

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Ле Тхай Шона**
«Slot – die печатные перовскитные солнечные элементы с p-i-n архитектурой»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.2.3 – «Технология и оборудование для производства
материалов и приборов электронной техники»

На сегодня одной из ключевых проблем фотовольтаики на основе галогенидных перовскитных полупроводников является масштабирование технологических процессов. Стремительный прогресс в увеличении коэффициента полезного действия (КПД) перовскитных фотопреобразователей (текущий рекорд - 25.8% [1]) достигнут на лабораторных образцах. Для широкоформатных фото-модулей остаются нерешенными задачи однородности толщины и морфологии тонких пленок, полученных дешевыми промышленными методами печати (slot die, струйный, спреевый, скальпельный и пр.). Среди вышеуказанных методов нанесения, слот-матричная печать имеет ряд преимуществ – высокую скорость нанесения, отсутствие потерь материала при формировании мокрого слоя, возможность печати на гибких подложках. Этот метод позволяет очень точно регулировать толщину слоев от десятков нанометров до нескольких микрон с точностью до единиц нм.

Помимо метода жидкофазного нанесения, кристаллизация тонких пленок перовскита из напечатанного слоя является критически важным процессом получения высокоэффективных ПСЭ. В большинстве работ, для кристаллизации качественных пленок перовскита применяется обработка анти-растворителями, такими как хлорбензол, толуол, этилацетат и пр., которые вызывают быстрое перенасыщение раствора перовскитного прекурсора в «мокрое» слое, что приводит к формированию преципитата и микрокристаллической структуры. Однако с использованием анти-растворителя при центрифугировании возникает пространственно неоднородное зарождение микрокристаллитов перовскита, большое количество расходов и также сложность применения в промышленном производстве.

Таким образом, разработка альтернативных методов обработки поверхности и подбор растворителей, совместимых с разными технологиями нанесения в воздухе являются актуальной научной задачей для комплексных исследований.

Целью диссертационной работы Ле Тхай Шона является экспериментальная разработка технологии слот-матричной печати перовскитных солнечных элементов площадью более 2 см² с p-i-n архитектурой и КПД более 15 %.

Достоинством диссертационной работы является комплексное использование современных методов нанесения и обработки поверхности функциональных слоев ПСЭ в воздушной атмосфере с высоким КПД >17 % для перовскитных устройств с активной площадью 0,14 и 1 см² и более 14 % для мини-модулей (активная площадь >2 см²).

В качестве **замечаний** по автореферату диссертации необходимо отметить следующее: в данной работе было показано снижение КПД печатных устройств при увеличении активной площади с 0,14 до 2 см², однако отсутствует полное исследование стабильности полученных ПСЭ с активной площадью 1 см² и мини-модулей.

Отмеченное замечание не снижает ценности проделанной работы, значимости представленных результатов и общую положительную оценку.

Диссертация по уровню и объему выполненных исследований, научной новизне и практической ценности в полной мере соответствует требованиям НИТУ «МИСиС», предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Ле Тхай Шона заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3 – Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники.

к.ф.-м.н.,



Тарелкин Сергей Александрович

Дата «02» июня 2022 г.

ГНЦ ФГБНУ Технологический институт
сверхтвердых и новых углеродных материалов
г. Москва, г. Троицк, ул. Центральная 7а
E-mail: sergey.tarelkin@gmail.com
тел. +7 916 886 78 89

Подпись Тарелкина С.А. заверяю



Начальник отдела кадров ФГБНУ ТИСНУМ



Кропивьянская Т.В.