

Шаг в завтрашний день

Каждый, кто сегодня пользуется смартфоном и планшетом, понимает, что без развития микроэлектроники мы все еще жили бы в веке проводных телефонов. Но за достаточно непродолжительный период исследователи и изобретатели не только задействовали возможности традиционных кремниевых полупроводников, получив новые приборы, но и задумались о переходе на новые перспективные материалы. В этом направлении активно работают белорусские ученые Института физики имени Б. И. Степанова НАН Беларуси, успешно приручившие нитрид галлия (GaN) и помогающие создать на его основе новые транзисторы.

СКАЗАНО

Президент Беларуси Александр Лукашенко:

— В борьбе за передел мира определяющее значение имеют технологии. Тот, кто обладает ими, способен не только выстоять, но установить в будущем свои правила игры. Так называемый цивилизованный, демократический западный мир без зазрения совести использует технологические рычаги воздействия, вводя санкции, пытаясь поставить на колени неудобные государства — своих конкурентов.

Во время совещания о перспективах развития микроэлектроники на базе холдинга «Планар», 17 марта 2023 года

Кремний или галлий?

Вопрос для непосвященных непростой. Но для понимания скажу так: сегодня в основе процессоров в компьютерах, памяти ПК и мобильных телефонов лежит кремний. По словам директора Института физики имени Б. И. Степанова НАН Беларуси академика Сергея Гапоненко, на протяжении многих десятилетий микроэлектроника развивалась таким образом, что кремний абсолютно доминировал как материал. И кремниевые технологии достигли потрясающего совершенства и точности. Казалось бы, зачем новые материалы?

— Новые материалы нужны, например, для преодоления тех ограничений, которые есть у кремния, — поясняет ученый. — Вот, скажем, кремний не может использоваться как материал для источников света. Он не светится, у него нет люминесценции. Поэтому из кремния нельзя сделать ни светящегося экрана, ни светодиода. А из нитрида галлия можно.

По его словам, именно благодаря этому качеству материала около десяти лет назад в оптоэлектронике произошла революция. Появились эффективные светодиоды на основе нитрида галлия. Достижение ни много ни мало отмечено Нобелевской премией. Кроме хороших оптических свойств, как выяснилось, GaN также может обеспечить и электрические свойства лучше, чем кремний. Так, технология была признана революционным шагом в будущее.

Но заменить всю кремниевую технику в одночасье, убежден Сергей Гапоненко, — процесс слишком масштабный, а потому невозможный. Кроме того, требующий больших финансовых затрат — это приведет к банкротству многих мировых компаний. Поэтому перестраиваться можно и нужно, но не семимильными шагами. Тем более у уникального нитрида галлия есть еще множество впечатляющих характеристик. Например, GaN обеспечивает более высокую подвижность электронов. Ученый сравнивает ситуацию с движением против толпы в час пик. Вы знаете, куда вам нужно идти, но быстро двигаться не можете. Это разность потенциалов. Вот такая ситуация с кремнием, который в отличие от нитрида галлия не может быстро изменять ток.

— На основе нитрида галлия, — говорит Сергей Гапоненко, — можно создавать транзисторы, которые работают на более высоких частотах. Что это значит? Чем выше частота, тем больше информации можно передать в единицу времени. Рабочие частоты нужно повышать постоянно. И вот здесь, как оказалось, кремний уже не справляется. Так ему на смену приходит более емкий материал с новыми возможностями.

Сердце транзисторов

Белорусские ученые держат руку на пульсе. Поэтому и у нас ведется разработка технологий на основе уникального материала. В частности, этим занимаются в отраслевой лаборатории молекулярно-пучковой эпитаксии нитридных гетероструктур Центра «Широкозонная нано- и микроэлектроника» Института физики имени Б. И. Степанова. Именно здесь работает уникальная установка молекулярно-пучковой эпитаксии тринитридов, где создают или даже выращивают сердце обновленных силовых и СВЧ-транзисторов — важные комплектующие для их выпуска.

Как рассказывает Сергей Гапоненко, происходит это в несколько этапов:

— Первичный процесс — это когда на специальной подложке выращиваются тонкие пленки нужного состава и с необходимыми электрическими параметрами. Пленка — это рабочая поверхность, куда впоследствии проецируется изображение будущей микросхемы. Это называется фотолитография. Затем изображение засвечивается ультрафиолетовой лампой, после чего химические свойства пленки меняются. И так далее. В зависимости от сложности конечного продукта микросхема может пройти 20—30 таких циклов.

При использовании нитрида галлия конечным продуктом может стать как транзистор, обладающий уникальными свойствами, так и ультрафиолетовые лазеры или ультрафиолетовые светодиоды — также продукция важная и нужная. На перспективу это замена ртутным лампам в медицинских центрах, которые используются для кварцевания помещений. К слову, их производству посвящена одна из союзных программ, реализуемых учеными института совместно с российскими коллегами.

Что касается гетероструктур на основе нитрида галлия для силовых и СВЧ-транзисторов, этот проект также находится на стадии реализации. В нем остро заинтересованы отечественные профильные предприятия.

— По двум заданиям государственной программы в 2024 году нашим институтом созданы опытные образцы таких гетероструктур для силовых и СВЧ-транзисторов, — отмечает Сергей Гапоненко. — А с нынешнего года будет вестись подготовка к выпуску продукции — обеспечению гетероструктурами ОАО «ИНТЕГРАЛ» и ОАО «Минский НИИ радиоматериалов» для выпуска силовых и СВЧ-транзисторов.

Как рассказал заведующий Центром «Широкозонная нано- и микроэлектроника» Евгений Луценко, взаимодействие с промышленниками по разработке новых транзисторов велось три года:

— На финише проекта на наших гетероструктурах были созданы транзисторы с хорошими характеристиками. Сегодня мы научились растить слои до 4 дюймов, чтобы это было экономически выгодно для массового производства.

В целом, хотя об экономике еще говорить рано, ученый убежден: новация будет экономически выгодной. И причина не только в большой концентрации положительных характеристик изделия.

— В любом случае произведенные по такой технологии продукты будут дешевле, — отмечает Евгений Луценко. — Ведь для производства такого изделия

Вера Артеага. Шаг в завтрашний день

Источник: “Рэспубліка” – 2025-01-23

тратится меньше металла, других материалов. А значит, и себестоимость его будет меньше. Соответственно, и стоимость транзисторов ниже.

Товар, несомненно, не останется без внимания потребителей. Этому будет способствовать уникальность разработки. Здесь по сравнению с традиционными транзисторами исчезает много негативных эффектов, а вот часы работы увеличатся.

А еще ученые института, которому, кстати, не так давно исполнилось 70 лет, пробуют свои силы в целом перечне самых актуальных направлений. Это, например, ультрафиолетовые лазеры большой мощности, в которых остро нуждается рынок. Но работа в данном направлении только начинается. А вот в области квантовой информатики, квантовых вычислений есть первые результаты.

— Наши наработки в этом направлении востребованы везде. С нами хотят сотрудничать и россияне, и наши производители, и Китай, и Индия, — добавил Сергей Гапоненко.