

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 790**

51 Int. Cl.:

**B29C 67/00** (2006.01)

**B22F 3/105** (2006.01)

**B29B 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2012 E 12150697 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2013 EP 2484512**

54 Título: **Dispositivo para la inertización mejorada de instalaciones de sinterización por láser**

30 Prioridad:

**03.02.2011 DE 102011003610**

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

**25.10.2013**

73 Titular/es:

**EVONIK DEGUSSA GMBH (100.0%)  
Rellinghauser Strasse 1-11  
45128 Essen, DE**

72 Inventor/es:

**GREBE, MAIK;  
DIEKMANN, WOLFGANG y  
ALTKEMPER, STEFAN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 426 790 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

Dispositivo para la inertización mejorada de instalaciones de sinterización por láser

5 La habilitación rápida de prototipos es un problema frecuentemente planteado en los últimos tiempos. Procedimientos que posibilitan esto se denominan prototipado rápido/fabricación rápida (Rapid Prototyping / Rapid Manufacturing) o también procedimientos de fabricación aditiva (Additive Fabrication). Particularmente adecuados son procedimientos que trabajan sobre la base de materiales en forma de polvo y en los que se producen las estructuras deseadas de forma apilada mediante fundición selectiva y consolidación. En tal caso, se puede  
10 renunciar a construcciones de apoyo en el caso de saledizos y destalonamientos, dado que el lecho de polvo que rodea a las zonas fundidas ofrece un efecto de apoyo suficiente. Asimismo, se suprime el trabajo posterior de retirar puntales. Los procedimientos son también adecuados para la fabricación de series pequeñas. La temperatura del espacio constructivo se elige de manera que durante el proceso de construcción no se produzca ninguna deformación de las estructuras producidas por capas.

15 La selectividad de los procedimientos que trabajan por capas puede tener lugar en tal caso, por ejemplo, a través de la aplicación de susceptores, absorbedores, inhibidores o por enmascaramiento o incorporación enfocada de energía tal como, por ejemplo, mediante un rayo láser, o a través de fibras de vidrio. La incorporación de energía se alcanza a través de irradiación electromagnética.

20 Un procedimiento que es adecuado de manera particularmente buena para la finalidad del prototipado rápido/fabricación rápida es la sinterización selectiva por láser (SLS – siglas en alemán). En el caso de este procedimiento, polvos de material sintético son iluminados brevemente con un rayo láser de forma selectiva en una cámara, con lo cual funden las partículas de polvo que son impactadas por el rayo láser. Las partículas fundidas se entremezclan entre sí y se consolidan rápidamente de nuevo para formar una masa sólida. Mediante  
25 iluminación repetida de capas aplicadas cada vez de nuevo se pueden fabricar de manera sencilla y rápida con este procedimiento cuerpos tridimensionales.

30 El procedimiento de la sinterización por láser (prototipado rápido) para la fabricación de cuerpos moldeados a partir de polímeros en forma de polvo se describe ampliamente en los documentos de patente US 6136948 y WO 96/06881 (ambos de DTM Corporation). Se reivindica una pluralidad de polímeros y copolímeros para esta aplicación tales como, p. ej., poliacetato, polipropileno, polietileno, ionómeros y poliamida.

35 Otros procedimientos bien adecuados son el procedimiento SIV tal como se describe en el documento WO 01/38061 o un procedimiento tal como se describe en el documento EP 1015214. Ambos procedimientos trabajan con una calefacción por infrarrojos plana para la fundición del polvo. La selectividad de la fundición se alcanza, en el caso del primero, mediante la aplicación de un inhibidor, en el caso del segundo procedimiento mediante una máscara. Otro procedimiento se describe en el documento DE 10356193. En éste, la energía necesaria para la fundición se incorpora mediante un generador de microondas, y la selectividad se alcanza mediante la aplicación  
40 de un suscepto.

45 Otros procedimientos adecuados son aquellos que trabajan con un absorbedor, el cual está contenido en el polvo o es aplicado a través de procedimientos de chorro de tinta tal como se describe, p. ej., en el documento EP1737646.

50 Para los procedimientos de prototipado rápido o bien fabricación rápida mencionados (procedimientos RP o RM – siglas en inglés) pueden emplearse sustratos en forma de polvo, en particular polímeros, preferiblemente elegidos de poliésteres, poli(cloruro de vinilo), poliacetales, polipropileno, polietileno, poliestireno, policarbonato, poli(N-metilmacrilimidias) (PMMI), poli(metacrilato de metilo) (PMMA), ionómero, poliamidas o mezclas de los mismos.

55 En el tratamiento de polvos de polímeros es necesaria a menudo una temperatura del espacio constructivo con el fin de evitar problemas de contracciones y deformaciones. Esta temperatura ambiente necesaria del espacio constructivo, también denominada temperatura de tratamiento, depende del polvo polímero a elaborar y, la mayoría de las veces, se encuentra sólo un poco por debajo del punto de fusión del material a elaborar. Un problema en el caso de estos procedimientos es la influencia nociva del oxígeno del aire. Las elevadas temperaturas durante el tratamiento conducen a deterioros del polímero a elaborar. Por este motivo, durante el tratamiento, el espacio constructivo es inertizado, por norma general, con un gas protector. En este caso, por ejemplo durante todo el proceso, el espacio constructivo es lavado de manera permanente con nitrógeno. Un

lavado permanente es necesario dado que, p. ej. mediante fugas en la máquina, el gas inerte se desprende del espacio constructivo. En el caso de la habilitación de nitrógeno mediante un generador no se puede garantizar la pureza necesaria, de modo que la porción de oxígeno residual sigue siendo todavía demasiado elevada. Por otra parte, el lavado del espacio constructivo con nitrógeno correspondientemente puro es costoso. Dado que los sectores de aplicación para piezas componentes de los procedimientos mencionados se amplían constantemente, también aumentan los requisitos exigidos a las propiedades de las piezas componentes. Así, muchos requisitos sólo se podrán cumplir en el futuro con materiales que posean un punto de fusión superior a los materiales hasta ahora empleados. Las temperaturas de tratamiento elevadas ligadas a ello requieren entonces una mejor inertización, dado que el efecto nocivo del oxígeno aumenta durante el tratamiento habitualmente con las temperaturas crecientes.

Los tres documentos DE 102005014483 A1, WO 2012/007394 A1 y US 2010/090374 A1 describen un dispositivo para la fabricación de objetos tridimensionales. En este caso, se introduce un gas inerte tal como argón en el espacio constructivo. El documento US 2010/090374 A1 da a conocer un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Conforme al documento WO 2012/007394 A1, un gas protector se conduce a través de varias tuberías al espacio constructivo, pudiendo controlarse la presión en las correspondientes tuberías a través de válvulas.

En instalaciones correspondientes conforme al estado conocido de la técnica, el gas inerte es introducido la mayoría de las veces a través de la lente y el pirómetro, de manera que con ello se impiden incrustaciones en la lente y el pirómetro. Al mismo tiempo, el gas inerte enfría la lente y el pirómetro. Con el fin de alcanzar un efecto refrigerante correspondiente, el gas inerte ha de presentar una temperatura claramente inferior en comparación a la temperatura del espacio constructivo. Sin embargo, esto tiene el inconveniente de que el gas inerte frío, enfría intensamente el espacio constructivo y, en particular, el polvo en el campo constructivo. Esto perturba el proceso de construcción, dado que la temperatura debe regularse posteriormente con el fin de evitar efectos de deformación en el espacio constructivo. Además, a través del gas inerte frío aparecen de manera reforzada arremolinamientos en el espacio constructivo.

Misión de la presente invención es la habilitación de un procedimiento simplificado para la fabricación de objetos tridimensionales, con el que se pueda reducir la carga de gas inerte, sin que se perturbe al proceso de construcción como tal en su realización o bien se reduzca la calidad de las piezas componentes obtenidas. Este problema se resuelve mediante un procedimiento conforme a la reivindicación 1.

Mediante un lavado del espacio constructivo con un gas inerte que es más pesado que el aire pudo alcanzarse, sorprendentemente, una inertización claramente mejorada.

Además, es necesaria una cantidad claramente menor de gas inerte con el fin de alcanzar una buena inertización. Conforme a ello, un primer objeto de la presente invención es un procedimiento para la fabricación por capas de objetos tridimensionales, en el que la inertización del recinto del espacio constructivo se realiza con un gas o mezcla gaseosa lenta a reaccionar, cuya densidad es mayor que la del aire. En el marco de la presente invención, por aire se entiende la mezcla gaseosa de la atmósfera terrestre. Como gases lentos a reaccionar se entienden en el sentido de la presente invención todos los gases que, bajo las condiciones del procedimiento no reaccionan con los sustratos en forma de polvo empleados. Como más pesado que el aire se consideran en el marco de la presente invención todos los gases o mezclas gaseosas, cuya densidad es mayor bajo condiciones normales que la del aire (bajo condiciones normales (norma DIN 1343: temperatura 273,15 K y presión 1,01325 bar), la densidad del aire es igual a 1,293 kg/m<sup>3</sup>). Gases inertes adecuados son, en particular, gases nobles o compuestos de gases nobles que son más pesados que el aire tales como, p. ej., argón, criptón, xenón o hexafluoruro de xenón. Sin embargo, también son adecuados otros gases pesados lentos a reaccionar tales como, p. ej., dióxido de carbono. De manera particularmente preferida se emplean como gas inerte argón, criptón, xenón, hexafluoruro de xenón y/o dióxido de carbono.

Básicamente, para su empleo en los procedimientos de acuerdo con la invención se adecúan todos los sustratos en forma de polvo conocidos por el experto en la materia. Particularmente adecuados son compuestos termoplásticos y termoelásticos tales como, por ejemplo, polietileno (PE, HDPE, LDPE), polipropileno (PP), poliamidas, poliésteres, poliéster-ésteres, poliéter-ésteres, polifenilén-éteres, poliacetales, poli(tereftalatos de alquileno), en particular poli(tereftalato de etileno) (PET) y poli(tereftalato de butileno) (PBT), poli(metacrilato de metilo) (PMMA), polivinilacetato, poli(cloruro de vinilo) (PVC), poli(óxido de fenileno) (PPO), polioximetileno (POM), poliestireno (PS), acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), policarbonatos (PC), poliéter-sulfonas, poliuretanos termoplásticos (TPU), ionómeros, poliaril-éter-cetonas, en particular poliéter-éter-cetona (PEEK), poliéter-cetona-

5 cetona (PEKK), poliéter-cetona (PEK), poliéter-éter-cetona-cetona (PEEKK), poliariléter-éter-éter-cetona (PEEEK) o poliéter-cetona-éter-cetona-cetona (PEKEKK), poliéter-imidas (PEI), poli(sulfuros de arileno), en particular poli(sulfuro de fenileno) (PPS), poliimidas (PI) termoplásticas, poliamido-imidas (PAI), poli(fluoruros de vinilideno), así como copolímeros de estos compuestos termoplásticos tales como, p. ej., un copolímero de poliaril-éter-cetona (PAEK)/poliaril-éter-sulfona (PAES), mezclas y/o mezclas de polímeros. Ionómeros son materiales sintéticos  
10 termoplásticos que se obtienen mediante copolimerización de un monómero no polar con un monómero polar. Por ejemplo, se comercializan bajo el nombre comercial Nafion (DuPont). Los enlaces polares contienen a la cristalización y conducen a una "reticulación iónica". Frente a compuestos termoplásticos habituales, los ionómeros tienen la ventaja de que en ellos se vuelven eficaces fuerzas de valencia secundaria al igual que enlaces iónicos. Estos enlaces iónicos son particularmente sólidos y confieren al material sus propiedades características.

De manera particularmente preferida, el polvo polímero comprende al menos una poliamida o poliéter-cetona, en particular poliamida 12, poliamida 6 o poliamida 6.6 o PEEK, siendo particularmente preferidas las poliamidas  
15 mencionadas.

En lo que sigue se describen algunos procedimientos con los que se pueden fabricar piezas moldeadas de acuerdo con la invención a partir de los polvos de acuerdo con la invención, sin que la invención deba limitarse a los mismos. Combinaciones de las formas de realización mencionadas en lo que sigue se encuentran dentro del sector  
20 del comercio competente.

La Fig. 1 muestra el principio de la inertización mejorada del espacio constructivo (1) de una máquina SLS. En este caso, es ventajoso el empleo de argón (3) como gas inerte, el cual es más pesado que el aire y que de esta forma se deposita directamente sobre la superficie de polvo (4) y expulsa componentes del aire (2) más ligeros tales como oxígeno. Por lo tanto, es necesaria una cantidad claramente menor de gas protector con el fin de garantizar  
25 una protección suficiente del material en polvo a elaborar. Es ventajoso que el gas inerte se aproveche adicionalmente para liberar de incrustaciones a la lente de la óptica láser. Si el gas inerte (6) es insuflado a través de una tobera (5) correspondientemente conformada a través de la lente, pueden reducirse incrustaciones en la lente (7). Según un principio similar pueden también evitarse incrustaciones en la lente del pirómetro. Dado que en el caso de algunos materiales polímeros se acumulan componentes volátiles, preferiblemente en los puntos más fríos del espacio constructivo, es ventajoso calentar el gas inerte hasta el nivel de temperatura del espacio  
30 constructivo. La temperatura del espacio constructivo necesaria para algunos materiales puede encontrarse en un intervalo de temperaturas elevado, perjudicial para la lente. En este caso, el lavado de la lente con un gas inerte puede utilizarse también para el enfriamiento. La temperatura del gas inerte debe ajustarse en este caso a un valor correspondientemente más bajo.

Otra mejora de la inertización puede conseguirse debido a que no sólo se inertiza el polvo en el espacio constructivo, sino adicionalmente también el polvo en los recipientes de reserva. Conforme a ello, por lo tanto, adicionalmente, los sustratos en forma de polvo empleados son inertizados en los recipientes de reserva con un gas o mezcla gaseosa lento a reaccionar. Es necesario un lavado más prolongado con un gas inerte con el fin de  
40 eliminar el oxígeno de los materiales en polvo parcialmente porosos. De esta forma se evita que el oxígeno adherido a los materiales porosos sea incorporado en el campo de construcción. En esta forma de realización, la inertización del recipiente de reserva puede tener lugar con una mezcla gaseosa con contenido en nitrógeno.

En una forma de realización representada en la Figura 2, el recipiente de reserva (8) situado por encima del plano de construcción (14) es recorrido desde abajo por un gas inerte (12). A través de un piso perforado (11) se puede fluidizar mediante el gas inerte al polvo (9) situado por encima. Esto posibilita un flujo particularmente uniforme del polvo con el gas inerte y, con ello, asegura que el oxígeno del aire se desprenda de la carga de polvo. El piso perforado puede combinarse con un dispositivo dosificador (10) mediante el cual es cargado entonces el recubridor (13). En otra forma de realización adicional representada en la Figura 3, el recipiente de reserva (17) situado por  
50 debajo del plano de construcción (16) es recorrido desde abajo por un gas inerte (20). Mediante un piso perforado (19) también aquí es posible incorporar el gas inerte de manera particularmente uniforme en el polvo (18). Con un recubridor (15) se puede aplicar entonces el polvo liberado del oxígeno del aire.

Conforme a la invención, en la Figura 4 se resuelve el problema de la influencia perturbadora del gas inerte frío, el cual aparece cuando se elabora un material que requiere una elevada temperatura del espacio constructivo y se vuelve necesario un enfriamiento de la lente y del pirómetro. Según esta forma de realización del procedimiento de acuerdo con la invención, de manera separada de la inertización del espacio constructivo, la lente y el pirómetro se lavan adicionalmente con un gas o mezcla gaseosa lento a reaccionar y, con ello, se enfrían. El espacio  
55

constructivo (24) se inertiza en este caso mediante gases introducidos por separado. El gas inerte (25) se introduce en el espacio constructivo con una temperatura próxima a la temperatura del espacio constructivo que habitualmente se encuentra sólo un poco por debajo de la temperatura de fusión del material a elaborar. Esta temperatura del espacio constructivo se encuentra habitualmente en el intervalo de 60 a 400, en particular 120 a 330 y de manera muy particularmente preferida en el intervalo de 160 a 220°C. La temperatura del gas inerte introducido en el espacio constructivo se encuentra preferiblemente como máximo 30°C, en particular como máximo 20°C y de manera muy particularmente preferida, como máximo 10°C por debajo de la temperatura del proceso. La zona inferior del espacio constructivo (26) se inertiza de esta manera y, al mismo tiempo, se evita un fuerte enfriamiento de la superficie del polvo (27). El gas inerte (22), que es claramente más frío, se introduce a través de una tobera (23) con el fin de enfriar la lente (21) y el pirómetro. Una forma de realización particularmente ventajosa se presenta cuando para el lavado o también el enfriamiento de la lente y del pirómetro se utiliza un gas inerte con una densidad menor que el aire, por ejemplo una mezcla gaseosa con contenido en nitrógeno y, al mismo tiempo, para la inertización de la superficie del polvo se elige un gas inerte con una densidad lo más elevada posible, por ejemplo argón. En el caso de una temperatura del espacio constructivo muy elevada puede ser necesario elegir para la zona inferior del espacio constructivo un gas inerte todavía más denso tal como, p. ej., xenón, con el fin de evitar que el gas inerte más frío del enfriamiento de la lente atraviese la superficie de polvo y enfríe al material de polvo allí existente.

En todas las formas de realización, es ventajoso un espacio constructivo bien hermetizado, dado que mediante una menor pérdida de gas inerte al entorno se consume también menos gas inerte. Medidas para la correspondiente hermetización del espacio constructivo son suficientemente conocidas por el experto en la materia y pueden emplearse de manera arbitraria. Para evitar una sobrepresión demasiado elevada puede servir una válvula de descarga. En el caso de un gas inerte que sea más pesado que el aire, la posición de la válvula de descarga debería elegirse claramente por encima del plano de construcción.

Se dan a conocer dispositivos para la fabricación por capas de objetos tridimensionales que comprenden al menos un espacio constructivo y un paso unido al mismo, para gases o mezclas gaseosas lentos a reaccionar, cuya densidad es mayor que la del aire, para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención. Formas de realización correspondientes de dispositivos pueden deducirse de las figuras. Por norma general, un dispositivo de este tipo presenta un espacio constructivo con una plataforma de construcción ajustable en altura, un dispositivo para la aplicación de una capa de un material consolidable mediante la acción de radiación electromagnética sobre la plataforma de construcción, un dispositivo de irradiación que comprende una fuente de irradiación que emite radiación electromagnética, una unidad de control y una lente que se encuentra en el paso de los rayos de la radiación electromagnética para la irradiación de puntos de la capa correspondientes al objeto

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Procedimiento para la fabricación por capas de objetos tridimensionales, en el que la inertización del espacio constructivo se efectúa con un gas o mezcla gaseosa lento a reaccionar, cuya densidad es mayor que la del aire, regulándose en temperatura este gas o mezcla gaseosa hasta una temperatura al nivel del espacio constructivo y caracterizado por que separado de la inertización del espacio constructivo se lavan y se enfrían adicionalmente la lente y pirómetro con un gas inerte.
- 10 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que como gas o mezcla gaseosa lento a reaccionar o bien gas inerte se emplean gases nobles o compuestos de gases nobles.
- 15 3.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que como gas o mezcla gaseosa lento a reaccionar o bien gas inerte se emplean argón, criptón, xenón, hexafluoruro de xenón y/o dióxido de carbono.
- 20 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que adicionalmente los sustratos en forma de polvo empleados en los recipientes de reserva se inertizan con un gas o mezcla gaseosa lento a reaccionar.
- 25 5.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado por que la inertización en los recipientes de reserva tiene lugar con una mezcla gaseosa con contenido en oxígeno.
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el lavado de la lente y el pirómetro tiene lugar con un gas inerte con una densidad menor que el aire.
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el espacio constructivo está configurado de forma estanca a los gases.

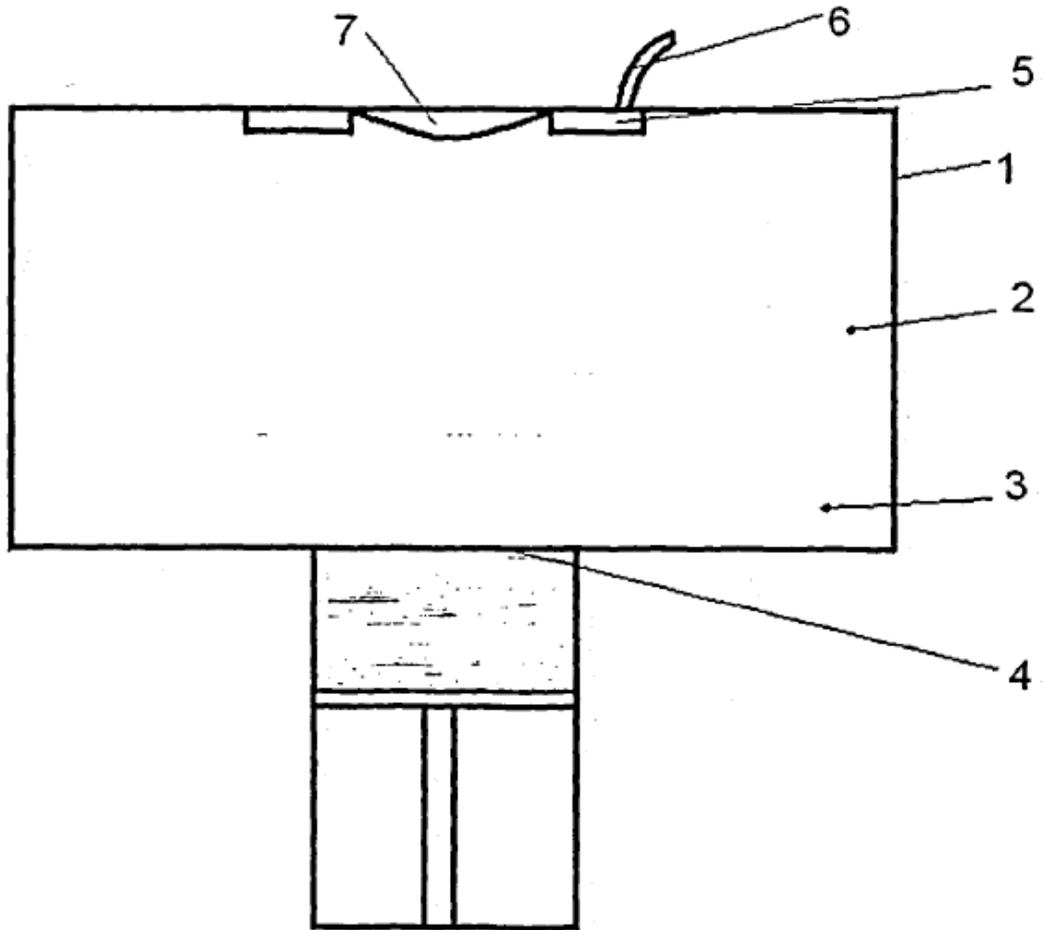


Figura 1

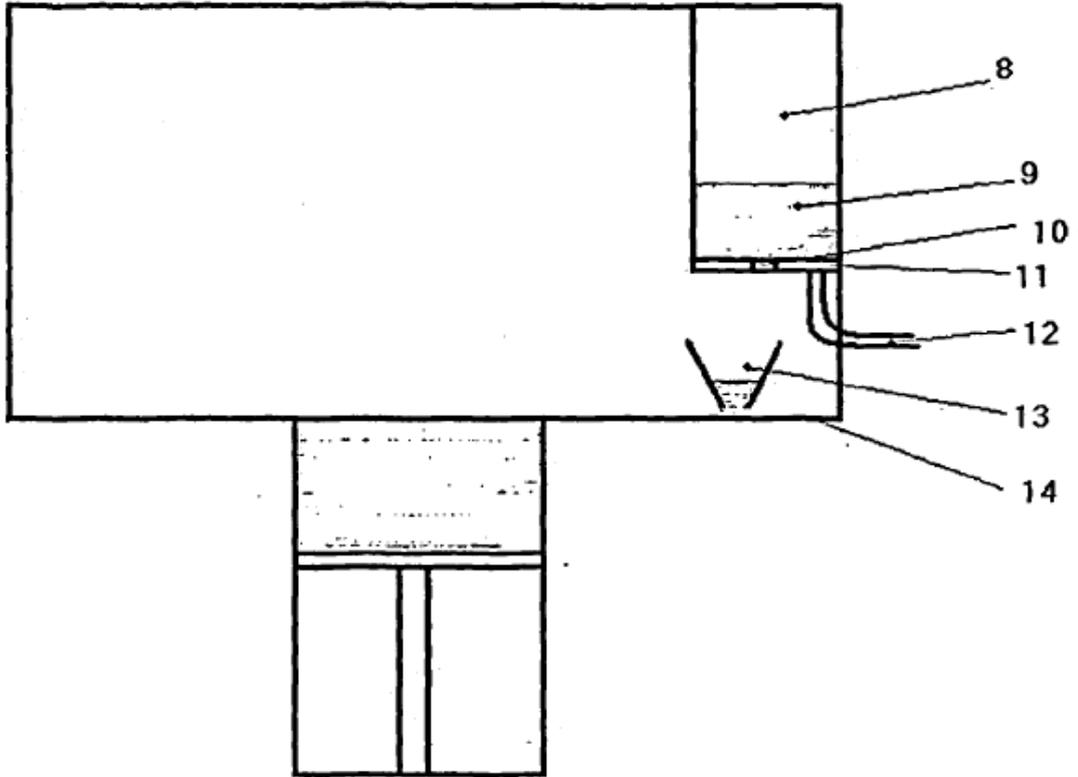


Figura 2

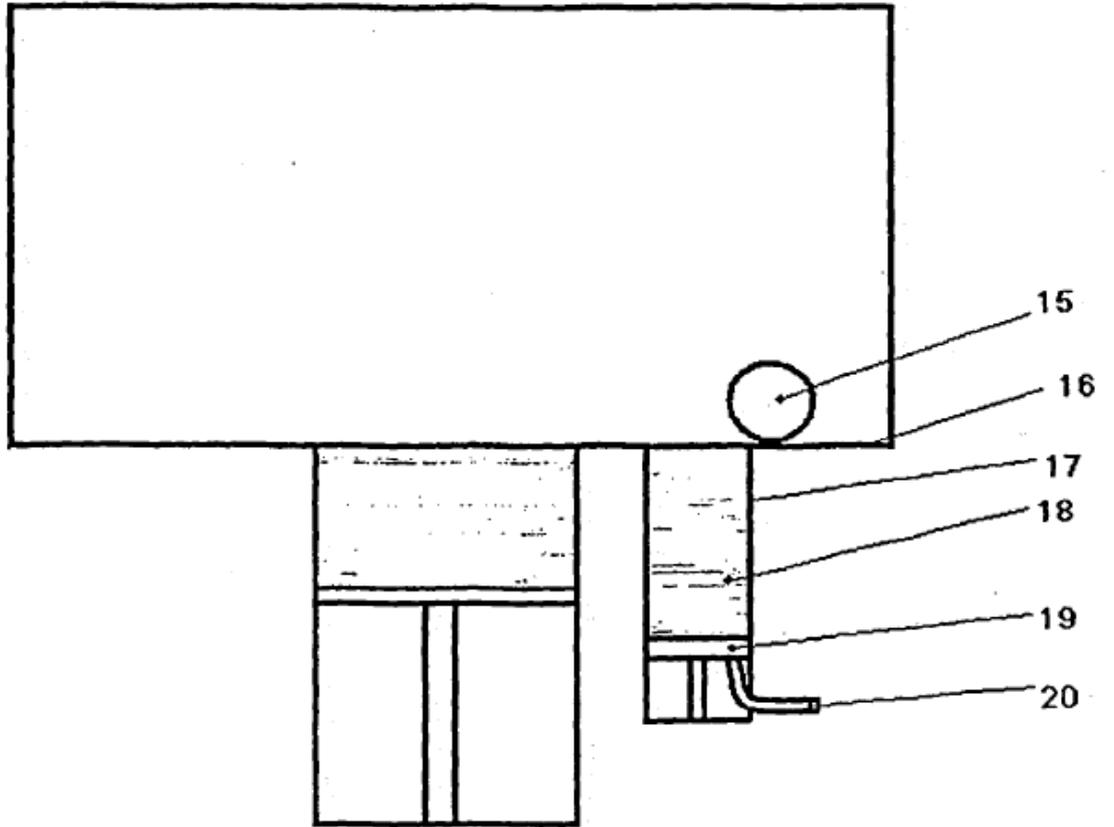


Figura 3

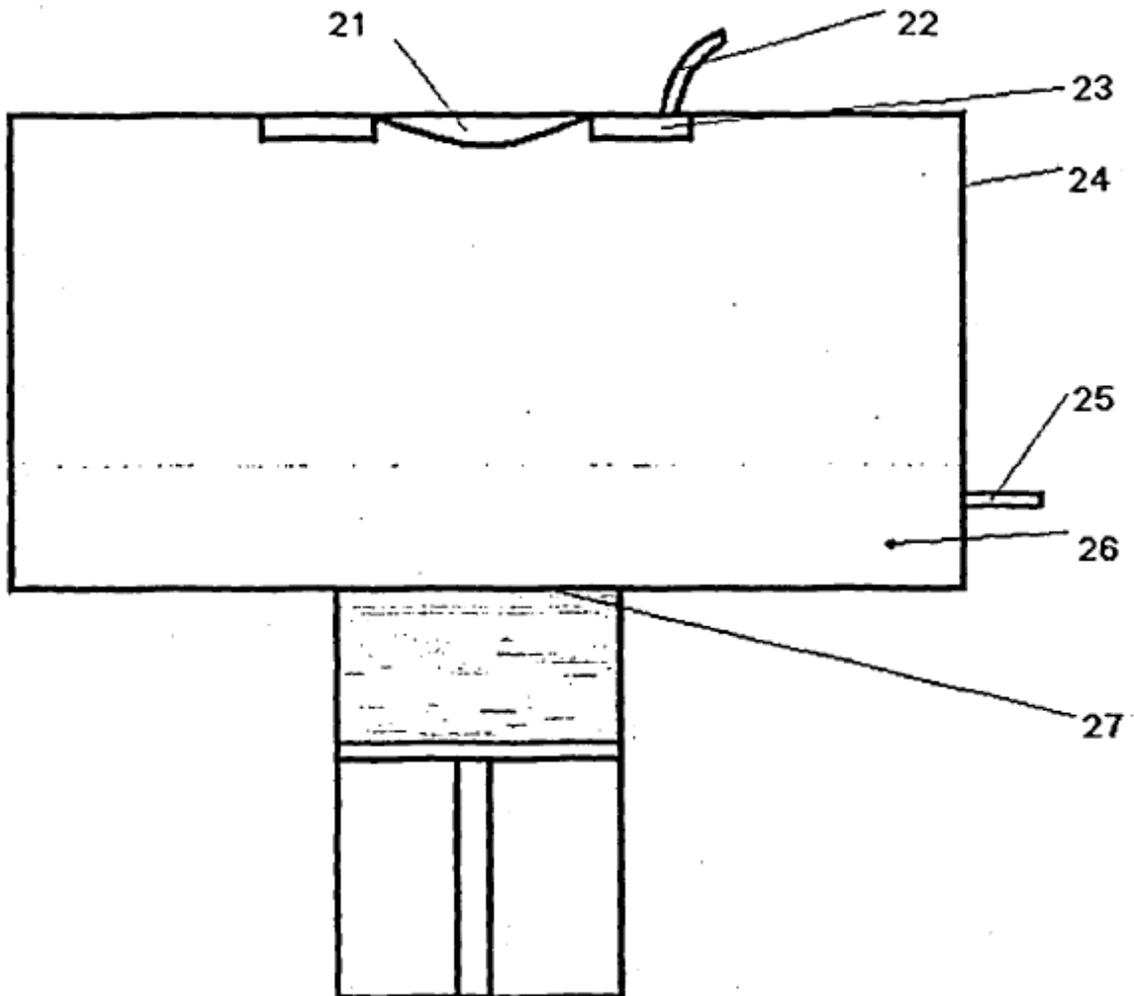


Figura 4