

(19)



(10) **LT 5655 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

- (11) Patento numeris: **5655** (51) Int. Cl. (2006): **H01L 21/00**
- (21) Paraiškos numeris: **2008 045**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2008 06 10**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2009 12 28**
- (45) Patento paskelbimo data: **2010 05 25**
- (62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —
- (85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —
- (30) Prioritetas: —
- (72) Išradėjas:
Vida Katryna JANUŠONINĖ, LT
Julius JANUŠONIS, LT
Valdemaras JUZUMAS, LT
Loreta MESLINAITĖ, LT
Stepas JANUŠONIS, LT
- (73) Patento savininkas:
**VšĮ „Perspektyvinių technologijų taikomųjų tyrimų institutas“, Saulėtekio al.
15, LT-10224 Vilnius, LT**
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
—

- (54) Pavadinimas:
Saulės elemento gamybos būdas su vieno žingsnio selektyviu emitteriu ir kartu suformuota p^+ sritimi
- (57) Referatas:

Būdas skirtas Si saulės elemento su selektyviu emitteriu ir p^+ sritimi kitoje plokštelės pusėje suformavimui vienu difuzijos procesu. Puslaidininkinė plokštelė dengiama dielektriko sluoksniu (2) ir jame atidaroma anga (3). Plokštelė padengiama stiklu, turinčiu priešingo negu plokštelė laidumo tipo priemaišų, o kita plokštelės pusė padengiama stiklu turinčiu tokių pat priemaišų, kaip ir plokštelė. Išlaikius plokštelę aukštoje temperatūroje, vienoje plokštės pusėje ties anga susiformuoja n^+ sritis (7), po dielektriku - n sritys, o antroje plokštės pusėje p^+ sritis. Nuėsdinę sluoksnį (4), atidarome angą, kuri susitapdina su sritimi (7). Atviroje angoje chemiškai nusodinamas Ni. Lazerine abliacija suformavus stikle (5) angas, padengiamas metalas ir įdeginamas.

Technikos sritis

Šis būdas skirtas puslaidininkinio saulės elemento gamybai, o konkrečiai – saulės elemento su selektyviu emiteriu (n/n^+) bei p^+ srities kitoje plokštelės pusėje suformavimui vienu difuzijos procesu.

Technikos lygis

Laboratorinių saulės elementų kokybė žymiai skiriasi nuo masinės gamybos saulės elementų. Rekordinio efektyvumo (24,7%) laboratoriniai saulės elementai pasižymi sudėtingesne struktūra, kuriai suformuoti yra naudojama iki 6 fotolitografijų ar kitų vaizdo suformavimo procesų

[A.W.Blakers, A.Wang, A.M.Milne, J.Zhao and M. Green. Appl. Phys. Lett. Vol. 55(13) (1989), p.1363-1365; Jianhua Zhao*, Aihua Wang, Martin A. Green. Solar Energy Materials & Solar Cells 65 (2001) 429-435].

Tuo tarpu masiškai gaminami saulės elementai pasižymi ypač paprasta, minimaliu procesu skaičiumi pagaminama struktūra, tačiau jų konversijos koeficientas yra gerokai žemesnis (~16%). Yra žinoma, kad saulės elemento (SE) parametrai pagerėja, panaudojant selektyvų emiterį t.y. n srityje papildomai suformuojant n^+ sritį (stipriai legiruotą) tik po metalo kontakto, o likusį emiterio plotą legiruojant silpniau. Dabar naudojamose technologijose selektyviam emiteriui suformuoti reikia trijų aukštos temperatūros procesų: $n(1)$ ir $n^+(2)$ difuzijai, bei apsauginio sluoksnio suformavimui (3) ir lazerinio ar mechaninio pjovimo. O p^+ sritis nedarbinėje plokštelės pusėje suformuojama Al arba B difuzija į plokštelę [NB Mason, R. Russell, A. Artigao, JM Fernandez, O. Nast-Hartley, J. Sherborne, P. Banda, R. Bueno, G. Martinez, TM Bruton, "New Generation BP Solar Cell in Production The BP7180 Module", 19th Symposium PV Solarenergie, Kloster Banz (Staffelstein), 10-12 March, 2004]. Kadangi pirmosios emiterio difuzijos metu nedarbinė plokštelės pusė yra neapdengta apsauginiu sluoksniu, joje taip pat susiformuoja n sritis, kuri prieš auginant apsauginį sluoksnį, turi būti nušildinta. Nenušildinus emiterio, susidariusio nedarbinėje pusėje, Al difuzija turi būti vykdoma taip, kad sunaikintų susidariusią nereikalingą sandūrą, arba plokštelės paviršius turi būti padengtas apsauginiu sluoksniu ir per jį iššildinta kontaktinė anga iki p - tipo plokštelės

Galimybė sudaryti selektyvų emiterį vienu difuzijos procesu aptarta straipsniuose [V. Janusonienė, J. Janusonis, A. Siusys, V. Juzumas, A. Melninkaitis. /Single step selective emitter and self-aligned metal grid formation. //22nd European Photovoltaic Solar Energy Conference, Milano, Italy 2007; J.H. Bultman, A.R. Burgers, J. Hoornstra, R. Kinderman, M. Koppes, W.J. Soppe, A.W. Weeber. Proceedings of 17th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Munich, 2001], paraiškoje išradimui Lietuvoje Nr. 2007 078 (autoriai V. Janušonienė, J. Janušonis, A. Melninkaitis) bei JAV patente No. 6429037 autoriai - S.R. Wenham, M.A. Green. Minėtame JAV patente taip pat atskleidžiamas principas, kaip galima vienu metu sudaryti selektyvų emiterį bei p^+ sluoksnį nedarbinėje plokštelės pusėje (3 išradimo įgyvendinimo pavyzdys).

Šis variantas, kurio principas atskleistas JAV patente No. 6429037 leidžia pigiai ir paprastai pagaminti saulės elementą su vieno žingsnio selektyviu emiteriu bei susitapdinančiu kontaktu tiek su n^+ , tiek su p^+ sritimis, tačiau jis turi ir kelis esminius trūkumus. Pirmasis trūkumas - papildoma difuzija lazeriu, sudaranti n^+ sritį ir kartu atverianti angą apsauginiame sluoksnyje, sukuria nepageidaujamus defektus jau esančiame emiteryje, bloginančius saulės elemento parametrus. Be to papildomas legiravimas lydimas ėsdinimo, sudaro labai mažas galimybes stipriau legiruoti n^+ sritį ir ją pagilinti. Šiuos trūkumus pašalina paraiškoje Nr. 2007 078 lietuviškam patentui atskleistas būdas. Kitas trūkumas susijęs su kontaktu p^+ sričiai. Kaip rašoma patento 3 įgyvendinimo pavyzdyje p.3.7, po lazerinio kontakto atidarymo ant nedarbinės plokštelės pusės toliau seka metalo cheminis nusodinimas vienu metu abiejose pusėse. Tai labai atpigina saulės elemento gamybą, tačiau nesant ištisinio metalo sluoksnio antoje pusėje, nelieka atspindinčio sluoksnio šviesai, praėjusiai per visą plokštelės storį. Antras šio būdo trūkumas yra tas, kad vienu metu chemiškai dengiant Ni ant abiejų plokštelės pusių, jis iš tirpalo nusėda su nedidele P arba B priemaiša, priklausomai nuo naudojamo reduktoriaus [M. Šalkauskas, A. Vaškelis. Cheminė plastmasių metalizacija, Leningrad, Chimija, 1985 (rusų kalba)]. Nors eksperimentais buvo įrodyta, kad kontakto įdeginimo metu šios priemaišos nėra aktyvuojamos, tačiau pageidautina vengti priešingo tipo priemaišų visuose kontaktuose.

Siūlomame saulės elemento gamybos būde abu variantai leidžia išvengti šių trūkumų.

Išradimo esmė

Šis išradimas skirtas vienu aukštos temperatūros ir selektyvaus ėsdinimo procesu suformuoti selektyvų emiterį bei sukurti p^+ sritį apatinėje plokštelės pusėje ir angą metalo kontaktui saulės elemente, savaime susitapdinančią su n^+ sritimi. Mūsų siūlomame būde padidėjusio defektų skaičiaus emiteryje dėl apdorojimo lazeriu bei n^+ koncentracijos ribojimo išvengiama, nes anga n^+ sričiai barjeriniame sluoksnyje atidaroma lazeriu arba kitu vaizdo formavimo būdu prieš emiterio difuziją. Siekiant išvengti n srities susidarymo nedarbinėje plokštelės pusėje prieš

emiterio difuziją, minėtoji plokštelės pusė padengiama sluoksniu, turinčiu p tipo priemaišų, pvz. boro oksido. Emiterio difuzijos metu iš šio sluoksnio difunduoja boras ir sudaro stipriau legiruotą p^+ sluoksnį nedarbinėje plokštelės pusėje. Tam, kad vieno tipo priemaišos neterštų difuzinės aplinkos kito tipo priemaišomis, dedant į krosnį plokštelės suglaudžiamos to paties tipo sluoksniais ir sudedamos į vieną kasetės įpjovą. Taip sudėjus plokšteles, sluoksniai su kito tipo priemaišomis taip pat atsukti vienas į kitą, tačiau yra per kasetės įpjovų atstumų vienas nuo kito. Tai sudaro galimybę stabilizuoti difuzija formuojamų sričių parametrus. Dėl temperatūros poveikio sumažinamas lazerio indukuotų defektų skaičius emiteryje. Be to n^+ srities priemaišų koncentracijos ir gylis neberiboja galimybės nuėsdinti šios srities paviršių, kaip tai yra S.R.Wenham ir M.A. Green išradime. Selektivus fosforo stiklo nuėsdinimas, paliekant barjero likutį, sudaro galimybę atidaryti angą metalo kontaktui susitapdinančią su n^+ sritimi ir apsaugoti p^+ sritį nuo ištisinio metalo padengimo. Siūlomame būde:

- a) ant p tipo laidumo puslaidininkinės plokštelės paviršiaus dengiamas tam tikro storio dielektriko sluoksnis (barjerinis sluoksnis), kurio likutis po emiterio difuzijos ir selektyvaus fosforo silikatinio stiklo pašalinimo proceso liktų kaip paviršių pasyvuojuojantis ir metalo nusėdimą ribojantis sluoksnis;
- b) vienu iš vaizdo formavimo būdų (angl. patterning) (fotolitografija, lazerine abliacija arba mechaniniu graviravimu) dielektriko sluoksnyje atidaroma anga, skirta n^+ difuzijai;
- c) plokštelės darbinis paviršius su suformuotu piešiniu padengiamas ištisiniu legiruojančio stiklo sluoksniu, turinčiu antro tipo (n) priemaišų, kurių kiekis yra pakankamas suformuoti aukšto legiravimo sritį, ir išdžiovinamas;
- d) plokštelės nedarbinis paviršius padengiamas ištisiniu legiruojančio stiklo sluoksniu, turinčiu pirmo tipo (p) priemaišų ir išdžiovinamas;
- e) plokštelės suglaudžiamos pusėmis, padengtomis vienodo tipo priemaišų turinčiais sluoksniais ir sudedamos į vieną kasetės įpjovą (griovelį);
- f) plokštelė termiškai apdorojama ir vienoje jos pusėje (kur buvo suformuota anga barjere) sukuriama dvi skirtingo priemaišų kiekio, tačiau to paties laidumo sritys. Ties anga dielektrike susidaro didesnę priemaišų kiekį turinti sritis n^+ , o po dielektriku – mažesnę – n . Kitoje plokštelės pusėje susidaro kito laidumo tipo sritis;
- g) selektyviu ėsdikliu nuėsdinus fosforo silikatinį stiklą, atsiveria anga ties n^+ sritimi t.y. toje vietoje, kur barjerinis sluoksnis buvo nuėsdintas vaizdo formavimo metu. Antroji plokštelės pusė lieka padengta ištisiniu sluoksniu, kadangi stiklas su p -tipo priemaišomis ėsdinasi lėčiau selektyviame ėsdiklyje, negu su n -tipo priemaišomis;

- h) toliau dengiamas kontaktinis metalas, kuris nusėda tik tose vietose, kur yra atviras Si paviršius. Šio proceso metu barjerinio sluoksnio likutis apsaugo n tipo sritį, kad ji nebūtų padengta metalu;
- i) po kontaktinio metalo dengimo ant n^+ srities, antroje plokštelės pusėje lazeriu atidaromos angos likusio stiklo sluoksnyje, arba likęs stiklas nuėsdinamas, padengiamas pasyvuojantis sluoksniu, jame atidaromos angos lazeriu ir užgarinamas ištisinis metalo pvz. Al sluoksniu;
- j) izoliuojamas plokštelės kraštas ęsdinant KOH arba įpjaunant lazeriu giliau, negu emitterio sandūra
- k) metalai įdeginami
- l) storinamas laidininkas dengiant Ag, Cu arba lydmetalu

BRĖŽINIŲ APRAŠYMAS

Priedamuose saulės elemento skerspjūvio 1-7 brėžiniuose atskleidžiama išradimo esmė:

Fig. 1 pavaizduotas puslaidininkinės plokštelės (1) skersinis pjūvis su padengtu barjerinio dielektriko sluoksniu (2) ir atidaryta anga (3) barjeriniame sluoksnyje;

Fig. 2 - plokštelės skersinis pjūvis padengus pirmo tipo legiruojantį sluoksnį (4) ant pusės su barjeru ir antro tipo legiruojantį sluoksnį (5) ant antros plokštelės pusės;

Fig. 3 - puslaidininkinės plokštelės skersinis pjūvis po legiravimo iš ištisinio fosforo silikatinio sluoksnio (4) su po barjeru susidariusia n (6) ir ties barjero anga - n^+ (7) sritimi ir antroje plokštelės pusėje suformuota p^+ sritimi 8;

Fig. 4 - plokštelės skerspjūvis po legiravimo iš dujinio šaltinio, fosforo silikatinis stiklas (4) susidaręs ties anga barjere, o n , n^+ bei p^+ sritys kaip ir difuzijos iš fosforo silikatinio stiklo sluoksnio atveju;

Fig. 5 - plokštelės skerspjūvis nuėsdinus fosforo silikatinį stiklą, anga (3) barjero likutyje (2) susitapdinusi su n^+ sritimi (7), o antra plokštelės pusė padengta legiruoto stiklo (5) likučiu;

Fig. 6 - plokštelės skerspjūvis selektyviai nusodinus metalą (9) ties anga barjere ir jį įdeginus;

Fig. 7 - plokštelės skerspjūvis, išėsdinus lazeriu angas legiruoto stiklo (5) likutyje ir užgarinus ištisinį metalo sluoksnį (10) antroje plokštelės pusėje;

Fig. 8 - plokštelės skersinis pjūvis po krašto izoliavimo lazeriu ir laidininkų pastorinimo

Fig. 9 variantas, kai legiruotas stiklas nuo antros pusės nuėsdintas ir plokštelė padengiama kitu pasyvuojančiu sluoksniu (5), bei jame išėsdinamos angos iki p^+ srities;

Išsamus būdo aprašymas

Išradimo esmė atskleidžiama 1-9 brėžiniuose. Puslaidininkinė plokštelė 1 legiruota pirmo tipo priemaišomis dengiama tam tikro storio dielektriko sluoksniu 2 (fig. 1). Dielektrikas gali būti SiO_2 , Si_xN_y , TiO_2 , $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2$, Ta_2O_5 ir kiti sluoksniai, sulėtinantys fosforo difuziją. Dielektriko sluoksnis gali būti suformuojamas terminiu būdu, plazmochemiškai, ar dengiant iš tirpalo. Nuo dielektriko storio priklauso būsimosios, mažiau legiruotos, emiterio srities priemaišų koncentracija, todėl parenkamas pagal reikalą ir yra nuo 50nm storio iki 200nm. Ties būsimąja n^+ sritimi dielektriko sluoksnyje 2 suformuojama anga 3 (fig. 1), nuėsdinant jį lazeriu, naudojant fotolitografiją arba mechaniškai įpjauant. Jei barjero sluoksnis dengiamas iš tirpalo, yra galimybė dengiant šilkografijos būdu arba printeriu jame iš karto reikiamose vietose suformuoti angas 3 (fig. 2). Taip paruošta plokštelė padengiama fosforo silikatinio stiklu 4 (fig. 2), turinčiu priešingo negu plokštelė laidumo tipo priemaišų, stiklas išdžiovinamas žemoje temperatūroje ore. Po to ant antros plokštelės pusės padengiamas plokštelėje esančių priemaišų turintis stiklas 5 (fig.2) ir taip pat išdžiovinamas žemoje temperatūroje ore. Taip paruošta plokštelė patalpinama į krosnį aukštos temperatūros ($850-10500^\circ\text{C}$) inertinėje atmosferoje. Talpinant į krosnį, plokštelės suglaudžiamos fosforosilikatinio stiklu dengtu paviršiumi, ir sudedamos į vieną kasetės įpjovą. Išlaikius plokšteles šiomis sąlygomis nustatytą laiką, ties angomis dielektrike plokštelėje susiformuoja didesnio difuzijos gylio sritys 7 (fig. 3), turinčios didesnę priemaišų kiekį (ir mažesnę sluoksnio varžą, pvz. $10-40\Omega/\square$), o po dielektriku - mažesnio gylio sritys (6) su mažesne priemaišų koncentracija (pvz. $50-3000\Omega/\square$). Tą patį galima padaryti ir nedengiant plokštelės ištisiniu fosforo silikatinio stiklo sluoksniu, o po angų 3 (fig. 2) dielektrike sudarymo, plokštelės antrą pusę padengiant to paties tipo, kaip ir plokštelė, priemaišų turinčiu stiklu ir patalpinti į aukštos temperatūros inertinę aplinką, turinčią fosforo atomų. Tokiu atveju plokštelės suglaudžiamos antrosiomis pusėmis ir sudedamos po dvi į vieną kasetės įpjovą. Fosforo silikatinis stiklas 4 su didele fosforo koncentracija žymia dalimi susidaro ties atviru puslaidininkio paviršiumi (fig. 5) o difuzija per barjerą vyksta, kaip ir anksčiau aprašytu atveju. Rezultatas ir tolesni veiksmai vienu ir kitu atveju yra tie patys. Selektiviai nuėsdinę fosforo silikatinį stiklą, atidarome angą 3 iki Si paviršiaus, kuri savaime susitapdina su n^+ sritimi 5 (fig. 6). Plokštelę įmerkus į tirpalą turintį Ni jonų, ant atviro puslaidininkio paviršiaus nusėda Ni sluoksnis 7 (fig. 7), sudarantis kontaktą su puslaidininkio n^+ sritimi. Barjero sluoksnio likutis 2 (fig.7) apsaugo n tipo sritį nuo padengimo metalu, o p^+ sritį saugo antroje pusėje likęs stiklas. Tolesni veiksmai gali būti skirtingi, priklausomai nuo to ar paliekame antroje plokštelės pusėje

stiklą 5 (fig.8). Jei jį paliekame, tada jame lazeriu abliuojama angų matrica iki p^+ srities ir po to užgarinamas kontakto metalas 8, sakysim. Al. Jei stiklas nuėsdinamas, tada vietoje jo dengiamas kitas pasyvuojantis sluoksnis pvz. silicio nitridas (9) ir jame lazeriu abliuojama ta pati angų matrica (Fig. 9) bei užgarinamas Al sluoksnis. Prieš įdeginant metalus, izoliuojami plokštelės kraštai, kad nebūtų trumpinimų per kraštus. Tam emiterio pusėje plokštelės pakraščiuose lazeriu įpjaunamas griovelis, kurio gylis turi viršyti n^+ srities gylį. Po to plokštelė pakaitinama inertinėje atmosferoje, kad susidarytų stabilus kontaktas tarp padengtų metalų ir atidengto Si sričių. Ištrauktos iš krosnies plokštelės panardinamos į fliusą ir tuoj pat į lydmetalį. Tokiu būdu ant Ni nusėda lydmetalio sluoksnis, kuris sumažina takelių varžą. Jei nenorime naudoti lydmetalio, ant laidininkų gali būti dengiamas Cu arba Ag elektrocheminiu arba cheminiu sėsdinimu.

Šis metodas gali būti taikomas tiek esant lygiam, tiek tekstūruotam puslaidininkinės plokštelės paviršiui. Keičiantis paviršiaus pobūdžiui, keičiasi optimalus barjero sluoksnio dengimo būdas. Aprašytas p^+ srities formavimo būdas naudojamas, kai saulės elementai gaminami ant didelės varžos plokštelių. Jei plokštelių varža maža ($0,2-3\Omega\text{cm}$), p^+ sritis nebūtina. Tokiu atveju vietoje legiruoto stiklo (5) fig.10 antroje plokštelės pusėje dengiamas nelegiruotas sluoksnis (5') (pvz. SiO_2 iš tirpalo, Si_xN_y PECVD) tokio storio, kad per jį nedifunduotų priemaišos, esančios legiruotame stikle. Angų sudarymas jame ir metalo garinimas atliekami taip pat, kaip ir anksčiau aprašytu atveju.

Išradimo įgyvendinimo pavyzdžiai

Sekantys trys pavyzdžiai yra tipiški selektyvaus emiterio saulės elemento gamybos pagal patentuojamą išradimą pavyzdžiai, besiskiriantys barjero dengimo, priemaišų įterpimo arba antros plokštelės pusės apdorojimo būdu.

Pirmasis pavyzdys

- 1.1 Ėsdinant KOH 20% tirpale, nuimami plokštelių įpjauimo pažeidimai, o po to 2% KOH tirpalo ir izopropilo alkoholio mišiniu tekstūruojamas Si paviršius;
- 1.2 Plazmocheminio SiO_2 dengimas – storis $0,12-0,2\mu$;
- 1.3 Plazmocheminio SiO_2 abliacija lazeriu, sudarant angas, atitinkančias emiterio metalizacijos vaizdą;
- 1.4 Cheminis valymas

- 1.5 Ištinio fosforo silikatinio stiklo sluoksnio dengimas iš tirpalo, turinčio 20-50% P_2O_5 suformuotame stikle;
- 1.6 Stiklo džiovinimas termostate $120^{\circ}C$ 1val.;
- 1.7 Ištinio boro silikatinio sluoksnio dengimas ant kitos plokštelės pusės iš tirpalo, turinčio 10-30% B_2O_3 suformuotame stikle;
- 1.8 Stiklo džiovinimas termostate $120^{\circ}C$, 1val.;
- 1.9 Plokštelių suglaudinimas fosforo silikatinio stiklu į vidų
- 1.10 Terminė difuzija $800-1050^{\circ}C$, inertinėje atmosferoje;
- 1.11 Fosforo silikatinio stiklo nuėdinimas plačiai žinomam P-ėsdikliu;
- 1.12 Cheminis Ni nusodinimas iš šarminio tirpalo (pH 8-10) apie 5 min.
- 1.13 Lazerinis angų matricos išėdinimas antroje plokštelės pusėje likusiame borosilikatiniame stikle;
- 1.14 Al garinimas ant nedarbinės plokštelės pusės;
- 1.15 Krašto izoliavimas, lazeriu įpjauant plokštelės pakraštyje iki 2-3 μ gylio griovelį
- 1.16 Metalų įdeginimas $350-450^{\circ}C$ inertinėje atmosferoje
- 1.17 Dengimas lydmetalu;

Antrasis pavyzdys

- 2.1 Ėsdinant karštu KOH tirpalu, nuimami plokštelių pjaukimo sukelti pažeidimai;
- 2.2 Centrifugoje dengiamas gelio sluoksnis, turintis TiO_2 , storis 0,07 - 0,2 μ ;
- 2.3 Gelio sluoksnio termodestrukcija $115-800^{\circ}C$, Ar arba O_2 aplinkoje;
- 2.4 Emiterio kontakto vaizdą atitinkančios angos abliacija lazeriu TiO_2 sluoksnyje;
- 2.5 Pažeidimų nuėmimas ėsdinant 2% KOH vandeniniu tirpalu $40-60^{\circ}C$ temperatūroje;
- 2.6 Ant antros plokštelės pusės centrifugoje dengiamas gelio sluoksnis, turintis B_2O_3 , storis iki 0,4 μ
- 2.7 Gelio termodestrukcija $120^{\circ}C$, iki 60min.;
- 2.8 Plokštelių suglaudinimas B_2O_3 turinčiu stiklu į vidų;
- 2.9 Fosforo difuzija iš dujinio šaltinio $850-1050^{\circ}C$, inertinėje atmosferoje;
- 2.10 Fosforo silikatinio stiklo nuėdinimas P-ėsdikliu;
- 2.11 Ni cheminis nusodinimas iš šarminio (pH 8-10) tirpalo 4- 5 min.;
- 2.12 Ni įdeginimas $350-450^{\circ}C$ inertinėje atmosferoje;
- 2.13 Stiklų likučių nuėdinimas HF;
- 2.14 PECVD Si_xN_y dengimas ant abiejų plokštelės pusių;
- 2.15 Lazerinė angų matricos abliacija ant plokštelės pusės be Ni;

- 2.16 Al garinimas ant plokštelės pusės su angų matrica;
- 2.17 Al įdeginimas;
- 2.18 Cu dengimas ant Ni;

Trečiasis pavyzdys

- 3.1 Ėsdinant karštu KOH tirpalu, nuimami pjaustymo sukelti pažeidimai;
- 3.2 Ant darbinės plokštelės pusės šilkografijos būdu arba printeriu dengiamas gelio sluoksnis su angomis, atitinkančiomis emiterio kontaktinių angų vaizdą;
- 3.3 Gelio termodestrukcija 450-800⁰C ore;
- 3.4 Ištinio fosforo silikatinio stiklo sluoksnio dengimas iš tirpalo, turinčio 20-50% P₂O₅ suformuotame stikle;
- 3.5 Sluoksnio džiovinimas 120 ±15⁰C apie 60 min.;
- 3.6 Ištinio sluoksnio Si_xN_y dengimas ant antros plokštelės pusės
- 3.7 Plokštelių suglaudinimas;
- 3.8 Terminė difuzija 800 – 1000⁰C, inertinėje aplinkoje;
- 3.9 Selektyvus fosforo silikatinio stiklo nuėsdinimas;
- 3.10 Angų nikeliavimas iš šarminio tirpalo 4-5min.
- 3.11 Ni įdeginimas 350-450⁰C, inertinėje atmosferoje;
- 3.9 Krašto apėsdinimas KOH tirpalu ~120⁰C temperatūroje
- 3.10 Angų matricos išabliavimas Si_xN_y sluoksnyje
- 3.11 Al garinimas ant Si_xN_y sluoksnio
- 3.12 Al įdeginimas
- 3.13 Lydmetalio dengimas ant Ni;

Pateikti trys galimi šio išradimo įgyvendinimo variantai, besiskiriantys barjero medžiaga, jos suformavimo būdu, angų barjere suformavimo būdu arba veiksmais nedarbinėje plokštelės pusėje. Tačiau aišku, kad angos formavimo būdas gali būti pasirenkamas laisvai, pagal turimas galimybes, nors lazerinis angų formavimas yra pigiausias ir efektyviausias.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Saulės elemento su selektyviu emiteriu bei savaime susitapdinančia metalizacija gamybos būdas įskaitant n ir n^+ bei p^+ sričių difuziją iš stiklo vienu aukštos temperatūros procesu, angos emiterio n^+ sričiai suformavimą mechaninio graviravimo arba lazerinės abliacijos būdu dar nesant arba jau esant suformuotai n emiterio sričiai ir metalo kontakto selektyvų sudarymą nusodinant Ni iš tirpalo vienu iš minėtų būdų atidarytoje angoje, besiskiriantis tuo, kad:
 - a) ant pirmo tipo puslaidininkinės plokštelės paviršiaus formuoja barjerinį dielektriko sluoksnį 50-250 nm storio
 - b) lokaliai pašalina barjero sluoksnį ir atidaro angą, atitinkančią emiterio metalizacijos vaizdą, didesnio legiravimo laipsnio emiterio sričiai
 - c) ant taip paruošto paviršiaus žemoje temperatūroje dengia ištisinį sluoksnį, turintį didelį kiekį (iki 50%) antro tipo priemaišų ir jį išdžiovina temperatūroje, kurioje dar nevyksta tų priemaišų difuzija į Si plokštelę
 - d) antroje plokštelės pusėje dengia ištisinį sluoksnį turintį (iki 30%) pirmo tipo priemaišų ir jį išdžiovina tomis pat sąlygomis, kaip pirmąjį sluoksnį
 - e) plokštelės suglaudina po dvi vieno tipo sluoksniais į vidų
 - f) termiškai 800 - 1050⁰C apdoroja plokštelę inertinėje atmosferoje, ko pasėkoje puslaidininkyje susidaro dvi skirtingo legiravimo lygio sritys – silpniau legiruota (50 - 3000Ω/□) po barjeru ir stipriai legiruota (5-40Ω/□) ties anga vienoje plokštelės pusėje ir kito tipo priemaišomis legiruota sritis kitoje plokštelės pusėje
 - g) nuo minėtos plokštelės paviršiaus selektyviai nuėsdina antro tipo priemaišomis legiruotą stiklą
 - h) plokštelę 3-5 min. pamerkia į Ni jonų turintį karštą šarminį tirpalą (pH 7 – 10), ko pasėkoje ant atvirų puslaidininkio sričių susiformuoja plonas Ni sluoksnis, kurio forma atitinka emiterio metalizacijos vaizdą
 - i) antroje plokštelės pusėje likusio stiklo sluoksnyje suformuojama angų matrica
 - j) ant suformuotos angų matricos užgarinamas kontaktino metalo sluoksnis
 - k) plokštelės pirmosios pusės pakraščiu išpjaunamas griovelis, gilesnis negu emiterio sandūra
 - l) inertinėje atmosferoje įdeginami abu kontaktiniai metalai
 - m) selektyviai dengiant, pastorinamas emiterio kontaktinis metalas
2. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad barjero sluoksnis yra terminis SiO_x, plazmocheminis SiO_x, plazmocheminis SiN_x, iš tirpalo dengtas SiO_x, TiO₂, aliumosilikatinis stiklas arba Ta₂O₅;

3. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad antroje plokštelės pusėje dengiamas nelegiruotas sluoksnis, tokio storio, kad per apdorojimo laiką aukštoje temperatūroje per jį nedifunduotų antro tipo priemaišos;
4. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad likęs antroje pusėje legiruotas stiklas po selektyvaus Ni nusodinimo nuėsdinamas ir abi plokštelės pusės padengiamos nelegiruotu PECVD Si_xN_y sluoksniu žemoje temperatūroje
5. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad angą barjere formuoja lazeriniu abliavimu;
6. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad 1c punkto nevykdo, o plokštes suglaudina po dvi nedarbinėmis pusėmis bei termiškai apdoroja plokštelę inertinės atmosferos sraute, kuris yra ir legiruojančios medžiagos nešėjas;
8. Būdas pagal 2 punktą, besiskiriantis tuo, kad barjero sluoksnį iš tirpalo dengia centrifugoje, o jo formavimas atliekamas 100 – 800°C deguonies, inertinėje atmosferoje arba ore;
9. Būdas pagal 2 punktą, besiskiriantis tuo, kad iš tirpalo dengiant barjero sluoksnį jame iš karto suformuoja angą didesnio legiravimo laipsnio emitterio sričiai, atitinkančiai emitterio metalizacijos vaizdą.

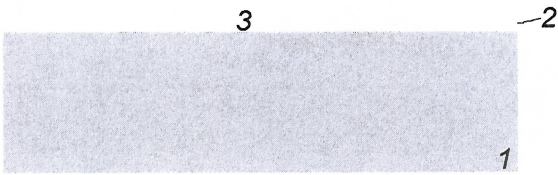


Fig. 1

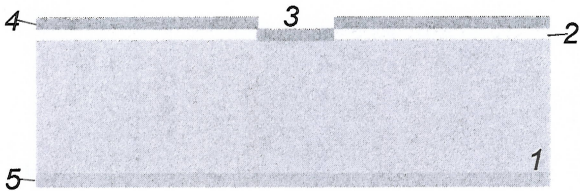


Fig. 2

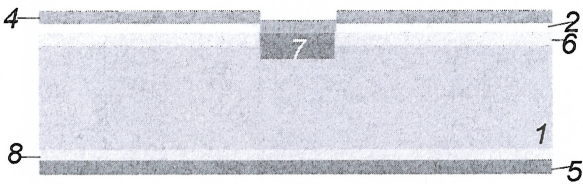


Fig. 3

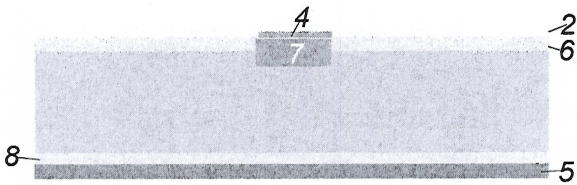


Fig. 4

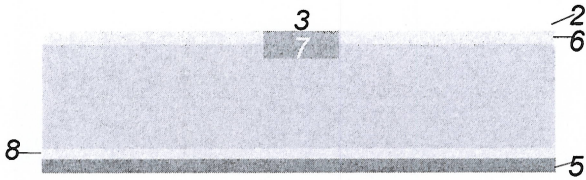


Fig. 5

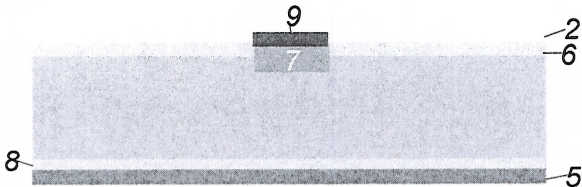


Fig. 6

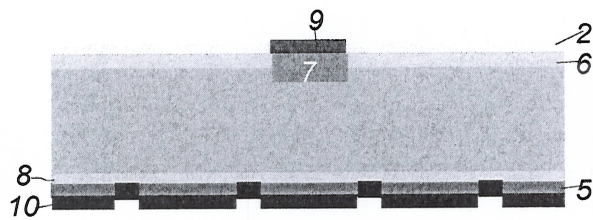


Fig. 7

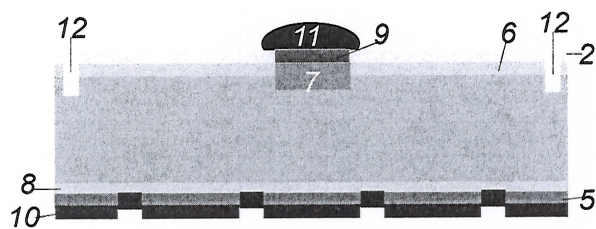


Fig. 8

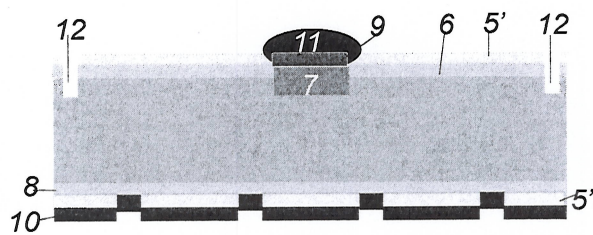


Fig. 9