

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 621.373.535 (206.1)

## ГЕНЕРАЦИЯ ВТОРОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ГАРМОНИКИ В КРИСТАЛЛЕ С МАКРОСКОПИЧЕСКИМИ НЕОДНОРОДНОСТЯМИ

Е. А. Виноградов, А. Н. Втюрин, А. Ф. Гончаров,  
Г. Н. Жижин, И. С. Кабанов и В. Ф. Шабанов

В настоящее время большой интерес вызывают исследования, направленные на поиск новых перспективных материалов для нелинейной оптики и способов синхронизации.

В [1] было обнаружено преобразование лазерного излучения во вторую гармонику, обусловленное периодической модуляцией структуры кристалла в несоразмерной фазе. Согласно [1, 2], интенсивность генерации второй гармоники (ГВГ) сильно зависит от периода модуляции и существенно возрастает при его совпадении с удвоенной длиной когерентности немодулированной струк-

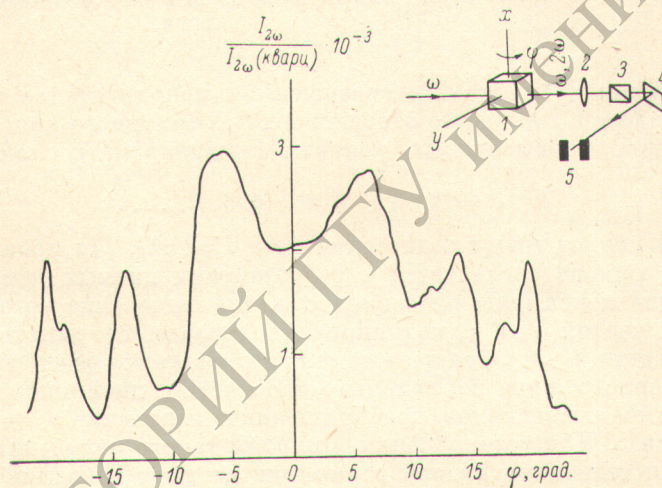


Рис. 1. Зависимость интенсивности ГВГ от угла поворота кристалла.

1 — образец, 2 — линза, 3 — анализатор, 4 — зеркало, 5 — входная щель системы регистрации.

туры. Как следует из результатов [3], это соответствует выполнению модифицированного условия синхронизма для макроскопически слоистых структур. Экспериментальное исследование этого явления ранее не проводилось, хотя понятна его значимость для преобразования частоты лазерного излучения.

В качестве образцов были выбраны кристаллы ZnSe, характерной особенностью которых является квазипериодическое распределение неоднородностей в объеме образца. Они хорошо наблюдаются с помощью поляризационного микроскопа; области с различными показателями преломления видны как полосы различной яркости. Образцы готовились в виде прямоугольных параллелепипедов, четыре ребра которых параллельны оси  $z$  (направление [111]). Слои двойников с постоянным показателем преломления перпендикулярны оси  $z$ . Среднее расстояние между ними приближенно равно 3 мкм, что близко к удвоенной длине когерентности однородного кристалла ZnSe [4]. Измерения проводились на установке, описанной в [5], а также при возбуждении кристалла лазером YAG-Nd<sup>3+</sup>, работающим в непрерывном режиме с мощностью в линии 1.064 мкм от долей ватта до 10 Вт.

При распространении лазерного луча вдоль оси  $z$  визуально обнаружено достаточно интенсивное излучение с  $\lambda=0.532$  мкм как с использованием импульсного, так и непрерывного лазера. При распространении лазерного луча параллельно другим ребрам образца визуально обнаружено, что самое интенсивное преобразованное излучение с  $\lambda=\lambda_0/2$  выходит также вдоль оси  $z$ .

При количественных измерениях по методике [5] при помощи импульсного лазера в исследуемых образцах наблюдается интенсивная генерация вдоль оси  $z$ , превосходящая в 2000 раз интенсивность ГВГ в эталонном кристалле кварца. При этом также наблюдается (методика измерений описана в [5]) круговой конус векторного синхронизма с углом при вершине  $1^\circ 30' \pm 10'$ . Направление синхронизма, рассчитанное с использованием этого результата и значений показателей преломления [4], отклонено от оси  $z$  на  $6^\circ$ . Излучение зависимости интенсивности ГВГ от угла поворота кристалла (рис. 1) показало, что этот угол равен  $6^\circ 20' \pm 30'$ . Интенсивность генерации в этом направлении в 3000 раз превышает интенсивность ГВГ в кварце.

Следует отметить, что в образцах совершенных монокристаллов ZnSe (без модуляции структуры двойниками) с помощью лазера, работающего в непрерывном режиме, не удалось зарегистрировать сигнал второй гармоники. Из-

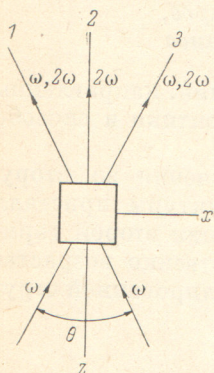


Рис. 2. Схема эксперимента по ГВГ на неколлинеарных лучах накачки.

мерения по методике [5] на этом же совершенном монокристалле показали, что сигнал с  $\lambda_0/2$  слабее в 200 раз по отношению ГВГ эталонного кристалла кварца.

Из уравнения, описывающего условия синхронизма в слоистых структурах [3]

$$k(2\omega) = 2k(\omega) \pm lG \quad (l=0, 1, 2, \dots), \quad (4)$$

был определен период модуляции структуры  $d=2\pi/G$ . Он показался равным 2.94 мкм, что хорошо согласуется с результатами прямых измерений.

Последующие максимумы интенсивности, возникновение которых является специфической чертой ГВГ в модулированной среде, соответствуют выполнению условия (1) при  $l > 1$ . Обращает на себя внимание тот факт, что при распространении лазерного луча параллельно плоскостям двойников (перпендикулярно оси  $z$ ) самое интенсивное преобразованное излучение с  $\lambda=0.5\lambda_0$  выходит также вдоль оси  $z$ . Для установления природы такого излучения были проведены измерения генерации второй гармоники от двух неколлинеарных лучей накачки (рис. 2). В этом случае луч 2 обусловлен взаимодействием волн с различными по направлению волновыми векторами  $k(\omega)$ , а лучи 1 и 3 — коллинеарной ГВГ. С увеличением угла между лучами накачки интенсивность в пучке 2 уменьшается значительно медленнее, чем в пучках 1 и 3, и при  $\theta \approx 180^\circ$  в 200 превышает сигнал от кварца, в то время как в направлениях 1 и 3 становится сравнима с ним. Это связано с тем, что модуляция структуры образца двойниками не является строго периодической, а значит, спектр векторов  $G$  достаточно широк.

Таким образом, периодическая модуляция структуры действительно способствует получению синхронного преобразования частоты излучения, и, следовательно, повышению коэффициента преобразования. Кроме того, метод ГВГ позволяет эффективно исследовать структурные параметры таких кристаллов.

#### Литература

- [1] К. С. Александров, А. Н. Втюрин, В. Ф. Шабанов. Письма ЖЭТФ, 28, 153, 1978.
- [2] D. F. Nelson, M. Lax. Phys. Rev., 83, 2795, 1971.
- [3] N. Bloembergen, A. J. Sievers. Appl. Phys. Lett., 17, 483, 1970.
- [4] D. T. F. Marple. J. Appl. Phys., 35, 539, 1964.
- [5] В. П. Ермаков, И. С. Кабанов, В. Ф. Шабанов. ПТЭ, № 1, 190, 1979.