



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00467**

(22) Data de depozit: **16/05/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/03/2017** BOPI nr. **3/2017**

(41) Data publicării cererii:
28/12/2012 BOPI nr. **12/ 2012**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ
"GHEORGHE ASACHI" DIN IAȘI,
BD.PROF.D. MANGERON NR.67, IAȘI, IS,
RO**

(72) Inventatori:
• **BURLICA RADU, STR. TURCU NR. 3A,
AP. 4, IAȘI, IS, RO;**

• **HNATIUC BOGDAN, ALEEA ROZELOR
NR. 28, BL. A8, SC. A, ET. 3, AP. 12, IAȘI,
IS, RO;**
• **HNATIUC EUGEN, BL. B1, SC. A, AP. 4,
IAȘI, IS, RO;**
• **URSACHE MARIUS IOAN, STR. BALADEI
NR. 5, SAT BISTRIȚA,
COMUNA ALEXANDRU CEL BUN, NT, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 8444924 B2; US 2005/0269978 A1

(54) **DISPOZITIV CU PLASMĂ RECE ȘI ELECTROZI NESIMETRICI
DESTINAT REFORMĂRII COMPUȘILOR ORGANICI ÎN
VEDEREA OBȚINERII HIDROGENULUI**



RO 128078 B1

1 Invenția se referă la o construcție specială a unui dispozitiv cu plasmă rece, destinat
2 producerii hidrogenului prin folosirea unor descărcări electrice la înaltă tensiune, pornind de la
3 reformarea compușilor organici.

4 Domeniul de aplicare a soluției tehnice propuse este inclus în aria procedeeelor
5 electrochimice de producere a hidrogenului, dintre care cel mai cunoscut este electroliza, ce are
6 un randament energetic relativ scăzut și un preț ridicat.

7 Tehnologia de producere a descărcărilor poartă numele de GlidArc și a fost deja
8 propusă pentru multiple aplicații industriale, dintre care amintim distrugerea unor compuși
9 poluanți din aer sau din apă, reformarea unui gaz ce conține hidrocarburi, tratamente de
10 decontaminare microbiologică etc. GlidArcul reprezintă o serie de descărcări electrice produse
11 la înaltă tensiune între doi sau mai mulți electrozi metalici, având, în majoritatea cazurilor, o
12 formă divergentă, care se amorsează în punctul de distanță minimă între electrozi, și sunt
13 alungite apoi pe seama suflării unui debit de gaz între aceștia, sau a deplasării (rotirii) unuia
14 dintre electrozi. Datorită acestei alungiri, plasma produsă prin descărcare are caracteristici
15 speciale, în sensul că energia furnizată de sursa de alimentare produce specii foarte active
16 chimic, fără a fi atinse condițiile obținerii unui echilibru termodinamic al plasmei, ceea ce ar
17 necesita un consum suplimentar de energie, fără a adăuga efecte utile. Aceste specii produse,
18 care se referă la electroni, ioni metalici și molecule, au o foarte bună eficiență referitor la toate
19 aplicațiile descrise mai sus. Puterea electrică obișnuită a unui reactor de tip GlidArc poate
20 ajunge până la 3 kW, în condițiile în care înalta tensiune furnizată este de minimum 2 kV, iar
21 curentul electric prin descărcare este limitat fie prin construcția transformatorului de alimentare
22 folosit, fie prin utilizarea unor elemente de circuit limitatoare.

23 Una dintre problemele acestor reactoare se referă la creșterea performanțelor ener-
24 getice ale acestora, în vederea îmbunătățirii randamentului de conversie electrochimică.

25 Diverse soluții pentru creșterea eficienței acestei tehnologii au fost deja propuse, atât
26 în direcția modificării geometriei reactoarelor utilizate, cât și în sensul perfecționării sursei de
27 alimentare folosite. Astfel, la utilizarea unei surse de tensiune alternativă s-a dorit reducerea
28 tensiunii de descărcare și, implicit, a nivelului de izolație al instalației, ceea ce a dus la o creștere
29 a randamentului instalației prin utilizarea unui electrod auxiliar sau a doi electrozi auxiliari plasați
30 pe o direcție ortogonală în raport cu cei principali, și alimentați de la o sursă de tensiune de mică
31 putere [J. E. Harry, **Cerere de brevet de invenție WO 95/06225**, E. Hnatiuc, B. Hnatiuc,
32 **RO 112225B/1995**, A. Czernichowski, B. Hnatiuc, P. Pastva, A. Ranaivosoloarimanana,
33 **US 2002093294**]. Acești electrozi auxiliari permit, pe de o parte, preionizarea gazului dintre
34 electrozii principali, și astfel amorsarea în condiții mai ușoare a succesiunii de descărcări
35 electrice, și, pe de altă parte, controlul și reglajul evoluției descărcării principale pe seama
36 modificării parametrilor impulsurilor aplicate pe electrozii auxiliari.

37 Din punct de vedere al sursei de alimentare, se pot utiliza surse de tensiune continuă,
38 de tensiune alternativă sau în impulsuri. Cel de-al doilea caz este cel mai des folosit, datorită
39 simplității constructive a reactorului utilizat și implementării sale facile în cazul aplicațiilor
40 industriale. În curent alternativ această sursă de alimentare poate consta dintr-un transformator
41 clasic, cu o caracteristică de funcționare de tip căzător, sau un transformator de construcție
42 specială, având mai multe înfășurări (principiul triplorului de frecvență, transformator cu
43 2 înfășurări primare și una secundară etc.). În cazul îmbunătățirii construcției reactorului, au fost
44 adoptate diferite soluții tehnice care permiteau, de exemplu, alimentarea cvasi-simultană a până
45 la 4 module de descărcări electrice conectate în serie, prin folosirea unui singur transformator
46 și a unor rezistențe de polarizare, utilizarea unor module suprapuse, ce folosesc gazul ionizat
47 de la modulul inferior, pentru facilitarea amorsării pe etajul superior, utilizarea unui reactor
48 trifazat, pentru amorsarea a trei module conectate în paralel, ce folosesc 9 electrozi și o
49 structură de tip fagure etc.

RO 128078 B1

În ceea ce privește utilizarea unui debit de fluid și a electrozilor, într-o primă etapă s-au utilizat electrozi ficși (2 sau mai mulți), având o formă divergentă, între care se suflă un debit de gaz (aer, argon, azot etc.) ce permite, pe de o parte, alungirea descărcărilor electrice de-a lungul electrozilor și, pe de altă parte, caracterul de plasmă rece al acestora, foarte căutat pentru aplicațiile electrochimice. Cum unele aplicații ale tehnologiei GlidArc presupuneau utilizarea unei presiuni foarte joase, s-a propus soluția rotirii electrozilor, în vederea alungirii seriei de descărcări electrice fără utilizarea unui debit de gaz, sau a injecției tangențiale a gazului care, împreună cu rotirea electrozilor, asigură o interfață îmbunătățită între plasma produsă și gazul de tratat.

Studii recente [R. Burlica, B. R. Locke, "Pulsed Gliding Arc Electrical Discharge Reactors", US 20090236215] au demonstrat că o alimentare în impulsuri a unui dispozitiv de tip GlidArc miniaturizat, asociată cu o injecție sub formă de spray a amestecului gaz/lichid de tratat, asigură o energie specifică mult mai mare decât în cazul unui dispozitiv de tip GlidArc alimentat în curent alternativ și, prin urmare, o eficiență mult mai ridicată, în vederea diverselor aplicații electrochimice.

Dispozitivul conform invenției asigură o eficiență îmbunătățită procesului de producerea a hidrogenului prin reformarea compușilor organici, prin aceea că minireactorul este sub forma unui tub de sticlă cu trei porțiuni distincte, cu diametre și lungimi diferite, doi electrozi **1** și **3** cu poziție și formă nesimetrică, o cameră de amestec gaz-lichid **7**, un sistem de injecție **6**, o sursă de alimentare **12** și doi magneți permanenți **16**, la nivelul camerei de reacție **2**, pe direcție ortogonală.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a dispozitivului propus spre brevetare, conform fig. 1...4:

- fig. 1, schița minireactorului;
- fig. 2, forme de undă ale semnalelor electrice în primarul bobinei, la joasă tensiune, și pe descărcări, la înaltă tensiune;

- fig. 3, minireactor destinat reformării produșilor organici, cu evidențierea stabilizării descărcării în zona de diametru mai mare a tubului de sticlă;

- fig. 4, amplasarea magneților permanenți pe minireactor.

Sursa de înaltă tensiune utilizată produce o descărcare electrică între electrozii nesimetrici **1**, **3**, care pornește din zona unde distanța dintre electrozi este minimă, și care generează specii active ce pot întreține reacții electrochimice. Electrozii nesimetrici sunt fabricați din inox cu un diametru $\varphi = 0,7$ mm. Caracterul de plasmă rece al descărcării electrice este asigurat de suflajul longitudinal cu un gaz de lucru care poate fi: aer, argon etc.

Descărcarea electrică se amorsează în dreptul porțiunii inițiale din zona **2** - camera de reacție, care alunecă de-a lungul electrodului mai lung, în dreptul ieșirii din duza de injecție **4**, care este poziționată foarte aproape de distanța minimă dintre electrozi, aceștia având formă divergentă.

Camera de reacție este o componentă a tubului de sticlă cilindric **5**, alcătuit din trei porțiuni: prima de diametru $\varphi = 5$ mm și $l = 35$ mm, a doua porțiune de diametru $\varphi = 8$ mm și $l = 50$ mm, numită și camera de reacție, iar cea de-a treia de diametru $\varphi = 5$ mm și $l = 90$ mm (vezi fig. 1).

Primul electrod **1** este introdus prin partea inferioară a minireactorului, și are poziția apropiată de marginea tubului de sticlă, iar cei de-al doilea **3** este realizat ca o prelungire a tubului metalic **6** ce reprezintă sistemul de injecție.

RO 128078 B1

1 Minireactorul mai conține o cameră de amestec gaz-lichid **7**, realizată cu ajutorul unui
conector de tip Swagelok, un sistem de fixare cu conector Swagelok **8**, un sistem de intrare
3 gaz/lichid **9** o injecție de gaz **10**, și un recipient/vas de colectare a lichidului/gazului tratat **11**.

5 Sursa de alimentare utilizată **12** este bazată pe un transformator de înaltă tensiune, ce
poate lucra cu semnal sinusoidal sau în impulsuri. Soluția adoptată în cadrul prezentei cereri
de brevet de invenție a fost utilizarea unei bobine de inducție auto, alimentată în primar cu
7 impulsuri dreptunghiulare **13**, asigurând în secundar forme de undă ale tensiunii **14** și curentului
prin descărcare **15**, de forma celor din fig. 2. Descărcarea umple volumul corespunzător zonei
9 **2** de diametru mai mare față de zonele alăturate. Acest lucru asigură diminuarea vitezei gazului
de suflaj și, în consecință, o "stabilizare" a descărcărilor în acea zonă (vezi fig. 3).

11 Cum amestecul tratat este injectat prin duza **4** direct în zona descărcării, efectul
tratamentului este superior în raport cu alte soluții de reformare, datorită expunerii în totalitate
13 a compușilor organici la descărcările alunecătoare produse. În plus, duza de injecție **4** poate
fi folosită și pentru introducerea amestecului gaz - lichid sub formă de spray, ceea ce
15 îmbunătățește interfața dintre plasmă și amestecul de tratat și, în consecință, crește eficiența
procedului.

17 Eficacitatea funcționării minireactorului electrochimic poate fi încă îmbunătățită dacă se
asigură intervenția unui câmp magnetic convenabil, orientat în zona de descărcare, prin
19 amplasarea a doi magneți permanenți **16** la nivelul camerei de reacție (fig. 4).

21 Câmpul magnetic aplicat cu ajutorul magneților este ortogonal pe planul descărcărilor
electrice, având ca efect creșterea timpului de expunere a soluției de tratat la acțiunea plasmei.

RO 128078 B1

Revendicări

1. Dispozitiv pentru reformarea compușilor organici, pentru a se obține hidrogen, prin descărcare electrică la tensiune înaltă, constituit dintr-un minireactor prevăzut cu electrozi, cameră de amestec gaz-lichid și o sursă de alimentare cu înaltă tensiune, **caracterizat prin aceea că** minireactorul este sub forma unui tub de sticlă cu trei porțiuni distincte, cu diametre și lungimi diferite, doi electrozi (**1** și **3**) cu poziție și formă nesimetrică, o cameră de amestec gaz-lichid (**7**), un sistem de injecție (**6**), o sursă de alimentare (**12**) și doi magneți permanenți (**16**), la nivelul camerei de reacție (**2**), pe direcție ortogonală. 1
2. Dispozitiv conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** minireactorul sub forma unui tub de sticlă este format din trei porțiuni: prima porțiune cu un diametru $\phi = 5$ mm și lungimea $l = 35$ mm, a doua porțiune, respectiv, camera de reacție (**2**), cu un diametru $\phi = 8$ mm și lungimea $l = 50$ mm, și a treia porțiune cu un diametru $\phi = 5$ mm și lungimea $l = 90$ mm. 3
3. Dispozitiv conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** electrozii sunt confecționați din oțel inox și au un diametru $\phi = 0,7$ mm, primul electrod (**1**) fiind introdus pe la partea inferioară a minireactorului, și având o poziție apropiată de marginea tubului de sticlă, iar cel de al doilea electrod (**3**) fiind realizat ca o prelungire a tubului metalic (**6**). 5

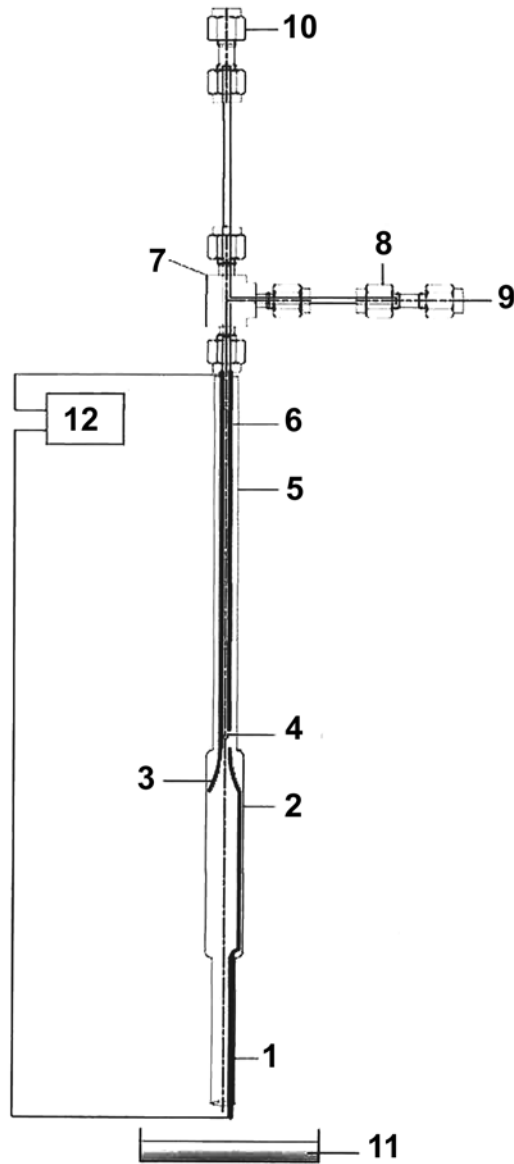


Fig. 1

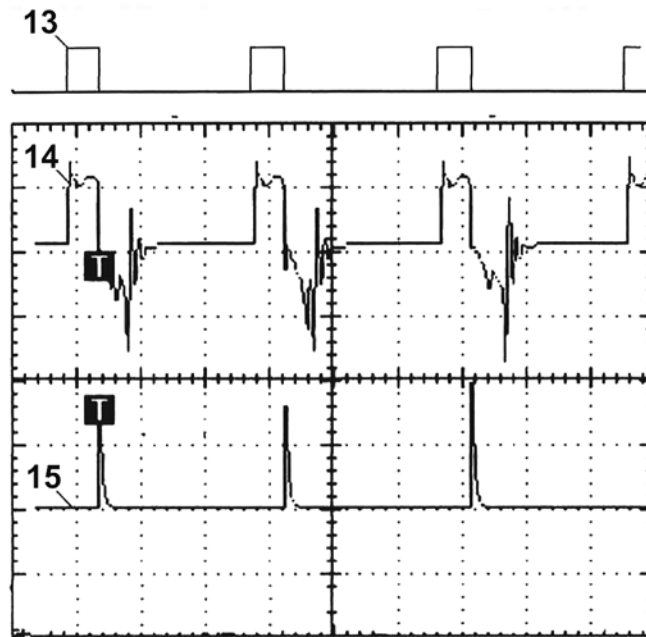


Fig. 2

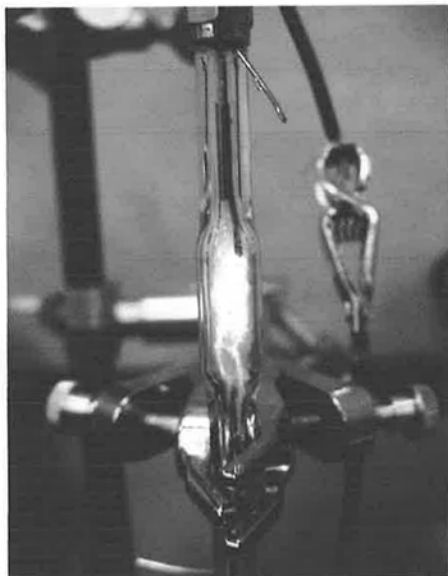


Fig. 3

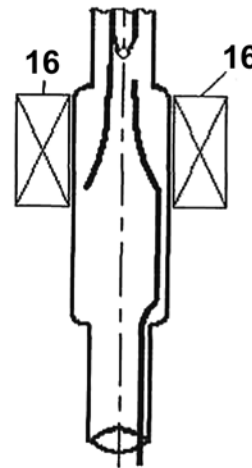


Fig. 4