

Polarytony ekscytonowe w przestrajalnej mikrownęce z dwuwymiarowymi perowskitami w temperaturze pokojowej

K. Łempicka¹, M. Król¹, A. Wincukiewicz¹, K. Rechcińska¹, R. Mazur²,
M. Kamińska¹, W. Piecek², J. Szczytko¹, B. Piętka¹

¹Instytut Fizyki Doświadczalnej, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski, Polska

²Instytut Fizyki Stosowanej, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa, Polska

1920



2020

Hybrydowe organiczno-nieorganiczne perowskity to materiały, które cieszą się ogromnym zainteresowaniem i zastosowaniem w urządzeniach optycznych i fonicznych. Od kilkunastu lat z powodzeniem wykorzystuje się je w ogniwach słonecznych. Jednakże dwuwymiarowe (2D) perowskity posiadają także ciekawe własności optyczne. W dwuwymiarowej, krystalicznej strukturze zachowują się jak heterostruktury z rezonansem ekscytonowym stabilnym w wysokich temperaturach. W niniejszych badaniach przedstawiamy realizację przestrajalnej, planarnej mikrownęki dielektrycznej zawierającej cienką warstwę dwuwymiarowego perowskitu półprzewodnikowego ((C₆H₅(CH₂)₂NH₃)₂PbI₄) i wykazującej reżim silnego sprzężenia w temperaturze pokojowej. Dwuwymiarową warstwę perowskitu syntezowano z roztworu organicznego, który osadzono poprzez powlekanie obrotowe na zwierciadle dielektrycznym. Jedną z głównych zalet wybranych perowskitów dwuwymiarowych jest to, że ekscytony w takim materiale posiadają bardzo dużą siłę wiązania, co prowadzi do dużej stabilności nawet w temperaturze pokojowej, a także wykazują silne własności nieliniowe.

Energia modu fotonowego silnie zależy od grubości optycznej obszaru pomiędzy dwoma lustrami tworzącymi rezonator Fabry'ego-Perota, dlatego zastosowanie przestrajalnej wnęki optycznej opartej na zwierciadłach Bragga pozwoliło na kontrolę odległości pomiędzy lustrami za pomocą przesuwu piezoelektrycznego. Zastosowanie otwartej wnęki optycznej umożliwiło jednocześnie uzyskanie wnęki optycznej o wysokim czynniku dobroci pozwoliło na uniknięcie pogorszenia się jakości kryształów perowskitu - powodowanych m.in. przez wzrost górnego lustra. Reżim silnego sprzężenia między ekscytonem perowskitu, a związanym z nim modem fotonowym został zaobserwowany w temperaturze pokojowej (Rys.1) w doświadczeniach kątowno rozdzielonego odbicia i fotoluminescencji. Obserwowana siła sprzężenia ekscytonu z fotonem wyniosła ok. 110 meV, a energię modu fotonowego regulowano w zakresie 100 meV. Znaczenie naukowe projektu jest oparte na realizacji nowej platformy pozwalającej na obserwację zjawisk fizycznych w temperaturze pokojowej, które do tej pory były jedynie przeprowadzane w temperaturach kriogenicznych.

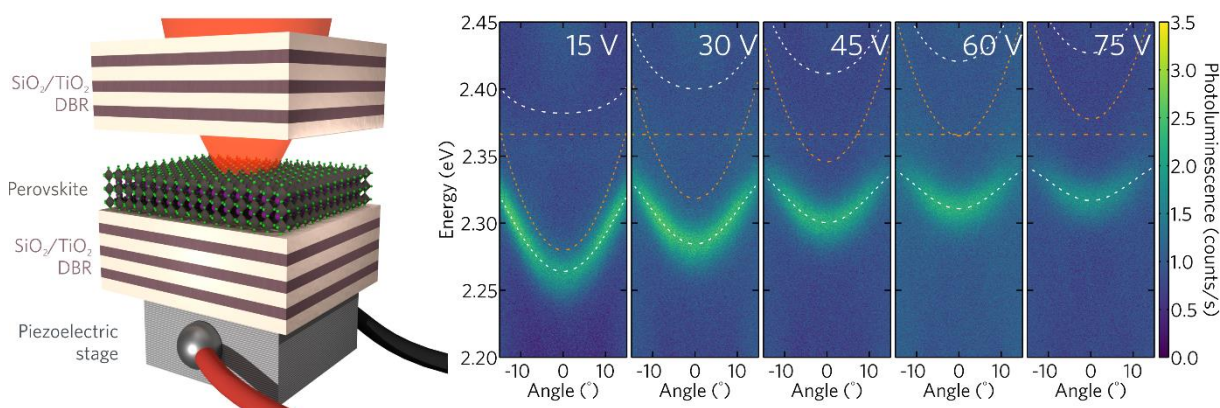


Fig. 1. (Lewy panel) Schemat struktury. Wnęka złożona z dwóch lusterek Bragga z warstwą perowskitu osadzoną na powierzchni dolnego lustra. Wolna przestrzeń pomiędzy lustrami umożliwia dostrajanie wnęki przy użyciu przesuwu piezoelektrycznego. (Prawy panel) Strojona emisja z dwuwymiarowego perowskitu w reżimie silnego sprzężenia światło-materia w temperaturze pokojowej.

