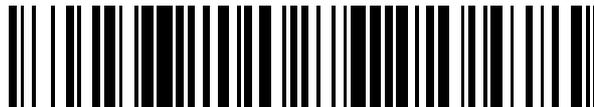


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 105**

51 Int. Cl.:

G02B 26/02 (2006.01)

G02B 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.05.2004 E 04731239 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.11.2015 EP 1623264**

54 Título: **Elemento óptico conmutable que usa tensioactivos**

30 Prioridad:

06.05.2003 EP 03076378

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

13.01.2016

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
HIGH TECH CAMPUS 5
5656 AE EINDHOVEN, NL**

72 Inventor/es:

**KUIPER, STEIN;
RENDERS, CHRISTINA A.;
HENDRIKS, BERNARDUS H. W. y
HAYES, ROBERT A.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 556 105 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

Elemento óptico conmutable que usa tensioactivos

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a los elementos conmutables y a dispositivos incluyendo elementos conmutables.

10

Antecedentes técnicos

La electrohumectación es esencialmente el fenómeno por el que un campo eléctrico modifica el comportamiento de humectación de un líquido polar en contacto con una superficie hidrófoba. Al aplicar un campo eléctrico, se crea un gradiente de energía de superficie en el líquido polar, que se puede usar para manipular el líquido. En aplicaciones comunes, se usa agua como líquido polar.

15

Recientemente, se han propuesto elementos conmutables y se demostró que funcionan en base al principio de electrohumectación. Típicamente, dichos elementos conmutables consisten en una célula cerrada que se llena con una parte de agua y una parte de aceite, aunque también se pueden usar otros líquidos. Las características importantes son que los líquidos son inmiscibles y que uno de ellos es polar y/o eléctricamente conductor (por ejemplo, agua), mientras que el otro es no polar (por ejemplo, aceite). Otros parámetros de líquido de importancia, cuando se usa el dispositivo como un elemento óptico, son, por ejemplo, el índice de refracción, punto de fusión, transmisión y densidad.

20

25

Puesto que los líquidos son inmiscibles, siempre estará presente entre ellos una interfase bien definida. La superficie interna de la célula, en general, comprende dos superficies separadas, una que es hidrófoba y otra que es no hidrófoba. La superficie hidrófoba rechazará por naturaleza el agua, y configurando las superficies de forma apropiada, se puede predeterminar la relación espacial entre los líquidos, es decir, el agua se fuerza a una localización predeterminada opuesta a la superficie hidrófoba. En consecuencia, también se puede predeterminar la interfase entre los dos líquidos.

30

35

Además, se disponen dos electrodos en la célula, un electrodo de dirección dispuesto detrás del recubrimiento hidrófobo y eléctricamente aislante y un contraelectrodo en contacto directo con o acoplado de forma capacitiva en el líquido conductor. Al aplicar un potencial entre los electrodos, se crea un campo eléctrico a través del recubrimiento aislante. El campo eléctrico da lugar a una fuerza electrostática que anula la fuerza de atracción ejercida por las moléculas en el líquido conductor y por tanto modifica la relación espacial entre los líquidos y en consecuencia también la forma y posición de la interfase de líquido. En efecto, se puede controlar la interfase de líquido por medio del control del potencial aplicado.

40

45

Existen varios principios conocidos que se aprovecha de este mecanismo y con los que se puede controlar una célula. De acuerdo con un primer principio, se eligen los líquidos para que tengan diferentes propiedades de transmisión. Al cambiar la distribución espacial de los líquidos, se varía la transmisión de la componente. De acuerdo con un segundo principio, se eligen los líquidos para que tengan diferentes índices de refracción. Esto convierte el menisco entre los líquidos en una lente que tiene propiedades de refracción que se pueden controlar por medio del potencial de electrodo. Típicamente, se puede cambiar esta lente entre un estado convexo, de enfoque de luz y un estado cóncavo, de desenfoque de luz. En este documento, un estado OFF se refiere a una condición, en la que un voltaje aplicado entre los electrodos es sustancialmente cero. Además, y un estado ON se refiere a una condición, en la que un voltaje aplicado provoca un cambio sustancial en la distribución espacial de los líquidos, en comparación con el estado OFF.

50

El documento EP 1069450 A2 divulga un elemento óptico que comprende un primer fluido y un segundo fluido electroconductor o polar inmiscible entre sí, que están confinados en un espacio cerrado creado entre un primer soporte y un segundo soporte. El primer fluido y el segundo fluido tienen respectivas transmitancias diferente entre sí. Al variar un voltaje aplicado al segundo fluido, se altera la conformación de una interfase entre el primer fluido y el segundo fluido, para cambiar una cantidad de luz que pasa a través del elemento óptico.

55

60

65

El documento US 2003012483 A1 divulga dispositivos que utilizan elementos sostenidos por un fluido en un microcanal para conmutar, atenuar, obturar, filtrar o desplazar en fase señales ópticas. En determinados modos de realización, un microcanal lleva una masa gaseosa o líquida que interacciona con al menos una porción de la potencia óptica de una señal óptica que se desplaza a través de una guía de ondas. El microcanal puede formar parte del revestimiento de la guía de ondas, parte del núcleo y del revestimiento, o sólo parte del núcleo. El microcanal también puede tener extremos o puede estar configurado como un bucle o canal continuo. Los dispositivos de fluido pueden ser de autosujeción o pueden ser de semisujeción. El fluido en el microcanal se mueve usando, por ejemplo, electrocapilaridad, electrocapilaridad con diferencial de presión, electrohumectación, electrohumectación continua, electroforesis, electroósmosis, dielectroforesis, bombeo electrohidrodinámico electrohidrodinámico, bombeo magnetohidrodinámico magnetohidrodinámico, termocapilaridad, expansión térmica, bombeo dieléctrico y/o bombeo dieléctrico variable.

Berge B. *et al.* "Variable focal lens controlled by an external voltage: An application of electrowetting", en The European Physical Journal E, Vol. 3, n.º 2, 10/2002 divulga una lente de longitud focal variable que usa electrocapilaridad para cambiar el ángulo de contacto de una gota transparente. El punto clave de esto es la aplicación de gradientes humectabilidad, que controlan la conformación del borde de la gota.

5

Las células de electrohumectación se describen además en los documentos WO2002/099527, WO2003/069380 y WO2004/027489.

10 También se conoce en el campo el uso de tensioactivos para disminuir o aumentar los ángulos de contacto del menisco formado en la interfase entre dos líquidos o un líquido y un material sólido (véase, por ejemplo, los documentos WO03069380, WO2004027489, DE2319971, Lehmler *et al.*, Journal of Chemistry Fuorine 117, páginas 17 -22, 2002, Oliveros *et al.*, Helvetica Chimica Acta 66, 4, páginas 1183 - 1188, 1983).

15 Estos elementos de electrohumectación pueden estar dispuestos para funcionar como diferentes componentes ópticos y otros componentes, por ejemplo, como lentes de enfoque variable, motor, diafragmas variables, filtros variables, rejillas, deflectores de haces, accionadores mecánicos y pantallas basadas en electrohumectación. Cuando se usan estos elementos de electrohumectación en dispositivos portátiles, el consumo de energía y los voltajes de accionamiento del dispositivo son de particular importancia. Si el voltaje de accionamiento es demasiado alto, podría ser necesario incluir componentes electrónicos adicionales para accionar el dispositivo. Dichos componentes electrónicos adicionales tienen varias desventajas, siendo una el incremento en los costes de desarrollo y fabricación del dispositivo. Otra desventaja referida a un alto consumo de energía podría ser que las baterías los dispositivos portátiles necesitan recargarse con frecuencia, el uso de los dispositivos portátiles está sustancialmente restringido.

25 Sumario de la invención

Es un objetivo de la presente invención eliminar, o al menos aliviar, los problemas descritos anteriormente con relación al consumo de energía y el voltaje de accionamiento en dispositivos de electrohumectación.

30 Este objetivo se logra por un procedimiento y un dispositivo de acuerdo con la reivindicación adjunta 1, respectivamente. Los modos de realización preferentes se definen en las reivindicaciones dependientes.

La invención se basa en una realización de los inventores, que, al influir en la tensión de superficie de los líquidos en un elemento óptico, se puede disminuir el voltaje necesario para controlar la célula óptica sin alterar sustancialmente su rendimiento óptico.

35

La ecuación (1) muestra cómo se puede influenciar el voltaje al cambiar las tensiones de superficie entre un primer líquido no polar NPL y un segundo líquido polar PL, que están comprendidos en una célula de electrohumectación.

40

$$\gamma_{NPL/PL} \cos \theta = \gamma_{NPL/wall} - \gamma_{PL/wall} + \frac{\epsilon_0 \epsilon_r V^2}{2d}$$

45 y son las diversas tensiones interfaciales, θ es el ángulo de contacto entre el menisco y la pared de la cámara de fluido, medidos a través del líquido conductor. Aparte de la correcta tensión interfacial, los líquidos deben cumplir también una serie de otros requisitos, como tener apropiados índices de refracción, puntos de fusión, transmisiones, densidades, viscosidades, etc. Por lo tanto, dependiendo de la elección de los líquidos, sólo es posible una elección limitada de los valores discretos para las tres tensiones interfaciales.

50 Por tanto, de acuerdo con un primer aspecto de la misma, la presente invención proporciona un elemento conmutable. El elemento comprende una cámara de fluido, que comprende un primer y un segundo cuerpo de fluido. El primer fluido es un líquido no conductor, y el segundo fluido es un líquido polar y/o eléctricamente conductor. Dicho elemento comprende además un primer y un segundo electrodo, que están dispuestos para controlar la distribución espacial de dichos líquidos. Por último, al menos uno de dichos primer y segundo fluidos comprende un tensioactivo.

55 De acuerdo con un segundo aspecto de la misma, la invención proporciona un dispositivo, que comprende dicho elemento conmutable.

60 Una de las ventajas de cambiar la tensión de superficie disolviendo tensioactivos en los líquidos, es que se puede influir en la tensión de superficie, y mediante esto el voltaje de accionamiento, sin cambiar sustancialmente otros parámetros característicos de los líquidos. Esto se debe al hecho de que los tensioactivos influyen de forma predominante las interfases. Por lo tanto, solo son necesarios en pequeñas cantidades, y, de este modo, apenas influyen en las propiedades de masa de los líquidos. El experto en la técnica podría determinar por medio de experimentos, y con la ayuda de las otras explicaciones a continuación, la cantidad de tensioactivos que es necesaria en un caso específico.

Un dispositivo conmutable, en el que se ha influido en la tensión de superficie entre dicho primer y segundo líquidos en la forma que se define en la reivindicación 1, influencia de forma ventajosa en la única tensión de superficie que influye en la sensibilidad del ángulo de contacto con respecto al voltaje aplicado. Se puede lograr un cambio deseado en el ángulo de contacto entre el menisco y la pared de la cámara de fluido ajustando el voltaje aplicado a los electrodos.

5 Como se puede observar en la ecuación 1, la única tensión de superficie que influye en la cantidad de voltaje necesario para lograr un determinado cambio en el ángulo de contacto, es la tensión de superficie entre los dos líquidos. En otras palabras, un $\gamma_{NPL/PL}$ menor reduce el voltaje necesario para efectuar un determinado cambio en el ángulo de contacto.

10 Un dispositivo conmutable, en el que la tensión de superficie entre la pared celular y dicho primer o segundo líquidos, como se define en la reivindicación 1, tiene la ventaja de permitir un ajuste del ángulo de contacto en el estado OFF, que no influencia a la sensibilidad del ángulo de contacto con respecto al voltaje aplicado.

15 Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes a partir de y aclarados con referencia a los modos de realización descritos a continuación en el presente documento.

Breve descripción de los dibujos

20 La fig. 1 muestra esquemáticamente una vista lateral de un ejemplo en el que el tensioactivo influye en la tensión interfacial entre un líquido polar y un líquido no polar.

La fig. 2 muestra esquemáticamente una vista lateral de un modo de realización de la presente invención, en el que el tensioactivo influye en las tensiones interfaciales entre un líquido no polar y una pared de la célula.

25 La fig. 3 muestra esquemáticamente una vista lateral de un modo de realización de la presente invención, en el que el tensioactivo influye en las tensiones interfaciales entre un líquido polar y una pared de la célula.

Descripción detallada de la invención

30 En esta descripción, las partes idénticas o correspondientes tienen números de referencia idénticos o correspondientes. La invención se describirá ahora con más detalle. Aunque la figura 1 ilustra un elemento conmutable, que se usa como lente de enfoque variable, se entiende que la invención se aplica igualmente bien a otros tipos de elementos de electrohumectación, tales como motores, diafragmas variables, filtros, rejillas, deflectores de haces, motores y pantallas basadas en electrohumectación.

35 La figura 1 muestra esquemáticamente una vista lateral de un elemento óptico conmutable 100. El elemento óptico conmutable 100 comprende un cuerpo cerrado o cámara de fluido 111, que contiene un primer 101 y un segundo 102 cuerpo de fluido. Dichos fluidos 101, 102 son sustancialmente inmiscibles. Dicho primer fluido 101 es agua, que es un fluido, o líquido, polar y eléctricamente conductor, y dicho segundo fluido 102 es aceite, que es un líquido no polar.

40 Cuando un líquido polar y un líquido no polar están en contacto entre sí, se forma un menisco entre ellos, es decir, entre dicho primer 101 y segundo 102 líquidos. Una forma de medir la conformación del menisco es medir un ángulo θ 112 entre una pared de la célula 111 y la superficie común entre dicho primer y segundo líquidos 101, 102.

45 Además, dicho elemento óptico conmutable comprende un primer electrodo 103 y un segundo electrodo 104, en el que dicho segundo electrodo 104 está en contacto con dicho primer 101 líquido. Entre el primer electrodo 103 y los líquidos 101, 102, existe un aislante hidrófobo 109, de modo que dicho primer electrodo 103 no está en contacto con dichos líquidos 101 y 102. Además, dicho elemento óptico conmutable está dispuesto de manera que el voltaje eléctrico 110 entre dichos dos electrodos 103, 104 se puede variar. Como se puede observar a partir de ecuación 1, el ángulo θ 112 depende, entre otros parámetros, en la tensión de superficie interfacial $\gamma_{NPL/wall}$ 108 entre el aceite 102 y una pared de la célula 111, así como de la tensión de superficie interfacial $\gamma_{PL/wall}$ 107 entre el agua 101 y una pared de la célula 111. Al incrementar la diferencia en la tensión de superficie interfacial entre estos dos parámetros 107, 108, se incrementa el ángulo 112, sin que influya en la sensibilidad del ángulo de contacto con respecto al voltaje aplicado, y al disminuirla disminuye el ángulo 112, aún sin que influya en dicha sensibilidad.

55 Otra forma, más dinámica, de cambiar el ángulo 112, es cambiar el voltaje aplicado 110. La cantidad con la que se cambia el ángulo, en respuesta a un cierto cambio en el voltaje aplicado, se puede derivar de la ecuación 1. La ecuación da que al reducir la tensión de superficie interfacial 106 entre el agua y el aceite, disminuye el nivel de voltaje requerido para cambiar el ángulo 112 en una determinada cantidad.

60 Una forma de reducir las tensiones de superficie interfacial 106, 107, 108 es añadir un tensioactivo 105 a dicho primer líquido 101 o dicho segundo líquido 102. Un ejemplo de un tensioactivo 105 que puede influir en la tensión de superficie interfacial entre aceite y agua, es un alcohol, por ejemplo, decanol. Si la pared consiste en fluorocarburo (por ejemplo, Teflon™ AF1600 producido por DuPont™) en combinación con un aceite de hidrocarburo, se puede influenciar la tensión de superficie entre el aceite y la pared 108, por ejemplo, por moléculas con una parte de hidrocarburo y una parte de fluorocarburo. Con la misma pared, se puede influenciar la tensión de superficie entre el

5 agua y la pared por moléculas con una cabeza polar y una cola de fluorocarburo, por ejemplo un alcohol fluorado. Los tensioactivos pueden reducir las tensiones de superficie significativamente ya en concentraciones muy bajas, y por tanto, los voltajes de accionamiento pueden disminuir significativamente por el uso de tensioactivos, aunque sin que influya en las propiedades de masa de los líquidos. Los ejemplos de tensioactivos para la interfase pared/agua son 2,2,3,4,4,4-hexafluoro-1-butanol y 2,2,3,3,4,4,4-heptafluoro-1-butanol. Los tensioactivos que se pueden usar para la interfase pared/aceite son pentafluorofeniltrimetilsilano, trifluorometiltrimetilsilano y trifluorometiltriethylsilano.

10 Las figuras 2 y 3 ilustran el hecho de que existen tensioactivos que influyen además la tensión de superficie interfacial entre dichos líquidos y la pared que rodea a los líquidos, como se establece anteriormente. Se entiende que muchos tensioactivos influyen no sólo una de estas tensiones de superficie interfacial, sino dos, o incluso las tres, en cierto grado.

15 Al igual que con la cantidad de tensioactivo que se debe añadir al líquido, la concentración es dependiente de varios factores. Un factor es la proporción entre el área de la superficie interfacial y el volumen de líquido, en el que se requiere una mayor concentración para una proporción más grande que para una proporción más pequeña. Por tanto, en general, un cuerpo de líquido más grande requiere una concentración más pequeña del tensioactivo para obtener el mismo efecto que en un cuerpo de líquido más pequeño. Además, se desea mantener la concentración lo más baja posible mientras se logra una influencia deseada sobre la tensión de superficie interfacial. Por otra parte, incrementar la concentración quiere decir incrementar la influencia, pero sólo hasta un cierto grado. Cuando la superficie interfacial se satura con tensioactivo(s) se obtiene el efecto completo. Si todavía quedan moléculas de tensioactivo dentro del líquido 101, 102 éstas provocarán, o al menos pueden provocar, efectos negativos no deseados sobre las propiedades del elemento conmutable. Un estado que a menudo se desea obtener es en el que la superficie interfacial, y en particular el menisco, se cubre con al menos una monocapa de tensioactivo. Los efectos más fuertes de la adición de un tensioactivo se pueden obtener en la superficie interfacial entre agua y aceite y entre agua y la pared de la célula 25 111.

30 La invención también se puede usar en un motor de electrohumectación en el que se hace uso del hecho de que la conformación de la interfase se puede cambiar por medio de una fuerza eléctrica, en base a la técnica de humectación, para manipular un volumen de un fluido a lo largo de una trayectoria predeterminada.

REIVINDICACIONES

1. Un elemento conmutable basado en electrohumectación, que comprende:
- 5 una cámara (111) que comprende un primer cuerpo de líquido (101), un segundo cuerpo de líquido (102) y una pared de fluorocarburo que rodea el primer cuerpo de líquido y el segundo cuerpo de líquido, siendo dicho primer cuerpo de líquido agua y siendo dicho segundo cuerpo de líquido un aceite de hidrocarburo, siendo el primer cuerpo de líquido (101) y el segundo cuerpo de líquido (102) inmiscibles de modo que una interfase está presente entre ellos;
- 10 un primer electrodo (103) y un segundo electrodo (104), que están dispuestos para cambiar la conformación de la interfase entre el primer cuerpo de líquido (101) y el segundo cuerpo de líquido (102) por la aplicación de un potencial entre el primer electrodo (103) y el segundo electrodo (104),
- 15 caracterizado por que al menos uno de dicho primer cuerpo de líquido (101) y dicho segundo cuerpo de líquido (102) comprende un tensioactivo (105) que reduce la tensión de superficie interfacial (106) entre dicho primer y dicho segundo cuerpos de líquido (101, 102) e influencia la tensión de superficie interfacial entre dicho cuerpo de líquido y la pared de fluorocarburo,
- 20 siendo el tensioactivo (105) al menos un tensioactivo elegido del grupo de tensioactivos que consiste en 2,2,3,4,4,4-hexafluoro-1-butanol y 2,2,3,3,4,4,4-heptafluoro-1-butanol en el caso en el que el primer cuerpo de líquido comprenda el tensioactivo (105), y
- siendo el tensioactivo (105) al menos un tensioactivo elegido del grupo de tensioactivos que consiste en pentafluorofeniltrimetilsilano, trifluorometiltrimetilsilano y trifluorometiltriethylsilano en el caso en el que el segundo cuerpo de líquido comprenda el tensioactivo (105).
2. El elemento conmutable de la reivindicación 1, en el que el elemento conmutable es un elemento óptico conmutable.
- 25 3. Un dispositivo conmutable que comprende un elemento óptico (100) de acuerdo con la reivindicación 2.

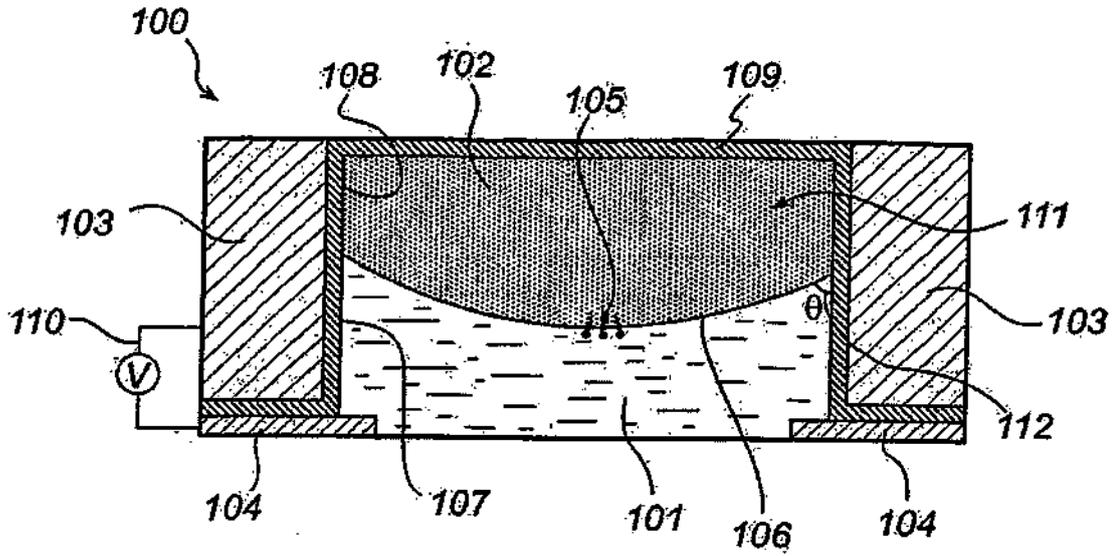


Fig. 1

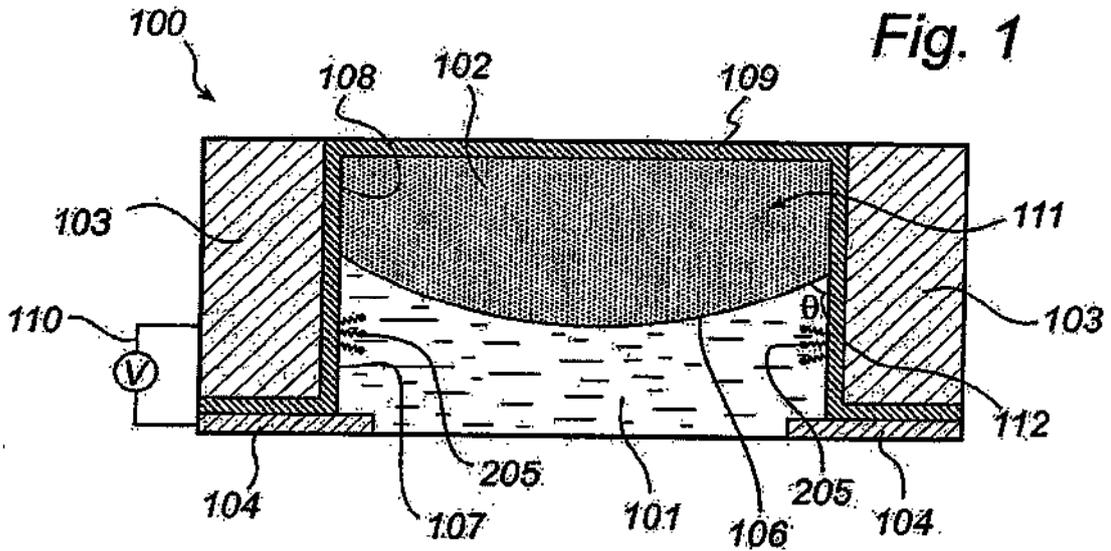


Fig. 2

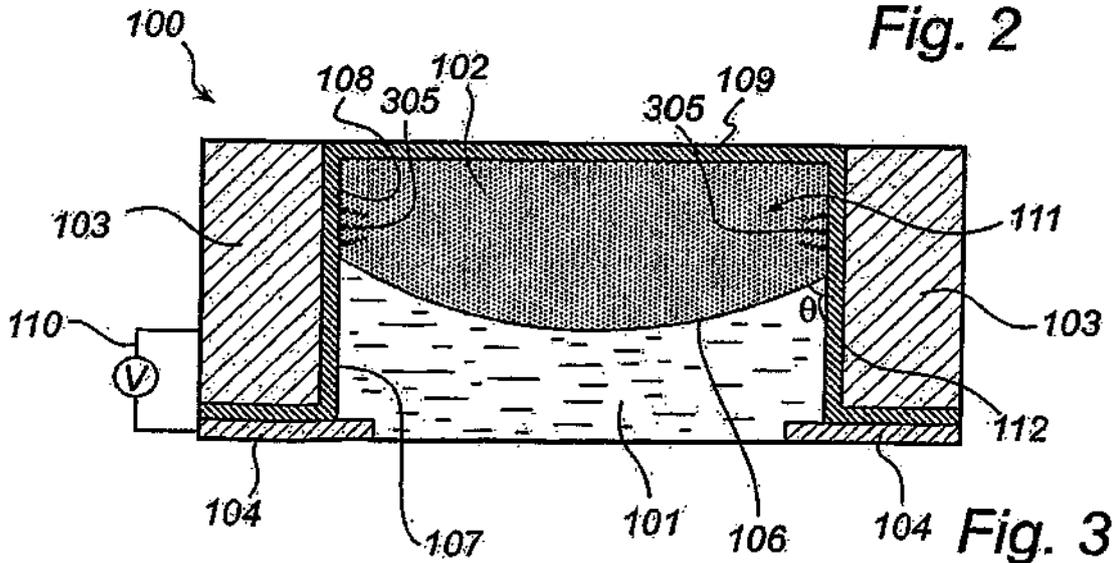


Fig. 3