Известия НАН Армении, Физика, т. 28, №4—6, с. 178—181 (1993)

УДК 535.34

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

СПЕКТРОСКОПИЯ ИОНОВ Er^{3+} В МОНОКРИСТАЛЛАХ МОЛИБДАТА СВИНЦА

Н. Р. АГАМАЛЯН, С. М. КАРАГЕЗЯН, Р. Б. КОСТАНЯН

Институт физических исследований НАН Армении

(Поступила в редакцию 16 июня 1993 г.)

Исследованы оптические спектры монокристаллов $PbMoO_4:Er^{3+}$ при 77 и 300К, идентифицированы оптические переходы ионов Er^{3+} в кристаллах, получена экспериментальная схема штарковского расщепления нижайших мультиплетов ионов Er^{3+}.

Кристаллы молибдата свинца относятся к известному ряду монокристаллов со структурой шеелита $XMO_4 (X=Pb,Ca,Ba,...,M=Mo,W)$, вызывающему большой интерес из-за многообразия физических свойств [1—5]. Они -используются в акусто-оптических устройствах, как люминофоры в желто-голубой области спектра, а также перспективны в качестве материалов для твердотельных лазеров видимого и ИК-диапазонов.

В настоящей работе проводились спектроскопические исследования примеси Er^{3+} в кристаллах молибдата свинца. Кристаллы со структурой шеелита (пр. гр. $I4_{1/a}—C^6_{4h}$) относятся к тетрагональной сингонии и являются одноосными. В работе использовались монокристаллы, выращенные методом Чохральского, шихтой служил молибдат свинца, синтезированный по керамической технологии. Примесь в расплав вводилась в виде Er_2O_3 с концентрацией от 0,1 до 1,2 ат. % *Er*. Образцы для исследования ориентировались относительно оптической *C*-оси. Для регистрации спектров поглощения и люминесценции использовались спектрофотометры СФ-8, Specord M-40 и монохроматор МДР-4 с приемниками ФЭУ-100 и ФЭУ-62. Для возбуждения люминесценции применялись кварцевые лампы типа КГМ. Анализ штарковского расщепления нижайших мультиплетов ионов Er^{3+} в кристаллах молибдата свинца проводился по спектрам поглощения и излучения, измеренным при температурах 77 и 300 *K* в спектральной области от 0,350 до 2 мкм. Для регистрации поляризованных спектров пропускания использовалась призма Глана-Томпсона.

На рис. 1 представлены обзорные спектры пропускания кристаллов $PbMoO_4:Er^{3+}$ при 300 *K*, зарегистрированные в поляризованном свете для двух направлений оптической *C*-оси кристалла. Пунктирная линия соответствует случаю, когда оптическая *C*-ось перпендикулярна вектору ***E*** световой волны (σ-компонента), сплошная— параллельна ***E*** (π-компонента). На рисунке заметно некоторое смещение УФ края поглощения кристаллов молибдата свинца для σ-ком-

поненты в длинноволновую область по сравнению с π-компонентой. Интенсивность линий оптических переходов ионов Er^{3+} в $PbMoO_4$ зависит от ориентации векторов E световой волны относительно оп-

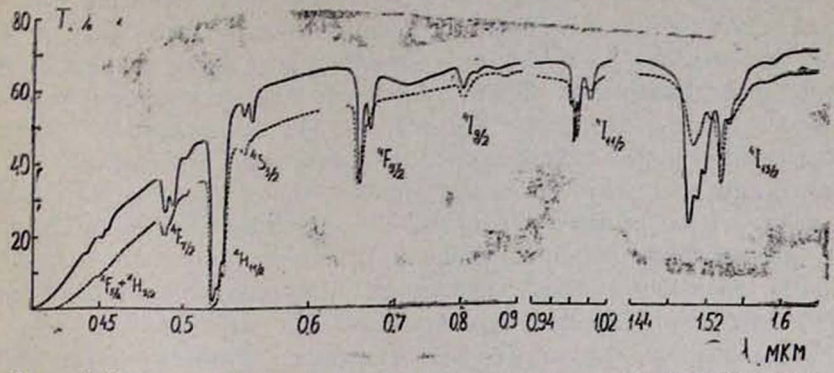

Рис. 1. Поляризованные спектры пропускания кристаллов $PbMoO_4:Er^{3+}$ при 300 К. Пунктирная линия соответствует σ-компоненте, сплошная—π-компоненте.

тической C-оси кристалла. Эта анизотропия наблюдается как в спектрах поглощения, так и люминесценции.

Для определения штарковской структуры уровней основного $^4I_{15/2}$ и $^4S_{3/2}$ мультиплетов ионов Er^{3+} использовались абсорбционные спектры переходов $^4I_{15/2} \rightleftarrows {}^4S_{3/2}$. На рис. 2 представлены спектры поглощения кристаллов $PbMoO_4:Er^{3+}$ при 77 К для двух ориентаций оптической C-оси относительно направления распространения света и схема энергетичсеких уровней мультиплетов $^4I_{15/2}$ и $^4S_{3/2}$, а также

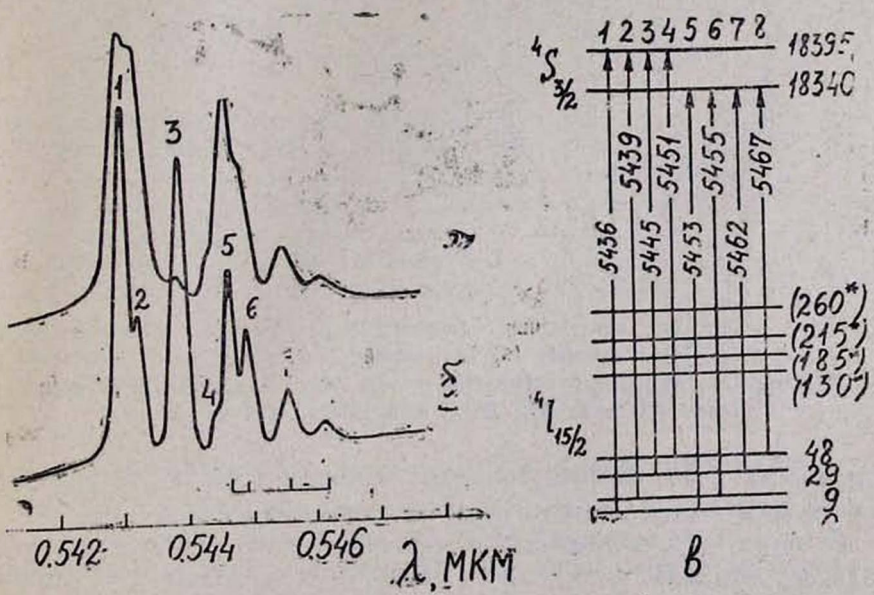

Рис. 2. Спектры поглощения (переход $^4I_{15/2} \rightarrow {}^4S_{3/2}$) света в при прохождении вдоль (а) и поперек (б) оптической C-оси кристалла и энергетическая схема уровней мультиплетов $^4I_{15/2}$ и $^4S_{3/2}$ (в) ионов Er^{3+} в кристаллах $PbMoO_4$ при 77 К. Положение уровней указано в $см^{-1}$, переходы между ними—в Å.

переходы между ними. Цифрами на спектрах и энергетической схеме обозначены оптические линии и соответствующие им переходы между штарковскими уровнями двух мультиплетов. Значения четырех верхних штарковских уровней основного мультиплета $^4I_{15/2}$ (на рисунке они заключены в скобки) удалось определить только из измерений проведенных при 300 К с привлечением спектров излучения, соответствующих переходу $^4S_{3/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$. Из за сильного уширения спектральных линий определение их положения затруднено. Поэтому звездочками на схеме показаны уровни, значения которых требуют уточнения. Квадратными скобками на спектрах показаны штарковские расщепления нижних уровней основного мультиплета $^4I_{15/2}$. Сильная ориентационная зависимость интенсивности спектральных линий требует проведения поляризационных измерений.

Штарковская структура энергетических уровней мультиплетов $^4I_{15/2}$ и $^4I_{11/2}$ определялась из абсорбционных спектров переходов $^4I_{15/2} \rightarrow {}^4I_{9/2, 11/2}$. На рис. 3 и 4 представлены ориентационные спектры поглощения этих переходов ионов Er^{3+} в кристаллах $PbMoO_4$ при 77 К, а также схемы энергетических уровней мультиплетов $^4I_{9/2}$ и $^4I_{11/2}$. Обозначения такие же, как на рис. 2. Положение нижнего уровня

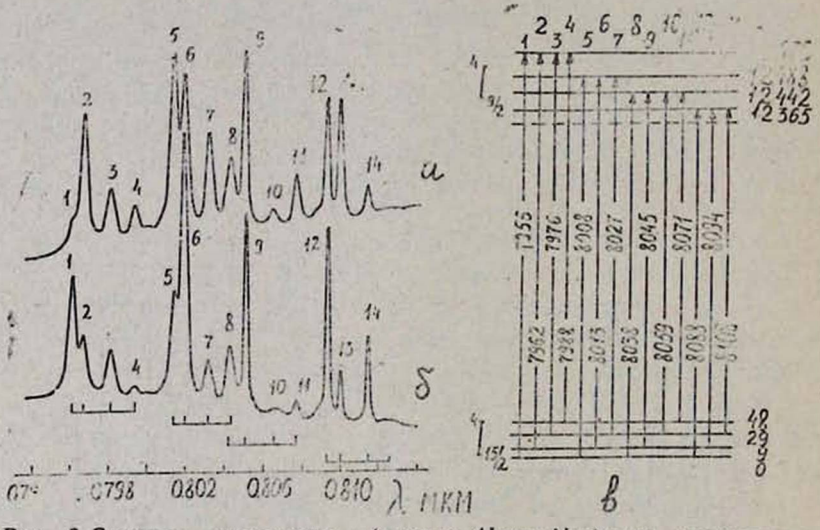

Рис. 3. Спектры поглощения (переход $^4I_{15/2} \rightarrow {}^4I_{9/2}$) при прохождении света вдоль (а) и поперек (б) оптической C-оси кристалла и энергетическая схема уровней мультиплетов $^4I_{15/2}$ и $^4I_{9/2}$ (в) ионов Er^{3+} в кристаллах $PbMoO_4$ при 77 К. Обозначения как на рис. 2.

мультиплета $^4I_{9/2}$ из абсорбционных измерений при 77 К определить не удалось. На схеме он показан пунктирной линией.

Отметим, что полученные в настоящей работе результаты спектрального анализа кристаллов $PbMoO_4:Er^{3+}$ находятся в хорошем согласии с аналогичными данными для известных лазерных кристаллов $CaWO_4 : Er^{3+}$ [5] и $LiYF_4 : Er^{3+}$ [6], имеющих подобную же кристаллическую структуру.

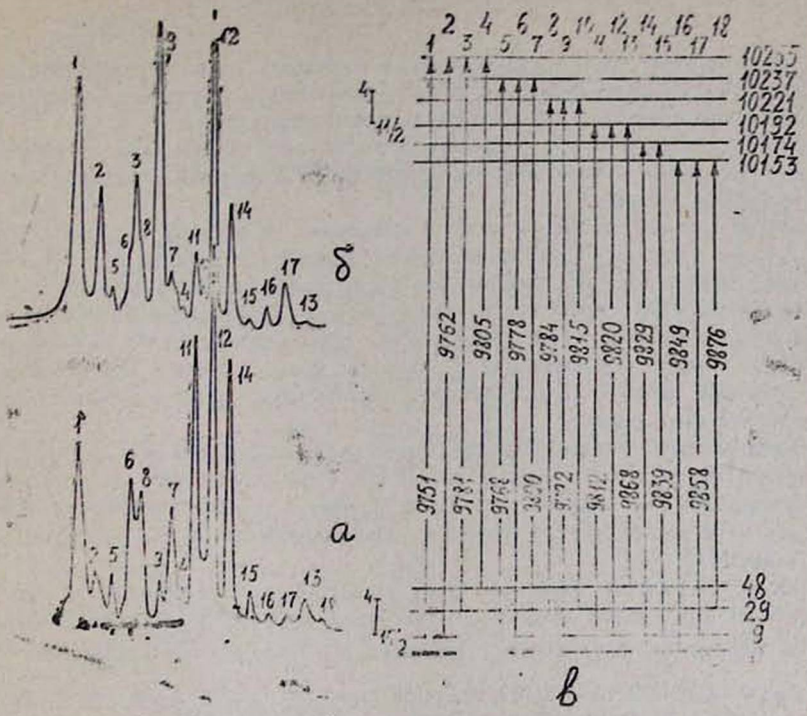

Рис. 4. Спектры поглощения (переход $^4I_{15/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$) при прохождении света вдоль (а) и поперек (б) оптической С-оси кристалла и энергетическая схема уровней мультиплетов $^4I_{15/2}$ и $^4I_{11/2}$ (в) ионов Er^{+3} в кристаллах $PbMoO_4$ при 77 К. Обозначения как на рис. 2.

ЛИТЕРАТУРА

1. **W. Van Loo.** Phys. Stat. Sol. (a) 27, 565 (1975).
2. **W. Bollman.** Kristall und Technik, 15, 367 (1980).
3. *Е. Г. Реут.* Известия АН СССР, серия физическая, 49, 2032 (1985).
4. *Р. Балтрамеюнас, В. Гаврюшин, Г. Рачукайтис, Г. Пузонас, А. Казлаускас, Ш. Эфендиев, Н. Дарвишов, В. Багиев.* ФТТ, 31, 805 (1989).
5. **D. E. Wortman.** J. Chem. Phys., 54, 314 (1971).
6. *М. В. Петров, А. М. Ткачук.* Опт. и спектр., 45, 147 (1978).

SPECTROSCOPY OF Er^{3+} IONS IN LEAD MOLYBDATE SINGLE CRYSTALS

N. R. AGAMALYAN, S. M. KARAGEZYAN, R. B. KOSTANYAN

The optical spectra of $PbMoO_4:Er^{3+}$ single crystals at 77 and 300K are investigated, the optikal transitions of Er^{3+} ions in the crystals are identified and the experimental scheme of Stark splitting of Er^{3+} ions lowest multiplets are obtained.