

Также исследовалось влияние степени полировки образцов на их светоотдачу. Как было показано ранее [2], минимизация шероховатости поверхности улучшает светоотдачу стеклолюминофорных образцов. На рисунке 2 представлены микрофотографии образцов стеклолюминофорных пленок до (образец № 2) и после (образец № 4) полировки. После полировки толщина ЛП №2 уменьшилась до 140 мкм (образец № 4). При этом максимальное значение светового потока ЛП увеличилось на 28 % при увеличении максимально допустимой мощности ЛД на 15 %, а коррелированная цветовая температура (КЦТ) уменьшилась с 31000 К до 8250 К. Изменение КЦТ объясняется снижением доли синего излучения ЛД, рассеивающегося микрошероховатой поверхностью ЛП.

Важным параметром белых источников света с ЛП являются общий индекс цветопередачи (CRI). Для достижения приемлемых значений CRI

(~86) в состав стеклолюминофорной композиции вводился красный $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ люминофор.

Таким образом, разработаны эффективные стеклолюминофорные композиции на основе боросиликатного стекла, YAG и нитридного люминофоров, обладающие высокими светотехническими характеристиками, а также термо-, фото- и химической стабильностью.

Литература

1. Chung, W. A Review on Phosphor in Glass as a High-Power LED Color Converter: a review / W. J. Chung, Y. H. Nam // Journ. of Sol. State Scie. Technol.–2020.–V.9.– 016010.
2. Enhancing luminous flux and color rendering of laser-excited $\text{YAG}:\text{Ce}^{3+}$ single crystal phosphor plate via surface roughening and low-temperature sintering a $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ phosphor-in-borate glass / W. Chen [et al.] // J. of Luminescence–2022. – V. 251.

УДК 621.375.826

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ТЕА ЛАЗЕР С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ЛИНИЙ ГЕНЕРАЦИИ Шавель С. С., Горобец В. А., Бушук С. Б.

*ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника»
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Предложен, разработан и реализован ТЕА лазер с быстрой (время переключения 0,2 секунды) последовательной генерацией импульсов на нескольких длинах волн в существенно отличающихся между собой спектральных диапазонах (1,0–4,0 и 9,2–10,8 мкм.) Переключение между каналами генерации осуществляется за счет последовательного внесения в каждый из каналов непрозрачной маски, которая блокирует генерацию в каждом резонаторе и оставляет прозрачное окно только для генерирующей линии в соответствии с заданным алгоритмом. Разработанный лазер может быть использован в качестве источника излучения в дистанционном газоанализаторе.

Ключевые слова: ТЕА лазер, инертные газы, CO_2 .

MULTI-WAVE TEA LASER WITH FAST SWITCHING OF GENERATION CHANNEL Shavel S., Gorobets V., Bushuk S.

*State Research and Production Association “Optics, optoelectronics and laser technology”
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. A TEA laser with fast (switching time 0.2 seconds) sequential generation of pulses at several wavelengths in significantly different spectral ranges (1.0–4.0 and 9.2–10.8 μm) has been proposed, developed and implemented. Switching between generation channels is performed by sequentially introducing an opaque mask into each channel, which blocks generation in each cavity and leaves a transparent window only for the generating line in accordance with a special algorithm. The developed laser can be used as a radiation source in a remote gas analyzer.

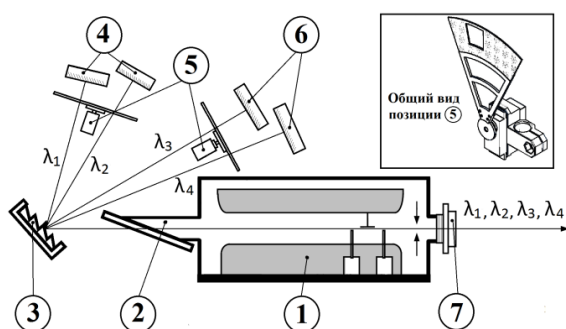
Key words: TEA laser, inert gases, CO_2 .

*Адрес для переписки: Шавель С.С., пр. Независимости, 68, г. Минск 220072, Республика Беларусь
e-mail: shavel_s07@mail.ru*

Введение. В работе представлены результаты по получению в ТЕА лазерной системе с улучшенной конструкцией лазерной генерации с пиковой выходной мощностью в 10 и более кВт в нескольких спектральных диапазонах за счет использования комбинированной газовой смеси, содержащей помимо молекул CO_2 инертные газы, в которых реализуется генерация на электронных

переходах. Однако проведенные исследования показали, что для практического использования в дистанционных газоанализаторах необходимо максимально уменьшать взаимовлияние каналов генерации, что само по себе является сложной научно-технической задачей. Важно также обеспечить простое и надежное разделение каналов генерации в приемном тракте.

Все эти условия легко выполняются при переходе к квазиодновременной генерации, при которой происходит быстрое переключение между каналами, достаточное для выполнения условий «замороженной атмосферы» (десять доли секунды). При этом происходит разделение импульсов на разных длинах волн по времени следования, а процессы перекачки энергии между каналами генерации отсутствуют. Техническим препятствием к реализации подобной схемы работы является сложность быстрой механической перестройки по линиям генерации. В настоящей работе предложено решить эту проблему за счет применения неавтоколлимационной многоволновой схемы резонатора [1], в которой в каждом из каналов генерации попеременно вносятся блокирующие генерацию элементы (рисунок).



1 – разрядная камера; 2 – окно Брюстера;
3 – дифракционная решетка; 4 – отражающие зеркала резонатора (диапазон 1–4 мкм);
5 – электромеханический узел с блокирующим элементом; 6 – отражающие зеркала резонатора (диапазон 9,2–10,8 мкм); 7 – выходное зеркало резонатора

Рисунок – Оптическая схема лазера

Из рисунка видно, что основным отличием предложенной схемы от схемы резонатора [1], в которой происходит одновременная генерация на нескольких длинах волн, является наличие синхронизованных между собой электромеханических узлов, обеспечивающих блокировку каналов непрозрачной

маской. Узлы выполнены на базе цифровых сервоприводов, подключенных к управляющей плате с микроконтроллером Arduino и работающих по вновь созданному запрограммированному алгоритму. Для изменения положения непрозрачной маски в нужный момент времени управляющая плата имеет синхронизацию с блоком управления лазерным излучением. Предложенная схема позволяет переключать каналы за время порядка 0,2 секунды. При этом, генерация на возможных длинах волн осуществляется последовательно по заданной программе и может быть легко использована в приемном устройстве газоанализатора для идентификации импульсов.

Заключение. Таким образом, продемонстрирована возможность получения в реализованной ТЕА лазерной системе последовательной генерации импульсов в диапазонах 1,0–4,0 и 9,2–10,8 мкм за счет использования комбинированной газовой смеси, включающей небольшое количество инертных газов, молекул углекислого газа и буферного газа, например, Хе:СО₂:Не.

Применение разработанного оптомеханического модуля позволяет, за счет реализации режима последовательной генерации импульсов, легко модифицировать широко распространенные лазеры для использования в качестве источника излучения в газоанализаторах, работающих по дифференциальному методу (применение «on-» и «off-» линий для каждого измеряемого газа). Следует отметить, что разрядная камера и источник питания лазера конструктивно идентичны типичным ТЕА СО₂ лазерам, что позволяет создавать лазерные источники для дистанционных газоанализаторов с минимальными затратами на разработку и использование минимального количества комплектующих.

Литература

1. ТЕА лазер, генерирующий в нескольких спектральных диапазонах / С. С. Шавель [и др.]. – Журнал прикладной спектроскопии. – 2023. – Т. 90, № 6. – С. 835–842.