

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 821 728**

51 Int. Cl.:

H01L 23/538 (2006.01)

H01L 23/48 (2006.01)

H01L 21/768 (2006.01)

H01L 23/498 (2006.01)

H01L 21/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.03.2017 PCT/US2017/022829**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.09.2017 WO17161199**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2017 E 17714617 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2020 EP 3430644**

54 Título: **Sustrato de pastilla embebida con taladro posterior**

30 Prioridad:

18.03.2016 US 201615074750

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

27.04.2021

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)

5775 Morehouse Drive

San Diego, CA 92121-1714, US

72 Inventor/es:

KIM, DAEIK;

FU, JIE;

YUN, CHANGHAN;

KIM, CHIN-KWAN;

ALDRETE, MANUEL;

ZUO, CHENGJIE;

VELEZ, MARIO y

KIM, JONGHAE

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 821 728 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

Sustrato de pastilla embebida con taladro posterior

5 **REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUD RELACIONADA**

[0001] Esta solicitud reivindica la prioridad y el beneficio de la solicitud de patente no provisional n.º 15/074.750 presentada en la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos el 18 de marzo de 2016.

10 **Campo de la divulgación**

[0002] Varias características se refieren, en general, a un sustrato de pastilla embebida y, más específicamente, a un sustrato de pastilla embebida en el que se penetra una pastilla durante un proceso de perforación posterior para exponer una placa conductora de dentro de la pastilla.

15 **Antecedentes**

[0003] La demanda de dispositivos electrónicos portátiles y ponibles sigue creciendo. Los ejemplos de dispositivos electrónicos portátiles incluyen teléfonos celulares móviles, dispositivos de imágenes (por ejemplo, cámaras), dispositivos de música (por ejemplo, reproductores de MP3) y dispositivos que integran la funcionalidad de uno o más de los dispositivos que se acaban de mencionar. Los ejemplos de dispositivos electrónicos ponibles incluyen gafas que pueden integrar la funcionalidad de un dispositivo de imágenes, una pantalla de vídeo y un terminal de acceso a Internet. Un ejemplo adicional de un dispositivo ponible incluye un dispositivo ponible para la muñeca que puede integrar la funcionalidad de dispositivos que monitorizan/registrar/transmiten los parámetros fisiológicos de un usuario (por ejemplo, frecuencia cardíaca, nivel de oxígeno en la sangre, inquietud durante el sueño) y/o ubicación geográfica. Los dispositivos ponibles para la muñeca pueden integrar adicionalmente o de forma alternativa la funcionalidad de los dispositivos celulares móviles con pantallas a color. Muchos dispositivos electrónicos portátiles y ponibles se integran con alguna forma de comunicación inalámbrica. Los usuarios esperan nuevas características, memoria adicional y rendimiento mejorado con cada iteración de un dispositivo electrónico. Además, los usuarios esperan que sus dispositivos permanezcan con el mismo tamaño o se reduzcan a pesar de la incorporación de nuevas características, memoria adicional y un rendimiento mejorado.

[0004] Para reducir el tamaño, los dispositivos pueden diseñarse con un aumento en la densidad de los transistores y/o una disminución en el tamaño de la pastilla incorporada dentro del dispositivo. Al menos para fines de protección e integración, la pastilla se puede montar en paquetes. Para reducir el tamaño del paquete, la unión por cable de la pastilla en los paquetes ha dado lugar a la unión de chip invertido. Las formas de paquete, como la matriz de rejilla esférica, también se utilizan para reducir el tamaño general de los dispositivos.

[0005] La integración vertical de pastillas/paquetes también ha ayudado a reducir el tamaño general de los dispositivos electrónicos. En diseños integrados verticalmente, las pastillas/paquetes pueden apilarse uno encima del otro. Los ejemplos de pastillas/paquetes apilados verticalmente incluyen la estructura paquete sobre paquete (PoP). La estructura PoP puede estar compuesta por una pila vertical de paquetes de matriz de rejilla esférica.

[0006] Otra estructura usada para la integración vertical se conoce como sustrato de pastilla embebida o sustrato laminado embebido (al que se hace referencia en el presente documento por consistencia como sustrato de pastilla embebida (EDS)). Un EDS puede emplear un sustrato de múltiples capas. Para reducir el tamaño vertical, en lugar de montar una pastilla activa y/o componentes activos/pasivos en la parte superior del sustrato de múltiples capas, la pastilla activa y/o los componentes activos/pasivos se montan dentro de una cavidad en el sustrato de múltiples capas.

[0007] El uso de EDS puede reducir el tamaño vertical, pero las dificultades permanecen en la implementación. Por ejemplo, en una implementación de EDS, el acceso a las placas en la parte superior (por ejemplo, el primer lado) de una pastilla desde nodos adyacentes a una parte posterior opuesta (por ejemplo, el segundo lado) de la pastilla puede implicar el uso de pastillas que son costosas de fabricar. Por lo tanto, es deseable, por ejemplo, reducir los costes de la pastilla usada en las implementaciones de EDS y mantener el acceso a las placas en la parte superior de la pastilla desde los nodos adyacentes a la parte posterior de la pastilla.

[0008] El documento US2011/204505 describe un dispositivo semiconductor que tiene una pastilla semiconductor montada sobre un soporte. Se deposita un encapsulante sobre la pastilla semiconductor y el soporte. Se forma una capa aislante sobre la pastilla semiconductor y el encapsulante. Se forma una pluralidad de primeras vías a través de la capa aislante y la pastilla semiconductor mientras está montada en el soporte. Se forma una pluralidad de segundas vías a través de la capa aislante y el encapsulante en la misma dirección que las primeras vías mientras la pastilla de semiconductor está montada en el soporte. Un material eléctricamente conductor se deposita en las primeras vías para formar TSV conductoras y en las segundas vías para formar TMV conductoras. Se forma una primera estructura de interconexión sobre la capa aislante y se conecta eléctricamente

a la TSV y la TMV. El soporte es eliminado. Se forma una segunda estructura de interconexión sobre la pastilla semiconductor y el encapsulante y se conecta eléctricamente a las TSV y TMV.

5 **[0009]** El documento US2008/048310 describe una estructura de placa de soporte con un componente semiconductor embebido en el mismo y se propone un procedimiento para fabricarlo. El procedimiento proporciona al menos un componente semiconductor y un soporte que tiene una primera superficie y una segunda superficie opuesta a la primera superficie y al menos un orificio pasante. El componente semiconductor tiene una superficie activa que tiene una pluralidad de placas de electrodo y una superficie inactiva, opuesta a la superficie activa, que tiene una pluralidad de rebajes. Se forma una capa adhesiva en la segunda superficie del soporte para sellar un extremo del orificio pasante del soporte. Por lo tanto, el componente semiconductor puede montarse en el orificio pasante del soporte, y la superficie inactiva puede montarse en la capa adhesiva, así como la capa adhesiva rellena el rebaje del componente semiconductor y el espacio entre el orificio pasante de la placa de soporte y el componente semiconductor. Debido a que se reduce la posibilidad de separación entre el componente semiconductor y la capa adhesiva, se mejora la conexión integral entre el componente semiconductor y el soporte.

15 **BREVE EXPLICACIÓN**

[0010] Los aspectos divulgados en el presente documento proporcionan un dispositivo y procedimientos para fabricar el dispositivo, tal como un sustrato de pastilla embebida.

20 **[0011]** La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

DIBUJOS

25 **[0012]** Diversas características y la naturaleza y las ventajas pueden resultar evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando se considere conjuntamente con los dibujos, en los que los mismos caracteres de referencia identifican elementos correspondientes de principio a fin.

30 La FIG. 1 ilustra una vista, en sección transversal, de un ejemplo de un sustrato de pastilla embebida (EDS) que implementa un primer tipo de pastilla de acuerdo con un enfoque que no forma parte de la invención.

La FIG. 2 ilustra una vista, en sección transversal, de un ejemplo de un EDS que implementa un segundo tipo de pastilla de acuerdo con otro enfoque que no forma parte de la invención.

35 La FIG. 3 ilustra una vista, en sección transversal, de un EDS que incluye una primera interconexión de penetración de pastilla de un único segmento y una segunda interconexión de penetración de pastilla de un único segmento, de acuerdo con los aspectos descritos en el presente documento.

40 La FIG. 5B ilustra una vista, en sección transversal, de la pastilla de la FIG. 5A tomada a lo largo de la línea 5B-5B.

45 La FIG. 6A ilustra una vista en planta posterior de un primer EDS que tiene primeras ubicaciones previamente designadas para la formación de interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento, de acuerdo con los aspectos descritos en el presente documento.

La FIG. 6B ilustra una vista posterior, en planta, de un segundo EDS que tiene primeras ubicaciones previamente designadas para la formación de interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento, de acuerdo con los aspectos descritos en el presente documento.

50 La FIG. 7 (que incluye las FIGS. 7A-7C) ilustra una secuencia a modo de ejemplo de etapas para proporcionar/fabricar un EDS que incluye interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento, de acuerdo con los aspectos descritos en el presente documento.

55 La FIG. 8 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento a modo de ejemplo para fabricar un EDS que incluye una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento, de acuerdo con los aspectos descritos en el presente documento.

60 La FIG. 9 ilustra otro diagrama de flujo de un procedimiento a modo de ejemplo para fabricar un EDS que incluye una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento, de acuerdo con los aspectos descritos en el presente documento.

65 La FIG. 10 ilustra otro diagrama de flujo de un procedimiento a modo de ejemplo para fabricar un EDS que incluye una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento, de acuerdo con los aspectos descritos en el presente documento.

La FIG. 11 ilustra varios dispositivos electrónicos que pueden integrarse con cualquiera de los EDS mencionados anteriormente que incluyen una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

5

[0013] En la siguiente descripción, se dan detalles específicos para proporcionar un entendimiento exhaustivo de los diversos aspectos de la divulgación. Sin embargo, un experto en la técnica entenderá que los aspectos se pueden llevar a la práctica sin estos detalles específicos presentados en el presente documento. Por ejemplo, pueden mostrarse circuitos en diagramas de bloques para no complicar los aspectos con detalles innecesarios. En otros casos, pueden no mostrarse con detalle circuitos, estructuras y técnicas que sean muy conocidos para no complicar los aspectos de la divulgación.

10

15

[0014] En algunas implementaciones, la altura de una pastilla puede definirse a lo largo de la dirección Z de la pastilla, que se muestra en las figuras de la presente divulgación. En algunas implementaciones, la dirección Z de la pastilla puede definirse a lo largo de un eje entre un primer lado (por ejemplo, un lado superior) y un segundo lado opuesto (por ejemplo, un lado posterior) de la pastilla. Los términos lado superior (o superior) y lado posterior (o inferior) pueden asignarse arbitrariamente; sin embargo, como ejemplo, una superficie superior de una pastilla puede ser una parte que comprende la mayoría de las placas de entrada/salida, mientras que una superficie posterior de la pastilla puede ser una parte que está unida, adherida o fijada de otro modo a un sustrato. En algunas implementaciones, la parte superior de la pastilla puede ser una parte posterior de la pastilla, y la parte posterior de la pastilla puede ser una parte superior de la pastilla. Una parte superior puede ser una parte superior en relación con una parte posterior inferior. Una parte posterior puede ser una parte inferior en relación con una parte superior más elevada. A continuación, se describirán otros ejemplos de partes superiores y partes posteriores. Las direcciones X-Y de la pastilla pueden referirse a la dirección lateral y/o la huella de la pastilla. Los ejemplos de direcciones X-Y se muestran en las figuras de la presente divulgación y/o se describen adicionalmente a continuación. En muchas de las figuras de la presente divulgación, la pastilla y las partes de un EDS pueden mostrarse a través de una sección transversal X-Z o un plano X-Z. Sin embargo, en algunas implementaciones, la pastilla y las partes del EDS pueden representarse a través de una sección transversal Y-Z o un plano Y-Z.

20

25

30

[0015] En algunas implementaciones, una interconexión es un elemento o componente de una pastilla, EDS, dispositivo o paquete que permite o facilita un acoplamiento eléctrico y/o térmico entre dos puntos, elementos y/o componentes. En algunas implementaciones, una interconexión puede incluir una pista y/o un orificio chapado y/o relleno (por ejemplo, una vía). En algunas implementaciones, una interconexión puede estar formada por segmentos (capas) en cascada, como una serie de vías conectadas en serie; una interconexión de este tipo puede denominarse en el presente documento una interconexión segmentada. Las interconexiones segmentadas pueden incluir costuras entre segmentos (por ejemplo, capas), al menos porque se pueden formar segmentos separados durante operaciones separadas durante el procesamiento. Por lo tanto, una interconexión segmentada, como una interconexión segmentada formada por una pila de vías en cascada, puede tener costuras, entre segmentos, a lo largo de la interconexión segmentada, transversal a la longitud de la interconexión segmentada. Por el contrario, en algunas implementaciones, una interconexión puede estar formada por un único segmento (por ejemplo, solo una capa); una interconexión de este tipo puede denominarse en el presente documento una interconexión de un único segmento (es decir, una interconexión no segmentada). Las interconexiones de un único segmento pueden no tener costuras a lo largo de la longitud de la interconexión de un único segmento, transversal a la longitud de la interconexión de un único segmento. En algunas implementaciones, una interconexión puede fabricarse con un material eléctricamente conductor que puede configurarse para proporcionar un trayecto eléctrico para una señal (por ejemplo, señal de datos, señal de tierra, señal de potencia) desde un primer nodo a un segundo nodo. En algunas implementaciones, una interconexión puede fabricarse con un material termoconductor que puede configurarse para proporcionar un trayecto térmico desde un primer nodo a un segundo nodo. Una interconexión puede ser eléctrica y/o térmicamente conductora. Una interconexión puede ser parte de un circuito. Una lista no exclusiva de ejemplos de materiales conductores incluye oro, plata y cobre. El material conductor puede ser una pasta conductora.

35

40

45

50

55

[0016] Como se usa en el presente documento, la perforación (por ejemplo, la perforación de un orificio) puede implementarse con procesos que incluyen, por ejemplo, un proceso de fotolitografía, un proceso mecánico y/o un proceso de perforación láser.

60

[0017] Como se usa en el presente documento, un orificio puede ser una cavidad, abertura o vacío en un objeto físico que está definido por la pared o paredes laterales formadas en el objeto físico.

60

[0018] En un dispositivo de múltiples capas, es habitual identificar la capa de metalización más superior como una primera capa de metalización o una capa "M1". Cada capa de metalización inferior se incrementa habitualmente en uno. Los EDS a modo de ejemplo presentados en el presente documento se ilustran con cuatro capas de metalización (M1, M2, M3, M4). Sin embargo, los EDS de acuerdo con los aspectos descritos en el presente documento pueden presentarse con cualquier número de capas de metalización. Nada del presente documento pretende limitar el número de capas de metalización de un EDS.

65

Visión general

5 [0019] Algunas características pertenecen a un sustrato de pastilla embebida (EDS) que incluye un sustrato que tiene una capa conductora intercalada entre capas dieléctricas opuestas, una cavidad en el sustrato, una pastilla montada en el sustrato dentro de la cavidad y capas de preimpregnación laminadas en las capas de dieléctrico en los lados opuestos del sustrato. Al menos una interconexión de un único segmento (por ejemplo, un orificio chapado y/o relleno con una longitud continua de un material conductor) se extiende a través de una capa de preimpregnación en la parte posterior del EDS, una capa dieléctrica del sustrato y hacia el interior de la pastilla. La interconexión de un único segmento puede acoplar eléctrica y/o térmicamente una placa conductora en un primer lado (por ejemplo, el lado superior) de la pastilla a una placa conductora en un segundo lado opuesto (por ejemplo, el lado posterior) de la capa de preimpregnación. La interconexión de un único segmento, que incluye la parte dentro de la pastilla, puede formarse durante un proceso de perforación posterior del EDS, después de que la pastilla esté acoplada (por ejemplo, montada) al sustrato dentro de la cavidad. La formación de la interconexión de un único segmento (incluida la parte dentro de la pastilla) en una ubicación previamente designada durante un proceso de perforación posterior del EDS puede resultar en una reducción del coste de la pastilla y en una reducción del coste de integración de la pastilla en el EDS, en comparación, por ejemplo, a usar una pastilla con una vía a través del sustrato (TSV) previamente formada en una ubicación correspondiente a la ubicación previamente designada en el EDS. Además, la formación de la interconexión de un único segmento (incluida la parte dentro de la pastilla) en una ubicación previamente designada durante el proceso de perforación posterior del EDS permite que la interconexión de un único segmento se fabrique con un material conductor, en toda su longitud, que se puede seleccionar para minimizar la resistencia a la disipación térmica del suelo.

Tipos de pastillas de sustrato de pastilla embebida a modo de ejemplo

25 [0020] El EDS usa, en general, uno de dos tipos de pastilla. Un primer tipo de pastilla tiene placas de entrada/salida/tierra/alimentación en una superficie superior de la pastilla. El uso del primer tipo de pastilla en el EDS presenta problemas para el encaminamiento. Todo el encaminamiento puede comenzar (o finalizar) en la superficie superior de la pastilla. El encaminamiento a capas del EDS debajo del primer tipo de pastilla puede hacer uso de pistas encaminadas desde y sobre la pastilla. El encaminamiento de las pistas hacia arriba y sobre la pastilla puede ser difícil tanto en el espacio bidimensional como tridimensional. El tiempo adicional que implica resolver problemas de encaminamiento puede aumentar el coste del diseño general. Las pistas adicionales pueden disminuir la confiabilidad a medida que aumentan las posibilidades de metalización abierta o en cortocircuito. Además, el uso del primer tipo de pastilla en el EDS puede afectar negativamente el rendimiento ya que los requisitos térmicos y/o eléctricos del EDS pueden no cumplirse debido, al menos en parte, al encaminamiento tortuoso de las pistas. Por ejemplo, las rutas largas de metalización pueden dificultar la eliminación del calor de una pastilla dentro del EDS. Además, las rutas largas de metalización hacen que sea más probable que la energía electromagnética no deseada se pueda acoplar a la metalización y, por lo tanto, obtener acceso a los circuitos internos de la pastilla, lo que interfiere con el funcionamiento de la pastilla.

40 [0021] Un segundo tipo de pastilla puede tener acceso al menos a algunas placas de entrada/salida/tierra/alimentación en una superficie posterior de la pastilla. El acceso a las placas desde la superficie posterior se logra mediante el uso de vías a través del sustrato (TSV) (también conocidas como vías a través del silicio) en la pastilla. Las TSV pueden interconectar una placa superior con una placa posterior. Una TSV puede conceptualizarse como una conexión eléctrica vertical entre dos nodos eléctricos en la pastilla. En el caso de una pastilla que tiene dos superficies exteriores opuestas, un primer nodo puede estar en una primera superficie (por ejemplo, superior) de la pastilla, mientras que el segundo nodo puede estar en una segunda superficie (por ejemplo, posterior) de la pastilla. En tal caso, la TSV puede pasar completamente a través de la pastilla.

50 [0022] Las TSV de la pastilla se forman durante la fabricación de la pastilla en una fundición. Como se usa en el presente documento, el término "fundición" se refiere a una instalación de fabricación de semiconductores o un lugar que fabrica circuitos integrados de semiconductores. La fabricación de TSV en una pastilla en una fundición aumenta el coste de la pastilla, al menos debido a un aumento en el recuento de máscaras de pastilla y al aumento en una serie de operaciones usadas para fabricar la pastilla con TSV. La integración de las TSV en una pastilla en una fundición también puede implicar costes asociados con el rendimiento. Es posible que algunas de las TSV producidas en la fundición no se fabriquen correctamente. Por ejemplo, puede haber un circuito abierto dentro de la TSV de modo que un primer nodo en un primer lado de la pastilla no se conecte a un segundo nodo en un segundo lado de la pastilla. Debido a los errores asociados con las TSV fabricadas en la fundición, el rendimiento puede disminuir y el coste puede aumentar.

60 [0023] El uso del segundo tipo de pastilla (es decir, pastillas con TSV) en un EDS da como resultado un alto coste de la pastilla debido a la incorporación de la TSV en la pastilla (es decir, las pastillas fabricadas con TSV son más costosas que las pastillas fabricadas sin TSV). El coste adicional está involucrado en que las pastillas fabricadas con TSV usan placas metálicas tanto en la parte superior como en las placas posteriores de la pastilla, para actuar como topes de láser durante la integración del EDS. Además, en relación con las TSV formadas por oro, la conducción térmica asociada con las TSV de oro no es tan buena como la conducción térmica que ofrece

el cobre. Por lo tanto, la resistencia del suelo a la disipación térmica en el EDS que utiliza pastillas con TSV no es tan baja como se desea.

Sustrato de pastilla embebida (EDS) a modo de ejemplo

[0024] La FIG. 1 ilustra una vista, en sección transversal, de un ejemplo de un sustrato de pastilla embebida (EDS) 100 que implementa un primer tipo de pastilla 124 (por ejemplo, una pastilla sin TSV) de acuerdo con un enfoque que no forma parte de la invención. El EDS 100 puede incluir un sustrato central 102 que incluye una capa conductora central 104, una capa dieléctrica superior 106 y una capa dieléctrica posterior 108.

[0025] Se puede formar una cavidad 122 para contener una pastilla 124 en la capa dieléctrica superior 106 y la capa conductora central 104. El fondo de la cavidad 122 puede denominarse el "suelo" de la cavidad 122. La pastilla 124 puede estar acoplada al suelo de la cavidad 122 (por ejemplo, acoplada a la capa dieléctrica posterior 108 dentro de la cavidad 122). La cavidad 122 puede rellenarse con un material de relleno 138.

[0026] La pastilla 124 puede incluir una pluralidad de placas conductoras 128, 130, 132, 134 que incluyen una primera placa conductora 128, una segunda placa conductora 130, una tercera placa conductora 132 y una cuarta placa conductora 134 en una superficie superior de la pastilla 124. La pastilla 124 de la FIG. 1 no incluye TSV (por ejemplo, vías formadas dentro del cuerpo de la pastilla en una fundición durante la fabricación de la pastilla). Puede proporcionarse una capa conductora protectora 136 en cada una de la pluralidad de placas conductoras 128, 130, 132, 134.

[0027] Se puede proporcionar una capa laminada superior 140 a la capa dieléctrica superior 106. Se puede proporcionar una capa laminada posterior 142 a la capa dieléctrica posterior 108.

[0028] En la ilustración a modo de ejemplo de la FIG. 1, una de la pluralidad de placas conductoras 128, 130, 132, 134 en la parte superior de la pastilla 124 puede estar conectada a un nodo (por ejemplo, una placa conductora o pista) en una capa del EDS 100 debajo de la pastilla 124. Un trayecto de encaminamiento 144 a modo de ejemplo (para energía eléctrica y térmica) entre la segunda placa conductora 130 y un nodo 146, en la parte posterior de la capa laminada posterior 142, se ilustra con una flecha de doble cara.

[0029] La perforación superior puede usarse para alcanzar la segunda placa conductora 130 de la pastilla 124 en el lado superior de la pastilla 124. La perforación superior puede extenderse a través de la capa laminada superior 140 y el material de relleno 138 usado para rellenar la cavidad 122. Se puede usar un taladro láser para la perforación superior. Para fines de un tope de láser, la capa conductora protectora 136 protege la segunda placa conductora 130 de la pastilla 124. El tope de láser (por ejemplo, la capa conductora protectora 136) impide que el taladro láser penetre a través de la segunda placa conductora 130 y dentro de la pastilla 124. La perforación posterior puede abrir un trayecto desde el nodo 146 (por ejemplo, una placa o pista) hacia la capa conductora central 104 del sustrato central 102.

[0030] Para lograr un trayecto conductor entre la segunda placa conductora 130 y el nodo 146 (por ejemplo, una placa o una pista), la metalización puede encaminarse hacia arriba y alrededor de la pastilla 124. La metalización puede encaminarse hacia arriba a través de la interconexión 112 (a través de la capa laminada superior 140). La metalización se puede encaminar lateralmente más allá del borde de la pastilla 124, a lo largo de una parte de una interconexión formada por la pista conductora 148. La metalización se puede encaminar más allá de la pastilla a través de múltiples segmentos verticales (por ejemplo, segmentos sustancialmente alineados a lo largo del eje Z) de vías y placas. Por ejemplo, la metalización se puede encaminar a través de un primer segmento de vía 152, una primera placa 154, un segundo segmento de vía 156, un tercer segmento de vía 158, una segunda placa 160 y un cuarto segmento de vía 162 antes de unirse al nodo 146 de la capa laminada posterior 142. Cualquiera de dos o más segmentos de vía acoplados puede denominarse en el presente documento una "interconexión segmentada". El encaminamiento tortuoso de la metalización que se acaba de describir puede ser difícil de planificar e implementar. El encaminamiento tortuoso puede añadir costes a la fabricación del EDS 100 y puede dar como resultado que el EDS 100 no reúna los requisitos eléctricos y/o térmicos.

[0031] La FIG. 2 ilustra una vista, en sección transversal, de un ejemplo de un EDS 200 que implementa un segundo tipo de pastilla 224 (por ejemplo, una pastilla con TSV) de acuerdo con otro enfoque que no forma parte de la invención. El EDS 200 puede incluir un sustrato central 202, que incluye una capa conductora central 204, una capa dieléctrica superior 206 y una capa dieléctrica posterior 208.

[0032] Se puede formar una cavidad 222 para contener una pastilla 224 en la capa dieléctrica superior 206 y la capa conductora central 204. El fondo de la cavidad 222 puede denominarse el "suelo" de la cavidad 222. La pastilla 224 puede estar acoplada al suelo de la cavidad 222 (por ejemplo, acoplada a la capa dieléctrica posterior 208 dentro de la cavidad 222). La cavidad 222 puede rellenarse con un material de relleno 238.

[0033] La pastilla 224 puede incluir una pluralidad de placas conductoras 228, 230, 232, 234 que incluyen una primera placa conductora 228, una segunda placa conductora 230, una tercera placa conductora 232 y una cuarta

placa conductora 234 en una superficie superior de la pastilla 224. La pastilla 224 de la FIG. 2 incluye una primera vía a través del sustrato (TSV) 264 y una segunda TSV 266. La primera TSV 264 y la segunda TSV 266 pueden ser vías formadas dentro del cuerpo de la pastilla 224 en una fundición durante la fabricación de la pastilla. Se puede proporcionar una capa conductora protectora superior 236 en cada una de la pluralidad de placas conductoras 228, 230, 232, 234.

[0034] Se puede proporcionar una capa laminada superior 240 a la capa dieléctrica superior 206. Se puede proporcionar una capa laminada posterior 242 a la capa dieléctrica posterior 208.

[0035] En la ilustración a modo de ejemplo de la FIG. 2, la pastilla 224 se fabrica en una fundición con la primera placa conductora 228 acoplada a la primera TSV 264 y la cuarta placa conductora 234 acoplada a la segunda TSV 266. La primera TSV 264 y la segunda TSV 266 están acopladas a una placa conductora posterior 268. Es decir, la pastilla 224 incluye la primera TSV 264 y la segunda TSV 266 dentro del cuerpo de la pastilla 224; la primera TSV 264 y la segunda TSV 266 se formaron dentro del cuerpo de la pastilla 224 durante la fabricación de la pastilla en la fundición. En dicha configuración, la primera placa conductora 228, la primera TSV 264, la cuarta placa conductora 234, la segunda TSV 266 y la placa conductora posterior 268 pueden estar fabricadas de oro.

[0036] Para los propósitos de un tope de láser en un lado superior de la pastilla 224, una capa conductora protectora superior 236 protege la pluralidad de placas conductoras 228, 230, 232, 234. Por ejemplo, en un proceso de perforación superior, el tope de láser (por ejemplo, la capa conductora protectora superior 236) impide que un taladro láser penetre a través de la segunda placa conductora 230 y dentro de la pastilla 224.

[0037] Para fines de tope de láser de la parte posterior de la pastilla 224, una capa conductora protectora posterior 270 protege la placa conductora posterior 268. La adición de la capa conductora protectora posterior 270 a la pastilla 224 añade coste a la pastilla 224. La capa conductora protectora posterior 270 actúa como un tope de láser para orificios formados por perforación láser desde la parte posterior del EDS 200 hacia la capa conductora central 204 del sustrato central 202.

[0038] Las interconexiones 272, 274, que pueden formarse durante un proceso de perforación posterior durante la integración de EDS, no se extienden hacia y/o a través de la pastilla 224. Se detienen en la capa conductora protectora posterior 270 (la capa de detención del láser) formada en la placa conductora posterior 268 debido, por ejemplo, a la preocupación de que los orificios de perforación (por ejemplo, orificios que se extienden hacia y/o a través de la pastilla, orificios que penetran en la pastilla) en la pastilla 224 durante la integración de EDS pueden dañar la pastilla 224. Es deseable no dañar la pastilla 224 durante la integración de EDS porque, por ejemplo, el reemplazo de la pastilla 224 durante la integración de EDS puede no ser posible. El resultado de una pastilla dañada puede ser la pérdida completa del EDS 200.

[0039] El uso del segundo enfoque para un EDS 200 puede tener un coste. Las pastillas con TSV son más costosas que las pastillas sin TSV. Además, como se indicó anteriormente, la primera TSV 264 y la segunda TSV 266 pueden estar fabricadas de oro. En contraste, las interconexiones 272, 274 pueden estar formadas de cobre. La conductividad térmica del oro es menor que la del cobre. En consecuencia, la transferencia de energía térmica desde la pastilla 224 a, por ejemplo, una placa o pista 280 en la parte posterior de la capa laminada posterior 242 no es óptima.

[0040] En contraste con los enfoques a modo de ejemplo ilustrados en la FIG. 1 y la FIG. 2, un EDS a modo de ejemplo que tiene al menos una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento formada en una pastilla mediante perforación posterior en la pastilla durante la integración de EDS (no en la fundición) puede ahorrar costes al reducir los costes de TSV en la fundición, puede reducir los costes de revestimiento de cobre en la parte posterior para la perforación posterior y puede mejorar el rendimiento mediante el uso de una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento formada completamente por un conductor como el cobre, que tiene mejor conductividad térmica que el oro.

Sustrato de pastilla embebida (EDS) a modo de ejemplo mejorado

[0041] La FIG. 3 ilustra una vista, en sección transversal, de un EDS 300 que incluye una primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento y una cuarta interconexión 316 de penetración de pastilla de un único segmento, de acuerdo con los aspectos descritos en el presente documento.

[0042] El término estructura de "un único segmento" se puede usar en el presente documento para describir una estructura unitaria, una estructura indivisible y/o una estructura indivisa. Como se usa en el presente documento, el término "interconexión de penetración de pastilla de un único segmento" se puede usar en el presente documento para describir una interconexión unitaria, indivisible y/o indivisa en la que una parte de la interconexión se extiende (por ejemplo, penetra, perfora, pasa, pasa a través, entra) al menos en una parte de una capa (por ejemplo, una capa de sustrato, una capa dieléctrica, una capa laminada) de un EDS 300 y una pastilla 324 del EDS 300. Un ejemplo de una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento puede incluir una estructura en columna que tiene una pared lateral con una altura definida distinta de cero, un orificio chapado y/o

un orificio relleno fabricado de un material conductor que tiene un primer extremo (por ejemplo, un primer extremo en y/o en una segunda capa laminada 342 (por ejemplo, una capa laminada posterior) o una segunda capa dieléctrica 308) y un segundo extremo distal (por ejemplo, un terminal del primer extremo, un segundo extremo en y/o en una primera placa conductora 328 de la pastilla 324 del EDS 300, o sobre y/o en una capa conductora protectora 336 (por ejemplo, un tope de láser, una capa de metal, una capa de cobre) dispuesta en la primera placa conductora 328). Como se usa en el presente documento, se puede formar una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento (por ejemplo, la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento), por ejemplo, perforando un primer orificio 310H a través de un sustrato 302 del EDS 300, en la pastilla 324 del EDS 300, y dentro de una placa conductora 328 de la pastilla 324 y chapando y/o rellenando el primer orificio 310H con un material conductor que se acopla a la placa conductora 328 desde dentro del primer orificio 310H. El material conductor puede chapar las paredes laterales del primer orificio 310H y/o rellenar el primer orificio 310H por completo. En algunas implementaciones, el primer orificio 310H puede tener un diámetro constante o un diámetro linealmente decreciente (por ejemplo, la perforación del orificio se implementa de manera que el orificio tenga un diámetro constante o un diámetro linealmente decreciente a lo largo de toda la longitud del orificio).

[0043] En algunas implementaciones, no se detectaría una formación de capas (por ejemplo, capas conductoras de la electricidad que comprenden una pluralidad de segmentos) en un análisis de sección transversal o un lapeado paralelo (p-lapping) de una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento en el EDS 300. En algunas implementaciones, una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento de acuerdo con los aspectos descritos en el presente documento incluye solo un segmento (por ejemplo, capa), en contraste, por ejemplo, con una pila de una pluralidad de vías unidas (por ejemplo, contiguas).

[0044] La primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento puede chaparse y/o rellenarse a lo largo de toda su longitud con un material conductor. En algunas implementaciones, solo se usa un material conductor. En otras palabras, en algunas implementaciones, el único material conductor se distribuye a lo largo de toda la longitud de la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento. El único material conductor puede formar una estructura unitaria, indivisible y/o indivisa. En algunas implementaciones, el material conductor puede ser cobre. En algunas implementaciones, el material conductor puede ser una pasta conductora. La primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento puede formarse durante un proceso de perforación posterior del EDS 300, después de que la pastilla 324 esté acoplada (por ejemplo, montada físicamente) al sustrato 302. En algunas implementaciones, la pastilla 324 utilizada en el EDS 300 puede producirse en una fundición sin una TSV en una ubicación previamente designada para la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento.

[0045] El EDS 300 incluye un sustrato 302. El sustrato 302 tiene un primer lado 301 y un segundo lado opuesto 303. El sustrato 302 es un sustrato central. El sustrato 302 incluye una capa conductora 304 intercalada entre una primera capa dieléctrica 306 en el primer lado 301 del sustrato 302 y una segunda capa dieléctrica 308 en el segundo lado 303 del sustrato 302. La capa conductora 304 puede estar fabricada de un metal tal como cobre. La capa conductora 304 puede ser más gruesa que otras capas conductoras (por ejemplo, capa M1 382, capa M2 384, capa M3 386, capa M4 388) en el EDS 300. El grosor de la capa conductora 304 puede proporcionar rigidez y/o soporte estructural al EDS 300. La capa conductora 304 puede usarse como un plano de tierra o un plano de potencia del EDS 300.

[0046] En un aspecto alternativo, el sustrato 302 puede ser un sustrato central. En el aspecto alternativo, se contempla que el sustrato 302 pueda incluir una capa dieléctrica (no mostrada) intercalada entre una primera capa conductora (no mostrada) en el primer lado 301 del sustrato 302 y una segunda capa conductora (no mostrada) en el segundo lado 303 del sustrato 302. En otras palabras, en el aspecto alternativo, el sustrato 302 puede tener una capa dieléctrica no conductora que está revestida en lados opuestos con capas conductoras. Se pueden formar aislantes apropiados alrededor de las interconexiones que se extienden a través de las diversas capas para evitar el cortocircuito a las capas conductoras a ambos lados del dieléctrico.

[0047] Se define una cavidad 322 dentro del sustrato 302. Como se describe en el presente documento, la cavidad 322 puede ser una abertura o hueco definido por paredes laterales dentro del sustrato 302. La cavidad 322 puede definirse dentro del sustrato 302 desde el primer lado 301 del sustrato 302. La cavidad 322 puede formarse en el sustrato. La cavidad 322 puede ser lo suficientemente grande como para contener la pastilla 324. La cavidad 322 puede formarse por procedimientos que incluyen, por ejemplo, perforación fotolitográfica, mecánica y/o por láser. El fondo de la cavidad 322 puede denominarse el "suelo" de la cavidad 322. En algunas implementaciones, la cavidad 322 está desprovista de la primera capa dieléctrica 306 y la capa conductora 304, y el suelo de la cavidad 322 está definido por la segunda capa dieléctrica 308 expuesta en la cavidad 322.

[0048] La pastilla 324 puede incluir circuitos/componentes activos y/o pasivos. La pastilla 324 está acoplada al suelo de la cavidad 322 (por ejemplo, acoplada a la segunda capa dieléctrica 308 dentro de la cavidad 322) usando un sistema de colocación de componentes de tecnología de montaje en superficie (SMT), comúnmente descrito como una máquina de recoger y colocar, una máquina de unión de pastillas o un tirador de chips. La pastilla 324 se puede acoplar al suelo de la cavidad 322, por ejemplo, usando un adhesivo, soldadura o epoxi 326.

[0049] La pastilla 324 puede incluir una pluralidad de placas conductoras 328, 330, 332, 334 que incluyen una primera placa conductora 328, una segunda placa conductora 330, una tercera placa conductora 332 y una cuarta placa conductora 334 en un lado de la pastilla 324 distal al suelo de la cavidad 322. La pastilla 324 de la ilustración a modo de ejemplo en la FIG. 3 no representa vías a través del sustrato (TSV) que se formaron dentro de la pastilla 324 en una fundición durante la fabricación de la pastilla 324. En algunas implementaciones, la pastilla 324 puede incluir una o más TSV formadas dentro de la pastilla 324 en una fundición durante la fabricación de la pastilla, pero no en una ubicación designada previamente para una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento, como la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 316 de penetración de pastilla de un único segmento.

[0050] La pluralidad de placas conductoras 328, 330, 332, 334 puede estar fabricada de cualquier material conductor (por ejemplo, oro). Puede imprimirse, depositarse, formarse o proporcionarse de otro modo una capa conductora protectora 336 en cada una de la pluralidad de placas conductoras 328, 330, 332, 334. La capa conductora protectora 336 puede usarse como un tope de láser en el caso de que la perforación láser se use en la formación de partes de la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento, la segunda interconexión 312, la tercera interconexión 314 y/o la cuarta interconexión 316 de penetración de pastilla de un único segmento.

[0051] La cavidad 322 puede rellenarse con un material de relleno 338 para encapsular, proteger y/o inmovilizar la pastilla 324. El material de relleno 338 puede ser, por ejemplo, un material de encapsulación, el material utilizado para formar la primera capa dieléctrica 306, o un material de preimpregnación tal como el material de preimpregnación laminado en una superficie superior de la primera capa dieléctrica 306.

[0052] Se puede proporcionar una primera capa laminada 340 (por ejemplo, una capa laminada superior) a la primera capa dieléctrica 306. Se puede proporcionar una segunda capa laminada 342 (por ejemplo, una capa laminada posterior) a la segunda capa dieléctrica 308. Cada una de la primera capa de laminada 340 y la segunda capa laminada 342 puede denominarse una capa de preimpregnación (preimpregnada). Cada una de la primera capa laminada 340 y la segunda capa laminada 342 pueden incluir una o más capas dieléctricas y conductoras de electricidad. Las capas de preimpregnación, por ejemplo, pueden proporcionarse depositando las capas sobre sus respectivas superficies mediante pulverización. Los expertos en la técnica conocen otras formas de proporcionar capas de preimpregnación y/o capas adicionales sobre el sustrato 302 (por ejemplo, laminado, unión, fijación, adhesión, formación).

[0053] En la ilustración a modo de ejemplo de la FIG. 3, la pastilla 324 puede fabricarse en una fundición sin TSV en las ubicaciones previamente designadas para la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 316 de penetración de pastilla de un único segmento. Las TSV en otros lugares son opcionales. Reducir el número de TSV en una pastilla dada puede reducir el coste de la pastilla. En lugar de formar TSV en los lugares previamente designados para la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 316 de penetración de pastilla de un único segmento durante la fabricación de la pastilla en una fundición, la primera interconexión 310 de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 316 de penetración de pastilla de un único segmento pueden formarse durante la integración de EDS mediante perforación posterior a través de al menos una parte del sustrato 302 y la pastilla 324.

[0054] La primera placa conductora 328 y la cuarta placa conductora 334 (que pueden acoplarse, respectivamente, a la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 316 de penetración de pastilla de un único segmento) pueden estar acopladas a circuitos activos y/o pasivos de la pastilla 324. Asimismo, la segunda placa conductora 330 y la tercera placa conductora 332 pueden estar acopladas a circuitos activos y/o pasivos de la pastilla 324.

[0055] En conexión con un proceso de perforación superior asociado con la segunda interconexión 312 y la tercera interconexión 314, el tope de láser (por ejemplo, la capa conductora protectora 336) impide que un orificio formado por un taladro láser penetre a través de las placas conductoras 330, 332 (que pueden estar fabricadas de oro) y en la pastilla 324. La segunda interconexión 312 y la tercera interconexión 314 no se extienden hacia y/o a través de la pastilla 324.

[0056] En conexión con el proceso de perforación posterior, la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 316 de penetración de pastilla de un único segmento se extiende a través de la pastilla 324. En otras palabras, la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 316 de penetración de pastilla de un único segmento se forman en un primer orificio 310H y un cuarto orificio 316H, respectivamente, perforando a través de la segunda capa laminada 342 (si es apropiado), la segunda capa dieléctrica 308 (por ejemplo, el suelo de la cavidad 322 formada en el sustrato 302), y a través de la pastilla 324 acoplada al suelo de la cavidad 322.

[0057] Se observa que, en conexión con un proceso de perforación posterior asociado con la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 316 de penetración

de pastilla de un único segmento, no está presente un tope de láser en la parte posterior de la pastilla 324. De hecho, un tope de láser podría frustrar la formación de la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 316 de penetración de pastilla de un único segmento durante un proceso de perforación posterior implementado con un taladro láser. La eliminación del tope de láser, al menos en lugares previamente designados para la formación de interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento, puede ahorrar costes.

[0058] En la ilustración a modo de ejemplo de la FIG. 3, una o más de la segunda placa conductora 330 y la tercera placa conductora 332 en la parte superior de la pastilla 324 pueden estar conectadas a un primer nodo 364 y un cuarto nodo 370 (por ejemplo, una placa conductora o pista) en una capa del EDS 300 debajo de la pastilla 324. Un ejemplo de un trayecto de encaminamiento para lograr tal conexión se proporcionó anteriormente en relación con la FIG. 1 y no se repetirá por concisión.

[0059] Los beneficios de implementar la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento pueden incluir la provisión de un trayecto de conducción 376 a través de un material conductor (por ejemplo, cobre) desde la primera placa conductora 328 (o la capa conductora protectora 336 en la primera placa conductora 328) a una placa de capa M4 388 o pista 366 en la segunda capa laminada 342. El trayecto de conducción 376 puede pasar a través de la pastilla 324 y la parte del sustrato 302 entre la pastilla 324 y la segunda capa laminada 342. Debido a que la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento puede estar hecha de un material conductor, el material conductor puede seleccionarse para minimizar la resistencia a la disipación térmica del suelo y maximizar la conductividad térmica. El trayecto de conducción 376 se ilustra gráficamente en la FIG. 3 por una flecha de doble cara.

[0060] Los beneficios de implementar la cuarta interconexión 316 de penetración de pastilla de un único segmento ilustrada en la FIG. 3 puede incluir un trayecto de conducción 378 desde la cuarta placa conductora 334 (o la capa conductora protectora 336 en la cuarta placa conductora 334) hasta un tercer nodo 368 (por ejemplo, un tercer nodo 368 de la capa M3 386 (por ejemplo, placa, pista)) en la segunda capa dieléctrica 308. El trayecto de conducción 378 puede pasar a través de la pastilla 324 y la parte del sustrato 302 entre la pastilla 324 y la segunda capa laminada 342. Debido a que la cuarta interconexión 316 de penetración de pastilla de un único segmento puede estar hecha de un material conductor, el material conductor puede seleccionarse para minimizar la resistencia a la disipación térmica del suelo y maximizar la conductividad térmica. El trayecto de conducción 378 se ilustra gráficamente en la FIG. 3 por una flecha de doble cara.

[0061] La implementación de las estructuras y los procedimientos descritos en el presente documento puede dar como resultado una minimización de la resistencia a la disipación térmica del suelo y la maximización de la conductividad térmica de los trayectos de conducción (por ejemplo, el trayecto de conducción 376) entre, por ejemplo, la primera placa conductora 328 y la placa posterior o la pista 366. Por ejemplo, el uso de una primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento fabricada de cobre puede dar como resultado una mejora en la conductividad térmica de aproximadamente el 30 por ciento sobre una TSV de oro a través de un segmento apilado en un segmento de vía chapada en cobre (por ejemplo, como en el ejemplo descrito en conexión con la FIG. 2).

[0062] En resumen, de acuerdo con un aspecto, un dispositivo tal como un EDS 300 incluye un sustrato 302 que tiene un primer lado 301 y un segundo lado opuesto 303, una cavidad 322 definida dentro del sustrato 302 desde el primer lado 301, una pastilla 324 acoplada a un suelo de la cavidad 322, la pastilla 324 tiene una placa conductora (por ejemplo, la cuarta placa conductora 334) en un lado de la pastilla 324 distal al suelo de la cavidad 322. El EDS 300 incluye, además, un orificio (por ejemplo, un cuarto orificio 316H) que se extiende a través del segundo lado 303 y está definido en el mismo (por ejemplo, dentro de la segunda capa dieléctrica 308) del sustrato 302, la pastilla 324 y la placa conductora (por ejemplo, una cuarta placa conductora 334). El EDS 300 incluye, además, un material conductor (por ejemplo, una cuarta interconexión 316 de penetración de pastilla de un único segmento) dentro del orificio (por ejemplo, un cuarto orificio 316H) y que se extiende entre y a través del segundo lado 303 (por ejemplo, dentro de la segunda capa dieléctrica 308) del sustrato 302 y la placa conductora (por ejemplo, la cuarta placa conductora 334). En otras palabras, en algunas implementaciones del EDS 300 de la FIG. 3, el orificio (por ejemplo, el cuarto orificio 316H) puede ser continuo a través del segundo lado 303 (por ejemplo, dentro de la segunda capa dieléctrica 308) del sustrato 302, la pastilla 324 y la placa conductora (por ejemplo, la cuarta placa conductora 334). En algunas implementaciones, el orificio (por ejemplo, el cuarto orificio 316H) puede ser concéntrico a lo largo de un eje lineal que se extiende a través del segundo lado 303 (por ejemplo, dentro de la segunda capa dieléctrica 308) del sustrato 302, la pastilla 324 y la placa conductora (por ejemplo, la cuarta placa conductora 334). En algunas implementaciones, el orificio (por ejemplo, el cuarto orificio 316H) puede ser un solo orificio lineal a lo largo de una longitud del orificio (por ejemplo, el cuarto orificio 316H). En algunas implementaciones, el material conductor (por ejemplo, que forma la cuarta interconexión 316 de penetración de pastilla de un único segmento) puede ser un segmento único unitario. En algunas implementaciones, el material conductor (por ejemplo, que forma la cuarta interconexión 316 de penetración de pastilla de un único segmento) puede incluir solo una capa. En otras palabras, el material conductor que chapa y/o rellena el orificio (por ejemplo, el cuarto orificio 316H) puede identificarse como una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento (por ejemplo, la cuarta interconexión 316 de penetración de pastilla de un único segmento).

[0063] En resumen, de acuerdo con un aspecto, un dispositivo tal como un EDS 300 incluye un sustrato 302 que tiene un primer lado 301 y un segundo lado opuesto 303, una cavidad 322 definida dentro del sustrato 302 desde el primer lado 301, una pastilla 324 acoplada a un suelo de la cavidad 322, teniendo la pastilla 324 una placa conductora (por ejemplo, la primera placa conductora 328) en un lado de la pastilla 324 distal al suelo de la cavidad 322. El EDS 300 puede incluir, además, una capa laminada (por ejemplo, la segunda capa laminada 342) acoplada al segundo lado 303 (por ejemplo, la segunda capa dieléctrica 308) del sustrato 302, adyacente al suelo de la cavidad 322. En algunos aspectos, el segundo lado 303 (por ejemplo, la segunda capa dieléctrica 308) del sustrato 302 puede estar emparedado entre la pastilla 324 y la capa laminada (por ejemplo, la segunda capa laminada 342). El EDS 300 incluye un orificio (por ejemplo, el primer orificio 310H) que se extiende a través de, y está definido dentro de la capa laminada (por ejemplo, la segunda capa laminada 342), el segundo lado 303 (por ejemplo, la segunda capa dieléctrica 308) del sustrato 302, la pastilla 324 y la placa conductora (por ejemplo, la primera placa conductora 328). El EDS 300 incluye un material conductor (por ejemplo, una primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento) dentro del orificio (por ejemplo, el primer orificio 310H) y que se extiende entre y a través de la capa laminada (por ejemplo, la segunda capa laminada 342), el segundo lado 303 (por ejemplo, la segunda capa dieléctrica 308) del sustrato 302, la pastilla 324 y la placa conductora (por ejemplo, la primera placa conductora 328). En algunas implementaciones, el orificio (por ejemplo, el primer orificio 310H) puede ser continuo a través de la capa laminada (por ejemplo, la segunda capa laminada 342), el segundo lado 303 (por ejemplo, la segunda capa dieléctrica 308) del sustrato 302, la pastilla 324 y la placa conductora (por ejemplo, la primera placa conductora 328). En algunas implementaciones, el orificio (por ejemplo, el primer orificio 310H) puede ser concéntrico a lo largo de un eje lineal que se extiende a través de la capa laminada (por ejemplo, la segunda capa laminada 342), el segundo lado 303 (por ejemplo, la segunda capa dieléctrica 308) del sustrato 302, la pastilla 324 y la placa conductora (por ejemplo, la primera placa conductora 328). En algunas implementaciones, el orificio (por ejemplo, el primer orificio 310H) puede ser un solo orificio lineal a lo largo de una longitud del orificio (por ejemplo, el primer orificio 310H). En algunas implementaciones, el material conductor (por ejemplo, que forma la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento) puede ser un único segmento unitario. En algunas implementaciones, el material conductor (por ejemplo, que forma la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento) puede incluir solo una capa. En otras palabras, el material conductor que chapa y/o rellena el orificio (por ejemplo, el primer orificio 310H) puede identificarse como una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento (por ejemplo, la primera interconexión 310 de penetración de pastilla de un único segmento).

[0064] Se pueden formar aislantes apropiados alrededor de las interconexiones que se extienden a través de las diversas capas para evitar el cortocircuito, por ejemplo, a la capa conductora 304 y/o adhesivo, soldadura o epoxi 326.

[0065] La FIG. 4 ilustra una vista, en sección transversal, de un EDS 400 que incluye una primera interconexión 410 de penetración de pastilla de un único segmento y una cuarta interconexión 416 de penetración de pastilla de un único segmento, de acuerdo con los aspectos descritos en el presente documento. Una diferencia entre el EDS 300 de la FIG. 3 y el EDS 400 de la FIG. 4 es que todas las interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento tienen los primeros extremos 411, 417 en la misma capa (por ejemplo, la capa M4 488). Por consiguiente, en el aspecto de la FIG. 4, las interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento (410, 416) pueden formarse durante un único proceso de perforación posterior.

[0066] El EDS 400 incluye un sustrato 402. El sustrato 402 tiene un primer lado 401 y un segundo lado opuesto 403. El sustrato 402 es un sustrato central. El sustrato 402 incluye una capa conductora 404 intercalada entre una primera capa dieléctrica 406 en el primer lado 401 del sustrato 402 y una segunda capa dieléctrica 408 en el segundo lado 403 del sustrato 402. La capa conductora 404 puede estar fabricada de un metal tal como cobre. La capa conductora 404 puede ser más gruesa que otras capas conductoras (por ejemplo, capa M1 482, capa M2 484, capa M3 486, capa M4 488) en el EDS 400. El grosor de la capa conductora 404 puede proporcionar rigidez y/o soporte estructural al EDS 400. La capa conductora 404 puede usarse como un plano de tierra o un plano de potencia del EDS 400.

[0067] En un aspecto alternativo, el sustrato 402 es un sustrato central. En el aspecto alternativo, se contempla que el sustrato 402 puede incluir una capa dieléctrica (no mostrada) intercalada entre una primera capa conductora (no mostrada) en el primer lado 401 del sustrato 402 y una segunda capa conductora (no mostrada) en el segundo lado 403 del sustrato 402. En otras palabras, en el aspecto alternativo, el sustrato 402 puede tener una capa dieléctrica no conductora que está revestida en lados opuestos con capas conductoras. Se pueden formar aislantes apropiados alrededor de las interconexiones que se extienden a través de las diversas capas para evitar el cortocircuito, por ejemplo, a capas conductoras a cada lado del dieléctrico.

[0068] Una cavidad 422 se define dentro del sustrato 402. Como se describe en el presente documento, la cavidad 422 puede ser una abertura o hueco definido por paredes laterales dentro del sustrato 402. La cavidad 422 puede definirse dentro del sustrato 402 desde el primer lado 401 del sustrato 402. La cavidad 422 puede formarse en el sustrato. La cavidad 422 puede ser lo suficientemente grande como para contener la pastilla 424. La cavidad 422 puede formarse mediante procedimientos que incluyen, por ejemplo, perforación fotolitográfica,

mecánica y/o por láser. El fondo de la cavidad 422 puede denominarse el "suelo" de la cavidad 422. En algunas implementaciones, la cavidad 422 puede estar desprovista de la primera capa dieléctrica 406 y la capa conductora 404, y el suelo de la cavidad 422 puede definirse por la segunda capa dieléctrica 408 expuesta en la cavidad 422.

5 **[0069]** La pastilla 424 puede incluir circuitos/componentes activos y/o pasivos. La pastilla 424 puede estar acoplada al suelo de la cavidad 422 (por ejemplo, acoplada a la segunda capa dieléctrica 408 dentro de la cavidad 422) usando un sistema de colocación de componentes de tecnología de montaje en superficie (SMT), comúnmente descrito como una máquina de recoger y colocar, una máquina de unión de pastillas o un tirador de chips. La pastilla 424 se puede acoplar al suelo de la cavidad 422, por ejemplo, usando un adhesivo, soldadura o
10 epoxi 426.

[0070] La pastilla 424 puede incluir una pluralidad de placas conductoras 428, 430, 432, 434 que incluyen una primera placa conductora 428, una segunda placa conductora 430, una tercera placa conductora 432 y una cuarta placa conductora 434 en un lado de la pastilla 424 distal al suelo de la cavidad 422. La pastilla 424 de la ilustración a modo de ejemplo en la FIG. 4 no representa ninguna vía a través del sustrato (TSV) que se formó dentro de la pastilla 424 en una fundición durante la fabricación de la pastilla 424. En algunas implementaciones, la pastilla 424 puede incluir una o más TSV formadas dentro de la pastilla 424 en una fundición durante la fabricación de la pastilla, pero no en un lugar previamente designado para una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento, como la primera interconexión 410 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 416 de penetración de pastilla de un único segmento.
15 20

[0071] La pluralidad de placas conductoras 428, 430, 432, 434 puede estar formada de cualquier material conductor (por ejemplo, oro). Puede imprimirse, depositarse, formarse o proporcionarse de otro modo una capa conductora protectora 436 en cada una de la pluralidad de placas conductoras 428, 430, 432, 434. La capa conductora protectora 436 puede usarse como un tope de láser en el caso de que la perforación láser se use en la formación de partes de la primera interconexión 410 de penetración de pastilla de un único segmento, la segunda interconexión 412, la tercera interconexión 414, y/o la cuarta interconexión 416 de penetración de pastilla de un único segmento.
25

[0072] La cavidad 422 puede rellenarse con un material de relleno 438 para encapsular, proteger y/o inmovilizar la pastilla 424. El material de relleno 438 puede ser, por ejemplo, un material de encapsulación, el material utilizado para formar la primera capa dieléctrica 406, o un material de preimpregnación tal como el material de preimpregnación laminado en una superficie superior de la primera capa dieléctrica 406.
30

[0073] Se puede proporcionar una primera capa laminada 440 (por ejemplo, una capa laminada superior) a la primera capa dieléctrica 406. Se puede proporcionar una segunda capa laminada 442 (por ejemplo, una capa laminada posterior) a la segunda capa dieléctrica 408. Cada una de la primera capa laminada 440 y la segunda capa laminada 442 pueden denominarse una capa de preimpregnación (preimpregnada). Cada una de la primera capa laminada 440 y la segunda capa laminada 442 pueden incluir una o más capas dieléctricas y conductoras de electricidad. Las capas de preimpregnación, por ejemplo, pueden proporcionarse depositando las capas sobre sus respectivas superficies mediante pulverización. Los expertos en la técnica conocen otras formas de proporcionar las capas de preimpregnación y/o capas adicionales sobre el sustrato 402 (por ejemplo, laminado, unión, fijación, adhesión, formación).
35 40

[0074] En la ilustración a modo de ejemplo de la FIG. 4, la pastilla 424 puede fabricarse en una fundición sin TSV en las ubicaciones previamente designadas para la primera interconexión 410 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 416 de penetración de pastilla de un único segmento. Las TSV en otros lugares pueden ser opcionales. Reducir el número de TSV en una pastilla dada puede reducir el coste de la pastilla. En lugar de formar TSV en los lugares previamente designados para la primera interconexión 410 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 416 de penetración de pastilla de un único segmento durante la fabricación de pastillas en una fundición, la primera interconexión 410 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 416 de penetración de pastilla de un único segmento pueden formarse durante la integración de EDS mediante perforación posterior a través de al menos una parte del sustrato 402 y la pastilla 424.
45 50

[0075] La primera placa conductora 428 y la cuarta placa conductora 434 (que se pueden acoplar, respectivamente, a la primera interconexión 410 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 416 de penetración de pastilla de un único segmento) se pueden acoplar a circuitos activos y/o pasivos de la pastilla 424. Del mismo modo, la segunda placa conductora 430 y la tercera placa conductora 432 se pueden acoplar a circuitos activos y/o pasivos de la pastilla 424.
55 60

[0076] En conexión con un proceso de perforación superior asociado con la segunda interconexión 412 y la tercera interconexión 414, el tope de láser (por ejemplo, la capa conductora protectora 436) evita que un orificio formado por un taladro láser penetre a través de las placas conductoras 430, 432 (que pueden fabricarse de oro) y la pastilla 424. La segunda interconexión 412 y la tercera interconexión 414 no se extienden hacia y/o a través de la pastilla 424.
65

- 5 **[0077]** En relación con el proceso de perforación posterior, la primera interconexión 410 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 416 de penetración de pastilla de un único segmento pueden extenderse dentro y/o a través de la pastilla 424. En otras palabras, la primera interconexión 410 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 416 de penetración de pastilla de un único segmento pueden formarse a partir del primer orificio 410H y el cuarto orificio 416H respectivos perforando a través de la segunda capa laminada 442, la segunda capa dieléctrica 408 (por ejemplo, el suelo de la cavidad 422 formado en el sustrato 402) y dentro y/o a través de la pastilla 424 acoplada al suelo de la cavidad 422.
- 10 **[0078]** Se observa que, en conexión con un proceso de perforación posterior asociado con la primera interconexión 410 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 416 de penetración de pastilla de un único segmento, no hay un tope de láser en la parte posterior de la pastilla 424. De hecho, un tope de láser podría frustrar la formación de la primera interconexión 410 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 416 de penetración de pastilla de un único segmento durante un proceso de perforación posterior implementado con un taladro láser. La eliminación del tope de láser, al menos en lugares previamente designados para la formación de interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento, puede ahorrar costes.
- 15 **[0079]** Los beneficios de implementar la primera interconexión 410 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 416 de penetración de pastilla de un único segmento pueden incluir la provisión de trayectos de conducción 476, 478 a través de un material conductor (por ejemplo, cobre). El trayecto de conducción 476 asociado con la primera interconexión 410 de penetración de pastilla de un único segmento puede extenderse desde la primera placa conductora 428 (o capa conductora protectora 436 en la primera placa conductora 428) hasta una placa de capa M4 488 o pista 467 en la segunda capa laminada 442. El trayecto de conducción 478 asociado con la cuarta interconexión 416 de penetración de pastilla de un único segmento puede extenderse desde la cuarta placa conductora 434 (o capa conductora protectora 436 en la cuarta placa conductora 434) hasta la misma placa de capa M4 488 o pista 467 en la segunda capa laminada 442. Los trayectos de conducción 476, 478 pueden pasar a través de la pastilla 424, la parte del sustrato 402 entre la pastilla 424 y la segunda capa laminada 442, y la segunda capa laminada 442. Debido a que la primera interconexión 410 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 416 de penetración de pastilla de un único segmento pueden estar hechas de un material conductor, el material conductor puede seleccionarse para minimizar la resistencia a la disipación térmica del suelo y maximizar la conductividad térmica. Los trayectos de conducción 476, 478 se ilustran gráficamente en la FIG. 4 por flechas de doble cara.
- 20 **[0080]** La implementación de las estructuras y procedimientos descritos en el presente documento puede dar como resultado una minimización de la resistencia a la disipación térmica del suelo y la maximización de la conductividad térmica de los trayectos de conducción (por ejemplo, trayectos de conducción 476, 478) entre, por ejemplo, placas conductoras superiores (por ejemplo, la primera placa conductora 428, la cuarta placa conductora 434) y la placa o pista 467 en la segunda capa laminada 442. Por ejemplo, el uso de interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento (por ejemplo, 410, 416) fabricadas de cobre puede resultar en una mejora de la conductividad térmica de aproximadamente el 30 por ciento sobre un segmento de vía TSV de oro apilada en un segmento de vía chapada en cobre (por ejemplo, como en el ejemplo descrito en relación con la FIG. 2).
- 25 **[0081]** Se pueden formar aislantes apropiados alrededor de las interconexiones que se extienden a través de las diversas capas para evitar el cortocircuito, por ejemplo, a la capa conductora 404 y/o adhesivo, soldadura o epoxi 426.
- 30 **[0082]** La FIG. 5A ilustra una vista, en planta, posterior de una pastilla 524 que puede instalarse en un EDS de acuerdo con los aspectos descritos en el presente documento. Por ejemplo, la pastilla 524 puede instalarse en el EDS de las FIG. 3, 4, 6A y/o 6B. Una pastilla 524 puede tener un área 525, dentro de los bordes de la pastilla 524, poblada con circuitos activos y/o pasivos. Los bordes del área 525 poblada con circuitos activos y/o pasivos se delimitan en la FIG. 5A por una línea discontinua virtual. Se puede establecer un área de protección 527 entre los bordes de la pastilla 524 y los bordes del área 525 poblada con circuitos activos y/o pasivos. En algunas implementaciones, pocos o ningún circuito está presente en el área de protección 527.
- 35 **[0083]** La FIG. 5B ilustra una vista, en sección transversal, de la pastilla 524 de la FIG. 5A tomada a lo largo de la línea 5B-5B. La FIG. 5B ilustra gráficamente que pocos circuitos, si hay alguno, se encuentran presentes en el área de protección 527. En algunas implementaciones, las interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento pueden ubicarse en el área de protección 527. Sin embargo, las interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento pueden ubicarse en cualquier parte de la pastilla 524.
- 40 **[0084]** La FIG. 6A ilustra una vista, en planta, posterior de un primer EDS 600 que tiene las primeras ubicaciones 602 previamente designadas para la formación de interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento. Una línea discontinua virtual delimita un área 625, dentro de los bordes de la pastilla 624, poblada con circuitos activos y/o pasivos. Un símbolo "más" encerrado dentro de un círculo simboliza gráficamente cada una de las primeras ubicaciones 602. Las primeras ubicaciones 602 están ubicadas adyacentes y dentro de un límite
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

(por ejemplo, un borde) de la pastilla 624. Todas las interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento formadas en las primeras ubicaciones designadas 602 pueden extenderse hacia y/o a través de la pastilla 624. La FIG. 6A ilustra adicionalmente las segundas ubicaciones 604 previamente designadas para la formación de otras interconexiones, que no se extienden hacia y/o a través de la pastilla 624. Un símbolo "más" encerrado dentro de un cuadrado simboliza gráficamente cada una de las segundas ubicaciones 604. Las segundas ubicaciones 604 pueden estar ubicadas fuera de un límite de la pastilla 624 o pueden estar ubicadas dentro del límite de la pastilla 624.

[0085] La vista en planta del primer EDS 600 se presenta en una etapa previa a un proceso de perforación posterior. Se ilustra una representación de una superficie posterior de una segunda capa laminada 642, antes de la adición de una capa conductora de electricidad (similar a la capa M4 388 de la FIG. 3). Se presenta un esquema de la pastilla 624 embebida dentro del primer EDS 600 en líneas discontinuas porque, en la vista en planta ilustrada e incluso con la pastilla 624 acoplada al primer EDS 600, la pastilla 624 no sería visible desde la parte posterior del primer EDS 600. Además, un contorno de la cavidad 622 (por ejemplo, una abertura o vacío definido por las paredes laterales) dentro de la cual reside la pastilla 624 se presenta en líneas discontinuas porque la cavidad 622 tampoco sería visible de forma similar desde la parte posterior del primer EDS 600.

[0086] En algunas implementaciones, durante un proceso de perforación posterior, un taladro láser puede formar una pluralidad de orificios perforando un orificio en cada una de las primeras ubicaciones 602. Cada orificio formado en cada una de las primeras ubicaciones 602 puede extenderse dentro y/o a través de la segunda capa laminada 642, un suelo de la cavidad 622, la pastilla 624 y una placa conductora (no mostrada) en la parte superior de la pastilla 624 (y puede exponer, además, una superficie inferior de una capa de tope de láser (no mostrada) asociada con la placa conductora (no mostrada) en la parte superior de la pastilla 624).

[0087] En algunas implementaciones, durante el proceso de perforación posterior, el taladro láser puede formar una pluralidad de orificios perforando un orificio en cada una de las segundas ubicaciones 604. Cada orificio formado en cada una de las segundas ubicaciones 604 no se extiende hacia y/o a través de la pastilla 624.

[0088] En algunas implementaciones, después de perforar orificios en cada una de las primeras ubicaciones 602 y las segundas ubicaciones 604, se puede usar un material conductor para chapar y/o rellenar los orificios formando así interconexiones dentro de los orificios. El material conductor puede chapar las paredes laterales de los orificios y/o rellenar los orificios por completo. El chapado y/o el relleno de los orificios con el material conductor puede acoplar los bordes de la metalización expuestos en las paredes laterales de los orificios (y/o en cada una de las primeras ubicaciones 602, la placa conductora (no se muestra) y/o el tope de láser (no se muestra) en la parte superior de la pastilla 624) y el resto de la interconexión. Se puede formar metalización adicional para formar, por ejemplo, placas y pistas de una capa M4, a la segunda capa laminada 642.

[0089] En la Fig. 6A, las primeras ubicaciones 602 previamente designadas para la formación de interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento se ilustran como ubicadas hacia el borde exterior de la pastilla 624. El área alrededor del borde exterior de la pastilla puede denominarse área de protección (por ejemplo, 527, FIG. 5). El área de protección puede tener menos densidad, en términos de circuitos activos y/o pasivos sobre o dentro de la pastilla 624, que el área 625 dentro de los bordes de la pastilla. En algunas implementaciones, la pastilla 624 puede estar diseñada para ser tolerante con la desalineación de un taladro (por ejemplo, un taladro láser) con las primeras ubicaciones 602. En algunas implementaciones, el taladro encargado de perforar orificios para interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento puede ser un taladro láser, capaz de perforar orificios de diámetros entre aproximadamente 10 y 200 μm o entre aproximadamente 30 y 100 μm ; sin embargo, se contemplan diámetros menores o mayores que el intervalo proporcionado y son aceptables. Como saben los expertos en la técnica, por ejemplo, el diámetro de los orificios puede depender del grosor de la pastilla. En algunas implementaciones, la pastilla puede variar en tamaño en el orden de aproximadamente 1,5x1,5 mm a aproximadamente 10x10 mm; en una implementación, la pastilla puede ser de aproximadamente 2x2 mm; sin embargo, las pastillas no están limitadas a las dimensiones mencionadas en el presente documento y pueden ser mayores o menores dependiendo, por ejemplo, del tamaño del paquete.

[0090] La FIG. 6B ilustra una vista posterior, en planta, de un segundo EDS 601 que tiene primeras ubicaciones 602 previamente designadas para la formación de interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento. Una línea discontinua delimita un área 625, dentro de los bordes de la pastilla 624, que está poblada con circuitos activos y/o pasivos. La descripción de los componentes de la FIG. 6B son iguales o similares a los componentes de la FIG. 6A y no se repetirá por concisión. En la Fig. 6B, sin embargo, las primeras ubicaciones 602 previamente designadas para la formación de interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento se ilustran como ubicadas adyacentes a la pastilla 624, y ambas en el borde exterior de la pastilla 624 (por ejemplo, en el área de protección de la pastilla) y dentro del área 625 dentro de los bordes de la pastilla 624 (por ejemplo, un área con una alta densidad de circuitos activos y/o pasivos). El aspecto de la FIG. 6B tiene la intención de ilustrar que, aunque la densidad de los circuitos activos y/o pasivos en o dentro de la pastilla 624 puede ser mayor dentro del área 625 dentro de los bordes de la pastilla 624 que en el área adyacente a los bordes de la pastilla 624, es posible diseñar una pastilla 624 para acomodar interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento dentro del área 625 dentro de los bordes de la pastilla 624.

Secuencia a modo de ejemplo para fabricar un dispositivo de sustrato de pastilla embebida (EDS)

5 [0091] Las FIG. 7A-7C ilustran una secuencia a modo de ejemplo para proporcionar/fabricar un EDS que incluye interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento de acuerdo con los aspectos descritos en el presente documento. En algunas implementaciones, la provisión/fabricación de un EDS que incluye interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento incluye varias etapas del proceso. La FIG. 7 (que incluye las FIGS. 7A-7C) ilustra una secuencia a modo de ejemplo de etapas para proporcionar/fabricar un EDS que incluye interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento. En algunas implementaciones, la secuencia a modo de ejemplo de las FIGS. 7A-7C puede usarse para fabricar un EDS que incluye las interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento de las FIG. 3, 4, 6A y/o 6B. Sin embargo, con el fin de simplificar, las FIGS. 7A-7C se describirán en el contexto de proporcionar/fabricar un EDS de la FIG. 3.

15 [0092] Debe observarse que la secuencia de las FIGS. 7A-7C puede combinar una o más etapas para simplificar y/o aclarar la secuencia para proporcionar un EDS que incluye interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento. En algunas implementaciones, el orden de las etapas del proceso puede cambiarse o modificarse.

20 [0093] La etapa 1, como se muestra en la FIG. 7A, ilustra un estado después de que se proporciona un sustrato 702. El sustrato 702 puede ser un sustrato central, una capa central. El sustrato 702 puede ser de doble cara. El sustrato 702 puede incluir una capa conductora 704 que puede estar formada de un metal tal como cobre. La capa conductora 704 puede ser más gruesa que otras capas conductoras (por ejemplo, capa M1 782, capa M2 784, capa M3 786, capa M4 788) en el EDS. El grosor de la capa conductora 704 puede proporcionar rigidez y/o soporte estructural al EDS. La capa conductora 704 puede usarse como un plano de tierra o un plano de potencia del EDS. El sustrato 702 puede incluir una primera capa dieléctrica 706 (por ejemplo, una capa dieléctrica superior) en un primer lado 701 del sustrato 702 y una segunda capa dieléctrica 708 (por ejemplo, una capa dieléctrica posterior) en un segundo lado 703 del sustrato 702. La primera capa dieléctrica 706 y la segunda capa dieléctrica 708 pueden emparejar la capa conductora 704 entre ellas. El sustrato 702 puede ser formado o proporcionado por un proveedor.

30 [0094] La etapa 2 ilustra un estado después de que se formen una pluralidad de orificios 711H, 713H en el sustrato 702. La pluralidad de orificios 711H, 713H puede definirse por el sustrato 702. La pluralidad de orificios 711H, 713H puede alojar una interconexión segmentada. La pluralidad de orificios 711H, 713H se puede formar, por ejemplo, con un proceso de fotolitografía, un proceso mecánico y/o un proceso de perforación láser.

35 [0095] La etapa 3 ilustra un estado después de que la placa o pista 715 de una capa M2 784 (por ejemplo, una capa de metal) y una placa o pista 717 de una capa M3 786 (por ejemplo, una capa de metal) se forman sobre y/o en el sustrato 702. En la ilustración a modo de ejemplo, la placa o pista 715 de la capa M2 784 puede formarse en la primera capa dieléctrica 706. La placa o pista 717 de la capa M3 786 se puede formar sobre y/o en la segunda capa dieléctrica 708. La pluralidad de orificios 711H, 713H puede rellenarse y/o chaparse con un material conductor, tal como el mismo metal utilizado para la placa o pista 715 de la capa M2 784 y la placa o pista 717 de la capa M3 786. Se puede formar una primera interconexión segmentada 718 entre la placa o pista 715 y la placa o pista 717 mediante la conexión del material conductor 711 y el material conductor 713 (dentro de la pluralidad de orificios 711H, 713H). La primera interconexión segmentada 718 se denomina interconexión "segmentada" porque está compuesta de segmentos (por ejemplo, capas) formados por material conductor 711, 713 en la pluralidad de orificios 711H, 713H (respectivamente). Se ilustra una costura 705 entre los segmentos, lo que indica que mientras la primera interconexión segmentada 718 se muestra en un estado completo en la etapa 3, la formación del material conductor 711 en el orificio 711H puede haber tenido lugar en una etapa diferente, en un tiempo diferente, desde la formación del material conductor 713 en el orificio 713H. La primera interconexión segmentada 718 está formada por una pluralidad de capas, donde, por ejemplo, cada capa está formada por un segmento diferente.

50 [0096] La etapa 4 ilustra un estado después de que se forma una cavidad 722 (por ejemplo, una abertura o vacío definido por paredes laterales) en el sustrato 702. La cavidad 722 puede formarse mediante procedimientos que incluyen, por ejemplo, fotolitografía, proceso mecánico y/o perforación con láser. La cavidad 722 puede definirse dentro del sustrato 702 desde el primer lado 701. La cavidad 722 puede formarse retirando material de la primera capa dieléctrica 706 y la capa conductora 704. En algunas implementaciones, la cavidad 722 puede estar desprovista de la primera capa dieléctrica 706 y la capa conductora 704. El ancho y la profundidad de la cavidad 722 se pueden elegir para proporcionar espacio para una pastilla 724, que se puede colocar dentro de la cavidad 722. En algunas implementaciones, la profundidad de la cavidad 722 puede ser mayor o igual que la altura de la pastilla 724 más el grosor del adhesivo, soldadura o epoxi 726, que puede usarse para acoplar la pastilla 724 al fondo (por ejemplo, el suelo) de la cavidad 722. Por consiguiente, dependiendo al menos de la altura de la pastilla 724, se puede eliminar más o menos material del sustrato 702 para formar la cavidad 722 definida por el sustrato 702.

65 [0097] En algunas implementaciones, alguna parte de la capa conductora 704 puede permanecer en la cavidad 722; sin embargo, en tales implementaciones, se pueden implementar medidas tales como una sección antiplaca y/o una sección aislada para garantizar que la metalización en la parte inferior de la pastilla y/o la metalización de

una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento que penetra el suelo de la cavidad 722 no forma un cortocircuito no deseado con la capa conductora 704.

[0098] En algunas implementaciones, una parte de la segunda capa dieléctrica 708 (por ejemplo, la capa dieléctrica posterior) puede eliminarse durante la formación de la cavidad 722. En algunas implementaciones, la cavidad 722 puede formarse mediante la eliminación de toda la primera capa dieléctrica 706, la capa conductora 704 y la segunda capa dieléctrica 708, desde dentro de las paredes laterales que definen la cavidad 722 en el sustrato 702. En tales implementaciones, la pastilla se puede acoplar a una capa adyacente a (por ejemplo, debajo de) la segunda capa dieléctrica 708.

[0099] La etapa 5 ilustra un estado después del cual una pastilla 724 ha sido acoplada al suelo de la cavidad 722 (por ejemplo, acoplada a la segunda capa dieléctrica 708 dentro de la cavidad 722). La pastilla 724 se puede acoplar, por ejemplo, usando un adhesivo, soldadura o epoxi 726. La pastilla 724 puede incluir una pluralidad de placas conductoras 728, 730, 732, 734 que incluyen una primera placa conductora 728, una segunda placa conductora 730, una tercera placa conductora 732 y una cuarta placa conductora 734 en un lado de la pastilla 724 distal al suelo de la cavidad 722. La pluralidad de placas conductoras 728, 730, 732, 734 puede, por ejemplo, estar fabricada de oro. Cada una de la pluralidad de placas conductoras 728, 730, 732, 734 puede tener una capa de tope de láser 736 (por ejemplo, una capa conductora protectora) depositada, chapada, añadida en la placa (por ejemplo, una capa de tope de láser 736 en la parte superior de cada una de la pluralidad de placas conductoras 728, 730, 732, 734). La capa de tope del láser 736 puede ser, por ejemplo, de cobre.

[0100] La etapa 5 ilustra, además, un estado después del cual la cavidad 722 ha recibido un material de relleno 738 para encapsular, proteger y/o inmovilizar la pastilla 724. El material de relleno 738 puede encapsular al menos parcialmente la pastilla 724. En algunas implementaciones, el material de relleno 738 puede aplicarse (por ejemplo, formarse, proporcionarse) de modo que una superficie del material de relleno 738 sea sustancialmente coplanar con una superficie superior de la primera capa dieléctrica 706.

[0101] La etapa 6 ilustra un estado después de que se formara una cuarta interconexión 716 de penetración de pastilla de un único segmento en un orificio 716H. El orificio 716H puede formarse, por ejemplo, perforando a través de la segunda capa dieléctrica 708 (por ejemplo, una parte del sustrato 702, el suelo de la cavidad 722 formada en el sustrato 702) y dentro de la pastilla 724 acoplada al suelo de la cavidad 722. El orificio 716H puede extenderse a través de, y puede definirse dentro del segundo lado 703 del sustrato 702 (por ejemplo, donde el segundo lado del sustrato puede incluir la segunda capa dieléctrica 708), la pastilla 724 y la placa conductora 734. Por ejemplo, en la ilustración a modo de ejemplo, el orificio 716H se extiende a través de, y está definido por la segunda capa dieléctrica 708 del sustrato 702, la pastilla 724 y la placa conductora 734. En algunas implementaciones, el orificio 716H puede terminar sobre y/o en la capa de tope de láser 736 en la placa conductora 734. Un material conductor (por ejemplo, el material conductor que forma la cuarta interconexión 716 de penetración de pastilla de un único segmento) chapó y/o rellenó el orificio 716H y se acopló a la placa conductora 734 desde dentro del orificio 716H. El material conductor forma la interconexión (cuarta interconexión 716 de penetración de pastilla de un único segmento) entre una superficie de la segunda capa dieléctrica 708 distal al suelo de la cavidad y la placa conductora 734. Se puede formar una placa o pista 768 sobre y/o en la segunda capa dieléctrica 708.

[0102] La cuarta interconexión 716 de penetración de pastilla de un único segmento puede contrastarse con la primera interconexión segmentada 718 a su derecha. La cuarta interconexión 716 de penetración de pastilla en un único segmento puede describirse como un segmento único unitario, una estructura unitaria, una estructura indivisible y/o una estructura indivisa. La cuarta interconexión 716 de penetración de pastilla de un único segmento puede describirse como una estructura que se extiende a través de, y se define dentro del sustrato 702, la pastilla 724 y la placa conductora 734. Por el contrario, la primera interconexión segmentada 718 estaba formada por un conjunto apilado de un primer segmento de material conductor 711 y un segundo segmento de material conductor 713 y no se extiende hacia y/o a través de la pastilla 724 y/o cualquier placa conductora en una parte superior de la pastilla 724.

[0103] La etapa 7 ilustra un estado después de proporcionar una primera capa laminada 740 (por ejemplo, una capa laminada superior) a la primera capa dieléctrica 706 y una segunda capa laminada 742 a la segunda capa dieléctrica 708. Cada una de la primera capa laminada 740 y la segunda capa laminada 742 puede denominarse una capa de preimpregnación (preimpregnada). Cada una de la primera capa laminada 740 y la segunda capa laminada 742 pueden incluir una o más capas dieléctricas y conductoras de electricidad. Las capas de preimpregnación, por ejemplo, pueden proporcionarse depositando las capas sobre sus respectivas superficies mediante pulverización. Los expertos en la técnica conocen otras formas de proporcionar las capas de preimpregnación y/o capas adicionales sobre el sustrato 702 (por ejemplo, laminado, unión, fijación, adhesión, formación).

[0104] La etapa 8 ilustra un estado después de que se forme una primera pluralidad de orificios que incluye un primer orificio externo superior 752H, un primer orificio interno superior 712H, un segundo orificio interno superior 714H y un segundo orificio externo superior 746H perforando en ubicaciones previamente designadas que comienzan en la primera capa laminada 740 (por ejemplo, una primera capa de preimpregnación). La primera

pluralidad de orificios puede formarse durante un proceso de perforación superior. Se puede formar una segunda pluralidad de orificios que incluyen un primer orificio externo 762H, un segundo orificio externo 756H y un orificio interno 710H perforando en ubicaciones previamente designadas que comienzan en la segunda capa laminada 742 (por ejemplo, una segunda capa de preimpregnación). La segunda pluralidad de orificios puede formarse durante un proceso de perforación posterior.

[0105] Durante el proceso de perforación superior, el primer orificio interno superior 712H y el segundo orificio interno superior 714H se extienden a través de la primera capa laminada 740 y una parte del material de relleno 738 dentro de la cavidad 722. El primer orificio interno superior 712H y el segundo orificio interno superior 714H terminan en la capa de tope del láser 736. El primer orificio interno superior 712H y el segundo orificio interno superior 714H no se extienden hacia adentro y/o a través de la pastilla 724 (y/o no se extienden hacia adentro y/o a través de la placa conductora 730, 732 en la pastilla 724). El primer orificio externo superior 752H y el segundo orificio externo superior 746H también se extienden a través de la primera capa laminada 740. El primer orificio externo superior 752H termina en una placa o pista 754 en la primera capa dieléctrica 706. El segundo orificio externo superior 746H termina en una placa o pista 715 en la primera capa dieléctrica 706.

[0106] Durante el proceso de perforación posterior, el primer orificio externo 762H se extiende y está definido por la segunda capa laminada 742 y termina en una placa o pista 760 de la capa M3 786 en la segunda capa dieléctrica 708. El segundo orificio externo 756H se extiende a través de, y está definido por la segunda capa laminada 742 y termina en una placa o pista 717 de la capa M3 786 en la segunda capa dieléctrica 708. Durante el proceso de perforación posterior, el orificio interno 710H (que puede chaparse y/o rellenarse con un material conductor para formar la primera interconexión 710 de penetración de pastilla de un único segmento) se extiende a través de, y se define por la segunda capa laminada 742, el sustrato 702 (por ejemplo, la segunda capa dieléctrica 708, una parte del sustrato 702 que se encuentra entre la pastilla 724 y la segunda capa laminada 742 (por ejemplo, el suelo de la cavidad 722)), la pastilla 724 y la placa conductora 728. Por ejemplo, en la ilustración a modo de ejemplo, el orificio interno 710H se extiende a través de, y está definido por la segunda capa laminada 742, la segunda capa dieléctrica 708 del sustrato 702, la pastilla 724 y la placa conductora 728. El orificio interno 710H termina sobre o en la capa de tope de láser 736 en la placa conductora 728.

[0107] La primera pluralidad de orificios (incluido el primer orificio externo superior 752H, el primer orificio interno superior 712H, el segundo orificio interno superior 714H y el segundo orificio externo superior 746H) y la segunda pluralidad de orificios (incluido el primer orificio externo 762H, el segundo orificio externo 756H y el orificio interno 710H) pueden formarse por procedimientos que incluyen, por ejemplo, fotolitografía, perforación mecánica y/o láser.

[0108] La etapa 9 ilustra un estado después de que se usó material conductor para formar una primera interconexión 710 de penetración de pastilla de un único segmento en el orificio interno 710H. El material conductor forma la interconexión (primera interconexión 710 de penetración de pastilla de un único segmento) entre una superficie de la segunda capa laminada 742 distal al segundo lado 703 del sustrato 702 (por ejemplo, donde el segundo lado del sustrato puede incluir la segunda capa dieléctrica 708) y la placa conductora 734. Además, la etapa 9 ilustra el material conductor 752 en el primer orificio externo superior 752H, material conductor 712 en el primer orificio interno superior 712H, material conductor 714 en el segundo orificio interno superior 714H, material conductor 746 en el segundo orificio externo superior 746H, material conductor 762 en el primer orificio externo 762H, material conductor 756 en el segundo orificio externo 756H. La etapa 9 ilustra, además, una capa M1 782 formada sobre y/o en la primera capa laminada 740 y una capa M4 788 formada sobre y/o en la segunda capa laminada 742. La capa M1 782 puede incluir una primera pista horizontal 790 y una segunda pista horizontal 792. La capa M4 788 puede incluir un primer nodo 764, un segundo nodo 766 y un cuarto nodo 770 (por ejemplo, donde un nodo puede ser una placa o pista conductora).

[0109] Se puede implementar un área de protección (no mostrada) tal como una sección antiplaca y/o una sección aislada que esté libre del adhesivo, la soldadura o el epoxi 726 utilizado para acoplar la pastilla 724 al sustrato 702 que se puede proporcionar alrededor de la primera interconexión 710 de penetración de pastilla de un único segmento y la cuarta interconexión 716 de penetración de pastilla de un único segmento para evitar un cortocircuito al adhesivo, soldadura o epoxi 726 si, por ejemplo, el adhesivo, la soldadura o el epoxi 726 son conductores de electricidad.

[0110] En algunas implementaciones, se pueden fabricar varios EDS simultáneamente en un sustrato central, y se puede realizar un proceso de singularización para cortar el sustrato central en EDS individuales.

Procedimiento a modo de ejemplo para fabricar un sustrato de pastilla embebida (EDS)

[0111] La FIG. 8 ilustra un diagrama de flujo 800 de un procedimiento a modo de ejemplo de fabricación de un EDS que incluye una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento. En algunas implementaciones, el procedimiento a modo de ejemplo de la FIG. 8 puede usarse para fabricar un EDS que incluye las interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento de las FIG. 3, 4, 6A y/o 6B. Sin embargo, con el fin de simplificar, la FIG. 8 se describirá en el contexto de proporcionar/fabricar un EDS de la FIG. 3.

[0112] Debe notarse que la secuencia de bloques presentada en la FIG. 8 puede combinar una o más operaciones para simplificar y/o aclarar el procedimiento para fabricar un EDS que incluye interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento. En algunas implementaciones, el orden de los bloques puede cambiarse o modificarse.

[0113] Se proporciona un sustrato 802. El sustrato tiene un primer lado y un segundo lado opuesto. El sustrato puede ser de doble cara. El sustrato es un sustrato central (por ejemplo, una capa central). El sustrato incluye una capa conductora que puede estar formada por un metal como el cobre. El sustrato incluye una primera capa dieléctrica en el primer lado del sustrato (por ejemplo, una capa dieléctrica superior) e incluye una segunda capa dieléctrica (por ejemplo, una capa dieléctrica posterior) en el segundo lado del sustrato. La primera capa dieléctrica y la segunda capa dieléctrica intercalan la capa conductora entre ellas.

[0114] Se puede formar una pluralidad de orificios en el sustrato para alojar una pluralidad de interconexiones 804. Por ejemplo, se puede usar un proceso de fotolitografía, un proceso mecánico y/o un proceso de perforación láser para formar la pluralidad de orificios. En algunas implementaciones, la pluralidad de orificios puede formarse usando un taladro láser.

[0115] La metalización (por ejemplo, material conductor) se puede proporcionar 806 a la pluralidad de orificios para formar interconexiones y se puede estampar en la primera capa dieléctrica y la segunda capa dieléctrica para formar placas y/o pistas.

[0116] Se forma una cavidad en el sustrato 808. La cavidad puede definirse dentro del sustrato. Como se describe en el presente documento, una cavidad puede ser una abertura o vacío definido por paredes laterales dentro del sustrato. La cavidad puede formarse y definirse dentro del sustrato desde el primer lado del sustrato. La cavidad puede formarse eliminando material de la primera capa dieléctrica y la capa conductora. El ancho y la profundidad de la cavidad se pueden elegir para proporcionar espacio para una pastilla, que se puede colocar dentro de la cavidad. En algunas implementaciones, una profundidad de la cavidad puede ser mayor o igual que la altura de la pastilla más el grosor del adhesivo, la soldadura o el epoxi que acopla la pastilla al fondo (o suelo) de la cavidad.

[0117] Una pastilla está acoplada al suelo de la cavidad (por ejemplo, acoplada a la segunda capa dieléctrica expuesta dentro de la cavidad) 810. La pastilla tiene un primer lado acoplado al suelo de la cavidad y un segundo lado opuesto distal al suelo de la cavidad. La pastilla se puede acoplar, por ejemplo, usando un adhesivo, soldadura o epoxi. La pastilla puede incluir una pluralidad de placas conductoras. La pluralidad de placas conductoras puede estar fabricada, por ejemplo, de oro. La pastilla puede tener al menos una placa conductora en un lado de la pastilla distal al suelo de la cavidad (el segundo lado opuesto de la pastilla). La pluralidad de placas conductoras puede tener cada una, una capa de tope de láser depositada, chapada, añadida, en la parte superior de la placa. La capa de tope de láser puede ser una capa de metal de cobertura, como el cobre. El metal de la capa de tope de láser puede ser diferente al metal de una placa conductora subyacente.

[0118] La cavidad puede recibir un material de relleno para encapsular, proteger y/o inmovilizar la pastilla 812. El material de relleno puede encapsular al menos parcialmente la pastilla. En algunas implementaciones, el material de relleno puede aplicarse (por ejemplo, formarse, proporcionarse) de modo que una superficie del material de relleno sea sustancialmente coplanar con una superficie de la primera capa dieléctrica.

[0119] El orificio puede formarse 814 (por ejemplo, proporcionarse) perforando para extenderse a través del sustrato, la pastilla y la placa conductora. Por ejemplo, el orificio se extiende a través, y se define dentro del segundo lado del sustrato (por ejemplo, una capa del sustrato al que está acoplada la pastilla, una capa del sustrato que tiene una superficie descrita como el suelo de la cavidad, una capa del sustrato que incluye una segunda capa dieléctrica), se extiende a través de la pastilla acoplada al suelo de la cavidad, y se extiende a través de la placa conductora en el lado de la pastilla distal al suelo de la cavidad. En algunas implementaciones, el orificio se extiende a través de la pastilla y termina en, o expone, una superficie de la placa conductora en la pastilla. La superficie de la placa conductora puede ser una superficie inferior de la placa conductora. La superficie inferior de la placa conductora puede estar en un plano que se extiende sustancialmente a lo largo de una interfaz entre una parte superior de la pastilla y una parte inferior de la placa conductora.

[0120] Se puede proporcionar un material conductor para chapar y/o rellenar el orificio y acoplarlo a la placa conductora desde dentro del orificio 816. El material conductor puede chapar las paredes laterales del orificio y/o rellenar el orificio por completo. El orificio, que se extiende a través de, y se define dentro de la segunda capa dieléctrica del sustrato, la pastilla, y dentro y/o a través de la placa conductora puede formarse de una vez o, en otras palabras, durante un proceso o en una acción. El material conductor, que se extiende desde la segunda capa dieléctrica del EDS, a través de la pastilla, y a través de la placa conductora en el lado de la pastilla distal al lado de la pastilla acoplada al suelo de la cavidad, puede ser unitario, indivisible, y/o una estructura indivisa. En consecuencia, debido a que el material conductor se extiende a través del sustrato, la pastilla y la placa conductora, y puede formarse como un segmento unitario, indivisible y/o indivisa (por ejemplo, una estructura, un segmento, un único segmento), puede denominarse una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento.

Además, el orificio se forma durante la integración de EDS; por ejemplo, durante un proceso de perforación posterior (por ejemplo, operación, acción) durante la integración de EDS. Como se señaló previamente, las entidades detestan perforar orificios en la pastilla durante la integración de EDS por temor a dañar la pastilla. Sin embargo, se ha descubierto que los aspectos descritos en el presente documento pueden reducir el coste de una pastilla al eliminar al menos algo de TSV de la pastilla (reduciendo así el recuento de la máscara de la pastilla y el número de operaciones utilizadas en la fabricación de la pastilla). Además, debido a que la interconexión de penetración de pastilla de un único segmento formada de acuerdo con los aspectos descritos en el presente documento puede formarse como un único segmento a partir de un material conductor, puede formarse a partir de un material conductor que tenga una mejor conductividad térmica que un material utilizado para la fabricación de TSV en una pastilla, como el oro. Por ejemplo, en algunas implementaciones, un material conductor que puede usarse para la formación de la interconexión de penetración de pastilla de un único segmento puede ser cobre. Se ha descubierto que la conductividad térmica de una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento de cobre tiene una conductividad térmica que es mejor en un 30 por ciento que el oro para una pastilla de arseniuro de galio (GaAs) y mejor en un 100 por ciento que el tungsteno (W) para un CMOS de concentrados/silicio sobre aislante (SOI) (SOI CMOS).

[0121] Puede proporcionarse una primera capa laminada a la primera capa dieléctrica y puede proporcionarse una segunda capa laminada a la segunda capa dieléctrica 818.

[0122] Se puede realizar un proceso de perforación superior si es apropiado 820.

[0123] Se puede realizar una perforación posterior adicional si es apropiado 822, donde la perforación posterior puede incluir la formación de orificios adicionales para interconexiones adicionales de penetración de pastilla de un único segmento si es apropiado. Debido a que se agregó una capa adicional (la segunda capa laminada) a la estructura general del EDS, durante el proceso de perforación posterior, un orificio designado como una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento puede extenderse a través de, y definirse dentro de la segunda capa laminada, la capa o capas del sustrato entre la pastilla y la segunda capa laminada (por ejemplo, el suelo de la cavidad), la pastilla y una placa conductora en la parte superior de la pastilla. En algunas implementaciones, el orificio puede terminar en una capa de tope de láser en la placa conductora.

[0124] Se puede formar una capa M1 (por ejemplo, material conductor/capa conductora de electricidad/capa de metalización) sobre y/o en la primera capa laminada y se puede formar una capa M4 sobre y/o en las segundas capas laminadas para diseñar placas y/o pistas 824.

[0125] La FIG. 9 ilustra otro diagrama de flujo 900 de un procedimiento a modo de ejemplo para fabricar un EDS que incluye una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento. En algunas implementaciones, el procedimiento a modo de ejemplo de la FIG. 9 puede usarse para fabricar un EDS que incluye las interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento de las FIG. 3, 4, 6A y/o 6B. Sin embargo, con el fin de simplificar, la FIG. 9 se describirá en el contexto de proporcionar/fabricar un EDS de la FIG. 3.

[0126] Debe notarse que la secuencia de bloques presentada en la FIG. 9 puede combinar una o más operaciones para simplificar y/o aclarar el procedimiento para fabricar un EDS que incluye interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento. En algunas implementaciones, el orden de los bloques puede cambiarse o modificarse.

[0127] Se proporciona un sustrato que tiene un primer lado y un segundo lado opuesto 902. Se forma una cavidad definida dentro del sustrato (por ejemplo, una abertura o hueco definido por paredes laterales dentro del sustrato) dentro del sustrato 904. La cavidad definida dentro del sustrato puede formarse desde el primer lado del sustrato. Una pastilla está acoplada al suelo de la cavidad 906, teniendo la pastilla una placa conductora en un lado de la pastilla distal al suelo de la cavidad. Opcionalmente, se puede añadir un material de relleno 908 a la cavidad. El material de relleno puede actuar, por ejemplo, para encapsular, proteger y/o inmovilizar la pastilla.

[0128] Un proceso de perforación de un orificio que se extiende a través de, y se define dentro del sustrato, la pastilla y la placa conductora se lleva a cabo 910. El orificio expone una superficie de la placa conductora (por ejemplo, una superficie de la placa conductora accesible/visible desde dentro del orificio). El orificio puede chaparse y/o rellenarse 912 con un material conductor que se acople a la placa conductora desde dentro del orificio. En algunas implementaciones, la pastilla se acopla al suelo de la cavidad antes de perforar el orificio. En algunas implementaciones, la perforación del orificio se puede realizar al mismo tiempo. En otras palabras, la longitud total del orificio puede formarse durante un proceso (por ejemplo, un proceso de perforación posterior). En algunas implementaciones, el orificio puede formarse para ser concéntrico a lo largo de un eje lineal que se extiende a través del segundo lado del sustrato, la pastilla y la placa conductora. En algunas implementaciones, el orificio puede formarse para ser un solo orificio lineal a lo largo de una longitud del orificio. En algunas implementaciones, el material conductor que chapa y/o rellena el orificio puede formarse como un único segmento unitario. En algunas implementaciones, el material conductor se extiende entre el segundo lado del sustrato, la pastilla y la placa conductora, y puede formarse como una sola capa (por ejemplo, solo un segmento de un material conductor, solo una capa de un material conductor). En algunas implementaciones, el material conductor puede formar una

interconexión entre una superficie del segundo lado del sustrato distal al suelo de la cavidad y la placa conductora. En algunas implementaciones, el material conductor puede formar una interconexión entre una abertura del orificio en una superficie posterior del sustrato y la placa conductora. En algunas implementaciones, la interconexión puede formarse como un único segmento (por ejemplo, una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento). En algunas implementaciones, la interconexión es una estructura unitaria, indivisible y/o indivisa.

[0129] La FIG. 10 ilustra otro diagrama de flujo 1000 de un procedimiento a modo de ejemplo para fabricar un EDS que incluye una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento. En algunas implementaciones, el procedimiento a modo de ejemplo de la FIG. 10 puede usarse para fabricar un EDS que incluye las interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento de las FIG. 3, 4, 6A y/o 6B. Sin embargo, con el fin de simplificar, la FIG. 10 se describirá en el contexto de proporcionar/fabricar un EDS de la FIG. 4.

[0130] Debe notarse que la secuencia de bloques presentada en la FIG. 10 puede combinar una o más operaciones para simplificar y/o aclarar el procedimiento para fabricar un EDS que incluye interconexiones de penetración de pastilla de un único segmento. En algunas implementaciones, el orden de los bloques puede cambiarse o modificarse.

[0131] Se proporciona un sustrato que tiene un primer lado y un segundo lado opuesto 1002. Se puede formar una cavidad definida dentro del sustrato (por ejemplo, una abertura o vacío definido por paredes laterales dentro del sustrato) en el sustrato 1004. La cavidad definida dentro del sustrato puede formarse desde el primer lado del sustrato. Una pastilla está acoplada al suelo de la cavidad 1006, teniendo la pastilla una placa conductora en un lado de la pastilla distal al suelo de la cavidad. Opcionalmente, se puede agregar un material de relleno 1008 a la cavidad. El material de relleno puede actuar, por ejemplo, para encapsular, proteger y/o inmovilizar la pastilla.

[0132] Una capa laminada (por ejemplo, una segunda capa laminada) puede estar acoplada 1010 al segundo lado del sustrato (por ejemplo, una parte posterior del sustrato). Opcionalmente, se puede acoplar una primera capa laminada 1012 al primer lado del sustrato (por ejemplo, un lado superior del sustrato).

[0133] Se lleva a cabo un proceso de perforación de un orificio que se extiende a través de, y está definido dentro de la segunda capa laminada, el sustrato, la pastilla y la placa conductora 1014. El orificio expone una superficie de una placa conductora (por ejemplo, una superficie de la placa conductora accesible/visible desde dentro del orificio). El orificio puede chaparse y/o rellenarse con un material conductor 1016 que se acopla a la placa conductora desde dentro del orificio.

[0134] En algunas implementaciones, la pastilla está acoplada al suelo de la cavidad y la capa laminada puede estar acoplada al segundo lado del sustrato antes de perforar el orificio. En algunas implementaciones, la perforación del orificio se puede realizar al mismo tiempo. En otras palabras, la longitud total del orificio puede formarse durante un proceso (por ejemplo, un proceso de perforación posterior). En algunas implementaciones, el orificio puede formarse para ser concéntrico a lo largo de un eje lineal que se extiende a través de la capa laminada, el segundo lado del sustrato, la pastilla y la placa conductora. En algunas implementaciones, el orificio puede formarse para ser un solo orificio lineal a lo largo de una longitud del orificio. En algunas implementaciones, el material conductor que chapa y/o rellena el orificio puede formarse como un único segmento unitario. En algunas implementaciones, el material conductor puede extenderse entre y a través de la capa laminada, el segundo lado del sustrato, la pastilla y la placa conductora y puede formarse como una sola capa (por ejemplo, solo un segmento de un material conductor, solo una capa de un material conductor). En algunas implementaciones, el material conductor puede formar una interconexión entre una superficie de la capa laminada distal al suelo de la cavidad y la placa conductora. En algunas implementaciones, el material conductor puede formar una interconexión entre una abertura del orificio en una superficie posterior de la segunda capa laminada y la placa conductora. En algunas implementaciones, la interconexión puede formarse como un único segmento (por ejemplo, una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento). En algunas implementaciones, la interconexión es una estructura unitaria, indivisible y/o indivisa.

Dispositivos electrónicos a modo de ejemplo

[0135] La FIG. 11 ilustra varios dispositivos electrónicos que pueden integrarse con cualquiera de los EDS mencionados anteriormente que incluyen una interconexión de penetración de pastilla de un único segmento. Por ejemplo, dispositivos electrónicos tales como un dispositivo de teléfono móvil 1102, un dispositivo de ordenador portátil 1104, un dispositivo terminal de ubicación fija 1106, un dispositivo ponible 1108 pueden incluir un EDS que incluye interconexiones 1100 de penetración de pastilla de un único segmento, tal como se describe en el presente documento. Los dispositivos electrónicos ilustrados en la FIG. 11 son a modo de ejemplo. Por ejemplo, un EDS que incluye interconexiones 1100 de penetración de pastilla de un único segmento como se describe en el presente documento puede incorporarse a otros dispositivos electrónicos que incluyen, entre otros, un grupo de dispositivos que incluye un dispositivo móvil, una unidad de sistema de comunicación personal portátil (PCS), un asistente digital personal, un terminal de datos portátil, un dispositivo habilitado con sistema de posicionamiento global (GPS), un dispositivo de navegación, un decodificador, un reproductor de música, un reproductor de vídeo, una

unidad de entretenimiento, un terminal de ubicación fija (por ejemplo, equipo de lectura de medidores), un dispositivo de comunicaciones, un teléfono móvil, un teléfono inteligente, una tableta, un ordenador, un dispositivo ponible (por ejemplo, reloj, gafas), un dispositivo de Internet de las cosas (IoT), un ordenador portátil, un servidor, un encaminador, un dispositivo electrónico implementado en un vehículo automotor (por ejemplo, que incluye un vehículo automotor autónomo) o cualquier otro dispositivo que almacene o recupere datos o instrucciones de un ordenador, o cualquier combinación de los mismos.

[0136] Uno o más de los componentes, procesos, características y/o funciones ilustrados en las FIGS. 3, 4, 5A, 5B, 6A, 6B, 7A-7C, 8, 9 y/o 10 se pueden reorganizar y/o combinar en un único componente, proceso, característica o función o incluirse en varios componentes, procesos o funciones. También pueden agregarse elementos, componentes, procesos y/o funciones adicionales sin apartarse de la divulgación. También debe observarse que las FIGS. 3, 4, 5A, 5B, 6A, 6B, 7A-7C, 8, 9 y/o 10 y sus descripciones correspondientes en la presente divulgación no se limitan a pastillas y/o CI. En algunas implementaciones, las FIGS. 3, 4, 5A, 5B, 6A, 6B, 7A-7C, 8, 9 y/o 10 y sus descripciones correspondientes pueden usarse para fabricar, crear, proporcionar y/o producir dispositivos integrados. En algunas implementaciones, un dispositivo puede incluir una pastilla, un dispositivo integrado, un paquete de pastilla, un circuito integrado (CI), un paquete de dispositivo, un paquete de circuito integrado (CI), una oblea, un dispositivo semiconductor, un dispositivo de paquete en paquete (PoP), un sustrato de pastilla embebida y/o un intercaldador.

[0137] El término "a modo de ejemplo" se usa en el presente documento para significar "que sirve de ejemplo, caso o ilustración". Cualquier implementación o aspecto descrito en el presente documento como "a modo de ejemplo" no se debe interpretar necesariamente como preferente o ventajoso con respecto a otros aspectos de la divulgación. Asimismo, el término "aspectos" no requiere que todos los aspectos de la divulgación incluyan la característica, ventaja o modo de funcionamiento analizados. El término "acoplado" se usa en el presente documento para referirse al acoplamiento directo o indirecto entre dos objetos. Por ejemplo, si el objeto A toca físicamente el objeto B, y el objeto B toca el objeto C, entonces los objetos A y C todavía se pueden considerar acoplados entre sí, incluso si no se tocan físicamente entre sí directamente.

[0138] Además, cabe observarse que las diversas divulgaciones contenidas en el presente documento pueden describirse como un proceso que se representa como un organigrama, un diagrama de flujo, un diagrama estructural o un diagrama de bloques. Aunque un organigrama puede describir las operaciones como un proceso secuencial, muchas de las operaciones pueden realizarse en paralelo o simultáneamente. Además, el orden de las operaciones puede disponerse. Un proceso se termina cuando se acaban sus operaciones.

[0139] Las diversas características de la divulgación descritas en el presente documento pueden implementarse en diferentes sistemas sin apartarse de la divulgación. Cabe destacar que los aspectos anteriores de la divulgación son simplemente ejemplos y no han de interpretarse como limitativos de la invención. La descripción de los aspectos de la presente divulgación pretende ser ilustrativa y no limitar el alcance de las reivindicaciones. Como tales, las presentes enseñanzas pueden aplicarse fácilmente a otros tipos de aparatos, y muchas alternativas, modificaciones y variaciones serán evidentes para los expertos en la técnica.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo, que comprende:

5 un sustrato (302, 402, 702) que tiene un primer lado y un segundo lado opuesto,
 en el que el sustrato es un sustrato central que incluye una capa conductora (304, 404, 704), una primera
 capa dieléctrica (306, 406, 706) adyacente a una primera superficie de la capa conductora (304, 404, 704)
 10 y una segunda capa dieléctrica (308, 408, 708) adyacente a una segunda superficie opuesta de la capa
 conductora (304, 404, 704);
 una cavidad (322, 422, 722) definida dentro del sustrato (302, 402, 702), en el que:
 15 la cavidad (322, 422, 722) carece de la primera capa dieléctrica (306, 406, 706) y la capa conductora
 (304, 404, 704), y
 un suelo de la cavidad (322, 422, 722) está definido por la segunda capa dieléctrica (308, 408, 708);
 20 una pastilla (324, 424, 724) acoplada al suelo de la cavidad (322, 422, 722), teniendo la pastilla (324, 424,
 724) una placa conductora (328, 428, 728) en un lado de la pastilla distal al suelo de la cavidad (322, 422,
 722);
 un orificio (310H, 410H, 710H) que se extiende a través de, y está definido dentro de la segunda capa
 25 dieléctrica (308, 408, 708), la pastilla (324, 424, 724) y la placa conductora (328, 428, 728); y
 un material conductor dentro del orificio (310H, 410H, 710H) y que se extiende entre y a través de la
 segunda capa dieléctrica (308, 408, 708), la pastilla (324, 424, 724) y la placa conductora (328, 428, 728).

2. El dispositivo según la reivindicación 1, que comprende, además:

30 una capa laminada (342, 442, 742) acoplada al segundo lado del sustrato (302, 402, 702), la segunda capa
 dieléctrica (308, 408, 708) intercalada entre la pastilla (324, 424, 724) y la capa laminada (342, 442, 742).

3. El dispositivo según la reivindicación 1, en el que el orificio (310H, 410H, 710H) es continuo a través de la

35 segunda capa dieléctrica (308, 408, 708), la pastilla (324, 424, 724) y la placa conductora (328, 428, 728).
4. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el orificio (310H, 410H, 710H) es concéntrico a lo largo de un
 eje lineal que se extiende a través de la segunda capa dieléctrica (308, 408, 708), la pastilla (324, 424, 724) y
 40 la placa conductora (328, 428, 728).

5. El dispositivo según la reivindicación 1, en el que el orificio (310H, 410H, 710H) es un orificio lineal único a lo

45 largo de una longitud del orificio (310H, 410H, 710H); o
 en el que el material conductor es un segmento único unitario; o
 en el que el material conductor incluye solo una capa.

6. Dispositivo según la reivindicación 2, en el que el orificio (310H, 410H, 710H) es continuo a través de la capa

50 laminada (342, 442, 742), la segunda capa dieléctrica (308, 408, 708), la pastilla (324, 424, 724), y la placa
 conductora (328, 428, 728); o
 en el que el orificio (310H, 410H, 710H) es concéntrico a lo largo de un eje lineal que se extiende a través de
 la capa laminada (342, 442, 742), la segunda capa dieléctrica (308, 408, 708), la pastilla (324, 424, 724), y la
 55 placa conductora (328, 428, 728).

7. El dispositivo según la reivindicación 2, en el que el dispositivo se incorpora a un dispositivo seleccionado de

60 un grupo que incluye al menos uno de un dispositivo móvil, una unidad de sistema de comunicación personal
 portátil (PCS), un asistente digital personal, un terminal de datos portátil, un dispositivo habilitado con sistema
 de posicionamiento global (GPS), un dispositivo de navegación, un decodificador, un reproductor de música,
 un reproductor de vídeo, una unidad de entretenimiento, un terminal de ubicación fija, un dispositivo de
 comunicaciones, un teléfono móvil, un teléfono inteligente, una tableta, un ordenador, un dispositivo ponible,
 un dispositivo de Internet de las cosas (IoT), un ordenador portátil, un servidor, un encaminador y un dispositivo
 electrónico implementado en un vehículo automotor.

8. Un procedimiento (900, 1000) para fabricar un sustrato de pastilla embebida, que comprende:

65

proporcionar un sustrato (902, 1002) que tiene un primer lado y un segundo lado opuesto,

5 en el que el sustrato es un sustrato central que incluye una capa conductora, una primera capa dieléctrica adyacente a una primera superficie de la capa conductora, y una segunda capa dieléctrica adyacente a una segunda superficie opuesta de la capa conductora;

formar una cavidad (904, 1004) definida dentro del sustrato (902, 1002), en el que:

10 la cavidad (904, 1004) carece de la primera capa dieléctrica y la capa conductora, y

un suelo (906, 1006) de la cavidad (904, 1004) está definido por la segunda capa dieléctrica;

15 acoplar una pastilla al suelo (906, 1006) de la cavidad (904, 1004), teniendo la pastilla una placa conductora en un lado de la pastilla distal al suelo (906, 1006) de la cavidad (904, 1004);

perforar un orificio que se extiende a través de, y está definido dentro de la segunda capa dieléctrica, la pastilla y la placa conductora; y

20 chapar y/o rellenar (912, 1012) el orificio con un material conductor que se extiende entre y a través de la segunda capa dieléctrica, la pastilla y la placa conductora, y que se acopla a la placa conductora desde dentro del orificio.

25 **9.** El procedimiento según la reivindicación 8, en el que la pastilla se acopla al suelo de la cavidad antes de perforar el orificio; o

en el que la perforación del orificio se realiza de una vez; o

30 en el que el orificio está formado para ser concéntrico a lo largo de un eje lineal que se extiende a través de la segunda capa dieléctrica, la pastilla y la placa conductora.

10. El procedimiento según la reivindicación 8, en el que el orificio está formado para ser un orificio lineal único a lo largo de una longitud del orificio; o

35 en el que el material conductor se forma como un único segmento unitario; o

en el que el material conductor que se extiende entre y a través de la segunda capa dieléctrica, la pastilla y la placa conductora se forma como una sola capa.

40 **11.** El procedimiento según la reivindicación 8, que comprende, además:

acoplar una capa laminada al segundo lado del sustrato,

45 en el que, el orificio se perfora adicionalmente para extenderse y definirse dentro de la capa laminada, y el material conductor se extiende, además, entre y a través de la capa laminada.

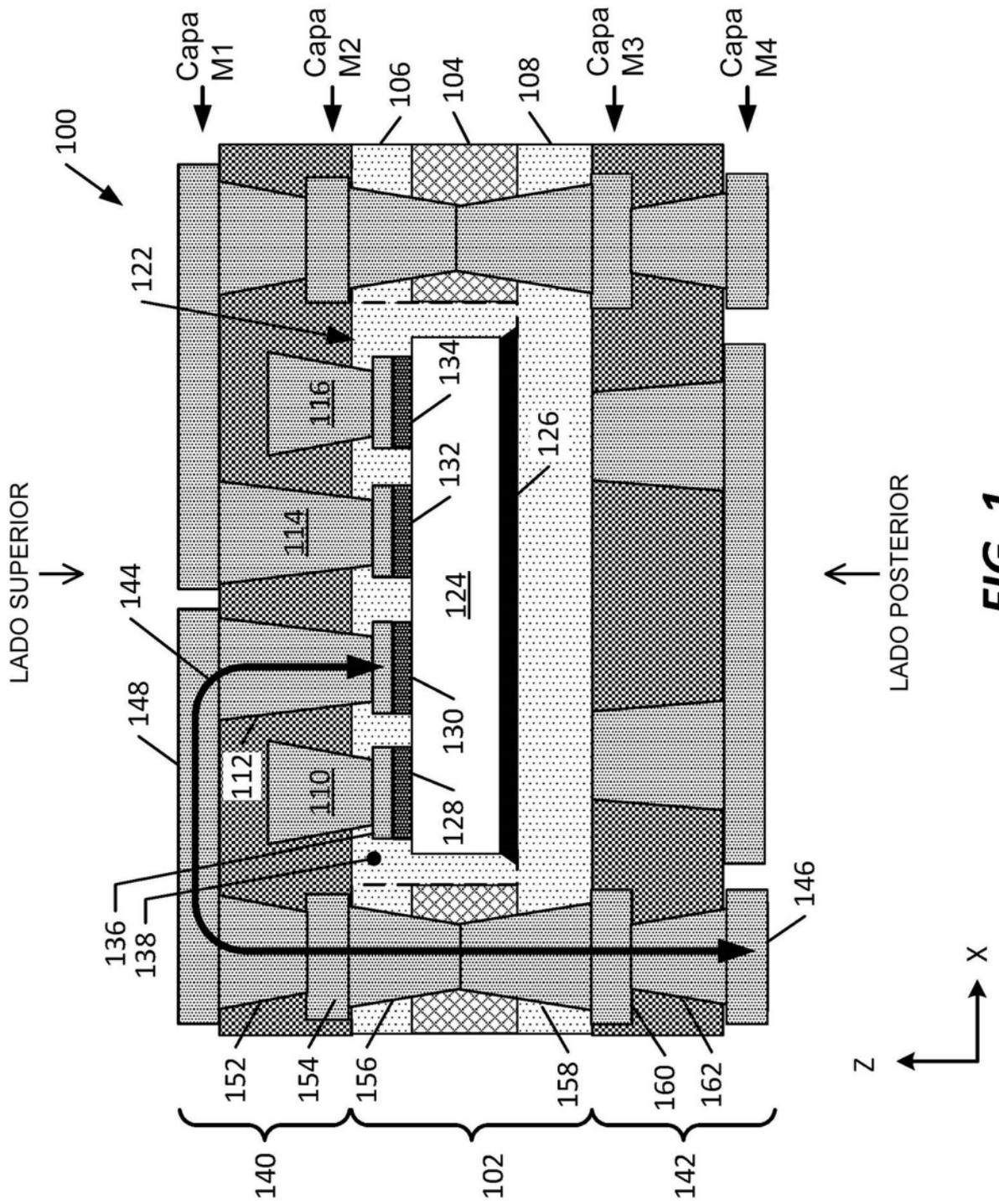


FIG. 1

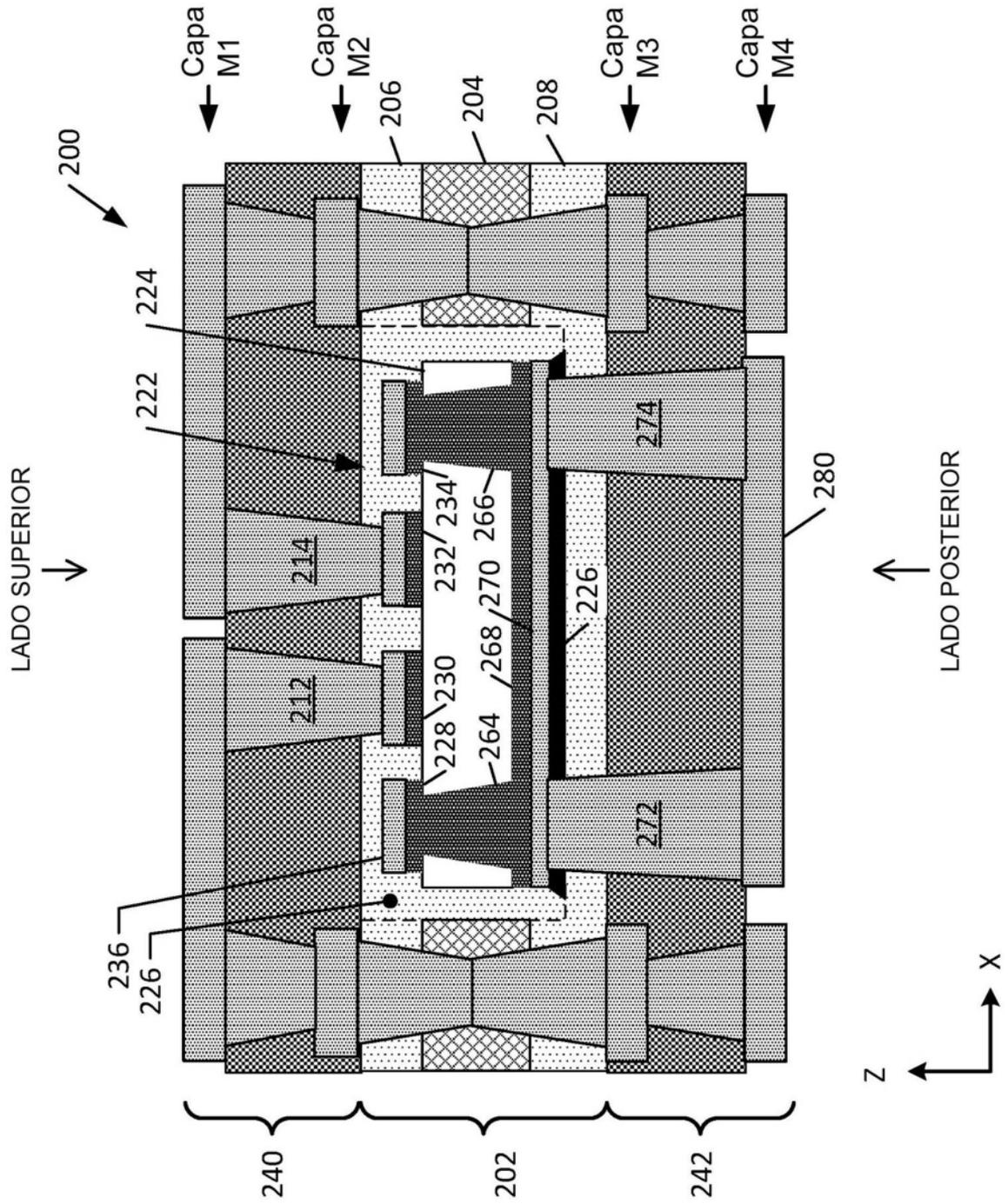


FIG. 2

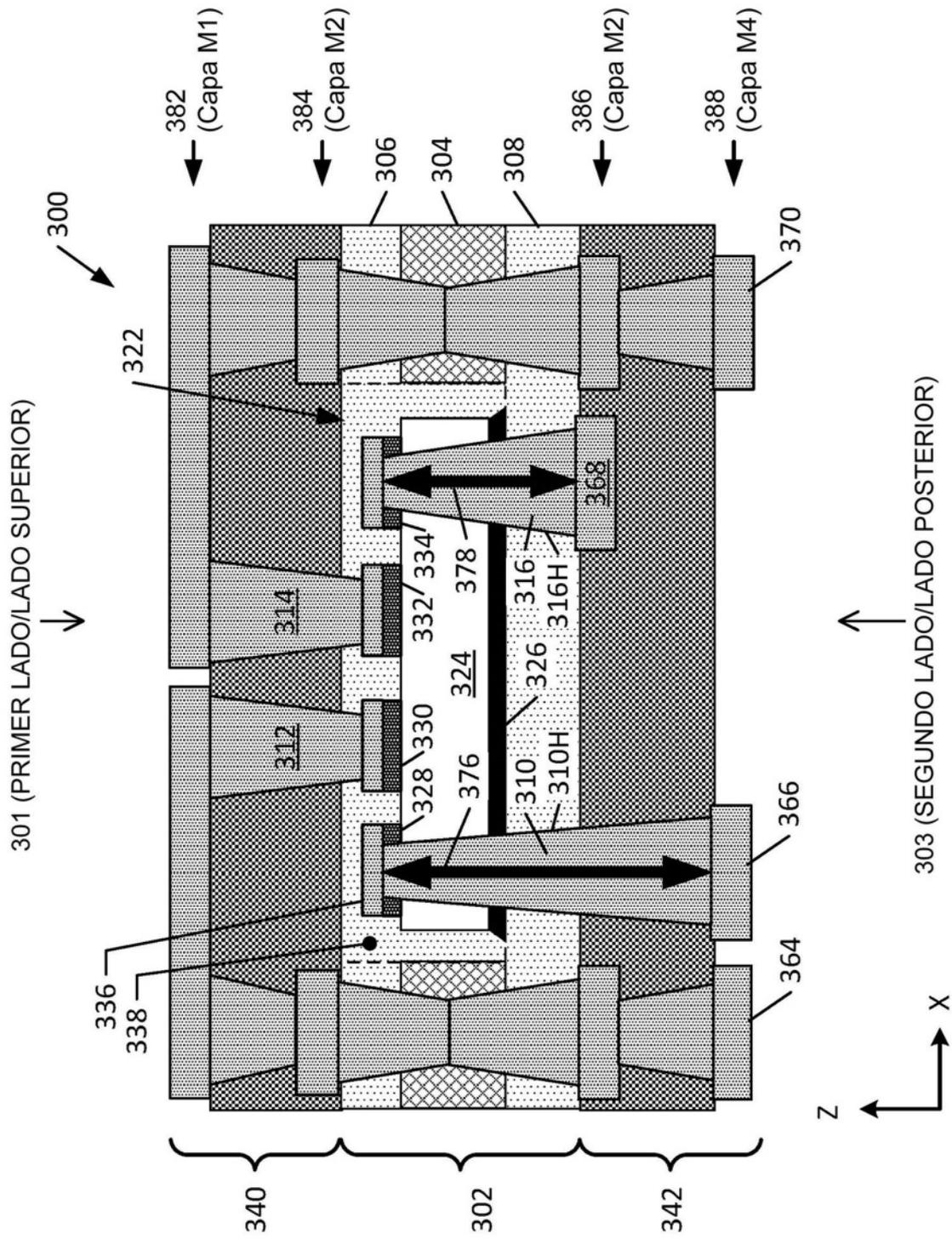


FIG. 3

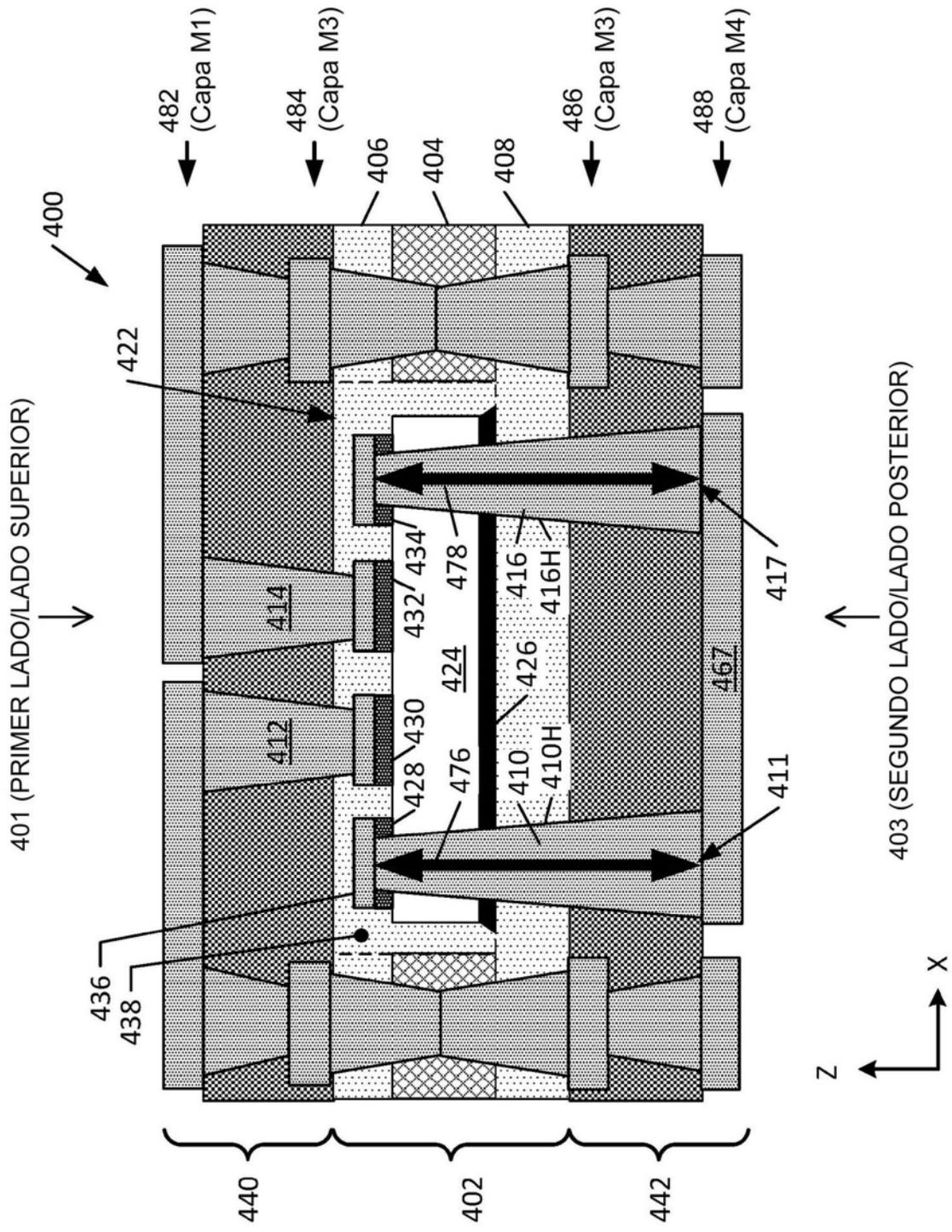
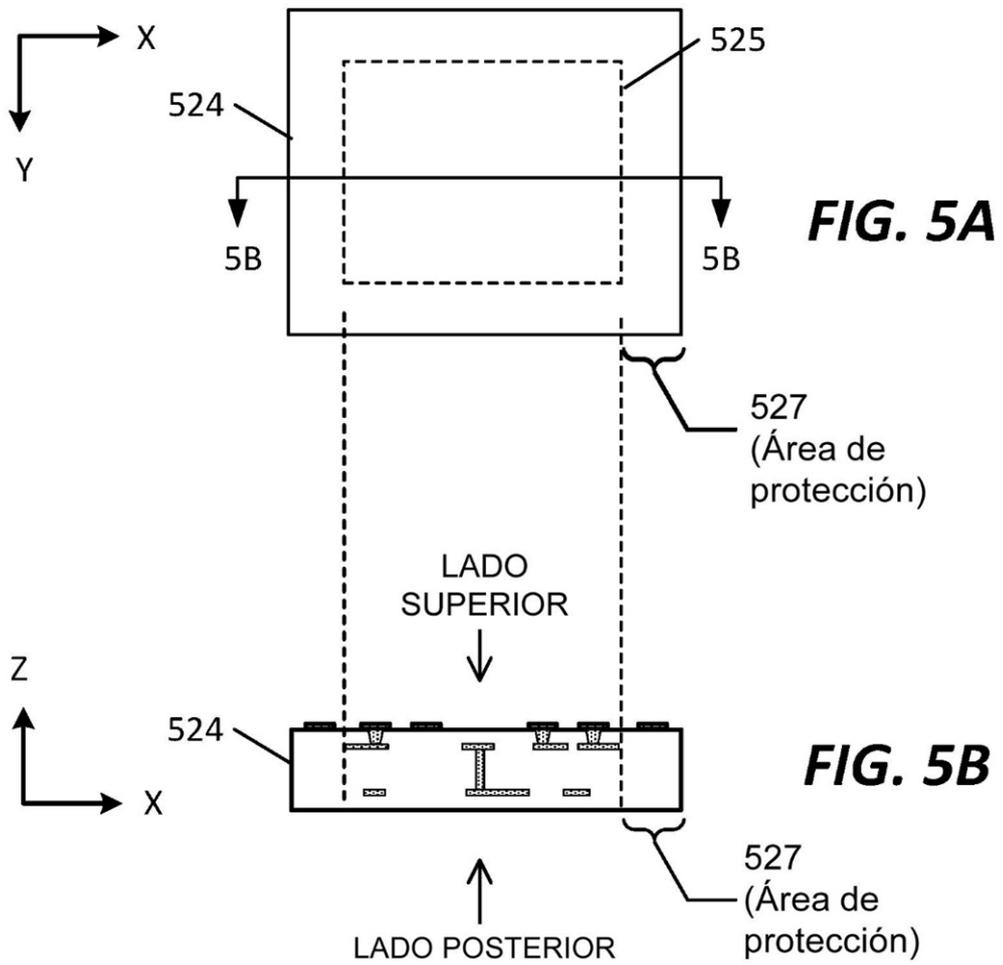


FIG. 4



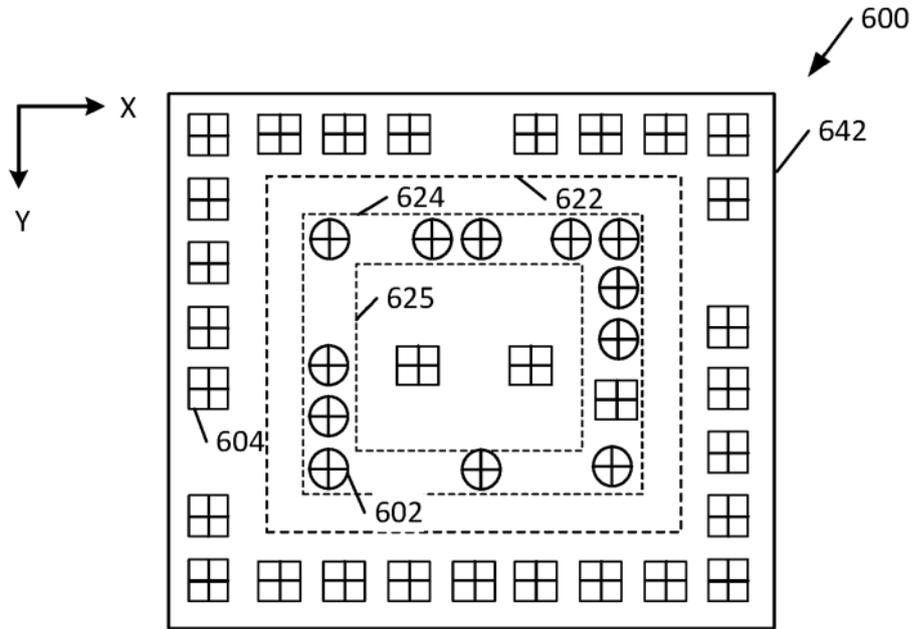


FIG. 6A

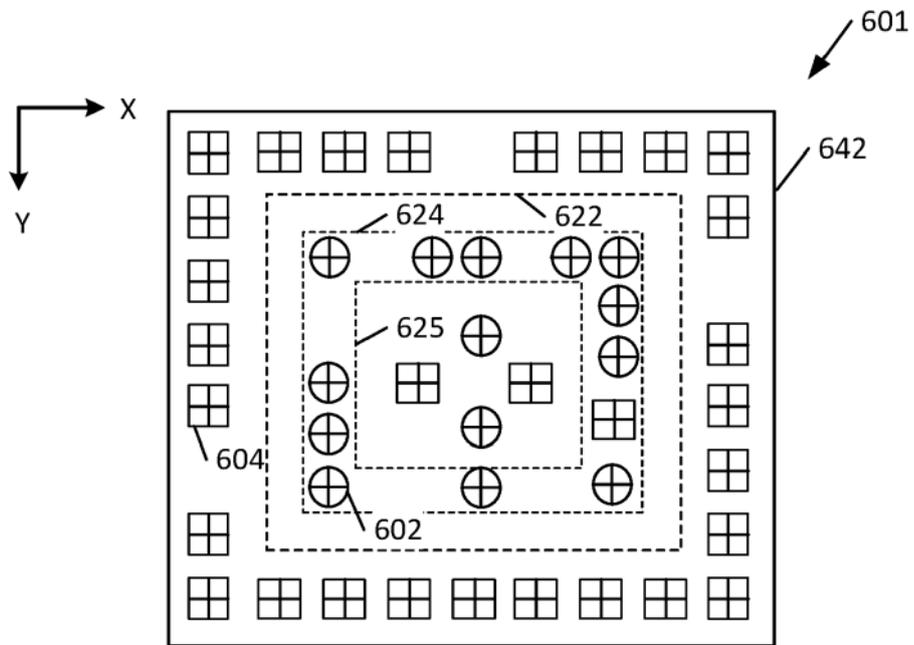


FIG. 6B

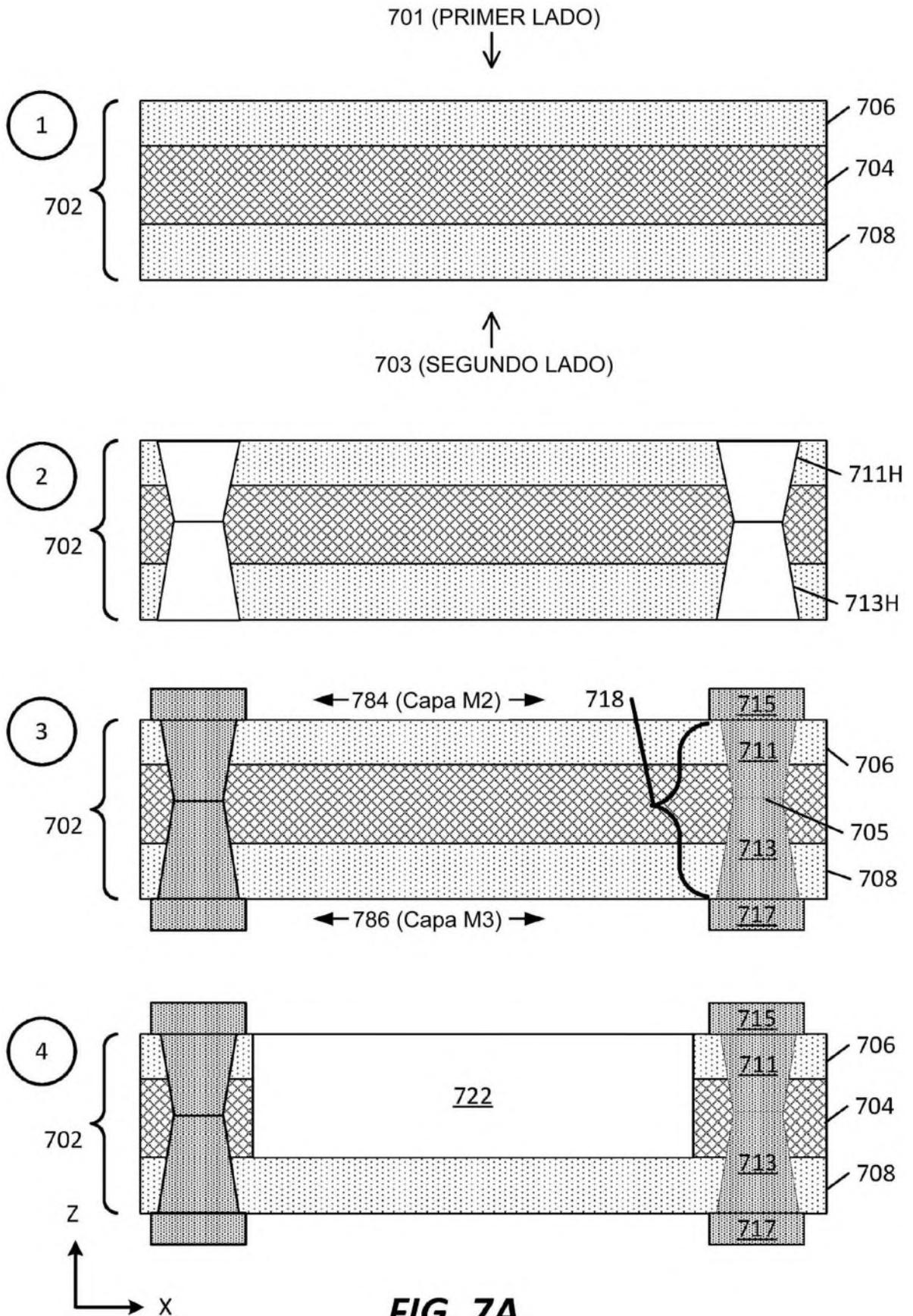


FIG. 7A

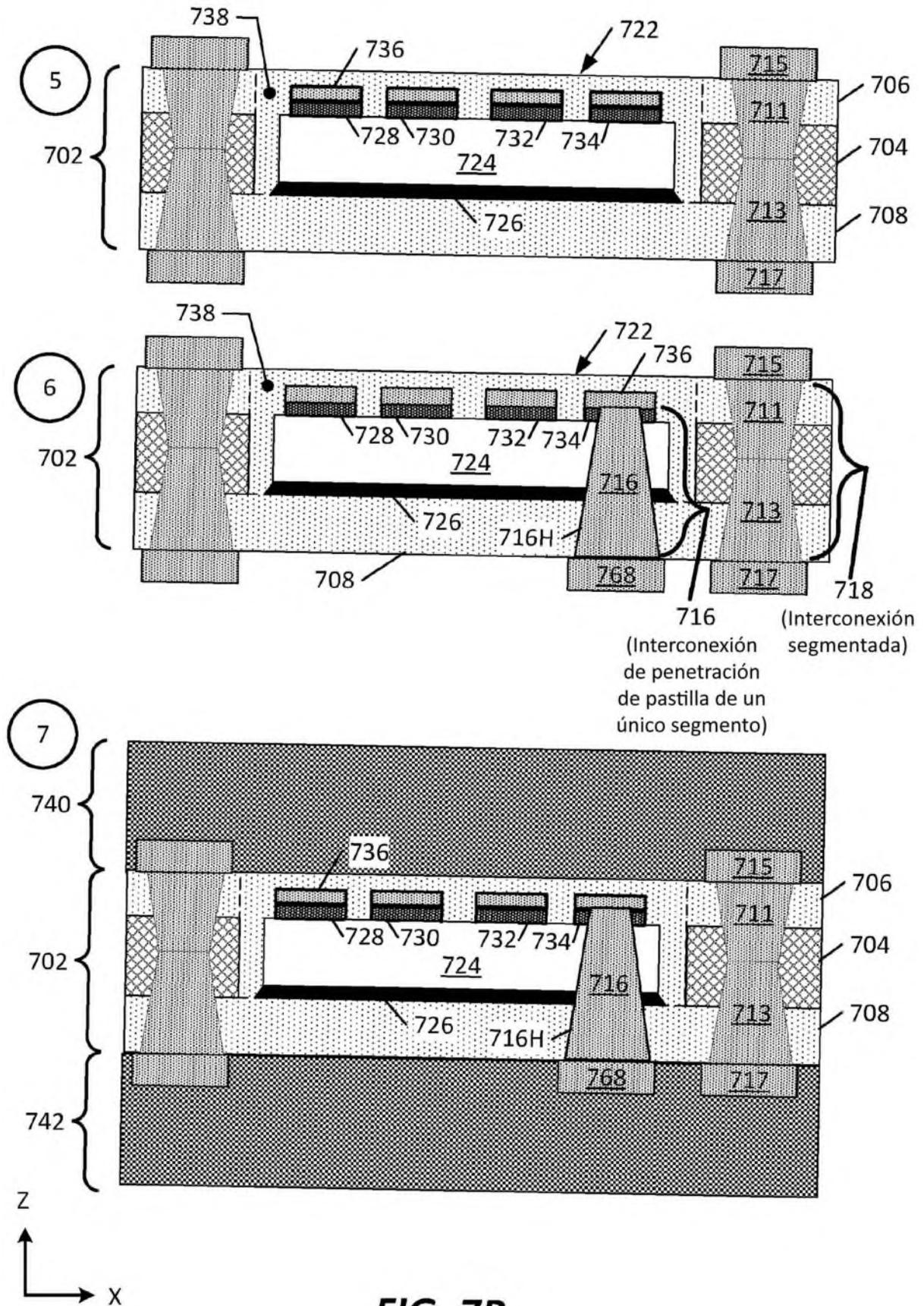


FIG. 7B

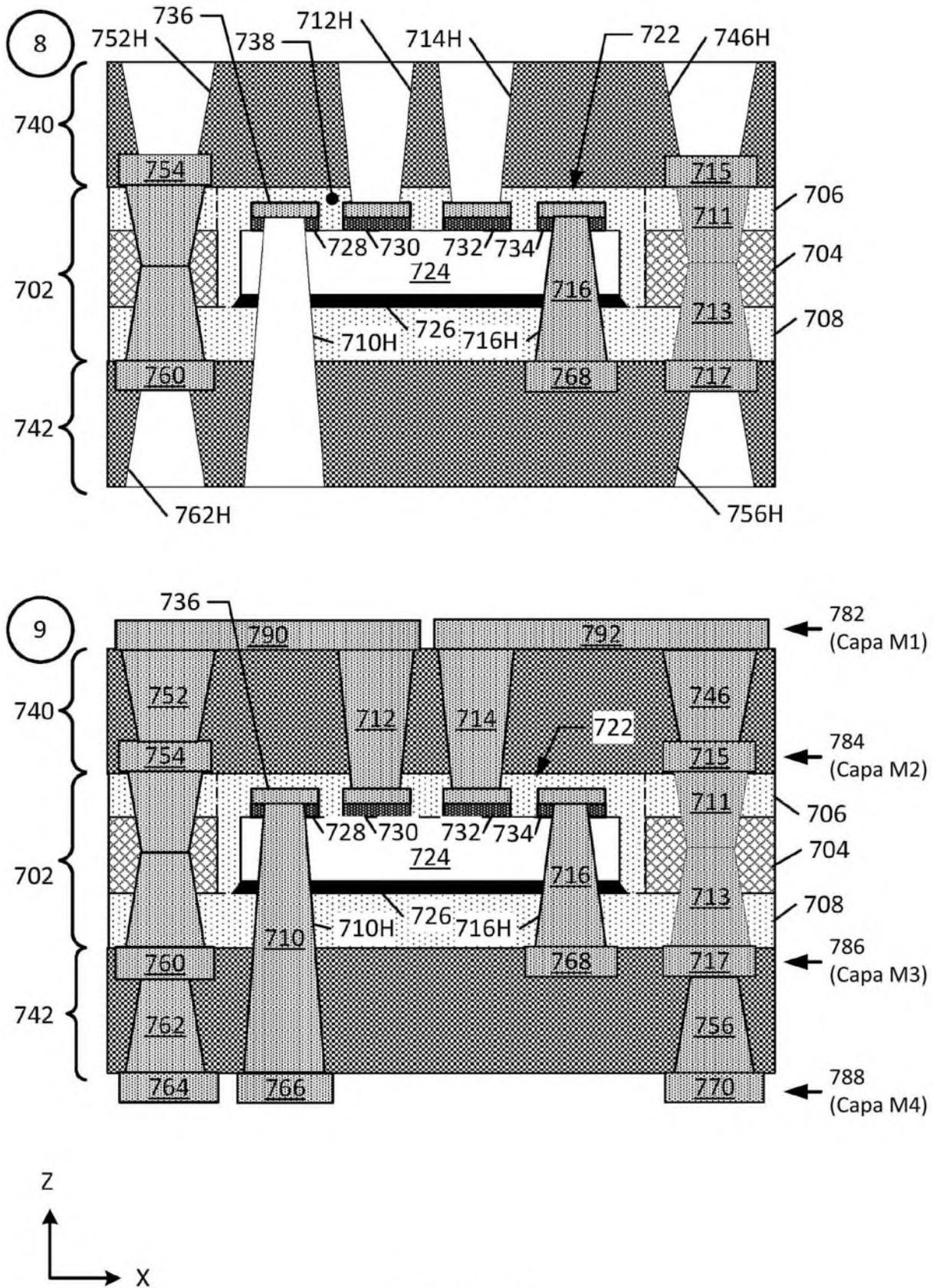


FIG. 7C

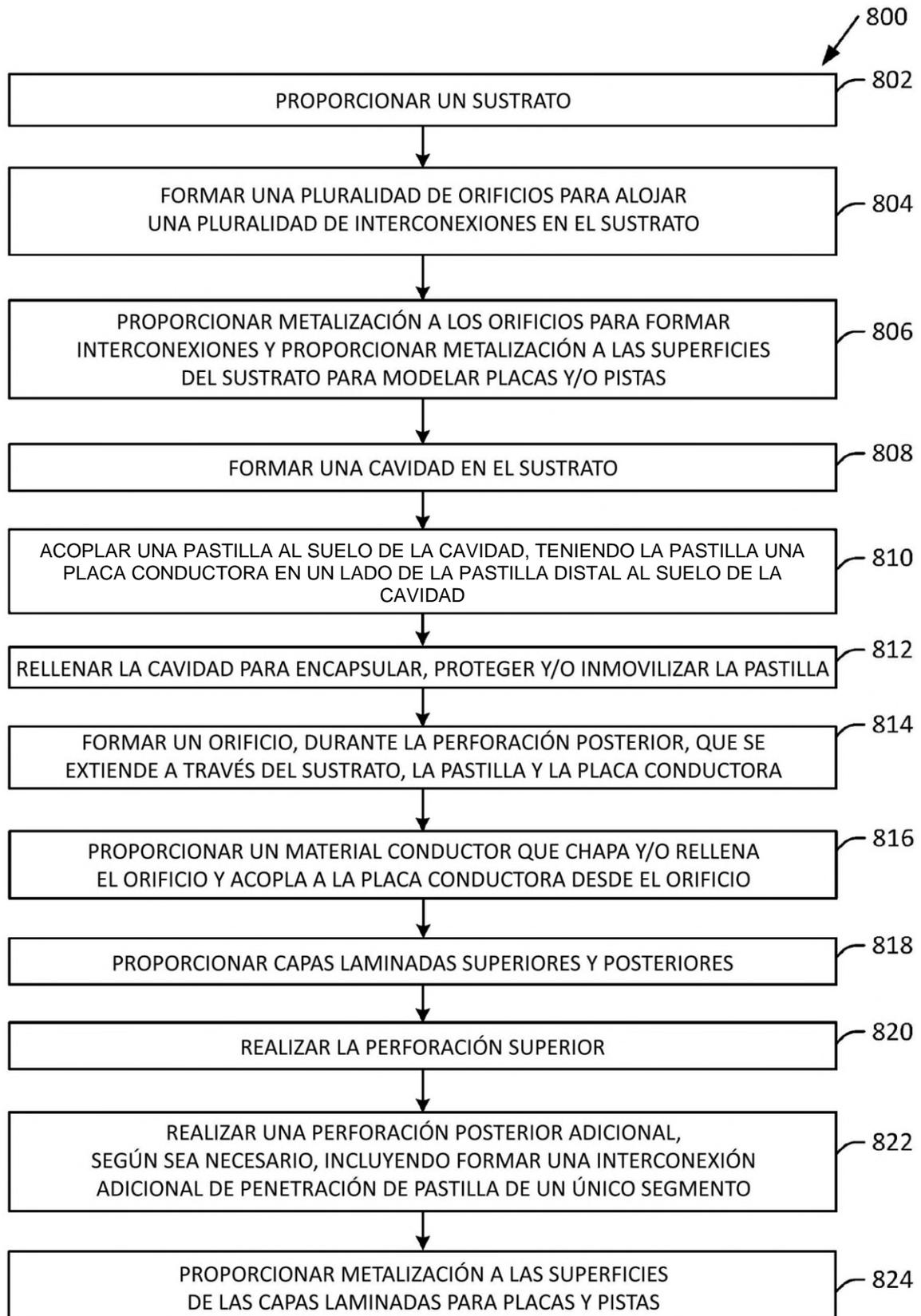


FIG. 8

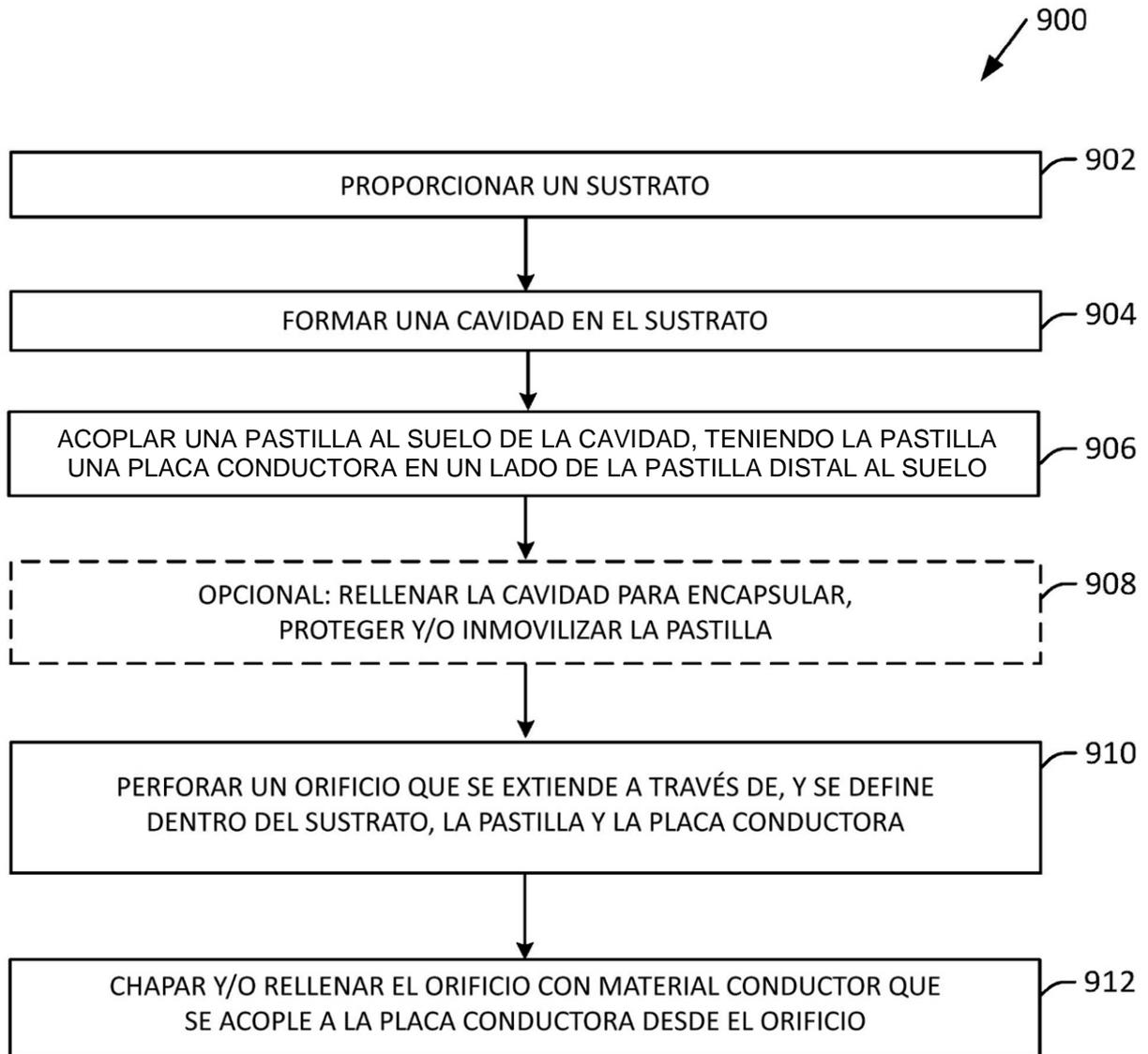


FIG. 9

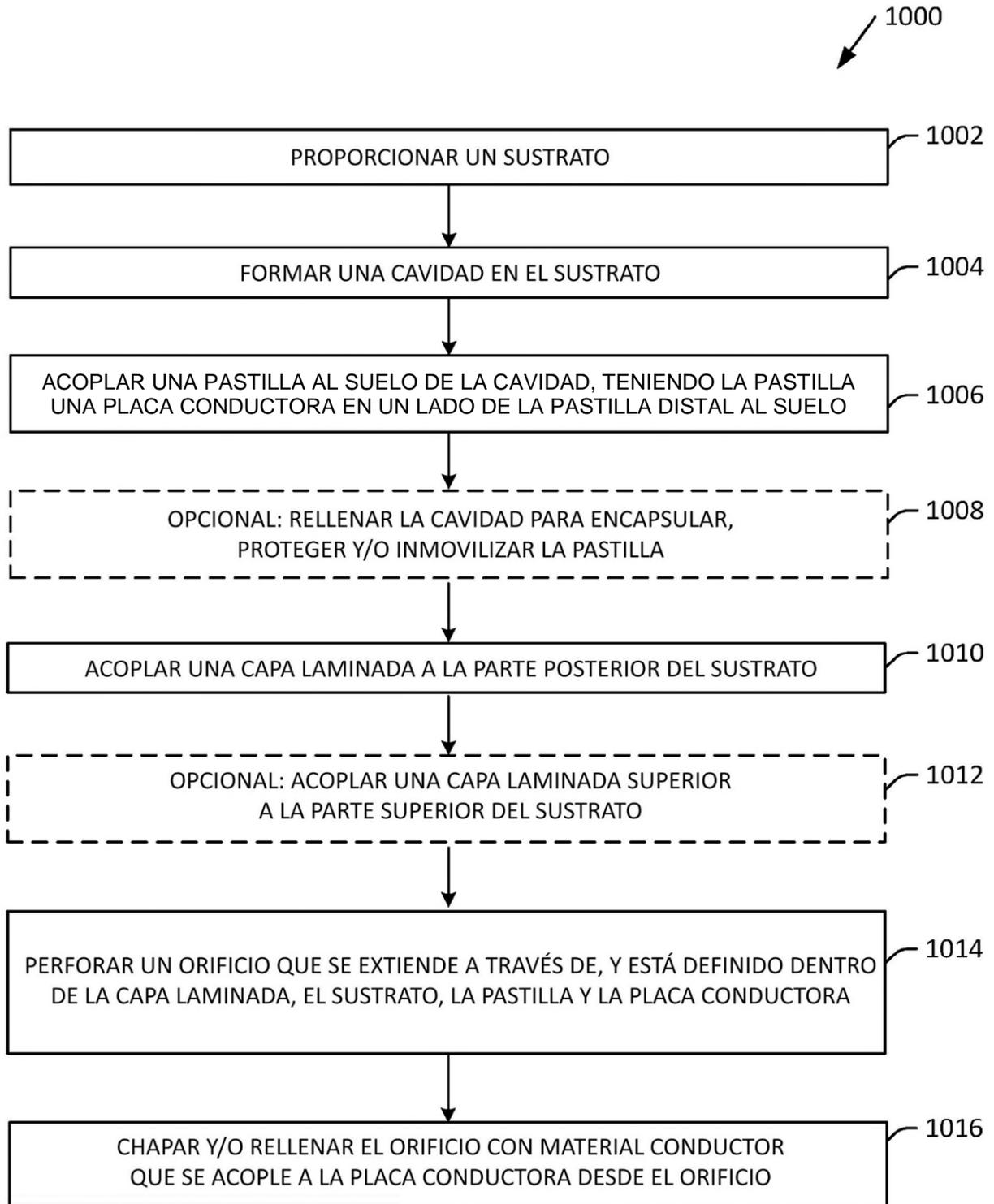


FIG. 10

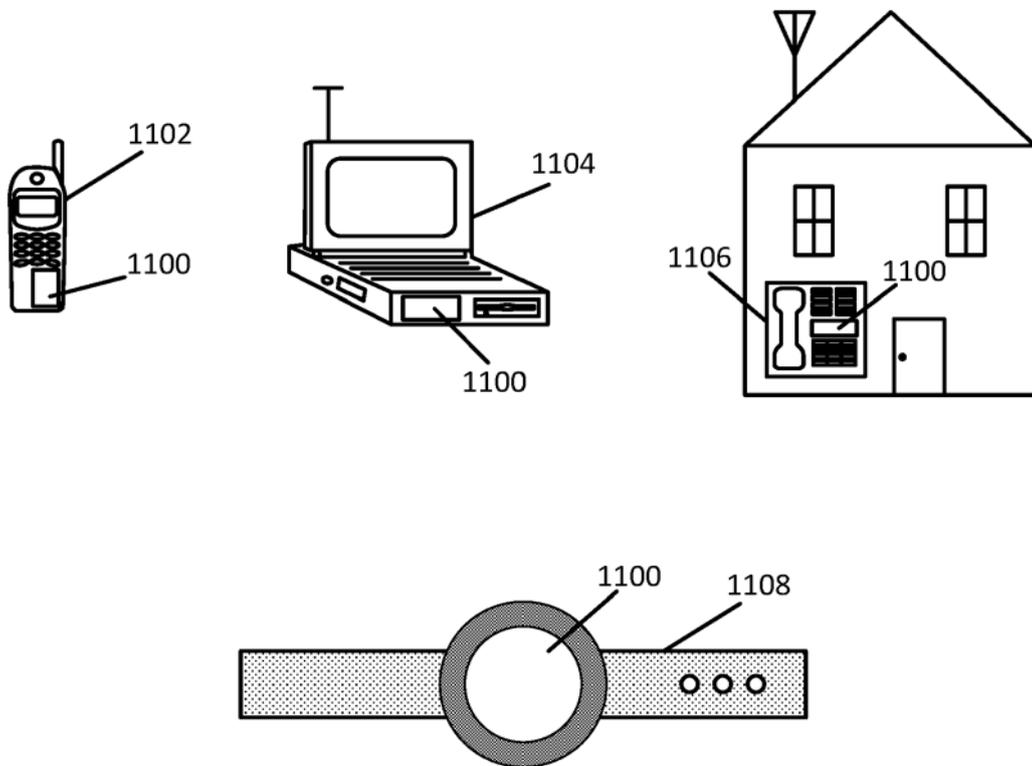


FIG. 11