

Sulydomų diodų elektrinių charakteristikų eksperimentinis tyrimas

A. Marcinkevičius, D. Šalucha, V. Jasonis

Kompiuterių inžinerijos katedra, Vilniaus Gedimino technikos universitetas,

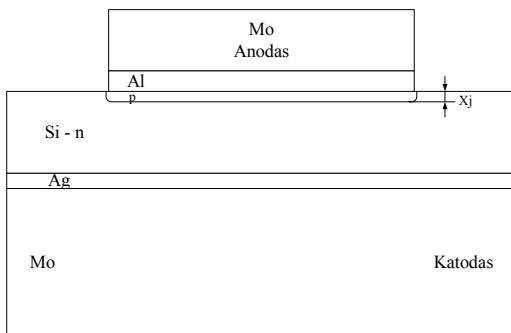
Naugarduko g. 41, LT – 03227 Vilnius, Lietuva, tel. +370 5 2744772, el. p. a.marcinkevicius@el.vtu.lt

Įvadas

Metalo ir puslaidininkio kontaktas buvo panaudotas pirmuosiuose puslaidininkiniuose dioduose. Dabar vienkrypčių laidumu pasižyminties metalo ir puslaidininkio sandūros taikomos didelės veikimo spartos ir galios puslaidininkiniuose dioduose. Be to, visiems puslaidininkiniams prietaisams reikalingi mažos varžos ominiai metalo ir puslaidininkio kontaktai [1, 2].

Išnagrinėsime šių prietaisų sandarą ir kaip, keičiant technologinio proceso parametrus, kinta sulydomų diodų elektrinės charakteristikos. Sulydomų diodų gamybos proceso ciklas nėra ilgas, tačiau technologinių problemų pasitaiko nemažai, nes tokių įtaisų elektrinės charakteristikos labai priklauso nuo metalo ir puslaidininkio ominio kontakto kokybės [3, 4, 5].

Darbe pateikiami sulydomų diodų tiesioginių srovių I_f , įtampos kritimo tiesiogine kryptimi V_f , esant žinomai tiesioginei srovei, didžiausių leistinių atgalinių srovių I_{rm} ir įtampų V_{rm} priklausomybės nuo technologinio proceso parametrų eksperimentinio tyrimo rezultatai.



1 pav. Sulydomojo diodo sandara

Tyrimo objektas

Nagrinėjamas sulydytas puslaidininkinis diodas: pn sandūrai sudaryti naudojami n silicis ir p aliuminis. Silicio diskas su aliuminio disku tam tikroje temperatūroje sulydomas. Ant Al yra dedamas molibdeno diskas – anodas, o po silicio disku – sidabro diskas, kad silicis būtų prilituotas prie apatinio molibdeno disko – katodo ir sudarytų gerą ominių kontaktą. Visos šios dalys sudedamos į grafitinius lovelius ir kaitinamos aukštoje

temperatūroje. 1 paveiksle pateikta sulydyto diodo sandara, kur dydis X_j yra pn sandūros gylis.

Eutektinis mišinys (11,7 %) esant 577 °C temperatūrai turi kieto silicio kristalų α aliuminyje (αAl), kurio koncentracija 1,65 % Si ir kieto aliuminio kristalų β silicyje (βSi), kurio koncentracija ~0,5%. Sistemą aušinant, šie kristalai lieka silicio plokštelėje ir taip pratešia monokristalą. Esant 577 °C, β sritis baigiama formuoti, ir visas likęs lydalas sukietėja į smulkiamolekulį eutektinį mišinį $\alpha Al + \beta Si$.

V_F priklausomybė nuo savitosios varžos

Sulydyto diodo tiesioginę įtampą galima išreikšti tokia formule:

$$u_f = u_F + u_{pu} + u_k; \quad (1)$$

čia

$$u_F = \frac{kT}{q} \ln \left(\frac{I_F}{I_S} + 1 \right) \quad (2)$$

– įtampos kritimas pn sandūroje;

$$u_{pm} = I_F R_{Si} \quad (3)$$

– įtampos kritimas silicio p ir n sričių varžose; T – temperatūra; k – Bolcmano konstanta; q – elektrono krūvis;

I_F – tiesioginė srovė; $R_{Si} \approx \frac{\rho_{Si}}{d_{Si}}$ – silicio sluoksnio

varža; ρ_{Si} – silicio savitoji varža; d_{Si} – silicio storis;

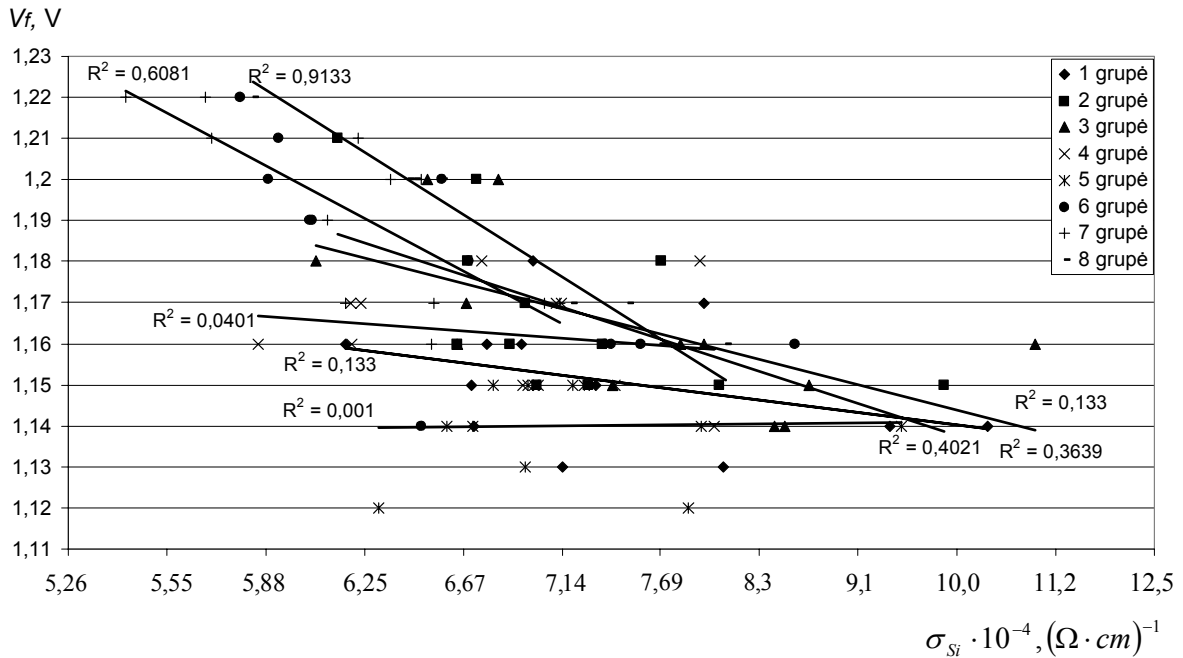
$u_k = I_F R_k$ – įtampos kritimas kontakto varžoje;

$R_k = \frac{\rho_C}{S}$; S – kontakto plotas; ρ_C – puslaidininkio ir

metalo kontakto savitoji varža, kuri išreiškiama formule

$$\rho_C = \exp \left[\frac{4\pi \sqrt{\epsilon_{Si} \cdot m^*}}{h} \left(\frac{\psi_B}{\sqrt{N}} \right) \right]; \quad (4)$$

čia ϵ_{Si} – silicio dielektrinė skvarba; N – legiravimo priemaišų koncentracija; m^* – krūvininko efektyvioji masė; h – Planko konstanta; ψ_B – Šotkio barjero aukštis.



2 pav. Tiesioginės įtampos priklausomybė nuo savitojo laidumo σ_{Si} esant skirtingiems koreliacijos koeficientams R^2

Įvertinus (2), (3), (4) išraiškas (1) lygtis turės tokį pavidalą:

$$u_f = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{I_F}{I_S} + 1\right) + I_F \left\{ \frac{\rho_S}{X_j} + \frac{1}{S} \exp\left[\frac{4\pi\sqrt{\epsilon_{Si} \cdot m^*}}{h}\right] \left(\frac{\psi_B}{\sqrt{N}}\right) \right\} \quad (5)$$

Iš (5) formulės matome, kad tiesioginė įtampa U_f priklauso nuo daugelio parametų ir ją tiksliai apskaičiuoti sunku. Diodų gamyboje svarbu įvertinti, kaip įtampa U_f priklauso nuo savitosios slauksnio varžos ρ_S , kai kiti parametrai nekeičiami. Tam tikslui buvo paruoštas specialus eksperimentinis tyrimas, kurio metu matuojamos diodų su skirtingų varžų siliciumu ρ_{Si} tiesioginės įtampos U_f esant duotai (šimtų amperų eilės) tiesioginei srovei I_F . Sulydytojo diodo V_F priklausomybės nuo silicio savitojo laidumo $\sigma_{Si} = \frac{1}{\rho_{Si}}$ pateiktos 2 paveiksle.

Eksperimentui buvo paimtos aštuonios grupės Si diskų ir suskirstytos pagal vertes.

Gautoji V_f priklausomybė nuo savitojo laidumo σ_{Si} pateikiama 2 paveiksle.

Iš $V_f(\sigma_{Si})$ charakteristikų galima nustatyti σ_{Si} technologines normas, kurioms esant gausime reikalingas V_f vertes.

Eksperimento duomenys buvo statistiškai apdoroti su „SQCPack 2000“ programų paketu. Iš gautų duomenų sudaromi X – R kontrolės kortų grafikai.

Statistinio apdorojimo rezultatai 24 imtims yra šie: slauksnio varžos R_S didžiausioji vertė 53,10 Ω/l ; vidurkis 43,58 Ω/l ; mažiausioji vertė 32,50 Ω/l ; $\sigma_{R_S} = 5,51 \Omega/\text{l}$; $\pm 3\sigma_{R_S}$ ribos 30,36 – 56,81 Ω/l ; ρ_{Si} didžiausioji vertė 1551,00 Ωcm ; vidurkis $\bar{\rho}_{Si} = 1248,21 \Omega\text{cm}$; mažiausioji vertė 939,00 Ωcm ; $\sigma_{\rho_{Si}} = 162,65 \Omega\text{cm}$; $\pm 3\sigma_{\rho_{Si}}$ ribos 866,78 – 1629,63 Ωcm ; V_f didžiausioji vertė 1,22 V; vidurkis 1,17 V; mažiausioji vertė 1,12 V; $\sigma_V = 0,03 \text{ V}$; $\pm 3\sigma_V$ ribos 1,12 – 1,22 V.

Gauti tyrimo rezultatai panaudoti technologinio proceso statistiniam reguliavimui.

V_f priklausomybė nuo silicio plokštelės storio

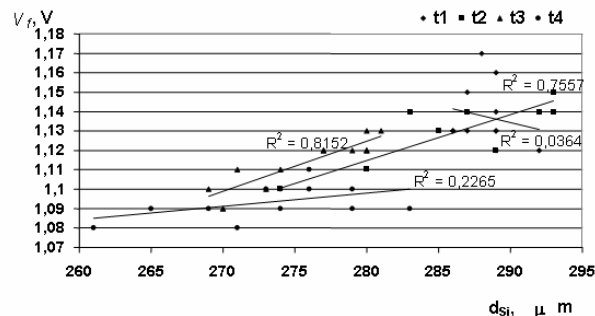
Si plokštelės storis d_{Si} taip pat turi įtakos tiesioginėms įtampoms. Tarsime, kad silicio savitoji varža ρ_{Si} yra apribota tam tikru intervalu, o keičiamas tik Si plokštelės storis (3 pav).



3 pav. Si plokštelė prieš ėsdinimą ir po jo

Si plokštelė ėsdinama agresyvioje rūgštyje ir nupoliruojiama iki reikiamo storio. Eksperimento metu keičiama ėsdinimo trukmė ir sekama, kokią įtaką ėsdinimo trukmė, o kartu ir Si plokštelės storis, turi tiesioginėms įtampoms.

Pasirenkamos ėsdinimo trukmės $t_1 < t_2 < t_3 < t_4$. Kiekvienai ėsdinimo trukmei nagrinėti pasirenkame po 12 Si plokštelių. Išmatuojame jų storius ir paviršines varžas prieš ėsdinimą ir po jo. Tiesioginių įtampų V_f priklausomybės nuo Si plokštelės storio d_{Si} pateiktos 4 paveiksle.



4 pav. V_f priklausomybės nuo d_{Si}

Per skirtingą ėsdinimo laikotarpį nuėsdinamas skirtingas Si sluoksnis. 1 lentelėje pateikiame sluoksnio storio ir ėsdinimo spartos nuokrypius nuo technologinio vidurkio.

1 lentelė. Si plokštelių ėsdinimo spartos ir storio nuokrypiai

Ėsdinimo trukmė	t_1	t_2	t_3	t_4
Nuėsdinto sluoksnio storio nuokrypis nuo vidurkio, %	-27	-38	25	40
Ėsdinimo spartos nuokrypis nuo vidurkio, %	65	-44	-9	-23

Kaip matyti iš 1 lentelės, ėsdinimo spartos ir sluoksnio storio vertės nuokrypiai smarkiai keičiasi. Norint nuėsdinti didesnę Si sluoksnį, reikia ilginti ėsdinimo trukmę.

Nagrinėjant 4 pav. pateiktus grafikus matyti, kad, mažėjant plokštelės storii d_{Si} , V_f sklaida mažėja ir, kai $t > t_2$, V_f nustoja keistis.

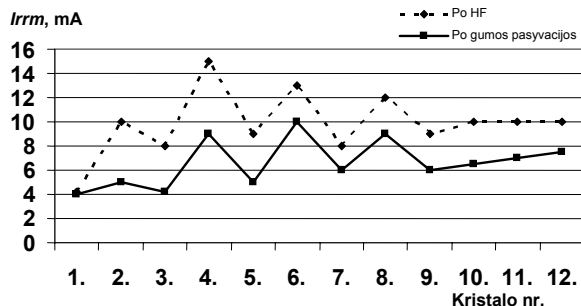
Statistinio apdorojimo rezultatai 12 imčių yra: d_{Si} parametro didžiausioji vertė 287,00 μm ; vidurkis 279,83 μm ; mažiausioji vertė 271,00 μm ; $\sigma_i = 5,57 \mu\text{m}$; $\pm 3\sigma$ ribos 268,76 – 290,91 μm ; V_f parametro didžiausioji vertė 1,14 V; vidurkis 1,11 V; mažiausioji vertė 1,08 V; $\sigma_i = 0,02 \text{ V}$; $\pm 3\sigma$ ribos 1,09 – 1,14 V.

Atgalinių charakteristikų (I_{rrm} esant tam tikram V_{rrm}) priklausomybė nuo pn sandūros ėsdinimo trukmės

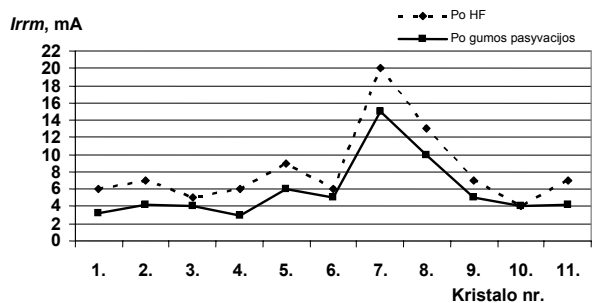
Po sulydymo operacijos atliekamas pn perėjimo ėsdinimas agresyvioje HF rūgštyje. Pateiksime įvairius ėsdinimo trukmių variantus ir panagrinėsime, kokią įtaką jie turi atgalinėms charakteristikoms. Sulydymo metu susidaro Al – Si lydalas ne vien pačioje sandūroje, bet ir aplink ją, tai yra ties pn sandūra susidaro Al – Si perteklius. Tam pertekliui pašalinti ėsdinami jau sulydyti diodai. Kuo ilgesnė HF ėsdinimo trukmė, tuo labiau atsiveria pn sandūra (5 pav.).



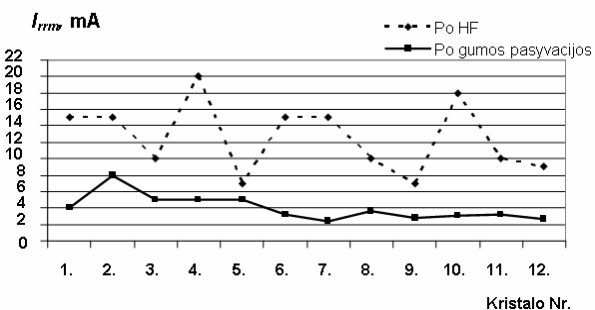
5 pav. SD po sulydymo operacijos



6 pav. Kristalų I_{rrm} charakteristikos, kai ėsdinimo trukmė t_1



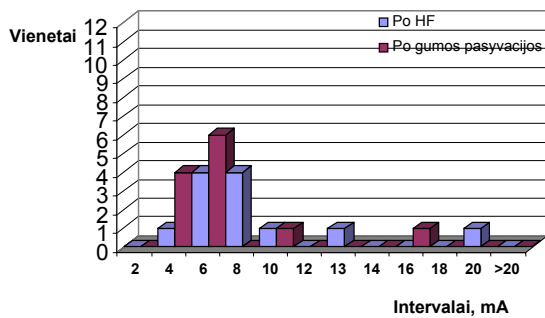
7 pav. Kristalų I_{rrm} charakteristikos, kai ėsdinimo trukmė t_2



8 pav. Kristalų I_{rrm} charakteristikos, kai ėsdinimo trukmė t_3

Po sulydymo operacijos prie pn sandūros (5 pav.) susidaro perteklinis Al – Si sluoksnis, kurį turime pašalinti ėsdindami agresyvioje rūgštyje. Eksperimento metu keičiama ėsdinimo trukmė ir matuojamos atgalinės charakteristikos. Pasirinktos laiko trukmės $t_1 < t_2 < t_3$, tarp kurių yra 15 minučių intervalas. Gautieji rezultatai pateikti 6 – 8 paveiksluose, kai $V_{rrm} = 400 \text{ V}$, esant temperatūrai T_{max} .

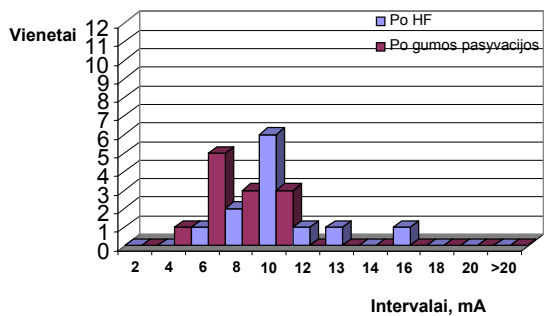
Kaip matome iš 6 pav., I_{rrm} vertės po ėsdinimo ir gumavimo nedaug skiriasi. Kreivė „po gumos pasyvacijos“ atkartoja kreivės „po ėsdinimo“ vertes, bet jos yra mažesnės, nes kreivė „po gumos pasyvacijos“ pasislinkusi žemyn.



9 pav. Pirmojo varianto I_{rrm} verčių pasiskirstymo histogramos

Panašus atvejis parodytas 7 pav., kai buvo ėsdinta laikotarpį t_2 . 8 paveiksle pateikti eksperimento duomenys, kurio metu buvo ėsdinta ilgiausiai – t_3 laikotarpį. Kaip matome, ėsdinimas turi svarbią įtaką atgalinėms charakteristikoms, nes visi taškai buvo pagerinti, t. y. vertės tapo mažesnės. Iš to darome išvadą: kuo ilgiau ėsdiname HF rūgštyje, tuo didesnis Al – Si lydalo sluoksnis yra nuėsdinamas ir tuo labiau yra priartėjama prie pn sandūros. Ji tarsi tampa atviresnė. Todėl šiai atvirai sandūrai labai svarbi gumos pasyvacija, kuri apsaugo nuo išorinio elektrinio lauko.

9 – 11 pav. pateikiame visų trijų variantų parametrų verčių pasiskirstymo histogramas.



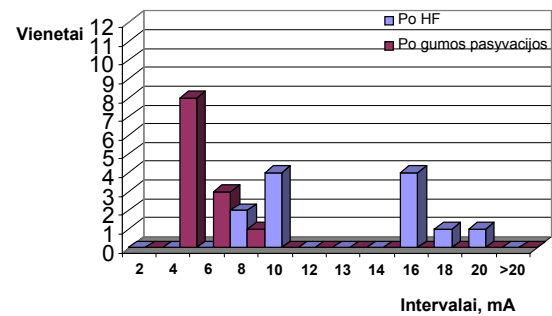
10 pav. Antrojo varianto I_{rrm} verčių pasiskirstymo histogramos

Apibendrinant 9 – 11 paveikslus galima teigti, kad visais atvejais I_{rrm} parametrų pasiskirstymui po ėsdinimo būdinga sklaida. Po gumos pasyvacijos sklaida sumažėja ir vertės pasislenka žemyn. Trečiajame variante net aštuoni vienetai yra susitelkę 2 ÷ 4 mA intervale.

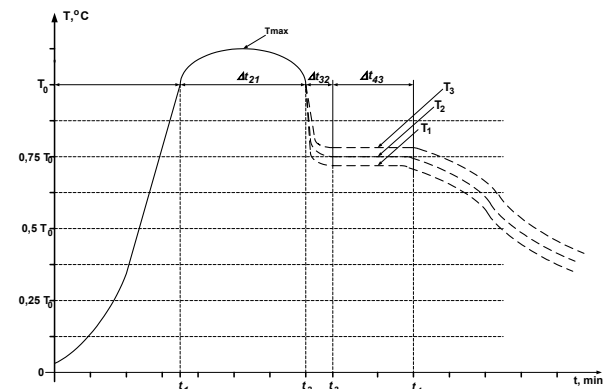
Atgalinių charakteristikų priklausomybė nuo sulydymo temperatūros profilio

Čia pateiksime elektrinių charakteristikų I_{rrm} (esant tam tikram V_{rrm}) priklausomybes nuo sulydymo

temperatūrų T_i profilio. Sulydymo profilį sudaro trys zonos: sandūra pn susidaro pereinant iš antrosios temperatūrų zonos į trečiąją. Įlydymo gylis priklauso tiek nuo plokštelių judėjimo greičio, tiek nuo trečiosios zonos temperatūros. Nagrinėjamu atveju plokštelių judėjimo greitis buvo pastovus. Buvo keičiama trečiosios zonos temperatūra. Kaip žinome, aliuminio ir silicio eutektika susidaro 577 °C temperatūroje. Pirmosios ir antrosios zonų temperatūrų nekeičiame, nes jos skirtos Si ir Ag plokštelėms suvirinti su apatiniu Mo disku, sudarant omini kontaktą. Keičiama tik trečiosios zonos temperatūra.



11 pav. Trečiojo varianto I_{rrm} verčių pasiskirstymo histogramos



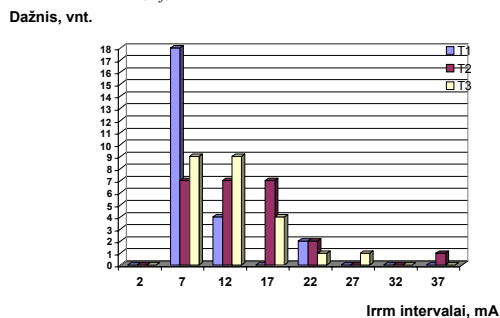
12 pav. Sulydymo temperatūrų pasiskirstymo profilis (kur $\Delta t_{34} = t_4 - t_3$, $\Delta t_{23} = t_3 - t_2$, $\Delta t_{12} = t_2 - t_1$)

2 lentelė. III zonos temperatūrų keitimo rezultatai

Parametrai	III zona – T_1		
	$I_{rrm}(T_n)$, mA	$I_{rrm}(T_n)$, mA	V_f , V
\bar{X}	6,33	0,35	1,1583
R	15	2,3	0,15
	III zona – T_2		
\bar{X}	12,25	0,7	1,1588
R	30,5	3,5	0,09
	III zona – T_3		
\bar{X}	10	0,86	1,1454
R	21	9,9	0,15

Eksperimentas atliekamas ant to paties skersmens Si plokštelių; sulydymo temperatūrų pasiskirstymo profilis parodytas 12 pav. Atgalinių charakteristikų parametrai T_1 , T_2 ir T_3 temperatūrų zonose surašyti 2 lentelėje.

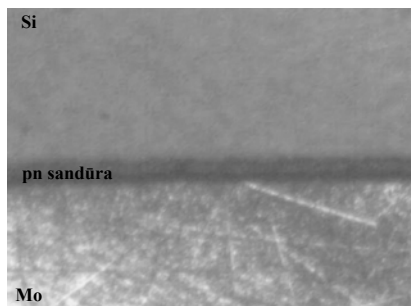
Iš 2 lentelės matome, kad tiesioginių elektrinių charakteristikų skirtumas yra nedidelis – 1,156 % maksimalios vertės; toks skirtumas yra įvertinamas kaip prietaiso paklaida. Todėl darome išvadą, kad trečiosios zonos keitimas mažai turi įtakos tiesioginėms elektrinėms charakteristikoms (V_f).



13 pav. Atgalinių srovių I_{rrm} parametru pasiskirstymo histograma



a)



b)

14 pav. SD atliktas kampinis šlifas: a – bendras vaizdas, b – skersinis pjūvis

13 pav. pateikiame visų trijų variantų parametru pasiskirstymo histogramą. Matavimai buvo atliekami esant $V_{rrm} = 400V$, maksimaliai temperatūrai T_m ir kambario temperatūrai T_n . Matome, kad atgalinių srovių vertės yra geriausias esant trečiosios zonos temperatūroms – T_j . Čia

atgalinių srovių vertės yra mažesnės tiek normaliose, tiek maksimaliose temperatūrose. Išmatavus diodų storius nustatyta, kad kylant temperatūrai trečiojoje zonoje Al giliau įsilydo į Si plokštelę ir diodų storiai mažėja:

- T_1 temperatūroje – 1,741 mm;
- T_2 temperatūroje – 1,727 mm;
- T_3 temperatūroje – 1,721 mm.

Iš visų sulydytų kristalų buvo paimta iš kiekvienos grupės po vieną, norint padaryti jų kampinį šlifą ($\alpha=10^\circ$) ir išmatuoti pn sandūros gylius (14 pav.).

Atlikus šlifą, pn sandūra buvo ryškinama dviem būdais. 3 lentelėje pateikiami ryškinimo rezultatai.

Kaip matome iš 3 lentelės, tiek pirmuoju, tiek antruoju ryškinimo metodu turime tendenciją, kad pn sandūra tuo gilesnė, kuo trečiosios zonos temperatūra didesnė.

3 lentelė. pn sandūros ryškinimo rezultatai

Grupė, iš kurios buvo paimtas kristalas	pn sandūros gylio nuokrypis nuo vidurkio (pirmasis ryškinimo būdas), %	pn sandūros gylio nuokrypis nuo vidurkio (antrasis ryškinimo būdas), %
III zona – T_1	14	15
III zona – T_2	7	-12
III zona – T_3	-21	-27

Tai galima būtų paaiškinti tuo, kad pirmojoje ir antrojoje zonoje yra pakankamai aukšta temperatūra aliuminiui ir aušinant žemesnėje trečiosios zonos temperatūroje aliuminis giliau įsiskverbia į silicio plokštelę ir susidaro gilesnė pn sandūra. Kaip matome iš šio eksperimento rezultatų, esant žemesnei trečiosios zonos temperatūrai, elektrinės savybės suprastėja.

Išvados

1. Atliktas eksperimentinis sulydytų diodų tiesioginių ir atgalinių charakteristikų statistinis tyrimas priklausomai nuo technologinio proceso parametru. Gauti tyrimo rezultatai panaudoti gamybos technologiniam procesui reguliuoti.

2. Nustatyta, kad tiesioginės diodų įtampos priklauso nuo Si plokštelės storio. Gautos tiesioginių įtampų priklausomybės nuo Si plokštelės storio.

3. Išnagrinėta HF ėsdinimo trukmės įtaka pertekliniam Al – Si sluoksnio pašalinimui ties pn sandūra. Nustatytos ėsdinimo trukmės, kurios būtinos pasyvuojant pn sandūrą polimerine guma.

4. Nustatyta elektrinių charakteristikų priklausomybė nuo sulydymo profilio trečiosios zonos temperatūrų. Parodyta, kad trečiosios zonos temperatūros keitimas beveik neturi įtakos tiesioginėms elektrinėms charakteristikoms (V_f), o giliausia pn sandūra gaunama, esant žemiausiai trečiosios zonos temperatūrai.

Literatūra

1. Kim E. D., Zhang C. L., Kim S. C and others. Design of High – Power Reverse – Conducting Gate – Commutated Thyristors. // Proceedings of 23rd International Conference on Microelectronics (MIEL 2002), –Yugoslavia, 2002. Vol. 1, Nis. – P. 147 – 150.

2. **Vasile V. N, Cecilia P.** Reduced time high temperature processing for thyristor silicon wafers. // 9th Int. Conference on Advanced Thermal Processing of Semiconductors – RTP'2001. – P. 265 – 269.
3. **Tadauchi M., Komatsu I., Tateishi H., Teshima K.** Sn – Zn Eutectic Alloy Soldering in a Low Oxygen Atmosphere // 2nd International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing (EcoDesign'01).– Tokyo, Japan, 2001.
4. **Блихер. А.** Физика силовых биполярных и полевых транзисторов. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 25 с.
5. **Зи С.** Физика полупроводниковых приборов / Перевод с английского – В. А. Гергель, В. В. Ракатин. – Москва: Мир, 1984.
6. **Domeij M., Lutz J., Silber D.** On the Destruction Limit of Si Power Diodes During Reverse Recovery With Dynamic Avalanche // IEEE Transactions on Electron Devices. – 2003. Vol. 50, No. 2. – P. 486 – 493.
7. **Nakagawa T., Tokunoh F., Yamamoto M., and others.** A New Low Loss High Power GTO with Low Snubber Capacity // Industry Applications Society Annual Meeting, 1993, Conference Record. – 1993. – Vol. 2. – P. 1299 – 1304.

Pateikta spaudai 2005 04 17

A. Marcinkevičius, D. Šalucha, V. Jasonis. Sulydomų diodų elektrinių charakteristikų eksperimentinis tyrimas // Elektronika ir elektrotechnika. – Kaunas: Technologija, 2005. – Nr. 6(62). – P. 41–46.

Ekspirimentiškaiai ištirta sulydomų diodų tiesioginių ir atgalinių įtampų priklausomybė nuo silicio plokštelės savitosios varžos ir storio. Išnagrinėtos atgalinių įtampų priklausomybės nuo ędinimo HF rūgštyje trukmės. Ištirta diodų tiesioginių ir atgalinių įtampų priklausomybė nuo sulydymo temperatūrų profilio pasiskirstymo. Gauti eksperimentinio tyrimo rezultatai patvirtina, kad, mažėjant savitajam silicio sluoksnio laidumui, didėja tiesioginių įtampų vertės. Išanalizavus sulydyto diodo tiesioginės varžos dedamąsias, padaryta išvada, kad esminę įtaką tiesioginei įtampai turi silicio sluoksnio varža. Ekspirimentiškaiai patvirtinta, kad, norint gauti mažesnes tiesioginių įtampų vertes, reikia ploninti Si plokšteles, apribojant paviršines varžas. Ištirta paviršiaus ędinimo trukmės įtaka pramušimo įtampoms. Nustatyta, kad ilgiau ędinant HF rūgštyje pašalinamas perteklinis Al – Si sluoksnis ir priartėjama prie pn sandūros, kuri pasyvuojama su polimerine guma ir taip pagerinamos atgalinės įtampos vertės. Nustatyta elektrinių charakteristikų priklausomybė nuo sulydymo profilio trečiosios zonos temperatūrų. Parodyta, kad trečiosios zonos temperatūros keitimas mažai turi įtakos tiesioginės diodo įtampoms. Taip pat nustatyta, kad gilesnės pn sandūros yra gaunamos esant žemesnėms trečiosios zonos temperatūroms. Ekspirimentinio tyrimo rezultatai panaudoti gamybos technologinio proceso parametrams valdyti. Il. 14, bibl. 7 (lietuvių kalba; santraukos lietuvių, anglų ir rusų k.).

A. Marcinkevičius, D. Šalucha, V. Jasonis. Experimental Investigation of Electric Parameters of Alloy Diodes // Electronics and Electrical Engineering. – Kaunas: Technologija, 2005. – No. 6(62). – P. 41–46.

Dependences of forward and backward voltages of diodes on silicon disc resistivity, on silicon disc's thickness, dependences backward characteristics on duration of etching in HF acid and forward and backward dependences on alloying temperature profile was investigated. The obtained experimental investigation results confirm that decreasing of resistivity values increases forward characteristics. Experimental investigation results confirm that if we need to get lower values of forward characteristics, we must reduce silicon disc's thickness, limiting resistivity. The influence of surface etching on backward characteristics was investigated. Determined that extending duration of etching in HF acid, eliminates excess of Al – Si layer and brings close to pn junction, which is covering with polymeric rubber. Dependences of electrical characteristics on alloy profile's third's zone temperature was collected. It was proved, that changing of third's zone doesn't a big influence to forward characteristics. Determined that innermost depth of pn junction available when it is the lowest temperature of third zone. The results of investigation was used for control of parameters of technological processes. Ill. 14, bibl. 7 (in Lithuanian; summaries in Lithuanian, English and Russian).

А. Марцинкявичюс, Д. Шалуха, В. Ясонис. Экспериментальное исследование электрических характеристик сплавных диодов. – Каунас: Технология, 2005. – № 6(62). – С. 41–46.

Экспериментально исследованы зависимости прямых и обратных напряжений сплавных диодов от собственного сопротивления и толщины пластины кремния. Исследованы зависимости обратных напряжений от времени травления в HF кислоте. Исследованы зависимости прямых и обратных напряжений диодов от распределения профиля температур сплавления. Получены экспериментальные результаты исследования подтверждают, что уменьшая собственную проводимость слоя кремния, увеличиваются значения прямых напряжений. Проанализировав составные прямого сопротивления сплавленного диода, получен вывод, что существенное значение на прямое напряжение имеет сопротивление слоя кремния. Экспериментально подтверждено, что желая получить меньшие значения прямых напряжений, надо делать более тонкими пластины кремния, ограничивая поверхностное сопротивление. Исследована зависимость времени травления поверхности на полученные пробивные напряжения. Установлено, что при большем времени травления в HF кислоте, удаляется избыточный Al - Si слой и приближается к pn переходу, который пассивируется при помощи полимерной резины, в результате чего улучшаются значения обратного напряжения. Установлена зависимость электрических характеристик от профиля температур сплавления третьей зоны. Показано, что изменение температуры третьей зоны в незначительной степени определяет прямые напряжения диода. Также установлено, что более глубокие pn переходы получаются при меньших температурах третьей зоны. Результаты экспериментального исследования использованы в производстве для управления параметрами технологического процесса. Ил. 14, библи. 7 (на литовском языке; рефераты на литовском, английском и русском яз.).

DOI: 10.5755/j02.eie.10473