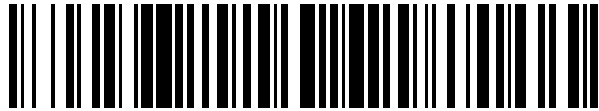


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 454 916**

21 Número de solicitud: 201200882

51 Int. Cl.:

**G01N 35/00** (2006.01)  
**B01L 7/02** (2006.01)  
**A61C 5/08** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:  
**11.09.2012**

43 Fecha de publicación de la solicitud:  
**11.04.2014**

56 Se remite a la solicitud internacional:  
**PCT/ES2013/000198**

71 Solicitantes:  
**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
(100.0%)  
Avda. Séneca, 2  
28040 Madrid ES**

72 Inventor/es:  
**PRADÍES RAMIRO, Guillermo Jesús;  
MARTÍNEZ RUS, Francisco;  
VALVERDE ESPEJO, Arelhys Rosa y  
FERNÁNDEZ ANTÚNEZ, Luis María**

74 Agente/Representante:  
**PLUMET ORTEGA, Joaquín**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos**

57 Resumen:

Dispositivo y procedimiento automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos.

Se ha desarrollado un dispositivo que permite realizar envejecimiento artificial de materiales odontológicos mediante cambios térmicos de alternancia frío-calor de forma automatizada. La invención consiste en un brazo motriz que sumerge una cesta porta-muestras de forma alterna en un baño de solución acuosa fría y caliente, respectivamente. El dispositivo permite el control preciso del número de ciclos, seleccionar las temperaturas de trabajo, el mantenimiento exacto de las temperaturas de los baños, seleccionar la duración de los ciclos, elegir el modo de transición frío-calor y, si se desea, permite trabajar de forma manual.

El desarrollo de este dispositivo aumenta la validez y la significación del envejecimiento artificial mediante ciclado térmico, lo que constituye una herramienta muy útil para la resolución de diversos problemas dentro del campo de análisis de materiales en Odontología Restauradora.

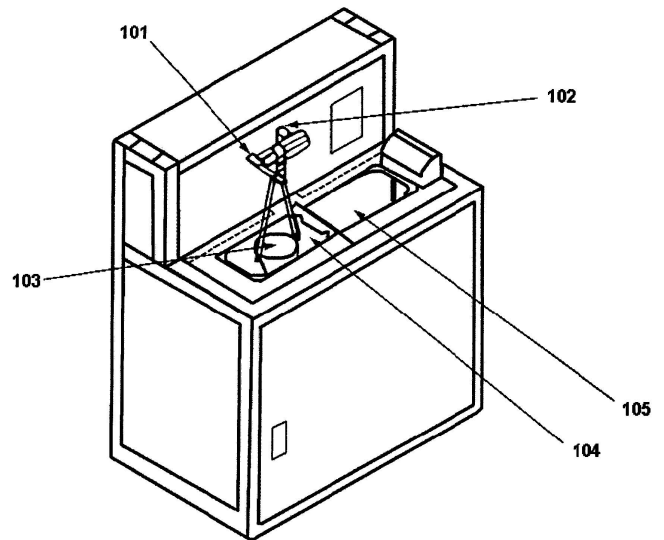


Fig. 1

ES 2 454 916 A1

## **DESCRIPCIÓN**

Dispositivo y procedimiento automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos.

### **SECTOR DE LA TÉCNICA**

- 5 La presente invención se enmarca dentro del sector de Análisis y Control de Calidad de Materiales Odontológicos. Más concretamente se refiere a un dispositivo que realiza envejecimiento artificial acelerado mediante termociclado de materiales destinados a la restauración dental.

### **ESTADO DE LA TÉCNICA**

- 10 Para poder hablar de éxito en Odontología Restauradora es imprescindible conseguir un buen sellado marginal. Las restauraciones dentales generan una interfase, es decir, siempre existe un espacio entre el material restaurador y la preparación dentaria. Por ello, es esencial que la adaptación entre ambos elementos sea máxima. Solamente, de esta manera se puede mantener la salud
- 15 de los tejidos bucodentales y asegurar el pronóstico de la restauración a largo plazo.

El sellado marginal tiene una gran importancia clínica, ya que la filtración marginal es responsable de una serie de alteraciones biológicas, mecánicas y estéticas que van a desembocar con el tiempo en el fracaso del tratamiento.

- 20 El punto de partida de estos problemas es el depósito de placa bacteriana alrededor del margen de la restauración. Las complicaciones dentarias se producen porque a través del intersticio marginal penetran microorganismos y/o toxinas al complejo dentino-pulpar. En un principio, aparecen fenómenos de hipersensibilidad pero según va progresando la invasión bacteriana, la caries
- 25 avanza pudiendo llegar hasta la pulpa.

La patología periodontal derivada de los desajustes marginales varía en función de la magnitud y del tiempo de evolución. La clínica puede ir desde una simple

gingivitis hasta una periodontitis crónica. Además, como consecuencia de todos estos problemas siempre se reduce la retención de la restauración y se altera el aspecto estético (*Anusavice KJ. Standardizing failure, success, and survival decisions in clinical studies of ceramic and metal-ceramic fixed dental prostheses. Dent Mater 2012; 28:102-11*).

Actualmente, sabemos que la pérdida de sellado marginal se exagera por los efectos de los cambios térmicos. Los cambios de temperatura intrabucal están inducidos por los alimentos o bebidas que se ingieren y por la propia respiración. Este estrés térmico puede ser patogénico por dos vías: por un lado, el estrés mecánico inducido por los cambios térmicos puede inducir directamente propagación de grietas a través de la propia interfase; y por otro lado, los cambios dimensionales del intersticio asociados a los cambios térmicos pueden bombear fluidos bucales patogénicos al interior de la interfase. Por lo tanto, el coeficiente de expansión térmica es un factor clave en la capacidad de sellado de un material odontológico restaurador (*Schmid-Schwab M, Graf A, Preinerstorfer A, Watts DC, Piehslinger E, Schedle A. Microleakage after thermocycling of cemented crowns--a meta-analysis. Dent Mater 2011; 27:855-69*).

Desarrollar ensayos clínicos para analizar este aspecto resulta costoso y largo en el tiempo. Por este motivo, la simulación "in vitro" de fluctuaciones térmicas cíclicas se considera un método aceptable hoy en día en los estudios de microfiltración de restauraciones dentales. El envejecimiento artificial acelerado mediante termociclado consiste en introducir las muestras en baños de solución acuosa, fría y caliente, repetidamente. La mayoría de los autores realizan ciclos térmicos entre 5° C y 55° C. Respecto al número, se postula que 10.000 ciclos podrían representar un año de función en boca. Sin embargo, muchos investigadores cuestionan la validez y la significación clínica del termociclado por la falta de estandarización de este procedimiento (*Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. J Dent 1999; 27:89-99*).

Hasta el momento, para realizar el termociclado de materiales odontológicos restauradores de forma automatizada se emplean aparatos de laboratorio

utilizados para el trabajo con proteínas y otros materiales biológicos. En la patente FR2633310 se describe un mecanismo que consta de un brazo robótico para trasladar e introducir muestras con secuencias de ácidos nucleicos en cubetas a distintas temperaturas. La patente US20070184546 describe un laboratorio automatizado que dispone de un brazo robótico y elementos transportadores para las distintas muestras entre las áreas o celdas de trabajo. Por otro lado, la patente WO2009140183 se refiere a una estación de realización de múltiples procesos biotecnológicos mediante la superposición y la yuxtaposición de sistemas completos de trabajo.

5

10

Los sistemas comprenden una enorme cantidad de contenedores de sustancias/componentes que interaccionan, con lo que se avanza muy rápidamente en la consecución de resultados. Cada sistema de trabajo va sobre una plataforma con ruedas que permite el avance y retroceso de la misma a la vez que un brazo robótico traslada las muestras entre sistemas.

15

Sin embargo, el elevado número de cambios térmicos a los que hay que someter un material odontológico para simular sus efectos a largo plazo, el mantenimiento en el tiempo de las temperaturas, el control del número y duración de los ciclos pueden constituir limitaciones a la hora de reproducir el ambiente bucal por parte de estos aparatos.

20

Hasta donde nuestro conocimiento alcanza no existe ningún dispositivo concebido específicamente que realice automáticamente ciclos térmicos de alternancia frío-calor para el análisis y control de calidad de materiales odontológicos restauradores. La presente invención solventa las limitaciones de los aparatos tradicionales de laboratorio que se acaban de exponer.

25

## **EXPLICACIÓN DE LA INVENCION**

El dispositivo que aquí presentamos, permite realizar ciclado térmico de materiales odontológicos de forma automatizada. El gran avance que supone el desarrollo de este aparato es que mejora la estandarización de este

procedimiento, aumentando así la validez y la significación del envejecimiento artificial acelerado mediante termociclado.

El dispositivo (figura 1) comprende:

- 5 1) un brazo (101) con un dispositivo motriz integrado, el cual está unido con una unidad motriz principal (102), permitiendo un movimiento de giro en sentido horario, con un rango de 0° a 180°, y en sentido antihorario, de 180° a 0°;
- 2) una cesta porta-muestras (103), de forma cónica, conectada al extremo del brazo motriz descrito en el apartado 1);
- 10 3) dos depósitos para solución acuosa, con capacidad de tres litros, denominados "baño frío" (104) y "baño caliente" (105), diseñados para albergar en su interior la cesta porta-muestras descrita en el apartado 2);
- 4) dos sondas de temperatura de inmersión, con un rango de temperatura de 0 a 100° C, colocadas en cada uno de los recipientes descritos en el apartado 3) para el control térmico de ambos baños;
- 15 5) un enfriador de circulación, que disminuye la temperatura de la solución acuosa presente en el baño frío descrito en el apartado 3);
- 6) una resistencia eléctrica de inmersión, que aumenta la temperatura de la solución acuosa presente en el baño caliente descrito en el apartado 3);
- 20 7) un panel de control (figura 4), que incluye un contador de ciclos (1), dos indicadores de temperatura, fría (2) y caliente (3), un temporizador del baño frío (4), un temporizador del baño caliente (5), un indicador LED (6), un selector de parada intermedia (7), un pulsador de inicio (8), un pulsador de "reset" (9), una maneta de giro manual (10) y un interruptor general (11).

25 Para iniciar la aplicación, el brazo motriz con la cesta porta-probetas debe estar en la posición central entre ambos depósitos. A continuación, en el panel de control se selecciona la temperatura del baño frío (2), que puede oscilar desde 0° C hasta temperatura ambiente; y la del baño caliente (3), que puede oscilar desde

temperatura ambiente hasta 100° C; el número de ciclos (1) y el tiempo de permanencia de las probetas en cada baño en los temporizadores de baño frío (4) y de baño caliente (5), que puede variar entre 1 segundo y 10 horas. El enfriador y la resistencia eléctrica son los encargados de refrigerar y calentar,  
5 respectivamente, la solución acuosa presente en cada una de las cubetas.

Una vez que las sondas térmicas de cada depósito registran las temperaturas programadas, el brazo motriz (101) inicia un movimiento de giro en sentido horario, con un rango de 0° a 180°, y a continuación hace el giro en sentido antihorario, de 180° a 0°, de modo que la cesta porta-probetas (103) en cada giro  
10 queda sumergida en uno de los depósitos, (104) y (105), el tiempo prefijado para cada baño.

Esta operación se repite tantas veces como número de ciclos se haya marcado en el contador de ciclos (1).

La aplicación dispone de un selector (7) situado en el panel de control para poder  
15 elegir entre dos formas de trabajo: el movimiento del brazo motriz (101) de un baño a otro se hace de manera continua o con un tiempo de reposo en la posición central, reanudando el movimiento una vez finalizado ese tiempo.

El contador de ciclos (1) está configurado en modo "cuenta atrás". A medida que la máquina va trabajando, el número de ciclos va disminuyendo. Cuando el  
20 contador llega a cero, el brazo (101) se posiciona en el centro y el LED (6) avisa de la finalización del programa.

El indicador LED (6) del panel de control muestra el estado en el que se encuentra el dispositivo, que puede variar entre: máquina en marcha (LED encendido fijo), programa finalizado (LED parpadeo lento), programa interrumpido  
25 (LED parpadeo rápido) y máquina apagada (LED apagado).

Las principales novedades de este dispositivo de ciclado térmico automatizado para materiales odontológicos son:

- a) permite realizar un elevado número de cambios térmicos frío-calor de forma ininterrumpida, condición necesaria para el envejecimiento acelerado del material;
- b) permite controlar el número de ciclos de forma precisa;
- 5 c) permite seleccionar las temperaturas de trabajo en un rango de 0 a 100 °C;
- d) evita el sesgo que puede ejercer la temperatura ambiental, al mantener en el tiempo las temperaturas de los baños frío-calor;
- e) permite seleccionar la duración de los ciclos en un rango de 1 segundo a 10 horas;
- 10 f) permite seleccionar entre dos modos de transición frío-calor: continua o con una parada de recuperación térmica intermedia;
- g) además, la aplicación también está diseñada para trabajar de forma convencional, si se desea, manipulando el brazo motriz manualmente.

15 Todos los elementos que constituyen el dispositivo van montados en un armario de acero inoxidable, de cuerpo prismático rectangular, en cuya parte superior se sitúan el panel de control, el brazo motriz, la cesta porta-muestras, el depósito denominado "baño frío" (104), con su correspondiente sonda térmica y el depósito denominado "baño caliente" (105), con su correspondiente sonda térmica y resistencia eléctrica de inmersión. En la parte inferior, que ocupa la mayor parte  
20 del armario, a través de dos puertas se accede al enfriador de circulación, a la unidad motriz principal y al equipamiento eléctrico-electrónico del dispositivo.

## DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para facilitar la comprensión de las principales características de la invención y formando parte integrante de esta memoria descriptiva, se acompañan una serie  
25 de figuras.

Figura 1. Muestra el conjunto general del dispositivo.

Figura 2. Muestra la vista frontal del dispositivo.

Figura 3. Muestra la visión lateral del dispositivo.

Figura 4. Muestra el desglose de mandos del panel de control.

### **MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION**

5 Para la realización de la invención se utilizó un dispositivo motriz integrado con un motorreductor coaxial de engranajes (Serie AC, Mini Motor, Bagnolo in Piano, Italia); una cesta porta-muestras de poliéster (FP01, Menalux, Madrid, España); dos depósitos de acero inoxidable con capacidad de tres litros (JM303, Wanhe  
10 Stainless Steel Kitchen Products, Jiangmen, China); dos sondas de temperatura tipo PT 100 (1000893, JP Selecta, Abrera, España); un enfriador de circulación (Frigedor Reg 3001214, JP Selecta, Abrera, España); una resistencia eléctrica de inmersión (AM-1004, Moulinex, París, Francia) y un panel de control (Telemecanique, Schneider Electric, Rueil Malmaison, Francia) con: un contador de ciclos (1), dos indicadores de temperatura, fría (2) y caliente (3), un  
15 temporizador del baño frío (4), un temporizador del baño caliente (5), un indicador LED (6), un selector de parada intermedia (7), un pulsador de inicio (8), un pulsador de "reset" (9), una maneta de giro manual (10) y un interruptor general (11).

A modo de ilustración de las características antes mencionadas, y sin que este  
20 ejemplo sea limitativo respecto a las posibilidades de aplicación del dispositivo automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos a que se refiere la presente memoria descriptiva, se describe su aplicación para realizar el envejecimiento artificial acelerado mediante termociclado de diez dientes extraídos restaurados con coronas cerámicas feldespáticas, cementadas con un  
25 agente cementante de resina autograbante, para simular un año de función en boca.

- Tres litros de solución salina fisiológica se vierten en cada uno de los dos baños de los que consta el dispositivo.



- 5 • A continuación, en el panel de control, se selecciona la temperatura del baño frío en 5° C, la del baño caliente en 55° C, el número de ciclos en 10.000 ciclos y el tiempo de permanencia de las muestras en cada baño en 10 segundos y se opta por hacer una parada de recuperación térmica intermedia de 15 segundos.
- Una vez seleccionados los parámetros, se colocan en la cesta portamuestras los diez especímenes.
- 10 • Para iniciar la aplicación, el brazo motriz (101) con la cesta portaprobetas (103) debe estar en la posición central entre ambos baños y seguidamente, se pulsa el botón de inicio (8) del panel de control.
- Una vez que las sondas térmicas de cada depósito registran las temperaturas programadas en cada uno de ellos, el brazo motriz (101) inicia un movimiento de giro en sentido horario, con un rango de 0° a 180°, y en sentido antihorario, de 180° a 0°, de modo que la cesta portaprobetas (103) en cada giro queda sumergida en uno de los depósitos.
- 15 • El contador de ciclos está configurado en modo “cuenta atrás”. A medida que la máquina va trabajando, el número de ciclos va disminuyendo. Para simular un año de función en boca con los parámetros seleccionados, el dispositivo funciona ininterrumpidamente durante 97,22 horas.
- 20 • Cuando el contador llega a cero, el brazo se posiciona en el centro y el LED (6) nos avisa de la finalización del programa mediante un parpadeo lento.

25 El presente dispositivo permite automatizar el ciclado térmico de materiales odontológicos. Al realizar el termociclado de forma estandarizada, manteniendo en el tiempo las temperaturas de los baños y controlando el número y duración de los ciclos, se puede realizar un envejecimiento acelerado objetivo, evitando así la variabilidad del termociclado manual o realizado con otros dispositivos de laboratorio no diseñados específicamente para ello.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos caracterizado porque comprende:

- un brazo (101) con un dispositivo motriz integrado,
- 5 - una unidad motriz principal (102) a la que se une el brazo (101) por su parte distal;
- una cesta porta-muestras (103), conectada al extremo del brazo motriz (101);
- 10 - dos depósitos para solución acuosa diseñados para albergar en su interior la cesta porta-muestras, una para el baño frío (104) y la otra para el baño caliente (105);
- dos sondas de temperatura de inmersión, cada una colocada en cada uno de los recipientes para el control térmico de ambos baños;
- 15 - un enfriador de circulación, que disminuye la temperatura de la solución acuosa presente en el baño frío;
- una resistencia eléctrica de inmersión, que aumenta la temperatura de la solución acuosa presente en el baño caliente;
- un panel de control;
- un equipamiento eléctrico-electrónico;
- 20 - un armario metálico en el que se montan los elementos anteriores.

2. Dispositivo automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos según la reivindicación 1 caracterizado porque el panel de control comprende: un contador de ciclos (1), dos indicadores de temperatura, fría (2) y caliente (3), un temporizador del baño frío (4), un temporizador del baño caliente (5), un indicador LED (6), un selector de parada intermedia (7), un pulsador de inicio (8), un

pulsador de "reset" (9), una maneta de giro manual (10) y un interruptor general (11).

3. Dispositivo automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos según la reivindicación 1 caracterizado porque los dos depósitos para solución acuosa, tanto para el baño frío (104) y para el baño caliente (105), tienen una capacidad de tres litros.
4. Dispositivo automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos según la reivindicación 1 caracterizado porque las dos sondas de temperatura de inmersión tienen un rango de temperatura entre 0 °C y 100 °C.
5. Dispositivo automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos según la reivindicación 1 caracterizado porque todos los elementos que constituyen el dispositivo van montados en el armario metálico, de cuerpo prismático rectangular, en cuya parte superior se sitúan: el panel de control, el brazo motriz (101), la cesta porta-muestras (103), el depósito denominado "baño frío" (104), con su correspondiente sonda térmica, y el depósito denominado "baño caliente" (105), con su correspondiente sonda térmica y la resistencia eléctrica de inmersión; y en su parte inferior, que ocupa la mayor parte del armario, a través de dos puertas se accede al enfriador de circulación, a la unidad motriz principal (102) y al equipamiento eléctrico-electrónico del dispositivo.
6. Dispositivo automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos según las reivindicaciones 1 y 2 caracterizado porque el contador de ciclos (1) está configurado en modo "cuenta atrás" y a medida que la máquina va trabajando, el número de ciclos va disminuyendo.
7. Dispositivo automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos según la reivindicación 1 caracterizado porque la cesta porta-muestra (103) es de forma cónica.
8. Procedimiento automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos caracterizado porque comprende las fases:

- posicionar el brazo motriz (101) con la cesta porta-probetas (103) en la posición central entre los dos depósitos;
- seleccionar: la temperatura del baño frío (104) en el indicador de temperatura fría (2) y la del baño caliente (105) en el indicador de temperatura caliente (3), el número de ciclos en el contador de ciclos (1) y el tiempo de permanencia de las probetas en cada baño en el temporizador del baño frío (4) y en el temporizador de baño caliente (5);
- disminuir la temperatura de la solución acuosa del baño frío (104) mediante el enfriador de circulación;
- aumentar la temperatura de la solución acuosa de baño caliente (105) mediante la resistencia eléctrica de inmersión;
- registrar en las sondas térmicas de cada depósito las temperaturas programadas para dicho depósito;
- iniciar el brazo motriz (101) un movimiento de giro en sentido horario, con un rango de 0° a 180°, y a continuación hace el giro en sentido antihorario, de 180° a 0°;
- sumergir la cesta porta-probetas (103) en cada giro en uno de los depósitos el tiempo prefijado para cada baño;
- repetir la operación el número de veces como número de ciclos se haya fijado en el contador de ciclos (1);
- posicionar el brazo motriz en la posición central cuando el contador de ciclos (1) está a cero;
- elegir entre dos formas de trabajo: de manera continua o con un tiempo de reposo en la posición central, reanudando el movimiento una vez finalizado ese tiempo;
- mostrar el indicador LED (6) el estado del dispositivo.

- 9.** Procedimiento automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos según la reivindicación 8 caracterizado porque en la etapa de selección de la temperatura del baño frío (104) en el indicador de temperatura fría (2) se selecciona una temperatura entre 0 °C y la temperatura ambiente.
- 5 **10.** Procedimiento automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos según la reivindicación 8 caracterizado porque en la etapa de selección de la temperatura del baño caliente (105) en el indicador de temperatura caliente (3) se selecciona una temperatura entre la temperatura ambiente y 100 °C.
- 10 **11.** Procedimiento automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos según la reivindicación 8 caracterizado porque en la etapa de selección del tiempo de permanencia en de las probetas en cada baño en el temporizador del baño frío (4) y en el temporizador de baño caliente (5) se selecciona un tiempo entre 1 segundo y 10 horas.
- 15 **12.** Procedimiento automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos según la reivindicación 8 caracterizado porque se elige el modo de paso frío-calor entre una transición continua o una transición con una parada de recuperación térmica intermedia de 15 segundos.
- 13.** Procedimiento automatizado de ciclado térmico para materiales  
20 odontológicos según la reivindicación 8 caracterizado porque se evita el sesgo que puede ejercer la temperatura ambiental al mantener en el tiempo las temperaturas de los baños frío (104) y caliente (105).
- 14.** Procedimiento automatizado de ciclado térmico para materiales  
25 odontológicos según la reivindicación 8 caracterizado porque para mostrar el estado en el que se encuentra el dispositivo el indicador LED (6) del panel de control varía entre: estar encendido fijo cuando la máquina está en marcha; estar en parpadeo lento cuando el programa ha finalizado; estar en parpadeo rápido cuando el programa se ha interrumpido y estar apagado cuando la máquina está apagada.

**15.** Procedimiento automatizado de ciclado térmico para materiales odontológicos según la reivindicación 8 caracterizado porque se permite trabajar de forma convencional manipulando el brazo motriz manualmente.

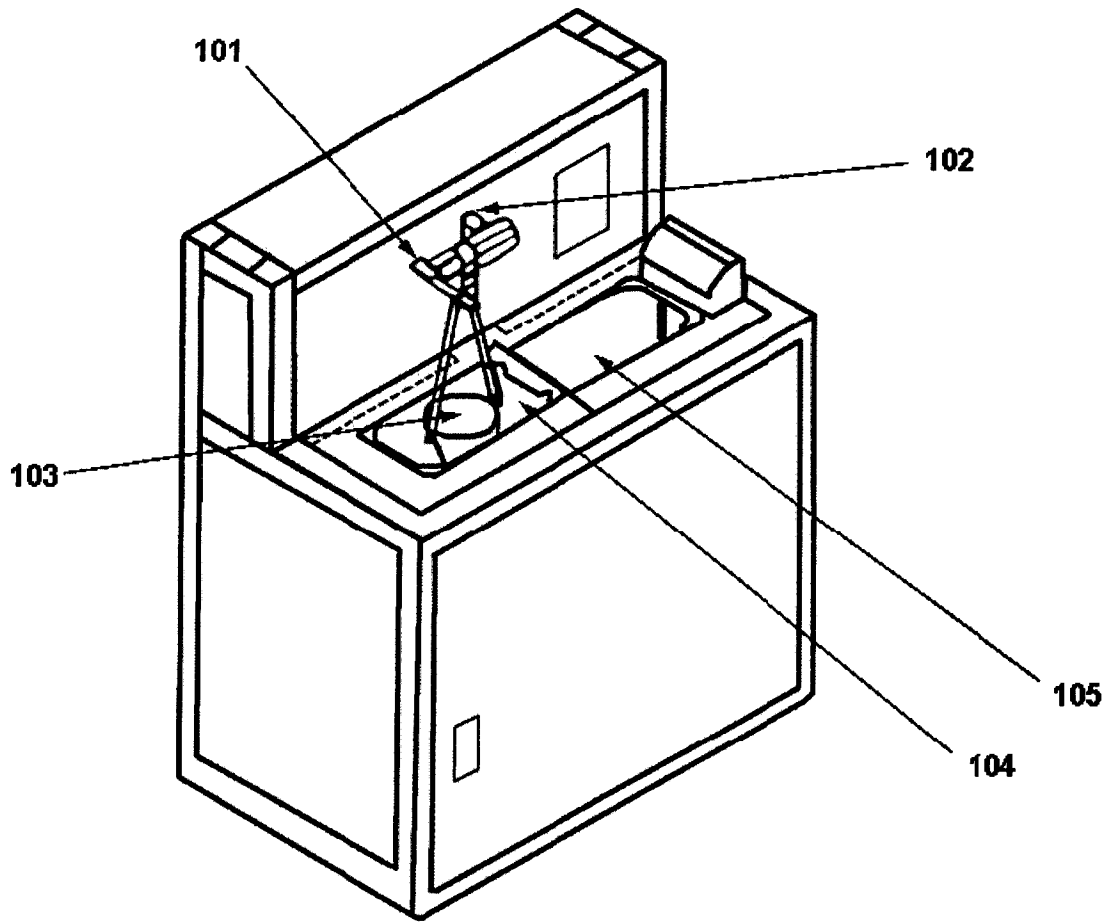


Fig. 1

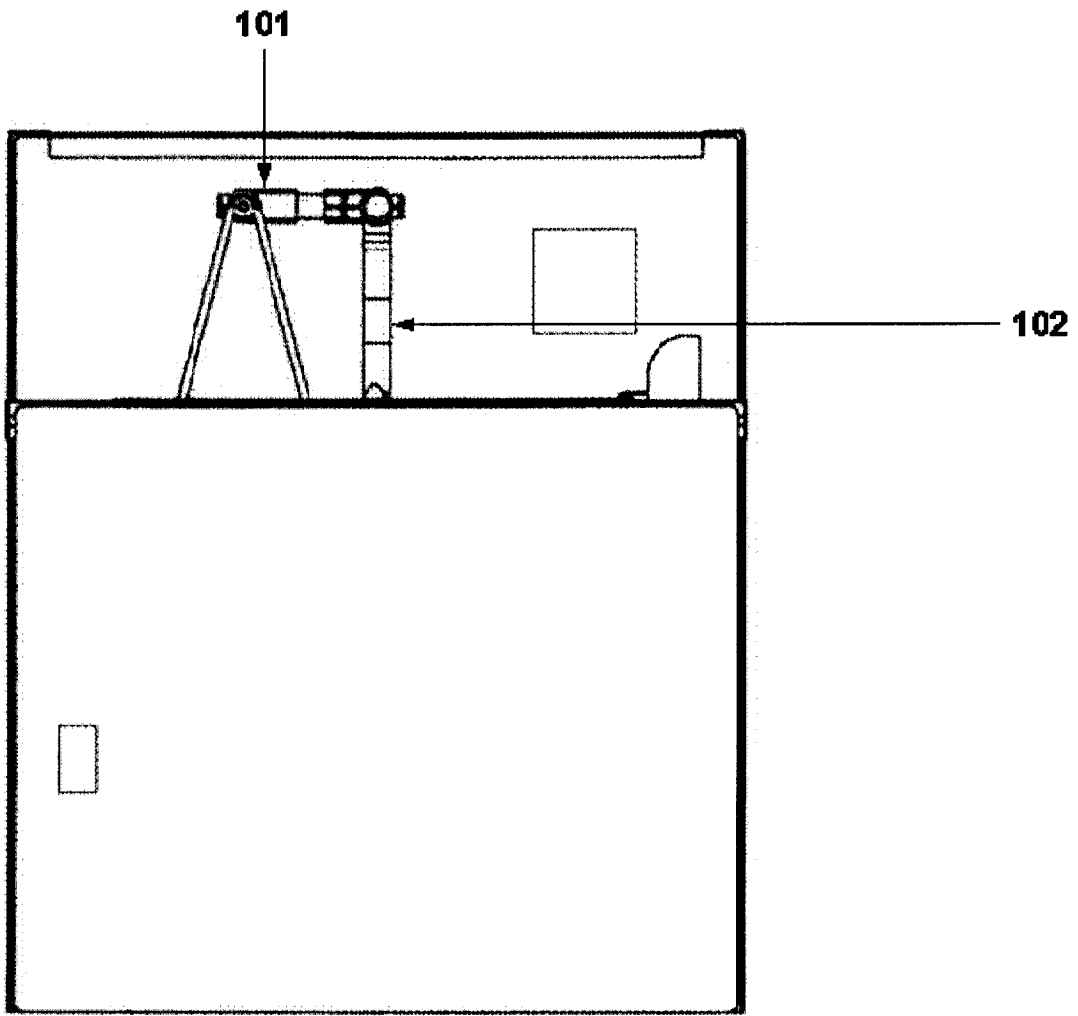


Fig. 2



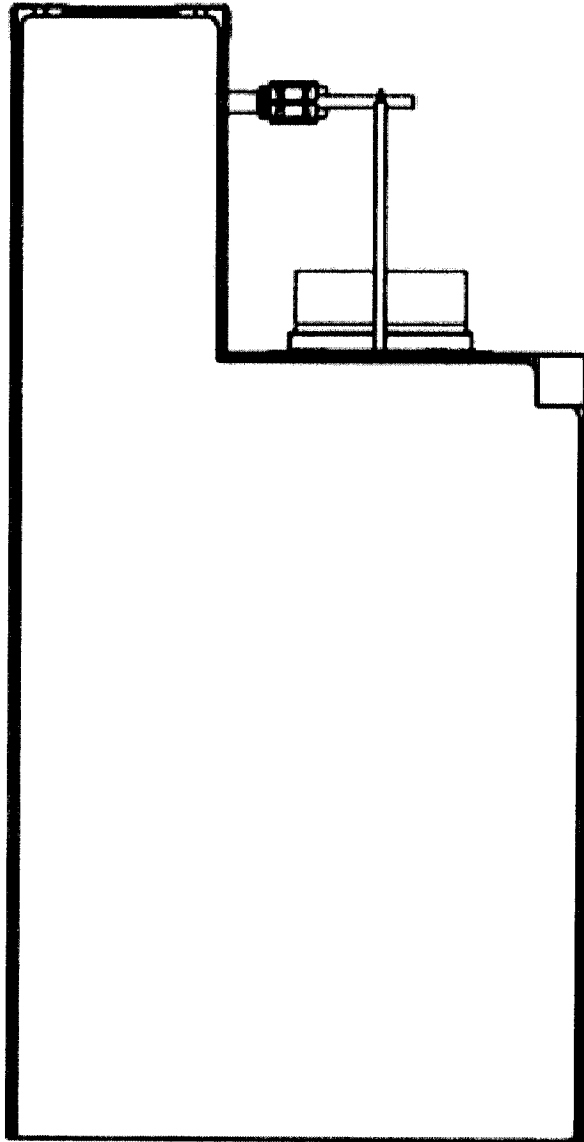


Fig. 3

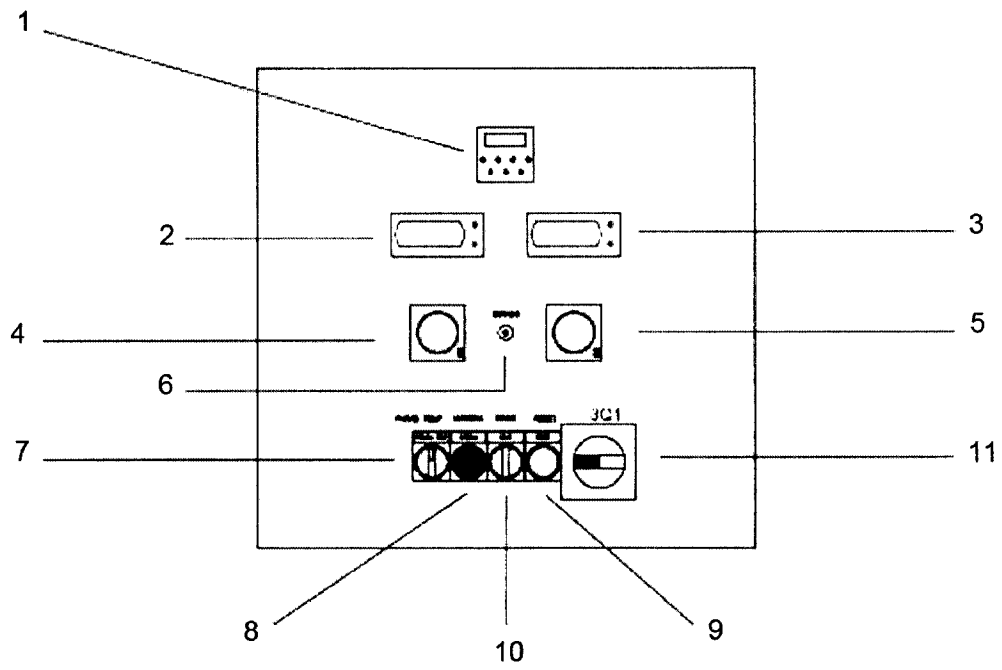


Fig. 4