

Фокусировка импульсных лазерных линейно-поляризованных гауссовых пучков с использованием рефракционного микроаксикона

С.К. Сергунин¹

¹Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

Аннотация

В данной работе были выполнены расчеты фокусировки импульсных лазерных линейно-поляризованных гауссовых пучков с помощью рефракционного микроаксикона с использованием программного продукта Lumerical. Показано изменение выходного поля от длины волны, при заданном значении угла раскрытия микроаксикона.

Ключевые слова

Микроаксикон, импульсный Гауссов пучок, длина волны

1. Введение

Более полувека прошло с тех пор, как диэлектрический конус, образующий протяженный осевой пучок получил название «аксикон» [1]. Хотя аксиконы использовались и изучались задолго до того, как они получили их официальное название [2], этот оптический элемент вызвал дискуссию и повышенный интерес, связанный с не дифракционными свойствами пучков Бесселя, сформированных с использованием этого компонента, особенно во второй половине прошлого века [3].

В статье [4] описаны проводимые исследования по изучению прохождения пучка света через основание аксикона при заданной длине волны и разных углах раскрытия аксикона. Полученные в результате исследования дифрактограммы были аналитически и численно обоснованы. Двумерный и трехмерный размерные модели конусного диэлектрического зонда показывают, что при небольших изменениях вершины под углом свет, проходящий через зонд, рассеивается, а не фокусируется, и наоборот. Угол значения, соответствующие граничным переходам, носят квантовый характер и уплотняются по мере приближения угла к нулю. Эти особенности следует учитывать при изготовлении микроаксиконов, предназначенные для различных приложений.

Исследования, проведенные в данной работе, позволяют установить зависимость рисунка выходной интенсивности от длины волны пучка света.

2. Результаты расчетов

С использованием программного продукта Lumerical были выполнены расчеты фокусировки импульсных лазерных линейно-поляризованных гауссовых пучков с помощью стеклянного (показатель преломления 1.5) рефракционного микроаксикона, в ходе расчета учитывалась дисперсия материала при моделировании. Угол раскрытия аксикона при вершине составляет 200, а высота: 10 микрометра (рисунок 1). Геометрические размеры аксикона были выбраны так, чтобы радиус основания был на порядок выше чем длины волны.

Пространственное распределение падающего Гауссова пучка описывается следующей формулой:

$$G(x, y) = e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}, \sigma = 3\lambda_0 \quad (1)$$

где $\lambda_0 = 0.5$ мкм.

Пространственное распределение (1) использовалось во всех расчетах, а временное распределение менялось в зависимости от длины волны.

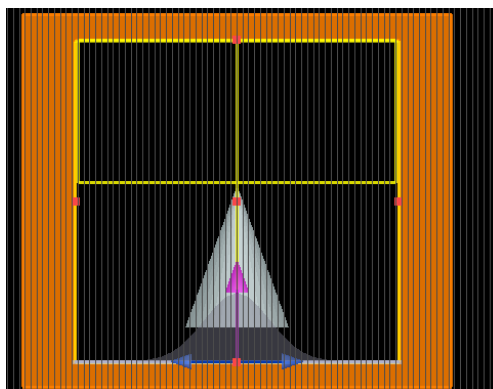


Рисунок 1: Положения в пространстве относительно Гауссова пучка аксикона

В таблице 1 отображены характеристики входного Гауссова импульса.

Таблица 1
Характеристики Гауссова импульса

Время импульса(фмс)	bandwidth (THz)	span мкм	offset(фмс)	Центральная длина волны(мкм)
100	749.542	0.00235471	7.42497	0.4
100	599.585	0.00367986	9.36399	0.5
100	499.654	0.00529902	11.2368	0.6
100	428.281	0.0072124	13.0609	0.7
100	374.741	0.00942063	14.981	0.8
100	333.112	0.0119224	16.7687	0.9

3. Заключение

В данной работе с использованием программного продукта Lumerical были выполнены расчеты фокусировки импульсных лазерных линейно-поляризованных гауссовых пучков с помощью рефракционного микроаксикона. Показано изменение выходного поля от длины волны, при заданном значении угла раскрытия микроаксикона.

4. Благодарность

Данная работа была выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. (грант № 20-52-76021)

5. Литература

- [1] McLeod, J. The Axicon: A New Type of Optical Element / J. McLeod // Opt. Soc. Am. – 1954. – Vol. 44(8). – P. 592-597
- [2] Jaroszewicz, Z. Axicon – the Most Important Optical Element / Z. Jaroszewicz, A. Burvall, A.T. Friberg // Opt. Photonics News. – 2005. – Vol. 16(4). – P. 34-39.
- [3] Durnin, J. Diffraction-free beams / J. Durnin, J. Miceli Jr., J.H. Eberly // Phys. Rev. Lett. – 1987. – Vol. 58(15). – P. 1499-1501.
- [4] Khonina, S. Focused, evanescent, hollow, and collimated beams formed by microaxicons with different conical angles / S. Khonina, S. Degtyarev, D. Savelyev, A. Ustinov // Optics Express. – 2017. – Vol. 25(16). – P. 19052-19064