



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 01140**

(22) Data de depozit: **14/11/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/12/2017** BOPI nr. **12/2017**

(41) Data publicării cererii:  
**30/03/2012** BOPI nr. **3/2012**

(73) Titular:  
• **UNIVERSITATEA "LUCIAN BLAGA"**  
**DIN SIBIU, BD. VICTORIEI NR. 10, SIBIU,**  
**SB, RO**

(72) Inventatori:  
• **OPREAN CONSTANTIN, STR. FLORILOR**  
**NR. 16, SIBIU, SB, RO;**  
• **ȚÎȚU AUREL MIHAIL, STR. LUPTEI NR. 13,**  
**BL. C, SC. A, AP. 2, SIBIU, SB, RO;**

• **MĂRGINEAN ION, STR. POIANA NR. 12,**  
**BL. 34, AP. 40, SIBIU, SB, RO;**

• **ISARIE CLAUDIU,**  
**STR. VASILE CÂRLOVA NR. 5,**  
**PARTER, SIBIU, SB, RO;**

• **MOLDOVAN ALEXANDRU MARCEL,**  
**ALEEA ȚESĂTORILOR NR. 1, SC. B, ET. 3,**  
**AP. 23, SIBIU, SB, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**JP 2011222819; CN 101960609**

(54) **CELULĂ FOTOVOLTAICĂ REVERSIBILĂ CU HALOGEN**



# RO 127241 B1

1 Invenția se referă la un generator ciclic electrochimic de curent electric pulsatoriu, utilizând lumina solară pentru readucerea secvențială a reactanților la starea inițială.

3 Sunt cunoscute pilele electrochimice primare, care au dezavantajul de a-și consuma ireversibil reactanții, și de a avea un singur ciclu de viață. Sunt cunoscute pilele electrochimice secundare, constituind acumulatele, care au dezavantajul utilizării energiei electrice exterioare pentru încărcare, energie care trebuie obținută din alte resurse. Sunt cunoscute celulele fotovoltaice cu semiconductori, care au dezavantajul utilizării unor materiale foarte scumpe, care au necesitat pentru fabricație cantități de energie mai mari decât pot da astfel de celule în întreaga lor durată activă de funcționare. Sunt cunoscute pilele de combustie cu hidrogen-oxigen, sau cu carburant-oxidant, care au dezavantajul necesității alimentării continue, din exterior, cu reactanți, ca sursă de energie.

13 Din **JP 2011222819** este cunoscută o celulă solară ce are un strat subțire de film voltaic, un electrod superior, care constă dintr-un film subțire, și electrozi auxiliari, care sunt prevăzuți succesiv pe o folie metalică.

15 **CN 101960609** prezintă o metodă de obținere a unei celule fotovoltaice care constă dintr-un strat de siliciu pe care se aplică un strat metalic cu grad de reflexie ridicat, preferabil argint, și un strat metalic cu un coeficient de conductivitate electrică mare, preferabil aluminiu.

17 Scopul invenției este de a realiza celule fotovoltaice care pot valorifica inclusiv niveluri scăzute de lumină, specifice zonelor cu climă temperată, celule care să fie realizate din materiale cu preț de cost mult mai scăzut.

21 Celula fotovoltaică, conform invenției, constă dintr-o structură de sistem electrochimic, realizând reacții specifice cu generare de curent electric, având funcționarea în cicluri secvențiale, repetitive, și utilizând lumina solară în mod indirect, numai pentru descompunerea reversibilă repetată a reactanților care s-au combinat în fazele anterioare, când au generat curent electric. Celula constă dintr-o structură realizată prin depuneri stratificate, planare, pe o folie dispusă între straturi de sticlă, depunerile stratificate fiind ansambluri anod-catod, iar folia având rol de membrană permeabilă la ioni, cu dispunerea structurilor stratificate în incinte locale ce permit trecerea canalizată, ocolitoare a gazului-halogen din zona anodului în zona catodului, stratul de sticlă de deasupra având o construcție și o funcționalitate de LCD, pentru o obturare secvențială, comandată a luminii care ajunge la reactanți în faze distincte, asigurând, alternativ, condiții de întuneric sau lumină. O astfel de celulă fotovoltaică se alimentează o singură dată, pe timpul fabricației, cu o substanță activă constând din clorură de argint depusă la anod, urmând ca ciclurile de descompunere la lumină și de recombinare la întuneric să se repete succesiv, cu debitare de curent electric generată de circulația electronilor cedați de un metal și acceptați de un halogen, circulație completată de o scurtă fază de circulație ionică, constând în traversarea membranei celulei de către ionii de clor.

37 Celula fotovoltaică, conform invenției, înlătură dezavantajele mai sus menționate prin aceea că folosește reactanți care nu necesită un mare consum energetic în procesul de fabricație, și se reutilizează substanțe chimice care anterior s-au produs în cantități de masă, beneficiind de tehnologii completate în timp, și a căror cerere cantitativă s-a redus semnificativ prin mutațiile tehnologice actuale, care nu mai utilizează filme fotografice și nici hârtie fotografică. Reciclând, secvențial, cu ajutorul luminii solare, reactanții încărcăți o singură dată în compoziția celulei fotovoltaice, conform invenției, sursa de energie astfel realizată nu mai consumă alte cantități de substanțe pe toată durata de viață. Ferestrele cu LCD din structura panourilor solare bazate pe celule fotovoltaice, conform invenției, au un consum energetic mic, neafectând semnificativ randamentul de ansamblu. Utilizând substanțe pe bază de halogeni,

# RO 127241 B1

foarte sensibile la lumină, celulele fotovoltaice, conform invenției, se pot folosi și în condițiile unor iluminări mai puțin intense și mai puțin concentrate, care pot fi valorificate cu randament ridicat, pe baza rezonanței la scară atomică între dimensiunile orbitalilor ionici și moleculari ai electronilor cedați-captați și lungimile de undă ale radiațiilor vizibile. 1 3

Se dă în continuare un exemplu de realizare, de principiu, a celulei fotovoltaice, conform invenției, în legătură cu fig. 1...15, ce reprezintă: 5

- fig. 1, o secțiune a structurii elementare a celulei fotovoltaice; 7

- fig. 2, o vedere de sus a structurii planare constructive a unui panou cu 4 celule legate în serie; 9

- fig. 3, o secțiune prin celula alimentată cu reactanții specifici;

- fig. 4, o secțiune prin celulă, cu ionizarea produsă la anod; 11

- fig. 5, o secțiune prin celulă, cu deplasarea electronului de la anod la catod;

- fig. 6, o secțiune prin celulă, imediat după ionizarea produsă la catod; 13

- fig. 7, o secțiune prin celulă, cu reprezentarea traversării membranei de către ionul de clor; 15

- fig. 8, o secțiune prin celulă, cu vederea formării moleculei de combinare a reactanților;

- fig. 9, o secțiune prin celulă, cu faza pătrunderii luminii prin fereastra LCD deschisă; 17

- fig. 10, o secțiune prin celulă, cu vederea descompunerii moleculei nou formate;

- fig. 11, o secțiune prin celulă, cu vederea migrării atomului gazos de clor prin fanta din membrană; 19

- fig. 12, o secțiune prin celulă, cu vederea sosirii atomului de clor în zona catodului; 21

- fig. 13, o secțiune prin celulă, cu vederea opririi fluxului de lumină prin opacizarea ferestrei cu LCD; 23

- fig. 14, o vedere de sus a unui panou cu patru celule, în faza de iluminare prin fereastra LCD transparentă; 25

- fig. 15, o vedere de sus a unui panou cu patru celule, în faza de întuneric asigurată prin fereastra LCD opacă. 27

O celulă fotoelectrică reversibilă, cu halogen, se compune, conform fig. 1 și fig. 2, dintr-o structură stratificată, cuprinzând diferite părți componente, realizate ca straturi constructive planare. Stratul inferior **1** este realizat din sticlă rezistentă, și are rol de suport al întregii structuri constructive. În partea inferioară, stratul de sticlă **1** este opacizat pentru lumină cu un strat de vopsea neagră **2**. Deasupra stratului suport **1** și separat cu niște distanțiere **3** se dispune stratul mijlociu **4**, realizat dintr-o folie subțire de policlorură de vinil clorurată, strat care va constitui membrane permeabile la ioni ale celulelor fotoelectrice realizate prin niște depuneri planare, ca electrozi anod-catod, deasupra și dedesubtul membranei comune a mai multor celule identice, alcătuiind un panou solar de astfel de celule. Anodul **5** al fiecărei celule se realizează grafic planar, conform fig. 1 și fig. 2, dintr-un strat de argint poros, deus grafic sub formă geometrică de dreptunghi, la suprafața foliei membranare **4**. La suprafața anodului **5** se depune, în procesul de fabricație, un strat subțire **6**, realizat din clorură de argint, specific tehnologiilor fotografice clasice, având rol de inițiere a reacțiilor fotoelectrochimice. Conform fig. 1, în partea inferioară a stratului mijlociu **4**, vizavi de structura anodului **5** și paralel cu ea, se depune o structură de catod **7**, prin depunere grafică a unui strat de grafit poros, ca un dreptunghi identic dimensional cu stratul anodic **5**. Stratul de grafit al catodului **7**, prin porii săi, este permeabil gazului halogen de clor degajat în funcționarea celulelor fotoelectrice. Pentru a putea circula gazul halogen de clor din partea superioară, anodică, în partea inferioară, catodică, sunt prevăzute decupările **8**, ca niște fante practicate în folia **4**, conform fig. 1 și fig. 2. Tot deasupra stratului mijlociu **4** al foliei membranare, vizavi de distanțierele **3**, se dispun alte distanțiere **9**, peste care se 29 31 33 35 37 39 41 43 45 47

# RO 127241 B1

1 așază constructiv stratul superior de sticlă **10**, care are o structură specifică LCD, strat realizat  
ca o fereastră care se poate comanda prin niște impulsuri electrice **11**, să devină transparentă  
3 sau opacă. Legăturile electrice de inseriere ale celulelor fotoelectrice se realizează prin niște  
trasee de argint **12**, depuse grafic simultan cu depunerile structurilor anodice **5**, până în  
5 apropierea structurilor catodice **7**, unde se interconectează cu traseele **13**, realizate din grafit,  
depuse simultan și legate cu catozii **7** prin niște găuri metalizate **14**, de trecere de pe o față pe  
7 alta a foliei **4**.

Funcționarea pilei fotoelectrice reversibile cu halogen are loc în două faze care se  
9 succed reciproc. Aceste faze sunt determinate de stările succesive întuneric-lumină, ce depind  
de opacitatea sau transparența comandată electric, a ferestrei **10**, cu LCD.

11 Faza întâi, activă, este cea bazată pe întuneric. În această fază, conform fig. 3, au loc  
mai multe fenomene fizice și electrochimice. La anod, atomul neutru de argint devine ion pozitiv  
13 de argint, conform fig. 4, prin cedarea electronului lui de valență **15** traseului metalic conductor  
**12**, depus peste membrana semipermeabilă **4**, electronul cedat urmând circuitul exterior și,  
15 parcurgând consumatorul electric **16** sau altă celulă, legată electric în serie, circulă până la  
catodul poros **7**, electronul fiind atras conform săgeții spre atomul de clor **17**, conform fig. 5,  
17 spre a ocupa un loc ce realizează la clor configurația specifică de octet, transformându-l într-un  
ion negativ de clor **18**, conform fig. 6. Ionul negativ de clor **18**, nou format, este atras spre ionul  
19 pozitiv de argint rămas la anod, de partea cealaltă, superioară, a membranei **4**, care, fiind  
permeabilă ionilor de clor, este străbătută de ionul de clor **18**, conform fig. 7, și se alătură ionului  
21 pozitiv de argint **19**, formând o moleculă de clorură de argint **20**, conform fig. 8.

Din acest moment urmează faza a doua, cea pasivă, în care fereastra **10**, prevăzută cu  
23 LCD, devine transparentă, conform fig. 9, permițând luminii **21** să pătrundă în interiorul celulei,  
peste coloana de clorură de argint **6**, care, fiind foarte sensibilă la lumină, se descompune în  
25 argint ca o pulbere neagră și clor gazos. Conform fig. 10, sub acțiunea luminii, molecula de  
clorură de argint formată în faza anterioară, la întuneric, se rupe, iar electronul captat anterior  
27 de atomul de clor este recuperat la ionul de argint care redevine atom neutru, iar ionul de clor  
redevine și el atom neutru, sub formă de gaz și ocupând spațiul limitat disponibil al incintei  
29 celulei, unde creează o mică presiune, migrând inclusiv spre deschizătura **8** a membranei **4**,  
conform fig. 11, înspre zona inferioară a catodului **7**, conform fig. 12. Din acest moment, ferea-  
31 stra **10**, cu LCD, fiind comandată din exterior, de la un modul electronic, redevine opacă și se  
trece din nou la faza echivalentă fazei întâi, de întuneric, în care electronii cedați la anod de  
33 către atomii de argint se îndreaptă spre catod, prin circuitele exterioare, alimentând con-  
sumatorii conectați ca sarcină, conform fig. 13, echivalentă cu fig. 4. Tensiunea generată de o  
35 astfel de celulă depinde de mai mulți factori, printre care natura membranei permeabile la ionii  
de clor, și catalizatorul de grafit de la catod, unele măsurători ajungând la valori de 1,14 volți.  
37 Spre deosebire de celulele fotovoltaice clasice, care furnizează curent electric atunci când  
primesc fluxul de lumină, celulele fotovoltaice, conform invenției, furnizează curent electric  
39 atunci când sunt întunecate prin fereastra **10**, cu LCD. Căci atunci când celulele conform  
invenției primesc fluxul luminos prin deschiderea ferestrei **10**, se desfășoară procesele de  
41 descompunere fotochimică a combinațiilor care s-au format la întuneric, și care au generat  
curent electric în condiții de întuneric. În acest fel, celulele conform invenției nu se mai rege-  
43 nerează în prezența luminii, dar produc curentul electric la întuneric. Totuși, fără regenerarea  
de la iluminarea într-o fază anterioară, celulele conform invenției nu au cum să producă curent  
45 electric în ulterioarele condiții de întuneric, deoarece substanțele generatoare sunt rămase gata  
combinat, și nu descompuse, dar generarea de curent electric se face numai în procesul  
47 combinării reactanților, adică al atomilor de argint cu cei de clor.

# RO 127241 B1

Cu astfel de celule se pot realiza baterii dispuse planar, conform fig. 14, ca panouri solare de celule fotovoltaice. Legarea lor electrică se face în serie, prin trasee imprimate, depuse grafic și continuate cu fire conductoare la bornele de capăt, pentru a obține puteri superioare. Un modul electronic **22** realizează comanda ferestrei unice cu LCD pentru întreg panoul de celule, pentru asigurarea tuturor celulelor cu condițiile necesare pentru cele două faze funcționale, care să se petreacă succesiv, la întuneric și la lumină, simultan la toate celulele fotovoltaice dispuse pe panou și acoperite cu fereastra **10**, care devine succesiv transparentă și opacă, de câteva zeci de ori pe secundă. Curentul livrat de un panou de celule fotovoltaice reversibile cu halogen este un curent pulsatoriu, utilizat special pentru încărcarea unor baterii de acumulare care să asigure integrarea energetică în timp, și alimentarea consumatorilor pe perioadele de zi sau de noapte.

Celulele fotovoltaice, conform invenției, se pot realiza constructiv ca baterii de celule legate în serie și în paralel, constituind panouri solare. La astfel de panouri dispuse structural pe suprafețe orizontale de sticlă sau plastic, cu montură metalică de rezistență în partea inferioară, structurile catodice, membranele permeabile la ioni și structurile anodice se pot concretiza ca depuneri și suprapuneri pe suportul de bază, deasupra căruia, prin distanțiere care înconjoară celulele, se dispune fereastra comandabilă transparent-opacă, având aceeași arie cu suportul de bază, și realizată în tehnologie LCD. După depunerea, la întuneric, a unui strat de clorură de argint peste fiecare structură anodică depusă deasupra peste folia comună de policlorură de vinil, iar dedesubt fiind depuse structurile catodice și traseele conductoare, cele două panouri mari de sticlă se suprapun și se ermetizează. Clorul gazos poate circula între celulele întregului panou, prin fantele decupate în folie și prin spațiile disponibile dintre cele două arii mari, paralele, de sticlă sau plastic ale panoului, și printre distanțierile ce înconjoară structurile celulare. Pentru puteri mai mari se pot lega electric între ele, constituindu-se baterii de panouri de celule fotovoltaice, conform invenției.

## Revendicări

1

3

1. Celulă fotovoltaică reversibilă, cu halogen, **caracterizată prin aceea că** este o construcție realizată prin depunere de straturi planare, care alcătuiesc un sistem electrochimic, pe o față și pe cealaltă a unei folii (4) din policlorură de vinil clorurată, ce are rol de membrană permeabilă la ioni, și este continuă și comună pentru un întreg panou fotovoltaic de astfel de celule identice, cu catozi (7) realizați dintr-un strat de grafit poros, depus grafit pe o față a foliei, față în față cu niște anozii (5) din argint, depuși ca o peliculă locală poroasă pe cealaltă față a foliei membranare, având aceeași formă și aceeași suprafață ca cele ale catozilor.

5

7

9

11

2. Celulă fotovoltaică, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** reactantul constituit din clor gazos, degajat, este liber și canalizat să circule prin incinte constructive locale, ce comunică între ele, de la partea superioară a anodului până la partea inferioară a catodului, prin niște fante (8) decupate în folie, și poate circula între toate celulele unui panou de celule identice.

13

15

17

19

3. Celulă fotovoltaică, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** peretele (10) din partea superioară a incintei în care aceasta este amplasată este constituit dintr-o structură LCD comună pentru toate celulele identice ale unui panou fotovoltaic, având rolul de a asigura, prin transparență și opacitate comandate electronic, din exterior, situații distincte de întuneric și lumină pentru fazele funcționale, specifice, ale proceselor electrochimice reversibile.

21

23

4. Celulă fotovoltaică, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** încărcarea cu reactant se face o singură dată, în momentul fabricației, printr-o depunere (6) de clorură de argint peste depunerea de argint anodică (5), din partea superioară a membranei din policlorură de vinil, permeabilă la ionii de clor.

25

27

5. Celulă fotovoltaică, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, în faza funcțională de întuneric la anod, se cedează electroni care circulă prin exteriorul celulei, iar la catodul prevăzut cu catalizator se captează acești electroni, obținându-se ionii de clor, care traversează, de jos în sus, membrana, și ajung în masa anodului poros, unde reacționează cu ionii de argint, obținându-se din nou molecule de clorură de argint.

(51) Int.Cl.

H01L 51/42 (2006.01);

H01L 31/054 (2014.01)

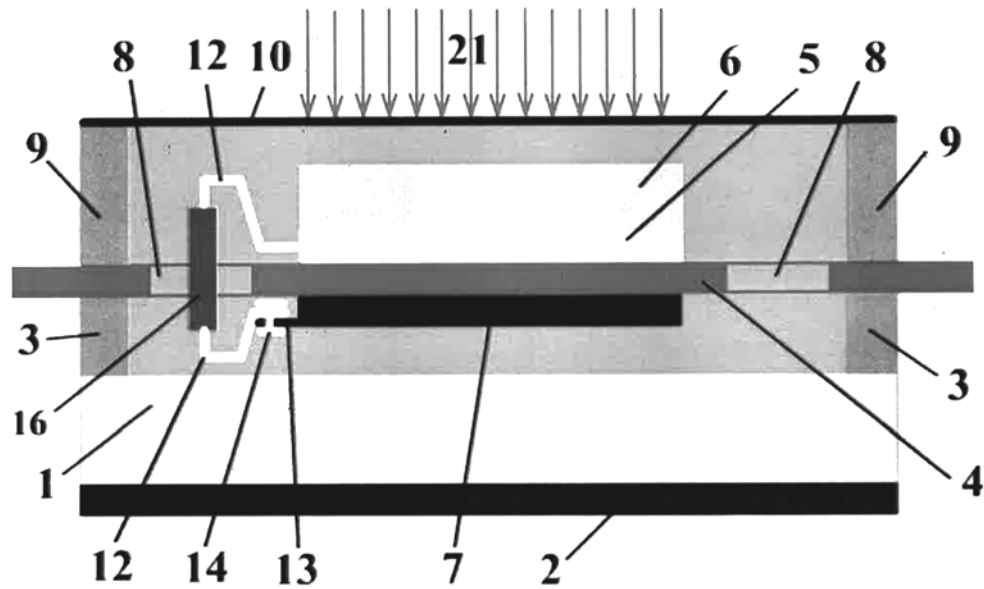


Fig. 1

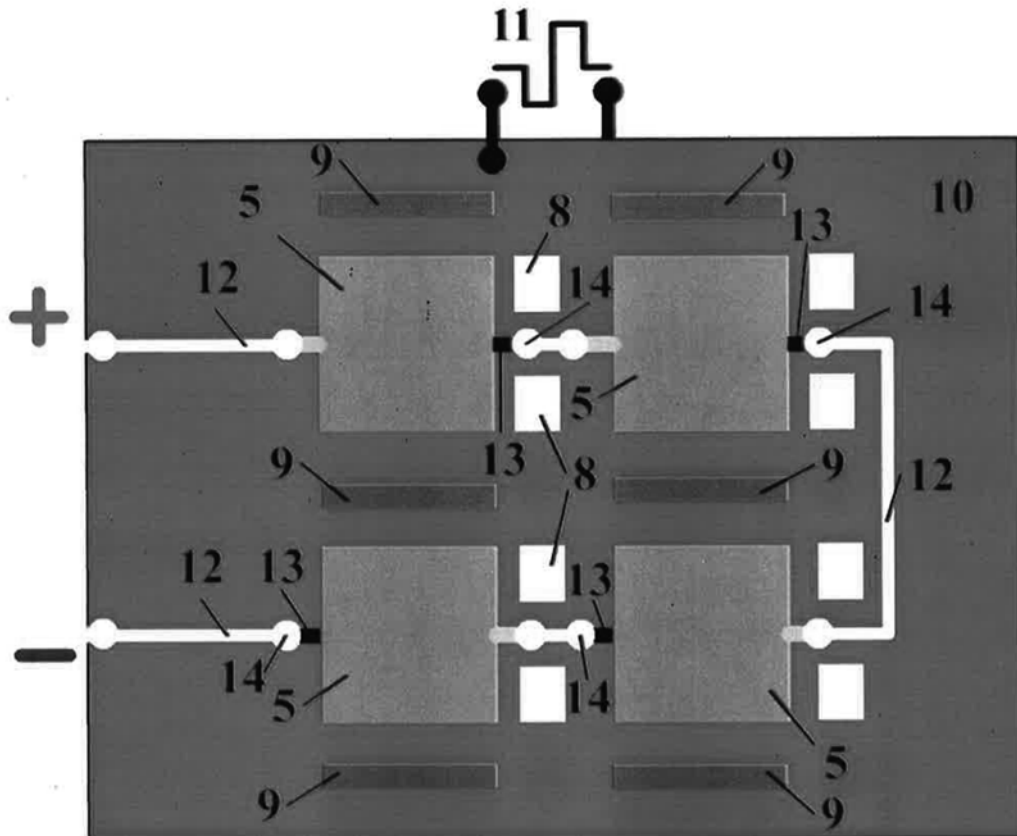


Fig. 2



(51) Int.Cl.

H01L 51/42 (2006.01);

H01L 31/054 (2014.01)

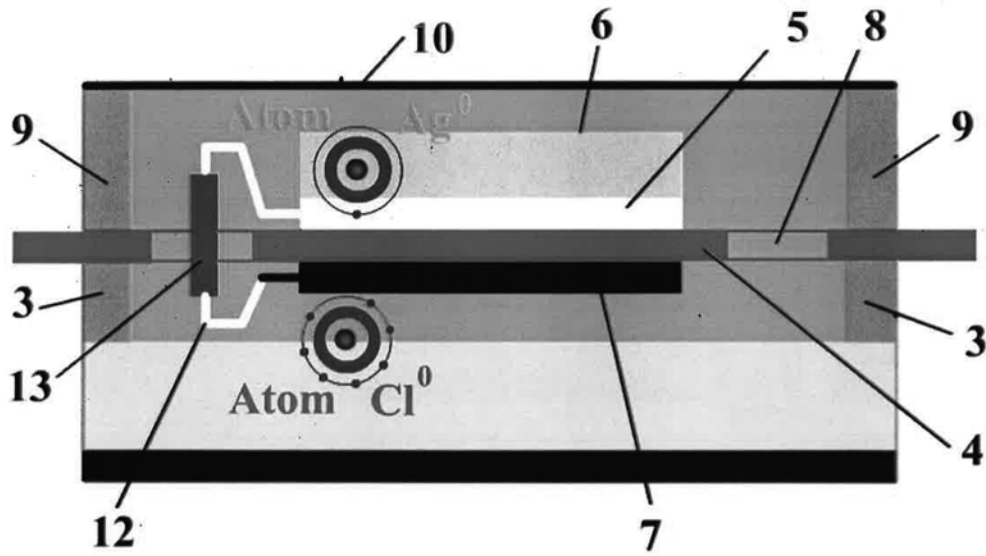


Fig. 3

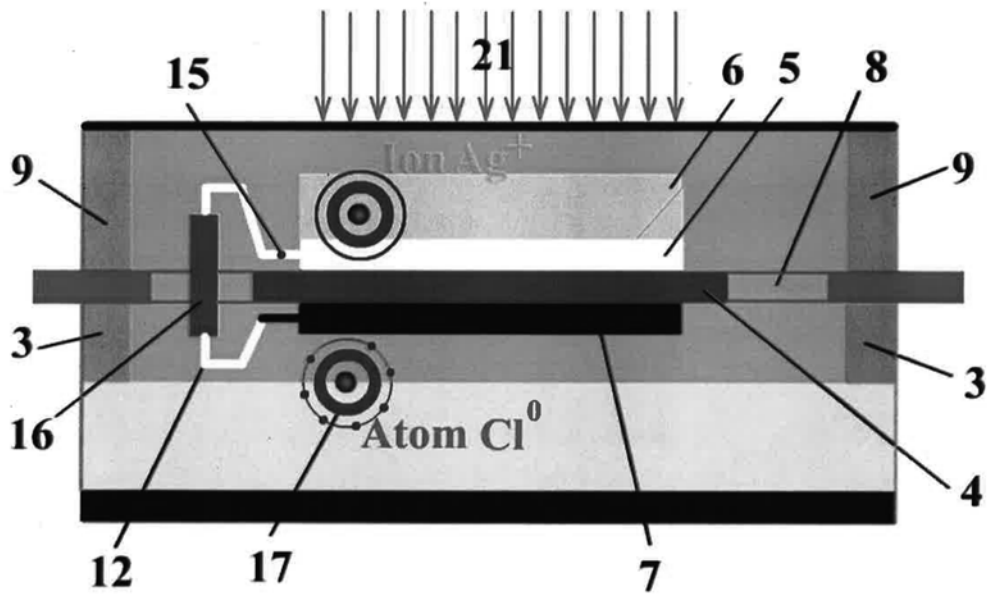


Fig. 4

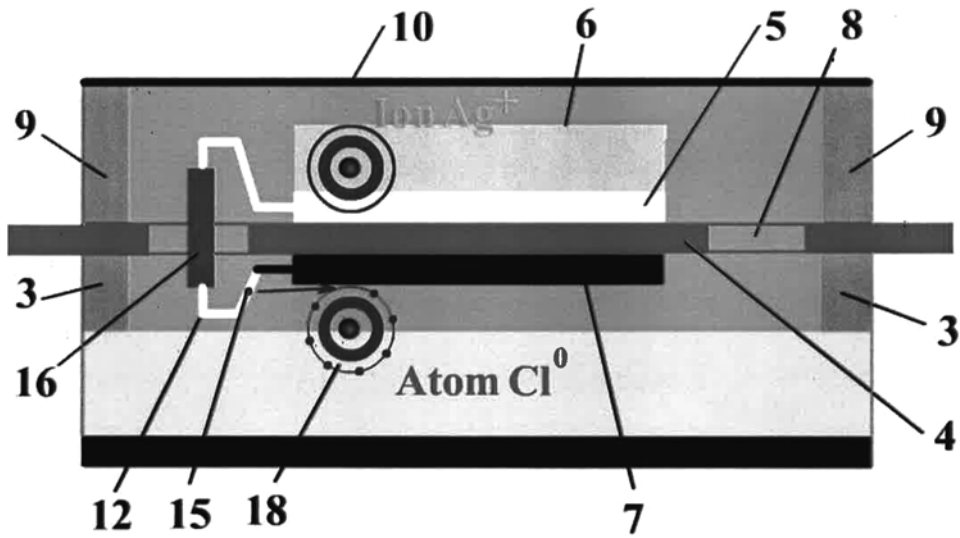


Fig. 5

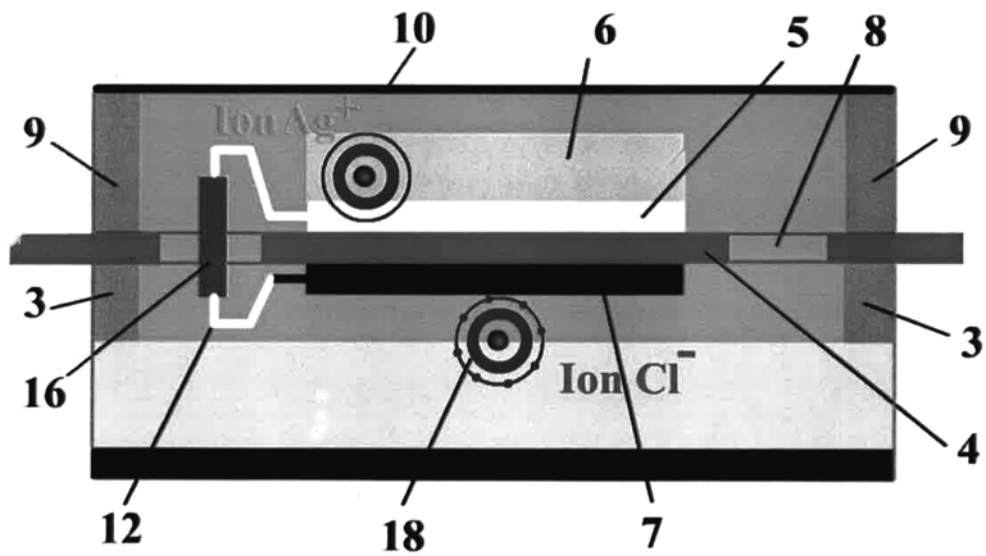


Fig. 6

(51) Int.Cl.

H01L 51/42 (2006.01);

H01L 31/054 (2014.01)

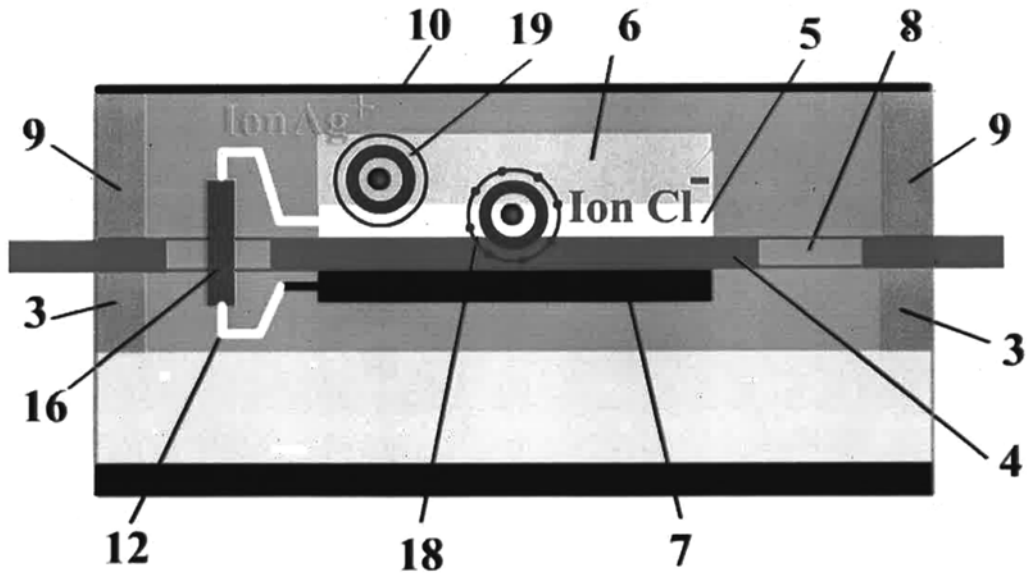


Fig. 7

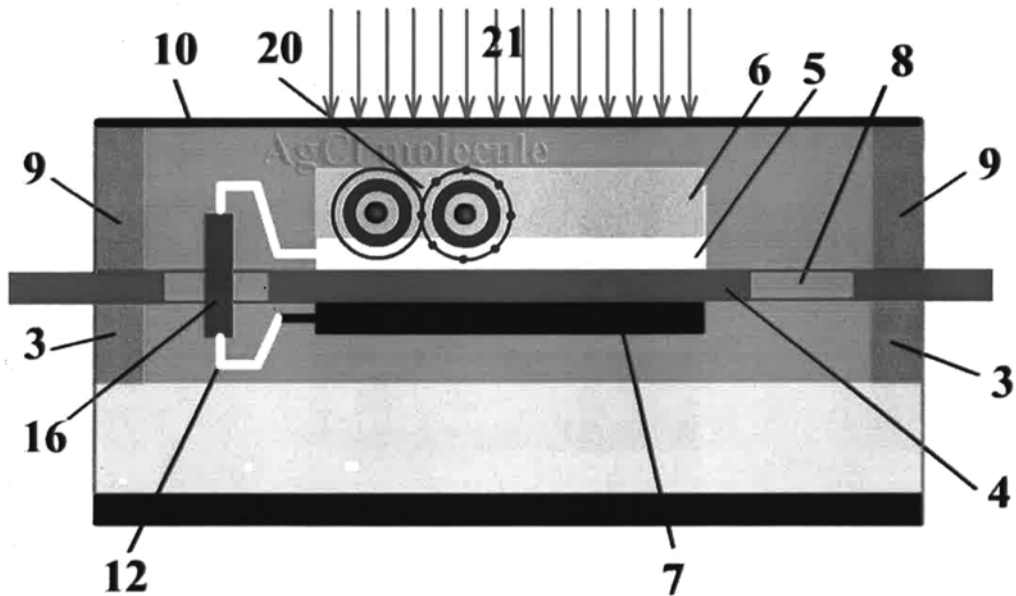


Fig. 8

(51) Int.Cl.

H01L 51/42 (2006.01);

H01L 31/054 (2014.01)

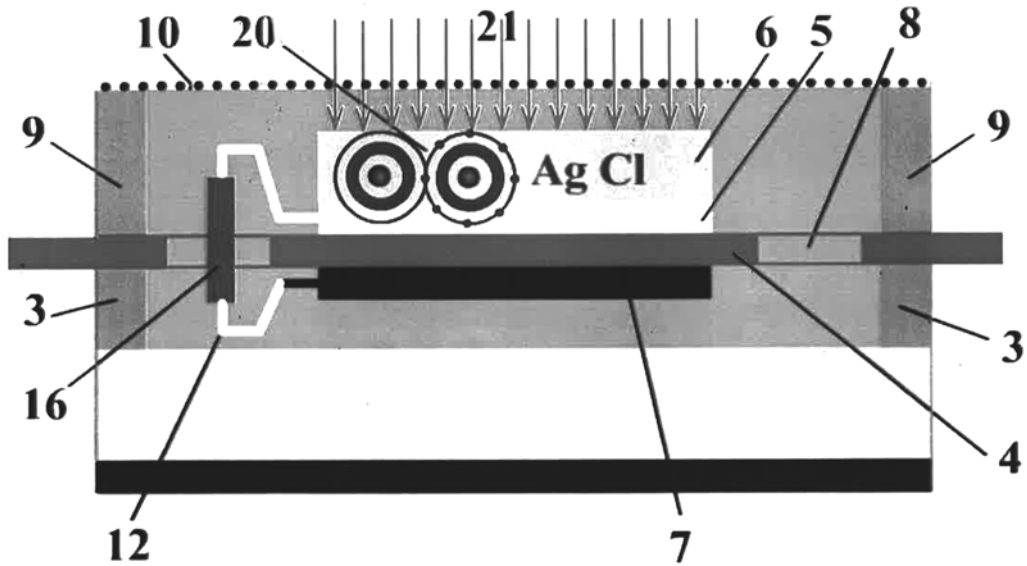


Fig. 9

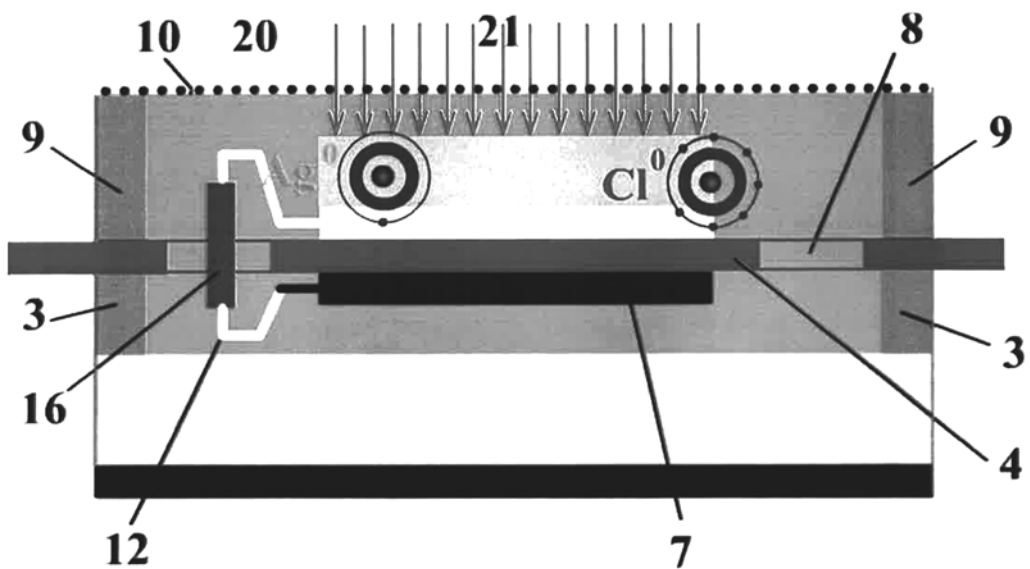


Fig. 10

(51) Int.Cl.

H01L 51/42 (2006.01);

H01L 31/054 (2014.01)

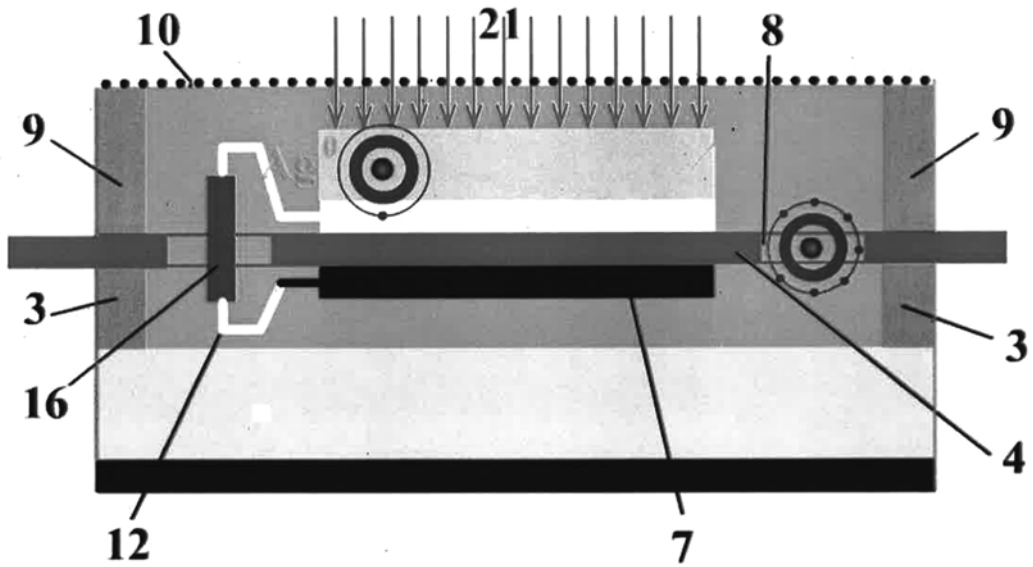


Fig. 11

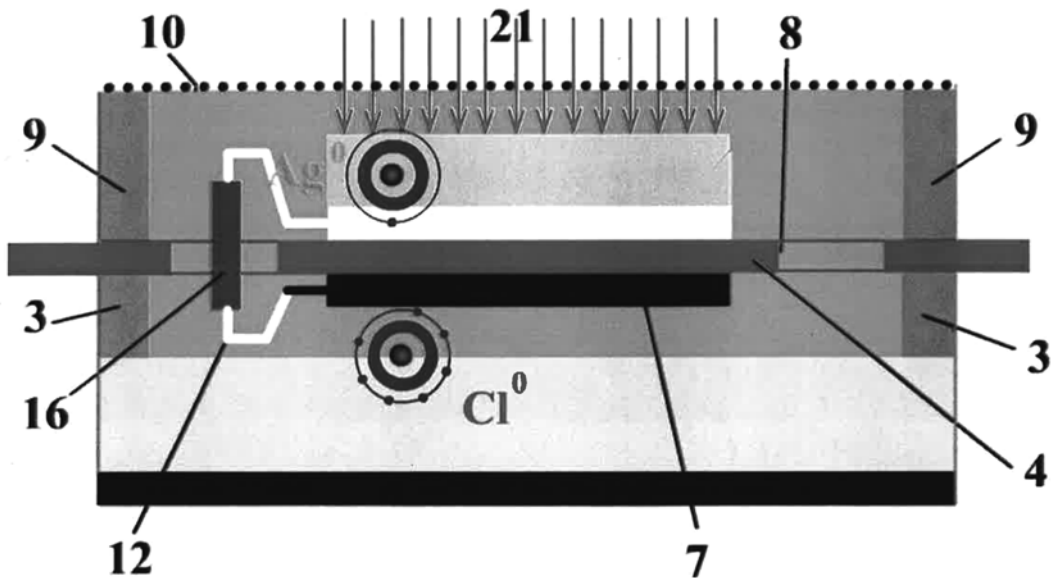


Fig. 12

(51) Int.Cl.

H01L 51/42 (2006.01);

H01L 31/054 (2014.01)

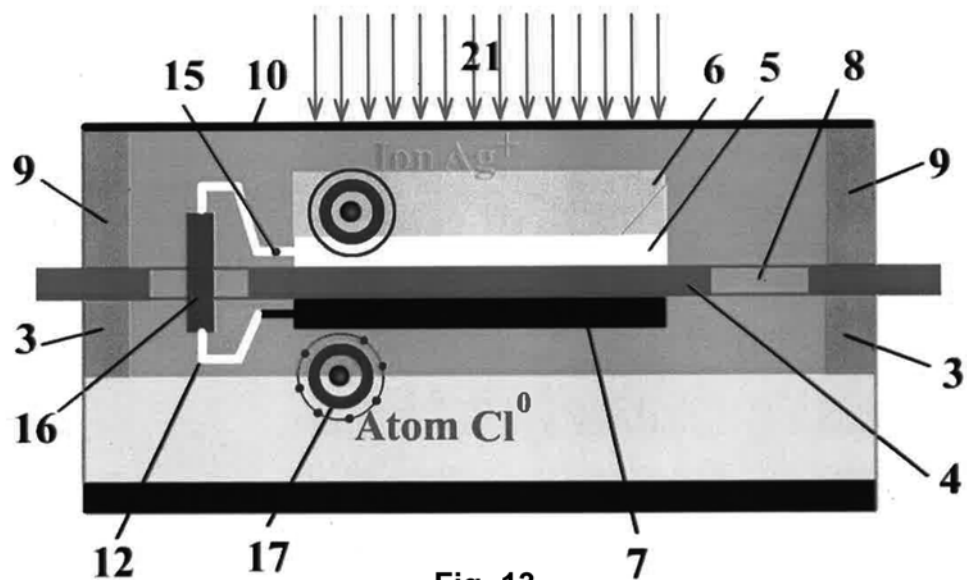


Fig. 13

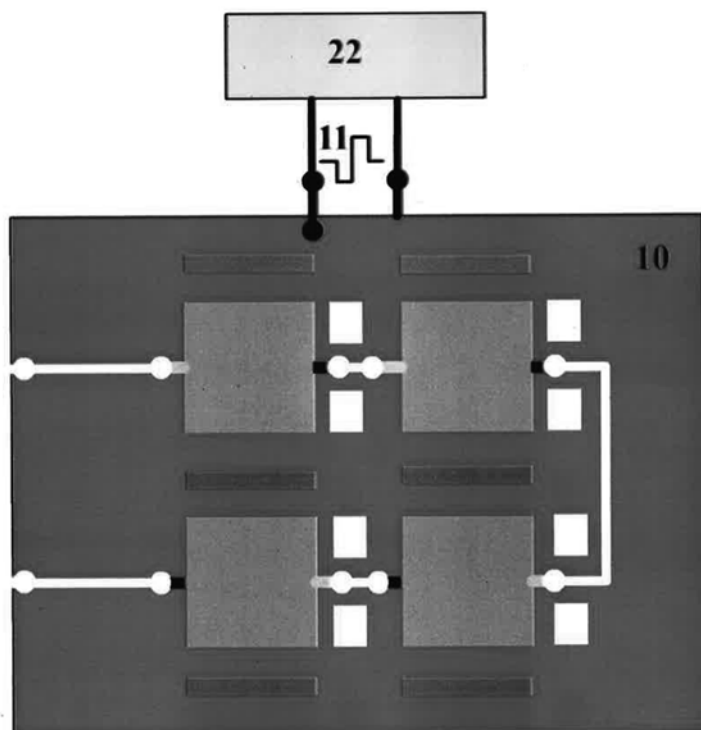


Fig. 14

(51) Int.Cl.

H01L 51/42 (2006.01);

H01L 31/054 (2014.01)

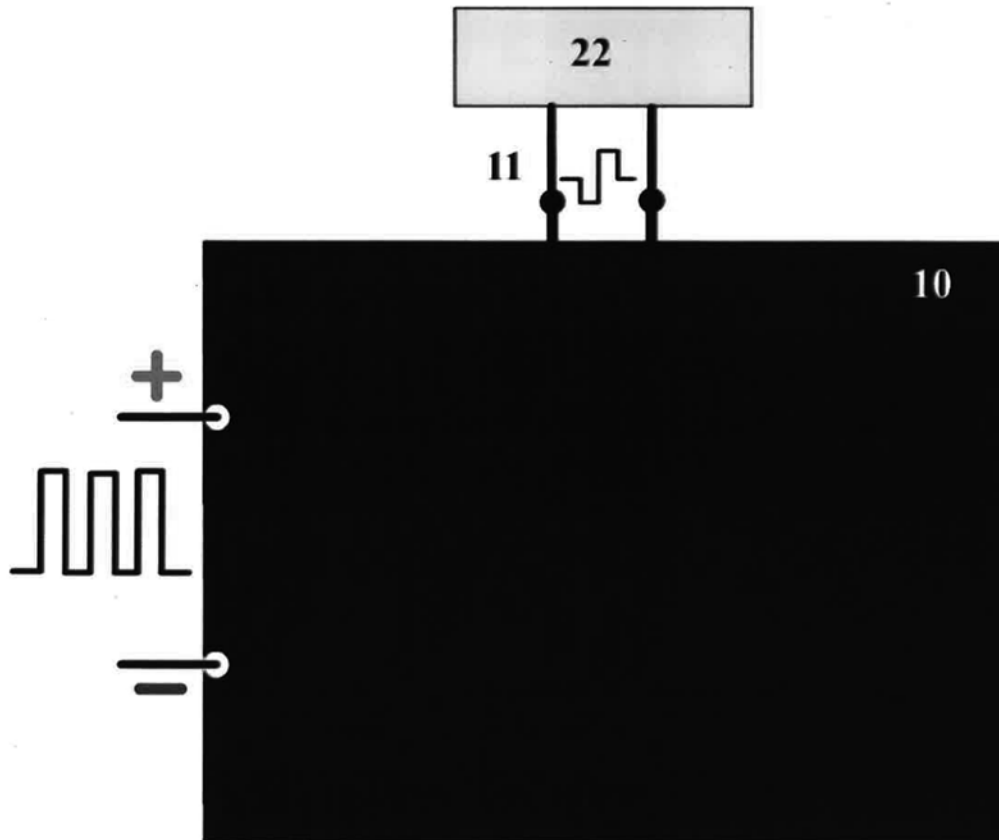


Fig. 15



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 582/2017