

УГЛОВАЯ ШИРИНА ВЕКТОРНОГО СИНХРОНИЗМА

В. И. Строганов

При возбуждении оптических гармоник в плоскопараллельной пластинке нелинейного кристалла возможно наблюдать смещение частот (ω) лазерного излучения, частично рассеянного на входной грани [1] или на неоднородностях [2] кристалла с частотами (ω) излучения в оставшейся части нерассеянного лазерного пучка. В одноосных нелинейных кристаллах при выполнении условий векторного синхронизма (пучки взаимодействующих излучений неколлинеарны) результатом взаимодействия являются конусообразно расходящиеся пучки с частотой 2ω , дающие в плоскости наблюдения окружности или эллипсы [1, 2]. Метод, использующий эти взаимодействия, является весьма перспективным для выявления и изучения новых нелинейных кристаллов.

Отметим, что тонкая структура в «окружностях векторного синхронизма», аналогичная угловой структуре гармоники вблизи направлений линейного синхронизма,

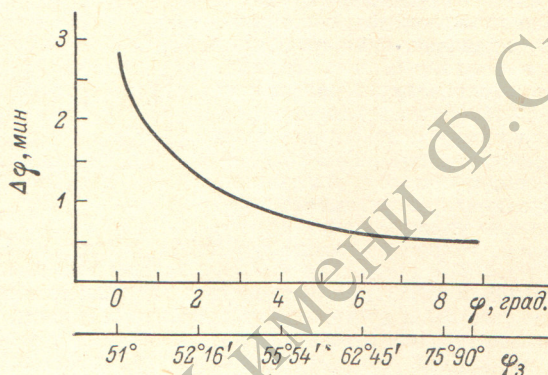


Рис. 1. Угловая ширина $\Delta\varphi$ векторного синхронизма в кристалле KDP.

Толщина кристалла 1 см, φ — угол векторного синхронизма.

ранее не наблюдалась. Это связано со значительно меньшими величинами угловой ширины синхронизма для векторных взаимодействий (вблизи нормали к оптической оси кристалла) по сравнению с линейным синхронизмом, что затрудняет наблюдение тонкой структуры на обычно используемых толстых кристаллах.

Угловая ширина векторного синхронизма $\Delta\varphi$, когда направление одного из взаимодействующих лучей (например, с волновым вектором k_1 ; φ_1 — угол падения луча на пластину) зафиксировано, а второй луч (рассеянное излучение с волновым вектором k_2) может сканироваться по направлению, что соответствует экспериментальной ситуации, описанной ниже, может быть определена из следующего выражения (взаимодействие $oo \rightarrow e$; $[\sin(\Delta kL/2)]/(\Delta k/2)$; $\Delta kL/2 = \pi$) [2]

$$\Delta\varphi = \frac{\lambda}{2L [n^\omega \sin \varphi + \Delta n \sin 2\varphi_3]}$$

Здесь L — толщина кристалла; λ — длина волны возбуждающего излучения; n^ω , $n^{2\omega}$, k^ω , $k^{2\omega}$ — показатели преломления и волновые векторы на частотах ω и 2ω соответственно;

$$\Delta n = n^\omega - n^{2\omega}; \quad \Delta k = k_1^\omega + k_2^\omega - k^{2\omega};$$

φ_3 — угол между $k^{2\omega}$ и оптической осью кристалла; φ — угол между векторами k_1^ω и k_2^ω — угол векторного синхронизма ($\cos \varphi = n_0^{2\omega}/n_0^\omega$).

Угловая ширина $\Delta\varphi$ максимальна при реализации векторных взаимодействий вблизи направления линейного синхронизма (например, для кристалла KDP и возбуждающего излучения с $\lambda = 6923 \text{ \AA}$, $\varphi_3 \approx 51^\circ$ — угол линейного синхронизма, $\varphi = 0$, $\Delta\varphi \approx 2.7'$) и почти минимальна для $\varphi_3 = 90^\circ$ ($\varphi = 8^\circ 42'$, KDP, $\lambda = 6943 \text{ \AA}$). Минимальное значение $\Delta\varphi$ реализуется для кристалла KDP ($\lambda = 6923 \text{ \AA}$) при $\varphi = 8^\circ 20'$ ($\varphi_3 \approx 78^\circ 11'$, $\Delta\varphi \approx 0.5'$). Экспериментальное значение $\Delta\varphi$, определенное из углового распределения излучения (2ω) (рис. 1), с хорошей степенью точности совпадает с теоретическим (распределение фотографировалось при разных значениях угла φ_1). Например, для $\varphi_1 = 0$ (k_1 нормален оптической оси кристалла) теоретическое и экспериментальное значения $\Delta\varphi$ равны $\sim 0.5'$. Эксперимент выполнен с плоскопараллельной пластинкой нелинейного кристалла KDP толщиной 470 мкм. Оптическая ось кристалла парал-

лельна входной грани пластинки. Были приняты специальные меры для формирования возбуждающего лазерного луча с малой расходимостью (не более $2 \div 3'$). Распределение излучения (2ω) фотографировалось за одну вспышку лазера на рубине (мощность лазерного излучения — ~ 5 МВт). Нелинейный кристалл находился между скрещенными светофильтрами (КС-18 и ФС-7). За нелинейным кристаллом расположена кварцевая линза, в фокальной плоскости которой находится фотопленка, на которой регистрировалось данное распределение (рис. 2). На фотографии рис. 2 центральная эллиптическая кривая соответствует преобразованию (смещению) излучения при точном

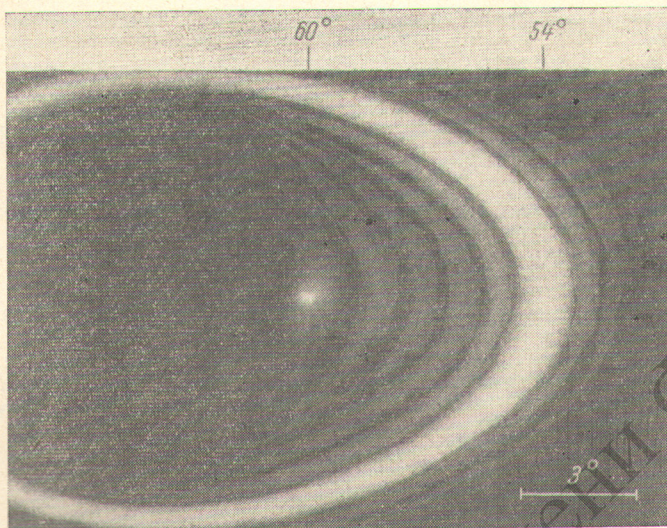


Рис. 2. Угловая структура в распределении преобразованного излучения (2ω) на выходе из плоскопараллельной пластинки нелинейного кристалла KDP.

Толщина кристалла 470 мкм; угол падения основного излучения ($\lambda = 6943 \text{ \AA}$) на нелинейный кристалл $\varphi_1 = 60^\circ$.

выполнении условий векторного синхронизма ($\Delta k = 0$), светлая точка в центре — преобразованию излучения с частотой ω во вторую гармонику при значительной расстройке синхронизма ($\Delta k \neq 0$).

Литература

- [1] Г. В. Кривошеков, В. И. Строганов, В. И. Самарин, В. М. Тарасов. *Опт. и спектр.* 34, 347, 1973.
- [2] Г. В. Кривошеков, В. И. Самарин, В. И. Строганов. *Изв. вузов, физика*, № 8, 65, 1974.

Поступило в Редакцию 15 мая 1978 г.

УДК 535.8

ПРОХОЖДЕНИЕ СВЕТА ЧЕРЕЗ СИСТЕМУ ПОЛЯРИЗАТОР—КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ ПЛАСТИНКА—АНАЛИЗАТОР

С. С. Гиргель

Многие задачи кристаллооптики требуют знания интенсивности света при прохождении поляризованного света через анизотропную гиротропную пластинку и анализатор [1]. Такова, в частности, принципиальная схема амплитудного модулятора света, а также и эллипсометра [2]. В существующей литературе, однако, явные общие выражения для интенсивности отсутствуют. Так, в работах [3, 4] поляризатор линейен, а анализатор берется линейным [3, 4] или циркулярным [4]. В [5] приводится выражение для эллиптического поляризатора при по-прежнему линейном анализаторе. Используя уравнения связи [6] для естественно оптически активных сред, в [7] найдена фор-