

**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации Шмаргунова Антона Владимировича

«Нелинейная зависимость высоты барьера от смещения и природа аномалий характеристик контактов с барьером Шоттки», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 — Физика полупроводников.

В диссертации А. В. Шмаргунова представлены результаты и теоретических и экспериментальных исследований выпрямляющих контактов металл-полупроводник, контактов Шоттки. Контакты Шоттки являются вечной темой научных исследований по области полупроводников. Это связано с одной стороны их реальной структурой и реальными электрическими характеристиками, которые в большинстве случаев отличаются от «идеальной» однородной плоской непосредственной границы раздела металл-полупроводник и от простой модели термической эмиссии. С другой стороны контакты Шоттки являются и важными элементами многих основных полупроводниковых приборов и простейшими структурами для исследования новых полупроводниковых материалов. Они обладают довольно сложными электрофизическими свойствами. Всё более глубокое понимание конкретных электрических характеристик и возможных причин их отклонения от идеальных является очень важной задачей. Так диссертационная работа А. В. Шмаргунова важна и актуальна.

Главным результатом работы А. В. Шмаргунова является открытие и доказательство того, что нелинейность вольт-амперных характеристик (более точно уменьшение наклона, т.е. увеличение фактора идеальности с увеличением смещения) может быть причиной зависимости фактора идеальности и «измеряемой» высоты барьера определённой по теории термической эмиссии от температуры (эффект T_0). С этим он не только дополнил ряд известных возможных механизмов эффекта T_0 , но и объяснил зависимость фактора идеальности и «измеряемой» высоты барьера от диаметра контакта и от уровня легирования.

Проведённые расчёты показали, что термическая эмиссия не достаточно для описания вольт-амперных характеристик контактов Шоттки, туннелирование может дать существенный вклад, особенно при низких температурах и высоких уровнях легирования.

Далее, напротив общей широко использованной практики, результаты расчётов подтвердили, что для контактов с высокими факторами идеальности определённая величина высоты барьера на много более реальна, если в обычном уравнении вольт-амперных характеристик фактор идеальности включается и в сомножитель содержащий высоту барьера. Это в самом деле косвенно означает, что высота барьера определяется из измеренной части вольт-амперных характеристик, а не из экстраполяционного тока насыщения, который содержит ошибку. Чем больше фактор идеальности, тем большая ошибка.

В области экспериментальных исследований самый важный результат получен атомно-силовой микроскопией: заряджение поверхностных состояний в сканированной области Au/GaAs контактов Шоттки в процессе пропускания тока при прохождении зонда. В этой работе не только результаты оригинальны, но и методика исследования была использована первый раз к контактам Шоттки.

Все эти результаты являются новыми, оригинальными и важными, они представляют собой и обоснуют новый взгляд и подход к электрическим характеристикам контактов Шоттки.

Но в автореферате А. В. Шмаргунова также имеются некоторые фразы, предположения и выводы, которые не правильны или с которыми я не согласен. Одним из них является мольчиливое предположение о том, что фактор идеальности обычно определяется по касательной к данной части вольт-амперной характеристики (10^{-6} - 10^{-4} А в расчётах). Но это не так, большинство людей пользуется методом Чеунга и Чеунга (Cheung and Cheung). Предлагается пересчитать результаты представленные в разделе 3 методом Чеунга и Чеунга и сравнить представленными результатами.



1084 Budapest, Tavaszmező u. 15-17. www.kvk.uni-obuda.hu

Kandó®

Tel.: (06-1) 666-5145 Fax.: (06-1) 666-5199 horvath.zsolt@kvk.uni-obuda.hu





Не смотря на то, что из самых первых расчётов выяснилась роль туннелирования в нелинейности вольт-амперных характеристик, А. В. Шмаргунов однозначно связывает её с нелинейной зависимостью высоты барьера от смещения (см. заглавие диссертации), и все последующие расчёты, модели, анализы и интерпретации экспериментальных результатов основаны на этом предположении, хотя другие причины нелинейности вольт-амперных характеристик тоже возможны. Не говоря о том, что в этом подходе предполагается доминанция термической эмиссии, туннелирование совсем пренебрегается.

В качестве одним из выводов пишется: «Наиболее вероятной причиной, вызывающей нелинейность высоты барьера в реальных контактах, является неоднородное по энергии распределение интерфейсных состояний.» Эта формулировка тоже слышком сильная, я далеко не уверен, что эта самая вероятная причина нелинейности вольт-амперных характеристик. Кроме того, в интерпретации экспериментальных результатов довольно большая плотность (10^{12} - 10^{13} см⁻²) интерфейсных состояний предполагается, наличие которых может внести существенный вклад в туннельный ток.

Не смотря на эти критические замечания, работа А. В. Шмаргунова очень ценная и подробная, его основные результаты являются фундаментальными и могут привести к новому взгляду и подходу к электрическим характеристикам контактов Шоттки. Результаты работы были опубликованы в ведущих международных журналах по данной области.

Диссертационная работа А. В. Шмаргунова представляет собой завершённое исследование и удовлетворяет квалификационным требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.10 — Физика полупроводников.

Диссертант заслуживает присуждения искомой степени.

Будапешт, 24 июля 2005 г.

Zsolt József Horváth

(Жолт Йожеф Хорват)

Профессор, факультет электротехники им. Кандо Кальмана, Обудайский Университет

Доктор Венгерской Академии Наук (техническая наука)

Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Budapest, Tavaszmező u. 15-17., H-1084 Hungary;
horvath.zsolt@kvk.uni-obuda.hu

Утверждаю подпись профессора Ж. Й. Хорвата:

István Vajda

(Иштван Вайда)

Профессор, доктор Венгерской Академии Наук (техническая наука), декан факультета электротехники им. Кандо Кальмана, Обудайский Университет



1084 Budapest, Tavaszmező u. 15-17. www.kvk.uni-obuda.hu

Kandó®

Tel.: (06-1) 666-5145 Fax.: (06-1) 666-5199 horvath.zsolt@kvk.uni-obuda.hu

