



MD 4377 C1 2016.05.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **4377** (13) **C1**  
(51) Int.Cl: *H01L 31/02* (2006.01)  
*H01L 31/0248* (2006.01)  
*H01L 31/18* (2006.01)  
*H01L 31/036* (2006.01)  
*H01L 31/0368* (2006.01)  
*H01L 31/04* (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

|  |  |
|--|--|
| <p>(21) Nr. depozit: a 2010 0068<br/>(22) Data depozit: 2010.05.19<br/><br/>(41) Data publicării cererii: 2011.11.30</p>   | <p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului:<br/>2015.10.31, BOPI nr. 10/2015</p> |
| <p>(71) Solicitant: COSOV Vilghelm, MD<br/>(72) Inventatori: COSOV Vilghelm, MD; KLAUSER Victor, DE; COSOVA Tatiana, MD; MATIUȘENȘCHI Alexandru, MD<br/>(73) Titular: COSOV Vilghelm, MD</p> |  |

(54) Convertor fotovoltaic semiconductor și procedeu de fabricare a acestuia

(57) Rezumat:

1

Invenția se referă la tehnica de conversie a energiei radiației solare în energie electrică, în particular, la construcția contactelor și la compoziția chimică a materialelor, utilizate la fabricarea elementelor conducătoare de curent și semiconductoare ale convertorului fotovoltaic.

Convertorul fotovoltaic semiconductor conține un strat semiconductor, pe suprafața frontală a căruia sunt aplicate contacte metalice colectoare de curent și un strat de adeziv organosilicic, iar pe suprafața opusă a stratului semiconductor este aplicat un strat de aliaj de lipit. Stratul semiconductor este executat din nanocristale de siliciu, planele cristalografice ale cărora sunt orientate într-o direcție. Aliajul de lipit pe bază de cositor conține stibiu în cantitate de 3...4% din masa aliajului. Contactele colectoare de curent sunt confecționate din aliaj galvanic de fier-cobalt

2

sau de fier-cadmium, iar stratul de protecție din adeziv organosilicic cu grosimea de 0,17...0,2 mm este aplicat pe toate suprafețele convertorului.

Procedeu de fabricare a convertorului fotovoltaic semiconductor constă în aceea că se orientează nanocristalele de siliciu prin rotirea unei surse de câmp electrostatic exterior în jurul stratului semiconductor și se determină experimental unghiul sub care se fixează sursa de câmp electrostatic exterior. Se topește pelicula din aliaj de lipit pe bază de cositor aliat cu stibiu, se depun în aliaj nanocristalele de siliciu orientate cu alierea concomitentă a unei părți de nanocristale cu stibiu și se răcește aliajul. Placa obținută se cufundă într-o baie galvanică cu electrolit și se efectuează tratarea anodică a suprafeței frontale a stratului semiconductor în decurs de 25 s la densitatea de amplitudine a curentului de 55...60 A/dm<sup>2</sup>.

MD 4377 C1 2016.05.31

Se fixează un șablon de suprafața frontală curățită de oxizi și de impurități a plăcii obținute, se conectează placa cu catodul la o sursă de curent periodic cu impuls de retur reglabil după amplitudine și după durată, și la raportul amplitudinilor impulsului catodic și celui anodic de curent egal cu 6:1, în decurs de 3 min se mărește densitatea impulsului direct de la 0 până la 40 A/dm<sup>2</sup> și se depune aliajul

galvanic în decurs de 12...20 min la raportul stabilit al curenților. Convertorul fotovoltaic obținut se spală cu apă distilată la temperatura de ~330K, se usucă, se cufundă în adeziv organosilicic, se înlătură din vasul cu adeziv și se usucă în dulapul de uscat la temperatura de 360K timp de 10 min.

Revendicări: 2

## (54) Semiconductor photoelectric converter and method for manufacturing thereof

### (57) Abstract:

1

The invention relates to solar radiation-to-electric energy conversion technique, in particular to the design of contacts and the chemical composition of materials used in the manufacture of conductive and semiconductor elements of the photoelectric converter.

The semiconductor photoelectric converter comprises a semiconductor layer, on the front surface of which are applied metal current-collecting contacts and a layer of organosilicon adhesive, and on the back surface is applied a solder layer. The semiconductor layer is made of silicon nanocrystals, the crystallographic planes of which are oriented in one direction. The tin-lead solder comprises antimony in an amount of 3...4% of the alloy weight. The current-collecting contacts are made of iron-cobalt or iron-cadmium galvanic alloy, and the protective coating of organosilicon adhesive of a thickness of 0.17...0.2 mm is applied on all surfaces of the converter.

The method for manufacturing the semiconductor photoelectric converter consists in that silicon nanocrystals are oriented by rotating an external electrostatic field source around the semiconductor layer and is experimentally determined the angle under which is fixed the external electrostatic field

2

source. It is melt the film of tin-lead solder, doped with antimony, are deposited the solder oriented silicon nanocrystals while concomitantly alloying one part of nanocrystals with antimony and the solder is cooled. The obtained plate is immersed in a plating bath with electrolyte and is carried out the anodic treatment of the front surface of the semiconductor layer for 25 s at a current density amplitude of 55...60 A/dm<sup>2</sup>. It is fixed a stencil to the cleaned from oxides and impurities front surface of the obtained plate, is cathodically connected the plate to a periodic current source with reverse amplitude and width adjustable pulse and at a ratio of the cathode and anode current pulse amplitudes equal to 6:1, for 3 min is increased the density of the direct pulse from 0 to 40 A/dm<sup>2</sup> and is deposited the galvanic alloy during 12...20 min at the prescribed current ratio. The resulting photoelectric converter is washed with distilled water at a temperature of ~ 330K, dried, immersed in organosilicon adhesive, removed from the container with the adhesive and dried for 10 minutes in a drying room at a temperature of 360K.

Claims: 2

## (54) Полупроводниковый фотоэлектрический преобразователь и способ его изготовления

### (57) Реферат:

1

Изобретение относится к технике преобразования энергии солнечного излучения в электрическую, в частности, к конструкции контактов и химическому составу материалов, применяемых при изготовлении токопроводящих и полупроводниковых элементов фотоэлектрического преобразователя.

Полупроводниковый фотоэлектрический преобразователь содержит полупроводниковый слой, на лицевую поверхность которого нанесены металлические токосъемные контакты и слой кремнийорганического клея, а на обратную поверхность нанесен слой припоя. Полупроводниковый слой выполнен из нанокристаллов кремния, кристаллографические плоскости которых ориентированы в одном направлении. Оловянно-свинцовый припой содержит сурьму в количестве 3...4% от массы сплава. Токосъемные контакты выполнены из железо-кобальтового или железо-кадмиего гальванического сплава, а защитное покрытие из кремнийорганического клея толщиной 0,17...0,2 мм нанесено на все поверхности преобразователя.

Способ изготовления полупроводникового фотоэлектрического преобразователя состоит в том, что ориентируют нанокристаллы кремния путем вращения источника внешнего электростатического поля вокруг полупроводникового слоя и экспериментально определяют угол под

2

которым закрепляют источник внешнего электростатического поля. Расплавляют пленку из оловянно-свинцового припоя, легированного сурьмой, осаждают в припой ориентированные нанокристаллы кремния с одновременным легированием части нанокристаллов сурьмой и охлаждают припой. Погружают полученную пластину в гальваническую ванну с электролитом и производят анодную обработку лицевой поверхности полупроводникового слоя в течение 25 с при амплитудной плотности тока 55...60 А/дм<sup>2</sup>. Прикрепляют трафарет к очищенной от окислов и загрязнений лицевой поверхности полученной пластины, подключают пластину катодно к источнику периодического тока с обратным регулируемым по амплитуде и длительности импульсом и при соотношении амплитуд катодного и анодного импульсов тока равного 6:1, в течение 3 мин увеличивают плотность прямого импульса от 0 до 40 А/дм<sup>2</sup> и осаждают гальванический сплав в течение 12...20 мин при установленном соотношении токов. Полученный фотоэлектрический преобразователь промывают дистиллированной водой при температуре ~330К, сушат, погружают в кремнийорганический клей, выгружают из емкости с клеем и сушат 10 мин в сушильной камере при температуре 360К.

П. формулы: 2

**Descriere:**

Invenția se referă la tehnica de conversie a energiei radiației solare în energie electrică, în particular, la construcția contactelor și la compoziția chimică a materialelor, utilizate la fabricarea elementelor conducătoare de curent și semiconductoare ale convertorului fotovoltaic.

Se cunoaște compoziția și tehnologia de fabricare a peliculei subțiri din semiconductor din siliciu policristalin hidrogenat cu dimensiunile medii ale cristalelor mai mici de 10 nm conținând peste 50% de fază cristalină [1].

Dezavantajul acestei pelicule constă în faptul că în conținutul acesteia sunt până la 40% de siliciu amorf, ceea ce duce la scăderea eficacității energetice a convertorului și creează necesitatea măririi corespunzătoare a suprafeței iradiate a semiconductorului în scopul de a mări intensitatea curentului până la valori maxime posibile.

Se cunoaște, de asemenea, contactul de pelicule groase între semiconductorul de siliciu cristalin și electrozii conductori de curent, care constau din pastă cu conținut de argint, aplicată pe ambele părți ale semiconductorului și prelucrată termic, acoperită în partea din spate cu aliaj de lipit pe bază de cositor, iar în partea iluminată – cu aliaj de lipit și cu acoperire de nichel [2].

Dezavantajul acestui contact constă în faptul că utilizarea fondantului în timpul cositoririi și lipirii duce la scurgerea acestuia pe suprafața de lucru a semiconductorului, ecranarea parțială a acesteia, micșorarea suprafeței active, micșorarea eficacității energetice a celulei. Utilizarea nichelului pentru acoperirea fâșiiilor subțiri colectoare de curent mărește rezistența electrică a acestora și duce la un consum suplimentar de energie electrică produsă la încălzirea semiconductorului, iar utilizarea fâșiiilor colectoare de curent prefabricate complică procesul de fabricare și reduce fiabilitatea convertorului.

Cea mai apropiată soluție este convertorul fotovoltaic semiconductor, care conține o placă din semiconductor, pe suprafața din spate a căreia este aplicat un strat de aliaj de lipit din cositor-plumb, iar pe suprafața frontală sunt aplicate contacte metalice colectoare de curent din argint și nichel (sau din titan) și un strat de adeziv organosilicic, cu ajutorul căruia de placă se fixează o acoperire de sticlă de protecție, pe care este aplicată o peliculă hidrofobă. Sticla utilizată este executată cu posibilitatea formării unui câmp electric interior la acțiunea radiației ionizante [3].

Dezavantajele acestui convertor constau în: utilizarea fondantului în timpul cositoririi suprafeței din spate a plăcii din semiconductor, ceea ce duce ulterior la utilizarea incompletă a suprafeței active a acesteia, la micșorarea suprafeței de contact a cristalelor semiconductorului cu aliajul de lipit din cauza pătrunderii fondantului în adâncituri și a ecranării de către acesta a unei porțiuni a suprafeței reale a nanocristalelor semiconductorului, care la utilizarea în fotoefect ar putea mări conductibilitatea electrică a stratului de tranziție și eficacitatea energetică a convertorului fotovoltaic. Utilizarea plăcii policristaline din siliciu cu plane cristalografice parțial orientate duce la scăderea randamentului de curent al fiecărei unități de volum a materialului semiconductor. Aplicarea pe partea frontală a convertorului fotovoltaic a pastei cu conținut de argint la executarea fâșiiilor colectoare de curent înguste este legată de asemenea cu murdărirea și ecranarea unei porțiuni a suprafeței de lucru a plăcii cu substanțele liante, reducerea clarității ei optice și înrăutățirea rezultatelor fotoefectului. Utilizarea sticlei de protecție cu acoperire hidrofobă micșorează puterea de ieșire a convertorului fotovoltaic, conform rezultatelor experimentale, cel puțin cu 17...20%. Crearea cu ajutorul sticlei metalizate de protecție a câmpului electric, care frânează electronii, duce la micșorarea energiei razelor solare și puterii specifice de ieșire.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în majorarea eficienței energetice a convertorului fotovoltaic de 1,5 ori.

Convertorul fotovoltaic semiconductor, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că conține un strat semiconductor, pe suprafața frontală a căruia sunt aplicate contacte metalice colectoare de curent și un strat de adeziv organosilicic, iar pe suprafața opusă a stratului semiconductor este aplicat un strat de aliaj de lipit. Totodată stratul semiconductor este executat din nanocristale de siliciu, planele cristalografice ale cărora sunt orientate într-o direcție. Aliajul de lipit pe bază

de cositor conține stibiu în cantitate de 3...4% din masa aliajului. Contactele colectoare de curent sunt confecționate din aliaj galvanic de fier-cobalt sau de fier-cadmium, iar stratul de protecție din adeziv organosilicic cu grosimea de 0,17...0,2 mm este aplicat pe toate suprafețele convertorului.

5       Procedeul de fabricare a convertorului fotovoltaic semiconductor, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că se orientează nanocristalele de siliciu prin rotirea unei surse de câmp electrostatic exterior în jurul stratului semiconductor cu pasul de rotire de  $10^\circ$  și se determină experimental unghiul sub care se fixează sursa de câmp electrostatic exterior, se topește pelicula din aliaj de lipit pe bază de cositor aliat cu stibiu, se depun în aliaj nanocristalele de siliciu orientate cu alierea concomitentă a unei părți de nanocristale cu stibiu și se răcește aliajul. Placa obținută se cufundă într-o baie galvanică cu electrolit, care conține soluție apoasă, de exemplu, de sare a clorurii de fier - 360 g/L, sulfat de cobalt - 40 g/L la pH = 1,2...1,7 și temperatura soluției de 313K, pentru asigurarea durabilității adeziunii aliajului galvanic cu semiconductorul până la 220 g/mm<sup>2</sup> al suprafeței de contact, se efectuează tratarea anodică a suprafeței frontale a stratului semiconductor în decurs de 25 s la densitatea de amplitudine a curentului de 55...60 A/dm<sup>2</sup>, se fixează un șablon de suprafața frontală curățită de oxizi și de impurități a plăcii obținute, se conectează placa cu catodul la o sursă de curent periodic cu impuls de retur reglabil după amplitudine și după durată, și la raportul amplitudinilor impulsului catodic și celui anodic de curent egal cu 6:1, în decurs de 3 min se mărește densitatea impulsului direct de la 0 până la 40 A/dm<sup>2</sup>, se depune aliajul galvanic în decurs de 12...20 min la raportul stabilit al curenților. Convertorul fotovoltaic obținut se spală cu apă distilată la temperatura de ~330K, se usucă, se cufundă în adeziv organosilicic, se înlătură din vasul cu adeziv și se usucă în dulapul de uscat la temperatura de 360K timp de 10 min.

25       Utilizarea construcției propuse a convertorului fotovoltaic semiconductor permite de a majora eficiența energetică a procesului de conversie din contul rezultatului tehnic: îmbunătățirea contactului electric între stratul aliajului de lipit și nanocristalele de siliciu și răcirea lor concomitentă; tratarea anodică electrochimică a suprafeței frontale a stratului semiconductor cu un curent periodic cu impuls de retur reglabil după amplitudine și după durată; obținerea aliajului galvanic în regimurile, care asigură durabilitatea înaltă a adeziunii aliajului galvanic cu stratul semiconductor; formarea stratului de protecție din adeziv organosilicic; utilizarea unor materiale conductoare de curent noi pentru anod și catod.

35       Experimental a fost constatată posibilitatea majorării curentului în circuitul exterior de 1,5 ori prin schimbarea direcției de orientare a planelor cristalografice ale nanocristalelor de siliciu în raport cu direcția fluxului de lumină prin rotirea sursei de câmp electrostatic exterior, iar prin modificarea compoziției chimice a materialului anodului și catodului – posibilitatea creșterii tensiunii electromotoare cu ~250 mV. Datele obținute au fost utilizate pentru majorarea eficienței energetice a convertorului fotovoltaic semiconductor. Aceste rezultate sunt confirmate experimental în procesul de testare a variantelor de construcție și de executare a convertoarelor fotovoltaice. Constructiv a fost obținut curentul maxim posibil în circuitul exterior al convertorului fotovoltaic, au fost depistate condițiile pentru obținerea unei legături rezistente între contactele electrice și nanocristalele de siliciu prin fuziunea aliajului de lipit modificat și depunerea aliajelor galvanice pentru asigurarea contactelor conductoare durabile.

45       Convertorul fotovoltaic semiconductor conține un anod, executat din aliajul de lipit pe bază de cositor, care conține stibiu în cantitate de ~4% din masa aliajului, stratul semiconductor din nanocristale de siliciu cu dimensiunile de cca 40 nm, un catod îngroșat, executat în formă de fâșii colectoare de curent cu grosimea de 0,17...0,2 mm, ceea ce conduce la compensarea pierderilor ohmice, majorarea durabilității și durității stratului semiconductor, iar pentru executarea catodului sunt utilizate aliaje cu legătura interioară dintre electronii și nucleele atomilor acestora mai puternică.

55       Procedeul se efectuează după cum urmează.

Se orientează nanocristalele de siliciu prin rotirea unei surse de câmp electrostatic exterior în jurul stratului semiconductor cu pasul de rotire de  $10^\circ$  pentru determinarea curentului maxim posibil în circuitul exterior în condițiile date. Se determină experimental unghiul dintre axa verticală și vectorul intensității câmpului electrostatic

exterior, sub care se fixează sursa de câmp electrostatic exterior, se topește pelicula din aliaj de lipit pe bază de cositor aliat cu stibiu, se depun în aliaj nanocristalele de siliciu orientate cu alierea concomitentă a unei părți de nanocristale cu stibiu și se răcește aliajul. Pe suprafețele din spate și laterale ale plăcii obținute se depune un strat  
 5 din adeziv organosilicic, după care placa se introduce în dulapul de uscat și se usucă. Placa obținută se cufundă într-o baie galvanică cu electrolit, care conține soluție apoasă de sare a clorurii de fier - 360 g/L, sulfat de cobalt - 40 g/L la pH = 1,2...1,7 și temperatura soluției de 313K, pentru asigurarea durabilității adeziunii aliajului galvanic cu semiconductorul până la 220 g/mm<sup>2</sup> al suprafeței de contact, se efectuează  
 10 tratarea anodică a suprafeței frontale a stratului semiconductor în decurs de 25 s la densitatea de amplitudine a curentului de 55...60 A/dm<sup>2</sup>. De suprafața frontală curățită de oxizi și de impurități a plăcii obținute se fixează un șablon, placa se conectează cu catodul la o sursă de curent periodic cu impuls de retur reglabil după amplitudine și după durată, și la raportul amplitudinilor impulsului catodic și celui anodic de curent  
 15 egal cu 6:1, în decurs de 3 min se mărește densitatea impulsului direct de la 0 până la 40 A/dm<sup>2</sup>, pentru asigurarea unei legături rezistente între contactele electrice și nanocristalele de siliciu, după care se depune aliajul galvanic în decurs de 15 min la raportul stabilit al curenților. Convertorul fotovoltaic obținut se spală cu apă distilată la temperatura de ~330K, se usucă, se cufundă în adeziv organosilicic, se înlătură din  
 20 vasul cu adeziv și se usucă în dulapul de uscat la temperatura de 360K timp de 10 min.

Ulterior convertorul fotovoltaic se testează prin iradierea acestuia cu radiație solară.

Invenția propusă permite: majorarea forței electromotoare interioare între electrozi prin deplasarea potențialului anodic propriu spre partea electropozitivă și a celui  
 25 catodic – spre partea electronegativă, majorarea curentului maxim posibil al convertorului semiconductor prin orientarea nanocristalelor de siliciu într-un câmp electrostatic exterior, majorarea diferenței de potențial dintre anod și catod prin utilizarea unor aliaje galvanice cu valori ridicate ale potențialelor de sarcină nulă a suprafețelor, majorarea intensității câmpului electric interior de accelerare, doparea  
 30 unei părți de nanocristale cu stibiu, micșorarea lucrului de ieșire a electronilor din aliajul de lipit pe bază de cositor cu 0,163 eV prin doparea acestuia cu stibiu, majorarea suprafeței de contact a nanocristalelor de siliciu cu metalele anodului și catodului, reducerea rezistenței de contact la limitele de separare a aliajului și suprafețelor nanocristalelor, crearea unui câmp electric interior în stratul  
 35 semiconductor, care accelerează sarcinile libere, utilizarea aliajelor galvanice, care asigură rezistența legăturii cu nanocristalele de siliciu, suprafețele cărora posedă un potențial majorat de sarcină nulă și valori majorate ale lucrului de ieșire a electronilor până la 4,72 eV.

Exemplu

40 Pentru testări în laborator au fost fabricate câte un convertor fotovoltaic: unul – conform invenției, altul – conform celei mai apropiate soluții.

Pentru fabricarea convertorului fotovoltaic a fost utilizat un cadru demontabil pătrat din oțel, dimensiunea unei laturi interioare a căruia a fost de 100 mm. Pe două  
 45 laturi opuse ale cadrului din interior au fost fixate două rânduri de suporturi. Pe rândul de suporturi de sus a fost instalată o sticlă de cuarț cu grosimea de 3 mm, iar pe rândul de jos – un aparat de topire, alimentat de la un transformator de laborator. Partea exterioară a cadrului (în partea de mijloc a acestuia) a fost fixată rigid de un suport cu  
 posibilitatea rotirii cadrului pentru stabilirea poziției orizontale necesare a sticlei de cuarț cu ajutorul unui nivelmetru.

50 Pe sticla de cuarț a fost plasată o peliculă din aliaj de lipit pe bază de cositor (cositor-plumb) cu o grosime de 150 μm aliată cu stibiu în cantitate de 4% din masa aliajului. Pe suprafața peliculei a fost turnat un strat de nanocristale de siliciu cu dimensiuni de cca 40 nm, grosimea acestui strat a fost de 3...4 mm. Din partea cealaltă a cadrului (opusă suportului) a fost instalat un alt suport, de capătul liber al  
 55 căruia a fost fixat un lagăr de alunecare din oțel, cu o bară verticală din ceramică cu dimensiuni de 15×50×120 mm. De părțile superioară și inferioare ale barei simetric față de axa de rotație au fost fixate orizontal două plăci izolate cu dimensiuni de 110×125 mm. Una din plăci a fost conectată la polul pozitiv al unui potențostat, iar a doua – la polul negativ. Tensiunea aplicată a fost reglată de la 110 până la 240 V de la

autotransformatorul de laborator. De suportul fix a fost fixat un raportor, iar de bara mobilă – un indicator al unghiului de rotație.

5 Deasupra cadrului cu nanocristale de siliciu a fost amplasată placa, conectată la polul pozitiv, iar sub cadru – placa, conectată la polul negativ, cu respectarea aliniamentului. De la reflectorul unei lămpi cu putere de 12 W, raza de lumină a fost direcționată pe nanocristalele de siliciu cu intensitatea constantă. Pelicula din aliajul de lipit a fost conectată în serie printr-un conductor din cupru flexibil cu un rezistor de 10  $\Omega$  și cu un mili- sau microampermetru, conectat la o grilă-catod portabilă, executată în formă de un șablon conductor de curent.

10 Pentru identificarea poziției nanocristalelor, în care curentul din circuitul interior este maxim, sursa de câmp electrostatic exterior, și respectiv câmpul electrostatic exterior cu intensitatea constantă se rotește în jurul stratului semiconductor cu pasul de rotire de 10°. Fixarea valorii curentului a fost efectuată în momentul stabilirii contactelor șablonului cu nanocristalele de siliciu.

15 La stabilirea curentului maxim în circuitul exterior, a fost determinată valoarea finală a unghiului între axa verticală și indicatorul unghiului de rotație, îndreptat în direcție opusă vectorului intensității câmpului electrostatic. După determinarea unghiului egal cu 40...50°, pelicula din aliaj de lipit, plasată orizontal pe sticla de cuarț, a fost topită, în aliaj s-au depus nanocristalele de siliciu orientate, după care aliajul s-a răcit. A fost obținută o placă cu grosimea de cca 280  $\mu\text{m}$ , cu grosimea totală de 2 mm.

20 Suprafața posterioară a plăcii obținute a fost acoperită cu adezivul organosilicic și uscată. Pe suprafața frontală galvanic din electrolitul, care conținea 360 g/L de  $\text{FeCl}_2$  și 40 g/L de  $\text{CoSO}_4$  cu  $\text{pH} = 1,2$ , a fost depus un aliaj din fier-cobalt. In procesul electrochimic a fost aplicat un curent cu impuls de retur reglabil după amplitudine și după durată (vezi SU 944031 A1 1982.07.15). Înainte de depunere a fost efectuată tratatarea anodică a suprafeței frontale a stratului semiconductor în decurs de 20 s la densitatea curentului de 60  $\text{A}/\text{dm}^2$  cu impuls de retur deconectat. De suprafața frontală curățită de oxizi și de impurități a plăcii obținute a fost fixat un șablon. În decurs de 3 min a fost mărită densitatea impulsului direct de la 0 până la 40  $\text{A}/\text{dm}^2$  (ieșirea în regimul de lucru) și prin șablon a fost efectuată depunerea catodică a aliajului în decurs de 20 min la raportul amplitudinilor impulsului catodic și celui anodic de curent egal cu 6:1, densitatea catodică a curentului de 42...45  $\text{A}/\text{dm}^3$  și temperatura electrolitului de 313K. Grosimea stratului depus a fost de 180...190  $\mu\text{m}$ . După finalizarea procesului de depunere a aliajului, convertorul fotovoltaic obținut a fost spălat cu apă distilată curgătoare și uscat într-o cameră la temperatura de 333K, după care a fost supus încercărilor: fără sarcină și cu sarcină de 10  $\Omega$ . Convertorul fotovoltaic obținut a fost cufundat în adeziv organosilicic în decurs de 90 s, înlăturat din vasul cu adeziv și uscat în dulapul de uscat la temperatura de 360K timp de 10 min.

40 Încercări comparative ale convertoarelor fotovoltaice semiconductoare au fost realizate la iradierea cu radiație ionizantă solară.

45 Rezultatele testării au arătat că puterea specifică a convertorului fotovoltaic revendicat depășește puterea specifică conform celei mai apropiate soluții cu sticlă de protecție de 2,4 ori, iar fără sticlă de protecție – de 1,7 ori.

**(56) Referințe bibliografice citate în descriere:**

1. RU 2227343 C2 2004.04.20
2. RU 2303830 C2 2007.07.27
3. RU 2144718 C1 2000.01.20

**(57) Revendicări:**

1. Convertor fotovoltaic semiconductor, care conține un strat semiconductor, pe suprafața frontală a căruia sunt aplicate contacte metalice colectoare de curent și un strat de adeziv organosilicic, iar pe suprafața opusă a stratului semiconductor este aplicat un strat de aliaj de lipit, **caracterizat prin aceea că** stratul semiconductor este executat din nanocristale de siliciu, planele cristalografice ale cărora sunt orientate într-o direcție; aliajul de lipit pe bază de cositor conține stibiu în cantitate de 3...4% din masa aliajului; contactele colectoare de curent sunt confecționate din aliaj galvanic de fier-cobalt sau de fier-cadmium, iar stratul de protecție din adeziv organosilicic cu grosimea de 0,17...0,2 mm este aplicat pe toate suprafețele convertorului.

2. Procedeu de fabricare a convertorului fotovoltaic semiconductor definit în revendicarea 1, care constă în aceea că se orientează nanocristalele de siliciu prin rotirea unei surse de câmp electrostatic exterior în jurul stratului semiconductor cu pasul de rotație de  $10^\circ$  și se determină experimental unghiul sub care se fixează sursa de câmp electrostatic exterior; se topește pelicula din aliaj de lipit pe bază de cositor aliat cu stibiu, se depun în aliaj nanocristalele de siliciu orientate cu alierea concomitentă a unei părți de nanocristale cu stibiu și se răcește aliajul; placa obținută se cufundă într-o baie galvanică cu electrolit, care conține soluție apoasă, de exemplu, de sare a clorurii de fier - 360 g/L, sulfat de cobalt - 40 g/L la  $\text{pH} = 1,2...1,7$  și temperatura soluției de 313K, pentru asigurarea durabilității adeziunii aliajului galvanic cu semiconductorul până la  $220 \text{ g/mm}^2$  a suprafeței de contact; se efectuează tratarea anodică a suprafeței frontale a stratului semiconductor în decurs de 25 s la densitatea de amplitudine a curentului de  $55...60 \text{ A/dm}^2$ ; se fixează un șablon de suprafața frontală curățită de oxizi și de impurități a plăcii obținute; se conectează placa cu catodul la o sursă de curent periodic cu impuls de retur reglabil după amplitudine și după durată, și la raportul amplitudinilor impulsului catodic și celui anodic de curent egal cu 6:1, în decurs de 3 min se mărește densitatea impulsului direct de la 0 până la  $40 \text{ A/dm}^2$ ; se depune aliajul galvanic în decurs de 12...20 min la raportul stabilit al curenților; convertorul fotovoltaic obținut se spală cu apă distilată la temperatura de  $\sim 330\text{K}$ , se usucă, se cufundă în adeziv organosilicic, se înlătură din vasul cu adeziv și se usucă în dulapul de uscat la temperatura de 360K timp de 10 min.

**Șef adjunct Direcție Brevete:**

IUSTIN Viorel

**Șef Secție Examinare:**

LEVIȚCHI Svetlana

**Examinator:**

CERNEI Tatiana