

УДК 621.373.826: 621.793.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО НАПЫЛЕНИЯ ПЛЕНОК ZnO и GaN НА КРЕМНИЕВЫЕ И САПФИРОВЫЕ ПОДЛОЖКИ

Юрий Алексеевич Штоль

*Магистр 2 года,
кафедра «Инструментальное производство»,
Донской государственной технической университет*

*Научный руководитель: А.Х. Харахашев,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Инструментальное производство»,
Донской государственной технической университет*

Исследование процесса импульсного лазерного напыления (ИЛН) пленок ZnO, GaN на кремниевые и сапфировые подложки, для улучшения оптических и электрических свойств формируемого пленочного покрытия, реализуемого в технологии изготовления оптических проводников.

В работе были проведены серии экспериментов для установления зависимости морфологии пленочного покрытия от режимов обработки и его однородности от применения промежуточного экрана при лазерной абляции мишени. По результатам исследования были сделаны выводы, имеющие практическое значение для получения эпитаксиальных пленок с проводимостью n и p -типа.

Эксперименты по импульсному лазерному напылению проводились на вакуумной установке ВУП-5. Для испарения мишени использовался Nd: YAG - твердотельный лазер с $\lambda = 1.064$ мкм, $\tau_u = 15$ нс, $f_u = 10$ Гц. Излучение лазера фокусировалось на поверхности мишени, фокусное расстояние оптической системы 40 см, плотность потока энергии равнялась 0.2 Дж. Подложка располагалась на расстоянии 50 см от мишени на специальном нагревательном столе, температура которого могла изменяться от 100°C до 600°C в ходе эксперимента. Для предотвращения попадания микрочастиц на поверхность подложки использовался промежуточный экран из нержавеющей стали толщиной 0.25 мм размером 10x20 мм.

Была исследована зависимость скорости роста пленок от температуры подложки и давления кислорода. При давлении буферного газа $P_o < 66.55$ Н/м² скорость роста пленки возрастала при увеличении температуры напыления T_d до 400°C, а затем снижалась, прекращаясь при 600°C. Уменьшение температуры и давления буферного газа вызывало сильный рост проводимости покрытия. Так же было обнаружено, что давление буферного газа практически не оказывает влияния на морфологию пленки при изменении давления от 1.33 Н/м² до 6.65 Н/м².

В ходе экспериментов были получены пленки с разным удельным сопротивлением, в зависимости от используемых режимов. При $T_d = 540^0$ С и $P_o = 6.65$ Н/м². Была получена пленка с достаточно высоким удельным сопротивлением $\rho > 100$ Ом·см. Уменьшение температуры и давления буферного газа вызывало сильный рост проводимости покрытия, при $T_d = 360^0$ С и $P_o = 6.65$ Н/м², $\rho = 0.3$ Ом·см². при $T_d = 360^0$ С и $P_o = 1.33$ Н/м², $\rho = 0.05$ Ом·см². Данные зависимости можно объяснить уменьшением числа свободных электронов при увеличении температуры и давления кислорода.

Было установлено, что использование промежуточного экрана позволяет сильно снизить вероятность попадания крупных микрочастиц размером 1 мкм и более на

поверхность подложки и обеспечивает высокую однородность пленки. Оптимальное расположение экрана в вакуумной камере, при котором обеспечивается высокая однородность пленки - $1/3$ расстояния от мишени до подложки, его ориентация в пространстве - перпендикулярно углу отражения лазерного луча. При этих условиях процесс осаждения на подложку протекает в тени экрана.