



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 00610**

(22) Data de depozit: **13/07/2010**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/03/2016** BOPI nr. **3/2016**

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

(73) Titular:

- **UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA**,
STR. CONSTANTIN DAICOVICIU NR.15,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- **INCDO-INOE 2000 - FILIALA INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU INSTRUMENTAȚIE ANALITICĂ**,
STR.DONATH NR.67, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:

- **PETREUȘ DORIN-MARIUS**,
STR.PLOIEȘTI NR.27, AP.5,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
- **PLAIAN EMIL**, STR. MUNCITORILOR
NR.18, AP.8, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;

- **GRAMA ALIN MARIUS**, PIATA ȘTEFAN
CEL MARE NR.5, AP.19, CLUJ-NAPOCA,
CJ, RO;

- **CORDOS EMIL**,
STR. CARDINAL IULIU HOSSU NR.19,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;

- **CADAR SERGIU IULIAN**,
STR.MIGDALULUI NR.14, AP.20,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(74) Mandatar:

**CABINET DE PROPRIETATE
INDUSTRIALĂ CIUPAN CORNEL**,
STR. MESTECENILOR NR. 6, BL. 9E, SC.1,
AP. 2, CLUJ NAPOCA, JUDEȚUL CLUJ

(56) Documente din stadiul tehnicii:

**US 20090295296 A1; RO 111145 B;
CN 101662880 A; KR 20080024454 A;
CN 1812687 A**

(54)

GENERATOR DE PLASMĂ DE PUTERE MICĂ LA PRESIUNE ATMOSFERICĂ

Examinator: **ing. ENDES ANA MARIA**



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de acordare a acesteia

RO 128077 B1

1 Invenția se referă la un generator de plasmă de putere mică la presiune atmosferică,
folosit la generarea în radiofrecvență și la întreținerea plasmelor de putere mică, dezvoltată la
3 presiune atmosferică.

În câmp de radiofrecvență, plasma a fost observată pentru prima dată în urmă cu mai
5 bine de 70 de ani, în descărcări electrice în gaze. Această descărcare a fost denumită torță
de radiofrecvență. Cu timpul s-a observat că acest tip de descărcare apare în circuitele de
7 radiofrecvență care au contacte electrice ascuțite. În cele din urmă, s-a mai constatat că
aceste două condiții (prezența curenților de radiofrecvență și a contactelor ascuțite) nu sunt
9 suficiente pentru a genera plasma; s-a determinat că mai trebuie să existe și câmp electric
de peste 1000 V/m.

11 În general, generatoarele de radiofrecvență folosite pentru generarea plasmelor
funcționează într-un domeniu de putere de la 20 W până la câteva sute de kW, un domeniu
13 de frecvențe de la 10 kHz până la 100 MHz și un randament al transferului de putere către
plasmă între 20 și 40%.

15 De asemenea, este cunoscut un dispozitiv de introducere a probelor lichide în plasmă
de radiofrecvență cuplată capacitiv (**RO 111145**), având un electrod și o piesă de teflon con-
17 centrică cu electrodul ce formează o cameră de detentă în care proba lichidă este introdusă
prin niște orificii amplasate circular în jurul electrodului.

19 Dezavantajele soluțiilor cunoscute constau în dimensiunile relativ mari și în randa-
mentul scăzut al transferului de putere.

21 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția de față este obținerea unui randament
ridicat de cuplare a puterii.

23 Generatorul de plasmă, conform invenției, este alcătuit dintr-un amplificator de putere
în clasă E, acordat pe frecvența 13,56 MHz, compus dintr-un comutator electronic ce conține
25 un tranzistor de tipul MOS, comandat cu un semnal dreptunghiular cu factor de umplere
reglabil; semnalul astfel obținut este preluat de blocul de comandă a grilei, prin care se
27 asigură o amplificare în curent a semnalului până la valori de 20°, cu timpi de comutație de
Îns, la ieșirea amplificatorului de putere fiind amplasat un amplificator magnetic ridicător de
29 tensiune până la valoarea de 2 kV, ce are și rolul de a menține o impedanță constantă la
ieșirea amplificatorului printr-o buclă de reglaj, apoi tensiunea de 2 kV este aplicată unui
31 electrod activ, iar prin închiderea liniilor de câmp către un electrodul de referință, are loc
producerea plasmelor la presiune joasă.

33 Prin aplicarea invenției, rezultă următoarele avantaje:

- dezvoltarea unor instrumente analitice portabile de plasmă cuplată capacitiv
35 (microplasma), de putere mică, pentru analize elementare ale probelor de mediu;

- costuri de implementare reduse;

37 - oferă aplicabilitate didactică pentru experimentări de laborator;

- aplicabilitate pentru determinări atât în emisie, cât și în fluorescență.

39 Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...4, ce
reprezintă:

41 - fig. 1, schema electronică;

- fig. 2, schema bloc a amplificatorului de putere;

43 - fig. 3, interfața generatorului de plasmă;

- fig. 4, schema amplificatorului magnetic ridicător de tensiune.

45 Soluția aleasă în această invenție, pentru obținerea și întreținerea plasmelor la presiune
atmosferică, are la bază un amplificator de putere în clasă E. Conceptul de clasă E a fost
47 introdus de N. O. Sokal și A. D. Sokal, oferind o nouă viziune asupra eficienței ridicate în
amplificatoarele de putere. Circuitul abordat, conform invenției, este un amplificator în clasă
49 E acordat pe frecvența 13,56 MHz, stabilită prin Standardul ISO/IEC 14443-2 - Radio
Frequency & Power at 13,56 MHz.

RO 128077 B1

Circuitul este compus dintr-un comutator 1 electronic, realizat dintr-un tranzistor de tip MOS, dedicat pentru comutații la frecvențe ridicate. Tranzistorul este comandat printr-o grilă 2, cu un semnal dreptunghiular, cu factor de umplere variabil în jurul valorii de 50%. Între borna de alimentare și borna de drenare a comutatorului 1 s-a intercalat o bobină 3 de șoc, cu rolul de a evita scurgerea componentelor de înaltă frecvență către sursa de alimentare, lăsând doar componenta continuă necesară alimentării montajului. În paralel cu comutatorul 1 este montat un condensator 4 de șunt ($C_{\text{șunt}}$), care asigură transferul de sarcină la comutații. Capacitatea de șuntare a tranzistorului rezultă prin însumarea capacității condensatorului de șunt 4 cu capacitatea parazită drenă-sursă a tranzistorului MOS. O rețea 5 de sarcină, de tip RLC, este compusă dintr-un circuit rezonant $L_{\text{rez}}C_{\text{net}}$, conectat în serie cu rezistența R_o de sarcină.

Rețeaua de sarcină 5 are rolul de a asigura condițiile de comutare pentru tranzistorul MOS, condiții absolut necesare funcționării circuitului în clasă E, și anume:

- tensiunea drenă-sursă este crescută abia după ce curentul de drenă a devenit zero;
- tensiunea drenă-sursă începe să scadă numai după ce curentul de drenă a început să crească.

Amplificatorul de putere (fig. 2) este alcătuit dintr-un generator 6 de semnal dreptunghiular, cu rol de generare a semnalului de comandă care se transmite la un bloc 7 de comandă a grilei 2 a unui amplificator 8 de putere în clasă E, dintr-un amplificator 9 de tip magnetic ridicător de tensiune, având o buclă de reglaj 10, tensiunea ridicată la valoarea de 2 kV fiind transmisă unui bloc electrod-plasmă, 11. O sursă de alimentare 12 asigură puterea necesară funcționării sistemului, iar un panou 13, cu un afișaj LCD 14, asigură interfața cu utilizatorul.

Generatorul 6 de semnal dreptunghiular asigură generarea semnalului dreptunghiular cu factor de umplere reglabil, având ca element central oscilatorul cu cristal de cuarț pe frecvența 13,56 MHz. Semnalul astfel obținut este preluat de blocul 7 de comandă a grilei, prin care se asigură o amplificare în curent a semnalului de până la valori de 20 A, cu timpi de comutație de μs , semnal necesar pentru comanda amplificatorului 8 de putere în clasă E la parametri optimi. La ieșirea amplificatorului de putere 8 este amplasat amplificatorul 9 de tip magnetic, ridicător de tensiune de la valoarea de 2 kV. Amplificatorul 9 are și rolul de a menține o impedanță constantă la ieșire, printr-o buclă de reglaj 10. Tensiunea de ieșire de 2 kV se aplică blocului electrod 11 pe un electrod activ 20, iar prin închiderea linilor de câmp către un electrod de referință, are loc producerea plamei la presiune joasă. Plasma obținută reprezintă sarcina circuitului. Generatorul de plasmă include un panou 13 de interfață cu utilizatorul, pe al cărui afișaj LCD 14 se pot vizualiza următoarele:

- valori instantanee ale tensiunii de la intrarea în generator;
- valori instantanee ale tensiunii de la intrarea în transformator;
- valori instantanee ale curentului de intrare în generator;
- valori instantanee ale curentului de intrare în transformator;
- valori instantanee ale puterii la intrarea în generator;
- valori instantanee ale puterii la intrarea în transformator;
- mărimea auxiliară sincron U_o/I_o ce semnifică o condiție de producere a torței de plasmă.

Panoul de interfață prezentat în fig. 3 include indicatoare optice, astfel: un indicator 15 pentru semnalizarea prezenței plamei, un indicator 16 semnalizează prezența gazului de susținere a plamei, un indicator 17 oferă informații privind alimentarea cu tensiune a întregului montaj. Semnalizările oferite de indicatoare sunt corelate cu semnalări acustice. O conexiune 18, de tip serială pe portul RS232, permite conectarea cu o unitate de calcul. Potențiometru 19 permite reglarea tensiunii de intrare și, implicit, a puterii.

RO 128077 B1

Electrodul activ **20** este realizat din molibden cu diametrul de 0,5 mm și cu o lungime de 70 mm. S-a ales acest material deoarece el are proprietatea de autoascuțire, fapt ce asigură o valoare ridicată a câmpului electric la vârf.

Pentru îndeplinirea condițiilor de rezonanță pentru transformator și sarcină, generatorul de plasmă este prevăzut cu posibilitatea de acord fin realizat cu o armătură mobilă **21**, în formă de semicerc, acționată de o pârghie **22**.

Pe panoul de interfață există patru butoane **23** de navigare în meniul afișajului LCD. Prin butonul Meniu se pot accesa următoarele funcții: reglarea digitală a tensiunii de intrare, activarea avertizării acustice la lipsa torței de plasmă și comunicația RS232 cu unitatea de calcul. Butoanele Up și Down asigură navigarea în meniu, iar butonul SET validează setările dorite.

Adaptarea de impedanță dintre impedanța de ieșire a generatorului în clasă E și impedanța electrică echivalentă a plasmei este realizată cu ajutorul amplificatorului **9**.

Amplificatorul **9** este realizat cu un transformator bobinat pe un tub **24**, de teflon, având diametrul de 32 mm, lungimea de 50 mm și grosimea peretelui de 3 mm. Primarul transformatorului are o spirală din cupru emailat CuEm cu diametrul de 1,2 mm, iar secundarul are 44 spire din cupru emailat CuEm cu diametrul de 0,65 mm (fig. 4).

Caracteristicile tehnice ale generatorului de plasmă de putere mică, dezvoltată la presiune atmosferică, sunt prezentate în tabelul următor.

Denumire parametru	Valori
Tensiunea de alimentare a montajului	220 Vac 50 Hz
Tensiunea de alimentare a generatorului	25...42 Vcc
Tensiunea de intrare în transformatorul ridicător	14...26,9 V
Intensitatea curentului de intrare în generator	0,67...0,78 A
Intensitatea curentului de intrare în transformatorul ridicător	1,55...2,78 A
Puterea de intrare în generator	15,5...33,6 W
Puterea de intrare în transformatorul ridicător	11,5...38,1 VA
Mărima auxiliară sincron U_o/I_o (condiția de generare plasmă <2)	1,33...1,39
Frecvența semnalului de ieșire	13,56 MHz
Material electrod	molibden, Φ 0,5 mm

- | | |
|--|----|
| | 1 |
| 1. Generator de plasmă de putere mică la presiune atmosferică, alcătuit dintr-un generator (6) de semnal dreptunghiular, un bloc (7) de comandă a grilei (2), un amplificator (8) de putere, comandat în clasă E, și o sursă (12) de alimentare, caracterizat prin aceea | 3 |
| că mai conține un amplificator (9) cu rol de ridicare a tensiunii la valoarea de 2 kV și, în același timp, cu rol de adaptor de impedanță printr-o buclă de reglaj (10), tensiune de ieșire de 2 kV care se aplică unui bloc (11) electrod pe un electrod (20) activ, prin închiderea linilor de câmp către electrodul de referință având loc producerea plasmei la presiune joasă. | 5 |
| | 7 |
| | 9 |
| 2. Generator de plasmă, conform revendicării 1, la care amplificatorul (9) este alcătuit dintr-un transformator (24) bobinat pe un tub din teflon, cu diametrul de 32 mm, lungimea de 50 mm și grosimea peretelui de 3 mm, primarul transformatorului (24) având o spiră din cupru emailat, cu diametrul de 1,2 mm, iar secundarul având 44 de spire din cupru emailat, cu diametrul de 0,65 mm. | 11 |
| | 13 |
| 3. Generator de plasmă, conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că electrodul (20) activ este realizat din molibden și prezintă o formă cilindrică, având diametrul de 0,5 mm și lungimea de 70 mm. | 15 |
| | 17 |
| 4. Generator de plasmă de putere mică la presiune atmosferică, conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că include un panou (13) de interfață cu utilizatorul, pe al cărui afișaj LCD (14) se pot vizualiza următoarele: | 19 |
| - valori instantanee ale tensiunii de la intrarea în generator; | 21 |
| - valori instantanee ale tensiunii de la intrarea în transformator; | |
| - valori instantanee ale curentului de intrare în generator; | 23 |
| - valori instantanee ale curentului de intrare în transformator; | |
| - valori instantanee ale puterii la intrarea în generator; | 25 |
| - valori instantanee ale puterii la intrarea în transformator; | |
| - mărimea auxiliară sincron U_o/I_o ce reprezintă condiția de producere a torței de plasmă. | 27 |
| 5. Generator de plasmă, conform revendicării 3, caracterizat prin aceea că panoul (13) de interfață include niște indicatoare optice, astfel: un indicator (15) pentru semnalizarea prezenței plasmei, un indicator (16) pentru semnalizarea prezenței gazului de susținere a plasmei, un indicator (17) pentru informații privind alimentarea cu tensiune a întregului montaj, semnalizările oferite de indicatoare (15, 16, 17) fiind corelate cu semnalări acustice. | 29 |
| | 31 |
| | 33 |

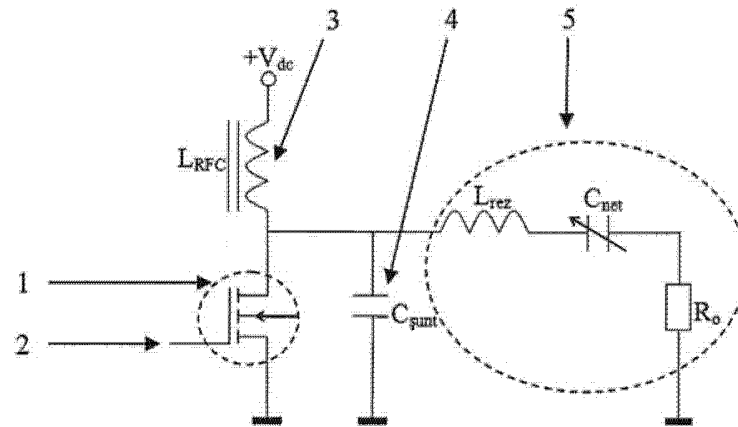


Fig. 1

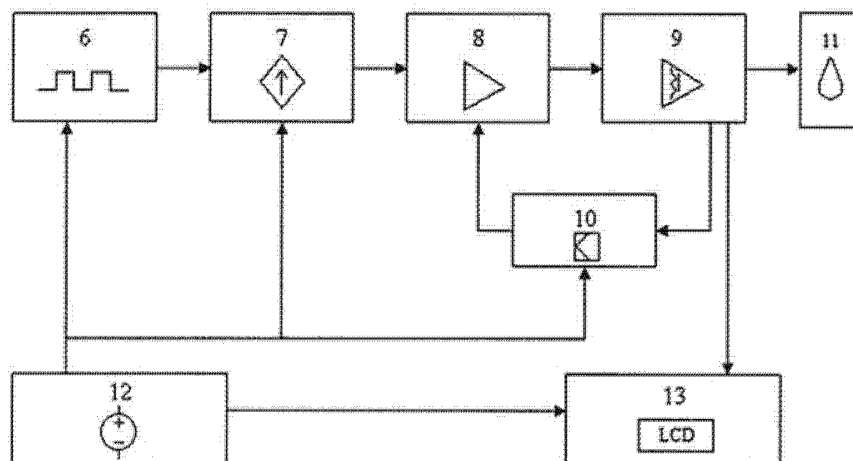


Fig. 2

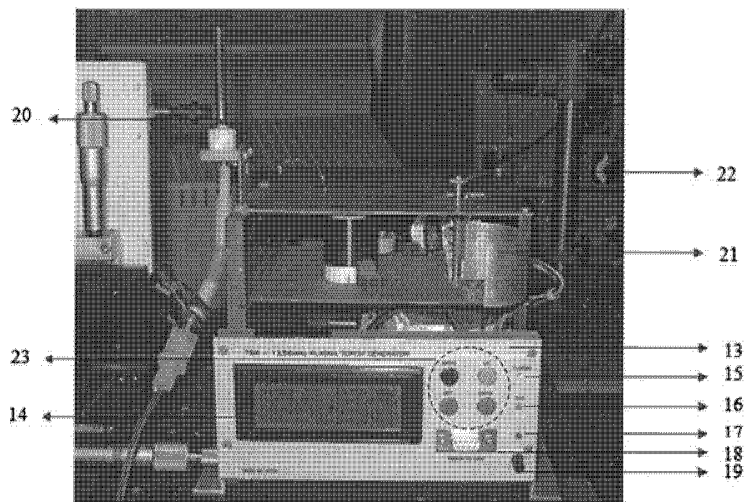


Fig. 3

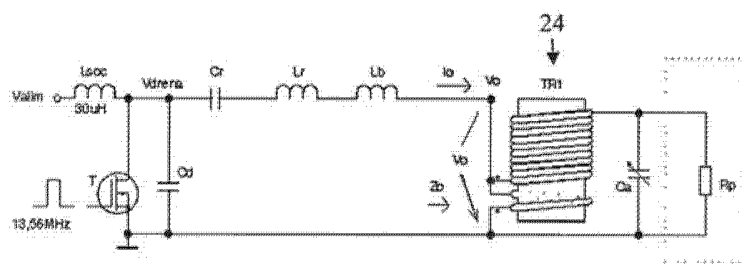


Fig. 4

