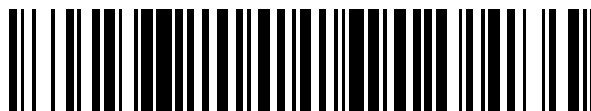


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 829 291**

51 Int. Cl.:

B21D 28/24	(2006.01)	B21D 39/02	(2006.01)
B21D 28/26	(2006.01)		
B23K 35/28	(2006.01)		
B23K 11/18	(2006.01)		
B23K 11/00	(2006.01)		
B23K 35/02	(2006.01)		
F16B 5/04	(2006.01)		
F16B 5/08	(2006.01)		
F16B 37/06	(2006.01)		
B23K 11/20	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.06.2014** **PCT/US2014/044286**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **31.12.2014** **WO14210278**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2014** **E 14817631 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2020** **EP 3013512**

54 Título: **Sujetador de soldadura por resistencia, aparato y métodos**

30 Prioridad:

26.06.2013 US 201361839473 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.05.2021

73 Titular/es:

HOWMET AEROSPACE INC. (100.0%)
201 Isabella Street
Pittsburgh, PA 15212, US

72 Inventor/es:

SPINELLA, DONALD J. y
BERGSTROM, DANIEL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 829 291 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

Sujetador de soldadura por resistencia, aparato y métodos

5 REFERENCIA CRUZADA DE LAS SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional de los Estados Unidos número 61/839,473, titulada, Sujetador de Soldadura de Resistencia, Aparato y Método, presentada el 26 de junio de 2013.

CAMPO DE LA INVENCION

10 La presente invención se refiere a sujetadores, aparato de sujeción y métodos para fijar partes y más particularmente, para fijar metales, que incluyen metales distintos.

ANTECEDENTES

15 El documento EP 0 865 860 A1 se refiere a una lámina AL fija entre dos placas de acero, en donde la lámina de acero exterior está impulsada a través de la lámina de aluminio hacia la lámina de acero en el lado en oposición de la lámina de aluminio.

20 El documento US 6 291 792 B1 se refiere a una parte de aluminio solapada, que tiene orificios prefabricados para insertar un sujetador de tapa de acero ligero a través de la lámina de aluminio y la tapa de acero posteriormente es soldada a una lámina de acero.

25 El documento JP 2010207898 A se refiere a una primera lámina con un orificio de guía, en donde un sujetador pasa a través de la primera lámina, y en donde se proporciona una soldadura por resistencia eléctrica, un prensado y un contacto de lámina metálica final.

El documento DE 10 2007 036 416 A1 se refiere a un sujetador que está hecho de acero para fijar una lámina de aluminio con una lámina de acero, de manera que el material desplazado durante el impulso del sujetador a través de la primera lámina es capturado por un borde periférico, que está dirigido hacia abajo, del sujetador.

30 El documento JP 2954476 B2 se refiere a un método para fijar un primer material conductor eléctrico a un segundo material conductor eléctrico mediante el uso de soldadura de resistencia eléctrica.

Se conocen diferentes sujetadores, aparatos y métodos para fijar y ensamblar partes o subunidades, tales como soldadura, remachado, sujetadores roscados, etcétera. En algunos casos, existe la necesidad de fijar de manera rentable partes de aluminio, subunidades, capas, etcétera, a otras partes, subunidades, capas, etcétera que están hechos a partir de otros materiales, tales como acero (descubierto, recubierto, de bajo carbono, de alta resistencia, resistencia ultra alta, inoxidable), aleaciones de titanio, aleaciones de cobre, magnesio, plásticos, etcétera. Las soluciones para estos problemas de sujeción incluyen sujetadores/remaches mecánicos en combinación con un adhesivo y/o una capa barrera para mantener una resistencia adecuada en la fijación a la vez que se minimiza la corrosión, por ejemplo, debido al efecto galvánico presente en una fijación de metales distintos. La soldadura directa entre el aluminio y otros materiales no se emplea comúnmente debido a los metales intermedios que generan el aluminio y los otros materiales, lo que afecta negativamente la resistencia mecánica y la resistencia a la corrosión. En los casos donde se emplea soldadura directa, se usa típicamente algún tipo de soldadura en estado sólido (fricción, recalcado, ultrasónica, etcétera) o tecnología de soldadura/soldadura con latón para minimizar los metales intermedios, pero el rendimiento mecánico de tales fijaciones a veces es deficiente o solo se aplica a geometrías de fijación únicas. En la industria automotriz, la tecnología incumbente para fijar acero con acero es soldadura por puntos de resistencia (RSW), debido a consideraciones de costos y tiempo de ciclo (menos de 3 segundos por junta individual y que puede realizarse robóticamente). Los métodos conocidos para fijar aluminio al acero incluyen: uso de sujetadores/remaches de orificios pasantes convencionales, remachado autoperforante (SPR), uso de tornillos de taladro de flujo (FDS o por nombre comercial de EJOTS), soldadura/fijación por puntos de agitación por fricción (FSJ), fijación por broca de fricción (FBJ), y uso de adhesivos. Cada uno de estos procesos es más desafiante que la soldadura por puntos de resistencia (RSW) de acero con acero. Por ejemplo, cuando el aluminio de alta resistencia (por encima de 240 MPa) se acopla al acero mediante el uso de SPR, el aluminio puede agrietarse durante el proceso de remachado. Además, los aceros de alta resistencia (>590 MPa) son difíciles de perforar, lo que requiere la aplicación de fuerzas de alta magnitud mediante pistolas de remachado grandes y pesadas. FSJ no se emplea ampliamente en la industria automotriz ya que las propiedades de la fijación (principalmente desprendimiento y tensión cruzada) son bajas en comparación con SPR. Además, FSJ requiere una alineación y un montaje muy precisos. Conforme el grosor de la fijación aumenta, los tiempos de ciclo para el proceso pueden aumentar drásticamente, donde una pila de fijación de 5 mm a 6 mm puede requerir de 7 a 9 segundos de tiempo de proceso total, lo cual está bien por encima del tiempo de ciclo de 2 a 3 segundos de RSW cuando se fabrican estructuras de acero. FBJ emplea un bit que rota a través del aluminio y luego se suelda al acero. Este proceso requiere una alineación muy precisa y un montaje similar a FSJ y se requieren fuerzas de forjado altas para soldadura en acero. FDS implica girar un tornillo en las piezas de trabajo, plastificando una de las láminas, que después es aplicada a la rosca del tornillo. Los FDS se aplican típicamente desde un solo lado y requieren de alineación con un orificio de guía en la lámina de acero, lo que complica el ensamblaje y adiciona costo. Los sujetadores, aparatos y métodos alternativos para fijar y ensamblar partes o subunidades por tanto permanecen convenientes.

SUMARIO

La materia descrita se refiere a un método según se define en las reivindicaciones.

5 Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de la presente invención, se hace referencia a la siguiente descripción detallada de realizaciones ejemplares consideradas junto con los dibujos adjuntos.

- La Figura 1 es una vista en perspectiva de un sujetador según una realización de la presente descripción.
- 10 La Figura 2 es una vista en sección transversal del sujetador de la Figura 1 tomada a lo largo de la línea de sección 2-2 y que mira en la dirección de las flechas.
- La Figura 3 es una vista en sección transversal de un sujetador como el que se muestra en la Figura 2, pero que tiene diferentes dimensiones.
- 15 La Figura 4 es una vista esquemática que muestra secuencialmente la inserción de un sujetador según una realización de la presente descripción, a través de una primera capa, el cual se suelda a una segunda capa.
- La Figura 5 es una vista esquemática que muestra secuencialmente la inserción de un sujetador según otra realización de la presente descripción, a través de una primera capa, el cual se suelda a una segunda capa.
- La Figura 6 es una vista esquemática que muestra secuencialmente la inserción de un sujetador según otra realización de la presente descripción, a través de una primera capa, el cual se suelda a una segunda capa.
- 20 La Figura 7 es una vista esquemática que muestra secuencialmente la inserción de un sujetador según otra realización de la presente descripción, a través de una primera capa, el cual se suelda a una segunda capa.
- La Figura 8 es una vista esquemática que muestra secuencialmente la inserción de un sujetador como el que se muestra en la Figura 7 a través de una primera capa, el cual se suelda a un miembro tubular por medio del acceso de una sola cara.
- 25 La Figura 9 es una vista esquemática que muestra secuencialmente la inserción de un sujetador como el que se muestra en la Figura 7 a través de una primera capa, el cual se suelda a una segunda capa en la formación de soldadura en serie.
- La Figura 10 es una vista esquemática que muestra secuencialmente la inserción de sujetadores opuestos como los que se muestran en la Figura 7 a través de las capas primera y segunda, los cuales se sueldan entre sí.
- 30 La Figura 11 es una vista esquemática que muestra sujetadores como los que se muestran en la Figura 7 dispuestos próximos a diferentes pilas de capas de material para ser fijados y antes de la inserción o soldadura.
- La Figura 12 es una vista lateral de una tapa de soldadura de puntos según una realización de la presente descripción.
- 35 Las Figuras 13a y 13b son vistas en planta y laterales, respectivamente, de un sujetador según otra realización de la presente descripción.
- Las Figuras 14a y 14b son vistas laterales y en planta, respectivamente, de un sujetador según otra realización de la presente descripción.
- La Figura 15 es una vista lateral de una herramienta de estampación de sujetador según una realización de la presente descripción.
- 40 La Figura 16 es una vista en perspectiva de dos láminas metálicas en un aparato de soldadura por puntos antes de aplicar un sujetador según una realización de la presente descripción.
- Las Figuras 17a-17d son vistas en sección transversal de sujetadores según una realización alternativa de la presente descripción.
- 45 Las Figuras 18-20 son vistas en sección transversal y en planta, respectivamente, de un sujetador según una realización alternativa de la presente descripción.
- La Figura 21 es una vista en sección transversal de un sujetador según una realización alternativa de la presente descripción.
- La Figura 22 es una vista en sección transversal esquemática del sujetador de la Figura 21 que se inserta a través de una primera capa y se suelda a una segunda capa.
- 50 La Figura 23 es una vista en sección transversal esquemática de un sujetador según una realización alternativa de la presente descripción, que se inserta a través de una primera capa y se suelda a una segunda capa.
- La Figura 24 es una vista en sección transversal de un sujetador según una realización alternativa de la presente descripción.
- 55 La Figura 25 es una vista en sección transversal esquemática del sujetador de la Figura 24 que se inserta a través de una primera capa y se suelda a una segunda capa.
- La Figura 26 es una vista en sección transversal esquemática de un sujetador de dos partes según una realización alternativa de la presente descripción, la primera parte se inserta a través de una capa de soporte y se suelda a la segunda parte.
- 60 La Figura 27 es una vista en sección transversal esquemática de un sujetador de dos partes según una realización alternativa de la presente descripción, la primera parte se inserta a través de una capa de soporte y se suelda a la segunda parte.

Descripción Detallada de Realizaciones Ejemplares

- 65 Las Figuras 1 y 2 muestran un sujetador 10 que tiene una tapa periférica 12 y un eje ahusado 14 que tiene un extremo romo 16 opuesto a la tapa 12. Un hueco interno H se extiende a través de la tapa 12 y hacia dentro del eje 14. El

sujetador 10 se fabrica de un metal conductor, por ejemplo, acero o titanio, que puede dar soporte a un proceso de soldadura por puntos de resistencia. La tapa 12 tiene una dimensión de borde a superior CE, y un diámetro CD. El eje tiene un diámetro SD y longitud SL de la tapa 12 al extremo 16. Según se describe más adelante, estas dimensiones pueden variar dependiendo del uso para el cual se coloca el sujetador 10, por ejemplo, el grosor y tipo de partes para las que se usa el sujetador 10. En un ejemplo, el diámetro CD puede estar en el intervalo de aproximadamente 4 mm a 16 mm, la longitud SL en el intervalo de aproximadamente 3 mm a 10 mm, CE en el intervalo de aproximadamente 0,5 a 3,0 mm y SD en el intervalo de aproximadamente 2 a 12 mm. La Figura 3 muestra un sujetador 20, como el de la Figura 1, pero que tiene diferentes dimensiones, es decir, que tiene un eje 24 más fino con un extremo 26 más puntiagudo.

La Figura 4 muestra la inserción de un sujetador 10a según una realización de la presente descripción a través de una primera capa de metal 11, por ejemplo, una aleación de aluminio, la cual es soldada a una segunda capa de metal 13, por ejemplo, una aleación de acero, para formar una estructura laminada L1. Esto se muestra en los pasos secuenciales etiquetados A-E. Según se muestra en el paso A, este proceso puede realizarse en una estación de soldadura por puntos convencional, que tiene electrodos opuestos, de los cuales las puntas 15a y 17a se muestran separadas de las láminas/capas metálicas 11, 13, lo que permite que el sujetador 10a sea insertado entre la punta 15a y la capa 11. La punta 15a puede tener una superficie S1 con una forma que aloja, soporta, forma y/o retiene el sujetador 10a mediante el proceso de soldadura. En el paso B, las fuerzas opuestas F1, F2 que ejerce la máquina de soldadura convencional (no se muestra) para mover las puntas 15b, 17b entre sí, capturan el sujetador 10b y las capas 11, 13 entre ellas y una corriente eléctrica I es aplicada a través de la combinación de estos elementos. Las fuerzas F1, F2 y la corriente I se aplican a través de las pasos B-E y la magnitud y duración de cada una puede variar dependiendo de los requerimientos en cada etapa. Por ejemplo, la corriente I que se requiere para calentar/plastificar el aluminio en el paso B puede ser menor que la que se requiere para soldar acero y acero como se produce en las pasos D y E. De manera similar, las fuerzas F1 y F2 pueden ser variadas para adaptarse a los cambios de los requerimientos de proceso.

La corriente I calienta cada sujetador 10b, y las capas 11, 13 hasta una temperatura a la cual la capa de aluminio 11 se plastifica y puede ser desplazada/perforada por el sujetador 10b. La capa de aluminio 11 es calentada de manera resistiva por la corriente I y también por conducción tanto desde el sujetador 10b como desde la capa 13. El sujetador 10b y la capa 13 tienen menor calor y conductividad eléctrica que la capa de aluminio 11, de manera que una corriente baja que se alcanza típicamente con un soldador por puntos de resistencia, adecuado para hacer soldaduras por puntos de resistencia en el acero, pueden ser usados para generar el calor requerido para plastificar la capa de aluminio, así como también para fabricar la soldadura a la capa 13, según se describe a continuación. Dado que el aluminio tiene un punto de fusión más bajo que la capa de acero 13 o el sujetador 10b, que en este ejemplo es también acero, la capa de aluminio 11 alcanza un estado plástico que permite el desplazamiento por el sujetador 10b y permite que el extremo 16b del sujetador 10b penetre en la capa de aluminio 11. Según se muestra en el paso C, la inserción del sujetador 10c en la capa de aluminio 11 causa un saliente 11U de aluminio plastificado desplazado que sale por encima de la superficie superior original 11S de la capa 11. Según se muestra en el paso D, el sujetador 10d penetra la capa 11 completamente y entra en contacto con la capa de acero 13 con lo cual el extremo 16d del sujetador 10d comienza a fundirse y aplastarse y una zona Pd de metal fundido comienza a formarse en la interfaz de la capa 13 y el extremo 16d del sujetador. La zona Pd es el material de soldadura o "pepita" donde el metal del sujetador 10d y la capa 13 se licuan y se entremezclan. Según se muestra en el paso E, la aplicación continuada de las fuerzas convergentes F1, F2 y la corriente dan como resultado un despunte y fusión adicionales del extremo 16e y una porción de la longitud del vástago 14e, junto con el alargamiento de la zona fundida Pe. El paso E también muestra que la tapa 12e ha descendido hasta el nivel de la superficie superior 11S, cubriendo y sellando el saliente 11U que se atribuye a la inserción del sujetador 10e completamente en la capa 11 de aluminio.

Después de haber realizado el paso E, las fuerzas F1, F2 y la corriente I pueden retirarse y las puntas 15e y 17e, extraerse. El proceso anterior puede llevarse a cabo con capas barrera, por ejemplo, una capa adhesiva de pretratamiento de superficie o pintura/imprimación (no se muestra) que se aplica a la superficie 11S y/o entre las capas 11, 13, siempre que la capa de barrera no impida que la corriente I fluya para crear calentamiento por resistencia eléctrica. De esta manera, el contacto entre los metales distintos de las capas 11, 13 puede reducirse, junto con la corrosión e interacción galvánica no deseada. La fusión parcial del sujetador 10a durante las fases de penetración y soldadura del proceso permite que el sujetador 10a aloje un intervalo de grosores de la capa 11.

La tapa 12a del sujetador 10a define un rebajo anular que puede recibir, capturar y sellar el aluminio y metales intermedios que se generan a partir de la penetración (pasos B y C) y soldadura (pasos D y E) conforme la tapa 12a "toca fondo" en la superficie 11S de la capa de aluminio 11. Esta contención del aluminio y metales intermedios puede mejorar significativamente el rendimiento ante la corrosión y la resistencia de la fijación que se atribuye al sujetador 10a. La tapa 12a puede estar formada en el sujetador 10a antes del proceso de soldadura o puede ser formada in situ durante la soldadura. Según se describe más adelante en mayor medida en referencia a la Figura 8, la geometría del sujetador 10a y su interacción con/retención mediante la punta 15a y la superficie S1 permite la soldadura de una cara (soldadura desde un lado sin un electrodo haciendo contacto con el miembro 13 directamente en oposición a la punta de electrodo 15a para proporcionar una fuerza contraria). La punta 15a, puede estar conformada para ser aprisionada por el sujetador 10a por medio de una carga elástica o resiliente del sujetador 10a que retiene el sujetador 10a en la punta 15a durante la soldadura, pero se desmonta una vez que la soldadura se ha completado. Por ejemplo, la punta

15 puede tener un borde periférico o concavidad que un borde superior del sujetador 10a aprisiona de forma removible y elástica.

El sujetador 10 puede estar hecho a partir de acero de una lámina fina, por ejemplo, de aproximadamente 1 mm a 4 mm de grosor, pero puede estar hecho con cualquier grosor determinado por el grosor de las capas 11, 13, con mayor grosor en las capas que requiere un mayor grosor del sujetador. Alternativamente, el eje 14 del sujetador 10 puede ser sólido o semisólido. Independientemente del grosor/holgura del sujetador (densidad para un área superficial dada) el eje 14 puede estar dispuesto para plegarse cuando el extremo 16 es soldado a la lámina 13, de manera que la tapa entra en contacto con la superficie superior 11S de la lámina 11 y/o sella cualquier zona de metales intermedios y saliente 11U cuando se completa la soldadura (etapa E).

Las dimensiones finales de la zona de soldadura Pe dependerán de las dimensiones iniciales y finales del eje del sujetador 14e, es decir, diámetro, longitud y grosor de las paredes del eje. Cuanto mayor sean las dimensiones del eje del sujetador 14e, mayor será la dimensión de la zona de soldadura Pe. En un ejemplo, al fijar la lámina 11 compuesta de aluminio de 0,5 mm a 4,0 mm a la lámina 13 compuesta de acero de 0,5 mm a 3,0 mm de grosor, un diámetro de soldadura dentro del intervalo de 2 mm a 8 mm exhibiría propiedades beneficiosas de cizallamiento y resistencia al desprendimiento.

Para minimizar el peso en un producto soldado terminado que se fabrica con los sujetadores 10 de la presente descripción, el calibre de la lámina que se emplea para fabricar el sujetador 10 puede reducirse. Como resultado, la resistencia a la pared lateral reducida del eje del sujetador 14 causa que colapse prematuramente durante el proceso de soldadura. Para soportar el eje 14, el electrodo 15a puede estar formado para extenderse hacia dentro del hueco H para acoplarse parcial o totalmente a la superficie interna del eje 14 dentro del hueco H. La Figura 5 muestra un sujetador alternativo 110 en dos fases en el proceso de soldadura, en concreto, la fase B5 antes de extrudir a través de la capa 11 y la fase E5 - después de la soldadura. Una punta del electrodo 115 que tiene una superficie S2 que soporta el extremo 116 del sujetador 110, permite que el extremo 116 sea impulsado a través de la capa 11 sin que el extremo 116 o el eje (pared lateral) 114 se deformen. La punta 115 tiene una superficie anular cóncava S3 que puede recibir y formar/conformar un área correspondiente de la periferia del sujetador 110p en respuesta a que el sujetador 110 está siendo impulsado contra el saliente 11U cuando el sujetador es totalmente impulsado a través de la capa 11 para formar la zona de soldadura Pg según se muestra en la fase E5.

La Figura 6 muestra una secuencia más completa de los pasos A6-F6 en el uso del sujetador 110 para realizar la soldadura por puntos a través de una capa superior 11, por ejemplo, una lámina de aluminio, para fijar la capa superior 11 a una capa inferior 13, por ejemplo, una lámina de acero. Como resultará evidente, este proceso también puede denominarse "sujeción por puntos de resistencia" o "remachado por puntos de resistencia", ya que el sujetador 110 puede describirse como un remache que se sumerge a través de la capa 11, hace un orificio en la capa 11 y se une a la capa 13 mediante soldadura, la tapa 112 del sujetador fija la capa 11 contra la capa 13. Conforme el sujetador 110 penetra la capa superior 11 y se acopla en la capa inferior 13, la superficie anular cóncava S3 en la punta del electrodo 115 encapsula y sella contra la capa 11, en particular, el saliente 11U. En un ejemplo, el paso B6 y C6 puede tener una fuerza asociada F_H de una magnitud de, por ejemplo, de 0,445 a 0,890 kN (100 a 2000 libras) y un nivel de corriente I_H de una magnitud de, por ejemplo, de 2.500 a 24.000 amperios, que es apropiado para plastificar la primera capa 11 de aluminio que tiene un grosor de 2 mm y soldar a una segunda capa 13 de acero recubierto galvanizado a 780 MPa con un grosor de 1,0 mm, mediante un sujetador de acero bajo en carbono con un diámetro general de 16 mm, una altura total de 3 mm y un grosor promedio de pared de 1,0 mm. Estas magnitudes de fuerza y corriente son solamente ejemplares y dependen de las dimensiones y composiciones del sujetador 110 y las capas 11 y 13. La duración del tiempo de transición del paso B6 a C6 puede ser del orden de 0,2 a 6,0 segundos. En un ejemplo, puede usarse una fuerza de, por ejemplo, 0,445 kN (100 libras), una corriente de 2500 A y un ciclo de tiempo de 6 segundos. Los aumentos en la fuerza y la corriente pueden dar como resultado tiempos de ciclo más cortos. Si se busca este ejemplo además y mediante el uso de las mismas dimensiones y propiedades del sujetador 110 y las capas 11, 13, el paso D6 puede utilizar una fuerza asociada F_w de una magnitud de, por ejemplo, de 1,79 a 3,56 kN (400 a 800 libras) y un nivel de corriente I_w de una magnitud de, por ejemplo, de 6.000 a 18.000 amperios, que es adecuada para iniciar la fusión del sujetador 110 y el nivel inferior 13 para formar una zona de soldadura fundida Pd. La magnitud de la fuerza F_w puede ser cambiada a una fuerza F_T de una magnitud de, por ejemplo, de 1,79 a 4,45 kN (400 a 1.000 libras) y un nivel de corriente I_T de una magnitud de, por ejemplo, de 3000 a 12 000 amperios en el paso E6 para formar una zona de soldadura expandida para templar la soldadura y hacerla con un diámetro de sección transversal promedio de 4 mm a 6 mm. La terminación de el paso D6 puede tomar, por ejemplo, 0,1 a 0,5 segundos. En el paso F6, la primera y segunda puntas de electrodo 115, 117 pueden ser retiradas. Como resultará evidente, dado que el saliente 11U fuerza a la tapa 112 a adaptarse a la superficie S3 y establece un ajuste relativamente cercano, puede haber alguna resistencia al extraer la primera punta 115 del sujetador 110f en el paso F6. En algunas aplicaciones, también puede preferirse utilizar un sujetador preformado para reducir la fuerza de extracción, el tiempo del ciclo y reducir la fuerza de soldadura F_w necesaria para dar forma a la tapa 112 para adaptarse a la superficie S3 y a el saliente 11U.

La Figura 7 muestra una secuencia de los pasos A7-F7 en el uso de un sujetador 210 para realizar la soldadura por puntos a través de una capa superior 11, por ejemplo, una lámina de aluminio, para fijar la capa superior 11 a una capa inferior 13, por ejemplo, una lámina de acero. El sujetador 210 se preforma para tener una forma similar al sujetador 110 después que se ha formado por la fuerza de soldadura que se muestra en los pasos D6 y E6 de la

Figura 6, de manera que la sección superior puede encapsular y sellar la superficie superior sin necesidad de estar formada por el electrodo durante el proceso de soldadura. Dado que se preforma el sujetador 210, la punta del electrodo 215 no requiere que la superficie anular cóncava S3 le dé forma a la tapa 212 para alojar y sellar contra el saliente 11U de la primera capa 11 cerca de donde es penetrada por el sujetador 210. Como resultado, la punta del electrodo 215 puede ahusarse (redondearse) en las superficies S4, S5 a la superficie S2 que soporta el extremo 216 del sujetador 210. Esto permite la concentración de las fuerzas de calentamiento, soldadura y templado F_H , F_W , F_T así como también las corrientes de calentamiento, soldadura y templado I_H , I_W , I_T sobre una superficie más pequeña, que permite reducir la fuerza y corriente para realizar las tareas de penetración, soldadura y templado.

Las Figuras 4-7 representan una soldadura de acceso directo en donde los electrodos de soldadura por resistencia, por ejemplo, 15a, 17a, fijan la pila de piezas de trabajo/soldadura 10a, 11, 13 desde lados en oposición. Según se muestra en la Figura 8, la soldadura por puntos mediante el uso de un sujetador 10, 20, 110, 210, según la presente descripción puede realizarse desde un lado mediante el uso de soldadura indirecta. Una estructura S8, tal como una viga de acero o cualquier otro tipo de estructura puede estar conectada a un polo de una fuente de potencial eléctrico para conducir la soldadura. El otro polo proporciona energía eléctrica a la punta de soldadura 215 para suministrar energía eléctrica para calentamiento en las pasos B8 y C8, soldadura en D8 y templado en E8. La soldadura indirecta se realiza comúnmente en el acero, pero es difícil de realizar en fijaciones de aluminio con aluminio. Dado que la presente descripción permite la soldadura con un sujetador que está hecho a partir de materiales distintos del aluminio, facilita la combinación de una capa de aluminio 11, por ejemplo, una lámina de aluminio a una estructura de acero S8, tal como un tubo de acero.

En la soldadura en serie, dos o más electrodos se aproximan desde un solo lado. Después se producen múltiples soldaduras conforme la corriente de soldadura fluye entre múltiples soldadores de una manera seriada. La Figura 9 muestra que el proceso y aparato de soldadura de la presente descripción puede utilizarse en sujetadores de soldadura conductora en serie 210a y 210b para fijar capas/miembros 11, 13 en una única operación de soldadura. La corriente I_H pasa a través del electrodo 215a, las capas 11, 13, a través de una barra del refuerzo conductora S9, luego vuelve a través de las capas 11, 13 al electrodo 215b. Como antes, la corriente I_H calienta la capa 11 permitiendo la penetración mediante sujetadores 210a, 210b, los sujetadores se sueldan en contacto con la capa 13. El proceso general es similar al explicado anteriormente, pero solo se muestran los pasos B9, D9 y F9. La soldadura en serie no se realiza típicamente sobre aluminio pero se hace comúnmente mediante el uso de materiales de acero. Dado que la presente descripción permite soldadura con un sujetador que se fabrica a partir de materiales distintos del aluminio, facilita la combinación de una capa de aluminio 11, por ejemplo, una lámina de aluminio a una capa/lámina o estructura de acero 13, tal como una estructura de tubo o caja de acero por medio de soldadura en serie.

Aunque los ejemplos anteriores se refieren a un sujetador 10, 20, 110, 210 que está hecho de acero, el sujetador 10, 20, 110, 210 puede estar hecho de otros materiales, tales como titanio, magnesio, acero recubierto, acero electrochapado, acero inoxidable, siempre y cuando la capa, por ejemplo, 13, a la cual se suelda sea compatible para soldadura. La primera capa 11 y siguiente(s) (segunda) capa(s) 13 pueden variarse también en la composición y el número. Por ejemplo, la primera capa puede ser aluminio, magnesio, cobre o aleaciones de éstos. La primera capa 11 también puede ser una pluralidad de capas de cualquiera de las anteriores, por ejemplo, dos capas de aluminio, dos capas de magnesio o tres o más capas de magnesio, cobre o aluminio. Opcionalmente, más de un tipo de material puede ser usado en la pluralidad de capas. Para penetrar una capa intermedia similar a la capa 11, el sujetador 10... 210 debe estar hecho de un material con un punto de fusión más alto que la(s) capa(s) intermedia(s) 11 penetradas durante la fase de calentamiento/penetración, por ejemplo, B6, C6 (Figura 6). Para realizar la fase de soldadura, por ejemplo, D6, el material del sujetador 110 debe ser compatible con la capa a la cual va a soldarse por resistencia, por ejemplo, la capa 13. Por ejemplo, si la capa 13 está hecha de acero galvanizado de alta resistencia (>590 MPa), entonces el sujetador 110 puede estar hecho, por ejemplo, de aceros con bajo contenido de carbono, aceros de alta resistencia (>590 MPa) o de acero inoxidable, de grados estándares.

La Figura 10 muestra que un sujetador 210c puede usarse con un sujetador en oposición 210d para fijar un par de capas 11a, 11b, por ejemplo, que están hechas de aluminio o de magnesio, mediante soldadura por puntos entre sí, de manera que las tapas 212c, 212d capturan las capas 11a, 11b entre ellas. El procedimiento que se muestra en las pasos A10 a F10 imita el procedimiento descrito anteriormente, por ejemplo, según se describió con referencia a las Figuras 4-7, en que se usa resistencia eléctrica en el calentamiento, penetración de las capas y soldadura, pero en lugar de que los sujetadores 210c, 210d alcancen una capa 13 a la que se sueldan, cada uno penetra las capas intermedias 11a, 11b en direcciones opuestas, se encuentran y se sueldan entre sí.

La Figura 11 muestra que diferentes combinaciones de capas pueden fijarse según una realización de la presente descripción. Según se muestra en la combinación G, la pila de materiales puede ser aluminio 11A y acero 13S como la pila que se muestra y se describió anteriormente en relación con la Figura 7 en el paso B7. Según se describió anteriormente, el sujetador 210 puede ser impulsado a través de la capa de aluminio 11A y soldarse a la capa de acero 13S. En una alternativa, una o ambas capas 11A1, 11A2 pueden ser una aleación de magnesio/magnesio. La combinación H muestra una pila de dos capas de aluminio 11A1 y 11A2 con una capa de acero 13S. Como antes, el sujetador 210 puede ser impulsado a través de las capas de aluminio 11A1 y 11A2 y a continuación ser soldado a la capa de acero 13S. La combinación I muestra una pila de una capa de aluminio 11A y una capa de magnesio 11M con una capa de acero 13S. El sujetador 210 puede ser impulsado a través de la capa de aluminio 11A y la capa de

magnesio 11M y a continuación ser soldado a la capa de acero 13S. La combinación J muestra una pila de una capa exterior de magnesio 11M, una capa intermedia de aluminio 11A y una capa de acero 13S. El sujetador 210 puede ser impulsado a través de la capa de magnesio 11M y la capa de aluminio 11A y a continuación ser soldado a la capa de acero 13S. En cada una de las pilas que se muestran en G, H, I y J, el sujetador 210 puede ser usado para asegurar la estructura laminada que se muestra. Otras combinaciones de material, grosores y un número de capas pueden ser fijadas mediante el sujetador 210, 110, 20, 10 de la presente descripción.

La Figura 12 muestra una punta de electrodo de soldadura 215 con una porción de manguito conector 215S y una porción de soldadura 215W con superficies ahusadas redondeadas S4 y S5. Una punta como ésta, está disponible en CMW Contacts Metal Welding www.cmwinc.com y se denomina G-cap.

La Figura 13a y 13b muestra una tuerca de tapa que se rediseña para funcionar como un sujetador 310 según la presente descripción. El sujetador 310 tiene una tapa 312, un eje 314 y un extremo 316. Las lengüetas 318 para interactuar con una herramienta de acoplamiento 318 pueden ser usadas para retener el sujetador 310 en una punta tipo electrodo similar a la punta 115 y también pueden ser usadas para torcer el sujetador conforme se empuja a través de una capa intermedia 11 y/o cuando se suelda a una capa 13.

Las Figuras 14a y 14b son vistas laterales y en planta, respectivamente, de un sujetador 410 según otra realización de la presente descripción. El sujetador 410 puede estar hecho como un estampado mediante el uso de una herramienta de estampación y troquel de apoyo según se muestra en la Figura 15. La tapa 412 pasa a ser el eje 414 en la curva C1 y el eje 414 pasa a ser el extremo 416 en la curva C2. La curva C1, cuando se hace girar alrededor del eje de simetría S del sujetador 410 y está delimitado por el borde 412e y su proyección en el eje 414, circunscribe un volumen V1 que puede contener y sellar el saliente de la capa penetrada, por ejemplo, según se muestra como 11U en la Figura 5.

La Figura 15 muestra una herramienta de estampación de sujetador 505 según una realización de la presente descripción. La herramienta de estampación puede ser usada para formar sujetadores como el sujetador 410 a partir de la materia prima 520, por ejemplo, una lámina de acero. La herramienta de estampación de sujetador 505 tiene un troquel de recalcado 522 con una superficie de conformación 522S (mostrada en líneas discontinuas). Una herramienta de conformación 524 (en líneas discontinuas) conducida por un punzón 526 (el eje se muestra en líneas discontinuas), que actúa junto con el troquel de recalcado 522 para formar un sujetador 410 (Figuras 14A,Bb) a partir de la materia prima 520. En la realización que se muestra, la herramienta de conformación 524 corta el sujetador 410 de la materia prima 520 y lo forma conforme se hace bajar a través de la materia prima 520 mediante el punzón 526. Alternativamente, piezas de partida con forma de disco (no mostradas) que tienen las dimensiones requeridas para formar un sujetador 410 pueden ser cortadas de la materia prima mediante un punzón separado y cargarse en un soporte de la pieza de partida 530 antes de que el punzón 526 sea hecho bajar contra el troquel de recalcado 522 para dar la forma del sujetador 410 a la pieza de partida. Un resorte 532 puede ser insertado entre una tapa retenedora 534 y el soporte de pieza de partida 530 para devolver el punzón 526 a una posición neutra después de que un sujetador 410 ha sido estampado mediante la herramienta de estampación de sujetador 505. El punzón 526 puede estar acoplado a un soporte de punzón 528 que se conduce mecánica, hidráulica o neumáticamente de manera convencional para accionar punzones y prensas.

La Figura 16 muestra la pila de soldadura 605 en donde un sujetador 610 se posiciona contra la primera y segunda capas 611, 613 antes de la penetración o soldadura. La primera capa 611 puede ser una lámina de aluminio, magnesio o cobre y la segunda capa puede ser una lámina de acero, titanio o Inconel. Las capas 611, 613 y el sujetador 610 están fijadas entre la primera y la segunda puntas 615, 617 que están en continuidad eléctrica con los electrodos inferior y superior 640, 642 de una máquina de soldadura por puntos eléctricos comercialmente disponible, tal como una estación de soldadura de 250 kVA disponible en Centerline Welding, Ltd.

En un ejemplo de una operación de soldadura realizada según la presente descripción, se empleó una máquina de pedestal de soldadura por puntos de resistencia de 250 kVA CA disponible comercialmente para calentar y sumergir un sujetador/remache a través de una lámina de aluminio y para soldar a una lámina de acero posterior. La punta de electrodo superior 615 fue un electrodo disponible comercialmente que se denomina G-cap (similar a la punta 215 de la Figura 12) y la punta de electrodo inferior 617 era una superficie plana, estándar (RWMA tipo C-Nose, de 16 mm de diámetro). Se usó una tuerca de tapa estándar 610 según se muestra en las Figuras 13a y 13b para el remache. Las partes a fijar fueron de aleación de aluminio 7075-T6 de 1,5 mm y acero galvanizado a 270 MPa de 0,7 mm. La tuerca de tapa 610 se colocó en el electrodo G-cap 615 y luego contra la lámina de aluminio 611 en la pila según se muestra en la Figura 16. Se generaron pulsos de corriente de alrededor de 1,5 segundos de duración a 9000 amperios para causar que la tuerca de tapa 610 penetre en la lámina de aluminio 611. Después de la penetración, la tuerca de tapa 610 fue soldada al acero con una corriente de impulso de alrededor de 15 kA por 0,166 segundos. Se obtuvo un botón de soldadura, aproximadamente de 5 mm de diámetro, entre la tuerca de tapa de acero y la lámina de acero a 270 MPa de 0,7 mm.

Los aspectos de la presente descripción incluyen distorsión en la parte baja, dado que las capas que se sujetan, por ejemplo, 11, 13, son mantenidas bajo compresión durante la soldadura y la zona afectada por el calor se restringe principalmente al área de la tapa, por ejemplo, 12, del sujetador 10. Los sujetadores, por ejemplo, 10, 20, 110, 210,

310, 410, 610 forman un volumen con relación a la primera capa 11 para atrapar los materiales o metales intermedios que se desplazan por la penetración del sujetador a través de la primera capa 11. Los sujetadores, por ejemplo, 10...610 pueden ser usados para fijar un intervalo de grosores de capa y un número de capas de diferentes tipos de materiales, en concreto, al seleccionar un sujetador de las dimensiones y la composición de material apropiadas. Adicionalmente, un sujetador dado 10...610 puede ser operable en un intervalo de grosores debido a la elasticidad de los materiales de los cuales está hecho, así como también la forma del sujetador. Por ejemplo, la tapa 412 puede doblarse elásticamente con relación al eje 414 cuando se usa el sujetador 410 para alojar varios grosores y presionar de forma resiliente la(s) capa(s), por ejemplo, 11 cuando se suelda a la capa 13. La presión resiliente de la tapa 412 contra una capa, por ejemplo, 11 puede contribuir a establecer y mantener un sello alrededor del perímetro del sujetador 10...610 cuando está en su lugar.

El sujetador 10...610 de la presente descripción puede aplicarse a través de adhesivos y/u otros recubrimientos aplicados entre capas, por ejemplo, 11, 13 y/o a través del recubrimiento aplicado a la capa superior 11. La soldadura formada mediante el uso del sujetador, por ejemplo, Pe en la Figura 4, no penetra en la capa 13 ni altera la superficie de 13 opuesta a la soldadura, conservando apariencia, resistencia a la corrosión y siendo hermética. Durante la penetración del sujetador, por ejemplo, en el paso C de la Figura 4 y la fase de soldadura, el paso D, el sujetador 10c, 10d, 10e colapsa continuamente y se expande continuamente a lo largo de la zona de soldadura Pd, Pe, impulsando los metales intermedios de la zona de soldadura. La metodología y aparato de la presente descripción son compatibles con el equipamiento RSW convencional desarrollado para la soldadura de resistencia para láminas de acero y el sujetador, 10...610 puede estar hecho de una variedad de materiales, tales como, acero de varios grados (bajo en carbono, alta resistencia, ultra alta resistencia, inoxidable), titanio, aluminio, magnesio, y cobre. El sujetador de la presente descripción opcionalmente puede recubrirse (galvanizado, galvanneal, inmersión en caliente, aluminizado, electrochapado) para mejorar la resistencia a la corrosión.

Según se ha indicado anteriormente, el sujetador 10...610 de la presente descripción puede ser usado por medio de soldadura de acceso de una sola cara o de dos caras. El sujetador 10...610 no requiere un orificio de guía en la(s) lámina(s) superior(es) que se fabrica(n) de aluminio y otros conductores, pero puede usarse también con un orificio de guía en la lámina de aluminio o superior, lo que permite que el sujetador se extienda a través de la(s) lámina(s) superior(es) para llegar a la lámina inferior 13 antes de la soldadura. Los orificios de guía pueden usarse también para permitir el flujo eléctrico a través de capas dieléctricas/no conductoras, tales como capas adhesivas o recubrimientos/capas anticorrosivas. Además, materiales dieléctricos/aisladores, tales como los plásticos y compuestos de plástico, que incluyen plásticos reforzados de fibra de carbono, laminados de metal a plástico, por ejemplo, de aluminio, magnesio o acero y plástico, tales como Reynobond® disponible en Alcoa Architectural Products de Eastman, Georgia, fibra de vidrio, SMC, termoestables, termoplásticos y cerámicas, que incluyen vidrio, pueden fijarse a aceros mediante un sujetador de acero 10...610 que pasa a través de un orificio de guía en una capa de estos tipos de materiales y se suelda por soldadura de resistencia eléctrica a la capa de acero. Los plásticos, compuestos de plástico y cerámicas también pueden fijarse a una capa de aluminio 13 por medio de un sujetador 10...610 que se hace en su totalidad o parte a partir de un material compatible, por ejemplo, aleación de aluminio. Los plásticos, compuestos de plástico y cerámicas también pueden fijarse a una capa de magnesio 13 por medio de un sujetador 10...610 que se hace en su totalidad o en parte a partir de un material compatible, por ejemplo, aluminio o aleación de magnesio. De manera similar, los plásticos, compuestos de plástico y cerámicas pueden fijarse también a una capa de titanio 13 por medio de un sujetador 10...610 que se hace en su totalidad o en parte de un material compatible, por ejemplo, una aleación de titanio. Las capa(s) superior(es) 11 que se recubre(n) con un recubrimiento no conductor, tal como imprimación, recubrimientos de resistencia a la corrosión, pintura, y capas anodizadas, puede fijarse además a una capa soldable que se fabrica de acero, aluminio, magnesio o titanio al extender un sujetador 10...610 de la presente descripción a través de un orificio de guía en la capa de recubrimiento no conductora para extenderse y soldarse a la capa soldable 13. Este enfoque puede aplicarse para fijar una capa no conductora recubierta/pintada 11 de aluminio, acero, magnesio o titanio a una capa 13 de acero, magnesio, aluminio o titanio, en cualquier combinación, siempre que el sujetador 10...610 se haga de un material compatible mediante soldadura a la capa 13. Este enfoque se aplica a las industrias, procesos y fabricaciones donde la capa (s) 11 que se une a la capa soldable 13 está prepintada. El prepintado es común cuando se unen materiales distintos, tales como aluminio y acero, para evitar la corrosión galvánica. Permitir que una de las dos láminas 11, 13 se recubra antes del ensamble aumenta la protección contra la corrosión en comparación con ambas láminas que no se recubren o láminas que están descubiertas.

La calidad de la soldadura que resulta del uso del sujetador 10...610 puede ser probada según las mediciones de aseguramiento de la calidad que se aplican a la cavidad que deja la soldadura, es decir, mediante la medición de las dimensiones de la cavidad. Las técnicas de NDE ultrasónicas también pueden utilizarse en el lado posterior, por ejemplo, de la capa 13 (lado de acero) para monitorizar la calidad de la soldadura.

En comparación con el FDS (EJOTS), SPR, y SFJ, el aparato usado para aplicar el sujetador 10...610 de la presente descripción tiene una huella menor, lo que permite el acceso a espacios más ajustados. El aparato y método de la presente descripción usa fuerzas de inserción inferiores en comparación con el SPR dado que la primera capa 11 se calienta/ablanda durante la fase de inserción del sujetador, por ejemplo, véase el paso C de la Figura 4. Los métodos y el aparato de la presente descripción proporcionan la capacidad de fijar los aluminios de alta resistencia (que son sensibles al agrietamiento durante las operaciones de SPR) y de fijar a aceros de alta y ultra alta resistencia, dado que no hay necesidad de perforar el metal de acero con el sujetador sino más bien el sujetador está soldado a éste.

El aparato y método de la presente descripción no requieren partes giratorias y es propicio para resolver problemas de montaje de parte dado que el proceso general es similar a la soldadura por puntos de resistencia convencional (RSW) con respecto a cómo se colocan las capas/partes del componente. Además, la aplicación del sujetador 10...610 puede realizarse rápidamente proporcionando velocidades de proceso rápidas similares a la RSW convencional. El aparato y los métodos de la presente descripción pueden aplicarse para usar en productos de aluminio forjado y fundido y pueden usarse para producir una fijación metálica compatible en lugar de una soldadura bimetálica como cuando se suelda aluminio al acero, que puede tener baja resistencia de fijación. Según se ha indicado anteriormente, el aparato y los métodos de la presente descripción pueden usarse para fijar múltiples capas de materiales diferentes, por ejemplo, dos o más capas de aluminio o magnesio a una capa de acero; una capa de aluminio a dos capas de acero (Figuras 22-27); o una capa de aluminio o magnesio a una capa de acero.

La Figura 17a muestra una vista en sección transversal de un sujetador 710 similar al sujetador 410 de la Figura 14a, en donde el grosor de la tapa 712, el eje 714 y el extremo 716 son sustancialmente de grosor constante. El extremo 716 es plano.

La Figura 17b muestra un sujetador 810 en donde el extremo 816 es plano y tiene un grosor mayor que el del eje 814 de la tapa 812.

La Figura 17c muestra un sujetador 910 con un extremo redondeado 916 que tiene un grosor constante. En un ejemplo, el radio R está dentro del intervalo de 2,54 cm a 15,24 cm (1 a 6 pulgadas).

La Figura 17d muestra un sujetador 1010 que tiene un extremo redondeado 1016 y estrías 1014s en la combinación del extremo 1016 y el eje 1014. Las estrías 1014s pueden estar alineadas con el eje de simetría/rotación S o disponerse en un ángulo A relativo a él. Las estrías pueden utilizarse ya sea para guiar el sujetador en una dirección particular, por ejemplo, recto o en una espiral cuando el sujetador es impulsado a través de la capa 11 y/o puede ser usado como un elemento de antirrotación que evita la rotación de la capa 11 con relación al sujetador instalado 1010.

Las Figuras 18-20 muestran un sujetador 1110 que tiene una longitud L mayor que su ancho W. En un ejemplo, la longitud L puede estar dentro del intervalo de 8 mm a 25 mm y el ancho dentro del intervalo de 4 mm a 8 mm.

La Figura 21 muestra un sujetador 1210 que en la sección transversal tiene porciones izquierda y derecha 1210a, 1210b que convergen a 1212c. El sujetador 1210 es un sólido de rotación alrededor de la línea de simetría/rotación S, de manera que los extremos 1216a, 1216b forman una superficie de anillo continua que puede estar soldada a un sustrato según se ilustra adicionalmente más adelante.

La Figura 22 muestra el sujetador 1210 que se inserta a través de la primera capa 11, por ejemplo, que está hecha de aluminio y se suelda a la capa 13, por ejemplo, que está hecha de acero en las zonas de soldadura Pa, Pb, que tendrían una forma de anillo continuo. La soldadura con forma de anillo se distribuye sobre una zona superficial mayor después de una soldadura con forma de disco, como se produce, por ejemplo, mediante el uso de un sujetador como el 410 según se muestra en la Figura 14a. La punta 1215 tiene una superficie 1215s que aloja y da soporte al sujetador 1210 conforme se calienta y presiona hacia la punta 1217.

La Figura 23 muestra un sujetador 1310 en sección transversal insertado a través de una primera capa 11 y soldado a una segunda capa 13 en las zonas de soldadura Pa, Pb. Como en la Figura 21, el sujetador 1310 es un sólido de rotación alrededor de la línea de simetría/rotación S, de manera que las zonas de soldadura Pa y Pb son parte de una soldadura continua en forma de anillo a la capa 13. El sujetador 1310 incluye un casquillo central roscado 1342 que tiene roscas 1342t adecuadas para recibir un sujetador roscado correspondiente, tal como un tornillo (no mostrado). De esta manera, el sujetador 1310 puede realizar dos funciones, en concreto, retener la capa 11 con la 13 y proporcionar un casquillo roscado que permite el ensamblaje a otro miembro o estructura (no mostrado) por medio de un sujetador roscado correspondiente (no mostrado). La punta 1315 tiene un rebajo 1315r para alojar el casquillo 1342 mientras se suelda.

Las Figuras 24 y 25 muestran un sujetador 1410 similar al sujetador 1310, pero que tiene una porción de casquillo 1442 con roscas 1442t que es de extremo abierto, lo que permite que un sujetador roscado correspondiente (no mostrado) pase a través de la porción de casquillo 1442. Según se muestra en la Figura 25, en preparación para la instalación del sujetador 1410, las capas 11 y 13 están preferentemente perforadas o están dispuestas de cualquier otra manera con orificios correspondientes 11h, 13h a través de los cuales puede insertarse la porción de casquillo 1442. La penetración de la capa 11 y la soldadura a la capa 11 pueden realizarse después mediante soldadura por resistencia, según se ha explicado anteriormente. La punta 1415 tiene una superficie 1415s para dar soporte al sujetador 1410 conforme se presiona a través de la capa 11 y se suelda a la capa 13. La punta 1417 tiene un rebajo 1417r que aloja la porción de casquillo 1442 que se extiende a través de las capas 11, 13 durante el proceso de soldadura.

La Figura 26 muestra un sujetador 1510 que tiene una parte superior 1510u y una parte inferior 1510l que pueden soldarse juntas para fijar el sujetador a una capa 11, por ejemplo, de aluminio. La porción inferior 1510l incluye un

casquillo roscado 1510t. El sujetador 1510 puede estar hecho de acero o de titanio. El proceso de soldadura es realizado como anteriormente, solo que, en lugar de estar soldada a una segunda capa 13, la parte superior 1510u está soldada a la parte inferior 1510l después de que la parte superior es impulsada a través de la capa de aluminio 11. Como antes, las zonas de soldadura Pa, Pb son una parte de una soldadura con forma de anillo porque el sujetador 1510 es un sólido de rotación. La capa 11 está capturada entre la porción de pestaña 1510f y la tapa 1512. El sujetador 1510 permite que un casquillo roscado 1510t, sea hecho a partir de un primer material, por ejemplo, acero o de titanio, para estar fijado a una capa 11 de un metal distinto, por ejemplo, aluminio o magnesio.

La Figura 27 muestra un sujetador 1610 que tiene una parte superior 1610u y una parte inferior 1610l que pueden estar soldadas juntas para fijar el sujetador a una capa 11, por ejemplo, de aluminio. La parte inferior 1610l incluye un perno roscado 1610. El sujetador 1610 puede estar hecho de acero o de titanio. El proceso de soldadura es realizado como anteriormente, solo que, en lugar de soldarse a una segunda capa 13, la parte superior 1610u se suelda a la parte inferior 1610l después de que la parte superior es impulsada a través de la capa de aluminio 11. La zona de soldadura Pa tiene aproximadamente forma de disco y el sujetador 1610 es un sólido de rotación. La capa 11 está capturada entre la porción de pestaña 1610f y la tapa 1612. El sujetador 1610 permite que un perno roscado 1610s, que se fabrica a partir de un primer material, por ejemplo, acero o titanio, esté fijado a una capa 11 de metal distinto, por ejemplo, aluminio o magnesio.

Resultará evidente que las realizaciones descritas en la presente descripción son meramente ejemplares y que un experto en la técnica puede realizar muchas variaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para fijar un primer material conductor eléctrico a un segundo material conductor eléctrico mediante el uso de soldadura por resistencia eléctrica, comprendiendo:

- 5 - disponer el primer y el segundo materiales juntos en contacto eléctrico y físico, el primer material que tiene un punto de fusión más bajo que el segundo material, el primer material incluye al menos uno de aluminio, cobre, magnesio y aleaciones de éstos, el segundo material incluye al menos uno de acero, titanio, aleaciones de éstos e Inconel;
- 10 - disponer un sujetador conductor eléctrico que tiene un punto de fusión más alto que el primer material en contacto eléctrico y físico con el primer material para formar una pila conductora eléctrica que incluye el sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610), el primer material y el segundo material, el sujetador es simétrico alrededor del eje de rotación (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) que tiene una porción de tapa (12, 22, 112, 212, 312, 412, 712, 812, 1512, 1612) y una porción de eje hueco (14, 24, 314, 414, 714, 814, 1014), la tapa que se extiende a partir del eje en el extremo abierto con forma de U (12, 22, 112, 212, 312, 412, 712, 812, 1512, 1612) forma un borde periférico dirigido hacia abajo, el sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) está hecho de al menos uno de acero, titanio, aleaciones de los mismos e Inconel y/o de al menos uno de acero inoxidable, aleación de aluminio, aleación de magnesio, aleación de cobre, aleación de titanio, e Inconel;
- 20 - aplicar un potencial eléctrico a través de la pila, lo que induce que una corriente fluya a través de la pila y cause el calentamiento resistivo, el calentamiento resistivo causa un ablandamiento del primer material; impulsar el sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) a través del primer material ablandado hacia el segundo material;
- 25 - después de que el sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) entra en contacto con el segundo material, se suelda el sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) al segundo material; y
- 30 - capturar el primer material que se desplaza cuando el sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610), es impulsado a través del primer material ablandado y es soldado al segundo material, el material que se desplaza es capturado dentro del borde periférico de la porción de tapa (12, 22, 112, 212, 312, 412, 712, 812, 1512, 1612) del sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610), y del material que se desplaza que además es al menos uno de un primer material saliente, o un primer material saliente y metales intermedios, en donde el método comprende además estampar el sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) a partir de una lámina antes del paso de disponer el sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610).

2. El método de la reivindicación 1, en donde el sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) está hecho de al menos uno de acero, titanio, aleaciones de éstos y de Inconel, y es al menos uno de galvanizado, electrochapado, electrochapado de zinc, aluminizado y revestimiento galvanneal.

3. El método de la reivindicación 1 ó 2, en donde el primer material y el segundo material tienen forma de capas, en donde las capas son láminas de metal; o en donde el segundo material tiene forma de un miembro estructural.

4. El método según las reivindicaciones de la 1 a la 3, en donde el potencial eléctrico es aplicado en el transcurso de la soldadura por resistencia directa; o en donde el potencial eléctrico es aplicado en el transcurso de la soldadura por resistencia indirecta; o en donde el potencial eléctrico es aplicado en el transcurso de la soldadura por resistencia en serie.

5. El método de una de las reivindicaciones de la 1 a la 4, en donde la pila incluye al menos una capa o una pluralidad de capas del primer material que tienen un punto de fusión menor que un punto de fusión del segundo material y menor que un punto de fusión del sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610), en donde la pluralidad de capas incluye una pluralidad de capas de aleaciones de aluminio, o en donde la pluralidad de capas incluye una capa de aleación de aluminio y una capa de aleación de magnesio.

6. El método de una de las reivindicaciones de la 1 a la 5, en donde el segundo material es un segundo sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610), en donde el sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) y el segundo sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) fijan el primer material entre ellos, y en donde el primer material incluye una pluralidad de capas, el sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) y el segundo sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) que fijan la pluralidad de capas entre sí.

7. El método de la reivindicación 6,
 en donde el segundo sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610)
 tiene un casquillo roscado, en donde el casquillo roscado se extiende a través del primer material; o en donde el
 5 segundo sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) tiene un
 perno roscado; o
 en donde el sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) y el
 segundo sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) son
 idénticos.
- 10 8. El método de una de las reivindicaciones de la 1 a la 7, que comprende además
- el paso de aplicar una barrera anticorrosión entre al menos uno del sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610,
 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610), la primera capa y la segunda capa antes del paso de
 15 aplicación,
- en donde la barrera es no conductora y comprende además el paso de hacer un orificio en la barrera a través del cual
 la corriente puede fluir durante el paso de aplicación.
- 20 9. El método de una de las reivindicaciones de la 1 a la 8,
- en donde el sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) fija un
 intervalo de grosores del primer material al segundo material al deformarse durante el paso de soldadura; o
 en donde el sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) tiene
 una tapa con una configuración inicial y una configuración final y que comprende además el paso de deformar la tapa
 25 desde la configuración inicial hasta la configuración final durante dichas pasos de aplicación, impulsión y soldadura.
- 30 10. El método de una de las reivindicaciones de la 1 a la 9,
- en donde el flujo de corriente es variable durante las pasos de aplicación, impulsión y soldadura; o
 en donde un período de tiempo de flujo de corriente es variable durante los pasos de aplicación, impulsión y soldadura.
- 35 11. El método de las reivindicaciones de la 1 a la 10,
- en donde al menos una porción del eje es maciza en su sección transversal.
- 40 12. El método de las reivindicaciones de la 1 a la 11,
- en donde el sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610) es
 simétrico alrededor de un eje de rotación y tiene un eje hueco con una sección transversal divergente con forma de U,
 una tapa que se extiende a partir del eje en un extremo abierto con forma de U que forma un borde periférico que se
 curva hacia abajo, el eje cerca del extremo tiene al menos una estría que se extiende desde una superficie exterior
 del mismo, que se resiste a la rotación del primer material con relación al sujetador (10, 20, 110, 210, 310, 410, 610,
 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1310, 1410, 1510, 1610).

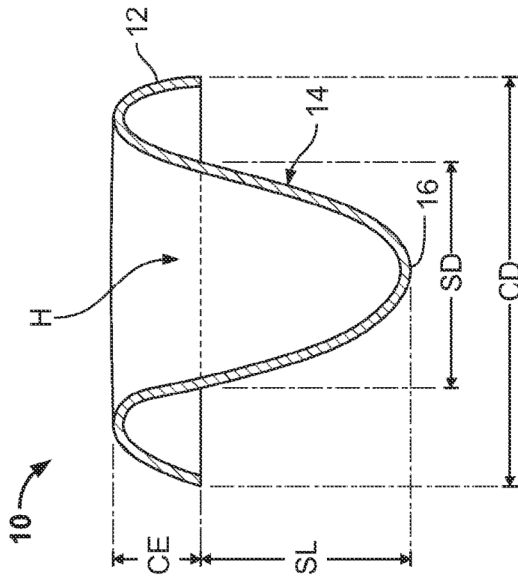


FIG. 2

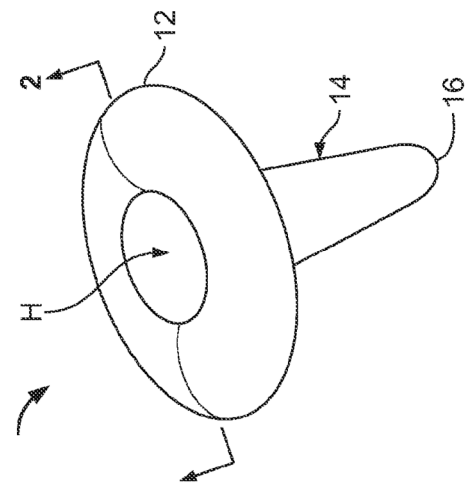


FIG. 1

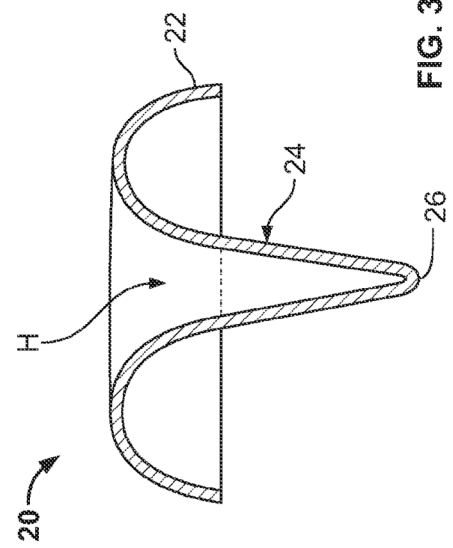


FIG. 3

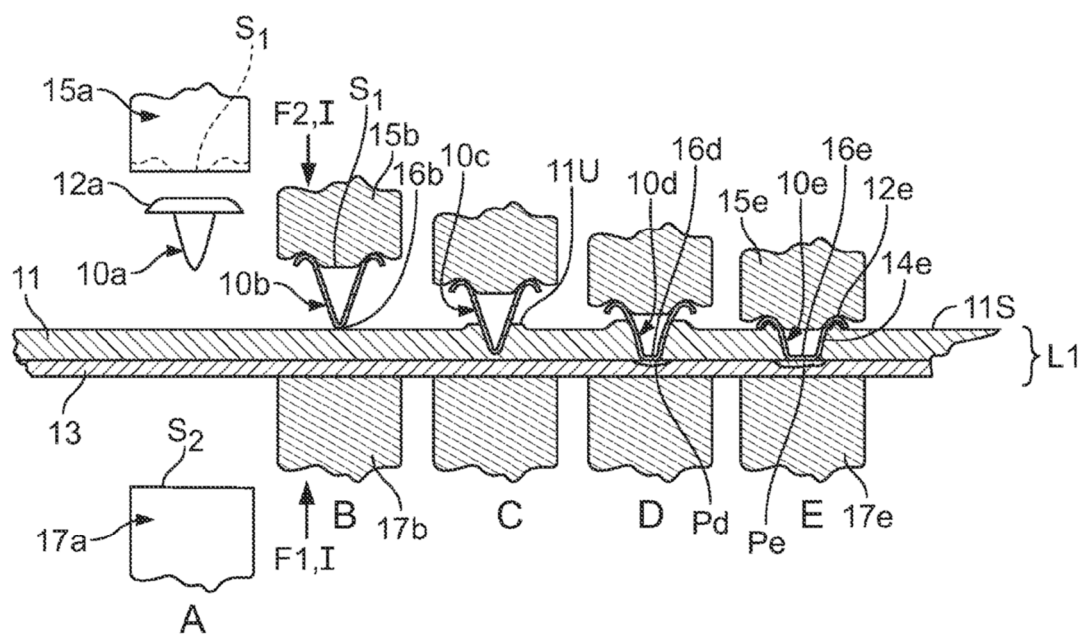


FIG. 4

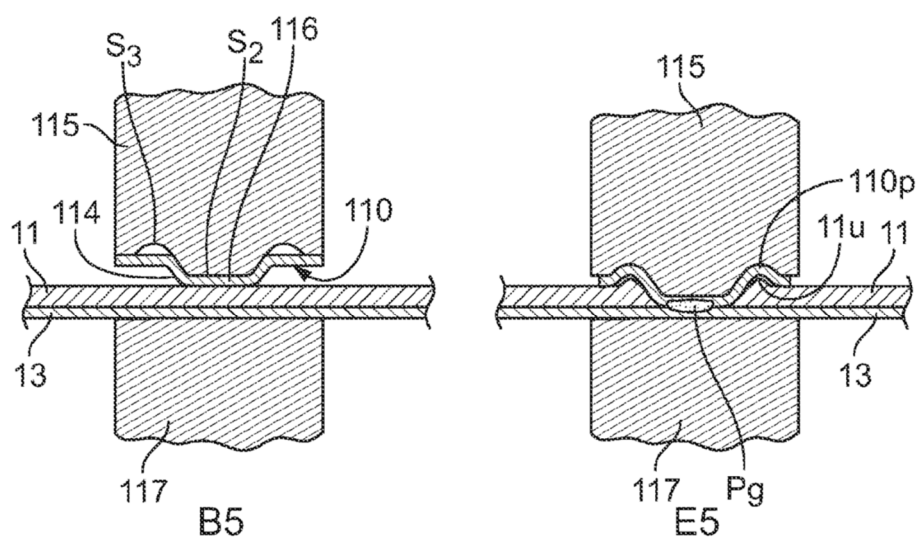


FIG. 5

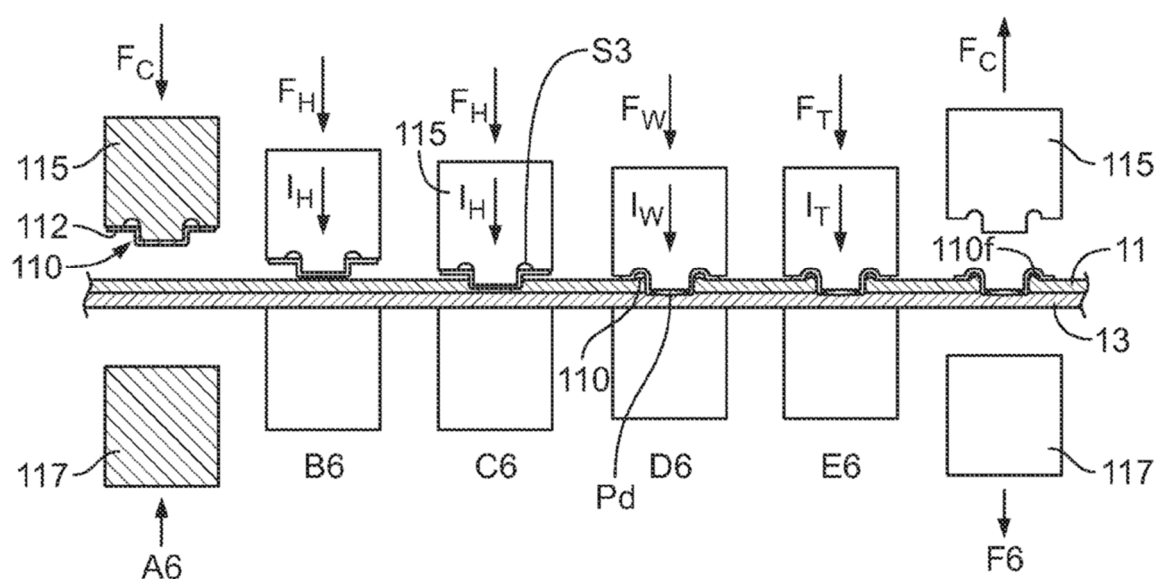


FIG. 6

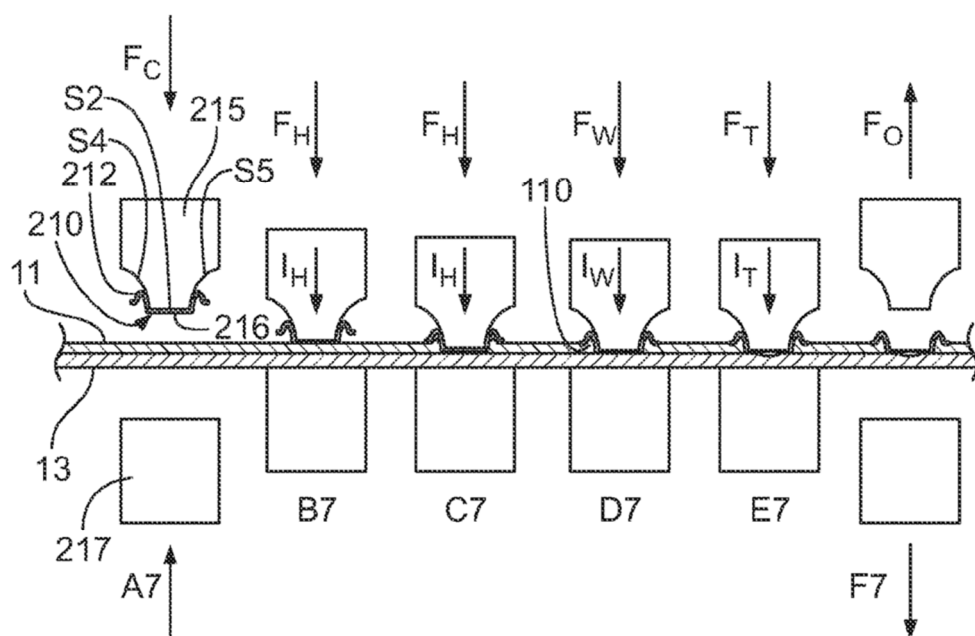


FIG. 7

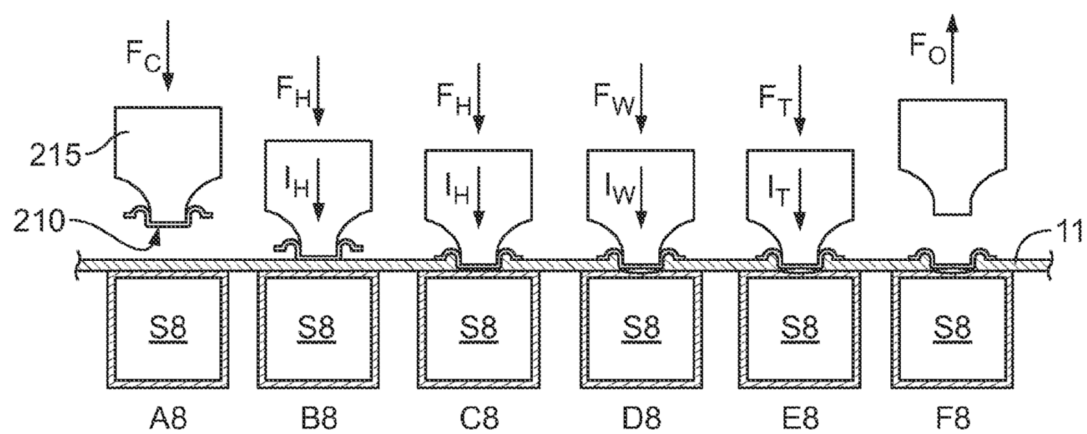


FIG. 8

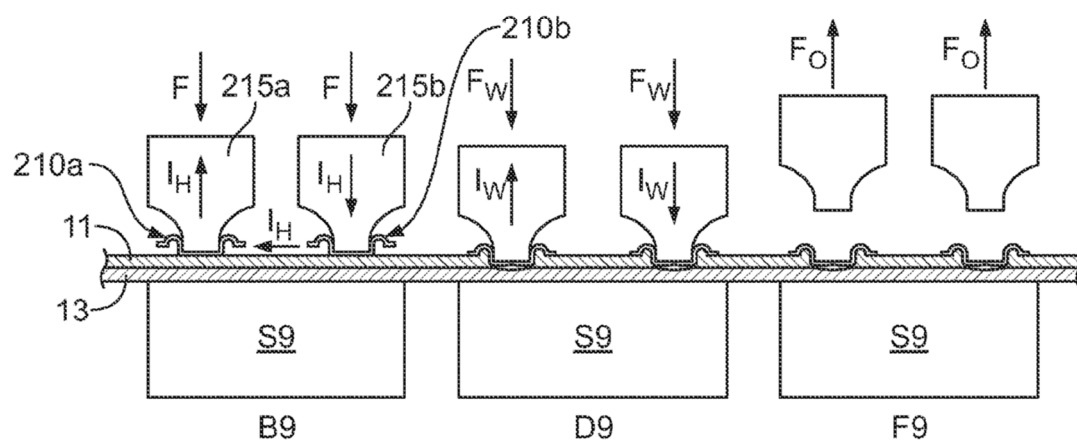
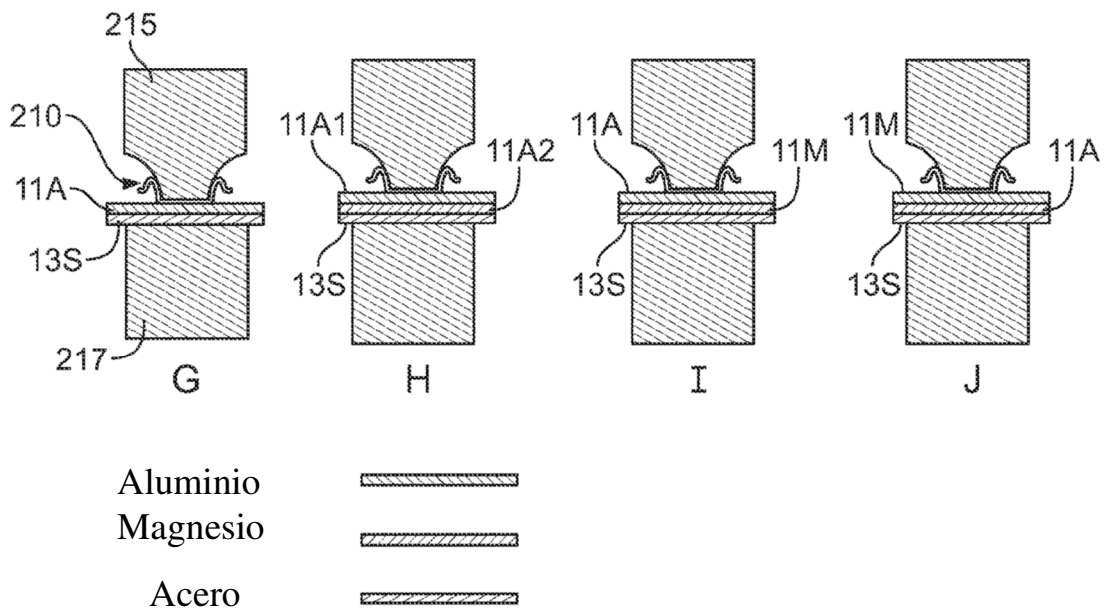
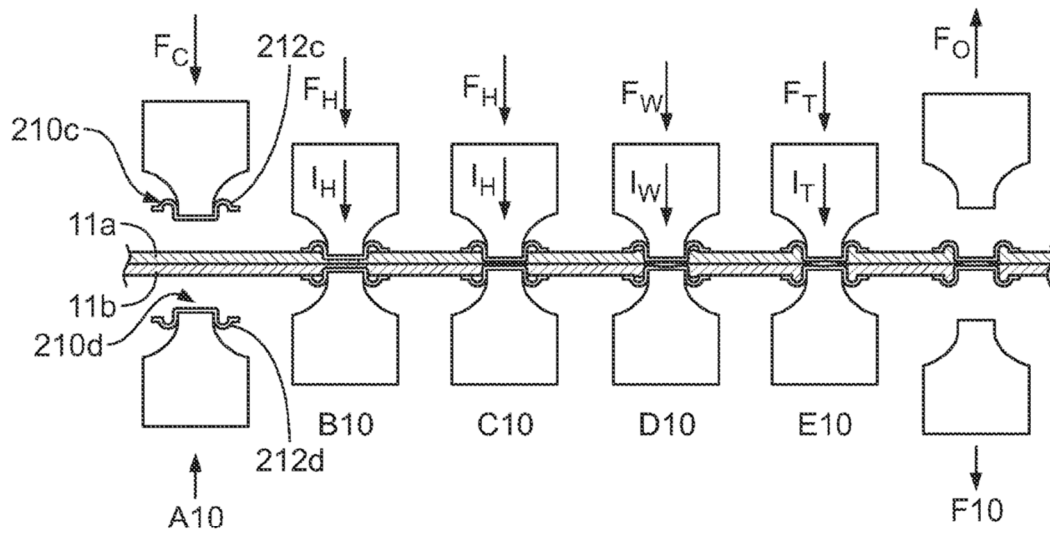


FIG. 9



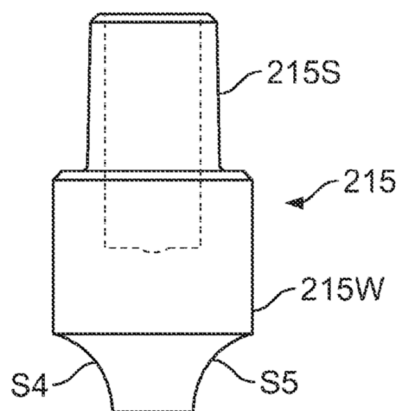


FIG. 12

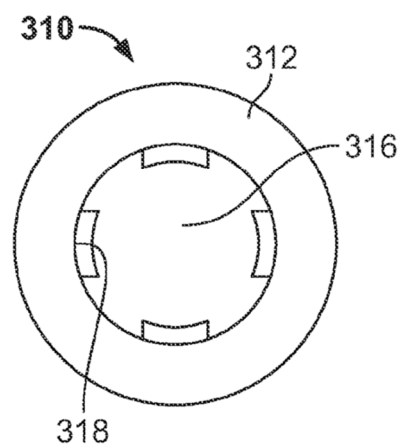


FIG. 13A

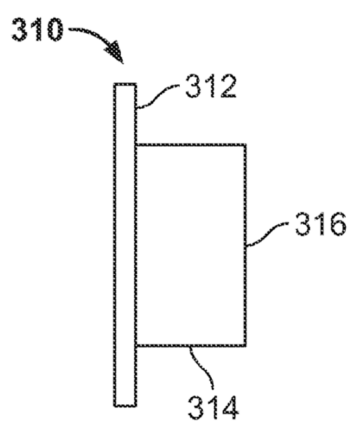


FIG. 13B

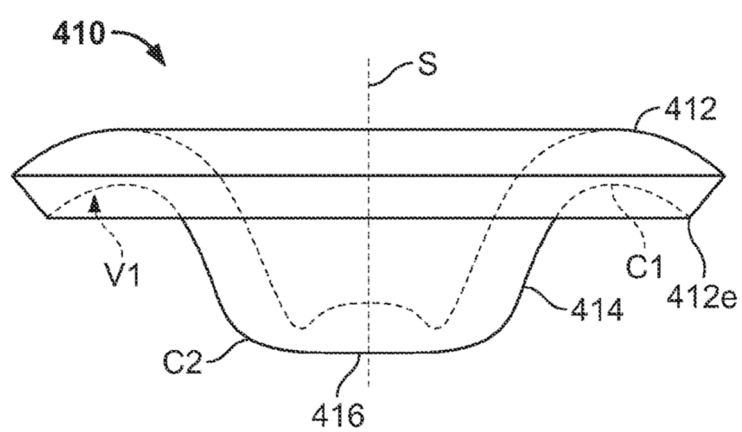


FIG. 14A

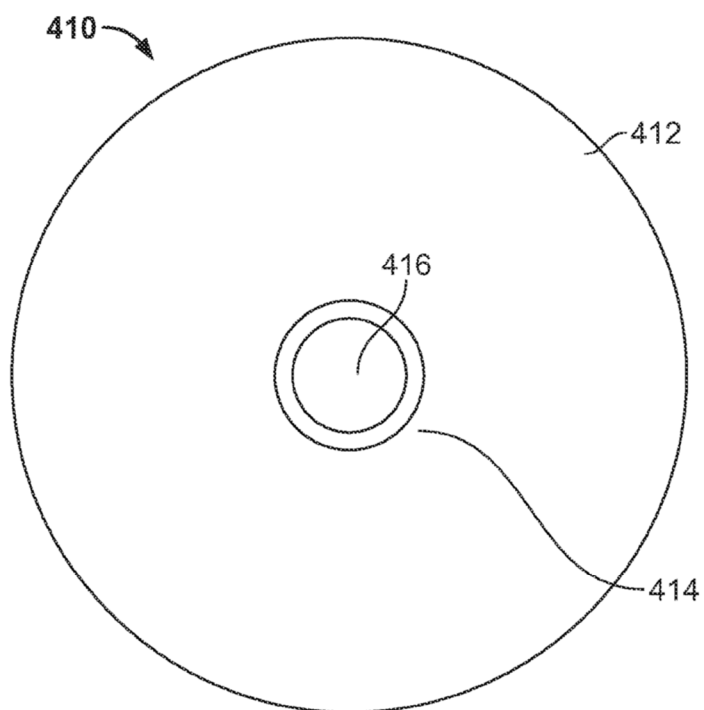


FIG. 14B

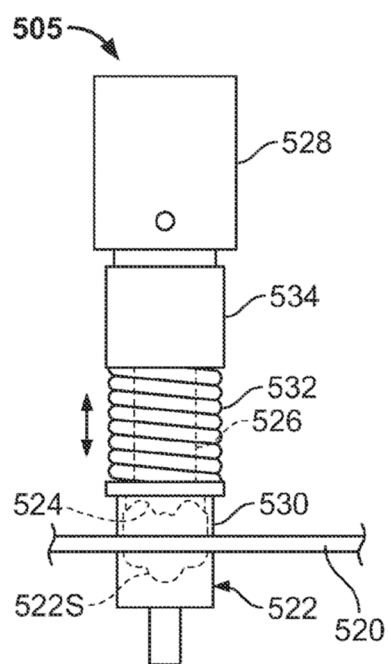


FIG. 15

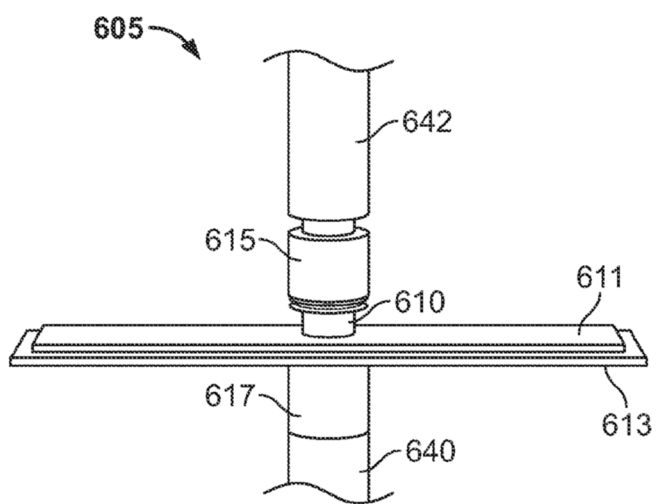


FIG. 16

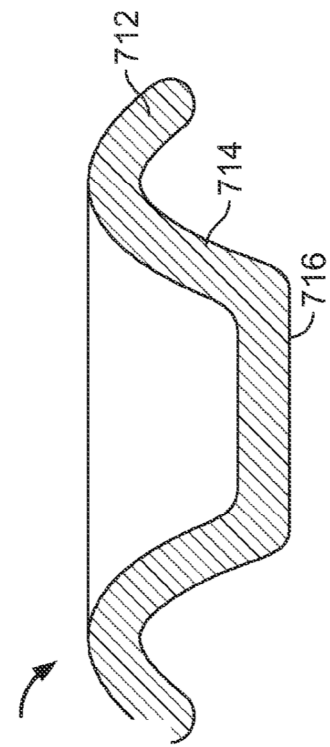


FIG. 17A

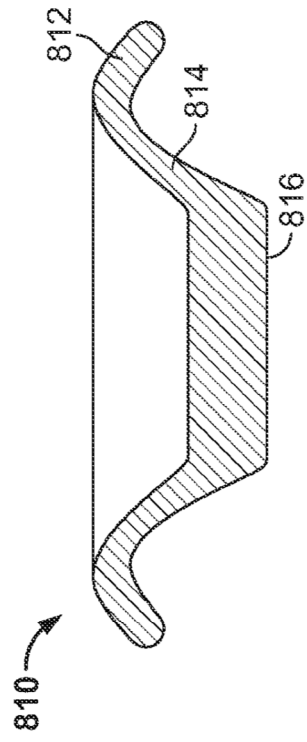


FIG. 17B

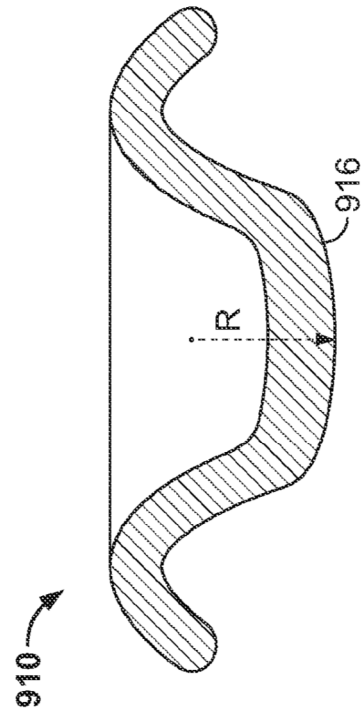


FIG. 17C

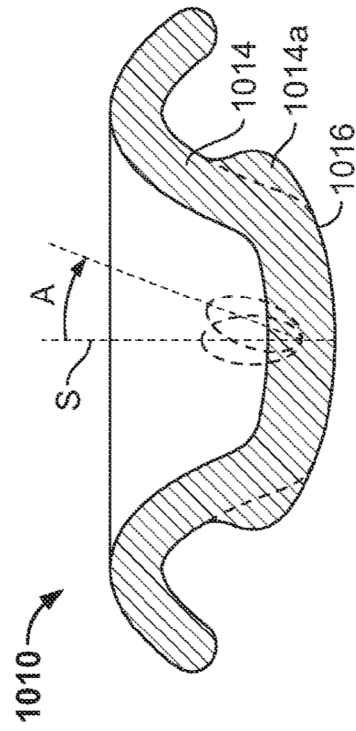


FIG. 17D

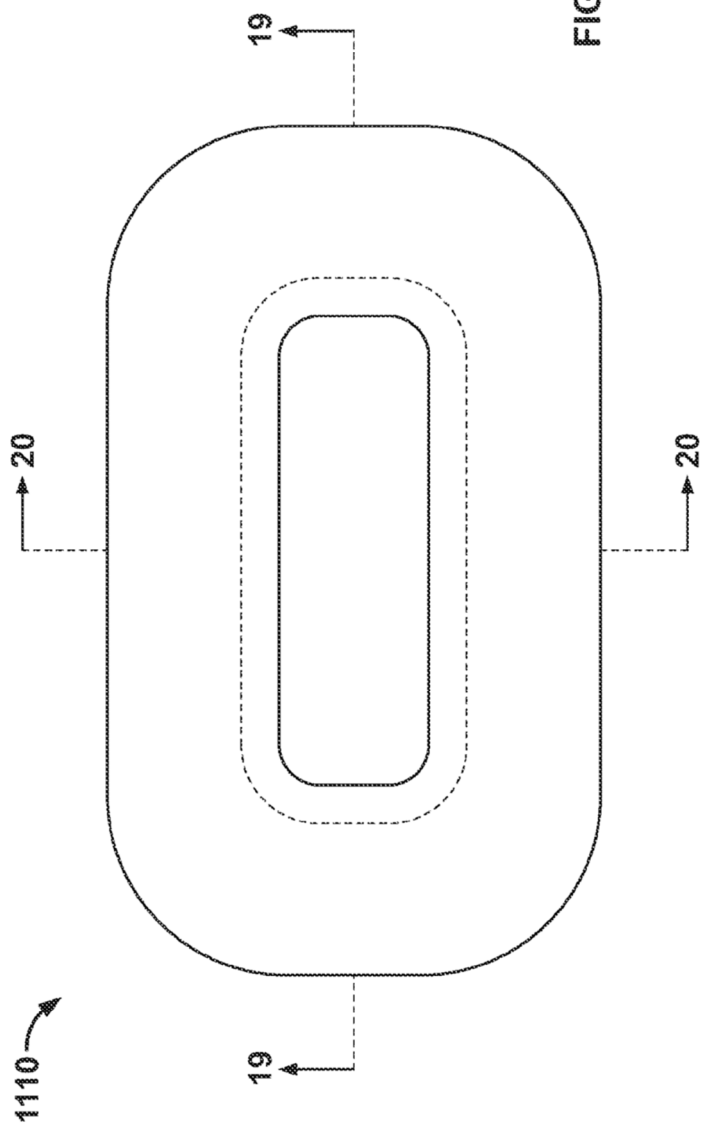


FIG. 18

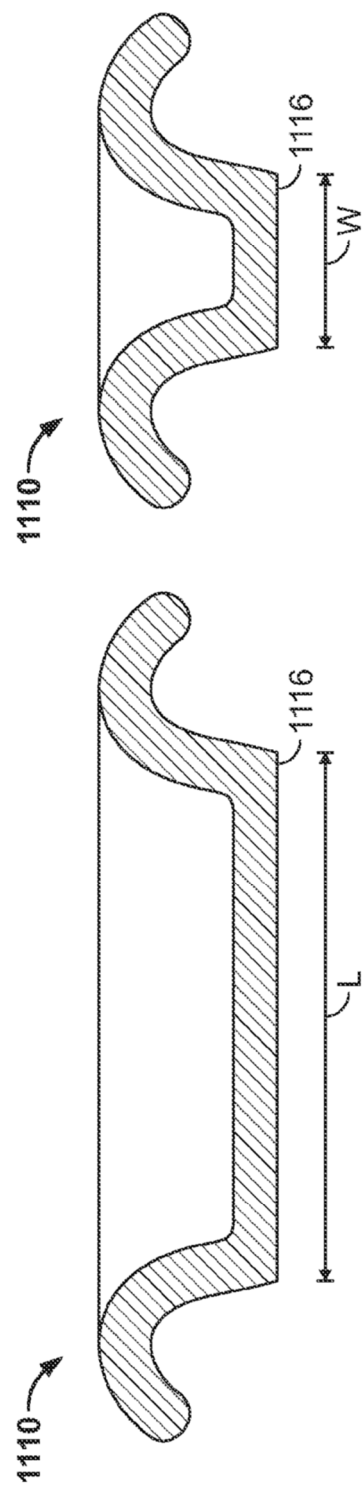


FIG. 19

FIG. 20

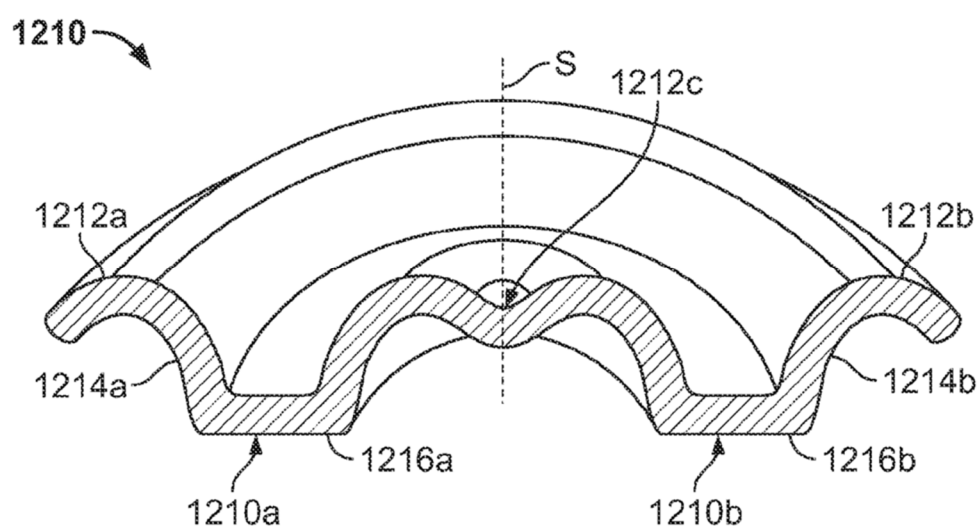


FIG. 21

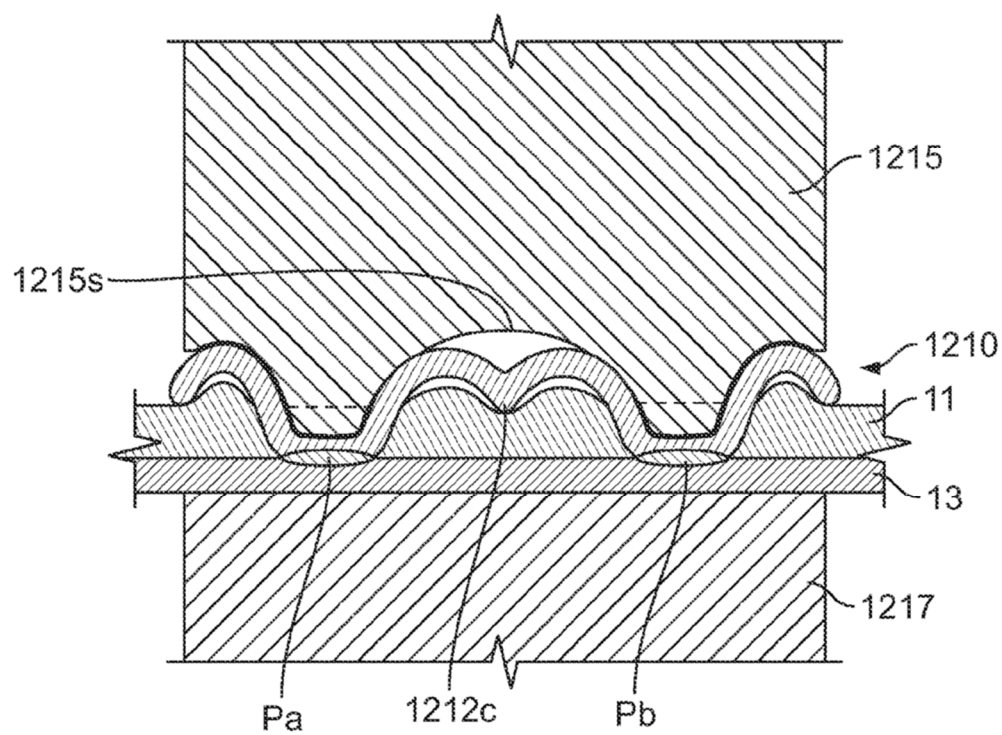


FIG. 22

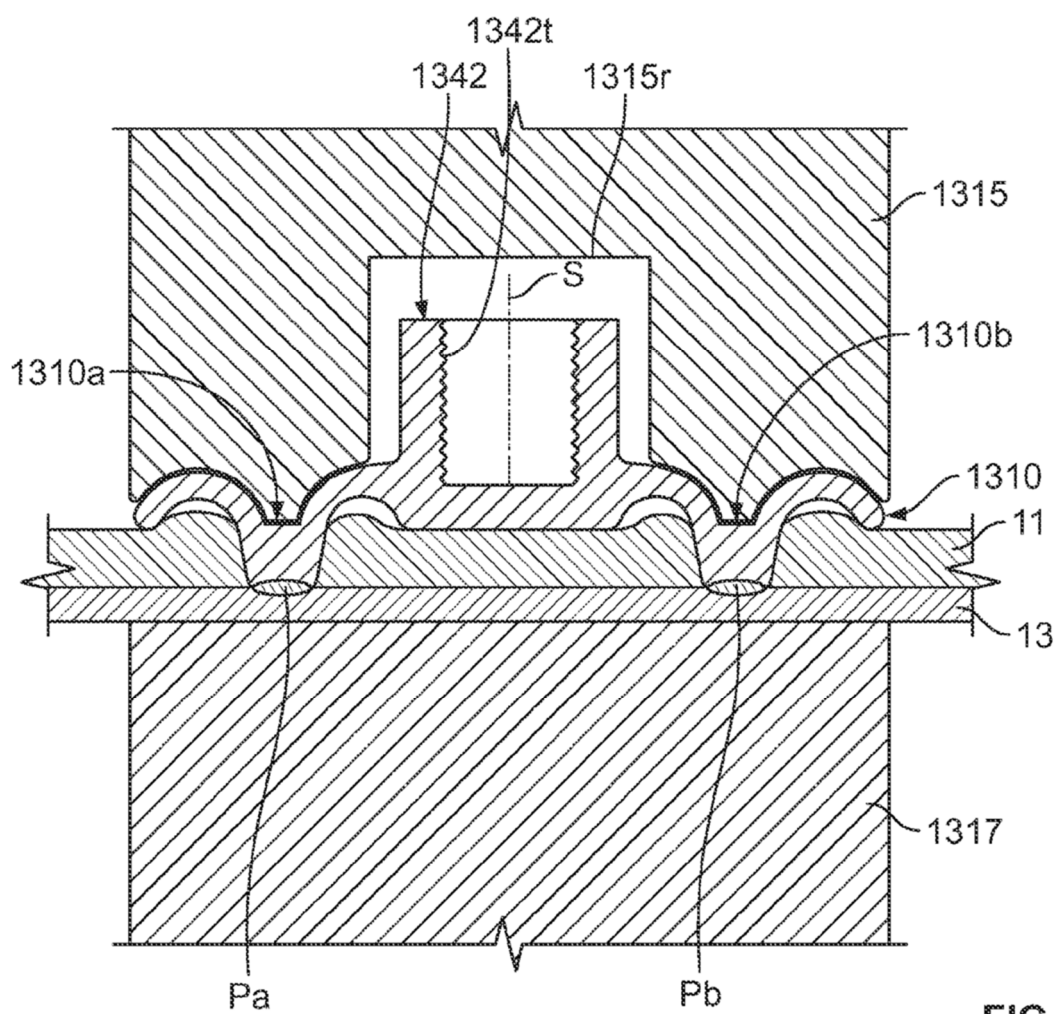


FIG. 23

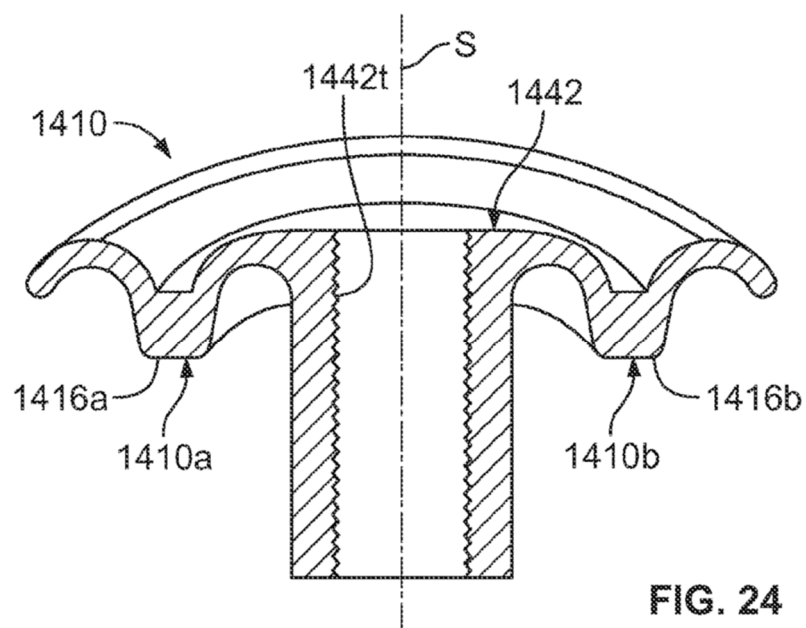


FIG. 24

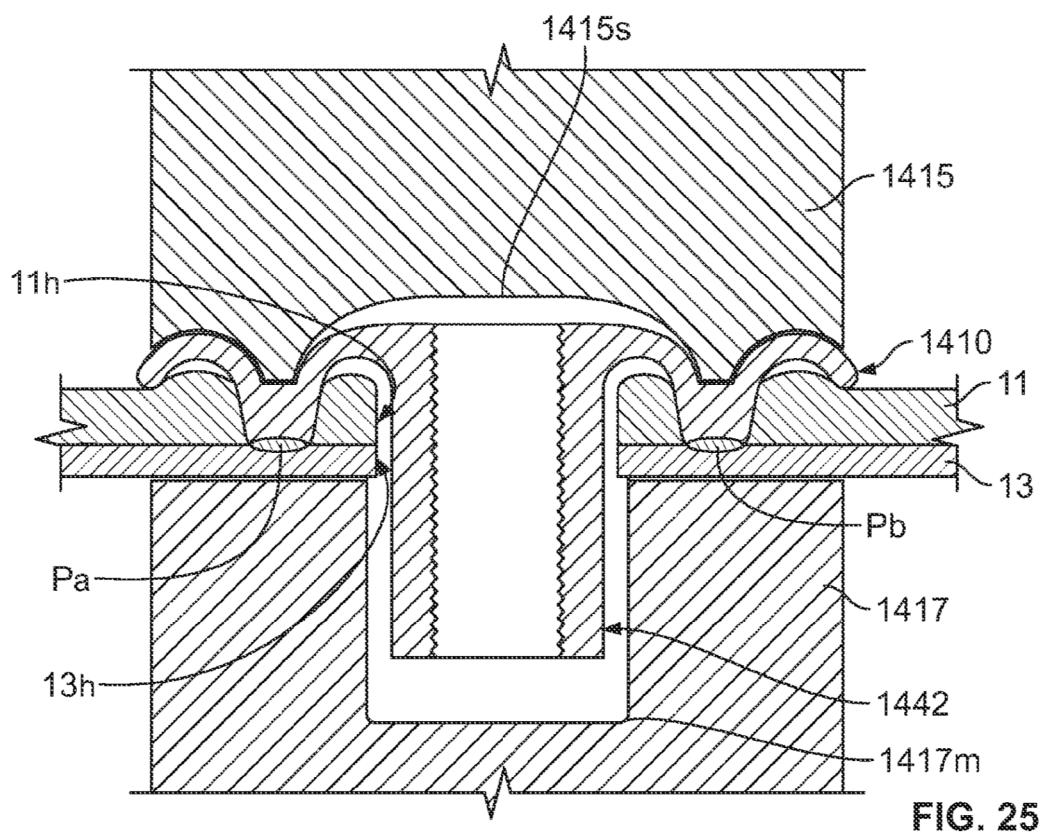


FIG. 25

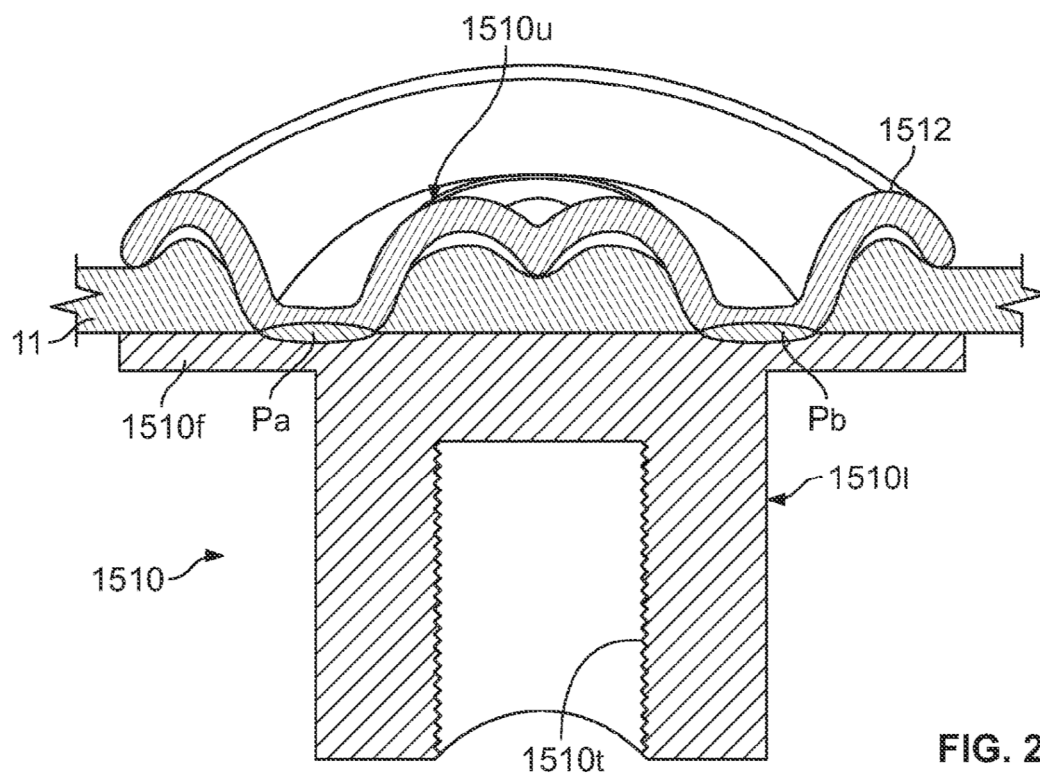


FIG. 26

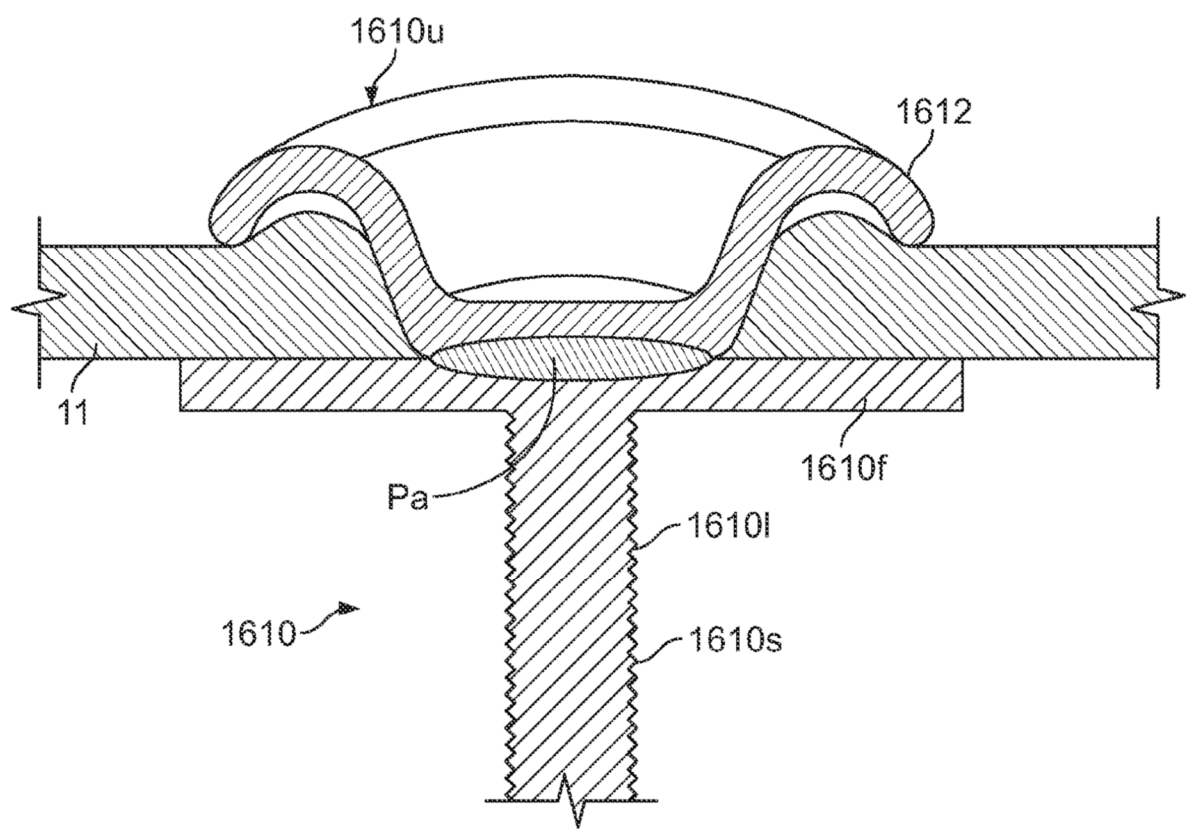


FIG. 27