

8D05302 - «Физика» білім беру бағдарламасы бойынша
философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған
Бейсембеков Мейірхан Құрманғазыұлының «Кемтік тасымалдаушы
қабаты NiO_x /фталоцианин негізіндегі инверттелген перовскитті күн
элементі» атты тақырыбындағы диссертациялық жұмысына ғылыми
кеңесшінің

ПІКІРІ

Күн энергиясы — экологиялық тұрғыдан таза, қалпына келтірілетін және экономикалық тұрғыдан тиімді энергия көзі ретінде қазіргі уақытта айрықша өзектілікке ие. Күн элементтері энергия өндірудің баламалы және тиімді тәсілі болып саналады. Алайда олардың тиімділігін арттыру үшін жарық жұтылу коэффициентінің төмендігі мен тасымалдаушы зарядтардың рекомбинациясы сияқты бірқатар физикалық және технологиялық шектеулерді еңсеру қажеттілігі туындайды.

Соңғы жылдары перовскитті күн элементтерін (PSC) зерттеу саласында құрылымдық тұрақтылықты, энергия түрлендіру тиімділігін және технологиялық бейімделу мүмкіндігін арттыру бағытында айтарлықтай нәтижелерге қол жеткізілді. Сол бағыттағы өзекті зерттеу бағыттарының бірі — NiO_x және фталоцианин кешендері негізіндегі кемтік-тасымалдаушы қабаттарды жетілдіру арқылы перовскитті элементтердің тиімділігін арттыру болып табылады.

М.Қ. Бейсембеков, NiO_x қабықшаларын $450\text{ }^\circ\text{C}$ -қа дейін термиялық қыздыру температурасының артуы құрылымдық және электрофизикалық қасиеттердің өзгеруіне алып келетінін көрсетті, бұл өзгерістер қабыршақтың тығыздалуы барысында беткі ақаулардың қайта бөлінуімен байланысты. Сонымен қатар, қыздыру температурасы артқан сайын NiO_x қабыршағының кедергісі ұлғаятыны анықталды, бұл да қабыршақтың тығыздалуымен түсіндіріледі. Термиялық қыздыру нәтижесінде неғұрлым тығыз NiO_x қабыршағының қалыптасуы кемтіктердің шартты қозғалғыштығының төмендеуіне ықпал етті.

NiO_x /PSC қосқабатты кемтік тасымалдаушы қабатты қолдану, инверттелген перовскитті күн элементтерінде заряд тасымалдаушылардың тиімді генерациясы фталоцианин кешеніндегі орталық металл атомының табиғатына тәуелді екені анықталды.

Автор перовскитті күн элементтерінде NiO_x пен перовскит қабаттарының арасына CoPc фталоцианинінің нанотасаларынан тұратын аралық қабатты енгізу фотосезімтал қабат пен NiO_x арасындағы тікелей байланысуының түзілуіне кедергі келтіретінін көрсетті. NiO_x /перовскит шекарасында кемтіктердің тасымалы жақсарып, перовскиттің деградациясы азаяды.

Диссертациялық жұмыс ішкі біртұтастығымен ерекшеленеді: диссертацияның әрбір бөлімі өзара логикалық тұрғыдан байланысқан, ал

әрбір параграф алдыңғы бөлімде жүргізілген зерттеулердің жалғасы болып табылады.

Зерттеу барысында алынған барлық эксперименттік деректер компьютерлік өңдеуден өткізіліп, нәтижелердің сенімділігі статистикалық тұрғыдан тексерілді. Алынған мәліметтер халықаралық ғылыми қауымдастықтағы әріптестермен салыстырылып, олардың нәтижелерімен үйлесімділігі талданды.

Жалпы, М.Қ. Бейсембековтың диссертациялық жұмысының нәтижелері академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университетінің жанындағы диссертациялық кеңестің ұсынылған жұмыстарға қойылатын барлық талаптарына толық сәйкес келеді. Жұмыс мазмұны жағынан терең, әдістемелік тұрғыдан жүйелі және практикалық маңызы жоғары зерттеу болып табылады.

Диссертациялық жұмыстың нәтижелері бойынша 7 ғылыми еңбек жарияланды: Thomson Reuters және Scopus дерекқорларына кіретін журналдарда 3 мақала (Optical Materials, 2024, IF – 3,9, Q2, процентиль – 72; Small, 2025, IF – 12,1, Q1, процентиль – 92; Materials Letters, 2025, IF – 2,7, Q3, процентиль – 73);

1 мақала – ҒЖБМ ҒЖБССҚК ұсынған журналдарда;

3 мақала – халықаралық және республикалық ғылыми конференциялар материалдарында жарияланған.

Алынған нәтижелердің сенімділігі тәжірибелік деректермен дәлелденген және қорытындылары күмәнсіз. М.Қ. Бейсембековтың диссертациясы аяқталған ғылыми жұмыс болып табылады және докторлық диссертацияларға қойылатын талаптарға толығымен сай келеді.

Жасалған зерттеу нәтижелері перовскитті күн элементтерінің тиімділігін арттыру бағытындағы маңызды ғылыми үлес болып табылады. Автордың жұмысы жоғары ғылыми деңгейде орындалған, жаңалығы мен практикалық құндылығы айқындалған. М.Қ. Бейсембеков философия докторы (PhD) дәрежесін 8D05302 – «Физика» білім беру бағдарламасы бойынша алуға лайық деп есептеймін.

«Академик Е.А. Бөкетов атындағы
Қарағанды ұлттық зерттеу университеті» ҚБАК
Радиофизика және электроника
кафедрасының профессоры, ф.-м. ғ. к.,



Аймуханов А.К.

