

Экспресс контроль смещения диаграммы направленности излучения полупроводниковых лазеров

В. М. Стецик, Е. А. Лебедева

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: stetsik@bsu.by*

В работе представлен способ определения изменения диаграммы направленности излучения, применимый для полупроводниковых лазеров. Данный способ заключается в измерении интенсивности излучения, возникающего под действием пилообразного тока накачки, в различных участках диаграммы направленности фотоприемником небольших размеров. При этом фотоприемник измеряет интенсивность на небольшом участке диаграммы направленности. Это позволяет за короткий промежуток времени оценить направление смещения диаграммы направленности.

Ключевые слова: кинк-эффект; полупроводниковый лазер; диаграмма направленности.

Express control of the radiation pattern displacement of semiconductor lasers

V. M. Stetsik, E. A. Lebedeva

Belarusian State University, Minsk, Belarus, e-mail: stetsik@bsu.by

The paper presents a method for determining changes in the radiation pattern applicable to semiconductor lasers. This method consists in measuring the intensity of radiation arising under the action of a sawtooth pump current in various sections of the radiation pattern with a small photodetector. In this case, the photodetector measures the intensity on a small area of the radiation pattern. This makes it possible to estimate the direction of displacement of the directional pattern in a short period of time.

Keywords: kink effect; semiconductor laser; radiation pattern.

Введение

В настоящее время одномодовые полупроводниковые лазеры достигли достаточно высоких мощностей порядка 10 Вт и более в непрерывном режиме тока накачки при линейных ватт-амперных характеристиках [1]. Однако в ряде случаев наблюдается нелинейное изменение перестройки частоты излучения и нарушение линейности ватт-амперной характеристики (кинк-эффект) [2]. Так как диаграмма направленности является одной из основных характеристик излучения полупроводникового лазера, изменение которой может приводить к кинк-эффекту, то изучение поведения диаграммы направленности является актуальной задачей. Получение данной характеристики предполагает наличие установки и достаточного количества времени для снятия диаграммы направленности излучения. В нашей работе предлагается весьма простой способ определения смещения диаграммы направленности излучения полупроводникового лазера.

Целью данной работы являлось выявление нелинейности в изменении интенсивности излучения, в зависимости от тока накачки, в определённом участке

диаграммы направленности, свидетельствующей об изменении самой диаграммы для квантово-размерных лазеров с тонким волноводом.

1. Экспериментальная часть

Для экспериментального экспресс контроля наличия изменения диаграммы направленности использовалась установка, представленная на рис. 1 (1 – генератор пилообразных импульсов Г6-27; 2 – полупроводниковый лазер; 3 – фотоприёмник ФД-256; 4 – цифровой осциллограф; 5 – компьютер). Особенностью данной установки является импульсный режим питания лазера. Лазер питался пилообразным импульсом тока накачки. Для экспресс-оценки, наличия нелинейного изменения интенсивности при смещении диаграммы направленности, фотоприёмник малого размера устанавливался в определенную точку на краю диаграммы направленности.

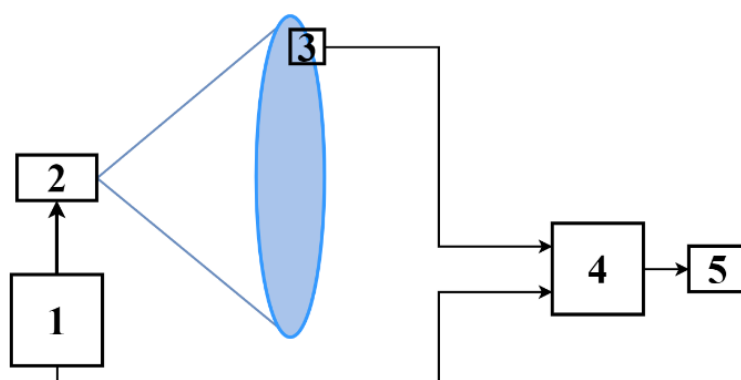


Рис. 1. Блок схема экспериментальной установки для оценки изменения интенсивности излучения на краях диаграммы направленности полупроводникового лазера при изменении тока накачки

На рис. 2 представлено схематичное поведение диаграмм направленности, полученное при изменении тока накачки, которые при этом смещаются относительно друг друга. Понятно, что при расположении приёмника в левой части на краю диаграммы направленности, мы будем наблюдать увеличение сигнала интенсивности, а расположенном в правой – убывание.

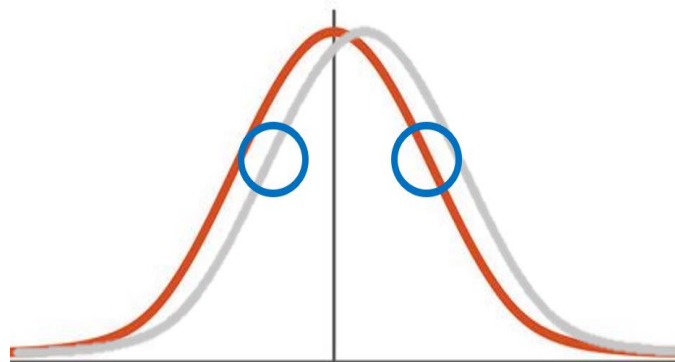


Рис. 2. Смещение диаграммы направленности при изменении тока накачки. Кругом обозначены различные расположения фотоприёмника

На рис. 3 представлены изменение тока накачки и полной интенсивности от времени. Видно, что интенсивность изменяется линейным образом.

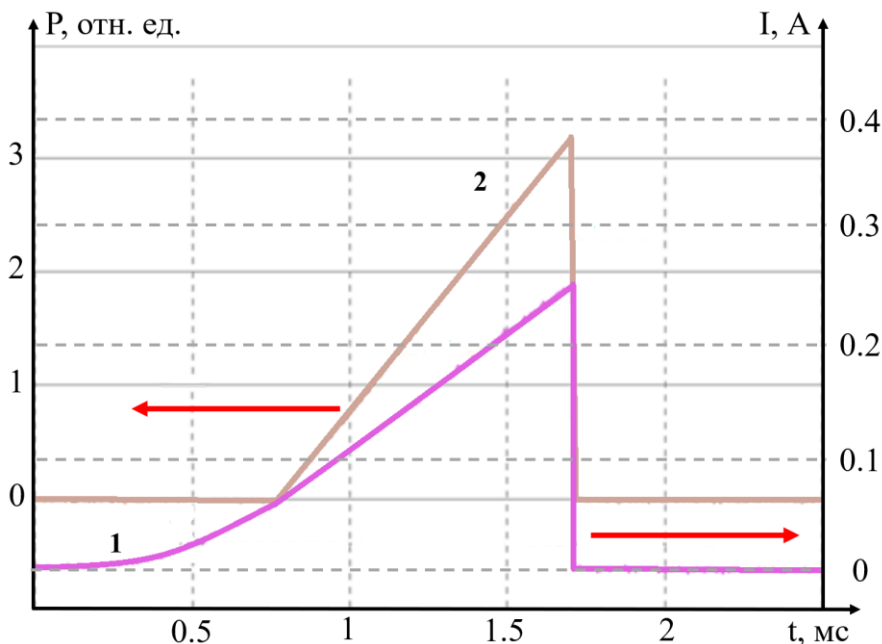


Рис. 3. Пилообразный импульс тока накачки (1) и зависимость интенсивности излучения (2) от времени для исследуемого полупроводникового лазера

На рис. 4, а представлены изменения тока (1) и интенсивности (2) на краю диаграммы направленности в ее сечении, лежащем в плоскости волновода. Отчетливо видно возрастание крутизны ватт-амперной характеристики при токах накачки свыше 190 мА, свидетельствующие об изменении положения диаграммы направленности в данной точке.

На рис. 4, б показано изменение интенсивности на противоположном участке диаграммы направленности. Виден падающий, с другой крутизной, участок интенсивности.

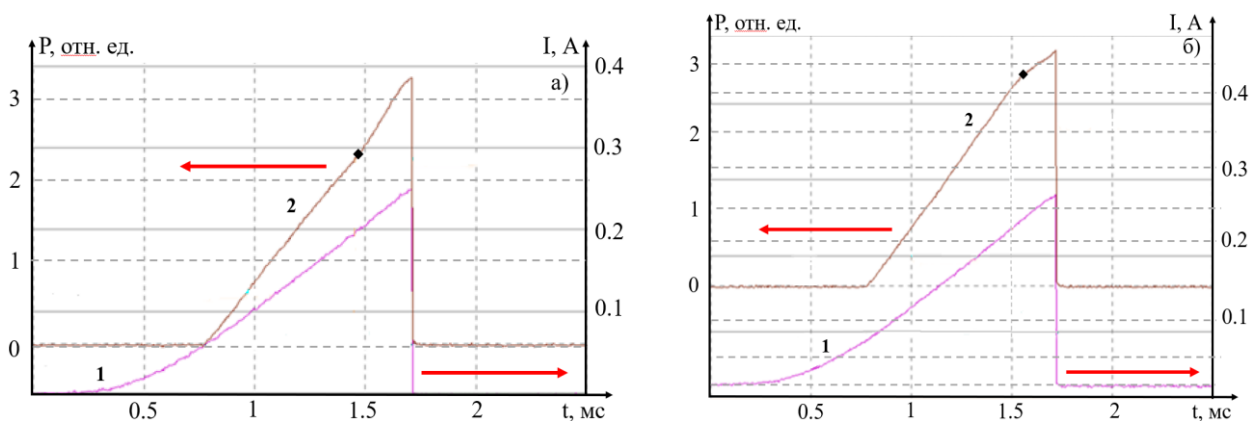


Рис. 4. Пилообразный импульс тока накачки (1) и изменение интенсивности излучения на краю диаграммы направленности (2)

Из рис. 4, *a* и *б* легко определить направление изменения диаграммы направленности. При увеличении тока накачки свыше 190 мА, диаграмма направленности излучения смещается в левую сторону. Для подтверждения указанного факта была измерена диаграмма направленности данного лазера. Из рис. 5 видно, что диаграмма направленности смещается влево на угол ~ 1 градуса.

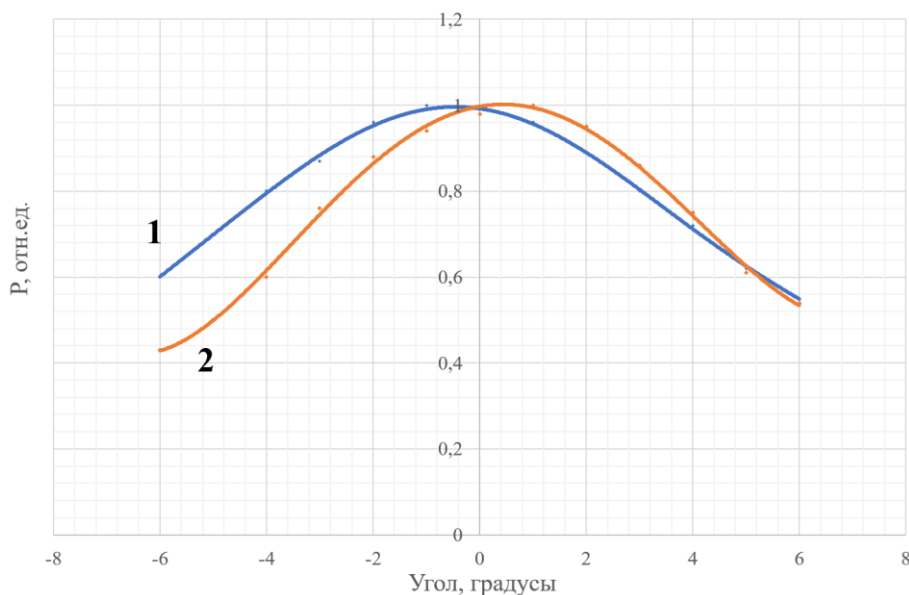


Рис. 5. Смещение диаграммы направленности полупроводникового лазера при изменении тока накачки: 220 мА (1) и 125 мА (2)

Заключение

Таким образом, анализ ватт-амперной характеристики с точки зрения наличия нелинейности в определенном участке диаграммы направленности является весьма простым в экспериментальном плане для определения изменений в самой диаграмме направленности излучения полупроводникового лазера. Однако для определения формы и угловых размеров диаграммы направленности необходимы дополнительные измерения.

Кроме того, в результате наших исследований было обнаружено, что при линейной ватт-амперной характеристике для отдельных лазеров наблюдалось нелинейное поведение интенсивности в отдельных участках диаграммы направленности.

Библиографические ссылки

1. Конечное время рассеяния энергии носителей заряда как причина ограничения оптической мощности полупроводниковых лазеров / С. О. Слипченко [и др.] // ФТП 2006. Т. 40, № 8. С. 1017–1023.
2. Стецук В. М. Исследование kink-эффекта в полупроводниковых лазерах // Квантовая электроника: материалы XIII Междунар. науч. тех.-конф., Минск, 22–26 нояб. 2021 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: М. М. Кугейко, А. А. Афоненко, А. В. Баркова. Минск, 2021. С. 499.