

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 880**

51 Int. Cl.:

**B23B 47/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2012** **E 12174410 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016** **EP 2561943**

54 Título: **Herramienta de perforación y método de perforación**

30 Prioridad:

**25.08.2011 US 201113217599**

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

**22.06.2017**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**OWENS, HELEN M.;  
STAUD, STEPHEN A.;  
MALINOWSKI, MICHAEL W. y  
SPRIK, EMILY**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 618 880 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

Herramienta de perforación y método de perforación

### Campo técnico

5 La presente divulgación se refiere a una herramienta de perforación de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y a un método de perforación que emplea tal herramienta. Dicha herramienta se conoce a partir del documento US 6.964.546 B1.

### Antecedentes

10 Los elementos estructurales, tales como estructuras compuestas empleadas en la industria aeroespacial, se unen normalmente entre sí perforando orificios a través de los elementos estructurales y fijando los elementos entre sí con pernos u otros dispositivos de fijación de ese tipo. Para asegurar la perforación apropiada de los orificios y un ajuste adecuado, es deseable, por lo general, que haya una interfaz entre los elementos estructurales tan ceñida como sea posible. Sin embargo, debido al tamaño, forma y tolerancia de las partes, normalmente existen espacios o huecos entre tales elementos estructurales.

15 Se puede emplear un compensador líquido para reducir o eliminar un espacio o hueco entre tales elementos estructurales, de modo que los orificios pueden perforarse con precisión y, cuando se aplican los pernos, la interfaz entre los elementos estructurales se ajusta. El compensador líquido suele ser una resina viscosa y pegajosa. Entre los ejemplos de compensadores líquidos habituales se incluye material de resina epoxi con una resistencia alta a la compresión. Cuando los espacios o huecos se hallan entre dos elementos estructurales, el compensador líquido se aplica entre los elementos estructurales en una cantidad suficiente para llenar el espacio o hueco, y se le da tiempo para curarse y convertirse en un material endurecido. El compensador líquido puede curarse, o bien a temperatura ambiente, o bien a temperaturas elevadas. La aplicación de calor aumenta enormemente la velocidad del proceso de curación. Posteriormente, se perforan los orificios a través de los elementos estructurales y del compensador líquido para permitir la fijación de los dispositivos que han de aplicarse.

25 Los métodos actuales de perforación de orificios en elementos estructurales cuando se emplea un compensador líquido requieren normalmente una gran cantidad de tiempo, una gran cantidad de etapas y número de herramientas, y una gran cantidad de mano de obra para aplicar y retirar las herramientas. Por ejemplo, en los métodos normales primero se aplica el compensador líquido entre los elementos estructurales y se aplica una herramienta de curado especial a los elementos estructurales para curar el compensador líquido. Después, es necesario retirar las herramientas de curado antes de comenzar con el proceso de perforación. Una vez se hayan retirado, pueden aplicarse las herramientas de perforación, tales como una plantilla de perforación, para perforar los orificios a través de los elementos estructurales, y el compensador líquido. De esta manera, cuando se utiliza un compensador líquido, los métodos actuales de perforación de orificios son ineficaces.

35 El documento de la técnica antecedente US 6.964.546 B1 divulga un método para conectar un rigidizador a un revestimiento en el que primero se perforan los orificios a través del rigidizador y del revestimiento. Después, se aplica un compensador líquido y se deja que cure mientras que el rigidizador está sujeto al revestimiento. Finalmente, se perforan orificios más grandes a través del revestimiento, del compensador líquido y del rigidizador. El curado del compensador líquido no implica el calentamiento del compensador líquido, lo que llevaría relativamente mucho tiempo.

### Sumario

40 En consecuencia, en un primer aspecto de la divulgación, se proporciona una herramienta para perforar orificios en un elemento estructural que emplea un compensador líquido, que es capaz de curar el compensador líquido y perforar los orificios sin retirar la herramienta del elemento estructural. La herramienta comprende una plantilla de perforación que define al menos un orificio y un cobertor térmico acoplado a al menos una parte de la superficie inferior de la plantilla de perforación. El cobertor térmico puede definir al menos un orificio sustancial y axialmente alineado con y de al menos el diámetro del al menos un orificio definido por la plantilla de perforación.

45 Ventajosamente, el cobertor térmico define al menos un orificio sustancial y axialmente alineado con y de al menos el diámetro del al menos un orificio definido por la plantilla de perforación. Ventajosamente, el cobertor térmico está acoplado a un rebaje formado en una superficie inferior de la plantilla de perforación de tal manera que una superficie inferior del cobertor térmico está a ras de la superficie inferior de la plantilla de perforación.

50 Ventajosamente, la herramienta incluye una capa de aislamiento situada entre la plantilla de perforación y el cobertor térmico. Ventajosamente, la plantilla de perforación está hecha de un material seleccionado del grupo que consiste en metal, plástico o caucho. Ventajosamente, el cobertor térmico comprende una almohadilla de caucho que engloba una red de cables de resistencia bobinados. Ventajosamente, el cobertor térmico está configurado para

proporcionar una temperatura de al menos aproximadamente 60 grados Celsius (140 grados Fahrenheit) a una capa de compensador líquido.

5 En otro aspecto de la divulgación, se proporciona una herramienta para perforar orificios a través de un primer elemento estructural y un segundo elemento estructural que tiene una capa de compensador de líquido dispuesta entre el primer y segundo elementos estructurales. La herramienta comprende una plantilla de perforación que tiene aberturas que definen una ubicación para los orificios que han de perforarse y un cobertor térmico acoplado a al menos una parte de la superficie inferior de la plantilla de perforación. El cobertor térmico puede tener aberturas sustancial y axialmente alineadas con y de al menos el diámetro de las aberturas de la plantilla de rejilla. La herramienta se usa acoplando la herramienta a uno de los elementos estructurales próximo a un área del compensador líquido, de modo que el cobertor térmico es adyacente al elemento estructural.

15 Ventajosamente, el cobertor térmico tiene aberturas sustancial y axialmente alineadas con y de al menos el diámetro de las aberturas definidas por la plantilla de perforación. Ventajosamente, el cobertor térmico está acoplado a un rebaje formado en una superficie inferior de la plantilla de perforación, de modo que una superficie inferior del cobertor térmico está al ras de la superficie inferior de la plantilla de perforación. Ventajosamente, la herramienta comprende además una capa de aislamiento acoplada entre la plantilla de perforación y el cobertor térmico. Ventajosamente, la plantilla de perforación está hecha de un material seleccionado del grupo que consiste en metal, plástico o caucho. Ventajosamente, el cobertor térmico incluye una almohadilla de caucho que engloba una red de cables de resistencia bobinados. Ventajosamente, la manta está configurada para proporcionar una temperatura de al menos aproximadamente 60 grados Celsius (140 grados Fahrenheit) a la capa del compensador líquido.

20 En otro aspecto más de la divulgación, se proporciona un método de perforación de orificios en un primer y segundo elemento estructural que tiene una capa de compensador líquido dispuesta entre los mismos. El método comprende proporcionar una herramienta de perforación que comprende una plantilla de perforación que define orificios acoplada a un cobertor térmico, estando el cobertor térmico acoplado a al menos una parte de la superficie inferior de la plantilla de perforación, acoplando la herramienta de perforación a uno de los elementos estructurales en un área próxima al compensador de líquido, activar el cobertor térmico para que aumente la temperatura del compensador líquido y sobrepase una temperatura de curado, esperar a que el compensador líquido cure, perforar los orificios a través de los orificios de la plantilla de perforación y del cobertor térmico, hacia y a través del primer elemento estructural, el segundo elemento estructural y el compensador líquido curado, y retirar la herramienta del elemento estructural.

30 Ventajosamente, en el método, el cobertor térmico define orificios sustancial y axialmente alineados con y de al menos el diámetro de los orificios definidos por la plantilla de perforación. Ventajosamente, el método incluye además retirar dicha herramienta de dichos elementos estructurales. Ventajosamente, en el método, la temperatura del compensador líquido se eleva a aproximadamente al menos 60 grados Celsius (140 grados Fahrenheit). Ventajosamente, en el método, el cobertor térmico está acoplado a un rebaje formado en una superficie inferior de la plantilla de perforación, de modo que una superficie inferior del cobertor térmico está a ras de la superficie inferior de la plantilla de perforación. Ventajosamente, el método incluye la provisión de una capa de aislamiento entre la plantilla de perforación y el cobertor térmico.

Cuando la descripción detallada de las realizaciones preferentes se considere en conjunto con los dibujos, se harán aparentes otros objetivos, características y ventajas.

40 Breve descripción de los dibujos:

La figura 1 es una ilustración de las etapas para utilizar una herramienta de perforación para perforar orificios y curar el compensador líquido.

La figura 2A es una ilustración que muestra una vista isométrica de una herramienta de perforación antes de la aplicación de las estructuras que han de unirse.

45 La figura 2B es una ilustración que muestra una sección transversal tomada a lo largo de las líneas 2B-2B de la figura 2A.

La figura 3A es una ilustración que muestra una vista isométrica de una herramienta de perforación aplicada a las estructuras que han de unirse.

50 La figura 3B es una ilustración que muestra una sección transversal tomada a lo largo de las líneas 3B-3B de la figura 3A.

La figura 4A es una ilustración que muestra una vista isométrica de una herramienta de perforación aplicada a estructuras que han de unirse, mostrando orificios que están siendo perforados en las estructuras.

La figura 4B es una ilustración que muestra una sección transversal tomada a lo largo de las líneas 4B-4B de la figura 4A.

55 La figura 5A es una ilustración que muestra una vista isométrica de una herramienta de perforación siendo retirada de las estructuras que han de unirse, mostrando los orificios perforados en las estructuras.

La figura 5B es una ilustración que muestra una sección transversal tomada a lo largo de las líneas 5B-5B de la figura 5A.

La figura 6A es una ilustración que muestra una vista isométrica de una primera y segunda estructura unidas entre sí con fijaciones aseguradas en los orificios formados usando las enseñanzas de la presente divulgación.

La figura 6B es una ilustración que muestra una sección transversal tomada a lo largo de las líneas 6B-6B de la figura 6A.

5 La figura 7A es una ilustración que muestra una vista isométrica de una primera realización de una herramienta de perforación, representada con el lado inferior hacia arriba.

La figura 7B es una ilustración que muestra una vista isométrica de una segunda realización de una herramienta de perforación, con un rebaje para un cobertor térmico, representada con el lado inferior hacia arriba.

10 La figura 7C es una ilustración que muestra una vista isométrica de una tercera realización de una herramienta de perforación, con un rebaje para un cobertor térmico y una capa de material aislante entre el cobertor térmico y la plantilla de perforación, representada con el lado inferior hacia arriba.

A continuación se hará referencia a los dibujos, en los que los elementos similares de los diferentes dibujos llevan los mismos números de referencia.

#### Descripción detallada de los dibujos:

15 La presente divulgación proporciona una herramienta de perforación para su uso con un compensador líquido y los métodos para usar la misma. La herramienta de perforación comprende una plantilla de perforación que tiene orificios de alineamiento de perforación que indican la ubicación de los orificios que han de perforarse, y un cobertor térmico conectado que cubre al menos una parte de la superficie inferior de la plantilla de perforación. El cobertor térmico también puede tener orificios que corresponden con y que están axialmente alineados con los orificios de la plantilla de perforación. La herramienta proporciona mayor eficacia en cuanto a tiempo y costes de fabricación ya que posee una función doble de herramienta de curado y plantilla de perforación, y elimina la necesidad de emplear herramientas de curado separadas con la pérdida de tiempo y trabajo que conlleva el uso de herramientas de curado separadas. Así mismo, ya que esta herramienta única puede usarse con una doble función, se proporciona una mayor portabilidad de las herramientas durante el curado y la perforación.

20 25 A continuación, en relación con la figura 1, se muestra y se describe un método de utilización de una máquina de perforación para perforar orificios y curar el compensador de líquido a una temperatura elevada. También, se hará referencia a las figuras 2A-6B, que representan una configuración a título de ejemplo en la que se emplea una herramienta de perforación, y a las figuras 7A-7C, que representan varias realizaciones adicionales de la herramienta de perforación.

30 En la etapa 102, y en relación con las figuras 2A y 2B, se proporcionan una primera estructura 202, una segunda estructura 204, y una capa de compensador líquido 216. La primera estructura 202 y la segunda estructura 204 comprenden un conjunto que ha de unirse entre sí mediante pernos u otros métodos de fijación que necesitan de orificios que han de perforarse. En tales conjuntos, puede haber espacios o huecos no deseados entre la primera y segunda estructuras 202, 204.

35 Para rellenar tales espacios, puede emplearse un compensador líquido 216. Un compensador líquido 216 habitual consiste en un material con base epoxi que alberga una alta resistencia a la compresión. Tales compensadores líquidos 216 se usan normalmente para rellenar espacios por debajo de un cierto grosor. Un ejemplo de un compensador líquido comercialmente disponible adecuado para compuestos de carbono es Hysol Brand Liquid Shims, disponible en Hysol Corporation of Bay Point, California.

40 45 La primera y la segunda estructuras 202, 204 que han de unirse pueden estar hechas de cualquiera de entre una amplia variedad de materiales. La herramienta 206 de perforación de esta divulgación es particularmente beneficiosa en el contexto de unión de estructuras compuestas de carbono entre sí, pues permiten que se cree la suficiente transferencia de calor desde el cobertor térmico hasta la capa del compensador líquido. Sin embargo, la herramienta de perforación puede emplearse con cualquier otro material que conduzca el calor lo suficiente o con cualquier otro material con el que un cobertor térmico pueda calentar lo suficiente una capa subyacente de compensador líquido.

La herramienta 206 también es particularmente beneficiosa en el contexto de los compuestos de carbono usados para componentes aeroespaciales, debido a las tolerancias estrictas del tamaño de las piezas que pueden crear espacios o huecos. Debe entenderse, sin embargo, que la herramienta de perforación puede usarse para aplicar calor a, y así acelerar el curado de los compensadores de líquido en cualquier contexto en el que se empleen tales compensadores.

50 El compensador líquido 216 se aplica a una de las dos estructuras y las estructuras se acoplan entre sí. Si fuera necesario, puede aplicarse presión a las estructuras para eliminar cualquier resto innecesario de compensador líquido 216. Opcionalmente, el compensador líquido 216 puede aplicarse mediante cualquier dispositivo, tal como una jeringa, después de que los elementos estructurales 202, 204 se hayan acoplado entre sí.

En la etapa 104, se proporciona una herramienta 206 de perforación que comprende una plantilla 208 de perforación acoplada a un cobertor térmico 210. La plantilla 208 de perforación se proporciona para facilitar la colocación rápida y precisa y la perforación de los orificios en las estructuras 202, 204, y puede estar hecha de un material rígido, tal como aluminio o fibra de vidrio, o para partes con contorno o irregulares, puede estar hecha de un material flexible, tal como caucho, para amoldarse a la superficie de las partes. La forma, tamaño y configuración de la plantilla 208 de perforación puede estar determinada por la forma, tamaño, configuración y ubicación de las estructuras empleadas que han de unirse.

La plantilla 208 de perforación define uno o más orificios 212, que indican la ubicación de, y facilitan la perforación de los orificios en una estructura subyacente. La plantilla 208 de perforación ayuda en el alineamiento de orificios de perforación basándose en una configuración de perforación predeterminada. Por lo tanto, la plantilla de perforación tiene al menos un orificio 212 a través del que se perforarán los orificios hacia los elementos estructurales 202, 204. La plantilla 208 de perforación también tiene una característica para colocar y orientar la plantilla 208 en las estructuras. Esta característica puede comprender orificios de coordinación y pasadores de mecanización. En las figuras 2A y 2B, los pasadores 211 de mecanización se muestran insertados a través de orificios 212 en la plantilla 208 de perforación y alineados con un conjunto de orificios 213 de coordinación presentes en una primera y segunda estructuras 202, 204, para alinear apropiadamente los orificios 212 en la herramienta 206 con puntos en las estructuras 202, 204 sobre los que deben hacerse los orificios. Los orificios 213 de coordinación pueden comprender un pequeño subconjunto del total del número de orificios que ha de perforarse y pueden ser orificios de tamaño inferior. Alternativamente a los pasadores 211 de mecanización, pueden insertarse fijaciones temporales de tipo Cleco a través de los orificios de la plantilla de perforación y hacia los orificios 213 de coordinación de las estructuras 202, 204. Las Cleco son un tipo de fijaciones temporales usadas en lugar de un remache, y consisten en un eje cilíndrico que alberga un pasador. El pasador tiene un resorte y una cabeza y una parte inferior con puntas. La Cleco se inserta primero por la parte inferior a través de dos estructuras que han de unirse. Cuando la cabeza se presiona, las puntas se extienden por fuera de la Cleco, y cuando posteriormente se libera la presión de la cabeza, las puntas se retraen, pero se extienden hacia fuera y se agarran a la superficie de una de las estructuras, reteniendo de este modo la Cleco en su lugar. Una brida proximal a la cabeza fija la Cleco a la otra estructura, reteniendo de este modo las dos estructuras en su lugar enfrentadas entre sí.

Para usar una plantilla 208 de perforación, la plantilla 208 de perforación se coloca sobre una ubicación en las estructuras 202, 204 que necesitan los orificios y se alinea de tal manera que los orificios 212 de la plantilla 208 de perforación corresponden a áreas de las estructuras que requieren los orificios. Si las estructuras no incluyen un compensador líquido, y no es necesario el curado, se puede emplear un taladro para perforar los orificios de las estructuras a través de los orificios de la plantilla 208 de perforación.

El cobertor térmico 210 puede ser de cualquiera de una variedad de materiales que puedan proporcionar suficiente calor a través de una estructura para curar un compensador líquido 216. Un tipo adecuado de cobertor térmico 210 consiste en una almohadilla de caucho de silicona que contiene una red vulcanizada de cables de resistencia bobinados entre dos capas de fibra de vidrio reforzadas con caucho de silicona. Las mantas de calor adecuadas están disponibles, por ejemplo, en Heatcon Composite Systems of Seattle, Washington. El cobertor térmico 210 puede accionarse mediante una fuente de energía externa (que no se muestra) conectada a uno o más cables 221 que se extienden desde el cobertor térmico 210. Los extremos externos de los cables 221 pueden ajustarse con cualquier tipo de medio comercialmente disponible para conectar los cables a la fuente de energía, tal como un enchufe o a otro tipo de conectores de tipo de liberación rápida. Los cables pueden ajustarse con material protector para impedir que se produzcan los daños causados por el calor procedente del cobertor térmico.

El cobertor térmico 210 está formado de modo que tiene una forma que corresponde con la forma de la plantilla 208 de perforación, y tiene orificios 214 que corresponden con los orificios 212 de la plantilla 208 de perforación. Por lo tanto, la herramienta 206 de perforación tiene orificios 212, 214 que pasan a través de los dos componentes de la herramienta: el cobertor térmico 210 y la plantilla 208 de perforación. Los orificios del cobertor térmico están sustancial y axialmente alineados con y tienen al menos el diámetro de los orificios de la plantilla de perforación. Esta configuración permite perforar orificios en la estructura mientras que la herramienta 206 de perforación está colocada en su lugar.

El cobertor térmico puede cubrir toda la superficie inferior que rodea los orificios de la rejilla de perforación, o puede cubrir solo una parte de la superficie inferior. Así, el cobertor térmico puede ser una capa continua de cobertor térmico, o puede comprender un conjunto de tiras separadas a lo largo de la longitud o anchura de la rejilla de perforación, o tener alguna otra configuración similar para cubrir al menos una parte de la superficie inferior de la plantilla de perforación, siempre y cuando los orificios de la plantilla de perforación no estén cubiertos. El cobertor térmico puede comprender también una tira que es más fina que la longitud o anchura de la plantilla de perforación.

Una consideración a tener en cuenta al decidir la forma del cobertor térmico es la distribución del calor. Es beneficioso que una cantidad de calor suficiente del cobertor térmico alcance todas las áreas de la capa de compensador líquido, de modo que el compensador líquido se cura en el espacio de tiempo deseado. Esto es particularmente cierto para aquellas partes de la capa de compensador líquido proximales a las ubicaciones en las

que han de perforarse los orificios.

Una forma de ayudar a asegurar la suficiente transferencia de calor a la capa del compensador líquido es proporcionar un cobertor térmico formado para situarse directamente por encima de toda la capa del compensador líquido. Esto asegura una fuente de calor directamente por encima de todas las partes de la capa del compensador líquido. Sin embargo, puede que tal configuración no sea necesaria ya que el calor puede transmitirse desde el cobertor térmico hasta ubicaciones que no están directamente bajo el cobertor térmico. Por lo tanto, podría ser aceptable usar un cobertor térmico que no cubre totalmente la capa de compensador líquido. Sin embargo, el cobertor térmico cubre preferentemente una cantidad suficiente de compensador líquido para proporcionar suficiente calor para que se cure toda el área del compensador líquido. La cantidad de cobertor térmico requerida dependerá del material de las estructuras, el grosor de las estructuras, la forma de las estructuras, y de otros factores. Por ejemplo, debido a que la cantidad de calor proporcionada al compensador líquido disminuye conforme aumenta la distancia entre el material del cobertor térmico y la capa de compensador líquido, las estructuras que tienen un grosor mayor pueden requerir que haya más material de cobertor térmico directamente sobre la capa de compensador líquido.

Las figuras 7A-7C representan varias realizaciones de las herramientas de perforación en una orientación ascendente.

La figura 7A representa una primera realización de una herramienta de perforación (la herramienta 206 de perforación mostrada en las figuras 2A-2B) que comprende un cobertor térmico acoplado a una superficie inferior lisa de una plantilla de perforación como se ha descrito anteriormente. La superficie 218 inferior (también denominada como el "lado del cobertor térmico") de la herramienta 206 de perforación se muestra apuntando hacia arriba. La forma y tamaño del cobertor térmico 210 coincide preferentemente con la forma y tamaño de la plantilla 208 de perforación, de modo que la superficie inferior del cobertor térmico 210 es la superficie inferior de la herramienta 206 de perforación.

La figura 7B representa una realización de una herramienta 706 de perforación en la que se proporciona una plantilla 708 de perforación con un rebaje 714 en al menos una parte de la superficie inferior de la plantilla 708 de perforación, rodeada por un borde 718 formado por la superficie inferior de la plantilla de perforación. El rebaje debería ser lo suficientemente profundo para permitir que un cobertor térmico 710 estuviera bien ajustado al rebaje, de manera que una superficie 713 inferior del cobertor térmico está a ras del borde de la superficie inferior de la plantilla 708 de perforación. Así, la superficie inferior de la herramienta de perforación está compuesta de la superficie 713 inferior del cobertor térmico 710 y del borde 718. Por lo tanto, cuando la herramienta 706 de perforación está en una configuración instalada (es decir, contra una estructura que ha de calentarse), el cobertor térmico y el borde de la superficie inferior se sitúan a ras contra la estructura.

La figura 7C representa una realización de una herramienta 726 de perforación en la que una plantilla 728 de perforación tiene un rebaje 734 similar a la realización mostrada en la figura 7B. En esta realización, el rebaje 734 está cubierto por una capa de material aislante 736 para impedir que una cantidad sustancial de calor se transfiera desde el cobertor térmico 730 hasta la plantilla 728 de perforación. Esto es beneficioso por varias razones si, por ejemplo, la plantilla 728 de perforación es un buen conductor del calor, o si la plantilla 728 de perforación está hecha de un material que puede combarse, fundirse o de otra manera verse afectado negativamente por estar expuesto a una temperatura alta. Puede emplearse también un material aislante entre el cobertor térmico 210 y la plantilla 208 de perforación mostrados en la figura 7A.

En cada una de las realizaciones de las herramientas 206, 706, 726 de perforación representadas en las figuras 7A, 7B y 7C, los orificios pueden crearse a través de el cobertor térmico mediante punzado, corte o perforación. El cobertor térmico también puede fabricarse de manera especial para que tenga tales orificios. Si los orificios se crean mediante punzado, corte o perforación fuera del cobertor térmico, el material eléctricamente y/o térmicamente aislante puede usarse para impedir la exposición de los elementos de calor internos en el interior del cobertor. El cobertor térmico puede pegarse con un adhesivo o fijarse mecánicamente mediante las fijaciones apropiadas a la plantilla de perforación.

En las figuras 2A y 2B se representan una primera estructura 202, una segunda estructura 204, y una herramienta 206 de perforación. La herramienta 206 de perforación se representa comprendiendo la plantilla 208 de perforación y el cobertor térmico 210, ambos con orificios 212, 214 que se extienden a través de los mismos. La primera estructura 202 y la segunda estructura 204 están representadas con una capa de compensador líquido 216 dispuesto entre las mismas. En esta configuración, el compensador líquido 216 está sin curar.

En la etapa 106, y como se muestra en las figuras 3A y 3B, la herramienta 206 de perforación está acoplada, o bien a la primera estructura 202, o bien a la segunda estructura 204 (a la segunda estructura 204 en las figuras 3A y 3B), con el lado 218 del cobertor térmico 210 de la herramienta orientado hacia la estructura 204, de manera que el calor puede aplicarse directamente a la estructura 204. Los orificios 212 de la herramienta 206 están alineados en la estructura 204 con unos puntos sobre los que han de perforarse los orificios.

La herramienta 206 de perforación puede estar conectada a la primera estructura 202 o a la segunda estructura 204, ya sea mediante el uso de un adhesivo o mediante un mecanismo de conexión físico.

5 En la etapa 108, el cobertor térmico 210 se activa para aplicar calor al compensador líquido 216, a través de la estructura 204, y acelerar el curado del mismo. Para un compensador líquido 216 termoestable habitual, tal como un compensador líquido 216 basado en epoxi, el curado puede completarse a aproximadamente 60 °C (140 °F) en aproximadamente 1 hora. Sin la aceleración basada en calor, el curado a temperatura ambiente de un compensador líquido 216 similar podría durar aproximadamente 9 horas o más. Por lo tanto, la herramienta 206 proporciona un gran beneficio en términos de reducción de los tiempos de fabricación. La herramienta 206 puede emplearse sin la activación del cobertor térmico 210 en situaciones donde el cobertor térmico 210 no es necesario.

10 En la etapa 110, después de que se haya activado el cobertor térmico 210, se deja curar el compensador líquido 216 durante una cantidad de tiempo determinada.

15 En la etapa 112, y como se representa en las figuras 4A y 4B, después de que el compensador líquido se haya curado, se usa el taladro 220 para perforar los orificios a través de las estructuras 204 y 202 y del compensador líquido 216, como se indica mediante los orificios 212, 214. Si hay orificios de coordinación con un diámetro pequeño, estos orificios pueden abrirse hasta llegar al tamaño completo.

En la etapa 114, y como se representa en las figuras 5A y 5B, la herramienta 206 de perforación se retira. Esto deja a la primera y segunda estructuras 202, 204 y a una capa de compensador curado 222 con orificios perforados a través de las ubicaciones deseadas.

20 En la etapa 116, y como se representa en las figuras 6A y 6B, la primera estructura 202 y la segunda estructura 204 y la capa de compensador curado 222, ahora con orificios entre las mismas, pueden conectarse mediante fijaciones 224. Las fijaciones 224 pueden comprender pernos roscados con tuercas, en los que el perno se hace pasar a través de los orificios de la primera estructura 202 y de la segunda estructura 204 y queda retenido con una tuerca. Las fijaciones 224 pueden comprender alternativamente cualquiera de una variedad de fijaciones adecuadas para conectar dos estructuras a través de un orificio.

25 Debe de entenderse que las estructuras representadas en las figuras 2A-2B se presentan únicamente a título de ejemplo, y que la herramienta de perforación descrita anteriormente puede usarse para una gran variedad de tipos y formas de estructura y configuraciones de orificios.

30 La herramienta de perforación, que es el tema de la presente divulgación, permite de esta manera la aplicación de un elemento de calor y una herramienta de alineación de perforación (plantilla de perforación) de una manera simple y directa, sin necesidad de múltiples cambios de piezas. Esto ahorra tiempo, trabajo y costes monetarios y reduce la complejidad del procedimiento de perforación cuando es necesario el empleo de un compensador líquido. Así mismo, el curado a alta temperatura del compensador líquido facilitado por esta divulgación reduce de manera significativa el tiempo necesario para formar las partes que requieren tal compensador líquido.

35 Se pretende que la divulgación no esté limitada a la realización particular divulgada en el presente documento que se ha contemplado para llevar a cabo los métodos de la presente divulgación, sino que la divulgación incluirá todas las realizaciones que se encuentren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Una herramienta (206) para perforar que comprende:  
una plantilla (208) de perforación que define al menos un orificio (212); y  
**caracterizada por que** dicha herramienta comprende además un cobertor térmico (210) acoplado a al menos una parte de una superficie (218) inferior de la plantilla (208) de perforación.
2. La herramienta (206) de la reivindicación 1, en la que:  
el cobertor térmico (210) define al menos un orificio (214) sustancial y axialmente alineado con y de al menos el diámetro del al menos un orificio (212) definido por la plantilla (208) de perforación.
3. La herramienta (206) de la reivindicación 1, en la que el cobertor térmico (210) está acoplado a un rebaje (714) formado en una superficie (218) inferior de la plantilla (208) de perforación de modo que una superficie (713) inferior del cobertor térmico (210) está a ras de la superficie (218) inferior de la plantilla (208) de perforación.
4. La herramienta (206) de la reivindicación 1, que comprende además una capa de aislamiento situada entre la plantilla (208) de perforación y el cobertor térmico (210).
5. La herramienta (206) de la reivindicación 1, en la que:  
la plantilla (208) de perforación está hecha de un material seleccionado del grupo que consiste en metal, plástico o caucho.
6. La herramienta (206) de la reivindicación 1, en la que:  
el cobertor térmico (210) comprende una almohadilla de caucho que engloba una red de cable de resistencia bobinado.
7. La herramienta (206) de la reivindicación 1, en la que:  
el cobertor térmico (210) está configurado para proporcionar una temperatura de al menos aproximadamente 60 grados Celsius (140 grados Fahrenheit) a una capa de compensador líquido (216).
8. Un método para perforar orificios en un primer (202) y segundo (204) elementos estructurales que tienen una capa de compensador líquido (216) dispuesto entre los mismos, comprendiendo dicho método:  
proporcionar una herramienta (206) para perforar que comprende una plantilla (208) de perforación que tiene orificios (212) que corresponden a los orificios que han de perforarse en los elementos estructurales (202, 204), estando acoplada dicha plantilla (208) de perforación a un cobertor térmico (210) que cubre al menos una parte de una superficie (218) inferior de la plantilla (208) de perforación;  
acoplar dicha herramienta (206) a uno de dichos elementos estructurales (202, 204) en un área próxima al compensador líquido (216);  
activar dicho cobertor térmico (210) para elevar la temperatura del compensador líquido (216) más allá de una temperatura de curado durante un periodo predeterminado de tiempo; y  
perforar los orificios, a través de dichos orificios (212) en dicha plantilla (208) de perforación, hacia dichos elementos estructurales (202, 204) y dicho compensador líquido (216).
9. El método de la reivindicación 8, en el que:  
el cobertor térmico (210) define orificios (214) sustancial y axialmente alineados con y de al menos el diámetro de los orificios (212) definidos por la plantilla (208) de perforación.
10. El método de la reivindicación 8, que comprende además retirar dicha herramienta (206) de dichos elementos estructurales (202, 204).
11. El método de la reivindicación 8, en el que la temperatura del compensador líquido (216) se eleva a al menos aproximadamente 60 grados Celsius (140 grados Fahrenheit).
12. El método de la reivindicación 8, en el que el cobertor térmico (210) está acoplado a un rebaje (714) formado en una superficie (218) inferior de la plantilla (208) de perforación de manera que una superficie (713) inferior del cobertor térmico (210) está a ras de la superficie (218) inferior de la plantilla (208) de perforación.

13. El método de la reivindicación 8, que comprende además la provisión de una capa de aislamiento entre la plantilla (208) de perforación y el cobertor térmico (210).

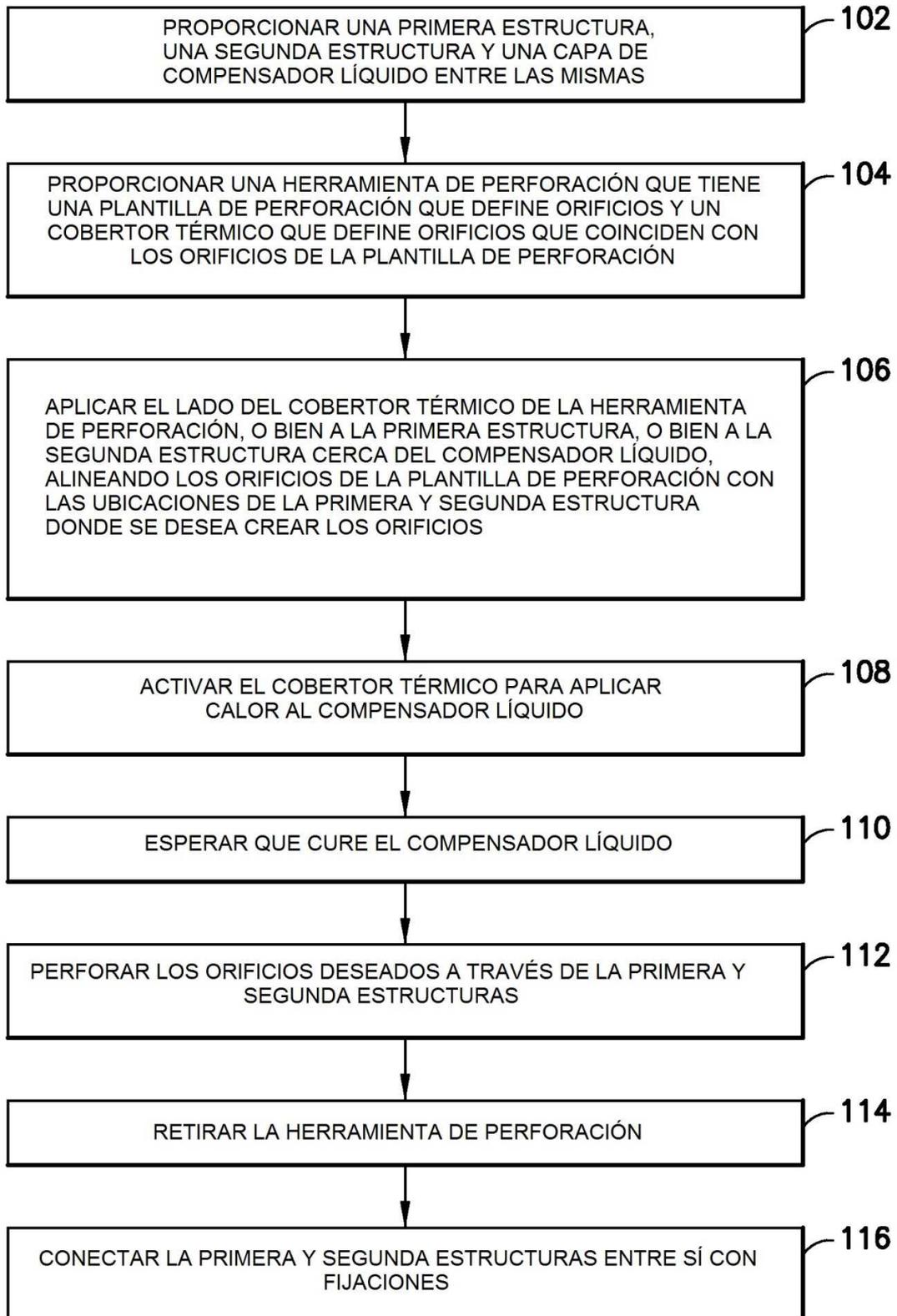


FIG. 1

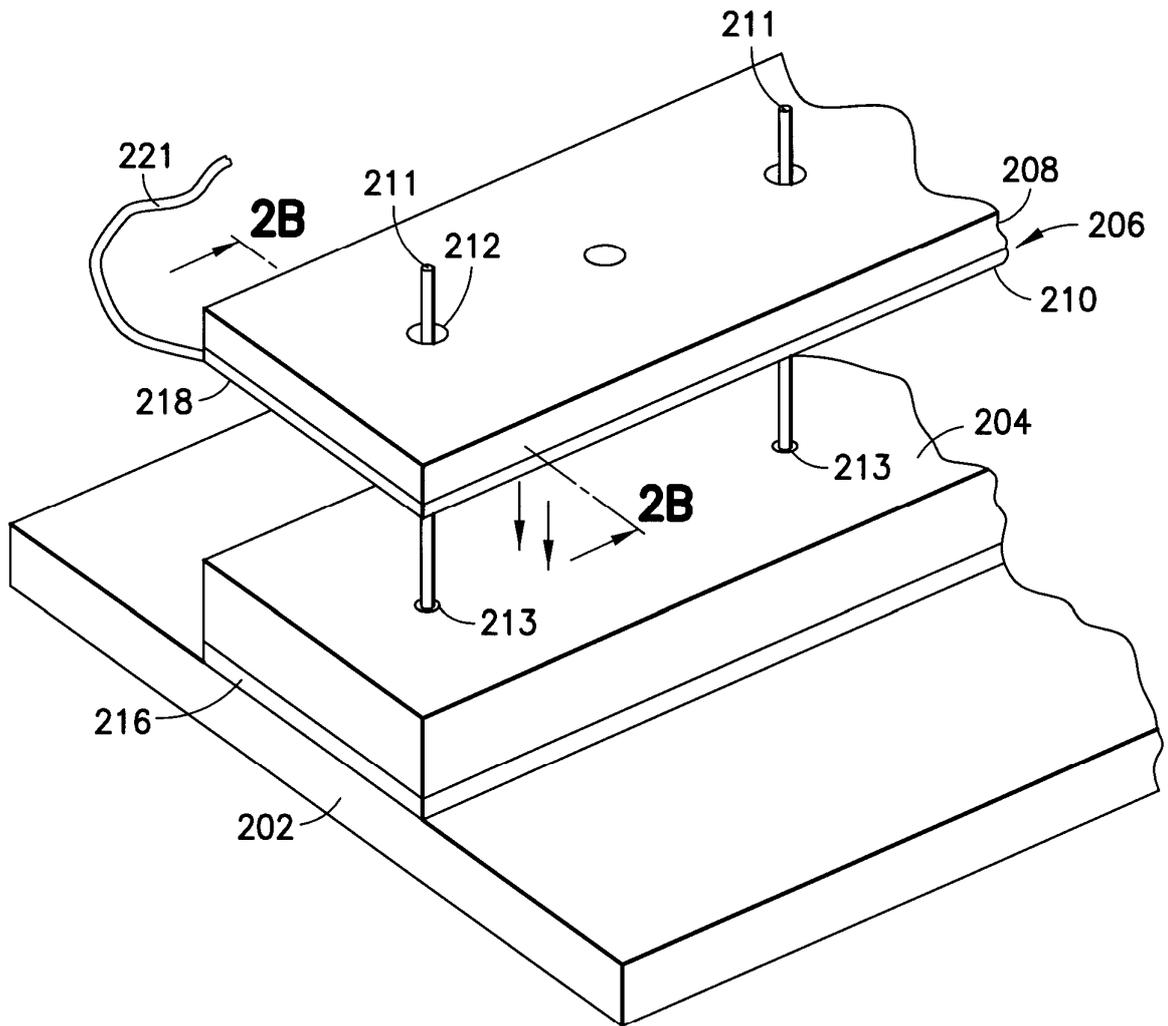


FIG.2A

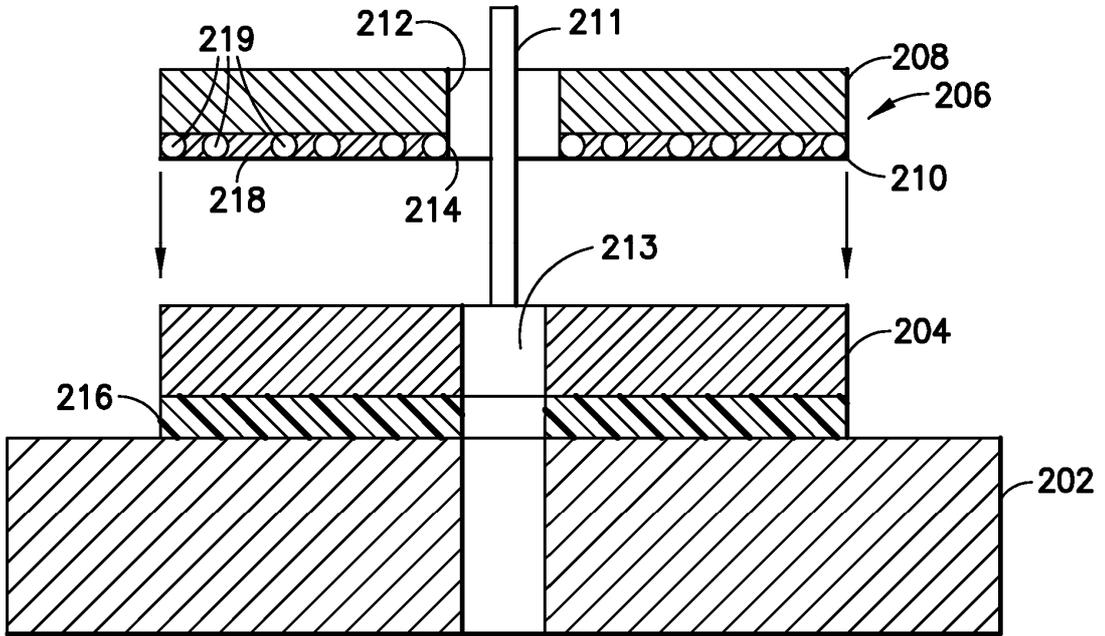


FIG.2B

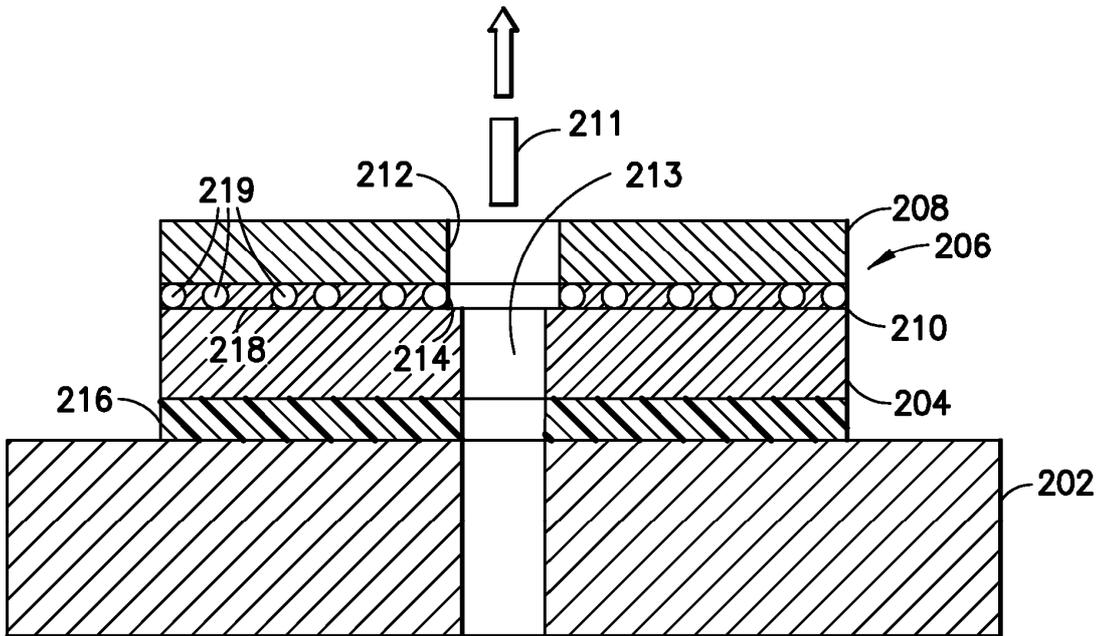


FIG.3B

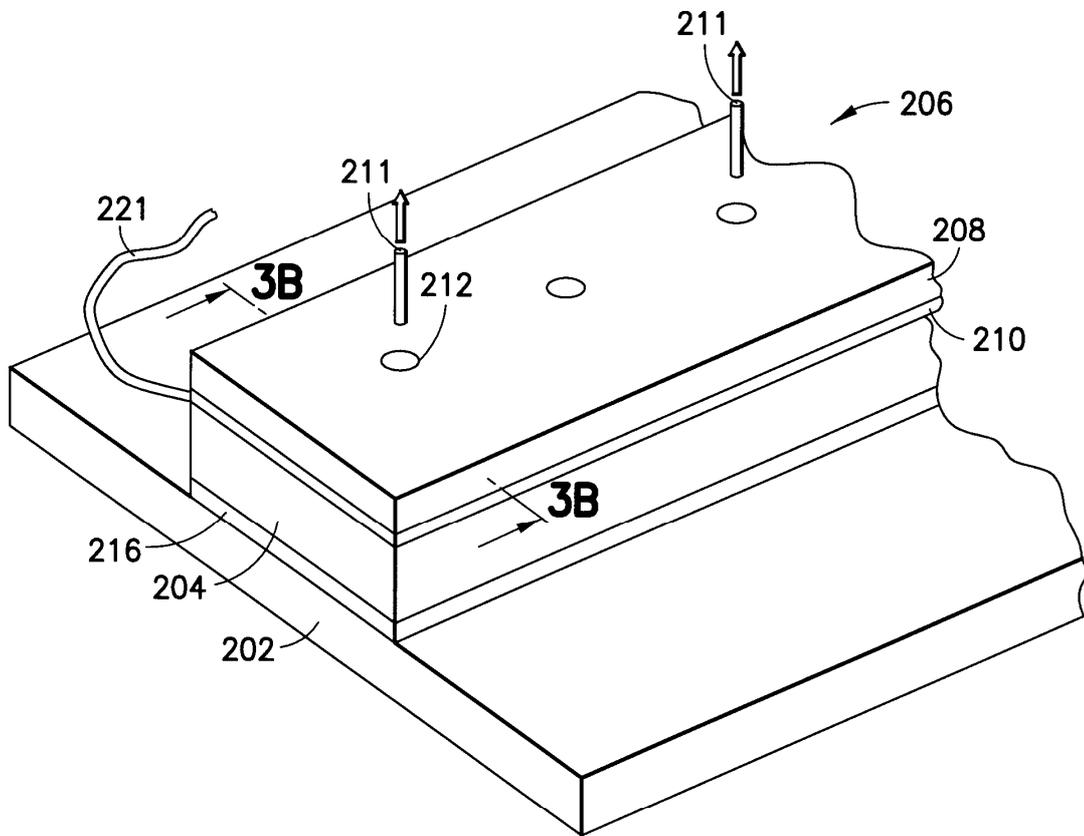


FIG.3A

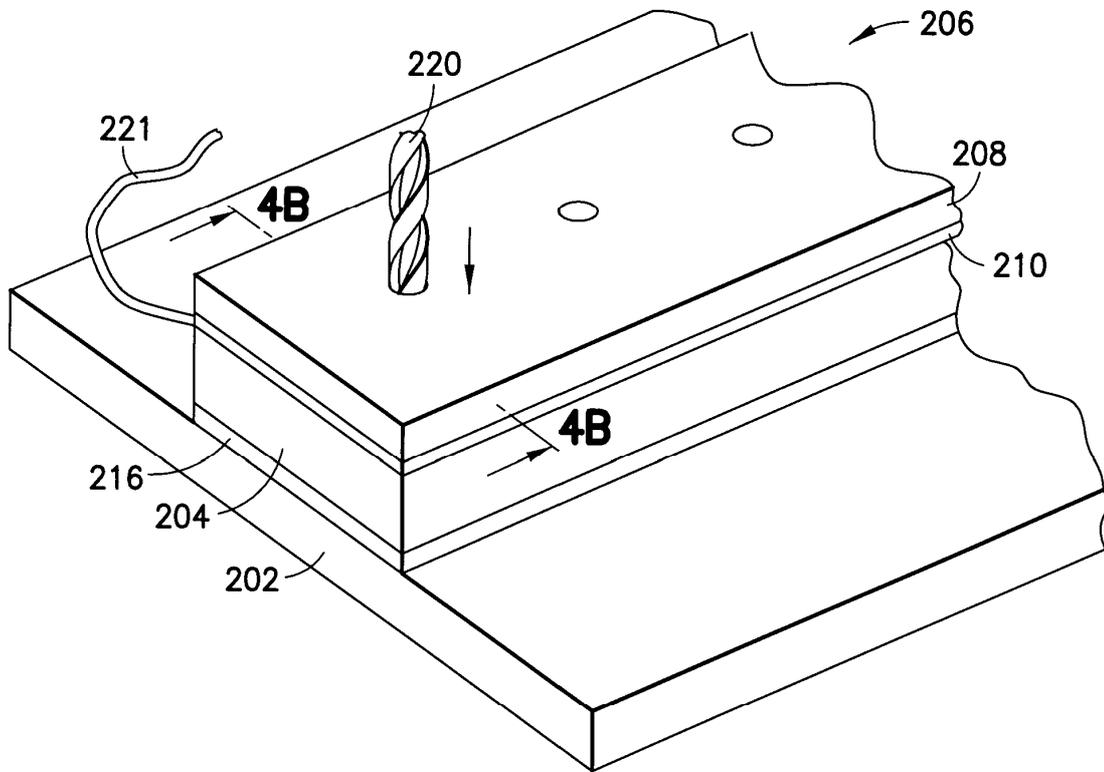
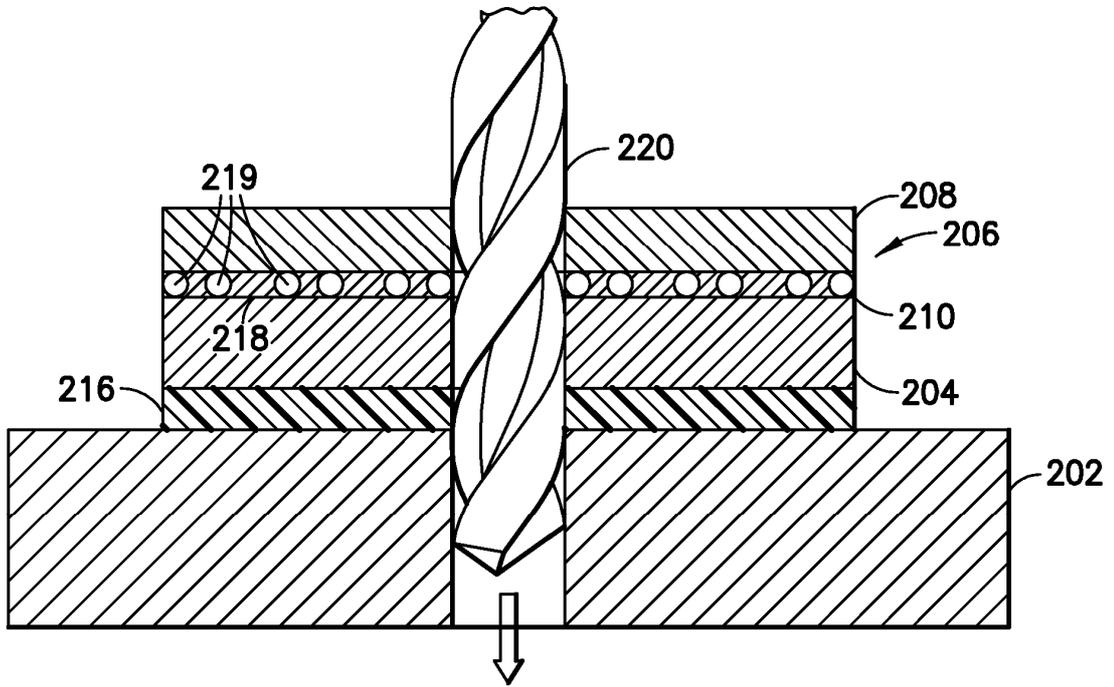
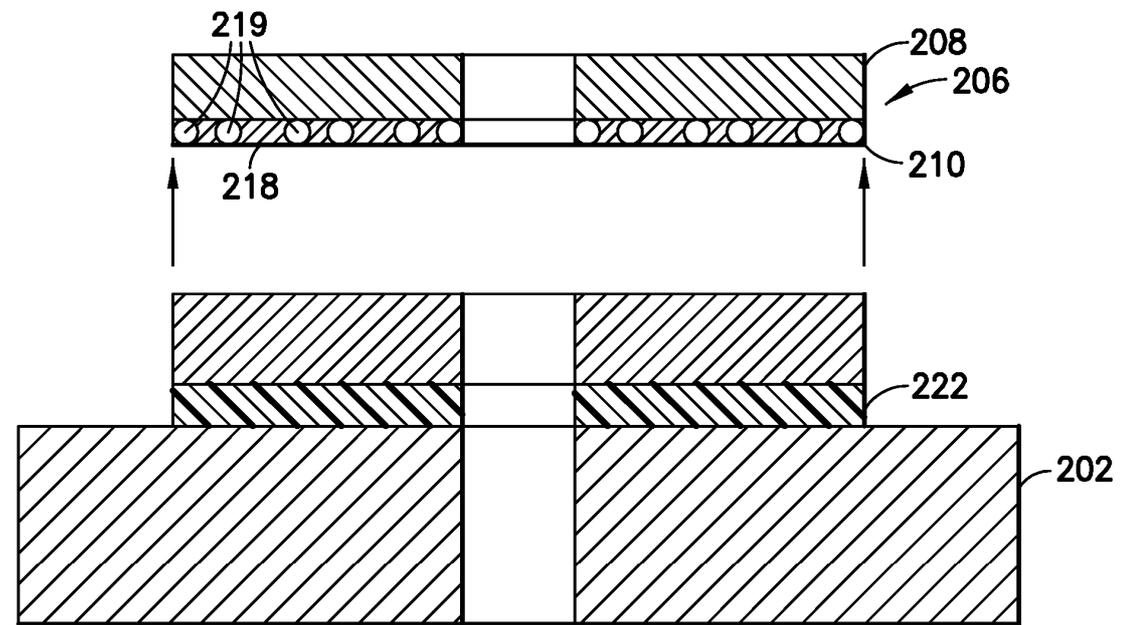


FIG.4A



**FIG.4B**



**FIG.5B**

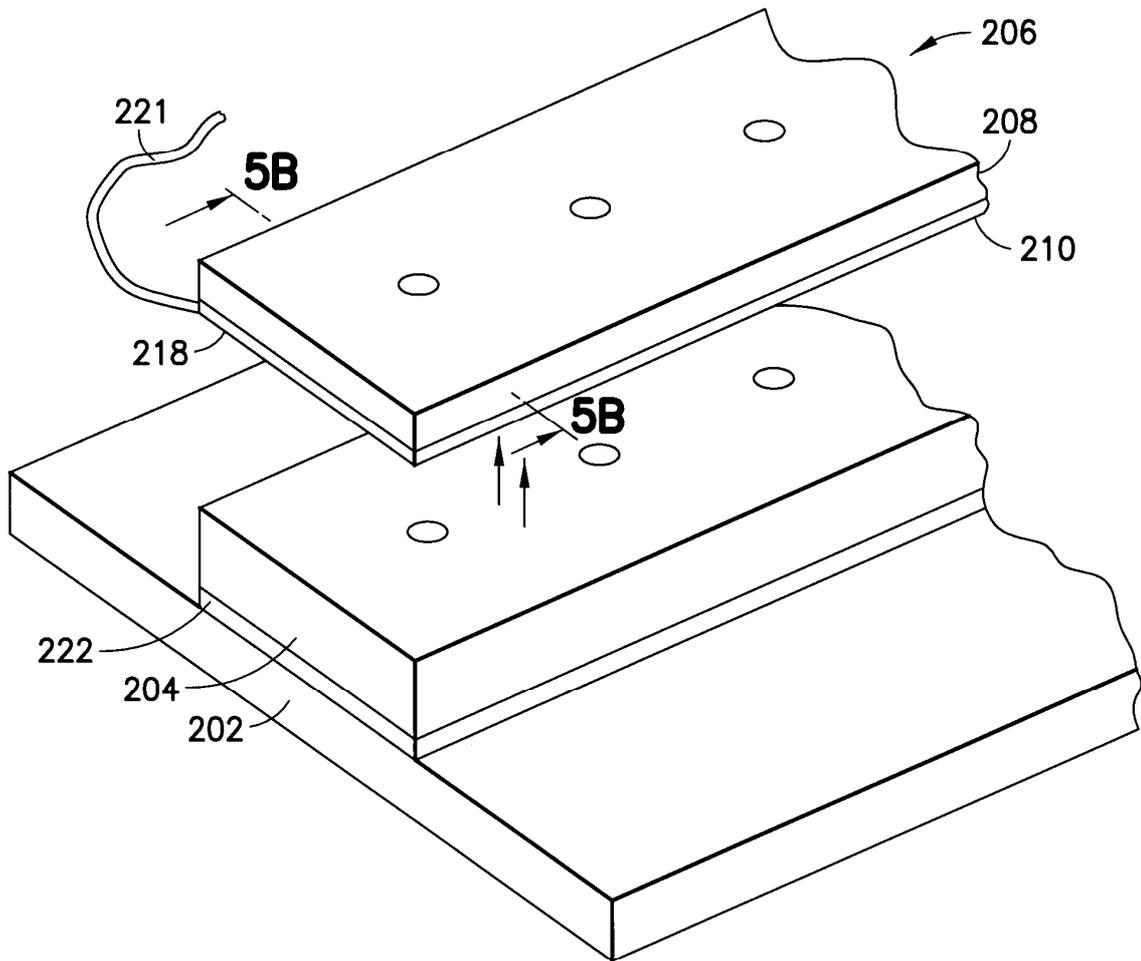


FIG.5A

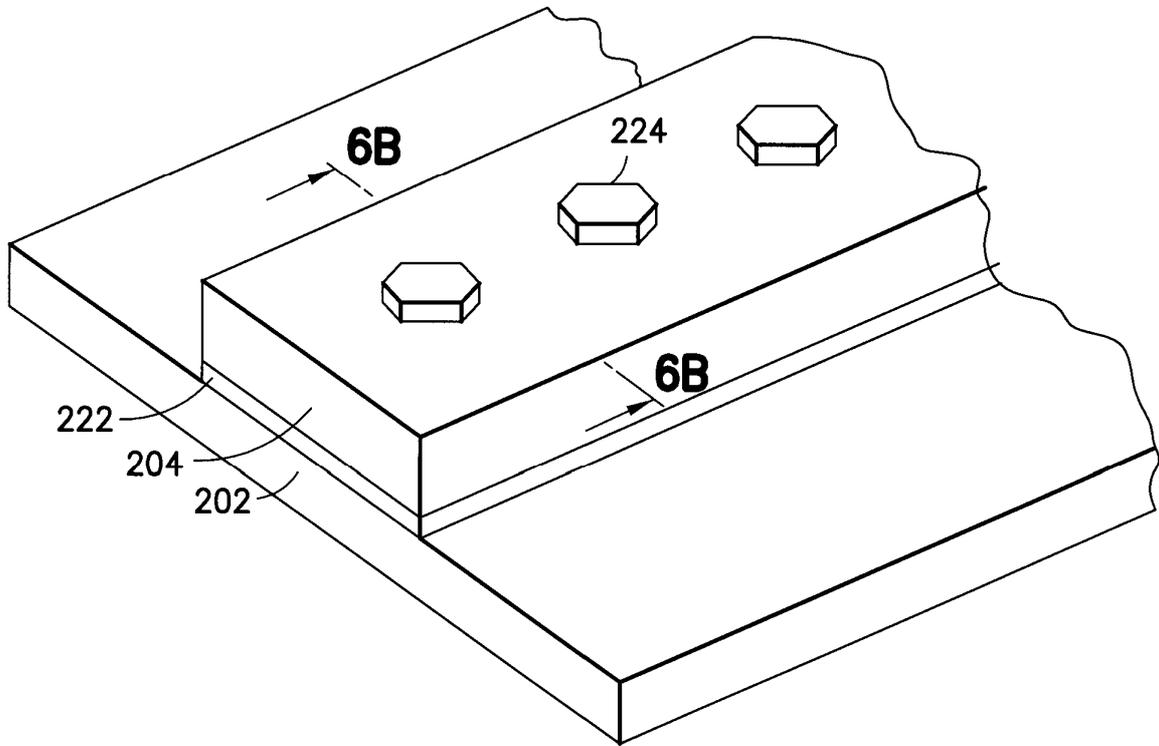


FIG.6A

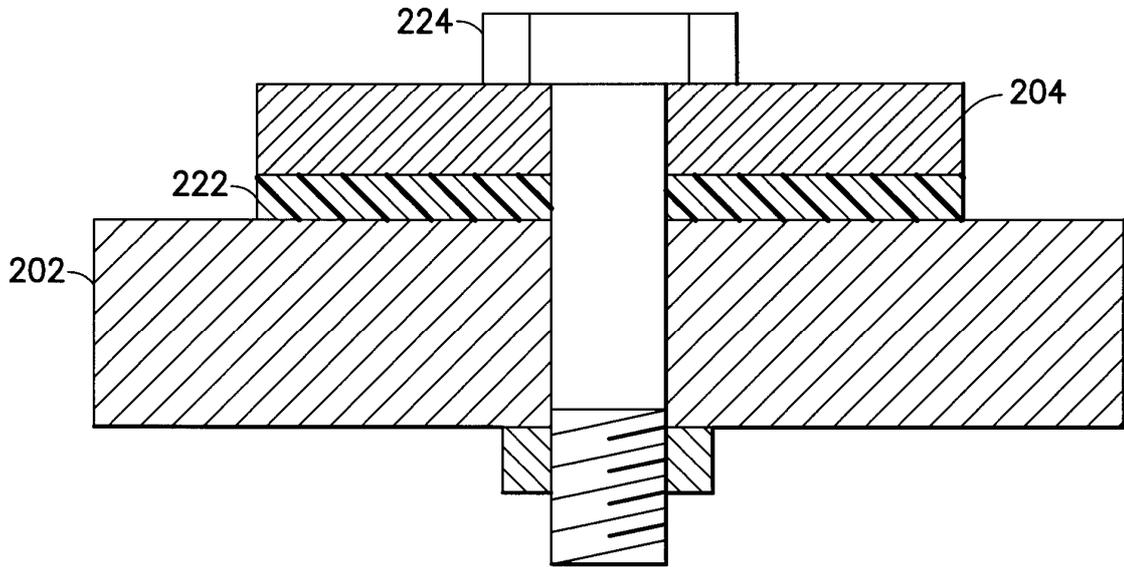


FIG.6B

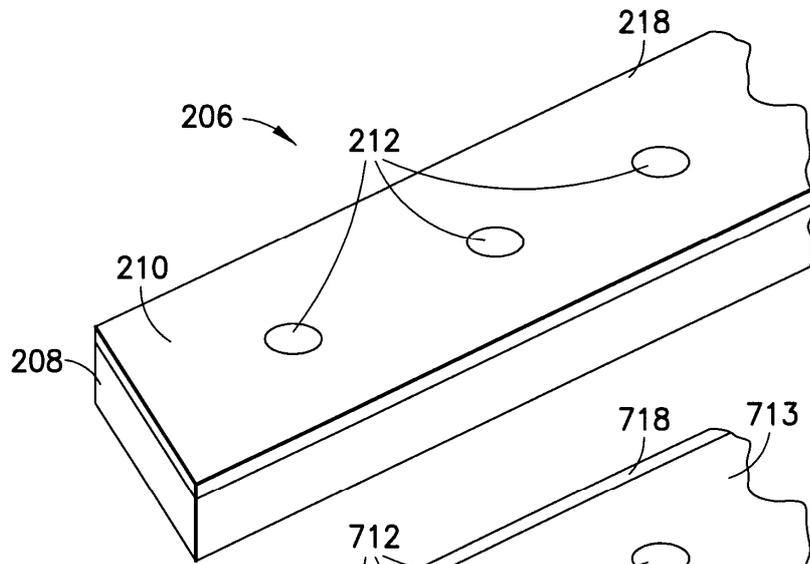


FIG. 7A

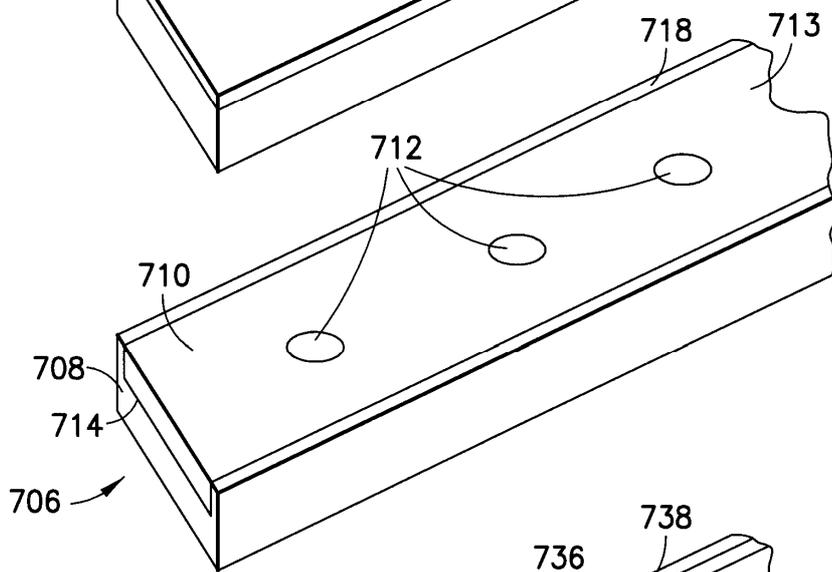


FIG. 7B

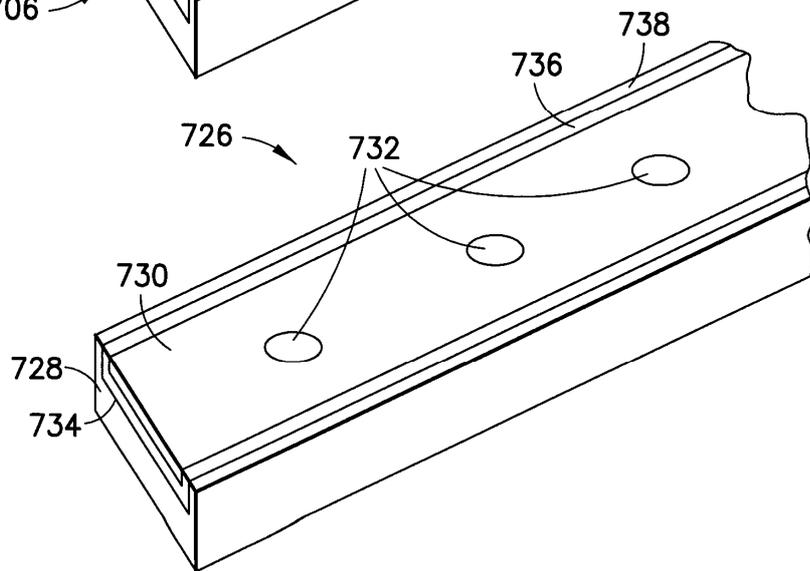


FIG. 7C