Полупроводниковые вертикально-излучающие лазеры для компактных атомных сенсоров

В.М. Устинов^{1,2)}, Н.А. Малеев²⁾, С.А. Блохин²⁾

¹ИТЦ Микроэлектроники РАН, Санкт-Петербург,

194021, Политехническая, 26

²Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе, Санкт-Петербург,

194021, Политехническая, 26

тел.: +7 (812) 297-4059, факс: +7 (812) 297-4059, эл. почта: vmust@beam.ioffe.ru

DOI 10.34077/RCSP2019-78

В последние годы компактные атомные сенсоры (компактные атомные часы, гироскопы на ядерном магнитном резонансе, миниатюрные магнетометры) являются предметом большого количества исследований, в том числе в связи с возможностью их применения в компактных системах навигации. В данных устройствах используются эффекты взаимодействия оптического излучения с тонкой структурой энергетических уровней в атомах газов щелочных металлов (рубидия или цезия) [1]. При этом в качестве источников излучения используются компактные полупроводниковые вертикально-излучающие лазеры, к параметрам которых предъявляются жесткие требования. Например, при использовании в компактных атомных часах кроме точного попадания в требуемую спектральную линию (например, D₁ 133 изотопа цезия (894.3 нм), излучение такого лазера должно быть одномодовым с коэффициентом подавления боковых мод более 20 дБ, линейно поляризованным с коэффициентом подавления ортогональной поляризации более 15 дБ, иметь ширину линии менее 100 МГц, ширина полосы частот эффективной модуляции лазера должна превышать 5 ГГц, а типичный диапазон рабочих температур составляет 60 – 90 °С.

В настоящей работе для создания вертикально-излучающих лазеров использовалась структура с нелегированными распределенными брэгговскими отражателями, внутрирезонаторными контактами и активной областью на основе InGaAs квантовых ям, выращенная методом молекулярно-пучковой эпитаксии. Стабилизация направления поляризации излучения, показанная на рис.1, обеспечивалась ромбовидной формой токовой апертуры, получаемой при селективном окислении в парах воды слоя AlGaAs специальной конструкции [2].

Рис. 1. Зависимость коэффициента подавления ортогональной поляризации от тока накачки. На вставке – картина ближнего поля излучения лазера в предпороговом режиме.

Созданные лазеры демонстрируют высокую выходную мощность в одномодовом режиме с фиксированной поляризацией (более 1 мВт), пороговый ток менее 1 мА, эффективную частоту модуляции более 5 ГГц и ширину линии излучения менее 60 МГц при температурах 65 – 75 °С. Достигнутые характеристики обеспечивают возможность эффективного применения разработанных лазеров в компактных атомных сенсорах.

Литература

[1] Kitching J. Appl. Phys. Rev., 5 (3), 031302 (2018)

[2] D.E. Nazaruk, et al, J. Phys.: Conf. Ser., v. 572, 1 ArtNo: #012036 (2014)