

ку. Эти методы находят все более широкое применение, например, в таких областях как медицинская диагностика, дистанционный мониторинг земной поверхности, полиграфия, текстильная промышленность, сельское хозяйство, спектроскопия одиночных квантовых объектов, астрономические исследования.

В данной работе предложен метод мультizonальной (мультиспектральной) съемки, в котором спектральная селекция осуществляется дисперсионным спектральным прибором (монокроматором изображения). Метод основан на формировании изображения объекта во входном окне монокроматора с двойным прохождением излучения в режиме вычитания дисперсии и обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными подходами на основе сканирования входного поля: возможностью одномоментной регистрации всей картины входного поля в узком спектральном диапазоне (~ 10 нм); абберационно-лимитированным (а не определяемым шириной входной щели) пространственным разрешением; высоким спектральным контрастом, компактностью, механической стабильностью и надежностью (важно для полевых применений).

Проведены расчеты и разработана, в ходе детальной работы по оптимизации, завершенная оптическая схема компьютерного дизайна двойного монокроматора изображения с вычитанием дисперсии с расчетом и минимизацией аббераций. На базе этой схемы планируется создание технологичного в изготовлении мультиобъектного спектрометра для проведения подспутниковых калибровочных измерений в полевых условиях.

В работе проведен анализ схемных решений и конструкции разработанного экспериментального образца дисперсионного гиперспектрометра с входной электронно-реконфигурируемой апертурой, формируемой микрозеркальной матрицей [1]. Проведена полная окончательная сборка и наладка прибора, отработана методика и проведена калибровка гиперспектрометра для двух рабочих спектральных диапазонов (400–670 нм и 650–900 нм). Отработаны его режимы работы (мультиобъектный и режим построения гиперкуба), измерены оптико-аналитические характеристики прибора и проведена его метрологическая аттестация.

В результате был окончательно разработан гиперспектральный прибор с характеристиками, позволяющими решать широкий круг задач прикладной спектроскопии, в частности, исследования в области фотодинамической терапии.

Предложены перспективные варианты реализации на базе данного спектрометрического модуля с микрозеркальной матрицей конфокального микроспектрометра и монокроматора-спектросинтезатора.

Литература

1. Вороний Е. С., Гулис И. М., Куреев А. Г. и др. Мультиобъектный спектрометр с микрозеркальной матрицей // ЖПС. Т.77. – №2. март-апрель 2010. – С. 305–312.

©ВГТУ

ВЛИЯНИЕ КОНФИГУРАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТИ АБСОРБЦИОННЫХ ПЕРЕХОДОВ ИОНА ПРАЗЕОДИМА В ЛИТИЙ БОРАТНЫХ СТЕКЛАХ

Н. Н. КОТОЧИГОВА, А. А. КОРНИЕНКО, Е. Б. ДУНИНА

The Judd-Ofelt method and modified theory KKD is applied for description of absorption transitions. The branching ratios for 12 excited levels are calculated. The influence of excited configurations on intensity absorption transitions is investigated

Ключевые слова: празеодим, литий боратные стекла, интенсивность поглощения

Литий боратные и литий флюороборатные стекла различного состава, например $59.5\text{Li}_2\text{CO}_3 + 39.5\text{H}_3\text{BO}_3 + 1\text{Pr}_6\text{O}_{11}$, находят широкое применение: в лазерах, работающих в видимом, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазоне; как усилители в оптоэлектронных линиях связи; как эффективные преобразователи излучения одного диапазона в другой. Эти приложения стимулируют синтез новых стекол и детальное исследование их спектроскопических характеристик. В работе [1] выполнен синтез стекол, активированных празеодимом, шести различных составов и экспериментально исследованы их спектры поглощения и люминесценции. При этом установлено, что описание экспериментальных результатов по методу Джадда-Офелта [2, 3] получается неудовлетворительным. В данной работе выполнено описание интенсивности абсорбционных и люминесцентных переходов с учетом конфигурационного взаимодействия и показано, что влияние возбужденных конфигураций существенно.

На высоколежащие мультиплеты 3P_0 , 3P_1 , 3P_2 влияние возбужденных конфигураций наибольшее. Поэтому в методе Джадда-Офелта [2, 3] для сил осцилляторов абсорбционных переходов с $^3\text{H}_4$ на эти мультиплеты наблюдается наибольшее разногласие между теоретическими и экспериментальными значениями. В модифицированной теории интенсивностей [4] влияние возбужденных конфигураций учитывается более корректно, чем в методе Джадда-Офелта [2, 3]. Применение модифицированной теории позволяет значительно улучшить описание сил осцилляторов абсорбционных пере-

дов, для некоторых стекол среднее квадратичное отклонение вычисленных значений от экспериментальных уменьшается в три и более раз по сравнению с методом Джадда-Офелта [2, 3]. Прежде всего, это улучшение достигается за счет более корректного описания сил осцилляторов абсорбционных переходов на мультиплеты ${}^3P_0, {}^3P_1, {}^3P_2$.

С точки зрения верификации теории интенсивностей экспериментальные результаты работы [1] интересны тем, что в ней измерены силы осцилляторов излучательных переходов ${}^3P_0 \rightarrow {}^3F_2$ и ${}^3P_0 \rightarrow {}^3H_6$. Вычисленные без учета конфигурационного взаимодействия, значения сил осцилляторов отличаются от экспериментальных в 10 и 2 раза соответственно. В модифицированной теории интенсивностей [4] описание этих переходов существенно улучшается. Однако наилучшее согласие было достигнуто в результате применения теории [5], учитывающей аномально сильное влияние возбужденных конфигураций на мультиплет 3F_2 .

Таким образом, корректное описание сил осцилляторов абсорбционных и люминесцентных переходов можно получить только при детальном учете влияния возбужденных конфигураций.

Литература

1. Babu P., Jayasankar C.K. Spectroscopy of Pr³⁺ ions in lithium borate and lithium fluoroborate glasses // Physica B. 2001. – Vol. 301. – P. 326–340.
2. Judd B.R. Optical Absorption Intensities of Rare-Earth Ions // Phys. Rev. 1962. – Vol. 127. – № 3. – P. 750–761.
3. Ofelt G.S. Intensities of crystal spectra of rare-earth ions // J. Chem. Phys. 1962. – Vol. 37. – №3. – P. 511–520.
4. Kornienko A.A., Kaminskii A.A., Dunina E.B. Dependence of the line strength of f-f transitions on the manifold energy. I. Projector on the basis of nonorthogonal functions // Phys. Stat. Sol.(b). 1990. – Vol. 157. – №1. P. – 261–266.
5. Dunina E.B., Kornienko A.A., Fomicheva L.A. Modified theory of f-f transition intensities and crystal field for systems with anomalously strong configuration interaction // Cent. Eur. J. Phys. – 2008. – Vol. 6. – №3. – P. 407–414.

©БГУ

РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНЫХ ЛАЗЕРОВ С ЗИГЗАГООБРАЗНЫМ ХОДОМ ИЗЛУЧЕНИЯ В ОПТИЧЕСКОМ РЕЗОНАТОРЕ

М. С. ЛЕОНЕНЯ, И. С. МАНАК

Considered the facilities of laser's miniaturization taking into account their construction features and active media physical properties. Described the design features of solid-state zigzag lasers based on a flat truncated prism

Ключевые слова: малогабаритный лазер, полупроводниковый лазер, диодная накачка, твердотельный лазер, активный элемент, zigzag лазер.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время размер и вес электронных узлов различных приборов микроэлектроники настолько малы по сравнению с оптическими компонентами, что на передний план выходит решение задачи миниатюризации именно последних. Только на основе малогабаритных лазерных источников излучения возможно создание переносной аппаратуры различного функционального назначения: лазерных светодальномеров, устройств для мониторинга окружающей среды, медицинских приборов для диагностики заболеваний и их лечения и др. Эта проблема может быть решена использованием таких миниатюрных лазерных источников излучения как полупроводниковые инжекционные лазеры и твердотельные лазеры с диодной накачкой [1]. Однако техническое решение проблемы миниатюризации невозможно без учета физических свойств активной среды лазерных источников излучения.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИНИАТЮРИЗАЦИИ ЛАЗЕРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

Наиболее перспективным решением при создании миниатюрных лазеров является использование активных сред с высоким коэффициентом усиления. Амплитудное условие генерации для лазера с резонатором Фабри-Перо можно записать в виде [1]:

$$k \geq \rho + \frac{1}{2L} \ln \frac{1}{r_1 r_2}, \quad (1)$$

где k – коэффициент усиления; ρ – коэффициент, учитывающий потери на поглощение и рассеяние в матрице активного вещества; $\frac{1}{2L} \ln \frac{1}{r_1 r_2}$ – нормированный на единицу длины коэффициент полезных

потерь на зеркалах резонатора, L – длина резонатора, заполненного активным веществом, r_1, r_2 – коэффициенты отражения зеркал резонатора Фабри-Перо. Знак равенства в выражении (1) соответствует пороговым условиям. Стремление уменьшить габариты лазера (уменьшить L) приводит к росту коэффициента суммарных потерь, которые могут быть компенсированы лишь в средах с высоким коэффициентом усиления.

Полупроводниковые лазеры являются наиболее компактными среди изделий квантовой электроники, т.к. при накачке в них легко достигаются концентрации неравновесных носителей заряда зна-