

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 656**

51 Int. Cl.:

G01K 7/24	(2006.01)
G01K 3/00	(2006.01)
H01C 1/148	(2006.01)
G01K 3/06	(2006.01)
H01C 1/16	(2006.01)
H01C 13/02	(2006.01)
H01C 7/00	(2006.01)
H01C 7/02	(2006.01)
H01C 7/04	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.01.2013 PCT/IB2013/050784**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **08.08.2013 WO13114293**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2013 E 13743386 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018 EP 2810033**

54 Título: **Sensor de temperatura de área grande**

30 Prioridad:

30.01.2012 ZA 201200771

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.10.2018

73 Titular/es:

**PST SENSORS (PTY) LIMITED (100.0%)
102 Gateway Park, Berkley Road, Ndabeni
7405 Cape Town, ZA**

72 Inventor/es:

**BRITTON, DAVID THOMAS y
HARTING, MARGIT**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 687 656 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 temperatura de área grande

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a unos dispositivos de detección de temperatura y a un método de producción de tales dispositivos.

10 En muchas aplicaciones, en campos tan diversos como ingeniería, cuidado de la salud, envasado y transporte, puede desearse obtener información cuantitativa sobre la temperatura de un objeto de forma irregular grande, o de una estructura compleja, cuya forma o configuración puede cambiar bajo diferentes condiciones o se provoca que cambie. Un objeto de este tipo puede fabricarse de un material flexible delgado tal como un tejido, una película de polímero o papel, o puede ser, por ejemplo, una pieza rígida o dúctil compuesta de metal, plástico o un material
15 compuesto. Como alternativa, puede requerirse un sensor para determinar la temperatura promedio sobre una parte específica de un área más grande, por ejemplo, en una habitación o cámara controlada ambientalmente, o en una unidad de refrigeración.

20 Un método común usado para estas mediciones es la termografía infrarroja o visible, en el que la radiación emitida por el objeto se registra por una cámara digital. Aunque tiene la ventaja, para algunas aplicaciones, de ser una medición sin contacto, esto a menudo es una desventaja debido a factores tales como la radiación extraña, poca visibilidad y oscurecimiento del campo de visión, transparencia del material y variación en la emisividad y reflectividad. Por lo tanto, a menudo puede desearse usar un sensor que esté en buen contacto térmico directo con el objeto. En general, esto requiere o un sensor flexible o un sensor conformable que pueda fijarse a una superficie
25 no plana. Actualmente, cuando se requiere una medición de temperatura directa, los componentes discretos individuales se montan sobre el objeto. Los sensores utilizados son dispositivos termopares o, más a menudo, resistivos tales como termistores.

30 El documento US2002/0196837A1 desvela un sensor de temperatura que comprende múltiples termistores de igual resistencia separados en un circuito. El sensor está destinado para su uso en monitorizar la temperatura del fluido.

El documento JPH10260086A desvela una red eléctrica similar a una escalera de resistencias con el fin de mejorar la fiabilidad de la detección de la temperatura.

35 Es un objeto de la invención proporcionar un dispositivo de detección de temperatura alternativo que pueda aplicarse a objetos diferentemente dimensionados y formados a medir.

Sumario de la invención

40 De acuerdo con la invención, se proporciona un dispositivo de detección de acuerdo con la reivindicación 1.

En la práctica, la red será preferentemente una red cuadrada o hexagonal.

45 El dispositivo de detección comprende un patrón regular de contactos eléctricamente conductores con un patrón complementario de material semiconductor con una resistencia dependiente de la temperatura en contacto con dichos contactos, definiendo de este modo una red de elementos termistores correspondiente a dicho patrón regular.

50 Por ejemplo, el dispositivo puede comprender una red de pares de contactos eléctricamente conductores conectados por pistas de conexión conductoras depositadas en un sustrato, teniendo el material una resistencia dependiente de la temperatura que se deposita selectivamente sobre los pares de contactos para definir los elementos termistores del dispositivo.

55 Por el contrario, el material que tiene una resistencia dependiente de la temperatura puede depositarse en el sustrato, estando la red de pares de contactos eléctricamente conductores conectados por unas pistas de conexión eléctricamente conductoras que se depositan en la misma.

El sustrato puede comprender un material de lámina flexible, tal como, por ejemplo, una lámina de papel, una película de polímero, un tejido o una hoja de metal aislante.

60 Como alternativa, el sustrato puede comprender un material rígido, tal como, por ejemplo, un material de lámina de plástico rígido adecuado, cartón, unos materiales compuestos o una lámina de metal revestida.

65 Los contactos y las pistas conductoras y el material que tiene una resistencia dependiente de la temperatura pueden formarse todos por serigrafía de una tinta o pasta conductora, pero también podrían usarse cualquier proceso conocido de impresión, recubrimiento o deposición al vacío adecuado.

En una realización de ejemplo, un dispositivo de detección comprende una red de conjuntos de contactos eléctricamente conductores conectados por pistas eléctricamente conductoras que se extienden entre los conjuntos de contactos, depositándose los conjuntos de contactos y las pistas conductoras en un sustrato, con una capa de material que tiene una resistencia dependiente de la temperatura que se aplica a cada conjunto de contactos para definir una red de termistores interconectados.

Cada conjunto de contactos puede comprender dos conjuntos de dedos interdigitados que se extienden adyacentes entre sí, estando los dedos de un conjunto de dedos conectados a un primer nodo de la red y estando los dedos del otro conjunto de dedos conectados a un segundo nodo adyacente de la red.

En otra realización de ejemplo, el dispositivo de detección comprende una matriz de contactos discretos depositados en un sustrato adecuado, con una capa de material que tiene una resistencia dependiente de la temperatura que se aplica sobre los contactos para definir una red de termistores interconectados.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra una red “cuadrada” de resistencias dependientes de la temperatura idénticas que quedan fuera del alcance de la reivindicación 1;

La figura 2 es una vista en planta esquemática de una primera realización de ejemplo de una matriz de sensores de temperatura impresa de área grande que comprende una red cuadrada de termistores impresos individuales;

y
La figura 3 es una vista en planta esquemática de una segunda realización de ejemplo de una matriz de sensores de temperatura impresa de área grande que tiene una estructura simplificada.

Descripción de las realizaciones

La presente invención se refiere a dispositivos de detección de temperatura. También se desvela un método para producir tales dispositivos. En particular, los dispositivos pueden ser termistores de coeficiente de temperatura negativa de área grande, producidos por técnicas de impresión sobre sustratos delgados, que pueden cortarse a medida sin afectar a las características del dispositivo. De particular relevancia en el presente documento son los termistores que tienen un coeficiente de resistencia a la temperatura negativo, comúnmente conocidos como termistores NTC, lo que significa que su resistencia eléctrica disminuye aproximadamente de manera exponencial con el aumento de la temperatura.

Por lo tanto, la presente invención se refiere al uso de termistores, específicamente a los termistores de coeficiente de temperatura negativo (NTC) impresos, que pueden aplicarse como un sensor individual de área grande para determinar una temperatura promedio o como una matriz de detección de temperatura como se describe en la solicitud relacionada de patente provisional “Thermal Imaging Sensor” del mismo inventor, presentada el 30 de enero de 2012, donde los sensores pueden direccionarse individualmente o direccionarse como una matriz de una fila y una columna. La presente invención no está restringida a los termistores NTC impresos, sino que puede aplicarse igualmente a cualquier sensor de temperatura flexible, cuya resistencia cambia con la temperatura, y puede aplicarse igualmente a un termistor de coeficiente de temperatura positivo (PTC) o un dispositivo de temperatura de resistencia (RTD), y a cualquier dispositivo de este tipo fabricado con un material de sustrato flexible. Otros tipos de sensores resistivos que quedan fuera del alcance de la invención, que incluyen pero no se limitan a un piezoresistor o un fotorresistor también pueden fabricarse, permitiendo unos sensores de área grande similares para otras aplicaciones tales como detección de tensión y presión o detección de radiación visible e invisible.

Los termistores existentes de este tipo general se componen de las pastas que comprenden un polvo de un material compuesto semiconductor y un material aglutinante, tal como una frita de vidrio. Esta pasta se serigrafía en un sustrato cerámico o se funde para formar un cuerpo verde, después de lo cual se sinteriza a alta temperatura para formar una capa o cuerpo masivo de material semiconductor. Invariablemente, debido a la distorsión durante el tratamiento térmico, se requiere un recorte adicional del material para obtener la resistencia correcta antes de la metalización, en el caso de los termistores de película gruesa.

Los procesos de fabricación usados ponen limitaciones en los materiales de sustrato que pueden usarse, lo que impide el uso de muchos materiales ligeros, flexibles tales como el papel y la película de polímero. Tradicionalmente, las tintas de película gruesa utilizadas para la fabricación de termistores están compuestas por sulfuros de metales pesados y/o telururos, tales como el sulfuro de plomo, y no cumplen con la legislación moderna tal como la Restricción europea de sustancias peligrosas (ROHS). Los materiales alternativos recientemente introducidos incluyen composiciones de mezclas de tierras raras y óxidos de metales de transición, tales como el óxido de manganeso. Los termistores basados en silicio se cortan, en general, en obleas de silicio fuertemente dopadas y tienen un coeficiente de temperatura positivo de resistencia.

Estos métodos de fabricación no son compatibles con el uso de termistores convencionales en matrices de gran área. Por lo tanto, se prefiere un dispositivo impreso del tipo descrito por los inventores en el documento

PCT/IB2011/054001. En función de los requisitos de la aplicación, el sustrato en el que se imprime el sensor puede ser rígido o flexible como se describe en la técnica anterior de los inventores. De manera similar, otros componentes de la matriz de sensores, que incluyen, pero no se limitan a, resistencias independientes de la temperatura, pistas conductoras y aisladores también pueden imprimirse sobre el material de sustrato. Puede usarse cualquier proceso de impresión comúnmente conocido, tal como serigrafía, impresión por huecograbado, flexografía e impresión por chorro de tinta, que se aplican en las industrias de electrónica impresa o electrónica de película gruesa. Como alternativa, los componentes discretos pueden fijarse al material de sustrato y conectarse entre sí mediante cualquier método adecuado comúnmente usado en la industria del ensamblaje de productos electrónicos.

Como una alternativa a un termistor NTC, un termistor de coeficiente de temperatura positivo (PTC) o un dispositivo de temperatura de resistencia (RTD) puede usarse como el elemento de detección. El termistor de PTC puede ser un semiconductor inorgánico de la técnica convencional o fabricado a partir de un polímero semiconductor como se describe por Panda et al en el documento WO 2012/001465. De manera similar, el RTD puede fabricarse de acuerdo con cualquier método conocido, tal como formar un alambre o una película delgada de un metal a las dimensiones apropiadas. Como alternativa, el RTD puede formarse a partir de una pista impresa altamente resistiva.

Las desventajas de usar un RTD en lugar de un termistor son en primer lugar que la resistencia del RTD y su dependencia de la temperatura son comparables a las de las pistas conductoras que conectan los elementos de detección de la red, y en segundo lugar que el cambio relativo en la resistencia con la temperatura es pequeño en comparación con la de un termistor. Sin embargo, es bien sabido que para una lámina conductora de baja resistencia de área grande, tal como la que podría producirse a partir del metal que comprende un RTD, la resistencia medida entre dos puntos cercanos en su superficie es independiente del tamaño y la forma de la zona del entorno. Por lo tanto, no sería necesario aplicar la presente invención a un RTD. Por otro lado, en una lámina continua de este tipo, la resistencia medida es mucho menos sensible a los cambios de resistencia en la zona fuera del espacio entre los dos puntos que en una red de resistencia discreta.

El dispositivo descrito a continuación puede aplicarse de manera similar a la medición del promedio, sobre una zona extendida, de cualquier cantidad que pueda usarse para inducir un cambio en la conductividad eléctrica del material usado para formar los elementos de detección. Los parámetros conocidos incluyen fuerza y deformación, si el material usado es piezoresistivo y ligero, si el material muestra fotoconductividad. Como alternativa, si el material puede fabricarse para que interactúe con especies químicas en su entorno inmediato, por ejemplo, mediante la suma de grupos funcionales a nanopartículas en el sensor, o un cambio de nivel de dopaje en un polímero semiconductor, la matriz de detección descrita a continuación podría usarse para monitorizar los cambios químicos en su entorno.

En la figura 1, se muestra un circuito eficaz para una red cuadrada de resistencias. Debería observarse en este caso que el término "cuadrado" se refiere a la igualdad de magnitud de las resistencias eléctricas y no a la longitud del lado de las conexiones o al ángulo entre las mismas. Por lo tanto, cualquier red de resistencias aproximadamente iguales en la que cuatro resistencias 10 se conectan a un nodo 12 puede considerarse cuadrada.

Por extensión de las consideraciones de simetría, la invención desvelada en este caso se aplica igualmente a una red rectangular, en la que se aplican dos conjuntos desiguales de resistencias, o a una red hexagonal que tiene tres resistencias que se conectan en cada nodo. Son posibles redes más generales con tres o más resistencias desiguales, o con un número mayor de resistencias conectadas a un nodo, pero no son deseables debido a la mayor complejidad de fabricación, sin una mejora en la independencia de tamaño de la resistencia eléctrica medida.

En el dispositivo mostrado en la figura 1, un enlace resistivo puede retirarse del circuito para formar un par de terminales 14 por medio de los que puede medirse la resistencia promedio de la red, usando cualquier método normalmente aplicado a la medición del valor de una sola resistencia. Como alternativa, la resistencia puede determinarse entre cualesquiera dos nodos 12 sin la eliminación de las resistencias intermedias.

Por razones de simplicidad se prefiere, pero no es esencial, determinar la resistencia entre dos nodos adyacentes. Para las redes cuadradas y hexagonales completas, la resistencia efectiva entre cualesquiera dos nodos adyacentes es la mitad y un tercio de la resistencia de cualquier conexión, respectivamente. Cuando se elimina la resistencia de conexión, como se prefiere, la resistencia entre los terminales 14 en la red cuadrada es igual a la de la resistencia de conexión. De manera similar, para la red hexagonal, la resistencia medida entre los terminales 14 es la mitad que la de la resistencia de conexión 10.

Si los valores de las resistencias individuales no son exactamente iguales o cambian bajo la influencia de un estímulo externo tal como la temperatura, la resistencia medida será un promedio ponderado de los valores de las resistencias individuales que constituyen la red.

La figura 2 muestra una parte de una primera realización de un sensor de temperatura de gran área impreso de acuerdo con la presente invención, en la que los elementos termistores individuales se fabrican de acuerdo con el método y los diseños descritos en el documento WO 2012/035494 A1. Una red de pares de contactos interdigitados 18 y unas pistas conductoras de conexión 20 entre los mismos se depositan en un material de sustrato adecuado

22. Cada par de contactos 18 comprende dos conjuntos de dedos interdigitados que se extienden adyacentes entre sí, estando los dedos de un conjunto de dedos conectados a un primer nodo 24 (equivalente a los nodos 12 de la figura 1) y estando los dedos del otro conjunto de dedos conectados a un segundo nodo adyacente 24.

5 En este ejemplo, el sustrato usado es la lámina de papel, pero igualmente la película de polímero, el tejido o una hoja de metal aislado podrían usarse como un sustrato si se requiere un sensor flexible. Como alternativa, puede usarse cualquier material de sustrato rígido, como cualquier plástico, tabla de papel, materiales compuestos u hoja de metal revestida. El método de deposición aplicado en el ejemplo se ha serigrafiado con una tinta conductora, pero puede usarse igualmente cualquier proceso conocido de impresión, recubrimiento o deposición al vacío adecuado para la aplicación final.

10 Una capa 26 de material con una resistencia dependiente de la temperatura se aplica a continuación a cada par de contactos 18. (Para mayor claridad en la figura, no se muestran todos los contactos interdigitados 18 como que están recubiertos por la capa 26 de material semiconductor). En una realización preferida, el material semiconductor se deposita serigrafiando una tinta que comprende unas nanopartículas de silicio sobre los pares de contactos 18. Sin embargo, puede aplicarse cualquier material adecuado y proceso de deposición que sea compatible con la fabricación de los contactos y otros materiales usados. De manera similar, el material semiconductor puede depositarse antes de que se depositen los contactos, y, si es necesario, pueden depositarse capas de encapsulación o aislamiento en la parte superior de las dos capas, entre la primera capa y el sustrato o en ambas posiciones.

15 También, en lugar de un material dependiente de la temperatura, en los dispositivos que quedan fuera del alcance de la invención, cualquier otro material, cuya resistencia cambie bajo un estímulo externo, tal como un material piezoresistivo o fotoconductor, puede usarse para la fabricación de diferentes sensores tales como un sensor de presión o sensor óptico. Para completar el dispositivo, se excluye un elemento de detección del diseño y un par de terminales 28 (que corresponden al par de terminales 14 en la figura 1) forman la conexión a los dos nodos 24 adyacentes al elemento de detección faltante.

20 Una segunda realización de la presente invención, de diseño mucho más simple, se muestra en la figura 3. En esta realización, una matriz de contactos metálicos discretos 30 está dispuesta en un patrón regular en un sustrato 32 para definir un sensor de temperatura de área grande 34. En el ejemplo ilustrado, los contactos 30 definen una matriz cuadrada de contactos metálicos cuadrados, pero igualmente puede usarse una disposición hexagonal de triángulos, u otra disposición adecuada. Como en la primera realización, no hay restricción en la elección de los materiales y el proceso de fabricación, pero se prefiere un sustrato de lámina flexible, tintas metálicas para definir los contactos, y un método de impresión convencional tal como la serigrafía.

35 Una capa continua 36 de material semiconductor, que tiene una resistencia dependiente de la temperatura, se deposita sobre los contactos metálicos 30, dejando al menos dos de los contactos libres para formar un par de contactos de terminal 38. En esta realización, las resistencias de conexión del dispositivo (correspondiente a las resistencias 10 de la figura 1) se forman en los huecos entre los lados paralelos de los contactos metálicos adyacentes, y cualquier material resistivo directamente sobre los contactos metálicos está cortocircuitado por el material de contacto y no contribuye al comportamiento eléctrico del dispositivo. Por lo tanto, puede ser deseable depositar el material semiconductor en un patrón similar a una rejilla, principalmente sobre los huecos entre los contactos 30, por ejemplo, para reducir los costes de material o para lograr un efecto decorativo. Además, como en la primera realización, el orden de deposición de los materiales conductores y semiconductores puede intercambiarse y otras capas pueden incorporarse para proporcionar encapsulación o aislamiento eléctrico.

45

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de detección (34) que comprende un patrón regular de contactos eléctricamente conductores (30) y un patrón complementario de material semiconductor (36) que tiene una resistencia dependiente de la temperatura y está en contacto con dichos contactos eléctricamente conductores, en el que el material semiconductor se aplica sobre los contactos eléctricamente conductores o los contactos eléctricamente conductores se depositan en el material semiconductor para definir una red de elementos termistores correspondientes a dicho patrón regular, siendo la red topológicamente equivalente a i) una red cuadrada de resistencias nominalmente idénticas en la que cuatro resistencias aproximadamente iguales se conectan a un nodo, o ii) una red rectangular de dos conjuntos desiguales de resistencias en la que cuatro resistencias se conectan a un nodo, o iii) una red hexagonal de resistencias nominalmente idénticas en la que tres resistencias aproximadamente iguales se conectan a un nodo, teniendo el dispositivo de detección unos terminales (38) en los que puede medirse un valor de resistencia promedio del mismo, y en el que la red de elementos termistores está soportada en un sustrato (32) que puede reducirse en tamaño desde un tamaño inicial sin cambiar sustancialmente el valor de resistencia promedio.
2. El dispositivo de detección de la reivindicación 1, en el que la red de elementos termistores comprende unos pares de contactos eléctricamente conductores conectados mediante unas pistas de conexión eléctricamente conductoras depositadas en el sustrato, y dicho material semiconductor que tiene una resistencia dependiente de la temperatura se deposita selectivamente sobre los pares de contactos.
3. El dispositivo de detección de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el sustrato comprende un material de lámina flexible seleccionado a partir de una lámina de papel, una película de polímero, un tejido o una hoja de metal aislada.
4. El dispositivo de detección de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el sustrato comprende un material rígido seleccionado a partir de un material de lámina de plástico rígido, cartón, un material compuesto o una lámina de metal revestida.
5. El dispositivo de detección de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los contactos y las pistas eléctricamente conductores y el patrón complementario del material que tiene una resistencia dependiente de la temperatura se forman mediante la serigrafía de una tinta o pasta conductora.
6. El dispositivo de detección de la reivindicación 1, en el que la red de elementos termistores comprende unos conjuntos de contactos eléctricamente conductores conectados por unas pistas eléctricamente conductoras que se extienden entre los conjuntos de contactos, depositándose los conjuntos de contactos y las pistas conductoras en el sustrato, teniendo la capa del material semiconductor una resistencia dependiente de la temperatura que se aplica a cada conjunto de contactos.
7. El dispositivo de detección de la reivindicación 6, en el que cada conjunto de contactos comprende dos conjuntos de dedos interdigitados que se extienden adyacentes entre sí, estando los dedos de un conjunto de dedos conectados a un primer nodo de la red y estando los dedos del otro conjunto de dedos conectados a un segundo, nodo adyacente de la red.

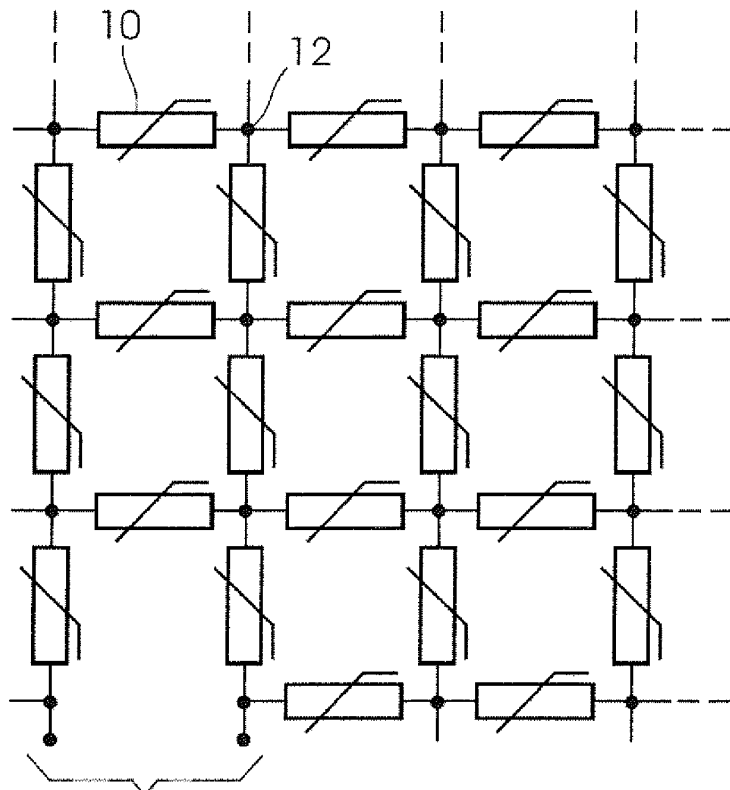


Fig. 1

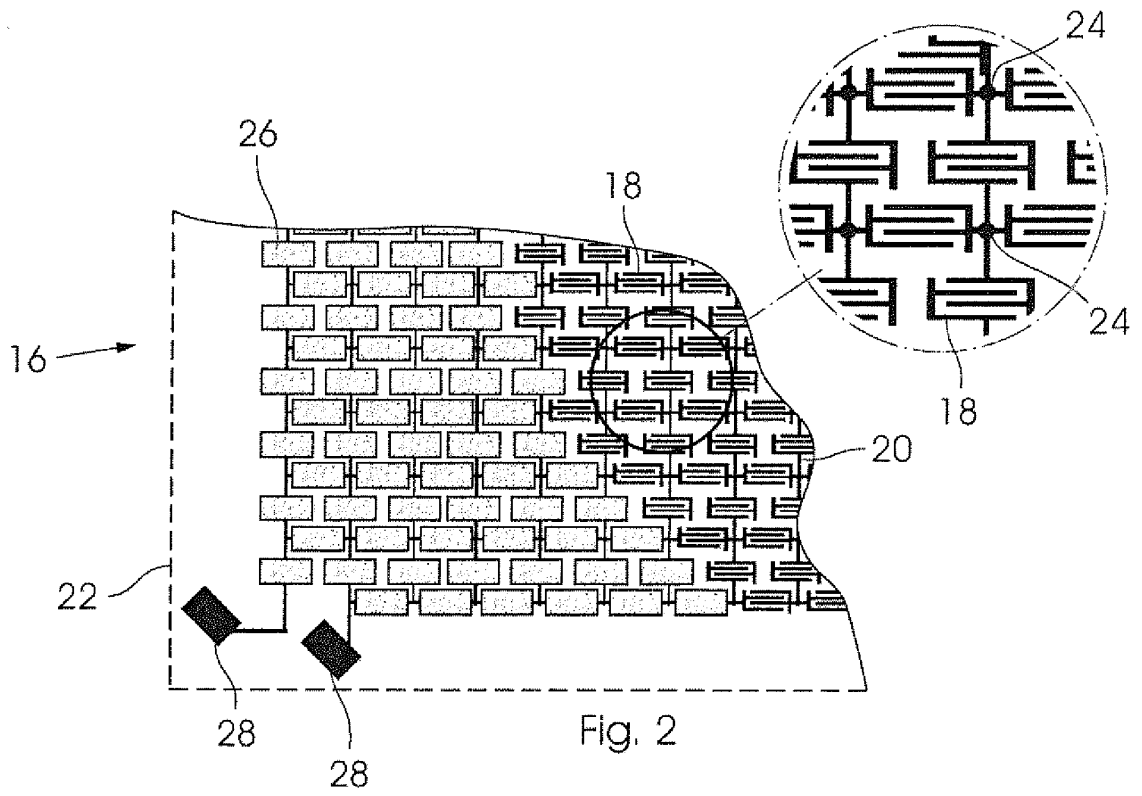


Fig. 2

