

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 211**

51 Int. Cl.:

B64D 37/32 (2006.01)

G01N 27/62 (2006.01)

G01N 33/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.02.2013 PCT/DE2013/100062**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.09.2013 WO13135232**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.02.2013 E 13711282 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 2825464**

54 Título: **Aeronave con dispositivo para el control de la concentración de oxígeno en un depósito de combustible**

30 Prioridad:
15.03.2012 DE 102012005058

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.07.2017

73 Titular/es:
**AIRBUS DEFENCE AND SPACE GMBH (100.0%)
Willy-Messerschmitt-Strasse 1
85521 Ottobrunn, DE**

72 Inventor/es:
**MÜLLER, GERHARD;
GÖBEL, JOHANN;
HACKNER, ANGELIKA y
FRIEDBERGER, ALOIS**

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 627 211 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

Aeronave con dispositivo para el control de la concentración de oxígeno en un depósito de combustible

La invención se refiere a una aeronave con al menos un depósito de combustible que contiene gas inerte y con un dispositivo para el control de la concentración de oxígeno.

5 Por accidentes aéreos se sabe que la existencia de atmósfera ambiental en los depósitos de combustible de aeronaves en condiciones extremas puede dar lugar a explosiones. Especialmente en caso de depósitos vacíos o prácticamente vacíos y de una alta temperatura ambiente, por ejemplo, en caso de parada en los trópicos, el keroseno evaporado que llena el depósito (prácticamente) vacío en combinación con el oxígeno atmosférico forman una mezcla que puede explotar. Por este motivo, desde hace años se hacen esfuerzos para evitar este riesgo. Una
10 solución preferida consiste en no rellenar el espacio que se forma como consecuencia del vaciado progresivo con aire ambiente, sino hacerlo con un gas inerte. A fin de no aumentar el peso del avión a causa de la aportación de cantidades suficientes de un gas inerte, por el documento US 2005/0115404, por ejemplo, se conoce la posibilidad de obtener nitrógeno líquido del aire ambiente y de suministrar este gas inerte al depósito vacío. Para garantizar que las condiciones en el depósito de combustible son seguras es necesario registrar el contenido de oxígeno en el
15 depósito de combustible, a fin de poder adoptar en su caso las medidas oportunas como una mayor o una menor generación de nitrógeno o una refrigeración del depósito.

Por el documento WO 2004/113169 se conoce un sensor de oxígeno genérico para el control de la concentración de oxígeno en un depósito de combustible que contiene gas inerte de una aeronave que funciona conforme al principio de la espectroscopia de absorción. Este sistema tiene el inconveniente de que, debido a las propiedades físicas del principio de medición, hay que contar con una precisión de medición baja o de que la complejidad técnica con respecto a la calidad de conexión, así como a las compensaciones de diferencias de temperatura y de presión en la distancia medida es muy alta.

Otros principios sensoriales como sondas lambda requieren superficies de medición calentadas, lo que no se desea en el aspecto de la seguridad ni tampoco de la rentabilidad.

25 El documento US 2007/0114395 A1 publica un dispositivo de espectroscopia de movilidad de iones (IMS) para el registro de materias explosivas con una cámara de ionización y con un dispositivo de generación de impulsos luminosos para la iluminación de una superficie de emisor de electrones.

La tarea de la invención consiste en poner a disposición una aeronave con al menos un depósito de combustible que contiene un gas inerte y con un dispositivo para el control de la concentración de oxígeno que permita de un modo constructivamente sencillo una medición exacta de la concentración de oxígeno. Aquí el proceso de medición debería realizarse dentro de lo posible sin un aumento de la temperatura.

La solución de esta tarea resulta de las características de la reivindicación 1. Los perfeccionamientos y las configuraciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes. Otras características, posibilidades de aplicación y ventajas de la invención resultan de la siguiente descripción, así como de la explicación de los ejemplos de realización de la invención que se representan en las figuras.

35 En especial, la tarea se resuelve gracias a las siguientes características:

- una cámara de ionización que comunica con el depósito de combustible y por la que puede fluir una corriente de gas inerte del depósito de combustible;
- presentando un extremo de la cámara de ionización una superficie de emisor de electrones;
- 40 - presentando la cámara de ionización una superficie de colector opuesta a la superficie de emisor de electrones y acoplada a un dispositivo de detección de portador de carga;
- un dispositivo de generación de impulsos luminosos para la iluminación de la superficie de emisor de electrones para la generación de electrones en la cámara de ionización;
- 45 - estando rodeada la cámara de ionización por un dispositivo de generación de campo para la generación de un campo eléctrico, a fin de mover portadores de carga negativos en dirección a la superficie de colector;
- una unidad de control que controla el dispositivo de generación de impulsos luminosos para la generación de impulsos luminosos y que registra los portadores de carga que llegan a la superficie de colector y determina la concentración de oxígeno.

La invención se basa en que por medio de breves impulsos luminosos, preferiblemente a partir de LEDs o diodos láser, se ilumina la superficie de emisor de electrones de la cámara de ionización, excitándose mediante los fotones electrones desde valores por debajo de la energía Fermi del material de recubrimiento a una energía ligeramente por encima de la energía en el vacío, de manera que abandonen la capa, pudiéndose mover libremente en el espacio adyacente. Este espacio en el interior de la cámara de ionización forma un tubo de deriva que presenta una serie de anillos de potencial con potenciales que van aumentando, acelerándose los electrones en dirección de la superficie de colector opuesta a la superficie de emisor de electrones donde los electrones se alojan y se pueden medir como corriente eléctrica. El gas inerte del depósito de combustible se guía en el interior de la cámara de ionización, componiéndose éste fundamentalmente de nitrógeno molecular (N₂) y de un componente gaseoso del combustible

- alojado en el depósito de combustible, en la mayoría de los casos keroseno. En caso de colisiones de los electrones con moléculas de N₂, éstos no son capturados por las moléculas debido a su afinidad negativa a los electrones, sino que únicamente transmiten su energía cinética a las moléculas de N₂. No obstante, si el gas contiene oxígeno, una parte de los electrones que se mueven de la superficie de emisor a la superficie de colector permanece en las moléculas de oxígeno, formando iones de O₂ que en virtud de la masa fundamentalmente mayor se mueven mucho más lentamente hacia la superficie de colector. La velocidad de movimiento de un ión de O₂ es aproximadamente en un factor 100 inferior a la de un electrón. La concentración de oxígeno puede determinarse a partir de la evolución de una corriente de portador de carga eléctrica que sigue a un impulso luminoso en la superficie de colector o a partir de la magnitud de la corriente medida o a partir de una combinación de ambas.
- La invención permite un registro exacto de la concentración de oxígeno en una atmósfera de gas inerte, pudiéndose mantener reducido el esfuerzo constructivo gracias a la utilización de dispositivos de generación de luz sencillos como LEDs o láseres semiconductores. Además no es necesario un calentamiento de los distintos componentes del dispositivo.
- Según un perfeccionamiento ventajoso de la invención, el dispositivo de generación de impulsos luminosos genera impulsos luminosos de 3 a 15 nsec. De este modo, con potencias eléctricas reducidas pueden generarse potencias máximas del orden de 5-50 kW, siendo posible obtener densidades electrónicas del orden de 10³ A/cm² aproximadamente.
- De acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso de la invención, el dispositivo de generación de impulsos luminosos genera impulsos luminosos con una longitud de onda de 200-900 nm. Por medio de fuentes luminosas semiconductoras económicas como láseres o LEDs en la gama infrarroja cercana de 900 nm aproximadamente o en la gama visible de 700 nm a 400 nm aproximadamente se pueden alcanzar densidades electrónicas suficientemente elevadas. Alternativamente también se pueden utilizar LEDs UV con una longitud de onda de hasta 250 nm, siendo posible generar energías de fotones del orden de 5 eV aproximadamente.
- Conforme a un perfeccionamiento ventajoso de la invención, el dispositivo de generación de impulsos luminosos es un dispositivo de diodos láser o un dispositivo LED. Los dispositivos de generación de impulsos luminosos son económicos y pueden componerse de uno o varios diodos.
- Según un perfeccionamiento ventajoso de la invención, el dispositivo de generación de impulsos luminosos presenta una potencia de 0,1-1 mW. Especialmente en caso de impulsos cortos del orden de 15 nsec y menos pueden obtenerse potencias suficientemente elevadas.
- De acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso de la invención, la superficie de emisor de electrones se compone de un cristal de zafiro transparente que se recubre por la cara interior con una capa de un metal o semiconductor. Esto provoca ventajosamente que emisores diferentes puedan utilizar materiales con distinta afinidad electrónica y que la iluminación se pueda llevar a cabo para la liberación de electrones tanto en reflexión como también en transmisión.
- Conforme a un perfeccionamiento ventajoso de la invención, la capa metálica de la superficie de emisor de electrones se elige de uno o varios de los siguientes metales: Au, Pt, Pd. En virtud de su electronegatividad de aproximadamente 5-6 eV, todos estos metales resultan adecuados para la emisión de fotoelectrones. En este caso el mejor es el Au debido a la reducida tendencia a la oxidación.
- Según un perfeccionamiento alternativo ventajoso de la invención, la superficie de emisor de electrones presenta una capa de un semiconductor n. Preferiblemente una capa de BaO, ya que el óxido bórico, en virtud de su electronegatividad de aproximadamente 1,4 eV también funciona con longitudes de onda de hasta 900 nm, de manera que se puedan utilizar láseres semiconductores de GaAs pequeños y altamente eficaces.
- Según un perfeccionamiento ventajoso de la invención, la capa de la superficie de emisor de electrones presenta nanocrestas. Una superficie de emisor de electrones así configurada se puede componer tanto de metal, como también de un material semiconductor. Las nanocrestas resultan apropiadas para reducir prácticamente a cero la afinidad electrónica para la separación de electrones por medio del efecto túnel cuántico. Según un perfeccionamiento ventajoso de la invención, las nanocrestas presentan aquí una proporción de distancia con respecto a la cresta de 100:1 hasta 1000:1. Preferiblemente, las nanocrestas tienen un radio de cresta del orden de 1 µm aproximadamente.
- De acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso de la invención, la cámara de ionización presenta una longitud entre la superficie de emisor de electrones y la superficie de colector de 3 a 15 cm, preferiblemente de 5 a 10 cm. Con láseres modernos de alta intensidad pueden extraerse densidades de corriente de electrones del orden de aproximadamente 10³ A/cm² de la superficie de emisor de electrones, lo que, por otra parte, sólo funciona en caso de división de electrodos del orden de 100 µm. Las longitudes mayores de la cámara de ionización para la dispersión de espectros de deriva de electrones /iones presentan densidades de corriente de electrones claramente menores que, sin embargo, se ajustan a las potencias luminosas de fuentes de iluminación LED disponibles.
- De acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso de la invención, el dispositivo presenta una tensión de deriva de 2000-4000 V, preferiblemente de 2500-3500 V.

Conforme a un perfeccionamiento ventajoso de la invención, la unidad de control presenta un filtro de paso bajo para la señal del dispositivo de detección de portador de carga. Por consiguiente se puede mejorar ventajosamente la precisión de medición mediante la eliminación de las señales parásitas, empeorando en este caso la resolución de tiempo, lo que, no obstante, no tiene un efecto significativo en los resultados de la medición.

- 5 Se propone además una aeronave con al menos un depósito de combustible, presentando el al menos un depósito de combustible un dispositivo para el control de la concentración de oxígeno según una o varias de las formas de realización antes descritas. Dado que los aviones de gran capacidad modernos presentan una pluralidad de depósitos de combustible, es posible equipar de forma correspondiente algunos o todos los depósitos de combustible. Preferiblemente los depósitos de combustible que se encuentran en el fuselaje especialmente
- 10 expuestos a riesgo se equipan de forma correspondiente.

Según un perfeccionamiento ventajoso de esta realización, la aeronave presenta varios depósitos de combustible, así como al menos un dispositivo según una o varias de las formas de realización antes descritas que se acopla a un sistema de tuberías de gas, a fin de registrar, al mismo tiempo o de forma alterna, la concentración de oxígeno en los distintos depósitos de combustible.

- 15 Otras ventajas, características y particularidades resultan de la siguiente descripción en la que se describe, haciéndose referencia al dibujo, un ejemplo de realización en concreto. Las características descritas y/o representadas gráficamente forman, por sí solas o en cualquier combinación práctica, el objeto de la invención. Las piezas iguales, similares y/o con una función similar se dotan de las mismas referencias.

Se muestra en la:

- 20 Figura 1 una representación esquemática de un dispositivo para el control de la concentración de oxígeno;
Figura 2 un diagrama que representa una evolución de un proceso de medición con diferentes composiciones de gas.

En la figura 1 se representa esquemáticamente un dispositivo de medición de oxígeno 10. Éste comprende una cámara de ionización 12 que se comunica, a través de conductos de unión 14 y dispositivos de transporte, con un depósito de combustible 16, de manera que el gas que se encuentra en el depósito de combustible 16 circule con la cámara de ionización 12. Una de las caras frontales de la cámara de ionización 12 formada de cristal de zafiro se configura como superficie de emisor de electrones 18, es decir, por la cara interior se aplica un recubrimiento, preferiblemente de Au, que se somete a la iluminación 20 de una fuente de iluminación 22 dispuesta por fuera. La fuente de iluminación 22 es preferiblemente un diodo láser o un dispositivo LED de una o varias fuentes luminosas.

- 30 La cara frontal opuesta a la superficie de emisor 18 de la cámara de ionización 12 se configura como colector 24. La cámara de ionización 12 comprende además un dispositivo de generación de campo para la generación de un campo eléctrico, preferiblemente en forma de varios anillos de potencial 26 dispuestos unos detrás de otros, que se someten a tensiones que van aumentando a través de conexiones no representadas de la superficie de emisor 18 a la superficie de colector 24. La tensión del anillo de potencial más posterior es del orden de EUR 3000 V. La superficie de colector 24 se acopla a una unidad de control 30 a través de un amplificador 28. Por medio de la fuente de iluminación 22 se generan impulsos breves (aprox. 5 nsec) de luz UV que atraviesan el cristal de zafiro transparente a los rayos ultravioleta de la superficie de emisores 18 recubierta de una fina capa de oro y se excitan electrones desde por debajo de la energía Fermi del oro a energías por encima de la fase de vacío, donde éstos pueden abandonar la capa de emisores de oro y moverse libremente en el espacio. Los electrones de la superficie de emisores 18 se mueven como consecuencia de la tensión aplicada a los anillos de potencial 26 a través de la cámara de ionización 12 en dirección de la superficie de colector 24. En la superficie de colector 24 los electrones se recogen y registran como corriente eléctrica. A partir de la misma se puede determinar el tiempo de deriva de los electrones a través de la cámara de ionización 12. Si en la cámara de ionización 12 se encuentra aire ambiente, se capta parte de los electrones emitidos en moléculas de oxígeno, con lo que en relación con los electrones se generan iones de O₂ que se mueven muy lentamente. A partir de la evolución en el tiempo de la corriente que sigue a un impulso luminoso se puede determinar el contenido de oxígeno.

La figura 2 muestra un diagrama que representa una evolución de un proceso de medición mediante la aplicación de un filtro de paso bajo. La abscisa muestra a modo de logaritmo el tiempo desde la generación de un impulso luminoso en segundos y la ordenada la corriente medida en amperios. La curva superior 40 resulta en una atmósfera de N₂ pura, o sea, sin oxígeno, la curva media 42 resulta en caso de una mezcla de N₂ con aire normal en una proporción volumétrica de 50% en volumen de N₂ y 50 en volumen de aire normal. La curva inferior 44 resulta en aire normal que contiene aproximadamente en un 21% en volumen oxígeno molecular. A la vista de las corrientes máximas claramente diferentes se puede determinar el contenido de oxígeno en el interior de la cámara de ionización 12. Aunque debido al filtro de paso bajo empleado ya no se puede medir una resolución del valor máximo de corriente o de su desplazamiento temporal a causa de la presencia de oxígeno, se obtienen plataformas de corriente relativamente anchas de distinto nivel del orden de aproximadamente 10 µsec en dependencia del contenido de oxígeno de la atmósfera de medición. Conviene hacer constar que los valores de medición según la figura 2 no varían de manera importante si la atmósfera de medición contiene adicionalmente los hidrocarburos con 6 a 16 átomos C contenidos en el keroseno, dado que presentan afinidades electrónicas claramente inferiores a las del oxígeno. Si la atmósfera de medición contiene la molécula C₆F₆ considerablemente electronegativa, se produce una extensión de la evolución temporal del valor máximo de corriente, lo que se puede registrar. Aunque no se

realice un análisis de este tipo, la existencia de estas moléculas en cantidades significativas sólo da lugar a una medición errónea en dirección a un mayor contenido de oxígeno pero en ningún caso a un aumento del riesgo, lo que sólo sería el caso si se indicase un contenido de oxígeno demasiado bajo.

| | |
|----|--|
| 5 | Lista de referencias |
| 10 | Dispositivo de medición de oxígeno |
| 12 | Cámara de ionización |
| 14 | Conductos de unión |
| 16 | Depósito de combustible |
| 10 | 18 Superficie de emisor de electrones |
| 20 | Iluminación |
| 22 | Fuente de iluminación |
| 24 | Colector |
| 26 | Anillos de potencial |
| 15 | 28 Amplificador |
| 30 | Unidad de control |
| 40 | Atmósfera de N ₂ |
| 42 | Atmósfera de N ₂ + O ₂ |
| 44 | Atmósfera de aire |
| 20 | |

REIVINDICACIONES

1. Aeronave con al menos un depósito de combustible (16) que contiene un gas inerte que comprende un dispositivo (10) para el control de la concentración de oxígeno en el depósito de combustible (16), caracterizada por las siguientes características:
- 5 - una cámara de ionización (12) que comunica con el depósito de combustible (16) y por la que puede fluir una corriente de gas inerte del depósito de combustible (16);
 - presentando un extremo de la cámara de ionización (12) una superficie de emisor de electrones (18);
 - presentando la cámara de ionización (12) una superficie de colector (24) opuesta a la superficie de emisor de electrones (18) y acoplada a un dispositivo de detección de portador de carga (28, 30);
- 10 - un dispositivo de generación de impulsos luminosos (22) para la iluminación de la superficie de emisor de electrones (18) para la generación de electrones en la cámara de ionización (12);
 - estando rodeada la cámara de ionización (12) por un dispositivo de generación de campo (26) para la generación de un campo eléctrico, a fin de mover portadores de carga negativos en dirección a la superficie de colector (24);
 - una unidad de control (30) para el control del dispositivo de generación de impulsos luminosos (22) para la
- 15 generación de impulsos luminosos y para el registro de los portadores de carga que llegan a la superficie de colector (24) y que determina la concentración de oxígeno.
2. Aeronave según la reivindicación 1, caracterizada por que el dispositivo de generación de impulsos luminosos (22) genera impulsos luminosos de 3 a 15 nsec.
- 20 3. Aeronave según la reivindicación 1, caracterizada por que el dispositivo de generación de impulsos luminosos (22) genera impulsos luminosos con una longitud de onda de 200-900 nm.
4. Aeronave según la reivindicación 1, caracterizada por que el dispositivo de generación de impulsos luminosos (22) se configura como dispositivo de diodos láser o dispositivo LED.
- 25 5. Aeronave según la reivindicación 1 ó 4, caracterizada por que el dispositivo de generación de impulsos luminosos (22) presenta una potencia de 0,1-1 mW.
6. Aeronave según la reivindicación 1, caracterizada por que la superficie de emisor de electrones (18) se compone de cristal de zafiro transparente que se recubre por la cara interior con una capa de un metal o de un semiconductor.
- 30 7. Aeronave según la reivindicación 6, caracterizada por que la capa metálica de la superficie de emisor de electrones (18) se elige de uno o varios de los siguientes metales: Au, Pt, Pd.
- 35 8. Aeronave según la reivindicación 6, caracterizada por que la capa de semiconductor de la superficie de emisor de electrones (18) es un semiconductor n, especialmente de BaO.
9. Aeronave según la reivindicación 6, caracterizada por que la capa de la superficie de emisor de electrones (18) presenta nanocrestas.
- 40 10. Aeronave según la reivindicación 9, caracterizada por que las nanocrestas presentan una proporción de distancia respecto al radio de cresta de 100:1 a 1000:1.
- 45 11. Aeronave según la reivindicación 1, caracterizada por que la cámara de ionización (12) presenta una longitud entre la superficie de emisor de electrones y la superficie de colector de 3 a 15 cm, preferiblemente de 5 a 10 cm.
12. Aeronave según la reivindicación 1, caracterizada por que ésta presenta una tensión de deriva de 2000-4000 V.
- 50 13. Aeronave según la reivindicación 1, caracterizada por que la unidad de control (30) presenta un filtro de paso bajo para la señal del dispositivo de detección de portador de carga.
- 55 14. Aeronave según la reivindicación 1 con varios depósitos de combustible, caracterizada por que se prevé al menos un dispositivo (10) según una o varias de las reivindicaciones anteriores, que se acopla a un sistema de tuberías de gas, a fin de registrar de forma simultánea o alterna la concentración de oxígeno en los distintos depósitos de combustible.

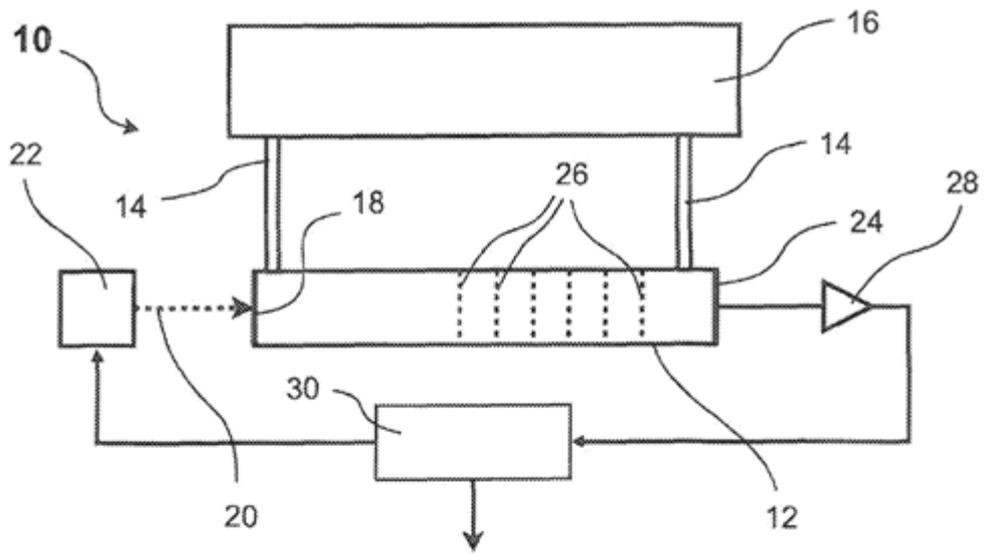


Fig. 1

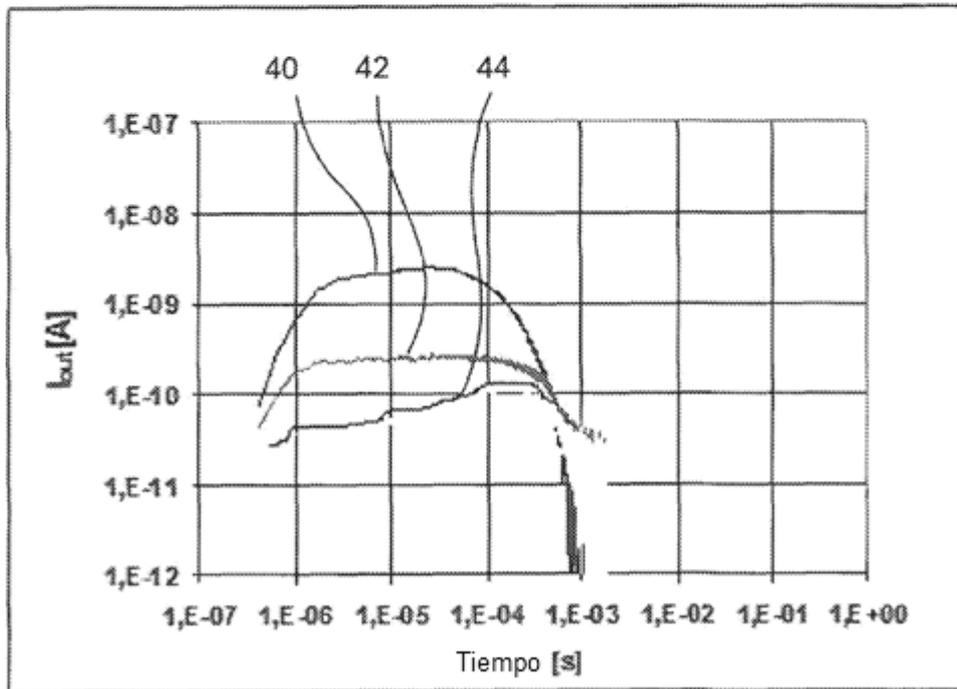


Fig. 2