

В. И. АЛЕКСАНДРОВ, Ю. К. ВОРОНЬКО, В. Г. МИХАЛЕВИЧ, В. В. ОСИКО,
академик А. М. ПРОХОРОВ, В. М. ТАТАРИНЦЕВ, В. Т. УДОВЕНЧИК,
Г. П. ШИПУЛО

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ГЕНЕРАЦИЯ Nd³⁺
В КРИСТАЛЛАХ ZnO₂ И HfO₂

Известны спектроскопические свойства Nd³⁺ в различных кристаллах и стеклах (1-3). Некоторые из этих материалов, например активированные неодимом кристаллы V₃Al₅O₁₂ и силикатные стекла, нашли широкое применение в оптических квантовых генераторах (4-6). В настоящем сообщении впервые описываются спектроскопические свойства и генерация Nd³⁺ в новых материалах: кубических кристаллах ZrO₂ и HfO₂. Эти вещества

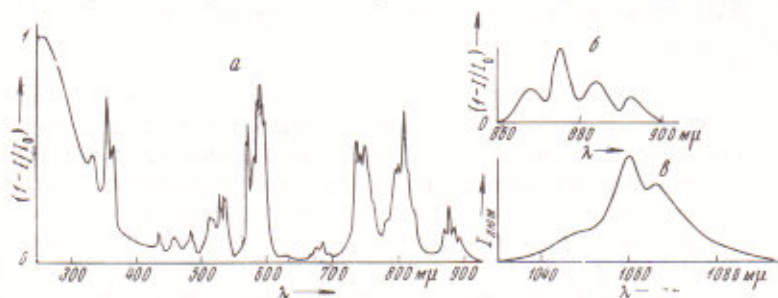


Рис. 1. Оптические спектры кристаллов HfO₂—Nd³⁺. а — спектр поглощения кристаллов HfO₂—0,7 вес.% Nd³⁺ при 300° К; б — группа поглощения, соответствующая переходу Nd³⁺ ⁴F_{7/2} → ⁴F_{5/2}; в — спектр люминесценции перехода ⁴F_{5/2} → ⁴I_{11/2}.

имеют кристаллическую решетку типа флюорита (тип O_h⁵), в которой ионы Nd³⁺ замещают четырехвалентные ионы циркония или гафния (7-9). Кристаллы ZrO₂ и HfO₂ были выращены из расплава. Содержание Nd³⁺ в кристаллах изменялось от 0,1 до 1 вес.%. Кроме Nd³⁺ кристаллы содержали примеси CaO или V₂O₅, которые добавляются с целью стабилизации кубической структуры ZrO₂ и HfO₂ (?). На рис. 1 приведен спектр поглощения кристалла HfO₂—0,7 вес.% Nd³⁺, полученный при 300° К на спектрофотометре СФ-8 (а), группа поглощения, соответствующая переходу

Таблица 1

Кристалл, тип структуры	Температура плавления, °К (°)	Плотность ρ·10 ²³ , кг/см ³ (°)	Показатель преломления (°)	τ уровня ⁴ F _{5/2} мксек при 300° К	Расщепление уровня ⁴ F _{5/2} , см ⁻¹	
					300° К	77° К
ZrO ₂ —Y ₂ O ₃ —0,7% Nd ³⁺ , O _h ⁵ -Fm3m (флюорит)	2963	6,27	2,1—2,2	450±30	83	88
HfO ₂ —Y ₂ O ₃ —0,7% Nd ³⁺ , O _h ⁵ -Fm3m (флюорит)	3063	10,01 * 9,68 **	1,98—2,02	450±30	93	99

* Моноклиническая сингония.
** Тетрагональная сингония.

$Nd^{3+} {}^4I_{9/2} \rightarrow {}^4F_{3/2}$ при $300^\circ K$ (б), и спектр люминесценции (переход $Nd^{3+} {}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{9/2}$) при $300^\circ K$ (в), снятые с помощью спектрометра ДФС-12. Спектры поглощения и люминесценции $ZrO_2 - Nd^{3+}$ слабо отличаются от приведенных для $HfO_2 - Nd^{3+}$. Ширина штарковских компонент спектров поглощения и люминесценции слабо зависит от температуры.

В табл. 1 приведены некоторые спектроскопические и физико-химические свойства кристаллов ZrO_2 и HfO_2 , активированных Nd^{3+} . Исследованные кристаллы оптически изотропны.

Генерация Nd^{3+} в кристаллах ZrO_2 и HfO_2 исследовалась в эллиптическом осветителе с импульсной ксеноновой лампой ИФП-800. Резонатор создавался внешними диэлектрическими зеркалами с отражением на $\lambda = 1,06 \mu$ 99,9 и 97%. Генерация Nd^{3+} зафиксирована в кристаллах ZrO_2 на длине волны 1,0609 μ , а в HfO_2 — на длине волны 1,0604 μ . Пороги генерации для кристаллов длиной от 24 до 32 мм и диаметром от 3 до 6 мм колебались в пределах 7—20 дж. Ширины линий генерации составляли для $ZrO_2 - Nd^{3+}$ 34 Å и для $HfO_2 - Nd^{3+}$ — 28 Å.

В заключение авторы выражают благодарность В. А. Мызиной и В. П. Войцицкому за помощь в проведении экспериментов.

Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии наук СССР
Москва

Поступило
3 V 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ П. Герлих, Х. Каррас и др., Спектроскопические свойства активированных лазерных кристаллов, «Наука», 1966. ² Ю. К. Воронько, А. А. Каминский, В. В. Осико, ЖЭТФ, 49, 420 (1965). ³ В. И. Александров, Ю. К. Воронько и др., Неорганические материалы, 3, 368 (1967). ⁴ А. А. Каминский, В. В. Осико, Неорганические материалы, 1, 2049 (1965). ⁵ А. А. Каминский, В. В. Осико, Неорганические материалы, 3, 417 (1967). ⁶ А. А. Каминский, В. В. Осико, Неорганические материалы, 4, 629 (1970). ⁷ С. Г. Черепанов, А. М. Тресвятский, Высокоогнеупорные материалы и изделия из окислов, М., 1967. ⁸ Огнеупоры для космоса. Справочник, М., 1967. ⁹ Физико-химические свойства окислов. Справочник под ред. Г. В. Самсонова, М., 1969.