

ИНФОРМАЦИЯ

ПЕРВЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ (ISDRS-91)

Левинштейн М. Е.

4—6 декабря 1991 г. в г. Шарлотсвилле (Вирджиния, США) состоялся Международный симпозиум по исследованию перспективных полупроводниковых приборов-1991 International Semiconductor Device Research Symposium (ISDRS-91). В Оргкомитет Симпозиума вошли специалисты из Германии, Кореи, Норвегии, СССР и США. Председатель Оргкомитета — профессор Robert J. Mattauch (Университет Вирджинии), председатель Программного комитета — профессор Michael Shug (Университет Вирджинии). Симпозиум был посвящен памяти выдающегося физика, профессора Альдerta ван дер Зила, скончавшегося 20 января 1991 г.¹

На общем пленарном заседании были заслушаны два доклада. Dr. F. Capasso (AT & T Bell Labs) рассказал о перспективах, которые открывает перед исследователями возможность менять состав и легирование полупроводниковых структур с пространственным разрешением в один монослой. Среди эффектов, открывающих новые возможности для конструирования полупроводниковых приборов, обсуждались экспериментальное наблюдение отрицательного дифференциального сопротивления, обусловленного брэгговскими отражениями (механизм Есаки—Тсу), явления переноса при наличии минизон, нелинейные оптические явления в асимметричных сверхрешетках, использование резонансного туннелирования в транзисторных структурах, перестраиваемые разрывы зон на границах гетеропереходов и ряд других эффектов. Dr. Capasso призвал исследователей, работающих в области физики полупроводников, задуматься над тем, что новые технологии практически позволяют формировать двумерные и трехмерные среды со свойствами, заданными в каждой точке с пространственным разрешением 2.5 Å, более гибко и смело использовать открывшиеся в последние годы возможности для формулирования принципиально новых подходов к конструированию полупроводниковых приборов.

Dr. Lester F. Eastman посвятил доклад «Высокочастотная оптоэлектроника» состоянию и перспективам сверхвысокочастотной модуляции полупроводниковых лазеров и сверхбыстрым фотоприемникам. В настоящее время удается осуществлять прямую модуляцию полупроводниковых лазеров вплоть до частот ≈ 20 ГГц; предполагается, что в ближайшее несколько лет эту верхнюю граничную частоту удастся удвоить. Используя внешние модуляторы, уже сейчас удается модулировать излучение полупроводниковых лазеров с частотами 30÷40 ГГц; можно полагать, что в ближайшее время и эту частоту удастся существенно увеличить.

¹ В нашей стране профессор А. ван дер Зил широко и заслуженно известен как своими оригинальными работами, так и замечательными монографиями, переведенными на русский язык: «Флуктуации в радиотехнике и физике». М.—Л., 1958; «Флуктуационные явления в полупроводниках». М., 1961; «Шум. Источники, описание, измерения». М., 1973; «Шумы при измерениях». М., 1979.

В режиме синхронизации мод удается достичь самоподдерживающейся генерации лазерных импульсов вплоть до частот ~ 350 ГГц.

Оптимизированные $p-i-n$ -фотодиоды способны регистрировать световое излучение с частотой модуляции 30—40 ГГц. Такие $p-i-n$ -структуры могут быть совмещены в одной интегральной схеме с гетероструктурными биполярными транзисторами, используемыми в качестве первых каскадов последетекторных усилителей. Штыревые фотодиоды Шоттки с расстоянием между элементами ~ 0.5 мкм способны регистрировать излучение с частотой модуляции ~ 100 ГГц. Такие диоды легко совместить в одной интегральной схеме с полевыми транзисторами на слоях с селективным легированием, способными усиливать сигналы с частотами ≥ 150 ГГц.

Создание сверхбыстрых фотоприемников с физической точки зрения по-прежнему базируется либо на получении ультракоротких времен жизни неравновесных носителей, либо на создании условий для быстрого выноса носителей из активного слоя фотодетектора. Возможно получение субпико-секундных времен жизни в GaAs, выращенном с помощью низкотемпературной молекулярно-пучковой эпитаксии. Использование такого материала может позволить получать фотодетекторы с предельной частотой $\sim 100 \div 500$ ГГц. Второй путь — уменьшение времени выноса носителей — требует создания фотодетекторов с малой длиной активной области и использования материалов с высокой насыщенной скоростью носителей, например, $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ на InP-подложке.

В рамках конференции работали следующие секции.

1. Современные и перспективные МОП транзисторы.
2. Приборы миллиметрового диапазона; подсекция: диоды и технология; подсекция: монолитные интегральные схемы и транзисторы.
3. Мезоскопика, баллистика и квантовые приборы.
4. Si и твердые растворы SiGe.
5. Оптоэлектроника.
6. Туннелирование, рекомбинация и эффекты, обусловленные горячими электронами.
7. Новые приборы и технология.
8. Моделирование приборов.
9. Карбид кремния.
10. Технология тонкопленочных транзисторов.
11. Алмаз.
12. Гетероструктурные биполярные транзисторы.

По темам секций 1, 2 и 4—12 были представлены стендовые доклады.

Всего было зачитано 134 устных и рассмотрено 52 стендовых доклада. В короткой заметке практически невозможно дать сколько-нибудь полное представление о содержании работ. Однако во всех без исключения секциях были работы, либо формулировавшие новые неожиданные идеи, либо сообщавшие о новых впечатляющих результатах.

Благодаря финансовой поддержке, оказанной Оргкомитетом, в работе конференции смогли принять участие советские ученые: В. А. Дмитриев, М. Е. Левинштейн, В. И. Перель, Р. А. Сурис, А. А. Торопов (ФТИ им. А. Ф. Иоффе); Д. И. Биленко (Саратовский университет); В. Б. Горфинкель (ИРЭ, Саратов); З. С. Грибников (ИПАН, Киев); М. Каган (ИРЭ, Москва). Ими были представлены 7 устных и 15 стендовых докладов. Участие наших ученых вызвало большой интерес, и научный, и человеческий со стороны всех участников Симпозиума.

В рамках Симпозиума под председательством Dr. Herson Sher, администратора Национального Научного Фонда США — USA National Science Foundation (NSF) — состоялась советско-американская дискуссия о принципах финансирования NSF совместных советско-американских проектов.

NSF на основе конкурсной системы грантов финансирует фундаментальные и прикладные проекты американских ученых. NSF финансирует также и совместные проекты американских ученых с учеными других стран. При этом, однако, должны быть обязательно выполнены следующие условия.

Прежде всего научно-организационные структуры другой страны обязательно также должны принимать участие в финансировании этого проекта. Это не означает, что расходы каждой из сторон должны быть соизмеримы по рыночным ценам. Например, американская сторона может выделить на проект в течение года 100 тыс. долларов, чего достаточно, чтобы платить треть годового оклада профессору (~ 25 000 долларов), годовую зарплату двум аспирантам (~ 40 000 долларов), закупить необходимое оборудование, материалы и т. д. Советская сторона может выделить на проект 50 000 рублей, чего достаточно, чтобы выплатить годовую зарплату зав. лабораторией (~ 10 000 рублей), ведущему научному сотруднику (~ 8000 рублей), двум младшим научным сотрудникам, закупить оборудование и т. д. Такие вклады могут быть признаны эквивалентными, хотя по рыночному курсу ² вклад советской стороны составляет ~ 450 долларов.

Далее такого рода финансирование с другой, не американской, стороны должны осуществлять не любые, а вполне определенные структуры. Для NSF в декабре 1991 г. единственной приемлемой структурой в СССР являлась Академия наук СССР. Полномочия советских участников предлагаемого проекта должны были быть в обязательном порядке подтверждены Отделом связей с научными организациями капиталистических стран Главного управления внешних связей АН СССР.

Далее, деньги, выделенные NSF на проект, поступают целиком в распоряжение американских участников проекта. Из этих денег можно потратить часть на приглашение иностранных участников в США, оплату их пребывания на территории США и работы в течение нескольких недель и т. д., но не на закупку оборудования для иностранных участников проекта, не на уплату им денег за работу у них дома и т. д.

Таковы общие принципы финансирования совместных проектов. Этим принципам придерживается NSF при работе с любыми дружественными странами. До 1991 г. финансирование советско-американских проектов могло осуществляться лишь в совершенно исключительных случаях. Но сейчас, как заявил Dr. Sher, NSF рассматривает совместные советско-американские проекты на тех же основаниях, что и чисто американские. Более того, практически советско-американские проекты получили бóльший процент грантов (от числа поданных), чем чисто американские.

И советские, и американские участники дискуссии высказали несколько предложений, направленных на возможное расширение советско-американского научного сотрудничества. Dr. Sher обещал учесть их, но предупредил, что всякие изменения в NSF — дело не быстрое.

По решению Оргкомитета, следующий Симпозиум ISDRS состоится в декабре 1993 г. также в Шарлотсвилле (Вирджиния).

Получена 21.01.1992
Принята к печати 30.01.1992

² Январь 1992 г.