



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 2928403/18-25
(22) 14.04.80
(46) 15.02.89. Бюл. № 6
(71) Московский инженерно-физический институт
(72) В.А.Балакин и А.И.Попов
(53) 621.375.8 (088.8)
(56) Патент США № 3,517,330, кл. 331-94,5, опублик. 1970.
Патент США № 3,484,719, кл. 331-94,5, опублик. 1969.
(54) (57) СПОСОБ СТАБИЛИЗАЦИИ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЗНАЧЕНИЯ МОЩНОСТИ ЛАЗЕРА, содержащего активную среду, резонатор с управляемой оптической длиной и источник управляющих сигналов, включающий модуляцию оптической длины ре-

зонатора, отличающийся тем, что, с целью повышения надежности стабилизации в условиях внешних воздействий на резонатор, модуляцию оптической длины резонатора осуществляют по сложнопериодическому закону, состоящему из двух периодических, характеризующихся частотами ω_1 и ω_2 , заключенными в интервале $10^1 \dots 10^3$ Гц, и амплитудами $A_1 = (a+k)\lambda/4$ и $A_2 = (a_2+1)\lambda/4$, где λ - длина волны излучения лазера; $K=1,2 \dots n$ - целые числа; a_1 и a_2 - константы, принимающие значения от -0,5 до +0,5, зависящие от вида периодических законов модуляции, а разность частот ω_1 и ω_2 ограничена условием $|\omega_1 - \omega_2| \gg 10$ Гц.

Предлагаемое изобретение относится к квантовой электронике и может быть использовано в оптических приборах и устройствах, в которых применяется лазер в качестве источника излучения со стабильным во времени действующим значением выходной мощности, например в лазерных анализаторах газов при непрерывном контроле загрязнения воздуха по резонансному поглощению лазерного излучения. В большинстве непрерывно действующих лазерных приборов электронная регистрирующая схема определяет действующее значение мощности лазера, представляющее собой результат усреднения мгновенных флуктуаций его мощности за время, равное постоянной времени схемы τ . Обычно $\tau = 1-10$ с. Для таких приборов важна стабильность

не мгновенного значения мощности лазера P в каждый момент времени t , а действующего значения мощности лазера P_d , представляющего собой результат усреднения величины P за время τ : $P_d = \tau^{-1} \int_0^\tau p(t)dt$.

Известны способы стабилизации параметров излучения лазера, в том числе стабилизации действующего значения мощности излучения.

Наиболее близкое техническое решение предполагает стабилизацию частоты, мгновенного и действующего значения мощности излучения лазера.

Эти способы предполагают модуляцию оптической длины резонатора по величине сигнала обратной связи. Известные способы имеют низкую надежность стабилизации в условиях вышних воздействий на резонатор вследствие

большого числа оптических и электрических компонентов, необходимых для реализации указанных способов.

Целью изобретения является устранение указанного недостатка. В соответствии с этим для стабилизации действующего значения мощности лазера, содержащего активную среду, резонатор с управляемой оптической длиной и источник управляющих сигналов, включающий модуляцию оптической длины резонатора, модуляцию оптической длины резонатора осуществляют по сложнопериодическому закону, состоящему из двух периодических, характеризующихся частотами ω_1 и ω_2 , заключенными в интервале $10^1 \dots 10^3$ Гц и амплитудами $A_1 = (a_1 + K)\lambda/4$ и $A_2 = (a_2 + 1)\lambda/4$, где λ — длина волны излучения лазера; $K = 1, 2, \dots, n$ — целые числа; a_1 и a_2 — константы, принимающие значения от $-0,5$ до $+0,5$, значение которых зависит от вида периодических законов модуляции, а разность частот ω_1 и ω_2 ограничена условием $|\omega_1 - \omega_2| \gg 10$ Гц.

На фиг. 1 изображена схема предлагаемого устройства, в котором реализован описываемый способ; на фиг. 2 — кривая зависимости $(P_q^{\max} - P_q^{\min}) / P_q^{\max}$ от $4A_1/\lambda$ для гелий-неонового лазера.

На фиг. 1 изображена схема лазера, в котором может быть реализован предложенный способ. Лазер содержит активную среду 1, зеркала 2, держатель зеркал 3, вибратор 4, на котором закреплено одно из зеркал лазера, источники переменного напряжения частот ω_1 и ω_2 5 и 6 и резонансные фильтры частот ω_1 и ω_2 7 и 8. В качестве вибратора могут быть использованы, например пьезокерамические элементы. Кроме этого оптическую длину резонатора можно модулировать и с помощью внутрирезонаторных электрооптических элементов.

Работа лазера происходит следующим образом. Одновременно с включением лазера, то есть с возбуждением его активной среды, на вибратор 4 подаются управляющие напряжения U_1 и U_2 от источников 5 и 6 и за счет колебаний установленного на вибраторе зеркала осуществляется модуляция длины L . При этом зависимость L от t принимает вид

$$L(t) = L_0(t) + L_1(t) + L_2(t),$$

где $L_0(t)$ — медленно меняющаяся по сравнению с 2 часть, которая описывает изменение L в результате тепловых воздействий на резонатор, $L_1(t) + L_2(t)$ — быстроосциллирующая по сравнению с 2 часть L , связанная с работой модулятора. При включении модулятора величина L осциллирует около среднего значения L_0 по сложнопериодическому закону с частотами ω_1 и ω_2 . Вследствие периодической зависимости P от L мгновенное значение мощности лазера P также осциллирует во времени в диапазоне значений $(P^{\max}, P^{\min})$. Так как $\omega_1, \omega_2 \gg \nu^{-1}$, то регистрирующий мощность лазера прибор не отрабатывает этих осцилляций, а вместо этого даст значение действующего значения мощности — P_q , которое меньше $P^{\max}$, но больше $P^{\min}$, и в силу этого при изменении L_0 величина P_q модулируемого лазера меняется в диапазоне $(P_q^{\max}, P_q^{\min})$ меньше, чем диапазон $(P^{\max}, P^{\min})$ изменения величины P . Поскольку величина P одновременно является и мгновенным и действующим значением мощности немодулируемого лазера, то временная стабильность P_q модулируемого лазера выше, чем у немодулируемого.

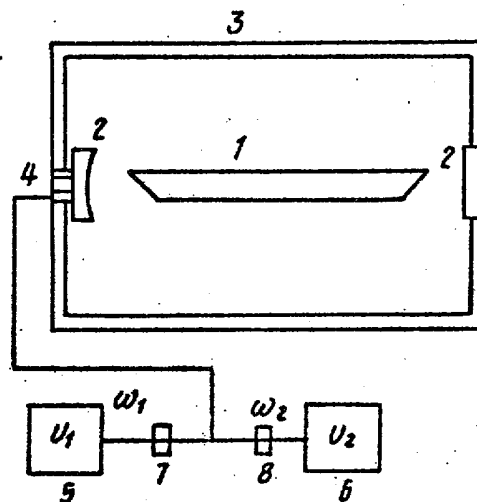
На фиг. 2 представлены теоретическая кривая и экспериментальные точки для зависимости величины диапазона изменения $P_q - (P_q^{\max} - P_q^{\min})$ для гелий-неонового лазера с $\lambda = 3,39$ мкм при $L_1 = A_1 \sin \omega_1 t$ и $L_2 = 0$. При этих значениях $A_1 = (K - 0,21) \cdot 0,25\lambda$, где $K = 1, 2, \dots$ величина этой разности обращается в нуль. Это означает, что при таких значениях A_1 P_q не зависит от L_0 , т.е. достигается идеальная стабильность значения P_q при тепловых воздействиях на резонатор. Именно эти значения A_1 следует использовать для стабилизации значения P_q при синусоидальном законе модуляции L_1 . Для других законов модуляции следует брать значения $A_1 = (a_1 + K) \cdot 0,25\lambda$, причем в зависимости от вида закона модуляция a_1 может меняться от $-0,5$ до $+0,5$, например для пилообразного закона модуляции L_1 величина $a_1 = 0$. Однако на практике может изменяться во времени сама амплитуда A_1 , например в результате изменения амплитуды напряжения U_1 . При отклонении A_1 от значения $(a_1 + K) \cdot 0,25\lambda$ возникает зависимость P_q

от L_0 . Избежать последнего можно, наложив на L дополнительную модуляцию $\tilde{L}_1$ с частотой ω_1 и амплитудой $A_1 = (a_1 + 1) 0,25\lambda$, где a_1 - константа, зависящая от вида второго закона модуляции и принимающая значения от -0,5 до +0,5. Между частотами ω_1 и ω_2 должно быть достаточное различие, чтобы выполнялось условие $|\omega_1 - \omega_2| \gg \nu$. В противном случае возникают медленные пульсации P_0 с частотой $|\omega_1 - \omega_2|$, которые не усредняются регистрирующим прибором. Для исключения проникновения сигнала ω_1 в источник 6 и сигнала ω_2 в источник 5 предусмотрены узкополосные фильтры частот ω_1 и ω_2 - 7 и 8.

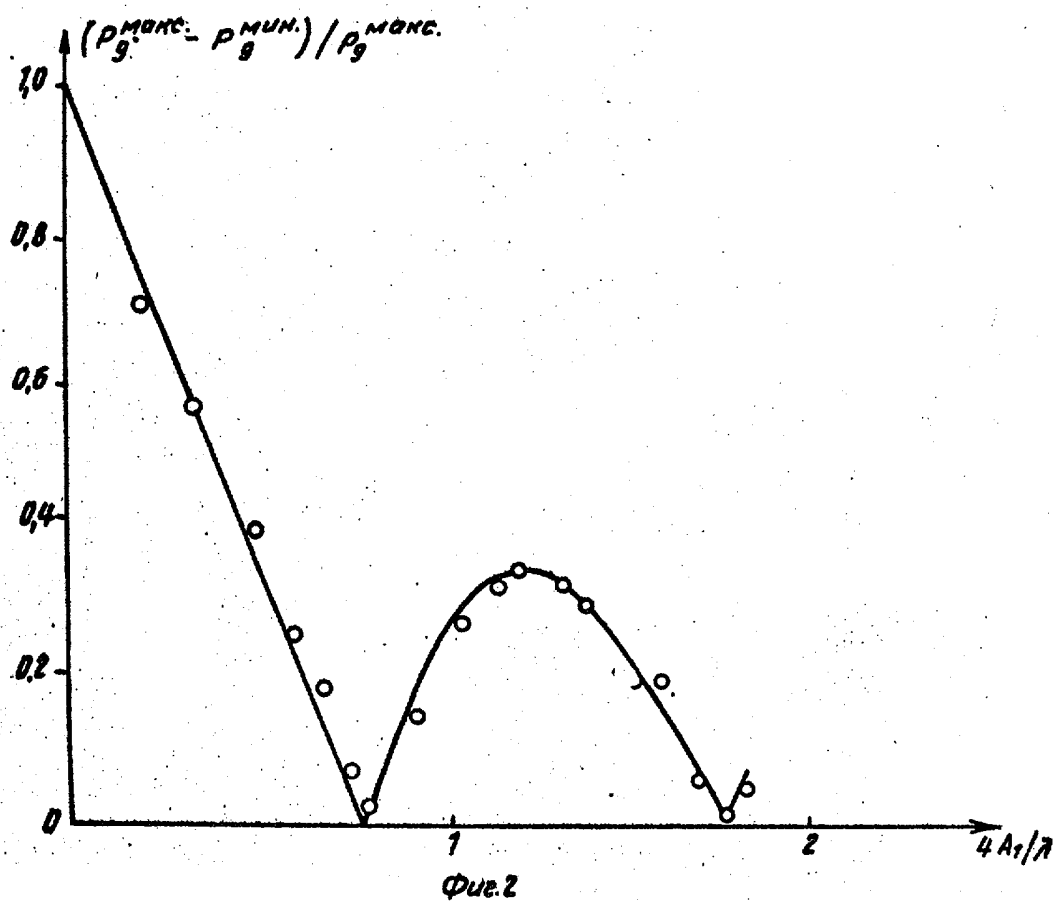
Изобретение реализовано на гелий-неоновом лазере с $\lambda = 3,39$ мкм. Модуляция L осуществлялась по закону $\tilde{L}_1 = 0,45\lambda \sin \omega_1 t$, $\tilde{L}_2 = 0,20\lambda \sin \omega_2 t$; при $\omega_1 = 300$ Гц, $\omega_2 = 612$ Гц и $\tau = 1$ с.

При включении обеих модуляций $\tilde{L}_1$ и $\tilde{L}_2$ временные флуктуации в 10 раз меньше, чем для немодулируемого лазера.

Таким образом обеспечивается повышение стабильности действующего значения мощности лазера без применения сложной и дорогой системы автоподстройки.



Фиг.1



Редактор Н.Сильягина	Составитель В.Сасов Техред М.Ходанич	Корректор И.Муска
Заказ 755	Тираж 615	Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5		
Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101		