

УСИЛИТЕЛИ ЯРКОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ПАРАХ  
СВИНЦА И МАРГАНЦА

К. И. Земсков, М. А. Казарян

УДК 621.378.9:535.82

Впервые сообщается о реализации схемы лазерного проекционного микроскопа с усилителями яркости на парах свинца и марганца. Приводятся данные об эффективном усилении за один проход активной среды. Получены средние мощности в пучке, несущем информацию, порядка сотен милливатт.

Возможность использования паров свинца и марганца в качестве активной среды для усилителей яркости изображений отмечалась в [1]. Реализация этой возможности позволила бы увеличить число лазеров, которые можно использовать в качестве усилителей яркости, расширив тем самым область спектра, где они могут работать. К тому же результаты недавних исследований лазеров на парах свинца и марганца [2,3] позволяют надеяться на создание эффективных усилителей изображений с активными средами этих лазеров, чему и посвящена настоящая работа.

В данной работе активный объем усилителя был ограничен трубкой из корундовой керамики длиной 64 см и внутренним диаметром 1,6 см. Трубка работала в режиме саморазогрева. Использовался буферный газ неон. Среда возбуждалась разрядом накопительной емкости через два параллельно включенных тиратрона ТТИП-1000/25. Величина накопительной емкости составляла 2,2 нФ и 1,1 нФ соответственно для трубок с парами свинца и марганца. Для улучшения параметров импульса возбуждения использовалась схема с обостряющей емкостью, величина которой подбиралась экспериментально и составляла  $\sim 1/3$  от величины рабочей емкости. При работе на длине волны 722,9 нм излучения атома свинца частота следования составляла 14 кГц, а давление буферного газа 20 тор, в тех же

условиях проводилась работа на линиях атома марганца в ИК области спектра. Для линий атома марганца в зеленой области спектра частота составляла 6,7 кГц, давление буферного газа - 15 тор. Во всех случаях для работы в условиях стационарного теплового режима средняя мощность питания составляла  $\sim 1,1$  кВт.

В схеме лазерного проекционного микроскопа /4/ с активным элементом лазера на парах свинца были получены усиленные по яркости изображения различных микрообъектов на длинах волн 722,9 нм и 406,2 нм. При использовании в качестве усилителя яркости активного элемента лазера на парах марганца микропроекция осуществлялась на нескольких линиях в зеленой (534 - 554 нм) и ближней ИК (1,29 - 1,4 мкм) областях спектра. Во всех случаях, кроме линии 406,2 нм, проводились количественные измерения характеристик усилителей яркости в схеме лазерного проекционного микроскопа.

Измерения эффективного усиления для активного элемента на парах марганца проводились согласно схеме, приведенной на рис. 1. Выделение необходимой области спектра осуществлялось светофильтрами КС-18 и СЗС-24 для работы соответственно в ИК и зеленой областях спектра. При исследовании активного элемента на парах свинца применялась аналогичная схема. Методика измерений описана в работе /5/.

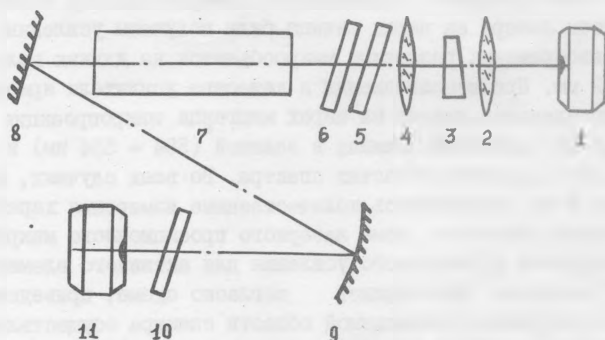
Результаты измерений эффективного усиления при различных значениях входных сигналов приведены в таблице. В ней указаны длины волн или области спектра (группы линий), значение мощности подсветки объекта  $P_{об}$ , величина входного сигнала  $P_{вх}$ , мощность пучка на выходе усилителя  $P_{вых}$  и значение эффективного усиления  $P_{вых}/P_{вх}$ .

Максимальные значения выходной мощности в пучке, несущем изображение, достигались при работе в нестационарных тепловых условиях с повышением средней мощности возбуждения до 1,3 - 1,4 кВт и составляли 260, 140 и 160 мВт соответственно для линии 722,9 нм атома свинца и для групп линий в зеленой и ИК областях спектра атома марганца. В качестве объекта использовался участок интегральной схемы, а объективом служил микрообъектив  $2^X$ .

Визуальная и фотографическая оценка качества изображения показала, что по всему полю зрения нет заметных искажений при работе с усилителями как на парах свинца, так и на парах марганца.

Таким образом, результаты вышеизложенных экспериментов поз-

воляют сделать вывод о возможности создания эффективных усилителей яркости изображения на основе активных сред с парами свинца и марганца. Однако при обсуждении областей практического применения таких усилителей необходимо учитывать тот факт, что если коэффициент видности зеленых линий марганца  $\sim 0,9 + 1,0$ , то для



Р и с. 1. Экспериментальная схема измерения эффективного усиления. I, II - калориметрические измерители мощности КИМ-I; 2 - линза для согласования размеров пучка и входа измерителя; 3 - полупрозрачный алюминированный стеклянный клин; 4 - микрообъектив; 5 - сменные нейтральные светофильтры; 6 - светофильтры для выделения рабочей области спектра; 7 - активная среда; 8,9 - система для фокусировки выходного излучения на вход измерителя; 10 - светофильтры для измерений в рабочей области спектра

линии 722,9 нм атома свинца он составляет  $\sim 10^{-3}$ , а для ИК линий атома марганца требуется дополнительная визуализация. Высокий коэффициент видности зеленых линий, по-видимому, предопределяет наиболее эффективное их использование в устройствах визуального наблюдения, в то время как ИК линии атома марганца и линия 722,9 нм атома свинца могут быть использованы лишь в каких-то специальных случаях. Величина выходной мощности в пучке, несущем изображение, позволяет оценить размер экрана для зеленых линий марганца  $\sim 3 \text{ м}^2$  при сохранении удобства наблюдения на незатемненном экране. Изображение на линии 722,9 нм удавалось наблюдать

Таблица I

## Энергетические характеристики усилителей

АТОМ	$\lambda$ , нм	$P_{об}$ , мВт	$P_{вх}$ , мВт	$P_{вых}$ , мВт	$P_{вых}/P_{вх}$
Pb	722,9	3,6	1,26	110	85
		1,2	$1,3 \cdot 10^{-1}$	50	385
		$4,7 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-2}$	19	950
		$1,4 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-3}$	6	3000
Mn	534 + 554	4,4	1,5	79	53
		3,3	$8 \cdot 10^{-1}$	60	75
		1,3	$1,3 \cdot 10^{-1}$	27	200
		$4,1 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	14	1000
Mn	1,29 + 1,4 МКМ	2,3	$8 \cdot 10^{-1}$	85	105
		1,8	$5,2 \cdot 10^{-1}$	76	145
		1,2	$2,3 \cdot 10^{-1}$	60	260
		$2,1 \cdot 10^{-1}$	$7 \cdot 10^{-3}$	24	3400

лишь на экране размером  $\sim 20$  см, защищенном от посторонних засветок. Для визуализации изображения на ИК линиях атома марганца использовался люминесцентный экран, разработанный и созданный в лаборатории люминесценции ФИАН /6/.

В заключение авторы выражают благодарность С. А. Фридману, Ю. П. Тимофееву и В. Н. Сморгочку за обсуждение работы, и Г. Г. Петрашу - за полезные замечания.

Поступила в редакцию  
31 января 1979 г.

## Л и т е р а т у р а

Г. К. И. Земсков, А. А. Исаев, М. А. Казарян, Г. Г. Петраш,  
Препринт ФИАН № 63, стр. 159, 1975 г.

2. А. А. Исаев, М. А. Казарян, Краткие сообщения по физике ФИАН № 10, 29 (1976).
3. А. А. Исаев, М. А. Казарян, Г. Г. Петраш, В. М. Черезов, Квантовая электроника, 3, 1802 (1976).
4. К. И. Земсков, А. А. Исаев, М. А. Казарян, Г. Г. Петраш, Квантовая электроника, 1, 14 (1974).
5. К. И. Земсков, М. А. Казарян, Т. И. Пехошкина, А. Н. Трофимов, Квантовая электроника, 6, № 2 (1979).
6. Э. Я. Арапова, А. А. Кутъенков, Н. В. Митрофанова, Е. И. Сидорова, Ю. П. Тимофеев, С. А. Фридман, Материалы XXV совещания по люминесценции, Львов, 1978 г., стр. 148.