

## Ātrās atsūknēšanas ietekme uz perovskīta slāņa morfoloģiju, kas uzklāts uz NiO<sub>x</sub>.

I.Kaulačs, A.Tokmakovs, K.Kundziņš, M.Zubkins, V.Vibornijs, J.Busenbergs, K.Pudzs, A.Vembris  
*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Patreiz liela uzmanība tiek veltīta hibrīdu organika-neorganika perovskīta saules elementu (PSC) pētījumiem saistībā ar to lētumu un vienkāršību izgatavošanā. Kā norāda T.Miyasaka, 1m<sup>2</sup> liela perovskīta CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbJ<sub>3</sub> aktīvā slāņa izmaksa nepārsniedz 2 USD. Taču pēdējos gados to jaudas konversija (PCE) labākajiem paraugiem ilgstoši atrodas ap 25-26% robežās, kas ir stipri zem Šokli-Kvīzera robežvērtības (ap 30%). Šajos materiālos vērojams ļoti ilgs karsto fotoģenerēto lādiņnesēju dzīves laiks līdz pat 100 ps, kā minēts vairākos Science un Nature rakstos. Pēc dažu autoru domām, teorētiski tas ļauj izveidot saules elementus ar jaudas konversijas efektivitāti līdz pat 50%. Taču līdz šim pasaulē rekorda perovskīta šūnu efektivitāte nepārsniedz 26%. Tas, iespējams, saistīts ar karsto nesēju enerģijas zudumiem biežajos transporta slāņos un arī uz graudu robežām. Tamdēļ, lai palielinātu jaudas konversiju saules šūnās jācenšas izveidot maksimāli lielu graudu slāni, kur katrs grauds sniegtos no apakšējā transportslāņa līdz pat augšējam un aizvietot biezos transportslāņus ar plāniem tunelēšanas slāņiem, kurus strāvas nesēji šķērso bez enerģijas zudumiem sakarā ar praktiski neesošu potenciālo barjeru. Karsto caurumu transportam no perovskīta CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbJ<sub>3</sub>-xCl<sub>x</sub> (i) uz apakšējo elektrodu inversajā šūnā p/i/n izvēlamies 20 nm plānu NiO<sub>x</sub> slānīti (p) uzklātu uz ITO pamatnes ar magnetrona uzputināšanas metodi. Lai iegūtu lielus perovskīta kristālitus esam izmantojuši pašizgatavotu iekārtu ātrai vakuuma atsūknēšanai nekavējoties pēc rotācijas uzklāšanas no sastāvdaļu šķīduma dimetilformamīda dimetilsulfoksīda maisījumā. Kārtnas morfoloģija un kristālitu struktūra tika pētīta ar spektrālām un elektronu mikroskopijas metodēm.

## Vacuum flash effect on the morphology of a perovskite layer deposited on NiO<sub>x</sub>

I.Kaulachs, A.Tokmakovs, K.Kundzins, M.Zubkins, V.Vibornijs, J.Busenbergs, K.Pudzs, A.Vembris  
*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Hybrid organic-inorganic perovskite solar cells (PSCs) are currently receiving a lot of attention due to their cheapness and ease of fabrication. According to T. Miyasaka, the cost of 1m<sup>2</sup> perovskite CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbJ<sub>3</sub> active layer does not exceed 2 USD. However, in recent years, their power conversion (PCE) for the best samples has been in the range of 25-26% for a long time, which is well below the Shockley-Kweiser limit value (around 30%). These materials exhibit very long lifetimes of hot photogenerated charge carriers up to 100 ps, as mentioned in several Science and Nature articles. According to some authors, this theoretically makes it possible to create solar cells with a power conversion efficiency of up to 50%. But so far, the world record perovskite cell efficiency does not exceed 26%. This is probably related to energy losses of hot carriers in thick transport layers and also on grain boundaries. Therefore, in order to increase the power conversion in solar cells, one should try to create a maximum large grains layer, where each grain extends from the bottom transport layer to the upper one, and replace the thick transport layers with thin tunneling layers, which the current carriers pass through without energy loss due to a practically non-existent potential barrier. For the transport of hot holes from perovskite CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbJ<sub>3</sub>-xCl<sub>x</sub> (i) to the lower electrode in the inverse cell p/i/n, we choose a 20 nm thin NiO<sub>x</sub> layer (p) deposited on an ITO substrate by the magnetron sputtering method. In order to obtain large perovskite crystallites, we have used a self-made device for rapid vacuum extraction immediately after spin coating from a solution of the components in a mixture of dimethylformamide and dimethylsulfoxide. The morphology of the layer and the structure of the crystallites were studied by spectral and electron microscopy methods.