

Мощные полупроводниковые лазеры с малой вертикальной расходимостью пучка

С. М. Кузнецов

Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург, Россия

Полупроводниковые лазеры, давно и прочно вошедшие в нашу жизнь, являются компактными, мощными источниками когерентного излучения, но обладают рядом существенных недостатков. Излучающая область типичного полупроводникового лазера полосковой конструкции несимметрична и имеет размеры ($\sim 10\text{--}100$ мкм в плоскости р-п перехода и ~ 1 мкм в поперечном направлении), сравнимые с длиной волны излучения. В этих условиях расходимость лазерного пучка определяется дифракционным пределом и составляет менее 10° в плоскости р-п перехода и более 40° в перпендикулярной плоскости. Для целого ряда применений пучок должен быть симметричным и узким. Был предложен ряд методик [1, 2], способствующих увеличению размеров излучающей области и, соответственно, уменьшению расходимости и асимметрии пучка, основанных на стандартной конструкции волновода. Они позволяют уменьшить вертикальную расходимость до $15\text{--}20^\circ$.

Предложенная недавно концепция [3], основанная на использовании в качестве волновода периодической структуры — одномерного фотонного кристалла (Longitudinal Photonic Band Crystal — LPBC) с нарушением периодичности, позволяет получить лазерное излучение со сверхнизкой расходимостью оптического пучка в плоскости, перпендикулярной р-п переходу. В рамках этой концепции можно обеспечить относительно высокий коэффициент оптического ограничения основной оптической моды и сильную избирательность мод при значительном размере излучающей области. Большой размер излучающей области помогает решить и проблему мощных полупроводниковых лазеров — катастрофического оптического разрушения лазерного зеркала (COMD).

Применение мощных красных полупроводниковых лазеров в современном мире связано в основном с системами хранения информации, что делает особенно важным получение узкого симметричного лазерного пучка. Лазеры такого типа и были выбраны для применения предложенной концепции.

Изучались LPBC-лазеры полосковой конструкции с активной областью на основе квантовых ям GaInP/AlGaInP, выращенные методом металлоорганического химического осаждения (MOCVD) [4, 5]. Полученная длина волны лазерной генерации при комнатной температуре составила 646 нм, пороговая плотность тока — 1 кА/см^2 . Вертикальная расходимость лазерного пучка в

большом диапазоне токов накачки составляла 8° (FWHM — ширина на полувысоте), что хорошо согласуется с результатами моделирования. В импульсном режиме накачки образцы с шириной полоска 100 мкм продемонстрировали мощность излучения 20 Вт. При непрерывном режиме накачки образцов с шириной полоска 10 мкм при комнатной температуре была получена максимальная излучаемая мощность 160 мВт.

Таким образом, лазеры с волноводом на основе одномерного фотонного кристалла являются источниками симметричного узкого лазерного пучка высокой мощности и по ряду параметров превосходят ныне используемые лазеры.

Литература

- [1] J. Temmyo and M. Sugo, *Electron. Lett.* 31, 642 (1995).
- [2] P.M. Smowton *et al.*, *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* 5, 735 (1999).
- [3] N.N. Ledentsov and V.A. Shchukin, *SPIE Optical Engineering* 41, 3193 (2002).
- [4] M. V. Maximov *et al.*, *Electron. Lett.* 41, 741 (2005).
- [5] M. V. Maximov *et al.*, *IEEE J. Quantum Electron.* 411341.