

ГЕНЕРАЦИЯ КРИСТАЛЛОВ KCl:Ti И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В МЕТОДЕ ВРЛС

В.В. Волков, Н.А. Иванов, Э.А. Свириденков, Л.П. Смольская, В.М. Хулугуров, О.И. Ющук

Получена генерация на центрах окраски в кристаллах KCl:Ti в области 1,5 мкм при накачке излучением ИАГ лазера. Показана перспективность применения созданных лазеров в методе внутррезонаторной лазерной спектроскопии. Спектры внутррезонаторного поглощения регистрировались методом нелинейного преобразования частоты.

Лазеры на центрах окраски в щелочно-галогенидных кристаллах широко используются в методе внутррезонаторной лазерной спектроскопии. Ранее сообщалось об использовании кристаллов LiF с F_2^+ - и F_2^- -центрами окраски, перекрывающими область 0,8–1,3 мкм /1, 2/, $F_A(Tl)$ -центрами (1,5 мкм) /3/ и $F_A(II)$ -центрами, работающих в области 2,7 мкм /4/. Работа в инфракрасной области затрудняется отсутствием фотоматериалов и фотоприемников, позволяющих регистрировать одновременно весь спектр генерации. Поэтому в /3, 4/ использовалось последовательное сканирование спектров при помощи монохроматора: из-за высокой технической нестабильности лазера на центрах окраски сигнал в каждой точке приходилось усреднять по нескольким сотням импульсов. Такая регистрация не позволяет снимать спектры с временным разрешением, что необходимо для количественных измерений и исследования кинетики химических реакций.

В данной работе получена генерация на кристаллах KCl:Ti в области 1,5 мкм и реализован метод регистрации спектров ВРЛС переводом их в видимую область путем смешивания в нелинейном кристалле с монохроматичным ИК излучением ("ап-конверсия"). Для этого использовалось излучение лазера накачки с $\lambda = 1,064$ мкм. Этот прием позволил устранить многие трудности, связанные с синхронизацией и совмещением в пространстве взаимодействующих пучков.

Кристаллы KCl:Ti выращивались в кварцевых ампулах по методу Стокбаргера. Для создания центров окраски они облучались гамма-излучением общей дозой 10^8 рентген при температуре -70 °С. Полученные таким образом $F_A(Tl)$ -центры окраски стабильны при комнатной температуре, хотя и требуют для работы охлаждения до температуры жидкого азота.

Оптическая схема установки показана на рис. 1. Отполированный кристалл с центрами окраски толщиной 3 мм крепился на медном хладопроводе внутри вакуумированного криостата. Температура кристалла контролировалась термпарой. Резонатор лазера на центрах окраски образован диэлектрическими зеркалами 3 и 7. Зеркало 3 крепилось на сильфоне к криостату. Коэффициенты отражения зеркал в области 1,5 мкм – 99 и 90%, коэффициенты пропускания на длине волны 1,06 мкм – соответственно 80 и 85%.

Для устранения паразитной селекции зеркала напылялись на клиновидных подложках, кристалл с центрами окраски размещался наклонно к оси резонатора, а в качестве выходного окна использовалась призма с углом при вершине 10° . Это позволяло в небольших пределах перестраивать лазер. В то же время дисперсия призмы была недостаточной для того, чтобы пучки генерации и накачки успели существенно разойтись в пространстве. После выхода из резонатора лазера на центрах окраски пучки излучения фокусировались в нелинейный кристалл йодата лития, затем излучение суммарной частоты с длиной волны в области $\lambda = 623$ нм попадало в дифракционный спектрограф с дисперсией 2,2 Å/мм. Эффективность преобразования не измерялась, однако энергии преобразованного излучения хватало, чтобы за одну вспышку зарегистрировать спектр на фотопленку.

Чтобы ширина одновременно регистрируемого спектра не ограничивалась спектральной полосой синхронизма нелинейного кристалла, на выходе резонатора стояла линза 8 с фокусным расстоянием 5 см, при этом для разных частот синхронизм достигался по разным направлениям.

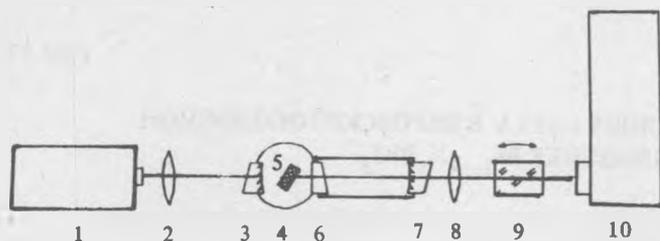


Рис. 1. Схема установки: 1 – лазер накачки, 2, 8 – линзы, 3, 7 – диэлектрические зеркала, 4 – криостат, 5 – кристалл KCl:Tl с $F_A(Tl)$ -центрами окраски, 6 – призма, 9 – нелинейный кристалл, 10 – спектрограф.

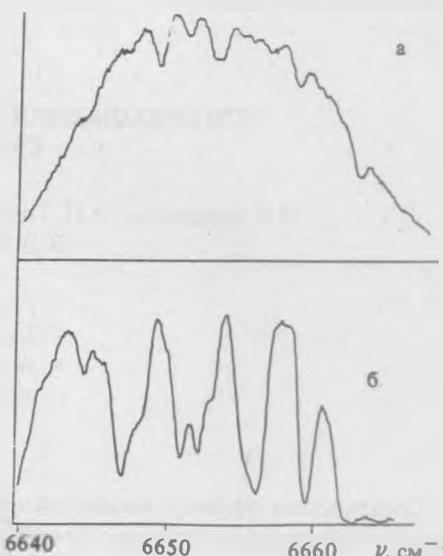


Рис. 2. Спектры поглощения воздуха (а) и аммиака (б).

Накачка производилась излучением лазера на иттрий-алюминиевом гранате, работающего в режиме свободной генерации. Ширина его линии генерации не превышала $0,1 \text{ см}^{-1}$ при длительности импульса 150 мкс. Излучение накачки фокусировалось линзой 2 и сквозь зеркало 3 попадало на кристалл с центрами окраски.

Ширина спектра генерации лазера на центрах окраски составляла $10\text{--}15 \text{ см}^{-1}$ с максимумом на длине волны $1,505 \text{ мкм}$, что соответствует максимуму коэффициента усиления для данных центров окраски. При перестройке резонатора исследуемый диапазон увеличивался в 2–3 раза. Достигалось спектральное разрешение примерно $0,5 \text{ см}^{-1}$.

На рис. 2а показан спектр поглощения атмосферного воздуха, полученный с помощью лазера на $F_A(Tl)$ -центрах окраски и преобразованный в видимую область. Все линии поглощения, по-видимому, принадлежат парам воды. На рис. 2б приводится спектр поглощения аммиака в этой же области. Аммиак экстрагировался из водного раствора азотом, затем смесь для уменьшения влажности пропусклась через холодильник.

Таким образом, в данной работе показана возможность использования кристаллов KCl:Tl с $F_A(Tl)$ -центрами окраски в методе внутррезонаторной спектроскопии и возможность использования параметрического преобразования частоты вверх для регистрации внутррезонаторных спектров поглощения в инфракрасной области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баев В. М. и др. Квантовая электроника, 6, 92 (1979).
2. Булагов В. П. и др. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 8, 46 (1986).
3. Samrague A. et al. Chemical Physics, 110, 145 (1986).
4. Баев В. М. и др. Квантовая электроника, 13, 1709 (1986).

Поступила в редакцию 9 марта 1989 г.