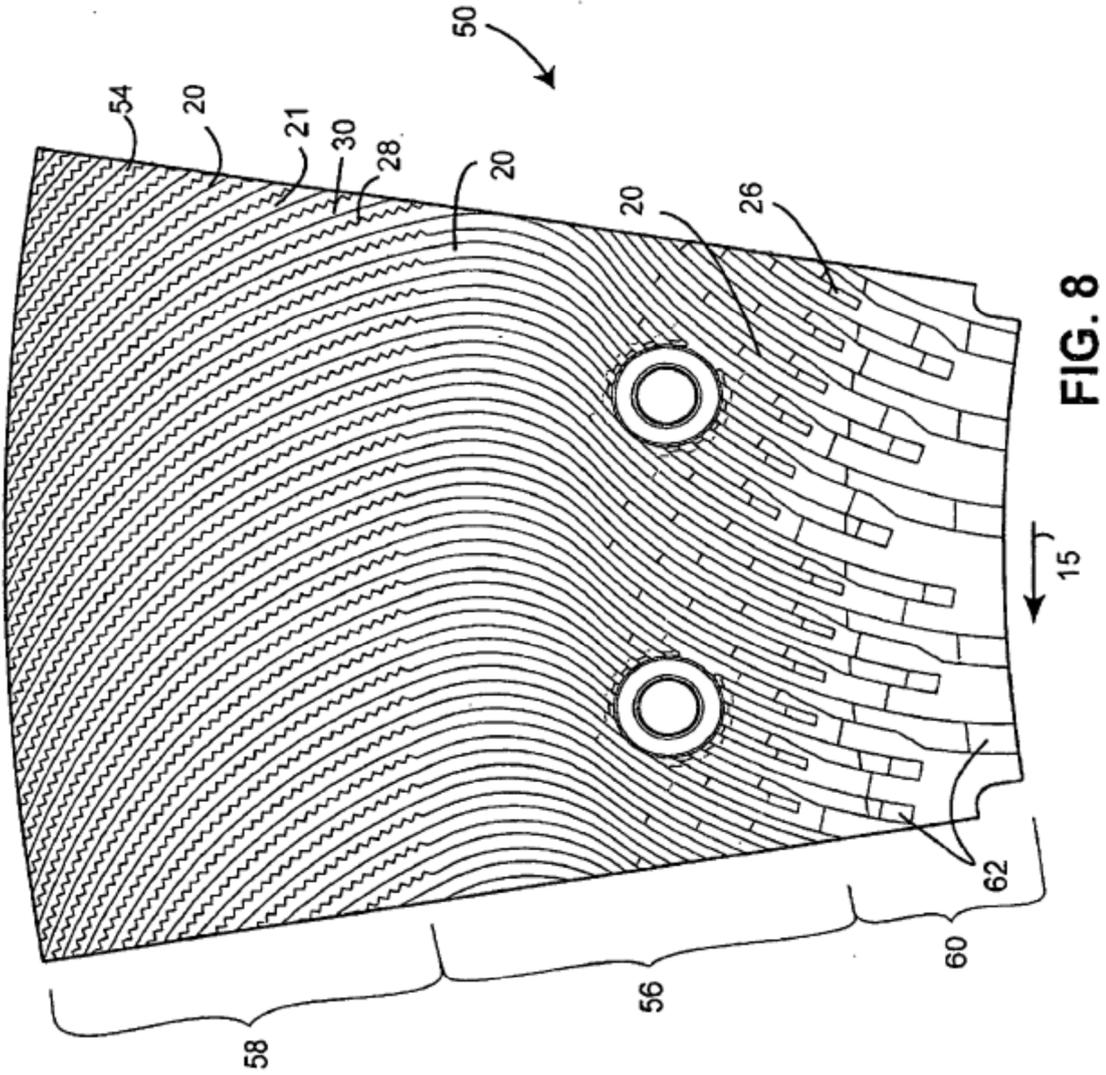


FIG. 3





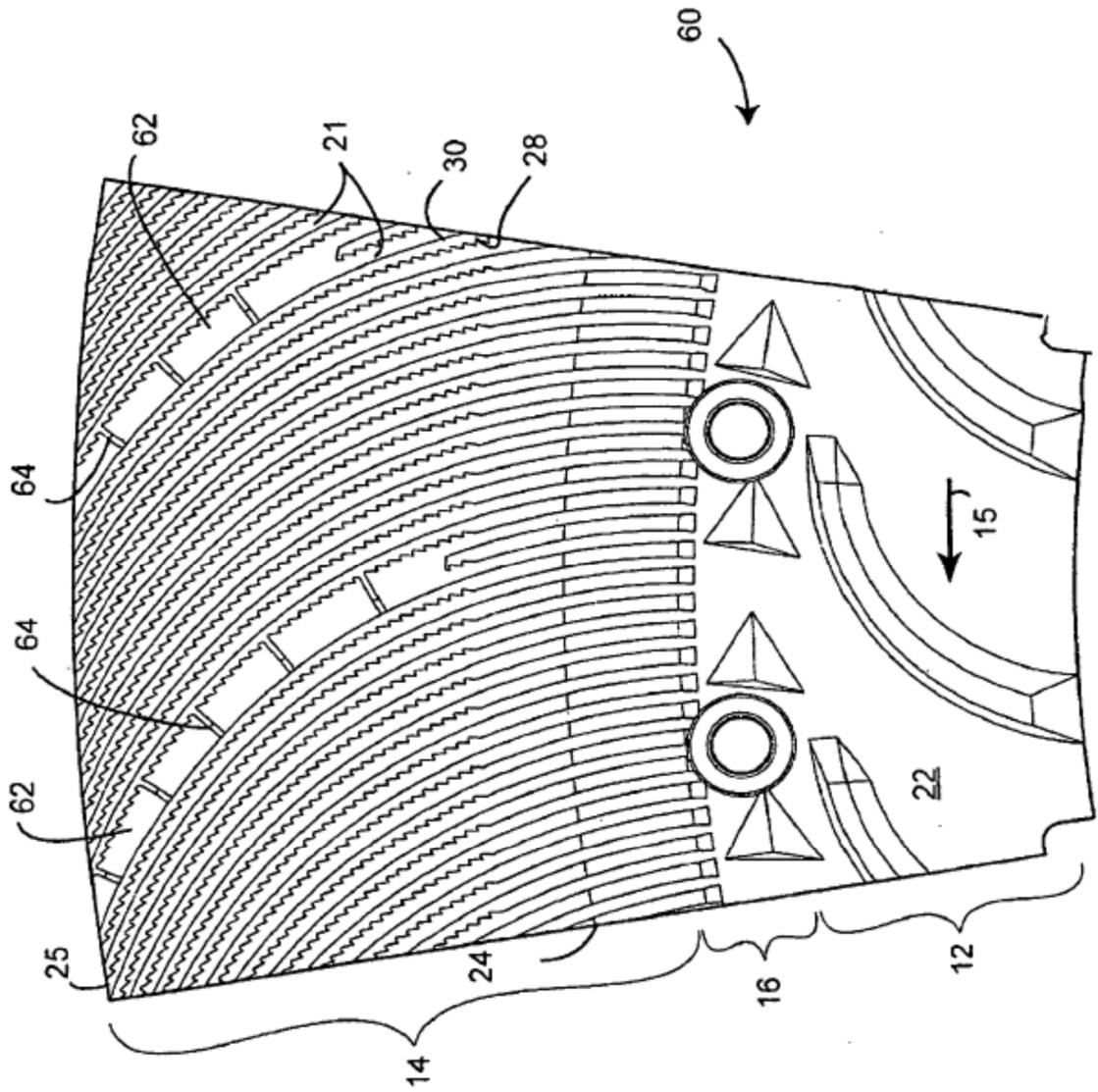


FIG. 10

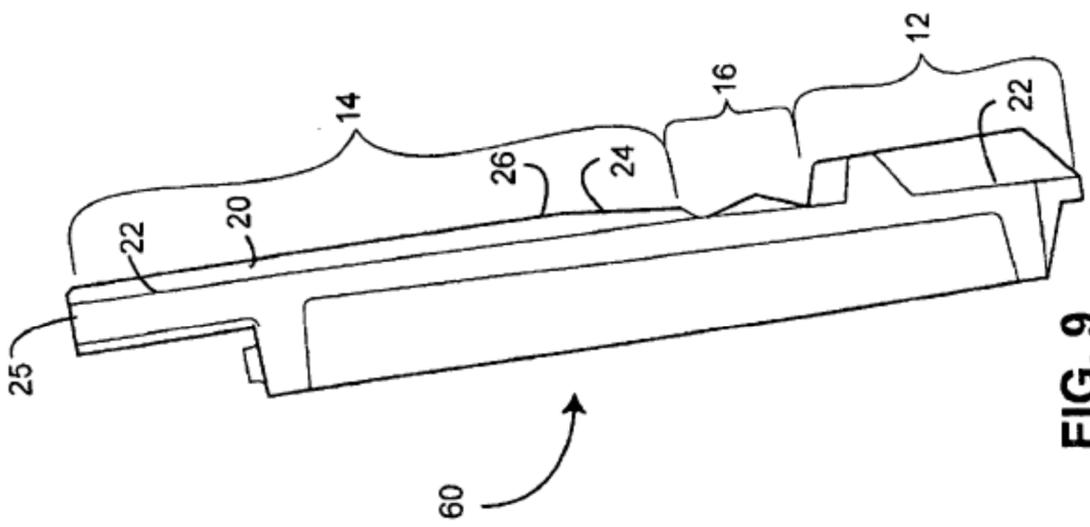


FIG. 9

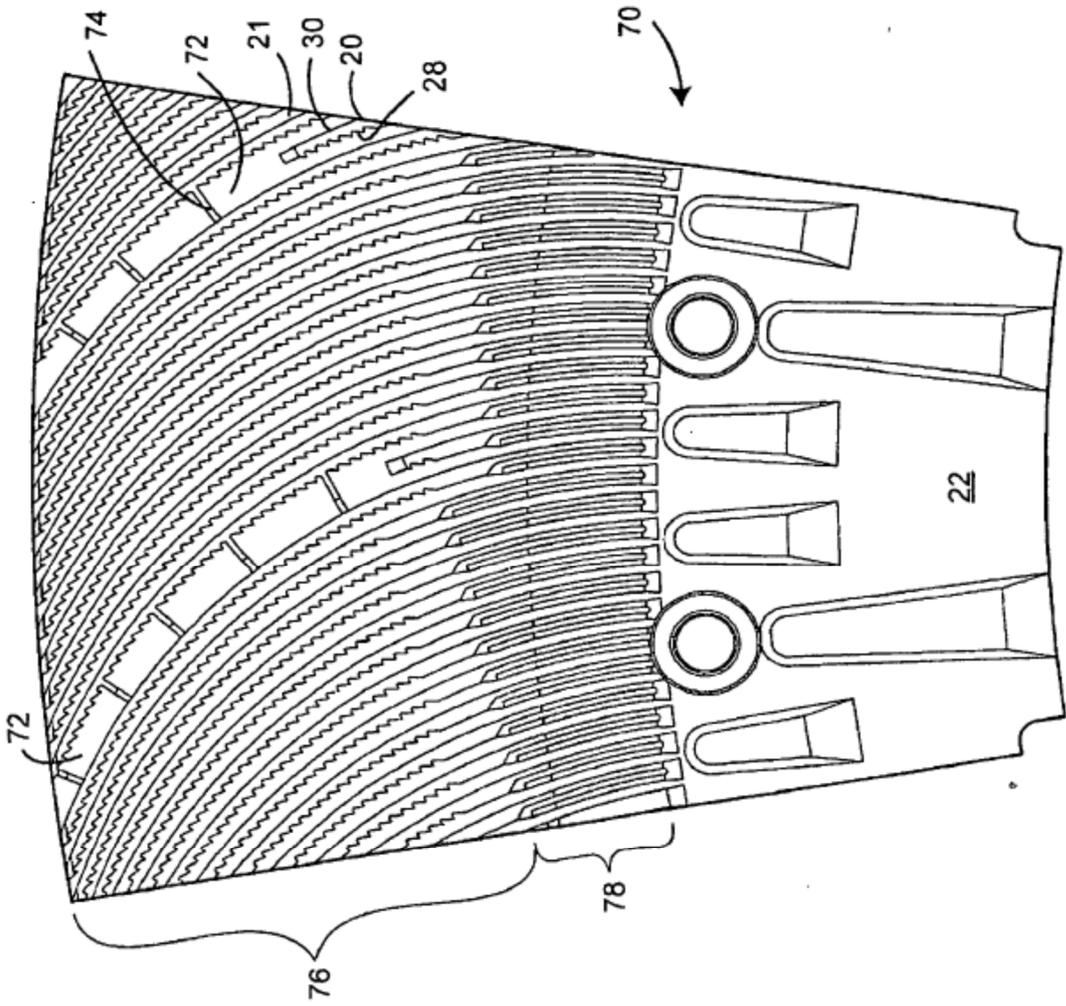


FIG. 12

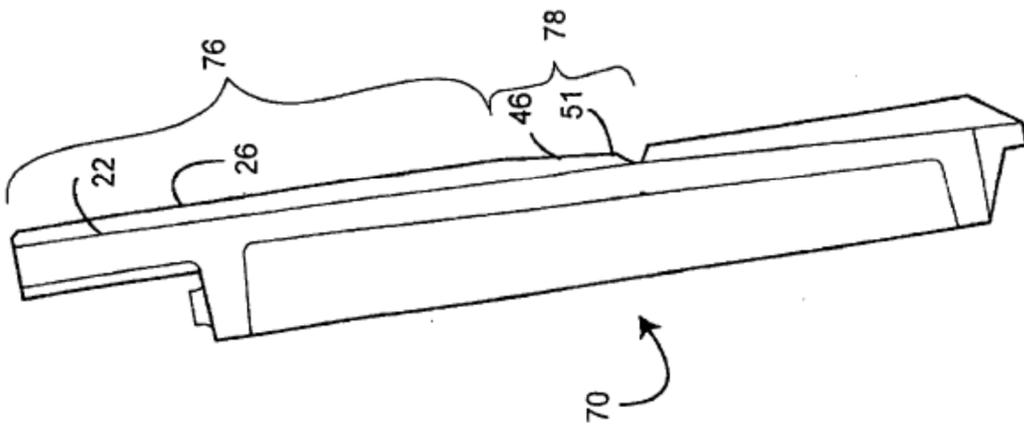


FIG. 11

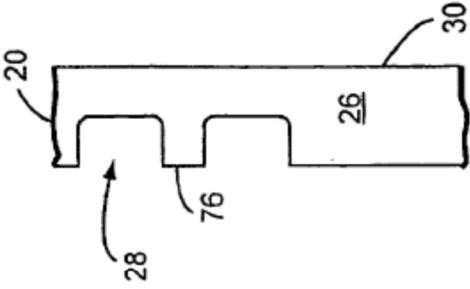


FIG. 13

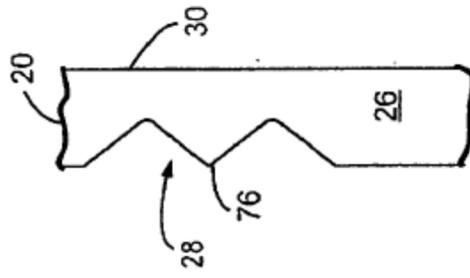


FIG. 14

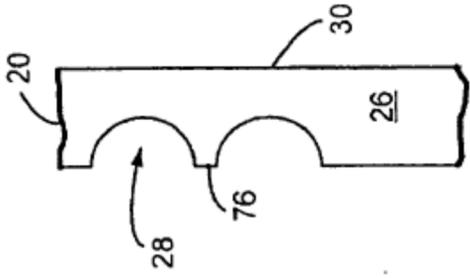


FIG. 15

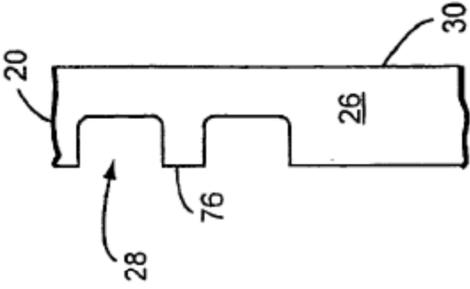


FIG. 16

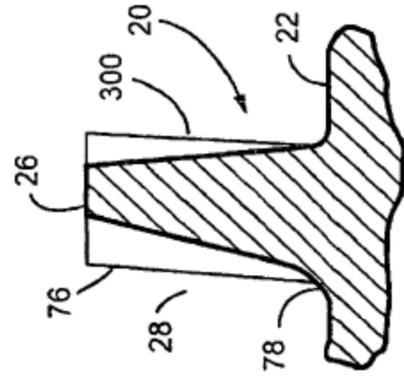


FIG. 17

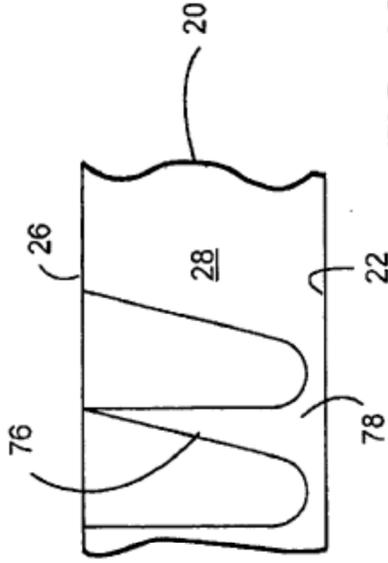


FIG. 18

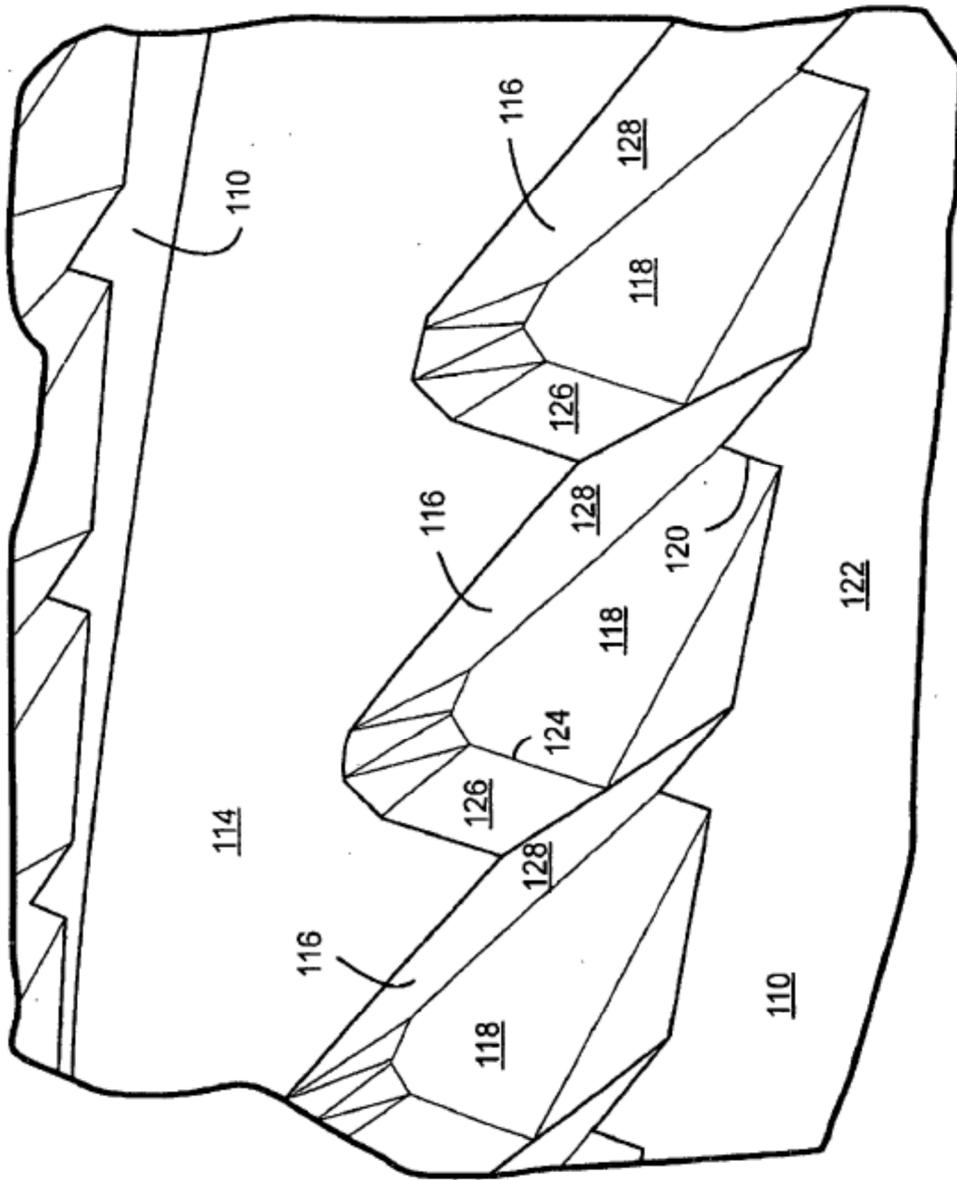


FIG. 19

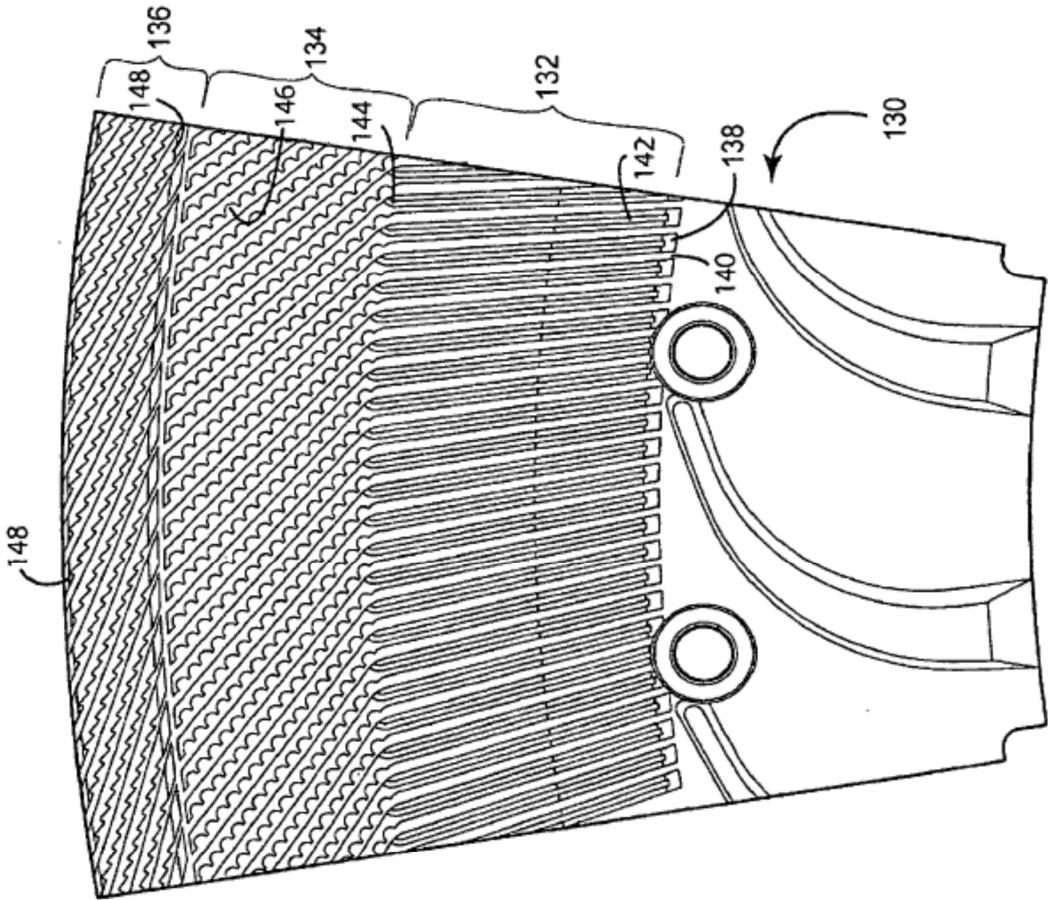


FIG. 21

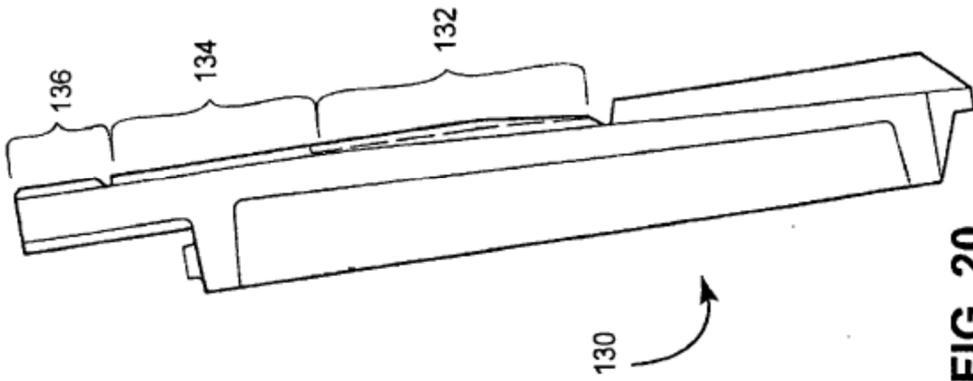


FIG. 20

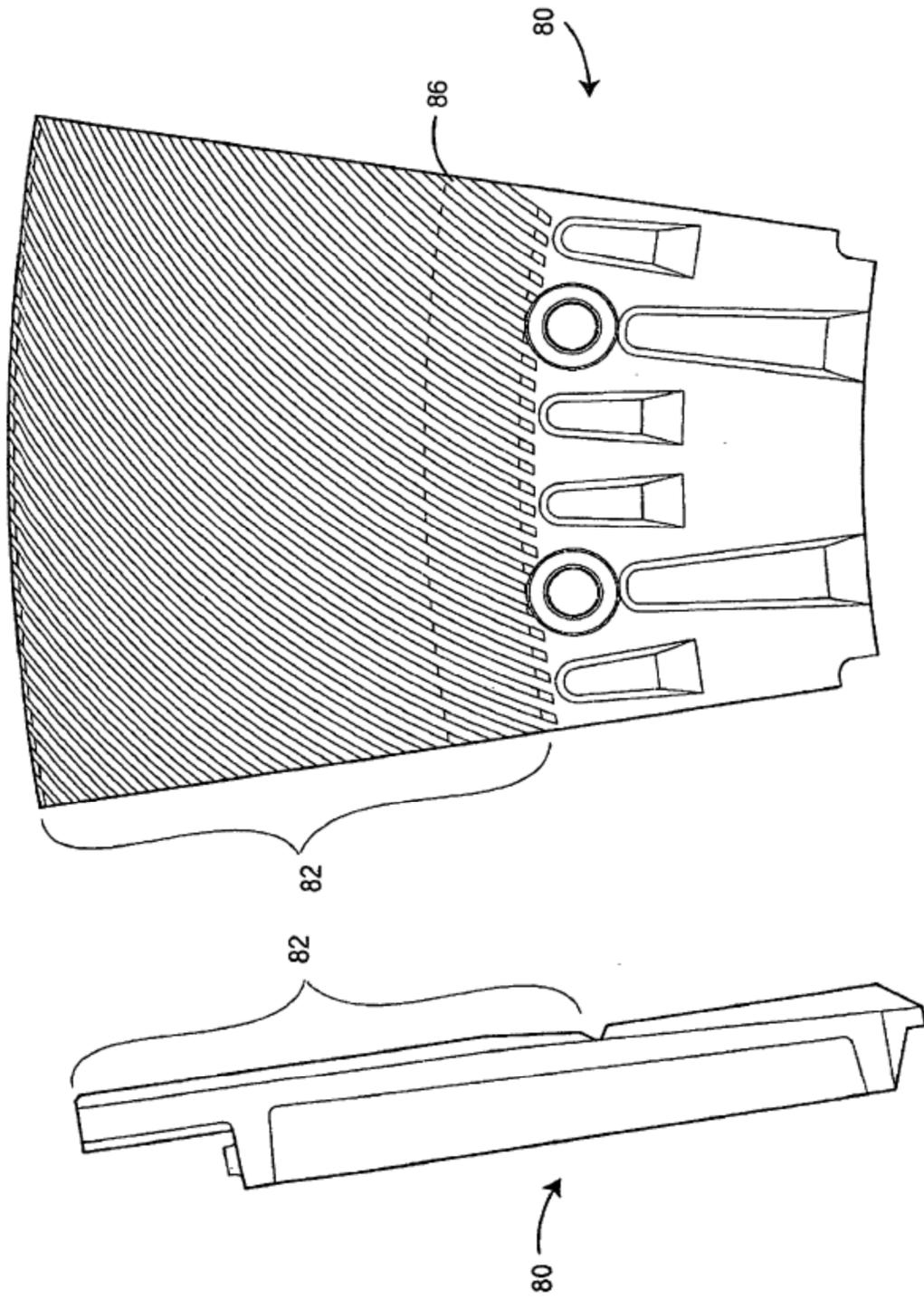


FIG. 23

FIG. 22

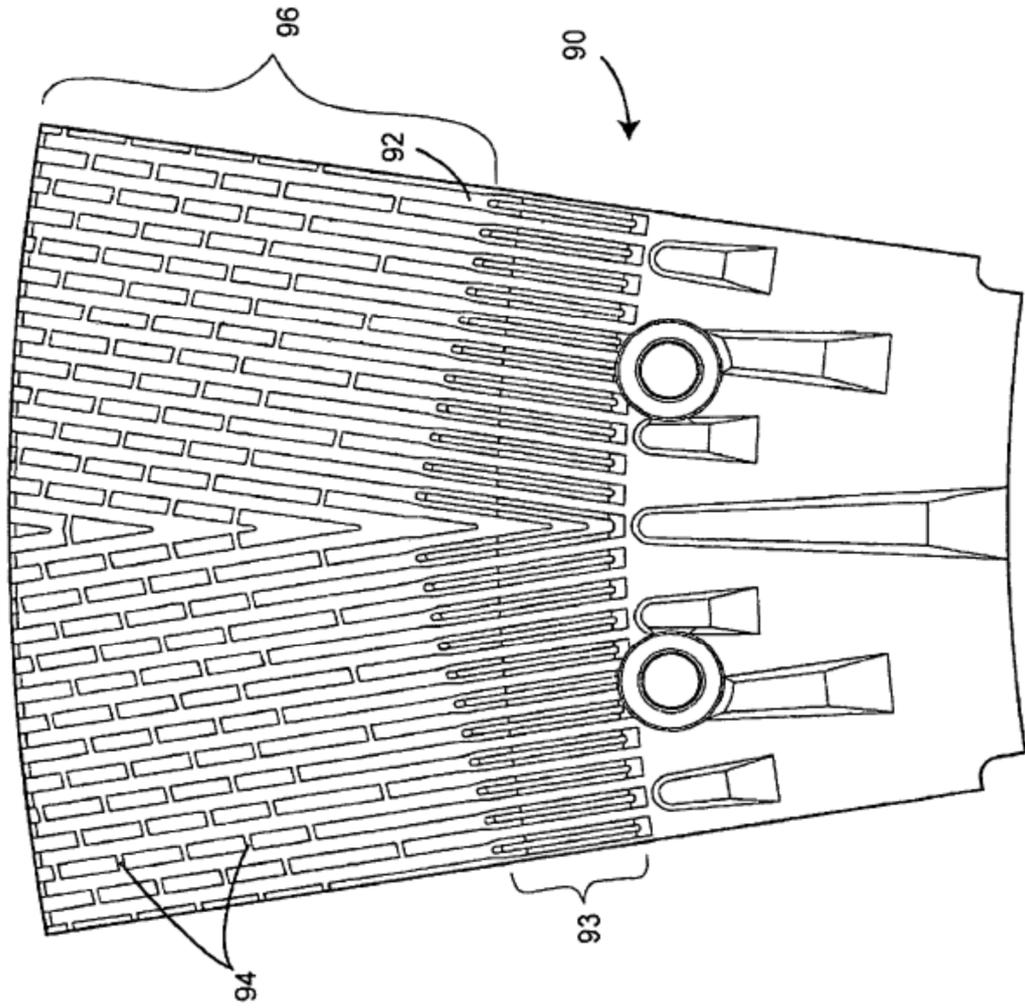


FIG. 25

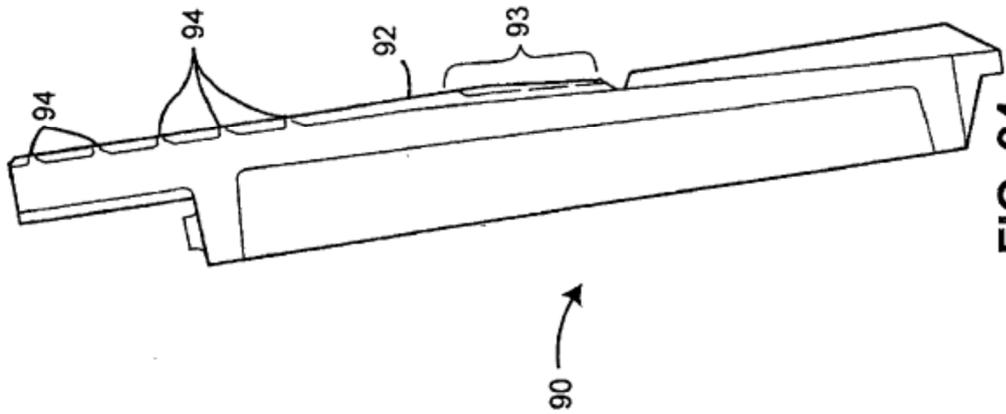


FIG. 24

