

## Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu **SK-CN-RD-18-0006****In situ monitorovanie rastu a riadená príprava monovrstiev perovskitov**Zodpovedný riešiteľ **Dr. Peter Šiffalovič, PhD.**Príjemca **Fyzikálny ústav SAV**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Fyzikálny ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 845 11 Bratislava

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Institute for Advanced Materials and Technology, University of Science and Technology  
Beijing, 100083 Beijing, China

### Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Neevidované

### Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

Najvýznamnejšie publikácie, ktoré vznikli na základe bilaterálnej spolupráce a zahrňujú výsledky projektu:

- (1) Huang, F.; Li, M.; Siffalovic, P.; Cao, G.; Tian, J. From Scalable Solution Fabrication of Perovskite Films towards Commercialization of Solar Cells. *Energy Environ. Sci.* 2019, 12 (2), 518–549. <https://doi.org/10.1039/C8EE03025A>.
- (2) Huang, F.; Siffalovic, P.; Li, B.; Yang, S.; Zhang, L.; Nadazdy, P.; Cao, G.; Tian, J. Controlled Crystallinity and Morphologies of 2D Ruddlesden-Popper Perovskite Films Grown without Anti-Solvent for Solar Cells. *Chem. Eng. J.* 2020, 394, 124959. <https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2020.124959>.
- (3) Kovaricek, P.; Nadazdy, P.; Pluharova, E.; Brunova, A.; Subair, R.; Vegso, K.; Guerra, V. L. P.; Volochanskyi, O.; Kalbac, M.; Krasnansky, A.; Pandit, P.; Roth, S. V.; Hinderhofer, A.; Majkova, E.; Jergel, M.; Tian, J.; Schreiber, F.; Siffalovic, P. Crystallization of 2D Hybrid Organic-Inorganic Perovskites Templated by Conductive Substrates. *Adv. Funct. Mater.* 2021, 31 (13), 2009007. <https://doi.org/10.1002/ADFM.202009007>.
- (4) Brunova, A.; Vegso, K.; Nadazdy, V.; Nadazdy, P.; Subair, R.; Jergel, M.; Majkova, E.; Pandit, P.; Roth, S. V.; Krasnansky, A.; Hinderhofer, A.; Schreiber, F.; Tian, J.; Siffalovic, P. Structural and Trap-State Density Enhancement in Flash Infrared Annealed Perovskite Layers. *Adv. Mater. Interfaces* 2021, 8 (14), 2100355. <https://doi.org/10.1002/ADMI.202100355>.
- (5) Mrkyvkova, N.; Held, V.; Nádaždy, P.; Subair, R.; Majkova, E.; Jergel, M.; Vlk, A.; Ledinsky, M.; Kotlár, M.; Tian, J.; Siffalovic, P. Combined in Situ Photoluminescence and X-Ray Scattering Reveals Defect Formation in Lead-Halide Perovskite Films. *J. Phys. Chem.*

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

Výsledky projektu umožňujú presné načasovanie žiarenia alebo množstva prísad na výrobu perovskitových filmov pre solárne články s najvyššou účinnosťou konverzie.

### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)**

Realizovaný bilaterálny projekt výrazne zlepšil súčasné výrobné postupy perovskitových tenkých vrstiev pre novú generáciu perovskitových solárnych článkov. Najmä in-situ technika rozptylu röntgenového žiarenia vyvinutá v rámci projektu v kombinácii s fotoluminiscenčnými meraniami otvorila novú cestu pre presné sledovanie rôznych fáz tvorby perovskitových filmov. To umožnilo výrobu vysokokvalitných perovskitových filmov z hľadiska vysokej kryštalinity, nízkej mozaicity a nízkej hustoty defektov. Metodika vyvinutá v rámci projektu umožnila výrobu vysokoúčinných 3D a 3D perovskitových solárnych článkov. Okrem toho projekt podnietil novú spoluprácu nad rámec pôvodnej bilaterálnej spolupráce, čo sa jasne odráža v publikovaných vedeckých prácach s vysokými impakt faktormi. Výsledkom realizácie tohto projektu boli aj minimálne tri ďalšie vedecké projekty podané do rôznych národných a medzinárodných projektových výziev.

### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)**

The implemented bilateral project has significantly improved the current fabrication processes of perovskite thin films for the next generation of perovskite solar cells. In particular, the in-situ X-ray scattering technique developed in the project in combination with photoluminescence measurements opened a new avenue for precise tracking of the different phases of perovskite film formation. This enabled the production of high quality perovskite films in terms of high crystallinity, low mosaicity and low defect density. The methodology developed in the project enabled the fabrication of high-efficiency 3D and 3D perovskite solar cells. In addition, the project stimulated new collaborations beyond the original bilateral collaboration, which is clearly reflected in the published scientific papers with high impact factors. As a result of this project implementation, at least three additional scientific projects were submitted to various national and international project calls.