

Литература

- [1] И. В. Недзвецкая, Т. М. Машлятина, Д. С. Недзвецкий. *Опт. и спектр.*, 40, 188, 1976.
 [2] Т. М. Машлятина, И. В. Недзвецкая, Н. А. Видмонт, Д. С. Недзвецкий. *Опт. и спектр.*, 42, 584, 1977.
 [3] Т. М. Машлятина, Д. С. Недзвецкий. Тез. докл. Всес. совещ. «Экситоны в кристаллах», 24. Л., 1977.
 [4] K. Wagner. *Zs. phys. Chem. (N. F.)*, 25, 135, 1960.
 [5] R. Bloch, H. Möller. *Zs. phys. Chem.*, A125, 245, 1930.
 [6] D. L. Bottger, C. Damsgard. *J. Chem. Phys.*, 57, 1245, 1972.
 [7] A. Handi, J. Clande, P. Strimmer. *Appl. Opt.*, 7, 1159, 1968.
 [8] W. Buhner, P. Brausch. *Solid St. Comm.*, 16, 155, 1975.
 [9] K. H. Lieser. *Zs. phys. Chem. (N. F.)*, 9, 216, 1956.

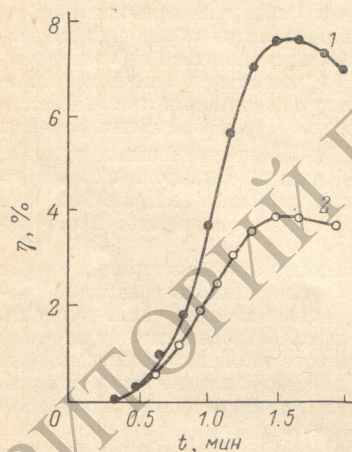
Поступило в Редакцию 12 июля 1978 г.

УДК 535.317.1

ЗАПИСЬ ГОЛОГРАММ НА R-ЦЕНТРАХ В КРИСТАЛЛАХ NaCl-Ca

А. Н. Кравец

В работах [1-5] путем фототермозерушения *F*-центров в радиационно окрашенных кристаллах NaCl-Ca с помощью He-Cd лазера (441.6 нм) записывали объемные преимущественно фазовые голограммы Фурье с дифракционной эффективностью (ДЭ) 5-8% и энергетическими затратами 0.1 мДж/мм² на 1% ДЭ. Восстановление голограмм He-Cd лазером приводит к их постепенному обесцвечиванию и уменьшению ДЭ [5]. Возможно [1, 5] практически неразрушающее считывание голограмм некогерентным светом



Зависимость дифракционной эффективности голограммы на окрашенном кристалле NaCl-Ca от времени экспонирования.

1 — восстановление голограммы He-Cd лазером (что и запись); 2 — He-Ne лазером.

в области длинноволнового спада *F*-полосы поглощения (520-580 нм). В настоящей работе исследована возможность записи голограмм He-Cd лазером и их неразрушающего считывания He-Ne лазером (632.8 нм) в области поглощения *R*-центров (*F*₂-центры [6]). Кристаллы окрашивали рентгеновскими лучами (трубка БХВ-7-Cu, 40 кВ, 30 мА) при 23° С до оптической плотности в максимуме *F*-полосы (470 нм) ~8. Методика эксперимента описана в работах [2, 5]. Одновременно измеряли ДЭ голограммы восстановленной лучами He-Cd лазера ЛГ-31 и He-Ne лазера ЛГ-38, которые падали на кристалл под углами 8 и 11.6° соответственно.

На рисунке приведена кинетика ДЭ голограммы, записанной при оптимальной температуре 106° С на кристалле NaCl+0.13% Ca при считывании лучом He-Cd лазера (1) и He-Ne (2). Интенсивности лучей соответственно равны 8 и 29 мВт/см², а максимальные значения ДЭ (η_m) — 7.6 и 3.9%. После охлаждения кристалла в темноте до 25° С ДЭ не изменяется при длительном (более часа) восстановлении голограммы He-Ne лазером, т. е. возможно практически неразрушающее считывание.

В работах [7, 8] показано, что при оптическом обесцвечивании кристаллов NaCl, окрашенных γ -излучением, наряду с *M*-, *R*- и *N*-центрами образуются и более сложные коллоидальные *S*-центры из скоплений атомов Na с максимумом поглощения 570 нм. Поэтому коллоидальные

центры могут оказывать существенное влияние на голографические свойства кристалла, так как 1) приводят к увеличению «фона» под *F*-полосой и уменьшению ДЭ [2, 3], 2) могут служить центрами, на которых возможна запись голограмм [9]. В кристаллах NaCl-Ca реакции коагуляции *F*-центров в сложные электронные центры проявляются в значительно меньшей степени [10] и коллоидальные центры не наблюдаются. Исследование спектров оптического поглощения кристаллов, используемых в настоящей работе, до записи голограмм и в голограмме показало, что голографическая решетка формируется не только *F*-центрами, но и *R*-центрами (максимум поглощения 620 нм), которые могут образоваться из *M*-центров при оптическом разрушении *F*-центров [10, 11]: $M+v^+ \rightarrow R^+$; $R^++e \rightarrow R$, где v^+ и e^- — анионная вакан-

сия и электрон, освобождаемые при ионизации F -центра, M , R^+ , R — соответствующие центры.

При восстановлении голограммы He—Cd лазером (на коротковолновом спаде F -полосы поглощения) полуширина кривой угловой селекции составляла $2\Delta\Theta_{1/2}=9.6'$, а толщина голограммы [12]: $d_c=\Delta/2\Delta\Theta_{1/2}=560$ мкм, где $\Delta=1.57$ мкм — период голографической решетки. При восстановлении голограммы He—Ne лазером (на длинноволновом спаде R -полосы поглощения) эти величины равны $8.8'$ и $d_k=615$ мкм. Большей стабильности R -центров по сравнению с F -центрами можно объяснить то, что $d_k > d_c$.

В соответствии с формулой Брэгга: $2\lambda \sin \Theta_i = i\lambda$, где Θ_i — угол падения света на кристалл, наблюдали $i=\pm 4$ порядка дифракции как на синем ($\lambda_c=441.6$ нм), так и на красном ($\lambda_k=632.8$ нм) свете. При $i=2, 3, 4$ ДЭ соответственно в 4.6, 31.4, 440 раз меньше, чем при $i=1$, если голограмма восстанавливается He—Ne лазером и в 7.4, 308, 1600 раз меньше при восстановлении ее He—Cd лазером. Оптическая плотность кристалла для λ_c выше, чем для λ_k , поэтому ДЭ убывает резко.

ДЭ объемной амплитудно-фазовой голограммы можно оценить [12] по формуле $\eta=\eta_1+\eta_2$, где $\eta_1=e^{-\sigma} \sin^2 \varphi_1$ — ДЭ амплитудной голограммы, $\eta_2=e^{-\sigma} \sin^2 \varphi_2$ — ДЭ фазовой голограммы, $\sigma=2.3 D/\cos \Theta$; $\varphi_1=2.3 D_1/4\cos \Theta$; $\varphi_2=\pi n_1 d/\lambda \cos \Theta$; D — среднее значение оптической плотности, D_1 и n_1 — амплитуды модуляции оптической плотности и показателя преломления. По спектру оптического поглощения в голограмме нашли $D_1=D-D_\phi$, где D_ϕ — «фон» под полосой поглощения. Для λ_c $D_1=0.38$, $\eta_1=1.55\%$, $n_{1c}=\gamma_c D_1/d_c=1.15 \cdot 10^{-4}$, где $\gamma_c=1.7 \cdot 10^{-5}$ см [1], $\eta_2=6.25\%$, $\eta=7.8\%$ — несколько больше наблюдаемого максимального значения ДЭ. Для λ_k $D_1=0.07$, $\eta_1=0.12\%$, $\eta_2=\eta_m-\eta_1=3.78\%$, $n_{1k}=\varphi_2 \lambda_k \cos \Theta / \pi d_k=7.45 \cdot 10^{-5}$, $\gamma_k=n_{1k} d_k/D_1=6.54 \cdot 10^{-5}$ см.

Согласно дисперсионным соотношениям [13], значение $\gamma_k/\gamma_c=3.85$ служит качественным подтверждением того, что голограмма формируется не только F -центрами, но и R -центрами, вносящими большие локальные искажения в кристаллическую решетку, чем F -центры.

Литература

- [1] А. Н. Кравец, П. Д. Березин. Опт. и спектр., 41, 634, 1976.
- [2] А. Н. Кравец, А. А. Жаксылыкова, Ф. С. Кравец. Ж. научн. и приклад. фотогр. и кинематогр., № 5, 359, 1976.
- [3] П. Д. Березин, И. Н. Компанец, А. Н. Кравец. Опт. и спектр., 42, 180, 1977.
- [4] П. Д. Березин, И. Н. Компанец, А. Н. Кравец. III Intern. Tagung Laser and ihre Anwendungen. Dresden. DDR. 1977, K-150, 408.
- [5] А. Н. Кравец, М. К. Касымов, А. В. Чуманов. Опт. и спектр., 43, 1180, 1977.
- [6] H. Pick. Z. Phys., 159, 69, 1960.
- [7] A. E. Hughes, S. C. Jain. Phys. Lett., A62, 39, 1977.
- [8] T. Nagarajan, S. Ramasamy, Y. V. G. Murti, N. Sucheta. Phys. Lett., A64, 141, 1977.
- [9] Л. Ф. Ворожейкина, В. В. Мумладзе, Т. Г. Хулордава, И. Д. Шаталин. Письма ЖТФ, 4, 99, 1978.
- [10] А. Н. Кравец, А. А. Жаксылыкова, Ф. С. Кравец. Опт. и спектр., 38, 955, 1975.
- [11] А. А. Жаксылыкова, А. Н. Кравец, И. Я. Мелик-Гайказян. Изв. вузов, физика, 10, 157, 1977; Деп. ВИНТИ № 3164—77.
- [12] H. Kogelnik. Bell Syst. Techn. J., 48, 2909, 1969.
- [13] D. L. Dexter. Phys. Rev., 111, 119, 158.

Поступило в Редакцию 26 сентября 1978 г.

УДК 621.373]: 535+546.683

СТАЦИОНАРНАЯ ИНВЕРСИЯ НАСЕЛЕННОСТЕЙ НА ПЕРЕХОДЕ $6^2P_{3/2}-6^2P_{1/2}$ ТАЛЛИЯ

А. В. Баранов

Создание инверсной населенности на переходе $6^2P_{3/2}-6^2P_{1/2}$ таллия за счет каскадного заселения метастабильного состояния таллия при оптической накачке резонансным излучением с $\lambda=377.6$ нм расширяет возможности изучения релаксационных процессов на этом переходе, а также открывает перспективы построения лазера на этом переходе.

Населенность $6^2P_{3/2}$ -состояния таллия в условиях оптической накачки определяется ее мощностью, временем дезактивации этого состояния и концентрацией паров