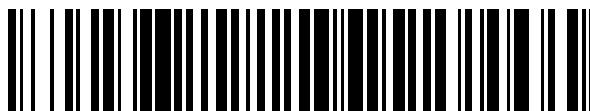


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 600**

51 Int. Cl.:

F42D 1/05 (2006.01)

F42B 3/12 (2006.01)

H05K 1/02 (2006.01)

H05K 1/16 (2006.01)

H05K 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.11.2015 E 15856164 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 3224568**

54 Título: **Multiplicador que comprende un circuito electrónico impreso**

30 Prioridad:

28.11.2014 ZA 201408748

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

25.02.2019

73 Titular/es:

**DETNET SOUTH AFRICA (PTY) LTD (100.0%)
AECI Place The Woodlands, Woodlands Drive,
Woodmead
2191 Johannesburg, ZA**

72 Inventor/es:

**MULLER, ELMAR y
VENTER, FRANCOIS**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 701 600 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

Multiplicador que comprende un circuito electrónico impreso.

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un multiplicador destinado a usarse en un sistema explosivo.

10 Un multiplicador típico incluye una carcasa que se carga con explosivo, y medios por los cuales el multiplicador se puede acoplar o exponer a un detonador el cual, cuando se dispara, enciende el explosivo.

15 Uno de los tipos de detonador usado con un multiplicador es un detonador electrónico. Dichos detonadores se presentan con configuraciones y formas diferentes. En general, un detonador electrónico se construye sobre una placa de circuito impreso haciendo uso de un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) el cual se usa para implementar funciones de control y disparo. Siempre que el ASIC se produzca en una tirada de producción extensa su uso será rentable. No obstante, una vez que un ASIC se ha entregado para la fabricación, normalmente no resulta viable efectuar modificaciones sobre el circuito básico.

20 Como planteamiento alternativo, se implementan circuitos de control de detonadores sobre placas de circuito impreso (PCB) usando componentes discretos. Un producto producido de esta manera es robusto y está fácilmente disponible, y el mismo se puede adaptar con relativa facilidad para adecuarse a requisitos específicos. No obstante, la placa que se usa para el circuito impreso es rígida y no se puede doblar ni fabricar fácilmente con una forma geométrica compleja. Adicionalmente, la tecnología de las PCB es sensible a factores medioambientales, tales como la humedad.

25 El documento EP2678633 divulga un detonador que incluye un circuito impreso sobre un sustrato. En particular, se describe un sistema detonador que incluye un detonador que tiene una fuente de voltaje cargable descargada la cual es eléctricamente sensible a una propiedad de carga de una señal de carga que, durante su uso, se comunica al detonador. La carga de la fuente de voltaje depende de propiedades particulares de la señal de carga, permitiendo, así, que el sistema diferencie, con respecto a una señal de carga, otras señales que, de otro modo, pueden haber tenido un efecto de carga similar sobre la fuente de voltaje. La señal de carga puede comprender un impulso de luz.

30 Es un objetivo de la presente invención proporcionar un multiplicador que pueda hacer uso de un tipo diferente de detonador que no esté sujeto a las restricciones antes mencionadas.

35 Sumario de la invención

40 La invención proporciona un multiplicador según la reivindicación 1. El multiplicador incluye un componente multiplicador el cual incluye una carcasa de multiplicador para un material explosivo de multiplicador y un circuito electrónico impreso que está asociado a la carcasa y que incluye un módulo para recolectar energía emitida por una fuente de energía, un dispositivo de almacenamiento para almacenar energía recolectada por el módulo, un dispositivo de encendido y un circuito, alimentado por lo menos por energía extraída del dispositivo de almacenamiento y sensible a una señal de control para disparar el dispositivo de encendido.

45 Tal como se usa en la presente memoria, "circuito electrónico impreso/imprimible" significa un circuito que incluye componentes de tinta basados en carbono (orgánicos) que se imprimen sobre una superficie no conductora o un circuito formado por depósitos de óxido metálico sobre un sustrato flexible (de silicio amorfo) o una combinación de tecnologías basadas en óxido metálico y carbono.

50 Por lo menos parte del circuito electrónico impreso se podría imprimir directamente sobre una superficie de la carcasa del multiplicador. La superficie puede ser una superficie interior o una superficie exterior de la carcasa del multiplicador (durante su uso).

55 Alternativamente, el circuito electrónico impreso se puede imprimir sobre un sustrato el cual, preferentemente, es flexible y el cual está fijado, según se requiera, a la carcasa del multiplicador, o el cual forma parte de la carcasa del multiplicador.

60 Una ventaja particular del uso de un circuito electrónico impreso la proporciona una capacidad del sustrato, que es portador del circuito, de ser flexible o de tener una forma compleja.

La fuente de energía puede ser una fuente de luz. La fuente de energía la puede proporcionar luz que es transmitida por un tubo de choque que es encendido, o por medio de un conductor de fibra óptica, o similares.

65 Para que el circuito electrónico impreso funcione eficazmente es esencial que haya disponible suficiente energía. La provisión de una cantidad adecuada de energía requiere un módulo de recolección de energía diseñado

apropiadamente. Así, el módulo de recolección puede tener un área relativamente grande la cual se determina de manera que se produzca suficiente energía cuando el módulo se expone a luz transmitida, por ejemplo, por un tubo de choque o por un componente de fibra óptica según el caso.

5 El módulo de recolección de energía puede comprender una célula fotovoltaica o una pluralidad de células fotovoltaicas configuradas para extraer una cantidad máxima de energía de luz, para un área dada, proveniente de una fuente de luz.

10 Por ejemplo, una configuración adecuada puede comprender una célula fotovoltaica configurada para exponerse a un tubo de choque que se hace pasar sobre la célula y que sigue un recorrido por medio del cual el tubo de choque emite hacia la célula una cantidad de luz creciente. Puede aplicarse una consideración similar con respecto a un componente de fibra óptica, o cualquier otro dispositivo emisor de luz.

15 Es posible cubrir la célula fotovoltaica con una película o capa de un material conductor de luz hacia el cual se transfiere luz, emitida por la fuente de energía. Los límites de la película son preferentemente tales que no permiten fácilmente que escape luz de la película con la consecuencia de que la luz, en la película, es reflejada internamente y, a continuación, la célula voltaica extrae una cantidad máxima de luz de la película.

20 El dispositivo para almacenar la energía recolectada puede ser una célula recargable electrónica impresa, una batería de células, un supercondensador, o una célula eléctrica "convencional". El dispositivo de almacenamiento de energía puede almacenar la energía durante un periodo de tiempo limitado, periodo durante el cual un multiplicador, asociado al componente del multiplicador, completa su misión.

25 La carcasa del multiplicador puede ser tubular y, en una forma de la invención, el circuito electrónico impreso se imprime directamente sobre una superficie interior, o una superficie exterior, de la carcasa del multiplicador. No obstante, se prefiere imprimir el circuito electrónico impreso sobre un sustrato flexible, o sobre dos o más sustratos cada uno de los cuales puede ser flexible. Para proporcionar cierto grado de protección para el circuito de control que se incluye en el circuito electrónico impreso, se prefiere que el circuito de control sea portado por un sustrato el cual, durante su uso, está contenido dentro de la carcasa del multiplicador o en una posición protegida en la carcasa. El módulo de recolección de energía se posiciona adecuadamente en una ubicación en la cual se puede acoplar, con facilidad, a una fuente emisora de luz. Así, sin pretender imponer limitaciones, el módulo de recolección de energía estaría, normalmente, en una cara exterior de la carcasa del multiplicador.

35 El dispositivo de encendido puede ser de cualquier tipo adecuado, y puede comprender un único dispositivo o un dispositivo compuesto, por ejemplo, una espoleta distribuida o similares.

40 Según la invención, el componente multiplicador se usa junto con un material explosivo de multiplicador que se carga en la carcasa del multiplicador para constituir un multiplicador operativo. Preferentemente, el diseño de la carcasa del multiplicador es tal que la carga del material explosivo del multiplicador en la carcasa del multiplicador se puede lograr fácilmente bajo condiciones fuera de fábrica. Este planteamiento facilita sustancialmente el envío y el transporte del componente multiplicador, ya que, así, no es necesario tener en cuenta regulaciones de seguridad que son aplicables en general a materiales explosivos.

45 En una forma preferida de la invención, el material explosivo del multiplicador se realiza a partir de por lo menos dos ingredientes cada uno de los cuales, por sí solo, no es peligroso. No obstante, estos ingredientes, cuando se mezclan según una manera preestablecida, reaccionan entre sí y, después de un tiempo de reacción, se pueden usar eficazmente en un multiplicador. Este planteamiento, aunque ejemplificativo y preferido, no es limitativo.

50 La energía que es recolectada por el módulo se usa, como respuesta a una señal de control, para disparar el dispositivo de encendido. No obstante, puede que resulte deseable comunicarse con el multiplicador antes de que tenga lugar el encendido, por ejemplo, para verificar el estado del multiplicador, para programar el circuito de disparo con un retardo de tiempo o con cualquier otra finalidad. Así, para lograr este objetivo, el componente multiplicador puede incluir o ser conectable a una batería la cual, preferentemente, está impresa. La batería se usa con finalidades no relacionadas con el disparo ya que, típicamente, el contenido de energía de la batería resulta inadecuado para disparar el dispositivo de encendido. Para este fin se confía en la energía recolectada.

Breve descripción de los dibujos

60 La invención se describe adicionalmente, a título de ejemplo, en referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 es una representación en forma de diagrama de bloques de un circuito electrónico impreso incluido en un componente multiplicador de acuerdo con la invención,

65 la figura 2 muestra un componente multiplicador de acuerdo con la invención en una configuración explosionada y en perspectiva, y

la figura 3 muestra el componente multiplicador de la figura 2 en una condición ensamblada.

Descripción de la forma de realización preferida

5 La figura 1 de los dibujos adjuntos es una representación en forma de diagrama de bloques de un circuito electrónico impreso 10 adecuado para su uso en un componente multiplicador de acuerdo con la invención. El circuito electrónico impreso incluye un sustrato flexible 14 realizado a partir de cualquier material no conductor eléctricamente, resistente, adecuado, según es conocido en la materia. Impresos sobre el sustrato se encuentran una célula fotovoltaica 16 que constituye un módulo de recolección de energía, un condensador 18, un circuito de control 20 y una espoleta 22. La célula fotovoltaica 16 cubre un área sustancial del sustrato 14. Preferentemente, la célula cubre todas las regiones del sustrato 14 no ocupadas por los elementos 18, 20 y 22 ni por líneas circuitales de interconexión 24 que acoplan los elementos entre sí.

15 El diseño de la célula 16 es tal que, cuando se expone a la luz, la célula 16 convierte la luz en energía eléctrica a un voltaje adecuado el cual se usa para cargar el condensador 18. El condensador 18 es un dispositivo de bajas pérdidas, y se fabrica también usando técnicas de impresión de circuitos electrónicos imprimibles.

20 La naturaleza del circuito de control 20 viene determinada por las características de funcionamiento requeridas, y se puede finalizar en el momento que tiene lugar su impresión. Típicamente, el circuito de control 20 incluye un procesador 30, un temporizador 32 y un conmutador 34 que está conectado a la espoleta 22. El circuito electrónico impreso 10 incluye un dispositivo de interfaz 36. El dispositivo 36 permite establecer enlaces de comunicación entre una fuente externa, por ejemplo, un explosor (no mostrado), y el circuito electrónico impreso 10, particularmente el circuito de control 20. El dispositivo de interfaz 36 puede incluir un transmisor/receptor que funciona con una frecuencia de radiocomunicaciones, y el cual se alimenta con energía extraída del condensador 18. De manera alternativa o adicional, el dispositivo de interfaz 36 se puede basar en el uso de técnicas conocidas en la técnica que permiten que un dispositivo móvil, de mano, tal como un *tagger* (no mostrado), se comunique con el dispositivo de interfaz 36 usando frecuencias infrarrojas, ópticas u otras frecuencias de funcionamiento adecuadas. A través del uso del dispositivo de interfaz 36, pueden transferirse datos al procesador 30 desde una fuente externa, y los mismos se pueden transferir desde el procesador 30 a la fuente externa, según los requisitos.

35 El procesador 30 puede incluir un módulo de memoria 38 que está codificado de manera exclusiva, es decir, proporciona unos medios, por ejemplo, medios de almacenamiento de un identificador, mediante los cuales se especifica de manera exclusiva la identidad del circuito electrónico impreso 10. Esto es útil para, entre otras cosas, implementar protocolos de programación de tiempo (*time*) y otros protocolos de programación, según se conoce en la técnica.

En este ejemplo, el sustrato flexible 14 se ha formado con una serie de aberturas de posicionamiento 40.

40 La figura 2 muestra un componente multiplicador 44, de acuerdo con la invención, en una configuración explosionada. El componente 44 incluye una carcasa de multiplicador en forma de taza 46 que tiene una ranura alargada 48 que se extiende desde una boca 50 hasta un extremo inferior 52 el cual está cerrado. La boca 50 se puede sellar por medio de una tapa 56 que es acoplable a la carcasa de multiplicador 46 de una manera no deslizante y segura, cuando así se requiera. El volumen interior 57 de la carcasa de multiplicador 46 queda, entonces, cerrado de manera sustancialmente completa.

50 La figura 2 muestra el sustrato flexible 14 doblado en forma de un canal. Esto se lleva a cabo fácilmente ya que, de manera típica, el material en el cual se imprime un circuito electrónico imprimible 10 se puede realizar de manera que sea flexible. Alternativamente, el circuito electrónico imprimible 10 se puede imprimir en un material de soporte bastante rígido aunque elásticamente deformable el cual se preforma (es decir, antes de que tenga lugar la impresión del circuito 10) con la configuración de canal que se muestra en la figura 2.

55 Preferentemente, la espoleta 22, a la que se hace referencia en relación con la figura 1, es una espoleta distribuida, es decir, incluye una serie de componentes de espoleta 22A, 22B, etcétera, que están separados entre sí y que están posicionados en lo que, durante su uso, es una superficie interior 58 del sustrato 14. Los componentes de espoleta están situados de manera que se posicionan en la ranura 48, cuando el sustrato curvado 14 se coloca sobre una superficie exterior 46A de la carcasa 46.

60 El componente multiplicador 44 incluye, además, un manguito transparente protector flexible 60 que está realizado a partir de un material plástico transparente, delgado y elásticamente deformable. El manguito 60 se puede expandir de manera elásticamente circunferencial según se requiera, gracias a la provisión de una ranura alargada relativamente grande 62. El material a partir del cual se realiza el manguito 60 tiene memoria y, una vez que se ha retirado la fuerza expansiva aplicada al manguito, este último se contrae circunferencial y automáticamente gracias a la memoria del material del manguito. En el manguito se ha formado una serie de aberturas 64 que se llevan, respectivamente, en alineación con las aberturas 40 cuando el sustrato 14 se coloca en la carcasa 46, y, a continuación, el manguito se acopla al sustrato y a la carcasa 46.

ES 2 701 600 T3

La superficie exterior 46A de la carcasa 46 tiene cuatro apéndices 68 que pasan, respectivamente, a través de aberturas de alineación 40 y 64 y que, a continuación, presentan orificios 70 en una cara exterior del componente detonador 44 (cuando se ensambla) tal como se muestra en la figura 3.

5

Con el componente multiplicador 44 en el estado ensamblado mostrado en la figura 3, un componente emisor de luz 74, tal como un cable de fibra óptica o un tubo de choque, se ensarta a través de los orificios 70 para exponer un tramo sustancial del componente 74 a la célula fotovoltaica subyacente 16 incluida en el circuito 10. El material a partir del cual se realiza el manguito 60 es, por lo menos parcialmente, fotoconductor y, consecuentemente, luz emitida por el componente 74 incide directamente sobre la célula 16 con una atenuación mínima. La luz reacciona con la célula fotovoltaica y, tal como es sabido en la técnica, se produce energía eléctrica la cual se usa para cargar el condensador 18.

10

La carcasa de multiplicador 46 se proporciona normalmente en la configuración ensamblada que se muestra en la figura 3 aunque sin el componente 74 conectado a la misma.

15

Los apéndices 68 podrían tener aberturas con formas de presilla de manera que el componente 74 se puede deslizar para acoplarse a los orificios directamente, es decir, sin ensartarlo a través de los orificios uno tras otro.

20

En el sitio de operaciones en el cual va a tener lugar la voladura, se carga un material explosivo de multiplicador 80 en el volumen interior 57 de la carcasa de multiplicador 46 a través de la boca 50. El material 80 puede ser de cualquier tipo adecuado. No obstante, de manera preferente, el material explosivo 80 se realiza a partir de por lo menos dos ingredientes 80A y 80B, respectivamente, que están diseñados de forma que cada ingrediente, por sí solo, es seguro y fiable en cuanto a su uso. Solamente cuando los ingredientes 80A y 80B se han mezclado correctamente entre sí y, a continuación, después de que haya transcurrido un periodo de reacción determinado, ese material 80, formado por los ingredientes mezclados 80A y 80B, puede encenderse.

25

En la práctica, una vez que la carcasa de multiplicador 46 se ha cargado con el material explosivo 80, la tapa 56 se acopla a la boca 50 y, a continuación, el multiplicador 84 (que comprende el componente multiplicador ensamblado 44 en el que se ha cargado el material explosivo 80) se puede desplegar en un barreno, no mostrado, de una manera convencional. Típicamente, el multiplicador 84 es uno de entre una pluralidad de multiplicadores construidos de forma similar (no mostrados) utilizados en una configuración adecuada en el emplazamiento de una voladura.

30

Cuando va a tener lugar el disparo en el emplazamiento de una voladura, se envía una señal de disparo al multiplicador 80 por medio del componente emisor de luz 74 el cual, tal como se ha indicado, es, típicamente, un tubo de choque. Un frente de propagación que avanza en el tubo de choque pasa sobre la célula fotovoltaica 16 que está incluida en el circuito electrónico impreso 10, y energía luminosa, recolectada por la célula 16, es convertida en energía eléctrica la cual se usa para cargar el condensador 16. El circuito de control 20 se alimenta con energía extraída del condensador 16. El circuito de control 20, por medio del temporizador 32, puede ejecutar un intervalo de temporización que se puede preprogramar en el procesador 30 a través del dispositivo de interfaz 36. Al final del intervalo de temporización, el conmutador 34 se cierra y energía extraída del condensador 16 se descarga hacia la espoleta 22. En la configuración preferida que se muestra en la figura 2, la espoleta 16 consta de una serie de componentes de espoleta separados entre sí o distribuidos 22A, 22B, etcétera, y cada componente de espoleta se expone al material explosivo 80 en el interior de la carcasa de multiplicador 46. A continuación, tiene lugar el disparo del multiplicador 84 según una manera convencional.

35

40

45

En la descripción anterior, se ha hecho referencia a la energía recolectada que se usa para encender el dispositivo de encendido o espoleta. Antes de que tenga lugar el disparo, puede que sea deseable o necesario que un explosor (no mostrado) bajo el control de un operario se comunique con el multiplicador 84. En el temporizador 22 se puede programar un retardo de tiempo, o puede modificarse un tiempo ya cargado. Puede que se requiera verificar el estado del multiplicador, es decir, validar conexiones, etcétera, con el multiplicador y garantizar que este último es funcional. Con esta finalidad, el circuito 10 (véase la figura 1) puede incluir un módulo de comunicación 90 y una batería 92 la cual se utiliza para alimentar el módulo de comunicación antes de la implementación del proceso de recolección de energía. La batería 92 se puede formar imprimiendo materiales adecuados en el sustrato flexible 14. La batería 92 puede alimentar, adicionalmente, al procesador 30, según resulte adecuado, para permitir que tengan lugar comunicaciones con el multiplicador. Típicamente, la capacidad de la batería es adecuada para permitir que tengan lugar comunicaciones, según se requiera, pero resulta inadecuada para conseguir el disparo del dispositivo de encendido.

50

55

60

REIVINDICACIONES

- 5 1. Multiplicador que incluye un componente multiplicador (44) el cual incluye una carcasa de multiplicador en forma de taza (46) con un volumen interior (57) y una boca (50), un material explosivo de multiplicador (80) en el volumen interior, una tapa (56) acoplada a la boca (50), un sustrato (14) que está fijado a la carcasa de multiplicador (46) o que forma parte de la carcasa de multiplicador (46), un circuito electrónico (10) que está impreso en el sustrato (14) y que incluye un módulo fotovoltaico (16) para recolectar energía emitida por una fuente de energía, un dispositivo de almacenamiento (18) para almacenar energía recolectada por el módulo fotovoltaico (16), un dispositivo de encendido (22), un circuito (20), alimentado, por lo menos parcialmente, por energía extraída del dispositivo de almacenamiento (18) y sensible a una señal de control para disparar el dispositivo de encendido (22), y un manguito (60) el cual es, por lo menos parcialmente, fotoconductor, acoplado al sustrato y a la carcasa, y en el que la carcasa (46) es acoplable a un componente emisor de luz (74) de manera que luz emitida por el componente (74) incide, a través del manguito por lo menos parcialmente fotoconductor (60), sobre el módulo fotovoltaico (16) para producir energía eléctrica con el fin de cargar el dispositivo de almacenamiento (18).
- 10
- 15
2. Componente multiplicador según la reivindicación 1, en el que la fuente de energía es una fuente de luz.
3. Componente multiplicador según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de almacenamiento de energía (18) se selecciona de entre una célula recargable electrónica imprimible, una batería de células, un supercondensador y una célula eléctrica.
- 20
4. Componente multiplicador según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de encendido (22) es una espoleta distribuida.
- 25

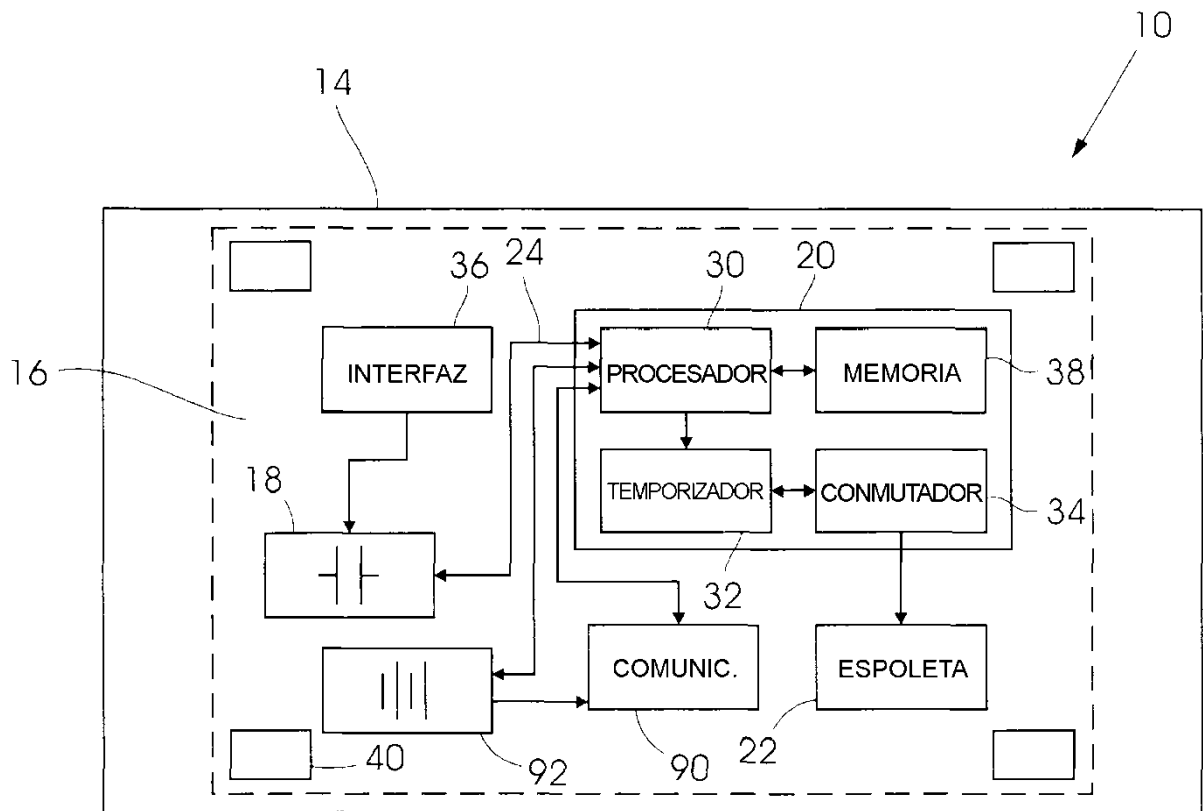


FIGURA 1

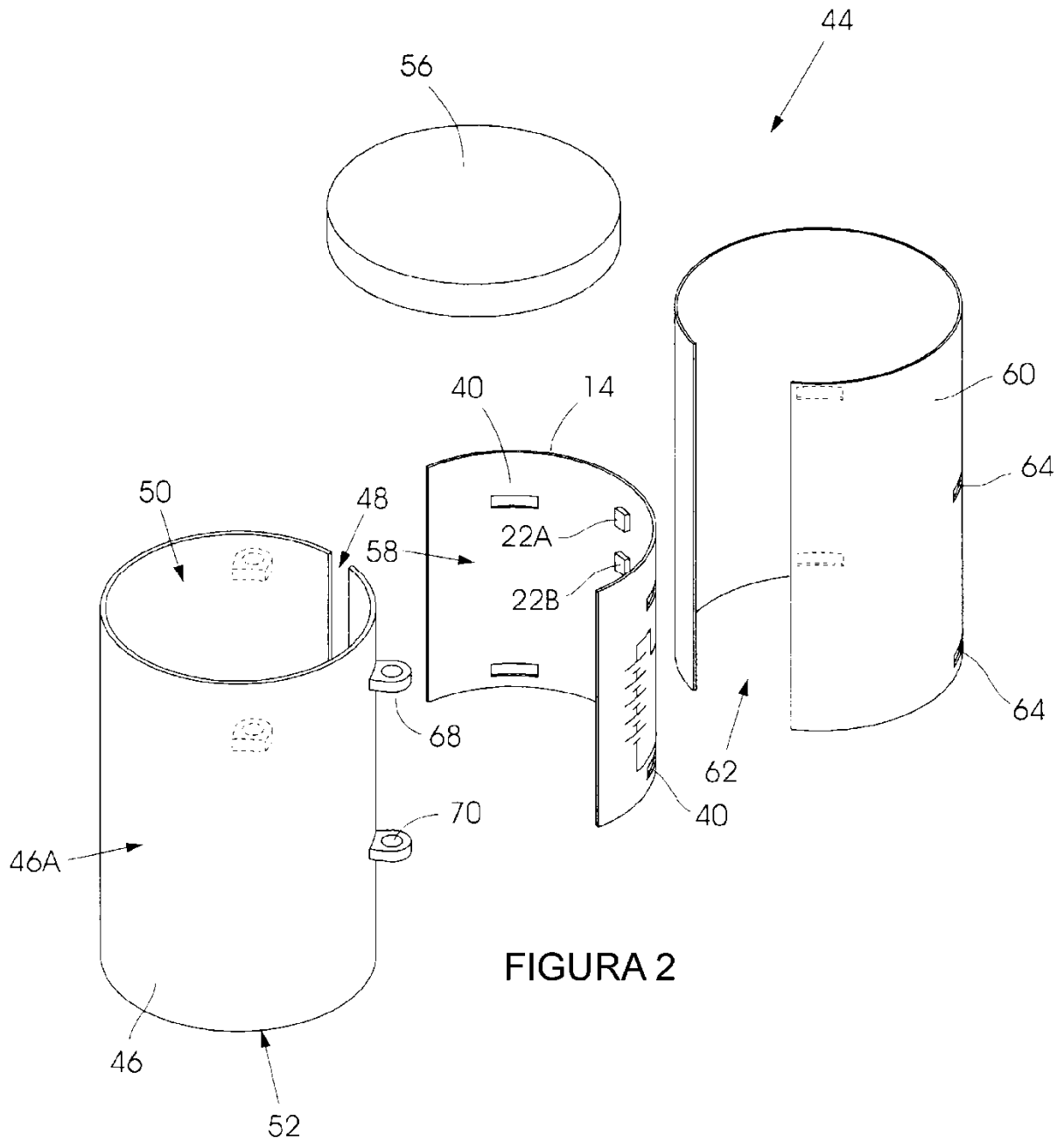


FIGURA 2

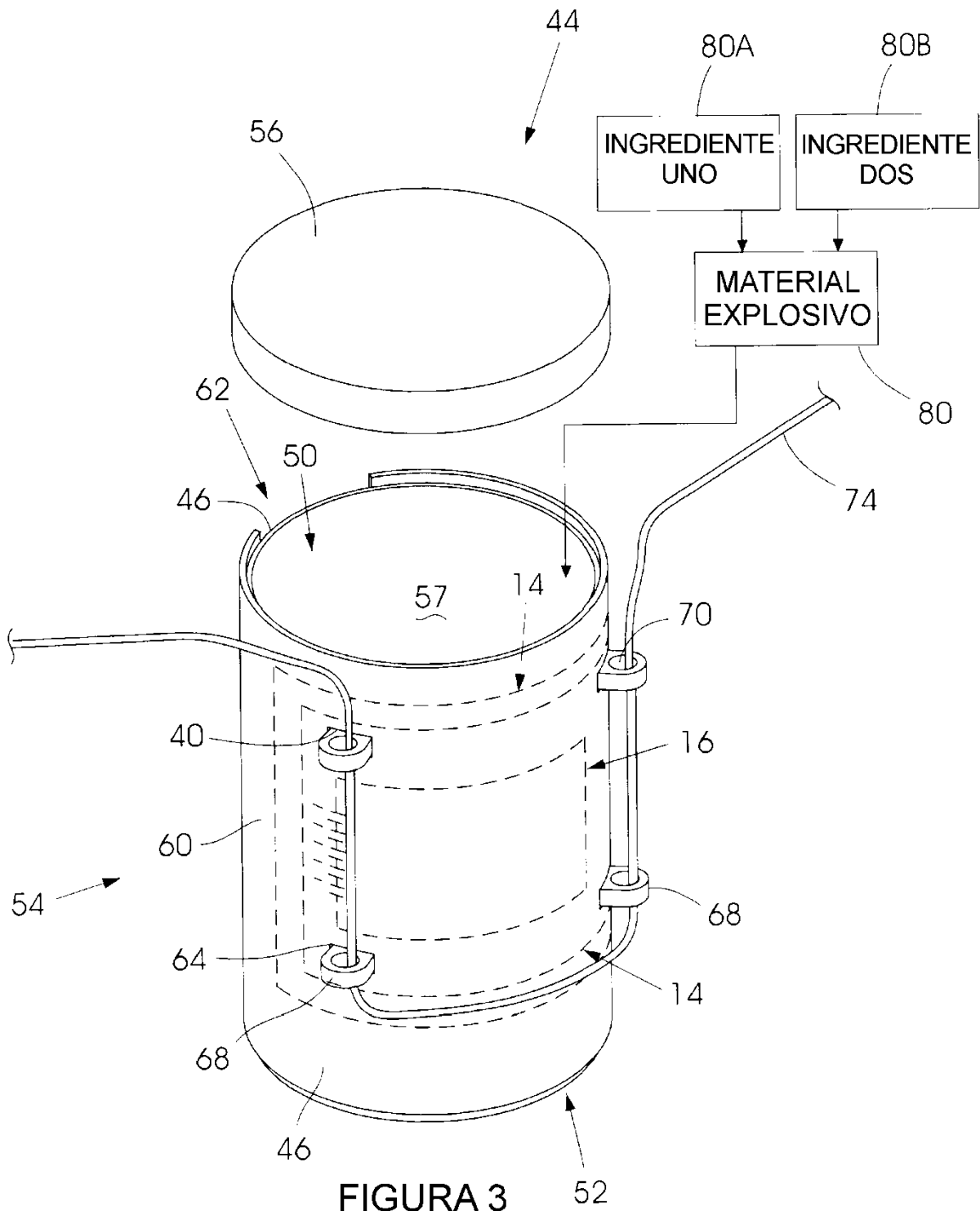


FIGURA 3