

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 971**

51 Int. Cl.:

B21D 22/18 (2006.01)

B21D 22/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.03.2011 PCT/EP2011/001547**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.10.2011 WO11124340**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2011 E 11717473 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.01.2018 EP 2552616**

54 Título: **Procedimiento para transformar un material en bruto fundamentalmente de superficie plana en un cuerpo conquiforme y su uso**

30 Prioridad:

29.03.2010 DE 102010013206

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

04.04.2018

73 Titular/es:

**MT AEROSPACE AG (100.0%)
Franz-Josef-Strauss-Strasse 5
86153 Augsburg, DE**

72 Inventor/es:

RADTKE, WULF

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 661 971 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

Procedimiento para transformar un material en bruto fundamentalmente de superficie plana en un cuerpo conquiforme y su uso

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para transformar un material en bruto fundamentalmente de superficie plana en un cuerpo conquiforme y a su uso.

Los procedimientos de este tipo para fabricar cuerpos conquiformes a partir de materiales en bruto fundamentalmente de superficie plana, chapas redondas o planchas de chapa de este tipo son de conocimiento general. Del documento EP 1 728 567 B1 se conocen por ejemplo un procedimiento y un dispositivo correspondiente para transformar un material en bruto fundamentalmente de superficie plana, en forma de una chapa de metal redonda o en forma de disco, en un cuerpo conquiforme con una notable reducción de su espesor de pared. En este procedimiento se fija un material en bruto rotatorio, de superficie plana y cortado circularmente, por ejemplo una chapa redonda premoldeada, a lo largo de su perímetro sobre una placa anular o de sujeción, se abomba con un rodillo en un espacio libre detrás de la placa anular o de sujeción y se transforma en un cuerpo conquiforme dado el caso rotacionalmente simétrico con unas dimensiones correspondientes al contorno distal. Esto se produce, según el abombamiento necesario, casi siempre en varios pasos aislados, en donde el material de la chapa redonda se dilata plásticamente y se expande acimutalmente como consecuencia del aumento de superficie en la zona de membrana. Este procedimiento y el dispositivo correspondiente ya han demostrado ser francamente adecuados en la práctica. En el caso de la conformación de cuerpos conquiformes con una pequeña relación espesor de pared-diámetro pueden formarse pliegues en la chapa. Para reducir una formación de pliegues, que depende además del módulo E del material a conformar a la temperatura de conformación elegida, y una mecanización posterior necesaria a causa de ello, se proponen por ello unos dispositivos adicionales, que deben hacer posible una calibración del molde de forma correspondiente al documento US-A-3 355 920.

El documento US 3, 979,815 describe un procedimiento para moldear placas metálicas, que poseen una mala capacidad de deformación. Por ello se usan para deformar unas placas cubridoras, que poseen una mejor capacidad de deformación y que abrazan las placas a conformar durante la deformación para protegerlas contra los efectos del calor.

La presente invención se ha impuesto por ello la tarea de poner a disposición un procedimiento para transformar un material en bruto fundamentalmente de superficie plana en un cuerpo conquiforme, con el que puedan evitarse los inconvenientes anteriores, el cual haga posible por lo tanto una transformación de un material en bruto fundamentalmente de superficie plana en un cuerpo conquiforme evitando la formación de pliegues, al mismo tiempo sin complejidad y con ello de forma especialmente económica, así como su uso.

Esta tarea es resuelta de forma sorpresivamente sencilla mediante las características de la reivindicación 1.

Mediante la configuración del procedimiento conforme a la invención para transformar un material en bruto fundamentalmente de superficie plana en un cuerpo conquiforme, que comprende los siguientes pasos:

- 35 a) configuración de al menos un suplemento de superficie plana, estable a las abolladuras y adaptado en forma, dimensión y características de deformación al material en bruto de superficie plana,
- b) formación de un material en bruto a deformar y de dos suplementos estables a las abolladuras a deformar a partir del material en bruto de superficie plana y de los suplementos de superficie plana, estables a las abolladuras, en donde se configura un suplemento previsto como base algo mayor en su dimensión que el material en bruto a deformar y se configura un suplemento previsto como base algo menor en su dimensión que el material en bruto a deformar,
- 40 c) disposición del material en bruto a deformar y de los dos suplementos estables a las abolladuras a deformar uno respecto a los otros, de tal manera que el material en bruto a deformar y los dos suplementos estables a las abolladuras a deformar, después de la disposición y durante toda la deformación del material en bruto a deformar para obtener el cuerpo conquiforme, se llevan a un contacto mutuo en toda la superficie,
- 45 d) sujeción del material en bruto/ de los materiales en bruto a deformar unos en otros, junto con los dos suplementos estables a las abolladuras a deformar, sobre o en una estructura soporte, y
- e) deformación del material en bruto a deformar junto con los dos suplementos estables a las abolladuras a deformar, a través de una herramienta de conformación que se aplica al suplemento a deformar previsto como base, para obtener el cuerpo conquiforme mediante presión cóncava o conformado por spin y/o contra-rodadura,

se propone un modo de proceder, mediante el cual un material en bruto fundamentalmente de superficie plana pueda transformarse en un cuerpo conquiforme de forma sencilla, al mismo tiempo sin complejidad y con ello de forma notablemente económica, y precisamente evitando cualquier formación de pliegues. En el material en bruto a deformar se evita mediante uno o dos suplementos estables a las abolladuras que se formen abolladuras o el mismo se configura de tal manera, que se evite el riesgo de una formación de pliegues. Los suplementos estables a las abolladuras pueden deformarse en este sentido, si bien también pueden deformarse de forma limitada. La estabilidad a las abolladuras de estos suplementos puede asegurarse tanto mediante su grosor como mediante una

elección adecuada del material, es decir, mediante la elección de un material con el módulo E más elevado posible. La presión cóncava o el conformado por spin tiene la ventaja de que la conformación se desarrolla en cada proceso de rodadura aislado con un arrastre localizado, por lo tanto muy limitada en el tiempo y en la deformación radial de forma definida en el grado de deformación imprimido por la matriz respectiva. Alternativa o acumulativamente a ello la deformación también puede producirse conforme a la invención mediante contra-rodadura y/o martilleado y/o granallado.

Se describen otros detalles ventajosos del procedimiento conforme a la invención en las reivindicaciones 2 a 12.

De este modo en el marco de la invención está que el material en bruto a deformar y el suplemento estable a las abolladuras a deformar según la reivindicación 2 se formen a partir de un material en bruto de superficie plana y de al menos un suplemento de superficie plana, estable a las abolladuras, que estén configurados respectivamente fundamentalmente circularmente o en forma de disco, o que estén configurados respectivamente como anillo circular parcial.

Con relación a esto está previsto en una configuración preferida de la invención que el material en bruto de superficie plana y el al menos un suplemento estable a las abolladuras de superficie plana, que estén configurados respectivamente fundamentalmente circularmente o en forma de disco, o que estén configurados respectivamente como anillo circular parcial, según la reivindicación 3 se obtengan a partir del material en bruto de superficie plana y del menos un suplemento de superficie plana, estable a las abolladuras, mediante separación, en especial mediante corte mecánico, corte mediante láser o chorro de agua, serrado, fresado o erosionado, del material en bruto de superficie plana y del al menos un suplemento estable a las abolladuras de superficie plana. Estas características se usan para obtener un modo de proceder sencillo, preciso, eficiente y económico.

Se concede una importancia especial a las medidas de la reivindicación 4. Según esto se ensamblan el material en bruto a deformar y el suplemento estable a las abolladuras a deformar a partir del material en bruto de superficie plana y del al menos un suplemento estable a las abolladuras de superficie plana, que están configurados respectivamente como anillo circular parcial, para formar un material en bruto a deformar y al menos un suplemento estable a las abolladuras a deformar, que están configurados respectivamente de forma troncocónica. De esta forma se propone un modo de proceder que conduzca, mediante un mejor aprovechamiento de los potenciales de calor y fuerza disponibles, a una notable reducción de costes energéticos y, mediante un ahorro de tiempo con ello inherente, a una elevada rentabilidad. En el procedimiento conforme a la invención el material en bruto troncocónico se aproxima ya claramente al cuerpo conquiriforme, en comparación con un material en bruto de superficie plana circular o en forma de disco. De esta manera puede reducirse notablemente el grado de conformación necesario en comparación con la conformación de un material en bruto de superficie plana circular y, de este modo, evitarse o al menos reducirse bastante las limitaciones de la conformación, como por ejemplo fallos de material en el material básico y en especial en la zona de soldadura propensa a los fallos, o la formación de pliegues. Esto hace a su vez posible la fabricación de cuerpos conquiriformes con una relación entre longitud axial y diámetro bastante mayor que hasta ahora. Una ventaja adicional consiste en los cuerpos conquiriformes pueden construirse, en comparación con su diámetro, con paredes más finas y de este modo con un menor empleo de material así como más ligeros de los que era posible hasta ahora a causa de la formación de pliegues. Además de esto mediante el procedimiento conforme a la invención puede prescindirse de algunos o incluso varios pasos de fabricación, que hasta ahora eran necesarios a la hora de conformar un material en bruto de superficie plana circular. De este modo pueden eliminarse hasta el 95 % de los pasos de fabricación en la conformación actual. De esta manera pueden conseguirse en total las ventajas de una considerable reducción de costes de fabricación, de un mayor caudal de componentes y de una mayor rentabilidad. Al mismo tiempo puede obtenerse una destacada gran precisión de forma y medidas y al mismo tiempo una elevada resistencia del cuerpo conquiriforme fabricado.

Asimismo son de un interés especialmente grande las características constructivas de la reivindicación 5, según lo cual el material en bruto a deformar y el al menos un suplemento estable a las abolladuras a deformar se ensamblan mediante soldadura por agitación-fricción (friction-stir-welding o FSW) a lo largo de las generatrices vueltas unas hacia las otras del material en bruto de superficie plana y del al menos un suplemento estable a las abolladuras de superficie plana. Mediante la soldadura por agitación-fricción se obtienen unas ventajas considerables con respecto a los procedimientos de soldadura habituales, sobre todo cuando la costura/las costuras de soldadura están sometidas a continuación a unas elevadas tensiones a causa de una conformación amplia, como una presión cóncava o una conformación por spin y/o una contra-rodadura y/o un martilleado y/o un granallado. De este modo la soldadura por agitación-fricción es especialmente ventajosa a causa de la posibilidad básica de trabajar por debajo del punto de fusión, de un alabeado reducido en la costura/las costuras de soldadura, de unas sobresalientes características mecánicas de la costura/ las costuras de soldadura, de ninguna formación de rechupes, poros y salpicaduras de soldadura, de una contracción en todo caso pequeña y de una favorable posibilidad de reparación.

De forma preferida el material en bruto a deformar y el al menos un suplemento estable a las abolladuras a deformar se sujetan y fijan según la reivindicación 6 sobre o en una estructura soporte, sobre un perímetro en la zona de una abertura grande del material en bruto a deformar y del al menos un suplemento estable a las abolladuras a deformar, mediante un dispositivo para sujetar el material en bruto a deformar y el al menos un suplemento estable a las abolladuras a deformar con un anillo de presión y un anillo de sujeción, así como un anillo de obturación entre el anillo de presión y el anillo de sujeción.

En los materiales en bruto a deformar con un mayor grosor de pared o con una geometría meridiana complicada es especialmente ventajoso que el material en bruto a deformar y el al menos un suplemento estable a las abolladuras a deformar se deformen a través de al menos una herramienta de conformación aplicada a su lado delantero o interior para formar el cuerpo conquiforme, de forma similar o correspondiente al principio de la "presión cóncava".
 5 Como herramienta de conformación puede usarse a este respecto al menos un rodillo de conformación o presión y/o una esfera de presión, que esté después montado/a de forma preferida hidrostáticamente. Como herramienta de conformación pueden estar también previstos, alternativamente a esto, al menos un contra-rodillo que coopere con la misma y que se aplique al lado trasero o exterior del material en bruto a deformar y del al menos un suplemento estable a las abolladuras a deformar y/o al menos un martillo y/o unas esferas de metal, vidrio o una combinación de ellos.
 10

Puede influirse en la exactitud de medida del material en bruto a deformar y del posterior cuerpo conquiforme durante la deformación, conformación o la presión cóncava, por medio de que el lado delantero o interior de la herramienta de conformación aplicada al material en bruto a deformar o al menos a un suplemento estable a las abolladuras a deformar sea guiado en un plano radialmente respecto al material en bruto a deformar y al menos a un suplemento estable a las abolladuras a deformar, en dos dimensiones desde el centro al perímetro del material en bruto y del al menos un suplemento estable a las abolladuras, y a la inversa, o desde el perímetro en la zona de una pequeña abertura del material en bruto y del al menos un suplemento estable a las abolladuras y a la inversa. Mediante un guiado de este tipo, dado el caso a elección alternante, pueden conseguirse unos recorridos claramente más cortos de la herramienta de conformación. La consecuencia de ello resultante que no debe olvidarse es en conjunto un ahorro de tiempo. Por lo tanto básicamente el movimiento tridimensional de la al menos una herramienta de conformación con relación al material en bruto puede discurrir en forma de una espiral tridimensional sobre la superficie o el lado interior del material en bruto troncocónico, desde dentro hacia fuera o a la inversa desde fuera hacia dentro, que conduce a la geometría deseada del cuerpo conquiforme. La forma helicoidal se obtiene mediante una superposición del movimiento radial bidimensional con la rotación del material en bruto troncocónico como tercera dimensión. Un movimiento relativo entre el material en bruto y la herramienta de conformación, sin embargo, puede realizarse también paso a paso con una regulación respectivamente adaptada y en cualquier combinación de los movimientos básicos respectivos, para producir una geometría deseada.
 15
 20
 25

Para un aumento ulterior de la exactitud de medida que puede alcanzarse con el procedimiento conforme a la invención, el lado delantero o interior de la herramienta de conformación aplicada al material en bruto a deformar o al menos a un suplemento estable a las abolladuras a deformar se regula y/o controla mediante una matriz o numéricamente. La geometría final del cuerpo conquiforme puede definirse a este respecto mediante la curva meridiana de una matriz (de chapa) o mediante la programación de la curva meridiana de la matriz (de chapa) en un mando NC. Son posibles modificaciones posteriores de la geometría o adaptaciones de la geometría para cuerpos conquiformes moldeados de otra manera sin un gran consumo de tiempo, personal e inherentemente a ello unos grandes costes, según lo cual solo es necesario modificar la matriz o el mando NC para la herramienta de conformación.
 30
 35

El material en bruto a deformar y el al menos a un suplemento estable a las abolladuras a deformar y la al menos una herramienta de conformación se mueven convenientemente, en especial se giran, unos respecto a los otros durante la transformación en el cuerpo conquiforme según la reivindicación 7. Esto puede realizarse mediante el movimiento de la herramienta de conformación y/o de un movimiento relativo adicional previsto respecto al movimiento de la herramienta de conformación, respectivamente un movimiento relativo del material en bruto a deformar y del suplemento estable a las abolladuras o de la estructura soporte o de la propia cámara de la estructura soporte.
 40

En otra configuración del procedimiento conforme a la invención el material en bruto a deformar según la reivindicación 8 puede llevarse a un perfil de temperatura más elevada a través de al menos un dispositivo asociado a la estructura soporte para calentar y/o caldear el material en bruto a deformar.
 45

Con relación a esto es especialmente importante que el material en bruto a deformar según la reivindicación 9 antes de la deformación se ablande mediante recocado para obtener el cuerpo conquiforme. La deformación, conformación o presión cóncava puede llevarse a cabo tanto más fácilmente y de forma segura cuanto más blando y dúctil se comporte el material. El reblandecimiento mediante recocado es ventajoso para eliminar tensiones internas y diferencias en la resistencia a la variación de forma causada por la soldadura.
 50

Además de esto es de interés especial la obtención de un grosor de pared final deseado del cuerpo conquiforme. Según esto el material en bruto de superficie plana, el material en bruto configurado fundamentalmente circularmente o en forma de disco, el material en bruto configurado como anillo circular parcial o el material en bruto a deformar se contornea previamente, antes de deformarse para obtener el cuerpo conquiforme, mediante arranque de virutas, en especial mediante giro, fresado y/o rectificado, es decir, se le confiere una distribución predeterminada de grosor de pared en el estado de planeidad, y/o se equipa con orificios pasantes, perforaciones o rebajes similares, que se cierran temporalmente para la deformación mediante el al menos un suplemento estable a las abolladuras a deformar y/o unas cubiertas, en especial una lámina. Mediante el contorneado previo del grosor inicial antes de la deformación puede ajustarse exactamente el grosor de pared final del cuerpo conquiforme. Ha demostrado en la práctica ser especialmente ventajoso aplicar el contorneado del material en bruto
 55
 60

convenientemente en su lado exterior. De este modo se asegura que la herramienta de conformación roce o entre en contacto con el lado interior liso, no contorneado, del material en bruto troncocónico, siempre que en realidad se requiera una herramienta de conformado de este tipo. Mediante el empleo de al menos un suplemento estable a las abolladuras a deformar no se requieren cubiertas o láminas específicas.

5 Asimismo puede ser especialmente ventajoso apoyar mediante el empleo de vacío el procedimiento conforme a la invención para deformar, conformar o presionar. Según esto el lado trasero o exterior vuelto hacia la estructura soporte del material en bruto a deformar y del suplemento estable a las abolladuras a deformar previsto como base se obtura con relación al lado delantero o interior alejado de la estructura soporte del material en bruto a deformar o del suplemento estable a las abolladuras a deformar previsto como base y se aplica un vacío a una cámara de la estructura soporte, obturada por el material en bruto a deformar y/o por el al menos un suplemento estable a las abolladuras a deformar. La deformación del material en bruto a deformar y del al menos un suplemento estable a las abolladuras a deformar se apoya de este modo mediante una evacuación definida de la cámara. Siempre que se quiera apoyar adicionalmente la deformación del material en bruto troncocónico mediante la aplicación de un vacío, pueden sellarse temporalmente de forma estanca al vacío los orificios pasantes, perforaciones o rebajes similares antes citados del material en bruto troncocónico mediante el uso de al menos un suplemento estable a las abolladuras a deformar o de unas cubiertas específicas, en especial de una lámina.

Para aumentar la exactitud de medida a conseguir está previsto asimismo conforme a la invención medir continuamente el material en bruto a deformar durante la deformación para obtener el cuerpo conquiriforme. Una medición geométrica de este tipo del material en bruto puede llevarse a cabo por ejemplo automáticamente mediante un sistema de medición, dado el caso sin contacto y que gira hacia dentro. La medición geométrica es especialmente ventajosa para obtener, a partir de la misma, datos para una adaptación de los parámetros de una conformación en paralelo inherente y/o subsiguiente.

De forma correspondiente a las medidas según la reivindicación 10 el material en bruto troncocónico se somete de forma ventajosa a un recocido de disolución y a un enfriamiento a continuación, así como en caso necesario dado el caso a un estiramiento en frío subsiguiente.

Asimismo el cuerpo conquiriforme se temple en caliente en la estructura soporte o en el horno y se lleva a un estado T8 de forma correspondiente a las características según la reivindicación 11, después de la deformación o de la presión cóncava. Precisamente si el cuerpo conquiriforme está compuesto por metal, en especial por aluminio o una aleación de aluminio, se busca normalmente un afinamiento óptimo, para alcanzar un estado T8 en las características del material. De este modo el estado T8 es el estado máximo que puede alcanzarse actualmente en las aleaciones de aluminio endurecibles, que se emplean con frecuencia para los depósitos de carburante para cohetes.

El o los materiales en bruto de superficie plana y/o el al menos un suplemento estable a las abolladuras de superficie plana y/o el material en bruto a deformar y el al menos un suplemento estable a las abolladuras a deformar según la reivindicación 12 están formados convenientemente por metal, en especial acero, acero fino, aluminio, titanio, una aleación de ellos y/o una combinación de los mismos, de forma preferida aleaciones de aluminio y aleaciones de aluminio con contenido de litio muy y enormemente resistentes, y de forma muy preferida una aleación de aluminio dado el caso endurecible, AL 2195 o AL 2219, y/o por material plástico y/o por cerámica y/o por una combinación de los mismos.

40 Con ello está en especial en el marco de la invención que el menos un suplemento estable a las abolladuras de superficie plana o el al menos un suplemento estable a las abolladuras a deformar esté formado por un material con un módulo E elevado.

Por último está también en el marco de la invención usar el procedimiento conforme a la invención según la reivindicación 13 para fabricar componentes conquiriformes rotacionalmente simétricos y/o no rotacionalmente simétricos. Aquí han demostrado ser especialmente ventajoso componentes semiesféricos, en forma de casquete esférico, en forma de calota, en forma de calota elipsoidal, cónicos o elípticos, o bien componentes en forma de Cassini, con forma semi-toroidal o componentes configurados con otras formas similares de la sección transversal.

El procedimiento conforme a la invención según la reivindicación 14 es especialmente adecuado para la fabricación de envolturas como domos para depósitos de carburante de cohetes, depósitos de satélites, antenas parabólicas, envolturas reflectoras parabólicas, colectores solares parabólicos, carcasas de faros, suelos de depósitos, cúpulas de torres, calotas de presión, etc.

Se deducen características, ventajas y detalles adicionales de la invención de la siguiente descripción de unas formas de realización preferidas de la invención, así como basándose en los dibujos. Aquí muestran:

la fig. 1 una vista en planta sobre una forma de realización de un material en bruto conforme a la invención de superficie plana y configurado circularmente o en forma de disco o de un suplemento estable a las abolladuras,

la fig. 2 una vista en planta sobre otra forma de realización de un material en bruto conforme a la invención de superficie plana y configurado como anillo circular parcial, de un suplemento estable a las abolladuras o de un

desarrollo troncocónico de un material en bruto conforme a la invención o de un suplemento estable a las abolladuras,

5 la fig. 3 una vista en perspectiva de una forma de realización de un material en bruto conforme a la invención a deformar o de un suplemento estable a las abolladuras a deformar, que se ensambla mediante soldadura a lo largo de unas generatrices vueltas unas hacia las otras del material en bruto configurado como anillo circular parcial o del suplemento de forma correspondiente a la fig. 2,

10 la fig. 4 una vista esquemática en sección transversal a través de una forma de realización de un material en bruto conforme a la invención a deformar de forma correspondiente a la fig. 3 junto con dos suplementos estables a las abolladuras a deformar y previstos como base o apoyo, que se sujeta en una estructura soporte y, mediante una forma de realización preferida de un procedimiento conforme a la invención, se transforma en un cuerpo conquiforme a través de al menos una herramienta de conformación, y

la fig. 5 una vista esquemática en sección transversal a través de una forma de realización de un cuerpo conquiforme conforme a la invención, que está moldeado a partir del material en bruto a deformar de forma correspondiente a la fig. 4.

15 En la siguiente descripción de diferentes ejemplos de realización del procedimiento conforme a la invención los componentes iguales, mutuamente correspondientes, poseen respectivamente unos números de referencia idénticos.

20 El procedimiento según la invención está previsto para conformar o deformar un material en bruto fundamentalmente de superficie plana 10 de metal, en particular acero, acero fino, aluminio, titanio, una aleación de ellos y/o una combinación de los mismos, de forma preferida unas aleaciones de aluminio y aleaciones de aluminio con contenido de litio muy y enormemente resistentes, y de forma muy preferida una aleación de aluminio de forma preferida endurecible, como por ejemplo AL 2195 o AL 2219, y/o de material plástico y/o de cerámica y/o de una combinación de los mismos, para formar un cuerpo conquiforme – dado el caso también en particular de paredes finas-, un componente conquiforme o una pieza perfilada similar, y precisamente de la misma manera en estado frío o caliente.

25 El procedimiento según la invención es especialmente apropiado para fabricar componentes conquiformes rotacionalmente simétricos y/o no rotacionalmente simétricos. De un modo muy ventajoso el procedimiento según la invención se usa para fabricar componentes semiesféricos, en forma de casquete esférico, en forma de calota, en forma de calota elipsoidal, cónicos, elípticos, en forma de Cassini, con forma semi-toroidal o componentes configurados con otras formas de la sección transversal.

30 El procedimiento según la invención es adecuado de forma muy ventajosa para la fabricación de envolturas como domos para depósitos de carburante de cohetes, depósitos de satélites, antenas parabólicas, envolturas reflectoras parabólicas, colectores solares parabólicos, carcasas de faros, suelos de depósitos, cúpulas de torres, calotas de presión, etc.

35 De forma correspondiente a la fig. 1 el procedimiento conforme a la invención comprende un primer paso, en el que se configura al menos un suplemento estable a las abolladuras 12 o una base y/o un apoyo similares. El al menos un suplemento estable a las abolladuras 12 o base y/o un apoyo similares pueden deformarse en este sentido, si bien también en especial deformarse de forma limitada, para impedir una formación de pliegues del material en bruto 10 a deformar con la formación de abolladuras o estabilizar de tal manera el material en bruto 10 a deformar, que se evite el riesgo de la formación de pliegues. El al menos un suplemento estable a las abolladuras 12 está adaptado a la forma, dimensiones y características de deformación del material en bruto de superficie plana 10 o ajustado a las mismas. De forma correspondiente a la fig. 1 el material en bruto de superficie plana 10 y el al menos un suplemento estable a las abolladuras 12 presentan respectivamente la forma de una placa (cuadrada/rectangular) o de una chapa.

45 En un segundo paso del procedimiento conforme a la invención el material en bruto de superficie plana 10' y al menos un suplemento estable a las abolladuras de superficie plana 12' según la reivindicación 2 se forman a partir del material en bruto de superficie plana 10 y del al menos un suplemento estable a las abolladuras de superficie plana 12. De forma correspondiente a la fig. 1 el material en bruto 10' y el al menos un suplemento 12' están configurados respectivamente fundamentalmente circularmente o en forma de disco.

50 A este respecto el material en bruto de superficie plana 10' y el suplemento estable a las abolladuras de superficie plana 12' se obtienen a partir del material en bruto de superficie plana 10 y del al menos un suplemento estable a las abolladuras de superficie plana 12 mediante separación, en especial mediante corte mecánico, corte mediante láser o chorro de agua, serrado, fresado o erosionado, del material en bruto de superficie plana 10 y del al menos un suplemento estable a las abolladuras de superficie plana 12.

55 El material en bruto de superficie plana 10' y el suplemento estable a las abolladuras de superficie plana 12', obtenidos respectivamente, forman por sí mismos en la forma de realización que se muestra en la fig. 1, un material en bruto 14 a deformar y al menos un suplemento estable a las abolladuras 16 a deformar. El material en bruto 14 a deformar y el al menos un suplemento estable a las abolladuras 16 forman en consecuencia respectivamente una

forma circular o de disco. Con ello se configura un suplemento 16 previsto como base 16' algo mayor en su dimensión que el material en bruto 14 a deformar y/o se configura un suplemento 16 previsto como base 16" algo menor en su dimensión que el material en bruto 14 a deformar.

5 En la otra forma de realización del procedimiento conforme a la invención representada a modo de ejemplo en la fig. 2 el material en bruto de superficie plana 10 y el al menos un suplemento estable a las abolladuras 12 se transforman en primer lugar en un material en bruto de superficie plana 10' y en un suplemento estable a las abolladuras 12', que están configurados respectivamente como anillo circular parcial o como desarrollo troncocónico. Esta obtención se realiza como en el ejemplo de realización de la fig. 1 mediante separación, en especial mediante corte mecánico, corte mediante láser o chorro de agua, serrado, fresado o erosionado, del material en bruto de superficie plana 10 y del al menos un suplemento estable a las abolladuras de superficie plana 12.

10 Como se expone esquemáticamente en la fig. 3, el material en bruto de superficie plana 10' configurado como anillo circular parcial y el al menos un suplemento estable a las abolladuras 12', que también está conformado como anillo circular parcial, se ensamblan a continuación respectivamente para formar un material en bruto 14 troncocónico a deformar o un material en bruto 14 con cono truncado recto o un material en bruto 14 en forma de un cono truncado recto y un suplemento estable a las abolladuras 16 troncocónico a deformar o un suplemento 16 con cono truncado recto o un suplemento 16 en forma de un cono truncado recto. Con ello el material en bruto 14 a deformar y el al menos un suplemento estable a las abolladuras 16 a deformar se sueldan o sellan a lo largo respectivamente de unas generatrices 18, 18' vueltas unas hacia las otras. En el procedimiento conforme a la invención se usa como procedimiento de soldadura muy preferido la soldadura por agitación-fricción (friction-stir-welding o FSW).

20 El material en bruto 14 a deformar presenta un lado interior 20 y un lado exterior 22 y posee asimismo una abertura pequeña 24 y una abertura grande 26. La abertura pequeña 24 forma el llamado polo, mientras que la abertura grande 26 representa un diámetro exterior. La abertura pequeña 24 puede cerrarse dado el caso mediante una caperuza (polar) a introducir por soldadura de cualquier forma, es decir en forma de un disco plano y de una conformación varias veces curvada (por ejemplo semiesfera, segmento esférico, elipsoide comprimido/alargado, etc.), para distribuir entre un perímetro mayor la fuerza ejercida sobre el material en bruto 14 a deformar y de este modo facilitar la conformación. La abertura grande 26 puede configurarse mediante una brida o un borde moldeada(o), de tal manera que se facilite o se defina de forma reproducible geoméricamente la sujeción para la conformación.

25 Frente a esto, el al menos un suplemento estable a las abolladuras 16, 16', 16" a deformar no posee generalmente ninguna abertura 24, 26, con lo que se facilita adicionalmente la conformación. El al menos un suplemento 16, 16', 16" presenta sin embargo, de la misma manera que el material en bruto 14 a deformar, un lado interior 20 y un lado exterior 22.

30 En el ejemplo de realización representado en la fig. 1 del material en bruto 14 a deformar y del al menos un suplemento estable a las abolladuras 16 a deformar, que tienen una configuración fundamentalmente circular o en forma de disco, su lado delantero se corresponde con el lado interior 20 y su lado trasero con el lado exterior 22 del material en bruto 14 y del suplemento 16.

35 Conforme a la fig. 4 el material en bruto 14 a deformar es apoyado ventajosamente antes de la deformación con al menos un suplemento estable a las abolladuras 16, y precisamente con independencia de la forma del material en bruto 14 a deformar o del al menos un suplemento estable a las abolladuras 16 a deformar, es decir de si los mismos se configuran circularmente, en forma de disco (fig. 1) o troncocómicamente (figs. 2 y 3). En el ejemplo de realización representado de la fig. 4 el suplemento 16 actúa casi como base 16' y el suplemento 16 actúa casi como apoyo 16", contemplado respectivamente desde al menos una herramienta de conformación 32, que se explica a continuación con más detalle.

40 Los suplementos 16', 16" están adaptados en forma y dimensión al material en bruto 14 a deformar. De este modo el material en bruto 14 a deformar y los suplementos 16', 16" coinciden fundamentalmente en su forma. Para durante toda la conformación conseguir un contacto mutuo en toda la superficie de los suplementos 16', 16" con el lado delantero o interior 20, respectivamente con el lado trasero o exterior 22 del material en bruto 14 a deformar, el suplemento 16 previsto como base 16' es sin embargo en su dimensión algo mayor que el material en bruto 14 a deformar. En el caso del suplemento 16 previsto como base 16" se comporta a la inversa. En este sentido el suplemento 16 previsto como apoyo 16" es sin embargo en su dimensión algo menor que el material en bruto 14 a deformar. Mediante el al menos uno, aquí dos, suplemento(s) estable(s) a las abolladuras 16', 16" queda descartado un abollamiento del material en bruto 14 a deformar, al menos se dificulta considerablemente. La estabilidad a las abolladuras de los suplementos 16', 16" puede conseguirse tanto mediante su grosor como mediante la elección adecuada del material, es decir, mediante la elección de un material con un módulo E lo más elevado posible.

45 Como puede deducirse asimismo de la fig. 4, el material en bruto 14 a deformar y el al menos un suplemento estable a las abolladuras 16 a deformar se disponen seguidamente uno respecto al otro, de tal manera que el material en bruto 14 y el suplemento 16 después de la disposición y durante toda la conformación del material en bruto 14 a deformar se llevan a hacer contacto mutuo en toda la superficie.

El material en bruto 14 a deformar y el al menos un suplemento estable a las abolladuras 16 a deformar se insertan a continuación, en un paso adicional del procedimiento conforme a la invención, en una estructura soporte 28. La estructura soporte 28 puede estar configurada a este respecto como bastidor abierto o entramado tridimensional. En el ejemplo de realización representado esquemáticamente el material en bruto 14 a deformar y el al menos un suplemento estable a las abolladuras 16 a deformar entran en contacto, exclusivamente a través de un perímetro en la zona de la abertura grande 26, con un dispositivo para sujetar (no representado). El material en bruto 14 y el al menos un suplemento estable 16 se sujetan por ejemplo mediante el dispositivo para sujetar, a través de un anillo de presión y un anillo de sujeción, así como dado el caso un anillo de obturación entre el anillo de presión y el anillo de sujeción (no representados respectivamente), se sujetan, sostienen y se fijan durante la conformación de forma duradera y fiable.

Sin contar con la sujeción del material en bruto 14 a deformar sobre el perímetro o sobre el perímetro en la zona de la abertura grande 26, el material en bruto 14 a deformar no toca la estructura soporte 28 entre el perímetro en la zona de la abertura grande 26 y el perímetro en la zona de la abertura pequeña 24. De este modo se evita cualquier condición forzosa adicional fuera de la sujeción a la abertura grande 26.

En la forma de realización mostrada en la fig. 4, la estructura soporte 28 comprende una cámara 30, que se explica a continuación con más detalle. La cámara 30 está configurada fundamentalmente en forma de vasija, cubeta, cuenco, cono, cono truncado u otra forma hueca. La forma de la cámara 30 de la estructura soporte 28 difiere, como puede deducirse de la fig. 4, de la forma y la dimensión del material en bruto 14 a deformar y del al menos un suplemento estable a las abolladuras 16 a deformar.

Para descartar cualquier condición forzosa adicional también durante la conformación, el material en bruto 14 a deformar y el al menos un suplemento estable a las abolladuras 16 a deformar se alojan sin hacer contacto en la estructura soporte 28 y/o en la cámara 30 igualmente conforme aumenta la conformación.

Como se ha representado también en la fig. 4, a continuación viene el último paso del procedimiento conforme a la invención. A este respecto se deforma el material en bruto 14 a deformar junto con el al menos un suplemento estable a las abolladuras 16, 16', 16" a deformar, mediante la al menos una herramienta de conformación 32, para formar el cuerpo conquiriforme 34 de forma correspondiente a la fig. 5. La herramienta de conformación 32 se aplica al lado delantero o interior 20 del material en bruto 14 a deformar y o del al menos un suplemento estable a las abolladuras 16 a deformar, previsto como apoyo 16".

Se produce una deformación muy preferida en el procedimiento conforme a la invención mediante una presión cóncava o un moldeo de spin del material en bruto 14 a deformar junto con el al menos un suplemento estable a las abolladuras 16, 16', 16" a deformar. Con relación a esto se deforma el material en bruto 14 a deformar a través de al menos una herramienta de conformación 32, que se aplica al lado interior 20, en forma de un rodillo de conformación o presión. En la forma de realización de la fig. 4 se emplean dos de estos rodillos de conformación o presión. Alternativa o acumulativamente es también posible usar al menos una esfera de presión, montada de forma preferida hidrostáticamente.

En una configuración alternativa al procedimiento conforme a la invención mediante una presión cóncava es también posible deformar el material en bruto 14 a deformar y el al menos un suplemento estable a las abolladuras 16 a deformar mediante unos contra-rodillos y/o martillos y/o chorros de esferas para formar el cuerpo conquiriforme 34. En este caso la al menos una herramienta de conformación 32 está formada por al menos un contra-rodillo (no representado) que coopera con la misma y que se aplica al lado exterior 22 del material en bruto 14 a deformar o como al menos un martillo y/o como unas esferas de metal, vidrio o una combinación de ellos.

De forma conveniente la herramienta de conformación 32, que se aplica al lado delantero o interior 20 del material en bruto 14 a deformar y del al menos un suplemento estable a las abolladuras 16 a deformar, se guía en un plano radialmente respecto al material en bruto 14 a deformar y al al menos un suplemento estable a las abolladuras 16, 16', 16" a deformar, y a la inversa, en el caso de una configuración de superficie plana fundamentalmente circular o en forma de disco. En otro caso, es decir en el de una configuración como anillo circular parcial, la herramienta de conformación se guía desde el perímetro en la zona de una abertura pequeña 24 hasta el perímetro en la zona de una abertura grande 26 del material en bruto 14 a deformar y del al menos un suplemento estable a las abolladuras 16, 16', 16" a deformar, y a la inversa. La herramienta de conformación 32 se regula y/o controla mediante una matriz o numéricamente.

Además de esto es concebible, sin que se represente en detalle, mejorar todavía más el procedimiento conforme a la invención con la finalidad de que el material en bruto 14 a deformar, el al menos un suplemento estable a las abolladuras 16 a deformar y la al menos una herramienta de conformación 32 se muevan unos con relación a los otros durante la deformación para formar el cuerpo conquiriforme 34, en especial que giren. En la fig. 4 se ha expuesto esquemáticamente mediante las flechas 36, que el material en bruto 14 a deformar esté dispuesto inmovilizado en la estructura soporte 28, mientras se mueve o gira la herramienta de conformación 32. Sin que se represente en detalle, una inversión cinemática de ello también puede ser ventajosa, es decir, que material en bruto 14 a deformar esté configurado de forma que pueda girar en o junto con la estructura soporte 28, mientras que la herramienta de conformación 32 solo pueda moverse en dirección radial. Por último también es posible una

combinación de ellos, de tal manera que tanto el material en bruto 14 a deformar en o con la estructura soporte 28 como la herramienta de conformación 32 estén configurados de forma que puedan girar uno respecto a la otra.

5 El material 14 en bruto a deformar se lleva de forma preferida a un perfil de temperatura más elevado a través de al menos un dispositivo asociado a la estructura soporte 28 para calentar y/o caldear (no representado) el material en bruto 14 a deformar. Antes de la deformación para formar el cuerpo conquiiforme 34 el material en bruto 14 a deformar puede por ejemplo ablandarse mediante recocido. Asimismo el material en bruto 14 a deformar, en especial después de un amplia deformación para formar el cuerpo conquiiforme 34, puede someterse a un recocido de disolución y a un enfriamiento a continuación, así como en caso necesario dado el caso a un estiramiento en frío subsiguiente. Mediante estas últimas medidas pueden compensarse posibles alabeados, eliminarse tensiones naturales y distribuirse lo más homogéneamente posible perturbaciones de rejilla en la estructura.

10 El material en bruto de superficie plana 10, el material en bruto 10' configurado fundamentalmente circularmente o en forma de disco, el material en bruto 10' configurado como anillo circular parcial y/o el material en bruto 14 a deformar puede equiparse además con un contorneado, antes de deformarse para formar el cuerpo conquiiforme 34, mediante arranque de virutas, en especial mediante giro, fresado y/o rectificado, en donde se ajusta una distribución de grosor de pared predeterminada del material en bruto 10, 10', 14 para obtener un grosor de pared final deseado del cuerpo conquiiforme 34. Del mismo modo es posible, prever unos orificios pasantes, perforaciones o rebajes similares, que pueden cerrarse temporalmente para la deformación mediante el al menos un suplemento estable a las abolladuras 16, 16', 16" a deformar y/o mediante unas cubiertas específicas, en especial una lámina (respectivamente no mostrado).

20 Para apoyar la deformación del material en bruto 14 a deformar mediante la al menos una herramienta de conformación 32, puede estar previsto adicionalmente una evacuación definida. A este respecto se obtura el lado exterior 22 del material en bruto 14 a deformar vuelto hacia la estructura soporte 28 con relación al lado interior 20 del el material en bruto 14 a deformar, el cual está alejado de la estructura soporte 28 y se aplica un vacío a una cámara 30 de la estructura soporte 28 obturada por el material en bruto 14 a deformar. Con este fin la estructura soporte 28 puede estar configurada por ejemplo como entramado tridimensional con pared resistente al vacío o la cámara 30 como una cámara de vacío. Los orificios pasantes, perforaciones o rebajes similares en el material en bruto de superficie plana 10, en el material en bruto 12 plano configurado como cono circular recto o en el material en bruto 14 a deformar pueden sellarse temporalmente de forma estanca al vacío mediante unas cubiertas específicas, en especial una lámina, así como de forma ventajosa mediante el/los suplemento(s) estable(s) a las abolladuras 16', 16" durante la deformación. Durante la deformación para formar el cuerpo conquiiforme 34 se mide el material en bruto 14 a deformar de forma preferida continuamente. Por último el cuerpo conquiiforme 34, después de la deformación puede templarse en la estructura soporte 28 o en el horno y llevarse a un estado T8.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para transformar un material en bruto fundamentalmente de superficie plana (10) en un cuerpo conquiforme (34), que comprende los siguientes pasos:

- 5 a) configuración de dos suplementos de superficie plana estable a las abolladuras (12) y adaptados en forma, dimensión y características de deformación al material en bruto de superficie plana (10),
- b) formación de un material en bruto (14) a deformar y de dos suplementos estables a las abolladuras (16', 16'') a deformar a partir del material en bruto de superficie plana (10, 10') y de los suplementos de superficie plana estables a las abolladuras (12, 12'), en donde se configura un suplemento previsto como base (16') algo mayor en su dimensión que el material en bruto (14) a deformar y se configura un suplemento previsto como base (16'') algo menor en su dimensión que el material en bruto (14) a deformar,
- 10 c) disposición del material en bruto (14) a deformar y de los dos suplementos estables a las abolladuras (16', 16'') a deformar uno respecto a los otros, de tal manera que el material en bruto (14) a deformar y los dos suplementos estables a las abolladuras (16', 16'') a deformar, después de la disposición y durante toda la deformación del material en bruto (14) a deformar para obtener el cuerpo conquiforme (34), se llevan a un contacto mutuo en toda la superficie,
- 15 d) sujeción del material en bruto (14) a deformar, junto con los dos suplementos estables a las abolladuras (16', 16'') a deformar, por su perímetro sobre o en una estructura soporte, y
- 20 e) deformación del material en bruto (14) a deformar, junto con los dos suplementos estables a las abolladuras (16', 16'') a deformar, a través de una herramienta de conformación (32) que se aplica al suplemento previsto como base (16''), para obtener el cuerpo conquiforme (34) mediante presión cóncava o conformado por spin y/o contra-rodadura,

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el material en bruto (14) a deformar y los suplementos estables a las abolladuras (16', 16'') a deformar se forman a partir de un material en bruto de superficie plana (10') y de dos suplementos de superficie plana estable a las abolladuras (12'), que están configurados en cada caso fundamentalmente de forma circular o en forma de disco, o que están configurados en cada caso como anillo circular parcial.

3.- Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el material en bruto de superficie plana (10') y los dos suplementos de superficie plana estable a las abolladuras (12'), que están configurados en cada caso fundamentalmente de forma circular o en forma de disco, o que están configurados en cada caso como anillo circular parcial, se obtienen a partir del material en bruto de superficie plana (10) y de los dos suplementos de superficie plana estable a las abolladuras (12), mediante separación, en especial mediante corte mecánico, corte mediante láser o chorro de agua, serrado, fresado o erosionado, del material en bruto de superficie plana (10) y de los dos suplementos de superficie plana estable a las abolladuras (12).

4.- Procedimiento según las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizado porque** se ensamblan el material en bruto (14) a deformar y los suplementos estables a las abolladuras (16', 16'') a deformar a partir del material en bruto de superficie plana (10') y de los suplementos de superficie plana estable a las abolladuras (12'), que están configurados en cada caso como anillo circular parcial, para formar un material en bruto (14) a deformar y dos suplementos estables a las abolladuras (16', 16'') a deformar, que están configurados en cada caso de forma troncocónica.

5.- Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el material en bruto (14) a deformar y los dos suplementos estables a las abolladuras (16', 16'') a deformar se ensamblan mediante soldadura por agitación-fricción (friction-stir-welding o FSW) a lo largo de generatrices (18, 18') vueltas unas hacia las otras del material en bruto de superficie plana (10') y de los dos suplementos de superficie plana estable a las abolladuras (12').

6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el material en bruto (14) a deformar y los dos suplementos estables a las abolladuras (16', 16'') a deformar se sujetan y fijan sobre o en la estructura soporte (28), sobre un perímetro en la zona de una abertura grande (26) del material en bruto (14) a deformar y de los suplementos estables a las abolladuras (16', 16'') a deformar, mediante un dispositivo para sujetar el material en bruto (14) a deformar y los suplementos estables a las abolladuras (16', 16'') a deformar con un anillo de presión y un anillo de sujeción, así como en especial un anillo de obturación entre el anillo de presión y el anillo de sujeción.

7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el material en bruto (14) a deformar y los dos suplementos estables a las abolladuras (16', 16'') a deformar y la al menos una herramienta de conformación (32) se mueven, en especial se giran, unos respecto a los otros durante la transformación en el cuerpo conquiforme (34).

8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el material en bruto (14) a deformar se lleva a un perfil de temperatura más elevado a través de al menos un dispositivo asociado a la estructura soporte (28) para calentar y/o caldear el material en bruto (14) a deformar.

9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** el material en bruto (14) a deformar antes de la deformación se ablanda mediante recocido para obtener el cuerpo conquiiforme (34).

5 10.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** el material en bruto (14) a deformar se somete a un recocido de disolución y a un enfriamiento brusco a continuación, así como en caso necesario dado el caso a un estiramiento en frío subsiguiente.

11.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** el cuerpo conquiiforme (34) se temple en caliente en la estructura soporte o en el horno y se lleva a un estado T8.

10 12.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** el material en bruto de superficie plana (10, 10') y/o los dos suplementos de superficie plana estable a las abolladuras (12, 12') y/o el material en bruto (14) a deformar y/o los dos suplementos estables a las abolladuras (16', 16'') a deformar está(n) formado(s) por metal, en especial acero, acero fino, aluminio, titanio, una aleación de ellos y/o una combinación de los mismos, de forma preferida aleaciones de aluminio con contenido de litio y aleaciones de aluminio de resistencia alta y muy alta, y de forma muy preferida una aleación de aluminio dado el caso endurecible, AL 2195 o AL 2219, y/o por material plástico y/o por cerámica y/o por una combinación de los mismos, y/o en especial porque los
15 suplementos de superficie plana estable a las abolladuras (12, 12') o los suplementos estables a las abolladuras (16', 16'') a deformar están formado por un material con un módulo E elevado.

20 13.- Uso del procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores para fabricar componentes conquiiformes con simetría rotacional y/o sin simetría rotacional, en especial componentes semiesféricos, en forma de casquete esférico, en forma de calota, en forma de calota elipsoidal, cónicos, elípticos, en forma de Cassini o con forma semi-toroidal.

25 14.- Uso del procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores para la fabricación de envolturas como domos para depósitos de carburante de cohetes, depósitos de satélites, antenas parabólicas, envolturas reflectoras parabólicas, colectores solares parabólicos, carcasas de faros, suelos de depósitos, cúpulas de torres o calotas de presión.

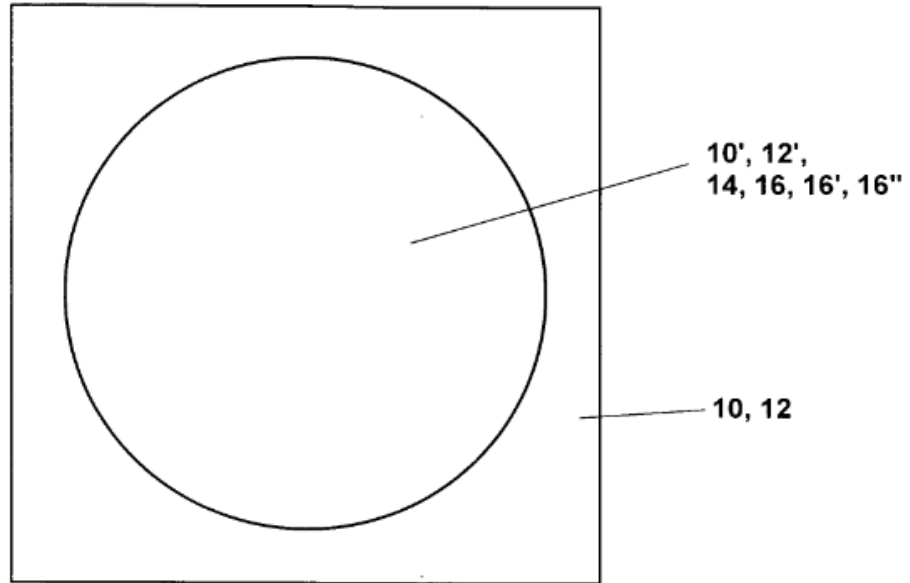


Fig. 1

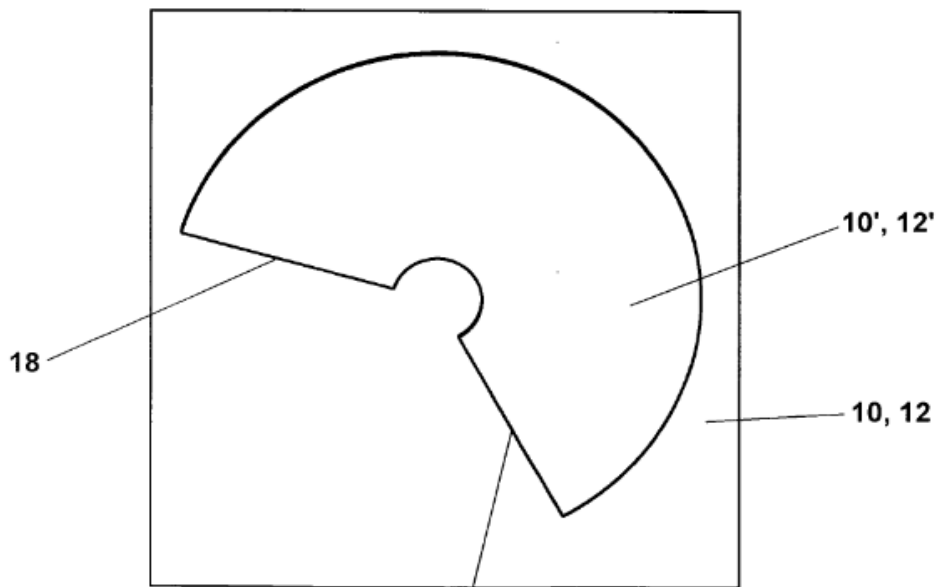


Fig. 2

18'

Fig. 3

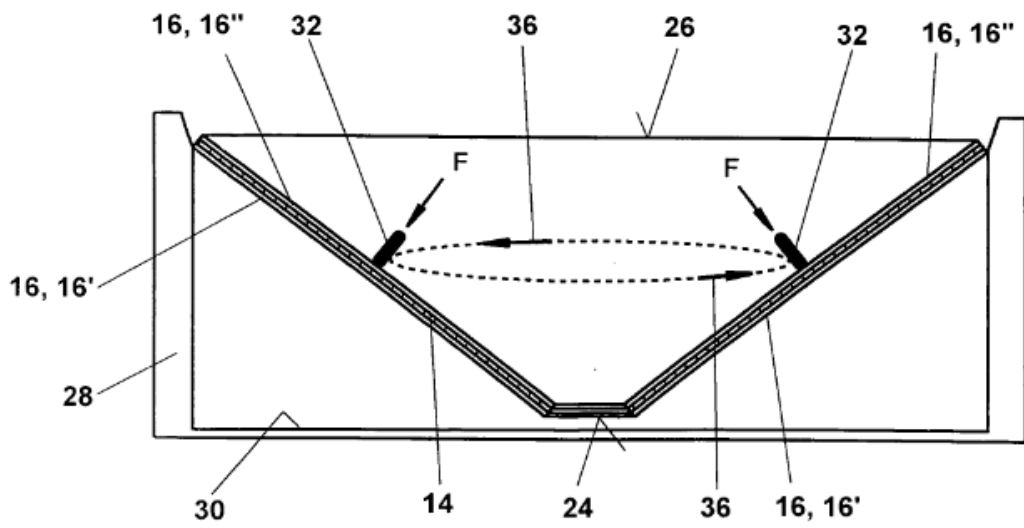
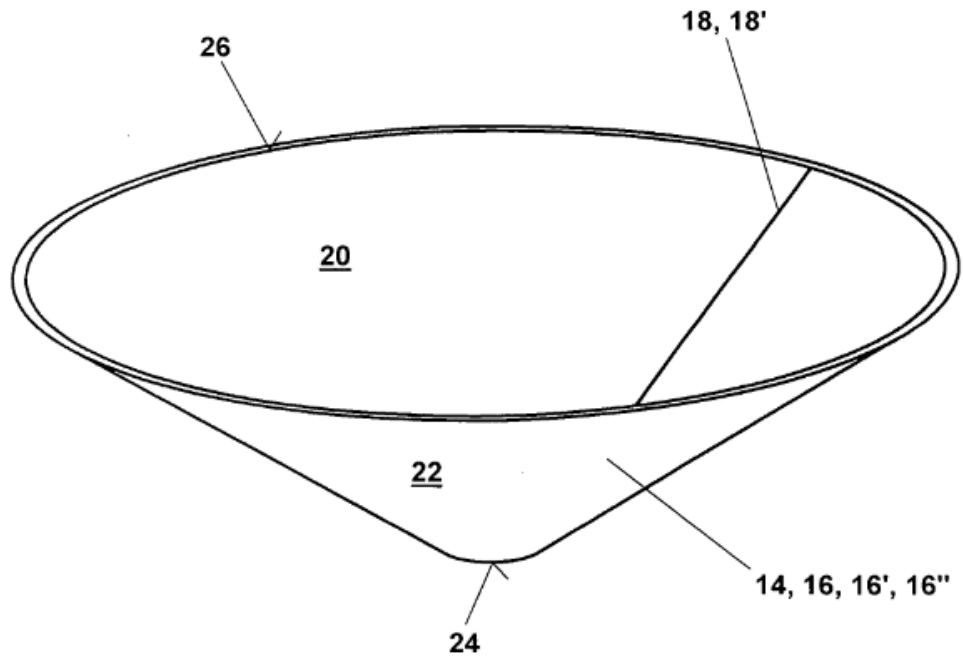


Fig. 4

