



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0807209-4 B1

(22) Data do Depósito: 08/02/2008

(45) Data de Concessão: 26/12/2017



(54) Título: PLACA REFINADORA PARA UM REFINADOR MECÂNICO MATERIAL LIGNOCELULÓSICO E MÉTODO DESENVOLVIDO PARA REFINAR MECANICAMENTE MATERIAL LIGNOCELULÓSICO EM REFINADOR

(51) Int.Cl.: D21D 1/30

(30) Prioridade Unionista: 08/02/2007 US 60/888,817

(73) Titular(es): ANDRITZ INC.

(72) Inventor(es): LUC GINGRAS

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PLACA REFINADORA PARA UM REFINADOR MECÂNICO MATERIAL LIGNOCELULÓSICO E MÉTODO DESENVOLVIDO PARA REFINAR MECANICAMENTE MATERIAL LIGNOCELULÓSICO EM REFINADOR"**.

PEDIDO DE RELAÇÃO CRUZADA

[001] Este pedido reivindica o benefício de Pedido Provisório U.S. Nº. de série 60/888.817, depositado em 8 de fevereiro de 2007, a totalidade do qual é incorporado por referência.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Esta invenção se refere a refinadores de disco para materiais lignocelulósicos (referidos como "material fibroso"), e mais especificamente a refinadores de disco usados para produzir polpa mecânica, polpa termomecânica e uma variedade de polpas quimtermomecânicas (coletivamente referidas como polpas mecânicas e processo de polpação mecânica).

[003] No processo de polpação mecânica, o material fibroso bruto, tipicamente madeira ou outro material lignocelulósico, é alimentado através do meio de um dos discos refinadores, e impulsionado para fora por uma forte força centrífuga criada pela rotação de um ou ambos os discos. O disco(s) tipicamente opera em velocidades rotacionais de 1200 a 2300 revoluções por minuto (RPM). Enquanto o material fibroso é retido entre os discos, a energia é transferida para o material fibroso a partir das placas refinadoras fixadas nos discos. A energia transferida para o material fibroso separa as fibras individuais no material fibroso a partir de uma rede de fibras no material. A separação de fibras individuais constitui a refinação do material fibroso em um produto de polpa que pode ser usado para formar papel, cartão de fibra ou outros produtos à base de fibra.

[004] As placas refinadoras possuem superfícies com padrões de

barras e ranhuras. As superfícies são opostas uma a outra quando um par de placas refinadoras são montadas em um refinador. As barras e ranhuras nas superfícies de placa refinadora oposta geram forças de compressão repetidas que atuam no material fibroso que flui entre as placas. A ação de compressão contra o material fibroso resulta na separação de fibras lignocelulósicas a partir do material de alimentação e fornece uma certa quantidade de desenvolvimento ou fibrilação do material fibroso. A separação e desenvolvimento de fibra é necessária para transformar o material fibroso bruto em uma polpa adequada para cartão de fibra, papel ou outros produtos à base de fibras. A ação de refinação conferida pelas barras e ranhuras pode também gerar algum corte das fibras, que é usualmente um resultado menos desejável do processo de polpação mecânica.

[005] No processo de refinação de polpação mecânica, uma grande quantidade de fricção ocorre que reduz a eficiência de energia do processo de refinação. Foi calculado que a eficiência de refinação da energia aplicada em polpação mecânica é da ordem de 5% a 15%.

[006] Esforços para desenvolver placas refinadoras que trabalham em eficiências de energia maiores envolvem tipicamente reduzir o espaço de operação entre discos opostos. Técnicas convencionais para diminuir o consumo de energia em refinadores mecânicos tipicamente contam com aspectos de desenho de padrões de refinação na face dianteira da placa refinadora que aceleram a alimentação de material através da zona de refinação. Estas técnicas frequentemente resultam em reduzir a espessura da almofada fibrosa no espaço entre as placas opostas. Quando a energia é aplicada em uma almofada de fibra mais fina, a taxa de compressão se torna maior para uma dada entrada de energia e resulta em uma entrada de energia mais eficiente.

[007] Um inconveniente em reduzir a espessura da almofada de

fibra é que os espaços de operação entre as barras de placa refinadoras são reduzidos. Reduzir o espaço entre as barras de placa refinadora opostas, frequentemente resulta em um aumento em corte de fibra, uma perda em propriedades de resistência de polpa devido às fibras cortadas, e uma redução na vida de operação das placas refinadoras devido ao desgaste excessivo das placas. Um espaço estreito, por exemplo, folga entre barras em placas opostas, pode atingir uma relação de compressão maior e eficiência maior, mas sofre uma vida operacional reduzida. Existe um elo entre o espaço de refinação de operação e a vida útil da placa refinadora, a última sendo exponencialmente reduzida com a redução do espaço. Reduzir os espaços de refinação de operação resulta em um aumento na taxa de desgaste das placas refinadoras e a vida de placa mais curta.

[008] Existe uma necessidade há muito sentida para placas refinadoras que fornecem altas eficiências de energia em transferir a energia mecânica da rotação das placas em material de alimentação fibroso, tendo vida de placa operacional relativamente longa e que minimiza o corte de fibras no material de alimentação.

BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[009] Uma placa refinadora nova foi desenvolvida para aperfeiçoar a eficiência de energia, enquanto mantém um grande espaço de operação entre as placas refinadoras em discos opostos. As vantagens do refinador incluem alta eficiência de energia, mantendo alta qualidade de fibra, e longa vida de operação das placas.

[0010] Em uma modalidade, a placa refinadora é uma montagem dos segmentos de placa de rotor tendo uma zona de refinação externa com barras de refinação que possuem pelo menos uma seção de refinação radialmente externa com um formato longitudinal curvado para formar grande ângulo de retenção na periferia da placa externa de pelo menos trinta (30) graus e, de preferência, ângulos de 45, 60 e 70

graus. As paredes laterais dianteiras das barras de refinação têm superfícies que são serrilhadas, entalhadas ou de outro modo irregulares. As barras com superfícies irregulares nas paredes laterais e grandes ângulos de retenção aumentam o tempo de retenção de material de alimentação na zona de refinação externa e desse modo aumentar a refinação do material fibroso pela zona externa.

[0011] Uma placa de refinação foi desenvolvida com uma superfície de refinação para se voltar para a superfície de refinação de uma placa oposta em um refinador mecânico. A superfície de refinação inclui uma pluralidade de barras erguidas a partir do substrato da placa. As barras se estendem radialmente para fora na direção de uma periferia externa da placa, e possuem umas superfícies serrilhadas, entalhadas ou outras irregulares na parede lateral dianteira (face) das barras. As barras podem ser retas ou curvadas, tal como com um exponencial ou em um arco evolvente. As barras formam um ângulo de retenção agressivo nas regiões radiais externas das barras. A placa de refinação pode ser uma placa de rotor e disposta em um refinador oposta a uma placa de estator ou outra placa de rotor.

[0012] Uma placa refinadora foi desenvolvida para um refinador mecânico de material lignocelulósico compreendendo: uma superfície de refinação em um substrato, em que a superfície de refinação é adaptada para se voltar para uma superfície de refinação de uma placa refinadora oposta, e a superfície de refinação inclui barras e ranhuras entre as barras, em que as barras têm pelo menos uma seção radialmente externa e as barras incluem uma parede lateral dianteira tendo uma superfície irregular na seção externa.

[0013] Uma placa refinadora foi desenvolvida para um refinador mecânico de materiais lignocelulósicos, a placa tendo uma superfície de refinação compreendendo: uma pluralidade de barras erguidas de um substrato da superfície, em que as barras se estendem para fora

na direção da periferia externa da placa, e as barras incluem uma parede lateral dianteira irregular em pelo menos uma parte das barras.

[0014] Um método foi desenvolvido para refinar mecanicamente material lignocelulósico em um refinador tendo placas refinadoras opostas, o método compreendendo: introduzir o material em uma entrada em uma das placas refinadoras opostas ou série de segmentos de placa; rodar pelo menos uma das placas com relação à outra placa, em que o material se move radialmente para fora através de um espaço entre as placas devido às forças centrífugas criadas pela rotação; na medida em que o material se move através do espaço, passar o material sobre as barras em uma seção de refinação de uma primeira das placas e através das ranhuras entre as barras, em que as barras têm pelo menos uma seção radialmente externa em que as barras incluem uma parede lateral dianteira tendo uma superfície irregular nas seções externas; inibir o movimento do material fibroso através de uma ranhura pela interação do material fibroso e da superfície irregular na parede lateral dianteira da barra adjacente à ranhura, e descarregar o material do espaço em uma periferia das placas refinadoras.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0015] A figura 1 é uma vista lateral de um segmento de placa refinadora de rotor.

[0016] A figura 2 é uma vista dianteira do segmento de placa refinadora mostrado na figura 1 e mostra barras de refinação com paredes laterais dianteiras entalhadas formatadas em um padrão de dente de serra.

[0017] A figura 3 é uma vista lateral de um segundo segmento de placa refinadora de rotor.

[0018] A figura 4 é uma vista dianteira do segmento de placa refinadora mostrado na figura 3 e mostra barras de refinação com paredes laterais dianteiras entalhadas formatadas como uma série de "7"

dispostos extremidade com extremidade.

[0019] A figura 5 é uma vista lateral de um terceiro segmento de placa refinadora de rotor.

[0020] A figura 6 é uma vista dianteira do segmento de placa refinadora mostrado na figura 5 e mostra barras de refinação tendo uma zona externa com uma região de entrada fina.

[0021] A figura 7 é uma vista lateral de um quarto segmento de placa refinadora de rotor.

[0022] A figura 8 é uma vista dianteira do segmento de placa refinadora mostrado na figura 7 e mostra barras de refinação com uma zona de refinação estendida para a entrada de placa.

[0023] A figura 9 é uma vista lateral de um quinto segmento de placa refinadora de rotor.

[0024] A figura 10 é uma vista dianteira do segmento de placa refinadora mostrado na figura 9 e mostra uma zona de refinação externa com canais de vapor.

[0025] A figura 11 é uma vista lateral de um sexto segmento de placa refinadora de rotor.

[0026] A figura 12 é uma vista dianteira do segmento de placa refinadora mostrado na figura 11 e mostra uma zona de refinação externa com canais de vapor e uma zona de refinação interna com um padrão de barra fina.

[0027] As figuras 13 a 16 mostram uma vista invertida de um exemplo de uma superfície irregular em uma parede lateral dianteira de uma barra na zona de refinação externa em um segmento de placa refinadora.

[0028] A figura 17 é uma diagrama em seção transversal de uma barra de refinação tendo uma superfície irregular nas paredes laterais dianteira e traseira da barra.

[0029] A figura 18 é uma vista dianteira da parede lateral dianteira

da barra mostrada na figura 17.

[0030] A figura 19 é uma vista aumentada das barras de uma placa de rotor tendo dentes alternados em uma borda superior das barras.

[0031] A figura 20 é uma vista lateral de um sétimo segmento de placa refinadora de rotor.

[0032] A figura 21 é uma vista dianteira do segmento de placa refinadora mostrado na figura 20 e mostra uma zona de refinação externa com canais de vapor.

[0033] A figura 22 é uma vista lateral de uma primeira modalidade de um segmento de placa refinadora de estator.

[0034] A figura 23 é uma vista dianteira do segmento de placa de estator mostrado na figura 22.

[0035] A figura 24 é uma vista lateral de uma segunda modalidade de um segmento de placa refinadora de estator.

[0036] A figura 25 é uma vista dianteira do segmento de placa de estator mostrado na figura 24.

[0037] A figura 26 é uma vista lateral de uma terceira modalidade de um segmento de placa refinadora de estator.

[0038] A figura 27 é uma vista dianteira do segmento de placa de estator mostrado na figura 26.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0039] O processo de refinação mecânica aplica compressões cíclicas a uma almofada fibrosa de material fibroso se movendo entre as placas de refinação opostas. As compressões resultam da rotação de uma placa com relação à outra e, particularmente, aos cruzamentos de barras em placas opostas. As compressões fazem as fibras no material se separar de uma rede de fibras no material. As placas são tipicamente montadas em discos em um refinador, em que pelo menos um dos discos roda uma das placas refinadoras. A eficiência de energia

do processo de refinação pode ser aperfeiçoada aumentando a relação de compressão da almofada fibrosa e aumentando o período durante o qual as fibras na almofada são submetidas às compressões. As relações de compressão aumentadas são obtidas com os desenhos de placa refinadora descritos aqui sem necessariamente reduzir o espaço entre as placas ou reduzir o espaço somente na medida agora feito em refinadores de eficiência de alta energia convencionais.

[0040] Um espaço relativamente amplo, por exemplo, 1,0 mm (milímetros) a 2,0 mm, entre as placas de rotor e estator em um refinador (como comparado com o espaço em refinador de alta eficiência de energia por exemplo, 0,3 mm a 0,7 mm) deve ser obtido através de uma almofada de polpa mais espessa formada entre as placas. Uma relação de compressão alta é obtida com uma almofada de polpa espessa usando um padrão de ranhura e barra significativamente mais grosso em uma placa refinadora quando comparado com os padrões de barra e ranhura em placas de rotor convencionais usadas em aplicações de alta eficiência de energia similares.

[0041] Um padrão de barra e ranhura grosso para uma zona de refinação de uma placa refinadora foi desenvolvido tendo uma densidade menor de barras quando comparado com os padrões de barra e ranhura típicos usados em placas refinadoras de alta energia convencionais. As poucas barras em um padrão grosso têm poucos ciclos de compressão aplicados pelas barras do rotor quando passam através das barras no estator, quando comparado com ciclos de compressão que ocorrem com placas convencionais tendo uma densidade maior de barras. Com respeito à densidade grossa de barras, a energia sendo transferida pelos poucos ciclos de compressão, tende a aumentar a intensidade de cada ciclo de compressão e aumentam a eficiência de energia de cada ciclo para transferir energia da placa para o material fibroso.

[0042] Foram desenvolvidas placas refinadoras que têm uma superfície de refinação efetiva, em uma direção radial, relativamente curta, um padrão de barra e ranhura grosso, ângulos de retenção agressivos e outros aspectos, para fornecer uma longa retenção de material fibroso na zona de refinação efetiva da placa. Estes aspectos, que podem ser aplicados de modo singular ou coletivo, produzem uma concentração de energia maior na zona de refinação reduzindo a taxa de ciclo de cruzamentos de barra (resultando em poucos eventos de compressão durante uma rotação de placa), e estendendo o tempo de retenção para um material fibroso bruto na zona de refinação. Estes aspectos permitem um espaço de operação maior entre as placas e, assim, fornecer altas taxas de compressão aplicadas em uma esteira de fibra espessa entre as placas tendo um espaço generoso entre elas. Em uma modalidade, a alta intensidade de eventos de compressão pode ser obtida diminuindo o número de eventos de cruzamento de barra e maximizando a quantidade de fibras presente em cada cruzamento.

[0043] Os desenhos de placas refinadoras de rotor descritos aqui obtêm alta retenção de fibras e alta compressão para fornecer altas eficiências de energia, enquanto preservam o comprimento da fibra e aperfeiçoam a vida de desgaste das placas refinadoras. Vários desenhos de placas de estator usados com as placas de rotor descritas aqui podem obter os resultados desejados de relação alta de compressão, eficiência de energia aumentada, retenção de fibras estendidas entre as placas, e longos comprimentos de fibras.

[0044] As figuras 1 e 2 mostram uma vista lateral e uma vista dianteira, respectivamente, de um segmento de placa de rotor 10 tendo uma seção de entrada 12 e uma seção externa 14. Uma série de segmentos de placa está disposta em uma coroa anular em um disco refinador para formar uma placa de refinação circular. A placa de rotor é

montada em um disco rotativo e a placa de estator é montada em um disco estacionário. A placa de rotor se volta para a placa de estator estacionária com um espaço de refinação entre as placas. As placas de rotor e de estator podem ser formadas de segmentos de placa. Os segmentos da placa de estator podem ter aspectos de barra e ranhura similares como o segmento de placa de rotor, ou podem ter outros aspectos de barra e ranhura. A direção rotacional (ver seta 15) para a placa de rotor é anti-horária. Alternativamente, a placa de rotor pode se voltar para uma placa de rotor oposta (rodando em uma direção horária) com um espaço de refinação entre as placas.

[0045] A seção de entrada 12 alimenta o material fibroso que entra na seção de refinação externa 14, com mínima energia friccional e mínimo trabalho do material de alimentação. A entrada pode ter barras que formam um padrão grosso e aberto, tal como mostrado na Patente U.S. 6.402.071, intitulada "Refiner Plates With Injector Inlet" e emitida para Luc Gingras.

[0046] Uma área de deslizamento 16 está entre a entrada 12 e as áreas de refinação externas 14 e pode incluir colunas triangulares. A área de deslizamento é uma área anular que permite que o material de alimentação descarregado da seção de entrada 12 para ser apropriadamente distribuído, por exemplo distribuído uniformemente, antes de entrar na seção de refinação externa 14. As colunas triangulares na área de deslizamento promovem distribuição uniforme de material de alimentação que entra na seção de refinação anular 14.

[0047] A seção de refinação 14 do segmento de placa refinadora é onde a maior parte da energia é aplicada no material de alimentação e a maior parte da ação de refinação ocorre. A seção de refinação 14 pode se estender sobre uma distância radial entre 100 milímetros (mm) e 200 mm, ou 101,6 a 203,2 milímetros (quatro a oito polegadas). A seção externa pode ser compreendida de barras curvadas 20

que têm um ângulo de retenção crescente na medida em que se movem radialmente para fora para a borda externa da placa. O ângulo de retenção pode mudar gradualmente como mostrado na figura 2 ou pode ser aumentado fornecendo uma mudança escalonada no ângulo da barra formando cada barra como uma série de seções de barras retas tendo ângulos diferentes.

[0048] As ranhuras 21 estão entre as barras e são definidas pela parede lateral traseira 30 e a parede lateral dianteira 28 de barras adjacentes 20. A parede lateral dianteira se volta para a direção rotacional (seta 15) da placa de rotor. Na figura 2, a parede lateral dianteira 28 está no lado esquerdo de cada barra. As ranhuras fornecem passagens através das quais o material de alimentação, vapor e outros materiais se movem radialmente no espaço entre as placas.

[0049] A altura das barras, por exemplo, a distância da superfície de substrato 22 da placa para o friso superior das barras 20 pode ser inicialmente afunilada e a transição 24 para uma altura uniforme para a maior parte do comprimento das barras. O afunilamento inicial das barras facilita a alimentação de material para a seção externa 14.

[0050] O ângulo das barras 20 na entrada da seção de refinação 14 pode variar do ângulo de alimentação de 20 graus para um ângulo de retenção de 20 graus. Estes ângulos são os ângulos das barras com relação a uma linha radial. Os ângulos de entrada de alimentação e retenção são ângulos que uma barra 20 forma na entrada para a barra. Um ângulo de alimentação é um ângulo positivo de uma linha radial na mesma direção que a rotação que a placa de rotor, por exemplo anti-horária 15. Um ângulo de retenção é um ângulo positivo a partir de uma linha radial na direção oposta de rotação da placa do rotor. No segmento de placa 10 mostrado na figura 2, o ângulo de entrada é neutro, isto é, aproximadamente zero grau com respeito a uma linha radial.

[0051] Na periferia externa 25 da placa, o ângulo de saída das barras 20 é de preferência um ângulo de retenção entre 45 graus e 80 graus, e mais preferivelmente 50 e 70 graus. Um ângulo de retenção é um ângulo com respeito a uma radial na direção da rotação da placa de rotor 15. O ângulo de retenção da saída para as barras inibe o fluxo de material fibroso entre as placas e desse modo aumenta o tempo de retenção do material na seção de refinação 14.

[0052] O ângulo das barras aumenta gradualmente a partir da entrada para a saída em uma direção angular alinhada com a rotação da placa de rotor. Na modalidade da placa de rotor mostrada na figura 1, o ângulo é neutro (zero) na entrada e aumenta gradualmente ao longo da barra em uma direção para a periferia externa 25 da placa. A taxa de mudança do ângulo de barra pode ser pequena em partes radialmente para dentro da barra e aumentam gradualmente em partes radialmente externas da barra. Os ângulos da barra da borda radialmente interna da seção de refinação 14 para a borda radialmente externa podem aumentar continuamente em um arco curvado, arco exponencial ou arco evolvente, ou descontinuamente tal como em fileiras alternadas de barras curtas. Adicionalmente, as barras podem ser curvadas, uma série de seções retas curtas (onde cada seção tem um ângulo maior que a seção interna anterior) ou outro formato de barra lateral que obtém o aumento desejado no ângulo das barras. Aumentando o ângulo das barras para ângulos de barra muito largos na saída, as barras contribuem para alta retenção do material de alimentação na placa e tempo de retenção aumentado do material de alimentação na seção de refinação 14.

[0053] A retenção de material de alimentação fibroso na seção de refinação 14 é ajudada pelas paredes laterais dianteiras entalhadas 28 das barras. As paredes laterais traseiras 30 das barras podem ser lisas, entalhadas ou ter algum outro padrão de superfície irregular. Op-

cionalmente, a largura das barras pode variar devido ao espaço variável entre a superfície entalhada nas paredes laterais dianteiras 28 e a superfície lisa da parede lateral traseira 30.

[0054] O padrão entalhado aplicado nas paredes laterais dianteiras 28 das barras de saída pode ter padrões de superfície irregulares ao longo do comprimento da parede tal como: padrão de ziguezague, dente de serra, série de saliências semicirculares, sinusóide e de Z oblíquo, e outros aspectos de formato de superfície irregular. A largura da barra pode variar aproximadamente por um quinto a metade, e de preferência por um terço, devido à superfície irregular na parede lateral dianteira. Os aspectos de formato da superfície irregular das paredes laterais dianteiras fornece fricção longitudinal aumentada para o material de alimentação se movendo através das ranhuras, particularmente ao longo da parede lateral dianteira das barras. A fricção causada pela parede lateral dianteira aumenta o período de retenção do material de alimentação fibroso na seção de refinação e promove o movimento do material de alimentação sobre as barras em vez de através das ranhuras.

[0055] As paredes laterais traseiras de superfície lisa permitem a passagem relativamente livre de vapor e outros líquidos através das ranhuras 21 que tendem a ser deslocadas pelo material de alimentação nas ranhuras e, assim, se movem ao longo das paredes laterais traseiras. Em alguns casos, as paredes laterais traseiras podem incluir perfis de superfície formatados para causar turbulência adicional no material de fibra que flui através das ranhuras para assegurar uma quantidade aumentada de turbulência no fluxo, que pode ajudar a empurrar as fibras para as bordas dianteiras no lado oposto das ranhuras. Adicionalmente, as ranhuras podem incluir barragens de superfície, barragens de subsuperfície ou barragens de sistema de gerenciamento de vapor, ver por exemplo, 64 na figura 10 e 74 na figura 12, para

aumentar a turbulência do fluxo através das ranhuras, reter o fluxo de fibras na zona de refinação e reduzir o fluxo de fibras na região inferior das ranhuras. Devido às forças centrífugas do disco de rotor, a fibra ou outros materiais sólidos tende a se mover ao longo das paredes laterais dianteiras das ranhuras. As paredes laterais dianteiras entalhadas tornam o fluxo de material fibroso mais lento através das ranhuras na seção de refinação.

[0056] As figuras 3 e 4 mostram uma vista lateral e uma vista dianteira, respectivamente, de um segmento de placa 34 tendo barras 20 com uma parede lateral dianteira entalhada 36 que aparece de uma vista invertida da barra como uma série de números sete ("7") dispostos extremidade com extremidade. Os cantos formados pelas séries de setes podem ser arredondados para facilitar a fabricação e moldagem dos segmentos de placa. Os aspectos de superfície da parede lateral dianteira 36 podem se estender o comprimento inteiro da superfície de parede da barra, ou podem se estender ao longo apenas de uma parte radialmente externa da barra (como mostrado na figura 2). Em adição, a parede lateral dianteira entalhada pode ser afunilada a partir do friso 26 para a raiz (na superfície de substrato de placa 22) das barras, de modo que o aspecto entalhado é mais proeminente na borda de canto superior da barra onde a maior para da refinação é realizada e se torna menos significante ao longo da profundidade da barra, particularmente profunda na ranhura. As ranhuras fornecem capacidade hidráulica para mover o material de alimentação, vapor e água através da seção de refinação das placas refinadoras.

[0057] Os aspectos entalhados na parede lateral dianteira 28 podem variar em tamanho e formato. De preferência, as protuberâncias externas dos cantos entalhados, por exemplo, pontos em um formato de dente de serra e cantos em uma série de formato de "7", são espaçados um do outro entre 2 mm e 8 mm ao longo do comprimento da

parede lateral da barra. As protuberâncias dos aspectos de superfície da parede lateral entalhada têm uma profundidade de preferência entre 1,0 mm e 2,5 mm, onde a profundidade se estende na largura da barra. A profundidade das protuberâncias pode ser limitada pela largura das barras. Uma barra 20 tipicamente tem uma largura média entre 2,0 mm e 6,5 mm. A largura da barra varia devido aos aspectos de superfície de parede lateral entalhada, particularmente as protuberâncias, na parede lateral dianteira.

[0058] As figuras 5 e 6 mostram uma vista lateral e uma vista dianteira, respectivamente, de um segmento de placa refinadora de rotor 40. A zona externa 42 inclui uma seção radialmente interna 44 tendo uma entrada fina para romper o material de alimentação para produzir polpa de alta qualidade. A seção interna 44 forma a entrada da zona externa 42 das barras. A seção de entrada de cada barra 20 tem um padrão de ranhura fina 46 no friso 26 da barra. A ranhura fina está, em adição às ranhuras 21, entre barras adjacentes.

[0059] A seção interna 44 da zona externa 42 pode ser formada pelas barras tendo um friso afunilado que aumenta gradualmente em altura para uma transição 24 e continua radialmente para fora na zona externa, como mostrado nas figuras 2 e 4. Alternativamente, as barras na seção interna podem incluir uma ranhura fina 46 que efetivamente dobra o número de barras na seção interna 44 quando comparado com as barras radialmente externas da seção interna. Um padrão de barra mais fino na zona interna 22 fornece separação de intensidade inferior do material de alimentação bruto para preservar melhor o comprimento da fibra e as propriedades de resistência do material bruto.

[0060] A placa de rotor 40 tem uma zona de refinação 42 na qual o trabalho de refinação inicial no material de alimentação é obtido com um padrão de barra mais fino na seção interna 44, em contraste com o padrão de barra grossa na parte restante 45 da zona de refinação. Um

uso, tendo um padrão de refinação fino inicial na seção interna, é onde existe uma exigência de alta qualidade de polpa. Na seção de refinação interna 44, o padrão de barra fina resulta em compressões de intensidade menor para o material fibroso que as compressões mais fortes que ocorreriam com o padrão de barra grossa no padrão de seção de refinação interna mostrado na figura 2 e com o padrão de barra grossa da seção de refinação externa 45 da figura 6. As compressões de intensidade menor do padrão de barra fina de seção 44 preservam as propriedades da fibra em uma parte maior que se compressões de alta intensidade são aplicadas sobre a zona de refinação primária inteira 42.

[0061] Um padrão de barra e ranhura exemplar alternativo para a seção interna 44 é mostrado em US 5.893.525 (incorporado completamente por referência) que mostra uma série de barras finas que são estreitas e maiores em número que as barras em uma parte radialmente externa 42. Outros padrões de barra e ranhura com barras finas, estreitas podem também ser apropriados, dependendo do desenho de placa, do material a ser refinado, e do propósito pretendido da placa. Alternativamente, o número de barras na seção de refinação interna 44 pode ser mais grosso e menos denso, tal como mostrado na seção 60 da figura 8, que a densidade de barras na zona de refinação externa 45.

[0062] A zona de transição 47 entre a zona de refinação interna 44 e zona de refinação externa 45 pode incluir barras de corte, um espaço anular estreito entre seções de barra separadas nas zonas 44 e 45, ou barras de conexão entre as zonas 44 e 45. A zona de transição pode incluir ranhuras de passagem permitem o material fluir através de ranhuras rasas 51 na seção de refinação interna 44 para ranhuras mais profundas 21 em ambas as seções de refinação interna e externa 44, 45. As ranhuras de passagem 21 também permitem que o número

de barras seja reduzido, tal como em uma metade, na zona de transição 47. As ranhuras de passagem podem se estender radialmente para fora para uma parede lateral dianteira ou traseira de uma barra adjacente. As ranhuras de passagem 48 se abrem através de uma parede lateral dianteira 28 nas barras radialmente internas da seção entalhada da parede lateral dianteira das barras 20. As ranhuras de passagem 48 podem estar dispostas no segmento de placa em um padrão de Z, tal como mostrado na Patente U.S. 5.383.617, para promover a alimentação de material dentro das ranhuras principais 21 entre as barras. Como uma alternativa, às ranhuras de passagem, uma rampa inclinada descendentemente em uma extremidade de barra radialmente externa pode terminar em barras que não continuam na zona de refinação seguinte.

[0063] No padrão em Z, as ranhuras de passagem 48 são alinhadas ao longo de uma linha que não é tangente à placa refinadora. Esta linha de alinhamento para as ranhuras de passagem 48 desvia pelo menos uma vez no segmento de placa 40. Enquanto as ranhuras de passagem formam um formato em Z, outras disposições das ranhuras de passagem podem ser usadas tal como para alinhar as ranhuras de passagem em uma distância radial comum, ao longo de linhas retas em cada segmento de placa e em um formato de "W".

[0064] A placa refinadora pode incluir uma zona de entrada de material de alimentação 49 que é radialmente para dentro da zona de refinação 42. A zona de entrada 49 pode incluir barras de ruptura retas 53 ou barras de ruptura curvadas como mostrado na figura 2. De preferência, a zona de entrada 49 (figura 6) ou 12 (figura 2) para o material de alimentação na zona de refinação 42, 14 com entrada de energia mínima. Existem numerosas variações conhecidas de padrões de barra para as zonas de entrada 12, 49. É uma questão de escolha de desenho quando a que variação de zona de entrada é mais apropriada

para um desenho de placa particular. A zona de entrada afeta a habilidade do refinador romper o material de alimentação, manipular o vapor e distribuir alimentação. A zona de entrada direciona o material de alimentação fibroso para as zonas de refinação 14, 44 onde a maior parte da refinação do material de alimentação é realizada.

[0065] As figuras 7 e 8 são vistas lateral e dianteira, respectivamente, de um segmento de placa de rotor de refinador 50 tendo uma zona externa estendida 58 com barras de serpentina 54. A alimentação interna 56 das barras 20, alimenta o material fibroso para a seção de refinação externa 58, de modo que o material de alimentação pode ser rompido gradualmente sem que a energia excessiva seja aplicada. A entrada para a seção de alimentação 56 pode ter barras com ângulos de alimentação entre 10 e 45 graus. Estes ângulos de alimentação podem permanecer constantes através da seção de alimentação. Alternativamente, os ângulos das barras podem mudar gradualmente de um ângulo de avanço de alimentação na entrada para um ângulo inverso na borda de saída da seção de alimentação 56. Fornecendo um efeito de alimentação positiva no material de alimentação da seção de alimentação existe menos acúmulo de material fibroso na seção de alimentação 56 e assim menos energia é aplicada nesta seção. A aplicação de energia principal deve ser na zona 58. A seção de alimentação 56 deve ser uma zona de alimentação com algum efeito na redução de tamanho de partícula, mas não uma entrada de energia grande. A seleção dos ângulos e a geometria de barras e ranhuras na seção de alimentação 56 é uma escolha de desenho e pode ser variada para obter boa alimentação de material fibroso para a seção de refinação externa 58 ou outros efeitos de refinação desejados. De preferência, as barras 20 na seção de alimentação 56 continuam para a seção de refinação radialmente para fora 58. Alternativamente, as barras 20 na seção de alimentação 56 podem terminar antes da borda de entra-

da da seção de refinação externa 58. Para fornecer uma transição da seção anular interna 56 para a seção anular externa 58, uma zona de transição anular pode separar as barras da seção de alimentação 56 daquelas da seção de refinação externa 58. A zona de transição entre as seções anulares 56, 58 pode incluir um padrão em Z ou padrão de divisa (W), tal como é mostrado nas figuras 6, 12, 25, e 27.

[0066] As barras da zona interna 60 são mais grossas e menos densas que as barras das seções 56, 58, que tem o dobro da densidade de barras que na zona interna 60. Um padrão de barra grossa pode auxiliar na alimentação de material para as barras na seção radialmente externa. No entanto, uma entrada grossa pode resultar em uma ruptura grossa do material bruto (tal como lascas de madeira) e em corte de fibra, que é desejável para certas aplicações de refinação.

[0067] Estas barras nas seções de refinação externa ou zona 58, 42 e 14 do segmento de placa refinadora pode ter uma variedade de geometrias para fornecer vários aspectos de desempenho desejáveis, tais como a retenção de material de alimentação estendida. Curvar as barras ao longo de seu comprimento em uma direção radial aumenta o ângulo de retenção e desse modo aumenta o tempo de retenção. Aplicar uma superfície entalhada ou de outro modo irregular na parede lateral dianteira das barras, ainda promove o tempo de retenção do material de alimentação, por exemplo fibras, na zona externa, e desse modo aumenta a quantidade de refinação realizada no material de alimentação. A superfície de parede lateral dianteira entalhada nas barras, pode estender o comprimento das barras a zona externa ou pode ser limitada a uma seção radialmente externa, por exemplo, a metade externa da zona externa.

[0068] A zona de entrada 60 do segmento de placa refinadora 50 tem um ângulo de alimentação grande para minimizar o tempo de retenção do material de alimentação na zona de entrada. Em adição, as

entradas de barra alternadas 62 formam grandes espaços de operação na entrada da zona de entrada. A combinação de grandes espaços de operação e retenção curta na zona de entrada, resulta em uma pequena quantidade de energia sendo consumida na zona de entrada e desse modo aumenta a eficiência de energia da placa. A economia de energia da zona de entrada pode ser aplicada para concentrar a energia aplicada na área de refinação nas seções radialmente externas 58 do segmento de placa 50. Enquanto as barras na zona de entrada 60 não precisam ser curvadas, de preferência têm um ângulo de alimentação significativo para minimizar a retenção na entrada. No entanto, outros formatos e ângulos de barra podem ser usados na zona de entrada 60 dependendo do material de alimentação e a necessidade de romper o material de alimentação na zona de entrada.

[0069] A zona de entrada 60 do segmento de placa de rotor 50 tem um espaço de operação menor quando comparado com as zonas de entrada nos outros segmentos de placa de rotor 10, 34 e 40, descritos aqui. O espaço de operação é a distância radial ocupada pela entrada. Um espaço indica que a zona de refinação (zona externa 58) começa em um raio relativamente pequeno do segmento de placa. Um espaço estreito pode obter a pré-separação de material e encurtamento de fibras.

[0070] As superfícies de parede lateral dianteira entalhada 28 das barras 20 são aplicadas somente nas poucas polegadas externas do segmento de placa na seção de refinação 58. Em adição, esta seção externa 58 tem as barras 20 com ângulos de retenção substanciais, tal como maiores que um ângulo médio de 20 graus. As superfícies de barra entalhadas e ângulos de retenção nas poucas polegadas externas da zona de refinação concentram a formação de almofada de fibra e entrada de energia na seção externa 58 do segmento de placa 50.

[0071] A maior parte da energia de refinação aplicada pela placa

de rotor 50 será aplicada na seção de refinação 58. O ângulo de retenção grande das barras na seção 58 e as superfícies de parede lateral dianteira entalhada das barras retêm o material fibroso na seção 58. O tempo de retenção aumentado permite que uma parte maior da energia de refinação seja aplicada na seção 58. Em contraste com a seção 58, os ângulos de alimentação fortes das barras e as superfícies de parede lateral lisa em seção 56 resultam em uma quantidade reduzida de transferência de energia nesta seção da placa 50. Consequentemente, uma parte grande do trabalho de refinação feito pela placa 50 é concentrada na seção de refinação 58, embora esta seção tenha o mesmo número de barras que a seção 56.

[0072] As figuras 9 e 10 mostram uma vista lateral e numa vista dianteira, respectivamente, de um segmento de placa refinadora 60 tendo canais de evacuação de vapor 62. Estes canais tendem a ser pelo menos tão amplos quanto a largura combinada de uma ranhura e barra. Os canais estão entre e paralelos a duas barras e podem estender o comprimento da parte das barras tendo uma parede lateral dianteira irregular. Os canais de evacuação de vapor permitem que o vapor ventile através dos canais largos 62 e radialmente para fora da periferia externa 25 da placa. Os canais podem incluir barragens 64, por exemplo, barragens divididas em que uma região dianteira da barragem é menor que uma parte traseira da barragem para permitir capturar as fibras no canal mas permitir o vapor passar através do canal. Exemplos de barragens divididas são mostrados na Patente U.S. 6.607.153

[0073] As ranhuras 21 separando as barras 20 podem ter uma combinação de barragens de superfície, barragens de subsuperfície, ou mesmo nenhuma barragem de todo, dependendo da combinação de desenho de placa total e condições operacionais para a placa refinadora.

[0074] As figuras 11 e 12 mostram uma vista lateral e vista dianteira, respectivamente, de um segmento de placa refinadora 70 tendo canais de evacuação de vapor 72. Os canais de evacuação de vapor permitem que o vapor ventile através dos canais largos 72 e radialmente para fora da periferia externa 25 da placa. Os canais podem incluir barragens 74, por exemplo, barragens divididas. Os canais 72 e as ranhuras 21 separando as barras 20 podem ter uma combinação de barragens de superfície, barragens de subsuperfície, ou mesmo nenhuma barragem de todo, dependendo da combinação de desenho de placa total e condições operacionais para a placa refinadora.

[0075] A zona de refinação externa 76 inclui os canais de vapor 72, ângulos de retenção agressivos, por exemplo, 45 graus, nas barras, e superfícies serrilhadas nas paredes laterais dianteiras 28 das barras. Dispor as superfícies serrilhadas e ângulos de retenção agressivos para as partes de refinação externas do segmento de placa de rotor 70 aumenta o tempo de retenção do material de alimentação na zona(s) de refinação das placas e concentra a energia aplicada pelas placas no processo de refinação que ocorre nas regiões externas da zona de refinação.

[0076] A zona de refinação interna 78 tem um padrão de refinamento fino, similar ao padrão mostrado na zona 44 para o segmento de placa de rotor 40. Os vários padrões e aspectos de refinação e de entrada mostrados nos segmentos de placa descritos aqui, pode ser rearranjados e combinados para formar desenhos de placa de rotor adicionais que incorporam a substância dos padrões e aspectos de placa descritos aqui, mas diferem em alguns aspectos dos segmentos de placa 70, 60, 50, 40, 34 e 10. Em outras palavras, os segmentos de placa descritos aqui são exemplares e fornecem a uma pessoa versada na técnica de desenhar segmentos de placa refinadora, com informação suficiente para desenhar segmentos de placa que incorporam

os aspectos descritos aqui, tal como barras de refinação com paredes laterais dianteiras serrilhadas e ângulos de retenção agressivos, por exemplo, maior que 45 graus, nas seções radiais externas da zona(s) de refinação.

[0077] Aumentando o tempo de retenção na zona de refinação e concentrando energia para refinar, as placas de rotor descritas aqui, por exemplo, 70, 60, 50, 40, 34 e 10, fornecem refinação de alta eficiência de energia sem necessariamente ter que reduzir o espaço de refinação entre as placas, por exemplo, placas de rotor e estator, na mesma extensão, por exemplo, 0,5 milímetros (mm) a 0,7 mm, convencional usado em placas de alta eficiência de energia. Usando os segmentos de placa de rotor descritos aqui, o espaço de refinação, por exemplo, pode estar entre 0,7 mm e 1,0 mm, que é similar ao espaço de refinação, usado com placas convencionais, ou pode ser aumentado para 1,2 mm a 2,0 mm. Aumentar o espaço de refinação tende a aumentar a vida operacional das placas refinadoras e de estator e reduzir as ocorrências de ruptura dos padrões de refinação nas placas.

[0078] As figuras 13 a 16 são uma vista invertida do friso 26 e particularmente o perfil da superfície irregular em uma parede lateral dianteira de uma barra na zona de refinação externa de um segmento de placa refinadora. O friso superior 26 de cada barra 20 inclui um perfil do canto superior da parede lateral dianteira 28 e a parede lateral traseira 30. A parede lateral dianteira tem uma superfície irregular, por exemplo, aspectos serrilhado, que pode ser mais pronunciado no canto superior da parede lateral. Os aspectos da superfície irregular das paredes laterais dianteiras 28 podem ser confinados nas partes radiais externas da barra, mas podem se estender o comprimento inteiro da zona de refinação mais externa ou a zona de refinação inteira.

[0079] Os aspectos de superfície irregular podem ter uma variedade de formatos, incluindo uma série de "7" mostrados na figura 13, o

aspecto de dente de serra mostrado na figura 14, a série de ranhuras côncavas na parede lateral dianteira como mostrado na figura 15, uma série de dentes, por exemplo, dentes retangulares, como mostrados na figura 16 e qualquer formato tal que aumentará a fricção no fluxo de fibra ao longo da borda dianteira das barras. O formato dos aspectos irregulares é pretendido para aumentar a fricção aplicada nas fibras se movendo ao longo da parede lateral dianteira. O formato da parede lateral irregular pode depender do material de alimentação, e as, e considerações de composição, moldagem e fabricação de segmento de placa.

[0080] A figura 17 mostra em seção transversal, uma barra 20 tendo uma parede lateral traseira irregular 300, por exemplo, uma série de "7" e uma superfície irregular, por exemplo, uma série de "7", na parede lateral dianteira 28. A superfície irregular 300 da parede lateral traseira é opcional e pode ter um formato de superfície de qualquer uma das superfícies irregulares mostradas aqui para a parede lateral dianteira. Uma superfície irregular na parede lateral traseira pode ajudar a empurrar as fibras se movendo ao longo da parede traseira para a parede lateral dianteira.

[0081] A figura 18 mostra em vista dianteira, o mesmo aspecto de superfície irregular na parede lateral dianteira da barra que o mostrado na figura 18. O aspecto de superfície irregular pode ser mais pronunciado na parede lateral de barra perto do friso de barra 26 onde ocorre a maior parte da refinação. O aspecto da superfície irregular pode se tornar progressivamente menos pronunciado na parede lateral de barra na direção do substrato da placa 22. As protuberâncias 76 da superfície irregular tendem a retardar o movimento de material de alimentação através das ranhuras e desse modo aumentam o tempo de retenção de material de alimentação na zona(s) de refinação das placas. As protuberâncias 76 podem ser afuniladas do friso 26 para o substrato

22. Perto do substrato 22 da placa, as protuberâncias podem se curvar em uma superfície inferior lisa 78 da parede lateral dianteira 28.

[0082] A figura 19 é uma diagrama esquemático de uma vista aumentada de uma barra 110 em uma placa de rotor com uma ranhura 114 entre barras adjacentes 110. A parte superior, por exemplo, um terço superior de cada barra 110 inclui uma fileira de dentes 116 tendo uma face lateral 118 inclinada para empurrar fibras se movendo sobre as barras na ranhura seguinte 114. A face lateral 118 de cada dente tem uma borda dianteira 120 que é alinhada com a parede lateral 122 da barra. Uma borda traseira 124 da face lateral 118 pode ser rebaixada na barra, por exemplo, por um teço da largura da barra. Uma superfície traseira 126 de cada dente pode ser substancialmente perpendicular à placa. Uma superfície dianteira inclinada 128 pode encontrar a superfície traseira do dente seguinte e auxiliar em empurrar as fibras para dentro do espaço entre a placa de estator e rotor.

[0083] As figuras 20 e 21 são vistas laterais e vistas dianteiras, respectivamente, de outro segmento de placa de rotor exemplar 130 tendo uma zona de refinação fina interna 132, uma zona de refinação média 134 e uma zona de refinação externa 136. A zona de refinação fina inclui barras 138 separadas por ranhuras profundas 140. Cada barra tem uma ranhura rasa 142 que efetivamente divide cada barra em um par de barras e desse modo dobrando o número de barras na zona de refinação fina. Os canais de passagem 144 na borda externa da zona de refinação fina direcionam a fibra e a solução nas ranhuras rasas 142 para fora através da borda traseira da barra e dentro de uma ranhura na entrada para a zona de refinação média 134. As paredes laterais dianteiras 146 têm uma superfície irregular, tal como uma série de meio cilindros que são mais pronunciados na borda superior das barras. As barras terminam na borda externa da zona média. As barras 148 da zona de refinação externa 136 são substancialmente as

mesmas em número que as barras na zona média 134. A superfície de parede lateral dianteira das barras 148 tem um formato de uma série de "7" dispostos extremidade com extremidade. As superfícies irregulares das paredes laterais das barras nas zonas de refinação média e externa aumentam a fricção aplicada nas fibras que fluem nas ranhuras e desse modo aumenta o tempo de retenção das fibras naquelas zonas.

[0084] Adicionalmente, as barras nas zonas interna, média e externa 132, 134 e 136 são relativamente retas no segmento de placa de rotor 130. O ângulo das barras aumenta de zona para zona. Por exemplo, o ângulo das barras na zona interna é relativamente raso, por exemplo, ângulo de retenção de zero grau a 10 graus. O ângulo das barras na zona média é mais agressivo, tal como 20 graus a 40 graus, e o ângulo das barras na zona externa é mais agressivo, tal como maior que 45 graus e pode ser 60 graus ou 70 graus.

[0085] As figuras 22 e 23 são vistas laterais e vistas dianteiras, respectivamente, de um segmento de placa de estator exemplar 80. Os padrões de barra e ranhuras de refinação, descritos aqui, são mais aplicáveis a placas de rotor, mas podem ser aplicados a placas de estator. A placa de estator 80 pode ter uma zona externa 82 com barras 84 que são curvadas, por exemplo, exponencialmente ou em um arco evolvente, para aumentar o tempo de retenção de material de alimentação nas zonas externas de refinação das placas de rotor e estator. As paredes laterais dianteira e traseira das barras de estator 84 podem ter superfícies de parede lisa. As paredes laterais entalhadas podem não ser necessárias nas barras da placa de estator, porque as forças centrífugas atuando no material de alimentação nas ranhuras 86 na placa de estator são reduzidas quando comparadas com aquelas forças no material na placa de rotor. Adicionalmente, as barras do segmento de placa de estator podem ter vários padrões de alimentação e

ângulos de retenção e formatos de barra dependendo na aplicação do refinador e o padrão de placa de rotor selecionado.

[0086] Os segmentos de placa de estator são dispostos em uma série anular em um disco estacionário de uma máquina de refinação. Similarmente, os segmentos de placa de rotor são dispostos em uma série anular em um disco rotativo da máquina de refinação. As séries de segmentos de placa de estator e segmentos de placa de rotor são opostas uma em relação a outra e separadas por um espaço estreito através do qual o material fibroso passa durante o processo de refinação. O material fibroso pode ser alimentado no espaço passando através de uma entrada central no disco estator e a série de segmentos de placa de estator.

[0087] As figuras 24 e 25 são vistas laterais e vistas dianteiras, respectivamente, de um segundo segmento de placa de estator exemplar 90. O segmento de placa de estator 90 pode ser usado em conjunto com as placas de rotor 40 e 70. As barras 92 em uma zona de refinamento interno 93 são divididas em um padrão de refinação fina que é complementar aos padrões de barra de refinação fina 44, 78 mostrados nas placas de rotor 40 e 70. As barras de estator são substancialmente retas. As ranhuras, entre a seção grossa 96 de barras, incluem uma série de barragens 94 para aumentar o tempo de retenção do material de alimentação na zona de refinação.

[0088] As figuras 26 e 27 são vistas laterais e vistas dianteiras, respectivamente, de um terceiro segmento de placa de estator exemplar 100. O segmento de placa de estator 100 pode ser usado em conjunto com as placas de rotor 40 e 70. As barras 102 em uma zona de refinação interna 104 são divididas para formar um padrão de refinação fina que é complementar aos padrões de barra de refinação fina 44, 78 mostrados nas placas de rotor 40 e 70. As barras de estator 102 são curvadas para fornecer um grande ângulo de retenção nas

regiões radialmente externas do segmento de placa de estator. As ranhuras entre as barras 102 em uma seção 108 de barras grossas incluem uma série de barragens 106 para aumentar o tempo de retenção do material de alimentação na zona de refinação. O desenho de placas de estator e rotor pode operar em modo de retenção ou alimentação, dependendo do espaço de operação exigido, resulta em retenção e refinação de fibras. A placa de estator 100, devido a seu ângulo de alimentação (ou retenção) grande pode causar grande influência na operação com as placas de rotor mostradas aqui com aspectos, tais como ângulos de retenção agressivos e paredes laterais dianteiras entalhadas. Consequentemente, a placa de estator pode complementar o tempo de retenção mais longo desejado nas zonas de refinação nas seções externas das placas, que é obtido com as placas de rotor descritas aqui.

[0089] Enquanto a invenção foi descrita em conexão com o que é presentemente considerado ser a modalidade mais prática e preferida, deve ser entendido que a invenção não deve ser limitada à modalidade descrita, mas ao contrário, pretende cobrir várias modificações e disposições equivalentes incluídas dentro do espírito e escopo das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Placa refinadora (10,34,40,50,60,70,80,90,100,130) para um refinador mecânico de material lignocelulósico compreendendo:

uma superfície de refinação em um substrato (22), em que a superfície de refinação é adaptada para se voltar para uma superfície de refinação de uma placa refinadora oposta (10,34,40,50,60,70,80,90,100,130), e

a superfície de refinação incluindo barras (20,148) e ranhuras (21,46,48,51,86,114,140,142) entre as barras, **caracterizado pelo fato de que** as barras (20,48) têm pelo menos uma seção radialmente externa (14,58) e as barras (20,48) incluem uma parede lateral dianteira (28,36,146) tendo uma superfície irregular (300) na seção externa (14,58), em que a superfície de parede irregular (300) se estende um comprimento da barra na seção radialmente externa (14,58), e uma largura da barra na seção radialmente externa varia devido à superfície de parede irregular (300).

2. Placa refinadora, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a superfície irregular (300) é um padrão que é pelo menos um de um padrão de ziguezague, dente de serra, série de saliências, sinusóide e de Z oblíquo.

3. Placa refinadora, de acordo com as reivindicações 1 ou 2, **caracterizado pelo fato de que** as barras (20,148) incluem uma seção radialmente interna (44) em que as paredes laterais dianteiras (28,36,146) têm uma superfície lisa.

4. Placa refinadora, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado pelo fato de que** a superfície irregular (300) varia uma largura da barra (20,148) por pelo menos um quinto da largura da barra (20,148) ao longo da parte da barra (20,148) que tem a parede lateral dianteira (28,36,146) com a superfície irregular (300).

5. Placa refinadora, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado pelo fato de que** a superfície de refinação inclui uma superfície de refinação anular interna tendo uma densidade maior de barras (20,148) que uma densidade de barras (20,148) na seção externa (14,58) da superfície de refinação.

6. Placa refinadora, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado pelo fato de que** as barras de refinação (20,148) têm um formato longitudinal curvado.

7. Placa refinadora, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado pelo fato de que** o ângulo de retenção é pelo menos 45 graus.

8. Placa refinadora, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado pelo fato de que** o ângulo de retenção é pelo menos 60 graus.

9. Placa refinadora, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado pelo fato de que** o ângulo de retenção é pelo menos 70 graus.

10. Placa refinadora de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado pelo fato de que** as barras (20,48) têm um formato longitudinal curvado que inverte em uma direção de curvatura com relação a um radial da placa (10,34,40,50,60,70,80,90,100,130) se estendendo através da barra (20,148).

11. Placa refinadora de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, **caracterizado pelo fato de que** a superfície irregular (300) é mais pronunciada e uma borda dianteira superior (120) da parede lateral dianteira (28,36,146) e é menos pronunciada próxima a um substrato (22) da placa (10,34,40,50,60,70,80,90,100,130).

12. Placa refinadora de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, **caracterizado pelo fato de que** as barras

(20,148) compreendem uma zona anular interna (60) de barras retas (20,148) tendo um ângulo de retenção de não mais que 15 graus, uma zona anular externa (58,82) de barras retas (20,148) tendo um ângulo de retenção de pelo menos 45 graus, e uma zona anular média (134) tendo barras retas (20,148) e um ângulo de retenção entre 15 graus e 45 graus, em que a zona anular média (134) está entre as zonas anulares interna (60) e externa (58,148).

13. Placa refinadora de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, **caracterizado pelo fato de que** a placa (10,34,40,50,60,70, 80,90,100,130) é uma placa de rotor (10,40,50,60,70, 130) e está disposta no refinador oposto a uma placa de estator (80,90,100) ou outra placa de rotor (10,40,50,60,70,130).

14. Método desenvolvido para refinar mecanicamente material lignocelulósico em um refinador tendo placas refinadoras opostas (10,34,40,50,60,70,80,90,100,130) conforme definida na reivindicação 1, compreendendo as etapas de:

introduzir o material em uma entrada em uma das placas refinadoras opostas (10,34,40,50,60,70,80,90,100,130) ou série de segmentos de placa (10,34,40,50,60,70,80,90,100,130);

rodar pelo menos uma das placas com relação à outra placa, em que o material se move radialmente para fora através de um espaço entre as placas devido às forças centrífugas criadas pela rotação;

descarregar o material do espaço em uma periferia (25) das placas refinadoras;

caracterizado pelo fato de que

na medida em que o material se move através do espaço, passar o material sobre barras (20,148) em uma seção de refinação (14) de uma primeira das placas e através das ranhuras (21,46,48,51,86,114,140,142) entre as barras (20,148), em que as bar-

ras (20,148) têm pelo menos uma seção radialmente externa (14,58) com um ângulo de retenção de pelo menos trinta graus e as barras (20,148) incluem uma parede lateral dianteira (28,36,146) tendo uma superfície irregular (300) ao longo de um comprimento das barras nas seções externas (14,58), em que uma largura da barra varia ao longo do comprimento tendo a superfície irregular;

inibir o movimento do material fibroso através de uma ranhura (21,46,48,51,86,114,140,142) pela interação do material fibroso e da superfície irregular (300) na parede lateral dianteira (28,36,146) da barra (20,148) adjacente à ranhura (21,46,48,51,86,114,140,142).

15. Método, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado pelo fato de que** as placas refinadoras opostas incluem uma série de segmentos de placa de estator (80,90,100) e uma série de segmentos de placa de rotor (910,40,50,60,70,130), e a introdução do material é através da série de segmentos de placa de estator (80,90,100).

16. Método, de acordo com a reivindicação 14 ou 15, **caracterizado pelo fato de que** as barras (20,148) possuem uma parede lateral traseira (30) com uma superfície lisa na seção radialmente externa (14,58) e em que vapor e água tendem a fluir nas ranhuras (21,46,48,51,86,114,140,142) ao longo das superfícies lisas das paredes laterais traseiras (30) das barras (20,148) enquanto o material de alimentação fibroso tende a fluir nas ranhuras (21,46,48,51,86,114,140,142) ao longo das superfícies irregulares (300) das paredes laterais dianteiras (28,36,146) das barras (20,148).

17. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 16, **caracterizado pelo fato de que** a superfície de refinação inclui uma superfície de refinação anular interna tendo uma densidade maior de barras (20,148) que a densidade de barras (20,148) na seção externa (14,58) da superfície de refinação e o método inclui

passar o material fibroso sobre as barras (20,148).

18. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 17, **caracterizado pelo fato de que** as barras (20,148) se curvam ao longo de seu comprimento tal que as barras (20,148) têm um ângulo de entrada de menos que 15 graus e o ângulo de entrada é oposto ao ângulo de retenção com relação a uma radial da placa (10,34,40,50,60,70,80,90,100,130) se estendendo através da barra (20,148), e o método inclui usar os ângulos nas barras (20,148) para aumentar a retenção do material de alimentação na seção de refinação (14).

19. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 18, **caracterizado pelo fato de que** o ângulo de retenção é pelo menos 45 graus na periferia externa (25) das barras (20,148), e o método inclui usar o ângulo de retenção para aumentar a retenção do material de alimentação na seção de refinação (14).

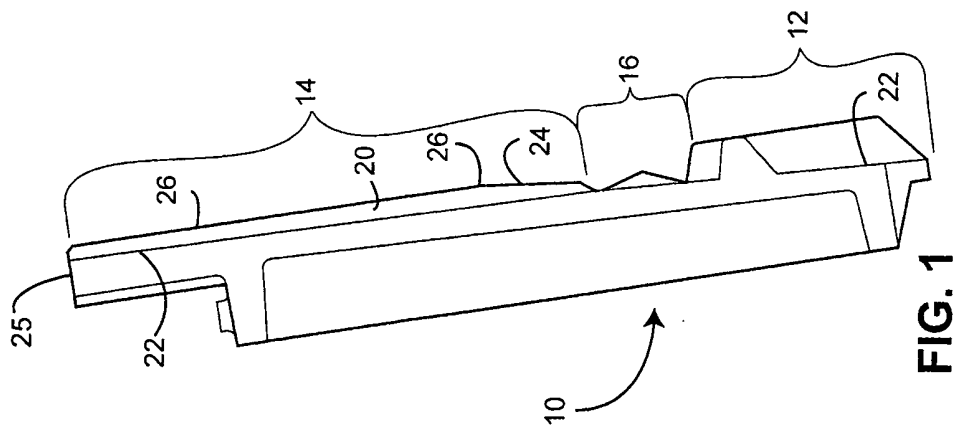
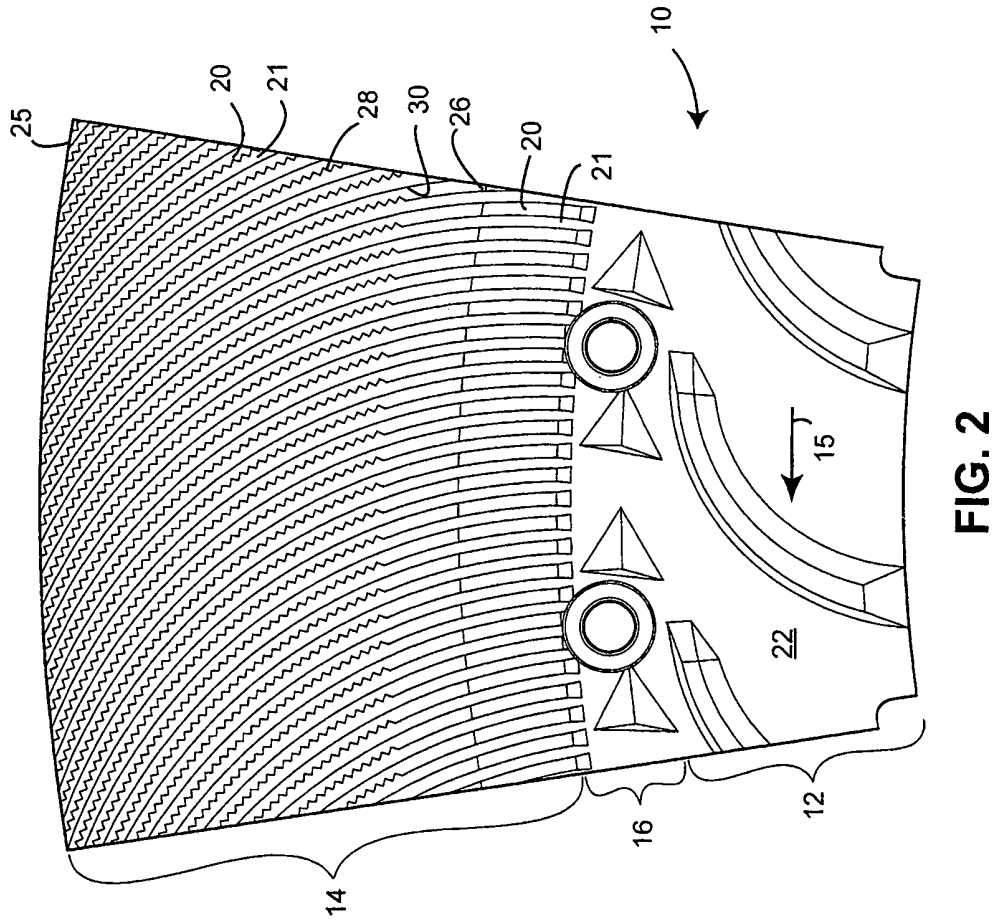
20. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 19, **caracterizado pelo fato de que** o ângulo de retenção é pelo menos 60 graus na periferia externa (25) das barras (20,148), e o método inclui usar o ângulo de retenção para aumentar a retenção do material de alimentação na seção de refinação (14).

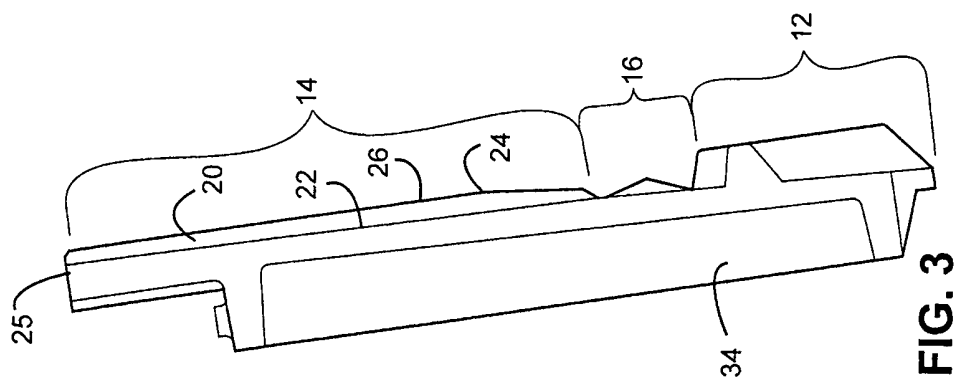
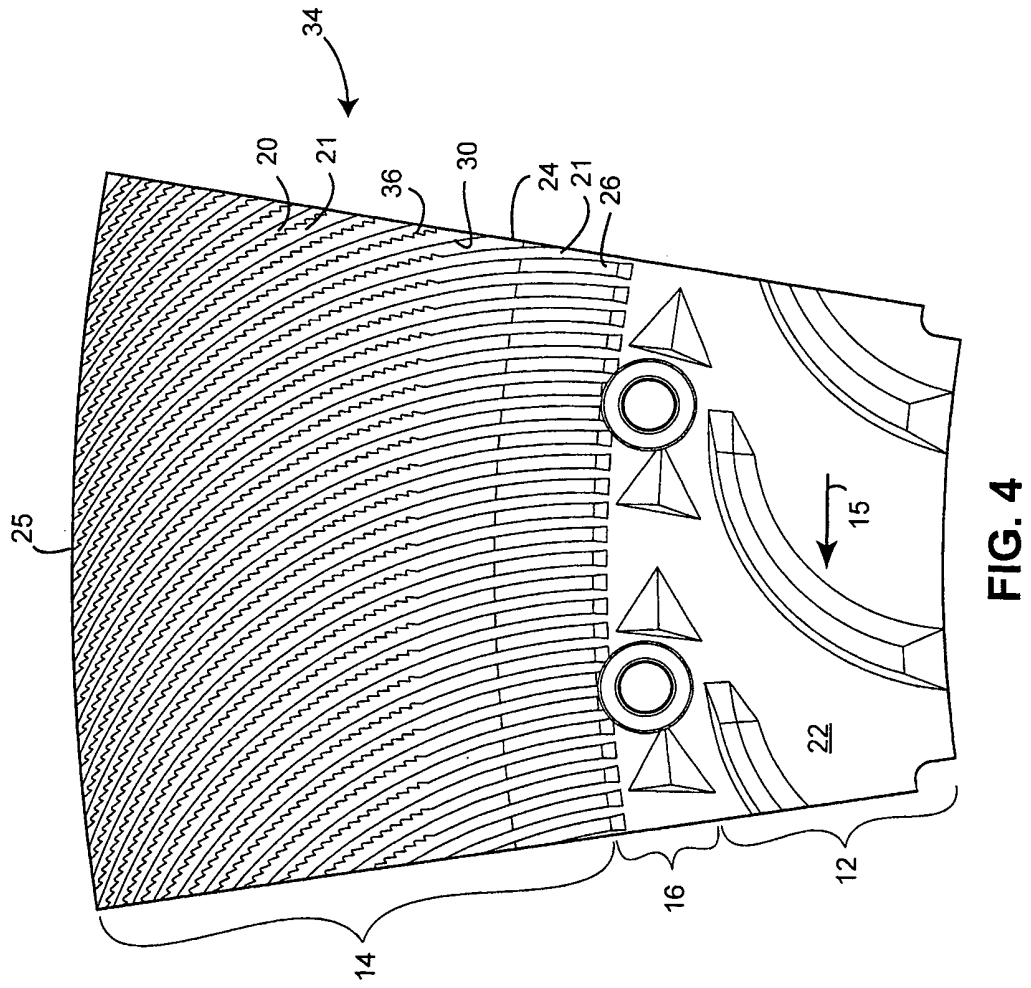
21. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 20, **caracterizado pelo fato de que** o ângulo de retenção é pelo menos 70 graus na periferia externa (25) das barras (20,148), e o método inclui usar o ângulo de retenção para aumentar a retenção do material de alimentação na seção de refinação (14).

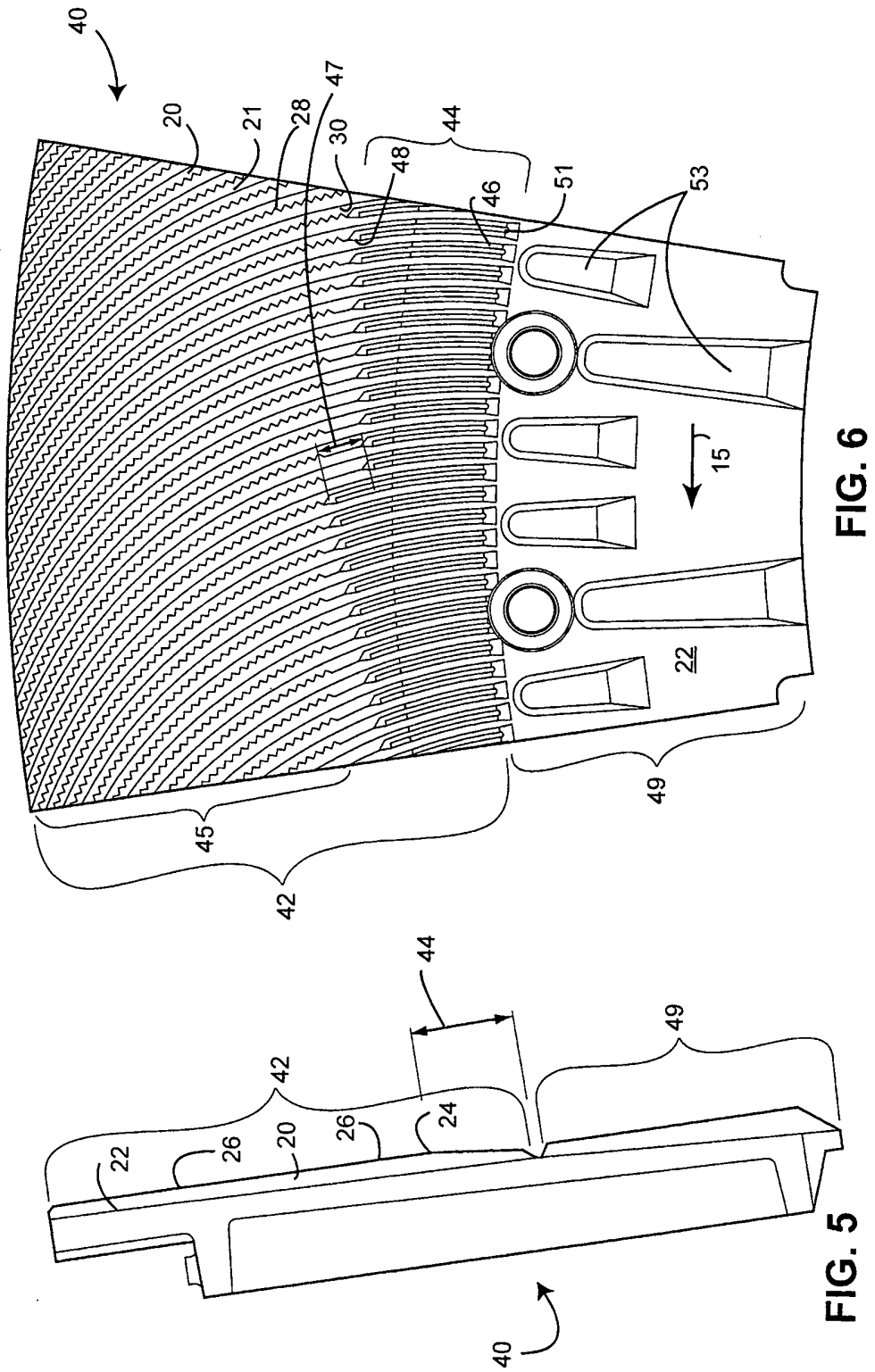
22. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 21, **caracterizado pelo fato de que** as barras (20,148) têm uma parte radialmente interna tendo um formato longitudinal curvado em uma direção oposta ao formato longitudinal curvado das barras (20,148) na seção externa (14,58), e a parte radialmente interna cur-

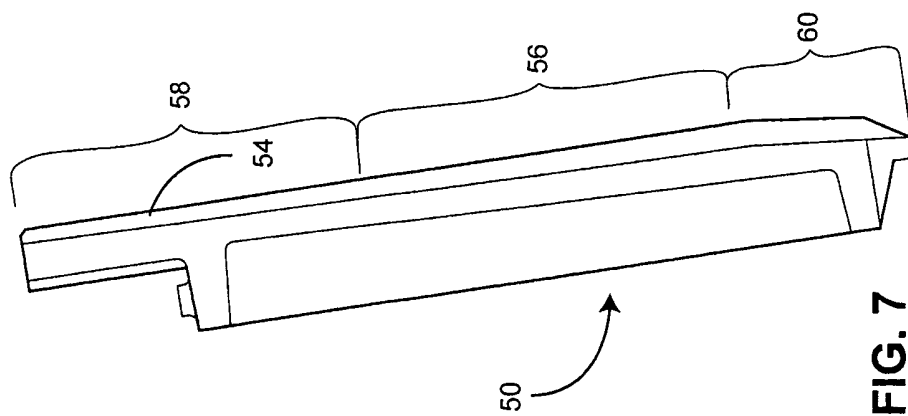
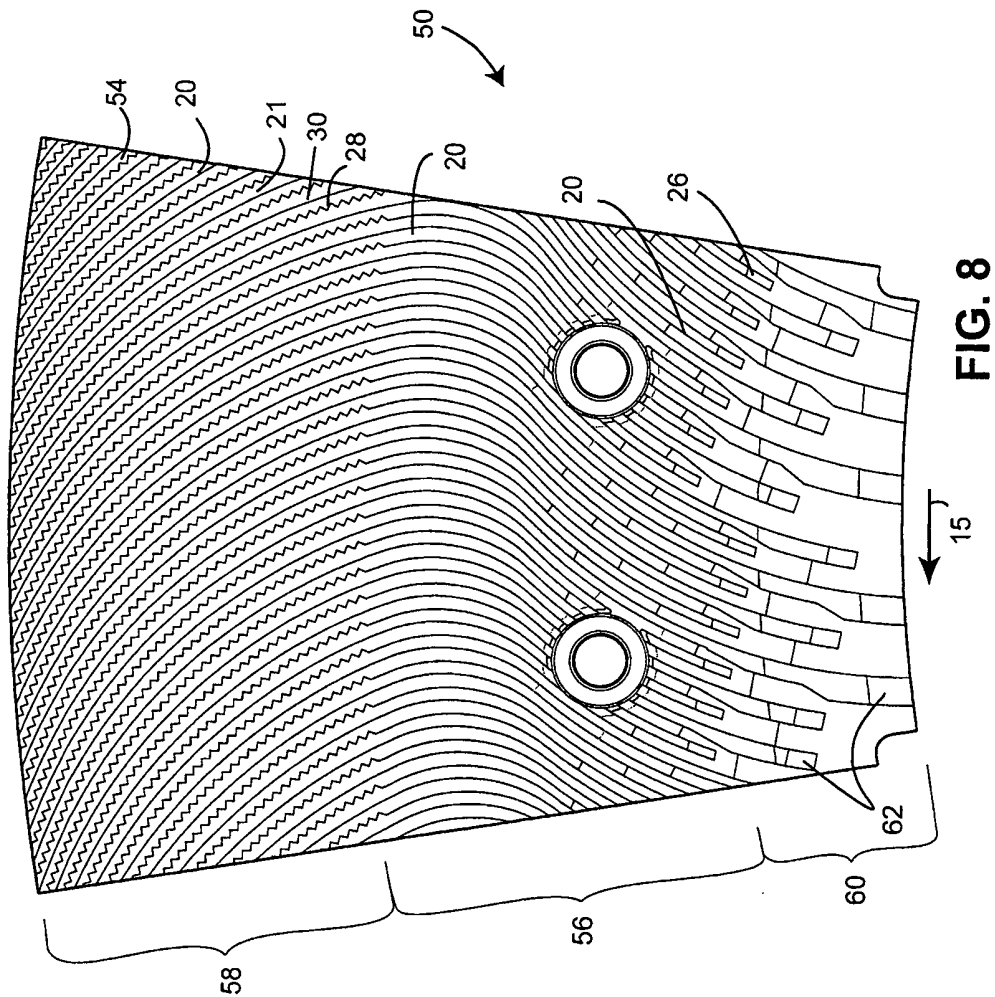
vada das barras (20,148) aumenta a retenção de material de alimentação na seção de refinação (14).

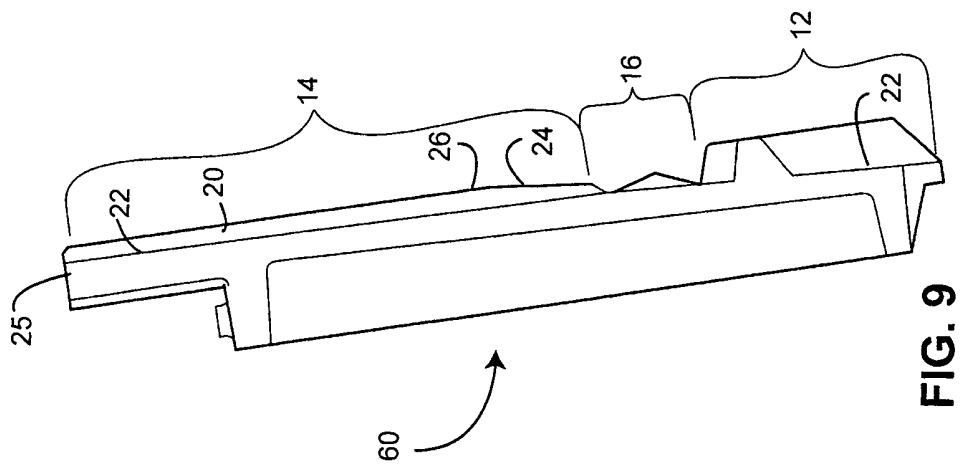
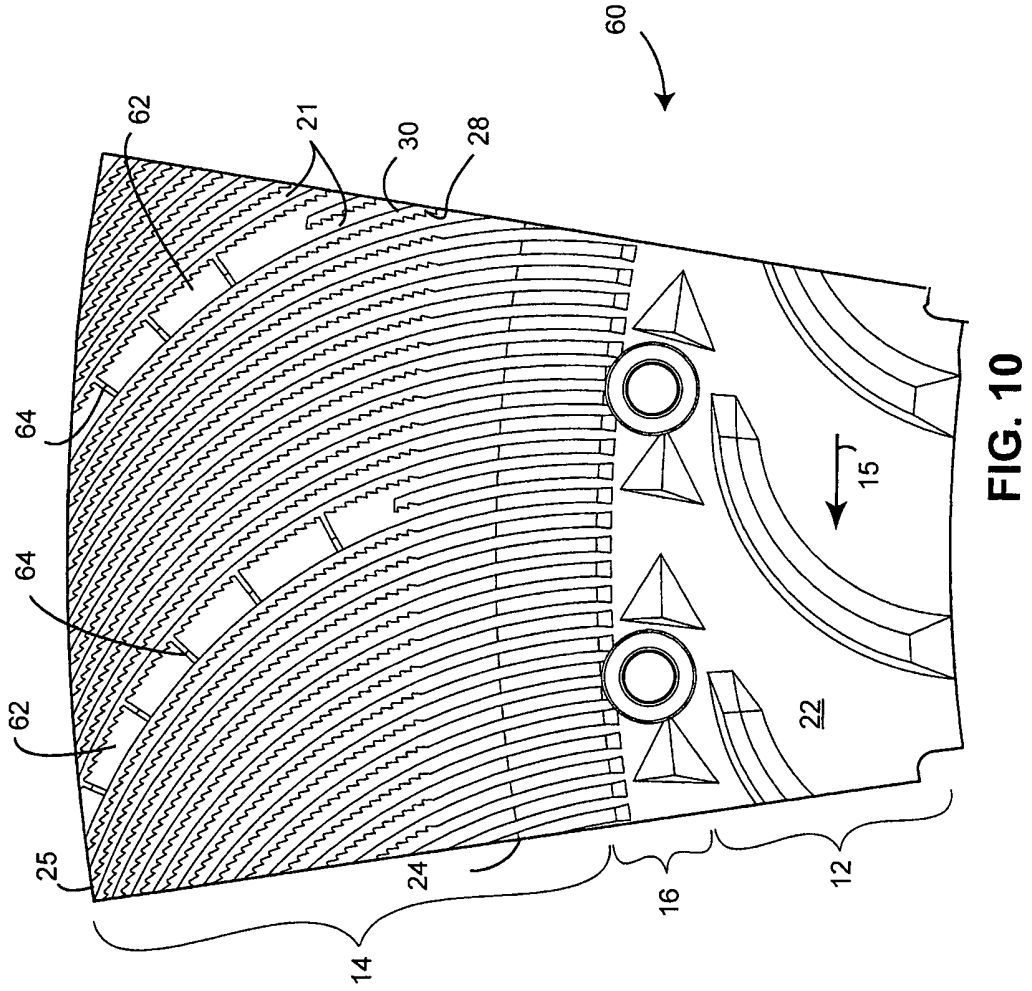
23. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 22, **caracterizado pelo fato de que** as barras (20,148) compreendem uma zona anular interna de barras retas (20,148) tendo um ângulo de retenção de não mais que 15 graus, uma zona anular externa de barras retas (20,148) tendo um ângulo de retenção de pelo menos 45 graus, e uma zona anular média (134) tendo barras retas (20,148) e um ângulo de retenção entre 15 graus e 45 graus, e o método ainda compreende avançar o material de alimentação radialmente para fora através da zona anular interna (60), a zona anular média (134) e a zona anular externa (58,148).











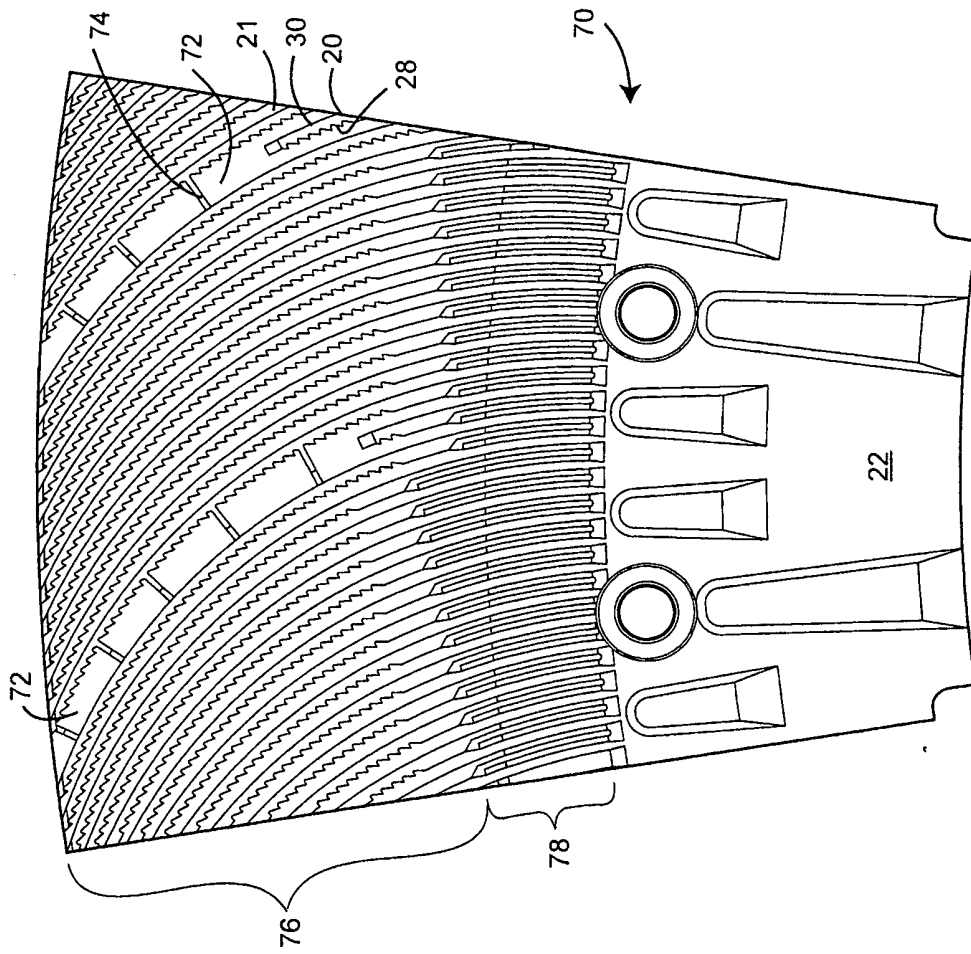


FIG. 12

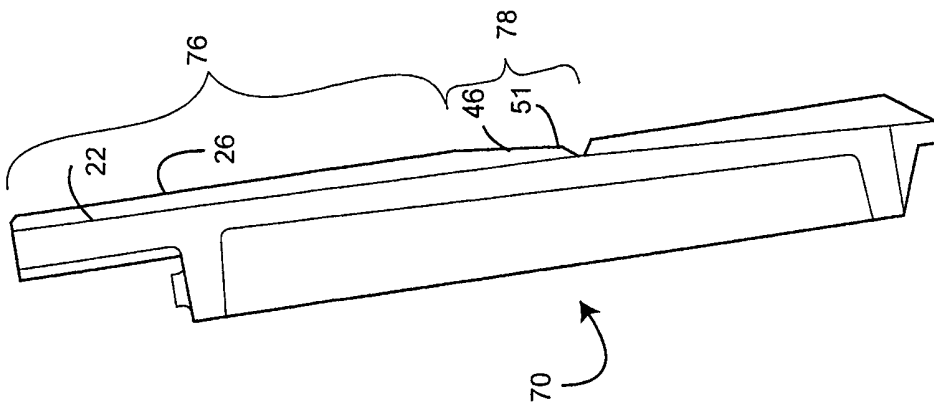


FIG. 11

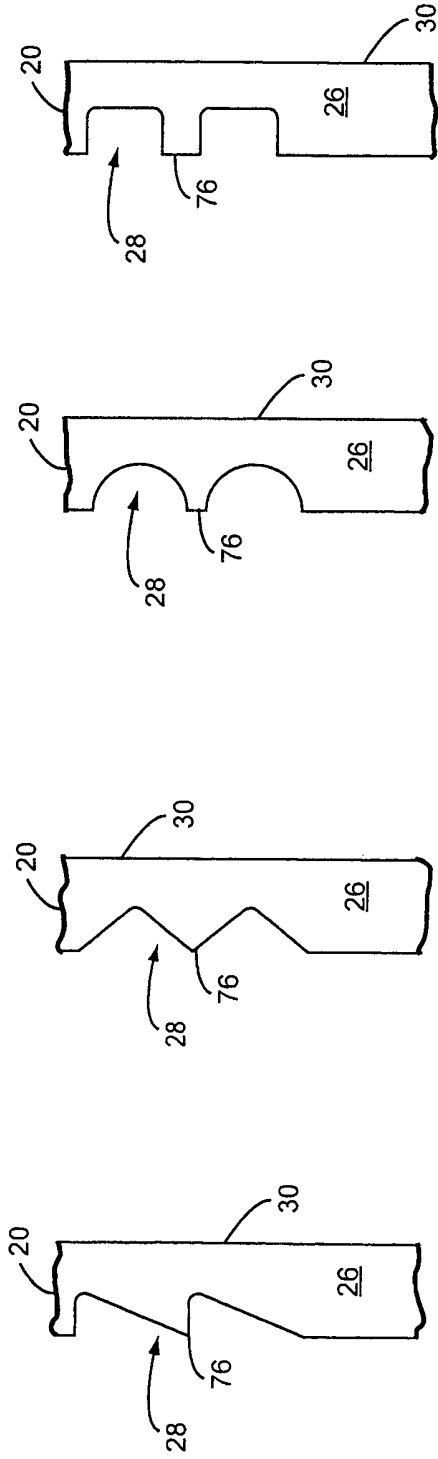


FIG. 16

FIG. 15

FIG. 14

FIG. 13

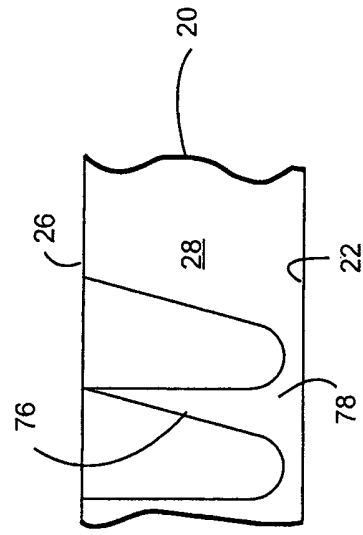


FIG. 18

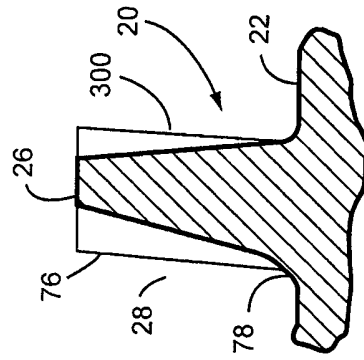


FIG. 17

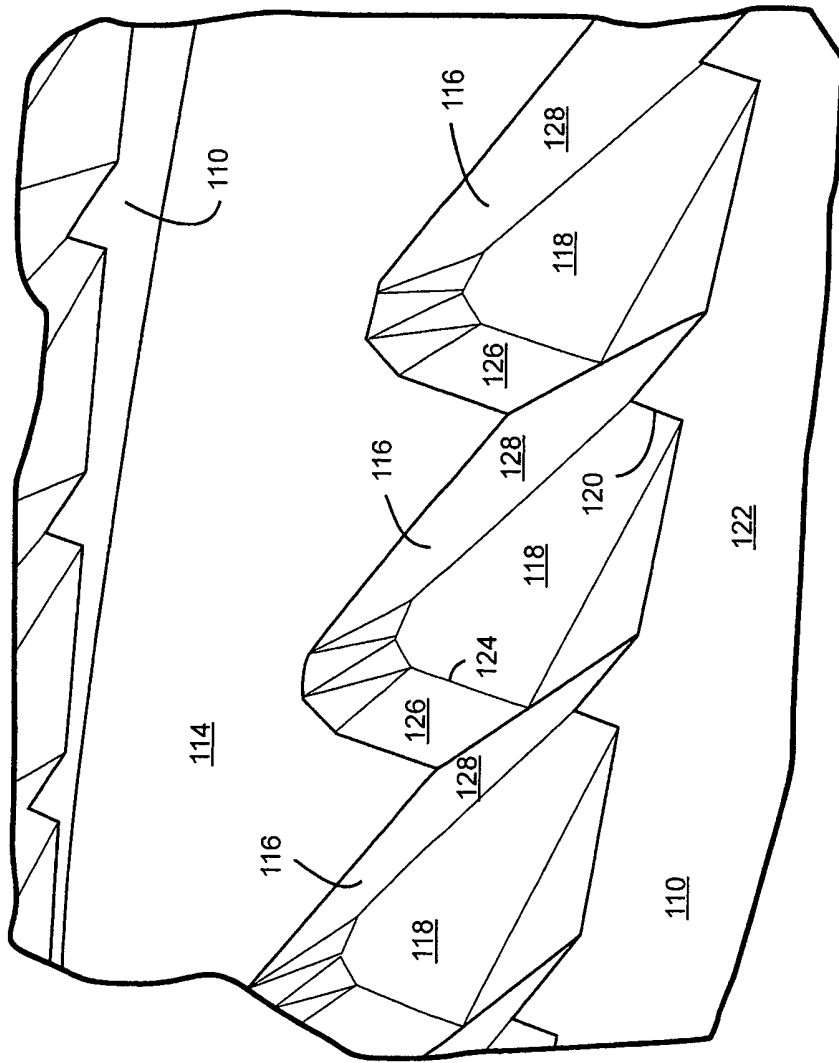


FIG. 19

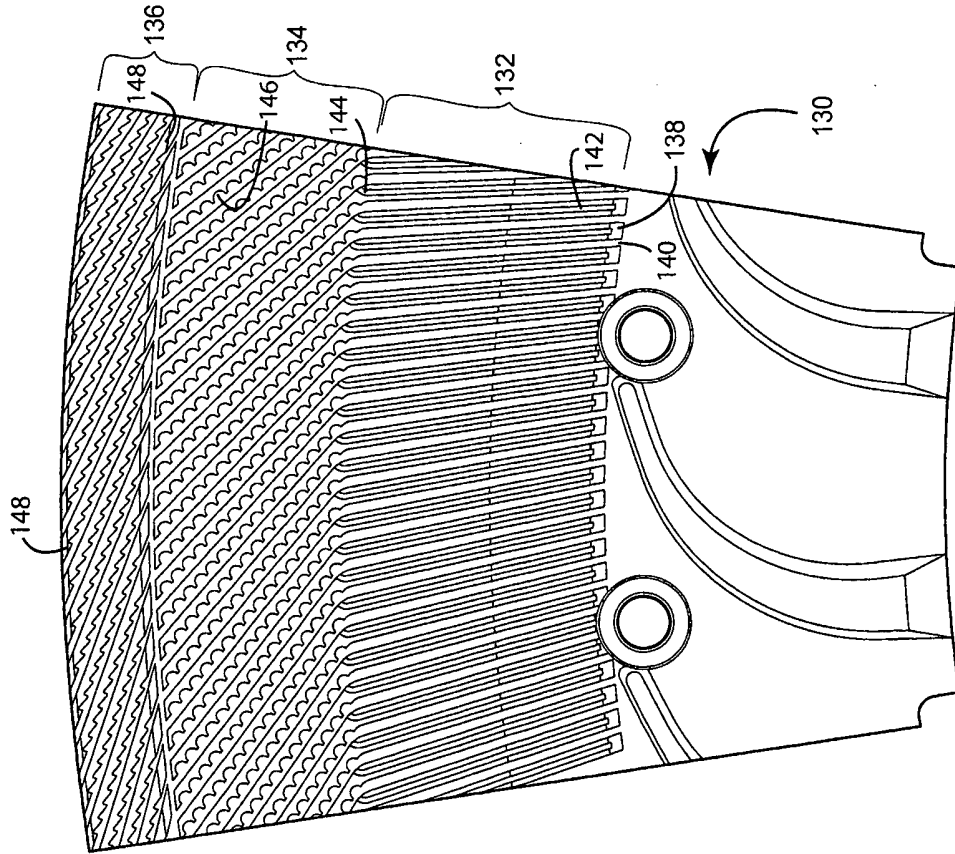


FIG. 21

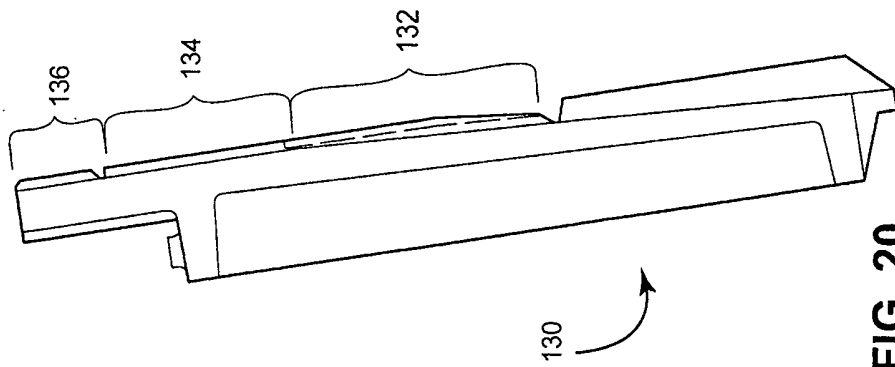


FIG. 20

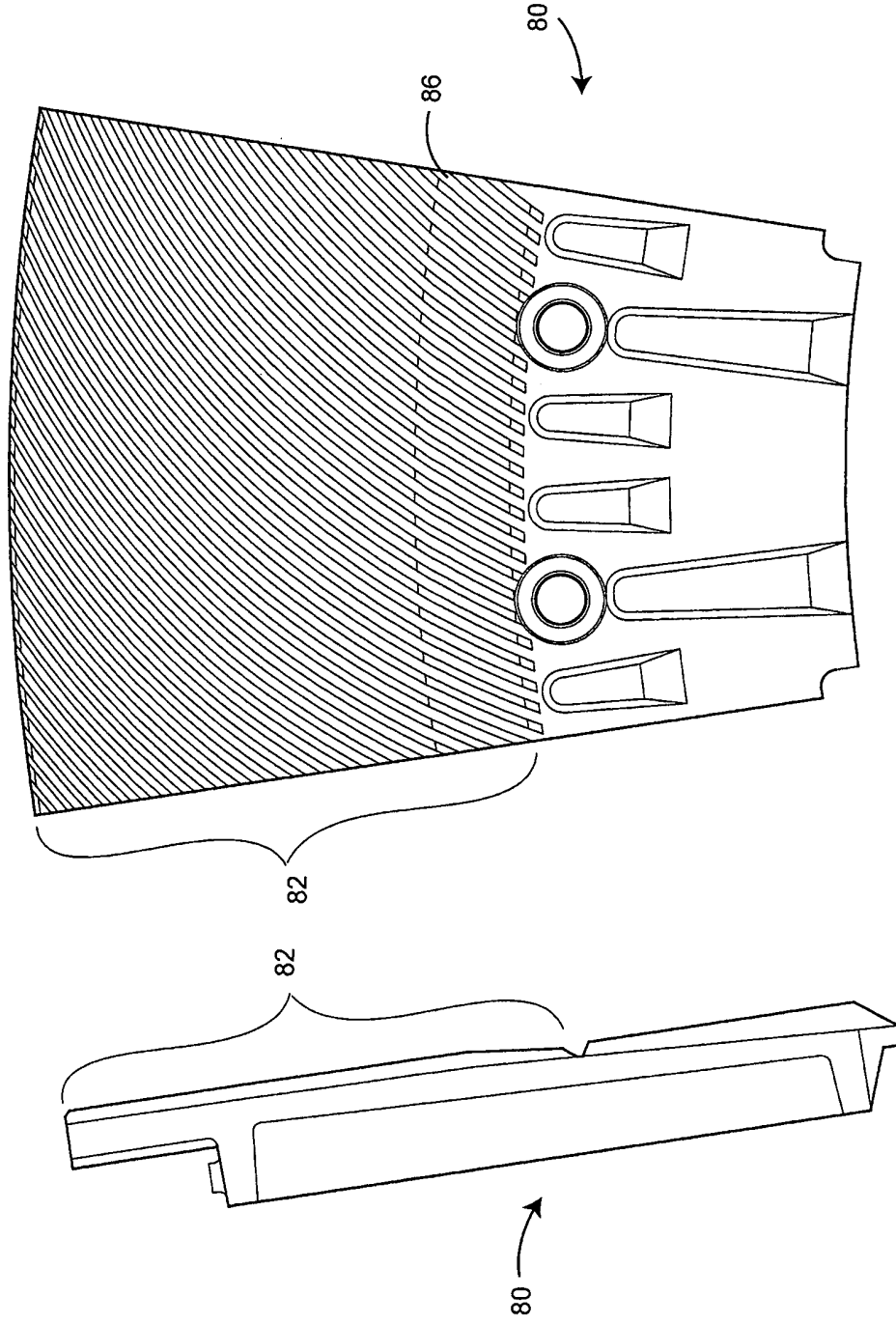
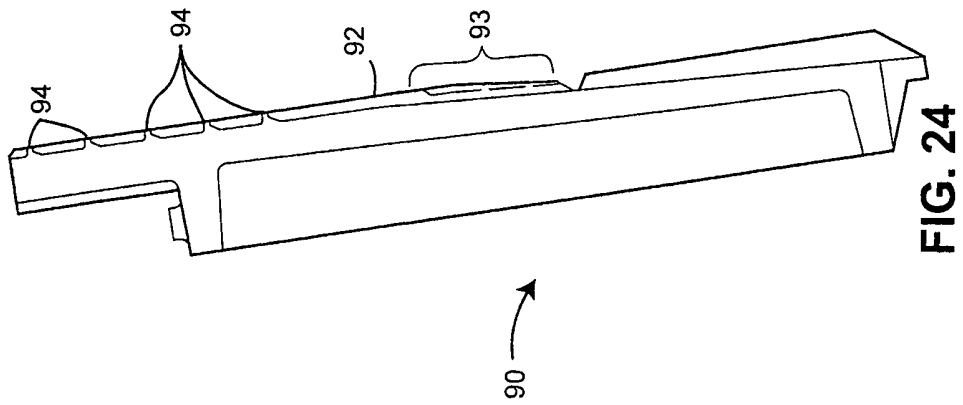
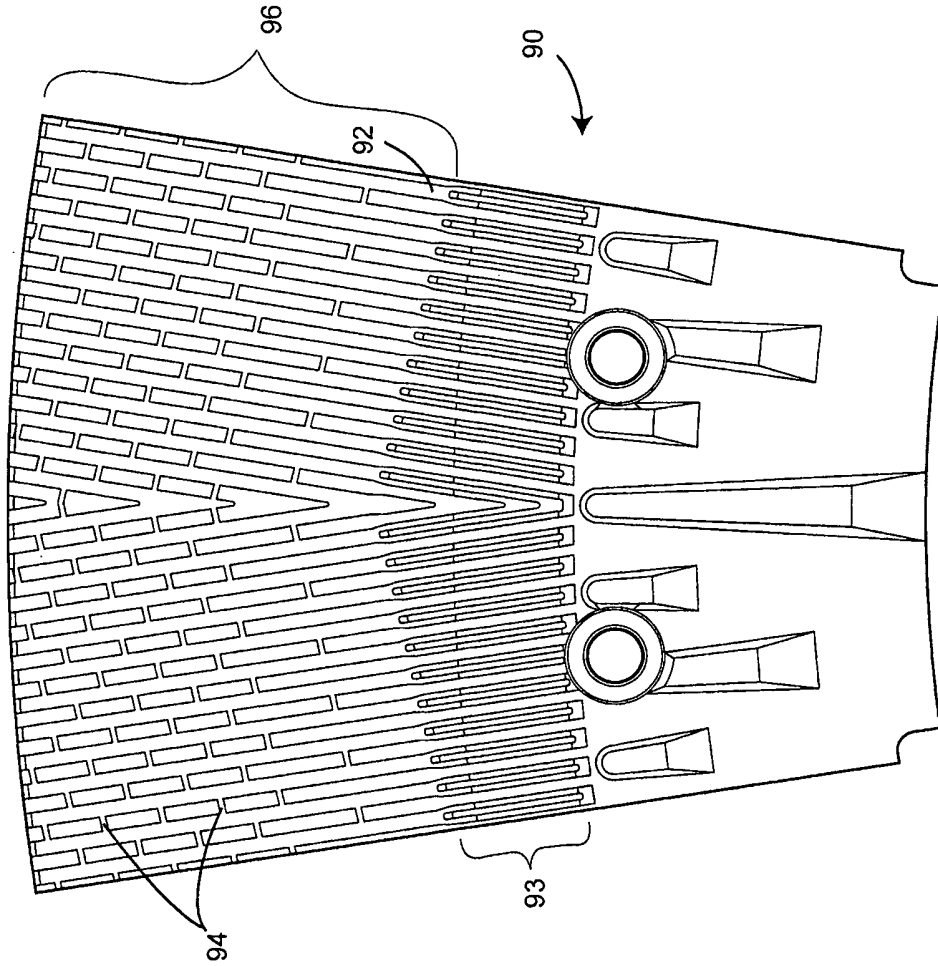


FIG. 23

FIG. 22



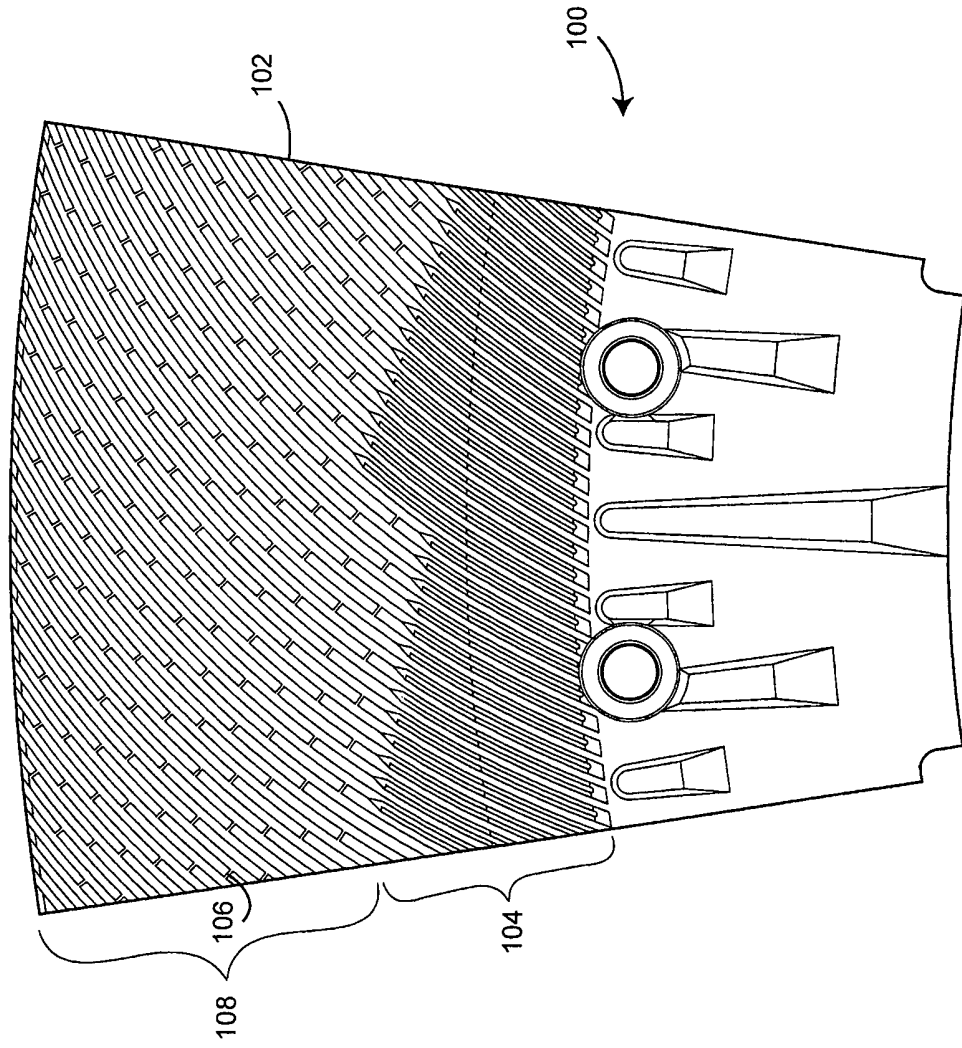


FIG. 27

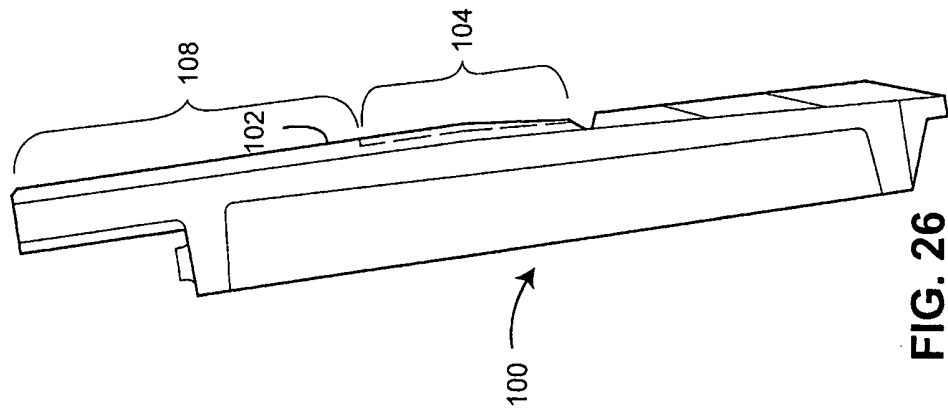


FIG. 26