

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

(11) PI0202784-4 B1

(22) Data de Depósito: 22/07/2002  
(45) Data da Concessão: 09/08/2011  
(RPI 2118)



(51) Int.Cl.:  
B01D 3/26 2006.01  
B01D 3/32 2006.01

(54) Título: COLUNA DE BANDEJA PERFURADA SEM TUBO VERTICAL.

(30) Prioridade Unionista: 23/07/2001 JP 2001-221560

(73) Titular(es): Nippon Shokubai Co., Ltd.

(72) Inventor(es): Kazuhiko Sakamoto, Kenji Sanada, Yukihiro Matsumoto

**COLUNA DE BANDEJA PERFORADA SEM TUBO VERTICAL****HISTÓRICO DA INVENÇÃO****Campo da Invenção**

Esta invenção se refere a uma coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical formada por assentamento da bandeja perfurada sem tubos verticais no lugar e a um processo para destilação por uso da coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical. Mais especificamente, esta invenção se refere a uma coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical, equipada com assentamento no lugar de tal bandeja perfurada sem tubos verticais, a fim de efetivamente impedir a formação de um polímero de um composto facilmente polimerizável, tal como, ácido (met)acrílico ou um líquido contendo tal composto facilmente polimerizável (doravante ocasionalmente representado simplesmente como "compostos facilmente polimerizáveis") e permite que um composto facilmente polimerizável seja estavelmente destilado por um longo tempo e um processo para realizar a destilação por uso de uma coluna de bandeja perfurada sem tubos verticais.

**Descrição da Técnica Correlata**

Com referência aos compostos facilmente polimerizáveis, tais como, ácido (met)acrílico e ésteres dos mesmos, a destilação e retificação de tal composto facilmente polimerizável em presença de oxigênio ou um inibidor de polimerização, com o objetivo de impedir o composto de polimerização que foi amplamente praticada em escala comercial. Também é conhecido empregar-se esta bandeja perfurada de destilação sem tubos verticais e uma coluna de bandeja perfurada sem tubos verticais formados

destas bandejas.

A bandeja perfurada sem tubos verticais usada na coluna de bandeja perfurada sem tubos verticais possui orifícios formados próxima e uniformemente, através de toda 5 a superfície, exceto aqueles orifícios para grampos e parafusos que são usados na fixação das bandejas, em conjunto com vigas de, suporte e anéis de suporte. Uma vez que estas bandejas perfuradas sem tubo vertical são fixadas com grampos e parafusos dentro da coluna de bandeja 10 perfurada sem tubo vertical geralmente em um padrão dividido, elas dão surgimento as porções que não possuem orifício por razões de construção. Assim, surge uma discrepância entre uma razão de abertura real da bandeja perfurada da coluna e uma razão de abertura dos orifícios 15 por área unitária da bandeja perfurada.

Quando uma coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical formada por assentamento no lugar de tais bandejas perfuradas sem tubo vertical relevando esta discrepância em uma grandeza de larga escala é usada na destilação de ácido 20 (met)acrílico, por exemplo, ela encontra o problema de que a eficiência de separação na operação de destilação é abaixada, quando comparada à contraparte possuindo uma discrepância menor. Quando esta discrepância é grande, a destilação do ácido (met)acrílico, por exemplo, realizada 25 com coluna de bandeja perfurada sem fio formada por ajuste no lugar de bandejas perfuradas sem tubo vertical desta grande discrepância apresenta o problema de que uma vez que a operação possivelmente forma um polímero, ela deve ser suspensa para permitir remoção artificial ou química do 30 polímero da coluna.

Os presentes inventores propuseram na Patente US número 6.214.174, como um meio para impedir a formação de um polímero durante a destilação de ácido (met)acrílico, por exemplo, mesmo quando a discrepância revelada pela 5 coluna em uso é grande, um processo para promover a prevenção da polimerização por fornecimento de elementos de suporte de bandeja perfurada sem aberturas adaptadas para impedir estagnação de um líquido sobre os elementos de suporte. Eles propuseram, na Patente Européia número 10 1.029.573A2, um processo para impedir a polimerização por especificação do diâmetro dos orifícios em uma bandeja perfurada, sem tubo vertical, a distância entre os centros 15 dos orifícios, a espessura das bandejas perfuradas, a razão de abertura dos orifícios e o intervalo entre bandejas perfuradas adjacentes, desta forma impedindo o líquido e um gás de formarem canais e fornecendo dispersibilidade melhorada aos mesmos.

Eles, contudo, não revelaram um dispositivo que fosse eficaz na diminuição na discrepância propriamente que 20 surge entre uma razão de abertura real da bandeja perfurada da coluna e uma razão de abertura dos orifícios por área unitária da bandeja perfurada.

#### **SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

Os presentes inventores, como resultado de estudos 25 diligentes sucessivos realizados em uma coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical equipada com novas bandejas perfuradas no lugar, sem tubo vertical e um processo para destilação pelo uso desta bandeja perfurada sem coluna de tubos verticais com o objetivo de realizar a invenção 30 mencionada acima, verificaram que, mesmo quando as bandejas

perfuradas sem tubo vertical são prejudicadas em razão da construção que dá surgimento a porções sem orifício porque elas são ajustadas em um padrão dividido dentro da coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical, a dispersibilidade de um líquido e um gás nas bandejas perfuradas é aperfeiçoada por especificação da razão (A)/(B), isto é, a razão da abertura (A) determinada do passo padrão entre os centros dos orifícios calculável no estágio de projeto, conforme recentemente descoberto pelos presentes inventores 10 e a razão de abertura (B) determinada do diâmetro de uma coluna, de modo a cair em uma faixa específica e/ou por disposição da bandeja perfurada sem tubos verticais, de modo a permitir que pelo menos parte dos orifícios da mesma sobreponham os elementos de suporte, ou de modo a limitar a 15 distância entre os centros dos orifícios e os números de suporte dentro de 50 mm e que a formação de um polímero durante a destilação do ácido (met)acrílico, por exemplo, pode ser eficazmente reprimida ou impedida por prevenção da estagnação de um líquido nas bandejas perfuradas sem tubo 20 vertical e nos elementos de suporte. Esta invenção foi realizada como resultado disto.

Especificamente, um objetivo desta invenção é prover uma coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical que seja equipada na bandeja, com tais bandejas perfuradas 25 sem tubo vertical, revelando apenas uma pequena discrepância entre uma razão de abertura real da bandeja perfurada da coluna e uma razão de abertura dos orifícios por área unitária da bandeja perfurada.

Outro objetivo desta invenção é prover uma coluna 30 de bandeja perfurada sem tubo vertical, formada por ajuste

no lugar de tais bandejas perfuradas, sem tubo vertical, superando na eficiência de separação na operação de destilação e adicionalmente permitindo a prevenção da formação de um polímero na operação de destilação e um processo para destilação que é efetuado por uso desta coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical.

Em virtude deste processo, em uma coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical equipada com bandejas perfuradas no lugar sem tubo vertical, cada uma 10 compreendendo vários segmentos de bandeja divididos, isto torna possível restringir e minimizar a discrepância entre a razão de abertura com base no diâmetro da coluna e na razão de abertura com base no passo do orifício padrão, uma vez que a coluna é formada de modo a ajustar a faixa da 15 razão de abertura (A) determinada do passo padrão entre os centros dos orifícios para a razão de abertura (B) determinada do diâmetro da coluna, (A)/(B) na faixa de 1,1 - 1,5. Quando a destilação de ácido (met)acrílico é realizada usando a coluna de bandeja perfurada sem tubo 20 vertical formada por ajuste no lugar de tais bandejas perfuradas sem tubo vertical, portanto, a eficiência da separação na operação de destilação pode ser muito aperfeiçoada, quando comparada à contraparte convencional que é incapaz de restringir ou impedir a discrepância. 25 Adicionalmente, quando a destilação do ácido (met)acrílico é realizada por uso da coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical equipada com bandejas perfuradas sem tubo vertical no lugar, a formação de um polímero pode ser efetivamente reprimida ou impedida, uma vez que a discrepância é contida 30 e minimizada conforme descrito acima. Assim, o número de

etapas para suspensão da operação para permitir remoção artificial ou química do polímero pode ser muito diminuído. Este fato fornece vantagens do ponto de vista econômico.

Esta invenção é caracterizada adicionalmente pela provisão das partes de junção formando a união entre dois segmentos de bandeja divididos das bandejas perfuradas sem o tubo vertical mencionado acima com entalhes e/ou orifícios para líquidos e permitindo que estes entalhes e orifícios para líquido funcionem muito eficaz e efetivamente. Assim, a discrepância entre a razão de abertura (B) determinada do diâmetro de uma coluna nas partes de junção e a razão de abertura (A) com base no passo de orifício padrão é diminuída ao mínimo. Esta invenção, portanto, é uma vantagem na obtenção, na destilação do ácido (met)acrílico, por exemplo, de tais efeitos como prevenção da ocorrência de formação de canal nas partes de junção, aperfeiçoando a eficiência de separação e impedindo a formação de um polímero.

Nesta invenção, uma vez que a coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical é caracterizada pela disposição das bandejas perfuradas sem tubo vertical, de modo a permitir que, pelo menos, parte dos orifícios da mesma sobreponham os elementos de suporte ou de modo a limitar a distância entre os centros dos orifícios e os elementos de suporte dentro de 50 mm, os orifícios localizados em ou próximos às partes nas quais as bandejas perfuradas sem tubo vertical e o elemento de suporte são sobrepostos um ao outro maximizam a eficiência de operação dos mesmos. Assim, esta invenção, conforme adotada na destilação do ácido (met)acrílico, representa uma vantagem na obtenção de

efeitos, tais como, prevenção da ocorrência de formação de canal nas partes de junção, aperfeiçoando a eficiência da separação e impedindo a formação de um polímero.

Adicionalmente, a coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical contemplada pela presente invenção é caracterizada por possuir orifícios formados nos elementos de suporte, de modo que, os orifícios nos elementos de suporte podem sobrepor-se aos orifícios correspondentes nas bandejas perfuradas sem tubo vertical, quando os orifícios nas bandejas perfuradas sem tubo vertical são dispostos nos elementos de suporte. Esta invenção, portanto, permite a eliminação constante da estagnação de um líquido em ou próximo aos elementos de suporte relevantes. Assim, esta invenção especificamente quando usada na destilação de um composto facilmente polimerizável ou um composto facilmente polimerizável contendo líquido, representa uma vantagem na obtenção de um efeito evidente de destacar-se de forma incomum na prevenção da polimerização da mesma. Isto é especialmente uma vantagem permitindo que várias bandejas perfuradas sem tubo vertical dispostas na forma dos estágios superpostos manifestem tais funções e efeitos de modo eficaz.

Esta invenção, em virtude do uso da coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical descrita acima na destilação de um composto facilmente polimerizável ou líquido contendo composto facilmente polimerizável, representa uma vantagem na obtenção de um efeito evidente de destaque incomum na prevenção da polimerização do mesmo.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

30 A figura 1 é um diagrama esquemático ilustrando na

seção de tipo a aparência de uma bandeja perfurada sem tubo vertical que usada nesta invenção como uma concretização da bandeja perfurada sem tubo vertical, possui orifícios formados na bandeja perfurada sem tubo vertical, conforme 5 disposta em uma disposição de triângulos eqüilaterais.

A figura 2 é um diagrama explanatório simples para explicar o conteúdo das palavras usadas na definição de uma razão de abertura (A) determinada do passo padrão entre os centros dos orifícios e uma razão de abertura (B), com base 10 no diâmetro de uma coluna, quando os orifícios em uma bandeja perfurada sem tubo vertical são dispostos em uma disposição de triângulos eqüilaterais. A figura 2 (a) é um diagrama explanatório simples para explicar um triângulo unitário e a figura 2 (b) é um diagrama explanatório 15 simples da área de orifício de abertura total no triângulo unitário para explicar a razão de abertura (A).

A figura 3 é um diagrama explanatório simples para explicar o conteúdo das palavras usadas na definição de uma razão de abertura (A) determinada do passo padrão entre os 20 centros dos orifícios e a razão de abertura (B) com base no diâmetro de uma coluna, quando os orifícios em uma bandeja perfurada sem tubo vertical são dispostos em uma disposição de quadrados. A figura (3) é um diagrama explanatório simples para explicar um quadrado unitário e a figura 3 (b) 25 é um diagrama e explanatório simples da área de orifício de abertura total no quadrado unitário para explicar a razão de abertura (A).

A figura 4 é um diagrama explanatório simples para explicar o teor das palavras usadas na definição de uma 30 razão de abertura (A) determinada do passo padrão entre os

centros dos orifícios e uma razão de abertura (B) com base no diâmetro de uma coluna, quando os orifícios em uma bandeja perfurada sem tubo vertical são dispostos em uma disposição de quadriláteros (exceto quadrados).

5 A figura 5 é um diagrama esquemático de uma seção de coluna ilustrando na seção de tipo, uma concretização típica de uma bandeja perfurada, sem tubo vertical, formada de vários segmentos de bandeja divididos em um e o mesmo estágio de uma coluna de bandeja perfurada, sem tubo 10 vertical e elementos de suporte para suportar a bandeja perfurada sem tubo vertical.

A figura 6 é um diagrama explanatório ilustrando a construção de uma peça de junção entre bandejas perfuradas adjacentes, quando várias bandejas perfuradas são usadas em 15 um e no mesmo estágio em uma coluna perfurada, sem tubo vertical mostrada na figura 5.

A figura 7 é um diagrama explanatório esquemático ilustrando na seção de tipo, uma peça de junção entre os segmentos de bandeja divididos adjacentes em vários 20 segmentos de bandeja divididos formando uma bandeja perfurada sem tubo vertical. A figura 7 (a) ilustra a fixação de duas bandejas perfuradas separadas, por uso de um elemento de fixação e corresponde à seção transversal da bandeja perfurada, sem tubo vertical mostrada na figura 5 e 25 na figura 6 conforme visto nas direções das setas Y-Y. A figura 7 (b) ilustra a fixação de uma bandeja perfurada ao elemento de suporte por uso de um elemento de fixação e corresponde à seção transversal da bandeja perfurada sem tubo vertical mostrada nas figuras 5 e 6, conforme visto 30 nas direções das setas X-X.

A figura 8 é uma seção transversal esquemática ilustrando na seção de tipo, vários modos de concretização do estado de disposição dos entalhes e/ou orifícios para líquidos nas partes de junção que fazem parte da união entre dois segmentos de bandeja divididos e separados de uma bandeja perfurada sem tubo vertical. A figura 8(a) é uma seção transversal esquemática representando na seção de tipo, a aparência da peça de junção entre dois segmentos de bandeja divididos separados da bandeja perfurada sem tubo vertical. A figura 8(b) é uma vista em perspectiva esquemática ilustrando na seção de tipo um modo da concretização possuindo orifícios para líquido dispostos na peça de junção. A figura 8(c) é uma vista em perspectiva esquemática ilustrando na seção de tipo, um modo de concretização possuindo entalhes e orifícios perfurados dispostos na peça de junção. A figura 8(d) é uma vista em perspectiva esquemática ilustrando na seção de tipo, um modo da concretização possuindo entalhes dispostos na porção de junção.

A figura 9 é um diagrama esquemático ilustrando na seção de tipo um modo de concretização possuindo orifícios para líquido dispostos em um segmento de bandeja dividido e uma viga de suporte. A figura 9(a) é uma vista plana esquemática representando uma vista superior da viga de suporte e a figura 9(b) é uma seção transversal tomada através da figura 9(a) nas direções das setas Z-Z.

A figura 10 é uma seção transversal esquemática ilustrando na seção de tipo, um modo da concretização da construção da coluna de bandeja perfurada, sem tubo vertical, contemplada por esta invenção, possuindo

dispostas na forma de estágios superpostos, várias bandejas perfuradas sem tubo vertical construídas conforme mostrado na figura 5.

A figura 11 é um diagrama esquemático ilustrando na 5 seção de tipo possuindo os orifícios em uma bandeja perfurada sem tubo vertical, dispostos de modo a sobrepor o elemento de suporte e possuindo orifícios na bandeja perfurada sem tubo vertical, dispostos de modo que as 10 distâncias entre os centros dos orifícios e o elemento de suporte encontram-se dentro de 50 mm em uma coluna de 15 bandeja perfurada sem tubo vertical mostrada na figura 10.

#### **DESCRIÇÃO DAS CONCRETIZAÇÕES PREFERIDAS**

Agora, serão descritos abaixo os modos de 15 concretização desta invenção, com referência aos desenhos anexos.

A figura 1 é um diagrama esquemático (omitindo fatores, tais como, divisão) ilustrando na seção de tipo uma bandeja perfurada sem tubo vertical que, como uma concretização da bandeja perfurada sem tubo vertical de 20 acordo com esta invenção, possui orifícios formados na bandeja perfurada, sem tubo vertical, conforme dispostas em uma disposição de triângulos eqüilaterais. Em um bandeja perfurada sem tubo vertical 101 contemplada por esta 25 invenção, conforme ilustrado na figura 1, vários orifícios 103 adaptados para satisfazer os requisitos que se seguem desta invenção e adicionalmente assumir um diâmetro substancialmente uniformes são dispostos a uma distância substancialmente igual  $L_1$  a partir um do outro, dispostos 30 em uma disposição de triângulos eqüilaterais ou em uma disposição de triângulos isósceles.

Isto é, a bandeja perfurada sem tubo vertical desta invenção é caracterizada por ter uma razão de abertura, tal que, a razão de abertura (A) determinada do passo padrão entre os centros dos orifícios e a razão de abertura (B) com base no diâmetro de uma coluna formam uma razão (A) / (B) na faixa de 1,1 - 1,5, preferivelmente uma razão de (A) / (B) na faixa de 1,2 - 1,4, mais preferivelmente 1,3 - 1,4. Se a razão (A) / (B) mencionada acima encontra-se abaixo de 1,1, o encurtamento tornará difícil a fabricação de uma bandeja perfurada sem tubo vertical formada de vários segmentos de bandeja divididos. De modo contrário, se a razão (A) / (B) exceder 1,5, o excesso tornará a disposição de orifícios desigual, diminuindo a dispersibilidade de um líquido e um gás, e exerceirá influência na eficiência da coluna e capacidade de polimerização de um monômero. Incidentemente, os orifícios na bandeja perfurada sem tubo vertical desta invenção preferivelmente devem ser dispostos em uma disposição de triângulos, conforme mostrado na figura 1 ou em uma disposição de quadriláteros. Esta disposição, contudo, não precisa ser especificamente restrita.

Assim, as razões de abertura (A) e (B) mencionadas acima são definidas como se segue, dependendo da disposição dos orifícios na bandeja perfurada, sem o tubo vertical mencionado acima.

A razão de abertura (A) determinada do passo padrão entre os centros dos orifícios = [Área de orifício de abertura total no triângulo unitário (ou quadrilátero) / Área do triângulo unitário (ou quadrilátero)] x 100 (%).

A razão de abertura (B) com base no diâmetro da coluna = [Área total de aberturas / Área da seção transversal

da torre} x 100 (%).

As palavras usadas aqui na definição de razão de abertura (A) mencionada acima são especificadas como se segue.

5 (i) No caso da disposição dos orifícios na bandeja perfurada sem tubo vertical em uma disposição de triângulo equilátero (para ilustração, vide figura 1);

O termo "triângulo unitário" se refere a um triângulo 207 que é formado por conexão dos centros de três orifícios 201, 203 e 205 dispostos em uma disposição de triângulo conforme ilustrado na figura 2(a). O comprimento de um lado deste triângulo equilátero 207 é designado como "um passo". O termo "área" do triângulo unitário se refere à área do triângulo 207 a ser formada conforme ilustrado na figura 2(a) e 9b). A expressão "área de orifício de abertura total no triângulo unitário" se refere à área total das partes (partes sombreadas) 209, 211 e 213 dos três orifícios 201, 203 e 205 que são encobertos com o triângulo unitário 207 conforme ilustrado na figura 2(b).

20 Para continuar esta explanação com referência a um exemplo concreto, no caso de uma bandeja perfurada sem tubo vertical possuindo especificações, tais como, diâmetro de coluna: 2.500 mm, diâmetro de orifício na bandeja perfurada sem tubo vertical (diâmetro do orifício na bandeja): 12 mm Ø, número de orifícios na badeja perfurada sem tubo vertical (número de orifícios na bandeja): 11768, e passo entre os centros dos orifícios: 19 mm e possuindo os orifícios dispostos em uma disposição de triângulo equilátero, o cálculo é realizado como se segue:

30 Razão de abertura (A) determinada pelo passo padrão

entre os centros dos orifícios =  $(\pi/4 \times 12^2 \div 2) / (1/2 \times 19^2 \times \text{sen } 60^\circ \times 100) = 36,2\%$ .

Razão de abertura (B) com base no diâmetro da coluna =  $((\pi/4 \times 12^2 \times 11768) / (\pi/4 \times 2.500^2)) \times 100 = 27,1\%$

5 Conseqüentemente, (A) / (B) = 36,2/27,1 = 1,34.

(ii) No caso da disposição de orifícios na bandeja perfurada sem tubo vertical em uma disposição de quadrados (para ilustração, vide figura 3);

O termo "quadrilátero unitário" no caso de uma  
disposição de quadrados se refere ao quadrilátero 309 que é  
formado por conexão dos centros de quatro orifícios 301,  
303, 305 e 307 dispostos em uma disposição de quadrilátero,  
conforme ilustrado na figura 3 (a). O comprimento de um  
lado deste quadrado 309 é designado como um "passo". A  
expressão "área do quadrilátero unitário" se refere à área  
do quadrilátero 309 que é formada conforme ilustrado na  
figura 3(a). A expressão "área de orifício de abertura  
total no quadrilátero unitário" se refere à área de partes  
sombreadas 311, 313, 315 e 317 dos quatro orifícios 301,  
303, 305 e 307 que são encobertos no quadrilátero unitário  
conforme ilustrado na figura 3 (b).

(iii) No caso da disposição de orifícios na bandeja perfurada sem tubo vertical em uma disposição de quadrilátero (para ilustração, vide figura 4):

25 Quando os casos (i) e (ii) mencionados acima não se aplicam, as especificações são feitas com referência ao quadrilátero unitário.

A expressão "quadrilátero unitário no caso de uma disposição que não a disposição de quadrado" se refere a um

quatro orifícios 401, 403, 405 e 407 com base no quadrilátero unitário (não existe nenhum passo neste caso) especificado conforme ilustrado na figura 4. A expressão "área do quadrilátero unitário" se refere à área do 5 quadrilátero 409 que é formada conforme ilustrado na figura 4. A expressão "área de orifício de abertura total no quadrilátero unitário" se refere ao total de áreas de partes sombreadas 413, 415, 417, 419 e 421 dos orifícios 401, 403, 405, 407 e 411 encobertas no quadrilátero 10 unitário 409, conforme ilustrado na figura 4. O número de orifícios encobertos no quadrilátero unitário 409 não é invariavelmente quatro conforme encontrado no diagrama.

O termo "razão de abertura (B) com base no diâmetro de uma coluna" significa a razão da área total de todos os 15 orifícios em uma bandeja perfurada, sem tubo vertical para a área de seção transversal de uma coluna de bandeja perfurada, sem tubo vertical (área em seção da coluna) equipada com tal bandeja perfurada sem tubos verticais.

Incidentalmente, a parte térmica de uma bandeja 20 perfurada sem tubo vertical pode possivelmente não oferecer espaço suficiente para formar um orifício conforme ilustrado na figura 1, independendo da disposição dos orifícios na bandeja. Esta invenção, portanto, contempla permitir a combinação apropriada de uma disposição de 25 triângulo equilátero, uma disposição de quadrados e/ou uma disposição de quadriláteros dentro de uma bandeja perfurada sem tubo vertical, a fim de que os orifícios possam ser eficazmente dispostos na bandeja, tão longe quanto a parte terminal da mesma. Assim, a bandeja perfurada sem tubo 30 vertical pode ser formada de modo a ajustar as razões de

abertura (A) / (B) mencionada acima na faixa preferida de 1,3 - 1,4. Uma vez que a bandeja perfurada sem tubo vertical conseqüentemente permite que gás ou líquido escoem eficazmente para a parte terminal da mesma, a estagnação de um líquido pode ser impedida e a formação de um polímero pode ser eficazmente impedida. Mesmo quando várias disposições são combinadas na formação dos orifícios em uma bandeja perfurada sem tubo vertical, a razão de abertura (A) desta bandeja perfurada sem tubo vertical pode ser determinada por divisão da bandeja perfurada sem tubo vertical em blocos, cada um contendo orifícios na disposição relevante e aplicando a definição da disposição para o bloco relevante.

Com relação aos orifícios na bandeja perfurada sem tubo vertical desta invenção, a satisfação dos requisitos especificados aqui abaixo é uma vantagem que permite que um composto facilmente polimerizável seja eficazmente impedido de formar um polímero por destilação do composto usando uma coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical, equipada com tais bandejas perfuradas sem tubo vertical, conforme mencionado acima.

Primeiro, os orifícios da bandeja perfurada sem tubo vertical não precisam ser especificamente restritos as suas formas, porém podem arbitrariamente assumir qualquer de várias formas, tais como, círculos, elipses, triângulos, quadriláteros e outros polígonos semelhantes. Entre outras formas concebíveis, o círculo é o preferido porque os orifícios circulares de um diâmetro necessário podem ser facilmente formados usando uma prensa ou perfuradora de punção.

O diâmetro indicado pelo símbolo d na figura 1 dos orifícios na bandeja perfurada sem tubo vertical está geralmente na faixa de 10 - 25 mm, preferivelmente na faixa de 12 - 22 mm quando os orifícios possuem uma forma 5 circular. Se o diâmetro do orifício d diminuir para 10 mm, o encurtamento será uma desvantagem, não permitindo a queda fácil de um líquido através dos orifícios o que torna difícil a polimerização fácil do composto. De modo contrário, se este diâmetro do orifício exceder a 25 mm, o 10 excesso será uma desvantagem, porque o líquido estagnará na bandeja em virtude da grande distância indevida entre os orifícios e também impedindo que o composto polimerize facilmente. No caso dos orifícios de outra conformação, o tamanho da conformação específica pode ser decidido de modo 15 a assumir uma área equivalente à área das aberturas a serem calculadas do diâmetro de tal orifício circular, conforme mencionado acima.

A espessura da bandeja perfurada sem tubo vertical está geralmente na faixa de 2 - 8 mm, preferivelmente na 20 faixa de 2 - 4 mm. Se a espessura desta bandeja for menor do que 2 mm, o encurtamento será uma desvantagem para o líquido na bandeja perfurada sem tubo vertical que é inclinado por uma vibração gerada na bandeja e sendo facilmente seco de modo parcial. De modo contrário, se esta 25 espessura exceder a 8 mm, o excesso induzirá o líquido a estagnar dentro dos orifícios e sofrer fácil polimerização.

A razão da abertura (B) com base no diâmetro da coluna está geralmente na faixa de 10 - 30%, preferivelmente na faixa de 12 - 27%. Quando presume-se que 30 os orifícios tenham um diâmetro fixo e se a razão de

abertura (B) com base no diâmetro de uma coluna for inferior a 10%, este encurtamento induzirá o líquido na bandeja a estagnar e sofrer fácil polimerização. Se a razão de abertura (B) com base no diâmetro da coluna exceder a 5 30%, o excesso será uma desvantagem, pois o líquido na bandeja deteriorará sua fluidez e será facilmente polimerizado.

A técnica de utilizar uma bandeja perfurada sem tubo vertical na sujeição de um composto facilmente 10 polimerizável ao contato com o gás-líquido deve fazer com que o líquido na bandeja perfurada sem tubo vertical caia nos orifícios a uma determinada extensão e o gás ascenda através dos orifícios, enquanto ele deve reter o líquido a uma determinada extensão na bandeja. Isto quer dizer que, 15 esta técnica deve controlar o fluxo de líquido e de gás através dos orifícios em um estado apropriado. Até aqui, este controle tem sido difícil de ser realizado. Satisfazendo-se os requisitos mencionados acima, é possível controlar-se o fluxo a jusante do líquido e o fluxo a 20 montante do gás através dos orifícios em um estado excelente e assegurar a atuação do contato de gás-líquido. Além disto, quando o fluxo de gás e de líquido através dos orifícios é apropriadamente controlado conforme descrito acima e o líquido é conseqüentemente retido apropriadamente 25 na bandeja perfurada sem tubo vertical, então a presença do líquido na bandeja perfurada sem tubo vertical será isenta de desequilíbrio e o interior da coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical equipado com tais bandejas perfuradas sem tubo vertical será plena e satisfatoriamente 30 umedecido com o líquido.

Especificamente, utilizando-se as bandejas perfuradas sem tubo vertical que satisfazem os requisitos para construção desta invenção, além do preenchimento pleno dos requisitos de especificação da faixa das razões de 5 abertura (A) / (B), é possível obter simultaneamente e sem falhas a umectação por intermédio de um líquido do interior de uma coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical equipada com tais bandejas perfuradas sem tubo e evitando que o gás e o líquido formem canais ou estagnem. Assim, 10 esta invenção está em vantagem ressaltando adicionalmente o efeito de prevenção de polimerização.

A figura 5 é um diagrama esquemático representando na seção de tipo um modo típico da concretização de uma bandeja perfurada sem tubo vertical construída com vários 15 segmentos de bandeja divididos e elementos de suporte para sustentar a bandeja perfurada sem tubo vertical. Conforme ilustrado na figura 5, uma bandeja perfurada circular sem tubo vertical 601 é formada de um total de 21 segmentos de bandeja divididos 603, a saber 17 segmentos de bandeja 20 aproximadamente retangulares 603a que são diferentes em tamanho de outros mais quatro segmentos de bandeja divididos aproximadamente triangulares 603b. Para conveniência de ilustração, a figura 5 omite os orifícios na bandeja perfurada sem tubo vertical 601. A bandeja perfurada sem tubo vertical 601 é sustentada por um anel de 25 suporte 611 e vigas de suporte 613 como elementos de suporte. As regiões correspondendo a estes elementos de suporte e regiões 605 onde as partes terminais dos segmentos de bandeja divididos individuais 603 da bandeja 30 perfurada sem tubo vertical 601 são superpostos são

indicadas com linhas pontilhadas na figura 5. O círculo superior mostrado na figura 5 representa a superfície da parede interna de periferia interna de uma parede de coluna 607 e o círculo mais interno representa uma borda do anel 5 de suporte 611 e o círculo no meio representa a periferia externa da bandeja perfurada sem tubo vertical 601.

A figura 6 é um diagrama explanatório ilustrando a construção de uma peça de união para as bandejas perfuradas adjacentes entre uma pluralidade de bandejas perfuradas 10 usadas em um e no mesmo estágio em uma coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical mostrada na figura 5. Onde a bandeja perfurada sem tubo vertical 601 construída com vários segmentos de bandeja divididos é disposta em um estágio de uma coluna de bandeja perfurada sem tubo 15 vertical conforme mostrado acima, dois ou mais segmentos de bandeja divididos individuais 603 são montados no anel de suporte 611 e as vigas de suporte 613 são ilustradas na figura 6. Na peça de união 609 entre os segmentos de bandeja divididos 603 as partes terminais destes segmentos 20 de bandeja divididos 603 são mantidas em contato próximo uma com a outra e, para fins de retenção deste estado de contato íntimo, são fixadas ao anel de suporte 611 e às vigas de suporte 613 com grampos 625 e parafusos roscados 627 como elementos de fixação. Adicionalmente, a peça 25 arqueada da periferia mais externa representa uma periferia externa 607a da parede 607 da coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical, a parte arqueada no interior da periferia externa extrema representa uma superfície de parede interna 607b da parede 607 da coluna de bandeja 30 perfurada sem tubo vertical e a parte arqueada da parte

interna da mesma representa uma periferia externa 601a da bandeja perfurada sem tubo vertical (bandeja) 601 e a parte arqueada (linha pontilhada) da periferia interna representa uma borda 611b do anel de suporte 611. A largura indicada 5 pelo símbolo P no diagrama indica a largura de uma periferia externa 611a do anel de suporte 611 em relação a borda 611b do anel de suporte 611. Então, a largura indicada pelo símbolo Q no diagrama representa a fenda entre a periferia externa 601a da bandeja perfurada sem 10 tubo vertical 601 e a superfície de parede interna 607b da parede da coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical. Esta fenda geralmente possui um tamanho na faixa de 5 - 30 mm.

O anel de suporte 611 mencionado acima é disposto 15 como fixado à parede 607 da coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical e adaptado para suportar os segmentos de bandeja divididos 603 servindo como uma parte periférica da bandeja perfurada sem tubo vertical 601 e as vigas de suporte 613 são dispostos como em ponte através da seção da 20 coluna de bandeja perfurada, sem tubo vertical e adaptado para suportar a peça de junção 609 conforme mencionado acima. Os grampos 625 mencionados acima fixam os segmentos de bandeja divididos 603 ao anel de suporte 611 e parafusos roscados 617 mencionados acima fixam os segmentos de 25 bandeja divididos 603 às vigas de suporte 613.

É preferido que quando a invenção usar bandejas perfuradas sem tubo vertical, cada uma formada de vários segmentos de bandeja divididos, elas tenham entalhes e/ou orifícios para líquido dispostos nas partes de junção 30 formando a união entre segmentos de bandeja divididos

adjacentes da bandeja perfurada sem tubo vertical. A situação será descrita abaixo com referência aos desenhos anexos.

A figura 7 é um diagrama esquemático representando na seção de tipo um modo típico de concretização da peça de junção formando a união entre dois segmentos de bandeja divididos e separados. Então, as figuras 8 e figura 9 são diagramas esquemáticos representando na seção de tipo, modos típicos de concretização de uma bandeja perfurada sem tubo vertical possuindo entalhes e/ou orifícios para líquido dispostos na peça de junção formando a união entre dois segmentos de bandeja divididos e separados. O desejo de ligar dois segmentos de bandeja divididos, separados é plenamente satisfeito por curvamento da parte terminal de um dos segmentos de bandeja separado, sobrepondo o terminal do outro segmento de bandeja dividido na parte terminal curvada e fixando as partes superpostas dos segmentos de bandeja divididos com um elemento de fixação, tal como um parafuso roscado, conforme ilustrado na figura 7(a) ou por sobreposição das partes terminais de encosto dos segmentos de bandeja divididos em uma viga de suporte e fixação dos mesmos com um parafuso roscado conforme ilustrado na figura 7(b). A figura 8 ilustra a união de dois segmentos de bandeja divididos, separados 903a e 903b obtida por superposição de uma parte terminal sobre a outra do segmento de bandeja dividido e fixação das partes terminais que contatam mutuamente com um elemento de fixação 901, tal como um parafuso roscado. Neste caso, uma vez que o limite do lado da face superior da parte superposta 905 das partes terminais dos segmentos de bandeja divididos 903a e 903b

não possui uma parte perfurada e consequentemente forma um reservatório de líquidos, ele inevitavelmente induz a estagnação de um líquido e possivelmente possibilita a formação de polímero. Assim, esta invenção contempla punção 5 de orifícios para líquido 909 conforme apropriadamente espaçados na parte que não a parte na qual a peça de junção (parte superposta) 905 é fixada com o elemento de fixação 901, tal como um parafuso roscado, tal como um parafuso roscado conforme ilustrado na figura 8(b), formando peças 10 entalhadas 911 conforme apropriadamente espaçado no lado superior do segmento de bandeja dividido 903a na parte que não aquela onde a peça de junção 905 é fixada com o elemento de fixação 901, tal como um parafuso roscado e punção dos orifícios para líquido 909 no lado inferior do 15 segmento de bandeja dividido 903b correspondendo à parte entalhada 911 conforme ilustrado na figura 8(c), ou formando as peças entalhadas 911 conforme apropriadamente espaçado no lado superior do segmento de bandeja dividido 903a na parte que não aquela onde a peça de junção 905 é 20 fixada com o elemento de fixação 901, tal como um parafuso roscado, formando peças entalhadas 913 no lado inferior do segmento de bandeja dividido 903b correspondendo às peças entalhadas 911 e formando orifícios entalhados 915, conforme ilustrado na figura 8(d), desta forma permitindo 25 que o líquido escoe rapidamente através dos orifícios para líquido 909 e/ou os orifícios entalhados 915 antes de um reservatório para líquido ser formado na peça de união 915, desta forma evitando que o líquido estagne na peça de junção 905, e efetivamente impedindo o composto facilmente 30 polimerizável de polimerizar nas vizinhanças da peça de

união 905. De outra forma, o desejo de evitar o composto facilmente polimerizável de polimerizar nas vizinhanças das peças de união pode ser realizado por inserção de um entalhe em cada uma das peças de união superior e inferior, 5 encurtando a outra peça de junção, e permitindo que o líquido escoe através do orifício entalhado. Nas definições das razões de abertura de (A) e (B) da invenção, os orifícios para líquidos e/ou entalhes nas peças de junção são incluídos para cálculo das razões de abertura (A) e 10 (B). Esta medida é similarmente aplicada e calculada, também, quando as partes terminais dos segmentos de bandeja divididos 903a, 903b são montados no elemento de suporte, tal como uma viga de suporte 917, conforme ilustrado na figura 9.

15 O diâmetro (tamanho) dos orifícios para líquido ou orifícios entalhados no lado de bandeja perfurado varia com o grau de estagnação do líquido na peça de junção e, portanto, não pode ser especificado de forma única. Embora isto pode ser propriamente decidido, de modo a eliminar a 20 estagnação do líquido na peça de junção, ele está geralmente na faixa de 10 a 25 mm, preferivelmente na faixa de 12 a 22 mm. Se o diâmetro dos orifícios para líquido ou orifícios entalhados for inferior a 10 mm, este encurtamento trará desvantagens, pelo que o líquido estagna no lado inferior 25 dos orifícios para líquido e induz a fácil polimerização em razão da peça de junção possuir uma espessura duas vezes tão grande quanto a outra parte ou o líquido estagna na peça de junção, o que traz dificuldades no escoamento através do orifício para líquido ou orifício entalhado e 30 induzindo a fácil polimerização. Se o diâmetro exceder a 25

mm, o excesso induzirá o líquido a formação de canais, necessitando de uma adição à largura da peça de junção (peça sobreposta) e portanto, tornando difícil a formação de orifícios dentro dos segmentos de bandeja divididos excluindo a peça de junção com o objetivo de satisfazer a faixa de razões de abertura (A) / (B) especificada pela invenção.

O passo entre os centros dos orifícios de líquido adjacentes ou orifícios entalhados na peça de junção está geralmente na faixa de 50 a 400 mm, preferivelmente na faixa de 70 a 300 mm e, mais preferivelmente, na faixa de 100 a 200 mm. Se o passo entre os centros dos orifícios para líquidos adjacentes ou orifícios entalhados na peça de junção excede a 400 mm, o excesso será uma desvantagem na obtenção de uma área necessária para permitir a coleta de líquido na peça de junção para escoamento rápido e consequentemente causando a estagnação do líquido por um tempo comparativamente mais longo na peça de junção e incorre na fácil polimerização. De modo contrário, se o passo entre os centros dos orifícios líquidos ou orifícios entalhados na peça de junção ficam menores do que 50 mm, o encurtamento trará a desvantagem de que a peça de junção revelará deficiência de resistência para permitir anexação das partes relevantes e consequentemente tornará difícil a fabricação da bandeja perfurada sem tubo vertical.

Os orifícios para líquido no lado de viga de suporte tem a possibilidade de incorrer, eventualmente, no desvio de suas posições quando a bandeja perfurada é ajustada à viga de suporte. Assim, recomenda-se que eles sejam mais largos do que aqueles do lado de bandeja

perfurado. Eles possuem um comprimento geralmente na faixa de 15 a 150 mm, preferivelmente na faixa de 20 a 100 mm. Especificamente, em uma peça onde a viga de suporte e a bandeja perfurada sobrepõem-se uma a outra, isto é possível 5 pela formação de orifícios para líquido no lado da viga de suporte conformados como uma elipse grande, conforme ilustrado na figura 9, por exemplo, para prender os orifícios atravessantes do lado dos orifícios na bandeja perfurada, mesmo quando as posições dos orifícios na viga e 10 na bandeja desviem. Incidentalmente na peça onde a viga de suporte e a bandeja perfurada não se sobrepõem, não é necessário que os orifícios para líquido no lado da viga de suporte sejam maiores do que aqueles no lado da bandeja perfurada. Vide figura 9. O passo entre os centros dos 15 orifícios para líquidos é igual ao passo entre os centros dos orifícios no lado de bandeja perfurado.

Com relação aos orifícios para líquido e as peças entalhadas na peça de junção, é apropriado que estes orifícios sejam separados de tais protuberâncias e rebarbas 20 que são formadas nas partes de borda dos orifícios por empenamento durante a formação dos mesmos. Em razão deste aparamento, pode ser evitada a estagnação do líquido em virtude das protuberâncias e das rebarbas.

Os orifícios para líquido e peças entalhadas na 25 peça de junção não precisam ser especificamente restritos em razão de sua forma. Os orifícios para líquido são geralmente circulares porque são formados com uma prensa ou perfuração de punção. Eles não precisam ser limitados a sua forma específica, porém assumem uma forma arbitrária, tal 30 como, por exemplo, a forma de uma elipse, triângulo ou

quadrilátero. Também, as peças entalhadas podem assumir uma forma arbitrária, tal como um triângulo, um quadrilátero ou outros polígonos, além do semicírculo conforme ilustrado na figura 8 (c).

5        É preferido que a superfície superior da peça de junção seja plana do ponto de vista de impedir que o gás ou líquido forme canais ou estagne. Elementos de fixação, tais como, parafusos roscados, portanto, são preferidos para serem apropriadamente selecionados de modo a não elevar 10 qualquer protuberância no lado de superfície superior da peça de junção. Mesmo quando duas peças de junção são superpostas, prefere-se que um elemento de reforço e os elementos de suporte sejam posicionados no lado de superfície inferior, de modo que o lado da superfície 15 superior possa reter um plano. Desta forma, a conformação de um polímero durante a destilação de um composto facilmente polimerizável pode ser mais eficazmente impedida em razão do gás ou do líquido que é impedido de formar canais ou estagnar.

20       Quando um composto facilmente polimerizável é destilado por uso de uma coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical equipada com bandejas perfuradas sem tubo vertical, cada uma formada de não menos do que dois segmentos de bandeja divididos preenchendo completamente os 25 requisitos mencionados acima, o fluxo de gás e de líquido através dos orifícios nas bandejas perfuradas sem tubo vertical é vantajosamente mais controlado. Adicionalmente, dispondendo-se tais bandejas perfuradas sem tubo vertical na forma de vários estágios, é possível manter, de modo 30 infalível o interior de uma coluna de bandeja perfurada sem

bandeja úmido com um líquido e impedir o gás e o líquido de formarem canais ou estagnarem. Assim é possível manter a parte de fase gás sempre em contato com um líquido contendo inibidor de polimerização, mantendo-se o contato do gás-  
5 líquido e efetuando a dispersão completa do inibidor de polimerização, ressaltando o efeito de prevenção da polimerização por impedir a formação de canais ou estagnação. Como resultado, a formação de um polímero pode ser eficazmente impedida.

10 De acordo com esta invenção, será descrita agora a coluna de bandeja perfurada sem o tubo vertical. Uma coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical 1003 que é contemplada por esta invenção, conforme ilustrado na figura 10, é formada por disposição, na forma de estágios 15 superpostos, de várias bandejas perfuradas sem tubo vertical 1001 preenchendo completamente os requisitos para construção desta invenção. O preenchimento completo dos requisitos que se seguem na disposição de tais bandejas perfuradas sem tubo vertical 1001 é uma vantagem na 20 prevenção mais eficaz da formação de um polímero durante a destilação de um composto facilmente polimerizável.

É preferido que a distância H para espaçamento das bandejas perfuradas sem tubo vertical 1001 disposta na coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical 1003 esteja 25 geralmente na faixa de 0,1D a 0,5D, onde D indica o diâmetro da coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical 1003. Se a distância H que separa as bandejas perfuradas sem tubo vertical 1001 disposta na direção vertical na coluna de bandeja perfurada 1003 for inferior a 0,1D a 30 saber, 10% do diâmetro da coluna, o encurtamento será fará

com que o gás forme canais e consequentemente induzindo o composto a ser destilado para polimerizar facilmente. Se esta distância exceder 0,5D a saber, 50% do diâmetro da coluna, o excesso levará ao aumento indevido do tempo de 5 retenção do gás e induzindo o composto a ser destilado para polimerizar facilmente na parte de fase gás.

A tolerância de horizontalidade das bandejas perfuradas individuais sem tubo vertical 1001 é geralmente inferior a 8 mm e preferivelmente inferior a 4 mm. Se a 10 tolerância de horizontalidade das bandejas perfuradas sem tubo vertical 1001 exceder a 8 mm, o excesso aumentará o gradiente de um líquido na bandeja perfurada sem tubo vertical 1001, agravando a formação de canais de um gás ou líquido e a polimerização pode ocorrer facilmente. 15 Incidentalmente, o termo "tolerância de horizontalidade" conforme usado aqui, significa a diferença entre o ponto mais alto e o ponto mais baixo da bandeja perfurada sem o tubo vertical 1001.

A coluna de bandeja perfurada sem o tubo vertical, 20 conforme ilustrado na figura 10, é provida no lado lateral da mesma, com uma entrada de alimentação 1005, uma entrada de vapor 1007 e um orifício de refluxo 1009, na parte superior do mesmo com uma saída de vapor 1011 e na parte inferior do mesmo com uma saída de líquido 1013. A entrada 25 de alimentação 1005 está disposta no estágio mediano da coluna de bandeja perfurada sem o tubo vertical 1003, o orifício de refluxo 1009 sendo disposto na bandeja perfurada sem o tubo vertical 1001 no estágio superior extremo e a entrada de vapor 1007 está disposta abaixo do 30 estágio inferior extremo da bandeja perfurada sem tubo

vertical 1001.

A entrada de alimentação 1005 é destinada a preencher completamente a função de fornecimento de um composto facilmente polimerizável e está disposta na parte 5 superior através do estágio médio da coluna de bandeja perfurada, sem o tubo vertical 1003 ou na parte inferior da mesma, dependendo da composição de líquido do composto facilmente polimerizável. A saída de vapor 1011 é conectada a um condensador e não é mostrado no diagrama. O 10 vapor do composto facilmente polimerizável que é descarregado através da saída de vapor 1011 é condensado no condensador e parte do condensado é extraída e o restante do mesmo é introduzido novamente através do orifício de refluxo 1009.

15 A saída de líquido 1013 é conectada a uma caldeira de recozer que não é mostrada no diagrama. Através desta saída de líquido 1013, o composto facilmente polimerizável na coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical 1003 é parcialmente extraído e remetido para a caldeira de 20 recozer. Na caldeira de recozer o líquido é fervido novamente e introduzido, pelo menos no estado de uma mistura de gás-líquido através da entrada de vapor 1007 para a coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical 1003.

Incidentalmente, a construção para alimentação de 25 reintrodução de gás ou líquido do composto facilmente polimerizável mencionado acima não precisa ser restrito ao que foi descrito acima, porém pode ser selecionado de forma liberável de várias construções que foram usadas até aqui para a finalidade.

30 Na coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical de

acordo com esta invenção, pelo menos parte dos orifícios na bandeja perfurada sem tubo vertical são preferidos como sendo dispostos, tal que, a distância entre os centros de tais orifícios para os elementos de suporte podem estar 5 dentro de 50 mm, preferivelmente dentro de 25 mm e específica e preferivelmente, o mesmo passo dos orifícios ou dentro de 15 mm. A bandeja perfurada sem tubo vertical é suportada na coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical, conforme já explicado com referência à figura 5 e figura 6, 10 por elementos de suporte, tais como, o anel de suporte 611 ou as vigas de suporte 613. Os orifícios das bandejas perfuradas sem tubo vertical que aproximam-se muito de tais elementos de suporte são preferidos para serem dispostos nas bandejas perfuradas sem tubo vertical, de modo que i) 15 eles podem sobrepor integralmente tal elemento de suporte ilustrado como um anel de suporte 1103 na figura 11 como um orifício 1107a de uma bandeja perfurada sem tubo vertical 1101 ou sobreponem parcialmente o mesmo como um orifício 1107b e/ou ii) seus centros possuem distâncias dentro de 50 20 mm de tal elemento de suporte ilustrado como um anel de suporte 1103 na figura 11, como aqueles de um orifício 1107a e um orifício 1107c de uma bandeja perfurada sem tubo vertical 1101, conforme ilustrado na figura 11. Se os centros dos orifícios de uma bandeja perfurada sem tubo 25 vertical que aproximam-se muito do elemento de suporte encontrarem-se adicionalmente dentro do orifício 1107c, eles trarão desvantagens, tais como, impedir o fluxo de fluido próximo a parede de uma coluna, impedir a seção transversal da coluna de ser completamente utilizada de 30 modo eficaz, tender a degradar a eficiência da coluna e

induzir a polimerização de um composto sendo destilado. De modo contrário, se os orifícios em discussão são dispostos nos lados externos dos orifícios 1107a, eles trazem desvantagens, tais como, aumento do número de orifícios 5 bloqueados pelo anel de suporte, fazendo com que o líquido estagne nos orifícios e submissão fácil à polimerização. Assim, a disposição dos orifícios, tal que os orifícios possam parcialmente sobrepor o anel de suporte como o orifício 1107b prova ser mais vantajosa. O círculo 10 periférico mais externo que aparece na figura 11 representa a superfície da parede interna da parede 1105, o círculo no centro representa a periferia externa da bandeja perfurada sem tubo vertical 1101 e o círculo da periferia interna representa a borda do anel de suporte 1103.

15 A largura do anel de suporte está geralmente na faixa de 20 a 100 mm e preferivelmente na faixa de 30 a 80 mm. Se esta largura for menor do que 20 mm, o encurtamento trará a desvantagem de falha no suporte satisfatório da bandeja. Se a largura exceder a 100 mm, o excesso diminuirá 20 a seção transversal disponível da coluna e, ao mesmo tempo, impedirá a escoabilidade do gás e do líquido ao longo da parte de parede da coluna e induzirá a fácil polimerização do composto sendo destilado. É preferido que o anel de suporte situado entre a periferia externa da bandeja 25 perfurada e a parede da coluna seja provido com um orifício para líquido 1109, de modo que nenhum líquido pode estagnar no anel de suporte. A figura 11 ilustra na seção de tipo, vários orifícios para líquido 1109 no anel de suporte.

Adicionalmente, quando parte dos orifícios na 30 bandeja perfurada sem tubo vertical são dispostos no

elemento de suporte, de modo a sobrepor o mesmo completa ou parcialmente, conforme mencionado, 1) é mais favorável prover o elemento de suporte com orifícios, de modo que, os orifícios no elemento de suporte e os orifícios 5 correspondentes na bandeja perfurada sem tubo vertical podem ser sobrepostos. Para ser específico, quando os orifícios circulares, tais como o orifício 1107a são dispostos de modo a sobrepor completa ou parcialmente o elemento de suporte, tal como o anel de suporte 1103, por 10 exemplo, é suficiente prover o anel de suporte 1103 com orifícios circulares semelhantes ao orifício 1107a, de modo que, os orifícios formados no anel de suporte 1103 e os orifícios 1107a na bandeja perfurada sem tubo vertical possam ser sobrepostos. Então, quando os orifícios 15 circulares, tais como o orifício 1107b são dispostos de modo a sobrepor parcialmente o elemento de suporte, tal como o anel de suporte 1103, isto é suficiente para prover o anel de suporte 1103 com um entalhe parcial de um orifício circular, semelhante a parte do orifício 1107a, de 20 modo que o entalhe parcial formado no anel de suporte 1103 e parte dos orifícios da bandeja perfurada sem o tubo vertical possam ser sobrepostos. Estes orifícios sobrepostos ou peças entalhadas tem a vantagem de impedir, eficazmente, a estagnação de um líquido no elemento de 25 suporte e a derivação da polimerização da estagnação do líquido. Os orifícios na bandeja perfurada, sem tubo vertical que são dispostos no elemento de suporte, neste caso, estão incluídos nos orifícios que são usados para obter a faixa de razões de abertura (A0 e (B) contempladas 30 por esta invenção. Da mesma forma, quando o elemento de

suporte é uma bandeja perfurada propriamente ou uma viga de suporte, é preferível dispor os orifícios dentro de 50 mm da parte dobrada do elemento de suporte conforme ilustrado na figura 7(a) e (b).

5                   O processo de destilação contemplado por esta invenção é caracterizado por efetuar a destilação por uso da coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical descrita acima. O processo de destilação desta invenção é vantajosamente usado para destilação específica de um 10 composto facilmente polimerizável contendo líquido. A razão para adotar a substância específica como alvo da destilação é que o processo é capaz de manifestar um efeito especificamente evidente na destilação do composto facilmente polimerizável, por exemplo, uma vez que a coluna 15 de bandeja perfurada sem tubo vertical desta invenção possui uma configuração superando a eficiência da superação durante a operação de destilação e também porque a configuração excede o efeito de impedir a formação de um polímero durante a operação de destilação.

20                   Como exemplos típicos de composto facilmente polimerizável os ácidos (met)acrílico e ésteres de ácidos (met)acrílicos, tais como, por exemplo, (met)acrilatos de metila, (met)acrilatos de etila, (met)acrilatos de n-butila e (me)acrilatos de hidroxipropila podem ser citados. A 25 destilação contemplada por esta invenção abrange uma operação de purificação de um composto bruto facilmente polimerizável por destilação e uma operação de destilação de uma solução contendo composto facilmente polimerizável, desta forma separando e removendo os compostos prescritos.

30                   Incidentalmente, o termo "destilação" conforme

usado na presente descrição engloba uma operação de purificação do composto facilmente polimerizável mencionado acima, uma operação de desidratação azeotrópica, uma operação de dissipação, uma operação de separação do solvente residual e uma operação de absorção. A coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical de acordo com esta invenção é usada especificamente para a operação de destilação mencionada acima.

### **Concretização**

10 Esta invenção será descrita agora mais especificamente com referência aos exemplos de trabalho da mesma.

#### **Exemplo 1**

Uma coluna de destilação equipada com 50 bandejas 15 perfuradas sem tubo vertical (bandejas) que preenche completamente as especificações que se seguem:

Disposição dos orifícios na bandeja perfurada sem tubo vertical: disposição de triângulo equilátero

Diâmetro do orifício: 12 mm

20 Distância (passo) entre os centros dos orifícios adjacentes: 20,3 mm.

Espessura da bandeja: 3 mm

Diâmetro da bandeja: 2.300 mm

superpostas, conforme espaçadas com um intervalo de 25 450 mm, e providas na parte superior das mesmas com uma parte de destilação e na parte central com um tubo de alimentação de matéria-prima foi usada para realizar uma operação contínua de separação azeotrópica de uma solução de ácido acrílico aquosa sob as condições que se seguem, 30 usando metilisobutil cetona como um solvente azeotrópico.

Composição da solução de alimentação:

Ácido acrílico: 65% em peso

H<sub>2</sub>O: 32% em peso

Ácido acético: 2% em peso

5 Outras impurezas: 1% em peso

Quantidade de fluxo de alimentação: 9.000 kg/hora

Quantidade de refluxo: 11.000 kg/hora

Pressão superior da coluna: 185 hPa

Temperatura no 37º estágio: 90°C

10 As bandejas perfuradas sem tubo vertical são cada uma divididas em 15 segmentos. Na peça de junção formando a união entre dois segmentos de bandeja divididos adjacentes, um total de 60 orifícios de 12 mm de diâmetro foram formados conforme ilustrado na figura 8 (b) .

15 As bandejas perfuradas sem tubo vertical foram cada uma suportadas por uma viga de suporte medindo 75 mm de largura conforme ilustrado na figura 9 e um anel de suporte medindo 50 mm de largura e providas com 73 orifícios possuindo um diâmetro de 12 mm, conforme ilustrado na 20 figura 11. A viga de suporte é provida nas posições sobrepondo as posições dos orifícios na bandeja perfurada com 44 orifícios e nas posições não sobrepondo a bandeja perfurada com 22 orifícios, cada uma medindo 12 m de diâmetro. O número de orifícios nas bandejas perfuradas 25 totalizou 8.647. As posições dos centros dos orifícios nas bandejas perfuradas sem tubo vertical que aproximam-se muito dos elementos de suporte estavam a distâncias dentro de 10 mm da parte terminal interna do anel de suporte e a distâncias dentro de 8 mm das curvaturas dos segmentos de 30 bandeja divididos e das curvaturas da viga de suporte.

Como inibidores de polimerização, ditiocarbamato de dibutila cobre e metoquinona, cada um em um estado dissolvido em um líquido de refluxo foram fornecidos nas respectivas concentrações de 45 ppm em peso e 45 ppm em peso (ambos em relação à quantidade de vapor do ácido acrílico) para o interior da coluna através da parte superior da mesma. Separadamente, gás de oxigênio molecular for fornecido a uma concentração de 0,3% em volume (em relação a quantidade de vapor de ácido acrílico) para a parte inferior da coluna.

Neste momento, a razão de abertura (A) encontrada do passo padrão entre os centros dos orifícios adjacentes foi de 31,7%, a razão de abertura (B) com base no diâmetro de uma coluna foi de 23,5%, e a faixa de razões de abertura (A) / (B) foi de 1,35.

Como resultado do uso do equipamento, foi verificado que o destilado contém ácido acrílico em uma concentração de 0,1% em peso e ácido acético em uma concentração de 0,6% em peso e o extrato através do fundo da coluna foi encontrado como possuindo ácido acrílico em uma concentração de 94,9% em peso, ácido acético em uma concentração de 2,7% em peso e metil isobutil cetona em uma concentração de 70 ppm em peso.

Quando o interior da coluna foi inspecionado após uma operação contínua de um mês, não foi detectado virtualmente sinal de um polímero na coluna.

#### **Exemplo Comparativo 1**

Operação contínua foi realizada seguindo-se o procedimento do Exemplo 1, enquanto alterando-se as especificações para as 31<sup>a</sup> e 40<sup>a</sup> bandejas perfuradas sem

tubo vertical acima para aquelas mostradas a seguir.

Distância entre os centros de orifícios adjacentes nas bandejas perfuradas (passo): 19,2 mm.

Nenhum orifício para líquido na peça de junção entre segmentos de bandeja divididos adjacentes.

Nenhum orifício para líquido na viga de suporte.

Número total de orifícios nas bandejas perfuradas:

8448

As posições dos centros dos orifícios da bandeja perfurada sem tubo vertical aproximadamente próximas às bandejas de suporte estavam a distâncias de 55 mm da parte terminal interna do anel de suporte e a distâncias dentro de 55 mm das curvaturas dos segmentos de bandeja divididos e a borda da bandeja perfurada.

A razão de abertura (A) encontrada do passo padrão entre os centros dos orifícios adjacentes era de 35,4% e a razão das razões de abertura (A) / (B) era de 1,54.

Como resultado do uso do equipamento, o destilado e o líquido no fundo da coluna continham os mesmos graus de ácido acrílico e ácido acético e o líquido do fundo da coluna continha metilisobutil cetona em uma concentração de 260 ppm em peso.

Quando o interior da coluna foi inspecionado após uma operação contínua de um mês, a peça de junção das bandejas perfuradas, o lado superior da viga de suporte e o lado superior do anel de suporte formaram um polímero em quantidades grandes totalizando 26 kg.

## REIVINDICAÇÕES

1. Coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical equipadas com bandejas perfuradas sem tubo vertical (601), cada bandeja compreendendo uma pluralidade de segmentos de 5 bandejas separados (603, 903a, 903b) e uma pluralidade de aberturas (907) em uma disposição triangular regular ou quadrangular, a disposição regular contendo um triângulo unitário (207) ou um quadrilátero unitário (309, 409), onde o termo triângulo unitário se refere a um triângulo (207) 10 que é formado por conexão dos centros de três aberturas (201, 203 e 205) colocados em uma disposição de triângulo e onde o termo quadrilátero unitário se refere ao quadrilátero (309, 409) que é formado por conexão dos centros de quatro orifícios (301, 303, 305 e 307 ou 401, 15 403, 405, e 407) colocados em uma disposição de quadrilátero, caracterizada pelo fato de que a razão de abertura (A) da área de superfície total das partes dos orifícios anexos ao triângulo unitário ou quadrilátero unitário (209 + 211 + 213 ou 311 + 313 + 315 + 317 ou 411 + 0 413 + 415 + 417 + 419) à área de superfície total do triângulo unitário ou quadrilátero (207, 309 ou 409), e a razão de abertura (B) da área de superfície total dos orifícios na bandeja sobre a área da seção transversal da coluna, forma uma razão (A)/(B) na faixa de 1,1 - 1,5 e 25 onde a parte de junção (905) entre segmentos de bandejas divididos adjacentes é provida por orifícios entalhados (915) e/ou orifícios para líquido (909) capazes de permitir o escoamento do líquido, onde a área dos ditos orifícios entalhados ou para líquido está incluída no cálculo das razões de abertura (A) e (B). 30

2. Coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato da razão de abertura (B) estar na faixa de 10 a 30% e o diâmetro dos orifícios ser de 10 a 25 mm.

5 3. Coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de compreender pelo menos um elemento de suporte (613) para suportar uma bandeja perfurada (601), onde a distância entre os centros dos orifícios, na bandeja imediatamente 10 adjacente ao elemento de suporte, se encontra dentro de 50 mm do elemento de suporte.

15 4. Coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de compreender pelo menos um elemento de suporte (613) para suportar uma bandeja perfurada (601), onde o elemento de suporte é provido de orifícios, de modo que quando as 0 aberturas da bandeja perfurada sem tubo vertical são dispostas no elemento de suporte, os orifícios no elemento de suporte e as aberturas na bandeja perfurada sem tubo vertical são sobrepostos.

FIG. I

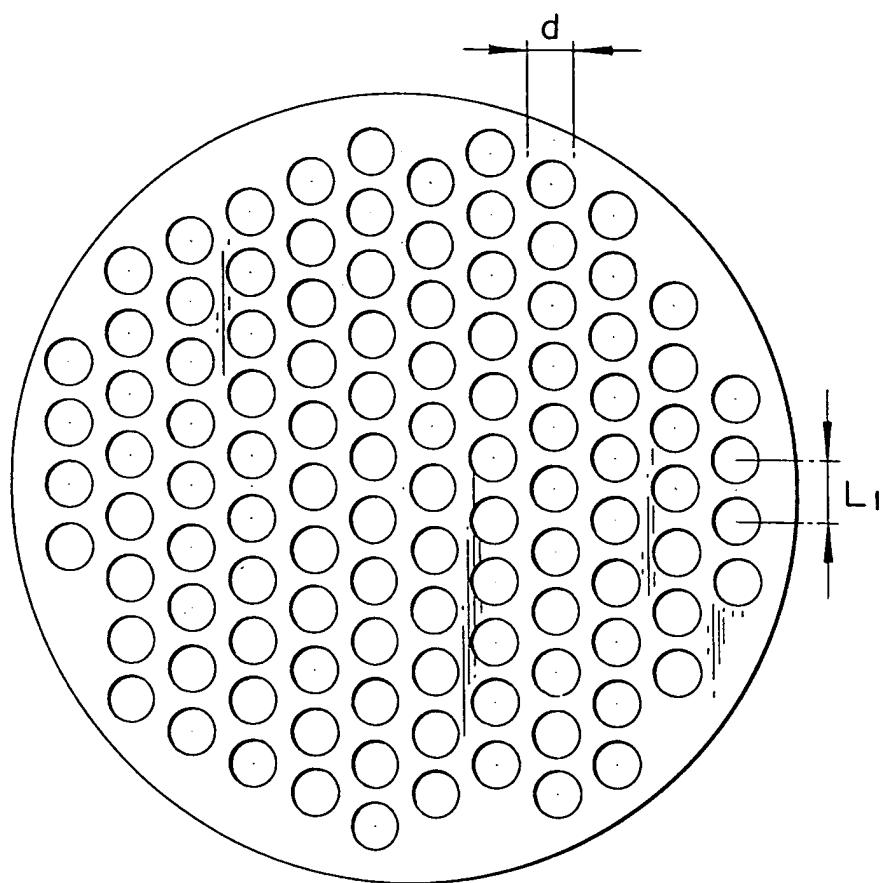


FIG. 2a

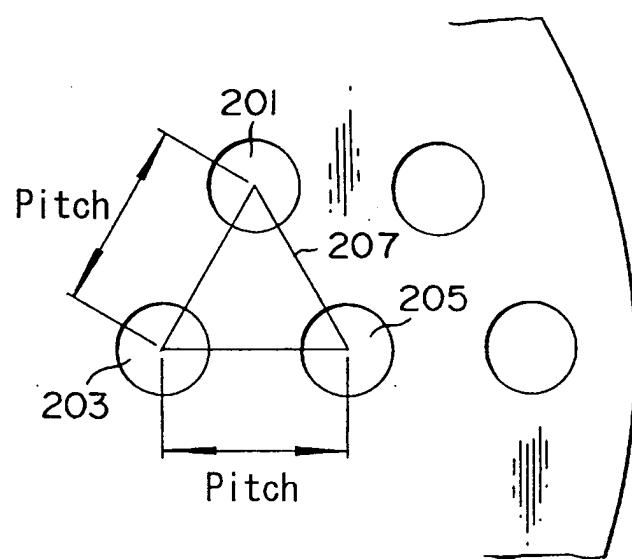


FIG. 2b

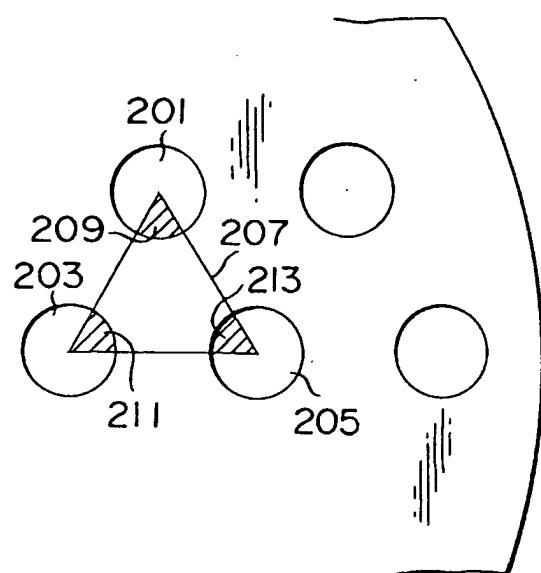


FIG. 3a

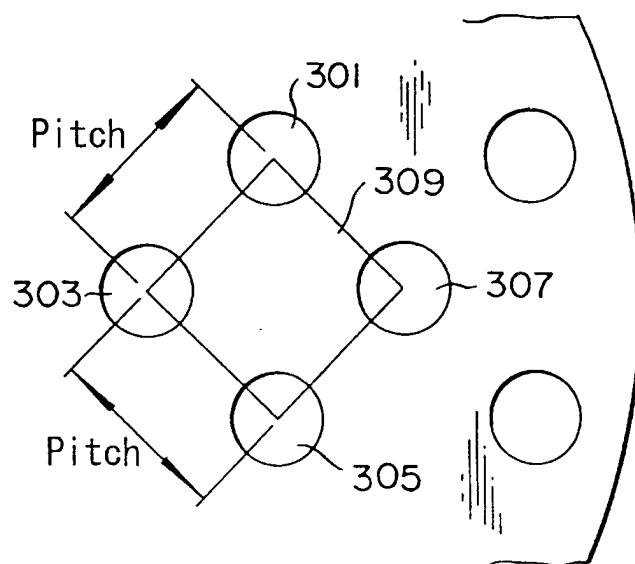


FIG. 3b

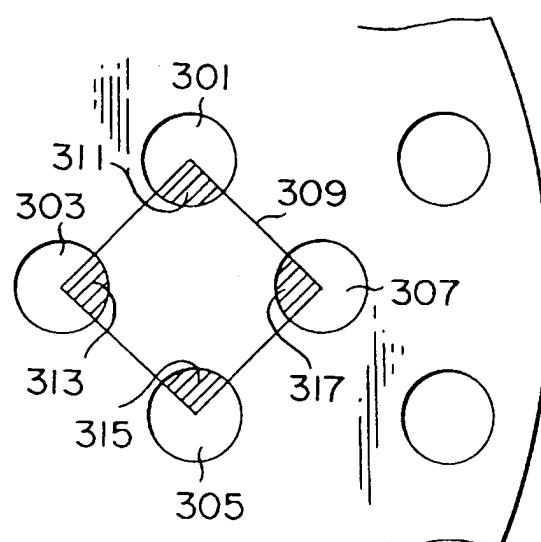


FIG.4

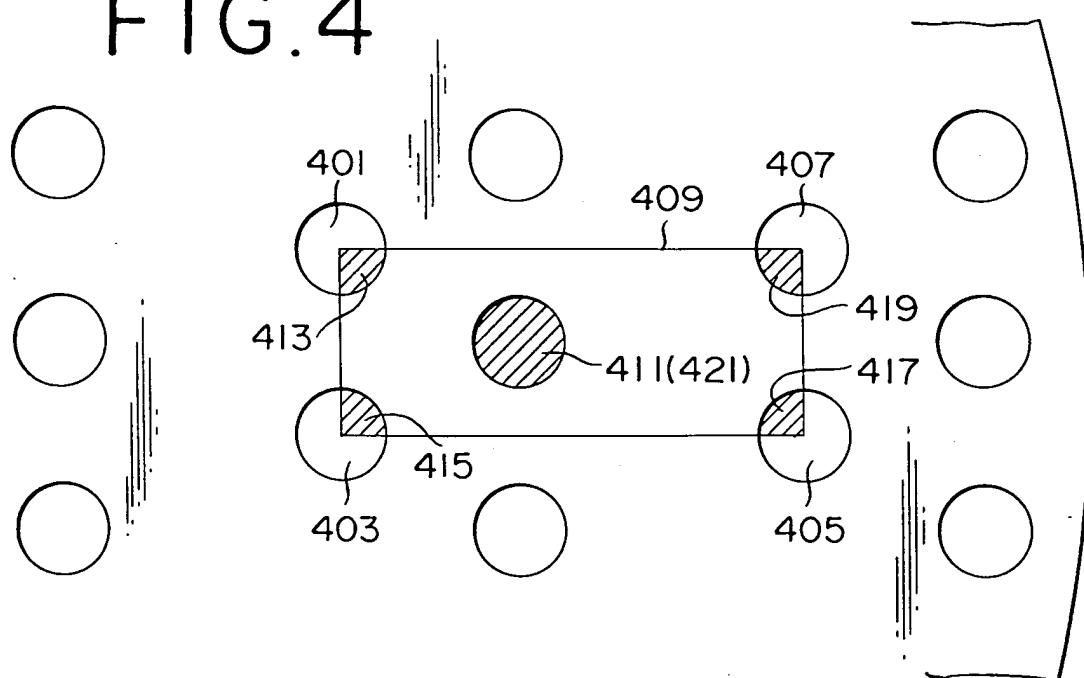
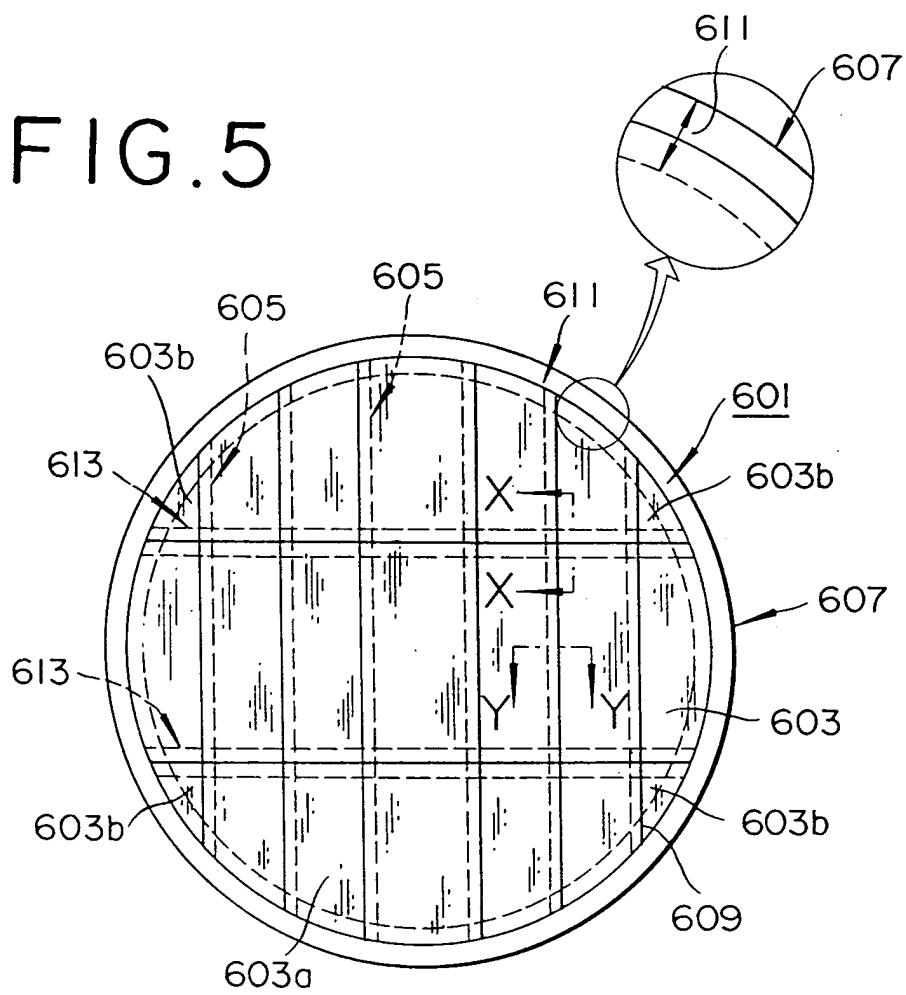


FIG.5



# FIG. 6

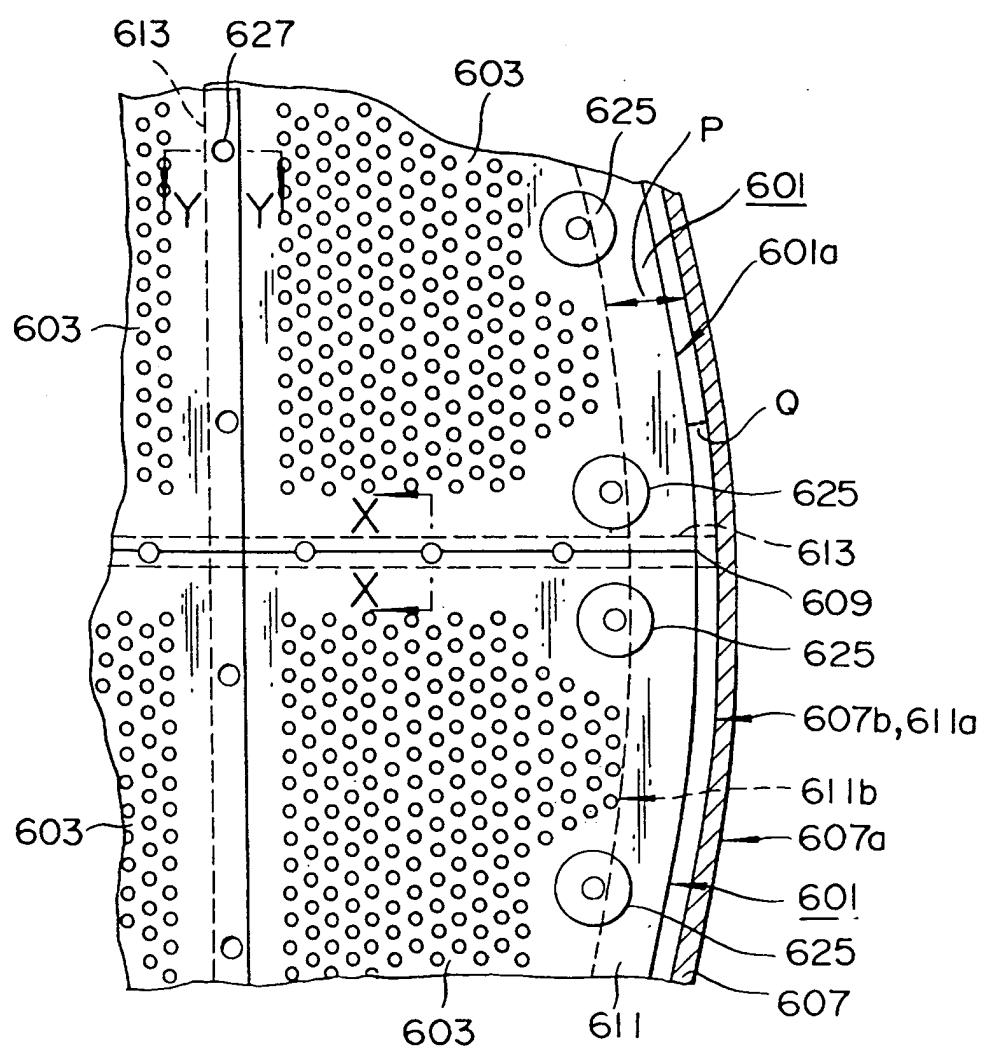


FIG. 7a

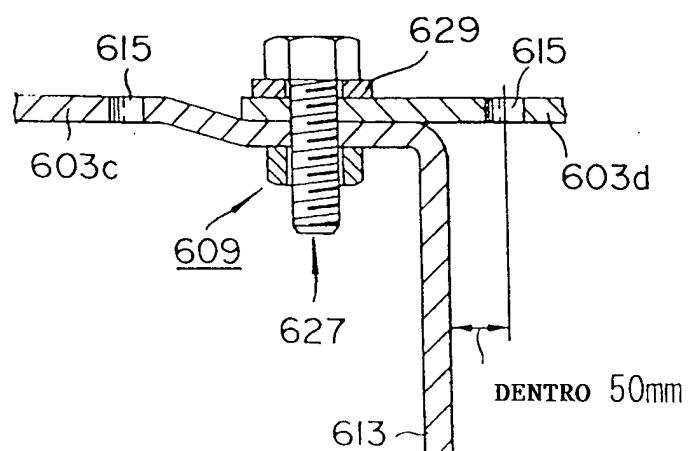


FIG. 7b

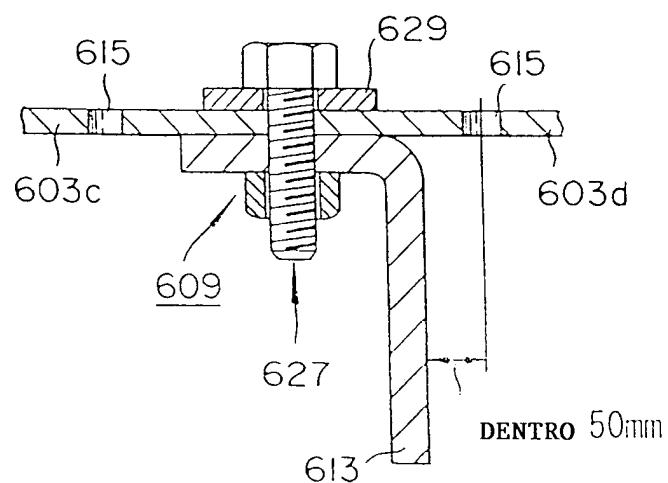


FIG. 8a

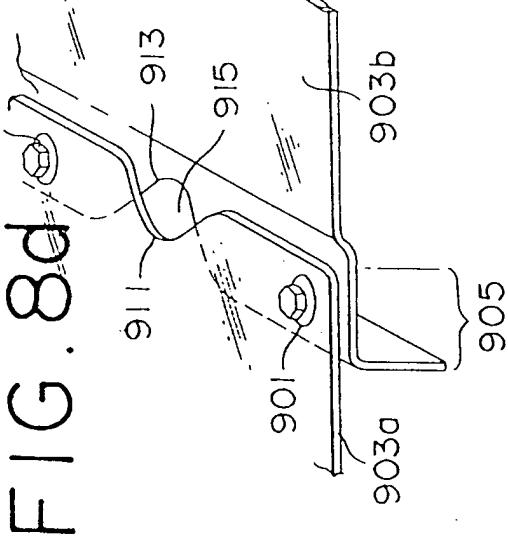
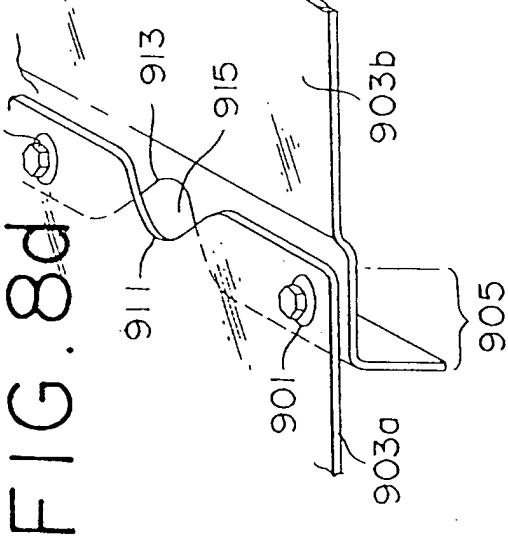
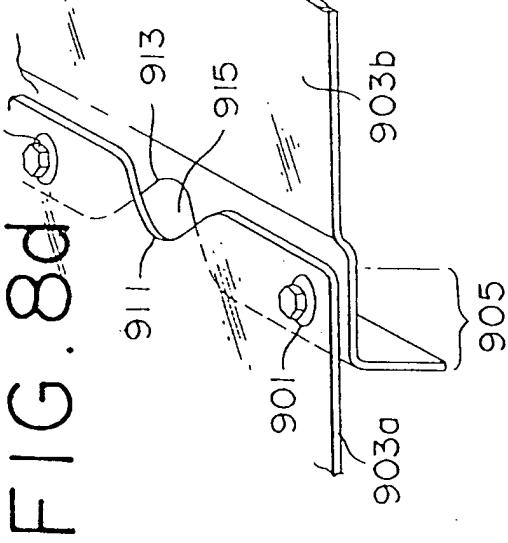
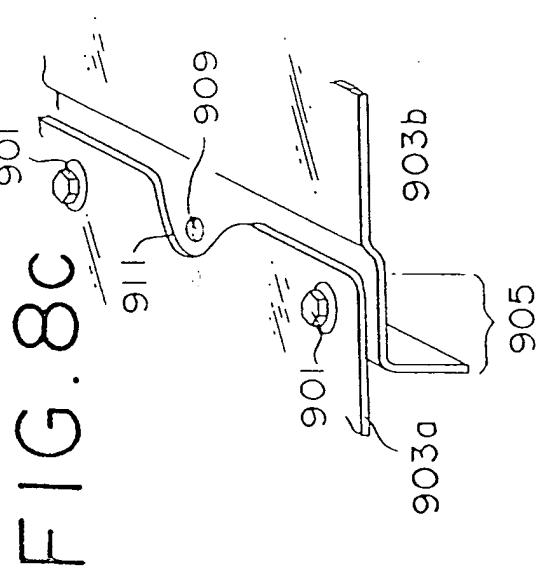
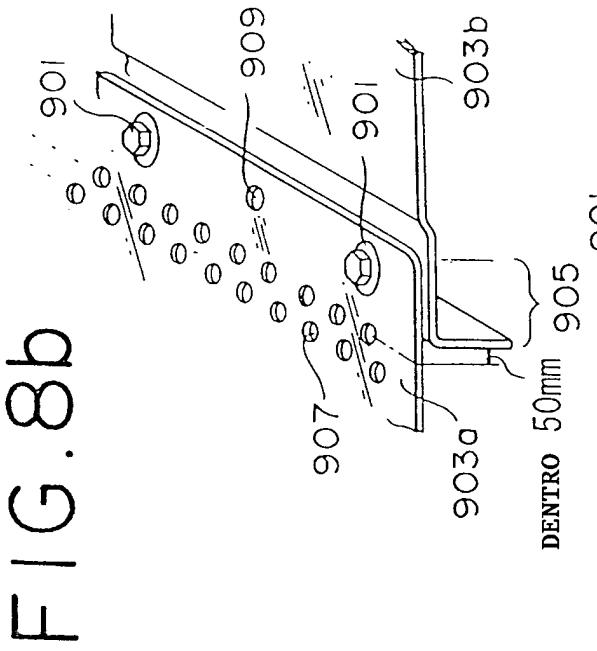
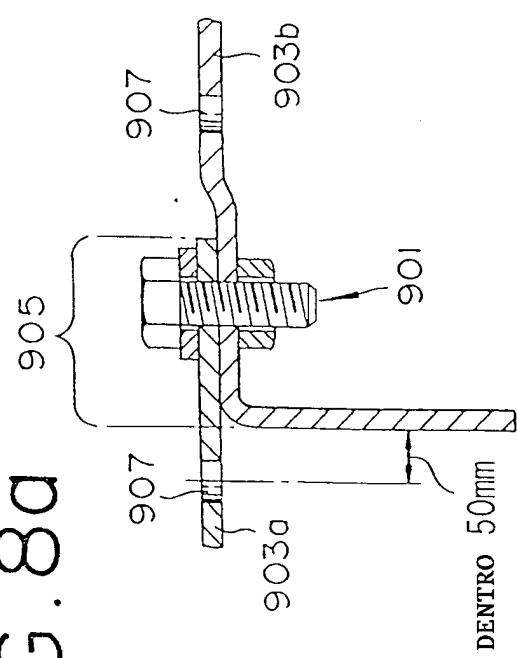


FIG. 9a

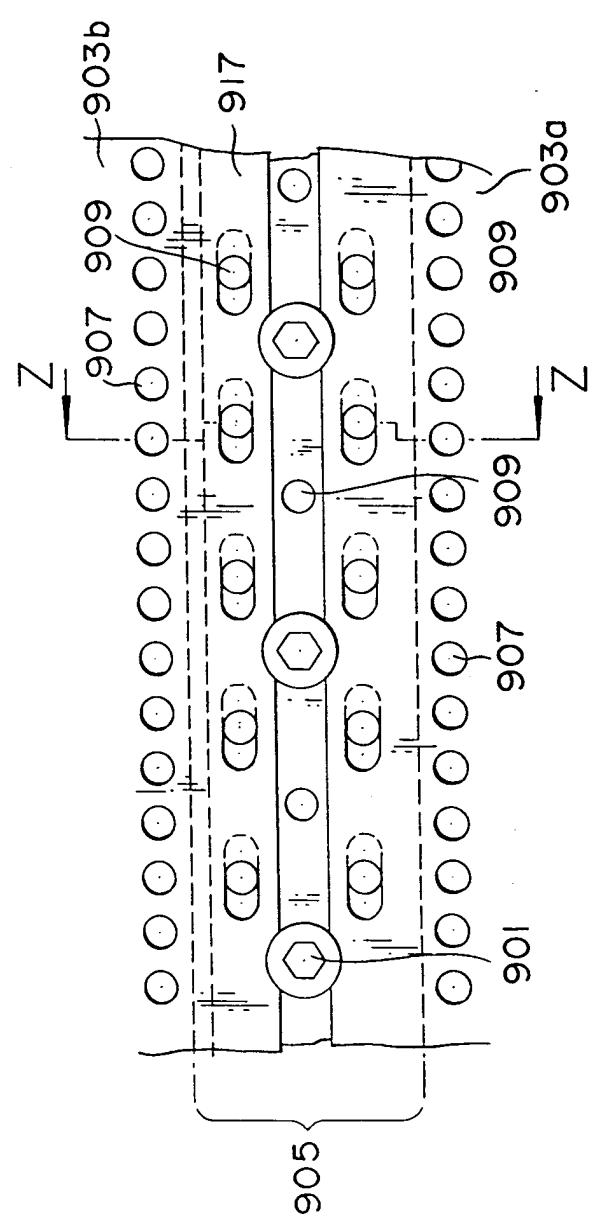


FIG. 9b

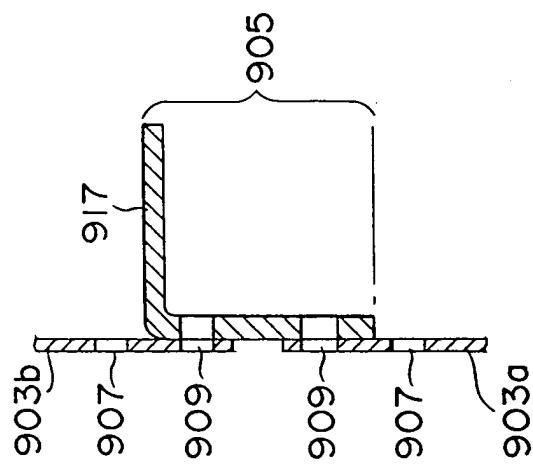


FIG. 10

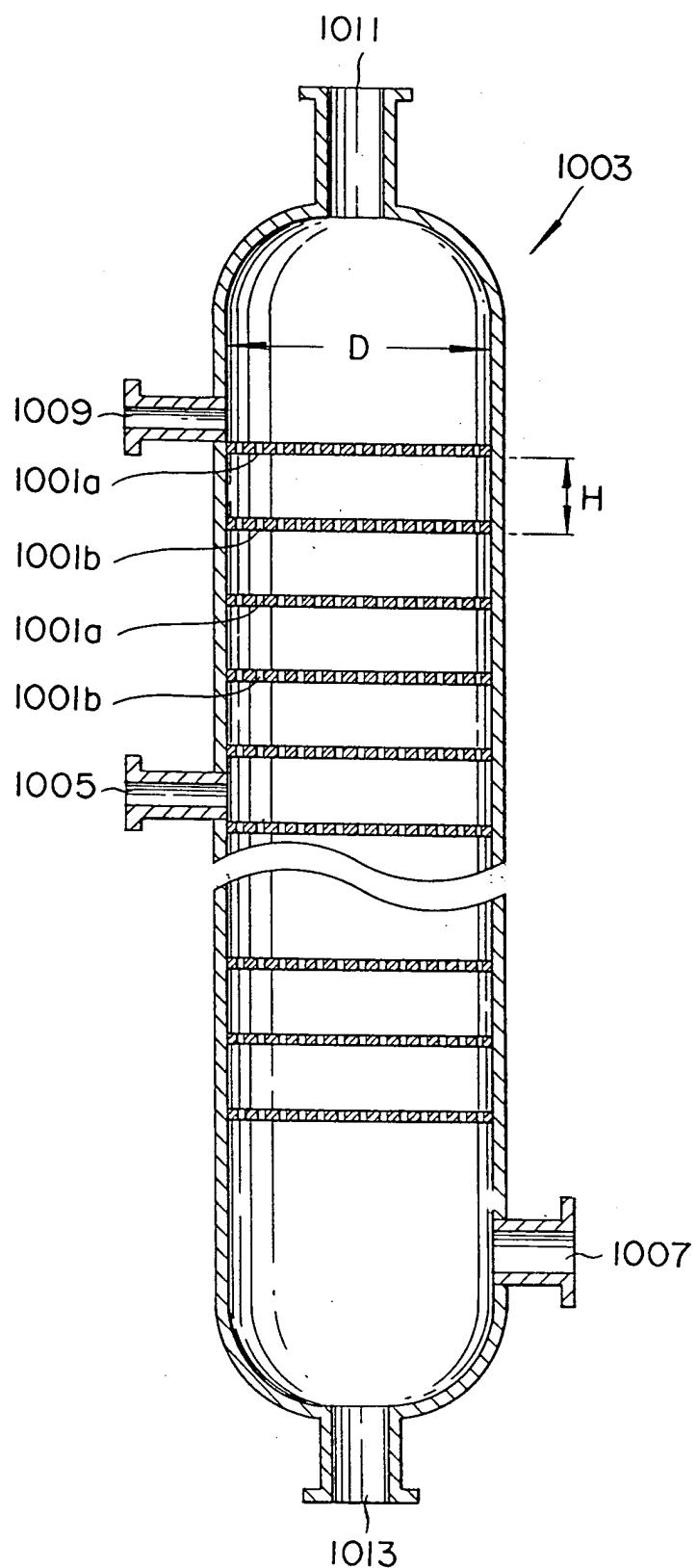
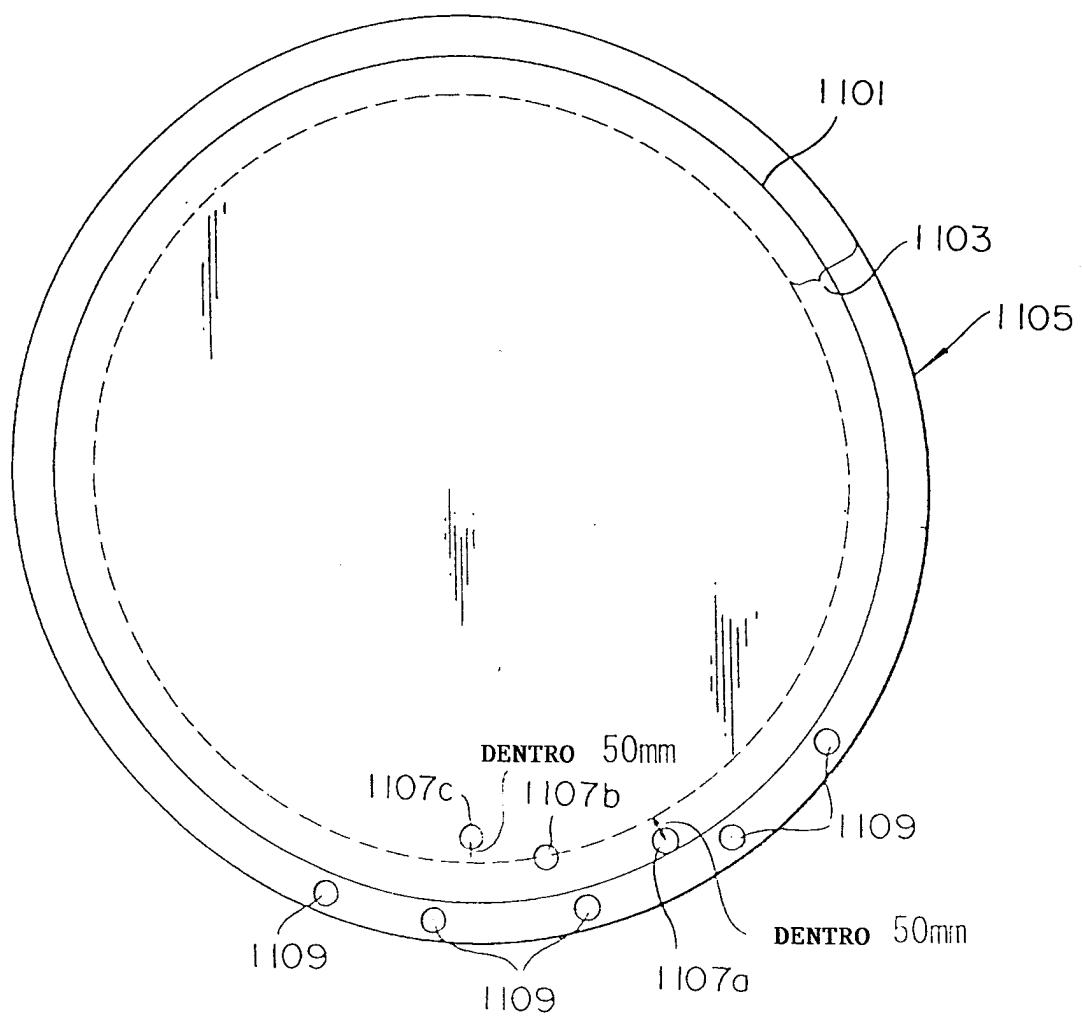


FIG. III



**COLUNA DE BANDEJA PERFORADA SEM TUBO VERTICAL**

Esta invenção refere-se a bandeja perfurada sem tubo vertical possuindo apenas um pequeno desvio entre a razão de abertura com base no diâmetro da coluna e a razão de abertura real e uma coluna de bandeja perfurada sem tubo vertical formada por disposição de tais bandejas perfuradas sem tubo vertical. As bandejas perfuradas sem tubo vertical são caracterizadas por possuírem uma razão de (A) / (B) na faixa de 1,1 a 1,5, onde A indica a razão de abertura encontrada do passo padrão entre os centros dos orifícios e (B) indica a razão de abertura no diâmetro de uma coluna.