



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00632

(22) Data de depozit: 12/10/2020

(41) Data publicării cererii:
29/04/2022 BOPI nr. 4/2022

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
FIZICA MATERIALELOR, STR.
ATOMIȘTILOR NR. 405A, MĂGURELE, IF,
RO

(72) Inventatori:
• BESLEAGA STAN CRISTINA,
CALEA 13 SEPTEMBRIE, NR.216, BL.V46,
SC.1, ET.2, AP.12, SECTOR 5,
BUCUREȘTI, B, RO;
• STANCU VIORICA, STR. VLĂDEASCA,
NR.3, BL.C68, SC.1, AP.2, BUCUREȘTI, B,
RO;
• PINTILIE LUCIAN, STR.ALUNIȘ NR.10,
MĂGURELE, IF, RO

(54) FOTO-TRANZISTOR ÎN STRAT SUBȚIRE, PE BAZĂ DE
PEROVSKITI HALOGENAȚI FĂRĂ PLUMB, AVÂND DIODĂ
IONICĂ ÎN ROL DE POARTĂ ȘI METODĂ DE OBTINERE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv care poate fi folosit ca fototranzistor, îndeplinind funcția de întrerupător, cât și ca fotosenzor, pentru a regla luminozitatea unui ecran la parametri optimi în raport cu lumina ambientală. Dispozitivul conform invenției constă într-un tranzistor pe bază de perovskit halogenat fără plumb, $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_3\text{Sb}_2\text{I}_9$, al cărui răspuns electric este modulată printr-o diodă ionică, dar și prin iluminare.

Revendicări: 3
Figuri: 9

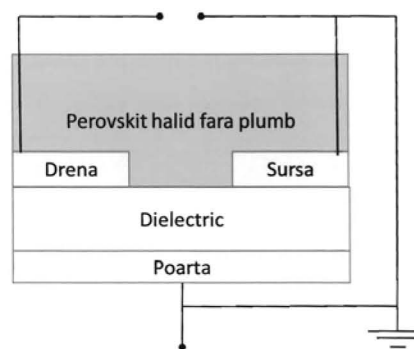
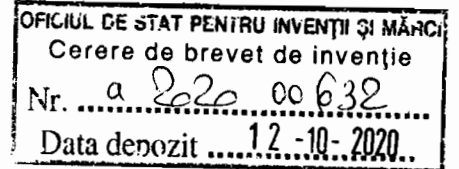


Fig. 1



**Foto-tranzistor in strat subtire, pe baza de perovskiti halogenati fara plumb,
avand dioda ionica in rol de poarta si metoda de obtinere**

Inventatori: Cristina Besleagă Stan, Viorica Stancu, Lucian Pintilie



Descrierea invenției:

Prezenta invenție se referă la un foto-tranzistor de dimensiuni micronice, cu strat activ pe bază de perovskit halogenat fara plumb. Caracteristica de iesire a acestui transistor este modulata printr-o dioda ionica (cu rol de poarta).


Functionarea acestui dispozitiv se bazeaza pe existenta speciilor ionice negative (I^-) si pozitive ($Sb^{2+,5+}$, $(CH_3NH_3)^+$) in pozitii de vacante sau interstitiali, in volumul perovskitului halogenat [1]. Acestia sunt sursa curentilor ionici inregistrati atat intre sursa si drena dar si intre poarta si sursa.

Prezenta invenție este descrisă în continuare și în legătură cu figurile ce reprezintă:

Fig. 1 descrie o reprezentare schematică a structurii de tranzistor cu filme subțiri pe bază de perovskit halogenat fara plumb.

Fig. 2 descrie schematic procesul de Presetare a stratului de perovskit halogenat; in urma presatarii, in volumul perovskitului halogenat se formeaza o jonctiune p-n; (a) migrarea ionilor pozitivi catre electrodul drena si celor negativi catre electrodul sursa, atunci cand $V_D < 0$ V, (b)

DIRECTOR GENERAL INCDFM, Dr. Ionuț ENCULESCU

Semnătura: 

migrarea ionilor negativi catre electrodul drena si celor pozitivi catre electrodul sursa, atunci cand $V_D > 0$ V.

Fig. 3 prezinta caracteristica curent-tensiune pentru jonctiunea p-n formata in volumul perovskitului halogenat prin aplicarea unei tensiuni pozitive pe electrodul Drena.

Fig. 4 descrie formarea diodei ionice intre electrozii sursa si poarta, in urma aplicarii unei tensiuni negative pe poarta atunci cand dispozitivul a fost presetat in starea descrisa in Fig. 2 (b).

Fig. 5 prezinta caracteristica current-tensiune pentru joctiunea p-n formata intre electrozii sursa si poarta, ulterior aplicarii unei tensiuni negative pe drena.

Fig. 6 descrie schematic procesul de modulare a curentului de iesire prin modificarea tensiunii aplicata pe poarta.

Fig. 7 prezinta caracteristica de iesire a tranzistorului pe baza de perovskit halogenat in strat subtire, atunci cand $V_D < 0$ V si V_G cu valori pozitive.

Fig. 8 descrie schematic impactul pe care il are lumina asupra caracteristicii de iesire a tranzistorului pe baza de perovskite halogenat modulat prin dioda ionica. Se considera, tranzistorul aflat in starea prezentata in Fig. 6 (a) si considera ca golurile au mobilitate mai mare decat cea a electronilor [2].

DIRECTOR GENERAL INCDFM, Dr. Ionuț ENCULESCU

Semnătura:



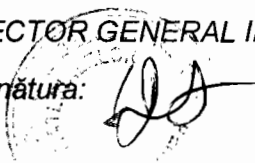
Fig. 9 prezinta caracteristica de iesire a tranzistorului pe baza de perovskit halogenat in strat subtire, atunci cand $V_D < 0$ V si V_G cu valori pozitive si sub iluminare; atunci cand dispozitivul este iluminat, I_D scade in raport cu cel masurat in conditii de intuneric.

Tranzistorul a fost obtinut in felul urmatoar: pe un substrat de sticla cu electrod transparent (spre exemplu oxid de staniu SnO_2 dopat cu fluor F, dar fara a se limita la acesta) a fost depus prin centrifugare un strat dielectric (spre exemplu SiO_2 , dara fara a se limita la acesta); pe stratul dielectric au fost definiti apoi electrozii transparenti de drena si sursa (spre exemplu ITO, dar fara a se limita la acesta) prin pulverizare catodica in regim de radio-frecventa cu magnetron si prin tehnici foto-litografice; in final a fost depus prin centrifugare stratul de perovskit halogenat fara plumb, cu o grosime de aproximativ 1 μm , utilizand o solutie precusoare de $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_3\text{Sb}_2\text{I}_9$ (1.4 M) obtinuta prin amestecul a 1 gram de SbI_3 si 477 mg de MAI dizolvate in DMF:DMSO – raport molar 8:1, pentru a se obtine structura descrisa in figura 1.

Pentru a functiona ca tranzitor cu efect de camp, structura din figura 1 trebuie presetata prin aplicarea unei tensiuni negative sau pozitive pe electrodul de drena in raport cu electrozii de sursa si poarta, dupa cum este descris in figurile 2 a) si b). Se formeaza in acest fel o dioda p-n in interiorul stratului de perovskit halogenat, prin aceea ca ionii pozitivi si negativi vor fi atrasi catre electrozii de drena si poarta in functie de semnul tensiunii aplicate pe acesti electrozi. Formarea diodei p-n este justificata de caracteristicile I_D - V_D prezentate in figurile 3 si 5. Largimea regiunii de sarcina spatiala formata intre electrozii drena si sursa poate fi variata prin aplicarea unui potential pe electrodul de poarta, conducand la modificarea tensiunii de prag caracteristica diodei formate in volumul stratului de perovskit halogenat, dupa cum este descris in figurile 6 si 7.

DIRECTOR GENERAL INCDFM, Dr. Ionuț ENCULESCU

Semnătura:



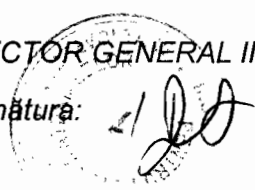
In urma iluminarii dispozitivului, datorita efectului Dember, se formeaza un camp intern vertical ce favorizeaza migrarea ionilor negativi dinspre suprafata stratului de perovskit halogenat catre interfata sa cu stratul dielectric conducand la micsorarea regiunii de sarcina spatiaala, si deci, a tensiunii de prag in raport cu cea inregistrata la intuneric.

Referinte:

1. C. Eames et al., Nature Communication 2015, 6, 7497, DOI: 10.1038/ncomms8497;
2. Q. Dong et al., Solar Cells 2015, 347, 6225, DOI: 10.1126/science.aaa5760.

DIRECTOR GENERAL INCDFM, Dr. Ionuț ENCULESCU

Semnătura:

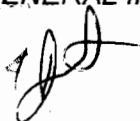


Revendicări:

1. Un tranzistor pe baza de perovskit halogenat fara plumb caracterizat prin aceea că are dioda ionica;
2. Un dispozitiv ca cel menționat în revendicarea 1 caracterizat prin aceea că functionarea lui este conditionata de o presetare prin care se formeaza jonctiunea p-n in volumul perovskitului halogenat fara plumb;
3. Un dispozitiv ca cel menționat în revendicarea 1 caracterizat prin aceea că modularea curentului dintre sursa si drena se face prin iluminare.

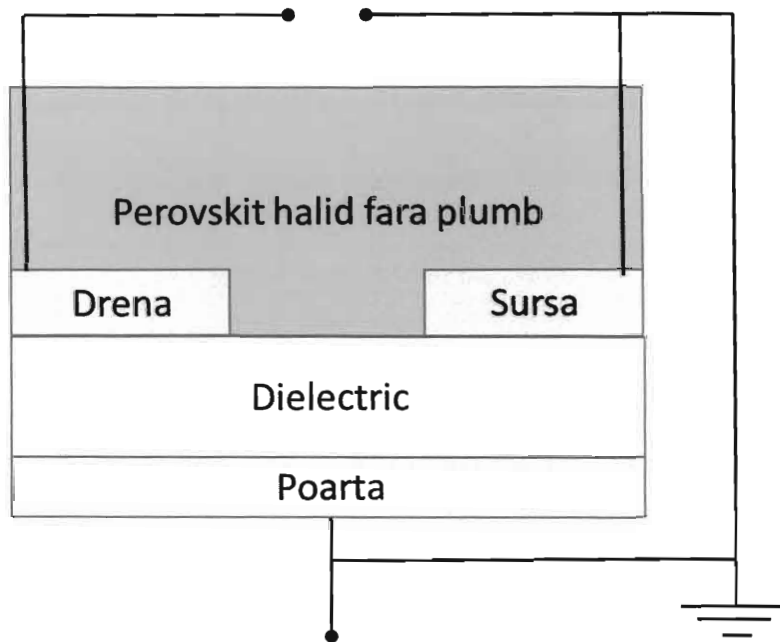
DIRECTOR GENERAL INCDFM, Dr. Ionuț ENCULESCU

Semnătură:



Figuri:

Fig. 1

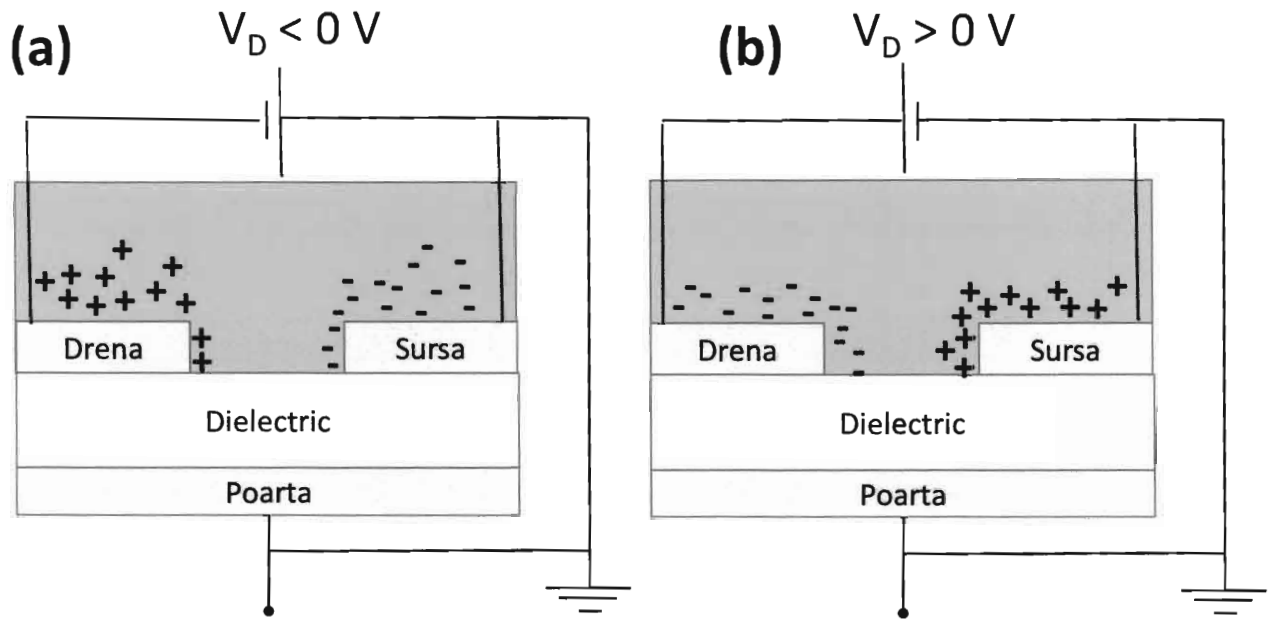


DIRECTOR GENERAL INCDFM, Dr. Ionuț ENCULESCU

Semnătura:

A handwritten signature in black ink is written over a circular official stamp. The stamp contains text around its perimeter, including "INCDFM" and "ROMANIA".

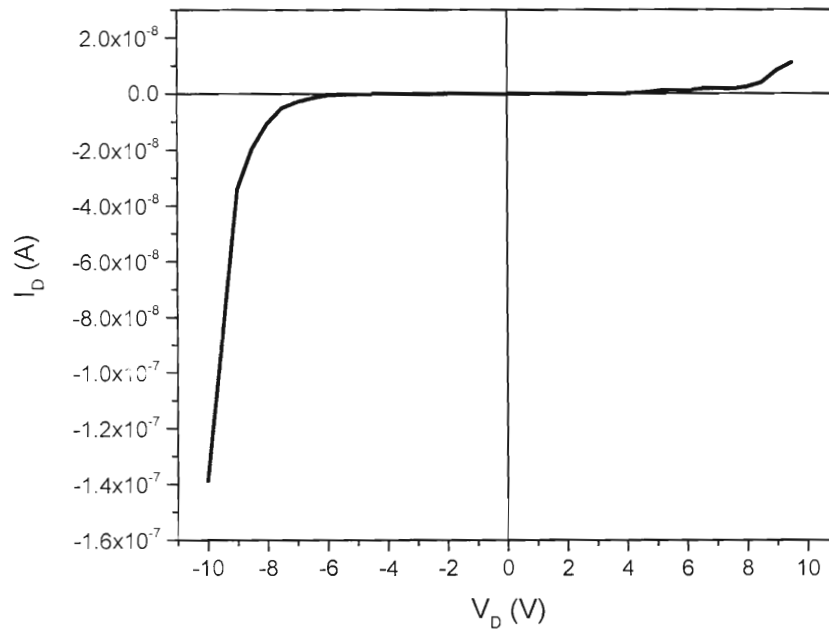
Fig. 2



DIRECTOR GENERAL INCDFM, Dr. Ionuț ENCULESCU

Semnătura:

Fig. 3

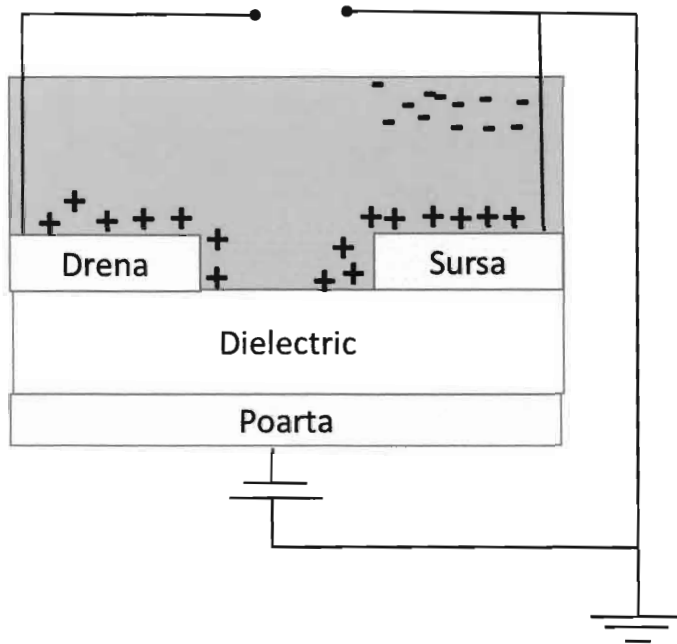


DIRECTOR GENERAL INCDFM, Dr. Ionuț ENCULESCU

Semnătura:

A handwritten signature in black ink is placed over a circular official stamp. The stamp contains text in Romanian, including 'INCDFM' and 'ROMANIA'.

Fig. 4

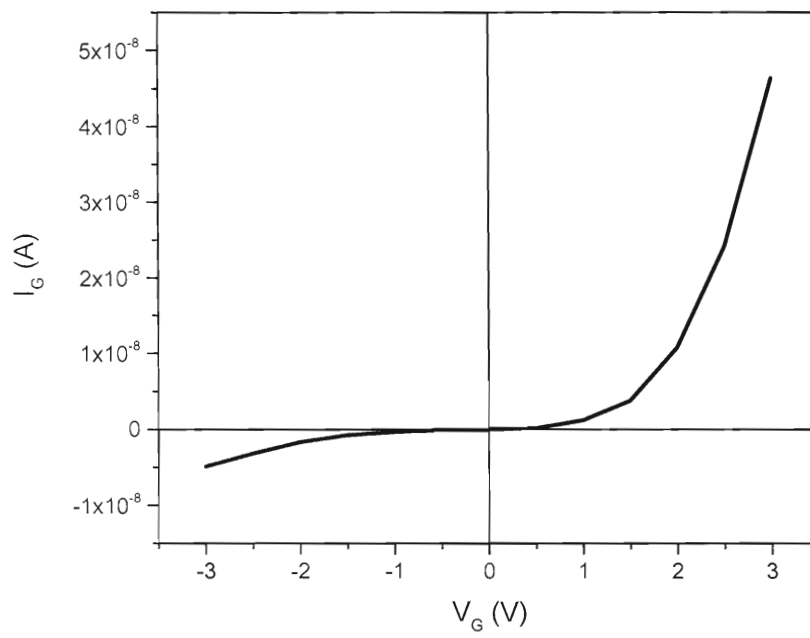


DIRECTOR GENERAL INCDFM, Dr. Ionuț ENCULESCU

Semnătura:

A handwritten signature in black ink is written over a circular official stamp. The stamp contains text in Romanian, including "INCDFM" and "ROMANIA".

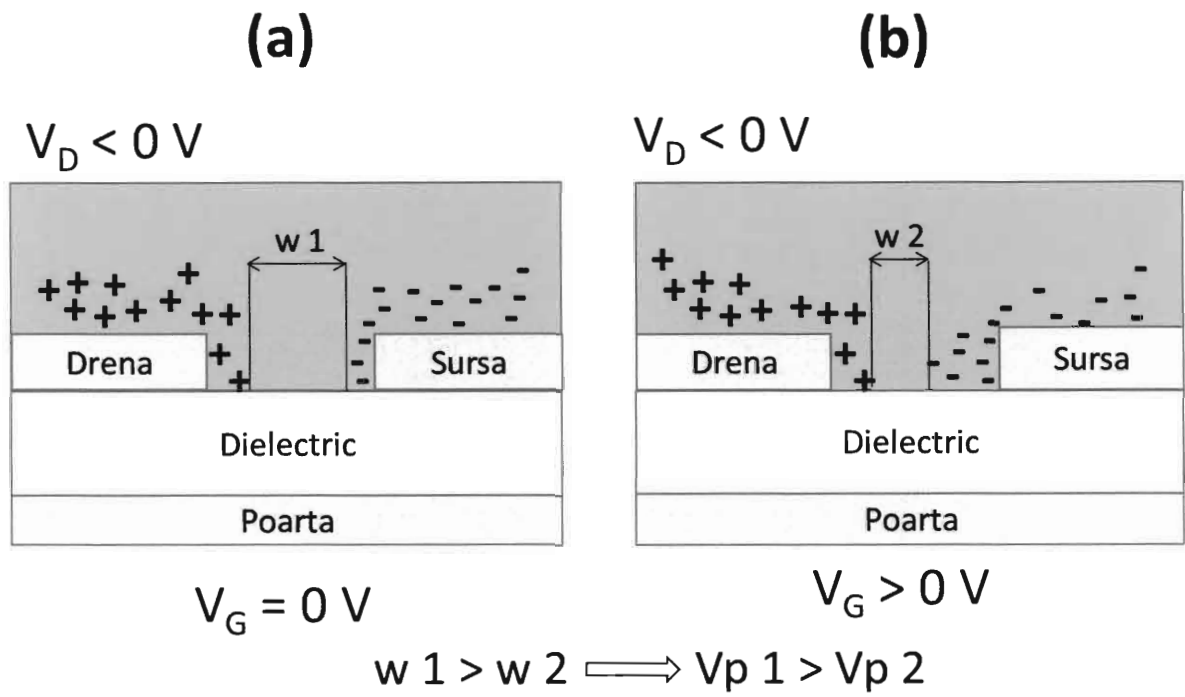
Fig. 5



DIRECTOR GENERAL INCDFM, Dr. Ionuț ENCULESCU

Semnătura:

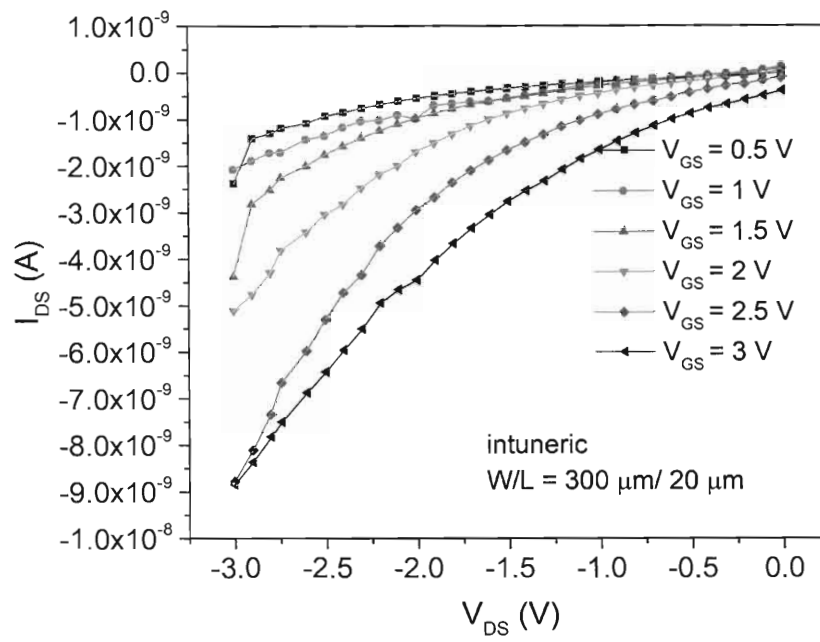
Fig. 6



DIRECTOR GENERAL INCDFM, Dr. Ionuț ENCULESCU

Semnătura:

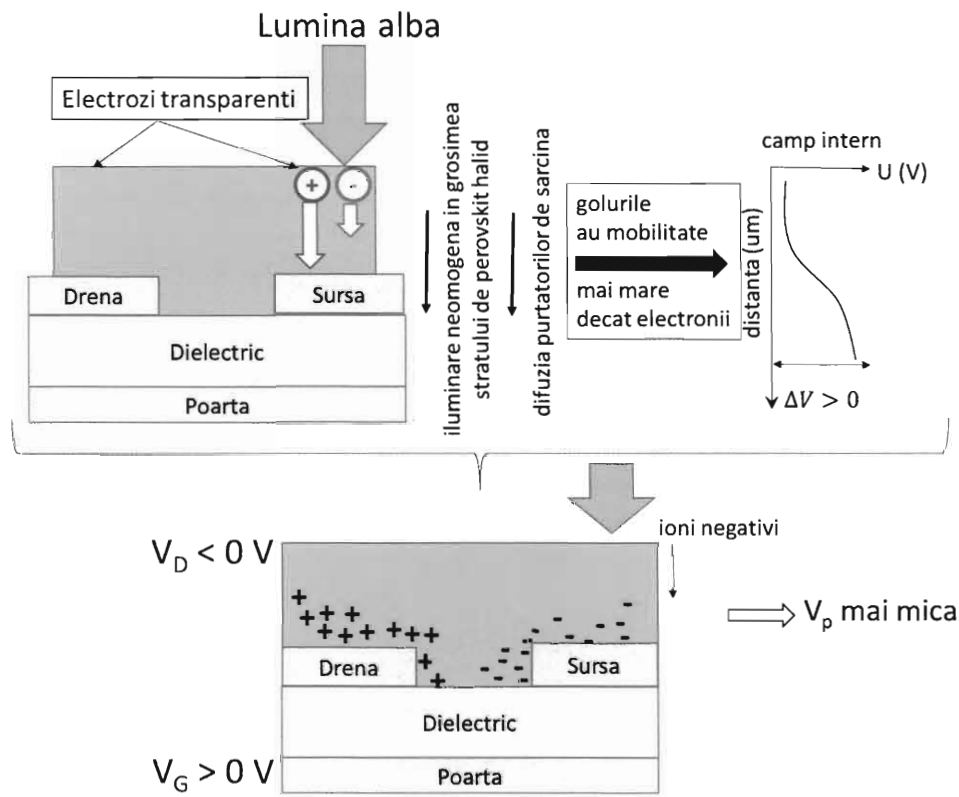
Fig. 7



DIRECTOR GENERAL INCDFM, Dr. Ionuț ENCULESCU

Semnătura:

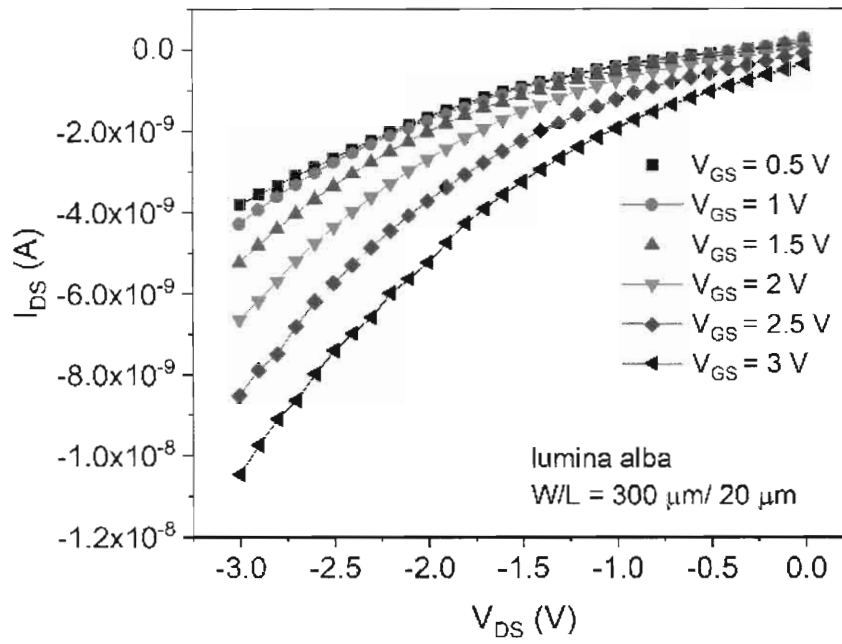
Fig. 8



DIRECTOR GENERAL INCDFM, Dr. Ionuț ENCULESCU

Semnătura:

Fig. 9



DIRECTOR GENERAL INCDFM, Dr. Ionuț ENCULESCU

Semnătura: