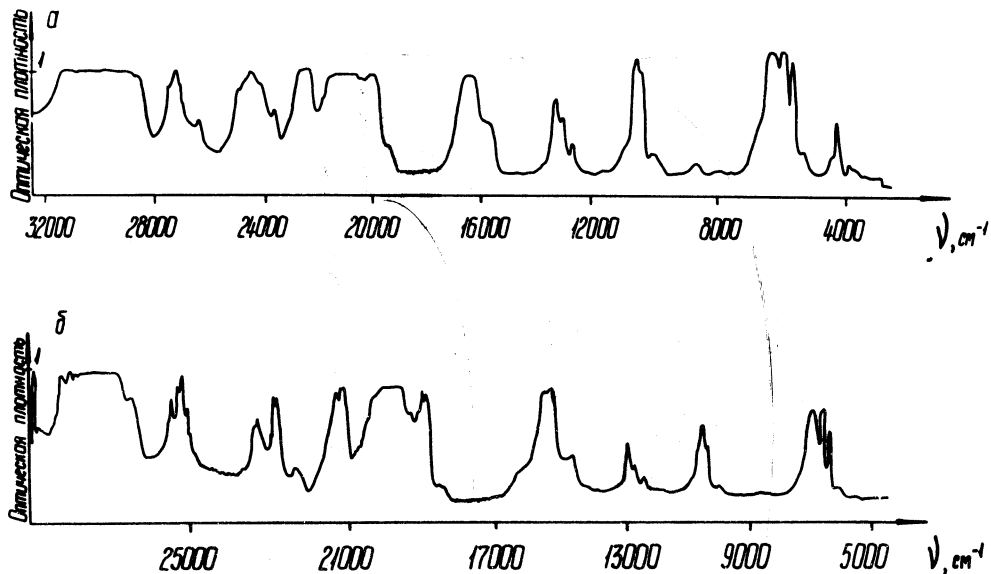


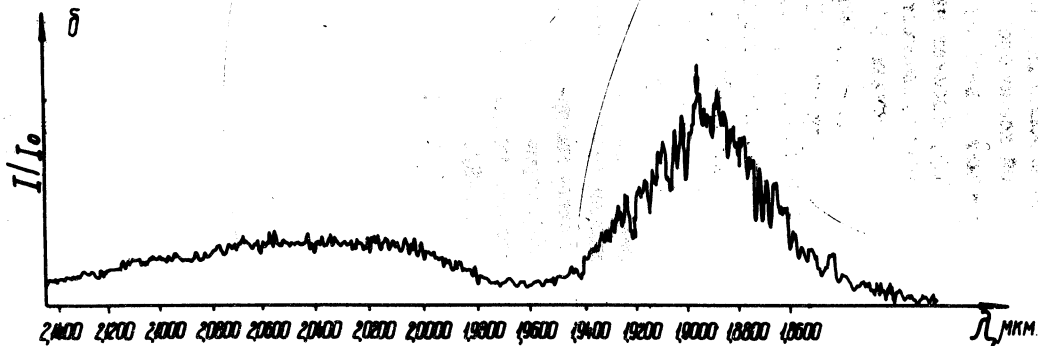
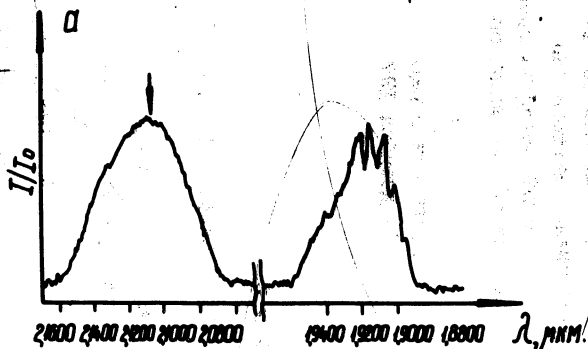
ИНДУЦИРОВАННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ Tu^{3+} , Ho^{3+} В КРИСТАЛЛАХ
ДВУОКСИ ЦИРКОНИИ

В. И. Александров, Т. М. Мургина, В. И. Деков,
В. М. Татаринцев

К настоящему времени вынужденное излучение на ионах Tu^{3+} и Ho^{3+} наблюдалось во многих кристаллах /1-5/ и стеклах /6/. В нашей работе впервые исследованы спектроскопические свойства и генерация этих ионов в новом материале - кубическом кристалле ZrO_2 (кристаллическая решетка типа флюорита, группа O_h^F), в которой ионы Tu^{3+} , Ho^{3+} замещают четырехвалентные ионы циркония /7/. Физико-химические свойства кристаллов ZrO_2 приведены в /8/. Кристаллы ZrO_2 были выращены из расплава на установке, описанной в /9/. Содержание Ho^{3+} и Tu^{3+} составляло 1 вес.%. Кроме активных ионов кристаллы содержали примеси Er_2O_3 (20 вес.%), которые добавлялись с целью стабилизации кубической структуры ZrO_2 и сенсibilизации. Спектроскопические свойства исследовались на образцах $ZrO_2 - Er_2O_3 - Ho_2O_3$ и $ZrO_2 - Er_2O_3 - Tu_2O_3$. На рис. 1 приведены спектры люминесценции (переходы $^5I_7 \rightarrow ^5I_8$ Ho^{3+} и $^3H_4 \rightarrow ^3H_5$ Tu^{3+}), снятые при 77°K на ДФС-12 (решетка 300 нтр/мм, дисперсия 30 Å/мм, ширина щели 12 Å). На рис. 2 показаны спектры поглощения кристаллов $ZrO_2 - Er_2O_3 - Ho_2O_3$ и $ZrO_2 - Er_2O_3$, полученные при 300°K на спектрофотометре "Unicam". Группы поглощения соответствуют переходам ($^4I_{15/2} \rightarrow ^2G_7 - ^4I_{11/2}$ Er^{3+}) и ($^5I_8 \rightarrow ^5G_3 - ^5I_4$ Ho^{3+}). Нами измерены времена жизни уровней $^5I_7(Ho^{3+})$ и $^3H_4(Tu^{3+})$, которые равны 6,2 мсек и 1,2 мсек при 300°K и 6,5 мсек и 2,5 мсек при 77°K соответственно. Время жизни уровня $^4I_{13/2} Er^{3+}$ в кристалле $ZrO_2 - Er_2O_3$ без примесей ионов Ho^{3+} , Tu^{3+} составило 8,5 мсек. Люминесценция ионов Er^{3+} в присутствии ионов Ho^{3+} , Tu^{3+} была



Р и с. I. Оптические спектры кристаллов $ZrO_2-Er_2O_3$ с примесями Ho^{3+} и Tm^{3+} при $77^\circ K$. Стрелкой отмечена линия генерации. Видна слабо выраженная иттарковская структура. а) Спектр люминесценции Ho^{3+} (I вес.%); б) Спектр люминесценции Tm^{3+} (I вес.%).



Р и с. 2. Оптические спектры кристаллов. а) Спектр поглощения кристалла ZrO_2 , стабилизированного Er_2O_3 (20 вес.%) при $300^\circ K$. б) Спектр поглощения кристалла $ZrO_2-Er_2O_3-Ne_2O_3$ (1 вес.%) при $300^\circ K$.

очень слабой как при 77°K , так и при 300°K . Вынужденное излучение ионов Ho^{3+} , Tm^{3+} в кристаллах ZrO_2 исследовалось в аллигитическом осветителе с импульсной ксеноновой лампой ИПП-2000. Лазерные образцы (цилиндрические стержни длиной 33 мм и диаметром 6 мм) помещались в кварцевый дьюар, заполненный жидким азотом. Серебряные зеркала наносились на торцы кристалла. Коэффициенты отражения на рабочей длине волны составили 100% и 95%. Кристаллы имели пороги 400 дж (Ho^{3+}) и 420 дж (Tm^{3+}). Измерение длины волны индуцированного излучения дало значения 2,115 мкм (Ho^{3+}) и 1,896 мкм (Tm^{3+}), что соответствует переходам $^5\text{I}_7 \rightarrow ^5\text{I}_8$ и $^3\text{H}_4 \rightarrow ^3\text{H}_6$. При накачке ~ 800 дж для обоих типов кристаллов появляется вынужденное излучение на длине волны 1,620 мкм.

В заключение необходимо отметить, что пороги генерации на данных кристаллах с Ho^{3+} , Tm^{3+} высоки по сравнению с порогами для этих же ионов в кристаллах YAG или YAlO_3 /10,11/, где эти величины составляют 2-10 дж. Следовательно, цирконаты не являются перспективным материалом для непрерывных лазеров. Но для лазеров с перестраиваемой длиной волны данный материал предпочтительнее стекла, где пороги генерации для тех же ионов составляют ~ 3000 дж /6/.

Поступила в редакцию
14 декабря 1972 г.

Л и т е р а т у р а

1. L. F. Johnson, J. E. Geusic. *App. Phys. Letts.*, 5, 127 (1965).
2. L. F. Johnson, R. F. Boyd. *Proc. IRE*, 50, 86 (1962).
3. O. P. Devor, B. H. Robinson. *App. Phys. Letts.*, 18, 122 (1971).
4. L. F. Johnson, M. Remsika. *Phys. Letts.*, 21, 37 (1966).
5. Д. К. Воронько, М. В. Дмитрук, В. В. Осико, В. Т. Удовенчик. *ЖЭТФ*, 54, 367 (1968).
6. P. Gandy, L. Ginthy, M. J. Weller. *App. Phys. Letts.*, 9, 277 (1966).

7. В. И. Александров, Д. К. Веронько, В. В. Осипко, В. Г. Михале-вич, А. М. Прохоров, В. М. Татаринцев, В. Т. Удовенчик, Г. П. Шипуло. Докл. АН СССР, 199, 1282 (1971).
8. В. И. Александров, Е. Е. Ломонова, А. А. Майер, В. В. Осипко, В. М. Татаринцев, В. Т. Удовенчик. Краткие сообщения по фи-зике, № II, 3 (1972).
9. В. И. Александров, В. В. Осипко, В. М. Татаринцев. ПТЭ, № 5, 222 (1970).
10. L. F. Johnson, J. E. Geusic, L. Van-Uitert. App. Phys. Letts., 9, 201 (1966).
11. M. J. Weber, M. Bass, E. Comperchio. IEEE J. Quant. Electr., QE-7, 497 (1971).