

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00616

(22) Data de depozit: 07/10/2021

(41) Data publicării cererii:
28/04/2023 BOPI nr. 4/2023

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
MICROTEHNOLOGIE-IMT BUCUREȘTI,
STR.EROU IANCU NICOLAE 126A,
VOLUNTARI, IF, RO

(72) Inventatori:
• IONESCU OCTAVIAN NARCIS,
STR.GOLEȘTI, NR.15, PLOIEȘTI, PH, RO;
• CERNICA ILEANA VIORICA,
STR.ION CÂMPINEANU NR.33, BL.3, SC.C,
ET.4, AP.85, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,
RO;
• PASCU RĂZVAN, NR.582,
COMUNA MAGURENI, PH, RO;
• POPESCU ALINA MIHAELA,
ȘOS.OLTENIȚEI, NR.47, BL.1, SC.3, ET.3,
AP.89, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO

(54) CELULĂ FOTOVOLTAICĂ CU DIODA SCHOTTKY
ÎNCORPORATĂ ÎN COLECTOR PENTRU APLICAȚII
ÎN DOMENIUL AEROSPAȚIAL

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de celulă fotovoltaică cu diodă Schottky încorporată în colector caracterizat prin aceea că dioda Schottky este realizată pe aceeași plachetă de siliciu monocristalin pe care este realizată și celula fotovoltaică și asigură ocolirea acesteia atunci când sistemul propus este înglobat într-un șir de celule fotovoltaice conectate în serie și celula respectivă se întrerupe/defectează. Sistemul de celulă fotovoltaică cu diodă Schottky încorporată, conform invenției, este realizat pe o plachetă (301) de depunere pe fața plachetei a unui strat (307) gros de oxid de siliciu în care se va deschide, prin tehnici de fotolitografie, aria activă a diodei și a celulei fotovoltaice în care, pentru realizarea contactului Schottky (anodul diodei) se va depune un strat (306) metalic Ti/Au, în vreme ce catodul diodei este un alt strat metalic (303) realizat din Ti/Au care se depune pe spatele plachetei (301).

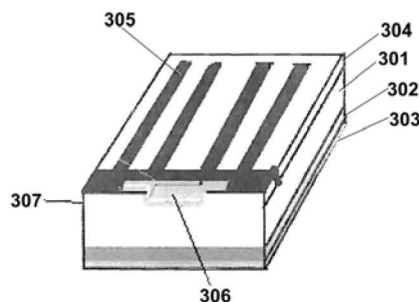


Fig. 3

Revendicări: 2
Figuri: 3



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr.	a 2021 de 616
Data depozit	07 -10- 2021

CELULĂ FOTOVOLTAICĂ CU DIODA SCHOTKY ÎNCORPORATĂ ÎN COLECTOR PENTRU APLICAȚII ÎN DOMENIUL AEROSPAȚIAL

Inventatori: Octavian IONESCU, Ileana Viorica CERNICA, Răzvan PASCU, Alina Mihaela POPESCU

Descrierea invenției:

Invenția se referă la proiectarea și realizarea unui sistem de celulă fotovoltaică cu o diodă Schottky încorporată în colectorul acesteia precum și la metoda de obținere a acesteia. Necesitatea introducerii unei diode Schottky în colectorul celulelor fotovoltaice pentru aplicații în domeniul aerospațial deriva din faptul că în acest domeniu se folosesc matrici de celule fotovoltaice de mici dimensiuni, conectate serie/paralel pentru obținerea tensiunilor/curenților necesari aplicației. Întreruperea unui element din șirul de celule fotovoltaice conduce la compromiterea întregului șir, ca urmare în majoritatea aplicațiilor sunt folosite diode în montaj paralel cu elementele fotovoltaice. În aplicațiile aerospațiale orice element adăugat sistemului introduce o greutate suplimentară ceea ce reduce implicit sarcina utilă pe care o poate transporta avionul, satelitul, sau orice alt mijloc de transport aerian. Incorporarea diodei în celule fotovoltaice reduce la maxim acest dezavantaj.

Problema tehnică pe care o rezolvă această invenție constă în evitarea întreruperii șirurilor de celule fotovoltaice prin realizarea unei diode Schottky încorporate în zona colectorului celulei fotovoltaice. În cazul defectării/întreruperii celulei fotovoltaice aceasta va fi by-passată de dioda încorporată.

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

Figura 1:

Figura 1 Prezintă un șir (101) de celule fotovoltaice de mici dimensiuni (102), conectate în serie prin intermediul unei benzi de cupru (103), așezate pe suprafața superioară a aripii unui avion (104) și în detaliu, modul în care ar trebui introduse diodele Schottky (105) pentru a asigura continuitatea șirului în cazul defectării unei celule.

Figura 2

Figura 2 Prezintă o celulă fotovoltaică de mici dimensiuni realizată pe un suport de siliciu monocristalin (201) și modul în care este realizată dioda Schottky respectiv (202) colectorul Si P⁻ realizat prin difuzie de Bor, stratul metalic (203) de conectare (Ti Au), stratul de (204) oxid de siliciu (SiO₂) și anodul diodei Schottky (205) respectiv contactul metalic realizat dintr-un strat metalic din Ti Au.

Figura 3

Figura 3 Descrie structura diodei Schottky realizată pe același substrat pe care este realizată celulă fotovoltaică.



În general în aplicațiile aerospațiale se folosesc celule fotovoltaice de mici dimensiuni.

Aripile avioanelor / UAV-urilor (avioane fără pilot) reproduc profilul aripilor avioanelor clasice având o secțiune concav-convexă. Suprafața curbata-convexă a bordului superior al aripii reprezintă o adevărată încercare pentru cei ce încearcă să atașeze pe aceasta celule fotovoltaice. Un prim element de dificultate este generat de faptul că celulele fotovoltaice de înaltă eficiență sunt realizate pe suport dur, drept ce nu se poate mola pe suprafața curbata a aripii, iar cel de-al doilea este generat de faptul că unghiul de incidență al razelor solare nu este optim, diminuând astfel randamentul de conversie al ariei de celule dispuse pe aripa. Cele mai multe celule fotovoltaice sunt realizate pe baza plachetelor de siliciu monocristalin sau policristalin. Cele mai bune rezultate în ceea ce privește eficiența celulelor fotovoltaice sunt de 29.1% pentru celule unijoncțiune și 31.6% pentru celulele cu mai multe joncțiuni. Există și celule fotovoltaice realizate în tehnologia filmelor subțiri ce folosesc GaAs (Arseniura de Galiu), însă, eficiența acestora nu depășește 13% ceea ce nu le face atractive pentru aplicații precum UAV-urile.

Numeroase soluții constructive pentru a realiza diodele Schottky [1], [2] au fost propuse în brevete și cereri de brevete însă în urma analizei literaturii de specialitate nu am găsit o soluție similară dezvoltată special pentru a fi aplicată în realizarea unei celule fotovoltaice cu dioda Schottky încorporată pe același substrat de siliciu monocristalin.

Fabricarea diodei Schottky:

Se pleacă de la același tip de placheta de Si monocristalin slab dopată (de regulă $10^{14} - 10^{15} \text{ cm}^{-3}$) de tip p (p-). Această concentrație a purtătorilor în materialul de bază asigură formarea unui contact de tip Schottky în urma definirii unui metal pe suprafața ei acesta reprezentând anodul diodei. Pentru fabricarea catodului (spatele plachetei) este nevoie de un substrat puternic dopat așa ca este de preferat să se facă o difuzie de B pentru a ajunge la o concentrație de purtători de ordinul $\sim 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ (p+). În urma acestui proces spatele plachetei va avea o rezistivitate mai mică, fapt ce conduce la formarea unui contact Ohmic.

Primul pas important în realizarea diodei Schottky constă în depunerea pe fața plachetei a unui strat gros de oxid (SiO_2) prin tehnica LPCVD (Low Pressure chemical Vapor Deposition) pentru pasivare.

În acest oxid se va deschide prin tehnici de fotolitografie aria activă a diodei. Pentru realizarea contactului Schottky (anodul diodei), în această fereastră de oxid se va defini contactul Schottky prin depunerea unui sandwich metallic (Ti/Au) și utilizând tehnici de fotolitografie.

Pentru realizarea contactului Ohmic (catodul diodei), un alt strat metallic format din Ti/Au se va depune pe spatele plachetei.

O imagine a diodei Schottky în secțiune transversală este prezentată în Figura 2.

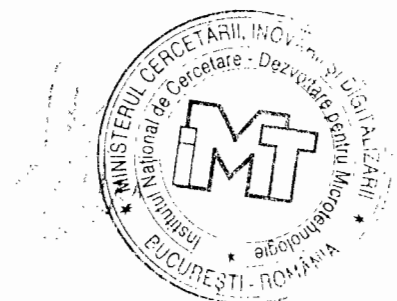
Avantajele realizării unei celule fotovoltaice cu dioda Schottky încorporată în colector:

- Fabricarea diodei Schottky pe același substrat pe care este realizată celula fotovoltaică complică substanțial procesul de fabricație însă prezintă un avantaj major, acela



de a asigura continuitatea sirului de celule fotovoltaice conectate serie, evitand intreruperea acestuia in cazul defectarii unei celule.

- Un alt avantaj major este evitarea introducerii de diode ca elemente discrete in circuit. Implicit prin reducerea numarului de componente scade semnificativ si probabilitatea de defectare a acestora. In cazul aplicatiilor din domeniul aerospacial, reducerea greutatii este un element esential la fel de important precum si cresterea fiabilitatii produselor instalate pe vectorii aerieni.



**CELULĂ FOTOVOLTAICĂ CU DIODA SCHOTKY ÎNCORPORATĂ ÎN
COLECTOR PENTRU APLICAȚII ÎN DOMENIUL AEROSPAȚIAL**

Inventatori: Octavian IONESCU, Ileana Viorica CERNICA, Răzvan PASCU, Alina Mihaela POPESCU

Bibliografie:

- 1) Josef Dietl, Taddiken Hans USPTO, US 2004/0012066A1, „SCHOTTKY DIODE”.Pub. Date: Jan. 22, 2004
- 2) Chiang, Puo-yu, United States Patent 9570630, „Schottky diode structure”, Publication Date: 02/14/2017



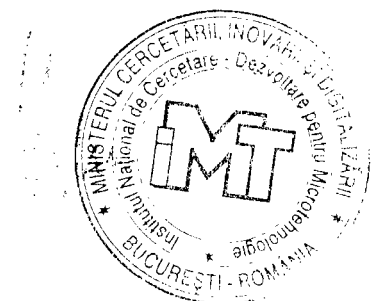
CELULĂ FOTOVOLTAICĂ CU DIODA SCHOTKY ÎNCORPORATĂ ÎN COLECTOR PENTRU APLICAȚII ÎN DOMENIUL AEROSPAȚIAL

Inventatori: Octavian IONESCU, Ileana Viorica CERNICA, Răzvan PASCU, Alina Mihaela POPESCU

Revendicări:

1. Sistem de celula fotovoltaica cu dioda Schottky incorporata in colectorul acesteia caracterizat prin aceea ca dioda Schottky este realizata pe aceeasi placheta de siliciu monocristalin pe care este realizata si celula fotovoltaica si asigura ocolirea acesteia atunci cand sistemul propus este inglobat intr-un sir de celule fotovoltaice conectate serie iar celula respectiva se intrerupe/ defecteaza.

2. Metoda de realizare a unei celule fotovoltaice cu dioda Schottky incorporata in colector acesteia asa este descris in revendicarea 1 si figura 3 **caracterizata prin aceea ca** se pleaca de la o placheta de Si (301) slab dopata de tip p (p-). Concentratia de purtatori in placheta de siliciu monocristalin este de regula $10^{14} - 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ asigura formarea unui contact de tip Schottky in urma depunerii unui metal (206) pe suprafata ei, acesta reprezentand anodul diodei. Pentru fabricarea catodului este nevoie de un substrat puternic dopat (302) asa ca este de preferat sa se faca o difuzie de B pentru a ajunge la o concentratie de purtatatori de ordinal $\sim 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ (p+). In urma acestui proces stratul (302) al plachetei va avea o rezistivitate mai mica, fapt ce conduce la formarea unui contact Ohmic. Primul pas important in realizarea diodei Schottky consta in depunerea pe fata plachetei a unui strat gros de oxid de siliciu (307) (SiO₂) prin tehnica LPCVD (Low Pressure chemical Vapor Deposition) pentru pasivare. In acest oxid se va deschide prin tehnici de fotolitografie aria activa a diodei precum si a celulei fotovoltaice. Pentru realizarea contactului Schottky (anodul diodei), in aceasta fereastra de oxid se va realiza contactul Schottky prin depunerea unui strat metalic (Ti/Au) (306), precum si colectorul celulei fotovoltaice (305), utilizand tehnici de fotolitografie. Pentru realizarea contactului Ohmic (catodul diodei), un alt strat metalic format din Ti/Au (303) se va depune pe spatele plachetei.



CELULĂ FOTOVOLTAICĂ CU DIODA SCHOTKY ÎNCORPORATĂ ÎN
COLECTOR PENTRU APLICAȚII ÎN DOMENIUL AEROSPAȚIAL

Inventatori: Octavian IONESCU, Ileana Viorica CERNICA, Răzvan PASCU, Alina
Mihaela POPESCU

Desene:

Figura 1

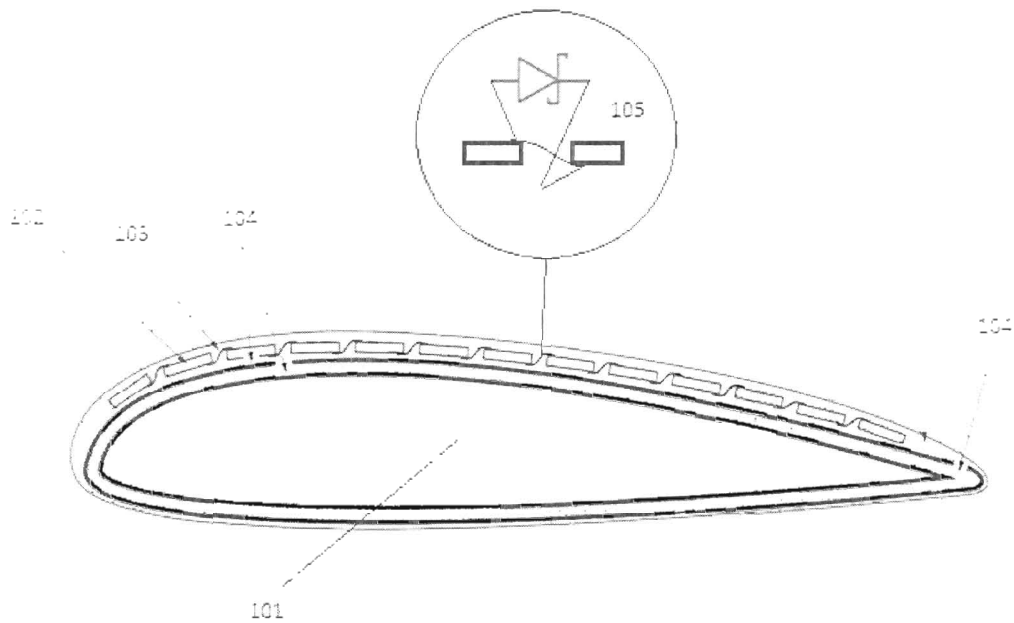


Figura 2

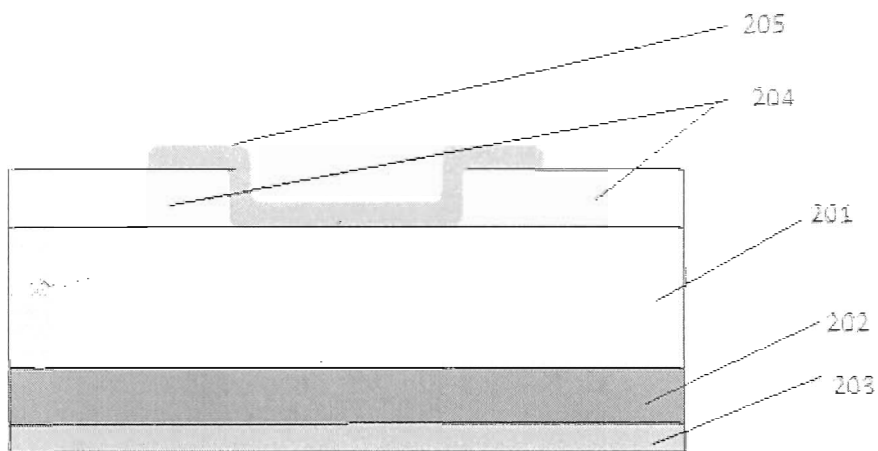


Figura 3

