



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2014 00792

(22) Data de depozit: 27/10/2014

(41) Data publicării cererii:
29/04/2016 BOPI nr. 4/2016

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
DEZVOLTARE PENTRU TEHNOLOGII
IZOTOPICE ȘI MOLECULARE,
STR. DONAT NR. 67-103, CLUJ-NAPOCA,
CJ, RO

(72) Inventatori:
• TUDORAN CRISTIAN DANIEL,
STR. ARON DENSUȘIANU NR. 16, AP. 1,
CLUJ NAPOCA, CJ, RO;

• TUDORAN MATEI CONSTANTIN,
STR. ARON DENSUȘIANU NR. 16,
CLUJ NAPOCA, CJ, RO;
• SURDUCAN VASILE, STR. NUCULUI
NR. 8, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• SURDUCAN EMANOIL,
STR. GHEORGHE DIMA NR. 10, AP. 19,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• DADARLAT NICOLAE DORIN,
STR. ȘTEFAN MORA NR. 2, BL. T1, SC. 2,
AP. 16, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• TOȘA NICOLETA IOANA, STR. CLOȘÇA
NR. 13, FLOREȘTI, CJ, RO

(54) REACTOR CU PLASMĂ RECE PENTRU OBTINEREA
COMBUSTIBILULUI BIODIESEL

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un reactor cu plasmă rece, pentru obținerea combustibilului biodiesel, utilizat pentru procesul de transesterificare a uleiurilor vegetale, bazat pe o reacție asistată de efectele plasmei reci de înaltă frecvență, fără necesitatea de a folosi substanțe de tip catalizator chimic. Reactorul conform invenției conține un cilindru (3) de cuarț, ce are montate la ambele capete câte un capac (1, 10) realizat din material dielectric, capacul (1) superior servind la admisia amestecului primar, ulei vegetal plus metanol, și distribuirea acestuia în mod radial pe peretele interior al cilindriului (3), iar datorită gravitației, amestecul astfel distribuit curge spre capacul inferior al reactorului (10), trecând prin zona de reacție acoperită de plasma rece, apoi, în partea inferioară a capacului (10), amestecul este colectat printr-un orificiu (14), plasma rece amorsându-se între un electrod (9) interior și un electrod (12) exterior, curentul trecând prin cele două tuburi (8 și 3) de material dielectric, electrodul (12) conectându-se la masa sursei de înaltă tensiune, iar electrodul (9) se conectează la ieșirea sursei de înaltă tensiune, în punctul marcat (15), electrodul (9) reactorului fiind confecționat dintr-un tub (8) de cuarț, având o grosime a peretelui de 1...1,5 mm, care conține în interior un cilindru din tablă sau sită metalică, iar tubul (8) este montat pe un ax (4) rotativ al reactorului, prin intermediul unor piese (7) de fixare, confecționate din material dielectric, formându-se astfel un electrod rotitor sau rotor, axul (4) fiind montat la capacele, inferior și superior, ale reactorului, prin intermediul unor rulmenți (6a și 6b) cu bile, capsulați, iar rotorul este antrenat de un motor electric, prin intermediul unei fulii (5) realizate din material dielectric, turația rotorului fiind de 60...90 rot/min, iar distanța între peretele exterior al tubului (8) și peretele interior al tubului (3) este reglată la 1,5...2 mm.

Revendicări: 5
Figuri: 6

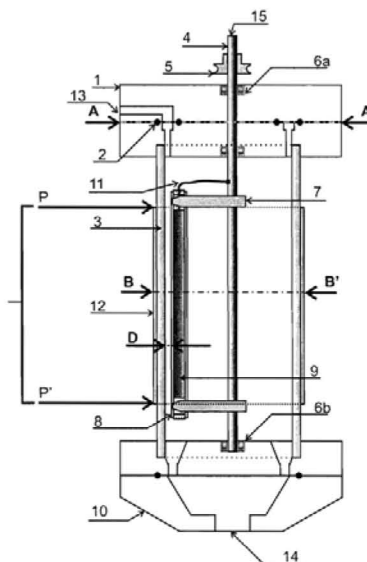
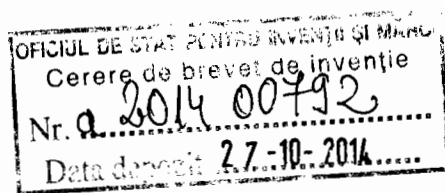


Fig. 3

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





11

Descrierea invenției

a) Titlu:

REACTOR CU PLASMĂ RECE PENTRU OBȚINEREA COMBUSTIBILULUI BODIESEL

Cold plasma assisted bio-diesel fuel processor.

b) Precizarea domeniului tehnic în care poate fi folosită invenția;

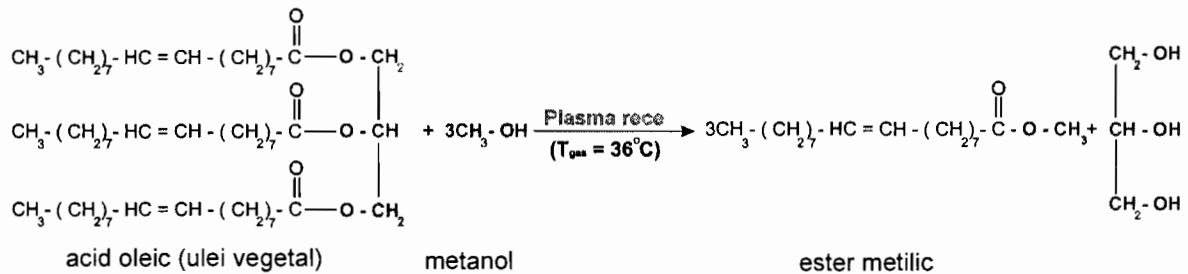
Prezenta invenție se referă la un dispozitiv utilizat pentru procesul de transesterificare a uleiurilor vegetale, bazat pe o reacție asistată de efectele plamei reci de înaltă frecvență, **fără necesitatea** de a folosi substanțe de tip catalizator chimic. Dispozitivul poate fi utilizat în laboratoarele de chimie și/sau fizică în scop de cercetare sau poate fi întrebuințat în regim privat, de către orice persoană care dorește să obțină un combustibil ieftin, de tip biodiesel pornind de la un amestec de ulei vegetal și metanol.

c) Indicarea stadiului anterior al tehnicii și indicarea documentelor care stau la baza acestuia;

Metodele curente pentru obținerea pe cale chimică a combustibilului de tip biodiesel implică dizolvarea unui catalizator (hidroxid de sodiu) în alcool, urmată de amestecarea și agitarea soluției obținute timp de cel puțin două ore. Apoi, amestecul este lăsat în repaus pentru o perioadă de 24 de ore, timp în care decurge lent reacția de transesterificare în urma căreia se obține combustibilul biodiesel și glicerina - un produs auxiliar de reacție care necesită să fie separat și neutralizat [1]. Au fost dezvoltate și alte metode cu scopul reducerii duratei de obținere a combustibilului biodiesel, ca de exemplu dispersarea uleiului vegetal în formă de micro-picături și pulverizarea acestuia peste amestecul de alcool și catalizator [5]. Pentru neutralizarea produșilor de reacție, soluția este trecută printr-un schimbător cationic de ioni, pentru eliminarea anionilor, obținându-se astfel un produs neutru [6]. Problema utilizării volumelor mari de substanțe catalizatoare nu este însă înlăturată. Reactorul bazat pe efectele plamei reci de înaltă frecvență [2], elimină etapa de amestecare și omogenizare a catalizatorului cu uleiul primar, precum și durata de așteptare de 24 de ore necesară pentru decurgerea reacției de transesterificare, și cel mai important - se elimină complet necesitatea utilizării unui catalizator chimic



dizolvat. În cazul obținerii combustibilului biodiesel prin reacția asistată de plasmă rece [3, 4], rolul catalizatorului chimic este preluat de electronii, ionii și speciile active de mare energie prezente în descărcare, care ajută prin interacțiunea lor cu moleculele de ulei vegetal, la desfășurarea rapidă a reacției de transesterificare. Reacția de transesterificare asistată de plasmă rece este descrisă de următoarea ecuație:



Se observă că în cazul acestei reacții nu se formează produși secundari ca de exemplu săpunul. Combustibilul obținut (esterul metilic) poate fi direct utilizat în motoarele cu aprindere prin compresie dotate cu pompă de injecție mecanică.

d) Expunerea invenției în termeni care să permită înțelegerea problemei tehnice și a soluției așa cum este revendicată precum și avantajele invenției în raport cu stadiul anterior al tehnicii;

Reactorul cu plasmă rece propus de prezenta invenție, permite obținerea unui combustibil ecologic de tip biodiesel pornind de la un amestec dintre un ulei vegetal și un alcool (metanol sau etanol), fără nevoia de a utiliza substanțe catalizatoare și fără nevoia de a neutraliza produsul de reacție înainte de utilizare.

Constructiv, reactorul este o celulă de descărcare cu barieră dielectrică având formă cilindrică. Pelicula de amestec (ulei vegetal și metanol) traversează descărcarea electrică de înaltă frecvență (plasmă rece), moment în care particulele din descărcare interacționează cu moleculele uleiului producând ruperea acestora și formarea moleculelor de ester metilic (sau etilic). Fiind vorba de o descărcare cu barieră dielectrică, plasmă nu se află în contact direct cu electrozii metalici - aceștia sunt acoperiți de un strat de sticlă. Din acest motiv, intensitatea curentului prin descărcare are o valoare mică, de ordinul miliamperilor, astfel temperatura cinetică a descărcării are o valoare redusă (T=36...37°C). Tot datorită faptului că cei doi electrozi metalici sunt acoperiți cu sticlă, se obține o descărcare electrică omogenă

care acoperă în mod uniform întreaga suprafață comună a electrozilor. **Figura 1** prezintă principiul unei celule de descărcare cu barieră dielectrică.

În cazul reactorului cu plasmă rece propus de prezenta invenție, celula de descărcare cu barieră dielectrică este montată în poziție verticală, astfel încât pelicula de amestec primar (ulei vegetal + metanol) este antrenată gravitațional prin plasma rece. Pentru obținerea unei reacții optime, acoperirea peliculei de ulei de către pătura de plasmă rece trebuie să fie cât mai mare, astfel, electrodul exterior al celulei are o formă tubulară cilindrică, iar electrodul interior (electrodul activ conectat la sursa de înaltă tensiune) este construit în așa fel încât să se rotească pe o traiectorie circulară în interiorul electrodului exterior, la o distanță mică (1...2 mm) de peretele interior al acestuia. **Figura 2** prezintă modul de aranjare al celor doi electrozi ai reactorului.

Noutatea adusă de prezenta invenție constă în:

- posibilitatea obținerii unui combustibil de tip biodiesel pornind de la un amestec de ulei vegetal și alcool metilic (etilic), în timp scurt, fără nevoia de a utiliza substanțe catalizatoare.

- produsul de reacție nu necesită o neutralizare ulterioară înainte de utilizarea lui în motoarele cu aprindere prin compresie (Diesel).

- utilizarea unei geometrii a celulei de descărcare cu barieră dielectrică în care electrodul activ este rotativ.

- amestecul primar avansează prin reactorul cu plasmă rece, sub efectul gravitației.

- posibilitatea scalării reactorului - dimensiunea fizică a acestuia este în funcție de cerințele impuse și de materialele disponibile pentru construcție.

e) Prezentarea pe scurt a desenelor explicative

Figura 1. Această figură prezintă o celulă elementară de descărcare cu barieră dielectrică (DBD). Notățiile din figură se referă la: 1 - electrod metalic superior, acoperit cu material dielectric; 2 - electrod metalic inferior, acoperit cu material dielectric; 3 - pelicula de amestec (ulei vegetal și alcool); 4 - descărcarea cu barieră dielectrică (plasma).

Figura 2. Această figură prezintă modul de aranjare internă a electrozilor în cazul reactorului descris de prezenta invenție, în vedere de sus. Notațiile se referă la:

1 - electrod cilindric exterior (tub de cuarț înfășurat în partea exterioară cu tablă sau sită metalică); 2 - electrod cilindric interior (tub de cuarț având în interior un tub din tablă sau sită metalică); 3 - ax vertical de rotație (metalic); 4 - piesă de suport din material dielectric; 5 - descărcarea cu barieră dielectrică (plasma rece).

Figura 3. În această figură este prezentată schema constructivă în secțiune transversală a reactorului cu plasmă rece pentru obținerea combustibilului biodiesel. Notațiile din figură se referă la: 1 - capacul superior al reactorului; 2 - inel de etanșare de tip "o-ring"; 3 - cilindru de cuarț; 4 - ax metalic rotativ; 5 - fulie de antrenare construită din material dielectric; 6a, 6b - rulment cu bile capsulat; 7 - piesă de suport al electrodului interior, construită din material dielectric; 8 - tubul de cuarț al electrodului interior; 9 - electrodul metalic interior realizat din tablă sau sită metalică; 10 - capacul inferior al reactorului; 11 - conexiunea dintre electrodul interior și axul rotativ; 12 - electrodul metalic exterior realizat din tablă sau sită metalică; 13 - orificiul de admisie al amestecului primar (ulei vegetal + metanol); 14 - orificiul de evacuare (colectare) al uleiului; 15 - punctul de contact cu sursa de înaltă tensiune.

Figura 4. Vedere în secțiune (A - A') a capacului superior al reactorului prezentat în Figura 3.

Figura 5. Vedere în secțiune (B - B') a reactorului prezentat în Figura 3.

Figura 6. Reprezentare explodată a reactorului. Notațiile din figură se referă la: 1a și 1b - capacul superior al reactorului; 2 - inel de etanșare de tip "o-ring"; 3 - cilindru de cuarț; 4 - ax metalic rotativ; 5 - fulie de antrenare construită din material dielectric; 6a și 6b - rulment cu bile capsulat; 7 - piesă de suport al electrodului interior, construită din material dielectric; 8 - tubul de cuarț al electrodului interior; 9 - electrodul metalic interior realizat din tablă sau sită metalică; 10a și 10b - capacul inferior al reactorului; 11 - conexiunea dintre electrodul interior și axul rotativ; 12 - electrodul metalic exterior realizat din tablă sau sită metalică; 13 - orificiul de admisie al amestecului primar (ulei vegetal + metanol); 14 - orificiul de evacuare (colectare) al uleiului.

f) Expunerea detaliata a inventiei pentru care se solicita protectia

Constructiv, reactorul cu plasmă rece propus de prezenta invenție conține un cilindru de cuarț (3) care are montate la ambele capete câte un capac (1, 10) realizat din material dielectric. Capacul superior (1) servește la admisia amestecului primar (ulei vegetal + metanol) și distribuirea acestuia în mod radial pe peretele interior al cilindrului de cuarț. Datorită gravitației, amestecul astfel distribuit, curge spre capacul inferior al reactorului (10), trecând prin zona marcată pe **Figura 3** cu **P - P'** (zona de reacție acoperită de plasma rece). Apoi, în partea inferioară a capacului (10) amestecul este colectat prin orificiul (14). Plasma rece se amorsează între electrodul interior (9) și electrodul exterior (12), curentul trecând prin cele două straturi de material dielectric (cuarț) (8) și (3). Electrocul exterior (12) se conectează la masa sursei de înaltă tensiune, iar electrocul interior (9) se conectează la ieșirea sursei de înaltă tensiune, în punctul marcat pe **Figura 3** cu (15).

Electrodul interior (8 - 9) al reactorului este confecționat dintr-un tub de cuarț (8) având o grosime a peretelui de 1...1.5 mm care conține în interior un cilindru de tablă sau sită metalică (9) (electrodul metalic). Tubul de cuarț (8) este montat pe axul rotativ (4) al reactorului prin intermediul unor piese de fixare (7) confecționate din material dielectric, formându-se astfel un electrod rotitor sau rotor. Axul (4) este montat la capacele inferior și superior al reactorului prin intermediul unor rulmenți cu bile (6a și 6b) capsulați. Rotorul este antrenat de un motor electric prin intermediul fuliei (5) realizată din material dielectric. Turația rotorului este de 60...90 rot/min. Distanța între peretele exterior al tubului de cuarț (8) și peretele interior al tubului de cuarț (3), notată pe **Figura 3** cu **D** este reglată constructiv la valoarea de 1.5...2 mm.

Exemplu de realizare

În **Tabelul 1** sunt prezentate dimensiunile de gabarit ale unui reactor proiectat pentru un debit al amestecului primar de 2 litri/minut. Elementele componente trecute în **Tabelul 1** se referă la **Figura 3**.

Tabelul 1

Componenta din Figura 3	Dimensiunea în [mm]
Diametrul exterior al tubului de cuarț 3	40
Grosimea peretelui tubului de cuarț 3	2
Lungimea tubului de cuarț 3	125
Diametrul exterior al tubului de cuarț 8	10
Grosimea peretelui tubului de cuarț 8	1
Lungimea tubului de cuarț 8	80
Distanța D	1...2
Diametrul orificiului de admisie 13	6

Bibliografie

1. Transesterification of Vegetable Oils with Ethanol and Characterization of the Key Fuel Properties of Ethyl Esters, George Anastopoulos, Ypatia Zannikou, Stamoulis Stournas and Stamatis Kalligeros, *Energies* 2009, 2, 362-376;

doi:10.3390/en20200362

2. U. Kogelschatz, B. Eliasson, W. Egli. Dielectric-Barrier Discharges. Principle and Applications. *Journal de Physique IV*, 1997, 07 (C4), pp.C4-47-C4-66.

10.1051/jp4:1997405jpa-00255561

3. Plasma reactor for gas to liquid fuel conversion,

US 20110190565 A1/Aug 4, 2011, Yury N. Novoselov, Alexey I. Suslov, Oleg P.

Kutenkov, <http://www.google.com/patents/US20110190565>

4. Method for processing of a mixture of waste substances containing glycerol as a prevailing component, WO 2011127869 A1/Oct 20, 2011, Alois Vasicek

<http://www.google.com/patents/WO2011127869A1?cl=en>

5. Methods and systems to produce biodiesel fuel, US 8420841 B2, Uzi Mann, Apr 16, 2013

6. Process for producing biodiesel fuel with reduced viscosity and a cloud point below thirty-two (32) degrees fahrenheit, US 6015440 A, Hossein Nouredini, 18 Jan 2000



Revendicari

- 1) Dispozitiv utilizat pentru obținerea combustibilului de tip biodiesel **caracterizat prin aceea ca** printr-o reacție asistată de plasmă rece, pornind de la un amestec dintre un ulei vegetal și un alcool (metanol, etanol) permite desfășurarea reacției de transesterificare fără nevoia de a folosi substanțe catalizatoare.
- 2) Dispozitiv utilizat pentru obținerea combustibilului de tip biodiesel conform revendicării **1)**, **caracterizat prin aceea că** electrozii metalici sunt acoperiți de material izolator, aranjați după o geometrie în care electrodul activ este rotativ iar electrodul "rece" este static.
- 3) Dispozitiv utilizat pentru obținerea combustibilului de tip biodiesel conform revendicărilor **1)** și **2)**, **caracterizat prin aceea că** electrodul activ (interior) se rotește în interiorul electrodului "rece" (exterior).
- 4) Dispozitiv utilizat pentru obținerea combustibilului de tip biodiesel conform revendicărilor **1)**, **2)** și **3)** **caracterizat prin aceea că** amestecul primar avansează prin reactor sub efectul gravitației.
- 5) Dispozitiv utilizat pentru obținerea combustibilului de tip biodiesel conform revendicărilor **1)**, **2)** și **3)**, **caracterizat prin aceea că** prezintă posibilitatea scalării - dimensiunea fizică a acestuia este în funcție de cerințele impuse și de materialele disponibile pentru construcție.

Desene explicative

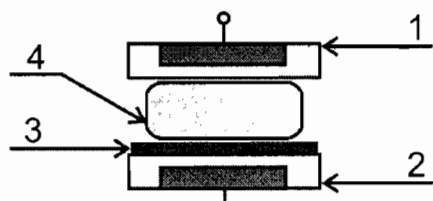


Figura 1

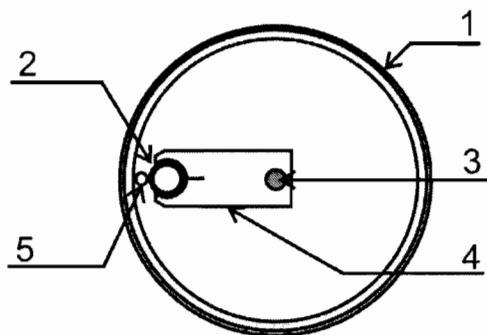


Figura 2

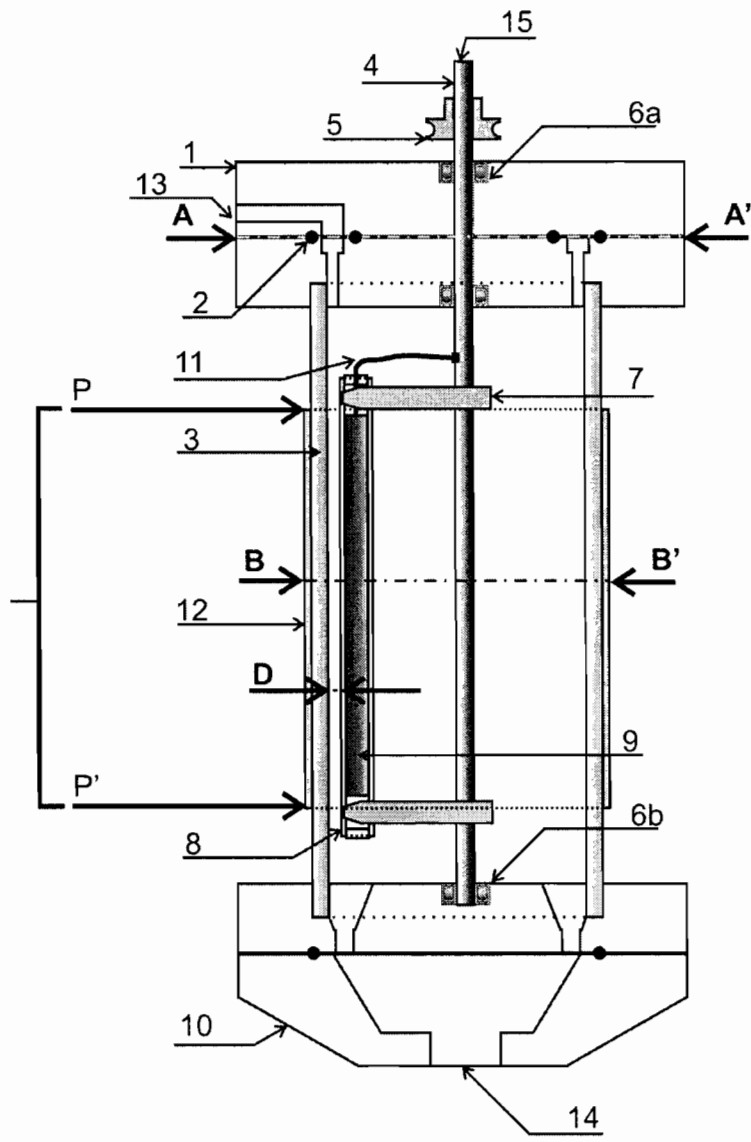


Figura 3

Sectiune A - A'

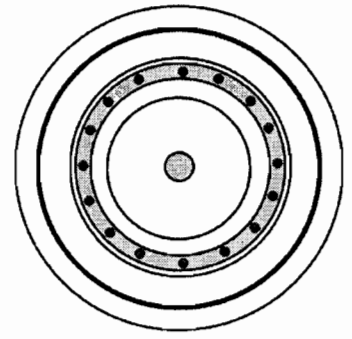


Figura 4

Sectiune B - B'

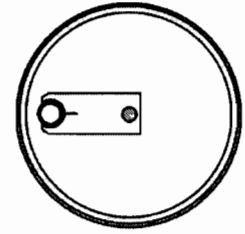


Figura 5



27-10-2014

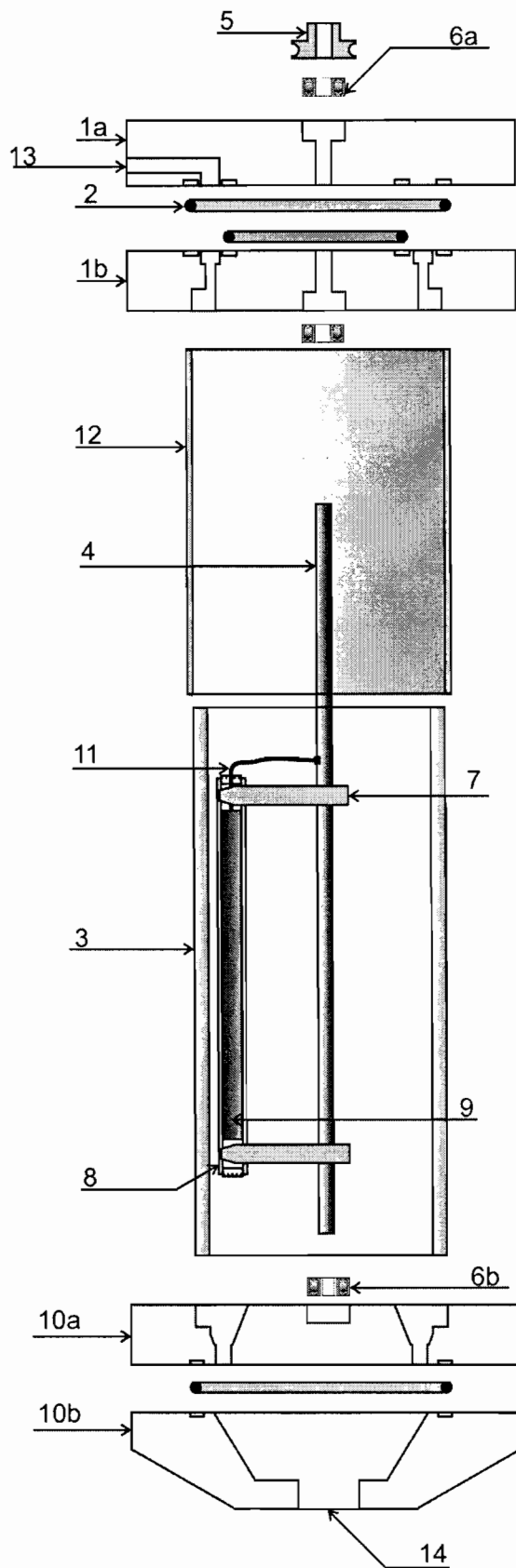


Figura 6

