

Перспективы использования легированных бором монокристаллических НРНТ алмазных пластин в электрохимических биосенсорных системах

Соломникова А.В.¹, Яковлев Г.Е.¹, Ивкин Л.И.¹

zubann@yandex.ru

¹ СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург, Россия

Алмаз обладает уникальным сочетанием химических, оптических, электрических, механических и биосовместимых свойств, что делает его привлекательным объектом для химических и биологических исследований и применений. Известно, что по сравнению с обычно используемыми в биосенсинге материалами, легированный бором алмаз, будучи полупроводником, обладает в водных растворах широким потенциальным окном, при этом фоновый ток оказывается значительно ниже в сравнении с другими материалами. При этом описанные в литературе и реализованные прототипы биосенсорных устройств на алмазе используют или нанокристаллические, или поликристаллические образцы в силу сохранявшейся до недавнего времени недоступности или высокой стоимости крупных легированных бором монокристаллов.

В данной работе представлены результаты систематического исследования электрохимического отклика немодифицированных, гидрогенизированных и оксидированных монокристаллических алмазных пластин, легированных бором. Пластины (размерами от 3х3 до 8х8 мм²) были вырезаны из монокристаллов алмаза, выращенных по технологии высоких давлений – высоких температур (НРНТ) на кубическом прессе высокого давления в ООО «New Diamond Technology» (г. Сестрорецк, Санкт-Петербург) с использованием сплава Fe-Co в качестве катализатора. Диапазон концентраций *in situ* внедренной примеси бора варьировался от 3×10^{15} до 3×10^{18} см⁻³.

Высокоточные измерения различных электрических откликов пластин регистрировались на автоматизированной установке электрохимического вольт-фарадного профилирования ECVPPro-UV. Исследование проведено в широком спектре водных электролитов с различными значениями pH (от 0.85 до 13.59), включая био-совместимую среду – фосфатно-солевой буфер. Измерены вольт-амперные, вольт-фарадные характеристики и фактор диссипации монокристаллических алмазных электродов во всех используемых электролитах. Показана стабильность электрохимического отклика легированного бором алмаза с немодифицированной и химически модифицированной поверхностью. Изучено влияние химической модификации поверхности электродов на регистрируемый токовый отклик, доказано наличие широкого потенциального электрохимического окна во всех случаях. Продемонстрировано влияние частоты тестового сигнала на измеряемые вольт-фарадные характеристики и рассчитываемую концентрацию основных носителей заряда. Полученные результаты подтверждают перспективность использования монокристаллического алмаза, легированного бором, как базовой платформы для создания стабильных электрохимических биосенсоров.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 25-72-10082) (<https://rscf.ru/project/25-72-10082/>)