



universidade
de aveiro

Dfis-Departamento de Física

To Whom It May Concern,

REVIEW of the foreign scientific adviser to the dissertation work of Shongalova Aigul, titled "Promising methods for the synthesis and study of thin-film chalcogenide materials", submitted for the award of the degree of Doctor of Philosophy (PhD) on the specialty 6D074000 - Nanomaterials and Nanotechnology, at Satbayev University.

The research carried out by the student Shongalova Aigul, presented in this dissertation to obtain her PhD in nanomaterials and nanotechnology, fits the current challenge of finding new systems of materials that can be an alternative to Silicon(Si) in the photovoltaic market, since the energy costs of producing high quality Si is still an obstacle. The focus of this work relies on the synthesis and characterization of the structural and optoelectronic properties of thin films of antimony selenide chalcogenides (Sb_2Se_3) and copper-antimony-sulfur ternary compounds (Cu_xSnyS_z), for optoelectronic and photovoltaic applications. Regarding Sb_2Se_3 , recent research has been showing the strong potential of this material for different technological applications such as thermoelectric, energy storage devices, solar cells, among others, hence the growing interest in the synthesis of this material by different techniques.

During her doctoral program, student Shongalova Aigul performed two postgraduate internships in 2017 and 2018 respectively, receiving training in scientific infrastructure available at the Portuguese institutions of University of Aveiro, INL-Braga and CIETI –Porto. It is highlighted the training in thin film deposition techniques, particularly by the RF-magnetron sputtering method, structural characterization by X-ray diffraction, Scanning Electron Microscopy, Chemical Elemental Analysis and Raman spectroscopy, and optical characterization by absorption and photoluminescence. The degree of autonomy achieved gave her the opportunity to plan and perform experiences, in order to synthesize and characterize a wide range of samples based on antimony selenide chalcogenide and a copper-antimony-sulfur triple compounds, whose studies of optimization of structural, morphological and optical properties are described in detail in her PhD dissertation under reviewing.

The acquired knowledge allowed her to build a home-made furnace for selenization of the metal precursor with elemental Se vapor, with Ar carrier gas, and with the ability to perform heat treatment, aiming to achieve the optimal conditions leading to the chalcogenide's thin films with the best structural and optical properties. The student explored another research line, namely the synthesis of Sb_2Se_3 by Electrochemical deposition in a three-electrode cell, and makes a comparative study of the quality of the films obtained by both techniques.

КЕЛЕСІ БЕТТІ ҚАРАҢЫЗ
СМОТРИТЕ НА ОБОРОТЕ

The quality of the work is evident in the resulting scientific track record, namely with 12 publications, 5 in peer-review journals indexed by the Scopus base and Web Science, and with communications at International Conferences. One of the most relevant results of this dissertation was the unambiguous identification of the vibration modes of Sb_2Se_3 in the Raman spectrum. The detailed work carried out by Shongalova Aigul allowed to conclude that many of the studies previously published reported a Raman spectrum that was mostly related with minority phases of selenium and selenium oxide, due to in-situ oxidation of the surface on account of the Raman analysis under conditions of high excitation density. This work is today an important reference for the chalcogenide's scientific community, as demonstrated by more than 100 citations already received.

As a global assessment, Shongalova Aigul presents a well-organized dissertation, with a mature scientific discussion well supported by a wide range of relevant references in the area. Moreover, it is evident the very good scientific and technical skills acquired in the course of her PhD work, important to enhance her opportunities of becoming an active member of performing research teams in the field of nanomaterials and nanotechnology.

Therefore, in the light of the above, I am the opinion that the dissertation work of Shongalova Aigul meets all the requirements for dissertations for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the specialty "6D074000 - Nanomaterials and Nanotechnology" and can be admitted to the public defense.

6th January 2023


UNIVERSIDADE DE AVEIRO
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
3810-193 AVEIRO
Tel 474 370 366 · Fax 474 324 965
Shongalova Aigul
Maria do Rosário Correia

(Auxiliary Professor of Physics Department- University of Aveiro)

Для сведения заинтересованных лиц,

РЕЦЕНЗИЯ зарубежного научного руководителя на диссертационную работу Шонгаловой Айгуль на тему "Перспективные методы синтеза и исследования тонкопленочных халькогенидных материалов", представленную на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D074000 - Наноматериалы и нанотехнологии в Satbayev University.

Исследование, проведенное студенткой Шонгаловой Айгуль, представленное в данной диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) в области наноматериалов и нанотехнологий, соответствует актуальной задаче поиска новых систем материалов, которые могут стать альтернативой кремнию (Si) на рынке фотоэлектрической энергии, поскольку энергетические затраты на производство высококачественного кремния (Si) все еще являются препятствием. В центре внимания данной работы - синтез и характеристика структурных и оптоэлектронных свойств тонких пленок халькогенидов селенида сурьмы (Sb_2Se_3) и тройных соединений меди и сурьмы с серой ($Cu_xSn_yS_z$) для оптоэлектронных и фотоэлектрических применений. Что касается Sb_2Se_3 , последние исследования показали большой потенциал этого материала для различных технологических применений, таких как термоэлектрические устройства, устройства для накопления энергии, солнечные батареи, среди прочих, поэтому растет интерес к синтезу этого материала различными методами.

Во время обучения в докторантуре студентка Шонгалова Айгуль прошла две магистерские стажировки в 2017 и 2018 годах соответственно, получив подготовку в научной инфраструктуре португальских институтов – в Авейрусском университете, в Международной иберийской лаборатории нанотехнологий (INL) в Браге и в Промышленном центре инноваций в области машиностроения и промышленных технологий (CIETI) в Порту. Особо следует отметить обучение методам осаждения тонких пленок, в частности, методу ИК-магнетронного распыления, определению структурных характеристик с помощью рентгеновской дифракции, сканирующей электронной микроскопии, химическому элементному анализу и спектроскопии комбинационного рассеяния, а также оптическим характеристикам с помощью поглощения и фотолюминесценции. Достигнутая степень автономии дала ей возможность планировать и проводить опыты, чтобы синтезировать и охарактеризовать широкий спектр образцов на основе халькогенида селенида сурьмы и тройных соединений меди, сурьмы и серы, исследования которых по оптимизации структурных, морфологических и оптических свойств которых подробно описаны в рецензируемой диссертации на соискание ученой степени доктора философии.

Полученные знания позволили ей создать самодельную печь для селенизации

металлического прекурсора с парами элементарного селена (Se), с газом-носителем аргоном (Ar) и с возможностью проведения термообработки, с целью достижения оптимальных условий, приводящих к получению тонких пленок халькогенида с наилучшими структурными и оптическими свойствами. Студентка изучила еще одно направление исследований, а именно синтез Sb_2Se_3 методом электрохимического осаждения в трехэлектродной ячейке, и провела сравнительное исследование качества пленок, полученных обоими методами.

О качестве работы свидетельствует полученный научный послужной список, а именно 12 публикаций, 5 в рецензируемых журналах, индексируемых в базе Scopus и Web Science, а также общение на международных конференциях. Одним из наиболее значимых результатов диссертации является однозначная идентификация колебательных мод Sb_2Se_3 в рамановском спектре. Детальная работа, проведенная Шонгаловой Айгуль, позволила сделать вывод, что многие из ранее опубликованных исследований сообщали о рамановском спектре, который в основном связан с неосновными фазами селена и оксида селена за счет окисления поверхности in-situ при рамановском анализе в условиях высокой плотности возбуждения. Эта работа сегодня является важным справочником для научного сообщества по халькогенидам, о чем свидетельствует более 100 уже полученных ссылок.

По общей оценке, Шонгалова Айгуль представляет хорошо организованную диссертацию, со зрелой научной дискуссией, хорошо подкрепленной широким спектром релевантных ссылок в данной области. Кроме того, очевидны очень хорошие научные и технические навыки, приобретенные в ходе написания работы на соискание степени PhD, что важно для расширения ее возможностей стать активным членом действующих исследовательских групп в области наноматериалов и нанотехнологий.

Таким образом, в свете вышеизложенного, я придерживаюсь мнения, что диссертационная работа Шонгаловой Айгуль соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности "6D074000 - Наноматериалы и нанотехнологии" и может быть допущена к публичной защите.

6 января, 2023

(подпись)

Мария до Росарио Коррейра
(Доцент кафедры физики Авейрусского университета)

Печать:

Авейрусский университет

Кафедра физики

3810-193 Авейру

Тел: 234-370-356, Факс: 234-424-965

Республика Казахстан, город Алматы.

Двадцать четвертое марта две тысячи двадцать третьего года.

Текст-перевод документа с английского языка на русский язык выполнен переводчиком Журтыбаевой Гулназ Мухамедалиевной, второго мая тысяча девятьсот семьдесят седьмого года рождения, уроженка Алматинской области, ИИН 770502401865, переводчик ИП «Глобус» (Свидетельство о государственной регистрации серия 6004 № 0009662 от 06 января 2004 года).

(Подпись)

Журтыбаева Гулназ Мухамедалиевна
(ФИО полностью)

Республика Казахстан, город Алматы.

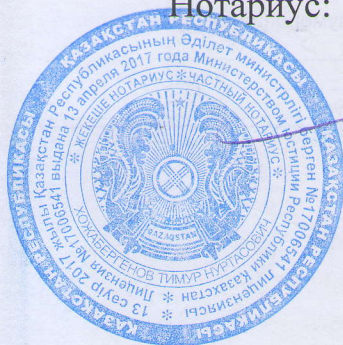
Двадцать четвертое марта две тысячи двадцать третьего года.

Я, Хожабергенов Тимур Нуртасович, нотариус города Алматы, действующий на основании лицензии №17006541, выданной Министерством Юстиции Республики Казахстан от 13.04.2017 года, свидетельствую подлинность подписи переводчика Журтыбаевой Гулназ Мухамедалиевны. Личность переводчика установлена, дееспособность и полномочия проверены.

Зарегистрировано в реестре за № 336

Взыскано: согласно ст. 30-1 ЗРК «О нотариате»

Нотариус:



Немірленген және бақыланған
Пронумеровано и прошито
но 5 (пять)
параграфтарда
Нотариус



ES4206397230324180523K540036

Нотариаттық іс-әрекеттің бірегей нөмірі / Уникальный номер нотариального действия