

Отзыв

на автореферат диссертации Пермякова Дмитрия Сергеевича на тему «Разработка технологического процесса изготовления плёнок ZnO:Al для планарных мемристорных матриц с фотодиодным селектором», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.2 «Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники, квантовых устройств»

Диссертационная работа Пермякова Дмитрия Сергеевича посвящена актуальной проблеме микро- и наноэлектроники и направлена на разработку технологического процесса получения высокопроводящих и оптически прозрачных плёнок ZnO:Al для использования в мемристорных структурах с фотодиодным селектором. В работе сочетаются экспериментальные исследования и теоретические разработки, что позволяет всесторонне подойти к решению поставленной задачи. Тема исследования отличается актуальностью для новых поколений вычислительных систем, требующих поиска альтернатив кремниевой технологии.

Работа имеет признаки научной новизны, так как автором предложены математические зависимости, описывающие рост плёнки, в зависимости от параметров технологического процесса. Положительным моментом является использование экспериментальных данных в прикладных задачах автоматизации процесса напыления. Это повышает практическую значимость полученных результатов, что и подтверждается актом их внедрения в НИИ электронной техники (г. Воронеж). Изложенный в автореферате материал имеет логическую и экспериментальную обоснованность выводов, характеризуется использованием современного экспериментального оборудования и методик анализа.

К недостаткам работы, на наш взгляд, следует отнести:

- 1) из автореферата не понятно назначение экспоненциальной модели роста пленки $h(t)$ т.к. из рис 5 видно, что наиболее точное совпадение зависимости $h(t)$ с экспериментом в диапазоне до $h < (1,1-1,2)$ мкм имеет место для параболической модели. Из рис. 10 следует, что общая толщина плёнки $h=1,2$ мкм. Таким образом, использование экспоненциальной модели $h(t)$, с точки зрения точности моделирования, не имеет смысла;
- 2) отсутствует статистическая обработка экспериментальных результатов: на рис.5 и рис.6 не указаны доверительные интервалы и доверительные вероятности. В связи с этим теряется возможность оценки совпадения теоретических и экспериментальных результатов;
- 3) в таблице №1 «Свойства синтезированных структур» не отражена взаимосвязь свойств плёнок с технологическими параметрами (h , V_0 , V_P , k). В связи с этим возникает вопрос о критериальности выбранных аппроксимационных параметров и целесообразности разработанных моделей зависимости толщины плёнки ZnO:Al от времени;
- 4) мелкие замечания:
 - а. в формуле (3) (страница 10) константа k имеет размерность $1/c$, а в формуле (5) (страница 11) её размерность $мкм^2/c$, экспериментальное же значение приведено как для безразмерной величины – 0,012;

- b. на странице 11 (11 строка снизу) ошибочно даётся ссылка на экспериментальные результаты для параболической модели, приведённые на рис. 3, никакого упоминания о параболической модели на этом рисунке нет;
- c. на рис. 9 (левый нижний угол) непонятна значимость результатов операции «Контроль свойств и параметров плёнки», т.к. следующая операция «Нанесение методом спрей-анализа» безальтернативна.

Однако, отмеченные замечания касаются в основном уточнений терминологии и стиля изложения, а также теоретического описания отдельных явлений. Они не снижают научной и практической ценности работы, а лишь указывают на возможность сделать её ещё более строгой и научно выверенной. Работа является завершённым научным исследованием, которое обладает как новизной, так и практической значимостью, отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по техническим наукам, и заслуживает положительной оценки. А её автор Пермяков Дмитрий Сергеевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидат технических наук по специальности 2.2.2 «Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств»

Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры общей и прикладной физики, Воронежского государственного лесотехнического университета им. Г.Ф. Морозова
Тел: (473) 253-77-12. E-mail: nnpan@yandex.ru

« 2 » октября 2025 года

Панюшкин
Николай
Николаевич

Адрес организации: 394087, РФ, г. Воронеж, ул. Тимирязева, дом 8.
Тел: (473) 253-84-11. Факс (473) 253-78-47. E-mail: vglta@vglta.vrn.ru

