

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 568**

51 Int. Cl.:

B01J 10/00 (2006.01)

B01J 19/24 (2006.01)

B01J 4/00 (2006.01)

C07C 273/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.04.2016 PCT/IB2016/051885**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2016 WO16157154**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2016 E 16722940 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019 EP 3277418**

54 Título: **Reactor y proceso de síntesis de urea**

30 Prioridad:

03.04.2015 IT MI20150485

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

25.10.2019

73 Titular/es:

**SAIPEM S.P.A. (100.0%)
Via Martiri di Cefalonia, 67
20097 San Donato Milanese (Milano), IT**

72 Inventor/es:

**AVAGLIANO, UGO;
CICCHINELLI, STEFANO y
CARLESSI, LINO**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 728 568 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

Reactor y proceso de síntesis de urea

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un reactor y proceso de síntesis de urea.

10 Antecedentes de la invención

Como es conocido, se produce normalmente urea a escala industrial mediante una reacción bifásica directa de amoníaco y dióxido de carbono en condiciones de temperatura alta y presión alta.

15 Un reactor típico de síntesis de urea de una planta de urea es alimentado con una corriente esencialmente gaseosa de dióxido de carbono y una corriente esencialmente líquida de amoníaco/carbamato de amonio. Los reactivos son alimentados al reactor por debajo, a través de una parte inferior del reactor y mediante respectivos distribuidores.

20 La figura 1 representa esquemáticamente, de manera simplificada, la parte inferior de un reactor típico de síntesis de urea 1 de tipo conocido.

25 En general, el reactor 1 se extiende a lo largo de un eje vertical A e incluye una caja 2 que define internamente una cámara de reacción 3; la caja 2 tiene una parte principal básicamente cilíndrica 4 y una parte inferior en forma de cúpula 5 (en particular, sustancialmente semiesférica). La parte inferior 5 está unida a la parte principal 4 a lo largo de un borde periférico esencialmente circular 9, que está en un plano sustancialmente ortogonal al eje A.

La caja 2 es soportada por un bastidor de soporte 10, conectado mecánicamente, en particular, a la parte inferior 5.

30 Los reactivos (dióxido de carbono y amoníaco/carbamato de amonio) son alimentados al reactor 1 a través de respectivos distribuidores dedicados 15 y 16.

Los distribuidores 15 y 16 están constituidos por respectivos elementos tubulares sustancialmente verticales, dispuestos pasando a través de la pared del reactor 1, y exactamente desde la parte inferior 5, en respectivas aberturas formadas en dicha pared.

35 Los elementos tubulares que constituyen los distribuidores 15 y 16 sobresalen hacia arriba de la pared de la parte inferior 5 y forman los denominados tubos perforados: cada elemento tubular tiene un extremo libre cerrado (situado dentro del reactor 1) y una pluralidad de agujeros pasantes laterales, formados en la pared lateral del elemento tubular en una cierta longitud longitudinal cerca del extremo libre.

40 Los distribuidores 15 y 16 están colocados en una posición excéntrica, por ejemplo, diametralmente opuestos con respecto al eje central A del reactor 1 y, en cualquier caso, generalmente en lados opuestos de un plano central vertical que pasa a través del eje A del reactor 1.

45 Los distribuidores 15 y 16 constituyen las partes de extremo de respectivos tubos de entrada curvados en forma de codo: fuera del reactor, cada tubo incluye una curva en forma de codo que conecta el elemento vertical tubular con una sección horizontal que pasa a través del bastidor 10.

Un reactor con un sistema de alimentación de reactivo, como el recién descrito, tiene inconvenientes.

50 Aparte de la complejidad de construcción relacionada, principalmente debido al uso de tubos de entrada en forma de codo (que normalmente deben ser forjados) y la necesidad de perforar una parte inferior del reactor, el inconveniente más grande consiste en que la disposición vertical de los distribuidores no permite la distribución uniforme de los reactivos por toda la sección transversal del reactor.

55 En particular, el dióxido de carbono, que debido a su densidad constituye la fase ligera en la reacción de síntesis de urea, tiende a formar una columna vertical encima del distribuidor relacionado, limitando de esta forma fuertemente la reacción cinética, que, en cambio, se vería favorecida por la distribución uniforme de dióxido de carbono en pequeñas burbujas por toda la sección transversal del reactor. Ni siquiera la distribución de la fase pesada (líquido), formada de amoníaco y carbamato de amonio, es totalmente satisfactoria.

60 Esta insatisfactoria distribución de reactivos, en particular de dióxido de carbono, hace que parte del volumen del reactor permanezca sin usar (debido al pobre contacto entre las dos fases), especialmente en la zona de entrada de reactivo del reactor; en cambio, este volumen podría ser muy productivo puesto que la concentración de los reactivos es máxima aquí.

65

También CN1224635 describe un reactor de síntesis de urea en el que los reactivos son suministrados mediante conductos separados que entran en el reactor por debajo, a través de la parte inferior en forma de cúpula del reactor.

- 5 También en otros reactores conocidos, la distribución de reactivos puede resultar insatisfactoria. Por ejemplo, CN2616278 y US3446601 describen reactores de síntesis de urea en los que los reactivos son suministrados mediante un solo conducto común, es decir, después de la premezcla de los reactivos.

Descripción de la invención

10 Un objeto de la presente invención es proporcionar un reactor y proceso de síntesis de urea que permiten superar los inconvenientes señalados anteriormente de la técnica conocida; en particular, un objeto de la invención es mejorar la eficiencia de los reactores y procesos de síntesis de urea conocidos.

15 La presente invención se refiere así a un reactor y proceso de síntesis de urea como los definidos en términos esenciales en las reivindicaciones anexas 1 y 11, respectivamente.

Características adicionales preferidas de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes.

20 Con respecto a las configuraciones tradicionales, la invención permite obtener una mezcla mejor y más rápida de la fase ligera (dióxido de carbono) con la fase pesada (amoníaco/carbamato de amonio).

En particular, la invención logra una mejor distribución del dióxido de carbono por la sección transversal del reactor, con consiguientes ventajas de eficiencia general del proceso de síntesis de urea.

25 Además, se forman burbujas de dióxido de carbono de menor diámetro, que también son propicias desde el punto de vista de la eficiencia de la reacción.

Breve descripción de los dibujos

30 Otras características y ventajas de la presente invención serán claras por la descripción de las realizaciones no limitativas siguientes, con referencia a las figuras de los dibujos acompañantes, en los que:

35 La figura 1 es una vista parcial esquemática, en sección longitudinal, de la parte inferior de un reactor de síntesis de urea de configuración conocida.

La figura 2 es una vista esquemática en alzado lateral, con partes en sección longitudinal, de un reactor de síntesis de urea según la invención.

40 La figura 3 es una vista esquemática en sección transversal del reactor de la figura 2.

Las figuras 4 y 5 son vistas esquemáticas en sección transversal de respectivas variantes del reactor de la figura 2.

45 La figura 6 es una vista esquemática en alzado lateral, con partes en sección longitudinal, de otra realización del reactor de síntesis de urea de la invención.

La figura 7 es una vista esquemática en sección transversal del reactor de la figura 6.

50 Las figuras 8 y 9 son vistas esquemáticas en sección transversal de respectivas variantes del reactor de la figura 6.

Mejor modo de llevar a la práctica la invención

55 La figura 2 representa, en forma simplificada y esquemática, la parte inferior de un reactor de síntesis de urea 1, específicamente destinada a realizar la reacción bifásica para la síntesis directa de urea, a temperatura y presión altas, comenzando a partir de dióxido de carbono y amoníaco con la formación intermedia de carbamato de amonio.

En general, el reactor 1 se extiende a lo largo de un eje vertical A e incluye una caja 2 que define internamente una cámara de reacción 3.

60 La caja 2 es sustancialmente cilíndrica y está cerrada en respectivos extremos axiales opuestos por dos casquetes de extremo, por ejemplo, de forma sustancialmente semiesférica. La figura 2 solamente representa la parte inferior del reactor 1 y, por lo tanto, solamente el casquete de extremo colocado en el extremo inferior del reactor 1, mientras que el casquete de extremo colocado en el extremo superior y que forma el cabezal del reactor no es visible.

Con respecto a la presente invención, la caja 2 tiene una parte principal esencialmente cilíndrica 4 y una parte inferior en forma de cúpula 5 (en particular, sustancialmente semiesférica), definiendo el casquete inferior del reactor 1.

5 La parte principal 4 está delimitada por una pared lateral cilíndrica 6 alrededor del eje A.

La parte inferior 5 tiene una pared en forma de cúpula 8 y está unida a la parte principal 4 a lo largo de un borde periférico esencialmente circular 9 (línea de soldadura), que está en un plano sustancialmente ortogonal al eje A.

10 La caja 2 es soportada por un bastidor de soporte 10, conectado mecánicamente, en particular, a la parte inferior 5.

También con referencia a la figura 3, la parte principal 4 tiene un par de aberturas laterales pasantes 11 y 12 formadas en la pared lateral 6 encima del borde 9, es decir, encima de la línea de unión entre la parte principal (cilíndrica) 4 y la parte inferior (en forma de cúpula) 5 de la caja 2.

15 Preferiblemente, las aberturas 11 y 12 están colocadas en lados opuestos de un plano medio vertical que pasa a través del eje A del reactor 1; en particular, las aberturas 11 y 12 están diametralmente opuestas.

20 En el ejemplo no limitativo de las figuras 2 y 3, las aberturas 11, 12 están sustancialmente alineadas una con otra, estando colocadas más o menos a la misma distancia (medida desde el centro de las aberturas 11, 12) del borde 9.

25 Respectivos tubos de entrada 13, 14 están insertados a través de las aberturas 11, 12 y están conectados de forma estanca a los fluidos, de manera conocida, a las aberturas 11, 12, para alimentar los reactivos de la reacción de síntesis de urea al reactor 1: en particular, el tubo de entrada 13 alimenta al reactor 1 una fase ligera (esencialmente gaseosa) conteniendo dióxido de carbono, mientras que el tubo de entrada 14 alimenta una fase pesada (esencialmente líquido) conteniendo amoníaco y generalmente también carbamato de amonio.

30 En el ejemplo no limitativo de las figuras 2 y 3, los tubos de entrada 13, 14 son paralelos y están sustancialmente alineados uno con otro.

Los tubos de entrada 13, 14 están conectados a respectivos distribuidores de reactivo 15, 16 dentro de la caja 2.

35 El distribuidor 15 (distribuidor de fase ligera) incluye uno o varios elementos tubulares 20, conectados uno a otro y/o al tubo de entrada 13 y que se extienden/están distribuidos sobre la sección transversal del reactor 1 y alrededor del eje A, y provistos de agujeros de admisión 21 espaciados uno de otro, con el fin de distribuir la fase ligera en una pluralidad de puntos de admisión distribuidos transversalmente en el reactor 1 y alrededor del eje A.

40 En particular, los elementos tubulares 20 del distribuidor 15 incluyen un elemento anular 20a que sobresale del tubo de entrada 13 y está dispuesto alrededor del eje A a lo largo de la pared lateral 6 y está preferiblemente radialmente espaciado de la pared lateral 6.

45 El tubo de entrada 13 sobresale radialmente hacia fuera del elemento anular 20a y es sustancialmente coplanar con el elemento anular 20a, a saber, el tubo de entrada 13 y el elemento anular 20a están situados sustancialmente a la misma altura a lo largo del eje A, es decir, a la misma distancia del borde 9.

Aquí y en otro lugar, cuando se habla de la altura o distancia de un componente tubular, quiere decirse que esta altura o distancia se mide con respecto a un eje central longitudinal del componente tubular.

50 El elemento anular 20a puede estar cerrado (es decir, tener la forma de un aro completo) o, como se representa en las figuras 2 y 3, estar interrumpido (es decir, tener la forma de un aro abierto).

55 En el ejemplo no limitativo representado, el elemento anular 20a tiene, en particular, una forma esencialmente toroidal con una sección transversal sustancialmente circular; el elemento anular 20a tiene una forma sustancialmente circular en planta, pero no forma un aro cerrado completo, sino un aro interrumpido, que se extiende con una magnitud angular de menos de 360°.

El elemento anular 20a está interrumpido en una posición diametralmente opuesta al tubo de entrada 13, donde tiene dos extremos frontales 22 colocados en lados opuestos del tubo de entrada 14.

60 Los extremos 22 son preferiblemente extremos ciegos (cerrados); el elemento anular 20a está provisto de una pluralidad de agujeros pasantes de admisión transversales 21, formados en una pared lateral 23 del elemento anular 20a a lo largo del elemento anular 20a y angularmente espaciados uno de otro a lo largo del elemento anular 20a y alrededor del eje A. Preferiblemente, los agujeros 21 están uniformemente distribuidos a lo largo del elemento anular 20a, estando en particular uniformemente espaciados uno de otro a lo largo del elemento anular 20a.

65

En general, los agujeros 21 se pueden disponer en cualquier posición en la pared lateral 23; por lo tanto, los agujeros 21 pueden mirar hacia arriba y/o hacia abajo y/o hacia la pared lateral 6 de la caja 2.

5 Los agujeros 21 pueden estar organizados en una o varias filas a lo largo del elemento anular 20a y/o pueden estar decalados uno con respecto a otro.

10 El distribuidor 16 (distribuidor de fase pesada) incluye un cuerpo tubular esencialmente en forma de L 24: el cuerpo tubular 24 incluye una primera sección de tubo sustancialmente horizontal 25 (constituida por el tubo de entrada 14 o por una extensión del mismo) que sobresale de la abertura 12 sustancialmente perpendicular a la pared lateral 6; y una segunda sección de tubo 26 que sobresale de la sección de tubo 25 y está curvada hacia abajo, es decir, hacia la parte inferior 5 de la caja 2.

15 En el ejemplo representado en la figura 2, la sección de tubo 26 está curvada 90° con respecto a la sección de tubo 25 y, por lo tanto, es sustancialmente vertical; además, la sección de tubo 26 está dispuesta en el centro en la caja 2, sustancialmente a lo largo del eje A.

20 Un conector de codo 27 conecta la sección de tubo 25 a la sección de tubo 26; la sección de tubo 26 tiene un extremo libre 28 opuesto al conector de codo 27; preferiblemente, el extremo 28 es un extremo ciego, estando cerrado por una pared transversal, que también podría estar provista de agujeros (no representados); la sección de tubo 26 tiene una pluralidad de agujeros pasantes laterales 29, formados en una pared lateral de la sección de tubo 26 cerca del extremo 28.

25 Ventajosamente, el extremo 28 con los agujeros laterales 29 está colocado al menos parcialmente (preferiblemente, totalmente) en la parte inferior 5 de la caja 2 debajo del borde 9.

Posibles elementos de soporte mecánicos (por ejemplo, ménsulas de anclaje fijadas a la pared lateral 6 de la caja 2) que soportan los elementos tubulares 20 (en particular, el elemento anular 20a) y/o el cuerpo tubular 24 o, más en general, los varios componentes de los distribuidores 15 y 16, no se representan para simplicidad.

30 El reactor 1 también incluye opcionalmente una entrada adicional de fase ligera 30.

La entrada 30 se define por un tubo auxiliar de entrada 31 provisto de al menos un agujero de salida 32; por ejemplo, el agujero de salida 32 está situado en un extremo abierto libre 33 del tubo de entrada 31.

35 El tubo de entrada 31 es de tamaño pequeño, en particular, con una sección de paso (sección transversal) menor que los tubos de entrada 13, 14 y, en particular, menor que el tubo de entrada de fase ligera 13.

40 El tubo de entrada 31 está dispuesto de modo que pase a través de una abertura auxiliar 34 formada en la pared en forma de cúpula 8 de la parte inferior 5.

45 Preferiblemente, la entrada 30 está situada en el centro en la parte inferior 5 y el tubo de entrada 31 es sustancialmente vertical y se extiende a lo largo del eje A. El tubo de entrada 31 también está alineado con la sección de tubo 26 del cuerpo tubular 24 y el agujero de salida 32 mira y está alineado a lo largo del eje A con el extremo 28 de la sección de tubo 26 del cuerpo tubular 24 (es decir, del distribuidor de fase pesada 16).

Preferiblemente, el extremo 33 del tubo de entrada 31 y el agujero de salida 32 están en la pared en forma de cúpula 8 de la parte inferior 5 o cerca de ella, con el fin de actuar también como una salida de drenaje del reactor 1 cuando el reactor 1 debe ser vaciado.

50 En el uso, para implementar el proceso de la invención, el reactor 1 opera de la siguiente manera.

55 El reactor 1 es alimentado con una corriente de dióxido de carbono, que constituye la fase ligera (esencialmente gaseosa) de la reacción de síntesis de urea, mediante el tubo de entrada 13 y el distribuidor 15, y con una solución de amoníaco/carbamato de amonio, que constituye la fase pesada (esencialmente líquido) de la reacción, mediante el tubo de entrada 14 y el distribuidor 16.

60 El distribuidor 15 distribuye la fase ligera (dióxido de carbono) de forma sustancialmente uniforme por la sección transversal del reactor 1, en una pluralidad de puntos de admisión (definidos por agujeros 21) distribuidos transversalmente en el reactor 1 y alrededor del eje A.

65 Con respecto a la solución tradicional previamente descrita, la geometría anular (toroidal) del distribuidor 15 y la distribución de agujeros 21 aseguran la distribución más uniforme de dióxido de carbono a través de la sección del reactor 1. Esta distribución se ve favorecida más por el campo de flujo uniforme de la solución de amoníaco/carbamato lograda con el distribuidor de fase pesada 16 orientado hacia abajo.

- 5 La orientación hacia abajo del distribuidor 16 y su colocación en el centro de la sección transversal del reactor 1 a lo largo del eje central A del reactor 1 asegura la distribución uniforme de la fase pesada (amoníaco/carbamato) por todo el volumen del reactor 1: de esta forma, el campo de flujo del amoníaco dentro de la cámara de reacción 3 es más uniforme y constante con respecto a la solución tradicional previamente descrita (con entradas desviadas y orientadas hacia arriba).
- La alimentación opcional adicional de la fase ligera mediante la entrada adicional 30 mejora más la mezcla de las dos fases en la zona inferior del reactor 1, donde tiene lugar el primer contacto entre los reactivos.
- 10 En las variantes de las figuras 4 y 5, además del elemento anular 20a que sobresale del tubo de entrada 13 y está dispuesto a lo largo de la pared lateral 6, el distribuidor de fase ligera 15 también incluye elementos tubulares 20 constituidos por brazos respectivos 20b que sobresalen del elemento anular 20a.
- 15 Preferiblemente, pero no necesariamente, los brazos 20b son sustancialmente coplanares con el elemento anular 20a (es decir, están sustancialmente a la misma altura a lo largo del eje A que el elemento anular 20a).
- 20 Los brazos 20b, que son, por ejemplo (pero no necesariamente), sustancialmente rectos, se extienden en un espacio 35 radialmente delimitado por el elemento anular 20a. En particular, cada brazo 20b conecta un par de uniones radialmente interiores 36 del elemento anular 20a orientadas una a otra en la pared lateral 23 del elemento anular 20a.
- 25 De forma análoga al elemento anular 20a, cada brazo 20b también está provisto de agujeros pasantes de admisión transversales 21, formados en una pared lateral 37 del brazo 20b y espaciados (preferiblemente, uniformemente) a lo largo del brazo 20b.
- 30 En el ejemplo de la figura 4, el distribuidor 15 incluye un par de brazos rectos 20b, paralelos uno a otro y al tubo de entrada 13 y dispuestos en lados opuestos del tubo de entrada 14.
- Cada brazo 20b se extiende entre una unión 36 situada cerca de un extremo 22 del elemento anular 20a, y una unión opuesta 36 situada cerca del tubo de entrada 13 y lateralmente con respecto al tubo de entrada 13.
- 35 En el ejemplo de la figura 5, el distribuidor 15 incluye un par de brazos rectos 20b, perpendiculares uno a otro y unidos en el centro en cruz. En particular, los brazos 20b se extienden a lo largo de los respectivos diámetros del elemento anular 20a y conectan respectivas uniones diametralmente opuestas 36 en la pared lateral 23 del elemento anular 20a.
- 40 En otros términos, el distribuidor 15 incluye una pluralidad de brazos radialmente internos 20b que sobresalen del elemento anular 20a hacia el eje A y, preferiblemente, se unen a otro en el centro en una unión central 38 dispuesta a lo largo del eje A.
- 45 En esta configuración, el distribuidor de fase pesada 16 está preferiblemente descentrado con respecto al eje central A del reactor 1, es decir, en lugar de estar colocado en el centro en el reactor 1 y a lo largo del eje A, se coloca en una posición desviada con respecto al eje A. En particular, la sección de tubo 26 provista de agujeros 29 está radialmente desplazada con respecto al eje A.
- 50 Las aberturas 11, 12 y los tubos de entrada 13, 14 pueden ser de la misma altura a lo largo del eje A, como se ha descrito previamente con referencia a las figuras 2 y 3, y, en este caso, el elemento anular 20a se interrumpe como se ha descrito previamente.
- 55 Alternativamente, las aberturas 11, 12 no están alineadas y tampoco son tubos de entrada 13, 14 alineados. En particular, la abertura 11 y, por lo tanto, el tubo de entrada 13 están colocados a una altura diferente con respecto a la abertura 12 y el tubo de entrada 14, por ejemplo, a una altura menor (es decir, a menos distancia del borde 9): en este caso, el tubo de entrada 14 se coloca encima del elemento anular 20a y el elemento anular 20a puede ser de forma análoga a un aro completo cerrado.
- 60 En la realización de las figuras 6 y 7, en las que los mismos o similares detalles a los ya descritos se indican con los mismos números de referencia, el reactor 1 también está equipado con un par de tubos de entrada diametralmente opuestos 13, 14, insertados a través de respectivas aberturas laterales pasantes diametralmente opuestas 11, 12 formadas en la pared lateral 6 de la caja 2 encima del borde 9, y conectadas dentro de la caja 2 a respectivos distribuidores de reactivo 15, 16.
- 65 En este caso, las aberturas 11, 12 no están alineadas, sino que están axialmente decaladas a lo largo del eje A, estando colocadas a alturas diferentes a lo largo del eje A, es decir, a distancias diferentes (medidas desde el centro de las aberturas 11, 12) del borde 9. En particular, la abertura 11 está más alta que la abertura 12.

- En lugar de estar alineados, los respectivos tubos de entrada 13, 14, siempre sustancialmente paralelos uno a otro, también están decalados a lo largo del eje A, estando dispuestos a alturas diferentes a lo largo del eje A, es decir, a distancias diferentes del borde 9. En particular, el tubo de entrada de fase pesada 14 está situado debajo del tubo de entrada de fase ligera 13 (más próximo al borde 9).
- 5 Los distribuidores 15, 16 conservan la configuración general previamente descrita. Cuando los tubos de entrada 13, 14 están axialmente decalados, el elemento anular 20a del distribuidor de fase ligera 15 puede estar conformado como un aro completo cerrado alrededor del eje A.
- 10 En la variante de la figura 8, además del elemento anular 20a que sobresale del tubo de entrada 13 y está situado a lo largo de la pared lateral 6, el distribuidor de fase ligera 15 incluye un par de brazos rectos 20b perpendiculares uno a otro y unidos en el centro en cruz, es decir, una pluralidad de brazos radialmente internos 20b que sobresalen del elemento anular 20a hacia el eje A y se unen en el centro en una unión central 38 dispuesta a lo largo del eje A.
- 15 Igual que se ha descrito con referencia a la figura 5, los brazos 20b son sustancialmente coplanares con el elemento anular 20a. Sin embargo, a diferencia del ejemplo de la figura 5, en esta configuración, el distribuidor de fase pesada 16 (exactamente, la sección de tubo 26 del cuerpo tubular 24 con agujeros 29) está dispuesto en el centro en el reactor 1 y a lo largo del eje A, debajo de la unión central 38 que une los brazos 20b.
- 20 En la variante de la figura 9, además del elemento anular 20a, el distribuidor de fase ligera 15 incluye uno o varios elementos anulares adicionales 20c, concéntricos con el elemento anular 20a y colocados radialmente dentro del elemento anular 20a en el espacio 35, y una pluralidad de brazos radialmente internos 20b.
- 25 Los elementos anulares 20c también están provistos de agujeros de admisión 21, de forma análoga a los brazos 20b.
- Los brazos 20b, que son, por ejemplo, sustancialmente rectos, sobresalen del elemento anular 20a hacia el eje A y conectan los elementos anulares 20a, 20c y, preferiblemente, se unen en el centro en una unión central 38 dispuesta a lo largo del eje A.
- 30 Se entiende que las soluciones ilustradas en las realizaciones anteriores de la invención pueden combinarse de varias formas.
- 35 Finalmente, se entiende que se puede aplicar más modificaciones y variantes al reactor y al proceso de síntesis de urea descritos e ilustrados en este documento sin apartarse del alcance de las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un reactor de síntesis de urea (1) para la síntesis de urea por reacción bifásica directa de amoníaco y dióxido de carbono a temperatura alta y presión alta, incluyendo una caja (2) que se extiende a lo largo de un eje (A) y que tiene una parte principal esencialmente cilíndrica (4) cerrada en respectivos extremos axiales opuestos por dos casquetes de extremo; y un primer y un segundo tubo de entrada (13, 14) insertados a través de respectivas aberturas pasantes (11, 12) de la caja (2) y respectivamente conectados, dentro de la caja (2), a un distribuidor de fase ligera (15) y a un distribuidor de fase pesada (16) para alimentar el reactor (1) con una fase ligera conteniendo dióxido de carbono y una fase pesada conteniendo amoníaco, respectivamente; **caracterizándose** el reactor (1) porque ambas aberturas (11, 12) están formadas a través de una pared lateral sustancialmente cilíndrica (6) de la parte principal (4) de la caja (2), encima de un borde periférico (9) que une dicha parte principal (4) con una parte inferior en forma de cúpula (5) de la caja (2); y el distribuidor de fase ligera (15) incluye uno o varios elementos tubulares (20) que se extienden y/o están distribuidos en la sección transversal del reactor (1) y alrededor del eje (A) y provistos de agujeros de admisión (21) espaciados uno de otro, con el fin de distribuir dicha fase ligera en una pluralidad de puntos de admisión distribuidos transversalmente en el reactor (1) y alrededor del eje (A); incluyendo el distribuidor de fase pesada (16) un cuerpo tubular sustancialmente en forma de L (24) que tiene una parte de tubo sustancialmente vertical (26) curvada hacia abajo y hacia una parte inferior (5) de la caja (2); teniendo dicha parte de tubo (26) una pluralidad de agujeros pasantes laterales (29).
2. Un reactor según la reivindicación 1, donde los elementos tubulares (20) del distribuidor de fase ligera (15) incluyen un elemento anular (20a) que sobresale del primer tubo de entrada (13) y dispuesto alrededor del eje (A) a lo largo de una pared lateral (6) de la caja (2) y preferiblemente radialmente espaciado de la pared lateral (6); estando provisto el elemento anular (20a) de una pluralidad de agujeros pasantes de admisión transversales (21), formados en una pared lateral (23) del elemento anular (20a) a lo largo del elemento anular (20a) y angularmente espaciados uno de otro a lo largo del elemento anular (20a) y alrededor del eje (A).
3. Un reactor según la reivindicación 2, donde los elementos tubulares (20) del distribuidor de fase ligera (15) incluyen una pluralidad de brazos (20b) que sobresalen del elemento anular (20a) y provistos de más agujeros pasantes de admisión transversales (21).
4. Un reactor según la reivindicación 3, donde los brazos (20b) se extienden en un espacio (35) delimitado radialmente por el elemento anular (20a).
5. Un reactor según la reivindicación 3 o 4, donde los brazos (20b) sobresalen radialmente del elemento anular (20a) hacia el eje (A) y opcionalmente se unen en el centro uno con otro en una unión central (38) dispuesta a lo largo del eje (A).
6. Un reactor según una de las reivindicaciones precedentes, donde los elementos tubulares (20) del distribuidor de fase ligera (15) incluyen una serie de elementos anulares (20a, 20c) concéntricos alrededor del eje (A), provistos de respectivos agujeros de admisión (21) y opcionalmente conectados por brazos radiales (20b).
7. Un reactor según una de las reivindicaciones precedentes, donde dichos agujeros pasantes (29) están colocados al menos parcialmente en dicha parte inferior en forma de cúpula (5) de la caja (2) debajo de dicho borde periférico (9) que une dicha parte inferior (5) con la parte principal (4) de la caja (2).
8. Un reactor según la reivindicación 7, donde dicha parte de tubo (26) está colocada en el centro en la caja (2) y sustancialmente a lo largo del eje (A).
9. Un reactor según una de las reivindicaciones precedentes, que tiene una entrada adicional de fase ligera (30), definida por un tubo auxiliar de entrada (31) que pasa a través de una abertura auxiliar (34) formada en una parte inferior en forma de cúpula (5) de la caja (2); estando colocada la entrada adicional (30) en el centro en dicha parte inferior (5).
10. Uso de reactor de síntesis de urea según una de las reivindicaciones precedentes en un proceso de síntesis de urea incluyendo un paso de reacción bifásica directa de amoníaco y dióxido de carbono a temperatura alta y presión alta.
11. Un proceso de síntesis de urea por reacción bifásica directa de amoníaco y dióxido de carbono a temperatura alta y presión alta, incluyendo un paso de suministrar una fase ligera conteniendo dióxido de carbono y una fase pesada conteniendo amoníaco en un reactor (1) que se extiende a lo largo de un eje (A) y que define una cámara de reacción (3); **caracterizándose** el proceso porque dicha fase ligera y fase pesada son suministradas al reactor (1) a través de respectivas aberturas (11, 12) formadas a través de una pared lateral sustancialmente cilíndrica (6) de una parte principal (4) de una caja (2) del reactor (1), encima de un borde periférico (9) que une dicha parte principal (4) con una parte inferior en forma de cúpula (5) de la caja (2); y porque incluye un paso de distribuir la fase ligera sustancialmente uniformemente en la sección transversal del reactor (1) y alrededor del eje (A) en una pluralidad de puntos de admisión distribuidos transversalmente en el reactor (1) y alrededor del eje (A); incluyendo el paso de

suministrar la fase pesada los pasos de dirigir la fase pesada en el centro a lo largo del eje (A) y hacia abajo; y distribuir radialmente la fase pesada en la cámara de reacción (3).

5 12. Un proceso según la reivindicación 11, donde los puntos de admisión están sustancialmente a lo largo de al menos un aro alrededor del eje (A).

10 13. Un proceso según la reivindicación 11 o 12, donde al menos algunos de los puntos de admisión se definen por respectivos agujeros de admisión (21) angularmente espaciados uno de otro en al menos un elemento anular (20a) colocado alrededor del eje (A).

14. Un proceso según la reivindicación 13, donde otros puntos de admisión son definidos por respectivos agujeros de admisión (21) colocados en brazos (20b) que sobresalen del elemento anular (20a) en un espacio (35) delimitado radialmente por el elemento anular (20a).

15 15. Un proceso según una de las reivindicaciones 11 a 14, donde la fase ligera y la fase pesada son alimentadas a la cámara de reacción (3) dentro del reactor (1) a alturas diferentes a lo largo del eje (A).

20 16. Un proceso según la reivindicación 15, donde la fase pesada es alimentada a la cámara de reacción (3) debajo de un borde periférico (9) que une una parte inferior en forma de cúpula (5) con una parte principal sustancialmente cilíndrica (4) del reactor (1).

25 17. Un proceso según una de las reivindicaciones 11 a 16, incluyendo un paso de suministrar una corriente de fase ligera adicional en la cámara de reacción (3), haciéndose circular dicha corriente de fase ligera adicional en el centro a lo largo del eje (A) y hacia arriba.

FIG. 1

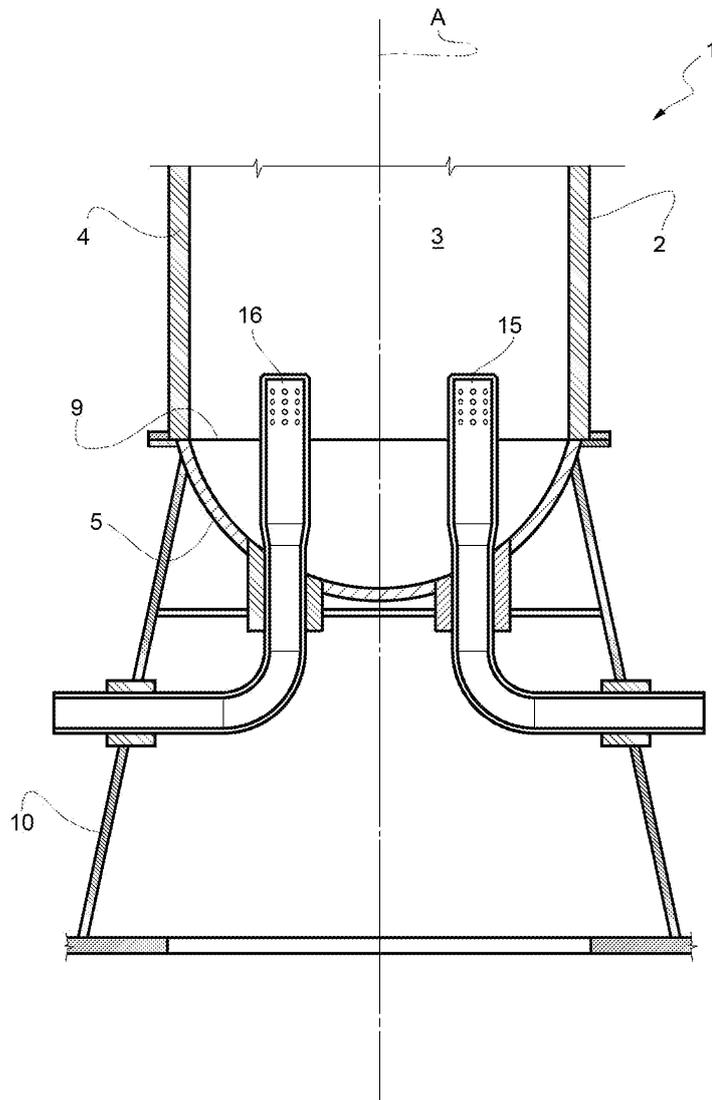


FIG. 4

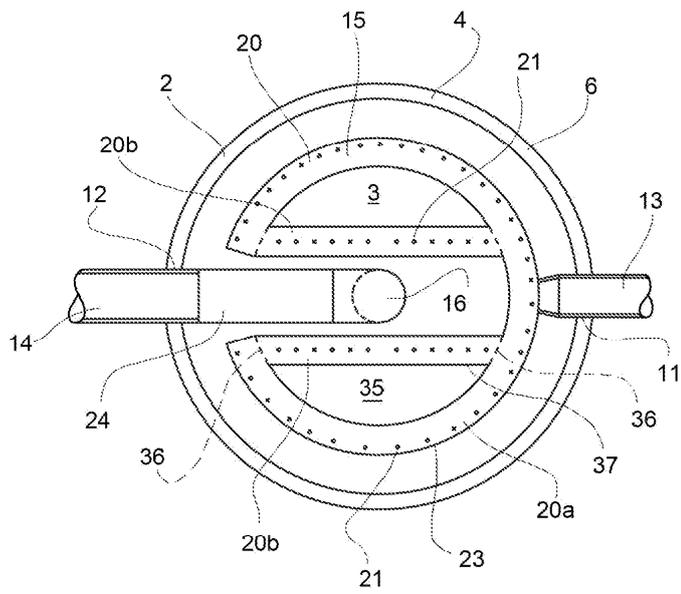


FIG. 5

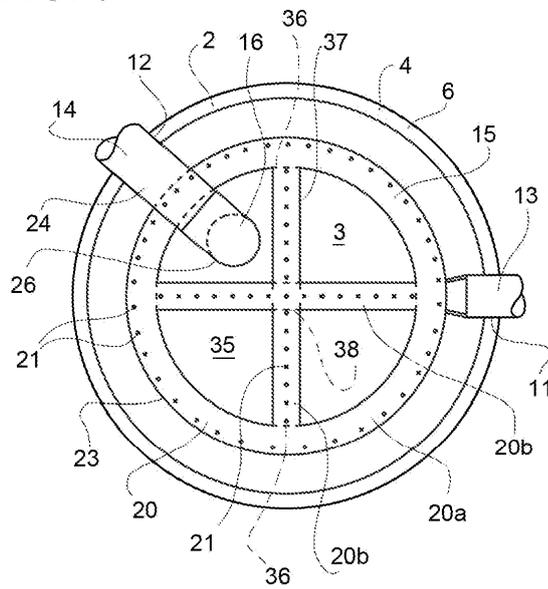


FIG. 7

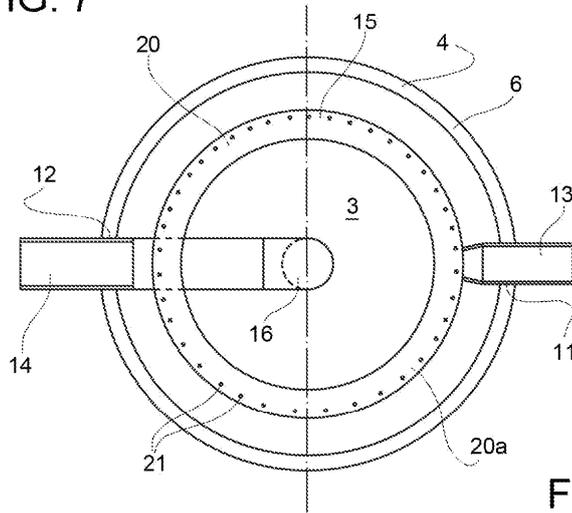


FIG. 6

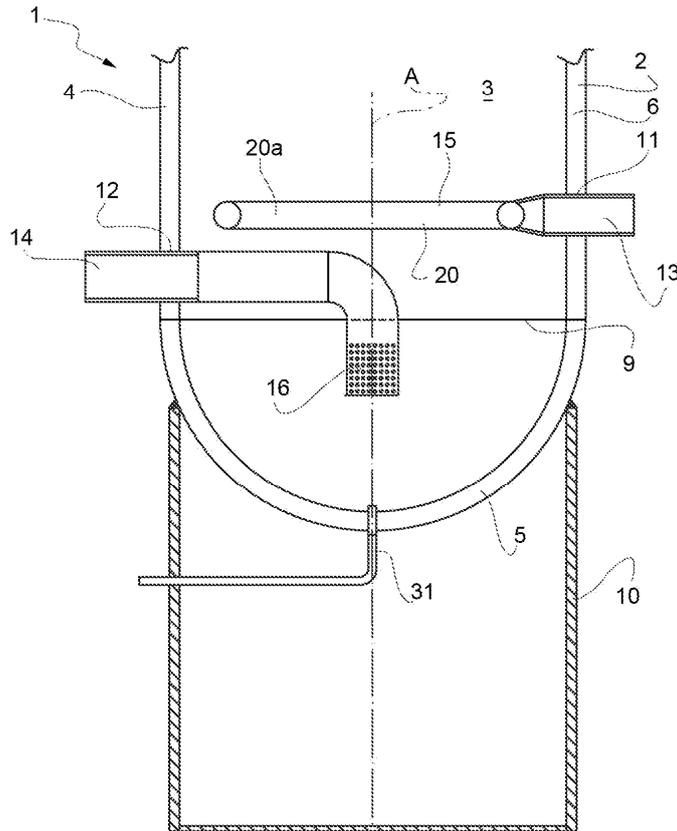


FIG. 8

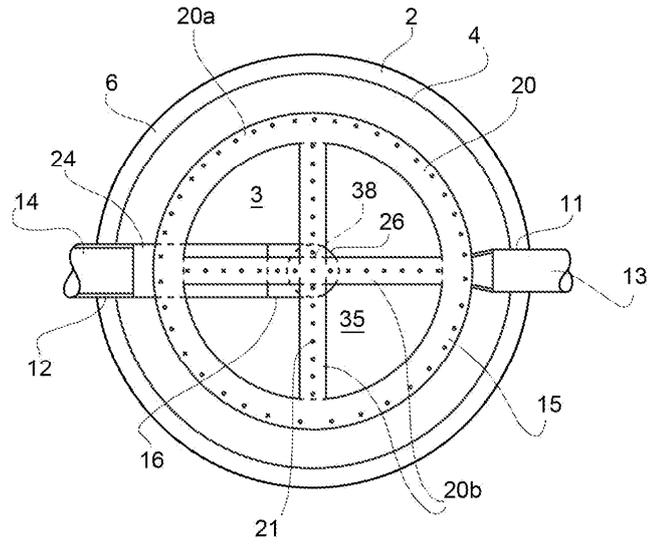


FIG. 9

