

ЛАЗЕРЫ С НАКАЧКОЙ ИЗЛУЧЕНИЕМ ИНЖЕКЦИОННЫХ INGAN ЛАЗЕРОВ

Е.В. Луценко

*Институт физики Национальной Академии наук Беларуси, г. Минск, Беларусь
E-mail: e.lutsenko@ifanbel.bas-net.by*

Развитие технологии роста нитридных соединений уже сейчас позволяет создавать эффективные лазеры, излучающие в фиолетовой и синей областях спектра. В настоящее время на рынке присутствуют «фиолетовые» InGaN лазерные диоды, излучающие в спектральной области 400-415 нм в непрерывном режиме с мощностью 0.5 Вт (Ornext HL400023MG) и даже 1.2 Вт (Nichia NDV7375E). Мощности излучения коммерчески доступных «синих» InGaN лазерных диодов, излучающих в спектральном диапазоне 435-455 нм, доходит до 2 Вт. Лазерные диоды фирмы Nichia NDB7875 в 9 мм корпусе имеют рабочую мощность излучения 1.6 Вт, фирмы OSRAM PL TB 450–1.4 Вт. Хотя мощности этих лазеров уступают инфракрасным лазерным диодам, однако они уже достаточны для накачки многих перспективных лазерных сред, имеющих поглощение в фиолетовой – синей областях спектра.

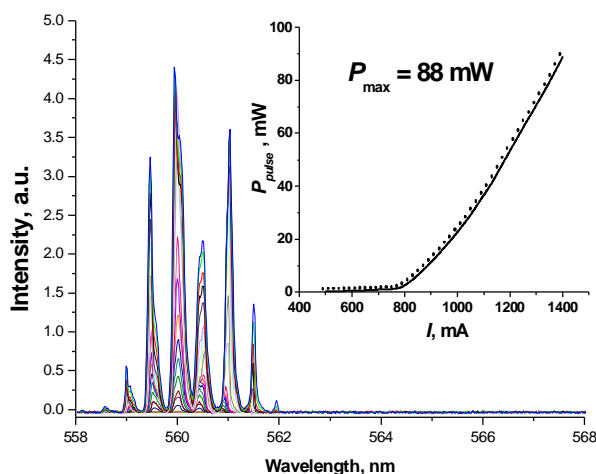
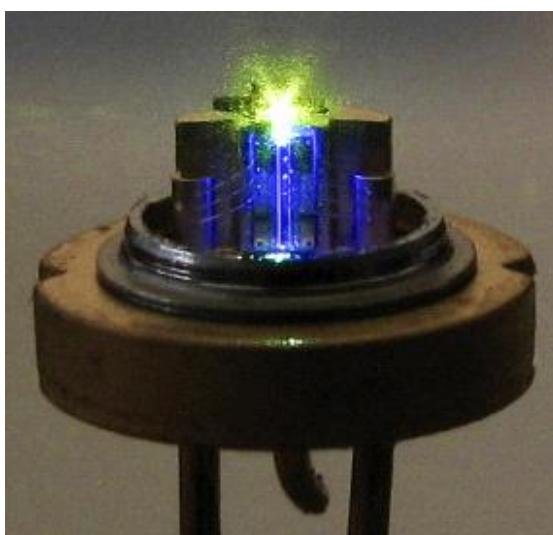


Рис. 1. Спектры и импульсная мощность излучения микрочип-лазера (вставка) в зависимости от тока инжекции

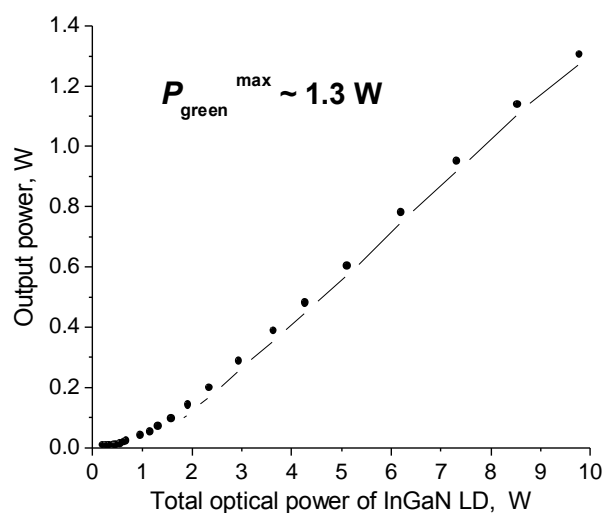
На основе InGaN лазерных диодов накачки, излучающих в синей области спектра и оптически накачиваемых лазеров из гетероструктур с активной областью из вставок квантовых точек ZnCdSe в квантовых ямах ZnSe, заключенных в сверхрешеточный варизонный волновод, ними были созданы миниатюрные лазеры, излучающие в зеленой [1] и сине-зеленой (рис.1) [2] областях спектра. Необходимо отметить, что InGaN лазерные диоды в настоящее время ограничены длинами волн < 540 нм.

Перспективность исследований в этом направлении и возможность применения таких лазеров для мультимедиа пикопрокторов подтверждается заметкой [3].

Применение только одной цилиндрической микролинзы для фокусировки возбуждающего излучения лазерного диода в направлении перпендикулярном гетероструктуре позволило максимально миниатюризировать эти лазеры и создать микрочип-лазер с размерами стандартного корпуса лазерного диода ТО-18 (5.6 мм) (рис. 2а). Применение для возбуждения InGaN лазерных диодов накачки импульсов тока длительностью менее 10 нс, позволило уменьшить перегрев активной области лазерных диодов и, соответственно, поднять их выходную импульсную мощность до 10 Вт без заметных признаков деградации. Это в свою очередь позволило достигнуть плотности мощности накачки значительно превышающих порог генерации гетероструктур и эффективно прокачать активную область. На таких микрочип-лазерах достигнуты импульсные мощности более 1 Вт в зеленой области спектра (рис. 2б), что позволяет их использовать в спектроскопии и целом ряде биологических и генетических применений.



a)



b)

Рис. 2. Фотография микрочип-лазера (а), импульсная мощность излучения в зеленой области спектра микрочип-лазера в зависимости от мощности возбуждения импульсами излучения InGaN лазера длительностью 4 нс (b)

Порог генерации гетероструктур с активной областью из одной вставки квантовых точек ZnCdSe в настоящее время составляет менее 1 кВт/см^2 , что в принципе позволяет осуществить импульсную оптическую накачку ZnCdSe гетероструктур даже излучением светодиодов. Естественно, накачка лазерных ZnCdSe гетероструктур излучением InGaN светодиодов позволит резко, до нескольких долларов понизить стоимость микрочип-лазеров, излучающих в зеленой области спектра. Обсуждаются результаты по импульсной инжекции InGaN светодиодов, возможности и условия, необходимые создания такого типа лазеров.

Накачка активных лазерных сред излучением InGaN лазеров актуальна с точки зрения уменьшения стоимости и размеров лазеров, увеличения стабильности их работы и КПД. Зарубежными авторами уже осуществлен ряд пионерских работ по накачке InGaN лазерными диодами $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Ti}$ и $\text{Pr}:\text{KYF}_4$. Применение InGaN лазерных диодов также перспективно для накачки органических лазерных сред, сред с ионами самария и других материалов.

Литература

1. S.V. Sorokin, I.V. Sedova, S.V. Gronin, G.V. Klimko, K.G. Belyaev, S.V. Ivanov, A. Alyamani, E.V. Lutsenko, A.G. Vainilovich, G.P. Yablonskii. *Electronic Letters*. Vol. 48, Iss. 2, p. 118-119 (2012).
2. Е.В. Луценко, А.Г. Войнилович, Н.В. Ржеуцкий, В.Н. Павловский, Г.П. Яблонский, С.В. Сорокин, С.В. Гронин, И.В. Седова, П.С. Копьев, С.В. Иванов, М. Alanzi, А. Hamidalddin, А. Alyamani. *Квантовая Электроника*, 2013, Том 43, № 5, с. 418-422.
3. Research review. II-VI lasers produce powerful green emission. *Compound Semiconductors*. March 2012, p. 51.