



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 305 527**

51 Int. Cl.:
B81B 5/00 (2006.01)
H01H 45/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03772360 .8**
86 Fecha de presentación : **18.11.2003**
87 Número de publicación de la solicitud: **1564182**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **17.08.2005**

54 Título: **Relé miniaturizado y usos correspondientes y procedimiento para accionar el relé.**

30 Prioridad: **19.11.2002 ES 200202792**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2008

73 Titular/es: **Baolab Microsystems S.L.**
Institut Politècnic Campus de Terrassa
Ctra. Nacional 150, Km. 14,5
08220 Terrassa, Barcelona, ES

72 Inventor/es: **Montanya Silvestre, Josep**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

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

Relé miniaturizado y usos correspondientes y procedimiento para accionar el relé.

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un relé miniaturizado. La invención se refiere asimismo a diversos usos de relés miniaturizados de acuerdo con la invención

10 Estado de la técnica

Actualmente hay varias alternativas para la realización de relés miniaturizados, en particular, dentro de la tecnología denominada MEMS (micro electro-mechanical systems - sistemas microelectromecánicos), Microsystems (micro-sistemas) y/o Micromachines (micromáquinas). En principio pueden clasificarse según el tipo de fuerza o mecanismo de actuación que usan para mover el electrodo de contacto. Así, se suelen clasificar como relés electrostáticos, magnéticos, térmicos o piezoeléctricos. Cada uno de ellos tiene sus ventajas e inconvenientes. Sin embargo las técnicas de miniaturización exigen el empleo de tensiones de activación lo más pequeñas posibles y superficies lo más pequeñas posibles. Los relés conocidos en el estado de la técnica tienen diversos problemas para poder avanzar en este sentido.

Una forma de reducir la tensión de activación es precisamente incrementar las superficies del relé, lo que dificulta su miniaturización, aparte de ser más sensible a la aparición de deformaciones lo que reduce la vida útil y fiabilidad del relé. En los relés electrostáticos, otra solución para disminuir la tensión de activación es reducir mucho el espacio entre los electrodos, o emplear electrodos muy delgados o emplear materiales especiales, de manera que la fuerza mecánica de recuperación sea muy baja. Sin embargo esto trae consigo otros problemas de enganchamiento, ya que las fuerzas de capilaridad se hacen muy importantes, lo que reduce asimismo la vida útil y la fiabilidad de estos relés. El empleo de tensiones de activación elevadas tiene asimismo otros efectos negativos como la ionización de los componentes, el desgaste acelerado debido a los fuertes golpes mecánicos y el ruido eléctrico que genera todo el relé.

Los relés electrostáticos tienen también un problema importante de fiabilidad debido al fenómeno llamado “pull-in”, y que consiste en que, superado un cierto umbral de tensión, el electrodo de contacto se mueve acelerándose cada vez más contra el otro electrodo libre. Esto es debido a que conforme se cierra el relé, el condensador que ejerce la fuerza electrostática para este cierre, aumenta mucho su capacidad (y llegaría a infinito si no se pusiera un tope antes). La consecuencia de esto es un desgaste importante de los electrodos debido al elevado campo eléctrico que se genera y al choque debido a la aceleración que ha sufrido el electrodo móvil.

Las soluciones térmicas, magnéticas y piezoeléctricas requieren materiales y procesos de micromecanizado especiales, de forma que se hace difícil y/o costoso integrarlos en dispositivos MEMS más complejos, o en un mismo integrado con circuitería electrónica. Además la solución térmica es muy lenta (es decir, el circuito tarda mucho en cerrarse o abrirse), y consume mucha potencia. La solución magnética hace ruido electromagnético, que dificulta mucho más el poder tener circuitería electrónica cerca, y requiere elevadas corrientes de pico para su conmutación.

En la presente memoria debe entenderse como relé todo dispositivo apto para abrir y cerrar por lo menos un circuito eléctrico externo, donde por lo menos una de las acciones de apertura y cierre del circuito eléctrico externo se hace mediante una señal electromagnética.

En la presente descripción y reivindicaciones se ha empleado la expresión “punto de contacto” para referirse a superficies de contacto en las que se realiza (o puede realizar) un contacto eléctrico. En este sentido, no se deben interpretar como puntos en sentido geométrico, ya que son elementos tridimensionales, sino en sentido eléctrico, como puntos de un circuito eléctrico.

50 Sumario de la invención

La invención tiene por objeto superar estos inconvenientes. Este objetivo se consigue mediante un relé miniaturizado tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 adjuntas.

El documento de la técnica anterior US-A-6.143.997 da a conocer un interruptor miniaturizado que comprende unos soportes que guían una chapa mientras la chapa se desplaza entre posiciones, sin deformar sustancialmente la chapa conductora.

El documento EP 1 489 639 A1 pertenece a la técnica anterior únicamente en el sentido del artículo 54(3) del CPE. Da a conocer un interruptor MEMS que presenta unas placas de condensador de diferentes tamaños para desplazar un elemento conductor separado mecánicamente.

Efectivamente el relé de acuerdo con la invención tiene el elemento conductor, es decir el elemento responsable de que se abra y se cierre el circuito eléctrico externo (a través del primer punto de contacto y del segundo punto de contacto), como una pieza suelta capaz de moverse libremente. Es decir no se está empleando la fuerza elástica del material para forzar uno de los movimientos del relé. Ello permite una pluralidad de soluciones diferentes, todas ellas gozando de la ventaja de requerir unas tensiones de activación muy pequeñas y permitiendo unos tamaños de

diseño muy pequeños. El elemento conductor está alojado en el espacio intermedio. El espacio intermedio está cerrado por la primera y la segunda zona y por unas paredes laterales que impiden que el elemento conductor se salga del espacio intermedio. Al aplicar unos voltajes a la primera y a la segunda placa de condensador se inducen unos repartos de cargas en el elemento conductor que generan unas fuerzas electrostáticas que consiguen desplazar el elemento conductor en un sentido a lo largo del espacio intermedio. Mediante diferentes diseños que se detallarán a continuación se puede aprovechar este efecto de diversas maneras.

Adicionalmente, un relé de acuerdo con la invención resuelve asimismo satisfactoriamente el problema del “pull-in” anteriormente citado.

Otra ventaja adicional del relé de acuerdo con la invención es la siguiente: en los relés electrostáticos convencionales, si en una posición determinada se engancha el elemento conductor (lo cual depende mucho, entre otros factores, de la humedad) no hay forma de desengancharlo (excepto con una intervención externa, como por ejemplo secándolo) ya que al ser la fuerza de recuperación elástica, siempre es la misma (depende solamente de la posición) y no se puede aumentar. En cambio, si a un relé de acuerdo con la invención se le engancha el elemento conductor, siempre sería posible desengancharlo a base de aumentar el voltaje.

En función de la geometría del espacio intermedio y del posicionamiento de las placas de condensador se pueden conseguir diversos tipos de relés, con diversas aplicaciones y diversos modos de funcionamiento.

Por ejemplo, el movimiento del elemento conductor puede ser de diversas maneras:

- una primera posibilidad es que el elemento conductor pueda moverse a lo largo del espacio intermedio con un movimiento de traslación, es decir, de una forma substancialmente rectilínea (dejando aparte posibles golpes u oscilaciones y/o movimientos provocados por fuerzas externas no previstas y/o indeseadas) entre la primera zona y la segunda zona.
- una segunda posibilidad es que el elemento conductor tenga un extremo, alrededor del cual pueda rotar el elemento conductor. El eje de rotación puede hacer la función de punto de contacto del circuito eléctrico externo y el extremo libre del elemento conductor puede desplazarse entre la primera zona y la segunda zona y hacer o no hacer contacto con otro punto de contacto, en función de su posición. Como se comentará a continuación, esta solución tiene una serie de ventajas específicas.
- una tercera posibilidad es que el elemento conductor pueda moverse a lo largo del espacio intermedio con un movimiento que es la suma de un movimiento de traslación entre la primera zona y la segunda zona, inducido por las fuerzas electrostáticas generadas, y un movimiento perpendicular al anterior, inducido por una fuerza de Coriolis. Posteriormente se describirá con más detalle esta solución.

Ventajosamente el primer punto de contacto está entre la segunda zona y el elemento conductor. Ello permite obtener toda una gama de soluciones que se comentan a continuación.

Una disposición útil para la comprensión de la presente invención se obtiene cuando la primera placa está en la segunda zona. El relé según la presente invención está diseñado de manera que la primera placa esté en la primera zona. En el primer caso se consigue un relé que tiene una menor tensión de activación y una mayor velocidad. Por el contrario, en el segundo caso el relé presenta una velocidad menor, lo cual significa que los golpes que sufren el elemento conductor y los topes son más suaves, y un consumo de potencia menor. De esta manera se puede elegir una u otra alternativa en función de los requerimientos específicos en cada caso.

Una disposición útil para la comprensión de la invención se obtiene cuando el segundo punto de contacto se encuentra asimismo en la segunda zona. En este caso se dispone de un relé en el que el elemento conductor realiza el movimiento de traslación substancialmente rectilíneo. Cuando el elemento conductor está en contacto con los primeros topes, es decir con el primer y el segundo punto de contacto del circuito eléctrico, el circuito eléctrico está cerrado, y es posible abrir el circuito eléctrico mediante diversos tipos de fuerzas, que se detallarán más adelante. Para volver a cerrar el circuito eléctrico, es suficiente con aplicar un voltaje entre la primera placa y la segunda placa del condensador. Ello provoca que el elemento conductor sea atraído hacia la segunda zona, volviendo a contactar con el primer y el segundo punto de contacto.

En el caso que se disponga de la primera placa de condensador en la primera zona y de la segunda placa de condensador en la segunda zona, la fuerza necesaria para abrir el circuito citada en el párrafo anterior se obtiene mediante la adición de una tercera placa de condensador dispuesta en la segunda zona, donde la tercera placa de condensador es menor o igual que la primera placa de condensador, y donde las segunda y tercera placas de condensador son, juntas, mayores que la primera placa de condensador. Con esta distribución la primera placa de condensador está a un lado del espacio intermedio y la segunda y la tercera placas de condensador están al otro lado del espacio intermedio y próximas entre sí. De esta forma se puede forzar el desplazamiento del elemento conductor en ambos sentidos mediante fuerzas electrostáticas y, además, se puede garantizar el cierre del circuito eléctrico externo aunque el elemento conductor quede a un voltaje en principio desconocido, que será forzado por el circuito externo que cierra.

Otra disposición útil para la comprensión de la invención se obtiene cuando el relé comprende adicionalmente una tercera placa de condensador dispuesta en dicha segunda zona y una cuarta placa de condensador dispuesta en dicha primera zona, donde dicha primera placa de condensador y dicha segunda placa de condensador son iguales entre sí, y dicha tercera placa de condensador y dicha cuarta placa de condensador son iguales entre sí. Efectivamente de esta manera, si se desea que el elemento conductor se desplace hacia la segunda zona, se puede aplicar un voltaje a la primera y cuarta placas de condensador, por un lado, y a la segunda o a la tercera placas de condensador, por el otro lado. Dado que el elemento conductor se desplazará hacia el lugar en el que esté la placa de condensador más pequeña, se desplazará hacia la segunda zona. Asimismo se puede conseguir que la placa de condensador se desplace hacia la primera zona aplicando un voltaje a la segunda y a la tercera placa del condensador y a la primera o a la cuarta placas de condensador. La virtud de esta solución, respecto de la solución más sencilla únicamente con tres placas de condensador, es que es totalmente simétrica, es decir, se puede conseguir exactamente el mismo comportamiento de relé tanto cuando el elemento conductor se desplaza hacia la segunda zona como cuando se desplaza hacia la primera zona. Ventajosamente las primera, segunda, tercera y cuarta placas de condensador son todas iguales entre sí, ya que en general es conveniente que el relé presente diversas simetrías en su diseño. Por un lado está la simetría respecto de la primera y la segunda zona, que acaba de ser comentada. Por otro lado es necesario conservar otros tipos de simetría para evitar otros problemas, como por ejemplo problemas de rotaciones o balanceos del elemento conductor que se comentarán más adelante. En este sentido es particularmente interesante que el relé comprenda, adicionalmente, una quinta placa de condensador dispuesta en la primera zona y una sexta placa de condensador dispuesta en la segunda zona, donde la quinta placa de condensador y la sexta placa de condensador son iguales entre sí. Por un lado el incrementar la cantidad de placas de condensador tiene la ventaja de que las dispersiones de fabricación se compensan mejor. Por otro lado las diversas placas se pueden activar independientemente, tanto desde el punto de vista del voltaje aplicado como del momento de activación. Las seis placas de condensador podrían ser todas iguales entre sí o, alternativamente se podrían hacer las tres placas de un mismo lado de tamaños diferentes entre sí. Ello permitiría minimizar las tensiones de activación. Un relé que tenga tres o más placas de condensador en cada zona permite conseguir simultáneamente los siguientes objetivos:

- puede funcionar en los dos sentidos de una forma simétrica,
- tiene un diseño que permite la mínima tensión de activación para unas dimensiones globales del relé fijas, ya que teniendo dos placas activas en una zona y una placa activa en la otra zona siempre podrán tener áreas distintas,
- permite minimizar el consumo de corriente y de potencia, y permite tener un funcionamiento más suave del relé,
- se puede garantizar la apertura y cierre del relé, independientemente del voltaje que imponga el circuito eléctrico externo al elemento conductor cuando entran en contacto,
- si el relé tiene específicamente seis placas de condensador en cada zona, podría cumplir además con el requisito de simetría central que, como se verá más adelante es otra ventaja de interés. Por lo tanto otra forma preferente de realización de la invención se obtiene cuando el relé comprende seis placas de condensador dispuestas en la primera zona y seis placas de condensador dispuestas en la segunda zona. Sin embargo, no es imprescindible tener seis placas de condensador en cada zona para conseguir simetría central: es posible conseguirla también, por ejemplo, con tres placas de condensador en cada zona, si bien en este caso se debe renunciar a minimizar el consumo de corriente y potencia y a optimizar el funcionamiento "suave" del relé. En general, aumentar la cantidad de placas de condensador en cada zona permite una mayor flexibilidad y versatilidad en el diseño, al mismo tiempo que permite reducir el efecto de las dispersiones propias de fabricación, ya que las dispersiones de cada una de las placas tenderá a compensarse con las dispersiones de las restantes placas.

Sin embargo no debe descartarse que en determinados casos pueda ser interesante provocar deliberadamente la existencia de momentos de fuerza para forzar que el elemento conductor efectúa algún tipo de giro adicionalmente al movimiento de traslación. Ello puede ser interesante, por ejemplo, para vencer posibles enganches o rozamientos del elemento conductor con respecto de paredes fijas.

Ventajosamente el relé comprende un segundo tope (o tantos segundos topes como primeros topes haya) entre la primera zona y el elemento conductor. De esta manera se consigue también una simetría geométrica entre la primera zona y la segunda zona. Cuando el elemento conductor se desplace hacia la segunda zona, lo podrá hacer hasta entrar en contacto con los primeros topes, y cerrará el circuito eléctrico exterior. Cuando el elemento conductor se desplace hacia la primera zona, lo podrá hacer hasta entrar en contacto con el o los segundos topes. De esta manera el recorrido realizado por el elemento conductor es simétrico.

Otra disposición útil para la comprensión de la invención se obtiene cuando el relé comprende un tercer punto de contacto dispuesto entre la primera zona y el elemento conductor, donde el tercer punto de contacto define un segundo tope, de manera que el elemento conductor cierra un segundo circuito eléctrico cuando está en contacto con el segundo punto de contacto y tercer punto de contacto. En este caso el relé actúa como un conmutador, conectando alternativamente el segundo punto de contacto con el primer punto de contacto y con el tercer punto de contacto.

ES 2 305 527 T3

Una forma de realización particularmente ventajosa del caso anterior se obtiene cuando el elemento conductor comprende una parte cilíndrica hueca que define un eje, en cuyo interior se aloja el segundo punto de contacto, y una parte plana que sale de un lado de la parte cilíndrica hueca radialmente y que se extiende en sentido del eje, donde la parte plana tiene una altura, medida en sentido del eje, que es menor que la altura de la parte cilíndrica, medida en sentido del eje. Este caso particular cumple simultáneamente con la circunstancia que el elemento conductor realiza un movimiento de rotación alrededor de uno de sus extremos (ver la “segunda posibilidad” citada anteriormente). Además, la parte cilíndrica es la que descansa sobre unas superficies de apoyo (una a cada extremo del cilindro, y que se extienden entre la primera zona y la segunda zona) mientras que la parte plana sale en voladizo respecto de la parte cilíndrica, ya que tiene una altura menor. Por lo tanto la parte plana no está en contacto con paredes o superficies fijas (excepto el primer y el tercer punto de contacto) y, de esta manera, se reducen las fuerzas de rozamiento y de enganche. Por su parte, el segundo punto de contacto está alojado en la parte interna de la parte cilíndrica, y hace la función de eje de giro al mismo tiempo que la función de segundo punto de contacto. Así, se establece una conexión eléctrica entre el primer punto de contacto y el segundo punto de contacto o entre el tercer punto de contacto y el segundo punto de contacto. La parte cilíndrica hueca define un hueco cilíndrico, que siempre presenta una superficie curvada al segundo punto de contacto lo que reduce los riesgos de enganche y las fuerzas de rozamiento.

Otra forma de realización particularmente ventajosa del caso anterior se obtiene cuando el elemento conductor comprende una parte paralelepípedica hueca que define un eje, en cuyo interior se aloja el segundo punto de contacto, y una parte plana que sale de un lado de la parte cilíndrica hueca radialmente y que se extiende en sentido del eje, donde la parte plana tiene una altura, medida en sentido del eje, que es menor que la altura de la parte paralelepípedica, medida en sentido del eje. Efectivamente, es un caso similar al caso anterior, en el que la parte paralelepípedica define un hueco paralelepípedo. Esta solución puede ser particularmente ventajosa en el caso de soluciones muy pequeñas, ya que entonces la capacidad de resolución del procedimiento de fabricación (en particular en el caso de procedimientos fotolitográficos) obliga al empleo de líneas rectas. En ambos casos se debe destacar que la geometría determinante es la geometría del hueco interior y que, de hecho, son posibles diversas combinaciones:

- eje (segundo punto de contacto) de sección rectangular y hueco de sección rectangular,
- eje de sección circular y hueco de sección circular
- eje de sección circular y hueco de sección rectangular y viceversa

si bien los dos primeros casos son los más interesantes.

Lógicamente, en el caso que las secciones sean rectangulares, debe existir una holgura suficiente entre el eje y la parte paralelepípedica de manera que el elemento conductor pueda rotar alrededor del eje. Asimismo en el caso de secciones circulares pueden existir holguras grandes entre el eje y la parte cilíndrica, de manera que el movimiento real realizado por el elemento conductor sea una combinación de una rotación alrededor del eje y una traslación entre la primera zona y la segunda zona. Debe observarse, además, que también sería posible que el segundo tope no esté conectado eléctricamente a ningún circuito eléctrico: en este caso se tendría un relé que puede abrir y cerrar un único circuito eléctrico, pero en el cual el elemento conductor se mueve mediante un giro (o mediante un giro combinado con una traslación).

El relé puede comprender un tercer punto de contacto y un cuarto punto de contacto dispuestos entre la primera zona y el elemento conductor, donde el tercer punto de contacto y el cuarto punto de contacto definen unos segundos topes, de manera que el elemento conductor cierra un segundo circuito eléctrico cuando está en contacto con el tercer punto de contacto y el cuarto punto de contacto. Efectivamente, en este caso el relé puede conectar dos circuitos eléctricos alternativamente.

Ventajosamente cada uno de los conjuntos de las placas de condensador dispuestas en cada una de las primera zona y segunda zona tiene simetría central respecto de un centro de simetría, donde dicho centro de simetría está superpuesto al centro de masas del elemento conductor. Efectivamente, cada conjunto de las placas de condensador dispuestas en cada una de las zonas genera un campo de fuerzas sobre el elemento conductor. Si la resultante de este campo de fuerzas tiene un momento no nulo respecto del centro de masas del elemento conductor, el elemento conductor no solamente experimentará una traslación, sino que experimentará adicionalmente una rotación alrededor de su centro de masas. En este sentido es conveniente prever que los conjuntos de placas de cada zona tengan simetría central en el caso que no interese esta rotación o, por el contrario, puede ser conveniente prever que sí exista una asimetría central, en el caso que interese inducir una rotación en el elemento conductor respecto de su centro de masas, por ejemplo para vencer fuerzas de rozamiento y/o de enganche.

Como ya se ha indicado anteriormente, el elemento conductor suele estar físicamente encerrado en el espacio intermedio, entre la primera zona, la segunda zona y unas paredes laterales. Ventajosamente entre las paredes laterales y el elemento conductor existe una holgura que es suficientemente pequeña como para imposibilitar geoméricamente que el elemento conductor entre en contacto simultáneamente con un punto de contacto del grupo formado por el primer y segundo punto de contacto y con un punto de contacto del grupo formado por el tercer y cuarto punto de contacto. Es decir, se evita que el elemento conductor quede cruzado en el espacio intermedio de tal manera que comunique el primer circuito eléctrico con el segundo circuito eléctrico.

Para evitar enganches y fuerzas de rozamiento elevadas es ventajoso que el elemento conductor tenga superficies externas redondeadas, preferentemente que sea cilíndrico o esférico. La solución esférica minimiza las fuerzas de rozamiento y los enganches en todas las direcciones, mientras que la solución cilíndrica, con las bases del cilindro encaradas a la primera y segunda zona permite obtener unas fuerzas de rozamiento reducidas con las paredes laterales y unas superficies encaradas a las placas de condensador que son grandes y eficaces de cara a la generación de las fuerzas electrostáticas. También tiene más superficie de contacto con los puntos de contacto, lo cual disminuye la resistencia eléctrica que se introduce en el circuito eléctrico conmutado.

Asimismo, en el caso que el elemento conductor presente una primera cara y una segunda cara, que sean perpendiculares al desplazamiento del elemento conductor, y por lo menos una cara adicional, es ventajoso que la cara adicional presente unas breves protuberancias. Estas protuberancias permitirán también reducir los enganches y las fuerzas de rozamiento entre la cara lateral y las paredes laterales del espacio intermedio.

Ventajosamente el elemento conductor es hueco. Ello permite ahorrar masa lo que permite tener inercias menores.

Resulta útil para la comprensión de la invención que en el caso que el relé disponga de dos placas de condensador (la primera placa y la segunda placa) y que ambas estén en la segunda zona, es ventajoso que la primera placa de condensador y la segunda placa de condensador tengan la misma superficie, ya que de esta forma se obtiene la tensión de activación mínima para una misma superficie total del dispositivo.

Resulta útil para la comprensión de la invención que en el caso que el relé disponga de dos placas de condensador (la primera placa y la segunda placa) y que la primera placa esté en la primera zona mientras que la segunda placa esté en la segunda zona, es ventajoso que la primera placa de condensador tenga una superficie que es igual al doble de la superficie de la segunda placa de condensador, ya que de esta forma se obtiene la tensión de activación mínima para una misma superficie total del dispositivo.

Otra forma preferente de realización de un relé de la invención se obtiene cuando una de las placas de condensador hace simultáneamente la función de placa de condensador y de punto de contacto (y, consecuentemente, de tope). Este dispositivo permitiría conectar el otro punto de contacto (el del circuito eléctrico externo) a una tensión fija (normalmente VCC o GND) o bien dejarlo en alta impedancia.

La invención tiene asimismo por objeto unos usos preferentes de unos relés de acuerdo con la invención. Aparte del uso como interruptor eléctrico y como conmutador eléctrico, el relé de acuerdo con la invención puede ser usado como sensor de diversas magnitudes físicas. En estos casos, la magnitud física que se desea medir ejerce una fuerza para abrir el circuito eléctrico y mediante un determinado voltaje aplicado a las placas de condensador se genera una fuerza que contrarresta a la anterior y se vuelve a cerrar el circuito eléctrico externo (o viceversa, es decir, que sea necesario aplicar un voltaje para mantener el circuito eléctrico abierto mientras que la magnitud física que se desea medir tiende a cerrar el circuito). La determinación del voltaje requerido permite determinar el valor de la magnitud física que se desea medir. En general, la miniaturización permite la inclusión de diversos sensores simultáneamente, lo que hace más fiable la determinación del valor correspondiente. El aumento de fiabilidad es debido a la posibilidad de que estos diversos sensores midan la misma magnitud, y después se haga un promediado. Una alternativa particularmente ventajosa se obtiene al disponer de un relé de acuerdo con la invención con contactos eléctricos en las dos zonas, es decir 3 ó 4 contactos en total, ya que en este caso puede medirse la magnitud física a determinar a partir del tiempo que transcurre entre que se interrumpe el contacto con el (o los) contacto(s) eléctrico(s) en una zona y se establece el contacto eléctrico con el (o los) contacto(s) eléctrico(s) de la otra zona, a tensión constante (o incluso variando la tensión como un parámetro más a tener en cuenta. A continuación se comentan diversos casos particulares:

Acelerómetro: la fuerza debida a la aceleración externa desplaza al elemento conductor, abriendo el circuito eléctrico. El voltaje aplicado a las placas de condensador crea una fuerza en sentido contrario. Cuando se vuelve a cerrar el circuito se puede determinar el voltaje requerido y, por lo tanto, la aceleración a la que ha sido sometido el elemento conductor. También podría hacerse al revés, como ya se ha comentado antes, de manera que la aceleración externa sea la que tienda a cerrar el circuito. La miniaturización permite disponer de diversos sensores, y orientados según los tres ejes coordenados. Casos particulares de este uso son: para airbags y como inclinómetros.

Sensor de presión: si el elemento eléctrico separa dos cámaras sometidas a diferentes presiones (una presión a determinar y una presión de referencia), la presión del aire, o en general de cualquier fluido no conductor, aplicada a una de las caras del elemento conductor tenderá a abrir (o cerrar) el circuito eléctrico. El voltaje necesario para conseguir cerrar (abrir) nuevamente el circuito permite determinar la presión de dicho fluido o, específicamente, la diferencia de presiones entre dicho fluido y la cámara de referencia. Un caso particular de este tipo de sensor sería un micrófono.

Sensor de caudal: Si el elemento conductor presenta un orificio a través del cual puede pasar una corriente de fluido o si presenta una extensión que está inmersa en una corriente de fluido, se puede emplear un relé de acuerdo con la invención como sensor de caudal. Al igual que en los casos anteriores mediante un voltaje determinado aplicado a las placas de condensador se puede contrarrestar la fuerza generada por la magnitud que se desea medir, en este caso la fuerza hidráulica o aerodinámica generada por la corriente de fluido. Al igual que en el caso del sensor de presión, el fluido no puede ser conductor eléctrico.

ES 2 305 527 T3

Sensor de temperatura. En este caso se tiene en cuenta que el tiempo que tarda el relé en conmutar depende básicamente de la aceleración externa, la tensión aplicada y los coeficientes de áreas de las placas de condensador. Si estas placas están hechas con materiales de coeficiente de dilatación térmico diferente, entonces los coeficientes de áreas de las placas de condensador cambiarán con la temperatura. De esta manera hay una relación entre el tiempo de conmutación y la temperatura para una determinada tensión aplicada a las placas. Por el mismo motivo, la tensión mínima necesaria para que el relé conmute depende de la temperatura.

Aplicaciones acústicas (altavoz). Al colisionar el elemento conductor contra los topes o contra las propias placas de condensador que la atraen se va a producir un ruido. Mediante la coordinación de una elevada cantidad de relés, que pueden estar integrados en un mismo chip, se puede conseguir que las diversas ondas acústicas se sumen en fase y se provoque una onda acústica resultante que sea audible. Esta onda acústica audible sería muy direccional. Ello puede ser una ventaja cuando interese el empleo de ondas unidireccionales, alternativamente se pueden distribuir y/o activar los relés en diversas direcciones y/o desfases de tiempo para obtener una onda multidireccional. También es posible controlar la direccionalidad controlando los momentos precisos en los que se activa cada relé, es decir, controlando los desfases temporales relativos entre los relés. De esta manera se puede cambiar dinámicamente la direccionalidad de la onda acústica, de manera que se pueda dirigir hacia un lugar u otro sin necesidad de cambiar la distribución geométrica de los relés. La existencia de los contactos eléctricos permite determinar el momento exacto en el que tiene lugar el choque del elemento conductor con los topes correspondientes.

Detector de fuerzas de Coriolis (usualmente denominados giroscopios). Estos detectores determinan la velocidad de rotación de un objeto mediante la determinación de la fuerza de Coriolis. Para ello se necesita un relé que disponga de placas de condensador dispuestas en la primera zona y en la segunda zona, y unos puntos de contacto dispuestos en un eje perpendicular al eje primera zona - segunda zona. Se debe tener al elemento conductor moviéndose continuamente desde un extremo al otro de forma que tenga siempre una cierta velocidad, que dependerá de la tensión que se aplique a las placas de condensador. Si hay una velocidad de rotación que es perpendicular al plano formado por el eje de movimiento (eje primera zona - segunda zona), y los puntos de contacto, entonces el elemento conductor experimentará una aceleración de Coriolis que será perpendicular al eje primera zona - segunda zona. Ello hará que el elemento conductor toque los puntos de contacto de un lado (o del lado opuesto, en función del sentido de rotación) si la tensión aplicada a las placas de condensador y, por lo tanto, la velocidad con la que se mueve el elemento conductor, es suficientemente elevada. Al tocar los puntos de contacto se cerrará el circuito externo que confirmará que han tenido lugar las condiciones precisas para ello. La magnitud de la rotación externa, estará, por tanto relacionada con la magnitud de la tensión aplicada a las placas de condensador, y el sentido de rotación se sabrá en función de cual de los dos pares de contactos ha sido cortocircuitado, teniendo en cuenta el sentido de la velocidad que se le estaba dando en ese momento al elemento conductor. Se pueden incluir simultáneamente sensores de este tipo en tres direcciones perpendiculares, lo que permite obtener el valor de cualquier rotación en el espacio.

Sensor de gas. En el caso que el elemento conductor sea de un material capaz de reaccionar y/o absorber moléculas de un gas determinado (o tenga incorporado este material), se obtiene un elemento conductor de masa variable en función de la concentración de dicho gas. Este cambio de masa influye en la tensión de activación, así como en el tiempo que tarda en desplazarse de un extremo a otro. De esta manera se puede determinar la concentración del gas.

En general, en todos los sensores citados anteriormente se puede determinar la magnitud correspondiente a base de detectar en cada caso cual es la mínima tensión necesaria para conmutar el relé, o detectar cual es el tiempo de conmutación para una tensión aplicada fija. En general es más simple detectar el tiempo de conmutación, ya que puede incrementarse de una forma sencilla con tecnología digital, mientras que generar tensiones variables implica emplear circuitos analógicos. Sin embargo en el caso de que se detecte la tensión que hace conmutar el relé, se tiene como ventaja de que el relé conmuta muchas menos veces, lo que reduce su desgaste y alarga su fiabilidad a largo plazo y su vida útil.

Otra posible aplicación de un relé de acuerdo con la invención es como sensor de campo magnético. Para ello se debe tener el relé en posición cerrada, es decir, con el elemento conductor cerrando el primer circuito eléctrico externo, y debe pasar una corriente de una cierta intensidad por el elemento conductor. Si el relé está sometido a un campo magnético, el elemento conductor estará sometido a una fuerza magnética y, si la dirección es la adecuada, esta fuerza magnética tenderá a abrir el circuito eléctrico. Determinando el voltaje necesario para mantener el circuito eléctrico cerrado y teniendo en cuenta los restantes parámetros (geometría y masa del elemento conductor, intensidad de corriente que lo atraviesa, etc.) se puede determinar una componente espacial del campo magnético y en un sentido determinado. Si se dispone de una pluralidad de sensores orientados en el espacio de manera que se puedan determinar todas las componentes espaciales del campo magnético, se podrá determinar el campo magnético en su totalidad. Si el relé tiene puntos de contacto eléctrico tanto en la primera zona como en la segunda, de manera que puede cerrar dos circuitos eléctricos externos, entonces con un único relé se puede determinar una componente espacial del campo magnético, con independencia de su sentido, ya que si estando el elemento conductor en una zona, el campo magnético tiende a apretarlo contra los puntos de contacto en lugar de separarlo, al poner el elemento conductor en la zona opuesta, el campo magnético tenderá a separarlo de los puntos de contacto, y se podrá determinar su valor. Sabiendo con cual de los circuitos eléctricos se ha determinado el valor, se podrá saber su sentido. Debe observarse que, para poder emplear el relé como detector de campo magnético debe estar el circuito eléctrico cerrado y debe pasar una corriente eléctrica suficientemente alta por el elemento conductor, para que así experimente la fuerza magnética correspondiente. De hecho, cuando el campo magnético abra el circuito eléctrico, dejará de pasar corriente eléctrica por el elemento conductor y desaparecerá la fuerza magnética, por lo que el elemento conductor volverá a topar con los puntos de

contacto eléctricos, ya que el campo electrostático seguirá activo. Se deberá entonces esperar unos instantes hasta que se restablezca la corriente eléctrica y el elemento conductor vuelva a experimentar la fuerza magnética. Para diferenciar la fuerza magnética que experimenta el elemento conductor de otras aceleraciones externas, el sensor de campo magnético podrá incluir diversos relés, unos responsables de detectar la fuerza magnética como se ha comentado antes, y otros responsables de medir aceleraciones, como se ha comentado en el apartado correspondiente. Restando los valores obtenidos para cada componente se podrá determinar el campo magnético real. Alternativamente, un mismo relé puede realizar lecturas de campo magnético (provocando el paso de corriente por el elemento conductor) intercaladas con lecturas de aceleración (sin paso de corriente por el elemento conductor).

Breve descripción de los dibujos

Otras ventajas y características de la invención se aprecian a partir de la siguiente descripción, en la que, sin ningún carácter limitativo, se relatan unos modos preferentes de realización de la invención, haciendo mención de los dibujos que se acompañan. Las figuras muestran:

Fig. 1, un esquema simplificado de un relé con dos placas de condensador en su segunda zona.

Fig. 2, un esquema simplificado de un relé con dos placas de condensador, una en cada una de sus zonas.

Fig. 3, un esquema simplificado de un relé con tres placas de condensador.

Fig. 4, una vista en perspectiva de un relé sin tapa.

Fig. 5, una vista en planta del relé de la Fig. 4.

Fig. 6, una vista en perspectiva de una forma de realización de un relé de acuerdo con la invención.

Fig. 7, una vista en perspectiva del relé de la Fig. 6 al que se le han eliminado los componentes del extremo superior.

Fig. 8, una vista en perspectiva de los elementos inferiores del relé de la Fig. 6.

Fig. 9, una vista en perspectiva de una segunda forma de realización de un relé de acuerdo con la invención, sin tapa.

Fig. 10, una vista en perspectiva en detalle de la parte cilíndrica del relé de la Fig. 9.

Fig. 11, una vista en perspectiva de una tercera forma de realización de un relé de acuerdo con la invención.

Fig. 12, una vista en perspectiva de un relé.

Fig. 13, una vista en planta de un relé.

Fig. 14, una vista en perspectiva de una cuarta forma de realización de un relé de acuerdo con la invención.

Fig. 15, una vista en perspectiva inferior, sin substrato, de una quinta forma de realización de un relé de acuerdo con la invención.

Fig. 16, una esfera realizada mediante micromecanizado en superficie.

Fig. 17, una vista en perspectiva de una sexta forma de realización de un relé de acuerdo con la invención.

Fig. 18, una vista en planta, sin tapa, de un relé.

Como podrá observarse a continuación, los modos preferentes de realización de la invención representados en las Figs. incluyen una combinación de las diversas alternativas y opciones explicadas anteriormente, si bien un experto en la materia podrá ver que son alternativas y opciones que pueden ser combinadas de diversas maneras entre sí.

Descripción detallada de unas formas de realización de la invención

En la Fig. 1 se muestra un primer modo básico de funcionamiento de un relé útil para la comprensión de la invención. El relé define un espacio intermedio 25 en el que se aloja un elemento conductor 7, que se puede mover libremente a lo largo del espacio intermedio 25, ya que es físicamente una pieza suelta que no está físicamente unida a las paredes que definen el espacio intermedio 25. El relé define también una primera zona, a la izquierda de la Fig. 1, y una segunda zona, a la derecha de la Fig. 1. En la segunda zona están dispuestas una primera placa de condensador 3 y una segunda placa de condensador 9. En el ejemplo mostrado en la Fig. 1 ambas placas de condensador 3 y 9 son de áreas diferentes, si bien podrían ser iguales entre sí. La primera placa de condensador 3 y la segunda placa de condensador 9 están conectadas a un circuito de control CC. Al aplicar un voltaje entre la primera placa de condensador

3 y la segunda placa de condensador 9, el elemento conductor es atraído siempre hacia la derecha de la Fig. 1, hacia las placas de condensador 3 y 9. El elemento conductor 7 se desplazará hacia la derecha hasta topar con unos primeros topos 13, que son un primer punto de contacto 15 y un segundo punto de contacto 17 de un primer circuito eléctrico CE1 externo, de manera que el primer circuito eléctrico externo CE1 queda cerrado.

En la Fig. 2 se muestra un segundo modo básico de funcionamiento de un relé útil para la comprensión de la invención. El relé define nuevamente un espacio intermedio 25 en el que se aloja un elemento conductor 7, que se puede mover libremente a lo largo del espacio intermedio 25, una primera zona, a la izquierda de la Fig. 2, y una segunda zona, a la derecha de la Fig. 2. En la segunda zona está dispuesta una segunda placa de condensador 9 mientras que en la primera zona está dispuesta una primera placa de condensador 3. La primera placa de condensador 3 y la segunda placa de condensador 9 están conectadas a un circuito de control CC. Al aplicar un voltaje entre la primera placa de condensador 3 y la segunda placa de condensador 9, el elemento conductor es atraído siempre hacia la derecha de la Fig. 2, hacia la placa de condensador más pequeña, es decir, hacia la segunda placa de condensador 9. Por ello, el hecho que en el ejemplo mostrado en la Fig. 2 ambas placas de condensador 3 y 9 sean de áreas diferentes es, en este caso, imprescindible que sea así, ya que en el caso de ser de áreas iguales, el elemento conductor 7, no se desplazaría en ningún sentido. El elemento conductor 7 se desplazará hacia la derecha hasta topar con unos primeros topos 13, que son un primer punto de contacto 15 y un segundo punto de contacto 17 de un primer circuito eléctrico CE1 externo, de manera que el primer circuito eléctrico externo CE1 queda cerrado. A la izquierda hay unos segundos topos 19, que no cumplen, en este caso, ninguna función eléctrica sino que impiden que el elemento conductor 7 tope con la primera placa de condensador 3. En este caso los topos 19 podrían eliminarse, pues no hay ningún problema en que el elemento conductor 7 toque la primera placa de condensador 3. Esto es así porque solamente hay una placa de condensador en este lado, ya que si hubiera más y éstas estuvieran conectadas a voltajes distintos entonces los topos serían necesarios para evitar un cortocircuito.

Las configuraciones de relés de las Figs. 1 y 2 son adecuadas para ser usadas como sensores, donde la magnitud a medir ejerce una fuerza que es la que será contrarrestada por la fuerza electrostática inducida en el elemento conductor 7. Tal como han sido representados, en ambos casos la magnitud a medir deberá ejercer una fuerza tendente a abrir el circuito eléctrico CE1, mientras que la fuerza electrostática tenderá a cerrarlo. Sin embargo, se puede diseñar el relé para que trabaje exactamente al revés: de manera que la magnitud a medir tienda a cerrar el circuito eléctrico CE1 mientras que la fuerza electrostática tienda a abrirlo. En este caso, se deberían posicionar los primeros topos 13 a la izquierda de las Figs. 1 y 2, junto con el correspondiente circuito eléctrico CE1. En la Fig. 1 se ha mostrado esta posibilidad con trazos discontinuos. Si se ponen los topos en los dos lados, entonces el sensor podrá detectar la magnitud en los dos sentidos, si bien deberá cambiar el algoritmo, pasando de intentar cerrar a intentar abrir, cuando detecte que ha habido un cambio de sentido, lo que sucederá cuando no consiga cerrar/abrir con la mínima tensión, que es cero. Debe recordarse que el signo del voltaje aplicado no afecta al sentido del movimiento del elemento conductor 7.

Para conseguir desplazar el elemento conductor 7 en ambos sentidos mediante fuerzas electrostáticas, es necesario disponer de una tercera placa de condensador 11, tal como se muestra en la Fig. 3. Dado que el elemento conductor 7 se desplazará siempre hacia donde esté la placa de condensador más pequeña, es necesario, en este caso, que la tercera placa de condensador 11 sea menor que la primera placa de condensador 3, pero que la suma de áreas de la segunda placa de condensador 9 y la tercera placa de condensador 11 sea mayor que la primera placa de condensador 3. De esta manera, activando la primera placa de condensador 3 y la segunda placa de condensador 9, conectándolas a voltajes distintos, pero no la tercera placa de condensador 11, que quedaría en estado de alta impedancia se puede desplazar el elemento conductor 7 a la derecha, mientras que activando las tres placas de condensador 3, 9 y 11 se puede desplazar el elemento conductor 7 hacia la izquierda. En el último caso la segunda placa de condensador 9 y la tercera placa de condensador 11 están a un mismo voltaje, y la primera placa de condensador 3 está a otro voltaje distinto. El relé de la Fig. 3 tiene, además, un segundo circuito eléctrico CE2 externo conectado a los segundos topos 19, de manera que estos segundos topos 19 definen un tercer punto de contacto 21 y un cuarto punto de contacto 23.

En el caso de disponer dos placas de condensador en cada una de las primera y segunda zonas, se podría provocar el movimiento del elemento conductor 7 de dos maneras diferentes:

- aplicando un voltaje entre las dos placas de condensador de una misma zona, de manera que el elemento conductor sea atraído por ellas (funcionamiento equivalente al de la Fig. 1)
- aplicando un voltaje entre una placa de condensador de una zona y una (o las dos) placas de voltaje de la otra zona, de manera que el elemento conductor 7 sea atraído hacia la zona donde el área de condensador cargada eléctricamente sea menor (funcionamiento equivalente al de la Fig. 2).

En las Figs. 4 y 5 se observa un relé diseñado para ser fabricado con tecnología EFAB. Esta tecnología de fabricación de micromecanismos mediante el depósito de capas es conocida por un experto en la materia, y permite la realización de muchas capas y tiene una gran flexibilidad en el diseño de estructuras tridimensionales. El relé está montado sobre un sustrato 1 que cumple una función de soporte, y que en diversas Figs. no ha sido representado para mayor simplicidad de las mismas. El relé presenta una primera placa de condensador 3 y una cuarta placa de condensador 5 dispuestas a la izquierda (de acuerdo con la Fig. 5) de un elemento conductor 7, y una segunda placa de condensador 9 y una tercera placa de condensador 11 dispuestas a la derecha del elemento conductor 7. El relé tiene también dos primeros topos 13 que son el primer punto de contacto 15 y el segundo punto de contacto 17, y dos

ES 2 305 527 T3

segundos topes 19 que son el tercer punto de contacto 21 y el cuarto punto de contacto 23. El relé está tapado por su parte superior si bien no se muestra esta tapa para poder apreciar los detalles del interior.

El relé se desplaza de izquierda a derecha, y viceversa, según la Fig. 5, a lo ancho del espacio intermedio 25. Como puede verse los primeros topes 13 y los segundos topes 19 son más próximos al elemento conductor 7 que las placas de condensador 3, 5, 9 y 11. De esta manera el elemento conductor 7 se puede mover de izquierda a derecha, cerrando los correspondientes circuitos eléctricos, sin interferir con las placas de condensador 3, 5, 9 y 11, y sus circuitos de control correspondientes.

El elemento conductor 7 presenta un espacio interno 27 hueco.

Entre el elemento conductor 7 y las paredes que conforman el espacio intermedio 25 (es decir los primeros topes 13, los segundos topes 19, las placas de condensador 3, 5, 9 y 11 y las dos paredes laterales 29) existe una holgura que es lo suficientemente pequeña como para evitar que el elemento conductor 7 pueda girar a lo largo de un eje perpendicular al plano del papel de la Fig. 5 lo suficiente como para poner en contacto el primer punto de contacto 15 con el tercer punto de contacto 21 o el segundo punto de contacto 17 con el cuarto punto de contacto 23. En las Figs. sin embargo, la holgura no está dibujada a escala real para permitir una mayor claridad de las figuras.

En las Figs. 6 a 8 se observa otro relé diseñado para ser fabricado con tecnología EFAB. En este caso el elemento conductor 7 se desplaza en sentido vertical, de acuerdo con las Figs. 6 a 8. El empleo de una u otra alternativa de movimiento del relé depende de criterios de diseño. La tecnología de fabricación consiste en el depósito de diversas capas. En todas las Figs. las cotas en sentido vertical están muy exageradas, es decir los dispositivos físicos son mucho más planos de lo que se muestra en todas las Figs. En el caso de que interese obtener unas superficies de condensador grandes será preferible construir el relé de una forma similar a lo mostrado en las Fig. 6 a 8 (relé vertical), mientras se construirá un relé de una forma similar a la mostrada en las Figuras 4 y 5 (relé horizontal) cuando interese hacerlo con un número menor de capas. En el caso de emplear determinadas tecnologías (como las usualmente conocidas como polyMUMPS, Dalsa, SUMMIT, Tronic's, Qinetiq's, etc.), el número de capas está siempre muy limitado. La ventaja del relé vertical es que se obtienen superficies más grandes con menos área de chip, y esto implica tensiones de activación mucho menores (usando la misma área de chip).

Conceptualmente el relé de las Figs. 6 a 8 es muy similar al relé de las Figs. 4 y 5, y presenta la primera placa de condensador 3 y la cuarta placa de condensador 5 dispuestas en la parte inferior (Fig. 8), así como los segundos topes 19 que son el tercer punto de contacto 21 y el cuarto punto de contacto 23. Como puede verse los segundos topes 19 están por encima de las placas de condensador, de manera que el elemento conductor 7 puede apoyarse sobre los segundos topes 19 sin entrar en contacto con la primera y la cuarta placa de condensador 3, 5. En el extremo superior (Fig. 6) se encuentran la segunda placa de condensador 9, la tercera placa de condensador 11 y dos primeros topes 13 que son el primer punto de contacto 15 y el segundo punto de contacto 17. En este caso la holgura presente entre el elemento conductor 7 y las paredes laterales 29 es también lo suficientemente pequeña como para evitar que se ponga en contacto el primer punto de contacto 15 con el tercer punto de contacto 21 o el segundo punto de contacto 17 con el cuarto punto de contacto 23.

El relé mostrado en las Figs. 9 y 10 es un ejemplo de un relé en el que el movimiento del elemento conductor 7 es substancialmente una rotación alrededor de uno de sus extremos. Este relé tiene una primera placa de condensador 3, una segunda placa de condensador 9, una tercera placa de condensador 11 y una cuarta placa de condensador 5, todas montadas sobre un sustrato 1. Adicionalmente presenta un primer punto de contacto 15 y un tercer punto de contacto 21 enfrentados entre sí. La distancia entre el primer punto de contacto 15 y el tercer punto de contacto 21 es menor que la distancia existente entre las placas de condensador. El elemento conductor 7 tiene una parte cilíndrica 31 que es hueca, donde el hueco es asimismo cilíndrico. En el interior del hueco cilíndrico se aloja un segundo punto de contacto 17, que es de sección circular.

De esta manera el elemento conductor 7 establecerá un contacto eléctrico entre el primer punto de contacto 15 y el segundo punto de contacto 17 o el tercer punto de contacto 21 y el segundo punto de contacto 17. El movimiento que realiza el elemento conductor 7 es substancialmente un giro alrededor del eje definido por la parte cilíndrica 31. La holgura entre el segundo punto de contacto 17 y la parte cilíndrica 31 está exagerada en la Fig. 9, sin embargo sí es cierto que existe una cierta holgura con lo cual el movimiento realizado por el elemento conductor 7 no es una rotación pura sino que realmente es una combinación de una rotación y una traslación.

De la parte cilíndrica 31 se extiende una parte plana 33 que tiene una altura menor que la parte cilíndrica 31, medida en sentido del eje de dicha parte cilíndrica 31. Esto se puede observar con más detalle en la Fig. 10, en la que se ve una vista casi de perfil de la parte cilíndrica 31 y la parte plana 33. De esta manera se evita que la parte plana 33 esté en contacto con el sustrato 1, lo que reduce las fuerzas de rozamiento y los enganches.

Como puede verse substituyendo la parte cilíndrica 31 por una parte paralelepípedica y el segundo punto de contacto 17 de sección circular por uno de sección cuadrada, siempre y cuando la holgura fuese suficiente, se podría diseñar un relé conceptualmente equivalente al de las Figs. 9 y 10.

Si, por ejemplo, en el relé mostrado en las Figs. 9 y 10 se eliminan el primer punto de contacto 15 y/o el tercer punto de contacto 21, entonces será las propias placas de condensador (concretamente la tercera placa de condensador

11 y la cuarta placa de condensador 5) las que harán de puntos de contacto y de topes. Mediante una adecuada elección de las tensiones a que deben trabajar las placas de condensador se puede conseguir que esta tensión sea siempre VCC o GND. Otro caso posible sería si, por ejemplo, el tercer punto de contacto 21 no estuviese conectado eléctricamente a ningún circuito externo. Entonces el tercer punto de contacto sería únicamente un tope, y cuando el elemento conductor 7 estuviese poniendo en contacto el segundo punto de contacto 17 con el tercer punto de contacto 21, el circuito quedaría con el segundo punto de contacto 17 en alta impedancia.

El relé mostrado en la Fig. 11 está diseñado para ser fabricado con tecnología polyMUMPS. Como ya se ha dicho anteriormente, esta tecnología es conocida por un experto en la materia, y se caracteriza por ser un micromecanizado en superficie de 3 capas estructurales y 2 sacrificiales. Sin embargo, conceptualmente es similar al relé mostrado en las Figs. 9 y 10, si bien existen algunas diferencias. Así, en el relé de la Fig. 11, la primera placa de condensador 3 es igual a la tercera placa de condensador 11, pero es diferente a la segunda placa de condensador 9 y a la cuarta placa de condensador 5, que son iguales entre sí y menores que las anteriores. Por su parte, el segundo punto de contacto 17 presenta un ensanchamiento en su extremo superior que permite retener al elemento conductor 7 en el espacio intermedio 25. El segundo punto de contacto 17 de las Figs. 9 y 10 también podría presentar este tipo de ensanchamiento. También es interesante observar que en este relé la distancia entre el primer punto de contacto 15 y el tercer punto de contacto 21 es igual a la distancia existente entre las placas de condensador. Dado que el movimiento del elemento conductor 7 es un movimiento de giro alrededor del segundo punto de contacto 17, el extremo opuesto del elemento conductor describe un arco de manera que realiza el contacto con el primer o el tercer punto de contacto 15, 21 antes que la parte plana 33 pueda tocar las placas de condensador.

En la Fig. 12 se muestra otro relé diseñado para ser fabricado con tecnología polyMUMPS. Este relé es similar al relé de las Figs. 4 y 5, si bien presenta, adicionalmente, una quinta placa de condensador 35 y una sexta placa de condensador 37.

En la Fig. 13 se muestra un relé equivalente al mostrado en las Figs. 4 y 5, pero que presenta seis placas de condensador en la primera zona y seis placas de condensador en la segunda zona. Además, se observa la tapa superior que evita que se salga el elemento conductor 7.

En las Figs. 14 y 15 se muestra un relé que tiene el elemento conductor 7 cilíndrico. En el caso del relé de la Fig. 14, las paredes laterales 29 que rodean al elemento conductor son paralelepípedicas, mientras que en el relé de la Fig. 15 las paredes laterales 29 que rodean al elemento conductor 7 son cilíndricas. Por su parte, en la Fig. 16 se muestra una esfera fabricada mediante micromecanizado en superficie, observándose que está formada por una pluralidad de discos cilíndricos de diámetros variables. Un relé con un elemento conductor 7 esférico como el de la Fig. 16 puede ser, por ejemplo, muy similar conceptualmente al de las Figs. 14 o 15 sustituyendo el elemento conductor 7 cilíndrico por el esférico. Únicamente deben tenerse en cuenta unos ajustes geométricos en la disposición de las placas de condensador y de los puntos de contacto en el extremo superior, para evitar que el elemento conductor 7 esférico toque primero las placas de condensador que los puntos de contacto o, en su caso, los topes correspondientes.

En la Fig. 17 se observa una variante del relé mostrado en las Figs. 4 y 5. En este caso el elemento conductor 7 tiene unas protuberancias 39 en sus caras laterales 41.

En la Fig. 18 se observa una variante de un relé útil para la comprensión de la invención, específicamente diseñada para su uso como detector de fuerzas de Coriolis (giroscopio). En este caso se puede observar que el relé presenta una primera placa de condensador 3 y una cuarta placa de condensador 5 dispuestas a la izquierda (de acuerdo con la Fig. 18) de un elemento conductor 7, y una segunda placa de condensador 9 y una tercera placa de condensador 11 dispuestas a la derecha del elemento conductor 7. El relé tiene también dos primeros topes 13, que son el primer punto de contacto 15 y el segundo punto de contacto 17, en la parte superior de la Fig. 18, y dos segundos topes 19 que son el tercer punto de contacto 21 y el cuarto punto de contacto 23, en la parte inferior de la Fig. 18. El elemento conductor 7 se desplaza en zig-zag entre las placas de condensador gracias a unos voltajes aplicados entre las mismas. Si el relé está sometido a fuerzas de Coriolis el elemento conductor 7 se desplazará lateralmente, es decir, hacia arriba o hacia abajo según la Fig. 18 (suponiendo que el movimiento de rotación es perpendicular al papel). Al hacer contacto con el primer punto de contacto 15 y el segundo punto de contacto 17 (o el tercer punto de contacto 21 y el cuarto punto de contacto 23, y en función de la velocidad con que realiza el movimiento de zig-zag (y de parámetros geométricos y de masas del relé), se puede determinar la fuerza de Coriolis y, en consecuencia, la velocidad de rotación. El relé presenta adicionalmente unos terceros topes 43 y unos cuartos topes 45 que pueden (adicionalmente y opcionalmente) ser contactos eléctricos también. Así, el final de carrera de cada movimiento de zig-zag es detectado por el cierre del circuito eléctrico correspondiente, lo que es usado por el circuito de control del relé. Alternativamente, la posición del elemento conductor 7 podría ser determinado por otros procedimientos conocidos por un experto en la materia.

REIVINDICACIONES

1. Relé miniaturizado, que comprende:

- un sustrato (1),
- una primera placa de condensador (3),
- una segunda placa de condensador (9) enfrentada a dicha primera placa de condensador (3), donde dicha segunda placa es menor o igual que dicha primera placa,
- un espacio intermedio (25)
- un elemento conductor (7) dispuesto en dicho espacio intermedio (25), siendo dicho elemento conductor (7) una pieza separada capaz de desplazarse libremente a lo largo del espacio intermedio (25) y siendo apto para efectuar un desplazamiento a través de dicho espacio intermedio (25) desde un primer extremo de dicho espacio intermedio (25), que define una primera zona, hasta un segundo extremo de dicho espacio intermedio (25), que define una segunda zona, y viceversa, dependiendo dicho desplazamiento de unos voltajes presentes en dichas primera y segunda placas de condensador, donde dicha primera placa de condensador está dispuesta en dicha primera zona y dicha segunda placa de condensador está dispuesta en dicha segunda zona, y donde dicho desplazamiento de dicho elemento conductor (7) es perpendicular a la superficie superior de dicho sustrato (1),
- una tercera placa de condensador (11) dispuesta en dicha segunda zona, donde dicha tercera placa de condensador (11) es menor o igual que dicha primera placa de condensador (3), y donde dichas segunda y tercera placas de condensador son, juntas, mayores que dicha primera placa de condensador (3),
- un circuito de control (CC) apropiado para activar independientemente, tanto desde el punto de vista del voltaje aplicado como del tiempo de activación, dichas primera, segunda y tercera placas de condensador (3, 9, 11),
- un primer punto de contacto (15) de un circuito eléctrico y un segundo punto de contacto (17) de dicho circuito eléctrico, donde dichos primer y segundo puntos de contacto (15, 17) definen unos primeros topes (13), donde dicho elemento conductor (7) es apto para entrar en contacto con dichos primeros topes (13) y donde dicho elemento conductor (7) cierra dicho circuito eléctrico cuando está en contacto con dichos primeros topes (13), donde el relé está formado de manera que dicho elemento conductor permanece a un voltaje en principio desconocido y de manera que dicho circuito eléctrico externo puede ser cerrado por dicho elemento conductor incluso aunque dicho elemento conductor permanece a un voltaje en principio desconocido y de manera que dicho elemento conductor es forzado por dicho circuito externo cuando dicho circuito externo es cerrado por dicho elemento conductor.

2. Relé miniaturizado, que comprende:

- una primera placa de condensador (3),
- una segunda placa de condensador (9) enfrentada a dicha primera placa de condensador (3), donde dicha segunda placa es menor o igual que dicha primera placa,
- un espacio intermedio (25)
- un elemento conductor (7) dispuesto en dicho espacio intermedio (25), siendo dicho elemento conductor (7) una pieza separada capaz de desplazarse libremente a lo largo del espacio intermedio (25) y siendo apto para efectuar un desplazamiento a través de dicho espacio intermedio (25) desde un primer extremo de dicho espacio intermedio (25), que define una primera zona, hasta un segundo extremo de dicho espacio intermedio (25), que define una segunda zona, y viceversa, dependiendo dicho desplazamiento de unos voltajes presentes en dichas primera y segunda placas de condensador, donde dicha primera placa de condensador está dispuesta en dicha primera zona y dicha segunda placa de condensador está dispuesta en dicha segunda zona,
- una tercera placa de condensador (11) dispuesta en dicha segunda zona, donde dicha tercera placa de condensador (11) es menor o igual que dicha primera placa de condensador (3), y donde dichas segunda y tercera placas de condensador son, juntas, mayores que dicha primera placa de condensador (3),
- un circuito de control (CC) apropiado para activar independientemente, tanto desde el punto de vista del voltaje aplicado como del tiempo de activación, dichas primera, segunda y tercera placas de condensador (3, 9, 11),

- un primer punto de contacto (15) de un circuito eléctrico y un segundo punto de contacto (17) de dicho circuito eléctrico, donde dichos primer y segundo puntos de contacto (15, 17) definen unos primeros topes (13), donde dicho elemento conductor (7) es apto para entrar en contacto con dichos primeros topes (13) y donde dicho elemento conductor (7) cierra dicho circuito eléctrico cuando está en contacto con dichos primeros topes (13), donde el relé está formado de manera que dicho elemento conductor permanece a un voltaje en principio desconocido y de manera que dicho circuito eléctrico externo puede ser cerrado por dicho elemento conductor incluso aunque dicho elemento conductor permanece a un voltaje en principio desconocido y de manera que dicho elemento conductor es forzado por dicho circuito externo cuando dicho circuito externo es cerrado por dicho elemento conductor, donde el elemento conductor (7) comprende una pieza hueca que define un eje, en cuyo interior está alojado el segundo punto de contacto (17).

3. Relé miniaturizado, que comprende:

- una primera placa de condensador (3),
- una segunda placa de condensador (9) enfrentada a dicha primera placa de condensador (3) donde dicha segunda placa es menor o igual que dicha primera placa,
- un espacio intermedio (25)
- un elemento conductor (7) dispuesto en dicho espacio intermedio (25), siendo dicho elemento conductor (7) una pieza separada capaz de desplazarse libremente a lo largo del espacio intermedio (25) y siendo apto para efectuar un desplazamiento a través de dicho espacio intermedio (25) desde un primer extremo de dicho espacio intermedio (25), que define una primera zona, hasta un segundo extremo de dicho espacio intermedio (25), que define una segunda zona, y viceversa, dependiendo dicho desplazamiento de unos voltajes presentes en dichas primera y segunda placas de condensador, donde dicha primera placa de condensador está dispuesta en dicha primera zona y dicha segunda placa de condensador está dispuesta en dicha segunda zona,
- una tercera placa de condensador (11) dispuesta en dicha segunda zona, donde dicha tercera placa de condensador (11) es menor o igual que dicha primera placa de condensador (3), y donde dichas segunda y tercera placas de condensador son, juntas, mayores que dicha primera placa de condensador (3),
- un circuito de control (CC) apropiado para activar independientemente, tanto desde el punto de vista del voltaje aplicado como del tiempo de activación, dichas primera, segunda y tercera placas de condensador (3, 9, 11),
- un primer punto de contacto (15) de un circuito eléctrico y un segundo punto de contacto (17) de dicho circuito eléctrico, donde dichos primer y segundo puntos de contacto (15, 17) definen unos primeros topes (13), donde dicho elemento conductor (7) es apto para entrar en contacto con dichos primeros topes (13) y donde dicho elemento conductor (7) cierra dicho circuito eléctrico cuando está en contacto con dichos primeros topes (13), donde el relé está formado de manera que dicho elemento conductor permanece a un voltaje en principio desconocido y de manera que dicho circuito eléctrico externo puede ser cerrado por dicho elemento conductor incluso aunque dicho elemento conductor permanece a un voltaje en principio desconocido y de manera que dicho elemento conductor es forzado por dicho circuito externo cuando dicho circuito externo es cerrado por dicho elemento conductor,
- donde el conjunto de dichas placas de condensador dispuestas en cada una de dichas primera y segunda zonas presenta una asimetría central, generando así un momento de fuerzas con respecto al centro de masas de dicho elemento conductor (7).

4. Relé miniaturizado, que comprende:

- una primera placa de condensador (3),
- una segunda placa de condensador (9) enfrentada a dicha primera placa de condensador (3) donde dicha segunda placa es menor o igual que dicha primera placa,
- un espacio intermedio (25)
- un elemento conductor (7) dispuesto en dicho espacio intermedio (25), siendo dicho elemento conductor (7) una pieza separada capaz de desplazarse libremente a lo largo del espacio intermedio (25) y siendo apto para efectuar un desplazamiento a través de dicho espacio intermedio (25) desde un primer extremo de dicho espacio intermedio (25), que define una primera zona, hasta un segundo extremo de dicho espacio intermedio (25), que define una segunda zona, y viceversa, dependiendo dicho desplazamiento de unos voltajes presentes en dichas primera y segunda placas de condensador, donde dicha primera placa de condensador está dispuesta en dicha primera zona y dicha segunda placa de condensador está dispuesta en dicha segunda zona, donde dicho elemento conductor (7) presenta unas superficies externas redondeadas,

ES 2 305 527 T3

- una tercera placa de condensador (11) dispuesta en dicha segunda zona, donde dicha tercera placa de condensador (11) es menor o igual que dicha primera placa de condensador (3), y donde dichas segunda y tercera placas de condensador son, juntas, mayores que dicha primera placa de condensador (3),
- un circuito de control (CC) apropiado para activar independientemente, tanto desde el punto de vista del voltaje aplicado como del tiempo de activación, dichas primera, segunda y tercera placas de condensador (3, 9, 11),
- un primer punto de contacto (15) de un circuito eléctrico y un segundo punto de contacto (17) de dicho circuito eléctrico, donde dichos primer y segundo puntos de contacto (15, 17) definen unos primeros topes (13), donde dicho elemento conductor (7) es apto para entrar en contacto con dichos primeros topes (13) y donde dicho elemento conductor (7) cierra dicho circuito eléctrico cuando está en contacto con dichos primeros topes (13), donde el relé está formado de manera que dicho elemento conductor permanece a un voltaje en principio desconocido y de manera que dicho circuito eléctrico externo puede ser cerrado por dicho elemento conductor incluso aunque dicho elemento conductor permanece a un voltaje en principio desconocido y de manera que dicho elemento conductor es forzado por dicho circuito externo cuando dicho circuito externo es cerrado por dicho elemento conductor.

5. Relé miniaturizado, que comprende:

- una primera placa de condensador (3),
- una segunda placa de condensador (9) enfrentada a dicha primera placa de condensador (3) donde dicha segunda placa es menor o igual que dicha primera placa,
- un espacio intermedio (25)
- un elemento conductor (7) dispuesto en dicho espacio intermedio (25), siendo dicho elemento conductor (7) una pieza separada capaz de desplazarse libremente a lo largo del espacio intermedio (25) y siendo apto para efectuar un desplazamiento a través de dicho espacio intermedio (25) desde un primer extremo de dicho espacio intermedio (25), que define una primera zona, hasta un segundo extremo de dicho espacio intermedio (25), que define una segunda zona, y viceversa, dependiendo dicho desplazamiento de unos voltajes presentes en dichas primera y segunda placas de condensador, donde dicha primera placa de condensador está dispuesta en dicha primera zona y dicha segunda placa de condensador está dispuesta en dicha segunda zona, donde dicho elemento conductor (7) presenta una primera cara y una segunda cara, siendo dichas primera y segunda caras perpendiculares a dicho desplazamiento de dicho elemento conductor (7), y al menos una cara adicional, donde dicha cara adicional presenta unas ligeras protuberancias,
- una tercera placa de condensador (11) dispuesta en dicha segunda zona, donde dicha tercera placa de condensador (11) es menor o igual que dicha primera placa de condensador (3), y donde dichas segunda y tercera placas de condensador son, juntas, mayores que dicha primera placa de condensador (3),
- un circuito de control (CC) apropiado para activar independientemente, tanto desde el punto de vista del voltaje aplicado como del tiempo de activación, dichas primera, segunda y tercera placas de condensador (3, 9, 11),
- un primer punto de contacto (15) de un circuito eléctrico y un segundo punto de contacto (17) de dicho circuito eléctrico, donde dichos primer y segundo puntos de contacto (15, 17) definen unos primeros topes (13), donde dicho elemento conductor (7) es apto para entrar en contacto con dichos primeros topes (13) y donde dicho elemento conductor (7) cierra dicho circuito eléctrico cuando está en contacto con dichos primeros topes (13), donde el relé está formado de manera que dicho elemento conductor permanece a un voltaje en principio desconocido y de manera que dicho circuito eléctrico externo puede ser cerrado por dicho elemento conductor incluso aunque dicho elemento conductor permanece a un voltaje en principio desconocido y de manera que dicho elemento conductor es forzado por dicho circuito externo cuando dicho circuito externo es cerrado por dicho elemento conductor.

6. Relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque dicho primer punto de contacto (15) está entre dicha segunda zona y dicho elemento conductor (7).

7. Relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 3 a 6, **caracterizado** porque dicho segundo punto de contacto (17) está en dicha segunda zona.

8. Relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque comprende además una cuarta placa de condensador (5) dispuesta en dicha primera zona, donde dicha primera placa de condensador (3) y dicha segunda placa de condensador (9) son iguales, y dicha tercera placa de condensador (11) y dicha cuarta placa de condensador (5) son iguales entre sí.

ES 2 305 527 T3

9. Relé según la reivindicación 8, **caracterizado** porque dichas primera, segunda, tercera y cuarta placas de condensador son todas iguales entre sí.

10. Relé según una de las reivindicaciones 8 ó 9, **caracterizado** porque comprende, adicionalmente, una quinta placa de condensador (35) dispuesta en dicha primera zona y una sexta placa de condensador (37) dispuesta en dicha segunda zona, donde dicha quinta placa de condensador (35) y dicha sexta placa de condensador (37) son iguales entre sí.

11. Relé según la reivindicación 10, **caracterizado** porque comprende, seis placas de condensador dispuestas en dicha primera zona y seis placas de condensador dispuestas en dicha segunda zona.

12. Relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque comprende un segundo tope entre dicha primera zona y dicho elemento conductor (7).

13. Relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 3 a 12, **caracterizado** porque comprende un tercer punto de contacto (21) dispuesto entre dicha primera zona y dicho elemento conductor (7), donde dicho tercer punto de contacto (21) define un segundo tope, de manera que dicho elemento conductor (7) cierra un segundo circuito eléctrico cuando está en contacto con dicho segundo punto de contacto (17) y dicho tercer punto de contacto (21).

14. Relé según una de las reivindicaciones 2 y 13, **caracterizado** porque dicho elemento conductor (7) comprende una parte cilíndrica (31) hueca que define un eje, en cuyo interior se aloja dicho segundo punto de contacto (17), y una parte plana (33) que sale de un lado de dicha parte cilíndrica (31) hueca radialmente y que se extiende en sentido de dicho eje, donde dicha parte plana (33) tiene una altura, medida en sentido de dicho eje, que es menor que la altura de dicha parte cilíndrica (31), medida en sentido de dicho eje.

15. Relé según una de las reivindicaciones 2 y 13, **caracterizado** porque dicho elemento conductor (7) comprende una parte paralelepípedica hueca que define un eje, en cuyo interior se aloja dicho segundo punto de contacto (17), y una parte plana (33) que sale de un lado de dicha parte cilíndrica (31) hueca radialmente y que se extiende en sentido de dicho eje, donde dicha parte plana (33) tiene una altura, medida en sentido de dicho eje, que es menor que la altura de dicha parte paralelepípedica, medida en sentido de dicho eje.

16. Relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 3 a 11, **caracterizado** porque comprende un tercer punto de contacto (21) y un cuarto punto de contacto (23) dispuestos entre dicha primera zona y dicho elemento conductor (7), donde dichos tercer punto de contacto (21) y cuarto punto de contacto (23) definen unos segundos topes (19), de manera que dicho elemento conductor (7) cierra un segundo circuito eléctrico cuando está en contacto con dichos tercer punto de contacto (21) y cuarto punto de contacto (23).

17. Relé según cualquiera de las reivindicaciones 2 y 4 a 11, **caracterizado** porque cada uno de los conjuntos de dichas placas de condensador dispuestas en cada una de dichas primera zona y segunda zona tiene simetría central respecto de un centro de simetría, y donde dicho centro de simetría está superpuesto al centro de masas de dicho elemento conductor (7).

18. Relé según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 4 a 16, **caracterizado** porque el conjunto de dichas placas de condensador dispuestas en cada una de dichas primera zona y segunda zona tiene asimetría central, generando así un momento de fuerzas respecto al centro de masas de dicho elemento conductor (7).

19. Relé según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, **caracterizado** porque entre dicha primera zona y dicha segunda zona se extienden dos paredes laterales (29), donde entre dichas paredes laterales (29) y dicho elemento conductor (7) existe una holgura, siendo dicha holgura suficientemente pequeña como para imposibilitar geométricamente que dicho elemento conductor (7) entre en contacto simultáneamente con un punto de contacto del grupo formado por dichos primer y segundo punto de contacto (15, 17) y con un punto de contacto del grupo formado por dichos tercer y cuarto punto de contacto (21, 23).

20. Relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 y 5 a 19, **caracterizado** porque dicho elemento conductor (7) tiene superficies externas redondeadas.

21. Relé según una de las reivindicaciones 4 y 20, **caracterizado** porque dicho elemento conductor (7) es cilíndrico.

22. Relé según una de las reivindicaciones 4 y 20, **caracterizado** porque dicho elemento conductor (7) es esférico.

23. Relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 y 6 a 22, **caracterizado** porque dicho elemento conductor (7) presenta una primera cara y una segunda cara, siendo dichas primera y segunda caras perpendiculares a dicho desplazamiento de dicho elemento conductor (7), y por lo menos una cara adicional, donde dicha cara adicional presenta unas breves protuberancias.

24. Relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23, **caracterizado** porque dicho elemento conductor (7) es hueco.

ES 2 305 527 T3

25. Relé según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha primera placa de condensador (3) y dicha segunda placa de condensador (9) presentan un área de superficie que es igual o el doble de la superficie de dicha segunda placa de condensador (9).

26. Relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 25, **caracterizado** porque una de dichas placas de condensador (3, 5, 9, 11, 35, 37) es, simultáneamente uno de dichos puntos de contacto (15, 17, 21, 23).

27. Uso de un relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26, como acelerómetro.

28. Uso de un relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26, como acelerómetro en airbags.

29. Uso de un relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26, como inclinómetro.

30. Uso de un relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26, como detector de fuerzas de Coriolis.

31. Uso de un relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26, como sensor de presión.

32. Uso de un relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26, como micrófono.

33. Uso de un relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26, como sensor de caudal.

34. Uso de un relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26, como sensor de temperatura.

35. Uso de un relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26, para aplicaciones acústicas.

36. Uso de un relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26, como sensor de gas.

37. Uso de un relé según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26, como sensor de campo magnético.

38. Procedimiento para accionar un relé miniaturizado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde dicho relé comprende además una cuarta placa de condensador (5) dispuesta en dicha primera zona, donde dicha primera placa de condensador (3) y dicha segunda placa de condensador (9) son iguales entre sí, y dicha tercera placa de condensador (11) y dicha cuarta placa de condensador (5) son iguales entre sí, donde se aplica tensión a las primera y cuarta placas de condensador (3, 5), por una parte, y a la segunda o a la tercera placas de condensador (9, 11) por otra parte para provocar el desplazamiento del elemento conductor (7) hacia la segunda zona, y donde se aplica tensión a las segunda y tercera placas de condensador (9, 11), por una parte, y a la primera o a la cuarta placa de condensador (3, 5), por otra parte, para provocar el desplazamiento del elemento conductor (7) hacia la primera zona.

FIG. 1

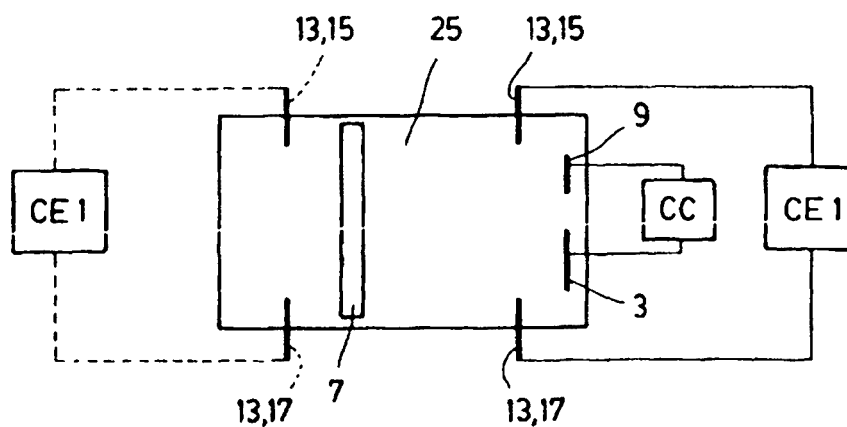


FIG. 2

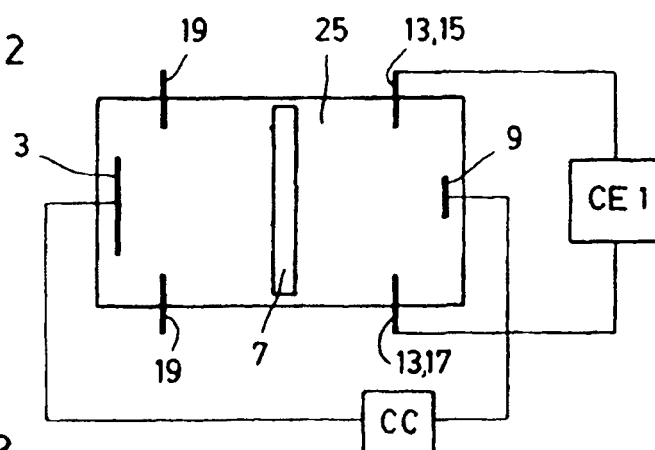
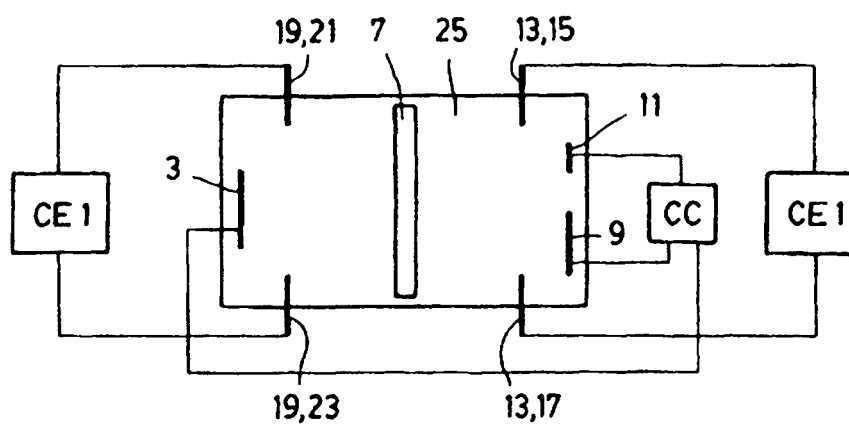


FIG. 3



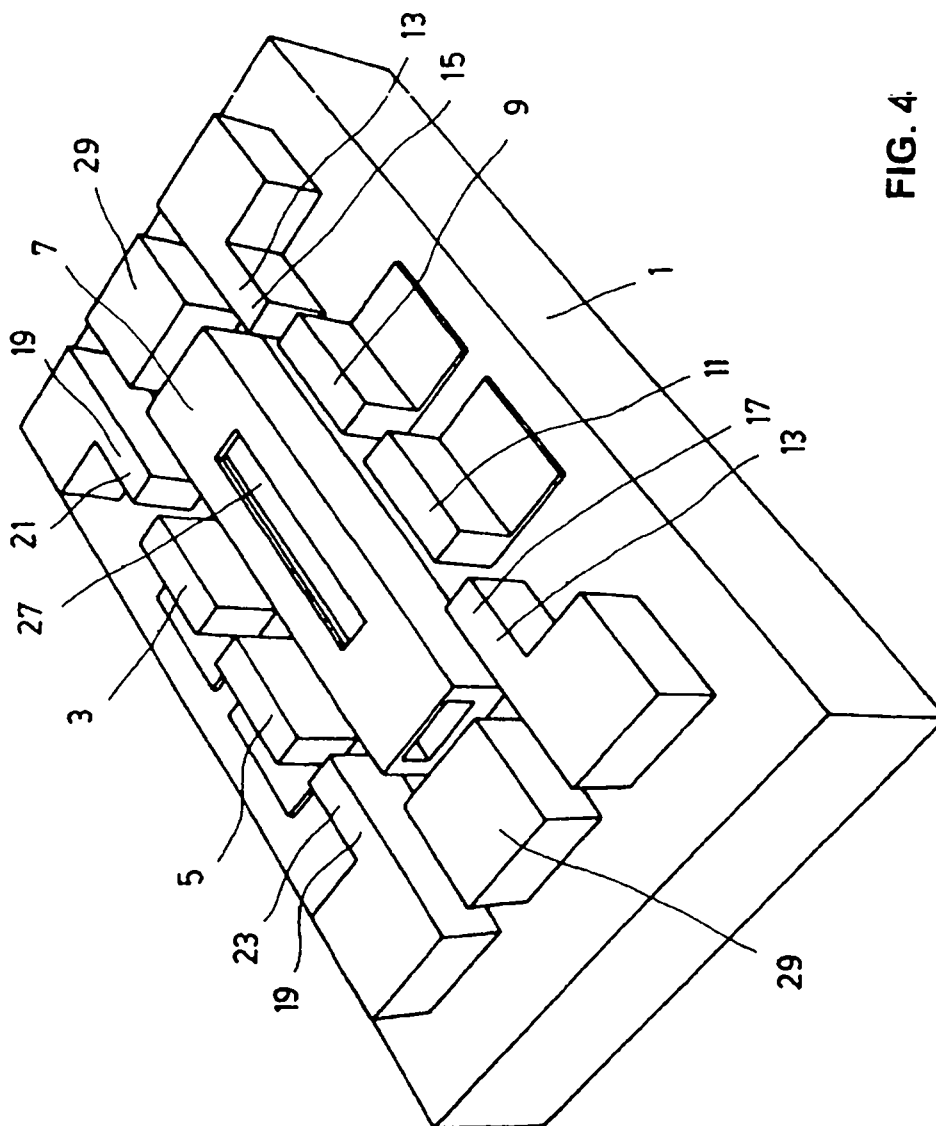


FIG. 4.

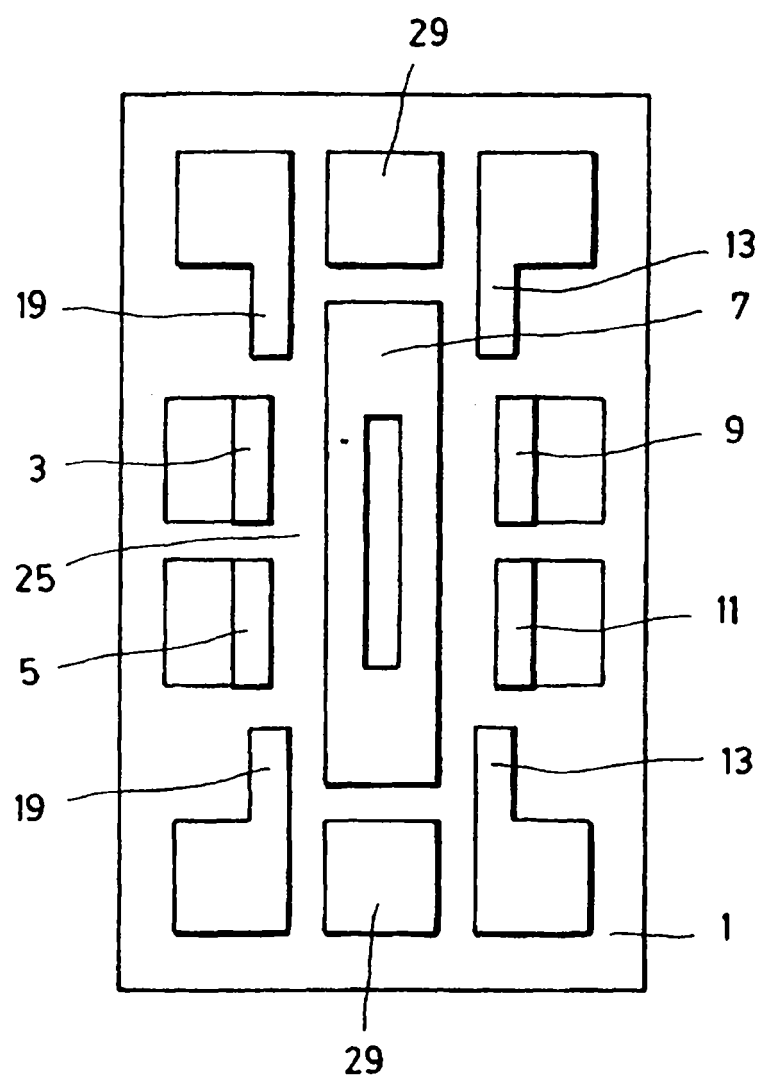


FIG. 5

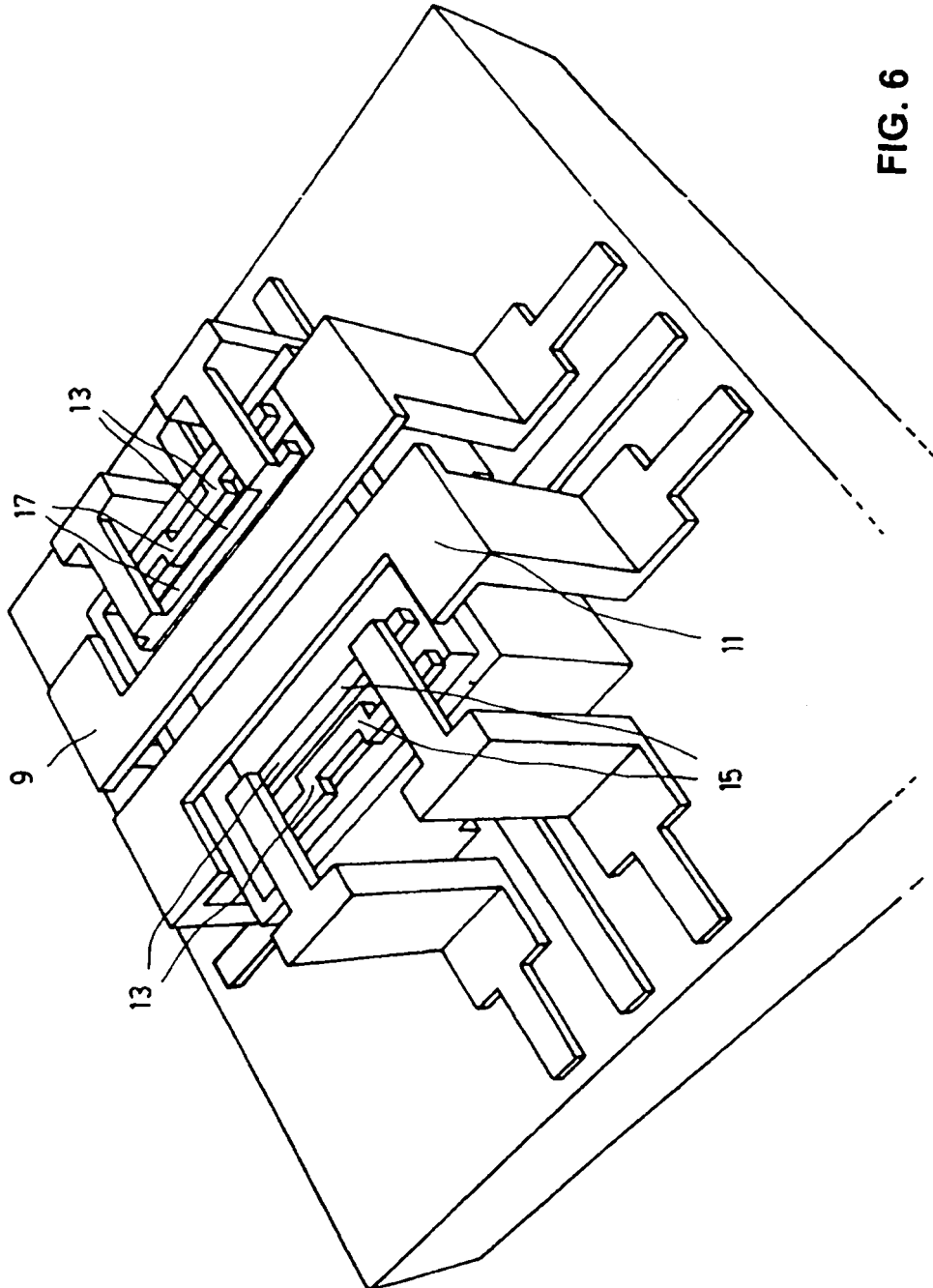


FIG. 6

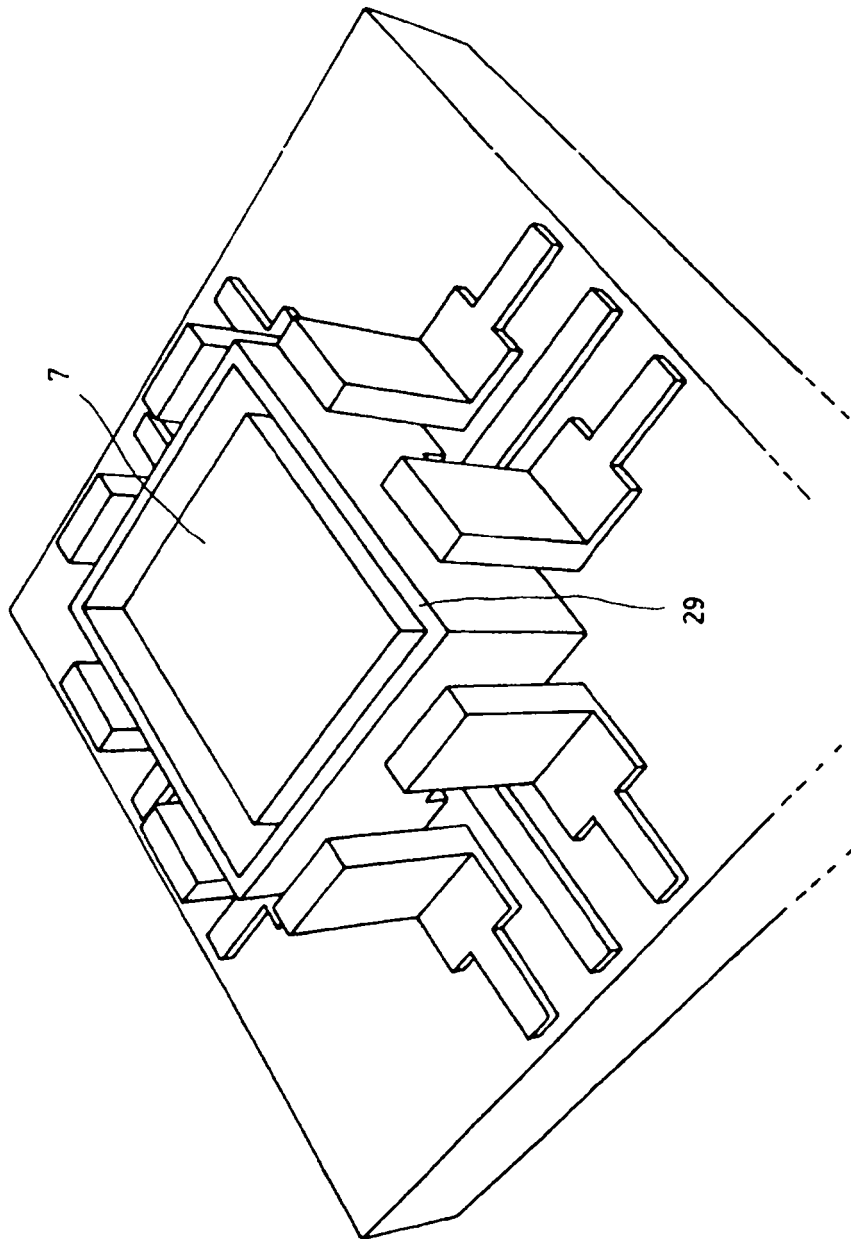


FIG. 7

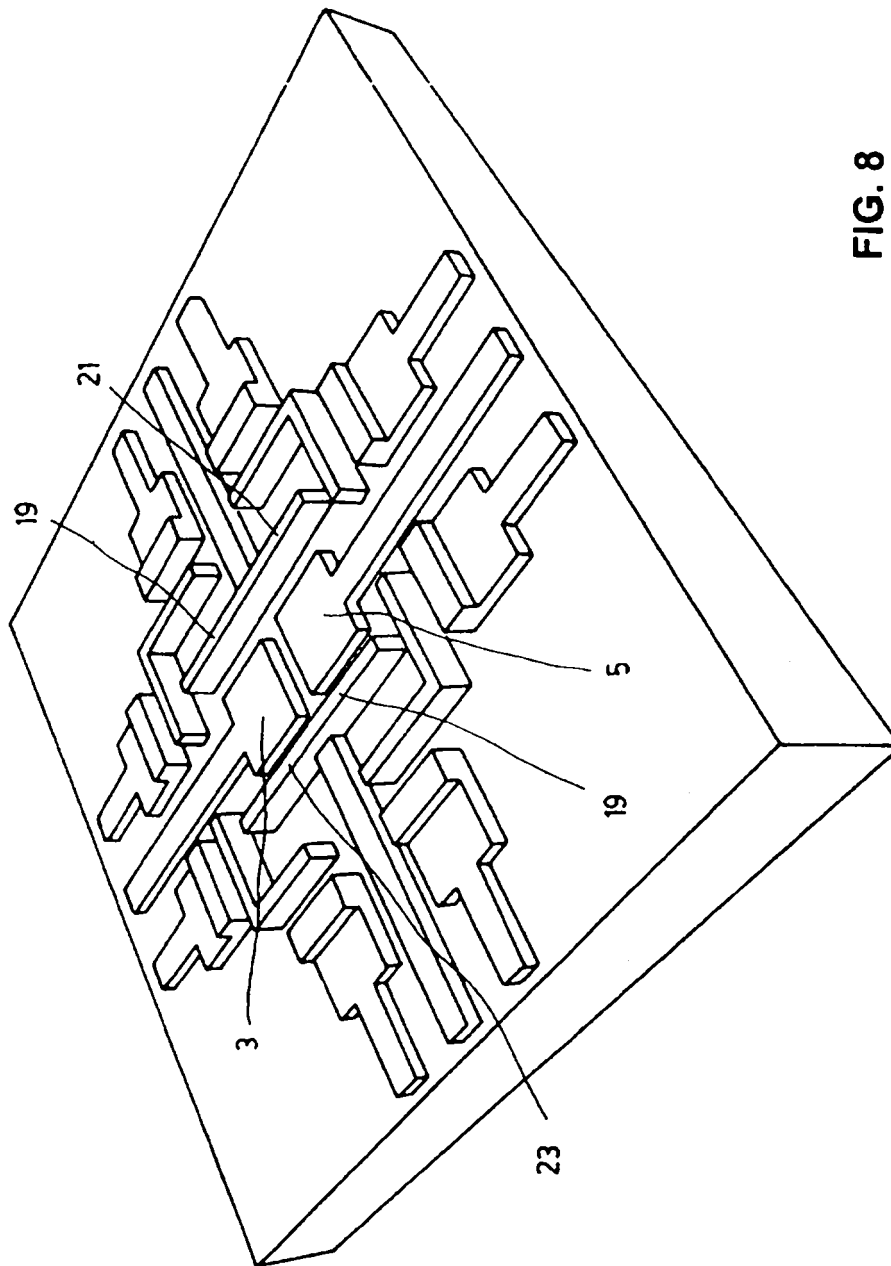


FIG. 8

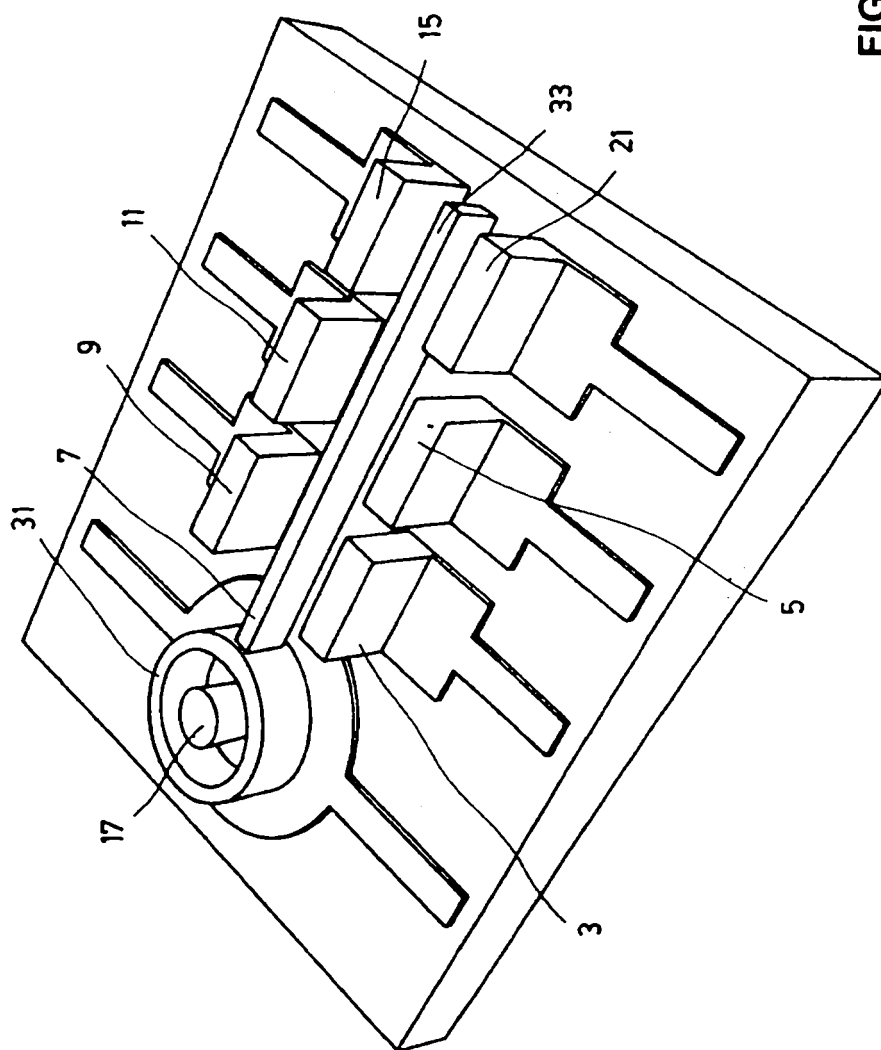


FIG. 9

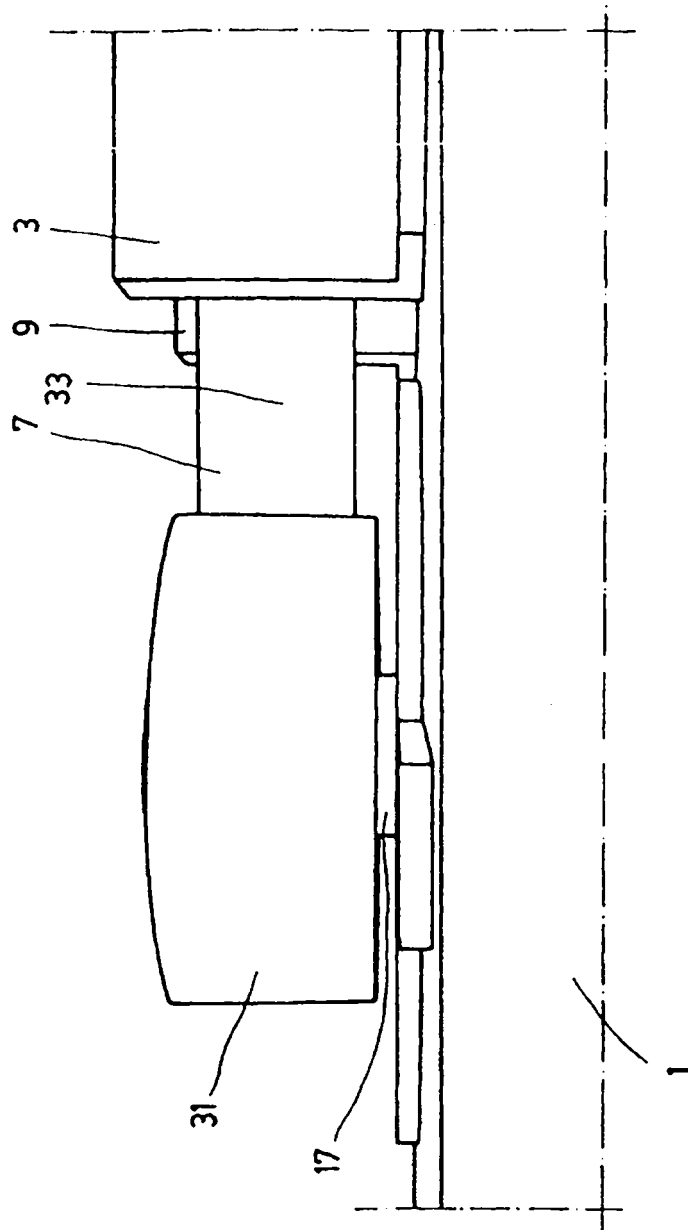


FIG. 10

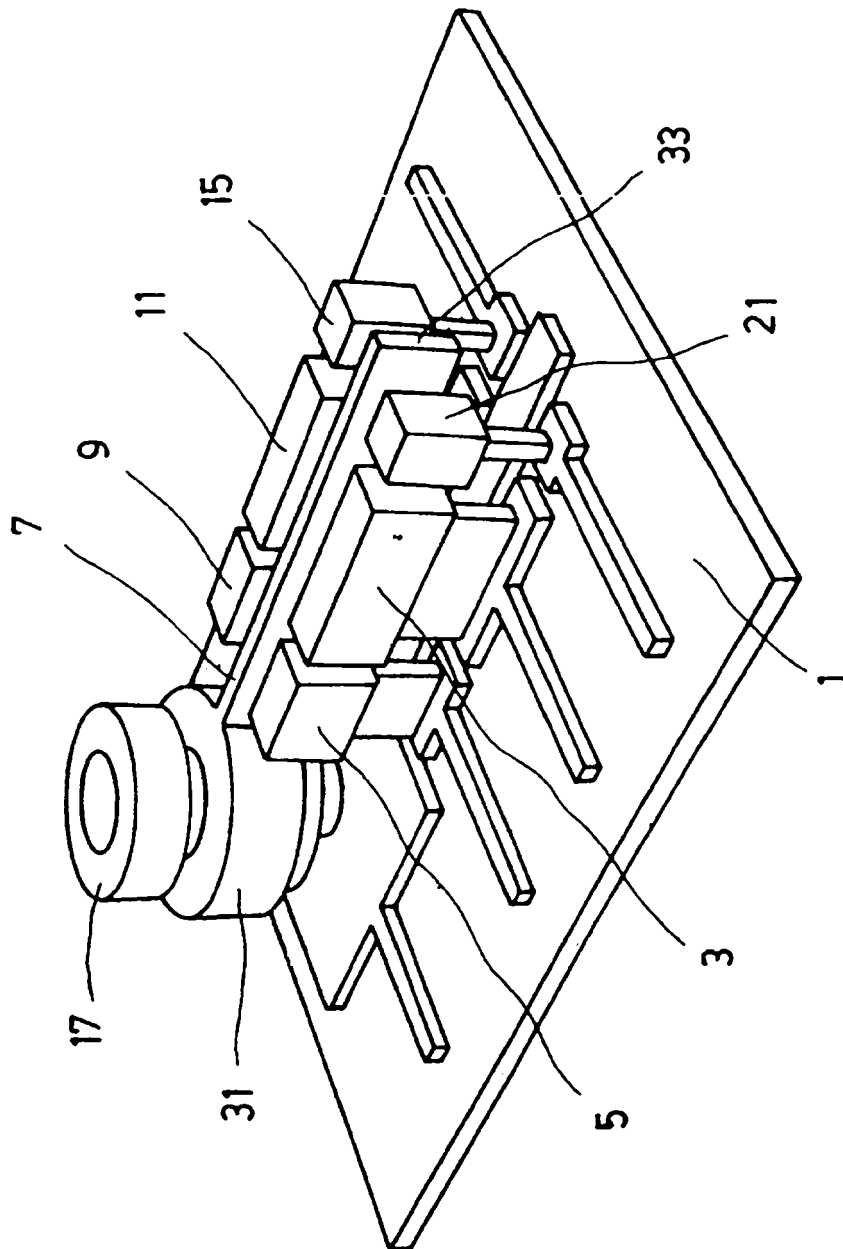


FIG. 11

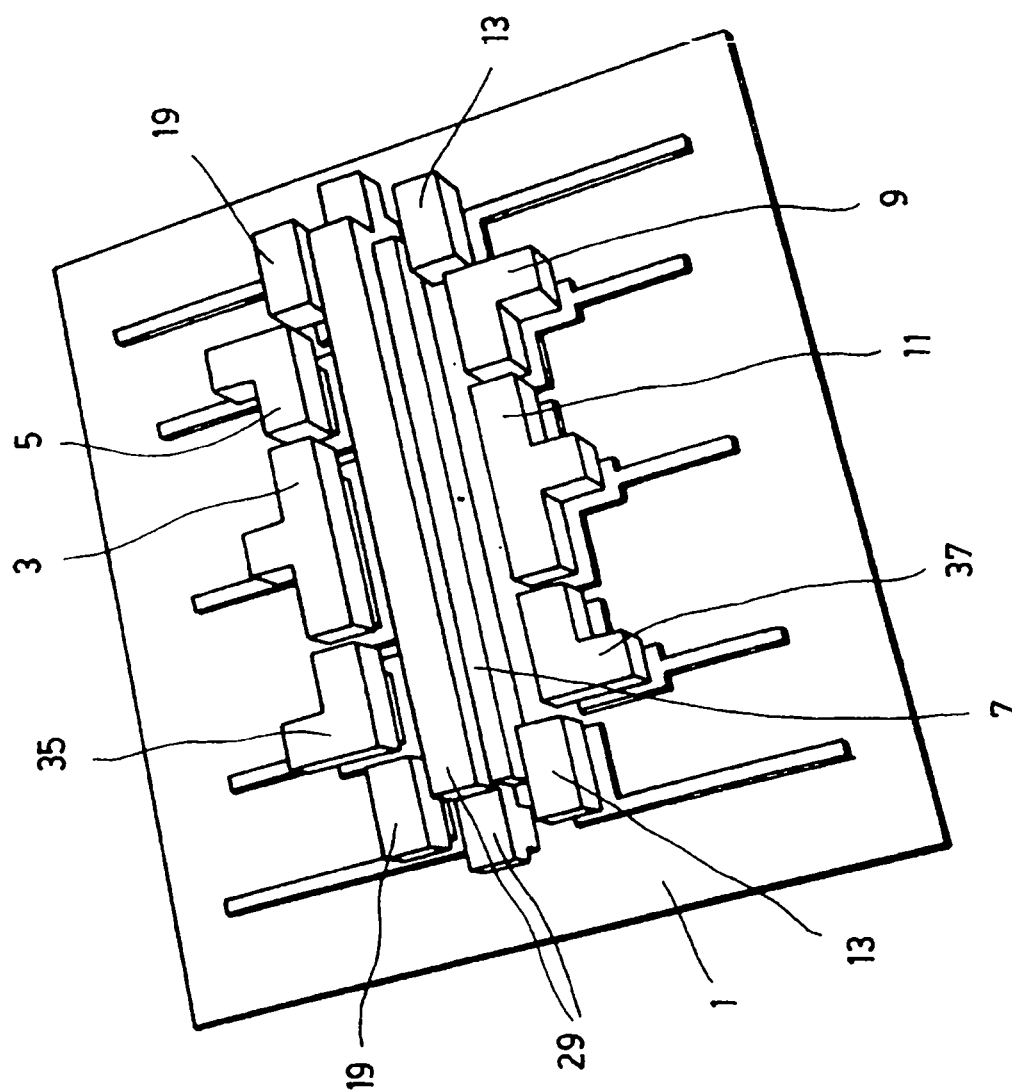


FIG. 12

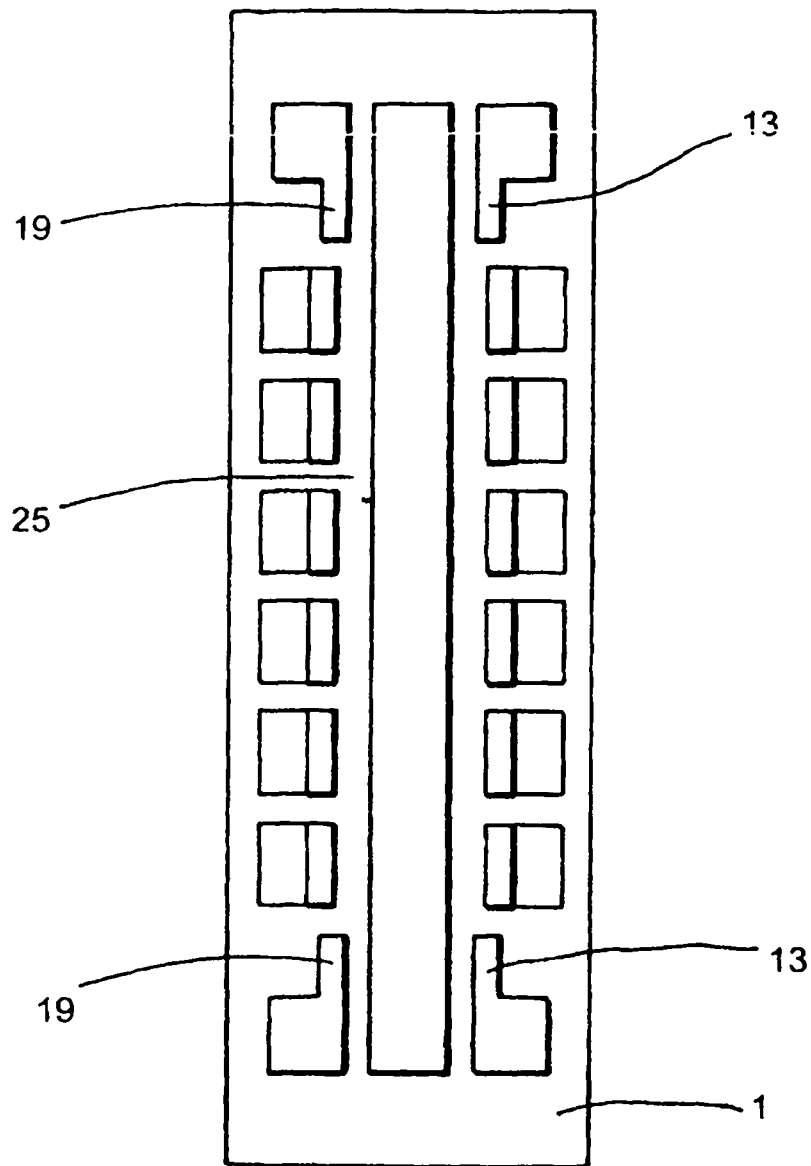


FIG. 13

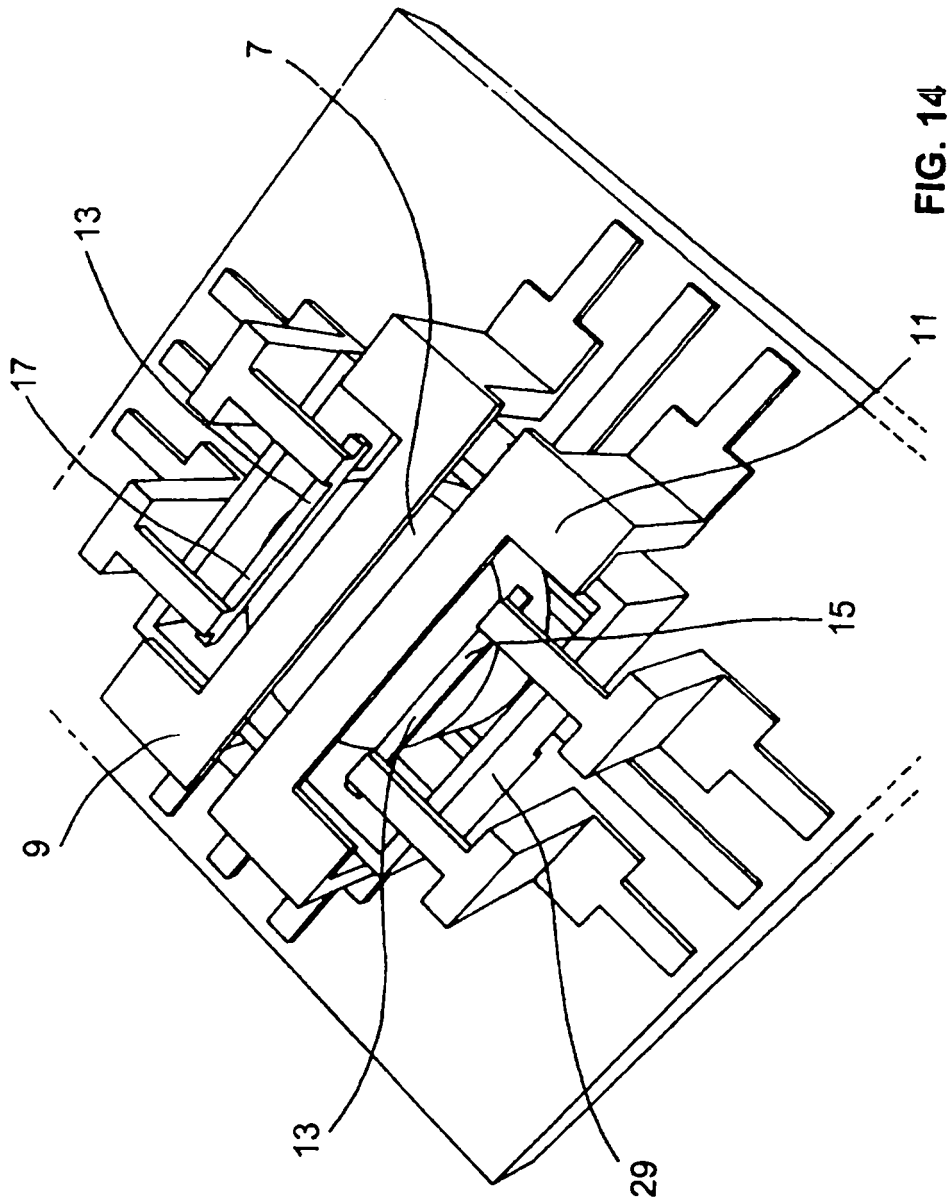


FIG. 14

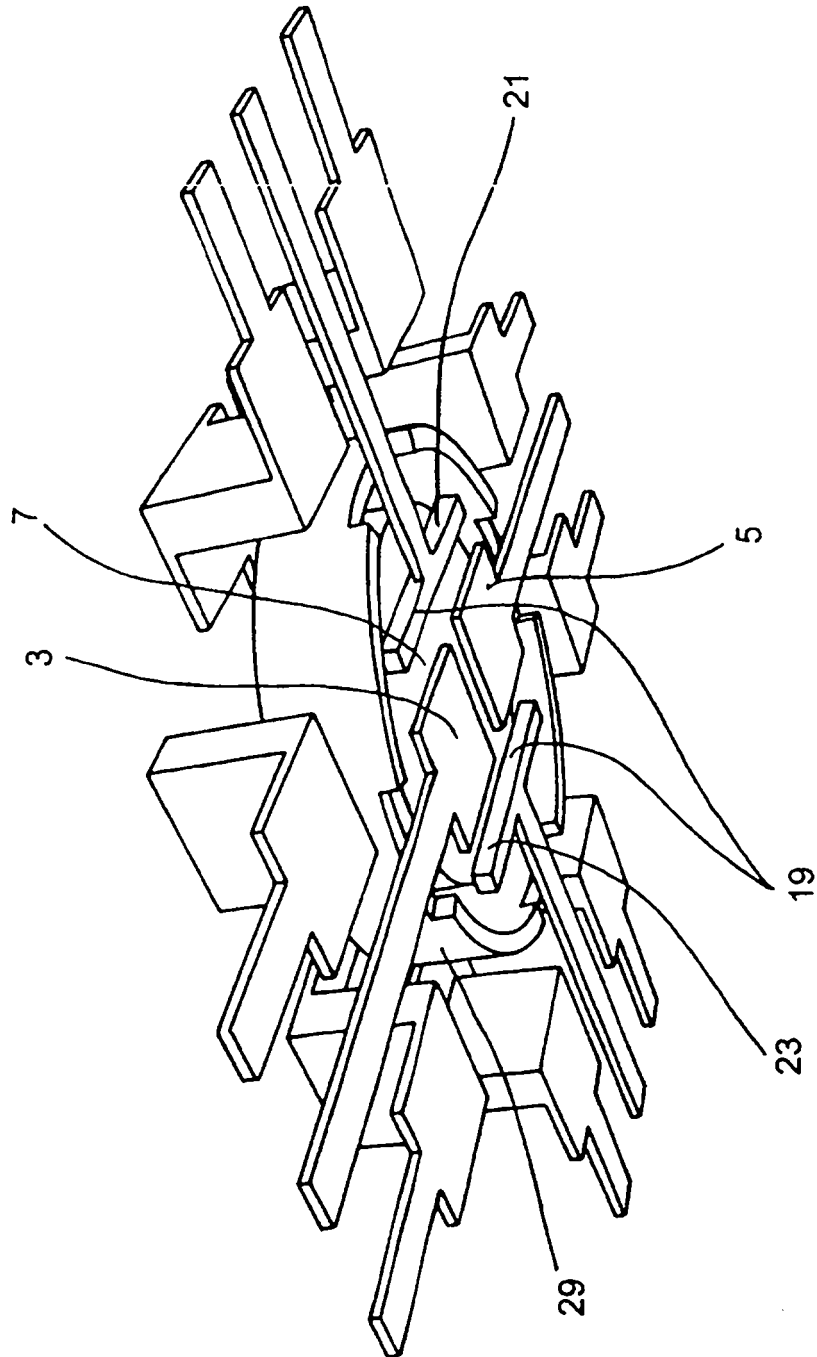


FIG. 15

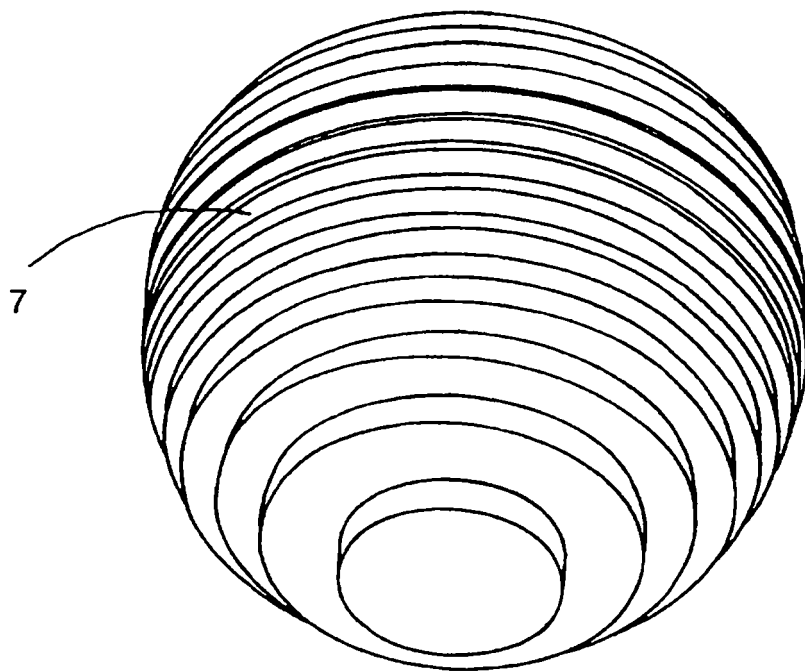
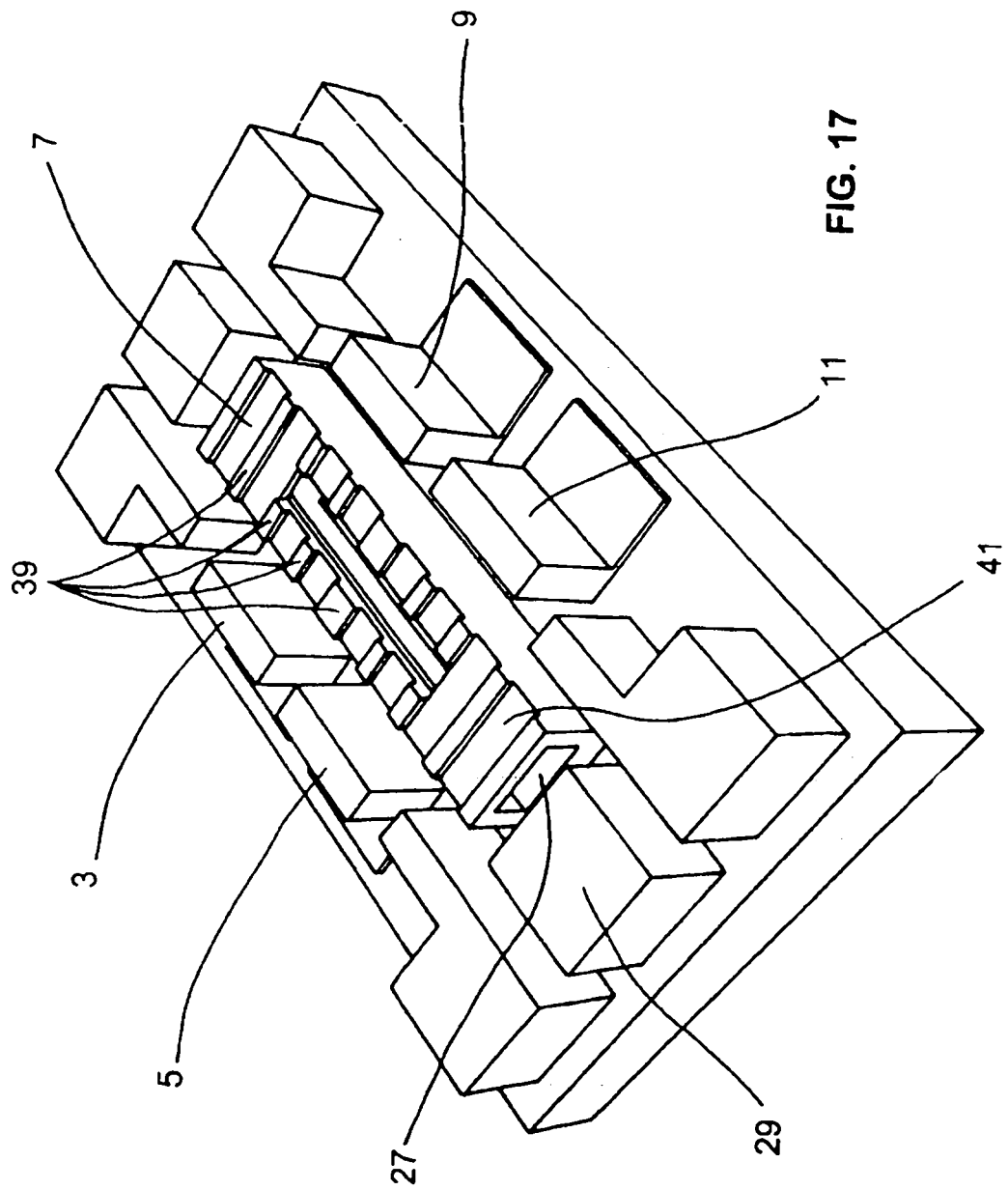


FIG. 16



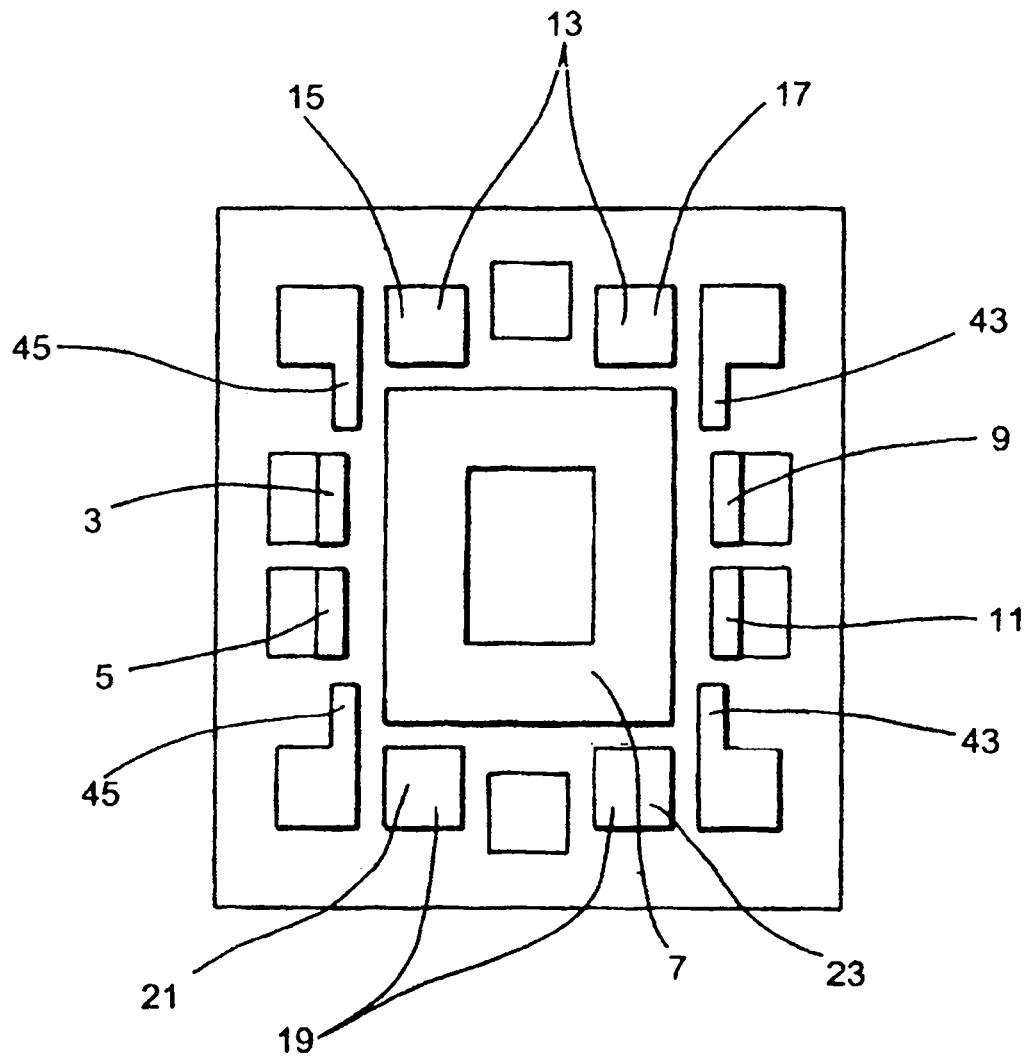


FIG. 18