

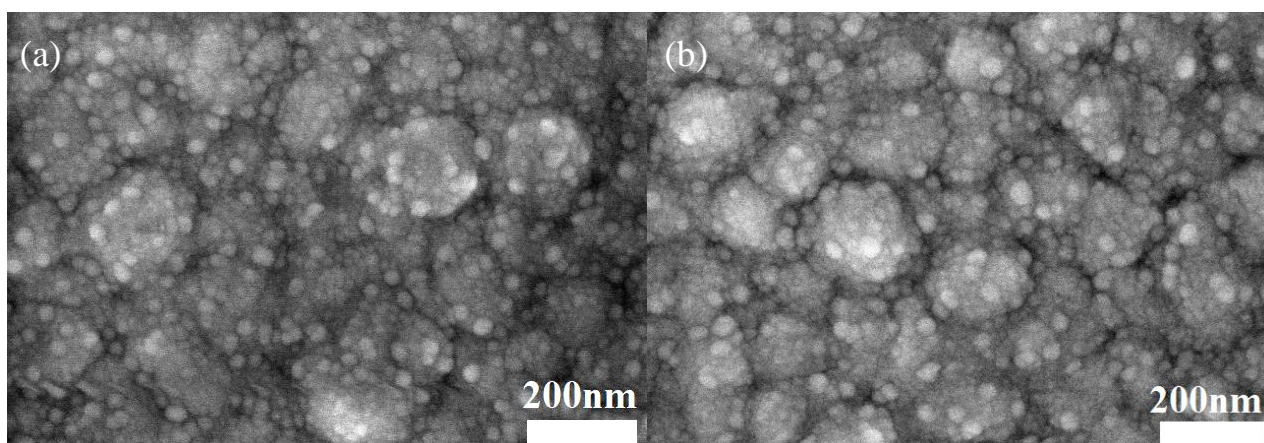


I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Informatīvais ziņojums par ERAF projektā No. 1.1.1.1/16/A/203, “Daudzslāņu silīcija nanokondensators ar uzlabotiem dielektriskiem slāņiem” paveikto laika posmā 01.05.2018.-31.07.2018.

Pārskata periodā veikti sekojošie pētījumi:

1. Analizējot iepriekšējo atskaites periodu mērījumu rezultātus un Si₃N₄ nanoslāņu izgatavošanas tehnoloģiskus parametrus, izstrādāta rekomendācija samazināt skābekļa koncentrāciju daudzslāņu Si₃N₄ izgatavošanas procesā. Piemēram, veikt Si₃N₄ sintēzi, izmantojot paaugstinātas kvalitātes reaktīvās gāzes.
2. Analizēta vienslāņa un daudzslāņu Si₃N₄ virsmas morfoloģija, izmantojot skenējošās elektronu mikroskopijas (SEM) metodi (1. attēls). Novērots, ka nitrīda slāņus veidojošo graudu izmēri ir līdzīgi neatkarīgi no nitrīda nanoslāņu skaita, robežās no 15 līdz 40 nm diametrā.



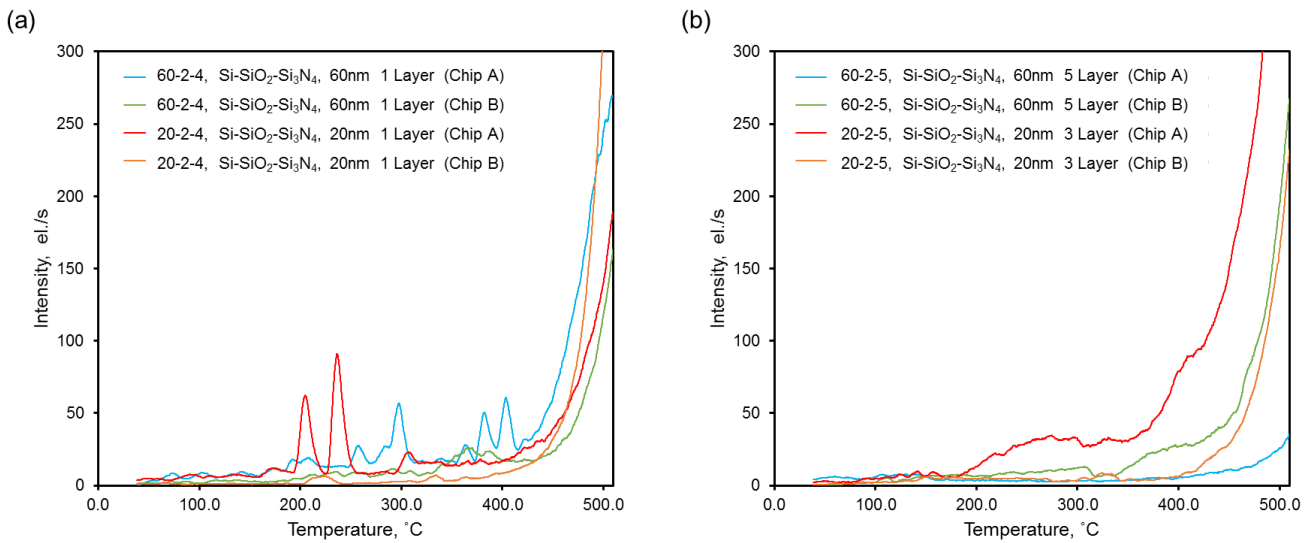
1.attēls. Si-SiO₂-PolySi-Si₃N₄ parauga ar Si₃N₄ slāņa kopējo biezumu 40 nm virsmas morfoloģijas SEM attēli: (a) vienslāņa Si₃N₄; (b) piecu nanoslāņu Si₃N₄.

3. Tika mērīta fotoelektronu (FE) un termostimulētā eksoelektronu emisija (TSEE) Si-SiO₂-Si₃N₄ paraugiem, kuriem Si₃N₄ slāņa kopējais biezums ir 20 un 60 nm (Tabula 1). Si₃N₄ tika iegūts, izmantojot paaugstinātas kvalitātes reaktīvās gāzes.

Tabula 1. Si-SiO₂-Si₃N₄ paraugu apraksts, kas tika izmantoti FE un TSEE analīzei

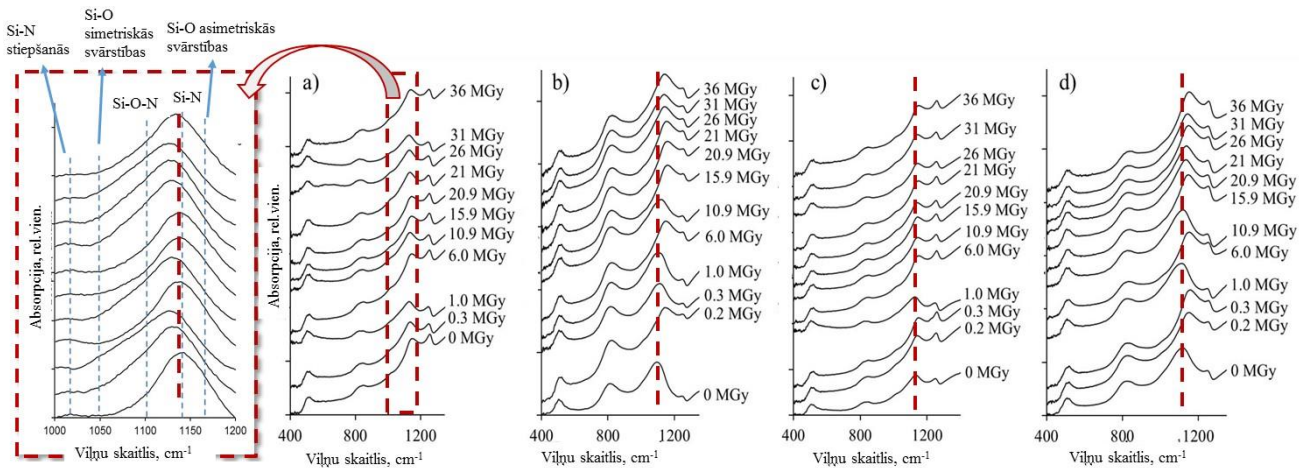
Kods	Materiāls	Si ₃ N ₄ biezums (nm)	Si ₃ N ₄ slāņu skaits	Analizēto paraugu (“čipu”) skaits	FE izejas darbs (eV)	
					Čips A	Čips B
60-2-5	Si-SiO ₂ -Si ₃ N ₄	60	5	2	4.75	4.85
60-2-4	Si-SiO ₂ -Si ₃ N ₄	60	1	2	4.80	4.90
20-2-5	Si-SiO ₂ -Si ₃ N ₄	20	3	2	4.80	4.90
20-2-4	Si-SiO ₂ -Si ₃ N ₄	20	1	2	4.85	4.90

Analizējot FE izejas darbu (Tabula 1), netika novērotas būtiskas izmaiņas vai tendences starp dažādiem Si₃N₄ biezumiem vai slāņu skaitiem.



2. attēls. Si-SiO₂-Si₃N₄ paraugu ar Si₃N₄ slāņa kopējiem biezumiem 20 un 40 nm TSEE spektri: (a) vienslāņa Si₃N₄; (b) daudzslāņu Si₃N₄.

TSEE mērījumu rezultāti temperatūras diapazonā 30–500 °C ir apskatāmi 2. attēlā. Abu biezumu (20 nm un 60 nm) vienslāņa Si₃N₄ paraugiem temperatūras diapazonā 200–400 °C tika novēroti vairāki asi elektronu emisijas pīķi (2.(a) attēls). Savukārt daudzslāņu Si₃N₄ paraugiem (20 nm un 60 nm) atbilstošie pīķi netika novēroti (2.(b) attēls). Šādi asi emisijas pīķi vienslāņa Si₃N₄ materiālā var veidoties nevēlamo elektronu ķerājcentru dēļ. Tas var liecināt par Si₃N₄ materiāla augstāku elektronisko kvalitāti daudzslāņu Si₃N₄ paraugiem salīdzinājumā ar vienslāņa paraugiem. Tomēr, lai apstiprinātu šo hipotēzi, ir nepieciešami papildu mērījumi un analīze.



3. attēls. Normalizētie FTIR spektri: a) Si-SiO₂-PolySi-Si₃N₄ (25nm 1x); b) Si-SiO₂-PolySi-Si₃N₄ (100nm 1x); c) Si-SiO₂-PolySi-Si₃N₄ (25nm 2x), d) Si-SiO₂-PolySi-Si₃N₄ (100nm 10x). Iekavās pie paraugu apraksta uzrādīts Si₃N₄ slāņa kopējais biezums un atsevišķo Si₃N₄ nanoslāņu skaits.

4. Veikti infrasarkanā spektru mērījumi (FTIR) vienslāņa un daudzslāņu Si₃N₄ pēc apstarošanas ar paātrinātiem elektroniem (5 MeV) līdz absorbētajai dozai 36 MGy. Turpināts darbs pie FTIR absorbcijas spektros esošo saišu identificēšanas un intensitāšu izmaiņu raksturošanas (3. attēls). Novērotas izmaiņas Si-N longitudinālo saišu svārstībās (1100-1200 cm⁻¹). Savstarpēji salīdzināti Si-N saišu signāli vienslāņa un daudzslāņu nitrīdiem. Konstatēts, ka pēc apstarošanas ar elektroniem daudzslāņu nitrīdiem ir atšķirīgs Si-N saišu svārstību signāla novietojums un lielāks

signāla platums nekā vienslāņa nitrīdiem. Padziļināta spektru analīze norāda uz Si-O-N ($\sim 1100\text{ cm}^{-1}$) saišu klātbūtni daudzslāņu Si_3N_4 .

Dalība starptautiskās konferencēs:

1. Avotina, L., Dehtjars, J., Romanova, M., Shulzinger, E., Schmidt, B., Viļķens, A., Zaslavski, A., Enickek, G. Silicon Nitride Multi Nanolayer System Fabricated in One Reactor. *Proceedings of the 6th International Conference "Telecommunications, Electronics and Informatics (ICTEI 2018)"*, Moldova, Chisinau, 24-27 May, 2018. Chisinau: 2018, pp.29-32.
2. Avotina, L., Pajuste, E., Romanova, M., Zaslavskis, A., Kinerte, V., Lescinskis, B., Dehtjars, J., Kizane, G. FT-IR Analysis of Electron Irradiated Single and Multilayer Si_3N_4 Coatings. *Book of abstracts of the 8th International Conference on Silicate Materials "BaltSilica 2018"*, Latvia, Riga, 30 May-1 June, 2018. Riga: RTU Publishing House, 2018, pp.109-110.

Publicēts 23.08.2018.