

ГЕНЕРАЦИЯ БЕССЕЛЕВЫХ СВЕТОВЫХ ПУЧКОВ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ В КРИСТАЛЛАХ С РАДИАЛЬНО-ПЕРИОДИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ

П. А. Хило¹, Н. А. Хило²

¹Гомельский государственный технический университет
им. П. О. Сухого, Гомель

²Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, Минск
E-mail: khilo_p@tut.by

Среды с регулярными доменными структурами представляют значительный интерес для реализации эффектов квазисинхронного нелинейно-оптического взаимодействия [1, 2] и устройств управления параметрами лазерного излучения [3]. Одноосные периодически поляризованные кристаллы, в которых могут быть сформированы высококачественные периодически структуры, привлекательны для решения таких задач благодаря высоким значениям коэффициента нелинейной оптической восприимчивости второго порядка.

В работе предложена и исследована схема квазисинхронной генерации радиально поляризованного бесселева светового пучка (БСП) удвоенной частоты при неколлинеарном взаимодействии двух необыкновенных световых волн распространяющихся под углом β к оптической оси \vec{c} одноосного кристалла класса симметрии $4mm$ ($\vec{c} \parallel$ оси Z) с радиальной симметричной периодической модуляцией тензора нелинейной восприимчивости $d_{ij}(\rho) = d_{ij}^{ef} (\cos 2\pi\rho/\Lambda + \delta)$, где $\rho = (x^2 + y^2)^{1/2}$ поперечная радиальная компонента, Λ – период круговой модуляции, $d_{ij}^{ef} = 2d_{ij}/m\pi$, δ – фазовый сдвиг периодической структуры.

Аналитически и численно показано, что данная геометрия позволяет реализовать квазисинхронное $ee-e$ взаимодействие в условия поперечного фазового синхронизма и генерировать вторую гармонику в форме радиально поляризованного бесселева пучка, задействовав при этом максимальную компоненту тензора нелинейной поляризации d_{33} .

Найдены условия продольного и поперечного фазового синхронизма и показано, что выполнение условия поперечного фазового синхронизма при заданном периоде модуляции нелинейной восприимчивости достигается изменением угла генерации второй гармоники, при этом подстройка под продольный синхронизм достигается за счет изменения направления распространения волны основной частоты. В частности, для кристалла ниобата калия лития ($K_3Li_2Nb_5O_{15}$) для первой Фурье-

компоненты радиально-периодической модуляции нелинейности при угле конуса порядка 5° период модуляции должен составлять 2.5 мкм, что легко достижимо современными методами поляризации доменной структуры кристаллов. Показано что геометрия взаимодействия имеет азимутальную симметрию, следовательно, излучение волны второй гармоники не должно зависеть от азимутального угла и должно иметь форму концентрического конуса.

В предположении, что нелинейное взаимодействие приводит к z -модуляции скалярной амплитуды волны второй гармоники, и с учетом того, что все плоскотоволновые компоненты БСП генерируются в одинаковых условиях продольного и поперечного синхронизмов вследствие цилиндрической симметрии задачи, получены укороченные уравнения для амплитуды поля основной частоты и второй гармоники, содержащие интеграл перекрытия $g(q)$

$$g(q) = \frac{1}{\sqrt{W(q)}} \int_0^{R_b} J_0(q\rho) \cos(K\rho + \delta) \rho d\rho,$$

характеризующий эффективность генерации второй гармоники, где A_1 – нормированная амплитуда световой волны основной частоты, $W(q)$ – нормировочный коэффициент, $J_0(q\rho)$ – бesselева функция нулевого порядка, R_b – радиус бesselева пучка, $\delta = \frac{4\pi(2\omega)^2}{c^2 2k_{2z}} (d_{31}^{ef} \cos\beta + d_{33}^{ef} \sin\beta)$.

Исследована зависимость интеграла перекрытия от соотношения поперечных компонент волновых векторов генерируемого бesselева пучка q и поперечной периодической структуры K при разных углах конуса генерируемой второй гармоники для кристалла ниобата калия лития ($K_3Li_2Nb_5O_{15}$). Показано, что максимальное значение интеграла перекрытия достигается при выполнении условия поперечного фазового синхронизма при генерации бesselева пучка второй гармоники $q = K$, не зависит от угла конуса генерируемой гармоники, а сам максимум сужается при увеличении угла генерируемого бesselева пучка.

1. Хило П. А., Петрова Е. С. // ЖПС. 2005. Т. 72, № 6. С. 752–755.
2. Kasimov D., Arie A., Winebrand E. et. al. // Optics Express. 2006. Vol.14, No. 20. P. 9371–9376.
3. Saltiel S., Krolkowski W., Neshev D., Kivshar Y. // Optics Express. 2007. Vol.15, No. 7. P. 4133–4138.