

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 886 759**

51 Int. Cl.:

B32B 15/04 (2006.01)
B05D 3/02 (2006.01)
B05D 5/00 (2006.01)
B23K 31/02 (2006.01)
B23K 1/20 (2006.01)
C23C 24/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.04.2012** **PCT/US2012/032410**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.10.2012** **WO12138916**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2012** **E 12767455 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.08.2021** **EP 2694284**

54 Título: **Método de manufactura de pieza de desgaste con revestimiento reforzado mediante soldadura fuerte**

30 Prioridad:

06.04.2011 US 201161472470 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.12.2021

73 Titular/es:

ESCO GROUP LLC (100.0%)
2141 NW 25th Avenue
Portland, OR 97210-2578, US

72 Inventor/es:

CHURCHILL, ROBIN KERRY

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 886 759 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

Método de manufactura de pieza de desgaste con revestimiento reforzado mediante soldadura fuerte

5 Campo técnico de la invención

Esta invención se refiere a un método de manufactura de una pieza con revestimiento reforzado para utilizar en ambientes abrasivos, que se forma utilizando soldadura fuerte (*brazing*) por infiltración u otra técnica de soldadura fuerte. Más particularmente, la invención se refiere a los métodos relacionados con tales piezas con revestimiento reforzado. Por ejemplo, tales piezas con revestimiento reforzado pueden incluir herramientas resistentes al desgaste utilizadas por la maquinaria que se aplica al terreno para movimiento de tierra (por ejemplo, una punta para una excavadora), equipos para procesar minerales, tales como una punta para un triturador de doble rodillo, tambores tamizadores u otras aplicaciones abrasivas.

15 Antecedentes

En las Patentes de los EE.UU. N.º US4.884.477, US4.949.598 y US6.073.518, y en las publicaciones US20100278604, GB2041427 y WO2008103688 se divulgan ejemplos de piezas de desgaste producidas mediante infiltración de partículas duras. Por otro lado, el documento US2007000598, divulga un método para revestir con refuerzo una superficie uniendo carburo a la superficie. Entre las publicaciones más antiguas que describen con mayor generalidad la manufactura de carburos cementados mediante un proceso de infiltración se incluyen las publicaciones US1512191 y DE420689C. En el documento US 3.777.517 se forma un pestillo para un cerrojo mediante el uso de una cápsula que contiene partículas duras que se infiltran en un metal de matriz. La presente invención aspira superar ciertas limitaciones de estos dispositivos y otros dispositivos existentes, y proporcionar nuevas características no disponibles hasta el presente.

Breve resumen

La invención proporciona un método de creación de una pieza de desgaste como se define en las reivindicaciones de más abajo. En las reivindicaciones dependientes se exponen las características opcionales. Se proporcionan piezas de desgaste económicas y eficaces, formadas a partir de un sustrato, una cápsula delgada, partículas duras contenidas dentro de una cavidad definida entre el sustrato y la cápsula, y un material para soldadura fuerte por infiltración que une estos elementos en una pieza de desgaste compuesta. La cápsula delgada de metal es consumible, debido a que generalmente se erosiona rápidamente durante el uso de estas piezas de desgaste con revestimiento reforzado. También se proporcionan los métodos para realizar tales piezas de desgaste utilizando soldadura fuerte por infiltración y cápsulas delgadas consumibles.

Lo que también se divulga pero no forma parte de la invención es una pieza de desgaste con revestimiento reforzado que incluye un sustrato de acero, una cápsula de acero unida al sustrato para definir una cavidad entre el sustrato y la cápsula, y un compuesto duro que rellena la cavidad, incluyendo el compuesto partículas endurecidas infiltradas mediante soldadura fuerte de metales. Esta pieza de desgaste con revestimiento reforzado es una en la que, preferentemente, la cápsula es esencialmente menos pesada que el sustrato. Asimismo, la cápsula preferentemente define un depósito en el exterior de la cavidad, y más específicamente, un depósito acampanado en el exterior de la cavidad. En algunas realizaciones, la cápsula define un depósito con forma de embudo en el exterior de la cavidad. En algunas de las realizaciones, esta cápsula está soldada al sustrato.

Lo que también se divulga pero no forma parte de la invención también es un artículo, tal como una pieza de desgaste con revestimiento reforzado, que incluye un sustrato, una cápsula de metal laminado conectada con el sustrato para definir una cavidad entre la superficie del sustrato y la cápsula, y un material compuesto que rellena la cavidad y forma un revestimiento sobre al menos una parte de la superficie del sustrato, incluyendo el material compuesto un material duro en partículas infiltrado con un material metálico para soldadura fuerte.

La cápsula puede tener una abertura para proporcionar acceso a la cavidad para facilitar la inserción del material para revestimiento reforzado y la introducción del material para soldadura fuerte. La cápsula también puede incluir un depósito conectado con la cápsula y ubicado fuera de la cavidad en comunicación con la abertura para contener inicialmente el material para soldadura fuerte durante la manufactura.

La cápsula puede conectarse con la superficie del sustrato mediante soldadura o soldadura fuerte. La cápsula puede incluir además una banda conformada en contacto de superficie-a-superficie con una parte de la superficie del sustrato alrededor de la periferia completa de la cápsula, de modo que la cápsula se conecta con el sustrato mediante soldadura o soldadura fuerte al menos en la banda conformada. En esta configuración, el sustrato puede tener una superficie de unión en contacto de superficie-a-superficie con la banda conformada y al menos una parte del sustrato dentro de la cavidad puede estar encastrada con respecto a la superficie de unión, de manera que el material compuesto tenga una superficie exterior nivelada con la superficie de unión.

El material para soldadura fuerte puede estar unido con la superficie del sustrato, y así también puede estar unido a la cápsula.

5 La cápsula puede incluir una pieza anterior que tiene una brida anterior que se extiende transversalmente desde un borde posterior de la pieza anterior y una pieza posterior que tiene una brida posterior que se extiende transversalmente desde el borde anterior de la pieza posterior, donde la pieza anterior y la pieza posterior se unen para formar la cápsula mediante la soldadura o la soldadura fuerte de la brida anterior con la brida posterior.

10 El material en partículas puede ser o puede incluir carburo de tungsteno, y el material metálico para soldadura fuerte puede ser o puede incluir polvo de aleación para soldadura fuerte de Ni-Cr-Si-B.

El sustrato puede tener un orificio en la superficie, y el orificio puede recibir un inserto de varilla, de modo que el material compuesto cubre el orificio.

15 Lo que también se divulga pero no forma parte de la invención es una herramienta que tiene una superficie en una punta de la herramienta y una superficie de unión ubicada próxima a la superficie, formando un material compuesto para revestimiento reforzado un revestimiento sobre al menos una parte de la superficie, y una cápsula de metal laminado en contacto con el material compuesto y que circunda al material compuesto. El material compuesto para revestimiento reforzado incluye un material duro en partículas infiltrado con un material metálico para soldadura fuerte, donde el material metálico para soldadura fuerte está unido a la superficie para conectar el material compuesto para revestimiento reforzado con la herramienta. La cápsula tiene una banda conformada en contacto con la superficie de unión de la herramienta, y la cápsula está conectada con la herramienta mediante soldadura o soldadura fuerte, al menos entre la banda conformada y la superficie de unión. Se define una cavidad entre la superficie del sustrato y la cápsula, y el material para revestimiento reforzado rellena la cápsula.

25 Lo que también se divulga pero no forma parte de la invención es una herramienta resistente al desgaste que comprende una cápsula de acero que define una cavidad, un sustrato de acero que rellena la cavidad parcialmente para definir un vacío entre la cápsula y el sustrato, y un compuesto duro que al menos rellena parcialmente el vacío e incluye partículas endurecidas infiltradas con soldadura fuerte de metales.

30 Lo que también se divulga pero no forma parte de la invención es una pieza de desgaste con revestimiento reforzado que comprende una cápsula metálica que define una cavidad, un sustrato de acero que rellena la cavidad solo parcialmente, y un compuesto duro en estrecho contacto con la cápsula y con el sustrato para definir una capa dura que protege el sustrato del desgaste, incluyendo el compuesto partículas endurecidas infiltradas con soldadura fuerte de metales.

35 Lo que también se divulga pero no forma parte de la invención es una pieza de desgaste con revestimiento reforzado para equipos para movimiento de tierra, que comprende un sustrato de acero, una cápsula de acero generalmente que generalmente se adapta a al menos una parte de la superficie del sustrato, definiendo una cavidad entre la superficie y la cápsula, y un compuesto duro que al menos parcialmente rellena la cavidad y que está unido al sustrato y a la cápsula, incluyendo el compuesto partículas endurecidas infiltradas con soldadura fuerte de metales. Preferentemente, la cápsula tiene un espesor promedio de la cápsula, el sustrato tiene un espesor promedio del sustrato, y el espesor promedio de la cápsula es sustancialmente menor al espesor promedio del sustrato.

45 Lo que también se divulga pero no forma parte de la invención es una herramienta compuesta resistente al desgaste que comprende una cápsula metálica delgada que define un perímetro exterior para un compuesto duro, un sustrato metálico grueso que define un cuerpo principal de la herramienta, estando el sustrato al menos parcialmente circundado por la cápsula, y una capa de material en partículas duro infiltrado con una aleación para soldadura fuerte que define un compuesto duro unido a la cápsula y al sustrato.

50 Lo que también se divulga pero no forma parte de la invención es un artículo que incluye un sustrato, una cápsula de metal conectada con el sustrato para definir una cavidad entre la superficie del sustrato y la cápsula, un material duro ubicado dentro de la cavidad y un material metálico para soldadura fuerte que une el material duro con la superficie del sustrato. Como se describió anteriormente, el material duro y el material metálico para soldadura fuerte pueden formar un material compuesto para revestimiento reforzado que cubre la superficie del sustrato. En una configuración, el material duro puede tener una estructura porosa, tal como un material en partículas o una preforma porosa, que es infiltrada por el material metálico para soldadura fuerte para formar el material compuesto para revestimiento reforzado. En otra configuración, el material duro puede tener una estructura monolítica.

60 Lo que también se divulga es un método que no forma parte de la invención, como se define en las reivindicaciones de más abajo, para su uso con un sustrato, que incluye conectar una cápsula de metal laminado a la superficie del sustrato para definir una cavidad entre la cápsula y la superficie, colocar un material duro en partículas dentro de la cavidad, en estrecha proximidad con la superficie, colocar un material metálico para soldadura fuerte en comunicación con la cavidad, calentar el material para soldadura fuerte a una temperatura superior al punto de fusión del material para soldadura fuerte y mantener la temperatura durante el tiempo suficiente para que el material

para soldadura fuerte, fundido, infiltre el material en partículas y entre en contacto con la superficie del sustrato, y enfriar el material para soldadura fuerte para solidificar el material para soldadura fuerte y formar un revestimiento compuesto resistente al desgaste sobre la superficie del sustrato. El material para soldadura fuerte puede quedar unido a la superficie y/o la cápsula luego de que el material para soldadura fuerte solidifique.

La cápsula puede tener una abertura hacia una parte exterior de la cápsula y un depósito acampanado está conectado con la cápsula y ubicado fuera de la cavidad en comunicación con la abertura, y se coloca el material para soldadura fuerte dentro del depósito para que esté en comunicación con la cavidad. El depósito puede formar parte integral de la cápsula.

Conectar la cápsula con el sustrato puede incluir soldar o soldar con soldadura fuerte la cápsula con la superficie del sustrato. La cápsula puede además incluir una banda conformada que se extiende alrededor de la periferia de la cápsula. En esta configuración, conectar la cápsula con el sustrato puede incluir soldar o soldar con soldadura fuerte la banda conformada con la superficie del sustrato, de modo que la banda conformada esté en contacto de superficie-a-superficie con una parte de la superficie del sustrato alrededor de la totalidad de la banda conformada.

La cápsula puede incluir una pieza anterior que tiene una brida anterior que se extiende transversalmente desde un borde posterior de la pieza anterior y una pieza posterior que tiene una brida posterior que se extiende transversalmente desde el borde anterior de la pieza posterior. El método puede incluir, además, la unión de la pieza anterior y la pieza posterior para formar la cápsula mediante soldadura o soldadura fuerte de la brida anterior con la brida posterior.

El material para soldadura fuerte se calienta hasta una temperatura suficiente para fundir el material de soldadura fuerte, durante el tiempo suficiente para permitir que el material para soldadura fuerte infiltre los espacios entre las partículas duras, uniéndolas entre sí y con el sustrato. Por ejemplo, si se utilizan partículas de monocarburo de tungsteno (WC) y cobre puro o AWS BNi-2, el material para soldadura fuerte se puede calentar hasta una temperatura de aproximadamente 1.121 °C (2.050 °F) durante un lapso de entre 30 minutos a 1 hora en muchas aplicaciones. En una configuración, este calentamiento puede realizarse en un horno de vacío.

El método también puede incluir formar la cápsula, como por ejemplo, soldando o soldando con soldadura fuerte entre sí piezas de metal en láminas para formar la cápsula. Pueden utilizarse otras técnicas de forma adicional o alternativa.

Lo que también se divulga pero no forma parte de la invención es un ensamble que incluye una herramienta que tiene una superficie configurada para aplicarse al terreno para realizar movimientos de tierra, y una cápsula de metal laminado conectada con la herramienta y que tiene una banda conformada que se conforma con al menos una parte de la superficie para definir una cavidad entre la superficie y la cápsula. La cápsula además puede tener una abertura hacia el exterior de la cápsula. La cápsula se conecta con la herramienta al soldar con soldadura o con soldadura fuerte la banda conformada con dicha al menos una parte de la superficie.

El ensamble puede estar configurado para formar un revestimiento compuesto resistente al desgaste sobre la superficie mediante el llenado al menos parcial de la cavidad a través de la abertura con un material duro en partículas, colocando el material metálico para soldadura fuerte en comunicación con la cavidad, calentando el ensamble hasta una temperatura superior al punto de fusión del material para soldadura fuerte y manteniendo la temperatura durante el tiempo suficiente para que el material para soldadura fuerte infiltre el material en partículas en estado fundido y entrar en contacto con la superficie de la herramienta, y enfriando el ensamble para solidificar el material de la matriz y formar el revestimiento de compuesto resistente al desgaste sobre la superficie. El ensamble también puede incluir un depósito acampanado conectado con la cápsula y ubicado fuera de la cavidad en comunicación con la abertura, donde el depósito está configurado para que se coloque en este el material para soldadura fuerte para estar en comunicación con la cavidad. Después de este proceso, el ensamble puede incluir que el material compuesto rellene (o rellene parcialmente) la cavidad y forme un revestimiento sobre al menos una parte de la superficie de la herramienta, donde el material compuesto incluye un material duro en partículas infiltrado con un material metálico para soldadura fuerte. El material para soldadura fuerte puede estar unido con la superficie y/o con la cápsula.

El ensamble también puede incluir un depósito acampanado conectado con la cápsula y ubicado fuera de la cavidad en comunicación con la abertura. El depósito acampanado puede estar formado como parte integral de la cápsula.

La banda conformada se puede extender alrededor de la periferia completa de la cápsula y alrededor de la periferia completa de la superficie.

La cápsula puede incluir una pieza anterior que tiene una brida anterior que se extiende transversalmente desde un borde posterior de la pieza anterior y una pieza posterior que tiene una brida posterior que se extiende transversalmente desde un borde anterior de la pieza posterior, donde la pieza anterior y la pieza posterior están unidas entre sí para formar la cápsula mediante soldadura o soldadura fuerte de la brida anterior con la brida posterior.

La herramienta puede tener un orificio en la superficie, y el ensamble puede incluir además un inserto de varilla que se recibe en el orificio. En esta configuración, pueden definirse espacios entre el inserto de varilla y la pared interior del orificio.

Lo que también se divulga pero no forma parte de la invención es un ensamble que incluye una herramienta que tiene una superficie de funcionamiento, una cápsula de metal laminado que cubre al menos una parte de la superficie de funcionamiento y define una cavidad entre la cápsula y la superficie de funcionamiento, y una pluralidad de espaciadores que conectan la herramienta con la cápsula y separan la herramienta de la cápsula. La cápsula presenta una abertura hacia el exterior de la cápsula.

El ensamble puede estar configurado para formar un revestimiento compuesto resistente al desgaste sobre la superficie de funcionamiento rellenando, al menos parcialmente, la cavidad con un material duro en partículas, colocando el material metálico para soldadura fuerte en comunicación con la cavidad, calentando el ensamble hasta una temperatura superior al punto de fusión del material para soldadura fuerte y manteniendo la temperatura durante el tiempo suficiente para que el material para soldadura fuerte infiltre el material en partículas en estado fundido y se ponga en contacto con la superficie de funcionamiento de la herramienta, y enfriando el ensamble para solidificar el material de la matriz y formar el revestimiento de compuesto resistente al desgaste sobre la superficie de funcionamiento. Luego de este proceso, el ensamble puede incluir un material compuesto para al menos llenar parcialmente la cavidad y formar un revestimiento sobre al menos una parte de la superficie de funcionamiento de la herramienta, comprendiendo el material compuesto un material duro en partículas infiltrado con un material metálico para soldadura fuerte, en donde el material metálico para soldadura fuerte está unido con la superficie de funcionamiento.

El ensamble también puede incluir una pared que se extiende desde la cápsula y define un depósito conectado con la cápsula y ubicado en el exterior de la cavidad en comunicación con la abertura, donde el depósito está configurado para alojar el material para soldadura fuerte en su interior para estar en comunicación con la cavidad.

Lo que también se divulga pero no forma parte de la invención es un ensamble que puede utilizarse para formar un material para revestimiento reforzado sobre la superficie de una herramienta u otro sustrato. Se conecta una cápsula metálica al sustrato y tiene una banda conformada que se conforma con al menos una parte de la superficie del sustrato para definir una cavidad entre la superficie y la cápsula. La cápsula tiene además una abertura hacia el exterior de la cápsula. La cápsula puede estar formada por metal en láminas en una configuración, y puede soldarse con soldadura o soldadura fuerte con el sustrato, como se mencionó anteriormente.

Las ventajas de la presente invención se comprenderán más fácilmente luego de considerar los dibujos y la descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

Las Figs. 1-4 son vistas en perspectiva de una pieza de desgaste con una cápsula unida.

Las Figs. 5 es una vista en planta superior de la pieza de desgaste con una cápsula unida, como se muestra en las Figs. 1-4.

La Fig. 6 es una vista en planta inferior de la pieza de desgaste con una cápsula unida, como se muestra en las Figs. 1-5.

La Fig. 7 es una vista en elevación izquierda de la pieza de desgaste con una cápsula unida, como se muestra en las Figs. 1-6.

La Fig. 8 es una vista en elevación derecha de la pieza de desgaste con una cápsula unida, como se muestra en las Figs. 1-7.

La Fig. 9 es una vista en elevación frontal de la pieza de desgaste con una cápsula unida, como se muestra en las Figs. 1-8, con material de revestimiento reforzado visible en el interior de la cápsula, protegiendo el sustrato.

La Fig. 10 es una vista en elevación frontal de una pieza de desgaste alternativa, en la forma de una pieza de desgaste con revestimiento reforzado terminada con una cápsula unida, vista de modo similar a la realización de la Fig. 9. Se eliminaron partes de la cápsula vista en la Fig. 9.

Las Figs. 11-17 son vistas correspondientes a las vistas de las Figs. 1-7, respectivamente, pero mostrando la pieza de desgaste con revestimiento reforzado terminada de la Fig. 10.

La Fig. 18 es una vista en perspectiva de otra pieza de desgaste con una cápsula unida, inclusive un depósito con forma de embudo.

La Fig. 19 muestra una vista en perspectiva de una cápsula de dos partes para aun otra pieza de desgaste, que muestra la cápsula en orientación vertical.

5 La Fig. 20 es una vista en planta superior de la cápsula de acuerdo con la Fig. 19, pero que incluye una pieza de desgaste con una cápsula de dos partes unida, y con la pieza de desgaste y la cápsula mostradas en orientación vertical.

10 La Fig. 21 es una vista en elevación del lado izquierdo de la pieza de desgaste de la Fig. 20 con una cápsula de dos partes unida.

La Fig. 21a es una vista en corte transversal del lado izquierdo de la pieza de desgaste de las Figs. 20 y 21, que se muestra con una cápsula de dos partes unida, con otra configuración.

15 La Fig. 22 es una vista en corte transversal, tomada generalmente a lo largo de la línea 22-22 en la Fig. 20.

La Fig. 23 es una vista en corte transversal, tomada generalmente a lo largo de la línea 23-23 en las Figs. 20 y 21.

20 La Fig. 24 muestra una vista en corte transversal de la pieza de desgaste de la Fig. 18, tomada generalmente a lo largo de un plano similar al plano utilizado para definir la vista en corte transversal de la Fig. 22, pero con un sustrato y una cápsula que se muestra en orientación horizontal.

25 La Fig. 25 muestra múltiples vistas, a-j, como parte de la manufactura de una pieza de desgaste, generalmente de acuerdo con las Figs. 19-23.

Las Figs. 26 y 27 muestran una vista en perspectiva de dos sustratos subyacentes diferentes que se pueden utilizar para manufacturar una pieza de desgaste con revestimiento reforzado. En las Figs. 26 y 27, el sustrato, más específicamente una punta, se orienta verticalmente.

30 La Fig. 28 es una vista en elevación frontal de un sustrato y una cápsula unida, vista de modo similar a las Figs. 20 y 25c, con la representación esquemática de dos orificios, cada uno de los cuales incluye un inserto reforzado y dos espaciadores.

35 La Fig. 29 es una fotografía de dos insertos reforzados para utilizar con sustratos como los que se muestran en la Fig. 28.

La Fig. 30 es una vista en planta de un espaciador que se muestra en la Fig. 29.

40 La Fig. 31 es una fotografía de dos ejemplos del sustrato que se muestra en la Fig. 27. Cada ejemplo se muestra con una cápsula soldada en su lugar, lista para recibir la cantidad adecuada de partículas duras y un polvo infiltrante para soldadura fuerte.

45 La Fig. 32 es una fotografía de dos ejemplos del sustrato y la cápsula que se muestra en la Fig. 28. Cada ejemplo se muestra con la cápsula rellena con el polvo infiltrante para soldadura fuerte.

La Fig. 33 es una fotografía de los dos ejemplos de la Fig. 32, cargados en un horno.

50 La Fig. 34 es una fotografía de uno de los ejemplos de las Figs. 32 y 33 después de que la cápsula se gastara durante la excavación inicial.

La Fig. 35 es una vista en elevación frontal de un sustrato y una cápsula unida, vista de modo similar a la Fig. 28, con una representación esquemática de tres orificios, con un orificio central que incluye un inserto reforzado.

55 La Fig. 36 es una vista en corte transversal de la disposición mostrada en la Fig. 35, tomada generalmente a lo largo de la línea 36-36 en la Fig. 35.

La Fig. 37 es una vista en corte transversal de la disposición mostrada en la Fig. 36, relleno de las partículas de carbono granulado la cavidad definida entre el sustrato y la cápsula.

60 La Fig. 38 es una vista en corte transversal de la disposición mostrada en la Fig. 37, relleno de material para soldadura fuerte el depósito formado por la cápsula, arriba de las partículas de carbono.

65 La Fig. 39 muestra una vista en corte transversal de la disposición mostrada en las Figs. 35-38 después de un ciclo de infiltración de soldadura fuerte con material para revestimiento reforzado rodeando y protegiendo el sustrato.

La Fig. 40 es una fotografía de carbono granulado, sobre la derecha, y de polvo de aleación para soldadura fuerte sobre la izquierda.

La Fig. 41 es un gráfico que representa una muestra del ciclo de un horno, con la temperatura sobre el eje vertical y el tiempo sobre el eje horizontal.

La Fig. 42 muestra vistas múltiples, etiquetadas a-k, como parte de la elaboración de otra pieza de desgaste. Los diferentes dibujos 42a-42k ilustran etapas seleccionadas del proceso como parte del revestimiento reforzado por infiltración de una punta de un triturador de doble rodillo.

La Fig. 43 muestra vistas múltiples, etiquetadas a-f, como parte de la elaboración de otra pieza de desgaste. Los diferentes dibujos 43a-43f ilustran etapas seleccionadas del proceso como parte del revestimiento reforzado por infiltración de una punta de un triturador de doble rodillo, utilizando una cápsula formada con un tubo de venteo.

La Fig. 44 muestra una vista en perspectiva de otra pieza de desgaste con revestimiento reforzado, con una estructura esférica que tiene una superficie de forma particularmente compleja.

La Fig. 45 muestra vistas múltiples, etiquetadas a-k, como parte de la elaboración de otra pieza de desgaste. Los diferentes dibujos 45a-45k ilustran etapas seleccionadas del proceso como parte del revestimiento reforzado por infiltración de un tambor tamizador para su uso en el recubrimiento con mineral.

Descripción detallada

Si bien esta invención es susceptible de realización de muchas diversas maneras, se muestran en los dibujos, y se describirán en la presente con detalle, realizaciones preferidas de la invención con la comprensión de que la presente divulgación se ha de considerar como una ejemplificación de los principios de la invención y no está destinada a limitar los amplios aspectos de la invención a las realizaciones que se ilustran y describen. El alcance de la invención solo está limitado por las reivindicaciones adjuntas.

En general, la invención se refiere al uso de una cápsula metálica para formar un material compuesto u otro material resistente al desgaste sobre la superficie de un sustrato, tal como una pieza de desgaste, utilizando técnicas de soldadura fuerte y/o infiltración, como así también artículos formados utilizando tales técnicas y métodos y equipos que incorporan tales técnicas. Por ejemplo, un artículo (por ejemplo, una pieza de desgaste con revestimiento reforzado) formado utilizando tales técnicas puede incluir un sustrato, una cápsula de metal laminado conectada con el sustrato para definir una cavidad entre la superficie del sustrato y la cápsula, y un material compuesto que rellena (o rellena parcialmente) la cavidad y forma un revestimiento sobre al menos una parte de la superficie del sustrato, incluyendo el material compuesto un material duro en partículas infiltrado con un material metálico para soldadura fuerte. En un ejemplo más general, un artículo formado utilizando tales técnicas puede incluir un sustrato, una cápsula metálica conectada con el sustrato para definir una cavidad entre la superficie del sustrato y la cápsula, un material duro y/o resistente al desgaste ubicado dentro de la cavidad, y un material metálico para soldadura fuerte uniendo el material duro con la superficie del sustrato y la cápsula.

Una realización de un artículo en forma de una pieza de desgaste con revestimiento reforzado 10 se muestra en las Figs. 1-9 en forma de una punta para minería. A menos que se especifique lo contrario, una pieza de desgaste con revestimiento reforzado puede contener al menos una de las estructuras, componentes, funcionalidades y/o variantes descritas, ilustradas y/o incorporadas en la presente. Los dos componentes básicos de la pieza de desgaste con revestimiento reforzado 10 incluyen una herramienta principal, que forma un componente estructural 12, o más generalmente un sustrato 12, y una cápsula de metal exterior consumible 14 que forma un molde para el material de revestimiento reforzado 14. Preferentemente, el sustrato 12 está hecho de metal, tal como una aleación de acero tal como se conoce en la técnica para las herramientas que se aplican al terreno, y la cápsula 14 está hecha de metal laminado, tal como acero "dulce" de bajo carbono. La cápsula de metal laminado 14 puede estar hecha con cualquier material capaz de ser formado o manufacturado de una forma particular deseada y capaz de soportar la disolución, la fundición o el debilitamiento indebido por la infiltración de material, o generalmente por las temperaturas requeridas por la soldadura fuerte por infiltración, durante el proceso de infiltración. Una variedad de otras partes y estructuras pueden utilizarse para formar el sustrato 12 y producir la pieza de desgaste con revestimiento reforzado 10 que tiene incorporado el material de revestimiento reforzado. Los ejemplos de tales partes y estructuras incluyen otras clases de puntas, recubrimientos o deslizadores; dientes de cangilones, cabezales de corte de dragas; cuchillas para niveladoras, rascadoras, etc.; recubrimientos de desgaste para diversas aplicaciones tales como vertedores o cuerpos de vagonetas; equipos que se aplican al terreno utilizados para, por ejemplo, minería, construcción o perforación; partes de equipos procesadores de minerales tales como una punta para triturador de doble rodillo o un tambor tamizador; y casi cualquier otra pieza o estructura que se desee. La invención también se puede utilizar para renovar partes gastadas. Las piezas gastadas pueden ser piezas de desgaste tales como una herramienta que se aplica al terreno o una estructura de soporte, tal como el borde de un cangilón.

El material de revestimiento reforzado se une con el sustrato 12 y lo protege, pero este material de revestimiento reforzado no se visualiza fácilmente en las Figs. 1-8, debido a que el material de revestimiento reforzado está encerrado dentro de la cápsula 14. En general, el material de revestimiento reforzado incluye un material duro y un material metálico para soldadura fuerte que une el material duro con el sustrato 12. El material duro generalmente tiene una dureza mayor que la superficie del sustrato 12 que se refuerza. El material duro puede tener también mayor resistencia al desgaste que la superficie del sustrato 12. Como se expondrá a continuación con mayor detalle, el material de revestimiento reforzado puede ser un compuesto formado a partir de un material duro en la forma de partículas duras, generalmente disponibles en partículas (por ejemplo, granulado o en polvo) de, por ejemplo, partículas de carburo de tungsteno, infiltrado con un material metálico para soldadura fuerte infundido, generalmente disponible en forma granulada o en polvo, tal como de una aleación para soldadura fuerte sobre la base de cobre o níquel. Se entiende que los materiales "metálicos" pueden incluir metales puros, como así también aleaciones y otros materiales que incluyen uno o varios metales. En otra realización, el material duro puede tener la forma de un material poroso, que incluye material en partículas, preformas porosas (por ejemplo, preformas sinterizadas) u otras estructuras porosas que se pueden infiltrar mediante el material para soldadura fuerte. Preferentemente, tal material poroso puede tener una porosidad de 5-50 %, pero en otras realizaciones puede tener una porosidad diferente. En una realización adicional, el material duro puede ser una estructura sólida, monolítica (o estructuras múltiples), tal como una loseta, placa u otra estructura monolítica que se una a la superficie del sustrato 12 mediante el material para soldadura fuerte. En cada una de estas realizaciones, la cápsula 14 se utiliza para retener el material duro en una cavidad 50 definida entre la cápsula 14 y la superficie exterior del sustrato 12, en posición para la soldadura fuerte, tal como en estrecha proximidad con la superficie del sustrato 12.

La cápsula 14 incluye un cuerpo de cápsula 16, con una abertura 17 hacia el exterior del cuerpo de cápsula 16 y la cavidad 50 definida por el cuerpo de cápsula 16, como así también un depósito 18 en comunicación con la abertura 17. En una realización, el depósito 18 puede estar formado integralmente con el cuerpo de cápsula 16, o el depósito 18 se puede formar separadamente y unirse con el cuerpo de cápsula 16 en otra realización. El depósito 18 se utiliza únicamente durante la manufactura de la pieza de desgaste 10, y puede eliminarse (por ejemplo, cortarse) o simplemente dejar que se destruya por erosión durante el funcionamiento de la pieza de desgaste 10, como se expone a continuación con mayor detalle. La cápsula 14 está unida al sustrato 12 mediante una banda conformada 20, por la cual se puede soldar la cápsula 14 al sustrato 12. La banda conformada 20 puede estar en contacto de superficie-a-superficie con una parte del sustrato 12 alrededor de una parte o la totalidad de la periferia de la cápsula y el sustrato, como se menciona a continuación. Alternativamente, la cápsula 14 se puede soldar al sustrato 12 mediante soldadura fuerte, siempre y cuando todo material para soldadura fuerte utilizado para soldar por soldadura fuerte la cápsula 14 con el sustrato 12 tenga una temperatura de fusión que sea superior a la temperatura de fusión para la infusión del material para soldadura fuerte. En realizaciones adicionales, la cápsula puede estar conectada con el sustrato 12 de otra manera. Por ejemplo, la cápsula puede colocarse sobre el sustrato 12 utilizando una junta de fieltro cerámico o tela para sellar la cavidad y evitar la filtración del material para soldadura fuerte durante la soldadura fuerte.

La Fig. 9 muestra más claramente un ejemplo de realización donde esa cápsula 14 tiene un espesor de cápsula 22 que es sustancialmente menor que un espesor nominal del sustrato 12. Por ejemplo, la cápsula 14 puede tener un espesor de cápsula promedio de aproximadamente 2,7 mm (0,105 pulgadas), mientras que el sustrato 12 en las Figs. 1-9 puede tener un espesor en el rango de 25,4 mm a 87,6 mm (1.000 a 3.450 pulgadas) en la región cubierta por la cápsula. En una realización, la cápsula 14 puede estar hecha con metal laminado en el rango de 1,6 mm de espesor a 3,6 mm de espesor (16 Ga (0,060 pulgadas de espesor) a 10 Ga (0,135 pulgadas de espesor)), que puede resultar útil para una amplia gama de aplicaciones. En otras realizaciones, la cápsula 14 puede tener cualquier otro espesor adecuado. Por ejemplo, en realizaciones adicionales, la cápsula 14 puede estar hecha de acero u otra placa metálica con un espesor de aproximadamente 6,3 mm (0,25 pulgadas) o puede ser de fundición, estar mecanizada a partir de una barra de aporte, o formarse de diferentes maneras. Se entiende que las diferentes partes de la cápsula 14 pueden tener diferentes espesores. También es visible en la Fig. 9 una capa de material compuesto para revestimiento reforzado, indicado generalmente en 24.

El espesor relativo de la cápsula 14 en comparación con el sustrato 12 significa que la cápsula 14 puede formarse fácilmente, con un costo relativamente bajo. Para las formas de cápsula simples, se puede realizar una cápsula 14 con un costo relativamente bajo cortando piezas de metal laminado, y soldando con soldadura o soldadura fuerte esas piezas entre sí. Las formas ligeramente más complicadas se pueden realizar doblando piezas de metal laminado en configuraciones particulares, y luego soldando las piezas de metal laminado unidas entre sí. Las formas complejas se pueden realizar mediante procesos para formar metal laminado, tales como estampado, formado mediante el proceso de Guerin (formado con almohadilla de goma), hidroformado y/o formado con explosivos. También podría utilizarse el fundido de precisión ("a la cera perdida"), aunque el costo del proceso a la cera perdida con frecuencia resultaría antieconómico. Para las formas especialmente complicadas, las piezas de la cápsula podrían formarse mediante uno o varios de estos procesos, uniéndolas luego mediante soldadura o soldadura fuerte.

Se requiere muy poco material para formar un molde eficaz, aun para los sustratos relativamente grandes. Por ejemplo, en el caso de una punta para minería 10, el peso de la cápsula 14 sería solamente de aproximadamente 2 kg (4 ½ libras) donde el peso del sustrato 12 sería 102 kg (224 libras). Este peso particular de una punta de minería y una cápsula es meramente un ejemplo para una punta de un tamaño en particular. Son posibles grandes

variantes en relación con el tamaño de las diferentes puntas utilizadas en diferentes operaciones. No obstante, todas las realizaciones divulgadas en la presente incluyen un sustrato y una cápsula, donde la cápsula pesa sustancialmente menos que el sustrato.

La cápsula es consumible, no realiza ninguna función estructural en el producto final y usualmente se desgasta rápidamente durante el uso de la pieza de desgaste con revestimiento reforzado. Por consiguiente, solamente es necesario que el metal en particular usado para formar la cápsula 14 sea suficientemente fuerte y suficientemente resistente a la disolución para sobrevivir a las altas temperaturas de la soldadura fuerte por infiltración. Muchos aceros laminados de fácil disponibilidad, con un costo relativamente bajo satisfarán este estándar. La combinación de una cantidad mínima de material, por ejemplo, menos de 2,27 kg (5 libras) de acero laminado por 101 kg (224 libras) de sustrato, la utilización de acero laminado de fácil disponibilidad y el uso de técnicas de manufactura relativamente sencillas para elaborar cápsulas metálicas delgadas 14 significa que el costo de la cápsula 14 con frecuencia es mínimo, en comparación con el valor de mercado de la pieza de desgaste con revestimiento reforzado 10 que se obtiene como resultado.

En muchas aplicaciones, el sustrato de la herramienta puede ser bastante grande y pesado, y el sustrato de la herramienta con frecuencia se transporta o se manipula con el sustrato en una orientación en particular en relación con la gravedad. Por ejemplo, un sustrato muy pesado se puede sujetar de manera segura sobre una vagoneta o una instalación fija, con la región sobre la que se ha de aplicar el revestimiento reforzado hacia arriba. Otros sustratos se pueden sostener mediante una base o una superficie específica, con la región sobre la que se ha de aplicar el revestimiento reforzado hacia arriba, hacia los costados o hacia abajo. Aun otros sustratos pueden tener múltiples regiones separadas sobre las que se ha de aplicar el revestimiento reforzado, orientadas en múltiples orientaciones diferentes.

La cápsula de metal laminado liviana de la presente divulgación se puede mover fácilmente para alinearla con precisión sobre un sustrato, y luego soldarla con el sustrato, independientemente de la mayoría de las orientaciones del sustrato. La cápsula de metal delgada se une fácilmente de manera fiable con el sustrato subyacente mediante soldadura o soldadura fuerte con alta temperatura, sin necesidad de sujeciones ni instalaciones, y la unión creada es estanca al fluido aun con las altas temperaturas requeridas por el proceso de soldadura fuerte por infiltración. En cualquier clase de revestimiento reforzado por infiltración que suponga el uso de moldes, el material para soldadura fuerte de metales fundidos deberá permanecer dentro del molde. Con las cápsulas metálicas delgadas de la presente divulgación, se logra la unión fiable con un sustrato sin sujeciones ni instalaciones extra. Por lo tanto, es más fácil colocar el ensamble resultante en un horno para soldadura fuerte por infiltración, permitiendo el revestimiento reforzado por infiltración de ítems pesados con una facilidad sustancialmente mayor.

Asimismo, la cápsula metálica delgada que define el molde para el revestimiento reforzado por infiltración se puede ensamblar de forma fiable a partir de partes múltiples, y con aberturas orientadas hacia los lados y/o aberturas orientadas hacia abajo que posteriormente se sellan mediante el sustrato subyacente en combinación con soldadura o con soldadura fuerte con alta temperatura. Esto es muy diferente de los moldes convencionales de grafito o cerámica para soldadura fuerte por infiltración, que son más difíciles de sellar con un sustrato subyacente, y que generalmente requieren la superposición extensiva de superficies como se muestra en el documento US4933240. Aun si tales moldes de grafito o cerámica se sellaran con un sustrato a temperatura ambiente, puede resultar probable que tales sellos fracasen por las altas temperaturas necesarias para la soldadura fuerte por infiltración, especialmente si el sustrato y el molde tienen diferentes coeficientes de expansión térmica. Por consiguiente, los moldes convencionales de grafito o cerámica con frecuencia se hacen con aberturas orientadas hacia arriba en las cuales se debe colocar el sustrato. Esto significa que en dichos moldes de la técnica conocida el sustrato debe ser soportado por el molde, o suspendido mediante plantillas o bastidores sobre el molde.

Sujetar un sustrato pesado desde un molde puede resultar difícil, y puede requerirse que el sustrato y el molde entren en contacto en ubicaciones que preferentemente deberían estar recubiertas con un material para revestimiento reforzado. El uso de plantillas o bastidores puede crear un ensamble todavía más grande y pesado, dificultando aún más la colocación del conjunto de molde y sustrato dentro de un horno. La cápsula metálica delgada de la presente divulgación no necesita brindar soporte al sustrato, lo que permite numerosas realizaciones, con diversas orientaciones alternativas de sustrato y molde, y aun múltiples orientaciones diferentes de moldes sobre un único sustrato.

La Fig. 10 muestra una pieza de desgaste 110, que representa a la pieza de desgaste 10 de la Fig. 9, después de haberla retirado del depósito 18. Esto permite transportar y manipular la pieza de desgaste 110 sin que interfiera el depósito 18. Las Figs. 11-17 corresponden a las Figs. 1-7, nuevamente, sin el depósito 18. Para mayor claridad, en las Figs. 10-17 se utilizaron números de piezas que corresponden a los números de piezas de las Figs. 1-9, pero con el agregado de un "1" adelante, que incluyen un sustrato 112, una cápsula 114 y una capa de material para revestimiento reforzado 124.

Se apreciará en las Figs. 10-17 que la delgadez de la cápsula 114 da por resultado una pieza de desgaste terminada 110 que coincide estrechamente con la forma final y el peso deseados para una pieza de desgaste para uso operativo. Por ejemplo, las puntas para minería tienen el tamaño y la forma para cavar en terrenos específicos. La

delgadez de la cápsula 114 es particularmente ventajosa debido a que la punta nueva, sin uso 110, encerrada dentro de una cápsula consumible 114, tiene una forma exterior que penetrará el material del terreno de manera casi idéntica a la forma exterior de dicha pieza de desgaste 110, luego de que se haya gastado la cápsula 114. De manera similar, los equipos para minería funcionan de modos particulares, sobre la base del peso de las herramientas acopladas que se aplican al terreno, tales como las puntas en un cangilón. Una punta nueva 110, sin uso, encerrada dentro de una cápsula consumible 114, tiene un peso que es casi idéntico al peso de dicha pieza de desgaste 110, luego de que se haya gastado la cápsula 112. En el ejemplo citado anteriormente, la cápsula tiene un peso que es aproximadamente tan solo 2 % del peso del sustrato. Luego de agregar el peso del material para revestimiento reforzado, la diferencia en el peso de una pieza de desgaste terminada de acuerdo con esta realización, con y sin la cápsula consumible, variará menos que 2 %.

En la realización de las Figs. 1-9, se muestra el depósito 18 como una abertura acampanada, generalmente coaxial con el eje largo del sustrato 12, como así también con el eje largo del cuerpo de la cápsula 16 y de la cápsula 14. Otra realización puede incluir un depósito que es generalmente perpendicular al eje largo del sustrato, como así también al eje largo del cuerpo de la cápsula y de la cápsula. Tal realización se muestra en la Fig. 18, en la cual se utilizaron los números de pieza que corresponden a los números de pieza de las Figs. 1-9, pero con el agregado de un "2" adelante, incluyendo un sustrato 212, una cápsula 214 y un depósito 218 en comunicación con una abertura 217 de la cápsula 214. El depósito 218 con preferencia tiene prácticamente forma de embudo, con una boca grande 218a, pero un cuello relativamente pequeño 218b. Esto minimiza la posibilidad de manchas en la cápsula 214, luego de quitar el depósito 218, lo que produce una pieza de desgaste 210 más atractiva visualmente, cuando es nueva. Esto también permite diferentes orientaciones del sustrato 212 y la cápsula mientras se infunde la soldadura fuerte, como se describe a continuación, de modo que se pueden adecuar diversas formas de sustratos y cápsulas en instalaciones procesadoras en particular, como también se describe a continuación. Finalmente, esto posibilita una estructura compuesta levemente diferente, luego de la infusión de la soldadura fuerte, debido a una orientación diferente del sustrato 212, la cápsula 214 y el depósito 218 durante la infusión de la soldadura fuerte, en relación con la gravedad, cuando se compara con una orientación normal del sustrato 12, la cápsula 14 y el depósito 18 durante la infusión de la soldadura fuerte.

Usualmente es más fácil ubicar dicha parte del depósito de una cápsula en la parte superior del cuerpo de la cápsula. Esta disposición es generalmente la más favorable ya que permite que la gravedad colabore con la capilaridad durante el proceso de infiltración. El efecto de la gravedad se puede capturar al aumentar la altura 218H del cuello del embudo, aumentando la "cabeza" efectiva de material para soldadura fuerte fundido contenido en el correspondiente depósito con forma de embudo. Sin embargo, la acción de capilaridad puede ser suficiente en algunos casos, entre las partículas endurecidas y el material para soldadura fuerte derretido, aun permitiendo que el material para soldadura fuerte derretido "corra hacia arriba" distancias moderadas.

En la Fig. 19 se muestra aún otra realización de una cápsula, como una cápsula con dos partes 314, que tiene una banda conformada de dos partes 320. El cuerpo de cápsula de dos partes 316 de la cápsula 314 puede estar inicialmente formado por una media pieza anterior 326 y una media pieza posterior 328, con una brida anterior 330 o una brida posterior 332, respectivamente. La brida anterior 330 se extiende transversalmente desde el borde posterior de la mitad anterior 326 y la brida posterior 332 se extiende transversalmente desde el borde anterior de la mitad posterior 328. La brida anterior 330 puede unirse con la brida posterior 332 mediante soldadura o soldadura fuerte con un material para soldadura fuerte que tenga una temperatura de fusión mayor que la del material que se pretende infiltrar. En ciertas configuraciones, puede resultar más fácil formar una cápsula de dos partes 314 que la correspondiente cápsula de una parte. Las cápsulas de dos partes 314 también pueden unirse más fácilmente con el sustrato correspondiente, en ciertas configuraciones, cuando se compara con dicha unión con la correspondiente cápsula de una parte.

En las Figs. 20 y 21 se muestra una cápsula de dos partes 314 unida a una parte del sustrato correspondiente 312 en forma de punta. Los detalles de la geometría exterior del sustrato 312 son visibles debido a que se representa a la cápsula como parcialmente transparente. La geometría exterior del sustrato 312 puede incluir un cuerpo principal 334 que define una superficie de unión 335 para soldadura o soldadura fuerte con una banda conformada 320. El sustrato 312 puede proporcionar al menos algún rebaje u otro realce para la vinculación con el material duro. Por ejemplo, en la realización que se muestra en las Figs. 20 y 21, el sustrato 312 presenta una meseta 336 ligeramente encastrada en la superficie exterior del cuerpo principal 334, y adicionalmente el encastre es un valle 338. La meseta 336 puede definir un reborde 340 y una rampa 342. El extremo distal del sustrato 312 puede tener una forma que define un borde angular 344, y/o una cara redondeada 346. En otra realización, el sustrato 312 puede no proporcionar rebaje alguno ni otro realce para el material duro.

En las Figs. 22 y 23 se muestran vistas en corte transversal de la realización de las Figs. 20 y 21. La cápsula 314 se extiende de modo uniforme más allá de la banda conformada 320, definiendo una cavidad 350 entre el sustrato 312 y la cápsula 314. La cavidad 350 incluye el rebaje definido por el valle 338, y otros rebajes relacionados donde el extremo distal del sustrato 312 se forma con un espesor reducido en relación con la cápsula 314. La cavidad 350 define el espesor resultante del material para revestimiento reforzado unido al sustrato 312, y la geometría interior de la cápsula 314 define la geometría exterior final de la punta terminada. En la realización de las Figs. 20-23, el material para revestimiento reforzado que se unirá con el sustrato 312 generalmente se extiende de manera

bastante uniforme desde partes adyacentes del sustrato 312, aproximadamente nivelado con la cara exterior del sustrato 312, hacia atrás del material para revestimiento reforzado resultante. En las Figs. 22 y 23, las superficies interiores de la cápsula 314 están niveladas con partes del sustrato 312. Por ejemplo, en la banda conformada 320, esto proporciona un ajuste cerrado con la superficie de unión 335 para ubicar la cápsula 314 con precisión, en relación con el sustrato 312. En otras ubicaciones, tal como la meseta 336, este montaje a nivel es simple debido a que no se necesita el material para revestimiento reforzado, o aun porque el material para revestimiento reforzado es indeseado en tales ubicaciones. El material para revestimiento reforzado 324 resultante se nivela con partes adyacentes del sustrato 12. Por ejemplo, en la realización ilustrada, el material para revestimiento reforzado 324, se nivela con la superficie de unión 335, como así también otras superficies del sustrato 312 que están en contacto con las superficies interiores de la cápsula 314 (por ejemplo, la meseta 336). Al no tener material para revestimiento reforzado 324 que se eleve por encima de la superficie adyacente del sustrato 312, la fuerza requerida para empujar la punta 310 en el terreno es menor. La estética de la punta reforzada 310 también es mejor sin que sobresalga una capa gruesa de material para revestimiento forzado por encima de la superficie que circunda el sustrato 312. Sin embargo, en otra realización, que se muestra en la Fig. 21a, una cápsula 314 puede abrirse en forma de campana desde la banda conformada 320, de modo que el material para revestimiento reforzado que se unirá al sustrato sumará sustancialmente al espesor de la punta, aumentando el extremo distal de la punta en relación con las partes adyacentes del sustrato 312, incluso en relación con la(s) superficie(s) de unión 335.

La Fig. 24 muestra una vista en corte transversal de la realización de la Fig. 18, vista de modo similar a la vista en corte transversal de la Fig. 22, pero con el sustrato 212 mostrado en orientación horizontal.

La Fig. 25 muestra múltiples vistas, a-j, como parte de la manufactura de una pieza de desgaste 310. Los distintos dibujos 25a-25j ilustran las etapas del proceso seleccionadas como parte del revestimiento reforzado por infiltración de una punta de cangilón para minería. La fig. 25a muestra un sustrato con la forma de una punta 312, del tipo utilizado por los cangilones para minería, antes de unir cápsula alguna, y antes de formar capa alguna de material para revestimiento reforzado sobre el sustrato 312.

Las Figs. 25b, 25c y 25d se corresponden directamente con las Figs. 19, 20 y 21. Anteriormente se hizo referencia al sustrato 312, más generalmente, como sustrato 312. En las Figs. 25c y 25d se muestra solamente una parte del sustrato 312, y esa parte está orientada generalmente de forma vertical, en comparación con la orientación generalmente horizontal del sustrato 312 en la Fig. 25a. La cápsula 314 está formada por dos mitades, luego soldadas entre sí a lo largo de bridas, como se mencionó anteriormente. La cápsula 314 está instalada sobre el sustrato 312 y luego soldada en su lugar a lo largo de su borde inferior, mencionado anteriormente como la banda conformada 320. Por otra parte, las dos mitades de la cápsula 314 pueden primeramente sujetarse en su lugar mediante abrazaderas o sujetarse de otro modo sobre el sustrato 312, y luego soldarse entre sí, y/o soldarse con el sustrato 312, o mejor adaptar diversas geometrías de superficie del sustrato 312 y la cápsula 314. Cuando la cápsula metálica 314 se une con el sustrato 312, la cápsula metálica y el sustrato definen una cavidad 350 entre el sustrato y la cápsula.

En la Fig. 25e se introduce un material duro en forma de partículas duras 352 en la cavidad definida 350 vertiéndolo a través de la abertura 317 en comunicación con la cavidad 350, facilitando la campana del depósito 318 el vertido de las partículas duras 352. Se puede permitir que estas partículas duras 352 rellenen la cavidad 350 simplemente mediante introducción por gravedad, o por apisonamiento y/o vibración, o rellenar con ellas de otro modo el interior de la cavidad definida 350. En otra realización, puede usarse otro tipo de material duro, inclusive aquellos descritos anteriormente. Además, en otra realización, las partículas pueden no rellenar por completo la cavidad 350 como se desee. Como se muestra en la Fig. 25f, se puede entonces verter un material para soldadura fuerte por infiltración 354 en forma de polvo sobre la capa de partículas duras, contenidas en el depósito 318 de la cápsula 314. En otra realización, como se describe a continuación, el material para soldadura fuerte 354 puede tener una forma diferente (es decir, no ser un polvo). Como se muestra en la Fig. 25g, el depósito 318 puede estar dimensionado para definir el volumen correcto de material para soldadura fuerte por infiltración 354, en relación con el volumen definido por la cavidad 350 y la capa de partículas duras 352 contenida en la cavidad 350, siempre y cuando el polvo para soldadura fuerte por infiltración 354 se utilice para llenar prácticamente el depósito 318. El ensamble completo de la Fig. 25g, que incluye el sustrato 312, la cápsula 314, la capa de partículas duras 352 y la capa de polvo para soldadura fuerte por infiltración 354, está listo para un ciclo de infiltración, como se describe a continuación.

El ciclo de infiltración se lleva a cabo en un horno del tipo representado en la Fig. 25h. Preferentemente, el horno es un horno de vacío, aunque pueden utilizarse hornos de otro tipo. Se coloca el ensamble completo de la Fig. 25g en dicho horno para el ciclo de infiltración, durante el cual se calienta el ensamble completo a una temperatura suficientemente alta como para fundir el polvo para soldadura fuerte por infiltración 354. Esto provoca que el material para soldadura fuerte fundido infiltre la capa de partículas duras 352, formando un compuesto 324, constituido por partículas duras 352 infundidas con el material para soldadura fuerte de metales 354 por infusión. El material para soldadura fuerte por infusión se une con el sustrato 312 y las partículas duras 352.

El material para soldadura fuerte por infusión también se puede unir con la cápsula 314, aunque esto no es esencial. Por lo tanto, luego de la infiltración, la cápsula 314 en general se une permanentemente con el sustrato 312. Cuando

la punta resistente al desgaste resultante se utiliza para cavar, la cápsula 314 simplemente se desgasta, exponiendo la capa infiltrada 324 para que realice su función resistente al desgaste.

En la Fig. 25j, se quitó la parte del depósito 318 de la cápsula 314, dejando un producto terminado, como una pieza de desgaste con revestimiento reforzado 310, y más específicamente, una punta con revestimiento reforzado 310.

Las Figs. 26 y 27 muestran dos realizaciones diferentes de un sustrato subyacente que puede utilizarse para manufacturar una pieza de desgaste con revestimiento reforzado. La Fig. 26 muestra el sustrato 312 de la Fig. 25a, orientado verticalmente. La Fig. 27 muestra una realización alternativa de un sustrato con la forma de una punta 412, con dos orificios 458 formados en las proximidades de un extremo excavador del sustrato 412.

En esta realización, los orificios 458 proporcionan intrusiones de superficie que ayudan a mejorar la unión entre el sustrato 412 y el compuesto resultante de partículas duras y material para soldadura fuerte. El material duro infiltrado resultante en los orificios 458 modifica el modo en que la pieza resistente al desgaste con revestimiento reforzado se gasta con el uso. En algunas realizaciones, el material duro infiltrado resultante en los orificios 458 ayuda a mantener el "afilado" y la eficacia de excavación. Se pueden obtener beneficios adicionales de esta naturaleza al instalar insertos metálicos duros premanufacturados en los orificios 458.

La Fig. 28 representa la realización de la Fig. 27, con una cápsula 414 soldada al sustrato 412. Se muestra esquemáticamente un inserto 460, contenido en cada orificio 458. El espaciado adecuado entre las paredes internas de los orificios 458 y cada uno de tales insertos 460 se puede proporcionar mediante uno o varios espaciadores 462. Se muestran dos espaciadores 462 montados sobre cada inserto 460. En otra realización, pueden no utilizarse insertos 462. El espaciado creado por los espaciadores 462 puede proporcionar una transición entre el sustrato 412 y el inserto 460 para resistir resquebrajamientos del inserto 460 debido a las diferencias de expansión. El material para soldadura fuerte formado en el espaciado se puede deformar para adecuarse a tales diferencias de expansión y contracción si fuera necesario. En una realización adicional, el coeficiente de expansión térmica del material infiltrado se puede seleccionar para que se encuentre entre el coeficiente de expansión térmica del inserto 460 y el coeficiente de expansión térmica del sustrato 412 para ayudar a reducir el resquebrajamiento debido a las diferencias de expansión, de manera similar como se describe a continuación.

En la Fig. 29 se muestran dos de tales insertos 460, preferentemente realizados con carburo de tungsteno sinterizado. En otra realización, el o los insertos 460 pueden ser formas sinterizadas de uno o varios carburos (por ejemplo, carburo de cromo, carburo de molibdeno, carburo de vanadio, etc.). En otras realizaciones también pueden utilizarse preformas porosas de varios carburos, inclusive carburo de tungsteno (WC/W₂C), carburo de cromo, carburo de molibdeno, carburo de vanadio y otros carburos. En una realización, tales preformas porosas pueden proporcionarse en forma de carburo puro. En una realización adicional, el o los insertos 460 pueden formarse con un cerámico u otro material. Si se utiliza un cerámico, se pueden utilizar una o varias técnicas para mejorar la humedad y/o la unión del material para soldadura fuerte sobre la superficie cerámica (por ejemplo, soldadura fuerte activa), que incluyen las técnicas que se describen a continuación. Preferentemente, los espaciadores 462 están hechos de acero con un aro partido 464 y múltiples patas 466, y el aro partido 464 es como un resorte para que el espaciador 462 se mantenga en su lugar cuando se lo desliza en uno de los insertos 460. Uno de tales espaciadores 462 se muestra en detalle en la Fig. 30.

La Fig. 31 es una ilustración de dos ejemplos de aun otra realización alternativa, cada uno incluye un sustrato en forma de punta 512, y cada uno se muestra con una cápsula 514 soldada en su lugar, lista para recibir una cantidad adecuada de partículas duras y un material para soldadura fuerte por infiltración, en general, como se describió anteriormente. La Fig. 32 muestra dos ensambles listos para un ciclo de infiltración, cada uno tiene una punta 512 y una cápsula 514, rellena con partículas duras (no se ven) y material para soldadura fuerte 554. Opcionalmente, una plantilla 568 está unida de forma extraíble con cada punta 512 para ayudar a estabilizar cada punta 512 durante la manipulación y durante la carga y descarga del horno, como se muestra en la Fig. 33.

En la Fig. 34 se muestra un sustrato terminado, parcialmente desgastado con forma de punta con revestimiento reforzado 510 de acuerdo con la realización de las Figs. 31-33. La punta con revestimiento reforzado 510 se realizó colocando el ensamble de las Figs. 32 y 33 en un horno y luego calentando y enfriando el ensamble como parte de un ciclo de infiltración, como se describe a continuación. La punta con revestimiento reforzado 10 resultante se utilizó en excavaciones para desgastar la cápsula consumible 514, que ya no se puede ver en la Fig. 34. El fondo gris que circunda la punta con revestimiento reforzado 510 es una guía removible para medir cuánto material se desgastó durante el uso de la punta con revestimiento reforzado 510. Como se muestra, la punta con revestimiento reforzado 510 se ha reforzado de tal modo que el material de revestimiento reforzado 524 está "en la parte superior" de las superficies principales de la punta 512, de modo que existe una transición angular, aguda, de la superficie exterior, progresando desde la punta 512 sobre el material de revestimiento reforzado 524, indicada en 524a. En ciertas aplicaciones, esta configuración de superficie angular puede ofrecer beneficios específicos. En particular, el extremo para excavar aumentado de la punta, en el cual el material de revestimiento reforzado 524 está encima de la superficie circundante de la punta 512, puede proteger eficazmente las superficies adyacentes no reforzadas, mediante un efecto de oscurecimiento, sin necesidad del consumo ni del peso del material de revestimiento

reforzado. El agregado selectivo de material de revestimiento reforzado puede proteger áreas sometidas a desgaste sustancial, y tal material de revestimiento reforzado puede ser innecesario sobre otras regiones de la punta.

Las cápsulas metálicas delgadas de las presentes divulgaciones son particularmente útiles cuando se agrega material de revestimiento reforzado en puntas producidas mediante fundición en arena. Es típica la fundición en arena de puntas para minería utilizando procesos de arena verde para tener variaciones dimensionales sustanciales, tal como un espesor que puede variar en 1,52 mm (0,060 pulgadas) en la región correspondiente a la banda conformada mencionada en la presente, a donde se uniría la cápsula de la presente divulgación. De esta manera, tales puntas obtenidas por fundición con arena verde son especialmente difíciles de sellar con moldes que no se doblan, tales como los moldes cerámicos y los moldes de grafito. Sin embargo, el metal delgado de las diversas cápsulas descritas en la presente se puede deformar fácilmente y curvar como sea necesario para permitir la soldadura adecuada de la cápsula de metal laminado con la punta obtenida por fundición con arena verde.

Aun otra realización se muestra esquemáticamente en la Fig. 35, que incluye un sustrato 612 en forma de punta con tres orificios 658, pero un solo inserto 660 en el central de los orificios 658, sin espaciadores. Al rellenar la cápsula 614 con una mezcla de partículas duras y material para soldadura fuerte, y luego calentar y enfriar este ensamble a través de un ciclo de infiltración, se obtiene como resultado una pieza de desgaste con revestimiento reforzado. Las Figs. 36-39 muestran secciones a través del agujero central 658 e ilustran las etapas del proceso a través del cual se une el inserto metálico duro 660 con el orificio 658, al mismo tiempo que se aplica un revestimiento reforzado externo al sustrato 612. Estas etapas se representan en las vistas en corte transversal de las Figs. 36-39, mostrando la Fig. 39 una sección transversal de una pieza de desgaste con revestimiento reforzado terminada 610, que incluye una capa de material para recubrimiento reforzado 624 que circunda y protege el extremo distal del sustrato 612. En otras realizaciones, un orificio diferente 658 puede recibir el inserto 660 y/o el sustrato 612 puede incluir insertos 660 en múltiples orificios.

En la Fig. 39 se muestran los espesores relativos aproximados para el sustrato 612, la cápsula 614 y la capa de material para revestimiento reforzado 624. Por ejemplo, se identifica un espesor 672 para el sustrato 612, se identifica un espesor 674 para la cápsula 614 y se identifica un espesor 676 para la capa de material para revestimiento reforzado 624. El espesor 676 también representa un espesor para la cavidad 650. Los valores de muestra para estos espesores son los siguientes:

espesor del sustrato 672 próximo a la banda conformada: 88 mm (3,450 pulgadas);

espesor de la cápsula 674 en toda la cápsula: 2,7 mm (0,105 pulgadas);

espesor del revestimiento reforzado 676: 11,1 mm (0,438 pulgadas).

La Fig. 40 muestra dos polvos, que incluyen carburo granulado 52, sobre la derecha, y polvo de aleación para soldadura fuerte 54, sobre la izquierda.

El carburo de tungsteno es un ejemplo de las partículas duras que son particularmente adecuadas para usar como parte de una pieza de desgaste con revestimiento reforzado realizada de acuerdo con las presentes divulgaciones. Pueden utilizarse carburos puros tales como WC o WC/W₂C, así como mezclas de varios carburos. Además, el material granulado adecuado puede estar hecho con material triturado de carburo sinterizado, tal como insertos reciclados de herramienta de máquina. El tamaño más adecuado del material en partículas depende del uso al que se destine la pieza de desgaste, pero los tamaños dentro del rango desde 297 hasta 210 micrómetros (-50 Mesh hasta +70 Mesh) son adecuados para muchas aplicaciones. Se halló que la siguiente aleación de carburo de tungsteno, carburo de titanio y cobalto produce piezas de desgaste con revestimiento reforzado, tales como puntas para minería o puntas para herramientas particularmente eficaces:

Fórmula	% en peso	Notas
WC	82	W=tungsteno C=carbono
TiC	10	Ti=titanio
Co	8	Co=cobalto

Otros carburos que pueden utilizarse como partículas duras en el material compuesto incluyen fundición de carburo de tungsteno (WC/W₂C), monocarburo de tungsteno (WC), carburo de cromo, carburo de titanio, carburo de molibdeno, carburo de vanadio, carburo de columbio, perdigón o granalla de hierro al cromo blanco, entre otros materiales, inclusive las mezclas de tales materiales. Como se describió anteriormente, el material duro se puede utilizar de forma diferente, tal como una preforma porosa, una pieza monolítica u otra estructura. En una realización adicional, el material duro puede estar formado con material cerámico. Si se utiliza un cerámico, se pueden incorporar una o varias técnicas para aumentar la humedad y/o mejorar la unión de la superficie cerámica con el material para soldadura fuerte. Por ejemplo, la superficie cerámica puede estar recubierta con un material metálico u otro material para mejorar la humedad del material para soldadura fuerte. Como otro ejemplo, puede usarse una técnica para soldadura fuerte activa, en la cual el material para soldadura fuerte incluye un material que se deposita

sobre la superficie cerámica (por ejemplo, titanio) para mejorar la humedad y la unión del material para soldadura fuerte con la superficie cerámica. Aun otros tipos de materiales duros pueden utilizarse en otras realizaciones. Como se describió anteriormente, el material duro preferentemente puede tener una dureza superior y mayor resistencia al desgaste que la superficie del sustrato al que está unido el material duro.

- 5 Una elección particularmente adecuada de polvo de aleación para soldadura fuerte incluye un polvo de aleación de soldadura fuerte de Ni-Cr-Si-B conforme con la Clase BNi-2 según AWS (Sociedad Americana de Soldadura) A5.18.

	% en peso
Cr	7,00
Si	4,50
B	3,10
Fe	3,00
C	0,06
Ni	Resto

- 10 Pueden utilizarse otras clases de materiales para soldadura fuerte, siempre y cuando tales materiales sean compatibles con el sustrato y con las partículas duras, y tales materiales sean adecuados para un método de soldadura fuerte en particular. Los materiales para soldadura fuerte pueden incluir metales puros tales como cobre o plata, pero generalmente son aleaciones convencionales para soldadura fuerte que tienen base de níquel, base de cobre o base de plata. Los materiales para soldadura fuerte pueden también incluir otras aleaciones ricas en cobre, y aleaciones de cobre-níquel con bajo punto de fusión. Otros tipos de materiales para soldadura fuerte que pueden utilizarse incluyen cobre puro, bronce silicio, cobre titanio, cobre cromo, bronce espinodal, bronce estaño, aleaciones para soldadura fuerte comerciales con base de níquel (BNi-1, BNi-2, etc.), aleaciones para soldadura fuerte comerciales con base de cobalto (por ejemplo, BCo-1) u otras clases de metales y aleaciones para soldadura fuerte, inclusive metales preciosos y sus aleaciones. Como se describió anteriormente, en una realización, el material para soldadura fuerte se puede proporcionar en polvo u otra forma de partículas. El material para soldadura fuerte puede estar en una forma diferente (es decir, no en forma de polvo) en otra realización. Por ejemplo, en una realización, el material para soldadura fuerte puede tener la forma de una o varias escorias de material fundido o fraguado. Tales escorias pueden realizarse con un peso predeterminado que apunte a una aplicación de soldadura fuerte específica, proporcionando una instalación rápida y eficaz del material para soldadura fuerte en el ensamble.

- 25 La Fig. 41 muestra un ejemplo de un ciclo de horno para la operación de soldadura fuerte utilizando un material duro que incluye carburo de tungsteno y polvo de aleación para soldadura fuerte de Ni-Cr-Si-B, con la temperatura a lo largo de los ejes verticales. En general, el ciclo térmico para la operación de soldadura fuerte supone en primer lugar calentar hasta una temperatura ligeramente inferior a la temperatura de fusión del material para soldadura fuerte y mantenerla para estabilizar la temperatura en la totalidad del ensamble (inclusive las secciones gruesas y delgadas). Luego, el ensamble se calienta (preferentemente rápido) hasta una temperatura superior por encima del punto de fusión del material para soldadura fuerte para fundir el material para soldadura fuerte y permitir que se infiltre en los espacios entre las partículas duras. Este período puede ser relativamente corto, tal como de 30 minutos a 1 hora en una realización. A continuación, la temperatura se enfría hasta apenas por debajo de la temperatura de solidificación del material para soldadura fuerte, para permitir que el material para soldadura fuerte se solidifique y se una con las partículas duras y el sustrato, y mantenerla hasta que la temperatura se estabilice en la totalidad del ensamble. Finalmente, la temperatura se enfría de modo que la pieza se pueda retirar del horno. Se entiende que los períodos durante los cuales las temperaturas se deben mantener para estabilizar la totalidad del ensamble pueden estar influidos por el tamaño y la geometría del sustrato y/o de la cápsula, ya que los componentes con mayor tamaño/espesor pueden necesitar más tiempo para enfriarse o calentarse. La temperatura del horno y la fundición (tal como un ensamble de sustrato, cápsula, partículas duras y material para soldadura fuerte) aumenta y disminuye a lo largo del tiempo, como se muestra. En una realización, el ciclo del horno de muestra de la Fig. 41 tarda aproximadamente 7 horas, como se representa a lo largo del eje horizontal, y la etapa de soldadura fuerte se puede realizar a aproximadamente 1.121 °C (2.050 °F) durante 30-60 minutos.

- 45 La Fig. 42 muestra múltiples vistas, etiquetadas a-k, como parte de la manufactura de otra realización de una pieza de desgaste 710. Los distintos dibujos 42a-42k ilustran las etapas del proceso seleccionadas como parte del revestimiento reforzado por infiltración de una punta para triturador de doble rodillo. La punta para triturador de rodillo con revestimiento reforzado resultante tiene un sustrato y una cápsula metálica delgada sustancialmente separados pero unidos mediante material compuesto para soldadura fuerte infundido, con contacto mínimo entre el sustrato y la cápsula metálica delgada.

La Fig. 42a muestra un sustrato 712, preparado por mecanizado, fundición o forjado. En el sustrato 712 se perforan, forman o perfilan orificios para pasadores espaciadores de la cápsula 780, como se muestra en la Fig. 42b, y se instalan en los orificios 780 los espaciadores de la cápsula correspondientes en la forma de pasadores 782, como se muestra en la Fig. 42c. Los pasadores 782 se usarán para suspender el sustrato 712 dentro de una cápsula metálica delgada, con el espacio deseado entre el sustrato 712 y la cápsula definidos por la longitud de los pasadores 782. El principal propósito de los pasadores 782 es mantener la cápsula 714 y el sustrato 712 separados adecuadamente hasta que se llena la cavidad 750 con las partículas duras 752. Los pasadores solo necesitan tener el largo suficiente para superar esta etapa de relleno de los métodos descritos en la presente. Por consiguiente, los pasadores 782 pueden estar realizados en diversos materiales, desde pasadores de acero suave hasta pasadores de carburo de tungsteno sinterizado endurecido premanufacturados.

La Fig. 42d muestra una cápsula de metal laminado 714, que puede prepararse mediante estampado, hidroformado y/o corte y soldadura, como se conoce en la técnica de formado de moldes de metal laminado. El sustrato 712, con pasadores sobresalientes 782 se coloca luego dentro de la cápsula 714, como se muestra en la Fig. 42e. Pasando a la Fig. 42f, las partículas duras 752 pueden colocarse en una cavidad 750 definida entre el sustrato 712 y la cápsula 714, y opcionalmente apisonadas o sometidas a vibración, o relleno de otra forma con ellas la cavidad 750 para definir una capa de partículas duras entre el sustrato 712 y la cápsula 714. En la Fig. 42g, se muestra al polvo de material infiltrante 754 que se está colocando por encima de esta capa de partículas duras, mantenido dentro de un volumen predefinido en un depósito 718, preferentemente formado como una parte integral de la cápsula 714. El depósito puede estar dimensionado en relación con la cavidad 750 para proporcionar una cantidad óptima de material para soldadura fuerte por infiltración 754 para infiltrarse y unirse con las partículas duras 752 en una capa de revestimiento reforzado compuesto. Esto se representa gráficamente en la Fig. 42h, con un ensamble listo para el ciclo de infiltración.

La Fig. 42i muestra un horno listo para un ciclo de infiltración, tal como se describió anteriormente. La Fig. 42j muestra el ensamble de la Fig. 42i, luego del ciclo completo de infiltración (j), con el depósito 718 aún en su lugar. Preferentemente, el depósito se elimina de la cápsula 714, mediante corte u otras técnicas, dejando terminado el producto compuesto resistente al desgaste 710, como se muestra en la Fig. 42k.

Si bien la cápsula 714 que se muestra tiene una superficie inferior esférica que generalmente necesitará ser sostenida por un elemento de fijación, otras realizaciones de forma similar pueden ser autoportantes. Asimismo, los pasadores espaciadores de la cápsula 782 pueden omitirse si el sustrato 712 está sostenido por una plantilla sujetadora de aleación resistente al calor que también ubica a la cápsula 714 en la posición deseada en relación con el sustrato 712. El sustrato 712 está por lo tanto suspendido por encima y dentro de la cápsula de metal laminado 714 durante el proceso de infiltración. En aun otras realizaciones, cualquier otra plantilla que ubique la cápsula 714 en la posición deseada en relación con el sustrato 712 puede eliminarse luego de que las partículas duras 752 estén colocadas en su lugar. Las partículas duras 752 generalmente no se disuelven ni funden durante el proceso de infiltración, así, las partículas duras 752 sostendrán de manera fiable el sustrato 712 durante el proceso de infiltración. Esto permite eliminar tales plantillas antes de colocar cualquier ensamble de componentes en un horno, tal como un ensamble de sustrato 712, cápsula 714, partículas duras 752 y material para soldadura fuerte 754. Aun otras realizaciones pueden colgar la cápsula 714 del sustrato 712. Por ejemplo, la cápsula 714 podría estar hecha de modo que colgara de una hendidura, no mostrada, en el vástago de un buje formado como parte del sustrato 712.

Los métodos de acuerdo con la presente invención se pueden usar con un horno o retorta que emplee una atmósfera de hidrógeno, argón u otro tipo de atmósfera reducida o inerte, en lugar de un horno de vacío. Cuando se realiza soldadura fuerte en tales hornos que no son de vacío, es mejor evitar el atrapamiento de gas dentro de las partículas duras mientras transcurre la infiltración. Este polvo para soldadura fuerte puede fundirse casi simultáneamente, filtrar hacia abajo como una capa fundida contigua, a través de las partículas duras. Agregar ventilación en puntos bajos en la cápsula delgada permite que los gases atrapados en las partículas duras escapen mientras el material para soldadura fuerte se filtra hacia abajo. Preferentemente, un tubo de ventilación o varios tubos de ventilación se unen a la cápsula metálica delgada en puntos bajos adecuados, y el tubo o los tubos se extienden hacia arriba hasta un nivel más alto que el nivel final del material para soldadura fuerte fundido durante las etapas finales de la soldadura fuerte por infiltración.

Una realización de una cápsula de acero 814 para usar en hornos que no son de vacío se muestra en las Figs. 43a-43f. Un tubo de ventilación 884 se extiende desde un punto bajo de la cápsula 814 para evitar que el gas quede atrapado durante la infiltración de la soldadura fuerte. El tubo de ventilación 884 está unido con la cápsula 814 en un sitio o sitios sometidos al atrapamiento de gas. La Fig. 43b representa una vista en corte transversal del sustrato 812, la cápsula 814 y el tubo de ventilación 884. El material de partículas duras 852 se vierte en la cavidad 850, entre el sustrato 812 y la cápsula 814, como se muestra en la Fig. 43c. El material de infiltración 854 luego se agrega sobre la capa de partículas duras 852, como se muestra en la Fig. 43d. El material de infiltración fundido 854 se muestra penetrando parcialmente la capa de partículas duras 852, con gas escapando por el tubo de ventilación 884, en la Fig. 43e. Luego de enfriar, la capa de partículas duras y el material de infiltración forman un compuesto 824, llenando al menos una parte del material de infiltración 854 el tubo de ventilación 884, como se muestra en la

Fig. 43f. El tubo de ventilación 884 y el material de infiltración 854 generalmente se cortan con facilidad de la pieza de desgaste con revestimiento reforzado 810.

La Fig. 44 muestra una estructura esférica que tiene una forma superficial particularmente compleja. Esta pieza de desgaste no intenta representar ninguna herramienta en particular, sino mostrar una herramienta compleja que podría revestirse de acuerdo con las divulgaciones de la presente. Por ejemplo, podría representar una bola de moladora con revestimiento de refuerzo por infiltración con una forma exterior particularmente complicada. Un producto compuesto resistente al desgaste terminado 910 incluye insertos de carburo de tungsteno sinterizado endurecido premanufacturados, dos de los cuales se muestran esquemáticamente con línea punteada 960, unidos con un sustrato subyacente con material para revestimiento reforzado compuesto infundido. La manufactura de la bola de moladora 910 utilizando la técnica conocida requeriría un molde complicado con piezas múltiples, probablemente realizado con la utilización de materiales de grafito o cerámicos. La combinación de un molde de metal laminado delgado, un sustrato preformado, partículas de carburo endurecido y soldadura fuerte por infiltración crea un proceso mucho más económico para manufacturar herramientas con revestimiento reforzado con geometría de superficie complicada.

La Fig. 45 muestra múltiples vistas, etiquetadas a-k, como parte de la manufactura de otra realización de una pieza de desgaste 1010. Los diferentes dibujos 45a-45k ilustran las etapas del procesamiento seleccionadas como parte del revestimiento reforzado de un tambor tamizador para utilizar en recubrimiento mineral. El tambor tamizador con revestimiento reforzado resultante puede tener un sustrato y una cápsula de metal delgada sustancialmente separados pero unidos por el material para revestimiento reforzado compuesto infundido, con mínimo contacto entre el sustrato y la cápsula de metal delgada. Alternativamente, el sustrato y la cápsula de metal delgada pueden contactarse en ubicaciones seleccionadas, sosteniendo la cápsula el sustrato durante un ciclo de infiltración. Por ejemplo, una serie de resaltos (no se muestran) pueden formarse en ubicaciones seleccionadas de la cápsula 1014, y el sustrato puede descansar sobre estos resaltos y estar sostenido por estos. En otros ejemplos, pueden soldarse al sustrato 1012 bandas conformadas o porciones conformadas (no se muestran) de la cápsula 1014.

La Fig. 45a muestra un sustrato 1012, típicamente preparado por mecanizado, fundido o forjado. La Fig. 45b muestra la cápsula correspondiente 1014, y el sustrato 1012 se muestra apoyado en la cápsula 1014 en la Fig. 45c. Se pueden utilizar pasadores (no se muestran) para suspender el sustrato 1012 dentro de la cápsula metálica delgada 1014, estando el espacio deseado entre el sustrato 1012 y la cápsula 1012 definido por la longitud de los pasadores (no se muestran) de forma similar a lo mostrado en la Fig. 42.

La Fig. 45d muestra las partículas duras 1052 que se vierten sobre el sustrato 1012. Las partículas duras 1052 se pueden empujar en una cavidad 1050 definida entre el sustrato 1012 y la cápsula 1014, y opcionalmente apisonadas, sometidas a vibración o colocadas de otra forma dentro de la cavidad 1050 para definir una capa de partículas duras entre el sustrato 1012 y la cápsula 1014. En la Fig. 45e, se muestra el polvo de material para infiltración 1054 mientras se lo coloca en un depósito 1018, sobre una capa de partículas duras 1052. La Fig. 45f muestra un horno preparado para un ciclo de infiltración. La Fig. 45g muestra el ensamble de la Fig. 45e luego de haberse cargado completamente con una cantidad apropiada de polvo de material para infiltración, y luego de haberlo calentado y enfriado a través de un ciclo completo de infiltración. Preferentemente, las partes seleccionadas del metal laminado se eliminan de la cápsula 1014, mediante corte u otras técnicas, dejando un producto compuesto resistente al desgaste terminado 1010, como se muestra en la Fig. 45h. Por ejemplo, los bordes superiores 1018a de la pared circundante pueden cortarse, y las tapas superiores 1018b que definen agujeros pasantes pueden cortarse.

Si se realizan las elecciones adecuadas respecto del material del sustrato para una herramienta, el material de la cápsula y el material para soldadura fuerte, como así también el tipo y la distribución del tamaño del material en partículas en la capa de revestimiento reforzado, es posible adecuar las tensiones térmicas y de transformación para evitar el resquebrajamiento de la capa de revestimiento reforzado, como así también de cualquier inserto de metal duro. En una realización, el proceso de soldadura fuerte se puede diseñar de manera tal que el material infiltrado tenga un coeficiente general de expansión térmica que esté entre el coeficiente de expansión térmica de las partículas duras y el coeficiente de expansión térmica del sustrato. Por ejemplo, muchas de las realizaciones divulgadas en la presente incluyen un producto que tiene un sustrato de acero y una cápsula de acero dulce, con una capa de revestimiento reforzado de partículas infiltradas de carburo de tungsteno fundido. Ciertos aceros tienen un coeficiente de expansión térmica de aproximadamente $11,7 \mu\text{m/m/}^\circ\text{C}$ ($6,5 \mu\text{pulgada/pulgada/por } ^\circ\text{F}$) a temperaturas inferiores al rango austenita, como se halló para el acero AISI 1008. La selección de cobre o aleaciones con base de cobre como el material para infiltración y la selección de una distribución del tamaño de partículas que proporcione 50 % de carburo de tungsteno de fundición proporcionará un coeficiente de expansión térmica promedio de $10,98 \mu\text{m/m/}^\circ\text{C}$ ($6,1 \mu\text{pulgada/pulgada/por } ^\circ\text{F}$) en el material infiltrado. proporcionarla provisión del material infiltrado que tenga un coeficiente de expansión térmica promedio que es relativamente similar a un coeficiente de expansión térmica para el sustrato subyacente y para la capa exterior del metal laminado significa que todos los componentes se expandirán y contraerán a velocidades aproximadamente similares. Esto limita cualquier tendencia del material infiltrado a resquebrajarse o desprenderse, especialmente durante el enfriado luego del ciclo de infiltración, o durante el calentamiento que pueda ocurrir posteriormente, cuando se utilice la herramienta con revestimiento reforzado.

Los tambores tamizadores, tales como los del ejemplo ilustrado en la Fig. 45h, con frecuencia pueden exceder 1 metro en las dimensiones de longitud y ancho. Los artículos como estos ofrecen un claro ejemplo en el que la presente invención puede ofrecer ventajas significativas en términos de superar los problemas de expansión térmica durante el proceso de infiltración. Los materiales duros que podrían seleccionarse por resistencia al desgaste pueden tener características de expansión térmica que difieren marcadamente de aquellas de los materiales de acero endurecido que podrían usarse como sustrato, los materiales de acero de bajo carbono que podrían usarse como una cápsula consumible, o las aleaciones reforzadas para soldadura fuerte de cobre-níquel que podrían usarse como material para soldadura fuerte. A medida que estos artículos se hacen más grandes, tanto como de 1 metro de longitud y de ancho, las velocidades de expansión térmica de los diferentes elementos se tornan más importantes.

Los moldes de grafito y de cerámica tienen velocidades de expansión térmica que son muy diferentes de la velocidad de expansión térmica de los tipos de aleaciones de acero típicamente utilizados como sustrato para piezas de desgaste. Esto puede conducir a problemas tales como la distorsión de la pieza terminada, variaciones inesperadas en el espesor del revestimiento reforzado, o aun la separación de varias piezas del ensamble de molde durante el proceso térmico, permitiendo que el material para infiltración fundido se derrame en el horno. Es más probable que los materiales de acero de bajo carbono de la presente divulgación tengan velocidades de expansión térmica que son más parecidas a la velocidad de expansión térmica de los tipos de aleaciones de acero que típicamente se utilizan como tal sustrato. Así, la combinación de un sustrato de aleación de acero, una cápsula metálica delgada de acero de bajo carbono, partículas duras que tienen una distribución del tamaño de partícula que proporciona aproximadamente carburo de tungsteno fundición 50 % y cobre como material de infiltración ofrece una ventaja significativa frente al revestimiento reforzado de sustratos de acero de la técnica conocida que requiere el uso de moldes de cerámica y grafito.

La siguiente tabla brinda varios ejemplos de coeficientes de expansión térmica de materiales duros seleccionados del acero de bajo carbono (un material típico para cápsula), y del cobre (un material típico para soldadura fuerte). Se comprenderá que esta tabla proporciona ejemplos con fines ilustrativos y que pueden usarse otros materiales como el material duro, la cápsula y el material para soldadura fuerte, etc.

Material	Coeficiente de expansión térmica (micrómetros/metros/°C (micropulgadas/pulgadas/°F))
Carburo de tungsteno macrocristalino (WC)	6,48 (3,6)
Carburo de tungsteno fundición (WC/W ₂ C)	5,22 (2,9)
Carburo de cromo (Cr ₃ C ₂)	10,26 (5,7)
Carburo de titanio	7,38 (4,1)
Diamante	3,79 (2,1)
Acero AISI 1008	11,7 (6,5)
Cobre	16,56 (9,2)

La combinación de un sustrato de acero, una cápsula de metal delgada y una mezcla adecuadamente seleccionada de partículas duras que tiene una distribución de tamaño específica, y un material para infiltración, da por resultado beneficios sustanciales. Esta combinación ofrece una mayor habilidad para adaptar las tensiones y los cambios dimensionales resultantes, particularmente cuando se comparan con los moldes convencionales de grafito o cerámicos. Los métodos de la presente invención llevan a menor riesgo de alabeo, menor riesgo de variaciones de espesor indeseadas en el revestimiento reforzado resultante y menos riesgo de un molde dañado con pérdidas de material para soldadura fuerte de metales fundido dentro de un horno durante un ciclo de infiltración.

Además, materiales tales como el acero sufren fases de transformaciones acompañadas por cambios dimensionales. Por ejemplo, cuando se trata de aceros al carbono y de baja aleación, el acero se expande con el aumento de la temperatura. Sin embargo, a aproximadamente 723 °C (1.333 °F), comienza la transformación del acero hacia una estructura de cristales diferente. Esta transformación da por resultado una reducción en las dimensiones hasta que la transformación se completa y, luego, el material se expande nuevamente (a una velocidad diferente) con el aumento ulterior de la temperatura. Al enfriarse, las transformaciones ocurren nuevamente, con la consecuente expansión-contracción-expansión de dimensiones, hasta que se completa el ciclo de infiltración. La adaptación de todas estas expansiones y contracciones es más fácil con los métodos divulgados utilizando una cápsula de metal delgada como molde, que con el uso de moldes de grafito o moldes de cerámica. Con los métodos de la presente divulgación, tanto el sustrato sobre el que se ha de aplicar el revestimiento reforzado como el molde que contiene los componentes del material para revestimiento reforzado están hechos de acero, así el sustrato y la

cápsula sufrirán transformaciones, expansiones y contracciones similares. Si bien pueden existir algunas variaciones en relación con los coeficientes de expansión térmica y temperaturas de transformación, estas variaciones para un molde metálico delgado y un sustrato metálico son sustancialmente menores que tales variaciones para un molde de grafito o un molde de cerámica y un sustrato metálico. Por lo tanto, es muy difícil usar un molde de grafito o un molde de cerámica con un sustrato metálico para manufacturar tambores tamizadores grandes y planos, como los del ejemplo ilustrado en la Fig. 45h, sin el riesgo sustancial de resquebrajamientos y desprendimientos del revestimiento reforzado.

Asimismo, si el material en partículas está destinado a realizar una función resistente al desgaste, puede que se requiera considerar la distribución del tamaño de partícula a fin de proporcionar una adecuada resistencia al desgaste. En tales casos, generalmente, la distribución de tamaño debe ser tal que el espaciado entre partículas sea menor que el tamaño de los granos abrasivos que se encuentran en la aplicación. Esto evita el socavamiento y la pérdida de las partículas duras. En una realización, un tamaño de partícula de -50 a +70 Mesh (como se describió anteriormente) puede resultar suficiente para la mayoría de las aplicaciones, tal como si los granos abrasivos en la aplicación no son apreciablemente más pequeños que 70 Mesh. Para abrasivos más finos, la distribución del tamaño de partícula debería dimensionarse aproximadamente de un tamaño igual o más pequeño que el tamaño del abrasivo.

Las realizaciones divulgadas también pueden utilizarse para renovar o reacondicionar una pieza de desgaste con revestimiento reforzado previamente usada. Por ejemplo, en una realización, una cápsula como la descrita anteriormente se conecta con un sustrato con la forma de una pieza de desgaste con revestimiento reforzado y el material duro (por ejemplo, partículas duras) se introduce en la cápsula para estar en estrecha proximidad con el sustrato. El material duro puede luego unirse con el sustrato mediante soldadura fuerte como se describió anteriormente. Se entiende que el material para soldadura fuerte puede unirse con el material de revestimiento reforzado (gastado) preexistente, con el sustrato original subyacente, o ambos. En una realización, el material duro y/o el material para soldadura fuerte pueden ser iguales a los utilizados en el material para revestimiento reforzado original.

Varias de las realizaciones divulgadas muestran un sustrato de acero utilizado para formar una pieza de desgaste, con material duro cubriendo la totalidad o prácticamente la totalidad de la superficie operativa exterior (por ejemplo, la superficie que se aplica al terreno) de la pieza de desgaste. Esto puede permitir el uso de un acero más suave, porque la totalidad del acero está protegida por el material para revestimiento reforzado. Estas realizaciones ofrecen ventajas, particularmente si el acero más suave tiene mayor resistencia a la fractura, tal como cuando el acero más suave tiene una dureza superior a la de otros aceros más duros. Los materiales para sustratos más suaves pueden tener también mejores propiedades para la soldadura fuerte. Asimismo, los materiales para sustratos más suaves son usualmente mucho más fáciles de convertir en un sustrato inicial que se ha de someter a revestimiento reforzado y, por lo tanto, es menos costoso realizar tales sustratos iniciales, realizados con aceros más suaves, que sustratos iniciales con forma similar hechos con aceros más duros.

Se deberá comprender que la cápsula en cualquiera de las realizaciones divulgadas no necesariamente necesita adaptarse estrechamente a la forma exacta del sustrato. Por ejemplo, la cápsula podría formarse como para brindar un espesor mayor en las ubicaciones de mayor desgaste, tales como las esquinas o bordes angulados de las puntas. De manera similar, se podrían crear "nervaduras" o "aspas" con la capa de revestimiento reforzado resultante en ubicaciones particulares sobre el sustrato de la herramienta. Tales nervaduras o aspas pueden ser útiles para controlar el flujo del material abrasivo en el cual puede estar operando el componente, o para dirigir el movimiento del material del suelo en el que la herramienta compuesta resistente al desgaste resultante está impactando.

REIVINDICACIONES

1. Un método para elaborar una parte de desgaste (10) para un equipo de movimiento de tierras, que comprende:

5 proporcionar un sustrato de metal (12) formado para su unión a un equipo de movimiento de tierras, teniendo el sustrato una superficie;
conectar mediante soldadura o soldadura fuerte una cápsula (14) metálica, delgada, laminada y consumible a la superficie del sustrato (12) para formar un molde con el sustrato y definir una cavidad (50) entre la cápsula (14) y la superficie del sustrato (12);
10 colocar un material duro en partículas dentro de la cavidad (50) en estrecha proximidad con la superficie y la cápsula (14);
colocar un material metálico para soldadura fuerte en comunicación con la cavidad (50);
calentar el material para soldadura fuerte a una temperatura superior al punto de fusión del material para soldadura fuerte y mantener la temperatura durante un tiempo suficiente para que el material para soldadura fuerte, fundido, infiltre el material en partículas y entre en contacto con la superficie del sustrato (12) y la cápsula (14), conteniendo la cápsula y el sustrato el metal fundido dentro del molde; y
15 enfriar el material para soldadura fuerte para solidificar el material para soldadura fuerte y unir el material en partículas duro al sustrato (12) y a la cápsula (14) para formar un revestimiento compuesto resistente al desgaste (24) sobre la superficie del sustrato (12).

20 2. El método de la reivindicación 1, en donde la cápsula (14) tiene una abertura (17) hacia el exterior de la cápsula (14), y un depósito (18) está conectado a la cápsula (14) y posicionado por fuera de la cavidad (50) en comunicación con la abertura (17), y en donde el material de soldadura fuerte está colocado dentro del depósito (18) en comunicación con la cavidad (50).

25 3. El método de la reivindicación 2, en donde el depósito está formado integralmente con la cápsula.

4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la cápsula (14) comprende una banda conformada (20) que se extiende alrededor de una periferia de la cápsula (14), y conectar la cápsula (14) con el sustrato (12) comprende soldar mediante soldadura o soldadura fuerte la banda conformada (20) con la superficie del sustrato (12), de forma tal que la banda conformada (20) esté en contacto de superficie-a-superficie con una parte de la superficie del sustrato (12) alrededor de la totalidad de la banda conformada (20) para crear una unión estanca al fluido.

35 5. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la cápsula (14) comprende una banda conformada (20) que se extiende alrededor de la periferia de la cápsula (14), y conectar la cápsula (14) con el sustrato (12) comprende soldar mediante soldadura o soldadura fuerte la banda conformada (20) con la superficie del sustrato (12), de forma tal que la banda conformada (20) esté en contacto de superficie-a-superficie con una parte de la superficie del sustrato alrededor de la totalidad de la banda conformada (20).

40 6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde la cápsula (14) comprende una pieza anterior que tiene una brida anterior (330) que se extiende transversalmente desde un borde posterior de la pieza anterior (326) y una pieza posterior (328) que tiene una brida posterior (332) que se extiende transversalmente desde un borde anterior de la pieza posterior, en donde el método comprende unir la pieza anterior (326) y la pieza posterior (328) entre sí para formar la cápsula (14) mediante soldadura o soldadura fuerte de la brida anterior (330) con la brida posterior (332).

50 7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde el material en partículas (352) comprende carburo de tungsteno, y el material para soldadura fuerte metálica (354) comprende una aleación para soldadura fuerte de Ni-CrSi-B, y en donde el material para soldadura fuerte (354) se calienta hasta una temperatura de aproximadamente 1.121 °C (2.050 °F) durante un lapso de aproximadamente 30 a 60 minutos.

8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, que comprende, además
55 formar la cápsula (14) doblando piezas de metal laminado en una configuración particular y, después, soldar mediante soldadura o soldadura fuerte las piezas de metal laminado entre sí.

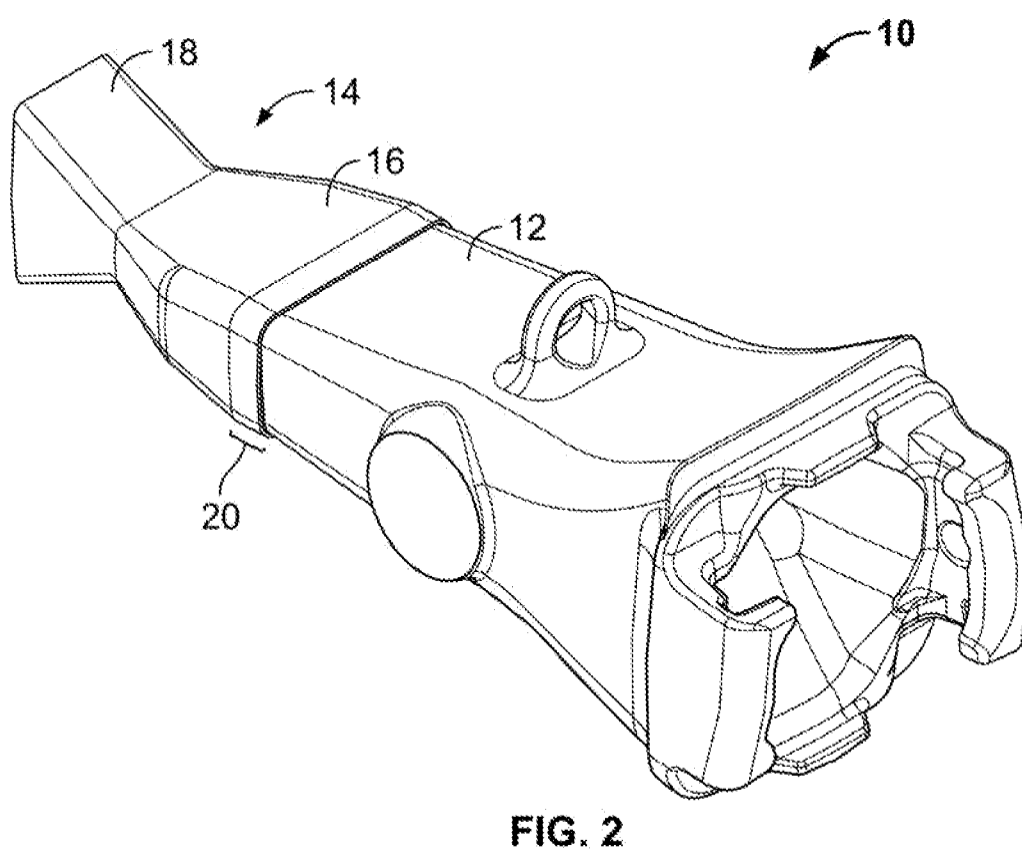
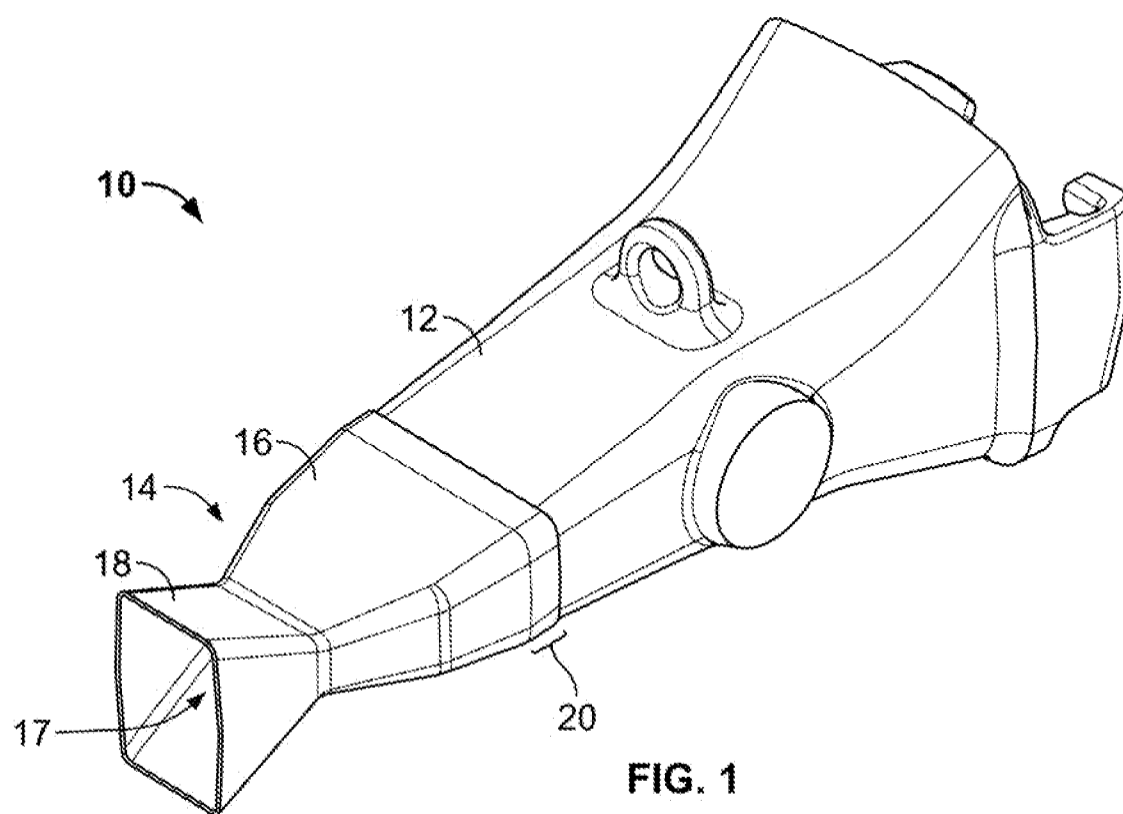
9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde el espesor de la cápsula (14) es sustancialmente inferior al espesor nominal del sustrato (12), y/o tiene un espesor en el rango de 16 Ga A 10 Ga.

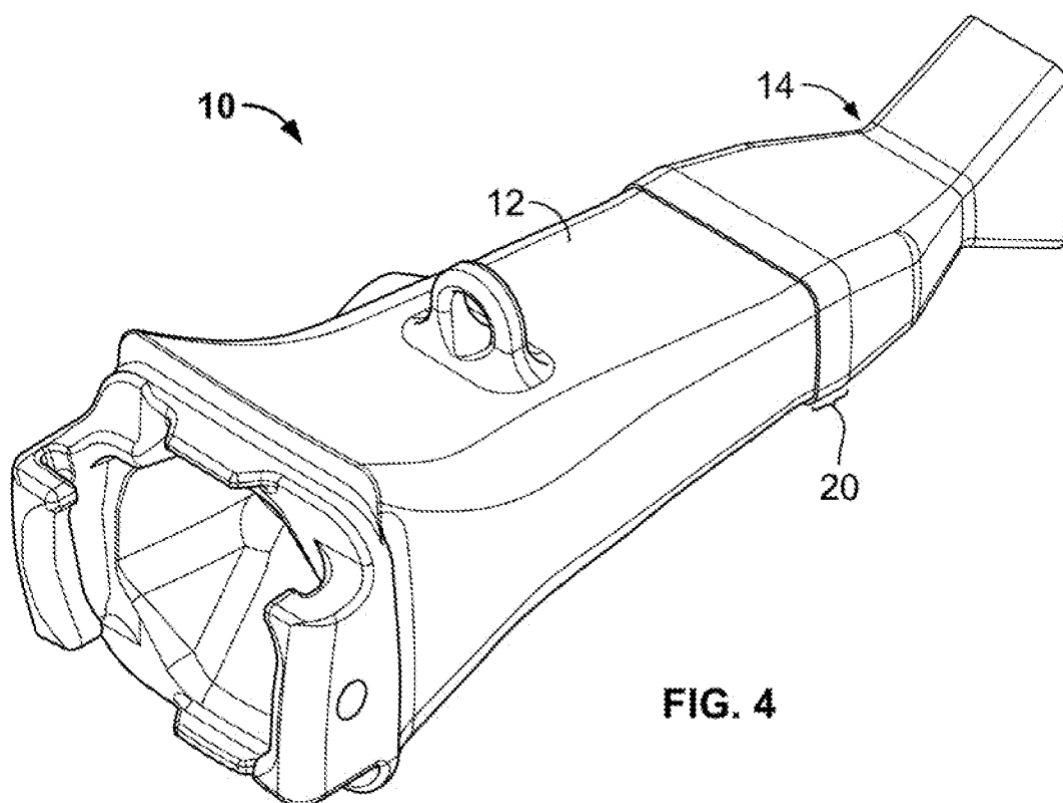
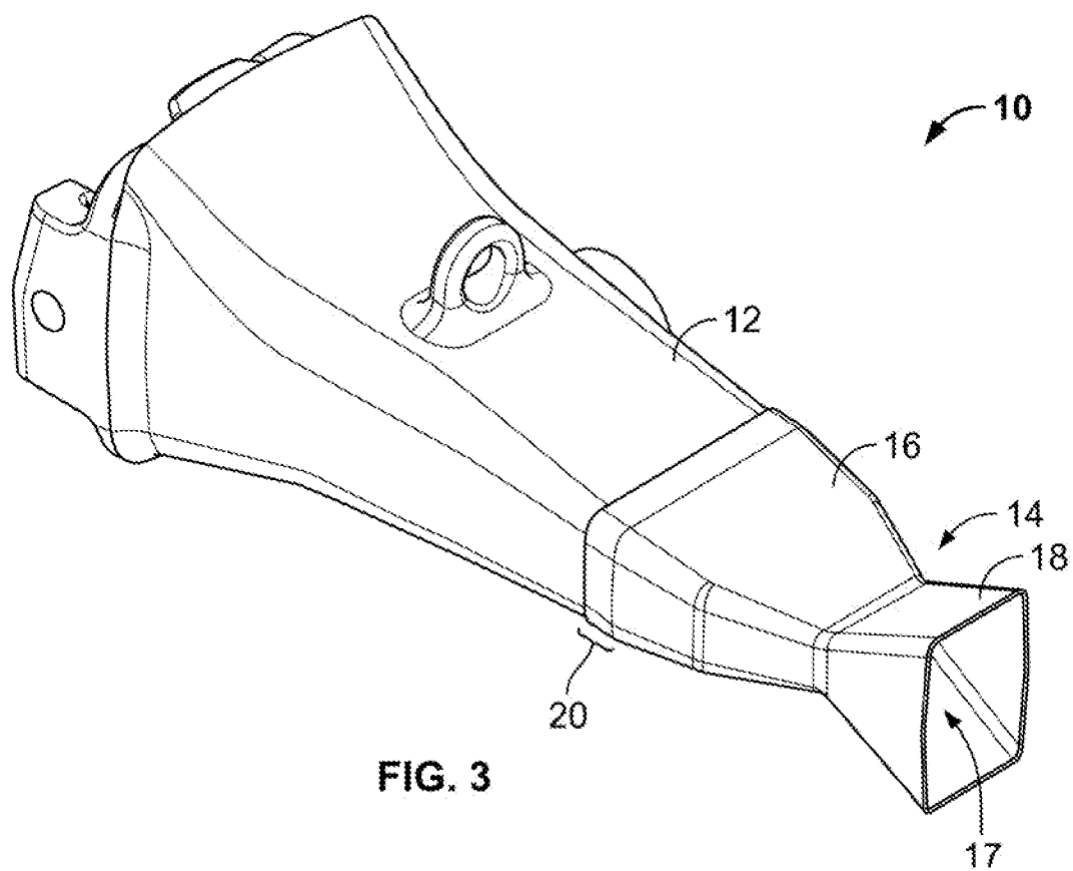
60 10. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en donde la cápsula (14) pesa un dos por ciento o menos del peso del sustrato (12).

11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en donde un extremo distal del sustrato se forma con una parte de espesor reducido, y la cápsula (14) se conecta al sustrato (12) de manera que el revestimiento compuesto resistente al desgaste (24) se extienda con fluidez desde las partes adyacentes del sustrato (12).

65

12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en donde el sustrato (12) se forma mediante un proceso de fundición en arena.
- 5 13. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en donde la cápsula circunda al menos parcialmente el sustrato para definir una cavidad.
14. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-13, que incluye formar el sustrato (12) con una configuración de punta para minería.





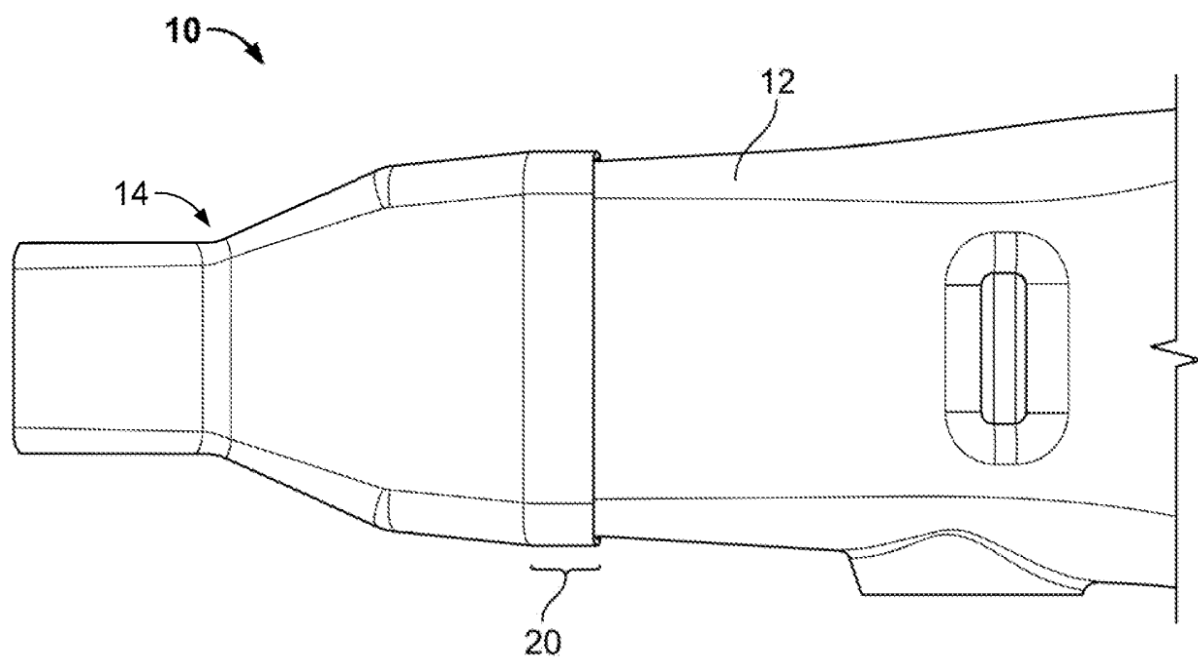


FIG. 5

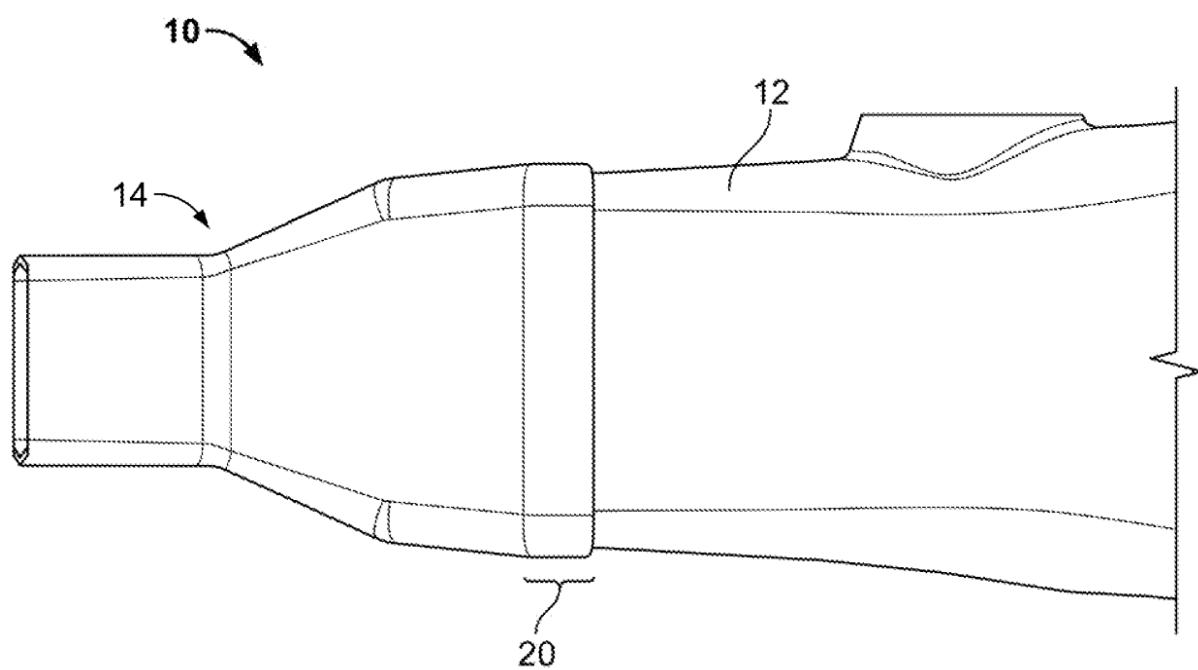


FIG. 6

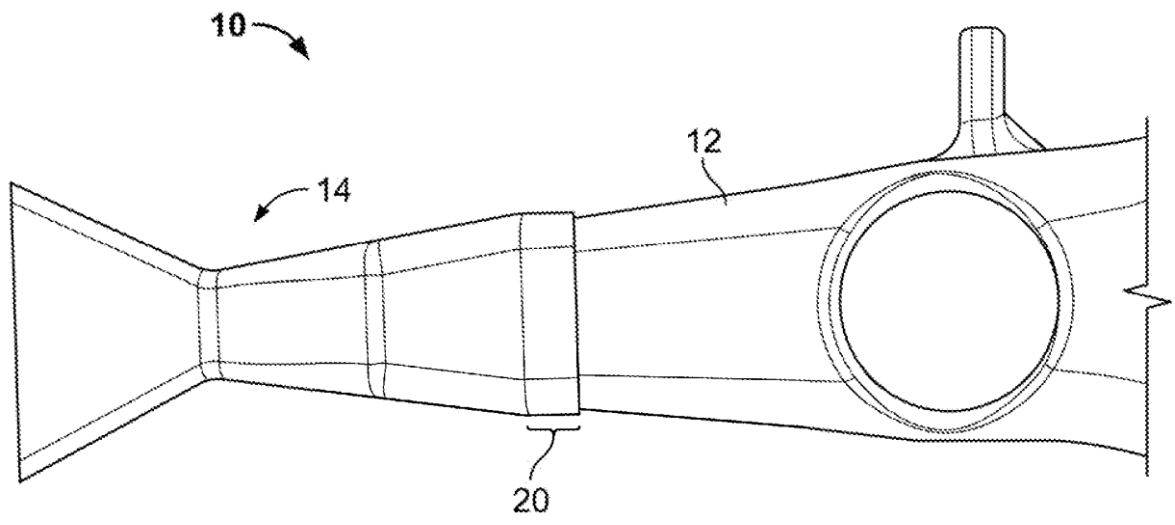


FIG. 7

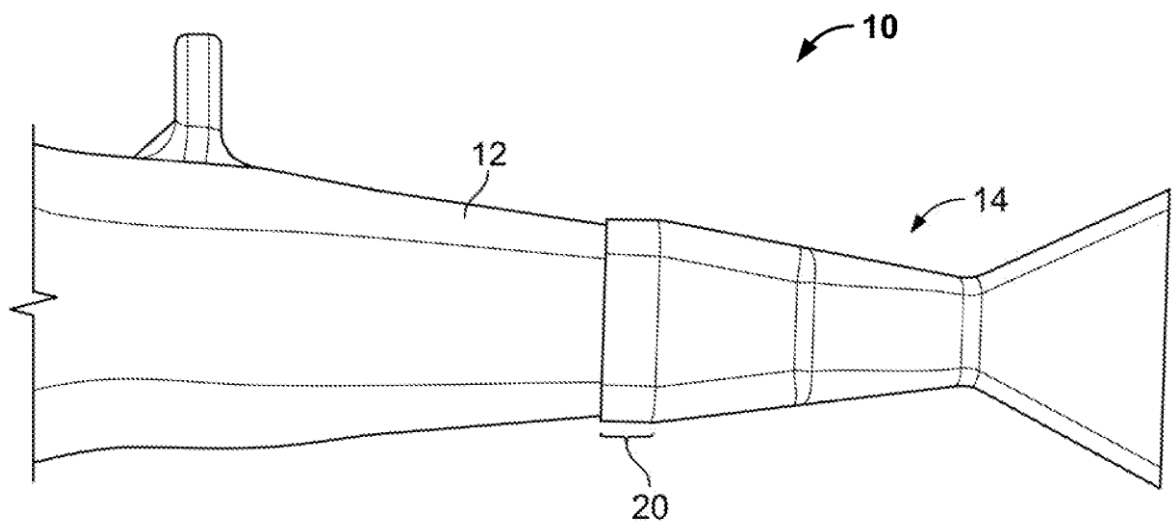


FIG. 8

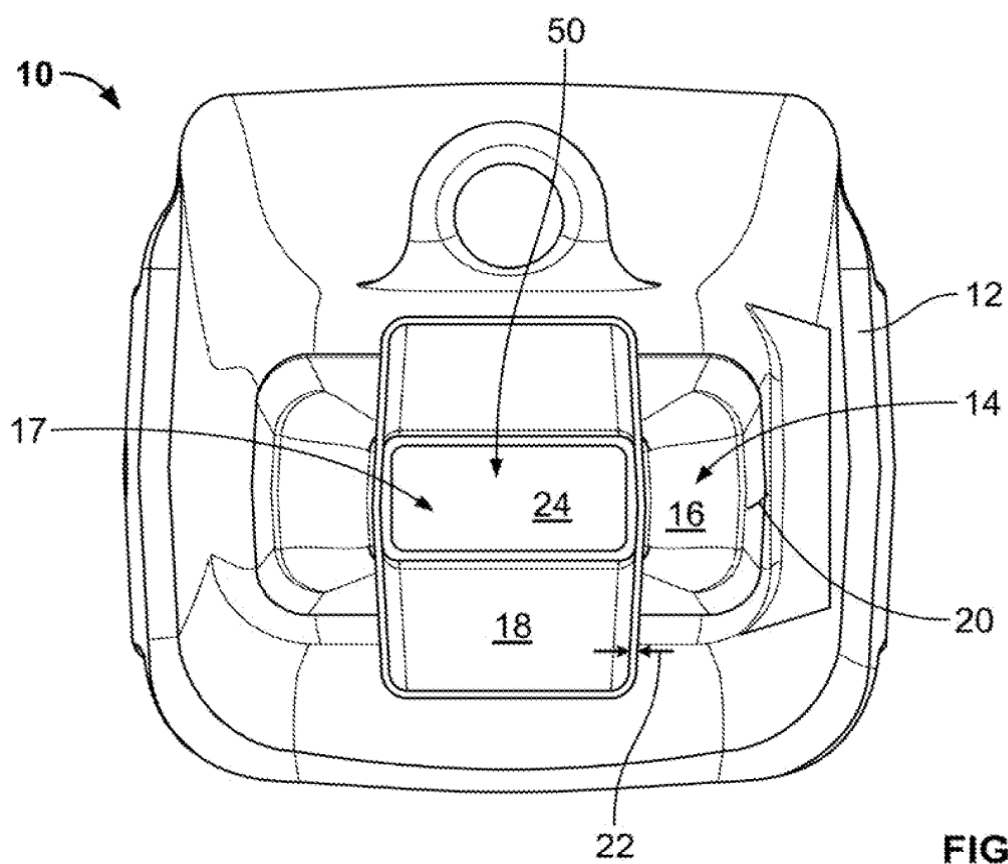


FIG. 9

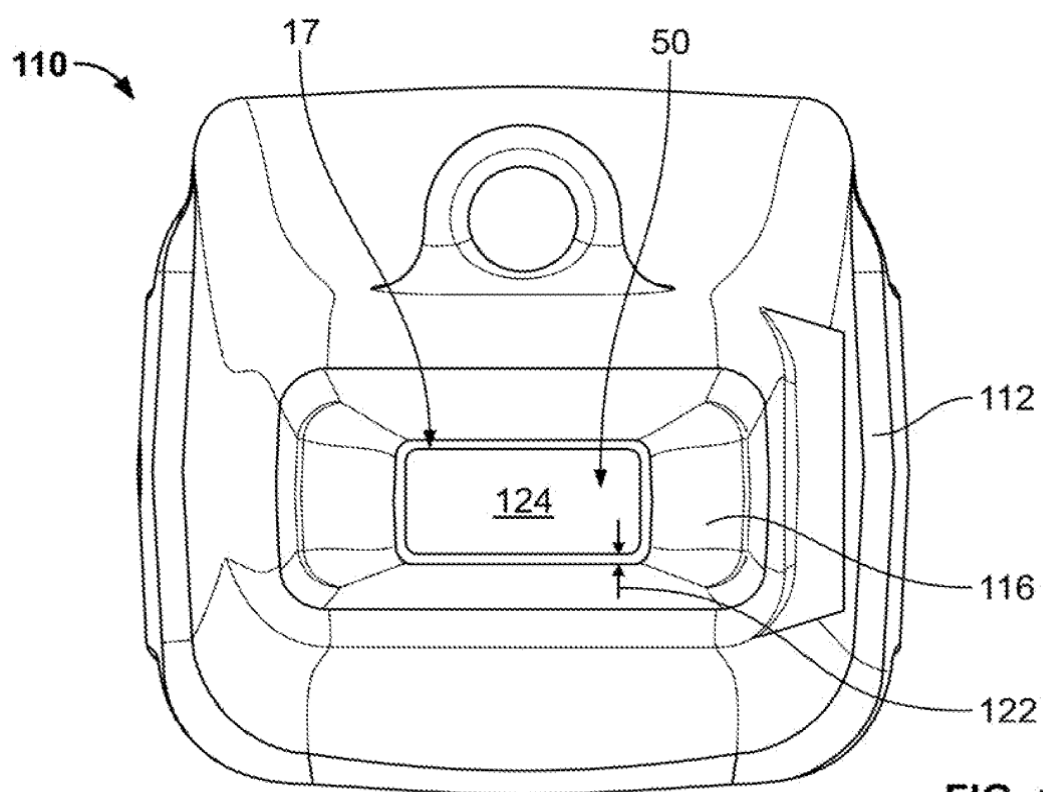


FIG. 10

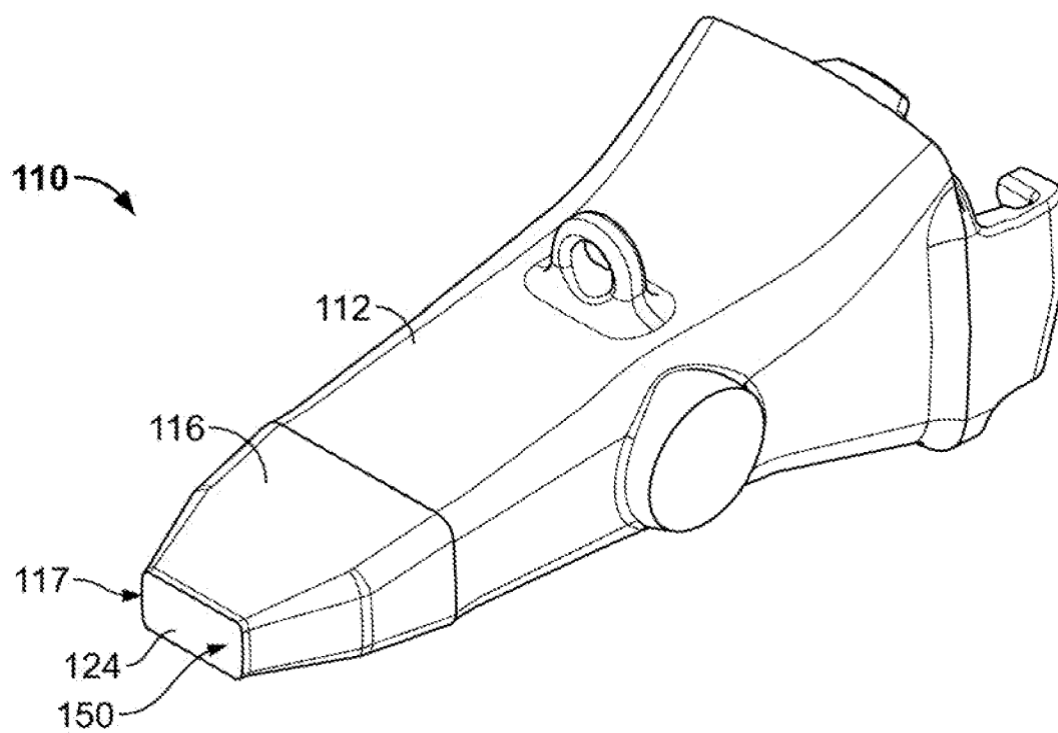


FIG. 11

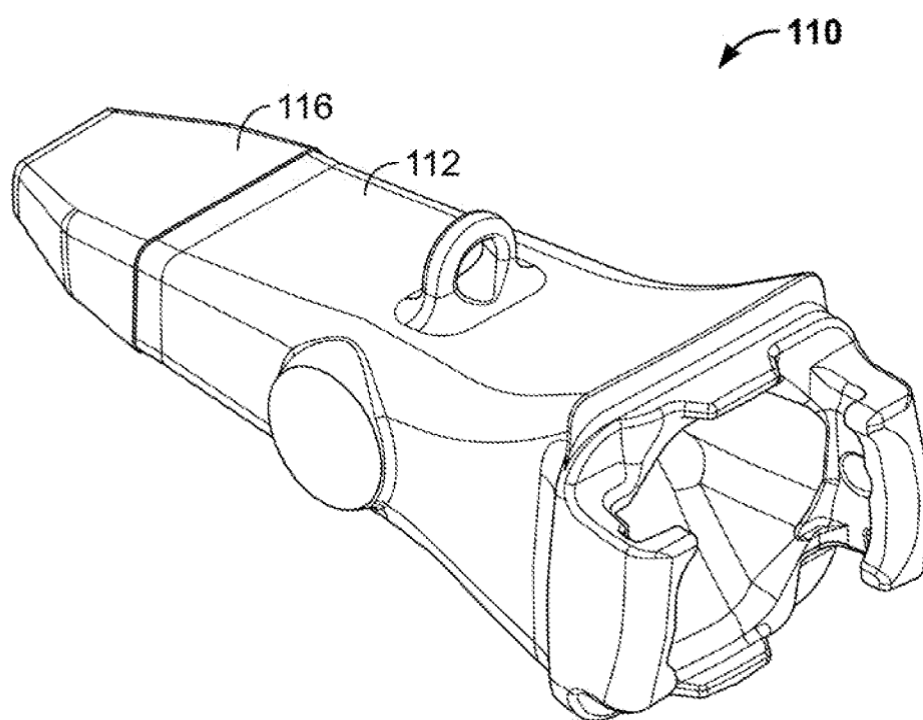
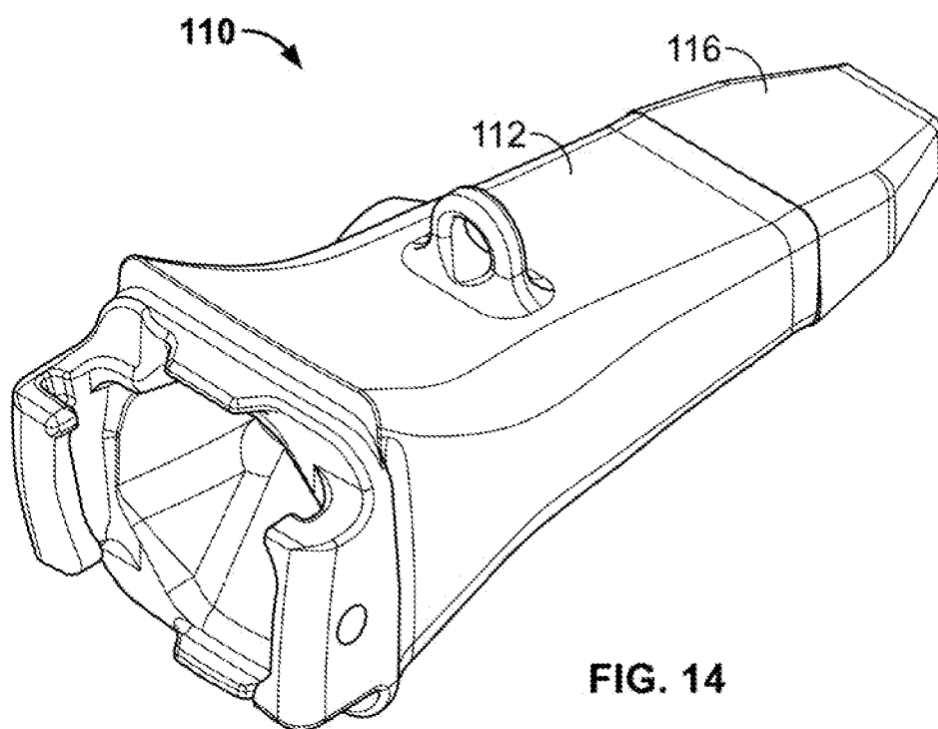
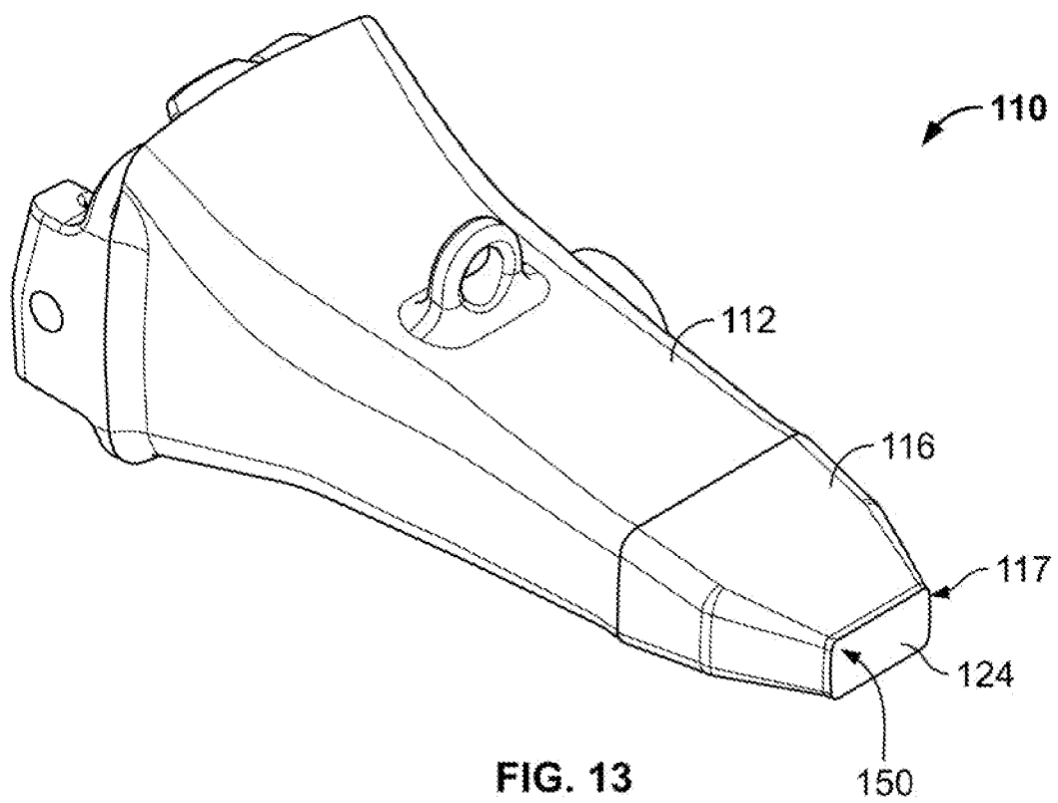


FIG. 12



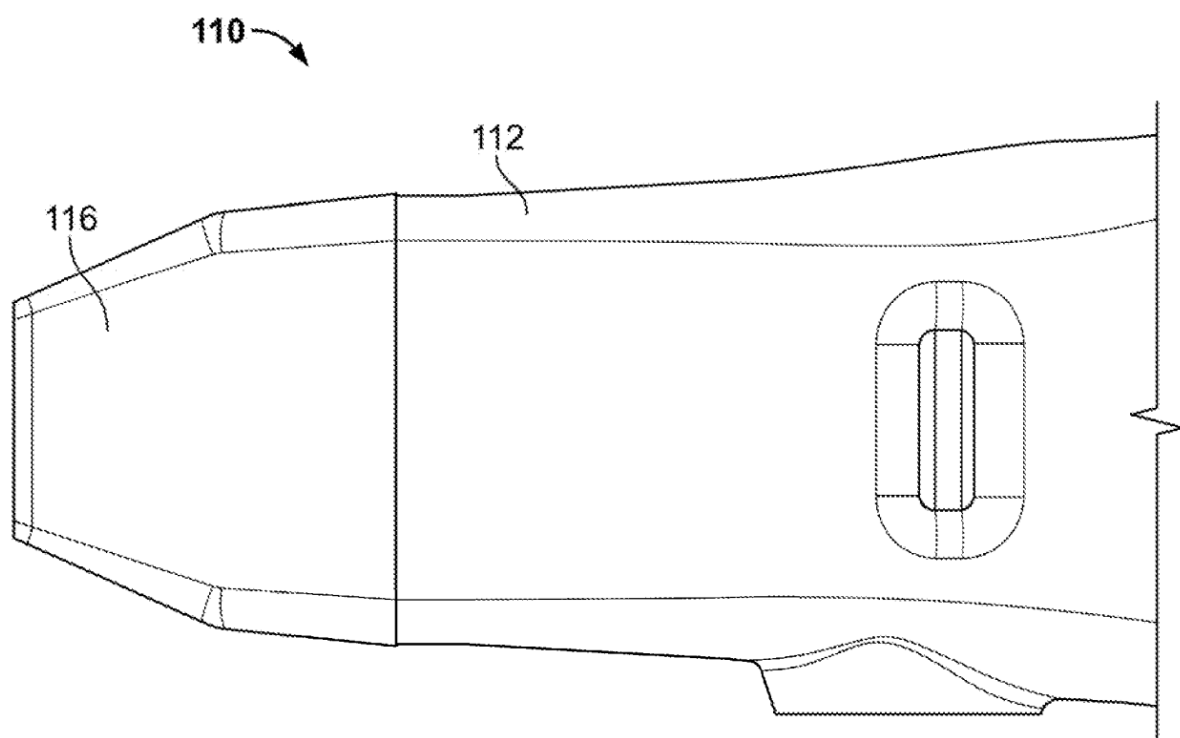


FIG. 15

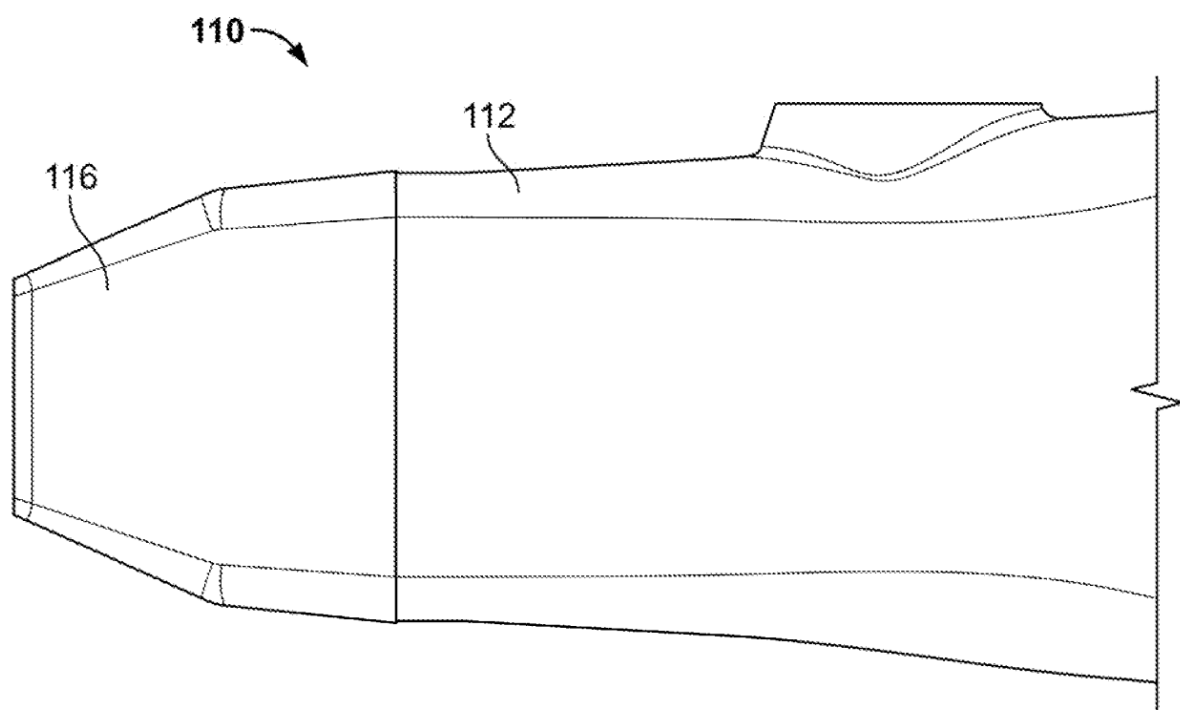


FIG. 16

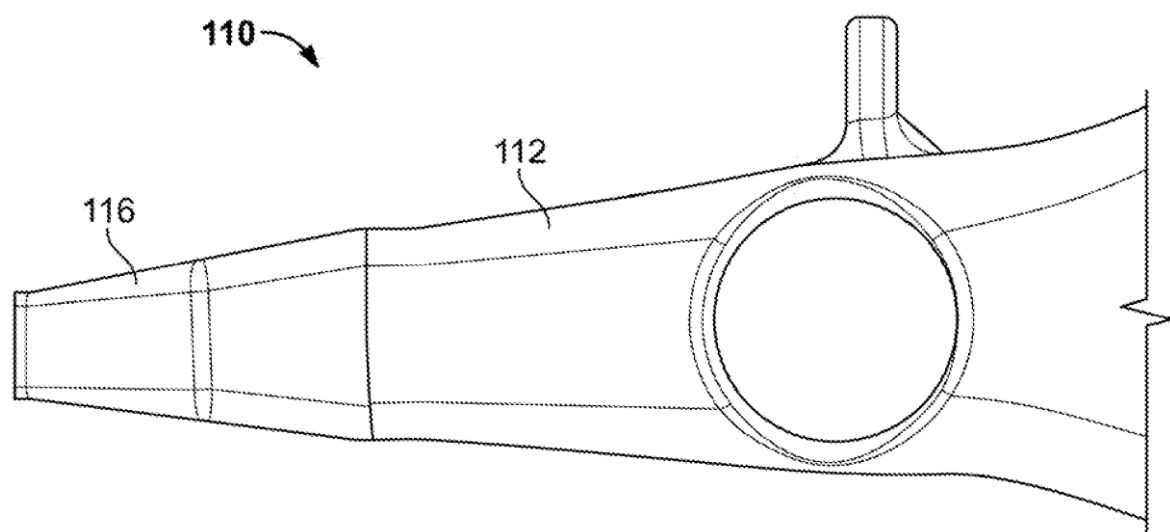


FIG. 17

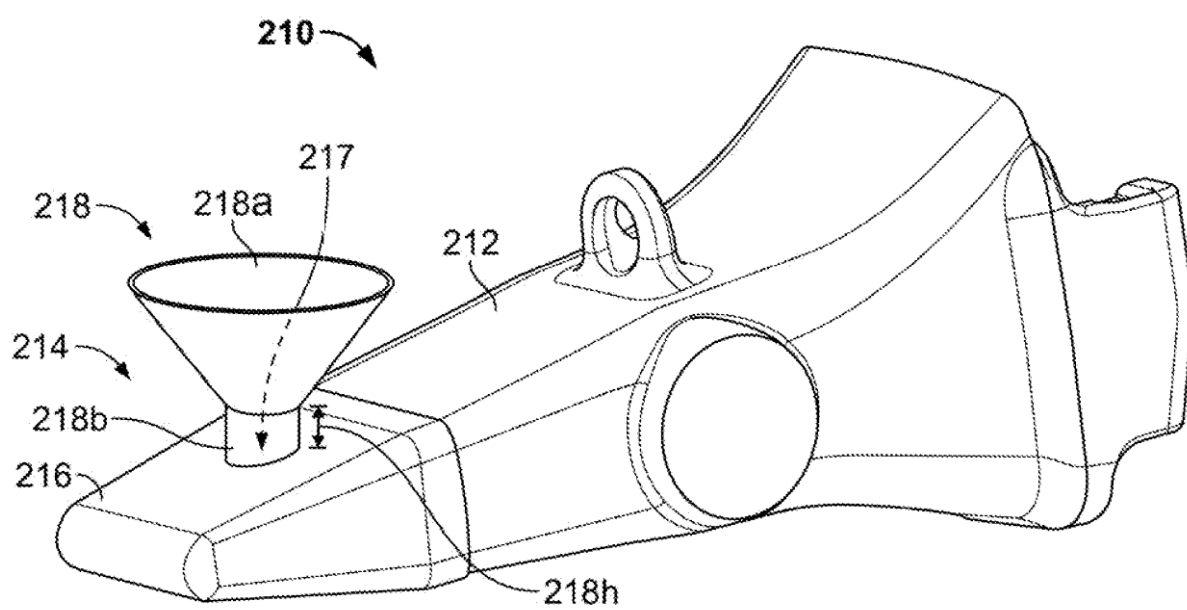


FIG. 18

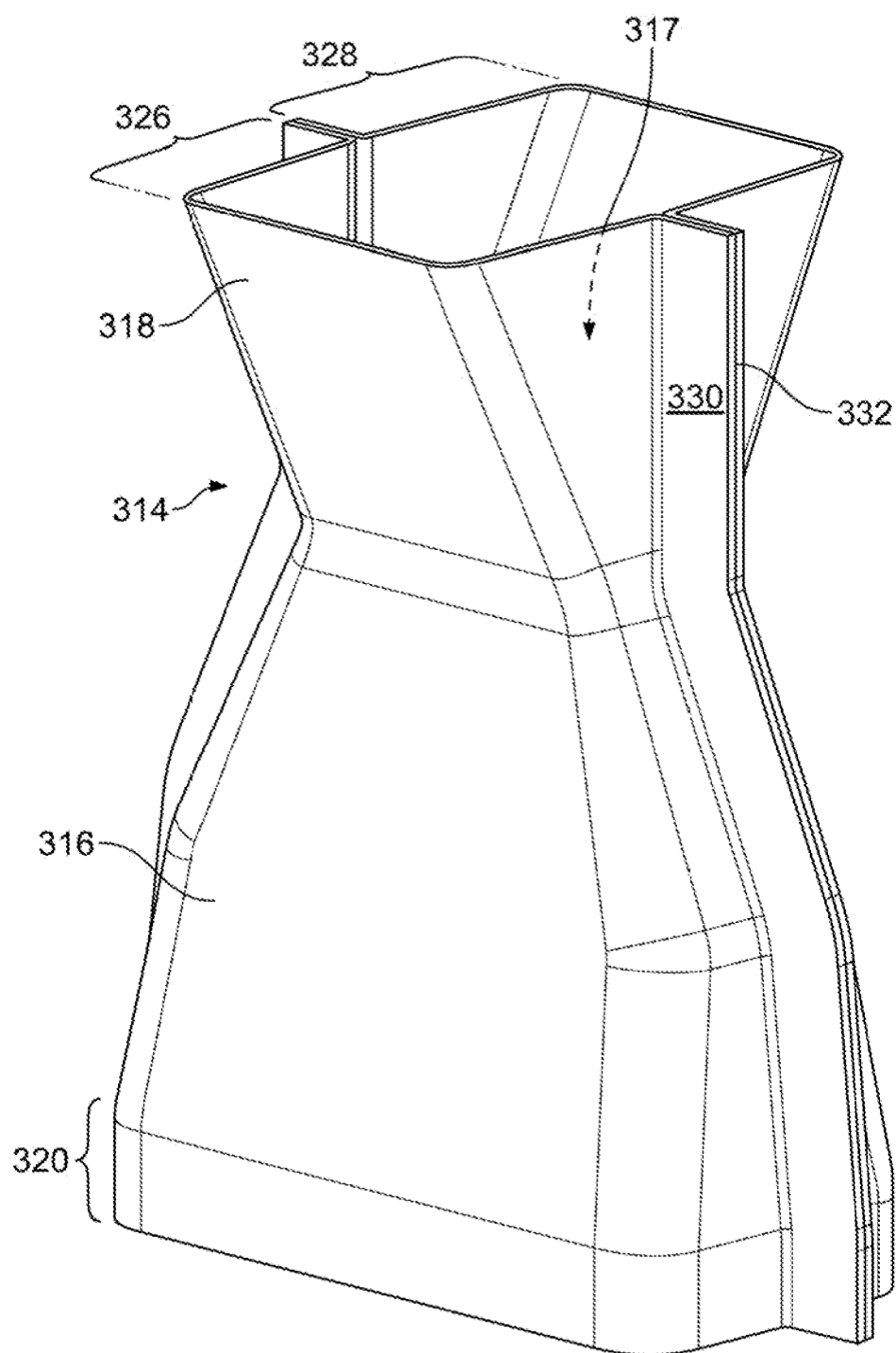


FIG. 19

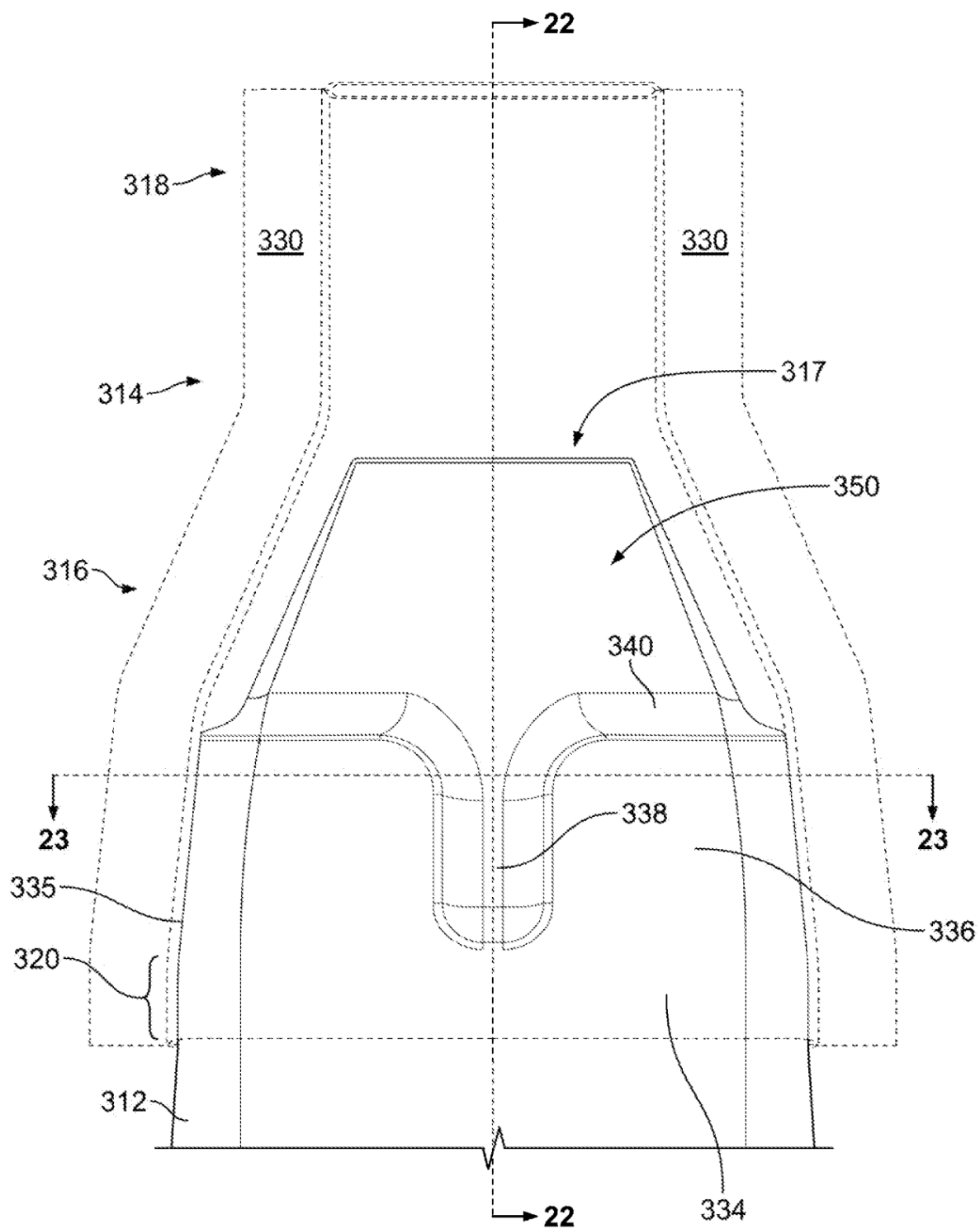


FIG. 20

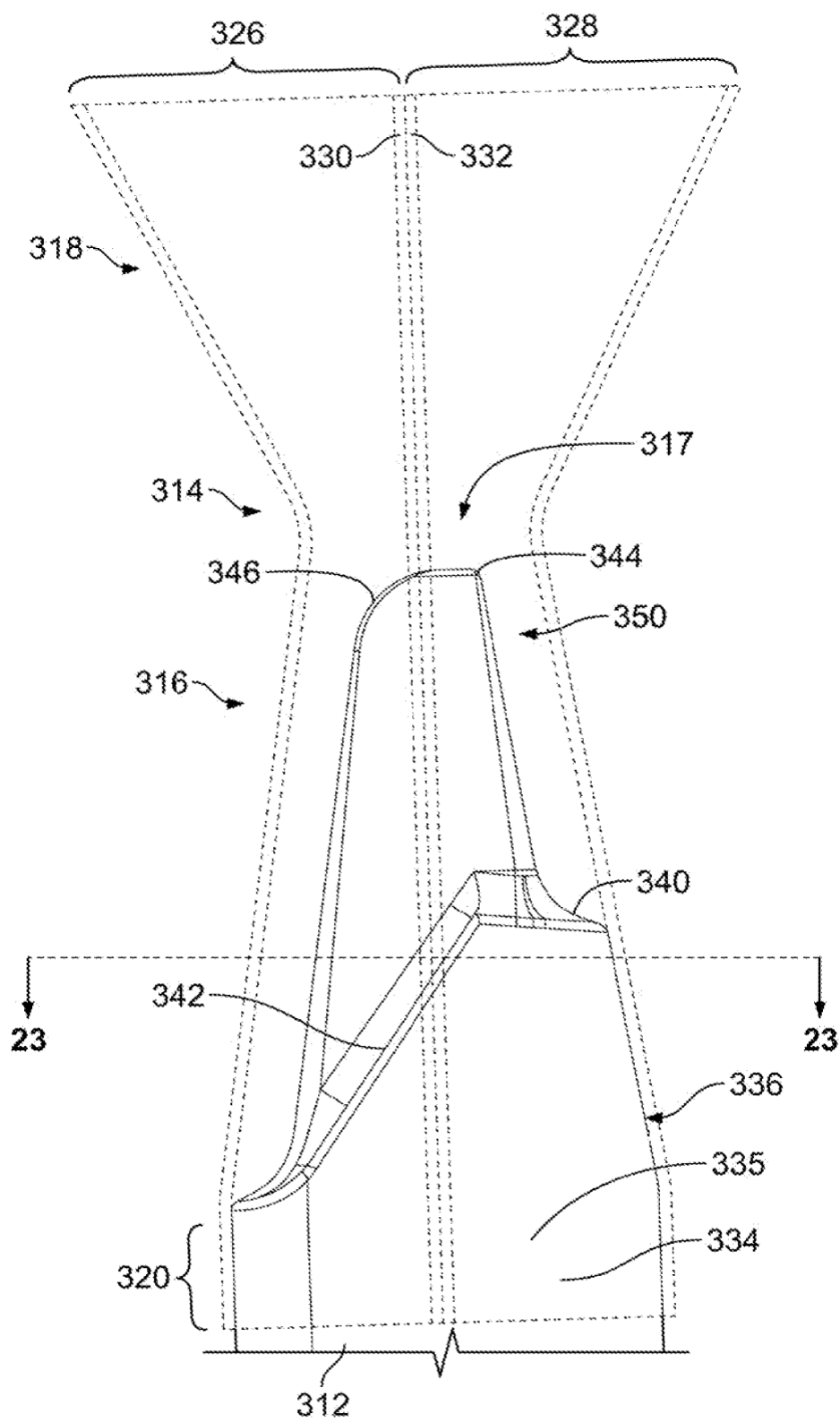
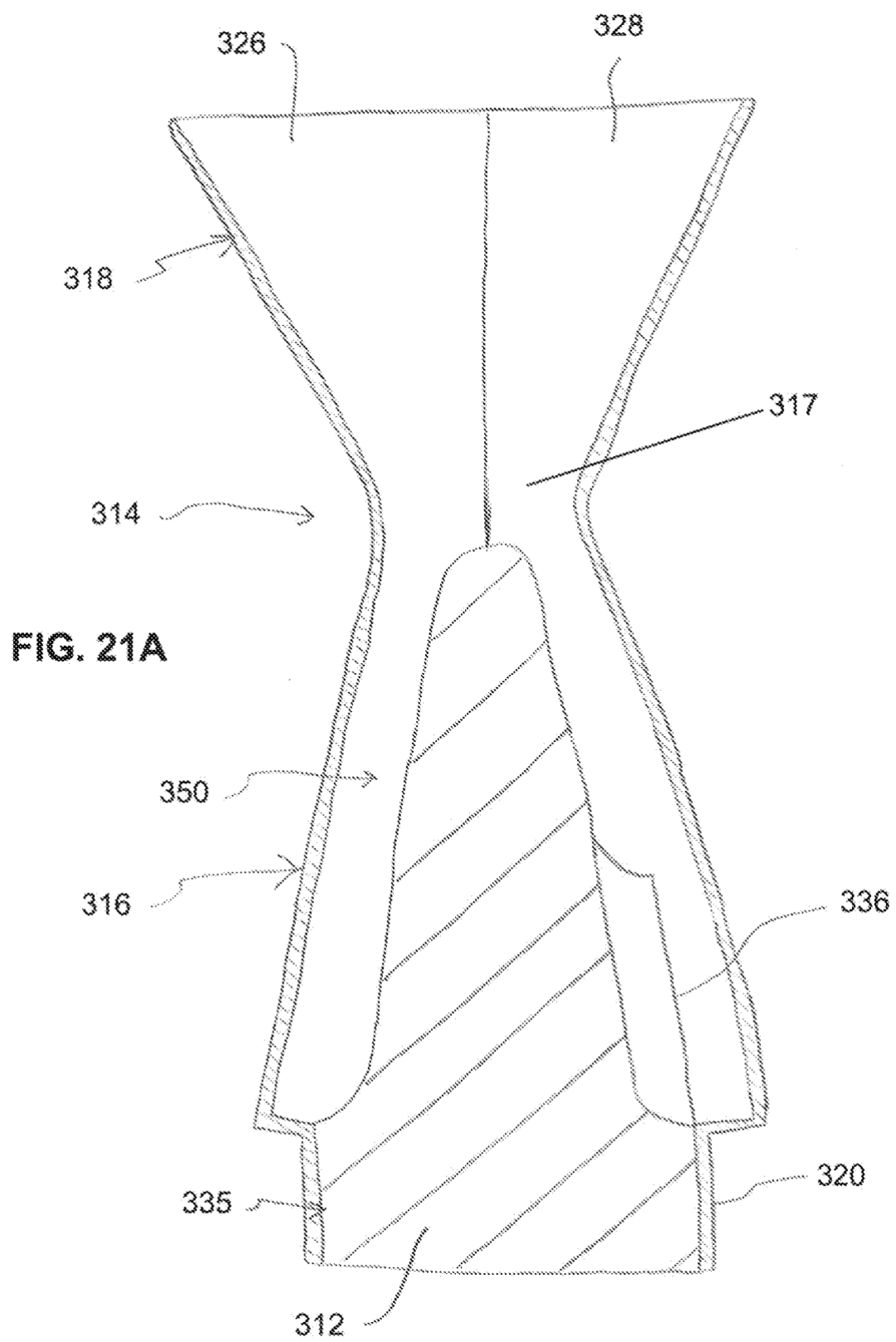


FIG. 21



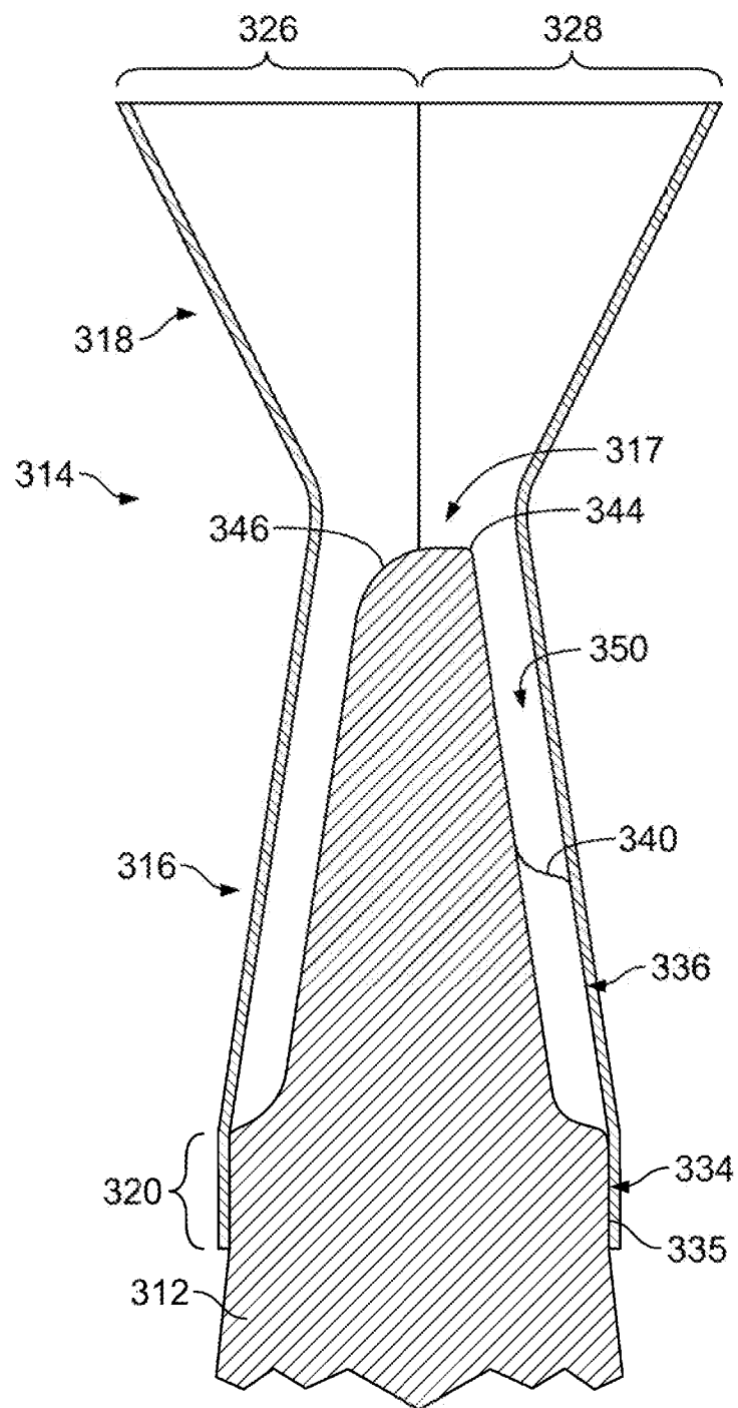


FIG. 22

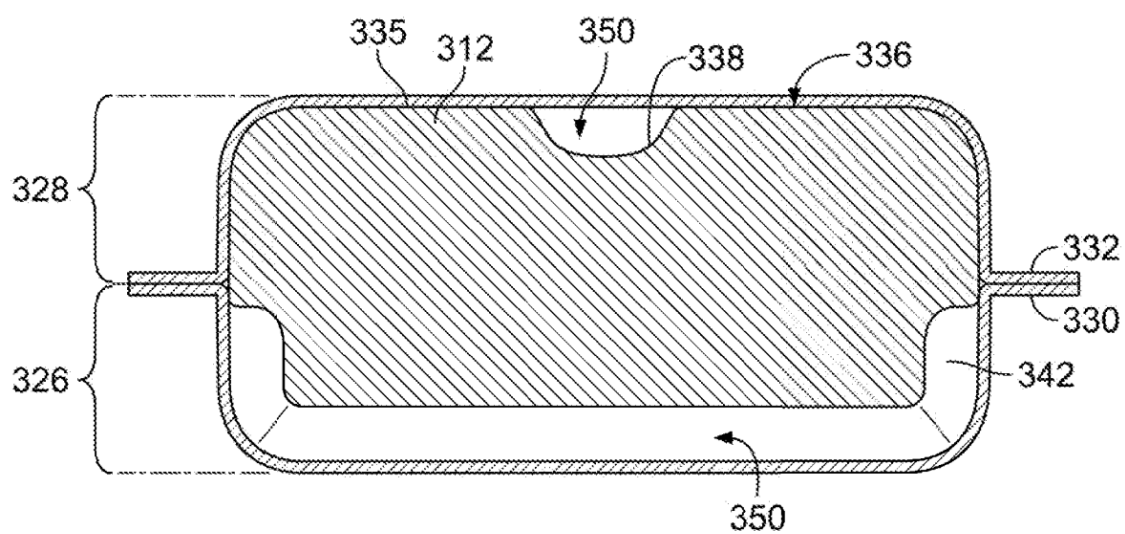


FIG. 23

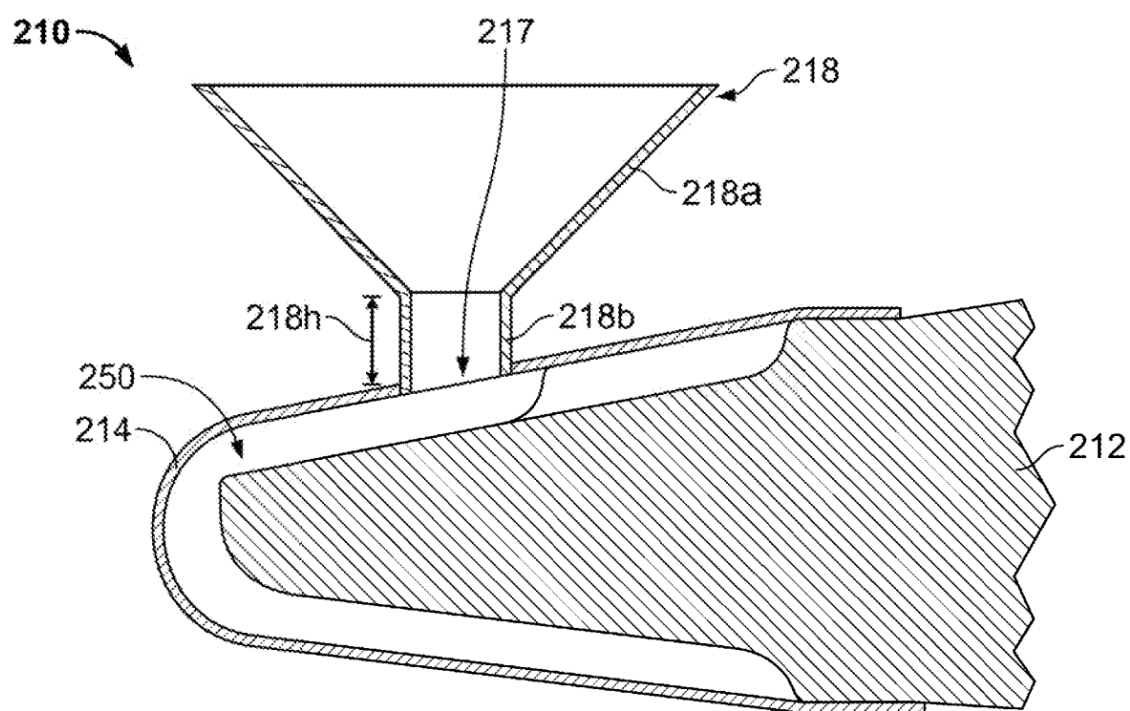


FIG. 24

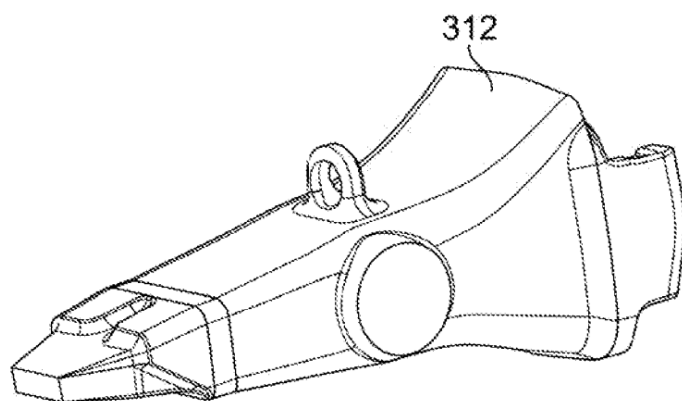


FIG. 25A

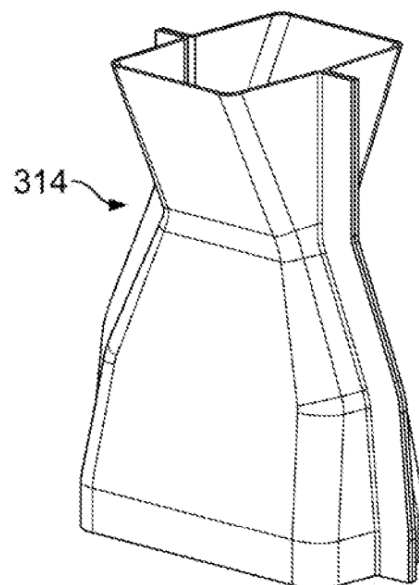


FIG. 25B

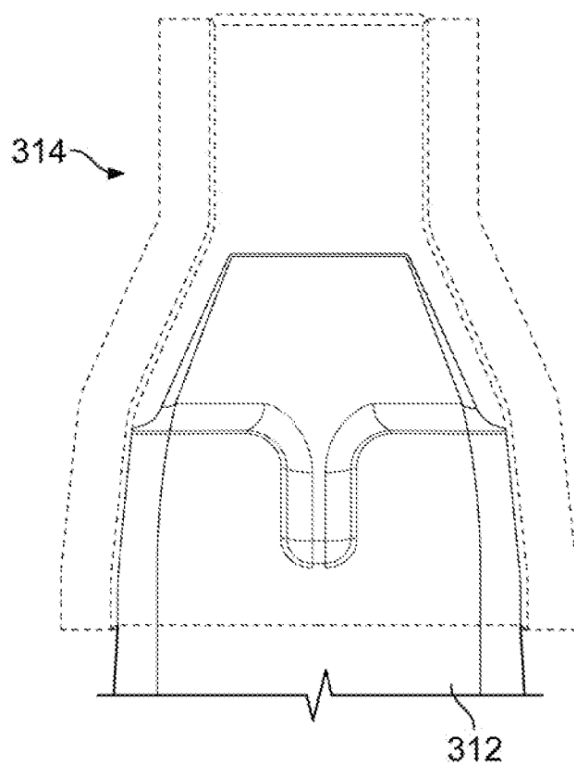


FIG. 25C

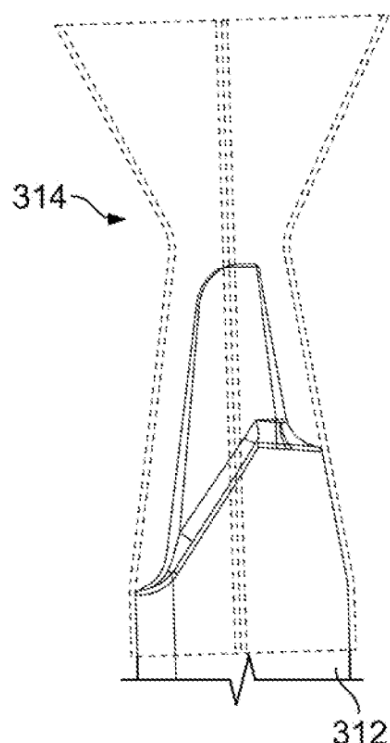


FIG. 25D

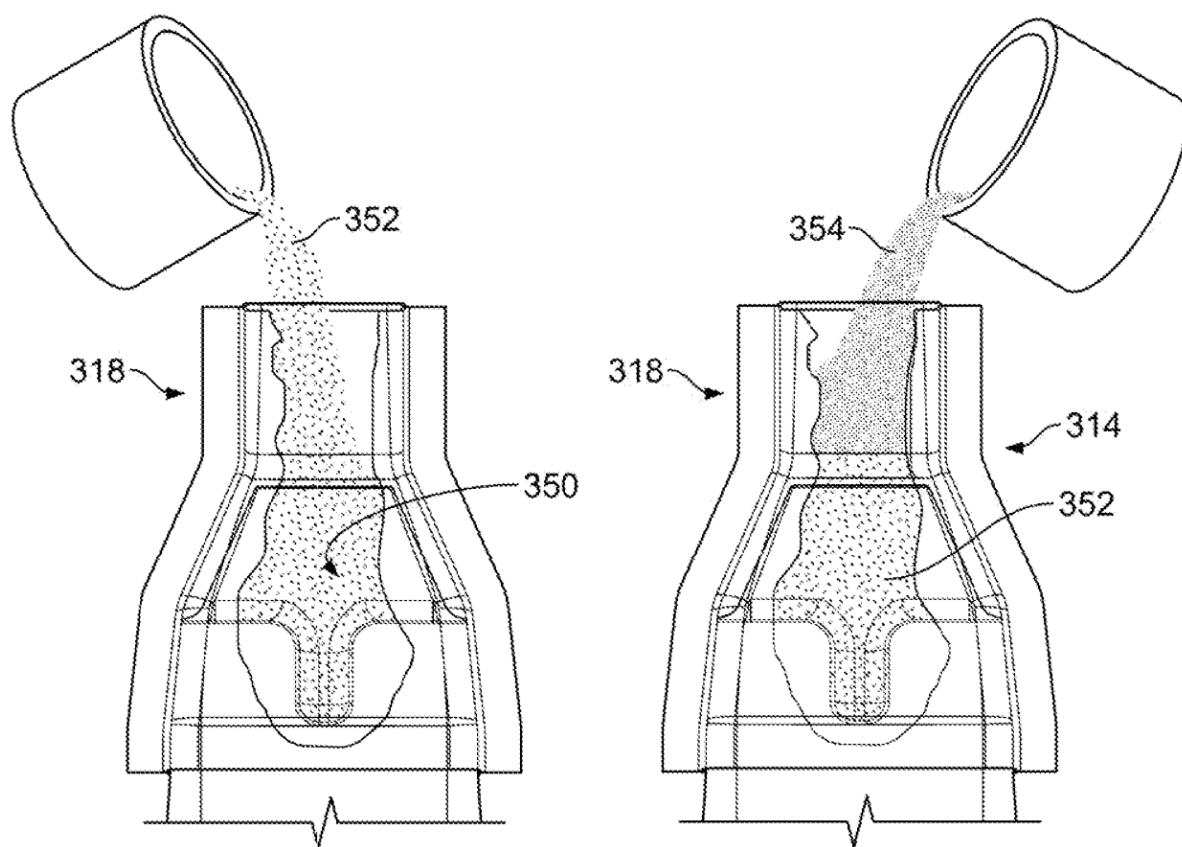


FIG. 25E

FIG. 25F

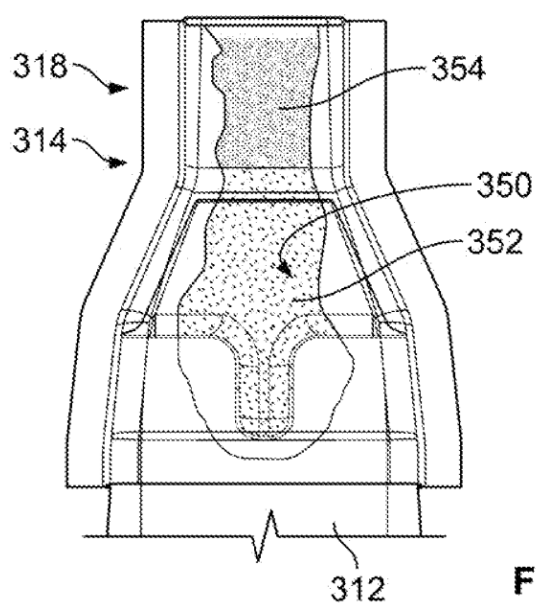


FIG. 25G

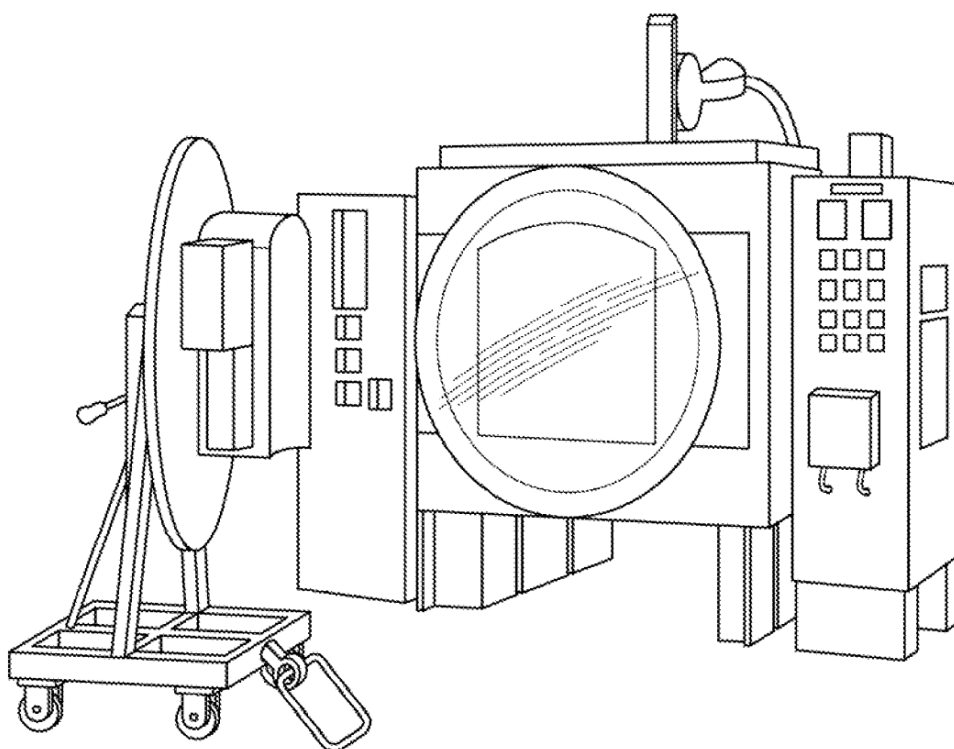


FIG. 25H

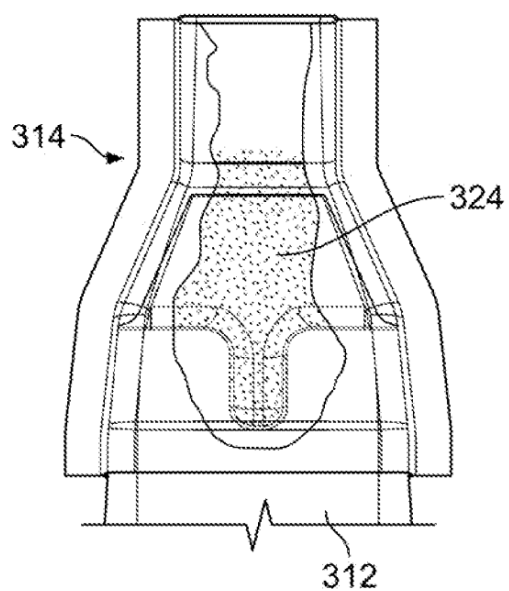


FIG. 25I

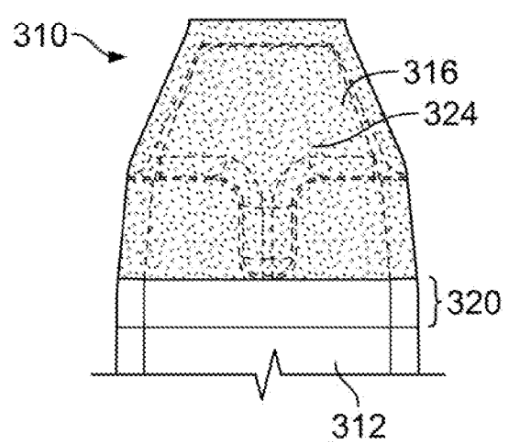


FIG. 25J

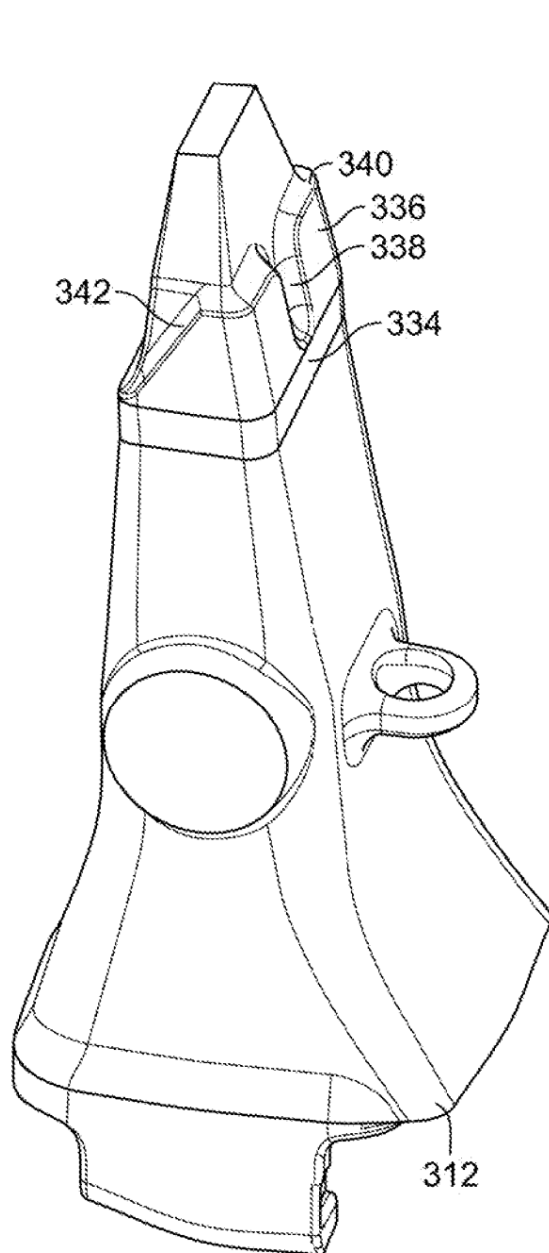


FIG. 26

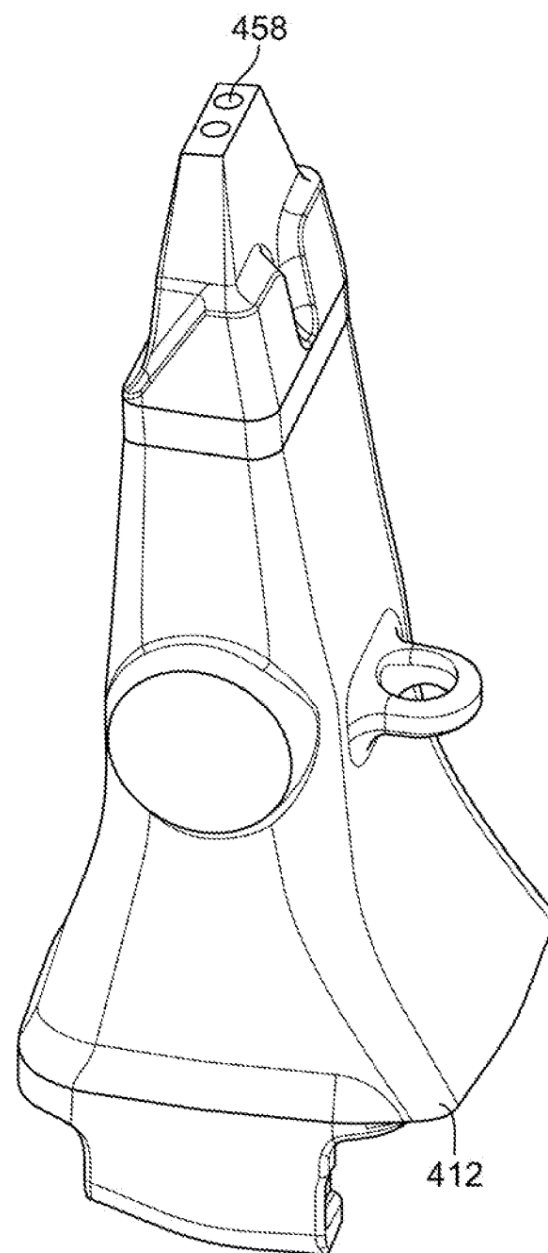
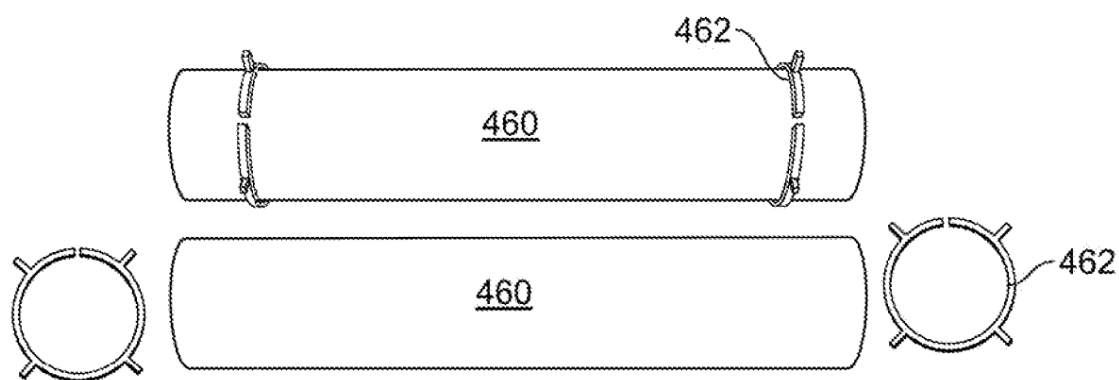
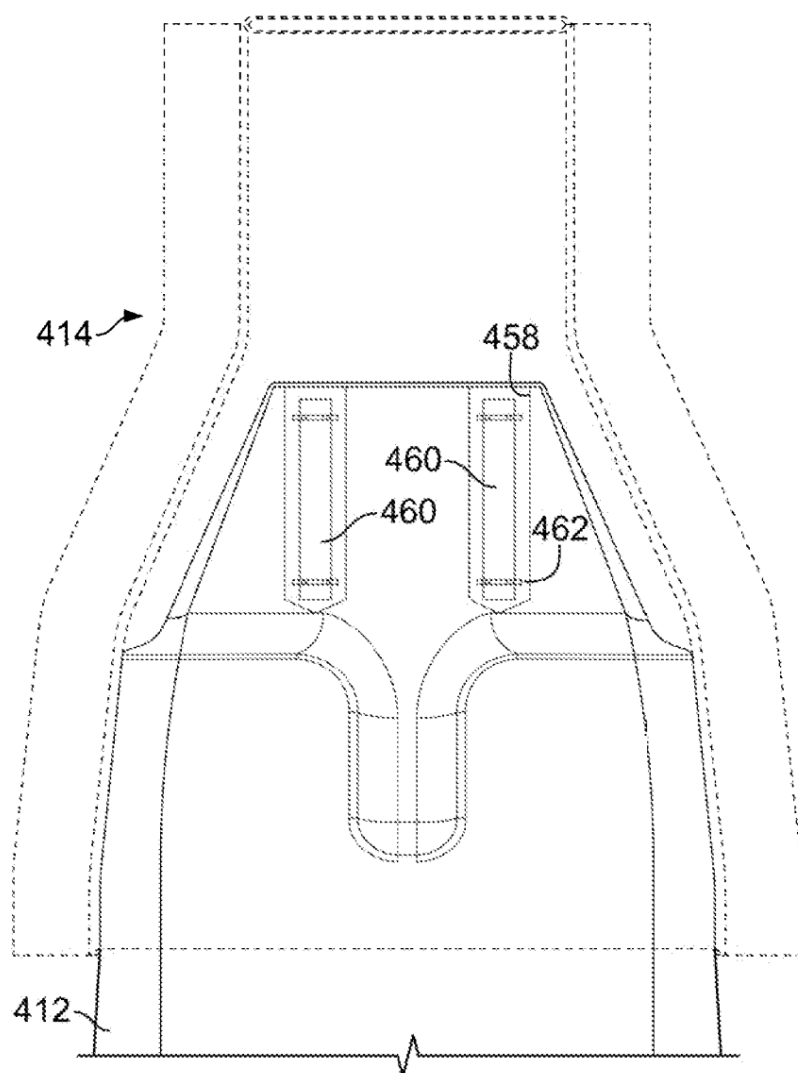
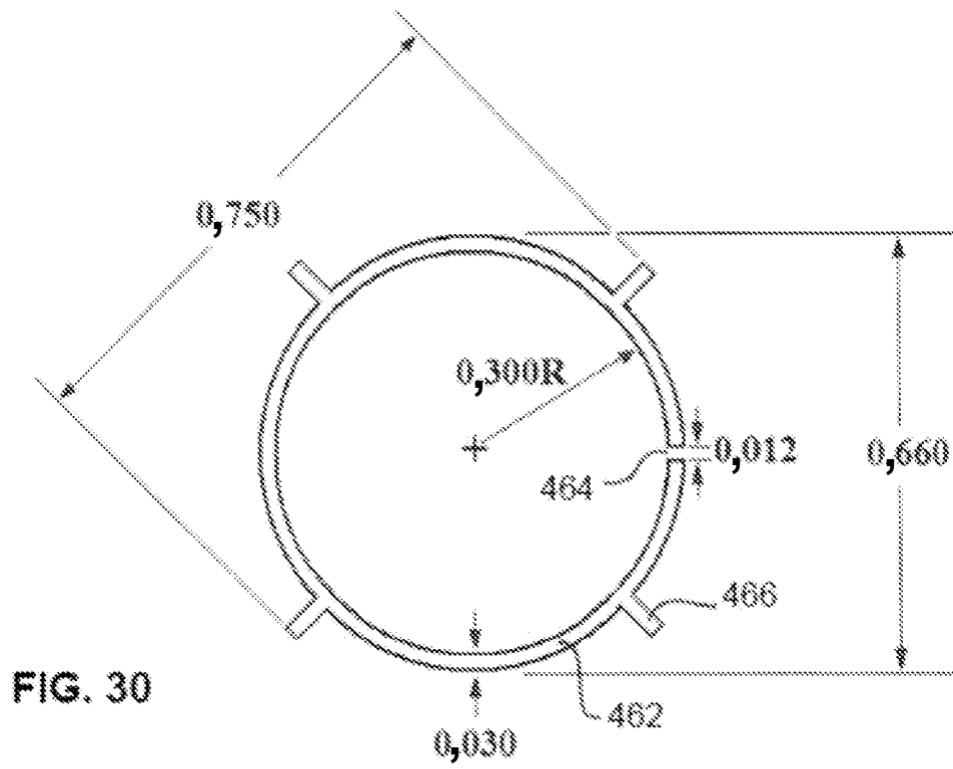


FIG. 27





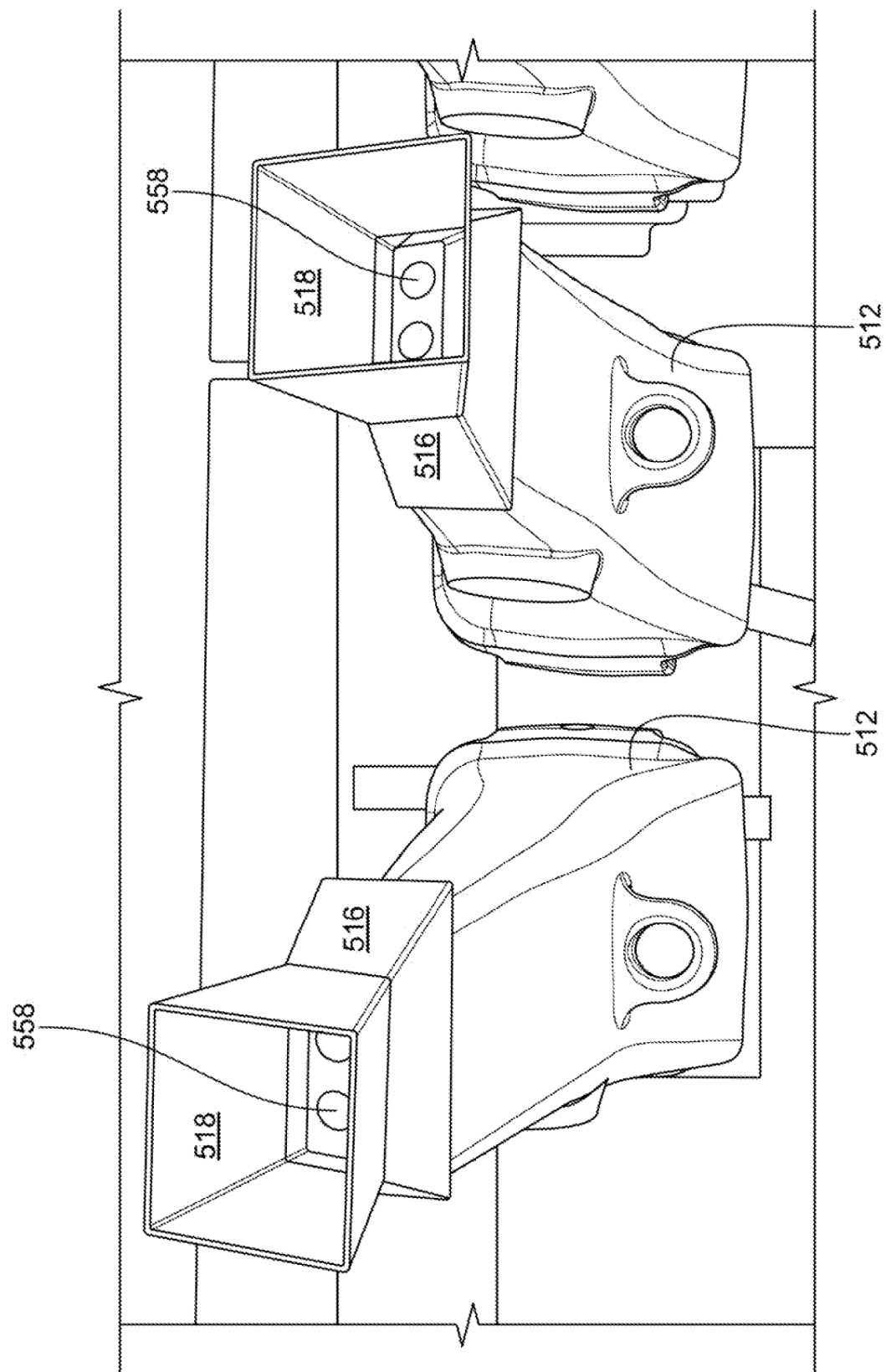


FIG. 31

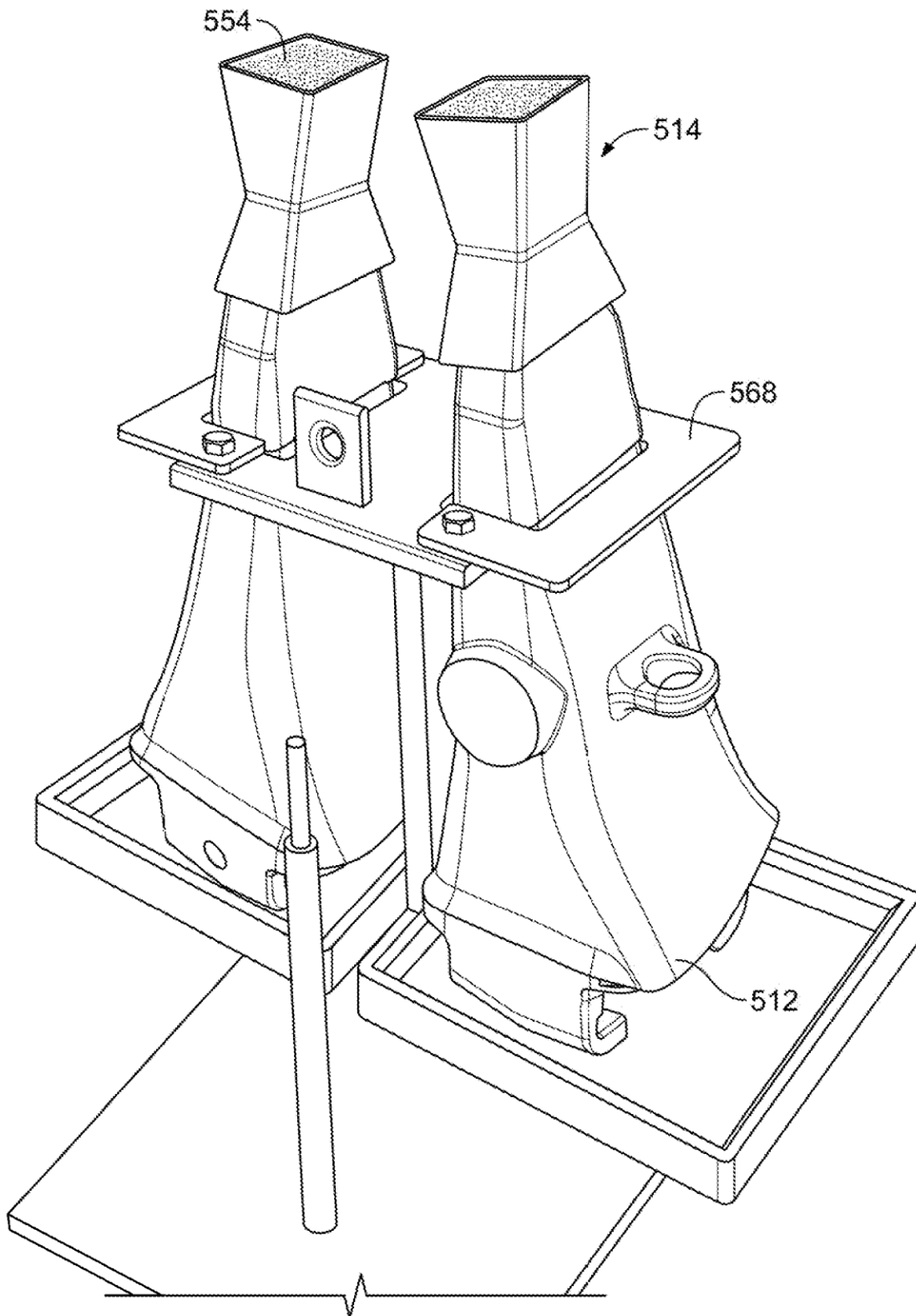


FIG. 32

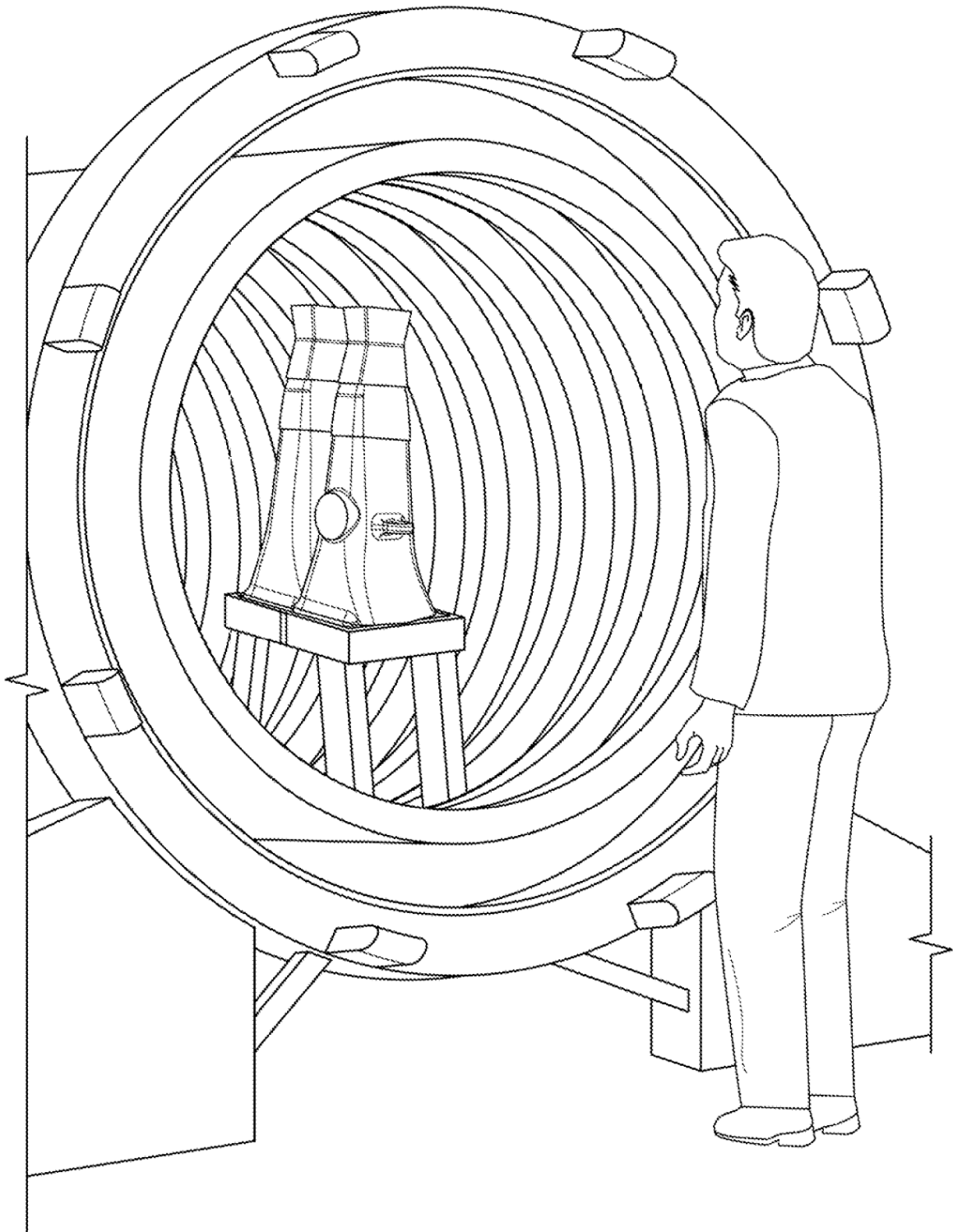


FIG. 33

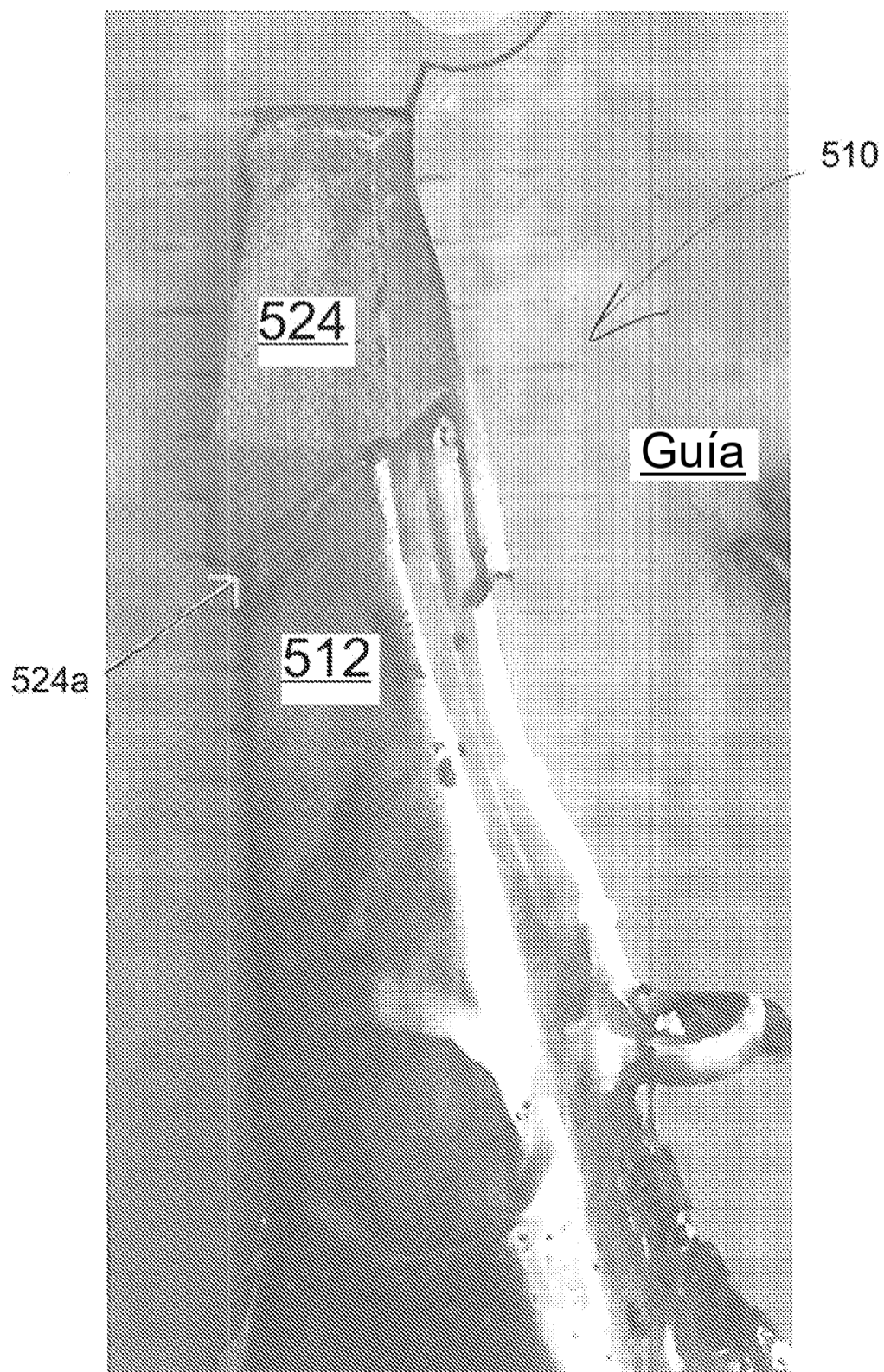


FIG. 34

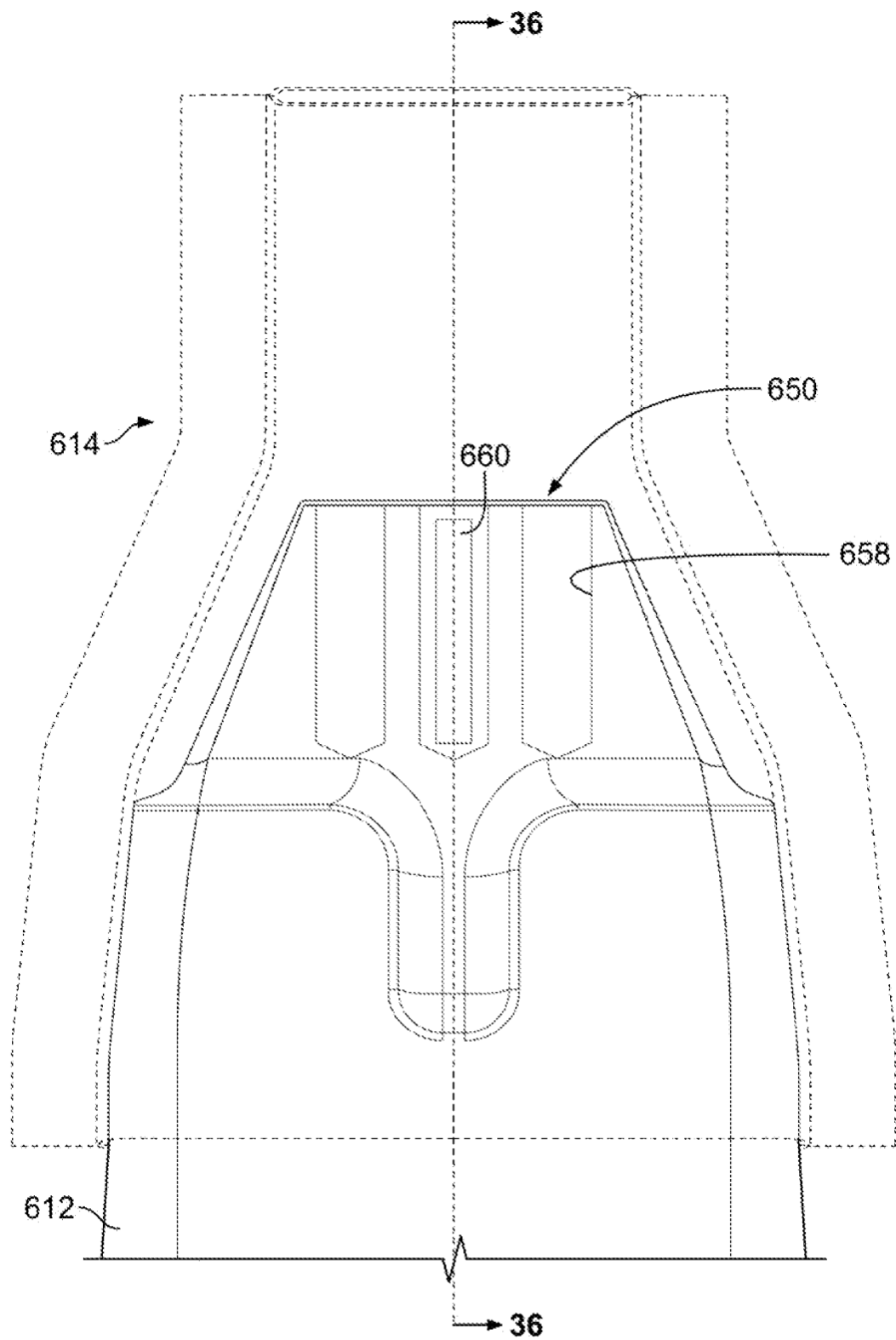


FIG. 35

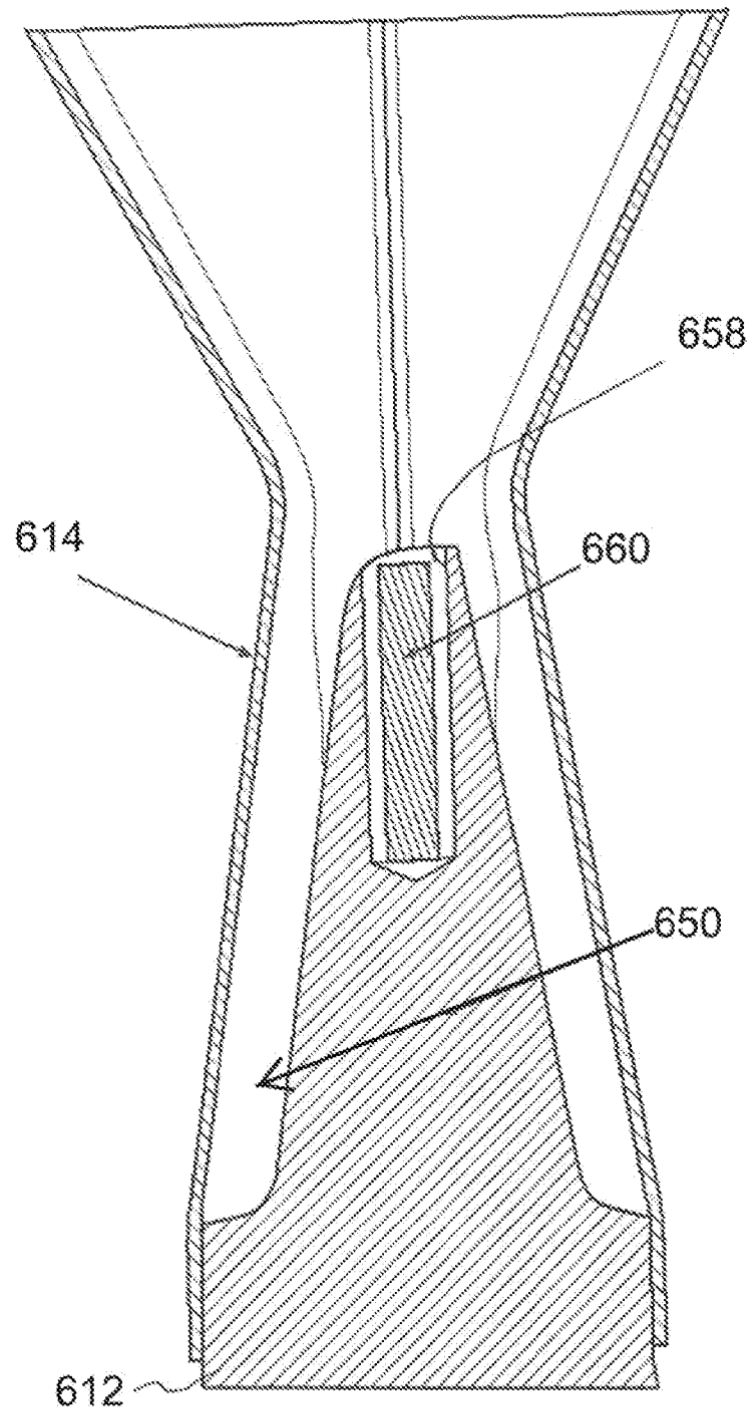


FIG. 36

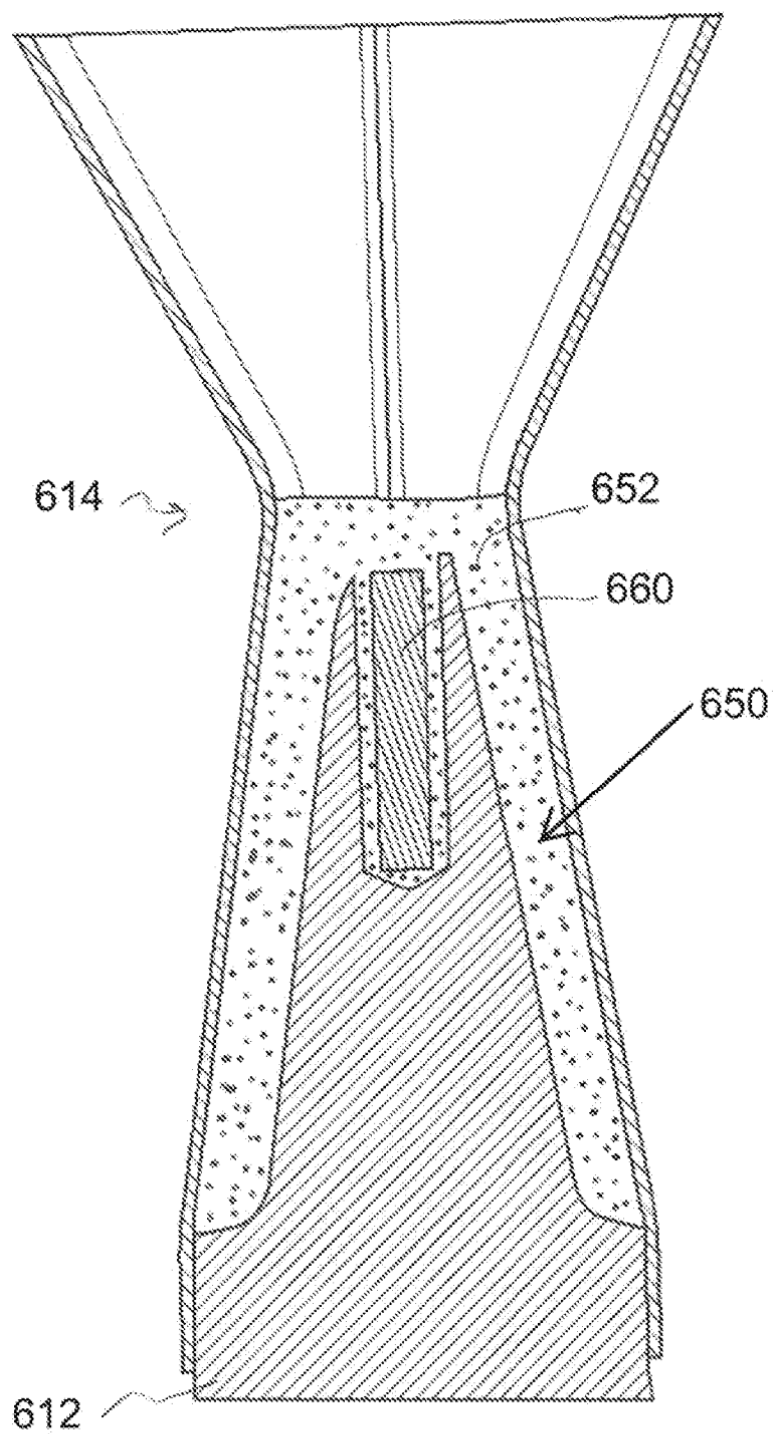


FIG. 37

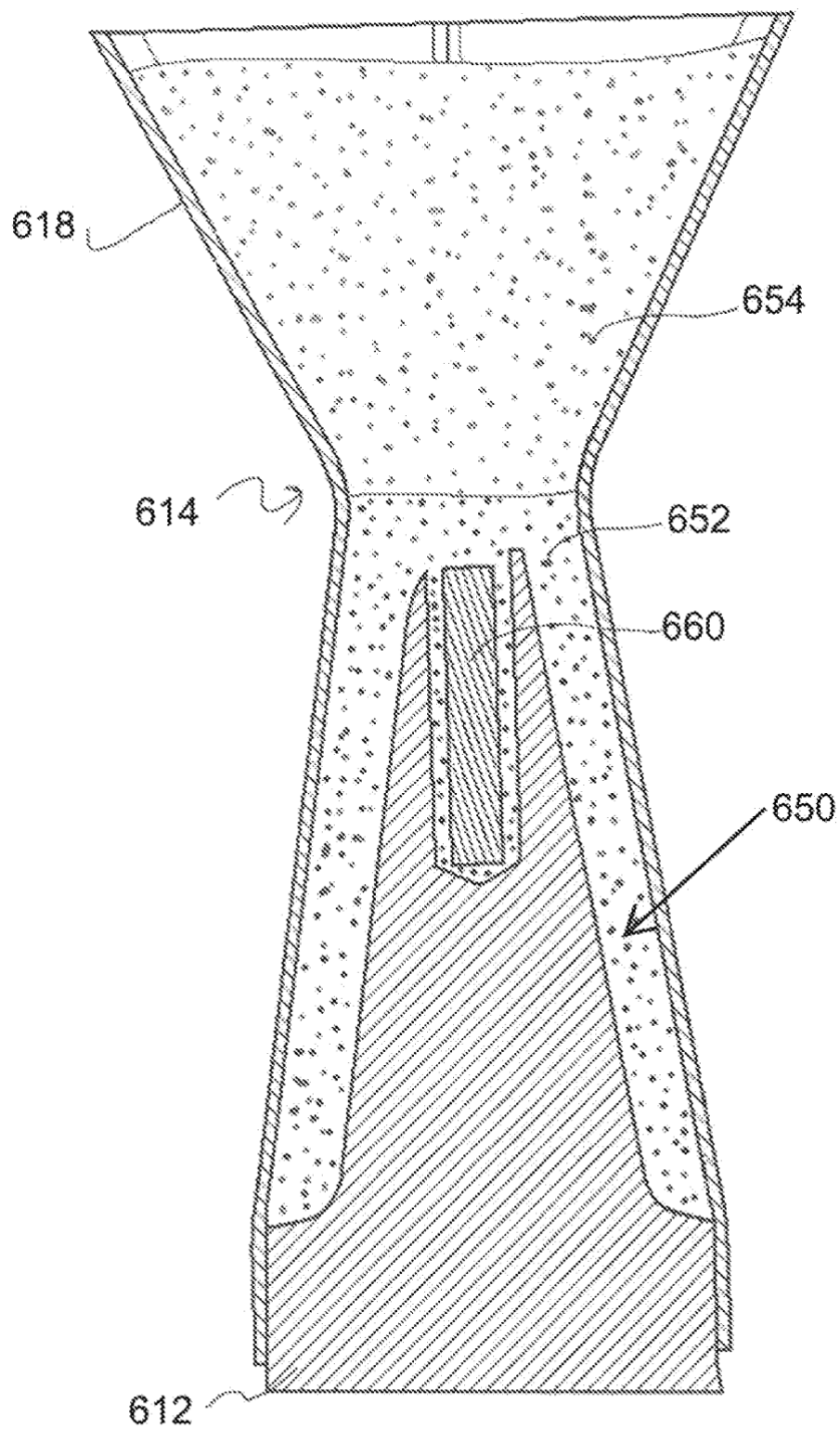


FIG. 38

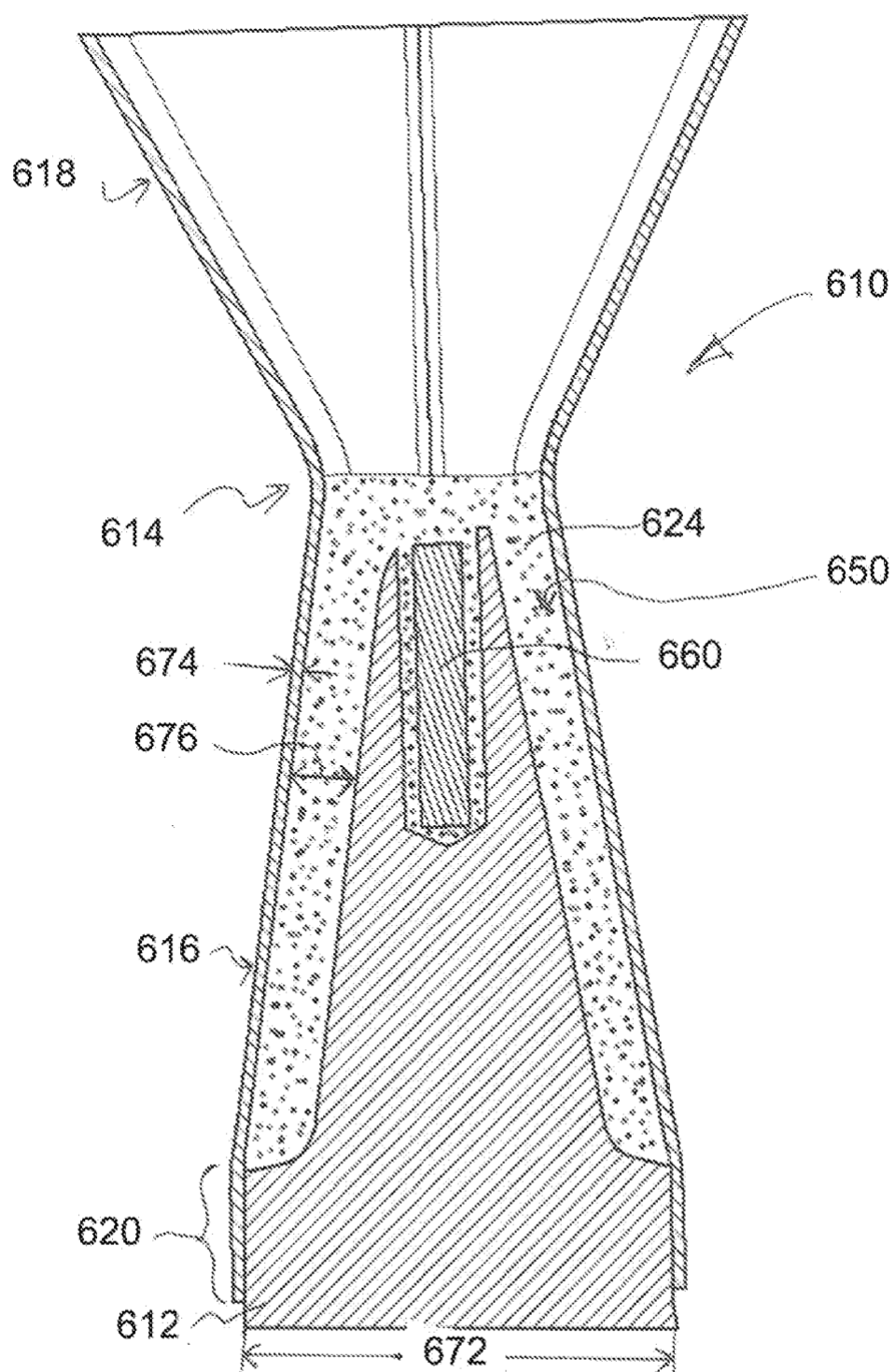


FIG. 39

Carburo granulado y polvo de aleación para soldadura fuerte vertidos en la cápsula

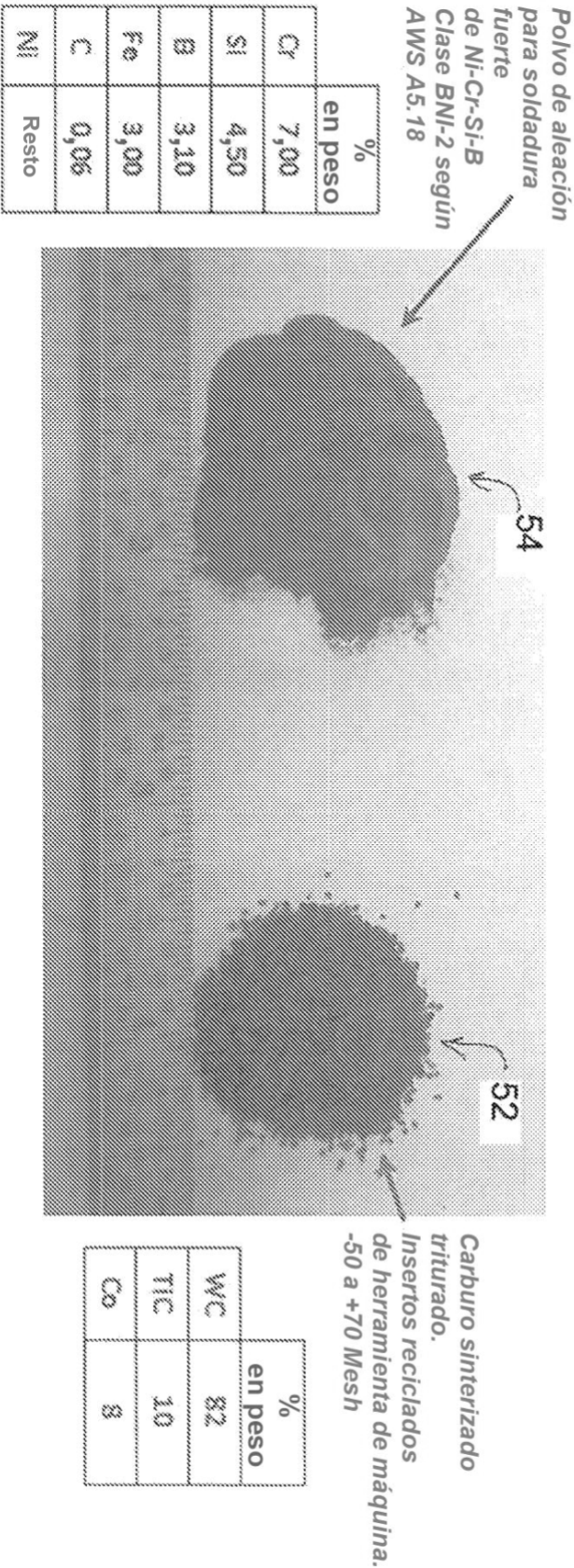
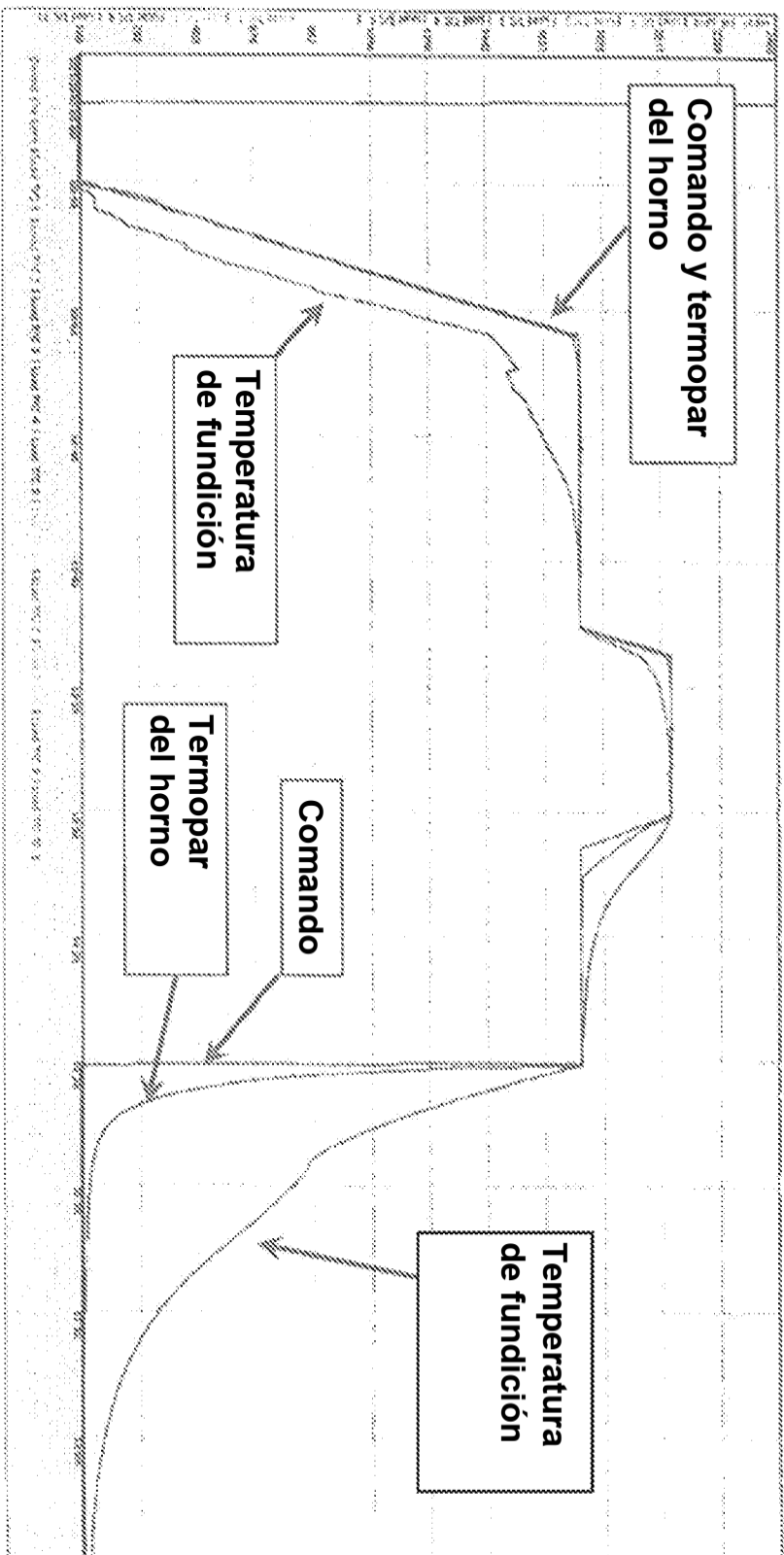


FIG. 40

Ciclo térmico del horno



Ciclo de 7 horas

FIG. 41

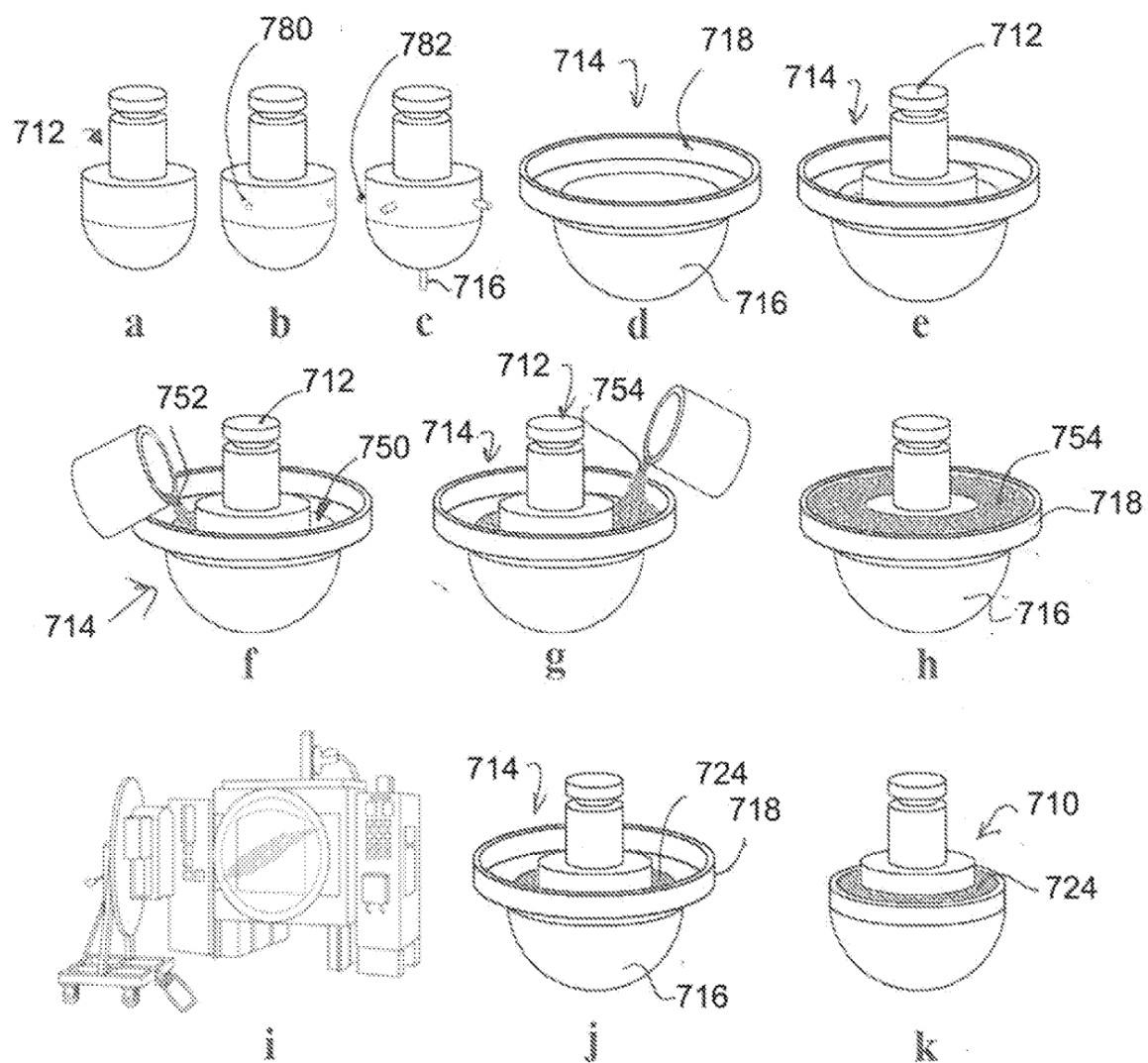


FIG. 42

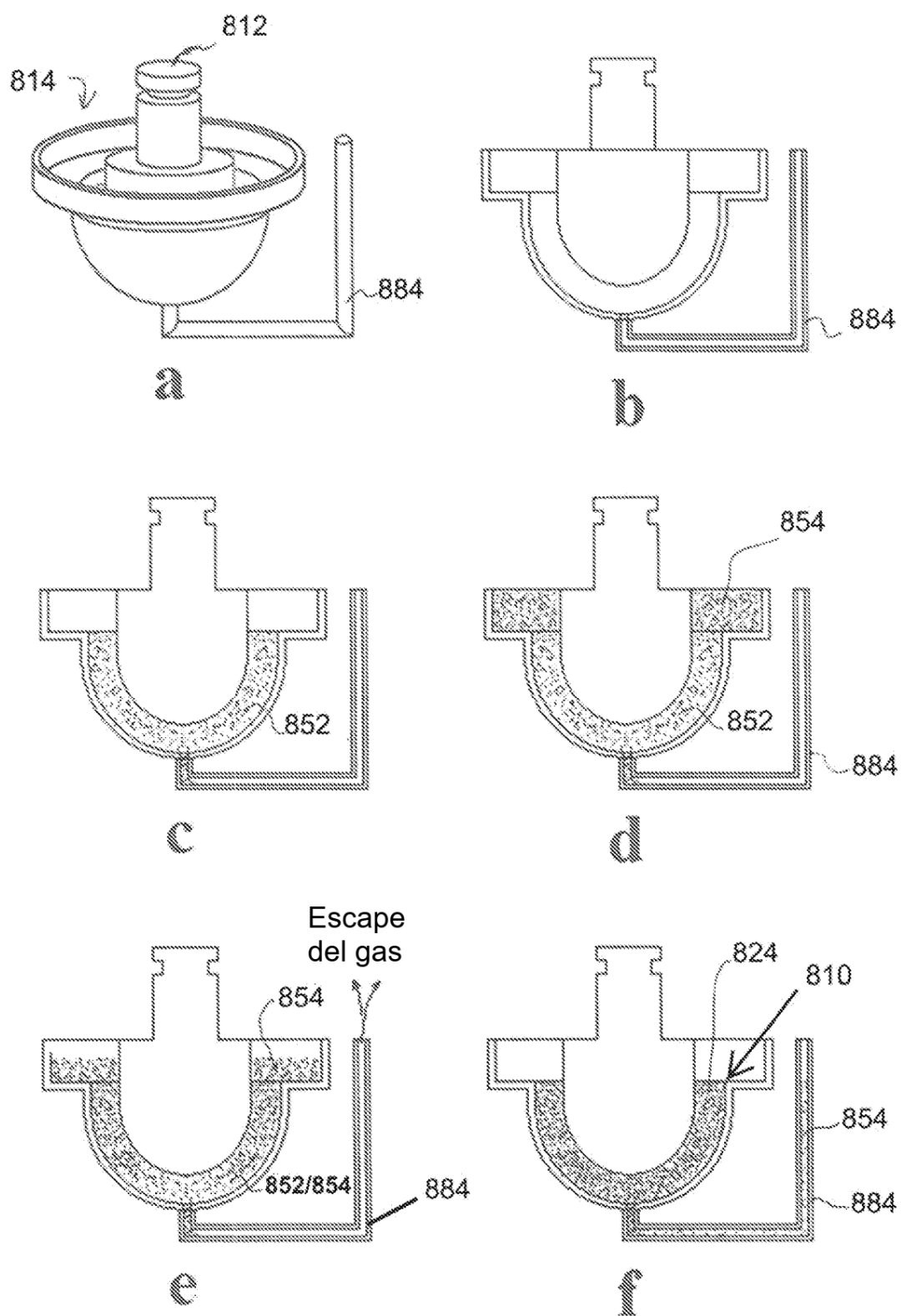


FIG. 43

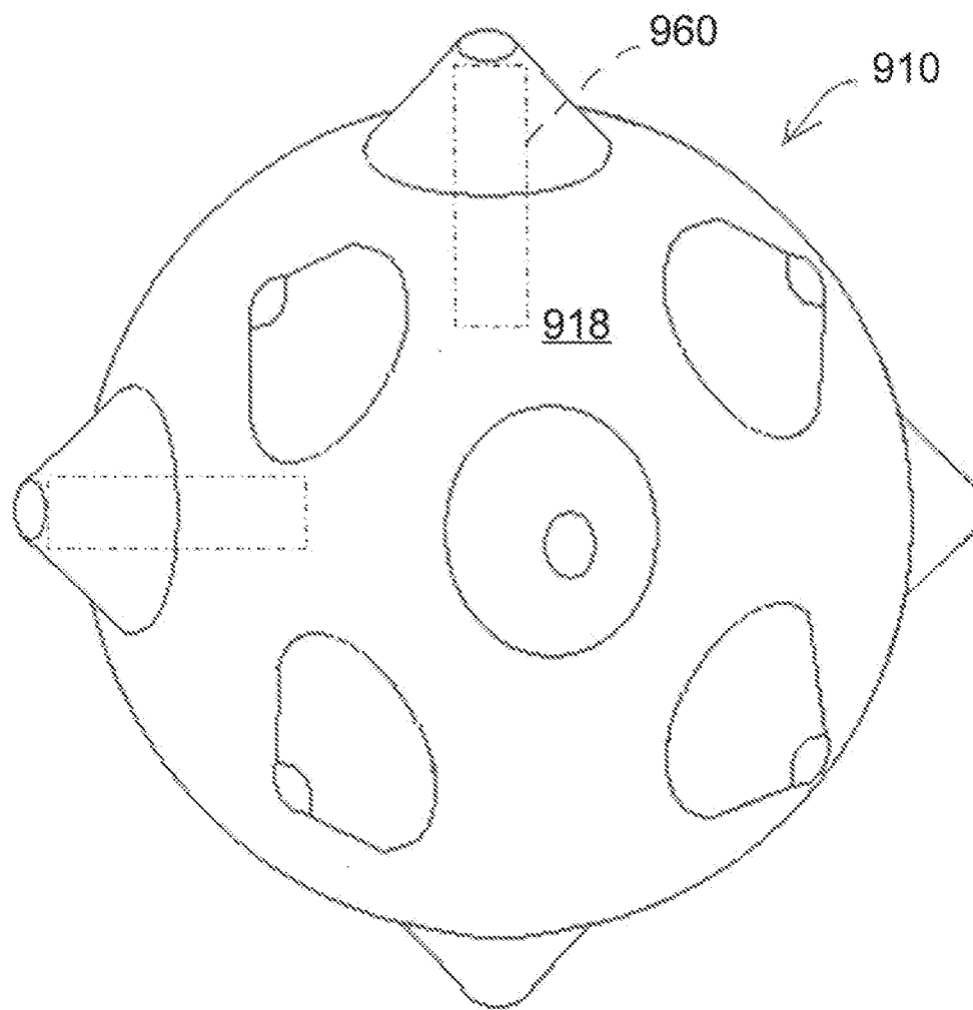


FIG. 44

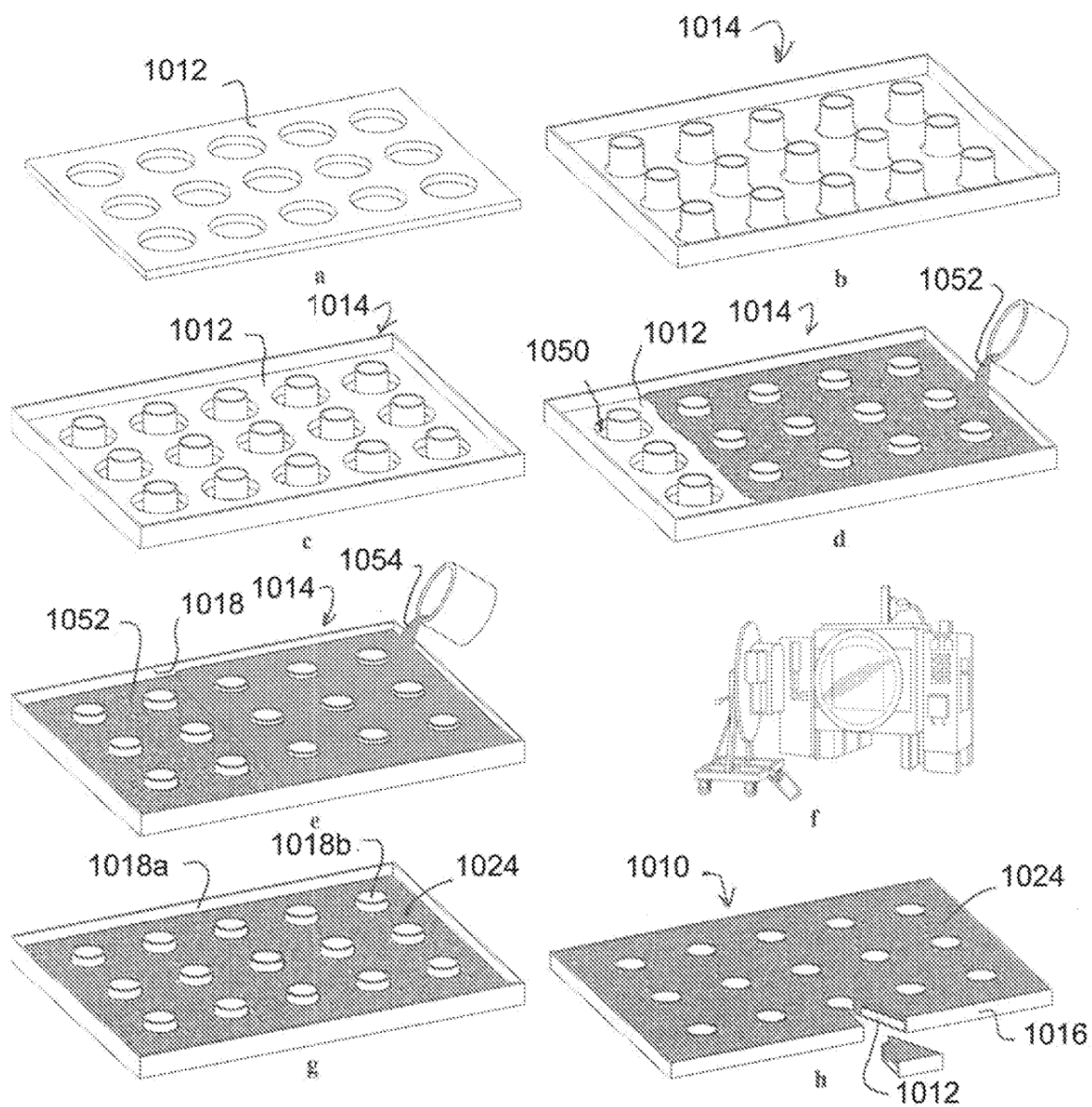


FIG. 45