

5. Лошкарева Н. Н., Плотников А. Ф., Родионов А. Н., Самохвалов А. А., Селезнев В. Н. Исследование разрешающей способности пленок EuO при записи голографической информации.— «Квант. электроника», 1977, т. 4, № 3, с. 669.
6. Дружинин А. В., Лошкарева Н. Н., Плотников А. Ф., Родионов А. Н., Самохвалов А. А. Аппаратура и некоторые результаты исследования возможности применения тонких пленок EuO в магнитооптических запоминающих устройствах.— «Изв. АН СССР. Сер. физ.», 1975, т. 39, № 1, с. 229.

Поступило в редакцию 12 июля 1978 г.;
окончательный вариант — 11 декабря 1978 г.

УДК 621.378.33

А. А. ГУСЕВ, Г. Ф. ЗАЙЦЕВ, С. В. КРУЖАЛОВ,
Л. Н. ПАХОМОВ, В. Ю. ПЕТРУНЬКИН
(Ленинград)

ОДНОЧАСТОТНЫЙ АИГ: Nd³⁺-ЛАЗЕР С ПОВЫШЕННОЙ СТАБИЛЬНОСТЬЮ ЧАСТОТЫ

Ввиду того что в настоящее время не найдены подходящие атомные линии поглощения, которые могут быть использованы как эталоны для стабилизации частоты излучения АИГ: Nd³⁺-лазера, в работе [1] было предложено в качестве репера использовать резонатор стабилизированного по частоте гелий-неонового лазера. В настоящем сообщении приводятся описание стабилизированного по активному интерферометру одночастотного АИГ: Nd³⁺-лазера и результаты экспериментального исследования неустойчивости частоты его излучения.

Неустойчивость частоты определялась стандартным методом оптического гетеродинамирования двух идентичных стабилизированных АИГ: Nd³⁺-лазеров и измерения разности частот их излучений. Блок-схема установки приведена на рис. 1.

В основу конструкции лазеров была положена схема, описанная в работе [2]. Селекция продольных мод АИГ: Nd³⁺-лазеров осуществлялась с помощью комбинированных селекторов, включающих сложные отражатели, образованные плоскими зеркалами 1—3, 1'—3' и наклонными эталонами С, С'. С целью устранения поляризующего действия светоделительного зеркала 3, 3' и связанного с ним падения мощности генерации

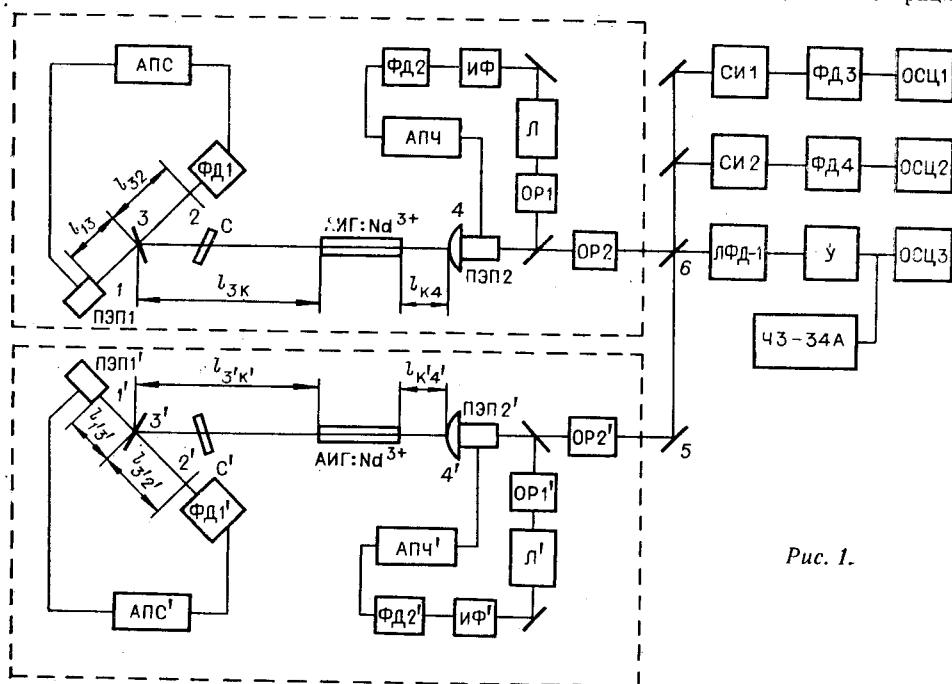


Рис. 1.

ось селектирующего интерферометра располагалась под углом 16° к оси резонатора лазера. Выходное зеркало 4 для селекции основной поперечной моды TEM_{00} сделано выпуклым с радиусом кривизны $-1,0$ м. Коэффициенты отражения зеркал $1-4$, $1'-4'$ соответственно равнялись $R_1 = R_1' = R_2 = R_2' = 99,5\%$, $R_3 = R_3' = 68\%$, $R_4 = R_4' = 96\%$. Вторая сторона светоделительных зеркал 3, 3' просветлялась. Наклонный эталон был изготовлен из плоскопараллельной кварцевой пластинки толщиной 2 мм с нанесенными на ее поверхности интерференционными отражающими покрытиями с коэффициентом отражения 25%. Расстояния между зеркалами $1-3$, а также между торцами активного элемента и зеркалами 3 и 4 были равны $l_{13} = 3,5$ см, $l_{23} = 3,5$ см, $l_{3к} = 60$ см, $l_{4к} = 15$ см соответственно.

Активный элемент представлял собой кристалл АИГ: Nd^{3+} диаметром 3 мм и длиной 50 мм с нанесенными на торцы просветляющими покрытиями. Накачка осуществлялась дуговой криптоновой лампой высокого давления, охлаждаемой дистиллированной водой. Кристалл охлаждался 3%-ным раствором хромовокислого калия. Питание ламп производилось от источников, пульсации напряжения которых не превышали $5 \cdot 10^{-2}\%$.

Выходная мощность лазеров в одночастотном режиме составляла 800 мВт. Одночастотный режим генерации поддерживался с помощью систем автоматической подстройки режима селекции АПС, АПС' [3].

Стабилизация частоты излучения АИГ: Nd^{3+} -лазеров осуществлялась по внешним эталонам Л, Л', в качестве которых служили резонаторы стабилизированных по провалу Лэмба гелий-неоновых лазеров, работающих на длине волны 1,15 мкм. В эталонных лазерах использовались газоразрядные трубки от ОКГ-16. Расстояние между зеркалами равнялось 15 см. Система автоподстройки частоты газовых лазеров не отличалась от описанной в литературе [4], и для простоты на рис. 1 ее элементы не показаны. Для стабилизации частоты излучения АИГ: Nd^{3+} -лазеров после оптических развязок ОР1 и ОР1' пропускается через резонаторы гелий-неоновых лазеров Л и Л'. Коэффициенты отражения зеркал на рабочих длинах волны 1,064 и 1,15 мкм имели величину 99,5%, что обеспечивало высокую добротность резонатора как эталона. Схема автоматической подстройки частоты АИГ: Nd^{3+} -лазеров по резонаторам гелий-неоновых лазеров включает в себя интерференционные фильтры ИФ, ИФ', пропускающие излучение с длиной волны 1,064 мкм; фотоприемники ФД2, ФД2'; электронные блоки автоподстройки частоты АПЧ, АПЧ'; пьезоэлектрические преобразователи ПЭП2, ПЭП2' для перемещения зеркал 4, 4', осуществляющие коррекцию частоты генерации.

Частотостабилизированные АИГ: Nd^{3+} -лазеры были смонтированы на отдельных амортизированных инваровых плитах толщиной 5 см. Арматура эталонных генераторов так же, как и АИГ: Nd^{3+} -лазеров, выполнена из инвара. Оптический путь луча генерации внутри резонатора стабилизируемого лазера проходил внутри стеклянных трубок, устранявших влияние конвекционных потоков воздуха на его работу.

Для получения разностной частоты излучений лазеров их выходные пучки с помощью светоделительных зеркал 5 и 6 совмещались на приемной площадке широкополосного фотодиода ЛФД-1, сигнал биений с выхода которого усиливался широкополосным усилителем У (с полосой пропускания ≈ 300 МГц) и подавался на частотомер ЧЗ-34А с блоком делителя ЯЗ4-51 и стробоскопический осциллограф ОСЦЗ типа SAS 5009 В.

Большая ширина линии усиления АИГ: Nd^{3+} -лазеров (порядка 150 ГГц) требовала для проведения измерений выработать методику сближения их частот излучения и соответственно уменьшения частоты биений до значений, попадающих в полосу пропускания приемно-регистрирующего тракта. С этой целью часть излучения каждого лазера пространственно совмещалась зеркалами 5 и 6 и пропускалась через два сканирующих интерферометра СИ1 и СИ2, обеспечивших с помощью фотоприемников ФД3, ФД4 и осциллографов ОСЦ1, ОСЦ2 одновременную регистрацию спектров излучений исследуемых лазеров. Сканирующий интерферометр СИ1 с базой порядка 3 мм позволял осуществлять грубую, а интерферометр СИ2 с базой 10 см — точную подстройку частот генерации лазеров. Требуемое для регистрации сближение частот стабилизируемых лазеров достигалось изменением настройки селектирующих элементов любого из АИГ: Nd^{3+} -лазеров, что переводило частоту генерации с одного порядка эталонного резонатора на другой.

На описанной установке было проведено несколько серий измерений, которые показали высокую эффективность работы системы ста-

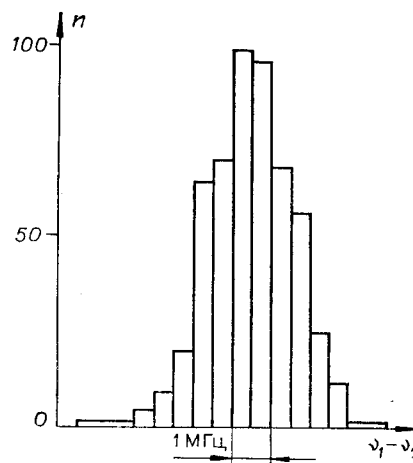


Рис. 2.

билизации частоты. Относительная нестабильность частоты генерации АИГ: Nd³⁺-лазеров была меньше чем $3 \cdot 10^{-9}$ за 45 мин при времени усреднения 0,1 с. На рис. 2 приведена гистограмма распределения результатов измерений. Нестабильность частоты эталонных лазеров за тот же интервал времени при времени усреднения 0,1 с составляла $2 \cdot 10^{-9}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арзуманов В. Н., Галактионова Н. М., Гершун В. В., Зайцев Г. Ф., Кружалов С. В., Мак А. А., Пахомов Л. Н., Петрунькин В. Ю. Одночастотный YAG: Nd³⁺-лазер, стабилизированный по активному эталону.— «Квант. электроника», 1975, т. 2, № 8, с. 1824—1826.
2. Арзуманов В. Н., Зайцев Г. Ф., Кружалов С. В., Пахомов Л. Н. Одночастотный Nd: YAG-лазер.— В кн.: Труды ЛПИ, № 344. Квант. электроника. Л., 1975, с. 21—23.
3. Петрунькин В. Ю., Высоцкий М. Г., Окунев Р. И. Селекция продольных типов колебаний в гелий-неоновом газовом ОКГ с 4-зеркальным T-образным резонатором.— ЖТФ, 1968, т. 38, с. 1983—1985.
4. Бирнбаум Д. Стабилизация частоты газовых лазеров.— ТИИЭР, 1967, т. 55, № 6, с. 308.

Поступило в редакцию 12 октября 1978 г.