

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 667 752**

51 Int. Cl.:

E01F 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.04.2014 PCT/US2014/033459**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.10.2014 WO14172158**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.04.2014 E 14785620 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 2986780**

54 Título: **Sistema de puente de hormigón**

30 Prioridad:

15.04.2013 US 201361811905 P
24.03.2014 US 201414223616

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

14.05.2018

73 Titular/es:

CONTECH ENGINEERED SOLUTIONS LLC
(100.0%)
9025 Centre Pointe Drive, Suite 400
West Chester, OH 45069, US

72 Inventor/es:

ASTON, SCOTT, D.;
CARFAGNO, MICHAEL, G. y
CREAMER, PHILIP, A.

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 667 752 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).

SISTEMA DE PUENTE DE HORMIGÓN**DESCRIPCIÓN**

5 La presente solicitud se refiere a la técnica general de la ingeniería estructural, de puentes y geotécnica, y al campo particular de estructuras de alcantarilla y puente de hormigón.

10 Las estructuras de puente sobreterraplenado se forman frecuentemente de hormigón armado prefabricado o colado *in situ* y se usan en el caso de puentes para soportar un primer camino sobre un segundo camino, que puede ser una vía navegable, una vía de tráfico o, en el caso de otras estructuras, un espacio de almacenamiento subterráneo o similar (por ejemplo, para retención de aguas pluviales). El término "puente sobreterraplenado" se entenderá a partir de la enseñanza de la presente divulgación, y en general tal como se usa en el presente documento un puente sobreterraplenado es un puente formado de elementos o unidades de puente que descansan sobre unos cimientos con tierra o similares que descansan sobre los mismos y alrededor de los mismos para soportar y estabilizar la estructura y, en el caso de un puente, para proporcionar la superficie de (o superficie de soporte para) el primer camino.

20 En cualquier sistema usado para puentes, particularmente cruces fluviales, los ingenieros buscan una mezcla superior de abertura hidráulica y eficacia de materiales. En el pasado, se han usado unidades de puente de hormigón prefabricado de diversas configuraciones, incluyendo unidades de cuatro lados, unidades de tres lados y arcos verdaderos (por ejemplo, unidades que se curvan de manera continua). Los sistemas históricos de unidades de tres lados y de cuatro lados rectangulares o de tipo de caja han demostrado ser ineficaces en su forma estructural, requiriendo grandes grosores de la pared lateral y la losa superior para lograr las luces deseadas. Las formas de arco históricas han demostrado ser muy eficaces para portar cargas estructurales pero están limitadas por su área de abertura hidráulica reducida. Se introdujo una mejora, tal como se muestra y se describe en la patente estadounidense n.º 4.993.872, que combinaba paredes laterales verticales y una parte superior arqueada que proporcionaban un beneficio con respecto a este equilibrio entre el área abierta hidráulica y la eficacia estructural. Uno de los mayores factores que promueven la eficacia estructural de cualquier forma de alcantarilla/puente es el ángulo de las esquinas. Cuanto más cerca esté de 90 grados en la esquina, mayor será el momento de flexión y, por tanto, más gruesa tendrá que ser la sección transversal del riñón. Por tanto, la forma de lado vertical y parte superior de arco actual está todavía limitada por el ángulo de esquina que, aunque se ha mejorado es todavía de ciento quince grados.

35 También se ha introducido una variación de la forma de parte superior llana, tal como se muestra en la patente estadounidense n.º 7.770.250, que combina una parte superior horizontal llana con un pilar abocinado hacia fuera de grosor uniforme. La forma resultante proporciona algunas mejoras de la eficacia hidráulica frente a la parte superior llana añadiendo área abierta y también proporciona alguna mejora en cuanto a estructura allanando el ángulo entre la parte superior y los pilares hasta aproximadamente ciento diez grados. Sin embargo, las partes superiores llanas se ven gravemente limitadas en la capacidad de alcanzar luces más largas que se necesitan para muchas aplicaciones (por ejemplo, el límite efectivo para las luces de parte superior llana se encuentra en el intervalo de 9,14 a 12,19 m (de treinta a cuarenta pies)).

45 El documento FR 2599783 A1 da a conocer, en la figura 3, un conjunto de alcantarilla multicanal que comprende unidades de alcantarilla primera y segunda, teniendo, cada una, una pared superior arqueada, una pared lateral externa curvada, una pared lateral interna vertical y una base que forma un canal cerrado. Las paredes laterales internas verticales están separadas una de otra y unidas entre sí por una pared superior arqueada adicional.

Un sistema de puente mejorado sería por tanto ventajoso para la industria.

50 La presente invención consiste en un conjunto de alcantarilla multicanal, que comprende: una primera unidad de alcantarilla que tiene una pared superior con forma de arco, una primera pared lateral que se extiende de manera sustancialmente vertical hacia abajo desde la pared superior y una segunda pared lateral que se extiende hacia abajo y hacia fuera desde la pared superior; una segunda unidad de alcantarilla que tiene una pared superior con forma de arco, una primera pared lateral que se extiende de manera sustancialmente vertical hacia abajo desde la pared superior y una segunda pared lateral que se extiende hacia abajo y hacia fuera desde la pared superior; en el que la primera unidad de alcantarilla está situada con su primera pared lateral hacia una parte interna del conjunto y la segunda unidad de alcantarilla está situada con su primera pared lateral hacia un lado interno del conjunto para crear canales primero y segundo del conjunto, estando el primer canal por debajo de la primera unidad de alcantarilla, estando el segundo canal por debajo de la segunda unidad de alcantarilla, en el que el primer canal tiene un lado interno que es sustancialmente vertical y un lado externo que forma un ángulo con respecto a la vertical y el segundo canal tiene un lado interno que es sustancialmente vertical y un lado externo que forma un ángulo con respecto a la vertical; caracterizado porque: dicha primera unidad de alcantarilla y dicha segunda unidad de alcantarilla tienen, cada una, una parte inferior abierta; la segunda pared lateral de cada una de dicha primera unidad de alcantarilla y dicha segunda unidad de alcantarilla tiene una superficie interna sustancialmente plana y una superficie externa sustancialmente plana; y una superficie externa de la primera pared lateral de la primera unidad de alcantarilla está situada adyacente a una superficie externa de la primera pared lateral de la segunda

unidad de alcantarilla.

En una implementación del conjunto de alcantarilla, la primera unidad de alcantarilla y la segunda unidad de alcantarilla pueden ser idénticas en cuanto a forma y tamaño.

5 En otra realización del conjunto de alcantarilla multicanal, las superficies interna y externa sustancialmente planas de la segunda pared lateral de la primera unidad de alcantarilla no son paralelas por lo que la segunda pared lateral es de sección decreciente de la parte superior a la parte inferior de tal manera que el grosor de la segunda pared lateral de la primera unidad de alcantarilla disminuye al pasar de la parte superior a la parte inferior; y las superficies interna y externa sustancialmente planas de la segunda pared lateral de la segunda unidad de alcantarilla no son paralelas por lo que la segunda pared lateral de la segunda unidad de alcantarilla es de sección decreciente de la parte superior a la parte inferior de tal manera que el grosor de la segunda pared lateral de la segunda unidad de alcantarilla disminuye al pasar de la parte superior a la parte inferior.

15 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista en perspectiva de una realización de una sección de alcantarilla;

20 la figura 2 es un alzado lateral de la sección de alcantarilla de la figura 1;

la figura 3 es un alzado desde un extremo de la sección de alcantarilla de la figura 1;

la figura 4 es un alzado lateral parcial que muestra el riñón de la sección de alcantarilla de la figura 1;

25 la figura 4A es un alzado lateral parcial que muestra una configuración alternativa de la superficie externa en la región de la pared superior y el riñón;

la figura 5 es un alzado lateral que muestra configuraciones correspondientes a diversas flechas;

30 las figuras 6 y 6A muestran una vista esquemática parcial de un sistema de conformación usado para producir la sección de alcantarilla de la figura 1;

la figura 7 es un alzado lateral parcial que muestra el riñón de la sección de alcantarilla de la figura 1;

35 la figura 8 es una vista en perspectiva de otra realización de una sección de alcantarilla;

la figura 9 es un alzado lateral de la sección de alcantarilla de la figura 8;

40 la figura 10 es un alzado lateral parcial de la sección de alcantarilla de la figura 8 por encima de una zapata de cimentación;

las figuras 11-14 muestran una realización de una pluralidad de secciones de alcantarilla según la figura 1 dispuestas una al lado de la otra sobre zapatas de cimentación separadas, incluyendo cada unidad de extremo un conjunto de muros de cabecera;

45 la figura 15 muestra un alzado lateral que ilustra el refuerzo representativo en el interior de la sección de alcantarilla de hormigón y que discurre generalmente próximo a y a lo largo de las superficies interna y externa de la pared superior y las paredes laterales; y

50 las figuras 16-18 muestran una realización alternativa de un sistema de conformación para construir las unidades;

las figuras 19-21 muestran un conjunto de alcantarilla por encima de una realización de un sistema de cimentación;

55 la figura 22 muestra una realización de doble hoja; y

las figuras 23 y 24 muestran realizaciones de conjuntos de alcantarilla multicanal.

Las realizaciones mostradas en todas las figuras a excepción de la figura 23 se encuentran fuera del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

60 Haciendo referencia a las figuras 1-3, se muestran vistas en perspectiva, en alzado lateral y en alzado desde un extremo de una unidad/sección 10 de alcantarilla de hormigón prefabricado ventajosa. La unidad 10 de alcantarilla incluye una parte 12 inferior abierta, una pared 14 superior y paredes 16 laterales separadas para definir un paso 18 bajo la misma. Cada una de las paredes laterales tiene una superficie 20 interna sustancialmente plana y una superficie 22 externa sustancialmente plana. La pared superior tiene una superficie 24 interna con forma de arco y una superficie 26 externa con forma de arco y un grosor sustancialmente uniforme T_{TW} . En diversas

implementaciones, la superficie interna con forma de arco y la superficie externa con forma de arco puede estar cada una compuesta de o definida por (i) un único radio respectivo, (ii) un grupo respectivo de radios unidos (por ejemplo, la superficie está curvada a lo largo de toda su longitud) o (iii) en algunos casos, pueden incluirse secciones planas o bien en la región más central de cada superficie con forma de arco o bien en la parte de extremo de cada superficie con forma de arco. Tal como se usa en el presente documento, el término "con forma de arco", cuando hace referencia a tales superficies, engloba todas tales variaciones. Unas secciones 28 de riñón unen cada pared 16 lateral a la pared 14 superior.

Cada sección de riñón tiene un grosor de esquina T_{HS} mayor que el grosor T_{TW} de la pared superior. A este respecto, el grosor de esquina T_{HS} se mide de manera perpendicular a la superficie 30 interna curvada de la sección de riñón a lo largo de una línea que pasa a través de la esquina 32 exterior de la sección de riñón. Mientras que el mayor grosor de esquina de una unidad en comparación con el grosor de pared lateral y pared superior de la misma unidad es esencial para el rendimiento estructural de la unidad, la presente unidad de alcantarilla está configurada para distribuir de manera más efectiva la carga desde la pared superior hasta las paredes laterales de la presente unidad de alcantarilla para que pueda reducirse el grosor de esquina de la presente unidad de alcantarilla en comparación con unidades de alcantarilla de la técnica anterior.

A este respecto, y haciendo referencia a la vista parcial de la figura 4, un ángulo de pared lateral interior θ_{ISWA} entre la pared 16 lateral y la pared 14 superior se define por la intersección de un plano 34 en el que se encuentra la superficie interna de la pared lateral y una línea o plano 36 que es tangente a la superficie 24 interna de la pared superior en el punto o línea 38 en la que la superficie 24 interna de pared superior se encuentra con la superficie 30 interna de riñón (por ejemplo, en la que la superficie interna de la unidad pasa del radio R_{TW} al radio R_H definiendo el riñón de superficie interna). Por tanto, el plano 36 es perpendicular al radio R_{TW} que define la superficie interna con forma de arco de la pared superior en un punto 38 en el que termina el radio R_{TW} y comienza el radio R_H . En algunas implementaciones, R_{TW} definirá toda la luz de la superficie 24 interna de riñón a riñón. En otras implementaciones, la parte central de la superficie 24 interna de pared superior puede definirse por un radio y las partes laterales de la superficie 24 interna pueden definirse por un radio R_{TW} menor. La unidad 10 ilustrada se construye de tal manera que el ángulo de pared lateral interior θ_{ISWA} es de al menos ciento treinta grados, y más preferiblemente de al menos ciento treinta y tres grados. Este ángulo relativo entre la pared superior y la pared lateral reduce el momento de flexión en la sección de riñón en comparación con las unidades de la técnica anterior, permitiendo que se reduzca el grosor de las secciones 28 de riñón y que se reduzca la cantidad de acero usada en las secciones de riñón, dando como resultado una reducción en el material que se necesita, junto con una reducción correspondiente en peso de unidad y coste de material por unidad. Además, el centro de gravedad de la unidad completa se mueve hacia abajo reduciendo el hormigón en las secciones de riñón, colocando por lo tanto el centro de gravedad más cerca del punto intermedio a lo largo de la altura o flecha total de la unidad. Dado que las unidades se transportarán generalmente acostadas en contraposición a en vertical, y es deseable alinear el centro de gravedad con la línea central del lecho de vehículo usado para transportar las unidades, esta bajada del centro de gravedad puede facilitar la colocación adecuada de las unidades con una altura mayor total en el lecho del vehículo sin requerir tanto voladizo como unidades de la técnica anterior.

Esta reducción del uso de hormigón puede potenciarse adicionalmente mediante la configuración apropiada de las paredes 16 laterales de la unidad. Específicamente, un ángulo de pared lateral exterior θ_{ESWA} entre la pared 14 superior y la pared 16 lateral se define por la intersección de un plano 42 en el que se encuentra la superficie 22 externa de la pared lateral y una línea o plano 44 que es tangente a la superficie 26 externa de pared superior en el punto o línea 46 en la que la superficie 26 externa cruza el plano 42. Ha de observarse que con el fin de evaluar el ángulo de pared lateral exterior, se considera que la superficie externa de la pared superior se extiende a lo largo de la luz completa en la parte superior de la unidad (por ejemplo, desde la esquina 32 hasta la esquina 32). El radio que define la superficie 26 externa de la pared superior cerca de las esquinas 32 puede ser normalmente $R_{TW} + T_{TW}$, pero en algunos casos el radio de la superficie 26 externa en la región de esquina o extremo puede variar. En otros casos, particularmente para luces mayores, tal como se muestra en la figura 4A, las regiones de esquina o extremo de la superficie 26 externa pueden incluir partes 27 de extremo planas, en cuyo caso el plano 44' podría de hecho ser perpendicular al radio (por ejemplo, $R_{TW} + T_{TW}$) que define la superficie 26 externa en el punto o línea 29 en la que ese radio (por ejemplo, $R_{TW} + T_{TW}$) se encuentra con la parte 27 de extremo plana de la superficie 26.

Tal como se muestra, el plano 42 de pared lateral exterior no es paralelo al plano 34 de pared lateral interior, de tal manera que cada pared 16 lateral es de sección decreciente de la parte superior a la parte inferior, disminuyendo el grosor a lo largo de la altura de la pared lateral al descender de la parte superior de cada pared lateral hacia la parte inferior de cada pared lateral. A este respecto, el grosor de la pared lateral T_{SW} en cualquier punto a lo largo de su altura se toma a lo largo de una línea que discurre de manera perpendicular al plano 34 de pared lateral interior (por ejemplo, tal como la línea 48 en la figura 4). Utilizando paredes laterales con un grosor de sección decreciente, puede reducirse el grosor de la parte inferior de la pared lateral (en la que, por ejemplo, las cargas son menores). Preferiblemente, el grosor en la parte inferior de cada pared lateral no puede ser de más de aproximadamente el 90% del grosor de la pared superior, dando como resultado ahorros en hormigón adicionales en comparación con unidades en las que todas paredes son de un grosor común y uniforme. Generalmente, en la configuración preferida para la reducción de hormigón, el ángulo de pared lateral exterior es diferente del ángulo de pared lateral interior, y es significativamente mayor que los ángulos usados en el pasado, de tal manera que el ángulo de pared lateral

exterior θ_{ESWA} es de al menos ciento treinta y cinco grados y, en muchos casos, de al menos ciento treinta y ocho grados. Un ángulo de intersección θ_{PI} entre el plano 34 en el que se encuentra la superficie interna y el plano 42 en el que se encuentra la superficie externa puede ser de entre aproximadamente 1 y 20 grados (por ejemplo, entre 1 y 4 grados), dependiendo de la magnitud de la sección decreciente, que puede variar tal como se describe en mayor detalle a continuación. En determinadas implementaciones, el ángulo θ_{PI} es preferiblemente de al menos aproximadamente 2-4 grados.

En conjunto, la configuración de la sección 10 de alcantarilla permite eficacias tanto hidráulicas como estructurales mejores a las de las alcantarillas anteriormente conocidas. La eficacia hidráulica se logra mediante una luz inferior mayor que puede manejar de mejor manera los sucesos de tormenta de bajo caudal más comunes. La eficacia estructural se logra mediante el mayor ángulo de pared lateral a pared superior que permite reducir el grosor del riñón, y permitiendo unidades más eficaces y con luces más largas (por ejemplo, luces de 48 pies y más). El grosor de esquina reducido y los pilares de sección decreciente reducen el coste de materiales global del hormigón, y permite el uso de grúas de menor tamaño (o piezas más largas para el mismo tamaño de grúa) durante la instalación *in situ* debido a la ventaja de peso.

La característica de pared lateral de sección decreciente descrita anteriormente puede utilizarse de la manera más eficaz variando realmente el grado de sección decreciente según la flecha que ha de lograrse por la unidad de hormigón prefabricado. Específicamente, y haciendo referencia al alzado lateral de la figura 5, la flecha de una unidad dada se define por la distancia vertical desde los bordes 50 inferiores de las paredes 16 laterales hasta el punto 52 muerto superior de la superficie 24 interna con forma de arco de la pared 14 superior. Se ilustran tres flechas diferentes en la figura 5, siendo la flecha R1 la flecha para la unidad mostrada en las figuras 1-3, siendo la flecha R2 una flecha menor y siendo la flecha R3 una flecha mayor. Tal como se muestra, la sección decreciente de la pared lateral varía entre las tres flechas diferentes, utilizando una luz superior constante S_{TW} definida como la distancia horizontal entre las esquinas 32 de riñón. Obsérvese que, en una realización, la sección decreciente de la pared lateral es más acentuada en el caso de la flecha menor R2 tal como se demuestra mediante la superficie 22' de pared lateral exterior mostrada en forma de línea discontinua, y la sección decreciente de la pared lateral es menos acentuada en el caso de la flecha mayor R3 tal como se demuestra mediante la superficie 22'' de pared lateral exterior mostrada en forma de línea discontinua. Esta variación en la sección decreciente se logra mediante la variación del ángulo de pared lateral exterior θ_{ESWA} (figura 4) según la flecha o luz inferior de la unidad que se ha de producir. Cada luz inferior (S_{BR1} , S_{BR2} , S_{BR3}) está definida como la distancia horizontal entre los bordes inferiores de las superficies 20 internas de pared lateral. La luz inferior es preferiblemente mayor que el radio de curvatura R_{TW} de la superficie interna con forma de arco de la pared superior en el punto muerto superior para proporcionar un área de vía navegable más eficaz para los sucesos de tormenta de bajo caudal (por ejemplo, en el caso cruces de arroyo o fluviales). Tal como se muestra en la figura 5, la superficie 20 interna de las paredes laterales varía en longitud entre las diferentes flechas, pero el ángulo de pared lateral interior no varía.

Para lograr la característica de sección decreciente de pared lateral variable, se usa un sistema de conformación en el que, para cada pared lateral, se fija una parte de estructura de conformación interior para definir el ángulo de pared lateral interior y puede variarse una parte de estructura de conformación exterior que define el ángulo de pared lateral exterior mediante pivotado. El punto de pivote para cada parte de estructura de conformación exterior es la esquina 32 exterior de la sección de riñón. Basándose en una luz inferior o flecha deseada para la sección de alcantarilla que ha de producirse usando la conformación particular, la parte de estructura de conformación exterior se hace pivotar hasta una posición que establece el ángulo de pared lateral exterior apropiado y la parte de estructura de conformación exterior se bloquea en su posición. La estructura de conformación se rellena entonces con hormigón para producir la sección de alcantarilla. Con respecto al funcionamiento de pivotado, tal como se muestra de manera esquemática en la figura 6, la conformación 60 se coloca de lado para rellenar y colar el hormigón. Se proporciona un asiento 62 de conformación para cada pared lateral, asentándose la parte 64 de estructura de conformación interior a lo largo del borde del asiento 62 de conformación como es habitual en la prefabricación de unidades de puente. Sin embargo, la parte 66 de estructura de conformación exterior, que se hace pivotar alrededor de un eje 68 de articulación, tiene su borde inferior elevado (en relación con el borde inferior de la parte 64) para que la parte 66 pueda moverse a través de la superficie superior del asiento 62 de conformación durante el pivotado. El ángulo de pared lateral exterior puede lograrse, según el caso, estableciendo una anchura horizontal consistente W_{SB} (figura 2) para la superficie inferior de la pared lateral para una luz superior dada S_{TW} , independientemente de la flecha que se está produciendo. El sistema de conformación incluye un elemento 63 de panel de conformación inferior que es móvil a lo largo de la altura de la parte 64 de conformación y puede sujetarse en su sitio con pernos usando orificios 69 de perno proporcionados en la estructura 64 de conformación. Se proporcionarían orificios de perno similares en el borde 67 del panel 63, y se pondría en ángulo el borde 67 para coincidir con la superficie de la parte 64 de conformación para que la superficie 65 del panel esté horizontal cuando se instale. Cualquier orificio de perno sin usar se rellenaría con elementos de tapón. Una vez que el panel 63 inferior esté en la ubicación adecuada para producir la flecha deseada, la parte 66 de la estructura puede hacerse pivotar para que entre en contacto con el borde libre del panel 63 y bloquearlo en su posición.

Haciendo ahora referencia a la figura 7, en la realización ilustrada cada sección 28 de riñón se define por una superficie 30 interna con un radio de curvatura R_H , y la superficie 20 interna de cada pared lateral cruza la superficie interna de su sección 28 de riñón adyacente en una línea o punto 70 de intersección de riñón interior, que es el

punto de transición de la superficie 20 plana a la superficie 30 redondeada. Una distancia vertical D_{IT} entre la altura de la línea 70 de intersección de riñón interior definida y la altura del punto muerto superior de la superficie interna con forma de arco de la pared superior no debería ser de más de aproximadamente un dieciocho por ciento (18%) del radio de curvatura R_{TW} de la superficie 24 interna con forma de arco de la pared superior en el punto muerto superior para reducir de manera más eficaz el grosor de esquina de riñón. Además, una razón de las distancias verticales D_{OT}/D_{IT} , donde D_{OT} es la distancia vertical entre la altura de la esquina 32 exterior del riñón y la altura del punto muerto superior de la superficie externa con forma de arco de la pared superior no debería ser preferiblemente menor de aproximadamente el 55% ni, más preferiblemente, menor de aproximadamente el 58%. Además, la esquina 32 exterior de la sección 28 de riñón se separa lateralmente hacia fuera de la línea 70 de intersección de riñón interior por una distancia relativamente pequeña, y particularmente una distancia horizontal que es menor que la anchura horizontal W_{SB} de la superficie inferior de pared lateral. Por ejemplo, en determinadas implementaciones la distancia horizontal D_{IO} entre cada línea 70 de intersección de riñón interior y la esquina 32 exterior correspondiente no son preferiblemente mayores de aproximadamente el 95% de la anchura horizontal W_{SB} de la superficie inferior de pared lateral, ni preferiblemente mayor de aproximadamente el 91%.

Haciendo ahora referencia a la realización mostrada en las figuras 8-10, en algunos casos es deseable proporcionar un segmento 80 llano vertical en la parte inferior de cada pared 16 lateral. La llanura 80 vertical facilita el uso de la estructura de bloqueo (por ejemplo, bloques 82 de madera con superficies verticales correspondientes) en combinación con la ranura/canal 84 en la zapata 85 de cimentación de hormigón para sujetar las secciones de alcantarilla en su sitio, impidiendo que los extremos inferiores de las paredes laterales se muevan hacia fuera bajo el peso de la sección de alcantarilla, hasta que los extremos inferiores se sujeten en su sitio mediante lechada/cemento.

Tal como se muestra en las figuras 11-14, cada unidad de extremo de la pluralidad de secciones de alcantarilla de hormigón incluye un correspondiente conjunto 90 de muros de cabecera situado en la pared superior y las paredes laterales de la unidad. Tal como se muestra, en una implementación, cada conjunto 90 de muros de cabecera incluye una parte 92 de muro de cabecera superior y partes 94 de muro de cabecera laterales que se forman de manera solidaria entre sí y conectadas a la pared superior y paredes laterales por al menos una estructura 96 de estribo en la pared superior y al menos una estructura 98 de estribo en cada pared lateral. Las estructuras de estribo pueden ser consistentes con aquellas mostradas y descritas en la patente estadounidense n.º 7.556.451. En otra implementación, tal como se sugiere mediante las 100 líneas discontinuas, partes 94 y 96 de muro de cabecera pueden formarse como tres piezas diferenciadas. Alternativamente, como se sugiere mediante la línea 102 discontinua el conjunto de muros de cabecera puede formarse en dos mitades especulares. También pueden proporcionarse paredes 104 en ala haciendo tope con las partes de muro de cabecera laterales y que se extienden hacia fuera desde las mismas tal como se muestra.

Aunque las figuras 11-14 muestran un sistema de zapata de cimentación bastante habitual para su uso en relación con las secciones de alcantarilla inventivas de la presente solicitud, podrían usarse sistemas alternativos. Por ejemplo, las secciones de alcantarilla podrían usarse en relación con los estructuras de cimentación que se muestra y describe en la solicitud provisional de estadounidense con n.º de serie 61/505.564, presentada el 11 de julio de 2011.

Tal como se muestra en la figura 15, la sección de alcantarilla de hormigón normalmente incluye refuerzos 110 y 112 incrustados que discurren generalmente próximos a y a lo largo de las superficies interna y externa de la pared 14 superior y las paredes 16 laterales.

Tal como se refleja en las figuras 5 y 6 anteriores, en una realización pueden lograrse alcantarillas de hormigón de flechas que varían manteniendo las esquinas exteriores de la pared superior en la misma posición, pero haciendo pivotar la superficie exterior de cada pared lateral hacia fuera para flechas mayores, o hacia dentro para flechas menores. En una realización alternativa según las figuras 16-18, pueden lograrse diferentes flechas desplazando las esquinas exteriores de la pared superior hacia fuera para flechas mayores y hacia dentro para flechas menores. En particular, tal como se muestra en las figuras 16 y 17, para la flecha mostrada en forma de línea continua la esquina exterior se ubica en la posición 32 y la superficie 22 externa del lado se extiende hacia abajo ligeramente hacia la superficie 20 interna produciendo un determinado grado de sección decreciente de pared lateral. Cuando se desea una flecha más baja la esquina exterior se desplaza hacia dentro hasta la ubicación 32a y cuando se desea una flecha más alta la esquina exterior se desplaza hacia fuera hasta una ubicación 32b. Por tanto, la anchura de la parte superior de la pared lateral es mayor para flechas más altas y menor para flechas menores. La parte 50 inferior horizontal de cada pared lateral puede ser la misma que entre las diferentes flechas, y de manera similar la parte vertical o llanura 80 de la parte inferior de cada pared lateral puede tener la misma dimensión de altura que entre las diferentes flechas.

La figura 18 refleja un sistema de conformación para lograr la realización anterior, en la que el sistema de conformación incluye una unidad 150 de conformación de superficie externa de pared superior, una unidad 152 de conformación de superficie interna de pared superior, una unidad 154 de conformación de superficie interior de riñón, una unidad 156 de conformación de superficie interna de pared lateral, una unidad 158 de conformación de superficie externa de pared lateral y una unidad 160 de superficie inferior de pared lateral. Para lograr diferentes

flechas usando este sistema de conformación, la unidad 158 de conformación se mueve a lo largo de la superficie de la unidad 150 de conformación (según la flecha 162) hasta la ubicación que se necesita y se une con pernos a la misma, y la unidad 160 de conformación se mueve hasta la ubicación apropiada a lo largo del espacio entre las unidades 156 y 158 de conformación (según la flecha 164) hasta la ubicación apropiada y se une con pernos a las mismas. Durante este movimiento la unidad 158 de conformación se desliza a través de la parte superior del asiento de conformación o estructuras 166a y 166b de base sobre los cuales se soportan las unidades de conformación. La cara 170 lateral interior de la unidad 158 de conformación mantiene su orientación angular relativa con respecto a la cara 172 lateral opuesta de la unidad 156 de conformación independientemente de dónde esté situada la unidad 158 de conformación, manteniendo por tanto un grado similar de sección decreciente de pilar al que existe entre diferentes flechas. Las unidades 158 y 160 de conformación pueden unirse adicionalmente con pernos a la(s) estructura(s) 166a y/o 166b de base de conformación cuando se mueven a las ubicaciones que se necesitan para una flecha dada para garantizar el posicionamiento deseado. Puede proporcionarse un sistema de aberturas que pueden alinearse en las unidades 150, 158, 160 de conformación y/o las estructuras 166a y 166b de base para tal fin.

Haciendo ahora referencia a las figuras 19-21, en una realización las secciones de alcantarilla se soportan por encima de un sistema de cimentación que tiene unidades 200 de cimentación prefabricadas con una configuración en escalera tal como se muestra. Las unidades tienen paredes 202 y 204 verticales alargadas y separadas que forman un canal 205 entre las paredes y soportes 206 de travesaño que se extienden de manera transversal a través del canal para conectar las paredes 202 y 204. Las unidades 200 de cimentación carecen de pared inferior, de tal manera que se extienden áreas o células 208 abiertas verticalmente desde la parte superior hasta la parte inferior de las unidades en las ubicaciones entre los travesaños 206. Cada soporte 206 de travesaño incluye una superficie superior con un rebaje 210 para recibir la parte inferior de un lado de las secciones 214 de puente/alcantarilla. Las partes de pared lateral de las unidades 214 de puente se extienden desde sus respectivas partes inferiores hacia arriba alejándose de la estructura de cimentación de combinación de hormigón prefabricado y colado *in situ* y hacia dentro hacia la otra estructura de cimentación de combinación de hormigón prefabricado y colado *in situ* en el lado opuesto de la unidad de puente. Los rebajes 210 se extienden desde el interior del canal 205 hacia el elemento 204 de pared vertical interno, es decir el elemento de pared vertical situado más cerca del eje 212 central del sistema de puente. Por tanto, tal como se observa mejor en la figura 35, el elemento 202 de pared vertical tiene una altura mayor que el elemento 204 de pared vertical.

La separación de los travesaños 208 coincide preferiblemente con la profundidad de las secciones 214 de puente/alcantarilla, de tal manera que las caras de extremo adyacentes de las unidades de puente una al lado de la otra hacen tope entre sí cerca de los rebajes 210. Cada soporte 206 de travesaño también incluye uno o más orificios 216 pasantes mayores con el fin de reducir el peso y permitir que el hormigón fluya desde un área o célula 208 abierta hasta la siguiente. Cada soporte de travesaño también incluye múltiples aberturas 218 de refuerzo que se extienden de manera axial. Se muestra una fila 220 superior y una fila 222 inferior de aberturas 218 separadas horizontalmente, pero son posibles las variaciones. El refuerzo que se extiende de manera axial puede extenderse a través de tales aberturas antes de la entrega de las unidades 200 de cimentación al lugar de la instalación, pero también podrían instalarse *in situ* si se deseara. Estas aberturas 218 también se usan para unir unidades 200 de cimentación extremo con extremo para producir estructuras de cimentación más largas. A este respecto, los extremos de las unidades 200 de cimentación que están destinados a hacer tope con una unidad de cimentación adyacente pueden estar sustancialmente abiertos entre los elementos 202 y 204 de pared verticales de tal manera que los extremos que hacen tope creen una célula 224 continua en la que se verterá hormigón colado *in situ*. Sin embargo, los extremos lejanos de las unidades 200 de cimentación de extremo en una cadena de unidades que hacen tope pueden incluir normalmente un travesaño 206 ubicado en un extremo tal como se muestra.

Las paredes 202 y 204 incluyen un refuerzo 226 que incluye una parte 228 que se extiende verticalmente y una parte 230 que se extiende lateralmente al interior de las áreas 208 de célula abiertas en la parte inferior de la unidad 200 de cimentación. En el lugar de la instalación, o en algunos casos antes de la entrega al lugar, partes 230 opuestas de las dos paredes laterales pueden encadenarse entonces juntas por una sección 232 de refuerzo lateral.

Las unidades 200 de cimentación prefabricadas se entregan al lugar de trabajo y se instalan sobre suelo que se ha preparado para recibir las unidades (por ejemplo, piedra o tierra compactada). Las secciones 214 de puente/alcantarilla se colocan después de haber establecido las unidades de cimentación prefabricadas. Las células 208 permanecen abiertas y sin rellenar durante la colocación de las unidades 214 de puente (a excepción de cualquier refuerzo que pueda haberse colocado o bien antes de la entrega de las unidades 200 al lugar de trabajo o bien tras la entrega). Pueden usarse cuñas para nivelar y alinear adecuadamente las secciones 214 de puente/alcantarilla. Una vez que se colocan las unidades 214 de puente, pueden rellenarse entonces las células 208 con un vertido de hormigón *in situ*. El vertido se realizará normalmente al nivel de superficie superior de las unidades 200 de cimentación. A este respecto, y haciendo referencia a la figura 35, debido a la diferencia de altura de los lados respectivos de la unidad 200 de cimentación, la parte 240 inferior de la unidad de puente se capturará e incrustará en el interior del hormigón 242 colado *in situ* en el lado externo de la parte 240 inferior. Después del vertido *in situ*, el hormigón colado *in situ* en el lado externo de la parte 240 inferior de la unidad de puente es más alta que la superficie inferior de la parte 240 inferior para incrustar la parte inferior en su lado externo, y el hormigón colado *in situ* en el lado interno de la parte inferior de la unidad de puente está sustancialmente alineado con la

superficie inferior de la parte 240 inferior. De esta manera, el área de flujo por debajo de las unidades de puente no se ve impactada de manera adversa por la incrustación de las partes 240 inferiores de las unidades de puente.

Ha de entenderse claramente que la descripción anterior es meramente a modo de ilustración y ejemplo y no ha de tomarse a título limitativo, y que son posibles modificaciones y cambios. Por ejemplo, aunque se muestran secciones de riñón con superficies internas y esquina externas curvadas, son posibles las variaciones, tales como superficies internas llanas y/o una superficie achaflanada o llana en la esquina exterior. También son posibles realizaciones en las que las paredes laterales no sean de sección decreciente. Además, se contemplan realizaciones de doble hoja, en las que cada sección de alcantarilla de hormigón se forma por dos mitades que tienen una junta (por ejemplo, según la línea discontinua 180 en la figura 16) en una parte central de la pared superior de la sección de alcantarilla. Podrían usarse diversos tipos de junta tales como aquella dada a conocer en la patente estadounidense n.º 6.243.994. Más específicamente, y haciendo referencia a la figura 22, un sistema de doble hoja en el que cada sección 300 de alcantarilla de doble hoja está compuesta de mitades 300a y 300b de hoja que hacen tope en el centro de la pared 302 superior con una junta 304 reforzada con hormigón y acero del tipo dado a conocer en la patente estadounidense n.º 6.243.994. Se muestra una sección 300 de hoja en la vista en alzado desde un extremo de la figura 22, entendiéndose que en una instalación típica se alinearían múltiples instancias de secciones similares detrás de la que se ilustra, de una manera similar a aquella que se muestra para las realizaciones descritas anteriormente. Cada sección 300 de alcantarilla de doble hoja incluye una parte 306 inferior abierta, una pared 304 superior y paredes 308 laterales separadas para definir un paso bajo el mismo. Cada pared 308 lateral se extiende hacia abajo y hacia fuera desde la pared 302 superior y tiene una superficie 310 interna sustancialmente plana y una superficie 312 externa sustancialmente plana. La pared 302 superior tiene una superficie 314 interna con forma de arco con secciones 316 laterales curvadas y una sección 318 de junta interior que es generalmente plana. Secciones 320 de riñón unen las paredes 308 laterales a la pared 302 superior. Las diversas relaciones entre la pared superior, secciones de riñón, y paredes laterales pueden ser similares a aquellas mencionadas previamente anteriormente. Como anteriormente, cada pared 308 lateral es de sección decreciente de la parte superior a la parte inferior de tal manera que el grosor de cada pared lateral disminuye al pasar de la parte superior de cada pared lateral hasta la parte inferior de cada pared lateral. De manera similar, la superficie 312 externa incluye una llanura vertical en su extremo inferior.

Haciendo ahora referencia a las figuras 23 y 24, se muestran conjuntos de alcantarilla multicanal en vista en alzado desde un extremo, reconociéndose de nuevo que en una instalación típica se alinearían instancias múltiples de las unidades de alcantarilla detrás de las que se ilustran, según la longitud deseada de la estructura global. La figura 23 muestra una realización 330 de dos canales, y la figura 24 muestra una realización 370 de tres canales, pero podrían proporcionarse más de tres canales. Cada conjunto de alcantarilla multicanal ilustrado incluye una unidad 332, 372 de alcantarilla que tiene una pared 334, 374 superior con forma de arco, una pared 336, 376 lateral, que se extiende de manera sustancialmente vertical hacia abajo desde la pared superior y otra pared 338, 378 lateral que se extiende hacia abajo y hacia fuera desde la pared superior. La configuración y orientación del pared 338, 378 lateral en ángulo puede ser similar a la descrita anteriormente para las realizaciones con dos paredes laterales en ángulo. Otra unidad 340, 380 de alcantarilla tiene una pared 342, 382 superior con forma de arco, una pared 344, 384 lateral que se extiende de manera sustancialmente vertical hacia abajo desde la pared superior y otra pared 346, 386 lateral que se extiende hacia abajo y hacia fuera desde la pared superior. De nuevo, la configuración y orientación de la pared 346, 386 lateral en ángulo puede ser similar a la descrita anteriormente para las realizaciones con dos paredes laterales en ángulo. La unidad 332, 372 de alcantarilla está situada con su pared 336, 376 lateral vertical hacia una parte interna del conjunto y la unidad 340, 380 de alcantarilla está situada con su pared 344, 384 lateral vertical hacia un lado interno del conjunto para crear primeros canales (348, 388) y segundos canales (350, 390) del conjunto. Cada canal tiene un lado interno que es sustancialmente vertical y un lado externo que forma un ángulo con respecto a la vertical.

En el conjunto 330 de la figura 23, la pared 336 lateral de la unidad 332 de alcantarilla está situada adyacente a la pared 344 lateral de la unidad 340 de alcantarilla, y las dos unidades 332 y 340 de alcantarilla son idénticas en cuanto a forma y tamaño, pero están dispuestas en una orientación de imagen especular alrededor de un eje vertical entre las dos unidades.

En el conjunto 370 de la figura 24, una unidad 400 de alcantarilla intermedia está situada entre las unidades 372 y 380 de alcantarilla. La unidad de alcantarilla intermedia incluye una pared 402 superior con forma de arco, y paredes 404, 406 laterales opuestas ambas de las cuales se extienden de manera sustancialmente vertical hacia abajo desde la pared superior. La unidad 400 de alcantarilla intermedia forma un canal 410 intermedio ubicado entre los canales 388 y 390. Aunque se muestra una única unidad 400 de alcantarilla intermedia, es reconocible que podrían colocarse dos o más unidades 400 de alcantarilla intermedias entre las dos unidades 372 y 380 de alcantarilla para proporcionar dos o más canales intermedios. Las unidades de alcantarilla intermedias serían normalmente de forma y tamaño idénticos, aunque son posibles las variaciones. De manera similar, las unidades 372 y 380 de alcantarilla serían normalmente idénticas en forma y tamaño, con orientaciones opuestas, aunque son posibles las variaciones.

Es reconocible que una o más unidades usadas en los conjuntos de alcantarilla de las figuras 23 y 24 podrían formarse como secciones de alcantarilla de doble hoja con juntas superiores, incluyendo una sección de hoja en la que la pared lateral es sustancialmente vertical y otra sección de hoja en la que la pared lateral forma un ángulo

hacia fuera.

5 Aunque se muestra una realización de un sistema de cimentación, podría colocarse el conjunto de alcantarilla por encima de cualquier cimiento adecuado, incluyendo sistemas de cimentación con estructuras de pedestal. Por consiguiente, se contemplan otras realizaciones y podrían realizarse modificaciones y cambios sin apartarse del alcance de esta solicitud.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto de alcantarilla multicanal, que comprende:
 - 5 una primera unidad (332) de alcantarilla que tiene una pared (334) superior con forma de arco, una primera pared (336) lateral que se extiende de manera sustancialmente vertical hacia abajo desde la pared (334) superior y una segunda pared (338) lateral que se extiende hacia abajo y hacia fuera desde la pared (334) superior;
 - 10 una segunda unidad (340) de alcantarilla que tiene una pared (342) superior con forma de arco, una primera pared (344) lateral que se extiende de manera sustancialmente vertical hacia abajo desde la pared (342) superior y una segunda pared (346) lateral que se extiende hacia abajo y hacia fuera desde la pared (342) superior;
 - 15 en el que la primera unidad (332) de alcantarilla está situada con su primera pared (336) lateral hacia una parte interna del conjunto y la segunda unidad (340) de alcantarilla está situada con su primera pared (344) lateral hacia un lado interno del conjunto para crear canales (348, 350) primero y segundo del conjunto, estando el primer canal (348) por debajo de la primera unidad (332) de alcantarilla, estando el segundo canal (350) por debajo de la segunda unidad (340) de alcantarilla, en el que el primer canal (348) tiene un lado interno que es sustancialmente vertical y un lado externo que forma un ángulo con respecto a la vertical y el segundo canal (350) tiene un lado interno que es sustancialmente vertical y un lado externo que forma un ángulo con respecto a la vertical;
 - 20 caracterizado porque:
 - 25 dicha primera unidad (348) de alcantarilla y dicha segunda unidad (340) de alcantarilla tienen, cada una, una parte inferior abierta;
 - 30 la segunda pared (338, 346) de cada una de dicha primera unidad (348) de alcantarilla y dicha segunda unidad (340) de alcantarilla tiene una superficie interna sustancialmente plana y una superficie externa sustancialmente plana; y
 - 35 una superficie externa de la primera pared (344) lateral de la primera unidad (348) de alcantarilla está situada adyacente a una superficie externa de la primera pared (344) lateral de la segunda unidad (340) de alcantarilla.
2. Conjunto de alcantarilla multicanal según la reivindicación 1, en el que la primera unidad (332) de alcantarilla y la segunda unidad (340) de alcantarilla son idénticas en cuanto a forma y tamaño.
- 40 3. Conjunto de alcantarilla multicanal según la reivindicación 1 ó 2, en el que al menos una de la primera unidad (332) de alcantarilla o la segunda unidad (340) de alcantarilla está formada como una unidad de alcantarilla de doble hoja con una junta superior que sujeta juntas un par de secciones de hoja de la unidad de alcantarilla de doble hoja.
- 45 4. Conjunto de alcantarilla multicanal según la reivindicación 1, 2 ó 3, en el que
 - 50 las superficies interna y externa sustancialmente planas de la segunda pared (338) lateral de la primera unidad (332) de alcantarilla no son paralelas por lo que la segunda pared (338) lateral es de sección decreciente de la parte superior a la parte inferior de tal manera que el grosor de la segunda pared (338) lateral de la primera unidad (332) de alcantarilla disminuye al pasar de la parte superior a la parte inferior; y
 - 55 las superficies interna y externa sustancialmente planas de la segunda pared (346) lateral de la segunda unidad (340) de alcantarilla no son paralelas por lo que la segunda pared (346) lateral de la segunda unidad (340) de alcantarilla es de sección decreciente de la parte superior a la parte inferior de tal manera que el grosor de la segunda pared (346) lateral de la segunda unidad (340) de alcantarilla disminuye al pasar de la parte superior a la parte inferior.

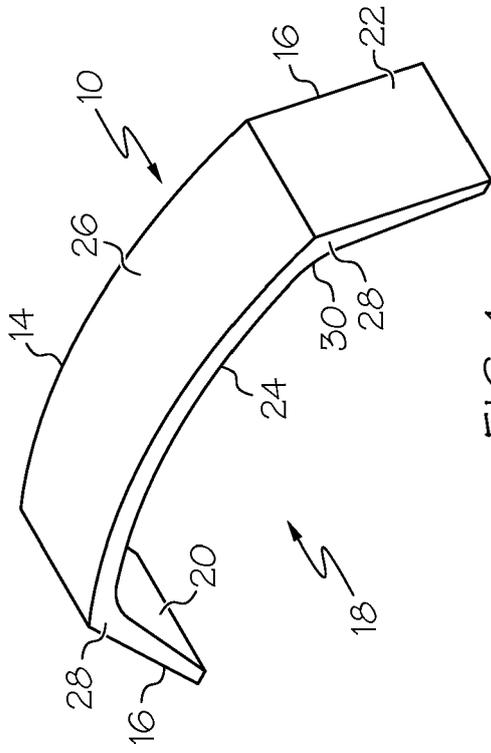


FIG. 1

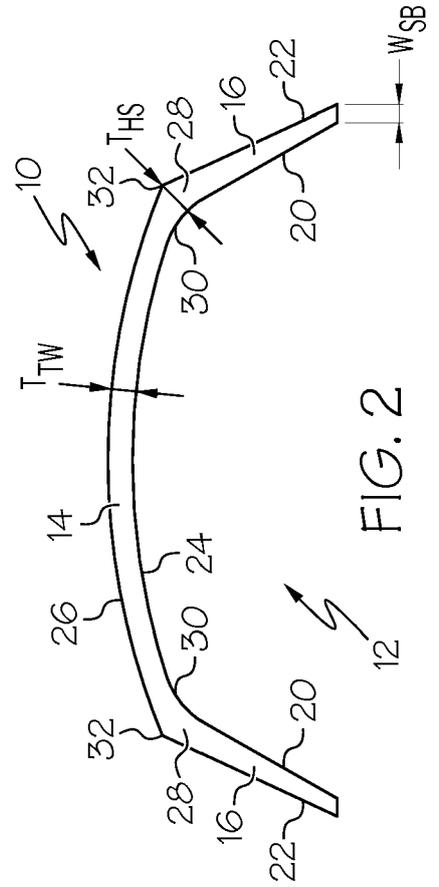


FIG. 2



FIG. 3

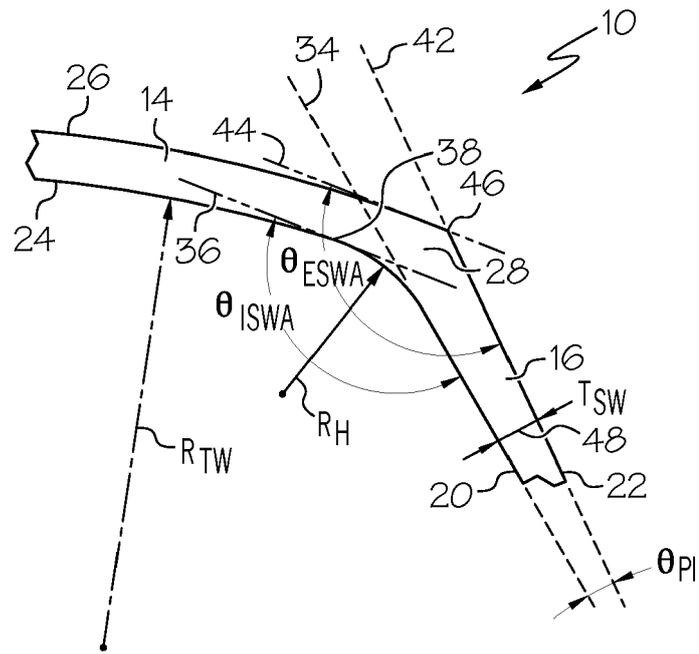


FIG. 4

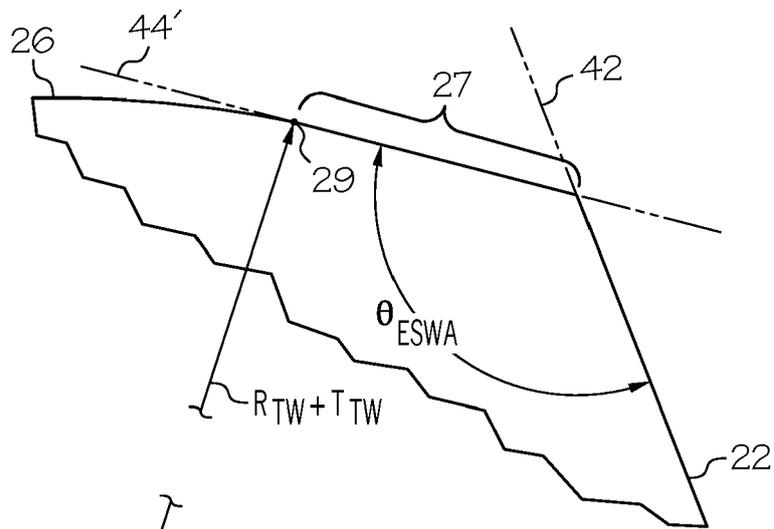


FIG. 4A

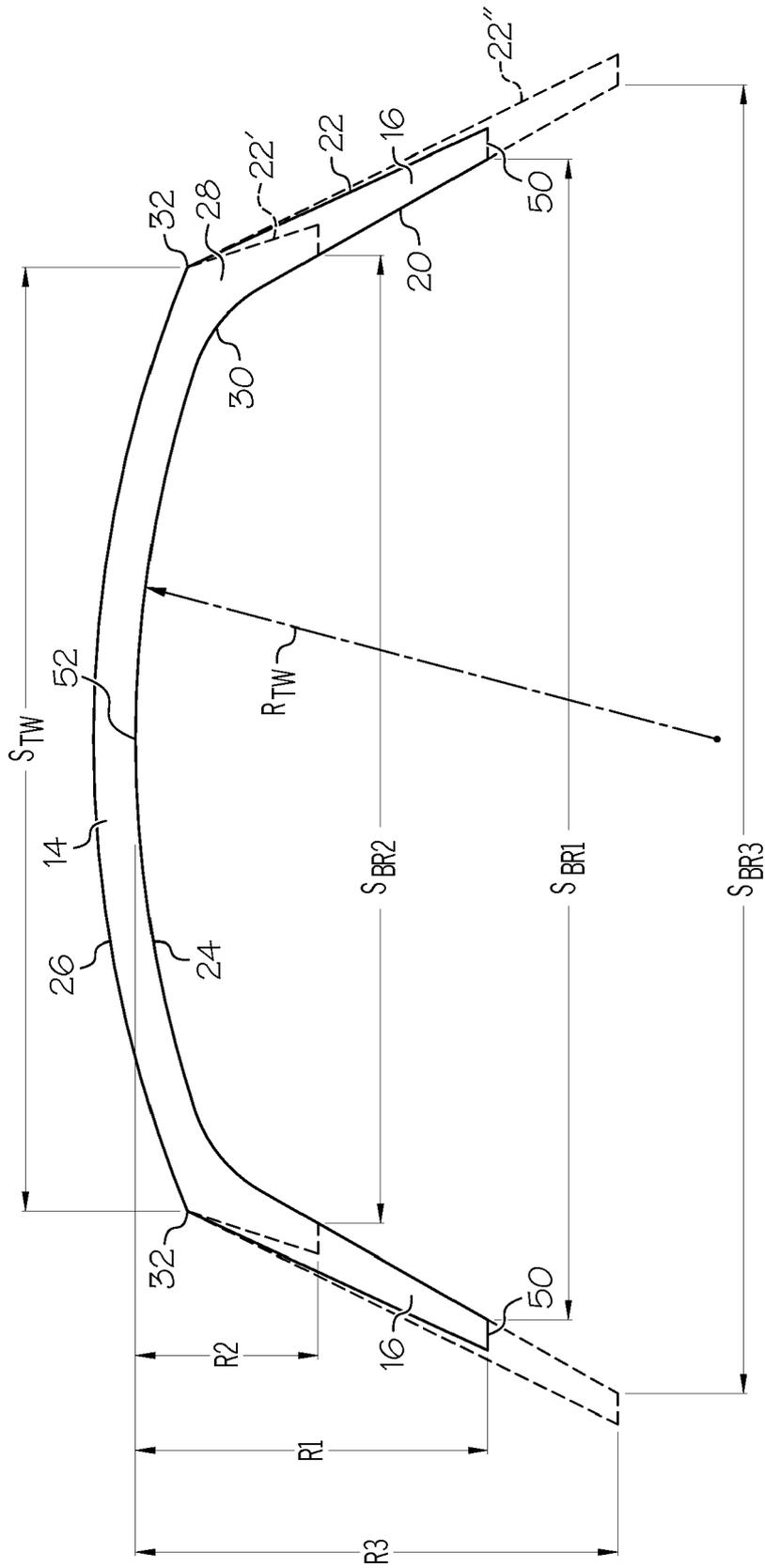


FIG. 5

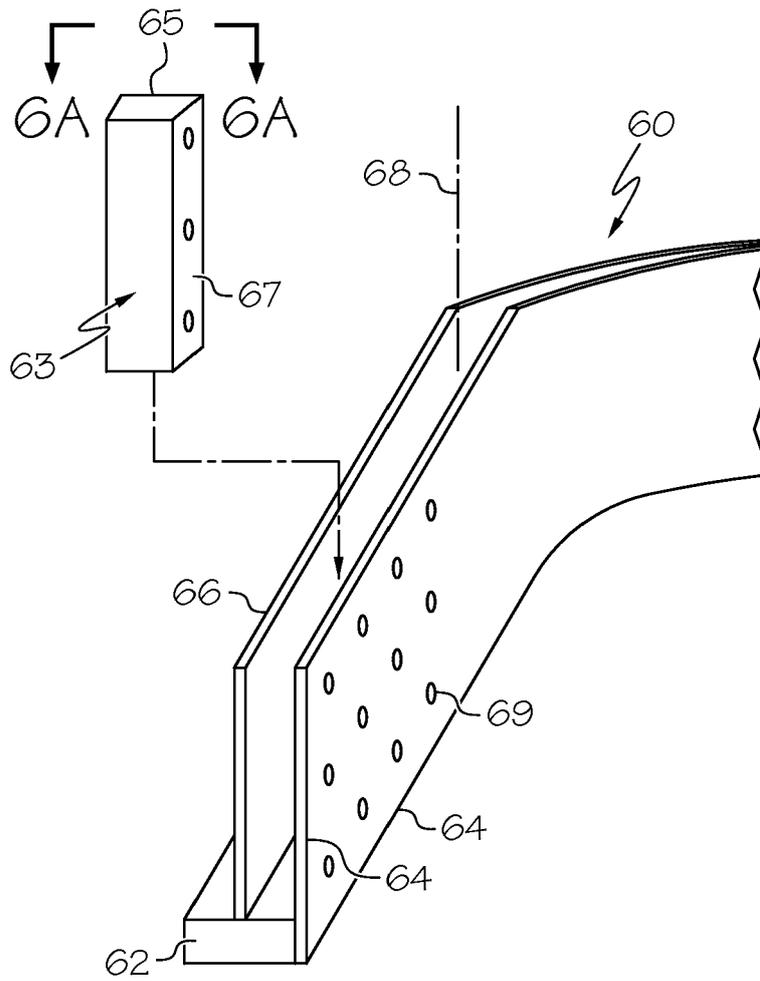


FIG. 6

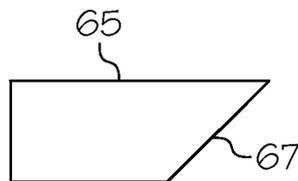


FIG. 6A

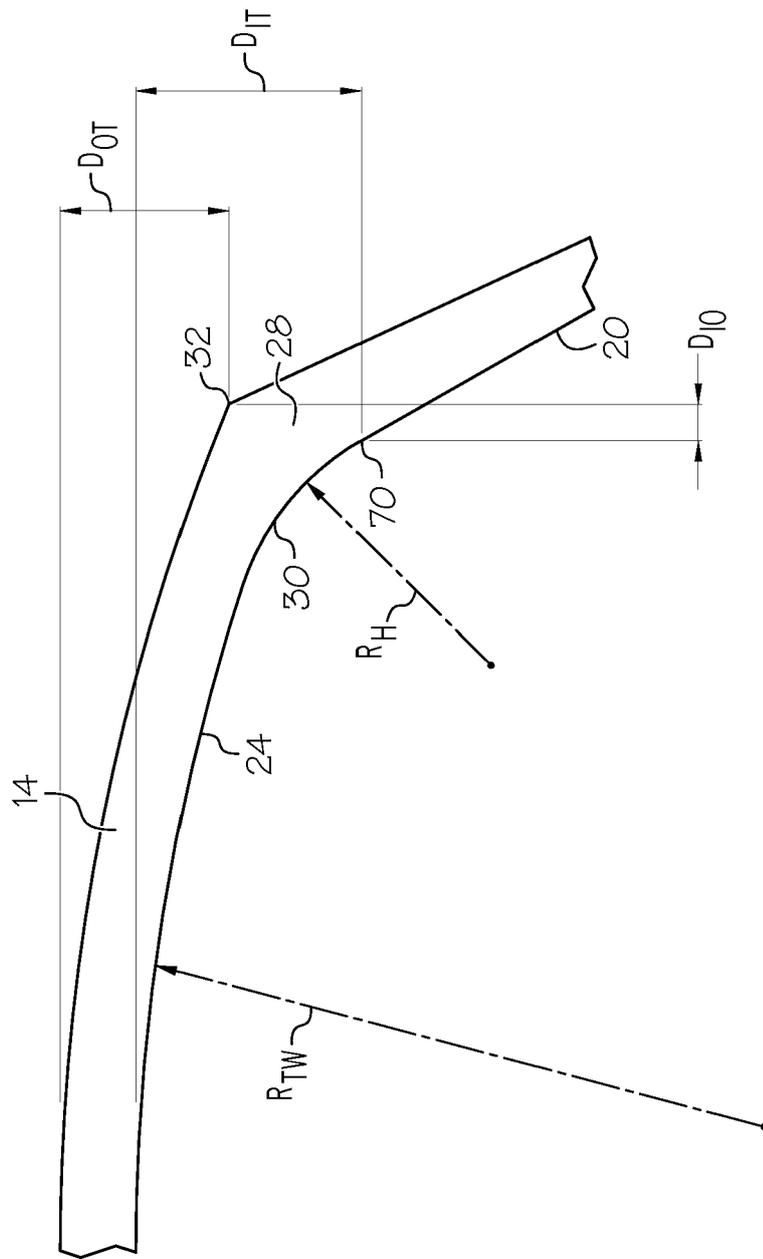


FIG. 7

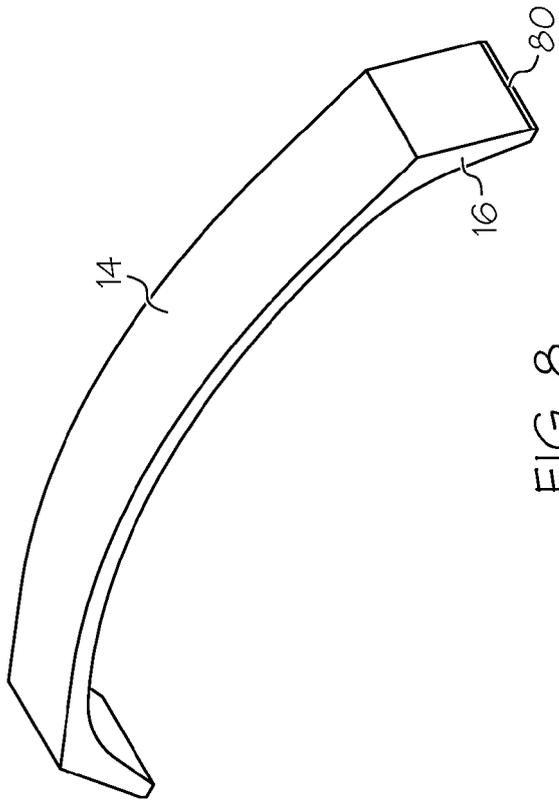


FIG. 8



FIG. 9

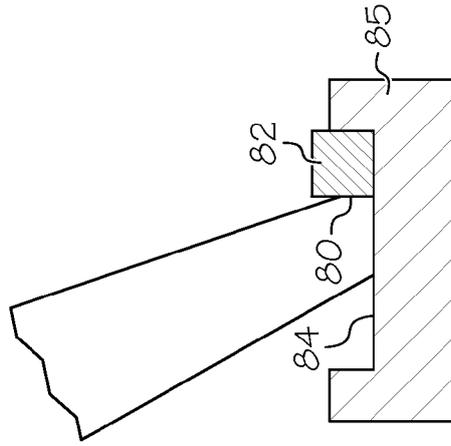


FIG. 10

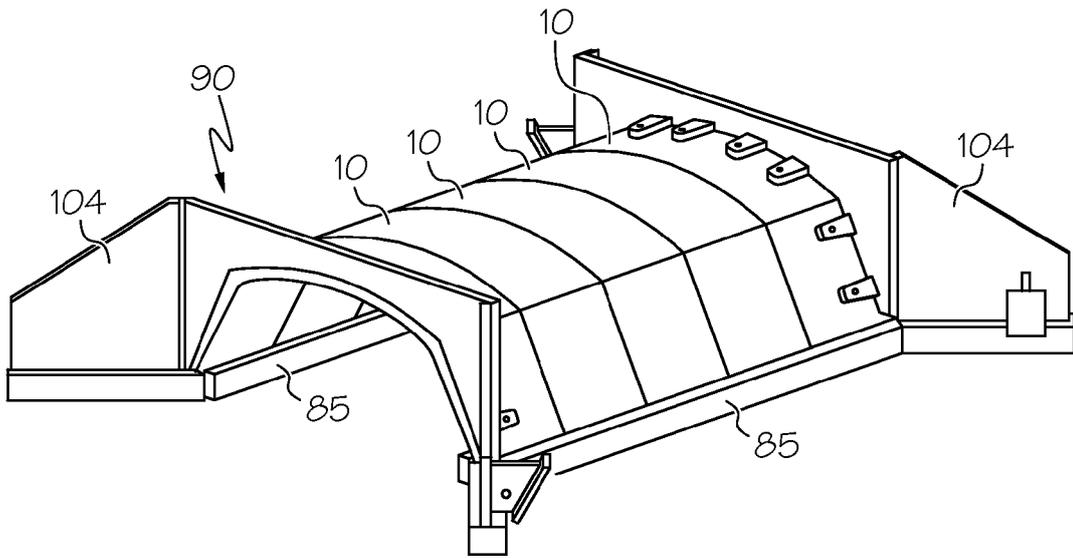


FIG. 11

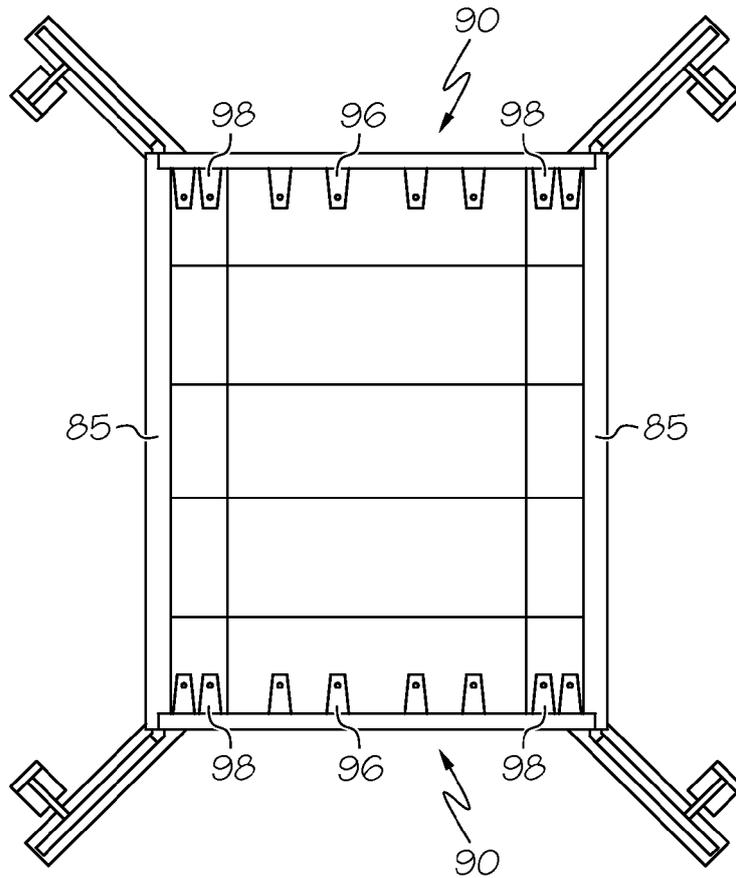


FIG. 12

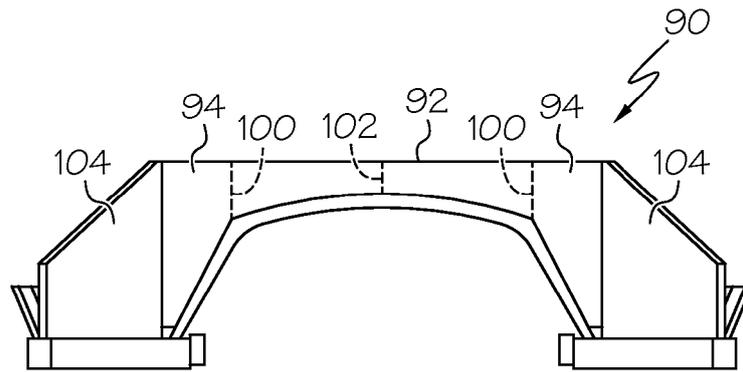


FIG. 13

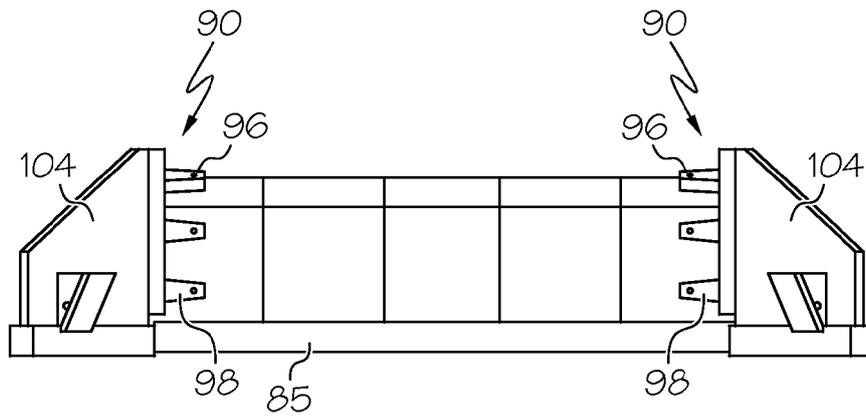


FIG. 14

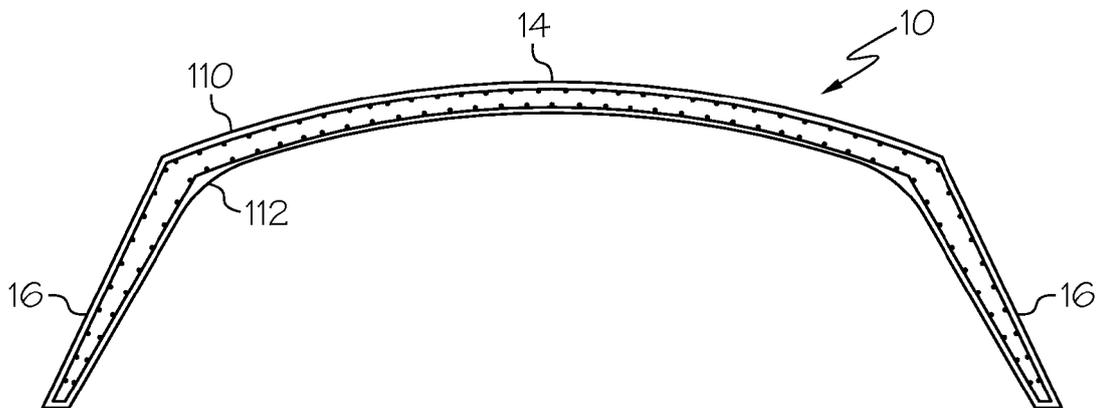


FIG. 15

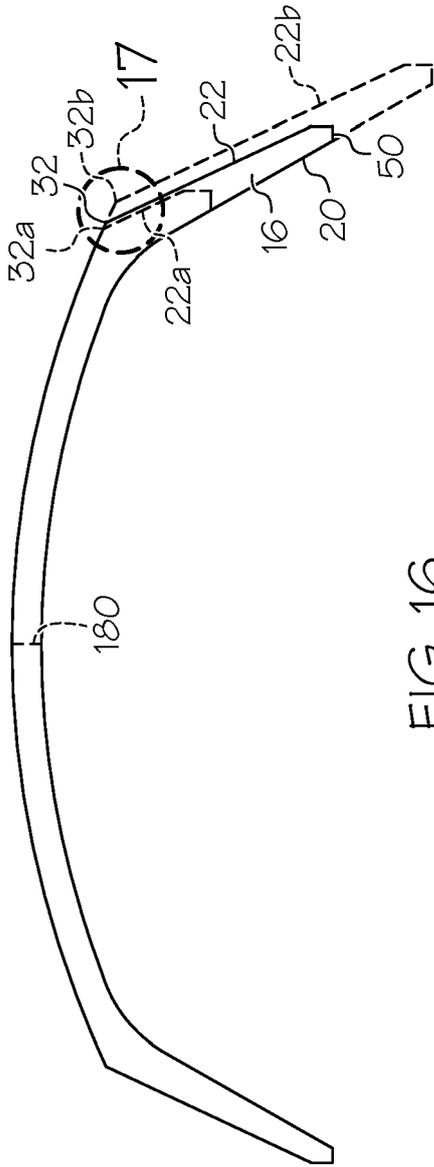


FIG. 16

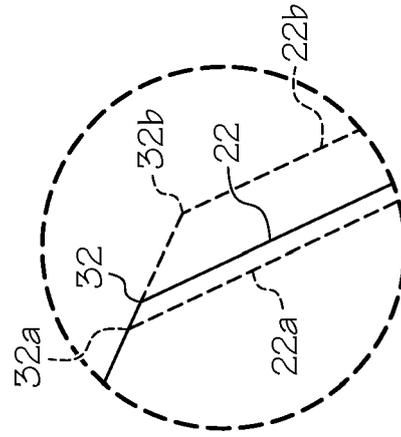


FIG. 17

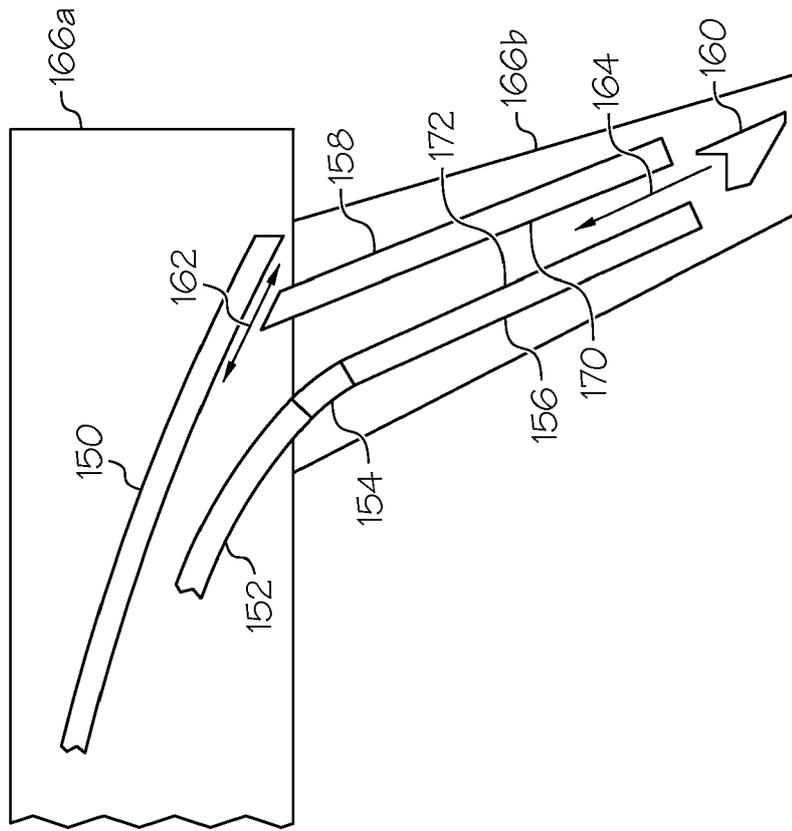


FIG. 18

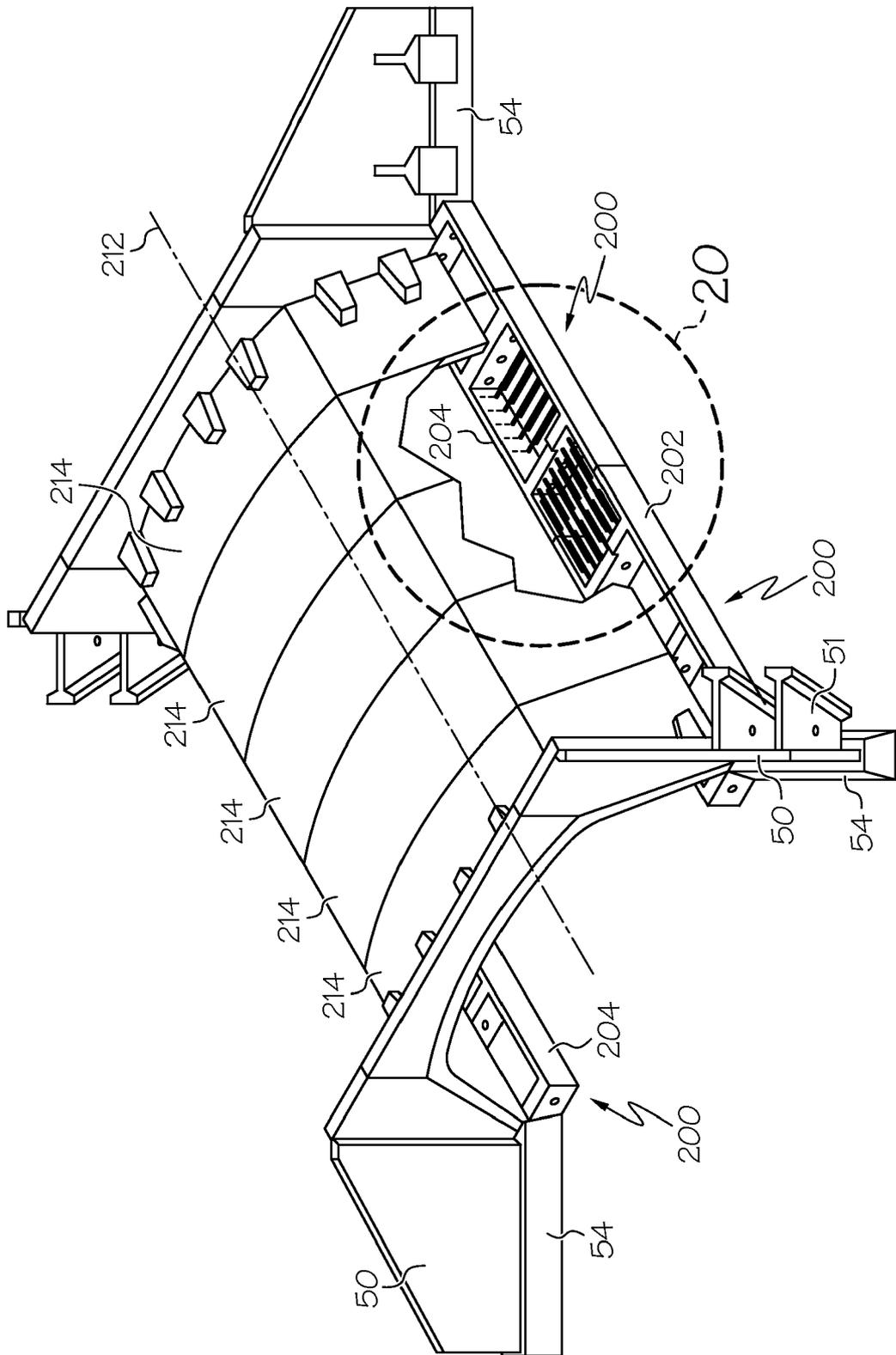


FIG. 19

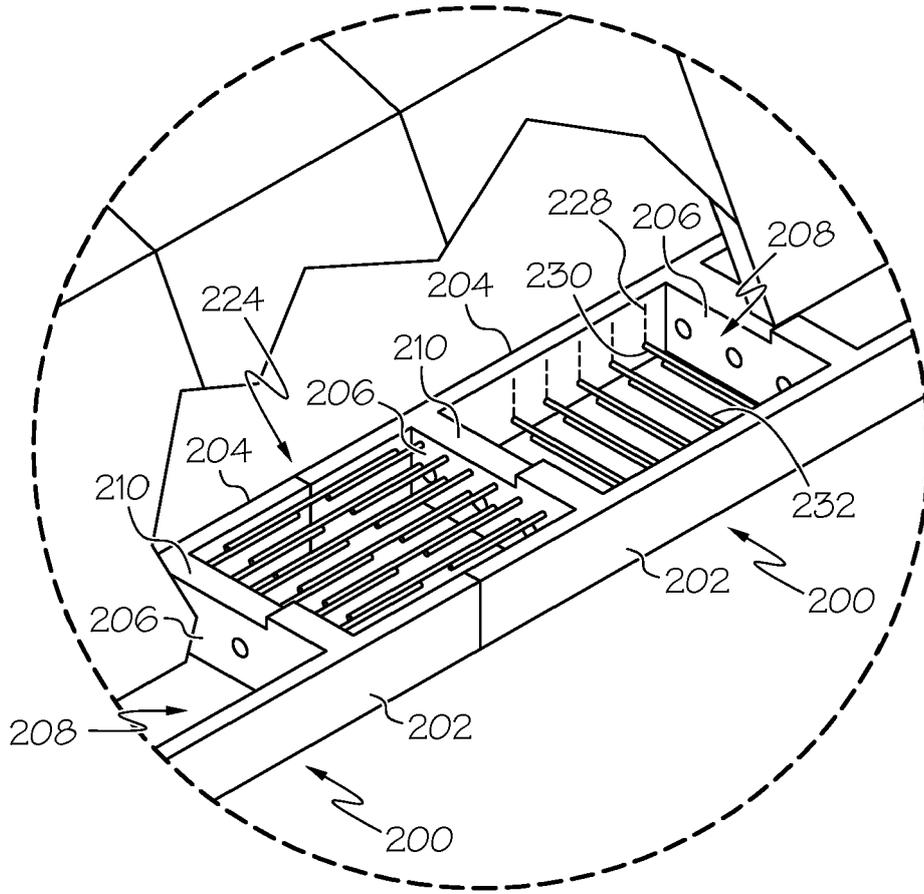


FIG. 20

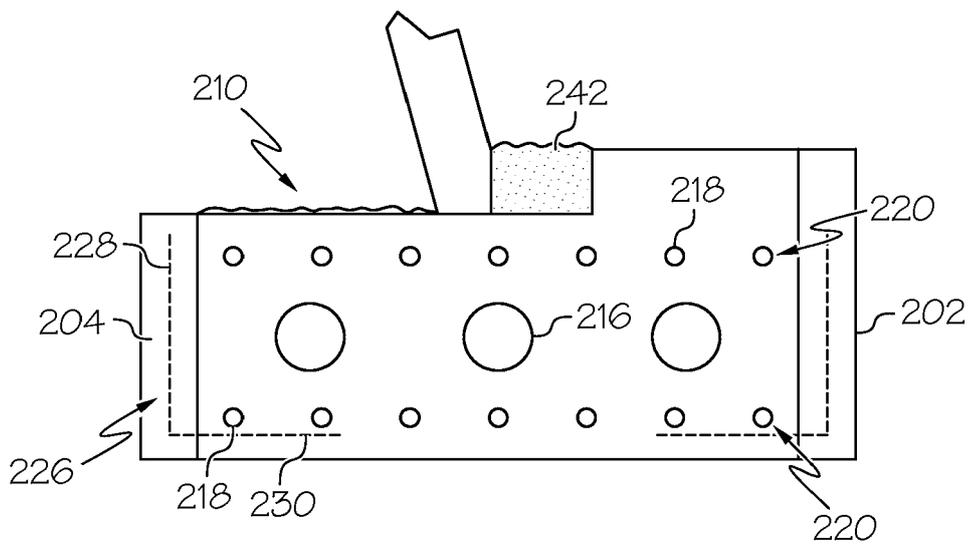


FIG. 21

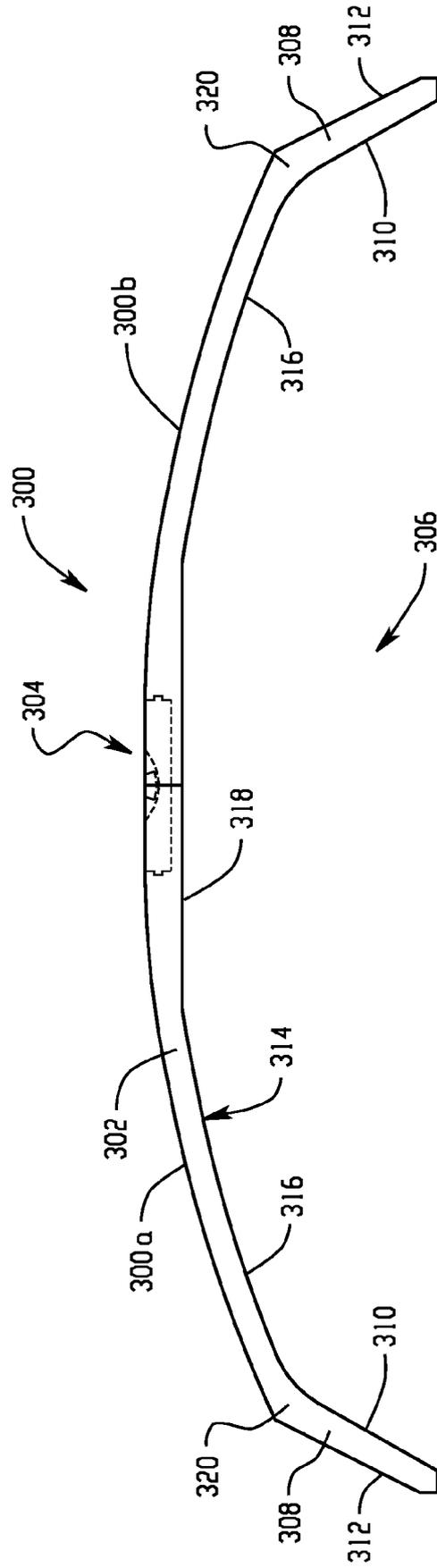


Fig. 22

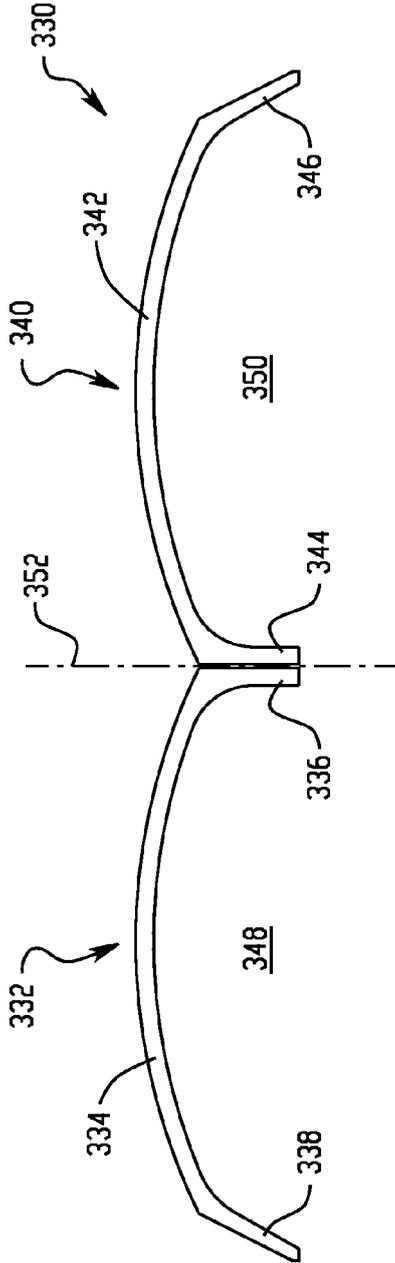


Fig. 23

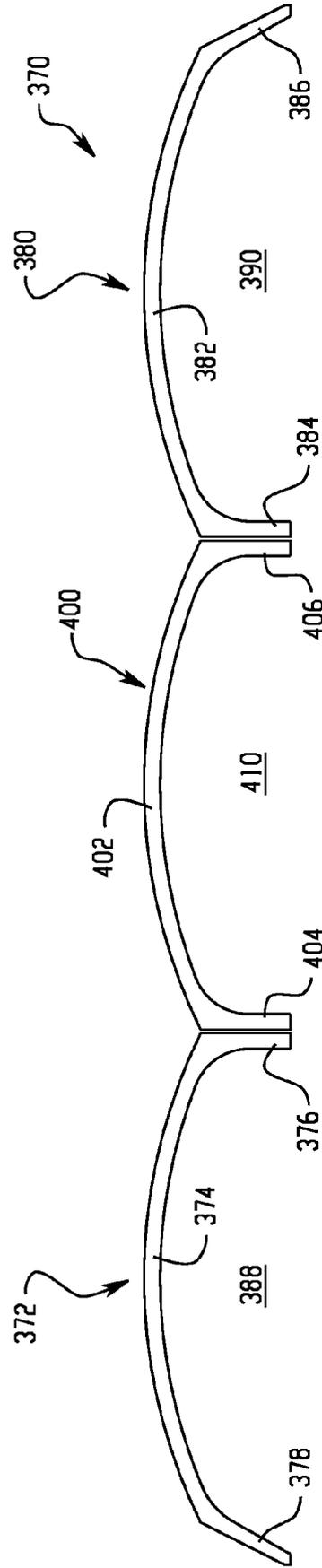


Fig. 24