

Изобретение относится к квантовой электронике, а именно к лазерным элементам на основе органических красителей, внедренных в полимерные матрицы, и может быть использовано при изготовлении активных элементов лазера на красителях и пассивных модуляторов добротности.

Широкое применение лазеров обуславливает разработку высокоэффективных и надежных лазерных элементов на основе полимерных сред, активированных органическими красителями.

Известен лазерный элемент на основе активированной красителем полимерной матрицы, выполненной из полиуретана и размещенной (для обеспечения теплоотвода и защиты от внешних воздействий) между оптическими подложками (Безродный В.И. и др. Полимерные среды, активированные кристаллами, для лазеров с перестройкой частоты генерации // ЖПС. - 1989. - Т.50. - №5. - С.711 - 727).

Такие лазерные элементы обладают повышенной стойкостью и работоспособны в частотном режиме при относительно небольшой средней мощности излучения.

Наиболее близким техническим решением является пассивный лазерный затвор, выполненный на основе красителя № 4363, в полиуретанакрила (Безродный В.И. и др. Генерация УКИ регулируемой длительности лазера на АИГ:  $\text{Nd}^{3+}$  с пассивной синхронизацией мод // Квантовая электроника. - 1986. - Т.13. - №6. - С.1214 - 1219).

Основным недостатком известного технического решения является низкая стабильность генерационных характеристик и относительно малая средняя мощность излучения, при которой можно применять лазерный элемент.

В основу настоящего изобретения поставлена задача в лазерном элементе на основе активированной полимерной матрицы путем изменения его параметров получить новый технический результат, выражающийся в увеличении стабильности и повышении средней мощности генерации лазера.

Поставленная задача решается тем, что к полимерной матрице приложено давление 10 - 20 МПа.

Стабильность работы лазера с использованием лазерных полимерных элементов зависит от наличия теплоотвода с рабочей зоны. Такую задачу решает устройство, выполненное в виде многослойной системы, в которой чередуются слой полимера с красителем и оптически прозрачные теплоотводящие пластины. Однако в ряде применений полимерные лазерные элементы в виде многослойной системы неприемлемы, например, в лазере, работающего в режиме пассивной синхронизации мод, где пассивный затвор выполнен в виде тонкого монослоя.

Сущностью изобретения и его отличительными признаками является приложение давления величиной в 10 - 20 МПа к полимерной матрице с красителем, которая размещена между двумя оптическими подложками. Блок из двух подложек и полимера помещаются в металлическую обойму, где и осуществляют необходимое давление, например, с помощью прижимных винтов.

С повышением давления увеличиваются коэффициент теплопроводности, как аморфных, так и кристаллических полимеров, а особенно

полимеров, находящихся в эластичном состоянии. Эластомеры, благодаря высокой лучевой прочности, нашли широкое применение в разработке лазерных элементов на основе полимеров. Увеличение давления приводит к уменьшению свободного объема в полимере, вследствие чего возрастают межмолекулярные взаимодействия, что, в свою очередь, приводит к росту коэффициента теплопроводности. Для разных полимеров зависимость их коэффициентов теплопроводности от давления различна, но во всех случаях с ростом давления теплопроводность увеличивается. Интервал прикладываемого давления обусловлен тем, что при 10 МПа эффект увеличения теплоотвода сказывается на повышении стабильности, верхняя граница в 20 МПа коррелирует с начинающимся уменьшением лучевой прочности полимерной матрицы.

Изобретение иллюстрируется следующими примерами по устройству (в отношении давления) и результатами испытаний лазерных элементов.

Пример 1. Лазерный пассивный затвор на основе олигоуретанакрилатной матрицы, активированной красителем №3274, выполнен в виде "триплекса" - один слой полимера толщиной 0,2 мм размещен между двумя оптическими подложками из стекла К8, начальное пропускание составляет 45% на длине волны генерации лазера на основе алюмоиттриевого граната.

Пример 2. Лазерный пассивный затвор выполнен как в примере 1, но прикладывают давление 10 МПа.

Пример 3. Лазерный пассивный затвор выполнен по примеру 1 с приложенным давлением 15 МПа.

Пример 4. Лазерный пассивный затвор выполнен по примеру 1 с приложенным давлением 20 МПа.

Пример 5. Лазерный пассивный затвор (лазерный элемент по прототипу) на основе олигоуретанакрилатной матрицы, активированной красителем №4363, выполнен в виде "триплекса" - один слой полимера толщиной 0,2 мм размещен между двумя оптическими подложками из стекла К-8. Начальное пропускание составляет 40% на длине волны генерации лазера на алюминате иттрия ( $\lambda_1 = 1,079 \text{ мкм}$ ).

Пример 6. Лазерный пассивный затвор выполнен как в примере 5, но прикладывают давление 10 МПа.

Пример 7. Лазерный пассивный затвор выполнен как в примере 5, с приложенным давлением 15 МПа.

Пример 8. Лазерный пассивный затвор выполнен по примеру 5, с приложенным дополнительно давлением 20 МПа.

Геометрические размеры оптических подложек во всех примерах были идентичны и имели размер  $\varnothing 24 \times 5 \text{ мм}$ . Лазерные элементы по примерам 1 - 4 испытывались в лазере на ИАГ:  $\text{Nd}^{3+}$ , где режим модулированной добротности обеспечивался испытываемыми образцами. Лазерный элемент по примеру 1 обеспечивал работу лазера со средней мощностью генерации 6 Вт при нестабильности (оцениваемой осциллографически) по амплитуде до 15%. Лазерный элемент по примеру 2 обеспечил работоспособность лазера до 14 Вт с нестабильностью 10%. Лазерный элемент по примеру 3 обеспечил работоспособность лазера со

средней мощностью в 17Вт при нестабильности 10%. Элемент по примеру 4 позволил генерировать устойчивое излучение с нестабильностью 8% при средней мощности 18Вт.

Лазерный элемент по примеру 5 обеспечивал работу лазера со средней мощностью 78Вт при нестабильности по амплитуде до 17%. Лазерные элементы по примерам 6, 7 и 8 позволяли получать среднюю мощность генерации 12, 16 и 19Вт соответственно при нестабильности по амплитуде 1, 12 и 8%. Использование прикладываемого давления позволило повысить ресурс наработки в фиксированную рабочую зону с 10 до  $1,4 \cdot 10^4$  импульсов. Средняя мощность в испытаниях измерялась калориметром ИМО-2Н, амплитуда импульса контролировалась осциллографом С7-1 ОБ с фотоприемником ФК-19.

Необходимо отметить, что использование заявляемого устройства позволило увеличить ресурс лазерных элементов по сравнению с прототипом. Это объясняется тем, что в заявляемом устройстве с рабочей зоны эффективней отводится тепло и уменьшается вероятность разложения красителя в матрице вследствие термоллиза. Элемент по примеру 1, во избежание влияния внешних усилий при испытаниях размещался в такой же обойме (но без давления), как и образцы по примерам 2 - 8.

Положительный эффект от использования предлагаемого технического решения проверен на активных лазерных элементах на красителях. Приготавливались следующие активные элементы для испытания в лазере на красителях.

Пример 9. Лазерный активный элемент в виде "триплекса" приготовлен введением в полиуретанаэрилат красителя родамин 6Ж. Полимерная матрица толщиной 0,4мм размещалась между стеклянными подложками. Оптическая плотность на длине волны накачки составляла

$$D(\lambda_n)=5.$$

Пример 10. Лазерный активный элемент выполнен как в примере 9 и дополнительно приложено давления 10МПа.

Пример 11. Лазерный активный элемент выполнен как в примере 9 и дополнительно приложено давление 15МПа.

Пример 12. Лазерный активный элемент выполнен по примеру 9 с дополнительным давлением 20МПа.

Лазер на красителе, на базе которого испытывались активные элементы, содержал линейный резонатор с двумя плоскими зеркалами с коэффициентом отражения  $R_1 \sim 100\%$  и  $R_2 \sim 25\%$ . Квазипродольную накачку активных элементов осуществляли второй гармоникой лазера ЛТИПЧ-5 с длиной волны  $\lambda_n = 532\text{нм}$ . В опытах контролировались стабильность амплитуды импульса генерации лазера на красителях (осциллографически) и ресурс наработки элемента в фиксированную рабочую зону посредством измерения средней мощности генерации (калориметр ИМО-2Н).

Лазерный активный элемент по примеру 9 обеспечивал среднюю мощность лазера на красителях 10м Вт при нестабильности по амплитуде до 25%. Ресурс, определяемый как падение к.п.д. в 2 раза, составил 900 импульсов в фиксированную рабочую зону. Лазерный активный элемент по примеру 10 обеспечивал среднюю

мощность лазера при красителях до 14м Вт, нестабильность 18%, ресурс  $1,5 \cdot 10^3$ имп. Лазерный активный элемент по примеру 11 позволил получить: мощность до 16м Вт, нестабильность 14%, ресурс  $1,8 \cdot 10^3$ имп. На лазерном активном элементе по примеру 12 получено: мощность до 18м Вт, нестабильность 11%. ресурс -  $2 \cdot 10^3$ имп. В опытах средняя мощность генерации изменяли путем изменения частоты следования импульсов лазера накачки.

Как следует из приведенных данных по испытанию лазерных элементов, приложение давления на полимерную матрицу позволяет получать положительный эффект по стабильности лазерного излучения, повышение ресурса наработки и средней мощности генерации.