

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 121**

51 Int. Cl.:

**G01N 21/552** (2014.01)

**G01N 21/85** (2006.01)

**B60K 13/04** (2006.01)

**F01N 3/20** (2006.01)

**F01N 11/00** (2006.01)

**B60K 15/03** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.04.2015** E 15164811 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016** EP 2937537

54 Título: **Sensor de la concentración de urea**

30 Prioridad:

**23.04.2014 US 201461983028 P**

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

**05.06.2017**

73 Titular/es:

**LITTELFUSE, INC. (100.0%)  
8755 W. Higgins Road Suite 500  
Chicago, IL 60631, US**

72 Inventor/es:

**JOHNSON, BRIAN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 615 121 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**

Sensor de la concentración de urea

**Solicitudes relacionadas**

5 La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente provisoria de los EE.UU. N.º 61/983.028, presentada el 23 de abril de 2014.

**Campo de la divulgación**

Esta divulgación se refiere en términos generales al campo de la detección de una condición líquida y en particular a la detección de las características de una solución de urea en un tanque de urea, tal como, por ejemplo, urea destinada a ser utilizada en un vehículo de motor.

**10 Antecedentes de la divulgación**

15 La urea o las soluciones a base de urea se utilizan frecuentemente en aplicaciones automotrices para reducir las emisiones. Por ejemplo, algunos vehículos automotores accionados por diésel incluyen un tanque de urea, separado del tanque de combustible, y que se utiliza para transportar un fluido operativo tal como una solución de urea automotriz, o similar. La solución de urea se almacena en el tanque de urea y se pulveriza sobre los gases de escape del vehículo a efectos de convertir los óxidos de nitrógeno en nitrógeno elemental y agua. Por lo tanto, las emisiones dañinas del vehículo se reducen. Como se apreciará, varios países del mundo han regulado que algunos vehículos deben incluir sistemas de emisión a base de urea a fin de cumplir con las normas relacionadas con las emisiones. Estos sistemas reciben a veces la denominación de sistema SCR (Selective Catalytic Reduction, Reducción Catalítica Selectiva) o de vehículos SCR.

20 Para que los vehículos SCR regulen y reduzcan adecuadamente sus emisiones gaseosas, se utiliza información relacionada con la composición de la solución de urea para ajustar adecuadamente determinados parámetros del vehículo y para optimizar el rendimiento del vehículo. En particular, dicha información se utiliza para controlar el sistema de emisiones. Una característica relacionada con la solución de urea que es útil para la operación es la "calidad" de la urea. Como se apreciará, los contaminantes, los cambios en la relación de urea a otros constituyentes en la solución, la variación de la temperatura, como también otros cambios pueden afectar la vida útil prevista y la efectividad de la solución de urea.

30 En el caso de un sensor conocido, se propone utilizar ondas de radiofrecuencia (RF) para medir la calidad y concentración de la urea. Este sensor se explica con mayor detalle en la solicitud de patente de los EE.UU. N.º 12/803.331, presentada el 24 de junio de 2010, titulada "Liquid level and quality sensing apparatus, systems and methods using EMF wave Propagation (Aparato para detectar el nivel y la calidad de líquido, sistemas y métodos que utilizan la propagación de ondas de EMF)". Otro ejemplo de sensor proponía transmitir luz a través de la solución de urea para medir la calidad y la concentración de la urea. Este sensor se explica con mayor detalle en la solicitud PCT N.º EP2012/063055 presentada el 4 de junio de 2012 y titulada "Device for measuring urea concentration (Dispositivo para medir la concentración de urea)".

35 El documento US 2004/0202424 A1 divulga un dispositivo de guía de onda óptico de reflexión prismática que tiene segmentos de guía de onda, que pueden ser fibras ópticas. En su conjunto, la guía de onda o las fibras ópticas están configuradas para formar una "V" o "W" y están sumergidas en un medio líquido bajo análisis.

**Breve síntesis**

40 En una realización, un sensor para medir un líquido incluye una fuente de luz, operativamente acoplada a un lumen dispuesto en una solución líquida, estando la fuente de luz configurada para emitir luz y para comunicar la luz al lumen. El lumen se proporciona como una fibra óptica curvada. El sensor incluye, además, un detector de luz operativamente acoplado al lumen, estando el detector de luz configurado para recibir por lo menos una porción de luz procedente del lumen, y un controlador configurado para determinar una concentración o calidad de la solución líquida en base a la luz emitida por la fuente de luz y la porción de luz recibida por el detector de luz.

45 De acuerdo con la invención, el lumen tiene una configuración en "Z".

En otra realización, un método para medir un líquido incluye emitir una primera cantidad de luz desde una fuente de luz fijada a un lumen dispuesto en una solución líquida; transmitir la primera cantidad de luz a través del lumen; recibir una segunda cantidad de luz en un detector de luz fijado al lumen; y determinar una concentración o calidad de la solución líquida en base a la primera cantidad de luz y de la segunda cantidad de luz.

50 El lumen se proporciona como una fibra óptica curvada, y el lumen tiene una configuración de "Z".

**Breve descripción de los dibujos**

A modo de ejemplo, a continuación, se describen ejemplos de realizaciones del dispositivo divulgado, como también ejemplos que no entran dentro de los alcances de las reivindicaciones adjuntas, haciéndose referencia a los dibujos

adjuntos, en los que:

la Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema para medir la concentración y/o la calidad de urea;

las Figuras 2-4 son diagramas de bloques de sensores que pueden ser implementados en el sistema de la Figura 1;

5 la Figura 5 es un diagrama de bloques de un flujo lógico para medir la concentración y/o la calidad de una solución de urea, de acuerdo con por lo menos algunos ejemplos de realizaciones de la presente divulgación.

**Descripción detallada**

10 La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema 100 para medir la calidad y/o la concentración de urea de acuerdo con realizaciones de la presente invención, cuyo alcance se define en las reivindicaciones adjuntas. Tal como se ilustra, el sistema 100 incluye un tanque 110 que tiene una solución de urea 120 dispuesto en él. El tanque 110 puede estar hecho de una variedad de materiales tales como, por ejemplo, material plástico, un material compuesto, metal, o similares. En términos generales, el tanque 110 estará hecho de un material no conductor. La solución de urea puede consistir en una variedad de soluciones de urea. Además, si bien la presente divulgación se refiere a la medición de la calidad y la concentración de urea, se la podría utilizar para otros líquidos como, por ejemplo, para 15 medir el contenido de alcohol en un combustible para automóviles, o similares.

Hay también un sensor 130 dispuesto dentro del tanque 110 y operativamente acoplado a un controlador 140. Más abajo se describen diversos ejemplos de realizaciones y ejemplos del sensor 130 con referencia a las Figuras 2-4. En términos generales, el sensor 130 incluye una fuente de luz 132 y un detector de luz 134 ópticamente conectados entre sí a través de un lumen 136. En general, el sensor 130 se utiliza para medir la concentración y/o la calidad de la 20 solución de urea 120 sobre la base del índice de refracción de la solución de urea 120. Más específicamente, se hace pasar luz desde la fuente de luz 132 hacia el detector de luz 134 por intermedio del lumen 136. A medida que la luz se propaga desde la fuente de luz 132 hacia el detector de luz 134, parte de la luz se escapará del lumen 136. En particular, por lo menos una porción del lumen 136 puede estar sumergida directamente en la solución de urea 120.

25 Como se observó con anterioridad, para determinadas aplicaciones, tales como en sistemas de escape de vehículos, la información relacionada con una concentración de urea en una solución de urea puede ser útil para una operación adecuada. Por ejemplo, una composición diana para una solución puede ser una concentración de urea disuelta en agua, tal como de aproximadamente un 33% de urea y un 67% de agua. Las realizaciones no se limitan a este contexto.

30 En las presentes realizaciones, pueden aplicarse técnicas y aparatos para determinar las propiedades de una solución líquida cuando el índice de refracción puede ser variable en función de la concentración de una sustancia con la solución líquida. Por ejemplo, a medida que cambia la concentración y/o la calidad de la solución de urea 120, el índice de refracción de la solución de urea 120 también puede cambiar. Como tal, la cantidad de luz que se escapa del lumen 136 puede variar de manera acorde. Esto se debe a que el ángulo de reflexión interna de la luz que viaja a través del lumen 136 y que incide sobre una interfaz entre el lumen 136 y la solución de urea 120 varía con el índice de refracción 35 de la solución de urea 120. A medida que cambia el ángulo de reflexión interna para una cantidad dada de luz en el lumen 136, cambia la cantidad de luz no internamente reflejada y que, en lugar de ello, se escapa del lumen 136. Por ello, mediante la medición de la cantidad de luz que se escapa del lumen 136, o de la cantidad de luz recibida por el detector de luz 134, es posible determinar los cambios en el índice de refracción de la solución de urea 120. Por lo tanto, y en base al conocimiento de la relación entre el índice de refracción y la concentración o la calidad de la 40 solución, el sensor 130, junto con el controlador 140, puede medir la concentración y/o la calidad de la solución de urea 120 en base a la cantidad de luz recibida en el detector 134, o como alternativa, en base a la cantidad de luz escapada. Dado que el índice de refracción de las soluciones de urea puede conocerse o medirse fácilmente, las realizaciones de la presente invención proporcionan una manera útil para supervisar los cambios en la solución de urea, como también sistemas de control que utilizan dichas soluciones.

45 En términos generales, la fuente de luz 132 puede ser cualquiera de entre una variedad de tipos de fuente de luz, y el detector de luz 134 puede ser cualquiera de entre una variedad de tipos de detectores de luz. Por ejemplo, la fuente de luz 132 puede ser un diodo emisor de luz (LED, light emitting diode). El detector de luz 134 puede ser un fotodetector, un fotodiodo, o similar. El lumen 136 puede ser cualquiera de entre una variedad de lúmenes portadores de luz. Sin embargo, de acuerdo con la presente invención, el lumen 136 es un cable de fibra óptica. Además, el lumen 136 puede 50 ser no recubierto y/o poroso.

El controlador 140 puede incluir un procesador 142 y una memoria 144. En términos generales, el procesador 142 puede estar configurado para ejecutar una o más instrucciones para hacer que el sensor 130 opere y mida la concentración y/o calidad de la solución de urea 120. Por ejemplo, el procesador puede estar configurado para 55 ejecutar instrucciones que hagan que la fuente de luz 132 emita una primera cantidad de luz y para recibir una señal (por ejemplo, una señal eléctrica) procedente del detector de luz 134 indicativa de una segunda cantidad de luz que corresponde a la cantidad de luz recibida por el detector de luz 134.

El procesador 142 puede, además, estar configurado para determinar una concentración y/o calidad de la solución de urea 120 en base a la cantidad de luz emitida por la fuente de luz 132 y de la cantidad de luz recibida por un detector de

luz 134. Dicho de otra manera, el controlador 140 puede estar configurado para determinar una cantidad y/o concentración de la solución de urea 120 en base a la primera cantidad de luz (por ejemplo, la luz emitida por la fuente) y a la segunda cantidad de luz (por ejemplo, la luz recibida por el detector). Tal como se utiliza en la presente, la expresión “concentración de urea” puede referirse a la concentración de urea dentro de una solución líquida que incluye otro líquido como agua.

Por ejemplo, el procesador 142 puede ser un procesador de uso general, un microprocesador, un FPGA, un ASIC, o en general, cualquier dispositivo de computación configurado para ejecutar instrucciones. La memoria 144 puede ser un medio legible por ordenador, lo que incluye un medio no volátil legible por ordenador y/o un medio no transitorio legible por ordenador configurado para almacenar instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando son ejecutados por el procesador 142, hacen que el procesador lleve a cabo una o más operaciones.

Las Figuras 2-4 son diagramas de bloques de ejemplos de sensores de calidad y/o concentración de urea. En particular, estas figuras ilustran ejemplos del sensor 130 de la Figura 1. Cabe observar que los sensores descritos con respecto a las Figuras 2-4 se describen con referencia al sistema 100 de la Figura 1. Esto no tiene por finalidad constituir una limitación y, dentro de los alcances de las reivindicaciones adjuntas, los sensores ilustrados y descritos en la presente pueden implementarse en sistemas con una cantidad de configuraciones mayor o menor de las mostradas en la Figura 1, o con configuraciones diferentes de las mostradas en la Figura 1.

Volviendo ahora más específicamente a la Figura 2, se muestra un sensor 200, que no entra dentro del alcance de las reivindicaciones. El sensor 200 incluye la fuente de luz 232, el detector de luz 234 y el lumen 236. En particular, la fuente de luz 232 y el detector de luz 234 están operativamente acoplados por el lumen 236. Como se ilustra, el lumen 236 es rectilíneo. En algunos ejemplos, el lumen 236 puede ser un cable de fibra óptica no revestido, o una fibra óptica no revestida. Durante la operación, el controlador 140 puede hacer que la fuente de luz 232 emita luz, que viaja hacia abajo por el lumen 236 y que es recibida por el detector de luz 234. Lo mismo que con la realización de la Figura 1, y de manera similar en los ejemplos y las realizaciones de las Figuras 3 y 4, por lo menos una porción de lumen 236 puede estar directamente sumergida en la solución de urea 120. Se mide la amplitud de la luz recibida y es posible medir la calidad y/o la concentración de la solución de urea 120 en base a la amplitud recibida. Más particularmente, la luz emite una cantidad (por ejemplo, amplitud, potencia, frecuencia o similar) de luz 235-a. A medida que la luz 235-a se propaga a través del lumen 236, una porción de la luz escapa del lumen como pérdida de luz 235-c. Por lo tanto, solamente una porción de la luz 235-a puede ser recibida por el detector de luz 234. Esta porción de luz se representa como luz 235-b. Por lo tanto, la cantidad de luz 235-c que escapó del lumen 236 puede determinarse en base a la amplitud de la luz recibida 235-b. La luz recibida 235-b y/o la luz escapada 235-c pueden utilizarse para determinar el índice de refracción de la solución de urea 120 que, a su vez, puede utilizarse para determinar la concentración y/o la calidad de la solución de urea 120, como se expuso con anterioridad.

Volviendo más específicamente la Figura 3, se muestra un sensor 300. El sensor 300 incluye la fuente de luz 332, el detector de luz 334 y el lumen 336. En particular, la fuente de luz 332 y el detector de luz 334 están operativamente acoplados al lumen 336. Como se ilustra, el lumen 336 está curvado. De acuerdo con la invención, el lumen 336 es una fibra óptica curvada. Debe tenerse presente que el lumen 336 puede incluir una sección curvada, una cantidad mayor de curvas y/o curvas con una configuración alternativa distinta a la mostrada en la Figura 3. Por ejemplo, el lumen 336 puede tener una configuración en “S”, una configuración en “Z”, o similar. Sin embargo, de acuerdo con la presente invención, el lumen 336 tiene una configuración en “Z”. La operación del sensor 300 es similar a la operación del sensor 200 por el hecho de que la fuente de luz 332 emite luz que viaja a través del lumen 336 y que es recibida por el detector de luz 334. Cabe observar que, debido a la configuración general del lumen 336 y particularmente de la porción curva, es posible que una mayor cantidad de luz pueda escapar del lumen. Por ejemplo, se ilustran la luz 335-a emitida por la fuente de luz 332 y la luz 235-b recibida por el detector. Adicionalmente, se ilustra la pérdida de luz 235-c. Es posible configurar las porciones curvas del lumen 336 de manera de incrementar la sensibilidad del sensor. En particular, es posible incrementar el nivel de concentración y/o calidad de la solución de urea que pueden determinarse.

Volviendo más específicamente la Figura 4, se muestra un sensor 400, que no entran dentro del alcance de las reivindicaciones. El sensor 400 incluye la fuente de luz 432, el detector de luz 434 y el lumen 436. En particular, la fuente de luz 432 y el detector de luz 434 están operativamente conectados al lumen 436. Adicionalmente, el lumen 436 incluye un extremo cónico 438. Durante la operación, la luz (por ejemplo, la luz 435-a) se emite desde la fuente de luz 432 y se transmite hacia abajo por el lumen 436 hacia el extremo cónico 438. Debido a la forma cónica del extremo cónico 438, una porción (por ejemplo, 435-b) de la luz 435-a se refleja de regreso hacia el lumen 436 hacia el detector 434 mientras que otra porción (por ejemplo, 435-c) de la luz 435-a se escapa del lumen 436, y particularmente desde el extremo cónico 438. En otras palabras, el extremo cónico 438 está configurado para reflejar por lo menos una porción de la luz recibida procedente de la fuente de luz 432 situaba adyacentemente a un primer extremo opuesto al extremo cónico, donde la luz reflejada se transmite desde el segundo extremo a través del lumen 436 de regreso al primer extremo.

En el ejemplo de la Figura 4, la luz emitida desde la fuente de luz 432 puede experimentar múltiples reflexiones internas dentro del extremo cónico 428 del lumen 436 antes de que una porción de la luz incidente sobre el extremo cónico 428 sea devuelta al detector de luz 424.

A medida que cambia la concentración y/o la calidad de la solución de urea 120, el índice de refracción de la solución

de urea 120 también cambia, y la cantidad de luz 435-b reflejada de regreso hacia el detector de luz 434 puede variar de manera acorde. Como resultado, es posible determinar la concentración y/o la calidad de la solución de urea 120. En otras palabras, es posible que se conozca una relación entre la concentración de la solución de urea 120 u otra calidad de la solución de urea 120 y el índice de refracción de la solución de urea. La cantidad de luz 435-b, tal como un porcentaje de la cantidad de luz 435-a, también puede utilizarse para indicar el índice de refracción de la solución de urea 120, por cuanto la cantidad de luz reflejada en la interfaz del lumen 436 y la solución de urea 120 puede variar junto con el índice de refracción. Por lo tanto, la cantidad de porcentaje de luz 435-b con respecto a la cantidad de luz 435-a puede ser una medida conveniente de una calidad de una solución de urea 120 tal como su índice de refracción.

Una ventaja ofrecida por la disposición del sensor de la Figura 4, es la posibilidad de ubicar una fuente de luz y un detector de luz adyacentes entre sí.

En algunos ejemplos, el lumen 136 del sensor 130 (por ejemplo, el lumen 236, 336 ó 436) puede ser una fibra óptica porosa. En particular, el lumen 136 puede tener poros para incrementar el área de superficie entre el lumen 136 y la solución de urea 120 en comparación con una fibra óptica no porosa. El área de superficie incrementada puede aumentar la sensibilidad del sensor 130, y puede proveer una detección de grano más fina entre los cambios en el índice de refracción de la solución de urea 120.

La Figura 5 es un flujo lógico para un método 500 para determinar una concentración y/o calidad de una solución de urea. En algunos ejemplos, el sistema 100 y/o los sensores 200, 300 y/o 400 pueden implementar el método 500.

El método 500 puede empezar en el bloque 510. En el bloque 510, se emite una primera cantidad de luz desde una fuente de luz fijada a un lumen dispuesto en una solución de urea; la fuente de luz 132 puede emitir una primera cantidad de luz y comunicar la luz al lumen 136. En el bloque 520, se transmite la primera cantidad de luz a través del lumen; la primera cantidad de luz puede transmitirse a través del lumen 136 que está dispuesto en la solución de urea 120. En el bloque 530, se recibe una segunda cantidad de luz en un detector de luz fijado al lumen; el detector de luz 134 puede recibir una segunda cantidad de luz. Como se detalló con anterioridad, una porción de la luz emitida por la fuente de luz y transmitida a través del lumen, escapará del lumen. De manera acorde, el detector de luz recibe la porción (por ejemplo, la porción que no se escapa del lumen) de luz emitida por la fuente.

Continuando con el bloque 540, se determina una concentración y/o calidad de la solución de urea en base a la primera cantidad de luz y de la segunda cantidad de luz; el controlador 140 puede determinar la calidad y/o la concentración de la solución de urea 120 en base a la primera cantidad de luz y de la segunda cantidad de luz. Dicho de otra manera, el controlador 140 puede determinar la calidad y/o la concentración de la solución de urea en base a la cantidad (por ejemplo, amplitud, o similar) de luz emitida por la fuente y la cantidad (por ejemplo, amplitud, o similar) de luz recibida por el detector.

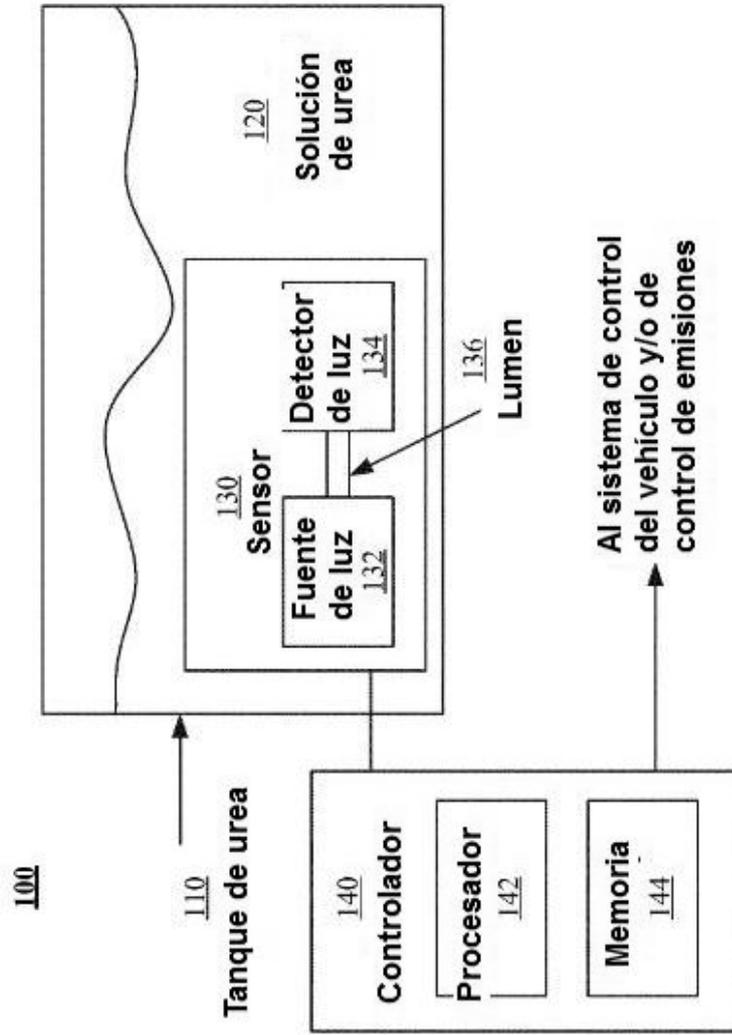
Como se indicó con anterioridad, las presentes realizaciones pueden utilizarse de manera útil para supervisar y controlar otros sistemas de soluciones líquidas en las que una primera sustancia está disuelta en una sustancia líquida, siempre y cuando los cambios en la concentración de la primera sustancia o la presencia de impurezas puedan cambiar el índice de refracción de la solución. Los ejemplos incluyen la medición del contenido de alcohol en un combustible para automotores, en donde el combustible para automotores puede incluir una solución líquida de alcohol e hidrocarburos líquidos. En tales sistemas, los cambios en la concentración del alcohol pueden generar cambios en el índice de refracción que pueden detectarse como cambios en la cantidad de luz detectada en un sensor de las realizaciones anteriormente mencionadas.

Como se utilizan en la presente, las referencias a “una realización”, “una implementación”, “un ejemplo”, y/o equivalentes no debe interpretarse como excluyentes de la existencia de realizaciones adicionales que también lleven incorporados los aspectos mencionados.

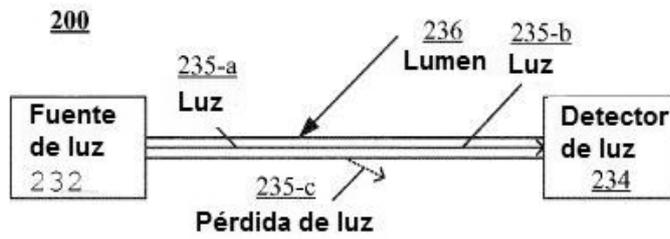
Si bien la presente divulgación ha sido realizada con referencia a determinadas realizaciones, son posibles numerosas modificaciones, alteraciones y cambios en las realizaciones descritas, ello, sin apartarse del alcance de la presente invención definido en la o las reivindicaciones adjuntas. Por lo tanto, la finalidad es que la presente divulgación no quede limitada a las realizaciones descritas, sino que tenga el alcance completo definido por el lenguaje de la siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

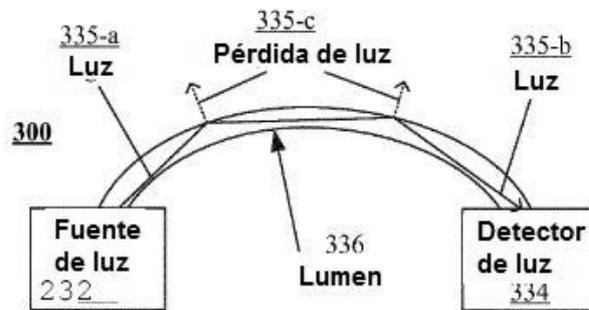
1. Un sensor para medir un líquido, que comprende:
  - una fuente de luz (132);
  - un lumen (136), en donde la fuente de luz (132) esta operativamente acoplada al lumen (136);
  - 5 en donde el lumen (136) está dispuesto en una solución líquida (120);
  - en donde la fuente de luz (132) está configurada para emitir luz y para comunicar la luz al lumen (136);
  - en donde el lumen (136) ha sido provisto como una fibra óptica curvada,
  - un detector de luz (134) operativamente acoplado al lumen (136), estando configurado el detector de luz (134)
  - 10 para recibir por lo menos una porción de la luz procedente del lumen (136); y
  - un controlador (140) configurado para determinar la concentración o la calidad de la solución líquida (120)
  - sobre la base de la luz emitida por la fuente de luz y de la porción de la luz recibida por el detector de luz (134),
  - caracterizado por que el lumen (136) tiene una configuración en "Z" de manera de proporcionar una mayor
  - cantidad de luz que se escapa del lumen (136) hacia el interior de la solución líquida (120).
2. El sensor según la reivindicación 1, en donde la solución líquida (120) es una solución de urea.
- 15 3. El sensor según la reivindicación 1, en donde el lumen (136) es un cable de fibra óptica no revestido.
4. El sensor según la reivindicación 3, en donde el lumen (136) es una fibra óptica porosa.
5. El sensor según la reivindicación 4, en donde la fibra óptica porosa presenta un área de superficie incrementada con respecto a la solución líquida (120) en comparación con una fibra óptica no porosa.
6. Un método para medir un líquido, que comprende:
  - 20 emitir una primera cantidad de luz desde una fuente de luz (132) fijada a un lumen (136) dispuesto en una solución líquida (120);
  - transmitir la primera cantidad de luz a través del lumen (136);
  - recibir una segunda cantidad de luz en un detector de luz (134) fijado al lumen (136); y
  - 25 determinar una concentración o calidad de la solución líquida (120) sobre la base de la primera cantidad de luz y de la segunda cantidad de luz;
  - que, además, comprende proporcionar el lumen (136) como una fibra óptica curvada,
  - caracterizado por que el lumen (136) tiene una configuración en "Z" a efectos de proporcionar una mayor
  - cantidad de luz que se escapa del lumen (136) hacia el interior de la solución líquida (120).
7. El método según la reivindicación 6, en donde un índice de refracción de la solución líquida (120) es variable de
- 30 acuerdo con una concentración de una sustancia con la solución líquida (120)
8. El método según la reivindicación 7, en donde la solución líquida (120) es una solución de urea.



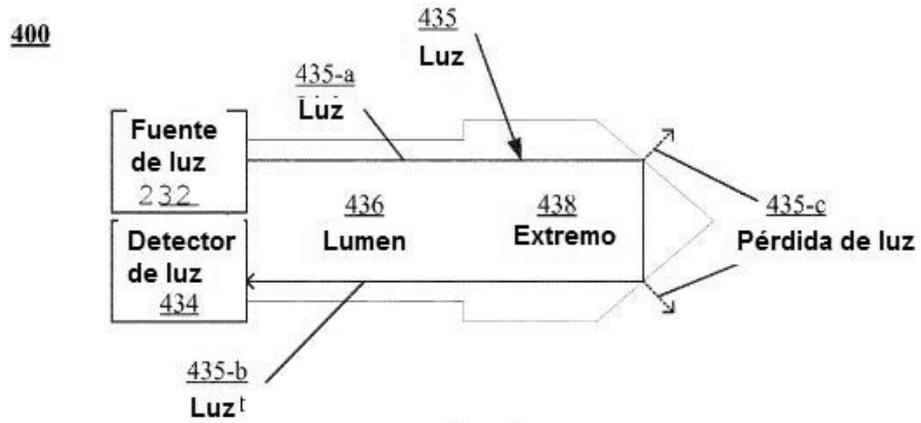
**FIG. 1**



**FIG. 2**

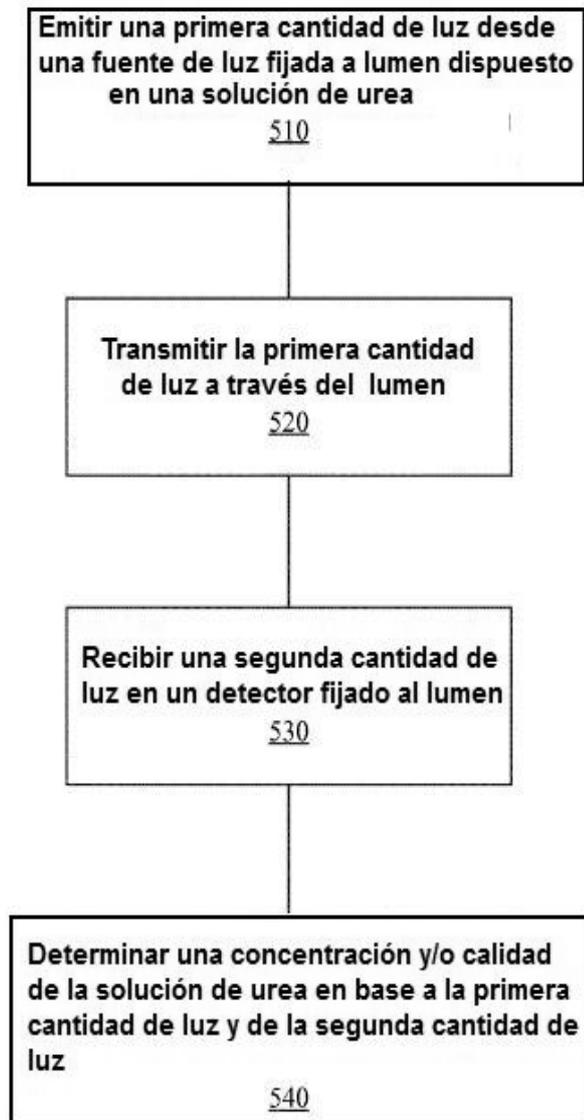


**FIG. 3**



**FIG. 4**

500



**FIG. 5**