

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОЙ МОДУЛЯЦИИ СВЕТА ИЗОТРОПНЫМИ И ОДНООСНЫМИ КРИСТАЛЛАМИ

В. В. КИСЕЛЕВИЧ, Я. О. ШАБЛОВСКИЙ

Theoretical research of efficiency factors at the choice of relative spatial orientations of electro-optical crystals, used for the aims of amplitude and phase modulation of light is carried out. The crystallographical analysis allowed to develop the method of practical optimization of this orientation for isotropic and uniaxial electro-optical crystals

Ключевые слова: линейный электрооптический эффект, модуляция света

Интерес к изучению электрооптических свойств кристаллов в значительной степени определяется их применением для целей амплитудной и фазовой модуляции света. Электрооптическая модуляция света основана на индуцированном внешним электрическим полем изменении показателей преломления. Модулирующее воздействие кристалла на проходящий через него световой сигнал определяется тем, что световая волна, линейно поляризованная вдоль одной из осей оптической индикатрисы, после прохождения кристалла приобретает фазовую задержку, зависящую от величины приложенного напряжения (фазовая электрооптическая модуляция). Когда линейная поляризация падающей на кристалл световой волны выбрана таким образом, чтобы в нем распространялись две ортогонально поляризованные волны, приобретающие на выходе из кристалла некоторую разность фаз, также зависящую от величины приложенного напряжения, имеет место электрооптическая модуляция поляризации [1, с. 13 – 17].

Приведем выражения для расчета характеристик электрооптической модуляции света.

Электроиндуцированная разность показателей преломления двух лучей может быть представлена в виде:

$$N_1 - N_2 = n^3 \sqrt{\frac{1}{4}(\varpi_1 - \varpi_2)^2 + \varpi_4^2 + \varpi_5^2 + \varpi_6^2}, \quad (1)$$

где n – показатель преломления обыкновенного луча, $\varpi_i = \sum_k r_{ik} E_k$, r_{ik} – электрооптические коэффициенты, E_k – вектор напряженности внешнего электрического поля.

Электроиндуцированные изменения показателей преломления лучей определяются выражением:

$$\Delta N_{1,2} \approx \frac{1}{2} n^3 \left(\frac{\varpi_1 + \varpi_2}{2} \mp \sqrt{\frac{1}{4}(\varpi_1 - \varpi_2)^2 + \varpi_4^2 + \varpi_5^2 + \varpi_6^2} \right) = \frac{1}{4} n^3 (\varpi_1 + \varpi_2) \mp \frac{1}{2} (N_1 - N_2). \quad (2)$$

Углы электроиндуцированного поворота оптической индикатрисы одноосного кристалла вокруг осей x_1, x_2, x_3 [2]:

$$\theta_1 = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \left(\frac{2\varpi_4}{\Delta_n + \varpi_3 - \varpi_2} \right), \quad \theta_2 = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \left(\frac{2\varpi_5}{\Delta_n + \varpi_3 - \varpi_1} \right), \quad \theta_3 = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \left(\frac{2\varpi_6}{\varpi_2 - \varpi_1} \right), \quad (3)$$

где $\Delta_n = \frac{1}{n_e^2} - \frac{1}{n^2}$, n_e – показатель преломления необыкновенного луча.

Приведенные выражения (1) – (3) позволяют анализировать эффективность электрооптической модуляции для различных сочетаний направления распространения света в кристалле и приложенного к нему внешнего электрического поля.

Литература

1. Мустель Е.Р. Методы модуляции и сканирования света / Е.Р. Мустель, В.Н. Парыгин. – Москва: Наука, 1970. – 296 с.
2. Шабловский Я.О. Ориентация изотропных и одноосных электрооптических кристаллов для целей амплитудной и фазовой модуляции света / Я.О. Шабловский, В.В. Киселевич // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. С. – 2010. – № 9. – С. 131–141.