

05.2; 06.3; 07; 12

© 1990

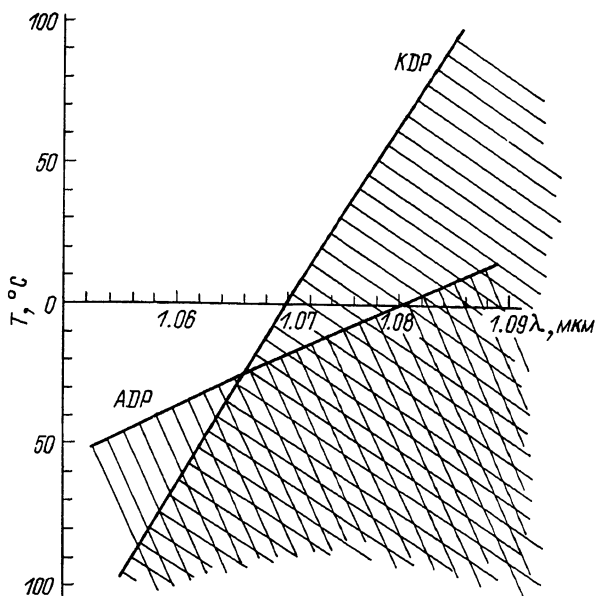
## ГЕНЕРАЦИЯ ПЯТОЙ ГАРМОНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРА НА ИАЛ: $Nd^{3+}$ В КДР ПРИ КОМНАТНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

А.А. Б а б и н, Ф.И. Ф е л ь д ш т е й н,  
И.В. Я к о в л е в

Интерес к созданию источников когерентного излучения ультрафиолетового диапазона на основе каскадной генерации гармоник и сложения частот твердотельных неодимовых лазеров в последнее время значительно возрос в связи с синтезом новых (ВВО, ЛВО) нелинейных кристаллов [1-4]. Однако и в „классическом“ нелинейном кристалле КДР, как показано в настоящей работе, можно осуществить высокоэффективное сложение частот основной и четвертой гармоники лазера на ортоалюминате иттрия с неодимом ( $\lambda = 1.0796$  мкм). Выполнение условий синхронизма для этого процесса в кристалле КДР (при взаимодействии типа  $00-e$ ) возможно вплоть до длины волны первой гармоники лазера на стекле с неодимом ( $\lambda = 1.060$  мкм), но, как известно [5, 6], при этом требуется охлаждение кристалла до  $-80^\circ C$ .

Еще в [5] отмечалось, что сдвиг частоты основной гармоники в красную сторону на  $130 \text{ \AA}$  позволит реализовать сложение частот  $\omega_0 + 4\omega_0 = 5\omega_0$  в КДР при комнатных температурах. На рисунке показаны штриховкой области параметров, где в КДР и АДР для этого процесса можно осуществить фазовое согласование. Границы областей соответствуют  $90^\circ$ -градусному синхронизму. Данные о температурной зависимости показателей преломления этих кристаллов взяты из работы [7]. Видно, что для длины волны  $1.0796$  мкм (соответствующий переход имеет наибольшее сечение в ортоалюминате иттрия с  $Nd^{3+}$  [8])  $90^\circ$ -градусный синхронизм для КДР достигается при температуре  $60^\circ C$ . При комнатной температуре ( $20^\circ C$ ) угол синхронизма составляет  $83.5^\circ$ .

Блок-схема эксперимента аналогична [5]. В качестве источника излучения накачки использовалась одномодовая система генератор-усилитель на ИАЛ:  $Nd^{3+}$  с обращением волнового фронта, аналогичная описанной в [9], со следующими параметрами: длина волны  $1.0796$  мкм, энергия в импульсе  $200$  мДж, длительность импульса  $40$  наносекунд, частота повторения до  $5$  Гц. Все три каскада преобразования реализованы на элементах из КДР длиной  $5$  см (взаимодействие  $00-e$ ), вырезанными под углами с оптической осью  $41.5^\circ$ ,  $73^\circ$  и  $83^\circ$  соответственно. Энергия пятой гармоники в импульсе составила  $5.5$  мДж, при этом квантовый коэффициент преобразования 3 каскада (по выеданию четвертой гармоники) достигал  $70\%$ .



Кристалл (№ гармоники)	$\theta$ (град)	$\Delta \theta$ (мин)	$\Delta T$ (°C)	$\Delta \nu$ ( $\text{см}^{-1}$ )
KDP (4)	73.63	0.35	0.25	0.28
KDP (5)	83.5	0.6	0.13	0.17
DKDP (4)	79.46	0.56	0.38	0.28
ADP (4)	75.56	0.36	0.05	0.26

В таблице приведены вычисленные по тем же данным [7] углы и полуширины синхронизма (углового, частотного и температурного) для генерации четвертой и пятой гармоник лазера на ИАЛ:  $\text{Nd}^{3+}$  в элементах длиной 5 см. Видно, что спектральная и температурная ширины весьма малы. Полученные значения согласуются с результатами измерений [10].

Длина волны используемого лазера была стабилизирована с точностью  $0.005 \text{ см}^{-1}$  за счет применения атермального внутрирезонаторного эталона Фабри-Перо. Для получения долговременной стабильности коэффициента преобразования надо термостатировать кристаллы с точностью  $0.05 \text{ }^\circ\text{C}$ , однако в течение 10–15 минут дрейф коэффициента преобразования практически не наблюдался.

Приведенные результаты показывают перспективность использования лазера на ИАЛ:  $\text{Nd}^{3+}$  для создания мощного источника

когерентного излучения на длине волны  $2159 \text{ \AA}$  за счет нелинейно-оптического преобразования в КДР. Оценки показывают, что при оптимизации параметров схемы может быть получен энергетический коэффициент преобразования основной частоты в пятую гармонику порядка 10-15%.

Авторы выражают благодарность Н.М.Битюрину и Г.А. Пасману за внимание к работе, и Г.И.Фрейдману за полезные замечания.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] L i n J.T., C h e n C. // Laser & optronics. 1987. V. 6. N 11. P. 59-63.
- [2] L i n J.T., H u a n g C.E., Y a o J.O. // Technical digest CLEO. 1989. V. 11.
- [3] C h e n C., J i a n g A., W u B. et al. // Technical digest CLEO. 1989. V. 11.
- [4] C h e n C., F a n Y.X., E s k a r d t R.C., B y e r R.L. // Proc. SPIE. 1987. V. 681. P. 12-19.
- [5] А к м а н о в А.Г., А х м а н о в С.А., Ж д а н о в Б.В. и др. // Письма в ЖЭТФ. 1969. Т. 10. С. 244-249.
- [6] M a s s e y G.A., J o n e s M.D., J o h n s o n J.C. // IEEE J. Quant. Electr. 1978. V. QE-14. N 7. P. 527-532.
- [7] G h o s h G.C., B h a r G.C. // IEEE J. Quant. Electr. 1982. QE-18. N 2. P. 143-145.
- [8] К а м и н с к и й А.А. Лазерные кристаллы. М.: Наука, 1975. 256 с.
- [9] Б а б и н А.А., Ф е л ь д ш т е й н Ф.И., Ф р е й д м а н Г.И. // Квантовая электроника. 1989. Т. 16. № 10. С. 2025-2027.
- [10] А н д р е е в Р.Б., В о л о с о в В.Д., К р ы л о в В.Н. // ЖТФ. Т. 47. № 9. С. 1977-1978.

Поступило в Редакцию  
5 марта 1990 г.