

Препринт ЕФИ-1042(5)-88

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԶԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
YEREVAN PHYSICS INSTITUTE



Վ.Վ.ԱՐՄԵՆՅԱՆ, Վ.Ա.ԴԵՎՈՐԿՅԱՆ, Բ.Կ.ԷԶՅԱՆ,
Դ.Ն.ԵՐԻՇՅԱՆ, Վ.Ա.ՏԱՐԿԻՍՈՎ

ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ЦЕНТРОВ ОКРАСКИ
 α - Pb_2O_3 НАВЕДЕННЫХ БЫСТРЫМИ
ЭЛЕКТРОНАМИ. В ВИДИМОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА

ЦНИИАтоминформ
ЕРЕВАН—1988

Վ.Ա. ԳԵԼՈՐԳՅԱՆ, Ռ.Կ. ԵԶՈՅԱՆ,
 Հ.Ն. ԵՐԻՅՅԱՆ, Վ.Վ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Վ.Խ. ՍԱՐԿԻՍՈՎ

ԱՐԿ ԷԼԵԿՏՐՈՆՆԵՐՈՎ $\alpha - Al_2O_3$ -ի ՄԵՁ
 ՀԱՐՈՒԹՅԱԾ ԳՈՒՆԱՎՈՐՄԱՆ ԿԵՆՏՐՈՆՆԵՐԻ ԼԱԶԵՐԱՅԻՆ
 ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄԸ ԵՐԱՆԳԱՆՈՒ ՏԻՍԱՆԵԼԻ ՏԻՐՈՒՅԹՈՒՄ

Հաղորդվում է Լամպային զրգաման միջոցով Լազերային մատաղայթման ծնման /ԼճԾ/ մասին, պայմանավորված ռադիացիոն զուխավորված կենտրոններով հարուցված կորուկի բյուրեղները 50 ՄէՎ էներգիայով օժտված էլեկտրոններով ոմբակոծելիս: ԼճԾ դիտվում է միայն ակտիվ տարրի $\overline{Cr^{3+}}$ կողմնորոշում ունեցող նմուշների մոտ: Ծնման շեմը կազմում է 1200 Գ: Բյուրեղային առանցքի կողմնորոշումից ԼճԾ-ի կախվածության պատճառները պարզելու համար ուսումնասիրվել են արագ էլեկտրոնների տարբեր դոզաներով մատաղայթված և տարբեր շերտաստիճաններում թրծված բյուրեղների կլանման, զրգաման և Լյումինացենցիայի երանգանիները: Բերված են նույն նմուշի 400-600 նմ տիրույթում Լրացուցիչ կլանման, 560 նմ երկարության վրա զրանցված Լյումինացենցիայի զրգաման և 460 նմ / F_2^+ - կենտրոն/ ալիքի երկարությամբ զրգոված Փոտոլյումինացենցիայի երանգանիների ուսումնասիրման արդյունքները: Լյումինացենցիայի երանգանիում հանդես են գալիս 560, 610, 710 նմ ալիքի երկարություններին մոտ մաթրիմուսներով երկր շերտեր, ինչպես նաև չհսկվող խառնուրդային Cr^{3+} իոններով պայմանավորված 695 նմ նեղ շերտը:

Երևանի Ֆիզիկայի ինստիտուտ

Երևան 1988

H.N. ERITSIAN, R.K. EZOYAN, V.A. GEVORKIAN,
V.V. HARUTYUNIAN, V.Kh. SARKISOV

VISIBLE LASER RADIATION FROM COLOUR CENTRES
BROUGHT ON α -Al₂O₃ BY FAST ELECTRONS

A lamp-pumped lasing from colour centres brought on corundum crystals by 50 MeV electrons is reported. Lasing is observed only in an active element sample with $\vec{C}_3 \perp \vec{l}$ -orientation. The lasing-action threshold was 1200 j . To find out the reasons for the dependence of lasing from the crystal axis \vec{C}_3 , the absorption, excitation and luminescence spectra of crystals bombarded by different doses of fast electrons and with different thermal annealing are investigated. The results of investigation of spectra of additional absorption within the range 400-600 nm, luminescence excitation registered at the wavelength 560nm and photoluminescence excitation registered at the wavelength 460nm (F₂⁺-centre) are presented. In the luminescence spectrum there are three bands with maxima near 560, 610, 710nm and a narrow one at 695nm resulting from uncontrollable admixture Cr³⁺ ions.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1988

УДК 621.375.8:539.2

В.В.АРУТЮНЯН, В.А.ГЕВОРКЯН, Р.К.ЕЗОЯН,

Г.Н.ЕРИЦЯН, В.Х.САРКИСОВ

ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ЦЕНТРОВ ОКРАСКИ, α - Al_2O_3 ,
 НАВЕДЕННЫХ БЫСТРЫМИ ЭЛЕКТРОНАМИ, В ВИДИМОЙ
 ОБЛАСТИ СПЕКТРА

Сообщается о генерации лазерного излучения на радиационных центрах окраски в кристаллах корунда, наведенных электронами с энергией 50 МэВ, при ламповой накачке. Генерация лазерного излучения наблюдалась только в образце активного элемента (АЭ) при ориентации $\vec{C}_3 \parallel \vec{I}$. Порог генерации составил 1200 Дж. Для выяснения причины зависимости генерации лазерного излучения от ориентации кристаллической оси \vec{C}_3 были исследованы спектры поглощения, возбуждения и люминесценции кристаллов, облученных быстрыми электронами различной дозой облучения и температурного отжига. Приведены результаты исследования спектров доплеровского уширения в области 400-640 нм, возбужденная люминесценция при регистрации на длине волны 560 нм и фотолюминесценция при возбуждении на 460 нм того же образца. Сильная люминесценция наблюдается при возбуждении на полосе 460 нм агрегатного F_2^{3+} -центра. В спектре люминесценции проявляются три полосы с максимумами около 560, 610, 710 нм, а также узкая полоса 695 нм, обусловленная примесями ионами Cr^{3+} .

Ереванский физический институт
 Ереван 1988.

Кристалл корунда ($\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$) является очень перспективным материалом для генерации лазерного излучения на термостабильных центрах окраски (ЦО) с перестраиваемой частотой в широком диапазоне спектра. Ранее генерацию лазерного излучения на ЦО монокристаллов корунда с перестраиваемой частотой наблюдали в [1,2]. В этих работах ЦО в кристаллах $\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$ создавались путем нейтронного облучения, а источником накачки служили лазеры, работающие на различных длинах волн.

В данной работе впервые сообщается о генерации лазерного излучения на ЦО в кристаллах корунда, наведенных быстрыми электронами при ламповой накачке.

Активные элементы (АЭ) были изготовлены из слитка монокристалла номинально чистого корунда в виде цилиндра с двумя ориентациями тригональной оси относительно геометрической оси (перпендикулярно и параллельно).

Для облучения лазерных элементов быстрыми электронами разработана охлаждающая система, которая в ходе облучения поддерживала низкую температуру. Для получения равномерного распределения и высокой концентрации ЦО лазерные элементы облучались по двум направлениям равными и большими дозами. Резонатор лазера, работающий в режиме свободной генерации, образован плос-

копараллельными зеркалами с диэлектрическим покрытием с коэффициентами отражения 99 и 54% на длине волны 560 нм. Длина резонатора составляла 40 см. Накачка активного элемента при получении лазерного излучения осуществлялась с помощью импульсной лампы ИФП-1200. АЭ вместе с лампой накачки находились в посеребренном осветителе и охлаждались проточной водой.

Источником возбуждения люминесценции служила оптическая система, состоящая из ксеноновой лампы ДК_сЭ_л-1000-5, спектрофотометра СФ-26. Приемная часть установки состояла из двойного монохроматора ДМР-4, фотоумножителя ФЭУ-79, усилителя УИ-7 и самописца ЭПП-09. В приведенные ниже спектры внесены поправки с учетом спектрального распределения интенсивности лампы возбуждения и чувствительности ФЭУ.

В нашем распоряжении были два лазерных элемента, облученных дозой D_I и отожженных при температуре T_I , которые различались только направлением тригональных осей C_3 относительно геометрической $l(C_3 \parallel l$ и $C_3 \perp l$). Генерация лазерного излучения наблюдалась только в случае $C_3 \perp l$. Порог генерации был сравнительно высок и составлял 1200 Дж.

На рис. I изображено действие лазерного излучения, которое было наблюдено визуально, при этом на фотобумаге (без проявки) появилось черное пятно. Для сравнения, на рисунке приведено также действие рубинового лазера, причем порог генерации последнего на установке был на порядок ниже, чем генерация, полученная на 560 нм.

После трех вспышек действие лазерного излучения прекратилось, и генерация не наблюдалась даже при повышении энергии накачки в два раза. Обследование физического состояния АЭ показало, что

на торце АЭ, откуда выходил пучок генерации, появились мелкие поры, а в объеме - механические повреждения. На втором кристалле генерация не наблюдалась.

Для выяснения причины зависимости генерации лазерного излучения от ориентации кристаллической оси, а также эффективного возбуждения излучения были исследованы спектры поглощения, возбуждения и люминесценции кристаллов, облученных быстрыми электронами различной дозы облучения и температуры отжига.

На рис.2 приведены спектры дополнительного поглощения агрегатного F_2 - центра кристалла, облученного дозой D_2 и отожженного при температуре T_2 ($T_2 > T_1$). Из рисунка видно, что интенсивность поглощения полос 450 и 575 нм для волны с электрическим вектором $\vec{E} \parallel C_3$ больше, чем $\vec{E} \perp C_3$. Аналогичная картина наблюдалась, когда спектры поглощения снимались по кристаллографическим направлениям $[2\bar{1}\bar{1}0]$ (X) и $[0001]$ (Z) из-за частичной поляризации светового потока, выходящего из спектрофотометра СФ-8. Необходимо отметить также, что интенсивность поглощения в области спектра 200-600 нм облученных АЭ по направлению Z больше, чем по X.

Анализируя полученные результаты, можно считать наиболее вероятным, что отсутствие генерации в случае $C_3 \parallel l$ АЭ - это результат поглощения поляризованного лазерного излучения в самой матрице АЭ. Кроме того, свет ламповой вспышки при отражении от осветителя частично поляризуется, что приводит к более эффективному возбуждению АЭ в случае $C_3 \perp l$, чем $C_3 \parallel l$.

На рис.3 (кривая I) приведен спектр возбуждения люминесценции кристалла. Широкая область возбуждения люминесценции с максимумом около 460 нм позволила получить генерацию лазерно-

го излучения при ламповой накачке.

Для эффективного возбуждения АЭ, облученного быстрыми электронами, необходимо подбирать импульсные лампы, энергия излучения которых в основном сосредоточена в этой же области спектра.

Очень сильная люминесценция наблюдается при возбуждении полосы 460 нм. Из рис.3 (кривая 2) видно, что спектр люминесценции состоит из четырех полос с максимумами около 560, 610, 710 нм, а также из узкой полосы 695 нм, обусловленной ионами Cr^{3+} . В работе [3] на кристалле, облученном нейтронами, наблюдалась только широкая, без какой-либо структуры полоса с максимумом около 550 нм и узкая полоса 695 нм, которая возникает благодаря примесным ионам Cr^{3+} .

Из результатов по исследованию люминесценции и генерации лазерного излучения заключаем, что можно получить генерацию перестраиваемого по частоте лазерного излучения в широком диапазоне спектра на ЦО в корунде, наведенных быстрыми электронами при эффективной ламповой накачке.

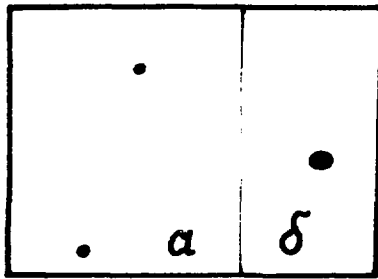


Рис.1

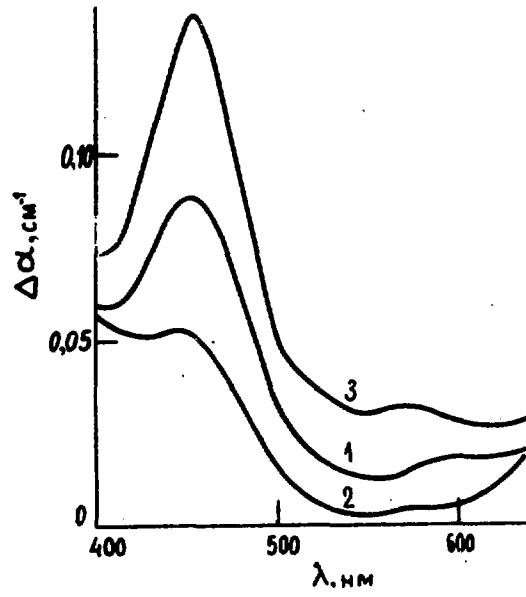


Рис.2

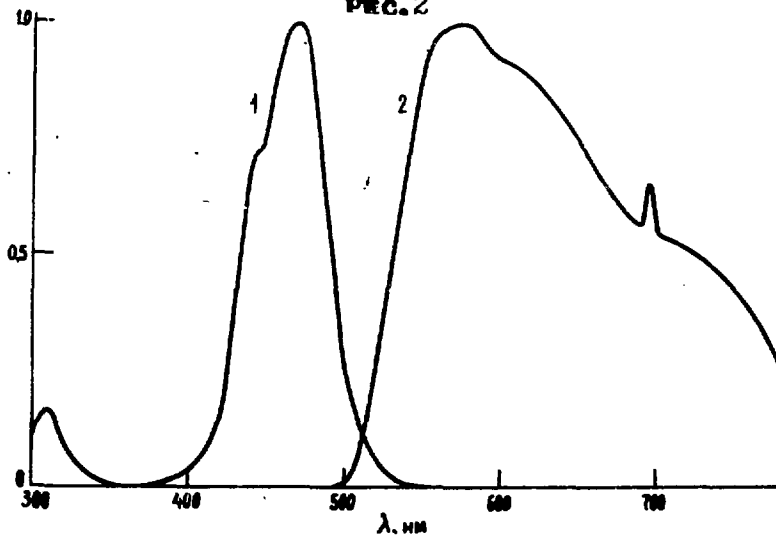


Рис.3

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис.1 Следы на фотобумаге лазеров: рубин (а), корунд (б).

Рис.2 Спектры поглощения корунда, облученного высокоэнергетическими электронами дозой D_2 после отжига при комнатной температуре T_2 : 1 - X; 2 - $\vec{E} \perp C_3$; 3 - $\vec{E} \parallel C_3$.

Рис.3 Спектры возбуждения при регистрации на длине волны 560 нм (1) и люминесценции того же образца при возбуждении на 460 нм (2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартынович Е.Ф., Барышков В.И., Григоров А.В. Генерация лазерного излучения в видимой области спектра центрами окраски Al_2O_3 при комнатной температуре. Письма в ЖТФ, 1985, т. II, № 4, с. 200-202.
2. Войтович А.П., Гринкевич В.Э., Кононов В.А. и др. Особенности генерации излучения в ближней ИК-области спектра лазером на кристалле сапфира с радиационными центрами окраски. ЖПС, 1985, т. 43, № 6, с. 932-937.
3. Михнов С.А., Усков В.И. Абсорбционно-люминесцентные спектры лейкосапфира, облученного нейтронами. ЖПС, 1985, т. 42, № 6, с. 940-944.

Рукопись поступила 24 апреля 1987 г.

В. В. АРУТЮНЯН, В. А. ГЕВОРКЯН, Р. К. ЕЗОЯН, Г. Н. ЕРИЦЯН,
В. Х. САРКИСОВ

ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ЦЕНТРОВ ОКРАСКИ α - Fe_2O_3 , НАВЕДЕННЫХ
БЫСТРЫМИ ЭЛЕКТРОНАМИ, В ВИДИМОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА

Редактор Л. П. Мукаян

Технический редактор А. С. Абрамян

Подписано в печать 24/II-88г. ВФ-03018 Формат 60x84/16

Офсетная печать. Уч. изд. л. 0,5 Тираж 299 экз. Ц. 8 к.

Зак. тип. № 31

Индекс 3624

Отпечатано в Ереванском физическом институте
Ереван 36, Маркаряна 2

The address for requests:
Information Department
Yerevan Physics Institute
Markaryan St., 2
Yerevan, 375036
Armenia, USSR

индекс 3624



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ