

ГЕНЕРАЦИЯ $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Ti}^{3+}$ ПРИ ЭЛЕКТРОННОМ ВОЗБУЖДЕНИИ

Г.А. Скрипко, С.Г. Бартошевич, В.В. Зуев, А.Н. Мальцев

Рассмотрены спектральные генерационные характеристики кристаллов $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Ti}^{3+}$ при возбуждении пучком электронов.

В настоящее время уже достаточно полно продемонстрированы генерационные возможности перестраиваемых лазеров на новой активной среде $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Ti}^{3+}$ при оптическом (лазерном и ламповом) возбуждении^{1–3}. Разнообразные и во многих случаях экстремально высокие характеристики, а также широкий диапазон потенциального применения новых лазеров, привлекли к ним особое внимание и послужили стимулом к поиску других методов возбуждения, с целью увеличения КПД и энергетических характеристик. Одним из многообещающих способов возбуждения, по нашему мнению, является возбуждение потоком электронов. Обоснованность такого предположения подтверждает высокая радиационная стойкость матрицы Al_2O_3 и эффективная передача энергии электронно-дырочных пар ионам активатора⁴.

В работе представлены результаты исследований генерационных характеристик кристаллов $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Ti}^{3+}$ при электронном возбуждении. В экспериментах использовалась поперечная схема. Возбуждение осуществлялось пучками электронов с энергией до 600 кэВ, плот-

нностью тока в пучке до 200 A/cm^2 , длительностью импульса $20 - 50 \text{ нс}$. Активные элементы размером $6 \times 6 \times 25 \text{ мм}$ вырезались из кристаллов $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Ti}^{3+}$ с концентрацией активатора $0,03 - 0,09 \text{ вес.\%}$. Ось C_{3v} кристалла ориентировалась перпендикулярно наибольшему размеру активного элемента.

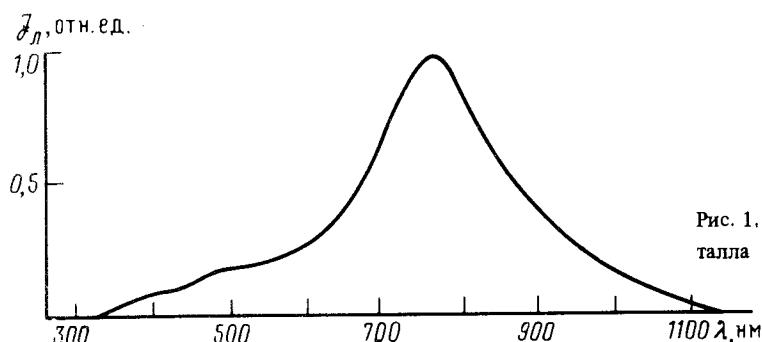


Рис. 1. Спектр люминесценции кристалла $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Ti}^{3+}$

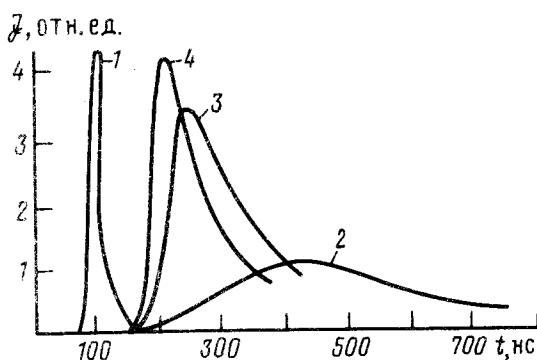


Рис. 2. Форма импульса люминесценции и его положение относительно токового импульса возбуждения — 1; Форма импульса люминесценции при расстоянии от окна электронной пушки до кристалла 4 мм — 2, 80 мм — 3, 340 мм — 4

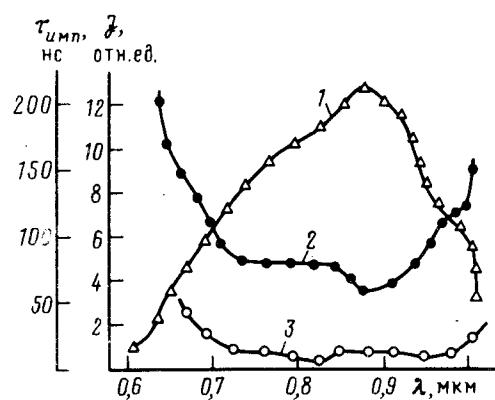


Рис. 3. Спектральная зависимость: интенсивности генерации — 1; длительности импульса генерации по полувысоте — 2; длительности переднего фронта импульса генерации — 3

Под действием электронного пучка в кристаллах $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Ti}^{3+}$ возникала интенсивная люминесценция, представляющая собой суперпозицию нескольких широких полос в области $350 - 1100 \text{ нм}$ (рис. 1) наиболее интенсивная из которых имеет максимум на $\lambda = 800 \text{ нм}$ и определенно связана с ионами Ti^{3+} . Кинетические особенности люминесценции зависят от плотности тока возбуждающего пучка, которая варьировалась путем изменения расстояния от анода электронной пушки до кристалла (рис. 2). Как видно из рисунка, при увеличении плотности тока возбуждающего пучка сокращается время разгорания люминесценции (обусловлено процессами передачи возбуждения от матрицы к иону активатора) и время высвечивания, что связано с развитием суперлюминесценции. Кроме импульса суперлюминесценции, в свечении различаются два этапа с характерными временами $3,5 \text{ мкс}$ и $0,1 - 0,5 \text{ с}$. Первый обусловлен обычной люминесценцией ионов Ti^{3+} , второй связан с излучательным распадом ловушек с последующей передачей возбуждения иону активатора.

В экспериментах по генерации использовались кристаллы $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Ti}^{3+}$ с напыленными на торцы зеркалами, имеющими коэффициент отражения 98 % в области предполагаемой гене-

рации. Генерация возникала при плотностях тока возбуждающего пучка $\geq 10 \text{ A/cm}^2$. Спектр генерации имел вид широкой полосы в области 790 – 820 нм со сложной структурой. При возрастании тока возбуждающего пучка он смещался в длинноволновую область. Импульс генерации появлялся с задержкой относительно импульса возбуждения на 100 – 150 нс и имел длительность на полувысоте 80 – 100 нс. Пучок генерации имел форму плоской ленты с расходимостью 3 мрад в направлении возбуждающего пучка электронов и 5° – в перпендикулярном, что удовлетворительно объясняется геометрией эксперимента. Получена также генерация в резонаторе, образованном внешними зеркалами, коэффициент отражения которых составлял 97 и 98 %, радиус кривизны 300 мм, конфигурация близкая к сферической. Путем изменения селективных свойств резонатора получено стимулированное излучение в диапазоне 650 – 1000 нм (рис. 3, кривая 1). На том же рисунке показана спектральная зависимость длительности импульса генерации по полувысоте (кривая 2) и длительность его переднего фронта (кривая 3). Для получения перестроенной кривой использовались зеркала с коэффициентом отражения 99,6 %. Выходная энергия в этом случае составляла $0,7 \cdot 10^{-6}$ Дж в максимуме перестроенной кривой.

Таким образом, в работе продемонстрирована возможность получения генерации на кристаллах $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Ti}^{3+}$ при электронном возбуждении в спектральном диапазоне 650 – 1000 нм.

Литература

1. Tunable Solid-State Lasers, II. Eds. O.B.Budgor, L. Esterowitz, L. G. De Shazer. Springer–Verlag, 1986. 52, p. 367.
2. Корунд с титаном – высокоэффективный материал для перестраиваемых твердотельных лазеров. Белоногова Е.К., Исаенко Ю.Ж., Шавкунов С.В. – "Обзоры по электронной технике. Сер. II. Лазерная техника и оптоэлектроника" – М.: ЦНИИ "Электроника", 1988, 1, с. 40.
3. Скрипко Г.А. Оптика атмосферы. 1989, 2. в печати.
4. Белоконь М.В. и др. ЖПС, 1983, 38, 752.

Белорусский политехнический институт

Институт оптики атмосферы
Сибирского отделения Академии наук СССР

Поступила в редакцию
5 июня 1989 г.