

## Сибирские ученые приняли участие в 29-ой международной конференции по аморфным и нанокристаллическим полупроводникам — ICANS 29

В городе Нанкине (Китай) прошла двадцать девятая международная [конференция по аморфным и нанокристаллическим полупроводникам – ICANS 29](#). На форуме было представлено более 400 приглашённых, устных и стендовых научных докладов в 11-ти секциях. Среди них — пять пленарных, в том числе традиционная лекция в честь известного ученого, сэра Невилла Мотта, лауреата Нобелевской премии по физике, а также тьюториал из четырёх лекций от ведущих специалистов мира в области аморфных материалов и наноматериалов.

Ученые Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН (ИФП СО РАН) и Новосибирского государственного университета (НГУ) выступили с двумя сообщениями. Приглашенный доклад «*Кристаллизация аморфных пленок Si:H с включениями аморфных слоев германия под воздействием фемто- и пикосекундных инфракрасных лазеров*» сделал ведущий научный сотрудник ИФП СО РАН, профессор НГУ доктор наук **Владимир Алексеевич Володин**, а аспирантка В.А. Володина **Фань Чжан** (Fan Zhang) — устный доклад «*Формирование нанокристаллов и аморфных нанокластеров германия в пленках GeSiO<sub>x</sub> методом электронно-лучевого отжига*» на секции «Оксидные материалы и приборы».

У научного форума ICANS29 богатая история: первая конференция состоялась в 1965 г., в Праге, и с тех пор собиралась каждые два года, в том числе один раз в СССР (в Ленинграде, в 1975 г.). Эту четкую периодичность нарушило лишь последнее мероприятие: оно должно было пройти в прошлом году, но, из-за ковидных ограничений, его пришлось перенести. По этой же причине форум проводился в смешанном формате: китайские участники присутствовали очно, а представители других стран — онлайн.

*«Мой доклад был посвящён фемтосекундной лазерной кристаллизации многослойных структур на основе нанослоёв аморфных кремния и германия. Работа проводилась совместно с исследователями из Ярославского филиала Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН (специалисты этого Института занимались ростом структур) и из Института физики Чешской Академии наук. В чешском Институте есть лазерный центр с хорошим набором современных импульсных лазеров. Наиболее интересные результаты были получены с использованием инфракрасного (ИК) лазера ( $\lambda=1500$  нм) с длительностью импульса 70 фемтосекунд. Варьируя плотность энергии в импульсе (так называемый лазерный флюенс - laser fluence) удалось реализовать различные режимы лазерного отжига — от селективной кристаллизации слоёв германия, без кристаллизации кремния и перемешивания слоёв (при «мягких» флюенсах) до полного перемешивания слоёв с образованием твёрдого раствор германий-кремний (при «жёстких» флюенсах)», — рассказал Владимир Володин.*

Слушателей заинтересовал вопрос практического применения новых результатов. Автор исследования объяснил: «*Их можно использовать для создания солнечных элементов на базе p-i-n диодов из аморфного кремния с включениями наночастиц германия в i-область. А также в светоизлучающих диодах на основе кремния, для того чтобы расширить их диапазон в ближнюю ИК-область*».

Доклад аспирантки Владимира Алексеевича Фань Чжан, проходящей обучение в НГУ, был посвящён отжигу плёнок нестехиометрических германосиликатных плёнок с помощью пучка электронов. Таким способом можно локально воздействовать на нужное место плёнки и создавать там аморфные кластеры германия либо нанокристаллы германия.

*«Сообщение Фань Чжан также вызвало интерес аудитории, среди вопросов была ремарка о возможности создания таким способом нанокристаллов кремния в плёнках нестехиометрических оксидов кремния. Предложенный метод позволяет сделать и такое», — добавил В. Володин.*

Кроме ученых ИФП СО РАН и НГУ, в конференции участвовал молодой исследователь из Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН **Александр Замчий**. Он представил доклад «Влияние отжига на электрические свойства плазменного CVD-эпитаксиального кремния» на секции «Тонкие кремниевые плёнки». Работа Александра сделана совместно с французским университетом Эколь Политекник.

### Не только кремний

*«Раньше основной тематикой конференции были тонкоплёночные солнечные элементы, в последние годы тематика неуклонно расширяется. Стоит отметить обилие докладов по*

биосовместимой электронике, гибкой электронике, прозрачной электронике и «гигантской» микроэлектронике (*giant microelectronics*). Именно в этих областях востребованы нетоксичные, недорогие, достаточно гибкие материалы, плёнки из которых можно наносить на широкоформатные подложки. Это конечно традиционно аморфный и поликристаллический кремний, который, однако, вытесняют оксиды металлов, такие как оксид цинка (ZO), а также оксид цинка с примесью индия и галлия – (IGZO).

Один из первооткрывателей этих материалов (они могут быть и диэлектриками, и прозрачными проводниками) — профессор Хидео Хосоно (Hideo Hosono) из Японии, представил на тьюториале доклад «Аморфные оксидные полупроводники». Хидео Хосоно также известен тем, что предложил использовать в мемристрах майенит. Это материал класса электридов – такие материалы могут быть как диэлектриками, так и проводниками (при возникновении в них вакансий кислорода). При этом проводимость майенита (химическая формула  $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ ) может меняться до 14-ти порядков! Кстати, очень много докладов было посвящено мемристорам, в основном их применению в нейронных сетях для искусственного интеллекта. Ну, а в тонкоплёночных транзисторах (которые работают как ключи в активных матрицах дисплеев в AMOLED дисплеях смартфонов) IGZO уже вытесняет кремний. В некоторых научных кругах профессору Хосоно прочат Нобелевскую премию за вклад в исследование прозрачных оксидов металлов», — резюмировал Владимир Володин.

Следующая, тридцатая международная конференция ICANS 30 планируется в августе 2024 года, в Манчестере, Великобритания.

Пресс-служба ИФП СО РАН