

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ ИНЖЕКЦИОННЫХ ЛАЗЕРОВ

Н. Г. Куприянова, В. В. Никитин, Г. И. Семенов

УДК 621.382.3

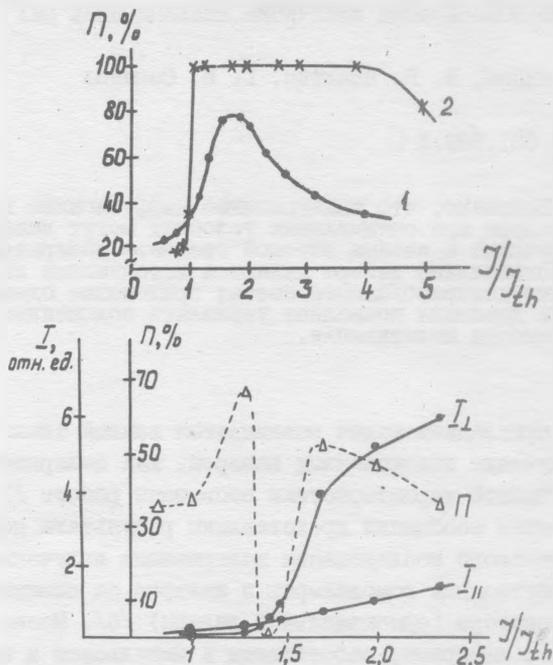
Показано, что инжекционные диффузионные гомолазеры при оптимальных условиях могут давать излучение с весьма высокой степенью поляризации. Одноканальные лазеры являются источниками линейно-поляризованного света; приложение одноосного давления позволяет управлять положением плоскости поляризации.

В ряде прикладных задач оказывается важной такая характеристика излучения инжекционных лазеров, как поляризация /1,2/. Изучению подобной характеристики посвящены работы /3,4/.

В настоящем сообщении представлены результаты подробного экспериментального исследования поляризации излучения инжекционных диффузионных гомолазеров и лазеров со специальной геометрией резонатора (одноканальные лазеры) /5/. Исследования проводились с лазерами, работающими в импульсном и непрерывном режимах генерации при температуре жидкого азота. В качестве анализатора в работе использовался инфракрасный тонкопленочный поляроид.

Зависимости степени поляризации интегрального излучения этих двух типов лазеров от превышения тока инжекции над пороговым значением представлены на рис. 1. Для диффузионных гомолазеров степень поляризации достигает максимального значения ($\sim 80\%$) вблизи порога генерации: $J \sim (1,2 - 1,5)J_{th}$; при дальнейшем увеличении тока инжекции она постепенно уменьшается (рис. 1а). Такое поведение зависимости $\Pi = \Pi(J)$ является весьма типичным для диффузионных гомолазеров и объясняется многоканальным характером генерации. Разные каналы излучения имеют разные пороги и дают излучение с различной ориентацией. Иссле-

дование интенсивностей двух ортогонально поляризованных компонент показало, что кривая на рис. 1а соответствует случаю, когда кривые зависимости интенсивностей ТЕ и ТМ волн от величины тока инжекции монотонно возрастают и нигде не пересекаются.



Р и с. 1. Зависимость поляризационных характеристик излучения от тока инжекции для диффузионных гомолазеров ((а), кривая I, и (б)) и одноканальных лазеров (а) кривая 2)

При этом пороги ТЕ и ТМ волн в общем случае не совпадают.

Для некоторых диффузионных гомолазеров зависимость степени поляризации от тока инжекции была несколько иной (рис. 1б). Как видно из рисунка, компонента, поляризованная перпендикулярно р-п переходу, имеет больший порог генерации и большую крутизну характеристики. При этом кривые $I_{\parallel} = I_{\parallel}(J/J_{th})$ и $I_{\perp} = I_{\perp}(J/J_{th})$ пересекаются, причем точке их пересечения соответствует нуль степени поляризации. Тогда на кривой зависимости

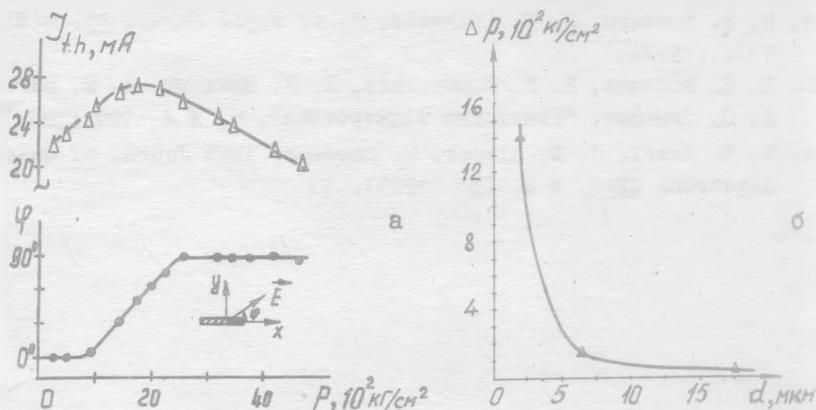
$\Pi = \Pi(J/J_{th})$ наблюдается характерный провал, токовая ширина которого для различных лазеров колеблется в пределах $(0,1 - 0,4) (J/J_{th})$.

Исследования показали, что степень поляризации излучения довольно неравномерно распределена по p-n переходу даже для тех лазеров, которые имеют одинаковое направление вектора \vec{E} относительно плоскости p-n перехода во всех каналах генерации. При уменьшении ширины излучающей области (с помощью щелевой диафрагмы) степень поляризации достигает больших значений и держится на этом уровне в более широком интервале токов инжекции. При ширине излучающей области около 10 мкм, что соответствовало одному каналу генерации, при $J = 1,2J_{th}$ $\Pi = 95\%$ и уменьшается до 90% при увеличении J до $3J_{th}$. Таким образом, переход от многоканального излучения к одному каналу генерации позволяет улучшить поляризационные характеристики. Однако вырезая щель узкую светящуюся область (что само по себе довольно громоздко и непрактично), мы не можем избавиться от влияния со стороны других каналов. Поэтому представляет интерес изучение поляризации излучения такого инжекционного лазера, который имеет собственную малую ширину излучающей области. В качестве такого источника в настоящей работе использовался лазер особой геометрии, обеспечивающей эффективное ограничение по свету и току — одноканальный лазер.

На рис. 1а (кривая 2) представлена зависимость степени поляризации излучения от превышения тока инжекции над пороговым значением для одноканального лазера с шириной канала около 6 мкм. Видно, что уже при 10–15% превышении порога генерации степень поляризации достигает практически 100% и начинает постепенно уменьшаться лишь при $J \approx 4J_{th}$. При этом вектор \vec{E} световой волны расположен в плоскости p-n перехода. По-видимому, в одноканальных лазерах сильный волновод обеспечивает такое большое различие в конфигурациях и порогах генерации ортогонально поляризованных типов колебаний, что в широком диапазоне токов инжекции возбуждается лишь мода, поляризованная параллельно плоскости p-n перехода.

В работе исследовалось также влияние давления на поляризацию излучения инжекционных лазеров. Одноосное давление прикла-

ных лазеров. На рис. 3а представлены зависимости степени поляризации и угла φ , а также порогового тока J_{th} от величины одноосного давления, приложенного к кристаллу, для лазера с шириной канала $d = 1,5$ мкм. Видно, что во всей области приложенных давлений излучение остается линейно-поляризованным, но положение вектора \vec{E} меняется на 90° . Этому повороту плоскости



Р и с. 3. а) Зависимость порогового тока J_{th} и угла φ от величины одноосного давления p ; б) зависимость интервала давлений Δp , в котором происходит поворот вектора \vec{E} волны на 90° , от ширины излучающей области одноканального лазера

поляризации на 90° соответствует перегиб кривой зависимости порогового тока от давления. Интервал давлений Δp , в котором происходит поворот вектора \vec{E} , зависит от ширины излучающей области лазера (рис. 3б). При $d \geq 5$ мкм такой поворот происходит либо скачком, либо в малом интервале давлений. Это хорошо согласуется с поведением поляризации излучения гетероструктурных лазеров при приложении одноосного давления /6/. Однако при $d < 5$ мкм наблюдается существенное отличие: вектор \vec{E} поворачивается очень медленно, в гораздо более широком диапазоне давлений. Без дополнительных исследований трудно сказать, может ли данная особенность быть понята в рамках модели, рассматривающей влияние одноосного давления на зонную структуру GaAs /6/.

Поступила в редакцию
5 июля 1979 г.

Л и т е р а т у р а

1. H. Wieder, H. Werlich, IBM J. Res. Develop., 15, 272 (1971).
2. А. Г. Жучков, В. Д. Мочалов, В. В. Никитин, В. Д. Самойлов, Г. И. Семяев, "Квантовая электроника", I, № II, 2470 (1974).
3. В. И. Алямовский, В. С. Багаев, Ю. Н. Берозашвили, Б. М. Бул, ФТТ, 8, № 4, 1091 (1966).
4. H. S. Sommers, H. F. Lockwood, J. of Appl. Phys., 44, 4(II), 1902 (1973).
5. В. И. Молочев, К. Н. Нарзуллаев, В. В. Никитин, А. И. Петров, А. С. Семенов, "Квантовая электроника", 5, № 4, 797 (1979).
6. N. B. Patel, J. E. Ripper, P. Brosson, IEEE Journ. of Quant. Electron. QE-9, N 2, 338 (1973).