

Численное моделирование дифракции оптических вихрей на плазмонной линзе с кольцевой структурой



Козлова Е.С., Савельева А.А., Котляр В.В. Самарский университет, Самара, Россия

Цель работы – изучить эффекты, возникающие при фокусировке плазмонной линзой, сравнить результаты для фокусировки пучка без сингулярных особенностей с фокусировкой оптического вихря.

Актуальность проблемы:

Поверхностные плазмонные поляритоны используются для субволновой оптики в микроскопии и литографии за пределами дифракционного предела [1-2]. Данный эффект так же широко используется при проектировании новых ДОЭ. В качестве примера таких ДОЭ можно привести плазмонные линзы [3-6], способные генерировать и фокусировать поверхностные плазмон-поляритоны. Про них и пойдет речь в данной работе.

[1] Minn K, Lee H W H, and Zhang Zh 2019 Opt. Express 27 38098

[2] Kim E S, Kim Y M, Choi K C 2016 Plasmonics 11 1

[3] Chang K-H, Chen Y-C, Chang W-H, Lee P-T, 2018 ACS Photonics 5 834

[4] Kozlova E S, Kotlyar V V, 2016 Computer Optics 40 629

[5] Zhu Y, Yuan W, Yu Y, Wang P, 2016 Plasmonics 11 1543

[6] Chang K-H, Chen Y-C, Chang W-H, and Lee P-T, 2018 Sci. Rep. 8 13648

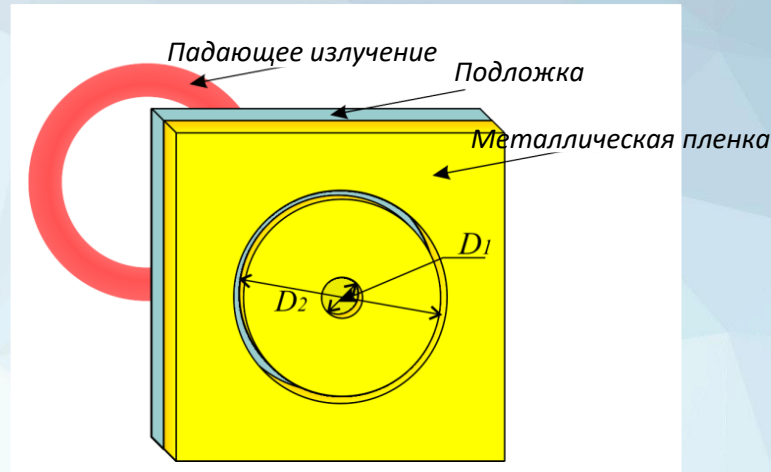


Рис. 1. Схема численного моделирования: шаблон плазмонной линзы и падающий световой пучок

Численное моделирование дифракции оптических вихрей на плазмонной линзе с кольцевой структурой



Козлова Е.С., Савельева А.А., Котляр В.В. Самарский университет, Самара, Россия

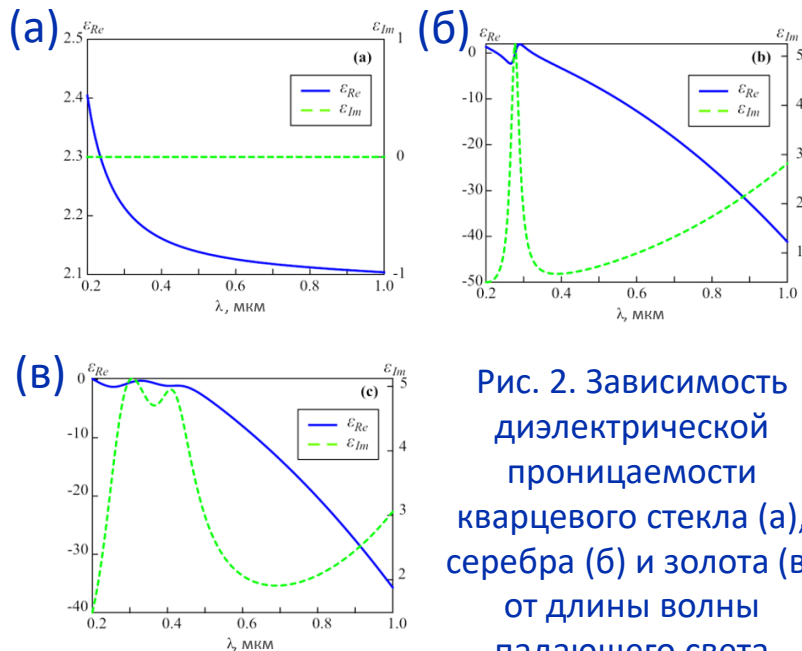


Рис. 2. Зависимость диэлектрической проницаемости кварцевого стекла (а), серебра (б) и золота (в) от длины волны падающего света

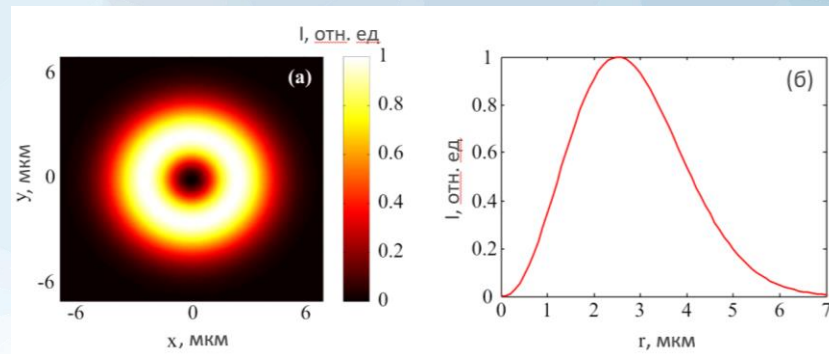


Рис. 3. Входной радиально поляризованный свет с перетяжкой $\delta = 0,5 \mu\text{м}$: распределение в плоскости XY (а) и по радиусу r (б).

Численное моделирование дифракции оптических вихрей на плазмонной линзе с кольцевой структурой



Козлова Е.С., Савельева А.А., Котляр В.В. Самарский университет, Самара, Россия

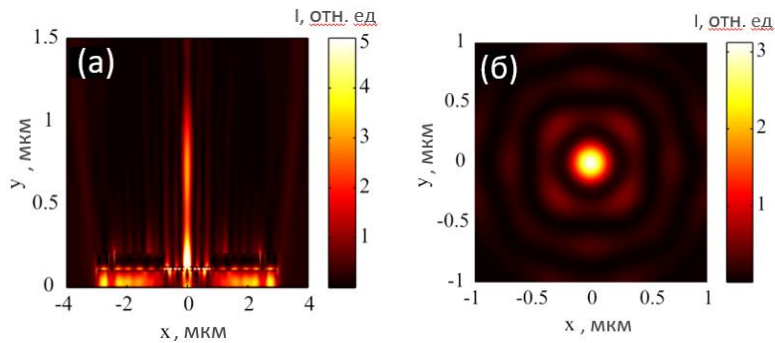


Рис. 4. Фокусировка плазмонной линзой: двумерное распределение при $y = 0$ (а) и в фокусе (б); сечение интенсивности по оси X в фокусе на расстоянии 580 нм.

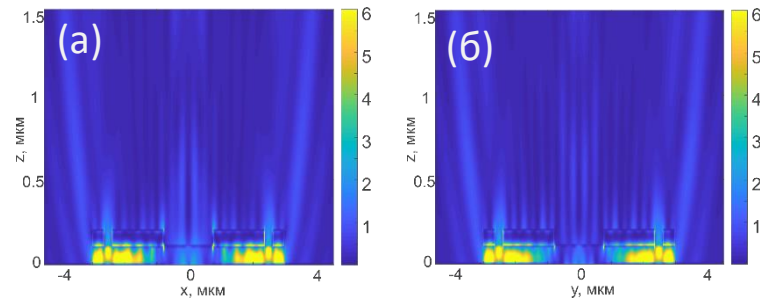
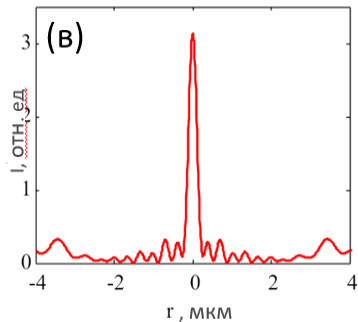
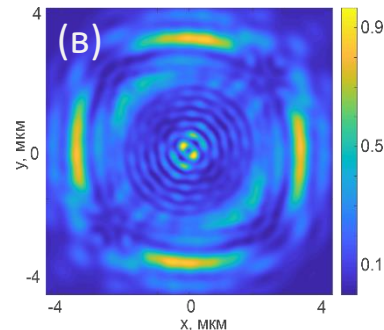


Рис. 5. Фокусировка плазмонной линзой: двумерное распределение при $y = 0$ (а) и в фокусе (б); сечение интенсивности по оси X в фокусе на расстоянии 580 нм.



Численное моделирование дифракции оптических вихрей на плазмонной линзе с кольцевой структурой



Козлова Е.С., Савельева А.А., Котляр В.В. Самарский университет, Самара, Россия

Заключение

- ✓ В данной работе с помощью FDTD метода исследовалась плазмонная линза со сплошным рельефом в тонких пленках (высотой 200 и 100 нм) из золота и серебра. Линза представляла собой круглую диафрагму диаметром 5 мкм и толщиной 350 нм с дискообразным углублением в центре глубиной 80 нм. В качестве поля запуска использовался радиально поляризованный гауссов пучок с длиной волны $\lambda = 633$ нм.
- ✓ Исследована зависимость характеристик фокального пятна от высоты и материала рельефа, а также от диаметра центральной впадины.
- ✓ Показано, что конструкция линзы существенно зависит от материала рельефа, поэтому параметры плазмонной линзы необходимо пересчитывать для каждой металлической пленки.

- ✓ Показано, что плазмонная линза, выполненная в серебряной пленке толщиной 100 нм с диаметром центрального углубления 1,5 мкм, позволяет фокусировать излучение на расстоянии 580 нм в пятно с FWHM = 0,38 λ .

lexis2450@gmail.com

kozlova.elena.s@gmail.com



Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках выполнения работ по Государственному заданию ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН и Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ (грант № 18-19-00595, грант № 18-29-20003).