



Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

Е. М. Дианов, А. Я. Карасик, Л. С. Корниенко, Соотношение энергий люминесценции различных переходов с метастабильного уровня иона неодима в стеклах,
Квантовая электроника, 1975, том 2, номер 2, 422–423

<https://www.mathnet.ru/qe10936>

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением
<https://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 18.97.14.89

15 мая 2025 г., 00:47:16



УДК 535.2

Е. М. Дианов, А. Я. Карасик, Л. С. Корниенко

СОТНОШЕНИЕ ЭНЕРГИЙ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ПЕРЕХОДОВ С МЕТАСТАБИЛЬНОГО УРОВНЯ ИОНА НЕОДИМА В СТЕКЛАХ

Стекла, активированные ионами Nd^{3+} , имеют три люминесцентных перехода в спектральных областях $\lambda=0,88$; 1,06 и 1,35 мкм, представляющих интерес с точки зрения получения лазерного излучения и соответствующих переходам с метастабильного состояния ${}^4F_{3/2}$ на уровни основного мультиплета ${}^4I_{9/2}$, ${}^4I_{11/2}$ и ${}^4I_{13/2}$.

Соотношение энергий люминесценции различных переходов является одной из важнейших характеристик неодимового стекла как лазерного материала. Знание этого соотношения позволяет по измеренной величине спонтанной вероятности резонансного перехода определить полную излучательную вероятность переходов с метастабильного уровня, что, в свою очередь, позволяет определить квантовый выход люминесценции, измеряя время жизни метастабильного состояния [1]. Кроме того, измерение этого соотношения представляет интерес для исследования генерации на различных переходах, для развития теории кристаллического поля и т. д. Однако точное измерение соотношения энергий люминесценции различных переходов встречает значительные трудности в связи с перепоглощением света люминесценции в области $\lambda=0,88$ мкм и с необходимостью тщательной калибровки люминесцентной аппаратуры в достаточно широком интервале ближней инфракрасной области спектра. Именно этим объясняется сильное расхождение результатов измерения этой величины у различных авторов [2—5]. Лишь в недавних работах [5, 1] выполнены аккуратные измерения указанного соотношения и получены совпадающие результаты.

Большой интерес представляет изучение влияния состава стекла на соотношение энергий люминесценции различных переходов. В работе [5] проведено изучение силикатных стекол типа $M_2O-NO-SiO_2$ ($M=Li, Na, K$ и $N=Mg, Ca, Sr, Ba$) и показано, что соотношение энергий люминесценции различных полос слабо зависит от состава стекла. При этом найдено, что энергии люминесценции в полосах 1,06 и 0,88 мкм близки по величине. Однако эти данные получены для сравнительно узкого класса стекол. В последнее время был найден метод выбора составов стекол, обеспечивающих высокую направленность стимулированного излучения [6, 7], и разработаны соответствующие лазерные стекла на силикатной и фосфатной основах.

В настоящей работе измерено соотношение энергий люминесценции различных переходов в этих и в нескольких серийных стеклах. Измерения проводились по методике, описанной в [1]. Марки исследованных стекол и результаты измерений приведены в таблице.

Для серийных силикатных стекол ЛГС-28, ЛГС-24 и ED-2 $E_{0,88}/E_{1,06} \approx 1$, что согласуется с результатами [5]. Однако отношение $E_{1,35}/E_{1,06}$ в нашем случае для всех силикатных стекол составляет 0,12...0,16, в то время как в работе [5] оно составляет 0,16...0,22. Возможным объяснением этого расхождения является более точная в нашем случае калибровка люминесцентной аппаратуры в области 1,35 мкм [1].

Стекла ЛГС-247 — ЛГС-253 — близкие между собой по составу силикатные стекла, обеспечивающие высокую направленность лазерного излучения. Для этих стекол $E_{0,88}/E_{1,06}$ превышает единицу на 10...15%.

Стекло	$E_{1,06} : E_{0,88} : E_{1,35}$	Стекло	$E_{1,06} : E_{0,88} : E_{1,35}$
1. ЛГС-28	1:1,03:0,13	7. ЛГС-253	1:1,12:0,16
2. ЛГС-24	1:0,98:0,12	8. КГСС-1621	1:0,81:0,15
3. ED-2	1:1,00:0,14	9. УП-1078	1:0,85:0,16
4. ЛГС-247	1:1,14:0,13	10. ЛГС-40	1:0,86:0,16
5. ЛГС-250	1:1,10:0,16	11. № 1075	1:0,90:0,17
6. ЛГС-252	1:1,16:0,16	12. УП-19	1:0,90:0,17

Остальные стекла — фосфатные. Для них $E_{0,88}/E_{1,06}$ меньше единицы на 10...20%.

Таким образом, полученные результаты показывают, что при изменении состава стекла в пределах одной основы отношение энергий люминесценции двух основных полос может меняться на 10...15%, а при изменении основы стекла вариации этого отношения могут достигать 30...35%.

В заключение авторы благодарят академика А. М. Прохорова за интерес к данной работе, А. В. Чиколини — за помощь в экспериментах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Е. М. Дианов, А. М. Прохоров, В. П. Самойлов, И. А. Щербаков. *ДАН СССР*, 215, № 6, 70 (1974).
2. L. G. DeShazer, L. G. Komai. *J. Opt. Soc. Amer.*, 55, 940 (1965).
3. E. Snitzer. *Proc. IEEE*, 54, N 10, 1249 (1966).
4. Е. М. Дианов, Б. В. Ершов, Ю. П. Пименов, В. Б. Федоров. *ДАН СССР*, 184, 321 (1969).
5. P. H. Sarkies, J. N. Sandoe, S. Parke. *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 4, 1642 (1971).
6. И. М. Бужинский, Е. М. Дианов, С. К. Мамонов, Л. И. Михайлова, А. М. Прохоров. *ДАН СССР*, 190, 558 (1970).
7. М. М. Бубнов, И. М. Бужинский, Е. М. Дианов, С. К. Мамонов, Л. И. Михайлова, А. М. Прохоров. «Квантовая электроника», под ред. Н. Г. Басова, № 4(16), 113 (1973).

Физический институт
им. П. Н. Лебедева АН СССР

Поступило в редакцию
30 сентября 1974 г.

УДК 621.378

Л. С. Василенко, Н. М. Дюба, М. Н. Скворцов, В. П. Чеботаев

СПЕКТР ИЗЛУЧЕНИЯ ЛАЗЕРА НА ДВУОКСИ УГЛЕРОДА С ПАССИВНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ ДОБРОТНОСТИ

Хорошо известно, что при введении поглощения внутрь резонатора CO_2 -лазера наблюдаются пульсации излучения в виде последовательности импульсов малой длительности. Впервые о наблюдении режима пассивной модуляции добротности в CO_2 -лазере сообщалось в [1]. Такой режим работы CO_2 -лазера, сходный с работой твердотельных лазеров с пассивной модуляцией добротности нелинейным поглотителем, был детально изучен теоретически и экспериментально в целом ряде работ (см., например [2, 3]). Основная направленность упомянутых работ — изучение CO_2 -лазера с пассивной модуляцией добротности с точки зрения устойчивости генерации и возникновения стационарного режима пульсаций излучения. Спектр излучения такого лазера практически не исследовался.