

Periodinių struktūrų formavimas silicio fotovoltiniams elementams metalu inicijuotu ęsdinimu

Formation of the periodic structures for silicon photovoltaics by metal assisted etching

Mindaugas Kamarauskas¹, Marius Treideris, Audružis Mironas, Vladimir Agafonov, Arūnas Šetkus

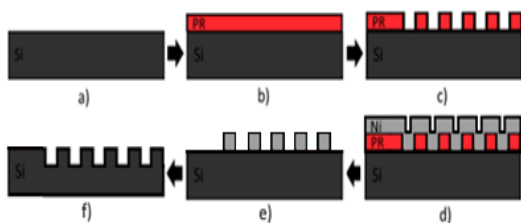
¹Fizinių ir technologijos mokslų centras, Savanorių pr. 231, 02300 Vilnius

mindaugas.kamarauskas@ftmc.lt

Vienas pagrindinių XXI amžiaus pradžios uždavinių – atsinaujinančių energijos šaltinių praktinio pritaikymo plėtra. Fotovoltinių elementų (FV) technologija pritaikyta saulės celėms gaminti tiek, jog pagal energijos generavimo kaštus jau konkuruoja su tradicinėmis pramoninės energetikos rūšimis. Kol kas siliciu paremti saulės elementai yra labiausiai paplitę rinkoje. Nors moderniosios saulės elektrinės kaštuose elementams tenka tik trečdalis, tačiau aštri konkurencija tarp gamintojų vis dar skatina tiek mažinti procesų sąnaudas, tiek didinti elementų efektyvumą. 3D fotovoltinio elemento koncepcija [1], paremta silicio gilaus paviršiaus raižymo matrica ir reljefą atkartojanti p-n sandūra, ženkliai padidintų paviršiaus plotą, nekeičiant tūrio. Tai sumažintų gamyboje naudojamos medžiagos kiekį, elemento storį ir svorį. Dėl to, yra svarbu suderinti gilaus tekstūravimo sąlygas su sąlygomis aukštam elementų našumui gauti.

Periodinių gilaus profilio struktūrų formavimas yra vienas iš kelių reikalingų išspręsti technologinių uždavinių. Šiuo metu tai atliekama sausu ęsdinimu per litografijos metodu iš užgarinto metalo suformuotą kaukę [2]. Tačiau ši metodika yra per brangi elementų gamybai. Mūsų darbo tikslas pakeisti sausą ęsdinimą metalu inicijuotu cheminiu ęsdinimu ir per litografijos būdu specialiai suformuotą metalinę kaukę silicio padėkle gauti gilaus profilio periodinę struktūrą.

Periodinėms struktūroms formuoti buvo naudojami p-tipo, (100) orientacijos, 1-5 Ωcm varžos silicio padėklai. Litografijos būdu suformavus piešinį ant padėklų buvo magnetroninio dulkinimo metodika užgarinti 10 ir 80 nm storio sidabro, nikelio ar vario

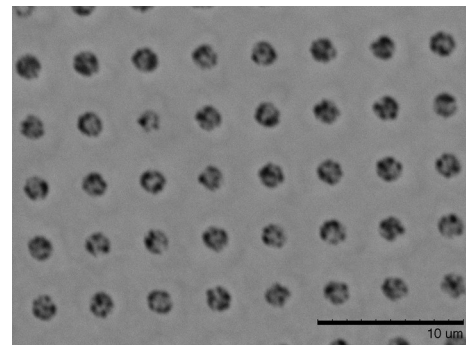


1 pav. Periodinės struktūros formavimas naudojant metalu inicijuotą ęsdinimą

sluoksniai. Atlikus nukėlimo procedūra buvo suformuoti 2 μm skersmens metaliniai apskritimai išsidėstę periodiškai. Metalu inicijuotas ęsdinimas buvo

atliekamas HF, H₂O₂ ir H₂O mišinio ęsdiklyje (1 pav.). Optinės mikroskopijos metodika nustatyta kaip keičiasi struktūrų matmenys plokštumoje bei naudojant atominės jėgos mikroskopiją išmatuoti ęsdinimo gyliai bei struktūrų matmenys plokštumoje. Buvo įvertinta struktūrų parametru po ęsdinimo priklausomybė nuo metalo sluoksnio storio, ęsdinimo laiko ir ęsdiklio sudėties.

Tipinė metalu inicijuotu cheminiu ęsdinimu suformuotos periodinė struktūra parodyta 2 pav.



2 pav. Periodinės struktūros silicio paviršiuje SEM nuotrauka (skalė 10 μm)

Atlikti tyrimai parodė, kad naudojant plonus metalo sluoksnius galima suformuoti periodines struktūras silicio paviršiuje. Tokių struktūrų parametrai priklauso nuo metalo sluoksnio, ęsdinimo trukmės bei ęsdiklio sudėties. Parenkant šiuos parametrus galima gauti kontroliuojamą parametru matricą 3D elemento formavimui.

Reikšminiai žodžiai: metalu inicijuotas ęsdinimas, silicis, kontroliuojamas ęsdinimas

Padėka

Tyrimą finansuoja Lietuvos mokslo taryba (sutarties Nr. MIP-70/2015).

Literatūra

- [1] A. Setkus, I. Šimkiene, M. Treideris, V. Bukauskas, A. Reza, A. Nano-Hole Array Based 3D C-Si Solar Cell with Enhanced Light Conversion Characteristics, 28th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition Proceedings, 312 – 315, 2013, doi:10.4229/28thEUPVSEC2013-1AV.2.20.
- [2] P. Wang, Z. Liu, K. Xu, D. J. Blackwood, M. Hong, A. G. Aberle, and I. M. Peters, IEEE J. Photovolt, 7(2), 493-501 (2017).