

Перестройка частоты генерации полупроводниковых лазеров синего диапазона спектра

Е. А. Лебедева, В. М. Стецик

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: rct.lebedeva@bsu.by

В работе рассмотрены результаты исследования перестройки частоты генерации лазеров синего диапазона спектра с использованием интерферометра Майкельсона. Изменение частоты генерации определялось по динамическим интерференционным картинкам на выходе интерферометра, которые представляли собой синусоидальную функцию с возрастающей амплитудой. Также было обнаружено нелинейное изменение перестройки частоты генерации с увеличением тока накачки.

Ключевые слова: полупроводниковый лазер; перестройка частоты излучения; интерферометр Майкельсона; пилообразный ток накачки.

Tuning of the generation frequency of semiconductor lasers in the blue range of the spectrum

E. A. Lebedeva, V. M. Stetsik

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

In this paper we consider the results of the study of frequency tuning of the generation frequency of lasers of the blue range of the spectrum using the Michelson interferometer. The change in the generation frequency was determined by dynamic interference patterns at the output of the interferometer, which represented a sinusoidal function with increasing amplitude. A nonlinear change in the tuning of the generation frequency with increasing pump current was also detected.

Keywords: semiconductor laser; radiation frequency restructuring; Michelson interferometer; sawtooth pumping pulse.

Введение

Одной из важных характеристик полупроводниковых лазеров является перестройка спектра или частоты генерации от тока или температуры.

Одним из направлений применения полупроводниковых лазеров является диодная лазерная спектроскопия и накачка твердотельных лазеров полупроводниковыми. Первое направление получило мощный толчок благодаря созданию квантово-каскадных лазеров среднего ИК диапазона. Появление мощных квантоворазмерных полупроводниковых лазеров привело к разработке волоконных лазеров, широко применяемых в промышленности.

Важным направлением применения полупроводниковых лазеров является дальнометрия. Наиболее точными в настоящее время являются дальнометры, использующие явление интерференции. Частным случаем интерференционных дальнометров являются частотные. При этом важной характеристикой является линейность изменения частоты генерации при изменении температуры или тока накачки.

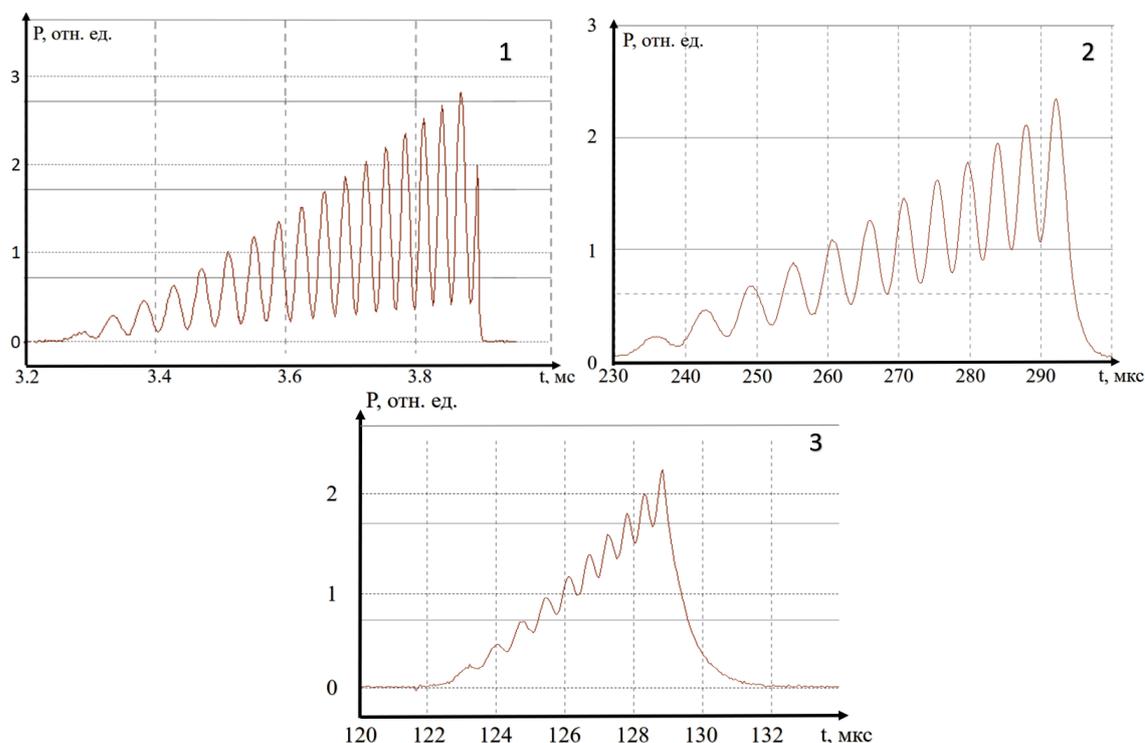
1. Экспериментальные результаты

Целью данной работы является экспериментальное исследование перестройки частоты излучения полупроводниковых лазеров синей области спектра ($\lambda = 405$ нм) при пилообразном токе накачки.

Изменение спектра генерации полупроводниковых лазеров обычно изучают с помощью спектральных аппаратов с решеточными дисперсионными элементами. Однако, в случае импульсного режима работы лазера, применение данных устройств дает усредненный спектр. Поэтому для изучения изменения частоты генерации мы применяли некомпенсированный интерферометр Майкельсона. Подобная установка и принцип ее работы описан в [1, 2].

В работе исследовались лазеры SLD-3236VF (Южная Корея) с длиной волны $\lambda = 405$ нм и номинальной мощностью 150 мВт. Для накачки использовались импульсы пилообразной формы.

На рисунке представлены графики сигналов на выходе интерферометра при разности плеч, равной 1,2 мм, при пилообразном токе накачки с длительностями 600 мкс (1), 60 мкс (2) и 6 мкс (3).



Сигналы на выходе интерферометра Майкельсона с длительностью импульса 600 мкс (1), 60 мкс (2) и 6 мкс (3) при разности хода плеч, равной 1,2 мм

Из рисунков видно, что сигналы представляют собой синусоидальную зависимость с возрастающей амплитудой. Увеличение амплитуды происходит из-за увеличения мощности излучения, которое в нашем случае возрастает линейно. При детальном исследовании данной зависимости видно, что динамическая интерференционная картина изменяет свою частоту в пределах импульса накачки, что соответствует отклонению от линейной зависимости изменения частоты генерации, в то

время как нарастание тока накачки происходит линейным образом. Изменение частоты перестройки излучения в начале и в конце импульса может отличаться более чем в 2 раза. Аналогичное поведение демонстрирует перестройка частоты генерации для лазеров красного диапазонов спектра [2, 3]. Однако, изменение частоты генерации для лазеров синего диапазона спектра на порядок превышает диапазон перестройки лазеров с $\lambda = 660$ нм. Данные результаты были получены при пересчете данных работы [3].

Формула для расчета изменения частоты излучения:

$$\Delta\nu = \frac{c}{2\Delta L} N, \quad (1)$$

где N – количество периодов, c – скорость света ($3 \cdot 10^8$ м/с), ΔL – разность плеч интерферометра ($\Delta L = 1,2 \cdot 10^{-3}$ м).

В таблице приведены результаты расчета перестройки частоты излучения в описанном выше эксперименте. Наибольшее значение параметра было получено при длительности импульса 600 мкс и составило $2 \cdot 10^{12}$ Гц.

Зависимость перестройки частоты излучения от длительности импульса

N	τ , мкс	$\Delta\nu$, $\cdot 10^{12}$ Гц
16	600	2
12	60	1,5
10	6	1,3
5	0.6	0,63

Уменьшение диапазона перестройки частоты генерации при уменьшении длительности импульса накачки объясняется изменением температурного нагрева кристалла. Таким образом, при малых значениях длительности импульса можно минимизировать нагрев кристалла и в пределе получить перестройку излучения зависящую лишь от тока.

Библиографические ссылки

1. Яроцкий В. В., Стецик В. М. Перестройка частоты генерации квантоворазмерных лазеров в импульсном режиме // Квантовая электроника: материалы XII Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 18–22 нояб. 2019 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: М. М. Кугейко, А. А. Афоненко, А. В. Баркова. Минск, 2019. С. 138–139.
2. Радион В. А. Перестройка частоты излучения в полупроводниковых лазерах с «kink» эффектом // 77-я научная конференция студентов и аспирантов Белорусского государственного университета, Минск, 11–22 мая 2020 г.: в 3 т. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: В. Г. Сафонов (гл. ред.) [и др.]. Минск, 2021. Т. 1. С. 221–224.
3. Суринович В. В., Стецик В. М. Особенности регистрации перестройки частоты излучения полупроводниковых лазеров с помощью интерферометра Майкельсона // Квантовая электроника: материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 22–26 нояб. 2021 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: М. М. Кугейко, А. А. Афоненко, А. В. Баркова. Минск, 2021. С. 213–216.