

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Великовского Леонида Эдуардовича

«СВЧ транзистор миллиметрового диапазона на основе (InAlGa)N/AlN/GaN
гетероструктуры с легированными буферными слоями»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 01.04.04 – Физическая электроника

Исследования и разработки СВЧ приборов, работающих в миллиметровом диапазоне длин волн, являются актуальным направлением развития современной полупроводниковой электроники. Особое внимание при этом уделяется нитриду галлия, поскольку этот материал позволяет создавать усилительные устройства с большой удельной мощностью.

В диссертационной работе Великовского Л.Э. рассмотрены возможные технические решения, направленные на расширение частотного диапазона работы современных СВЧ транзисторов на основе GaN в миллиметровом диапазоне длин волн, таким образом, тема диссертационной работы соответствует актуальным направлениям развития современной полупроводниковой СВЧ электроники.

В работе проведены исследования влияния важных элементов конструкции современных нитридных СВЧ транзисторов на их основные параметры, а именно:

- состава и толщин гетероструктуры (для исследования выбраны InAlN/AlN/GaN и AlGaN/AlN/GaN);
- состава буферных слоев (для исследования выбраны слои легированные углеродом и железом, нелегированные слои, а также слои с вставкой барьерного слоя AlGaN переменного состава);
- длины затвора (исследованы транзисторы с длиной затвора 0,1 мкм, 0,15 мкм и 0,2 мкм);
- пассивации осажденным *in situ* нитридом кремния (исследованы толщины 3 нм и 5 нм).

В работе продемонстрирована возможность получения короткоканальных СВЧ транзисторов, на вольт-амперных характеристиках которых подавлены эффекты короткого канала, с максимальным коэффициентом усиления по мощности более 10 дБ в диапазоне до 40 ГГц.

Недостатки и замечания

В качестве замечаний хочу отметить следующие:

1. В автореферате на стр. 6 указано «Оптимизация конструкции обусловлена необходимостью получения одновременно высокого напряжения пробоя, низких емкостей и сопротивлений затвор-исток и затвор-сток (C_{gs} , C_{gd} , R_d , R_s).» и исследуется пассивация на основе Al_2O_3 , SiO_2 и *in situ* Si_3N_4 при этом указанные диэлектрики имеют различную диэлектрическую проницаемость (от 4 до 10), что может влиять на C_{gs} , C_{gd} . Из автореферата явно не следует, какой из параметров определял конечную толщину пассивации.
2. В автореферате допущена описка или противоречие. Так на стр. 15 заявлено, что «...оба типа связей до воздействия температуры и влажности присутствовали в пленках в незначительном (менее 10%) количестве. Полученные данные не позволяют считать осажденные в исследованных режимах пленки нитрида кремния устойчивыми к температурному нагреву и воздействию влаги пассивирующими покрытиями». Вместе с тем на стр. 18 в основных результатах приводится вывод, согласно которому «...использование пассивации на основе Al_2O_3 , SiO_2 и *in situ* Si_3N_4 позволяет сформировать устойчивое к температурному нагреву и воздействию влаги пассивирующее покрытие».

Тем не менее, указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей высокой ценности диссертации Великовского Л.Э.

Основные результаты диссертационной работы были представлены в виде 13 опубликованных научных статей, из которых 5 — в рецензируемых изданиях из перечня ВАК.

Работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а соискатель, Великовский Леонид Эдуардович, заслуживает ученую степень кандидата технических наук по специальности 01.04.04 – Физическая электроника.

Щаврук Николай Васильевич

09.02.2020

дата

подпись

Старший научный сотрудник, к.т.н.

Федеральное государственное автономное научное учреждение Институт сверхвысокочастотной полупроводниковой электроники имени В.Г. Мокерова Российской академии наук

Почтовый адрес: 117105, Москва, Нагорный проезд, 7, стр.5

e-mail: kolq@mail.ru

тел.: +7 (499) 123-44-64

Подпись Щаврука Н. В. заверяю:



Николай Васильевич Щаврук
Н. В. Щаврук