

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 786 192**

51 Int. Cl.:

C07C 273/16 (2006.01)

C01C 1/242 (2006.01)

C01C 1/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.05.2014 PCT/IB2014/061626**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.11.2014 WO14188371**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2014 E 14732402 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3003980**

54 Título: **Método para recuperar sulfato de amonio de una corriente gaseosa de planta de urea**

30 Prioridad:

24.05.2013 IT MI20130847

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

09.10.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BRUNO, LORENZO;
GIANAZZA, ALESSANDRO y
CARLESSI, LINO**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 786 192 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

Método para recuperar sulfato de amonio de una corriente gaseosa de planta de urea

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un método para recuperar sulfato de amonio de una corriente gaseosa de una planta de urea (es decir, producción de urea).

10 Más específicamente, la presente invención se refiere a un método para recuperar sulfato de amonio de una corriente gaseosa producida en una unidad de solidificación (granulación) de la planta de urea.

Antecedentes de la técnica

15 Como se sabe, los procesos de producción de urea a escala industrial están basados en una reacción de alta temperatura, alta presión de dióxido de carbono y amoníaco para formar carbamato de amonio, y una reacción de descomposición posterior del carbamato de amonio para formar urea y agua.

20 En una planta de producción de urea de tipo común (planta de urea), estos procesos normalmente se llevan a cabo en un reactor de síntesis de urea; posteriormente se concentran gradualmente el agua y la disolución de urea producida en el reactor de síntesis, y se recuperan los reaccionantes no convertidos en una o más secciones de recuperación, por ejemplo, una sección de alta presión, sección de presión media y sección de baja presión; y, finalmente, se solidifica la urea en una sección de solidificación que normalmente comprende un granulador o una torre de granulación.

25 Más específicamente, la urea procedente del reactor de síntesis se concentra de forma gradual aproximadamente por encima de un 95 % (normalmente un 96-99,7 %) en peso antes de la alimentación a la sección de solidificación (granulador o torre de granulación) para obtener el producto comercial final en forma de urea granulada (gránulos de urea).

30 Normalmente, la urea se alimenta al granulador o torre de granulación en estado líquido, y se solidifica por medio de una corriente de aire ambiente.

35 El aire de solidificación contiene amoníaco liberado a partir de la urea durante el proceso de solidificación final y enfriamiento y, por tanto, se debería tratar, para retirar su contenido de amoníaco, siendo liberado a la atmósfera.

40 En un método conocido para liberar amoníaco a partir del aire de refrigeración, se alimenta aire en el interior de un lavador donde se pone en contacto con una disolución de ácido sulfúrico y genera como subproducto una disolución que contiene hasta un 40 % de sulfato de amonio.

Como subproducto de reacción, el sulfato de amonio es higroscópico, de escaso valor comercial, y difícil de procesar desde el punto de vista físico y químico.

45 Debido a que para algunos cultivos, sin embargo, sulfato de amonio, lejos de ser un contaminante, resulta incluso beneficioso, el sulfato de amonio recuperado a partir de plantas de ureas se puede usar, de manera ventajosa, para producir fertilizantes basados en urea.

50 Un proceso de recuperación de sulfato de amonio a partir de plantas de urea se describe en el documento EP2192099-A1. En este proceso, se produce una disolución acuosa de urea, agua y sulfato de amonio y, tras concentrar en un evaporador normalmente hasta como un máximo un 12 %, se continúa con una etapa de granulación. Dado que este proceso emplea un granulador, que, como se sabe, también opera en presencia de cantidades significativas de agua, la eliminación de la totalidad o casi la totalidad del agua de las disoluciones alimentadas al granulador ni es necesaria y se proporciona como tal.

55 En las plantas de urea con secciones de solidificación de torre de granulación, por otra parte, con el fin de evitar cualquier disminución de calidad del producto final, únicamente se pueden suministrar a las torres de granulación disoluciones que contengan trazas pequeñas (aproximadamente un 0,2-0,3 % en peso) de agua.

60 En plantas como estas, los procesos del tipo descrito anteriormente resultan imposibles de utilizar, sobre la base de que la eliminación de agua a partir de sulfato de amonio imposibilita su utilización.

Como se ha comentado, sulfato de amonio resulta extremadamente difícil de procesar física y químicamente, especialmente en las etapas de masa fundida y eliminación de agua.

65 El agua y la disolución de sulfato de amonio, de hecho, comienza a ebullición a una concentración de aproximadamente un 51 % en peso y una temperatura de 108,5 °C. A esta concentración, comienza la cristalización, y la sustancia

crystalina resulta difícil de procesar y mezclar con urea.

El sulfato de amonio cristalizado puro también resulta imposible de fundir para inyección usando bombas. De hecho, antes de fundirse, el sulfato de amonio comienza a descomponerse a una temperatura de 230-280 °C.

El documento EP2192098A1 divulga un proceso de granulación (y un aparato apropiado para operar ese proceso) que integra un método de reducción de las emisiones de amonio por medio de depuración del gas de escape y recuperación de la corriente de sangrado del lavador e integración de la misma en el proceso de granulación, de manera que las sales de amonio se encuentren completamente integradas en el proceso.

El documento WO 2006/004424A1 divulga un método para la producción de fertilizantes de sulfato de amonio y urea sólido (UAS) a partir de ácido sulfúrico, amoníaco y urea, donde el amoníaco libre y/o en forma de carbamato objeto de descomposición a partir de la producción de urea, se hace reaccionar con ácido sulfúrico sin descomponer sustancialmente urea en la corriente de proceso, donde después de la urea y el sulfato de amonio (AS) se mezcla y somete a formación de partículas.

El documento WO 01/51429A2 divulga un método para producir un fertilizante que contiene sulfato de amonio y urea. Se hace reaccionar una disolución acuosa de urea con ácido sulfúrico y, opcionalmente, con amoníaco con el fin de formar una suspensión o disolución de urea-sulfato de amonio en cantidades que dan como resultado una relación en peso predeterminada de sulfato de amonio con respecto a urea, de modo que CO₂ y amoníaco se retornan a la síntesis de urea. Posteriormente, la suspensión o disolución de urea-sulfato de amonio se somete a un procesado posterior con el fin de producir fertilizantes sólidos o líquidos.

El documento US 3785796A describe un proceso de producción de gránulos de urea a partir de mezclas de urea y sulfato de amonio que contienen un elevado porcentaje (15-70 % en peso) de sulfato de amonio, y, entre otras cosas, las condiciones en las que urea y sulfato de amonio producen una forma eutéctica. Este proceso, sin embargo, no resulta aplicable para recuperar sulfato de amonio a partir de plantas de urea.

Divulgación de la invención

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un método para recuperar sulfato de amonio a partir de una corriente gaseosa producida en una planta de urea, y en particular por medio de la unidad de solidificación de la planta, que permite la recuperación de sulfato de amonio de manera eficaz, sencilla y relativamente barata a partir de plantas de urea, empleando torres de granulación (aunque es aplicable a granuladores, también).

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para recuperar sulfato de amonio a partir de una corriente gaseosa producida en una planta de urea, y en particular por medio de la unidad de solidificación de la planta, como se define en la reivindicación adjunta 1.

Se indican características adicionales preferidas en las reivindicaciones dependientes.

El método de acuerdo con la invención permite el reciclaje del subproducto de sulfato de amonio, de escaso valor, para producir, de forma sencilla y barata, un producto final que contiene sulfato de amonio y un porcentaje más elevado - aproximadamente un 99,5 % - de urea que las disoluciones conocidas.

La invención también se puede usar en las plantas de urea tanto existentes como nuevas, que emplean unidades de granulación.

Breve descripción de los dibujos

Se describe un número de realizaciones de la presente invención a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La Figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático, y altamente simplificado de una planta de producción de urea equipada con un sistema de recuperación de sulfato de amonio que opera de acuerdo con el método de la invención;

La Figura 2 muestra un esquema de una primera realización de un sistema de recuperación de sulfato de amonio que se puede usar en el método de acuerdo con la invención;

La Figura 3 muestra un esquema de una variación de la realización de la Figura 2;

La Figura 4 muestra un esquema de una segunda realización de un sistema de recuperación de sulfato de amonio que se puede usar en el método de acuerdo con la invención;

La Figura 5 muestra un gráfico de los parámetros físicos y químicos importantes de mezclas de disolución de urea y sulfato de amonio y el intervalo de operación preferida de acuerdo con la invención.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

ES 2 786 192 T3

La Figura 1 muestra un esquema de una planta de urea 1 (es decir, producción de urea) equipada con un sistema de recuperación 2 para recuperar sulfato de amonio a partir de una corriente gaseosa producida en la planta de urea 1, y en particular a partir de una corriente gaseosa procedente de una unidad de solidificación de la planta de urea 1.

5 La planta de urea 1 comprende sustancialmente: un reactor 3 de síntesis de urea donde se sintetiza urea a partir de amoníaco y dióxido de carbono; secciones de recuperación 4 - en particular, sección 5 de alta presión, sección 6 de presión media y sección 7 de baja presión - donde se concentra de forma gradual la disolución de urea producida en el reactor de síntesis 3, se retiran el agua, el amoníaco que no ha reaccionado y el dióxido de carbono, y se recirculan los componentes recuperados; una sección de vacío 8 equipada con un sistema de vacío y conectada a una sección 9 de procesado de agua de drenaje; y al menos una unidad de solidificación 10, por ejemplo, una
10 unidad de granulación, que forma parte de, o se encuentra conectada funcionalmente a, un sistema de recuperación 2, y donde la urea producida se conforma para dar lugar a gránulos.

15 Por motivos de simplicidad, la Figura 1 no muestra las partes de componente de cada sección, o en detalle las líneas que conducen y recirculan las diversas corrientes de una sección a otra. La Figura 1 simplemente muestra esquemáticamente las líneas de alimentación de reaccionantes a la planta de urea 1, y las conexiones de operación entre las secciones.

20 En la realización de la Figura 2, la unidad de solidificación 10 comprende una torre de granulación 11, conectada a una planta de urea 1 por medio de una línea 12 de alimentación principal para dibujar un flujo de masa fundida de urea de alta concentración procedente de la planta de urea 1 (por la que se entiende un producto típico de la planta de urea con una concentración por encima de aproximadamente un 95 % y de aproximadamente un 96,0 a un 99,7 en peso; la masa fundida de urea de alta concentración normalmente tiene una concentración de aproximadamente un 96 % en peso en las plantas de urea de granulador, y aproximadamente un 99,7 % en las plantas de urea de
25 unidad de granulación).

El sistema de recuperación 2 comprende un lavador 13, conectado a, y para el tratamiento de una corriente de gases de escape procedente de, la torre de granulación 11; y un circuito de mezcla 14 equipado con un evaporador 15 y que conecta un lavador 13 a la línea 12 de alimentación principal para suministrar la torre de granulación 11,
30 junto con la masa fundida de urea de alta concentración, con una mezcla de urea y sulfato de amonio que contiene trazas de agua, y más específicamente una forma eutéctica de urea y sulfato de amonio.

La línea 12 de alimentación principal conecta una salida principal 21 de la planta de urea 1 a una entrada 22 de la torre de granulación 11, y extra y alimenta la masa fundida de urea de concentración elevada desde la planta de urea 1 hasta la torre de granulación 11.
35

La torre de granulación 11 se alimenta con una corriente de aire de refrigeración, mostrada esquemáticamente por medio de la flecha 23 de la Figura 2, que fluye al interior de la torre de granulación 11 a través de las aberturas de entrada de aire para solidificar la masa fundida de urea y formar gránulos de urea.
40

La corriente gaseosa procedente de la torre de granulación 11, sustancialmente compuesta por el aire de refrigeración usado en la torre de granulación 11 y que contiene amoníaco (liberado por la urea a medida que se enfría y solidifica) se alimenta en el lavador 13 a lo largo de la línea de gas 24 que conecta la parte superior 25 de la torre de granulación 11 con la entrada de gas 26 del lavador 13.
45

El lavador 13 sirve para retirar amoníaco de la corriente gaseosa procedente de la torre de granulación 11; el amoníaco se retira dentro del lavador 13 por medio de reacción con ácido sulfúrico para formar sulfato de amonio, que se retira del lavador 13 en una disolución acuosa.

50 El ácido sulfúrico usado (por ejemplo, con una concentración de un 93-98 %) se alimenta al lavador 13 a lo largo de una línea 28 de alimentación de ácido.

El lavador 13 tiene una línea 29 de flujo de salida equipada con una bomba de recirculación 30, y que conecta la parte inferior 31 del lavador 13 con la parte superior 32 del lavador 13, para recircular la corriente de flujo de salida que contiene el agua y la disolución de sulfato de amonio producida en el lavador 13. La línea 29 de flujo de salida está conectada a una línea 28 de alimentación de ácido en la junta 33, de forma que se alimenta el ácido sulfúrico en el interior del lavador 13 mezclado con parte del flujo de salida (disolución de sulfato de amonio) procedente del lavador 13. La bomba de recirculación 30 se ubica, por ejemplo, a lo largo de la línea 29 de flujo de salida, aguas arriba de la junta 33.
55

60 El lavador 13 produce una disolución de sulfato de amonio con una concentración de hasta aproximadamente un 40 % en peso, que se extrae de la parte inferior 31 del lavador 13 a lo largo de la línea 29 de flujo de salida y, tras añadir ácido sulfúrico nuevo, se recircula en parte de nuevo al interior del lavador 13, y en parte al evaporador 15 a lo largo de una línea de vaciado 34.

65 El lavador 13 tiene una salida de gas 35, a partir de la cual los gases limpios, es decir carentes de amoníaco, fluyen.

5 El circuito de mezcla 14 comprende: evaporador 15; línea de vaciado 34, que conecta la línea 29 de flujo de salida del lavador 13 a la parte superior 36 del evaporador 15; una segunda línea de alimentación 37, que conecta una salida auxiliar 38 de la planta de urea 1 a la parte superior 36 del evaporador 15; una línea 41 de flujo de salida de mezcla equipada con una bomba de circulación 42, y que se extiende desde el evaporador 15 hasta la línea 12 de alimentación principal; y una línea de recirculación 43 que conecta la línea 41 de flujo de salida de mezcla a la parte superior 36 del evaporador 15.

10 La línea de vaciado 34 se ramifica desde la línea 29 de flujo de salida del lavador 13 aguas abajo de la junta 33, es decir, aguas abajo del punto donde la línea 29 de flujo de salida conecta con la línea 28 de alimentación de ácido, y suministra al evaporador 15 agua y la disolución de sulfato de amonio con una concentración de hasta un 40 % en peso.

15 La línea 37 de alimentación secundaria extrae una disolución en masa fundida de urea de baja concentración a partir de la planta de urea 1 (por la que se entiende una disolución en masa fundida de agua y urea con una concentración menor que aproximadamente un 90 % en peso, y de aproximadamente un 85 %) y se alimenta al evaporador 15.

20 Preferentemente, el evaporador 15 es un evaporador de vacío, que se calienta por medio de vapor a baja presión, ventajosamente desde una planta de urea 1 y se extrae, por ejemplo, de la sección 5 de alta presión.

El evaporador 15 se alimenta de este modo con una disolución de urea de baja concentración (por ejemplo, aproximadamente un 85 % en peso) desde la planta de urea 1 y con el agua y la disolución de sulfato de amonio, con una concentración de hasta un 40 % en peso, desde el lavador 13.

25 Ambas disoluciones (disolución de urea de baja concentración y disolución de sulfato de amonio) se concentran en el evaporador 15 para separar la fase de vapor por medio de la alimentación de vapor caliente preferentemente en el interior de la capa de evaporador 15, y para formar una mezcla de urea y sulfato de amonio que contiene únicamente trazas de agua (contenido de agua menor que un 1 %, preferentemente menor que un 0,5 %, y más preferentemente menor que un 0,3 % en peso) y, por tanto, compatible con el suministro a la torre de granulación 11.

30 Más específicamente, la disolución de sulfato de amonio, con una concentración de hasta un 40 % en peso, producida en el lavador 13 se mezcla con una disolución de urea, con una concentración de aproximadamente un 85 % en peso, desde una sección de vacío 8 de la planta de urea 1 para formar, una vez que se evapora el agua, una masa fundida eutéctica de sulfato de amonio-urea.

35 Como se sabe, la forma eutéctica es una mezcla de sustancias que tienen un punto de ebullición más bajo que cada uno de las sustancias que la componen.

40 Para evitar la descomposición, inestabilidad y los problemas de cristalización, la mezcla (eutéctica) deben tener una concentración de sulfato de amonio menor que un 60 %.

Esto evita la formación de sulfato de amonio cristalizado, ya que, con un 30-60 % en peso de concentración de sulfato de amonio, la forma eutéctica se funde dentro de un intervalo de temperatura de 121-150 °C.

45 Más específicamente, se añaden 0,3-0,5 kg de una disolución de urea de un 85 % en peso por cada kilo de agua y disolución de sulfato de amonio, para formar una mezcla que contiene un 15-30 % de urea, aproximadamente un 30 % de sulfato de amonio y el resto de agua. El agua se elimina posteriormente en el evaporador 15 para producir la forma eutéctica de sulfato de amonio-urea.

50 La Figura 5 muestra parámetros físicos y químicos poco significativos de la forma eutéctica de sulfato de amonio-urea, y más específicamente:

- el perfil de punto de fusión de la forma eutéctica de sulfato de amonio-urea;
- el área de descomposición de sulfato de amonio;
- 55 - el intervalo preferido de composición de acuerdo con la invención.

60 Para evitar la liberación de cualquier amoníaco de la disolución de urea al 85 % procedente de la planta de urea 1 dentro del evaporador 15, se extrae la disolución de sulfato de amonio aguas abajo del punto (es decir, la junta 33) en la cual se inyecta ácido sulfúrico al interior del lavador 13. De esta forma, cualquier ácido sulfúrico en exceso se combina con amoníaco en exceso en la disolución de urea al 85 % para formar sulfato de amonio y evitar que el amoníaco acabe en la fase de vapor liberada dentro del evaporador 15.

65 En otras palabras, el evaporador 15 produce una masa fundida eutéctica de sulfato de amonio-urea con trazas de agua y una temperatura de aproximadamente 135 °C (forma eutéctica que contiene un 30-50 % de urea y con una temperatura de fusión de 121-150 °C).

- 5 La masa fundida de la forma eutéctica de sulfato de amonio-urea (a aproximadamente 135 °C) procedente del evaporador 15 se alimenta a lo largo de la línea 41 de flujo de salida de la mezcla en la línea 12 de alimentación principal para mezclar con la masa fundida de urea de un 96-99,7 % de alta concentración procedente de la planta de urea 1 (también a aproximadamente 135 °C). Como se ha comentado, la masa fundida de urea de alta concentración tiene una concentración de aproximadamente un 96 % en peso en plantas que emplean granuladores, y de aproximadamente un 99,7 % en peso en plantas que emplean unidades de granulación.
- 10 El caudal de urea de alta concentración es aproximadamente 100-200 veces el de la forma eutéctica de sulfato de amonio-urea procedente del evaporador 15.
- 15 La mezcla final contiene menos de un 0,5 % en peso de sulfato de amonio, y se alimenta a la torre de granulación 11.
- El evaporador 15 para eliminar agua de la mezcla es preferentemente un evaporador de agua, para evitar la formación de biuret que posiblemente es el resultado de la degradación de urea y que es un subproducto contaminante no deseado.
- El vapor procedente de la parte superior 36 del evaporador 15 se alimenta a un sistema de vacío 44.
- 20 Más específicamente, una línea de vapor 46 conecta una salida de vapor 47 del evaporador 15 a un condensador 48 donde la fase de vapor separada en el evaporador 15 se condensa, por ejemplo, por medio de intercambio de calor con agua fría, para formar un condensado. El condensado producido en el condensador 48 se alimenta, posiblemente junto con el agua exterior suministrada por la línea 49 de alimentación de agua, hasta la parte superior 32 del lavador 13 a lo largo de una línea de condensado 51 equipada con una bomba 52 y conectando un condensador 48 al lavador 13.
- 25 Para implementar el método de acuerdo con la invención, el sistema de recuperación 2 opera como se muestra a continuación.
- 30 La corriente gaseosa procedente de la unidad de solidificación 10 (en el ejemplo mostrado, la torre de granulación 11) se trata en el lavador 13, conectado a una unidad de solidificación 10, para retirar amoníaco de la corriente gaseosa y formar una disolución de sulfato de amonio.
- 35 En el lavador 13, el amoníaco de la corriente gaseosa procedente de la unidad de solidificación 10 se retira por medio de reacción con ácido sulfúrico para formar agua y una disolución de sulfato de amonio, que se alimenta desde el lavador 13 en el evaporador 15.
- 40 Se suministra ácido sulfúrico al lavador 13; se recircula parcialmente el sulfato de amonio procedente del lavador 13 al interior de la parte superior del lavador 13, tras añadir el ácido sulfúrico nuevo, y se alimenta parcialmente al evaporador 15 para mezclar con el 85 % en peso de disolución de urea de baja concentración producida en la planta de urea 1.
- 45 Más específicamente, se extrae la disolución de sulfato de amonio producida en el lavador 13 del lavador 13, con adición de ácido sulfúrico, y se mezcla en el evaporador 15 con el 85 % en peso de disolución de urea de baja concentración producido en la planta de urea 1; y se retira agua del interior del evaporador 15 para producir la forma eutéctica de sulfato de amonio-urea.
- 50 La forma eutéctica de sulfato de amonio-urea, mezclada con la masa fundida de urea de alta concentración producida en la planta de urea 1, se alimenta a una unidad de solidificación 10.
- Como se ha comentado, la disolución de urea de baja concentración alimentada al evaporador 15 tiene una concentración más baja que la masa fundida de urea de alta concentración mezclada con la forma eutéctica.
- 55 Más específicamente, la disolución en masa fundida de urea de baja concentración tiene una concentración de menos de un 95 % en peso, preferentemente menos de un 90 % en peso, y aproximadamente de alrededor de un 85 % en peso; y la masa fundida de urea de alta concentración tiene una concentración típica de más de aproximadamente un 95 % y de aproximadamente un 96,0 a un 99,7 % en peso.
- 60 Preferentemente, el agua y la disolución de sulfato de amonio alimentada desde el lavador 13 hasta el evaporador 15 tiene una concentración de hasta un 40 % en peso, y la disolución de urea tiene una concentración de aproximadamente un 85 % en peso.
- 65 En el evaporador 15, la disolución de sulfato de amonio procedente del lavador 13 y la disolución de urea de baja concentración se mezclan y concentran para separar la fase de vapor y producir la forma eutéctica de sulfato de amonio-urea.

ES 2 786 192 T3

La forma eutéctica tiene una concentración de sulfato de amonio menor que un 60 % en peso.

5 Parte de la forma eutéctica procedente del evaporador 15 se recircula de nuevo al interior de la parte superior del evaporador 15 y el resto se mezcla con la masa fundida de urea de concentración elevada. El caudal de la masa fundida de urea de alta concentración es aproximadamente 100-200 veces el de la forma eutéctica de sulfato de amonio-urea procedente del evaporador 15.

La mezcla final resultante contiene menos de un 0,5 % en peso de sulfato de amonio.

10 La fase de vapor separada en el evaporador 15 se alimenta a un condensador 48 donde se condensa para formar un condensado, que se alimenta, posiblemente junto con el agua exterior, al lavador 13.

15 La Figura 3, en la cual se indican cualesquiera detalles similares o idénticos a los ya descritos usando los mismos números de referencia, muestra una variación del sistema de recuperación 2 descrito anteriormente, y que es particularmente ventajoso cuando se trabaja con disoluciones de sulfato de amonio altamente diluidas de caudal elevado procedentes del lavador 13.

20 En este caso, el sistema de recuperación 2 comprende un preconcentrador 55 - más específicamente, un preconcentrador atmosférico - ubicado aguas arriba del evaporador 15 a lo largo de la línea de vaciado 34, para tratar y preconcentrar la disolución de sulfato de amonio procedente del lavador 13 antes de la alimentación al evaporador 15. Se calienta el preconcentrador 55, por ejemplo, por medio de vapor de baja presión extraída de la sección 5 de alta presión.

25 La línea 37 de alimentación secundaria que conecta la planta de urea 1 al evaporador 15, para proporcionar al evaporador 15 una disolución de urea de un 85 % en peso de baja concentración, tiene una ramificación 56 para alimentar parte de la disolución de urea de un 85 % en peso de baja concentración al preconcentrador 55.

30 El preconcentrador 55 tiene una línea 61 de flujo de salida equipada con una bomba de circulación 62, y que se extiende desde el preconcentrador 55 hasta la parte superior 36 del evaporador 15 para definir una parte de la línea de vaciado 34.

35 La línea de vaciado 34 usa una bomba de circulación 30 y conecta la línea 29 de flujo de salida al lavador 13 (aguas abajo de la junta 33, es decir, desde el punto donde la línea 29 de flujo de salida conecta con la línea 28 de alimentación de ácido y aguas abajo de la bomba de circulación 30) al preconcentrador 55, para alimentar el último con agua y disolución de sulfato de amonio con una concentración de hasta un 40 % en peso.

40 El preconcentrador 55 concentra y mezcla la disolución anterior con una disolución de urea de baja concentración (aproximadamente un 85 % en peso) para formar una disolución acuosa concentrada que contiene, por ejemplo, aproximadamente un 40-50 % en peso de sulfato de amonio, y que se alimenta al evaporador 15 para retirar el agua y producir la forma eutéctica descrita con anterioridad.

El vapor procedente de la parte superior 63 del preconcentrador 55 se alimenta junto con una línea de vapor 66 hasta la parte superior 32 del lavador 13.

45 En la realización de la Figura 4, en la cual se indican cualesquiera detalles similares o idénticos a los ya descritos usando los mismos números de referencia, la unidad de solidificación 10 de la planta de urea 1 es una unidad de granulación, que comprende un granulador 71.

50 El granulador 71 también opera con una corriente de aire de refrigeración, que se muestra esquemáticamente por medio de la flecha 23 de la Figura 4, y que, tras enfriar la urea, se alimenta a lo largo de la línea de gas 24 al lavador 13 para retirar amoníaco.

55 El sistema de recuperación 2 es idéntico al descrito con referencia a las Figuras 2 y 3 y no requiere alteraciones particulares para adaptarse al uso del granulador 71.

REIVINDICACIONES

1. Un método de recuperación de sulfato de amonio a partir de una corriente de gas producida en una planta de urea (1), y en particular por medio de una unidad de solidificación (10) de la planta de urea, que comprende las etapas de:
- tratar una corriente de gas de una unidad de solidificación (10) en un lavador (13) conectado a la unidad de solidificación (10), para retirar amoníaco de dicha corriente de gas por medio de reacción con ácido sulfúrico con formación de agua y una disolución de sulfato de amonio;
 - extraer la disolución de sulfato de amonio del lavador (13);
 - mezclar la disolución de sulfato de amonio con una disolución de urea de baja concentración producida en la planta de urea (1) y retirar agua en un evaporador (15), para producir una forma eutéctica de sulfato de amonio-urea; presentando la forma eutéctica un 30-60 % en peso de concentración de sulfato de amonio, una temperatura de fusión de 121-150 °C y un contenido de agua menor que un 1 %;
 - recircular parte de dicha forma eutéctica del evaporador (15) hasta la parte superior (36) del evaporador (15), y mezclar el resto con la masa fundida de urea de concentración elevada producida por medio de la planta de urea (1);
 - alimentar dicha forma eutéctica, mezclada con la masa fundida de urea de alta concentración producida por medio de la planta de urea (1), hasta la unidad de solidificación (10);
- donde la disolución de urea de baja concentración alimentada al evaporador (15) tiene una concentración más baja que la masa fundida de urea de alta concentración mezclada con la forma eutéctica; y donde la disolución de sulfato de amonio formada en el lavador (13) se alimenta al evaporador (15) donde se produce la forma eutéctica de sulfato de amonio-urea; presentando la masa fundida de urea de alta concentración un caudal de 100-200 veces el de la forma eutéctica de sulfato de amonio-urea procedente del evaporador (15) y la mezcla final resultante de la mezcla de la masa fundida de urea de concentración elevada y la forma eutéctica de sulfato de amonio-urea contiene menos de un 0,5 % en peso de sulfato de amonio; y donde la disolución de urea de baja concentración tiene una concentración menor que un 95 % en peso.
2. Un método como en la reivindicación 1, donde la disolución de sulfato de amonio extraída del lavador (13) se complementa con ácido sulfúrico antes de ser alimentada al evaporador (15).
3. Un método como en la reivindicación 1 o 2, donde la disolución de sulfato de amonio alimentada al evaporador (15) tiene una concentración de hasta aproximadamente 40 % en peso.
4. Un método como en una de las reivindicaciones anteriores, donde la disolución de urea de baja concentración tiene una concentración menor que un 90 % en peso.
5. Un método como en una de las reivindicaciones anteriores, que comprende una etapa de concentración de la disolución de sulfato de amonio formada en el lavador (13) y la disolución de urea de baja concentración, con separación de una fase de vapor y producción de la forma eutéctica de sulfato de amonio-urea.
6. Un método como en una de las reivindicaciones anteriores, donde la disolución de sulfato de amonio del lavador (13) tiene una concentración de hasta aproximadamente un 40 % en peso, y la disolución de urea de baja concentración producida en la planta de urea (1) tiene una concentración de aproximadamente un 85 % en peso.
7. Un método como en una de las reivindicaciones anteriores, donde la forma eutéctica tiene una concentración de sulfato de amonio menor que un 60 % en peso.
8. Un método como en una de las reivindicaciones anteriores, donde la unidad de solidificación (10) comprende una torre de granulación (11) o un granulador (71).
9. Un método como en una de las reivindicaciones anteriores, que comprende las etapas de alimentar ácido sulfúrico al lavador (13); y recircular al lavador (13) un flujo de salida que contiene la disolución de sulfato de amonio producida en el lavador (13).
10. Un método como en la reivindicación 9, donde parte de la disolución de sulfato de amonio procedente del lavador (13) se recircula de nuevo al interior del lavador (13), después de la adición de ácido sulfúrico nuevo, y parte se alimenta al evaporador (15).
11. Un método como en una de las reivindicaciones anteriores, donde el evaporador (15) es un evaporador de vacío.
12. Un método como en una de las reivindicaciones anteriores, que comprende las etapas de: alimentar una fase de vapor, separada en el evaporador (15), a un condensador (48); y condensar la fase de vapor para formar un condensado que, posiblemente con la adición de agua exterior, se alimenta al lavador (13).
13. Un método como en una de las reivindicaciones anteriores, que comprende una etapa de preconcentrar la disolución de sulfato de amonio procedente del lavador (13) antes de alimentarla al evaporador (15).

14. Un método como en la reivindicación 13, que comprende una etapa de mezclar la disolución de sulfato de amonio concentrado con una primera parte de la disolución de urea de baja-concentración, para formar una disolución acuosa concentrada que contiene aproximadamente un 40-50 % en peso de sulfato de amonio, y que se alimenta al evaporador (15) para retirar el agua y producir la forma de sulfato de amonio-urea.
- 5

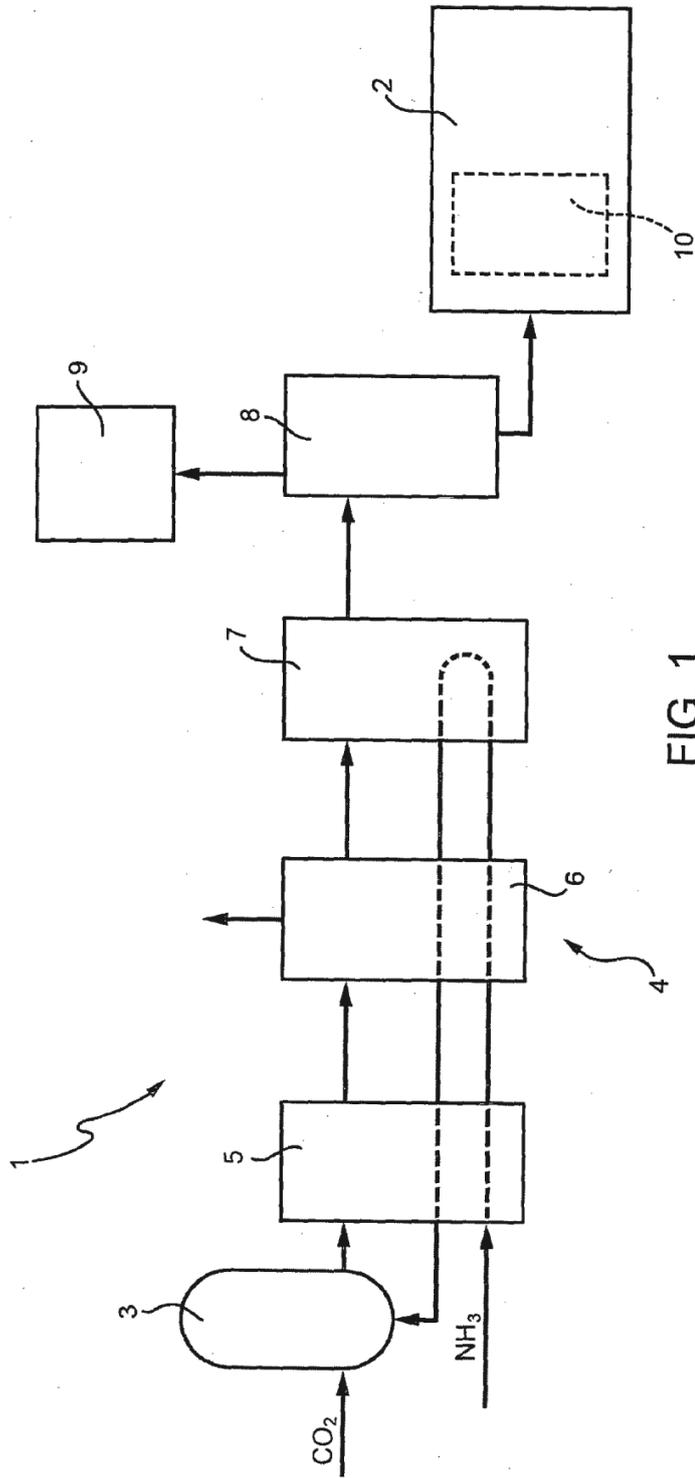
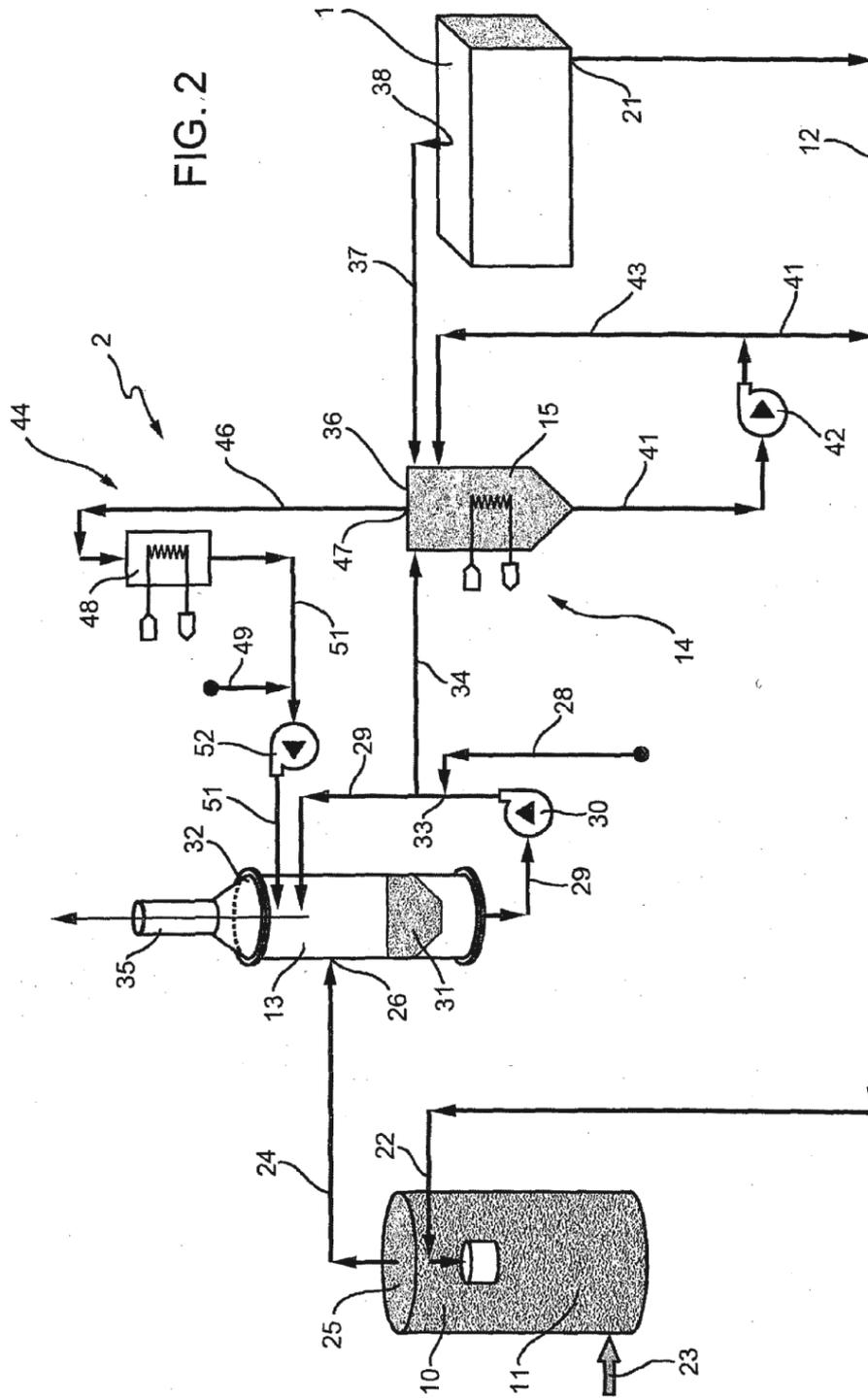
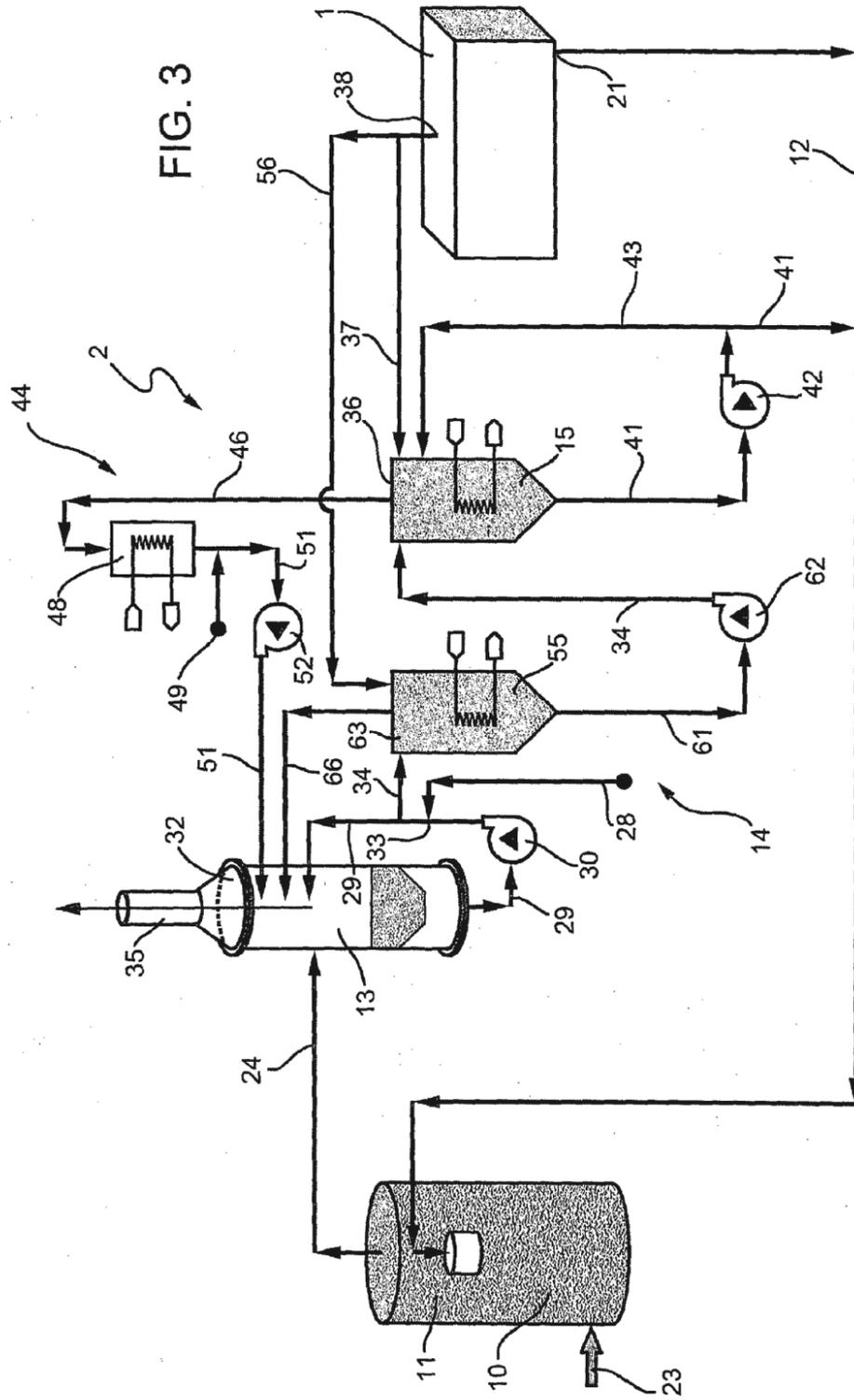
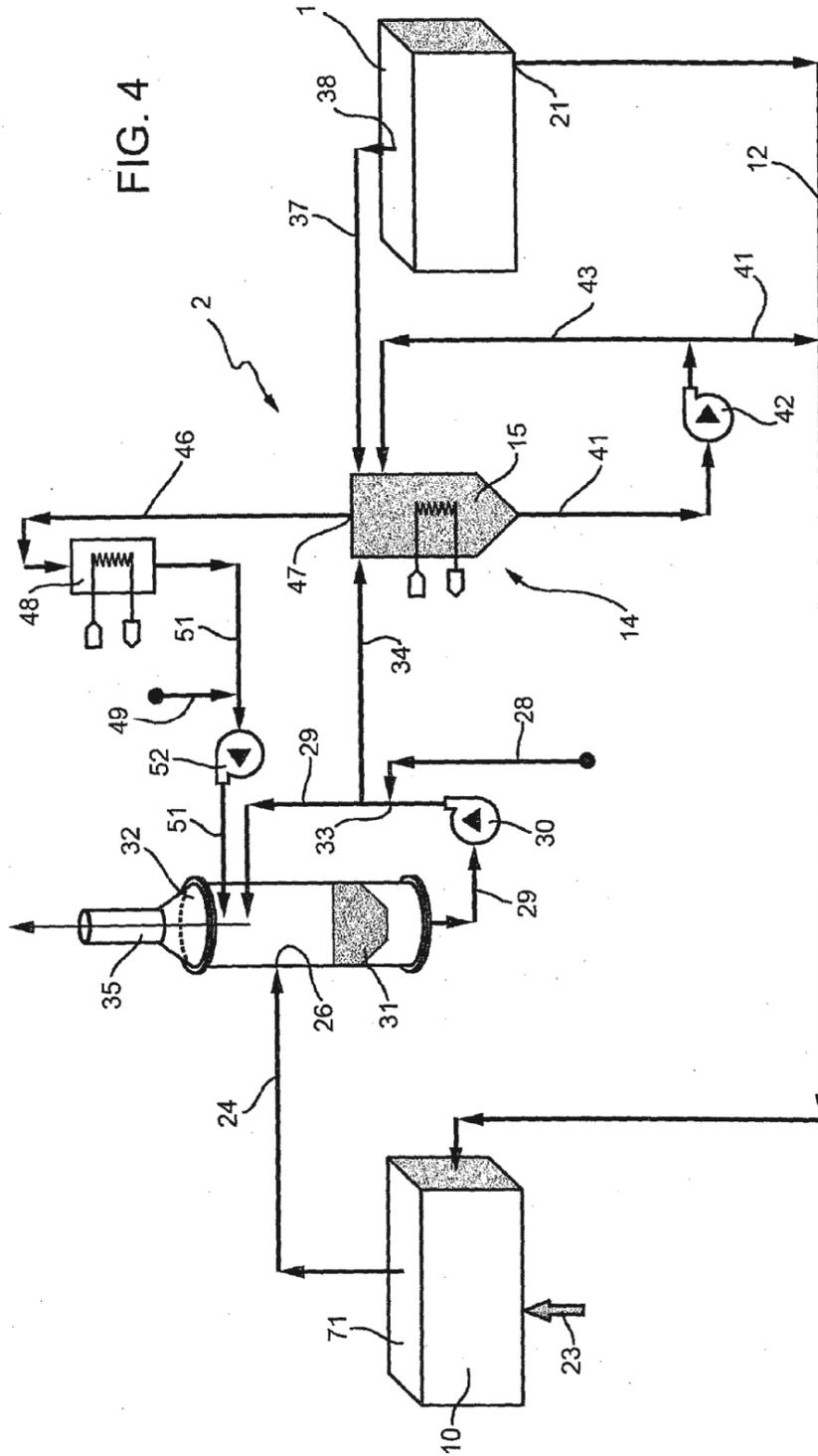


FIG. 1







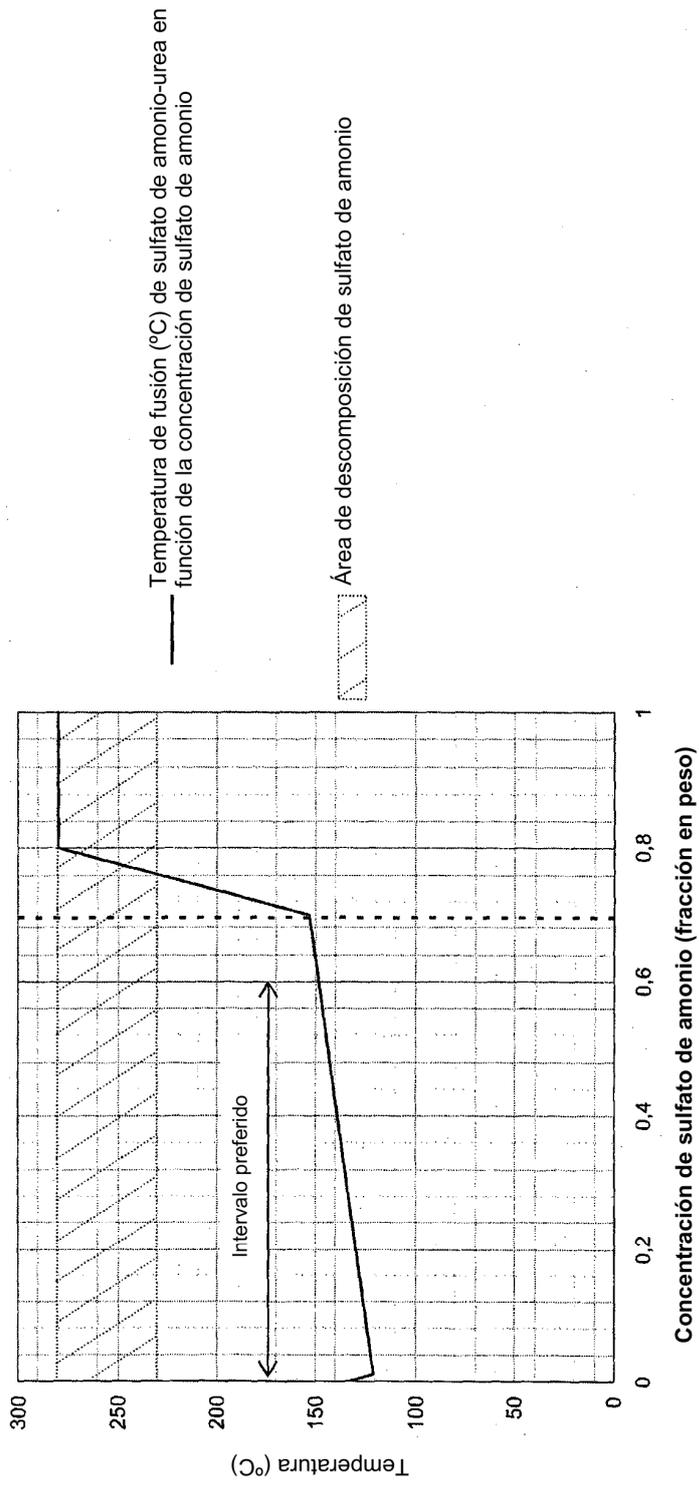


FIG. 5