

Московский физико-технический институт

На правах рукописи

УДК 12345

Щербаков Денис Алексеевич

3D-фотолитография для квантовых технологий и рентгеновской микроскопии

1.3.6 – Оптика

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук

Научный руководитель

д. ф.-м. н., проф.

Витухновский Алексей Григорьевич

Научный руководитель

к. ф.-м. н.

Колымагин Данила Анатольевич

Москва – 2022

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Название главы	5
1.1. Название секции	5
1.2. Выводы к первой главе	5
Заключение	6
Список литературы	7

Введение

Актуальность темы исследования. аддитивная технология DLW-фотолитография позволяет создавать полимерные 3D-микро/нано-структуры с требуемой морфологией и геометрией. При помощи данной технологии возможна реализация полимерных преломляющих рентгеновских линз с радиусом кривизны порядка нескольких микрон. Подобные линзы могут находить свое применение в рентгеновской микроскопии. Благодаря применению полимерного материала для преломляющей рентгеновской и получению требуемого параболического профиля микронных размеров получилось достичь фокусного расстояния 50 см для излучения 10 кэВ. Прецизионный контроль литографии (1 нм) позволяет создать массив подобных линз, что значительно улучшить фокусировку рентгеновского излучения. Однако, одной из проблем при их изготовлении является контролируемое получение требуемой формы и шероховатости поверхности линзы. Ссылка [1].

Цели и задачи диссертационной работы: применение метода DLW-фотолитографии для изготовления составных преломляющих рентгеновских линз, предназначенных для рентгеновской микроскопии. Изготовление волноведущих соединений для Фотонных Интегральных Схем (ФИС). Также создание функциональных микроструктур для получения однофотонных источников излучения.

Научная новизна. Текст о новизне.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты, изложенные в диссертации, могут быть использованы для ...

Положения, выносимые на защиту: Текст о положениях и результатах.

Степень достоверности и апробация результатов. Основные результаты диссертации докладывались на следующих конференциях:

Публикации. Материалы диссертации опубликованы в N печатных ра-

ботах, из них n_1 статей в рецензируемых журналах [2–4], n_2 статей в сборниках трудов конференций и n_3 тезисов докладов.

Личный вклад автора. Содержание диссертации и основные положения, выносимые на защиту, отражают персональный вклад автора в опубликованные работы. Подготовка к публикации полученных результатов проводилась совместно с соавторами, причем вклад диссертанта был определяющим. Все представленные в диссертации результаты получены лично автором.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, n глав, заключения и библиографии. Общий объем диссертации P страниц, из них p_1 страницы текста, включая f рисунков. Библиография включает B наименований на p_2 страницах.

Глава 1

Название главы

1.1. Название секции

Внутритекстовая формула $\frac{1}{\epsilon^*} = \frac{1}{\epsilon_\infty} - \frac{1}{\epsilon_0}$. Внутритекстовая формула в стиле выделенной $\frac{1}{\epsilon_\infty}$. Ссылки на литературу [1, 5–15]. Ссылка на формулу (1.1)

$$\frac{1}{|\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2|} = 4\pi \int \frac{d^3q}{(2\pi)^3} \frac{e^{i\mathbf{q}(\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2)}}{q^2}, \quad (1.1)$$

где \mathbf{r}_i — координата i -й частицы.

1.2. Выводы к первой главе

Заключение

Список литературы

1. Yoffe A. D. Low-dimensional systems: quantum size effects and electronic properties of semiconductor microcrystallites (zero-dimensional systems) and some quasi-two-dimensional systems // *Adv. Phys.* — 1993. — Vol. 42. — P. 173–266.
2. Иванов И. И., Петров П. П., Сидоров С. С. Название статьи // *Название журнала.* — 1999. — Т. 17. — С. 173–180.
3. Петров П. П., Иванов И. И., Сидоров С. С. Название статьи // *Название журнала.* — 2001. — Т. 23. — С. 12321–12328.
4. Sidorov S. S., Petrov P. P., Ivanov I. I. Article Title // *Journal Name.* — 2002. — Vol. 32. — P. 1531–1540.
5. Эфрос Ал. Л., Эфрос А. Л. Межзонное поглощение света в полупроводниковом шаре // *Физика и техника полупроводников.* — 1982. — Т. 16, № 7. — С. 1209–1214.
6. Ансельм А. И. Введение в теорию полупроводников. — Москва : Наука, 1978.
7. Segall B. // Proceedings of IXth Conference on the Physics of Semiconductors, Moscow, 1968 / ed. by Ryvkin S. M. — Leningrad : Nauka. — 1968. — P. 425.
8. Spectroscopy and Excitation Dynamics of Condensed Molecular Systems / ed. by Agranovich V. M., Hochstrasser R. M. — Modern Problems in Condensed Matter Sciences. Amsterdam : North-Holland, 1983. — ISBN: 0444863133.
9. InP Basic Parameters at 300 K // Electronic archive New Semiconductor Materials. Characteristics and Properties / Ioffe Physico-Technical Institute. — St. Petersburg, 2001. — Access mode: <http://www.ioffe.rssi.ru/SVA/NSM/Semicond/InP/basic.html> (online; accessed: 01.11.2009).
10. Мищенко Е. Ж. Неупругое рассеяние света в системе взаимодействующих электронов и фононов : дисс. канд. физ.-мат. наук ; ИТФ им. Л. Д. Ландау. — 1996.
11. Скворцов М. А. Флуктуационные и интерференционные эффекты в мезо-

- скопических системах : дисс. д-ра физ.-мат. наук ; ИТФ им. Л. Д. Ландау. — 2008.
12. Perelman G. Finite extinction time for the solutions to the Ricci flow on certain three-manifolds. — math/0307245.
 13. Nielsen E., Muller R. P. A configuration interaction analysis of exchange in double quantum dots. — 1006.2735.
 14. Одноразовая ракета-носитель [Текст] : заявка 1095735 Рос. Федерация : МПК⁷ В 64 G 1/00 / Тернер Э. В. (США) ; заявитель Спейс Системз/Лорал, инк. ; патент. поверенный Егорова Г. Б. — № 000108705/28 ; заявл. 07.04.2000 ; опубл. 10.03.2001, Бюл. № 7 (I ч.) ; приоритет 09.04.1999, 09/289, 037, (США). — 5 с. : ил.
 15. Приемопередающее устройство [Текст] : пат. 2000131736/09 Рос. Федерация : МПК⁷ Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00 / Чугаева В. И. (РФ) ; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-ислед. ин-т связи. ; патент. поверенный Егорова Г. Б. — № 000108705/28 ; опубл. 20.08.2002, Бюл. № 23 (II ч.). — 2 с. : ил.