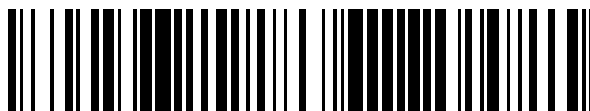


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 757**

51 Int. Cl.:

<b>B01F 5/04</b>	(2006.01)
<b>B01J 19/18</b>	(2006.01)
<b>B01J 4/00</b>	(2006.01)
<b>B01F 15/00</b>	(2006.01)
<b>B01F 15/04</b>	(2006.01)
<b>B01J 19/00</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.05.2011 PCT/US2011/035959**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.12.2011 WO11159409**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2011 E 11720695 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 2585203**

54 Título: **Mezclador a chorro estático reactivo y método de mezcla durante un proceso de mezcla de amina-fosgeno**

30 Prioridad:

**14.06.2010 US 354552 P**

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

**17.04.2019**

73 Titular/es:

**DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC (100.0%)  
2040 Dow Center  
Midland, MI 48674, US**

72 Inventor/es:

**GILLIS, PAUL, AARON;  
BAI, HUA;  
MUKHERJEE, JOYDEEP;  
DAS SHARMA, SANJIB, KUMAR y  
GEHRKE, JORG-PETER**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 709 757 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Mezclador a chorro estático reactivo y método de mezcla durante un proceso de mezcla de amina-fosgeno

**Campo de la descripción**

5 La presente invención se refiere a un mezclador estático, con múltiples boquillas y, más en general, a un mezclador a chorro, estático, reactivo, y a su método de uso para mezclar fosgeno y amina, en el cual se utilizan una o más filas adicionales de boquillas y/o una cierta forma de boquillas, para enriquecer localmente una porción del flujo de fosgeno, a fin de limitar la formación de reacciones secundarias no deseadas en el flujo.

**Antecedentes**

10 A grandes rasgos, el campo de los dispositivos de mezcla convencionales puede dividirse en dos áreas principales: los mezcladores dinámicos y los mezcladores estáticos. Los mezcladores dinámicos o mecánicos dependen de algún tipo de parte móvil para garantizar la mezcla deseada y/o completa de los productos. Los mezcladores estáticos, por lo general, no tienen partes móviles prominentes y, en cambio, para facilitar la mezcla, dependen de los diferenciales de presión dentro de los fluidos que se están mezclando.

15 El documento de patente de los EE. UU. número 2008/0274040 A1 describe un conjunto de inyectores para inyectar un componente adicional en una corriente de componentes que fluye a través de un conducto del reactor, a lo largo de su eje longitudinal. El conjunto de inyectores puede conectarse entre el extremo corriente abajo de una primera sección del conducto del reactor y el extremo corriente arriba de una segunda sección del conducto del reactor, de modo tal que conecte entre sí y en forma fluida la primera y la segunda secciones del conducto del reactor.

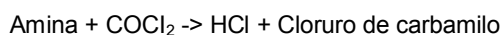
20 El documento de patente de los EE. UU. número 4.474.477 A describe un aparato de mezcla que tiene una cámara de mezcla cilíndrica, alargada, con un extremo de entrada y un extremo de salida, y una camisa cerrada, alargada, que rodea la cámara de mezcla y está separada de ella.

El documento de patente de los EE. UU. número 6.659.636 B1 describe un método y un aparato para introducir un producto químico en un flujo de líquido, que circula en un conducto de flujo. El método y el aparato son aplicables en particular a la adición homogénea de un producto químico líquido a un flujo de líquido.

25 La invención actual se dirige principalmente a un mezclador estático, aunque también se la podría aplicar a los mezcladores dinámicos.

30 Los isocianatos son moléculas caracterizadas por grupos funcionales N = C = O. Los isocianatos más utilizados son compuestos aromáticos derivados del benceno. Hay dos poliisocianatos que se producen en abundancia comercialmente, a saber, el diisocianato de tolueno (TDI, *toluene diisocyanate*) y diisocianato de metilendifenilo polimérico (PMDI, *polymeric methylenediphenyl-diisocyanate*). El PMDI es una mezcla de diisocianato de polimetileno y los isómeros monoméricos de diisocianato de metilendifenilo. En última instancia, estos isocianatos se hacen reaccionar con polioles para formar poliuretanos. Dos de las principales aplicaciones de poliuretano son las espumas rígidas, destinadas al aislamiento de electrodomésticos y a las partes de automóviles, y las espumas flexibles, para colchones y asientos. La reacción entre la amina y el fosgeno ocurre normalmente en condiciones en las que hay tanto una transferencia de masa limitada o mezcla controlada, como reacciones controladas cinéticamente. Las pérdidas de rendimiento y la calidad del producto se ven afectadas por la formación de urea y los derivados de urea en el proceso de producción. El fosgeno debe envolver la corriente de amina para minimizar las reacciones secundarias.

35 La mezcla es importante en la producción de PMDI y TDI. La calidad del producto PMDI y el rendimiento del TDI dependen de una red de reacciones químicas de varias etapas, que incluye una primera etapa en la cual dos corrientes continuas de reactivos se dirigen a un mezclador y donde, debido a la reactividad residual del compuesto producido en una primera etapa del proceso, se producen efectos secundarios o reacciones creadas después de que ocurre la reacción primaria y, en última instancia, reducen la calidad de la composición del producto. Por ejemplo, en el caso de la química de la fosgenación, la metilendi(fenilamina) (MDA o PMDA), también denominada aquí como amina, se mezcla con COCl<sub>2</sub> (fosgeno) para crear una mezcla de ácido clorhídrico (HCl) y cloruro de carbamilo. La reacción química se puede representar de la siguiente manera:



40 El cloruro de carbamilo luego se descompone en isocianato. Si bien se desea la producción de isocianatos, las reacciones secundarias pueden conducir a la creación de subproductos no deseados. Se cree que algunas de estas reacciones secundarias crean productos tales como clorhidrato de amina, urea, carbodiimidas y uretoniminas. Las uretoniminas se forman a partir de la reacción de una carbodiimida con un isocianato, y con frecuencia se las llama APA (*Addition Product A*, Producto de adición A). Dado que la formación de subproductos, como la urea y/o las uretoniminas es un efecto no deseado, el aumento de la relación de fosgeno a PMDA, una dilución de PMDA en un disolvente o una mezcla mejorada minimiza la formación de subproductos no deseados y la suciedad. Muchos factores conocidos y desconocidos controlan la calidad de la reacción principal.

Además de la formación de subproductos, la mezcla inadecuada puede contribuir a la suciedad del mezclador. En consecuencia, los diseños de los mezcladores con una mezcla inadecuada pueden dar como resultado un rendimiento general menor del producto deseado o pueden generar un producto que obstruya o dañe el sistema del reactor, lo que redundaría en un período de inactividad y/o en mayores costos de mantenimiento. La solicitud de patente estadounidense número 11/658.193 y publicada como US2008/0087348, que tiene una autoría de la invención en común al menos parcial, se dirige a un mezclador estático de abertura cónica. En esta aplicación, los mezcladores multi-T incluyen una junta en T y una sección de tubería recta con boquillas y bridas ciegas para el rápido inicio de la reacción química. La junta en estos mezcladores estáticos multi-T de la técnica anterior incluye una cámara de mezcla que tiene entradas separadas para al menos dos componentes y una salida. La entrada para uno de los componentes se define a lo largo de un eje longitudinal del mezclador multi-T y la entrada para el o los otros componentes se forma como una pluralidad de boquillas o chorros dispuestos alrededor de la circunferencia de la cámara de mezcla y está orientada de forma normal al eje longitudinal del mezclador multi-T.

En otra referencia, la solicitud de patente estadounidense número 12/725.262 presentada el 16 de marzo de 2010 y publicada como US2011/0228630 A1, también con una autoría de la invención en común al menos parcial, la longitud del conducto principal corriente abajo de un área de mezcla, se minimiza para limitar la mezcla inadecuada y la creación de subproductos. En otra referencia, la solicitud de patente estadounidense número 12/725.266 presentada el 16 de marzo de 2010 y publicada como US2011/0230679 A1, también con una autoría de la invención en común al menos parcial, la mezcla inadecuada se reduce mediante la introducción de un elemento guía en el conducto principal de un reactor estático, para crear un flujo uniforme de fosgeno entrante en un anillo de espesor limitado, a fin de que las boquillas circunferenciales puedan esparcir la amina con un área de contacto mayor de fosgeno. Si bien estas referencias enseñan una mezcla mejorada, resulta conveniente realizar otras mejoras para optimizar la mezcla de los materiales componentes.

La figura 1 muestra las concentraciones de fosgeno dentro de una cámara receptora de fluido, dentro de un primer conducto cilíndrico, donde se desarrolla un flujo de fosgeno de izquierda a derecha de la figura. La amina se inyecta por chorro en un flujo entrante de un primer componente. A medida que la amina atraviesa el fosgeno y reacciona con él, se producen reacciones principales y secundarias. Un círculo dispuesto a la distancia L ilustra una región en el lado corriente abajo del chorro de amina, donde la concentración de fosgeno es relativamente baja (cercana a cero). El mapa de temperatura asociado que se muestra como figura 2 ilustra la distribución de la temperatura dentro de la mezcla debido a las reacciones químicas exotérmicas generales. Una vez más, se muestra que el círculo dispuesto a una distancia  $L_1$  corriente abajo de la boquilla está más lejos que la distancia L de la figura 1, y la temperatura local se incrementa promoviendo la formación de reacciones secundarias y subproductos asociados. Si bien en las figuras 1-2 se muestra una ubicación de concentración de fosgeno relativamente baja (L) y de aumento de la temperatura local ( $L_1$ ), un experto en la técnica reconocerá que estos valores son solo indicativos del efecto general y que pueden cambiar, en función de una pluralidad de factores que incluyen, entre otros, la viscosidad del fluido, la velocidad del fluido, la temperatura, las concentraciones de los reactivos, la presión, etc.

Lo que se necesita es un mezclador a chorro estático, reactivo, capaz de limitar los picos de concentración y temperatura dentro de la corriente principal de fosgeno y amina durante el proceso de mezcla, restringiendo de este modo la producción de urea u otros subproductos no deseados en el mezclador estático.

### Compendio

La presente invención se refiere a un mezclador a chorro estático, reactivo, con una pluralidad de boquillas y, más en general, a un mezclador y a un método de uso del mismo para mezclar fosgeno y amina con chorros de una cierta forma o bien, filas secundarias de boquillas, o una combinación de ambos, que se utilizan para enriquecer una región deficiente en fosgeno dentro del mezclador a chorro estático, reactivo. Las configuraciones del flujo secundario enriquecedor incluyen el uso de una hilera de boquillas de fosgeno desplazada o escalonada, colocada corriente abajo del flujo de la primera fila de boquillas de amina, el uso de chorros de amina/fosgeno concéntricos, excéntricos o desplazados, el uso de boquillas con geometrías diferentes e irregulares, para ayudar a enriquecer el fosgeno en áreas específicas alrededor del flujo principal de amina.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un mezclador a chorro estático, reactivo, según la reivindicación 1, que incluye una cámara receptora de fluido (8) para mezclar un primer componente (10) que comprende fosgeno y un segundo componente (11) que comprende amina, y un primer conducto (3) que se extiende a través de la cámara receptora de fluido para transportar el primer componente desde una entrada (4) hasta una salida (5), en donde el mezclador a chorro estático, reactivo comprende:

una primera fila de boquillas (15) para el paso del segundo componente, dispuestas radialmente alrededor del primer conducto, entre la entrada (4) y la salida (5), y un sistema de enriquecimiento para subsanar un déficit en el primer componente en un punto de mezcla en la cámara receptora de fluido, que incluye una segunda fila de boquillas (16) para el paso del primer componente, en donde cada boquilla de la segunda fila de boquillas está ubicada dentro de una boquilla de la primera fila de boquillas (15), para enriquecer una región deficiente de fosgeno;

caracterizado por que la cámara receptora de fluido (8) es un cilindro continuo, ahuecado por el primer conducto (3) que tiene una pared circunferencial externa (140) entre un área externa de la cámara (7), y un área interna de la

cámara (8), en donde la primera fila de boquillas (15) perfora la pared externa (140) para el paso del segundo componente (11) desde el área externa (7) hacia el área interna (8), para la mezcla con el primer componente y

5 en donde la primera (15) y la segunda (16) filas de boquillas son concéntricas, en donde la primera fila de boquillas (15) está conectada a un conducto longitudinal (62) dentro de la pared circunferencial externa (140) de la cámara receptora de fluido (8) y en donde la segunda fila de boquillas (16) es perpendicular a la pared circunferencial externa (140).

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método de mezcla durante un proceso de mezcla de amina-fosgeno según la reivindicación 4, utilizando un mezclador a chorro estático, reactivo, según se reivindica y que comprende las siguientes etapas:

10 hacer pasar un primer componente que comprende fosgeno a través de un primer conducto (3), que se extiende a través de la cámara receptora de fluido (8) de un mezclador a chorro estático, reactivo, para transportar el primer componente desde una entrada (4) hasta una salida (5), en donde el primer conducto (3) incluye una primera fila de boquillas (15) dispuestas radialmente alrededor del primer conducto (3) entre la entrada (4) y la salida (5), y un sistema de enriquecimiento para subsanar un déficit en el primer componente en un punto de mezcla en la cámara receptora de fluido (2), que incluye una segunda fila de boquillas (16), en donde cada boquilla de la segunda fila de boquillas (16) está ubicada dentro de una boquilla de la primera fila de boquillas (15) para enriquecer una región deficiente en fosgeno,

hacer pasar el primer componente a través de la segunda fila de boquillas (16);

hacer pasar un segundo componente que comprende amina a través de la primera fila de boquillas (15) y

20 mezclar el primer y el segundo componentes en el punto de mezcla en la cámara receptora de fluido (2) del primer conducto (3).

#### Breve descripción de los dibujos

Ciertas realizaciones preferidas se muestran en los dibujos. Las realizaciones que se muestran en las figuras 1 a 6 no están de acuerdo con la invención.

25 La figura 1 es una ilustración de la distribución de un segundo componente en un flujo de un primer componente, que muestra un área de déficit de concentración del primer componente.

La figura 2 es una ilustración de la distribución de temperatura en la figura 1.

30 La figura 3 es una ilustración de un mezclador estático con una primera fila de boquillas y una segunda fila de boquillas ubicadas con un desplazamiento por una distancia  $L_2$  desde la primera fila de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 4 es una ilustración isométrica del mezclador estático de la figura 3, donde la segunda fila de boquillas está desplazada por una distancia  $L_2$  y está escalonada respecto de la primera fila, de acuerdo con una realización de la presente invención.

35 La figura 5 es una ilustración isométrica del mezclador estático de la figura 3, donde la segunda fila de boquillas está desplazada por una distancia  $L$  respecto de la primera fila, de acuerdo con otra realización de la presente invención.

La figura 6 es una vista en planta de un mezclador a chorro estático, reactivo, en el que la primera y la segunda filas de boquillas están conectadas a unos conductos longitudinales dentro de la pared circunferencial externa, de acuerdo con otra realización de la presente invención.

40 La figura 7 es una vista en planta de un mezclador a chorro estático, reactivo, con un sistema de enriquecimiento, donde la primera y la segunda filas de boquillas son concéntricas y donde la primera fila de boquillas está conectada a un conducto longitudinal, y la segunda fila de boquillas es perpendicular a la pared circunferencial externa, según la invención.

La figura 8 es un diagrama que ilustra un mezclador de boquilla en boquilla, concéntricas, desplazadas de la figura 7.

45 La figura 9 es una vista en perspectiva recortada del mezclador a chorro estático, reactivo, con el sistema de enriquecimiento de la figura 7, según la invención.

#### Descripción detallada

50 Algunas de las figuras ilustran entradas de flujo vertical ubicadas en la porción superior de la pared del mezclador, que entran en un flujo horizontal ubicado debajo de las entradas, desplazándose de izquierda a derecha. Debajo del flujo horizontal puede ilustrarse una pared plana o una línea. Si bien se muestra una representación ilustrativa, un experto en la materia entenderá que las figuras 1, 2, 3, 6, 7 y 8 ilustran la estructura completa, donde las entradas

pueden encontrarse simétricamente alrededor de toda la periferia del mezclador, mientras que en otras figuras, como en la figura 3, la estructura horizontal debajo del flujo es útil para ayudar a definir un espacio de flujo y representa una línea de simetría, otras estructuras, o similares.

5 En la mayoría de los mezcladores de reacción reactivos estáticos, una corriente de amina, que por lo general contiene disolvente, fluye a través de las boquillas hacia un flujo cruzado principal de fosgeno. Este "flujo cruzado" puede referirse a una serie de configuraciones diferentes y geometrías asociadas, donde los chorros de amina ingresan a una corriente de fosgeno en ángulos, direcciones, velocidades y propiedades de penetración diferentes. Los chorros de amina crean, además, estelas turbulentas corriente abajo respecto del lugar de la introducción y dan como resultado regiones deficientes en fosgeno y áreas calientes, como se muestra en las figuras 1 y 2. Se muestra que varios diseños  
10 novedosos de chorros mejoran la distribución de las aminas dentro del flujo cruzado de fosgeno. Estos diseños enriquecen la región deficiente en fosgeno con fosgeno y reducen la temperatura de la interfaz amina-fosgeno. Se contemplan varias configuraciones, a saber: el uso de múltiples filas de boquillas cónicas o no cónicas, para la introducción de la corriente de amina o fosgeno; el uso de boquillas con cierta forma, para alterar la distribución del chorro de amina entrante en el flujo de fosgeno y el uso de boquillas híbridas, "chorro en chorro", donde el flujo principal de una boquilla está rodeado por el flujo proveniente de una boquilla secundaria concéntrica, excéntrica o de forma  
15 irregular.

Las figuras 1 y 2 ilustran la distribución volumétrica y las distribuciones de temperatura de un flujo de un segundo componente dentro de un primer componente, que se desplaza en una cámara receptora de fluido para la mezcla. Lo que se muestra es cómo a una distancia fija, que se indica como L en la figura 1, existe un déficit de fosgeno; cerca  
20 de esta región es donde se puede añadir una segunda fila de boquillas para mitigar este déficit. La figura 2 muestra que la temperatura aumenta corriente abajo de un chorro de amina a una distancia  $L_1$ . Un objeto de esta invención consiste en introducir un chorro secundario de fosgeno, en un punto  $L_2$  distante de una primera boquilla, para enriquecer el fosgeno en una región deficiente en fosgeno.

La figura 3 ilustra con las flechas 10-14 y 17 los flujos de un primer y un segundo componentes, como el fosgeno y la amina, respectivamente, con o sin disolvente, dentro de un mezclador a chorro estático, reactivo 1, de acuerdo con la presente invención. Una segunda fila de boquillas 16 se coloca a una distancia de desplazamiento  $L_2$  desde una  
25 primera fila de boquillas 15 a lo largo del cuerpo principal del mezclador 1. Un primer componente, como el fosgeno o el fosgeno con disolvente, fluye en el mezclador 1 como se ilustra mediante la flecha 10. Un segundo componente, tal como una amina 11 o una amina con disolvente, luego se mezcla con el primer componente como se muestra por la flecha 13 en una primera fila de boquillas 15. Si bien se muestra una boquilla en forma de T, lo que se contempla es el uso de cualquier forma y ángulo de boquilla, que incluye, entre otras, boquillas cónicas, como se muestra, por ejemplo, en la figura 6, o boquillas que tienen diferentes formas.

En el mezclador 1, como se muestra en una vista en perspectiva en las figuras 4 y 5, una segunda fila de boquillas 16 se coloca corriente abajo de la primera fila de boquillas 15, a una distancia  $L_2$ , ya sea en una configuración escalonada como se muestra en la figura 4, o simplemente desplazada longitudinalmente, como se muestra en la figura 5. Se  
35 agrega un segundo flujo del primer componente 12 a la mezcla en 14, a una distancia de desplazamiento por  $L_2$ , respecto de la primera introducción del segundo componente, mediante las boquillas 16 para diluir y enfriar el flujo en un área específica de concentración o temperatura dentro de el flujo de mezcla, como se ilustra en las figuras 1 y 2. El fosgeno o una composición hecha con fosgeno y disolvente se inserta en el mezclador 1. Preferiblemente, en la boquilla 11, se inserta un flujo de amina y se añade un segundo flujo de fosgeno a la mezcla en la boquilla 12 para  
40 ayudar a compensar cualquier déficit.

En la figura 4, el segundo flujo del primer componente 12 se añade a la mezcla en 16, o a una distancia de desplazamiento por  $L_2$  respecto de la primera introducción y también se escalona a mitad de camino entre dos boquillas 15. Un experto en la técnica de mezcla entiende que si bien se muestra una distancia  $L_2$  fija, lo que se contempla es la ubicación de boquillas desplazadas 16, en comparación con un conjunto primario de boquillas 15, por una distancia fija o variable respecto del primer conjunto de boquillas 15, en función de las diferentes características de los  
45 componentes para enriquecer un área empobrecida de un primer componente o para diluir un área y crear un flujo que enriquezca localmente la concentración del primer componente y reduzca la formación de subproductos no deseados de la reacción principal. Por ejemplo, si se añade un disolvente o cualquier otro elemento o aditivo, como el fosgeno, al flujo primario del primer componente, el flujo 10 puede aumentar la velocidad, lo que deriva en un cambio en la posición del área empobrecida y en un aumento de la distancia L. Si la presión del segundo componente aumenta en la boquilla de entrada para el segundo componente, se puede cambiar el flujo y la distancia L también puede variar en consecuencia. Por lo tanto, un experto en la técnica reconocerá la necesidad de determinar la distancia  $L_2$  efectiva para cada configuración de mezcla.

55 Los mezcladores 1, como los que se ilustran en las figuras 4 y 5, pueden estar hechos de un cuerpo cilíndrico, donde el fosgeno fluye longitudinalmente desde un extremo 4 hasta el extremo opuesto 5 de un conducto cilíndrico, largo, tal como se muestra. La amina, como segundo componente, puede insertarse luego, a través de las boquillas perpendiculares 15, 16, según se muestra en las figuras 4 y 5. La presente invención incluye el uso de conductos longitudinales hechos en la pared externa de la carcasa 7 del mezclador 1, como se muestra en las figuras 6, 7, 8 y 9 o sin boquillas perpendiculares o cónicas. Por ejemplo, el mezclador 1 de la figura 7 incluye tanto un conducto de flujo longitudinal 62 como un conducto de flujo perpendicular 60. En la figura 6, el mezclador 1 está hecho de carcasas  
60

terminales opuestas 40, 41, que están enclavadas en una interfaz 44 y donde cada carcasa terminal 40, 41 incluye un conducto secundario 64 y un conducto terciario 63, respectivamente, para el transporte del componente ya sea a la primera fila de boquillas 15 o la segunda fila de boquillas 16.

5 Si bien se muestran dos tipos de conductos (conducto de boquillas perpendiculares y conducto de boquillas longitudinales) en las diferentes realizaciones ilustradas, se contempla el uso de cualquier tipo y geometría de conducto, en cualquier ángulo de ataque, para abastecer a la segunda fila de boquillas con el primer componente.

10 También se describe aquí una forma circular de abertura de la salida de la boquilla 16. La descripción que se encuentra a continuación es igualmente aplicable a las boquillas de la primera fila 15. Las aberturas, tal como se muestran en la figura 7, pueden ser cónicas donde, por ejemplo, la abertura de entrada es más pequeña que la forma de la abertura de salida. Se puede utilizar una variedad de formas diferentes como abertura de entrada o salida, ya sea de la primera fila de boquillas o de la segunda fila de boquillas. La primera fila de boquillas 60 está situada a modo de chorro en chorro, en una segunda fila de boquillas 62, como se describe en la figura 7, un conducto de flujo longitudinal 62 y un conducto de flujo perpendicular 60. La superficie interna del primer conducto incluye una primera abertura 101 y una segunda abertura 100, como se muestra en la figura 8. La superficie incluye, además, la superficie final de la primera boquilla 102.

15 El inventor ha determinado que el enriquecimiento del primer componente, como el fosgeno, en un punto específico es útil para reducir los subproductos y/o la formación de urea. El uso de aberturas internas o aberturas externas diferentes en la primera fila de boquillas 15 o en la segunda fila de boquillas 16, con geometrías variadas, permite la introducción de distintas cantidades del primer componente o del segundo componente, en una configuración chorro en chorro. En una realización alternativa, se utiliza una sola fila de boquillas 15 para mezclar los componentes, pero al cambiar la forma de la abertura de entrada o de la abertura de salida, el flujo de amina se puede transformar para que la amina se envíe a áreas preferidas dentro del flujo de fosgeno. Por ejemplo, una abertura en forma de lágrima situada en la dirección del flujo del fosgeno crea un chorro que penetra más profundamente en el flujo de fosgeno.

20 También se describen aquí diferentes configuraciones posibles, en donde la primera boquilla 15 está ubicada en la segunda boquilla 16, en una configuración chorro en chorro y donde ambas boquillas pueden estar desplazadas, o ser concéntricas, excéntricas o escalonadas entre sí, para crear un área de liberación de un componente más voluminosa que del otro. Por ejemplo, la figura 8 muestra una realización de las diferentes configuraciones posibles, es decir, donde la segunda boquilla o boquilla interna 16 está dispuesta de modo que quede desplazada con respecto a la primera boquilla o boquilla externa 15, de manera que la boquilla externa 15 tenga una abertura más grande 100b en el lado posterior o corriente abajo de la boquilla interna 16, en comparación con la abertura 100a en el lado frontal o corriente arriba de la boquilla interna 16, y la boquilla interna 16 tiene una pared cónica 102 hacia la abertura 101. A un nivel de presión fijo, se suministra una cantidad más voluminosa de un componente al lado posterior de la boquilla en boquilla 62, como se muestra en la figura 7. Si bien no se muestra un flujo horizontal debajo de la abertura 100a, 100b y 101, un experto en la técnica reconocerá que el flujo como el que se describe en relación con la figura 7 se contempla para la figura 8.

25 La presente invención también describe un mezclador a chorro, estático, reactivo 1, con una cámara receptora de fluido 2, para mezclar un primer componente 10 que comprende fosgeno y un segundo componente 11 que comprende amina, y un primer conducto 3, que se extiende a través de la cámara receptora de fluido 1, para transportar el primer componente 10 desde una entrada 4 hasta una salida 5, y que tiene una primera fila de boquillas 15 a lo largo del primer conducto 3, entre la entrada 4 y la salida 5, y un sistema de enriquecimiento, tal como una segunda fila de boquillas 16, para subsanar un déficit en el primer componente 10 en un punto de mezcla  $L_2$  en la cámara receptora de fluido 1.

30 La cámara receptora de fluido 1 es un cilindro continuo, que se muestra parcialmente en las figuras 6, 7 y 8, que está ahuecado por el primer conducto 3 y que lo forma, el cual tiene una pared circunferencial externa 140, como se muestra en la figura 9 entre un área externa de la cámara 7 y un área interna de la cámara 8. La figura 3 ilustra una primera fila de boquillas 15 que perforan en una configuración perpendicular la pared externa 140, para el paso del segundo componente 11 desde el área externa 7 hasta el área interna 8, para mezclar con el primer componente 10.

35 Al menos una boquilla de la primera fila de boquillas 15 tiene una forma de abertura seleccionada de un grupo que consiste en un círculo, un óvalo, un triángulo, un rectángulo, un rombo y una forma de lágrima. La boquilla de la primera fila 15 puede tener una forma diferente de abertura, donde la superficie final de la boquilla 102 es circular y la segunda abertura 100 tiene forma de pastilla.

40 Como se muestra en la figura 6, la pared circunferencial externa incluye un conducto terciario o tercer conducto 63 en la pared 40, en comunicación con una segunda fila de boquillas 16. Este tercer conducto 63 se puede colocar en una porción diferente de la pared 40, en la que la segunda fila de boquillas 16 sirve para el paso de una segunda fuente del segundo componente a través del tercer conducto 63 o para la dilución del primer componente por un flujo secundario del primer componente. El mezclador 1 puede incluir un conducto secundario 64 y un conducto terciario o tercer conducto 63 en las carcasas terminales opuestas, tal como se muestra en cada lado opuesto de la interfaz 44.

45 En otra realización más, el mezclador 1 como el que se describió anteriormente se usa para realizar un método de

mezcla durante un proceso de mezcla de amina-fosgeno, en donde el método incluye los pasos de hacer pasar un primer componente 10 a través de un primer conducto 3, que se extiende a través de la cámara receptora de fluido 2, hacer pasar un segundo componente 11, a través de la primera fila de boquillas 15, y hacer pasar el primer componente 12 a través de la segunda fila de boquillas 16, para mezclar rápidamente el primer y el segundo componentes 10, 11 y/o 12 dentro de la recepción de la cámara receptora de fluido 2 del primer conducto 3.

En otro método contemplado, las etapas incluyen hacer pasar un primer componente 10 a través de un primer conducto 3, que se extiende a través de la cámara receptora de fluido 2 de un mezclador a chorro estático, reactivo 1; hacer pasar el primer componente, tal como fosgeno, a través de la segunda fila de boquillas 16, como se muestra en las figuras 3-7; hacer pasar un segundo componente 11, a través de la primera fila de boquillas 15 y permitir que el primer y el segundo componentes 10, 11 o 12 se mezclen rápidamente en la cámara receptora de fluido 2 del primer conducto 3.

#### Ejemplos

Combinación escalonada; configuración chorro en chorro. Se realizaron una serie de experimentos piloto en planta, para probar la combinación de las realizaciones de configuración chorro en chorro y de chorro escalonado, descritas en este documento. Un mezclador a escala piloto combina una configuración chorro en chorro, como se ilustra en la figura 9 y la configuración de chorro escalonado, como se ilustra en la figura 4. El diámetro del chorro interno es de 2,1 mm. Cada chorro externo tiene la misma área de descarga que el chorro interno, pero está desplazado con respecto al eje central del chorro interno en 0,2 mm, hacia la dirección corriente abajo, como se muestra en las figuras 7 y 8. Los chorros están escalonados en 2 filas, que están separadas por una distancia de 10 mm en las líneas centrales. El diámetro del conducto es de 11 mm.

Se probaron tres condiciones de flujo. En la prueba 1, el flujo total de fosgeno es de 3,6 kg/s, a 104 °C, y el flujo de amina/disolvente es de 2,4 kg/s a 165 °C. El flujo de fosgeno se divide en 2 corrientes de alimentación: la corriente principal de fosgeno, el 80 % del flujo total de fosgeno, se dirige a través del conducto de 11 mm de diámetro; la corriente de fosgeno secundaria, el 20 % de flujo de fosgeno total, se dirige a través de los chorros anulares. Las temperaturas de las corrientes de alimentación y la división de alimentación de fosgeno (80:20) se mantienen sin cambios para las otras 2 pruebas. En la prueba 2, los caudales de alimentación se duplican. En la prueba 3, los caudales en la prueba 2 se mantienen sin cambios, pero el porcentaje de amina en la corriente de alimentación de amina/disolvente se incrementa a 68 % desde 34 % (en las pruebas 1 y 2).

Con fines comparativos, se repiten las mismas 3 pruebas para el mezclador de escala piloto de referencia, que es igual que el mezclador de chorro en chorro escalonado, excepto que los chorros de amina se reemplazan por chorros cónicos, distribuidos de manera uniforme en una sola fila. El diámetro interior, el ángulo cónico y el número total de chorros son iguales para ambos mezcladores.

La tabla 1 resume los resultados de las pruebas, que se normalizan para la referencia de la prueba 1, a fin de ilustrar los cambios relativos. En términos de minimizar la concentración de subproductos, la ventaja del mezclador de chorro en chorro escalonado es coherente en las 3 pruebas. La concentración de subproductos es un 29 % menor que la del mezclador de referencia en la prueba 1, y se reduce más todavía en la prueba 2, aunque a expensas de un incremento significativo en la caída de presión. La concentración de subproductos es más alta en la prueba 3 que en la prueba 1, pero esto es de esperar, debido a un porcentaje de amina significativamente mayor. Las caídas de presión son casi iguales para los dos mezcladores, en las mismas condiciones de prueba. En la prueba 2, la caída de presión aumenta debido al aumento en los caudales.

Tabla 1. Comparación del mezclador chorro en chorro escalonado, con el mezclador de referencia (escala piloto)

Caso de prueba	Mezclador	Concentración de subproductos	Caída de presión en el diámetro interno	Caída de presión en el tubo
Prueba 1: Fosgeno = 3,6 kg/s; Amina/disolvente = 2,4 kg/s; Amina = 34 %	Referencia	100 %	100 %	100 %
	Chorro en chorro escalonado	71 %	97 %	118 %
Prueba 2: Fosgeno = 7,2 kg/s; Amina/disolvente = 4,8 kg/s; Amina = 34 %	Referencia	77 %	394 %	439 %
	Chorro en chorro escalonado	65 %	391 %	585 %

Caso de prueba	Mezclador	Concentración de subproductos	Caída de presión en el diámetro interno	Caída de presión en el tubo
Prueba 3: Fosgeno = 7,2 kg/s; Amina/disolvente = 4,8 kg/s; Amina = 34 %	Referencia	169 %	382 %	707 %
	Chorro en chorro escalonado	142 %	370 %	1058 %

5 Chorros secundarios (no de acuerdo con la invención). Se llevaron a cabo una serie de experimentos en plantas piloto para ilustrar las ventajas de los chorros secundarios en el flujo reactivo de fosgenación y en la mezcla. Se utilizó una configuración similar a la que se muestra en la figura 3. El flujo total de fosgeno se divide en dos corrientes: la principal de fosgeno, que fluye a través de un conducto de una (1) pulgada y la secundaria de fosgeno, que se introduce como un segundo chorro corriente abajo del chorro de amina, aproximadamente a media pulgada, dirigida a través de una boquilla de 3/16 de pulgada. El caudal total de fosgeno es de 0,11 kg/s, y la temperatura de la corriente de fosgeno es de 50 °C. Se introdujo una corriente de amina de 0,04 kg/s (15 % (w) - diamina de tolueno (TDA) o una diamina alifática (ADA), en disolvente de o-diclorobenceno (ODCB)), a 100 °C en el conducto de una (1) pulgada, en una disposición de flujo cruzado, similar a la ilustrada en la figura 3. La mezcla reactiva sale a un recipiente, con una presión de 20 bar.

10 Las tablas 2 y 3 comparan la formación de subproductos no deseados en el producto, como una función del caudal del chorro de fosgeno secundario para dos especies diferentes de aminas (TDA, ADA). Los valores informados están normalizados con respecto al valor correspondiente a una configuración con todo el fosgeno circulando a través del conducto principal. El fosgeno se puede sustituir con un disolvente frío. Se realizó una prueba con solvente frío (ODCB), en lugar del chorro secundario de fosgeno. La temperatura del disolvente frío era de 20 °C, y el caudal fue el 25 % del que se introdujo junto con la amina. Como resultado de ello, la formación de subproductos se redujo en un 4,5 %.

Tabla 2: comparación para la fosgenación de TDA

Flujo secundario de fosgeno (% del flujo total de fosgeno)	Formación de subproductos
0,0	100,0 %
18,2	85,5 %
27,3	83,6 %
36,4	82,8 %
45,5	82,2 %
54,5	82,1 %

20

Tabla 3: comparación para la fosgenación de ADA

Flujo secundario de fosgeno (% del flujo total de fosgeno)	Formación de subproductos
0,0	100,0 %
18,2	83,7 %
36,4	76,0 %
54,5	68,0 %

Se llevó a cabo una prueba con disolvente frío (ODCB), reemplazando el fosgeno en los chorros corriente abajo. La temperatura del disolvente frío es de 20 °C, y el caudal es el 25 % del introducido junto con la amina. Como resultado de ello, la formación de subproductos se reduce en un 4,5 %.

25



**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un mezclador a chorro estático, reactivo, que incluye una cámara receptora de fluido (8) para mezclar un primer componente (10), que comprende fosgeno, y un segundo componente (11), que comprende amina, y un primer conducto (3) que se extiende a través de la cámara receptora de fluido, para transportar el primer componente desde una entrada (4) hasta una salida (5), en donde el mezclador a chorro estático, reactivo, comprende lo siguiente:
- 10 una primera fila de boquillas (15) para el paso del segundo componente, dispuestas radialmente alrededor del primer conducto, entre la entrada (4) y la salida (5), y un sistema de enriquecimiento para subsanar un déficit en el primer componente, en un punto de mezcla en la cámara receptora de fluido, que incluye una segunda fila de boquillas (16) para el paso del primer componente, en donde cada boquilla de la segunda fila de boquillas está ubicada dentro de una boquilla de la primera fila de boquillas (15), para enriquecer una región deficiente de fosgeno;
- 15 caracterizado por que la cámara receptora de fluido (8) es un cilindro continuo ahuecado por el primer conducto (3), que tiene una pared circunferencial externa (140), entre un área externa de la cámara (7) y un área interna de la cámara (8), en donde la primera fila de boquillas (15) perfora la pared externa (140) para el paso del segundo componente (11), desde el área externa (7) hacia el área interna (8), para la mezcla con el primer componente (10) y
- 20 en donde la primera (15) y la segunda (16) filas de boquillas son concéntricas, en donde la primera fila de boquillas (15) está conectada a un conducto longitudinal (62), dentro de la pared circunferencial externa (140) de la cámara receptora de fluido (8), y en el que la segunda fila de boquillas (16) es perpendicular a la pared circunferencial externa (140).
2. El mezclador a chorro estático, reactivo, según la reivindicación 1, en el que la segunda fila de boquillas (16) permite el flujo de una segunda fuente del primer componente o de un fluido refrigerante, a través de la pared circunferencial externa.
- 25 3. El mezclador a chorro estático, reactivo, según la reivindicación 1, en el que al menos una boquilla de la primera fila de boquillas (15) tiene una forma de abertura seleccionada de un grupo que consiste en un círculo, un óvalo, un triángulo, un rectángulo, un rombo y una lágrima, y la boquilla asociada alrededor de la boquilla de la primera fila tiene una forma de abertura diferente.
4. Un método de mezcla durante un proceso de mezcla de amina-fosgeno, que utiliza un mezclador a chorro estático, reactivo, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 y que comprende las siguientes etapas:
- 30 pasar un primer componente que comprende fosgeno a través de un primer conducto (3), que se extiende a través de la cámara receptora de fluido (8) de un mezclador a chorro estático, reactivo, para transportar el primer componente desde una entrada (4) hasta una salida (5), en donde el primer conducto (3) incluye una primera fila de boquillas (15) dispuestas radialmente alrededor del primer conducto (3), entre la entrada (4) y la salida (5), y un sistema de enriquecimiento para subsanar un déficit en el primer componente en un punto de mezcla en la cámara receptora de fluido (2), que incluye una segunda fila de boquillas (16), en donde cada boquilla de la segunda fila de boquillas (16) está ubicada dentro de una boquilla de la primera fila de boquillas (15), para enriquecer una región deficiente en fosgeno,
- 35 hacer pasar el primer componente a través de la segunda fila de boquillas (16);
- hacer pasar un segundo componente que comprende amina a través de la primera fila de boquillas (15) y
- mezclar el primer y el segundo componentes en el punto de mezcla en la cámara receptora de fluido (2) del primer conducto (3).
- 40 5. El método según la reivindicación 4, en el que al menos una boquilla tiene una forma de abertura seleccionada de un grupo que consiste en un círculo, un óvalo, un triángulo, un rectángulo, un rombo y una lágrima.
6. El método según la reivindicación 4, en el que al menos una boquilla de la primera fila de boquillas tiene una forma de abertura seleccionada de un grupo que consiste en un círculo, un óvalo, un triángulo, un rectángulo, un rombo y una lágrima, y la boquilla asociada alrededor de la boquilla de la primera fila tiene una forma de abertura diferente.

45

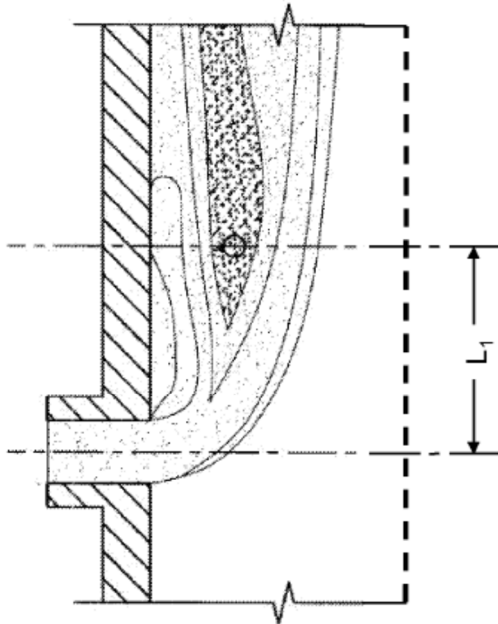


FIG. 2

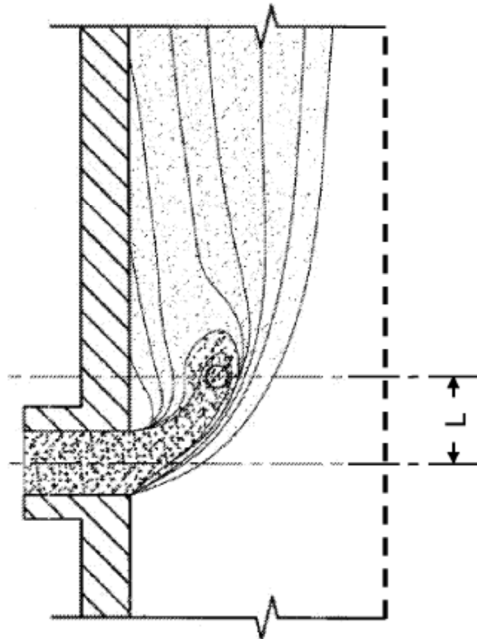


FIG. 1

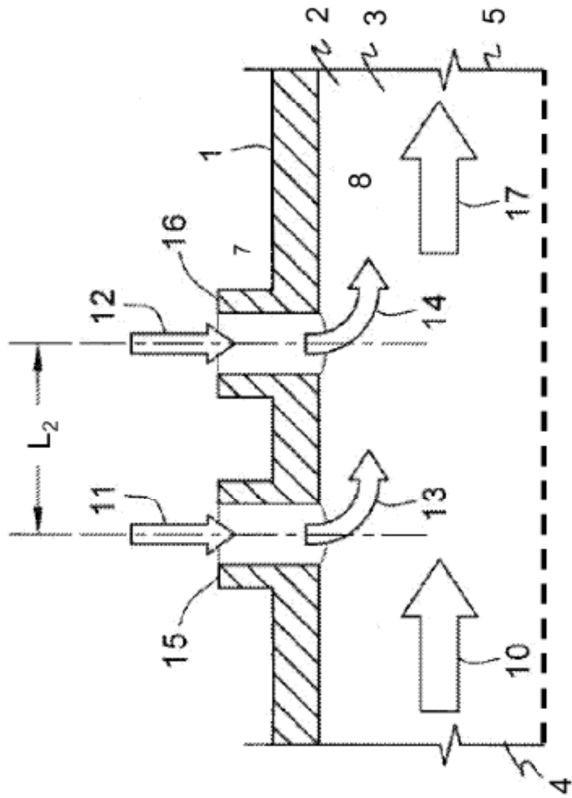


FIG. 3

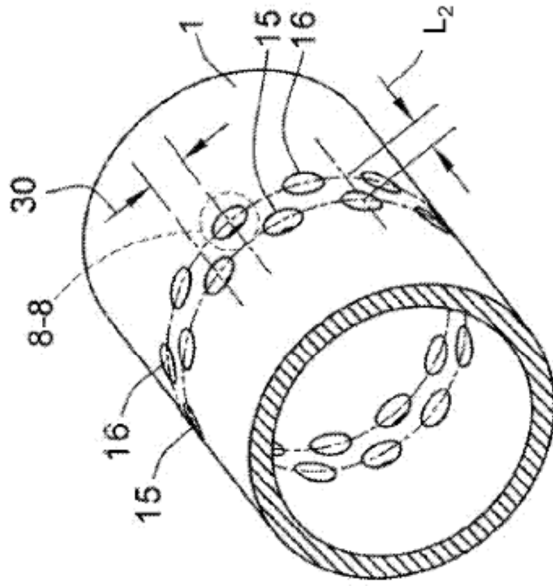


FIG. 4

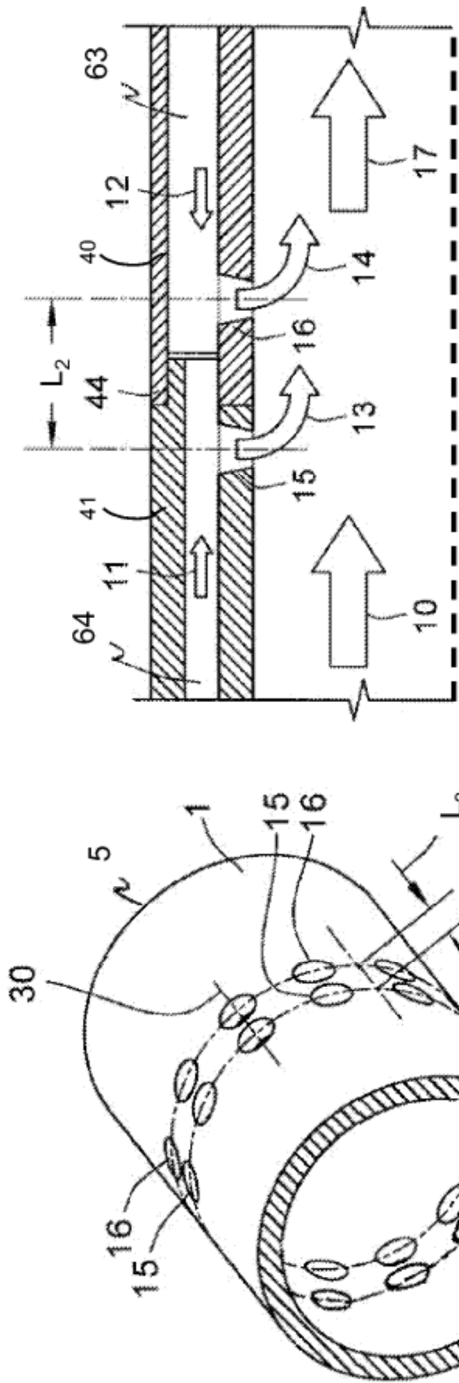


FIG. 6

FIG. 5

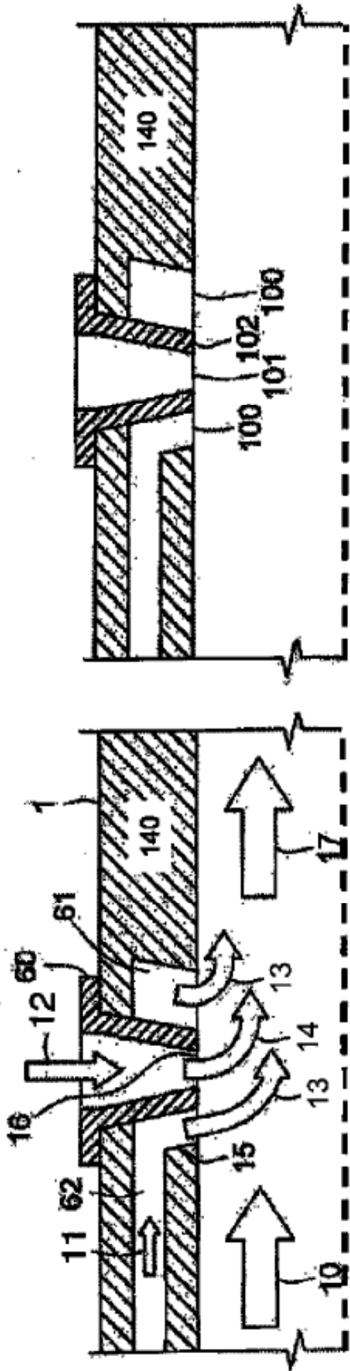


FIG. 8

FIG. 7

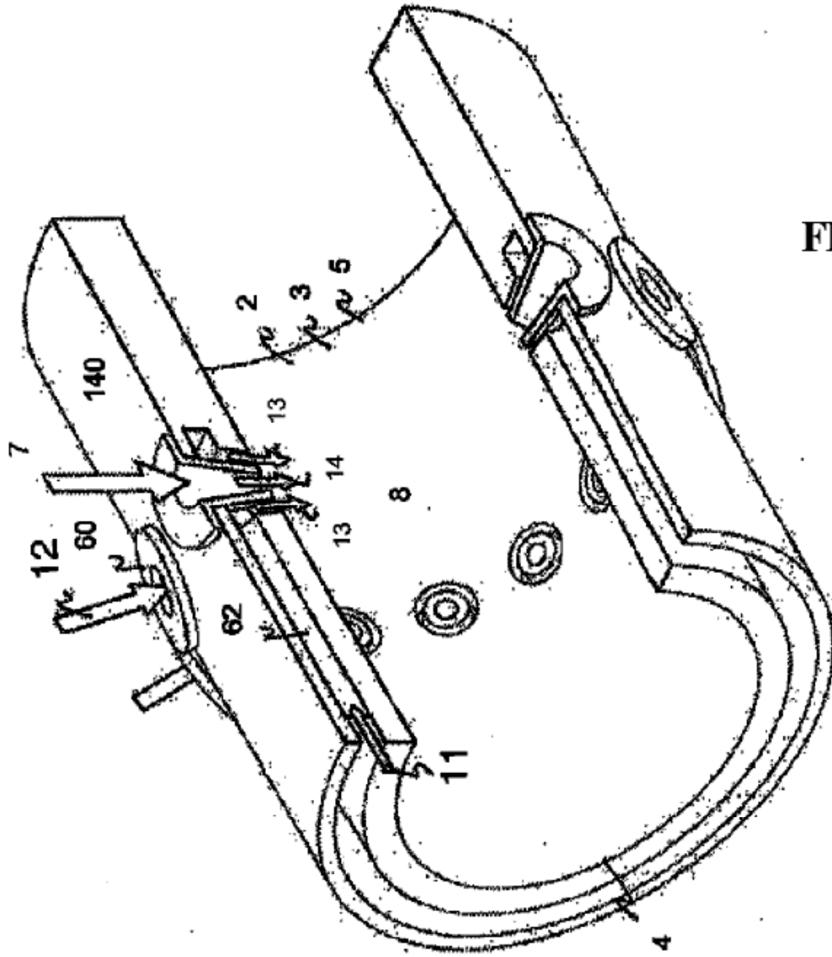


FIG. 9