

Отзыв

научного руководителя о работе аспиранта Смертина Р.М. представившего диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему «Многослойные зеркала для безмасочной и проекционной рентгеновской литографии» по специальности 1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики.

Смертин Руслан Маратович обучался очно в аспирантуре по специальности 1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики при Институте Физики Микроструктур РАН с 2018 года.

За время обучения Смертин Р.М. в полном объеме выполнил план аспирантской подготовки. При этом Смертин Р.М. проявил способности к работе с научной литературой, овладению изложенным в ней материалом, освоил методику проведения экспериментальных работ и обработку полученных данных, а также теоретического обобщения полученных результатов.

Основная цель проведенной Смертиным Р.М. диссертационной работы – поиск новых композиций многослойных рентгеновских зеркал на основе бериллия, обеспечивающих высокие коэффициенты отражения в окрестности длины волны 11 нм и поиск электронепроводящих, без внутренних механических напряжений отражающих покрытий для безмасочной рентгеновской литографии на длине волны 13,5 нм.

В ходе выполнения диссертационной работы при определяющем вкладе Смертина Р.М. были разработаны новые рентгеновские зеркала Ru/Be с буферными слоями Mo на межслойных границах, которые позволили экспериментально получить рекордные значения коэффициента отражения на длине волны 11,4 нм ($R=72.2\%$). Теоретический расчет указывает на то, что оптическая часть литографической установки на длине волны в окрестности 11 нм будет на 35% превосходить эффективность оптической части литографа на длине волны 13.5 нм, что говорит о перспективности создания литографии нового поколения именно на длине волны 11 нм. Также, были разработаны электронепроводящие, без внутренних механических напряжений рентгеновские зеркала на основе C/Si, которые обладают коэффициентом отражения на длине волны 13.5 нм $R=11\%$, и осаждены на поверхность коммерчески доступной МЭМС микрозеркал марки DLP6500 0.65 1080p MVSPS600 фирмы Texas Instruments. Впервые создан работающий прототип динамической маски для безмасочной литографии, отражающей излучение на длине волны 13.5 нм.

В процессе выполнения данной работы автор провел экспериментальные исследования, получил результаты и провел их обработку. По результатам исследований опубликован ряд статей в отечественных и иностранных научных журналах. Данная работа выполнена грамотно и квалифицированно, на высоком научном уровне. Значимость данной работы подтверждена в рецензируемых научных публикациях, в изданиях входящих в Scopus и список ВАК.

Автор работы в достаточной мере владеет методами экспериментальных исследований и научного анализа, обладает высоким уровнем подготовленности к проведению самостоятельных научных исследований, имеет достаточные знания в области экспериментальной и теоретической физики.

Считаю, что Смертин Р.М. отвечает требованиям, предъявляемым к кандидату физико-математических наук, и заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2. - Приборы и методы экспериментальной физики.

Научный руководитель
Чл.-корр. РАН, д. ф.-м.н., г.н.с., нач. отд. 8130



Чхало Чхало Н.Н.

Подпись Н.Н. Чхало заверяю
Ученый секретарь ИФМ РАН
к.ф.-м.н.

02.06.25

Гапонова

Гапонова Д.М.