



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 01044**

(22) Data de depozit: **07/12/2017**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/06/2020** BOPI nr. **6/2020**

(41) Data publicării cererii:
30/01/2019 BOPI nr. **1/2019**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
FIZICA LASERILOR, PLASMEI ȘI
RADIĂȚIEI, STR.ATOMIȘTILOR NR.409,
MĂGURELE, IF, RO**

(72) Inventatori:
• **STOICAN OVIDIU SORIN,
STR. FIZICIENILOR, NR. 6, BL.4, SC.2,
ET.2, AP.26, MĂGURELE, IF, RO;**
• **VIȘAN GHERGHINIȚA GINA,
STR.PĂUNULUI, NR.5, MĂGURELE, IF, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 111401 B1; US 2010/0308218 A1

(54) **SISTEM DE MENȚINERE ÎN STARE DE SUSPENSIE
A PARTICULELOR SOLIDE**



RO 133067 B1

1 Invenția se referă la un sistem de menținere în stare de suspensie a particulelor solide
2 cu dimensiuni de ordinul micrometrilor, denumite microparticule, pentru un interval de timp
3 nedefinit, într-o regiune limitată din spațiu, fără contact mecanic cu electrozii, în aer, la presiune
4 atmosferică normală.

5 Sistemul ce face obiectul invenției constituie o capcană electrodinamică elicoidală, și
6 poate fi folosit, fără a se limita la aceasta, în aplicații practice, ca parte componentă a unor echi-
7 pamente destinate identificării și caracterizării agenților poluanți existenți în atmosferă, în apli-
8 cații de laborator, având scopul studiului și examinării diverselor materiale anorganice sau
9 organice, inclusiv de origine biologică, aflate în stare de pulbere, precum și în scopuri didactice,
10 pentru demonstrarea legilor de mișcare a particulelor încărcate în câmpuri electrice prezentând
11 diverse configurații.

12 În literatura tehnică efectul de menținere în stare de suspensie a microparticulelor poartă
13 numele de stocare de microparticule, iar microparticulele aflate într-o astfel de stare se numesc
14 particule stocate. Capcanele electrodinamice destinate stocării de microparticule realizate până
15 în prezent constau în sisteme cu electrozi având diverse configurații geometrice care necesită
16 existența unei surse de tensiune înaltă, alternativă, precum și una sau două surse de tensiune
17 continuă. Sursele de tensiune continuă sunt folosite pentru compensarea forței gravitaționale
18 și, respectiv, acolo unde este cazul, pentru asigurarea stabilității longitudinale a microparti-
19 culelor stocate. Astfel, în brevetul **RO 109684 C1/1995**, "*Instalație miniaturizată pentru stocare
20 de microparticule ionizate*", este descrisă o capcană electrodinamică formată din trei electrozi
21 inelari, alimentată de la o sursă de tensiune alternativă de 2...3 kV, frecvența 50 Hz și o
22 tensiune continuă de 500 V. În brevetul **RO 111401 B1/1996**, "*Capcană liniară în aer pentru
23 microplasmă ordonată*", este descrisă o capcană electrodinamică formată din patru electrozi în
24 formă de bară cilindrică și doi electrozi în formă de disc, alimentată de la o sursă de tensiune
25 alternativă de 2...3 kV, frecvența de 50 Hz, și două surse de tensiune continuă care pot fi variate
26 în intervalul 0...500 V. Modelul de utilitate **RO 2011 00039 U1**, "*Capcană electromagnetice
27 hexapolară pentru stocarea de microparticule încărcate electric în condiții STP*", descrie o
28 capcană electrodinamică formată din șase electrozi în formă de bară cilindrică și doi electrozi
29 în formă de disc, alimentată de la o sursă de tensiune alternativă de 2...3 kV, frecvența cuprinsă
30 în intervalul 40...800 Hz, și două surse de tensiune continuă care pot fi variate în intervalul
31 0...700 V și, respectiv, intervalul -700...700 V. Modelul de utilitate **RO 2011 00045 U1**, "*Capcană
32 Paul liniară dodecapolară*", descrie o capcană electrodinamică formată din 12 electrozi în formă
33 de bară cilindrică și doi electrozi în formă de disc, alimentată de la o sursă de tensiune
34 alternativă de 0...3.5 kV, și două surse de tensiune continuă care pot fi variate în intervalul
35 0...700 V și, respectiv, intervalul 0...700 V, cu polaritate inversabilă. Existența surselor de ten-
36 siune continuă, pe lângă faptul că va complica realizarea practică a capcanelor electrodinamice
37 existente în prezent, limitează volumul ocupat de microparticule stocate și, în consecință,
38 numărul acestora. Câmpul electric generat de sursele de tensiune continuă depinde de distanța
39 dintre electrozi, scăzând odată cu mărirea acesteia, conform relației aproximative $E \sim U/d$, unde
40 E este câmpul electric, U - tensiunea continuă aplicată, iar d - distanța dintre electrozi. Pentru
41 a compensa forța gravitațională și/sau asigura stabilitatea longitudinală a microparticulelor sto-
42 cate, este necesară existența unei valori minime a câmpului electric E. Prin urmare, extinderea
43 volumului ocupat de particule, în cazul capcanelor electrodinamice realizate până în prezent,
44 necesită mărirea volumului capcanei, implicit a distanței dintre electrozi, precum și a tensiunilor
45 continue sau alternative aplicate. Aplicarea unor tensiuni electrice de valori ridicate, continue
46 sau alternative, conduce la apariția unor descărcări electrice între electrozi, ceea ce face ca
47 dimensiunile capcanei și, implicit, numărul de microparticule stocate să fie din punct de vedere
practic limitate.

RO 133067 B1

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în aceea că, pentru realizarea unei capcane electrodinamice cu dimensiuni extinse, se folosește o singură sursă de înaltă tensiune, alternativă, constantă, de joasă frecvență. 1
3

Sistemul de menținere în stare de suspensie a particulelor cu dimensiuni de ordinul micrometrilor, care constituie o capcană electrodinamică elicoidală, înlătură dezavantajele soluțiilor menționate mai sus, fiind alcătuit, conform invenției, din două conductoare filiforme, paralele, conectate la o sursă de înaltă tensiune și joasă frecvență, dispuse în spațiu sub forma unei înfășurări de-a lungul unei suprafețe cilindrice, sub forma unei înfășurări elicoidale în una dintre variante, iar în altă variantă fiind alcătuit din două benzi paralele și echidistante paralele, conectate la o sursă de înaltă tensiune și joasă frecvență, benzi dispuse în plan pe o suprafață izolatoare astfel încât să formeze o spirală dreptunghiulară dublă. 5
7
9
11

Microparticulele stocate se află în spațiul interior suprafeței cilindrice determinate de electrozii înfășurați, în cazul capcanei elicoidale realizate în geometrie cilindrică, și deasupra suprafeței pe care sunt dispuși electrozii, în cazul capcanei elicoidale realizate în geometrie planară. 13
15

Față de soluțiile anterioare, sistemul la care face referire invenția prezintă următoarele avantaje: 17

- utilizează o singură sursă de alimentare electrică, și anume, sursa de înaltă tensiune, alternativă, de joasă frecvență; 19
- se poate extinde volumul ocupat de microparticulele stocate;
- construcție mecanică simplă. 21

În cazul sistemului realizat în geometrie cilindrică, volumul ocupat de microparticulele stocate poate fi extins mărirând numărul de spire ale înfășurării și, implicit, volumul cilindrului delimitat de acestea. În cazul sistemului realizat în geometrie planară, volumul ocupat de microparticulele stocate poate fi extins mărirând numărul de spire ale spiralei dreptunghiulare și, implicit, suprafața ocupată de aceasta. În ambele cazuri, nu este necesară mărirea tensiunii alternative aplicate, deoarece distanța dintre electrozi poate rămâne aceeași. 23
25
27

Se dau în continuare două exemple de realizare a invenției, în legătură și cu fig. 1...3, ce reprezintă: 29

- fig. 1, exemplu de sistem realizat în geometrie cilindrică (vedere laterală);
- fig. 2, exemplu de sistem realizat în geometrie planară (vedere de sus); 31
- fig. 3, exemplu de sistem realizat în geometrie planară (vedere laterală).

Sunt descrise în continuare două exemple de realizare a capcanei elicoidale. 33

În fig. 1 este reprezentat sistemul de menținere în stare de suspensie a particulelor solide, realizat în geometrie cilindrică (vedere laterală). Acesta constă, conform invenției, din două conductoare filiforme, **1** și **2**, cu diametru D egal, care constituie electrozii capcanei, formând o spirală dublă a cărei înfășurătoare formează, din punct de vedere geometric, suprafața cilindrică **3** de rază R . În exemplul din fig. 1, capcana elicoidală este formată din trei spire duble. Parametrii d_1 și d_2 reprezintă distanța dintre conductoarele filiforme, care formează o spirală dublă, și, respectiv, distanța dintre două spire duble consecutive. Cei doi electrozi, **1** și **2**, sunt conectați, conform invenției, la sursa de înaltă tensiune **4** care furnizează tensiunea U , alternativă, de frecvență f . Câmpul electric în interiorul volumului delimitat de suprafața cilindrică **3** depinde de tensiunea U , de distanțele d_1 , d_2 și de raza cilindrului R . Microparticulele încărcate **5** sunt menținute în stare de suspensie (stocate) în interiorul volumului delimitat de suprafața cilindrică **6** de lungime L , în vecinătatea axei longitudinale a acestuia **7**. Pentru creșterea numărului de microparticule stocate este necesară mărirea numărului de spire duble ale capcanei, ceea ce are ca efect mărirea lungimii L . În acest caz câmpul electric rămâne practic neschimbat 35
37
39
41
43
45
47

RO 133067 B1

1 în interiorul capcanei electrodinamice, delimitat de suprafața cilindrică **3**, deoarece acesta
2 depinde numai de parametrii U , d_1 , d_2 și R , care rămân aceiași. Prin urmare, capacitatea de
3 stocare a capcanei electrodinamice elicoidală, realizată în geometrie cilindrică, poate fi crescută
4 prin mărirea numărului de spire duble, fără a fi nevoie de ridicarea tensiunii de alimentare U .
5 Pentru vizualizarea microparticulelor stocate **5**, de-a lungul axei longitudinale **7** este direcționat
6 un fascicul laser **8** generat de dioda laser **9**.

7 În fig. 2 este reprezentat sistemul de menținere în stare de suspensie a particulelor
8 solide, realizat în geometrie planară (vedere de sus). Acesta constă, conform invenției, din
9 suprafața **12** confecționată dintr-un material izolator pe care sunt dispuși doi electrozi metalici,
10 **10** și **11**, fiecare dintre aceștia fiind realizat sub forma unei benzi cu lățimea e_1 . Cei doi electrozi
11 **10** și **11** sunt așezați paralel și echidistant, la distanța e_2 unul față de altul, pe suprafața izola-
12 toare **12**, formând cadre dreptunghiulare a căror latură crește progresiv, asemănător unei
13 spirale dreptunghiulare duble. Cei doi electrozi, **10** și **11**, sunt conectați, conform invenției, la
14 sursa de înaltă tensiune **13**, care furnizează tensiunea U , alternativă, de frecvență f . Microparti-
15 culele încărcate sunt menținute în stare de suspensie (stocate) deasupra regiunii de dimensiune
16 $L_1 \times L_2$, ocupate de electrozii **10** și **11**.

17 Câmpul electric deasupra regiunii de dimensiune $L_1 \times L_2$, ocupate de electrozii **10** și **11**,
18 depinde de tensiunea U , de distanța e_2 și lățimea e_1 a benzilor metalice care constituie electrozii
19 **10** și **11**. Pentru creșterea numărului de microparticule stocate este necesară mărirea suprafeței
20 $L_1 \times L_2$, folosind o spirală dreptunghiulară, cu un număr mai mare de spire. În acest caz câmpul
21 electric rămâne practic neschimbat deasupra regiunii de dimensiune $L_1 \times L_2$ ocupate de elec-
22 trozii **10** și **11**, deoarece acesta depinde numai de parametrii U , e_1 și e_2 , care rămân aceiași.
23 Prin urmare, capacitatea de stocare a capcanei electrodinamice elicoidale, realizată în geome-
24 trie planară, poate fi crescută prin mărirea suprafeței ocupate de electrozii **10** și **11**, fără a fi
25 nevoie de ridicarea tensiunii de alimentare U .

26 În fig. 3 este reprezentat sistemul de menținere în stare de suspensie a particulelor
27 solide, realizat în geometrie planară (vedere laterală). Microparticulele încărcate **14** sunt
28 menținute în stare de suspensie (stocate) deasupra regiunii de dimensiune $L_1 \times L_2$, ocupate de
29 electrozii **10** și **11**, la o înălțime h față de suprafața electrozilor **10** și **11**, înălțime ce depinde de
30 sarcina specifică Q/M a acestora și de câmpul electric din punctul respectiv. Fasciculul laser **15**
31 generat de dioda laser **16** permite vizualizarea acestora și diagnoza lor prin metode optice.

32 Într-un exemplu de realizare se prezintă sistemul de menținere în stare de suspensie
33 a particulelor solide, realizat în geometrie cilindrică, constituit din patru spire duble având
34 următoarele caracteristici geometrice: diametru conductori filiformi, **1** și **2**, $D = 2$ mm, $R = 9$ mm,
35 $d_1 = d_2 = 7$ mm. Tensiunea furnizată de sursa de alimentare **4** este $U = 2,5$ kV_{rms} având
36 frecvența $f = 50$ Hz.

37 Într-un alt exemplu de realizare, sistemul de menținere în stare de suspensie a parti-
38 culelor solide este realizat în geometrie planară, constituit din doi electrozi în formă de bandă
39 cu lățimea $e_1 = 1$ mm, cu distanța dintre aceștia $e_2 = 2$ mm, obținuți prin corodare pe o suprafață
40 de sticlotextolit, formând o spirală dreptunghiulară dublă. Suprafața ocupată de către aceștia
41 prezintă următoarele caracteristici geometrice: $L_1 = 85$ mm, $L_2 = 95$ mm. Tensiunea furnizată
42 de sursa de alimentare **13** este $U = 2.5$ kV_{rms} având frecvența $f = 40$ Hz. În ambele cazuri au fost
43 stocate particule de alumina (Al_2O_3) (notate cu **5** în fig. 1 și **14** în fig. 3), cu diametrul cuprins în
intervalul 60...200 μ m, în aer, la presiune atmosferică și temperatură normală.

RO 133067 B1

Revendicări

1. Sistem de menținere în stare de suspensie a particulelor solide cu dimensiuni de ordinul micrometrilor, într-o regiune limitată din spațiu, în aer, la presiune atmosferică normală, fără contact mecanic cu un alt element de susținere, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit din două conductoare (1, 2) filiforme, paralele, conectate la o sursă (4) alternativă de înaltă tensiune și frecvență joasă, conductoarele (1, 2) fiind dispuse în spațiu, de-a lungul unei suprafețe (3) cilindrice, sub forma unei înfășurări elicoidale având un număr de perechi de spire ce poate fi arbitrar. 1
2. Sistem de menținere în stare de suspensie a particulelor solide cu dimensiuni de ordinul micrometrilor, într-o regiune limitată din spațiu, în aer, la presiune atmosferică normală, fără contact mecanic cu un alt element de susținere, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit din două benzi (10, 11) paralele și echidistante, conectate la o sursă (13) alternativă de înaltă tensiune și frecvență joasă, benzile (10, 11) fiind dispuse în plan, pe o suprafață (12) izolatoare, astfel încât să formeze cadre dreptunghiulare a căror latură crește progresiv, alcătuiind o spirală dreptunghiulară dublă, având un număr de perechi de spire ce poate fi arbitrar. 3
- 5
- 7
- 9
- 11
- 13
- 15

(51) Int.Cl.

H01J 49/00 (2006.01);

G01N 27/62 (2006.01)

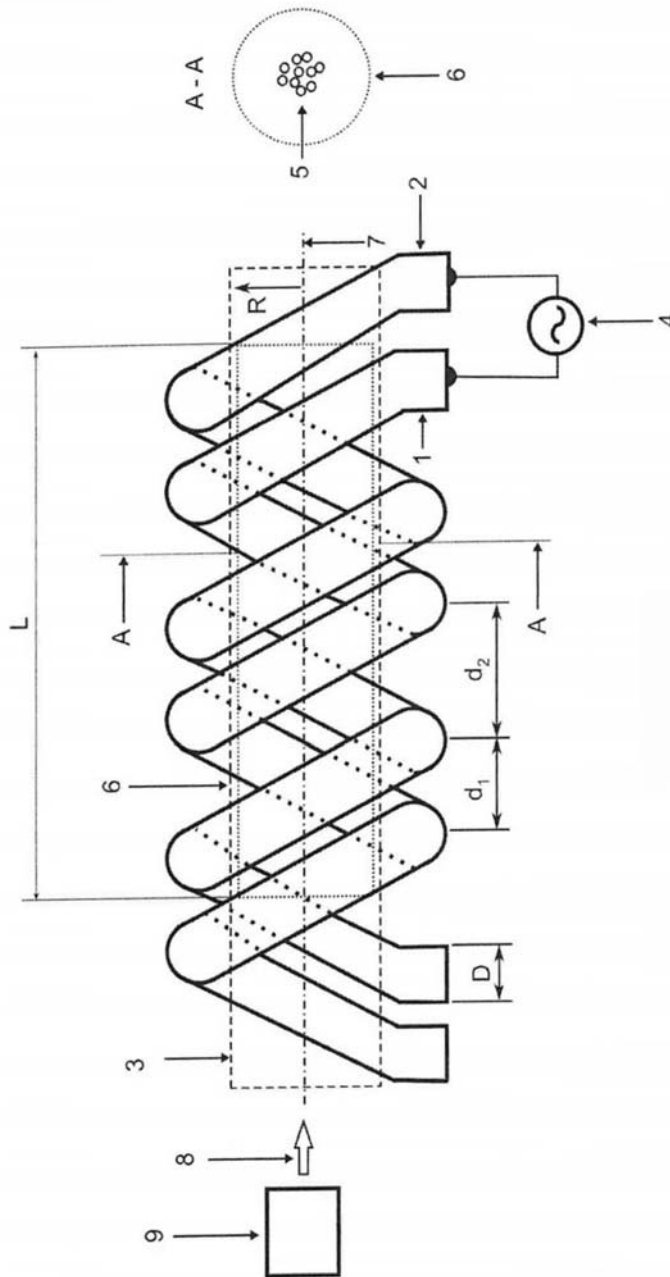


Fig. 1

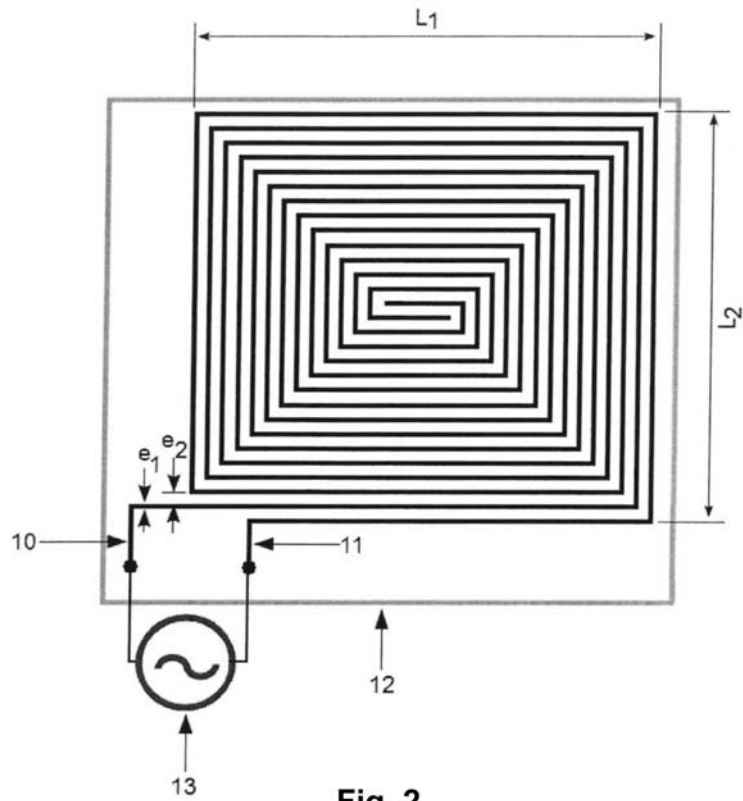


Fig. 2

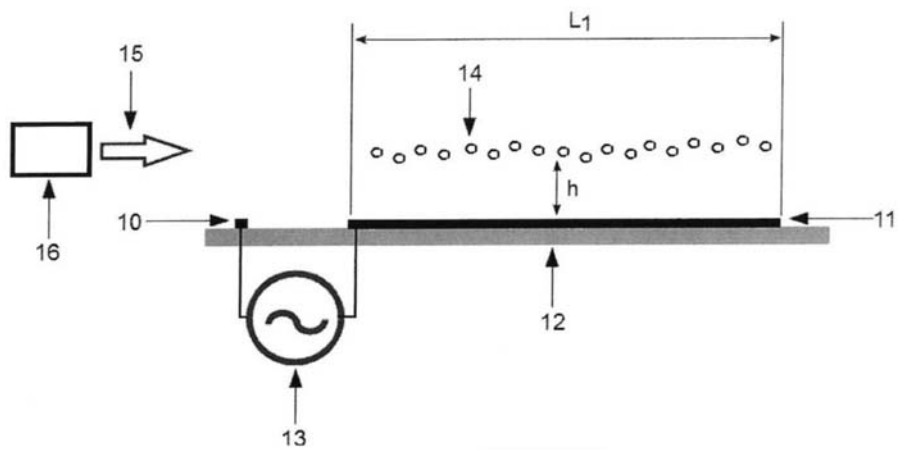


Fig. 3