

УДК 621.31

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ВОЗЛЕ ТОРЦА ЭЛЕКТРОДОВ УПРАВЛЯЕМОЙ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКИ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО КРИСТАЛЛА LiNbO_3 X-СРЕЗА

Достовалов А. А., Паранин В. Д.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Управляемые дифракционные решётки на основе электрооптических кристаллов позволяют осуществить динамическое изменение диаграммы направленности дифрагированного излучения [1]. Одним из факторов, сдерживающих развитие управляемых дифракционных элементов, является высокое напряжение, приводящее к генерации и перераспределению носителей заряда в поверхностном слое кристалла, к локальной переполяризации электрооптического кристалла [2]. Особенно сильно эти эффекты проявляются вблизи торцов электродов, в области которых напряжённость электрического поля повышена. Это усиливает наведённую оптическую неоднородность и увеличивает вероятность электрического пробоя. Для предотвращения деградации кристалла необходимо выполнить расчёт напряжённости электрического поля и предложить методы его снижения.

Целью настоящей работы являлся расчёт напряжённости электрического поля на торцах электрода вдоль с-оси $E_x(x,y,z)$.

Моделирование электрического поля осуществлялось численным методом в программе Comsol Multiphysics. В качестве подложки управляемой дифракционной решетки задавался х-срез электрооптического кристалла ниобата лития (LiNbO_3) размером $15 \times 15 \times 1$ мм. На поверхности кристалла 15×15 мм располагались параллельные электроды длиной $L_1=8$ мм и шириной $b=160$ мкм. Зазор между электродами составлял $a=140$ мкм, расстояние от торца электрода до контактной площадки $L_2=500$ мкм. Радиус закругления прямоугольных углов на торцах электродов был равен $R=10$ мкм, что соответствовало параметрам экспериментальных образцов. С-ось кристалла ориентировалась перпендикулярно управляющим электродам. Относительные диэлектрические проницаемости кристалла составляли $\epsilon_a=\epsilon_y=\epsilon_z=83$, $\epsilon_c=\epsilon_x=24,5$. При расчётах задавались чередующиеся потенциалы электродов $U_1=1$ В, $U_2=0$ В. Нижняя поверхность кристалла и верхняя часть области расчёта находились под нулевым потенциалом. Результаты расчёта приведены в таблице 1.

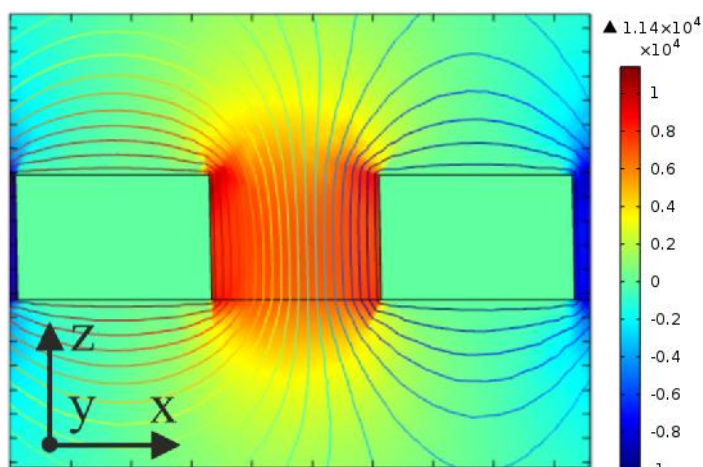


Рис. 1. Распределение напряжённости $E_x(x,z)$ на краях электродов (поперечное сечение в центральной части межэлектродного зазора)

Таблица 1

Расстояние от торца электродов, мкм	-75	-50	-25	0	25	50	75
$E_x, 10^4$	0,62	0,65	0,71	9,42	2,99	2,35	1,9

Из расчётов следует, что напряженность электрического поля E_x достигает максимального значения на торце электрода. Напряженность на краю электрода у закругления торца достигает $E_x=9,7 \cdot 10^4$ В/м. При движении вглубь межэлектродного зазора она уменьшается и составляет $E_x=2,99 \cdot 10^4$ В/м на расстоянии 25 мкм от торца. Таким образом, проведенные расчеты выявили существенно неоднородное распределение электрического поля.

Библиографический список

1. В. Д. Паранин. Исследование механизмов управления характеристиками дифракционной решётки, выполненной на поверхности электрооптического кристалла ниобата лития// ЖТФ. – Т.84. Вып.11. – С.146-150 (2014).
2. В. Д. Паранин. Особенности формирования иглообразных доменов в поверхностном слое ниобата лития X-среза// ЖТФ. – Т.84. Вып.12. – С.132-136 (2014).