

VIII Международный симпозиум по когерентному
оптическому излучению полупроводниковых соединений и
структур (КОИПСС-2021)



ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ
КАЧЕСТВА ИСХОДНЫХ ОБРАЗЦОВ
АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛАЗЕРНОЙ
КЕРАМИКИ АЛЮМО-ИТТРИЕВОГО
ГРАНАТА, ЛЕГИРОВАННОГО ИОНАМИ
НЕОДИМА (Nd³⁺: YAG)

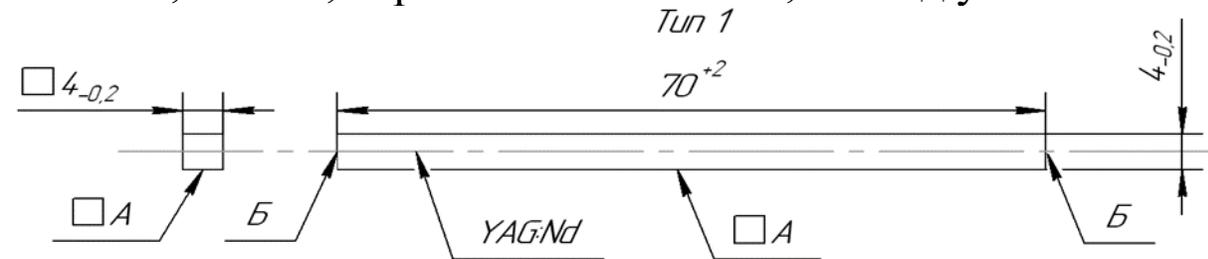
С. Л. Лысенко, Я. В. Ульянов, Е. Д. Тараканов, А. А. Абрамян

Федеральное казенное предприятие «Государственный лазерный полигон «Радуга»

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИССЛЕДУЕМЫХ ОБРАЗЦОВ

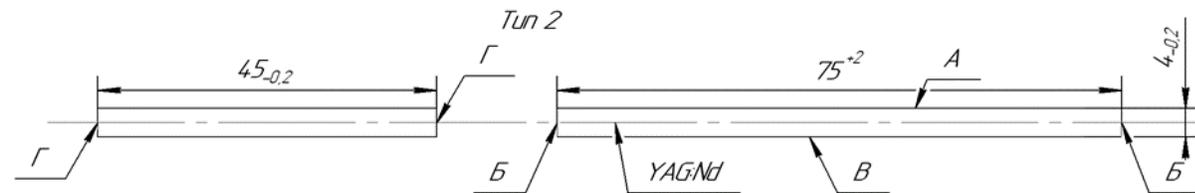
Для образца типа 1:

- рабочие торцы для основного излучения $\lambda=1,06$ мкм - 4x4 мм
- чистота поверхности А, Б: III класс, $N/\Delta N = 0,5/0,1$
- покрытие: поверхность Б - просветление на $\lambda=1,06$ мкм, отражение не более 0,5% под углом 0°
- концентрация активатора Nd 1 at.%

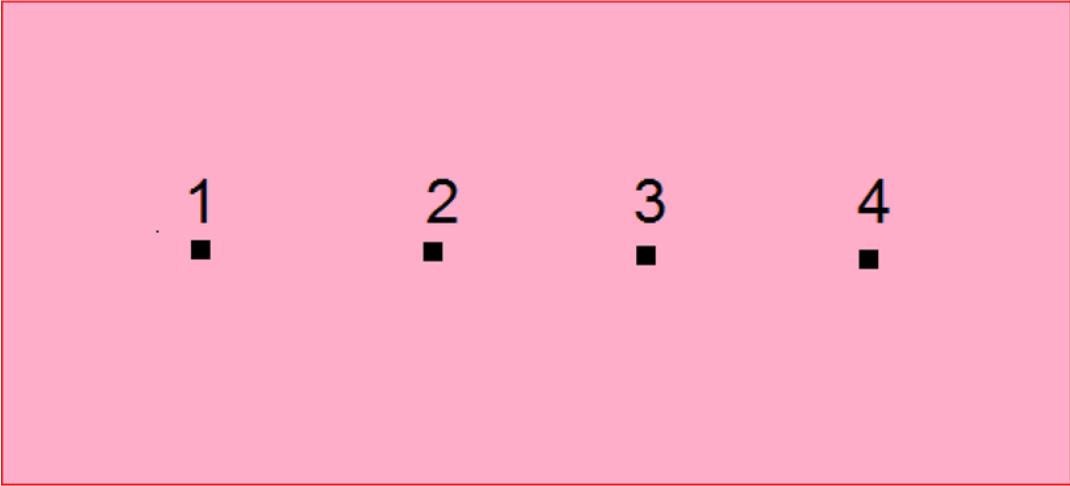


Для образца типа 2:

- рабочие торцы для основного излучения $\lambda=1,06$ мкм - 45x75 мм
- чистота поверхностей А, В: III класс, $N/\Delta N = 0,5/0,1$
- покрытия: поверхность А, В - просветление на $\lambda=0,808$ мкм; поверхность Б - просветление на $\lambda=1,06$ мкм
- концентрация активатора Nd 1 at.%



ПРОВЕРКА ПОГЛОЩЕНИЯ ИССЛЕДУЕМЫХ ОБРАЗЦОВ АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН 0,7 – 0,9 МКМ И 1,03 – 1,09 МКМ



1 2 3 4

Формула нахождения коэффициента поглощения α :

$$\alpha = -\frac{\ln T_{\text{объекта}}}{t},$$

где t – толщина исследуемого образца,

$T_{\text{объекта}}$ - коэффициент пропускания исследуемого объекта, который вычисляется по формуле

$$T_{\text{объекта}} = \frac{T_{\text{эсп.}}}{T_n^2} = e^{-\alpha \cdot t},$$

где $T_n^2 = \left[\frac{4 \cdot n}{(n+1)^2} \right]$ – коэффициент пропускания эталонного образца,

$n = \sqrt{\left(\frac{2,28200 \cdot \lambda^2}{\lambda^2 - 0,01185} + \frac{3,27644 \cdot \lambda^2}{\lambda^2 - 282,734} \right) + 1}$ – коэффициент преломления.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА НАНЕСЕННЫХ ПОКРЫТИЙ. РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ

Таблица – Характеристики иттербиевого волоконного лазера ЛК-100-ЛП-ОМ-В.

Наименование параметра	Значение
Длина волны, нм	1070
Поляризация излучения	линейная
Диаметр пучка, мм	4,4
Расходимость пучка, мрад	0,32

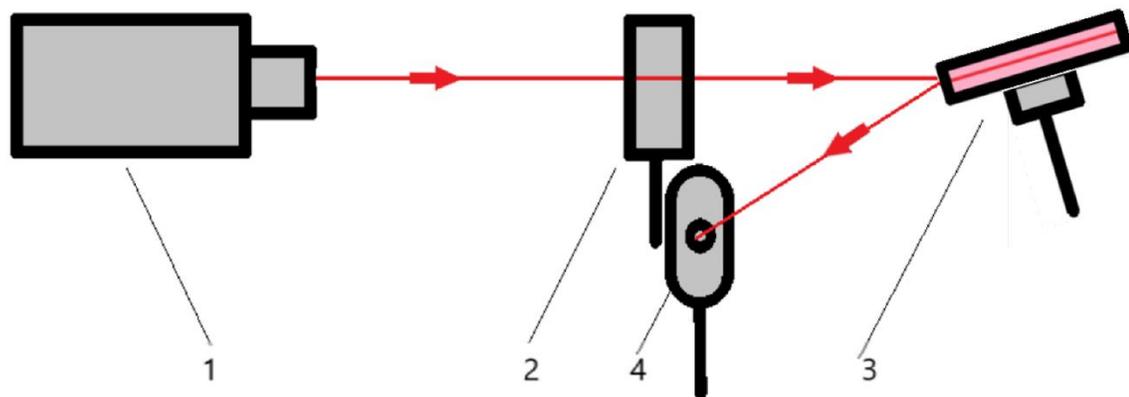


Рисунок 2 – Схема установки для измерения качества нанесённых покрытий: 1 – иттербиевый волоконный лазер ЛК-100-ЛП-ОМ-В; 2 – диафрагма со светофильтрами; 3 – активный элемент; 4 – измерительная головка ОРНІR 3А КТ2017011-1-28

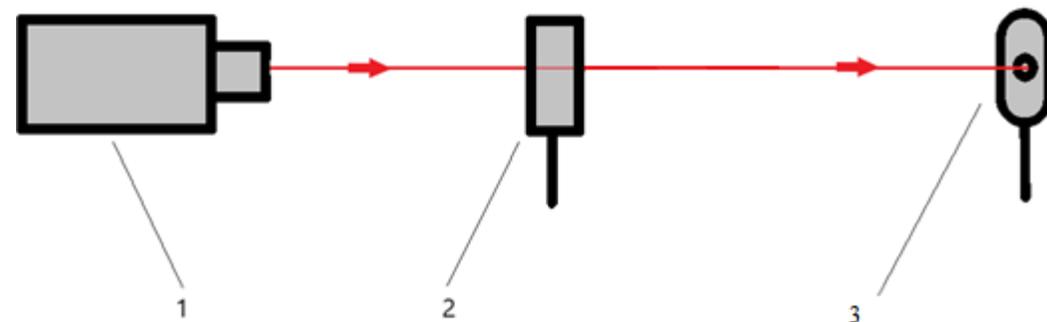


Рисунок 3 – Схема установки для измерения мощности излучения лазера: 1 – иттербиевый волоконный лазер ЛК-100-ЛП-ОМ-В; 2 – диафрагма со светофильтрами; 3 – измерительная головка ОРНІR 3А КТ2017011-1-28

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПАССИВНЫХ ПОТЕРЬ

1. Коэффициент пропускания излучения на границе среды, который определяется по формуле :

$$T_{гр.i} = 1 - R_{гр.i},$$

Где $R_{гр.i}$ – коэффициент отражения излучения на границе среды, который определяется по формуле:

$$R_{гр.i} = \frac{P_{отр.i}}{P_{вх.i}},$$

где:

$P_{отр.i}$ – значение мощности излучения, отраженного от активного элемента для i -того измерения;

$P_{вх.i}$ - значение мощности входящего излучения в активный элемент для i -того измерения

2. Коэффициент пропускания излучения активным элементом вычисляется по формуле:

$$T = T_{гр.1} \cdot T_V \cdot T_{гр.2},$$

где

T – коэффициент пропускания,

$T_{гр.}$ – коэффициент пропускания излучения на границе среды, который определяется по формуле (4.4.1),

T_V – коэффициент пропускания излучения по объему среды.

РЕЗУЛЬТАТЫ

После выполнения научной работы были выполнены следующие задачи:

1. оптимизация параметров активных элементов алюмоиттриевого граната активированным неодимом (YAG:Nd³⁺) из лазерной керамики различной геометрией и концентрацией активатора, с малыми оптическими потерями для основной длины волны лазерного излучения
2. исследование экспериментальных образцов активных элементов YAG:Nd³⁺ из лазерной керамики с указанными на 2-м слайде параметрами
3. проведены исследования, над экспериментальными образцами активных элементов YAG:Nd³⁺ с коэффициентом пассивных потерь на основной длине волны 1,06 мкм не более 0,003 см⁻¹ в результате которых были определены:
 - поглощения экспериментальных образцов активных элементов YAG:Nd³⁺ в диапазоне длин волн от 0,7 мкм до 0,9 мкм, от 1,03 мкм до 1,09 мкм;
 - определено качество нанесенных покрытий, рассчитан коэффициент отражения;
 - определён коэффициент пассивных потерь

Благодарность

Работа была выполнена в рамках договора с федеральным государственным унитарным предприятием «Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина». Благодарим начальника отдела Березина Андрея Владимировича за оказанную помощь.

Спасибо за внимание!