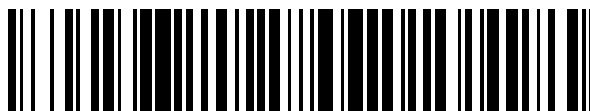


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 819**

51 Int. Cl.:

F28D 20/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.07.2012 PCT/EP2012/002938**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.01.2013 WO13010652**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.07.2012 E 12738036 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.01.2017 EP 2734803**

54 Título: **Depósito de almacenamiento para fluidos**

30 Prioridad:

21.07.2011 DE 102011108235

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

05.07.2017

73 Titular/es:

**LINDE AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Klosterhofstrasse 1
80331 München, DE**

72 Inventor/es:

**POSSELT, HEINZ;
KROL, MARIAN y
KÖPF, HUBERT**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 621 819 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

Depósito de almacenamiento para fluidos

5 La invención se refiere a un depósito de almacenamiento para el alojamiento de un fluido caliente con una temperatura de al menos 200°C, que presenta una cáscara exterior, una cáscara interior así como una capa de aislamiento térmico colocada en medio, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. El documento US 2011/017196 A1 publica un depósito de almacenamiento de este tipo. Por lo demás, la invención se refiere a la utilización de un depósito de almacenamiento de este tipo para el almacenamiento de energía en centrales térmicas solares y a una utilización para el reequipamiento de depósitos de almacenamiento convencionales.

10 Los depósitos de almacenamiento convencionales para el alojamiento de fluidos calientes, como por ejemplo semiconductores líquidos o sales líquidas, presentan, en general, una pared de depósito formada de forma cilíndrica. La pared de depósito se calienta hasta que alcanza la temperatura del fluido caliente almacenado en el depósito de almacenamiento. Hasta una temperatura de 400°C se pueden utilizar aceros-C de baja aleación para la pared del depósito. A temperaturas más elevadas, sin embargo, hay que recurrir a aceros austeníticos de Cr-Ni. La pared del depósito está rodeada, en general, en el exterior por un aislamiento térmico. Para el caso de que el fluido exceda, por ejemplo, un contenido determinado de cloruro, sólo se pueden utilizar de acuerdo con el estado actual de la técnica debido a la acción de corrosión materiales a base de níquel caros, como, por ejemplo, 1.4876, 1.4958 y 1.4959 (INCOLOY® Alloy 800 H / HT). El espesor necesario de la pared del depósito y el nivel de la temperatura necesaria del fluido a almacenar tiene en estos materiales una influencia esencial sobre los costes de fabricación de un depósito de almacenamiento de este tipo. Existe un límite para un volumen de almacenamiento máximo económicamente todavía conveniente, puesto que un volumen creciente del depósito de almacenamiento y una temperatura más elevada hacen necesario, respectivamente, un espesor de pared más grueso del depósito, para conseguir la resistencia necesaria. A partir de un espesor determinado de la pared, es necesario recocer las costuras de soldadura con gasto técnico considerable, con lo que se elevan todavía adicionalmente los costes de fabricación.

25 También se conoce un sistema de un depósito de almacenamiento cilíndrico con un aislamiento interior térmico. El depósito de almacenamiento está provisto en este caso con una cáscara interior de pared fina, que se apoya mecánicamente a través de un aislamiento resistente a la temperatura y de soporte de la carga. El aislamiento térmico está diseñado en la forma de realización conocida de tal forma que no se excede la temperatura de la pared del depósito de 400°C. Por lo tanto, en tal forma de realización es necesario un aislamiento exterior adicional. La dilatación térmica de la cáscara interior formada cilíndrica, que se produce, por ejemplo, durante el llenado con fluido caliente, se posibilita a través de acanaladuras elásticas en esta cáscara de pared fina. Para compensar la dilatación térmica radial y axial aparecida, se introducen en este caso de acuerdo con el estado de la técnica unos puntos de cruce de acanaladuras, que son muy costosos en la fabricación, en la cáscara interior de pared fina.

35 Con respecto a la dilatación térmica de un depósito de almacenamiento cilíndrico conocido, hay que prestar atención especial también a la transición de la chapa de fondo de la pared del depósito. En general, es necesario conectar la cáscara interior a través de muchos puntos fijos con la cáscara exterior para garantizar un movimiento definido del sistema. En virtud de estos requerimientos y particularidades, los sistemas conocidos hasta ahora para el almacenamiento de fluidos calientes, por ejemplo para el almacenamiento de sales fundidas, con un aislamiento interior, se estiman como muy caros.

40 En el campo de las centrales térmicas solares se conocen, además, varios tipos de depósitos de almacenamiento y de sistemas de almacenamiento. Por ejemplo, se emplean dos depósitos de almacenamiento, uno para fluido más caliente y uno para fluido más frío, para almacenar la energía en tiempo de carga baja y cederla de nuevo en tiempos de carga alta. Todas las centrales térmicas solares tienen en común que concentran energía solar con la ayuda de una disposición de espejos y la conducen a un receptor, que recibe esta energía, por ejemplo, calentado un medio en su interior. Como medio se han revelado como adecuados diferentes fluidos. Como especialmente adecuadas se consideran actualmente sales fundidas, es decir, líquidas. El medio caliente es conducido entonces, por ejemplo, a un generador de calor y el vapor generado se puede expandir en una turbina para la generación de corriente.

50 Uno de los desafíos máximos para la generación de corriente económica con una central térmica solar es como se conoce la oscilación de la necesidad de corriente durante el día, puesto que la necesidad de corriente solamente se corrige, en parte, con las horas de sol. En general, se distinguen tres categorías de necesidades: carga baja, es decir, poca necesidad de corriente en el consumidor; carga normal, es decir, necesidad media de corriente en el consumidor, y carga alta o punta. Por ejemplo, el tiempo de carga alta cae por la noche en muchos países y/o en una parte considerable del año en un instante después de la puesta del sol. Por lo tanto, para el éxito técnico y económico de una central térmica solar es esencial poder almacenar la energía tomada del sol y poder cederla de nuevo en un instante posterior.

El cometido de la presente invención es proporcionar ahora un depósito de almacenamiento mejorado frente al

estado de la técnica, especialmente mejorado también con respecto a los costes de fabricación y de mantenimiento para fluidos calientes.

El cometido planteado se soluciona por que la cáscara interior está realizada en forma de un cono circular recto colocado sobre la punta. En este caso es posible de manera especialmente ventajosa realizar la cáscara interior fina, puesto que una carga térmica provocada a través de la alimentación de fluido caliente debido a la particularidad de la forma cónica no conduce a una dilatación térmica predominante radial y perjudicial con ello para la resistencia del depósito de almacenamiento. En su lugar, se ha encontrado que a través de la forma de cono circular recto, las resultantes de las fuerzas de dilatación, que actúan durante el calentamiento, se extienden esencialmente paralelas a la superficie envolvente del cono circular recto. En térmicos gráficos, se puede decir que la cáscara interior se dilata "hacia arriba" con carga térmica paralelamente a la envolvente cónica o bien en dirección de la generatriz del cono circular recto, es decir, que aumenta un poco la altura de cono circular, en cambio no aumenta el diámetro del cono circular sobre una altura determinada. El diámetro sobre una altura determinada, entendiendo las alturas por debajo de la altura de partida, permanece más bien constante. La dilatación térmica de la cáscara interior es aproximadamente de forma estable a través de la forma especial según la invención.

La temperatura del fluido está con preferencia sobre 200°C, de manera especialmente preferida en el intervalo de 400°C a 650°C, en particular en el intervalo de 590°C a 610°C, de nuevo con preferencia en torno a 600°C.

La cáscara interior puede presentar, por ejemplo, una membrana hermética a la sal o resistente a la sal, o un acero-C de baja aleación o un acero-Cr-Ni austenítico o un material a base de níquel u otro material adecuado.

Con preferencia, la cáscara interior descansa flotando sobre la capa de aislamiento térmico, que está configurada, por su parte, con referencia como soporte de carga, con preferencia igualmente en forma de un cono circular recto colocado sobre la punta. En este caso, la capa de aislamiento térmico presenta, por ejemplo, materiales minerales, como por ejemplo piezas de calcio-silicato o bloques de espuma de vidrio o una combinación de ellos o de materiales similares. Con ventaja especial, la capa de aislamiento térmico se realiza en su espesor de tal forma que la cáscara exterior, casi toda cuya superficie puede ceder calor en el exterior al medio ambiente, presenta, sin embargo, al menos después de un tiempo determinado después de una modificación mayor del nivel de llenado, aproximadamente temperatura ambiente. La cáscara exterior se puede realizar, por lo tanto, con ventaja especial en una construcción de hormigón. Con preferencia, en este caso se emplea hormigón armado.

De manera especialmente preferida, la cáscara exterior está configurada portante de carga, con preferencia igualmente en forma de un cono circular recto colocado sobre la punta y con preferencia como polígono de recepción de carga, que está provisto de manera especialmente preferida en el interior con un revestimiento, que tiene la forma de un cono circular recto colocado sobre la punta como forma de la superficie vuelta hacia dentro. Por ejemplo, la arcilla es adecuada como material para dicho revestimiento. En esta configuración de la presente invención, es especialmente conveniente, además, apoyar el cono que forma la cáscara exterior por medio de patas o apoyos, por ejemplo apoyos de hormigón armado o apoyos de acero.

A través de la distribución de carga especialmente ventajosa es posible realizar la cáscara interior flotante muy fina, por ejemplo de 2 mm de espesor, con lo que se puede elevar de nuevo especialmente en el caso de materiales caros la rentabilidad del depósito de almacenamiento según la invención. El concepto de la cáscara interior flotante en la forma cónica según la invención, que prescinde de uniones mecánicas costosas con la cáscara exterior, posibilita también por sí espesores finos del material, puesto que en virtud de las propiedades de estabilidad de forma, se puede proveer la cáscara interior con refuerzos, que no impide la dilatación térmica.

Por lo demás, un depósito de almacenamiento según la invención está equipado de manera más conveniente con un techo, que presenta al menos una cubierta suspendida, con preferencia aislada térmicamente.

De manera más conveniente, está prevista una capa de separación mecánica entre la cáscara interior y la capa de aislamiento térmico. Esta capa de separación mecánica apoya adicionalmente el concepto de la cáscara interior flotante (llamada también "floating shell"). Por ejemplo, una arcilla magra es un material adecuado para la utilización en la capa de separación mecánica.

De acuerdo con una forma de realización especialmente ventajosa de la invención, especialmente a altas temperaturas del fluido, solamente a lo largo de algunas pocas generatrices del cono circular recto están previstas acanaladuras para la compensación de oscilaciones en la dilatación térmica del material de la cáscara interior. De esta manera, se pueden compensar también oscilaciones que aparecen, por ejemplo, a través de diferentes reducciones de la capa de aislamiento térmico.

Con ventaja especial, el ángulo de apertura del cono circular recto que forma la cáscara interior está seleccionado de tal manera que la superficie del volumen teórico de llenado del depósito de almacenamiento se reduce al mínimo. A través de esta configuración se ha encontrado un depósito de almacenamiento de forma estable exacta. A través

de esta configuración se reducen al mínimo con ventaja tanto la necesidad de material para el depósito de almacenamiento y especialmente para la cáscara interior, como también las pérdidas de calor del fluido sobre su superficie. Por lo demás, en esta configuración se ha optimizado la estabilidad de la forma. Las cargas térmicas, por ejemplo a través del llenado de fluido, no conducen a una deformación de la cáscara interior.

La optimización de las propiedades de forma estable se puede aproximar, por ejemplo, por que se reduce al mínimo la superficie envolvente del cono circular recto. En este caso, resulta teóricamente un ángulo de apertura óptimo de aproximadamente $70,5^\circ$. En la práctica, sin embargo, se han revelado como especialmente adecuados ángulos de apertura en el intervalo de 65° a 75° , con preferencia en el intervalo de 68° a 72° y de manera especialmente preferida 70° como para la presente invención.

Las cargas térmicas mencionadas se producen principalmente a través del llenado y a través de la extracción del fluido a almacenar. En principio, se distinguen dos tipos de almacenamiento de fluidos con un nivel de temperatura inferior y un nivel de temperatura superior, que posibilitan ambos mantener estos niveles de temperatura en gran medida separados: el almacenamiento en un depósito de almacenamiento como almacenamiento de capas y el almacenamiento en dos depósitos de almacenamiento separados. La presente invención es adecuada, en principio, para ambos tipos de almacenamiento.

Con preferencia, la cáscara interior está configurada para el almacenamiento de un fluido con elevado contenido de cloro. De manera especialmente preferida se emplea una sal líquida con contenido de cloro más elevado que $0,1\%$ como fluido. En este caso, se puede recurrir de manera ventajosa y económica a sal, que no ha sido preparada de manera correspondiente con respecto a su contenido de cloro. Se ha revelado como especialmente adecuada, por ejemplo, la llamada sal solar (aproximadamente $60\% \text{NaNO}_3$ y $40\% \text{KNO}_3$) para el empleo como la llamada sal portadora de calor. En el caso de empleo de sal con elevado contenido de cloro, la cáscara interior o al menos la superficie de contacto de la cáscara interior con la sal presenta de manera más conveniente un material adecuado, como por ejemplo un material que pertenece al grupo de los materiales a base de níquel ya mencionados al principio. Puesto que tales materiales son caros, la configuración fina según la invención de la cáscara interior es aquí especialmente ventajosa.

La utilización de un depósito de almacenamiento según una de las reivindicaciones 1 a 7 para el almacenamiento de energía solar convertida en una central térmica solar en forma de un fluido caliente, con preferencia de una sal líquida caliente con una temperatura en el intervalo de 500°C a 650°C , con preferencia de 570°C a 610°C , de manera especialmente preferida 600°C , representa un desarrollo ventajoso de la presente invención.

Otro desarrollo ventajoso de la invención prevé la utilización de un depósito de almacenamiento según una de las reivindicaciones 1 a 7 como empleo en depósito de almacenamiento convencional, configurado, por ejemplo, en forma de un cilindro. El volumen residual muerto resultante en este caso del depósito de almacenamiento convencional está relleno de manera más conveniente con materiales de aislamiento térmico, como por ejemplo arcilla, arena, lana, lana mineral o ladrillo.

Otro desarrollo ventajoso de la invención prevé que para la reducción de un volumen de sal no utilizable esté prevista una bomba de transferencia de sal dentro de la cáscara interior. Con preferencia, ésta está dispuesta en el centro, es decir, a lo largo del eje medio del cono circular recto en la zona de la punta del cono dentro de la cáscara interior. Según otra configuración ventajosa, la bomba de transferencia de sal está fijada en dirección radial a través de un cojinete de fricción montado en la punta del cono.

Además, la presente invención se puede desarrollar por que está previsto un conducto de drenaje en la zona de la punta del cono, a través de la cual se pueden descargar las contaminaciones que se depositan en el fluido. El volumen no utilizable del depósito puede permanecer reducido con ventaja de manera duradera.

De acuerdo con otra configuración ventajosa de la invención, es posible reducir la altura total del depósito de almacenamiento, estando avellanada la punta del depósito de almacenamiento en forma de cono, que presenta en virtud de la superficie relativa pequeña sólo una carga térmica reducida, hasta una altura determinada del cono en el suelo. Esto es adecuado para reducir los costes de construcción y para mejorar la forma de aparición de tal instalación técnica y, por lo tanto, la aceptación en la vecindad.

También con respecto a la seguridad del suelo, la presente invención presenta una configuración mejorada: sobre las superficies interiores de la cáscara interior del depósito de almacenamiento se pueden colocar chapas de oleaje que en el caso de un terremoto reducen el movimiento del fluido almacenado.

En general, tal depósito de almacenamiento, como se describe en la presente invención, presenta un cimiento de hormigón macizo. Para la elevación de la seguridad, sobre este cimiento se puede colocar una pared por ejemplo anular (llamado "segundo contenedor"), cuya altura ocupa aproximadamente un tercio de la altura del cono. Las patas de hormigón descritas anteriormente para el apoyo del cono pueden estar colocadas en este caso dentro o

fuera de esta pared.

Según una forma de realización alternativa de la presente invención, la cáscara exterior está configurada como construcción de acero. En esta forma de realización, la capa de aislamiento térmico puede estar realizada, por ejemplo, más fina, puesto que la cáscara exterior realizada como construcción de acero se puede impulsar con una temperatura más elevada que una construcción de hormigón. Por ejemplo, una construcción de acero-C de baja aleación se puede exponer a una temperatura de máx. 400°C, sin influir de ninguna manera negativamente sobre las propiedades de esta construcción de acero. La cáscara exterior se rodea en esta forma de realización, al menos en parte, por un aislamiento exterior. Esto se refiere tanto a la cáscara exterior propiamente dicha como también a los apoyos dado el caso presentes, que apoyan la cáscara exterior, por ejemplo sobre un cimiento. La construcción de acero está configurada en este caso similar a la construcción de acero ya descrita, con preferencia como soporte de carga.

De acuerdo con otra forma de realización alternativa de la presente invención, la cáscara exterior presenta tanto componentes de hormigón o bien de hormigón armado como también componentes de acero.

La invención ofrece una serie grande de otras ventajas, sólo algunas pocas de las cuales se mencionan de forma ejemplar. A través de la forma del depósito de almacenamiento y la carga térmica relativamente reducida ya mencionada en la zona de la punta del cono se puede prescindir con ventaja de una refrigeración del cimiento o bien también del suelo debajo del cimiento, necesaria en depósitos de almacenamiento convencionales para fluidos calientes.

En general, la presente invención muestra una pluralidad de posibilidades de ahorro en la creación de tal depósito de almacenamiento, que se manifiestan, en parte, también adicionalmente en gasto de mantenimiento más reducido. De esta manera, se propone una solución muy interesante económicamente.

La invención así como otras configuraciones de la invención se explican en detalle a continuación con la ayuda del ejemplo de realización representado en las figuras.

La figura 1 muestra un fragmento de una representación en sección de un depósito de almacenamiento según la invención.

La figura 2 muestra un fragmento de una representación en sección de un depósito de almacenamiento alternativo.

En particular, la figura 1 muestra un depósito de almacenamiento 1, que presenta tres cáscaras interiores 2, 3, 4 en forma de un cono circular recto dispuesta sobre la punta. Una cáscara interior 2 está rodeada por una capa de aislamiento térmico 3 y ésta está rodeada de nuevo por una cáscara exterior 4. El interior de la cáscara interior es adecuado para recibir un fluido caliente 5 y se limita en dirección vertical por un techo 6 con un aislamiento 7 suspendido. La cáscara exterior 4 se apoya por apoyos 8 sobre un cimiento 9, que amarra el depósito de almacenamiento en el suelo 10. En este ejemplo, la cáscara interior 2 se representa como cono circular recto con un ángulo de apertura especialmente ventajoso para la invención de aproximadamente 70°. En este ejemplo, la cáscara exterior 4 y los apoyos 8 están realizados como construcción de hormigón.

La figura 2 muestra un depósito de almacenamiento 1, que presenta tres cáscaras 2, 3, 4 interiores en forma de un cono circular recto dispuesto sobre la punta. Una cáscara interior 2 está rodeada por una capa de aislamiento térmico 3 y ésta está rodeada de nuevo por una cáscara exterior 4. La cáscara exterior 4 está rodeada en este ejemplo adicionalmente por un aislamiento exterior 11, que rodea, en parte, también los apoyos 8. Para este ejemplo, se ha seleccionado como cáscara exterior 4 una construcción de acero. Ésta se puede impulsar con una temperatura más elevada que una construcción de acero. Por lo tanto, en este ejemplo, la capa de aislamiento térmico 3 se puede seleccionar más fina y/o puede estar constituida de un material con peores propiedades de aislamiento térmico. La cáscara exterior 4 configurada como soporte de carga, que está configurada en este ejemplo como construcción de acero, se desplaza, en virtud de la presencia de un aislamiento exterior 11 adicional, por decirlo así, más al interior del depósito de almacenamiento 1.

En cambio, la cáscara exterior 4 configurada como soporte de carga, realizada como construcción de hormigón, con preferencia utilizando al menos parcialmente hormigón reforzado con acero (llamado hormigón armado) forma en el ejemplo de realización 1, que pertenece a la figura 1, el límite exterior del depósito de almacenamiento 1.

El interior de la cáscara interior en el ejemplo de realización asociado a la figura 2 es igualmente adecuado para recibir un fluido caliente 5 y se limita en dirección vertical por un techo 6 con un aislamiento 7 suspendido. La cáscara exterior 4 se apoya a través de apoyos 8 sobre un cimiento 9, que amarra el depósito de almacenamiento en el suelo 10.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Depósito de almacenamiento (1) para el alojamiento de un fluido (5) con una temperatura de al menos 200°C, que presenta una cáscara exterior (4), una cáscara interior (2) así como una capa de aislamiento térmico (3) intermedia, caracterizado por que la cáscara interior (2) está realizada en forma de un cono circular recto dispuesto sobre la punta.
- 10 2.- Depósito de almacenamiento (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que la cáscara interior (2) descansa flotando sobre la capa de aislamiento térmico (3) que, por su parte, está configurada con preferencia como soporte de carga, con preferencia igualmente en forma de un cono circular recto dispuesto sobre la punta.
- 15 3.- Depósito de almacenamiento (1) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que la cáscara exterior (4) está configurada como soporte de carga, con preferencia igualmente en forma de un cono circular recto dispuesto sobre la punta o con preferencia como polígono de recepción de carga, que está provisto de manera especialmente preferida en el interior con un revestimiento, que tiene la forma de un cono circular recto dispuesto sobre la punta como forma superficial vuelta hacia dentro.
- 20 4.- Depósito de almacenamiento (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que está prevista una capa de separación mecánica entre la cáscara interior (2) y la capa de aislamiento térmico (3).
- 25 5.- Depósito de almacenamiento (1) según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que a altas temperaturas del fluido (5), solamente a lo largo de algunas pocas generatrices del cono circular recto están previstas acanaladuras para la compensación de oscilaciones en la dilatación térmica del material de la cáscara interior (2).
- 30 6.- Depósito de almacenamiento (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el ángulo de apertura del cono circular recto que forma la cáscara interior (2) está en el intervalo de 65° a 75°.
- 35 7.- Depósito de almacenamiento (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la cáscara interior (2) está configurada adecuada para el almacenamiento de un fluido clorado (5), en particular de una sal líquida clorada (5).
- 40 8.- Utilización de un depósito de almacenamiento (1) según una de las reivindicaciones 1 a 7 para el almacenamiento de energía solar, convertida en una central térmica solar, en forma de un fluido caliente (5), con preferencia de una sal líquida caliente (5) con una temperatura en el intervalo de 500°C a 650°C, con preferencia de 570°C a 600°C, especialmente preferido 590°C.
- 9.- Utilización de un depósito de almacenamiento (1) según una de las reivindicaciones 1 a 8 como inserto en un depósito de almacenamiento convencional configurado, por ejemplo en forma de un cilindro.

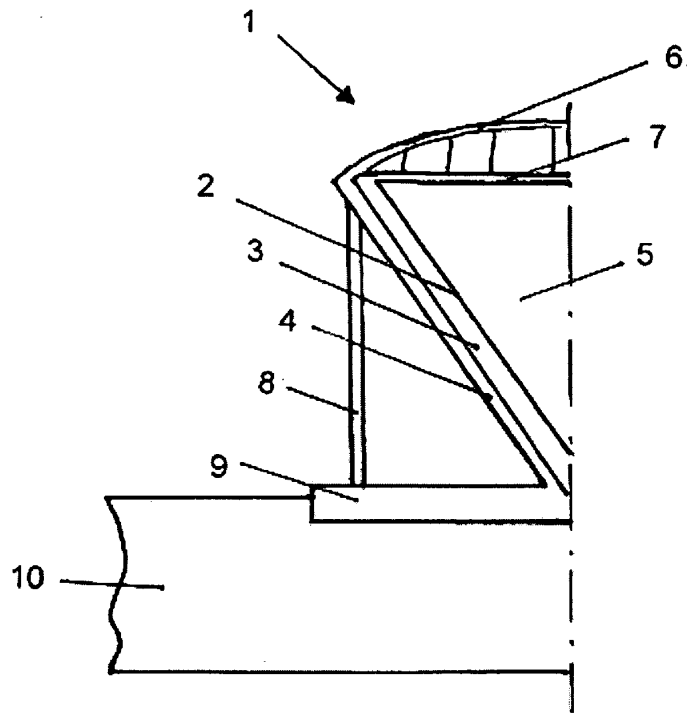


Fig. 1

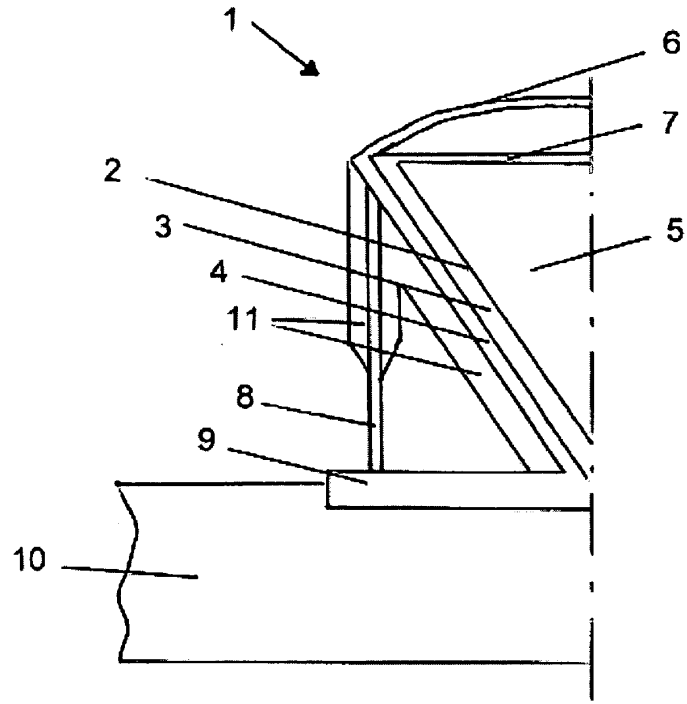


Fig. 2