

НЕПРЕРЫВНЫЙ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ЛАЗЕР НА ЦЕНТРАХ ОКРАСКИ В ДИАПАЗОНЕ 2,5 – 2,75 МКМ

В.М. Баев, В.Л. Величанский, А.С. Зибров, А.Н. Киреев, В.В. Никитин, Е.Д. Проценко, А.А. Рогожин, В.А. Саутенков

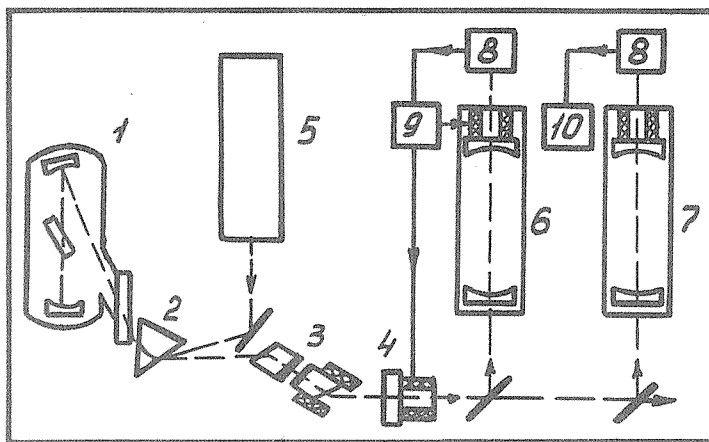
УДК 621.373.826

Создан перестраиваемый одночастотный лазер на $F_A(II)$ -центрах окраски в кристаллах $KCl:Li$. Частота генерации стабилизировалась по резонансам пропускания конфокального сканирующего интерферометра.

Непрерывные перестраиваемые лазеры на центрах окраски (ЦО) /1/ все шире применяются в спектроскопии ближнего инфракрасного диапазона /2,3/. В настоящей работе сообщается о создании и исследовании характеристик одночастотного непрерывного лазера на $F_A(II)$ -центрах, работающего в области 2,5–2,75 мкм. Для сужения спектра излучения частота генерации стабилизировалась по резонансам пропускания конфокального сканирующего интерферометра.

В лазере использовались аддитивно окрашенные кристаллы $KCl:Li$. Оптимальная концентрация F-центров $10^{16} - 5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ создавалась окрашиванием при температуре 610–640 °С. Преобразование F-центров в рабочие $F_A(II)$ -центры проводилось непосредственно перед запуском лазера по стандартной методике /1/, включающей отжиг и облучение кристалла, охлажденного до $T = -30$ °С, излучением аргонового лазера интенсивностью 100 мВт/см². Затем образец охлаждался до рабочей температуры ~ 80 К.

Основные узлы экспериментальной установки, подробно описанной в /4/, показаны на рис. 1. Кристалл толщиной 2–2,5 мм устанавливался под углом Брюстера в трехзеркальном резонаторе, обеспечивающем компенсацию астигматизма /5/. Оптическая накачка осуществлялась излучением серийного аргонового лазера, работающего одновременно на длинах волн 514,5 и 488 нм. При падающей на кристалл мощности накачки $P = 2,5$ Вт выходная мощность лазера на ЦО составляла 5 мВт. Минимальная пороговая мощность накачки для лучших образцов составляла $P = 300$ мВт. Сравнительно высокое значение пороговой мощности обусловлено использованием неоптимального источника накачки (более предпочтительно для накачки из-



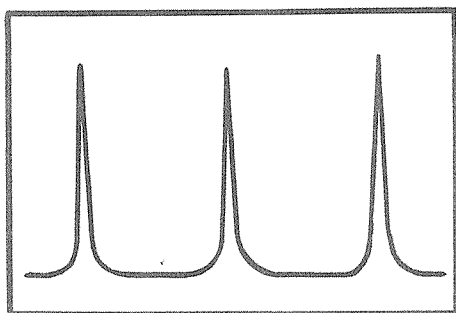
Р и с. 1. Схема установки: 1 – вакуумный криостат с активным кристаллом, 2 – призма, 3 – внутрирезонаторный ИФП, 4 – выходное зеркало на пьезокерамике, 5 – аргоновый лазер, 6 – опорный КСИ, 7 – контрольный КСИ, 8 – фотоприемник, 9 – система АПЧ, 10 – самописец

лучение криптонового лазера с длиной волны 647 нм), а также, вероятно, потерями на рассеяние излучения накачки в кристалле и на его гранях.

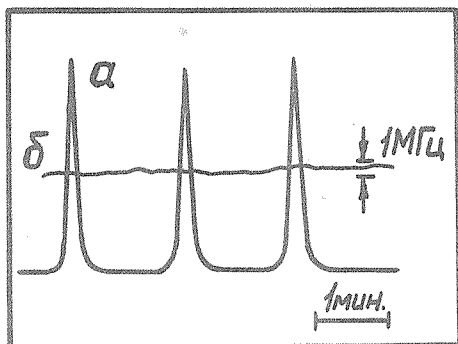
Относительная глубина пульсаций выходной мощности лазера на ЦО составляла несколько процентов. Основным источником пульсаций являлся лазер накачки.

Спектр излучения лазера на ЦО изучался с помощью дифракционного монохроматора интерферометра Фабри-Перо (ИФП) с базой 3 см и конфокальных сканирующих интерферометров (КСИ) с базами 22 и 100 см. Внутрирезонаторная призма из CaF_2 обеспечивала перестройку длины волны излучения от 2,5 до 2,75 мкм (в пределах линии усиления). Электронная перестройка в пределах 30 нм (поворот вокруг вертикальной оси) и точная юстировка зеркала (поворот вокруг горизонтальной оси) осуществлялись изменением напряжения на устройстве, выполненном на основе секционированной пьезокерамики КП-1.

Перестроечная кривая лазера на ЦО (зависимость мощности генерации от длины волны) имеет разрывы, обусловленные наличием в данном спектральном диапазоне линий поглощения паров воды, которые присутствуют в невакуумированной части резонатора.



Р и с. 2. Резонансы пропускания КСИ с областью свободной дисперсии 75 МГц, пропущенные при изменении длины КСИ. Спектр одночастотной генерации воспроизведен в разных порядках



Р и с. 3. Резонансы пропускания контрольного КСИ при сканировании его длины (а) и флуктуации сигнала пропускания при фиксированной длине КСИ и настройке на склон резонанса интерферометра (б)

С одним селективным элементом в резонаторе (призмой) наблюдалась генерация одновременно двух или трех аксиальных мод. Многочастотная генерация при однородной линии усиления обусловлена пространственным "выгоранием" инверсной заселенности в активной среде [6]. Для выделения одной продольной моды в резонатор лазера помещался перестраиваемый ИФП с базой 1 см. Спектр одночастотной генерации показан на рис. 2. Оценка по ширине резонансов пропускания и известной области дисперсии показывает, что

ширина линии генерации не превышает 4 МГц. Это значение соответствует аппаратной ширине КСИ.

Для устранения теплового дрейфа, который достигал 50 МГц/мин, частота генерации стабилизировалась по резонансу пропускания опорного КСИ с базой 22 см и резкостью 20. Электронная система автоподстройки частоты (АПЧ) генерации лазера (описание которой дано в /7/) действует по принципу модулирующего воздействия с синхронным детектированием сигнала расстройки. Модулировалось частотное положение резонанса КСИ подачей синусоидального напряжения с периодом $1,5 \cdot 10^{-4}$ с. Оценка работы системы стабилизации частоты лазера производилась с помощью контрольного КСИ с базой 20 см и резкостью 18. Резонансы пропускания интерферометра, полученные при сканировании его длины, приведены на рис. 3а. Частота генерации настраивалась на склон резонанса контрольного КСИ, где пропускание равно примерно половине максимального. На самописце регистрировался сигнал пропускания в режиме стабилизации при фиксированных длинах опорного и контрольного интерферометров. Изменение амплитуды сигнала пропорционально дрейфу частоты генерации, и по рис. 3б легко оценить, что дрейф не превышает 0,5 МГц/мин. Приведенная оценка не является абсолютной, поскольку возможен синхронный дрейф длин КСИ. В условиях нашей лаборатории температурная нестабильность КСИ не превышала 1 МГц/мин.

Таким образом создан перестраиваемый в диапазоне 2,5 – 2,75 мкм одночастотный непрерывный лазер, который можно использовать для прецизионной спектроскопии.

Поступила в редакцию 16 января 1984 г.

После переработки 28 мая 1984 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. L.F. Mollenauer, D.H. Olson, Appl. Phys., 46, 3109 (1975).
2. H. Begemann et al., Opt. Lett., 8, 301 (1983).
3. H. Gerhardt, T.W. Hansch, Opt. Commun., 41, 17 (1982).
4. В.М. Баев и др., Препринт ФИАН, № 57, М., 1984 г.
5. H.W. Kogelnik et al., IEEE J. Quantum Electron., QE-8, 373 (1972).
6. R. Beigang, G. Litfin, H. Welling, Opt., Commun., 22, 269 (1977).
7. М.И. Вольнов, Д.А. Тюриков, Препринт ФИАН, № 58, М., 1980 г.