

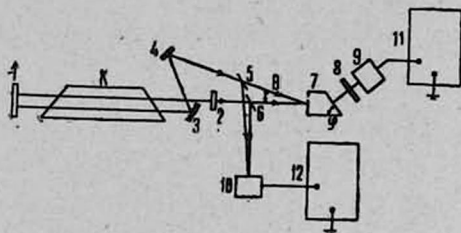
ШИРОКОПЕРЕСТРАИВАЕМАЯ ГЕНЕРАЦИЯ В СУБМИЛЛИМЕТРОВОЙ ОБЛАСТИ ДЛИН ВОЛН С ПОМОЩЬЮ НЕЛИНЕЙНОГО СМЕШИВАНИЯ ЧАСТОТ ИМПУЛЬСНЫХ CO_2 -ЛАЗЕРОВ

Ю. О. АВЕТИСЯН, Д. А. БАГДАСАРЯН, П. С. ПОГОСЯН,
А. Ф. СЕМЕРОВ, Д. Н. СОБОЛЕНКО

Одним из перспективных методов получения перестраиваемого излучения в субмиллиметровой области длин волн является смешивание излучений CO_2 -лазеров в нелинейных кристаллах [1—3]. Особый интерес представляет случай, когда в качестве источника возбуждающего излучения используются импульсные лазеры. При этом возникают трудности, связанные с временной синхронизацией импульсов.

В настоящей работе приводятся результаты по генерации разностной частоты (ГРЧ) в кристалле арсенида галлия при помощи CO_2 -лазера, генерируемого одновременно на двух частотах, одна из которых перестраивается в пределах $920\text{—}1060\text{ см}^{-1}$.

Блок-схема экспериментальной установки приведена на рисунке. Синхронизованные по времени и разнесенные по частоте лазерные импульсы возбуждались в одном и том же ТЕА-разрядном объеме К двумя оптическими резонаторами (1, 2) и (1, 3). Полупрозрачное зеркало 2 пред-



Блок-схема установки: К — ТЕА-разрядная камера, 1 — глухое металлическое зеркало, 2 — германиевая пластина, 3 — металлическая дифракционная решетка (100 шт/мм, угол блеска — 30°), 4 — поворотное зеркало, 5, 6 — делительные пластины, 7 — нелинейный кристалл GaAs , 8 — кварцевая пластина, 9 — InSb -детектор, 10 — drag-детектор, 11 — осциллограф С8-2, 12 — осциллограф С7-10А.

ставляло собой германиевую пластину с толщиной 10 мм, а роль зеркала 3 выполняла металлическая дифракционная решетка, поворотом которой осуществлялась перестройка частоты генерации. Глухое металлическое зеркало 1 было общим для обоих резонаторов. Форма лазерных импульсов и их временное перекрытие изучались на осциллографе С7-10А.

с помощью drag-детектора. Длительность импульсов в зависимости от частоты генерации изменялась незначительно и составляла ~ 80 нсек. Временное перекрытие импульсов достигалось путем изменения добротности резонатора (1,2) (введением поглотителя и изменением его длины).

Спектральные исследования проводились при помощи монохроматора, собранного на базе спектрографа ИКС-21, в котором призма была заменена на металлическую дифракционную решетку (100 шт/мм, угол блеска -30°).

Измерения показали, что для смеси $\text{CO}_2 : \text{N}_2 : \text{He} = 1:1:2$ излучение на выходе германиевой пластины в основном соответствует линии $P(20)$ перехода $00^{\circ}1 - 10^{\circ}0$ молекулы CO_2 . В генерации участвовали также линии $P(18)$ и $P(22)$, однако их мощность составляла $\sim 1\%$ мощности линии $P(20)$.

Энергия излучения измерялась с помощью ИМО-2 и составляла на выходе резонатора (1,2) $\sim 0,5$ Дж, а на выходе (1,3), в зависимости от частоты излучения, менялась в пределах $0,05 \div 0,5$ Дж. ГРЧ проводилась в высокоомном ($\rho > 10^8$ Ом см) кристалле арсенида галлия длиной 6 см. GaAs ориентировался так, что вектор напряженности электрического поля возбуждающего излучения был параллелен кристаллографическому направлению [III]. Синхронизм нелинейного взаимодействия достигался путем соответствующего выбора угла θ между взаимодействующими волнами. При этом угол распространения разностного излучения (РИ) оказался больше угла полного внутреннего отражения, и поэтому для вывода излучения из кристалла его торцевая поверхность была срезана под углом $\varphi = 22^\circ$.

Регистрация разностного излучения в диапазоне длин волн $1,5 \div 0,1$ мм проводилась с помощью InSb -детектора, охлаждаемого до температуры жидкого гелия. Кварцевая пластина на входе детектора служила для отсечки излучения CO_2 -лазера. Результаты эксперимента свидетельствуют об уверенной генерации широкоперестраиваемого излучения субмиллиметрового диапазона длин волн.

С целью увеличения эффективности ГРЧ нами также проводился эксперимент при наполненной геометрии кристалла. Суть ее заключалась в том, что возбуждающий дублет волн распространялся в кристалле путем многократного отражения от боковых стенок образца [4]. За счет этого достигалось увеличение длины нелинейного взаимодействия. При переходе к наполненной геометрии образца нами был зарегистрирован рост мощности РИ в 2,5 раза.

Проводилось также исследование генерации РИ с $\lambda = 5,6$ мм и $\lambda = 4$ мм при работе разрядной камеры с одним оптическим резонатором (1,2). Путем подбора смеси ($\text{CO}_2 : \text{N}_2 : \text{He} = 1:3:2$) и параметров резонатора удавалось излучение с выхода германиевой пластины настроить на две соседние вращательные линии $P(18)$ и $P(20)$, $P(20)$ и $P(22)$, а также на $P(20)$ и $P(24)$ перехода $00^{\circ}1 - 10^{\circ}0$. Нелинейный кристалл GaAs помещался в прямоугольный волновод так, чтобы кристаллографическое направление [III] и вектор напряженности электрического поля лазера были параллельны узкой стене волновода.

Регистрация СВЧ излучения проводилась диодом Д407. Чувствительность диода была откалибрована стандартными генераторами ГЗ—37 и ГЗ—38. Было замечено, что мощность РИ заметно меняется от выстрела к выстрелу, достигая в максимуме ~ 30 мВт при $P_{\omega_1} \approx P_{\omega_2} = 1$ МВт. Спектральные исследования показали, что нестабильность мощности на РИ может быть связана с перераспределением общей мощности CO_2 -лазера между соседними линиями. Кроме того, возможно нарушение временной синхронизации импульсов.

Регистрация РИ с помощью СВЧ диодов обладает тем преимуществом, что инерционность последних мала и, следовательно, по форме импульса РИ можно судить о временной корреляции излучения CO_2 -лазера.

В субмиллиметровом диапазоне длин волн измерения абсолютного значения мощности излучения нами не проводились. Однако если учесть, что в этой области условия генерации РИ были не хуже, чем в миллиметровом диапазоне, то следует полагать, что на длине волны $\lambda = 0,4$ мм мощность составляла ~ 500 мВт.

Таким образом, за счет временного синхронизма лазерных импульсов была получена эффективная генерация излучения в субмиллиметровом диапазоне длин волн, перестраиваемая в широких пределах.

Ереванский государственный
университет

Поступила 6. VI. 1980.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Веденов, Г. Д. Мильников, Д. Н. Соболенко. Квантовая электроника, 3, 777 (1976).
2. F. F. Geyer, H. Y. Fan. J. Appl. Phys., 50, 30 (1979).
3. N. Lee, R. L. Aggarwal, B. Lax. Appl. Phys. Lett., 29, 45 (1976).
4. N. Lee, R. L. Aggarwal, B. Lax. Opt. Commun., 11, 339 (1974).

ԻՄՊՈՒԼՍԱՅԻՆ CO_2 -ԼԱԶԵՐՆԵՐԻ ՀԱՃԱՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՉ ԳԾԱՅԻՆ ԽԱՌՆՄԱՆ ՕԳՆՈՒԹՅԱՄԲ ՍՈՒԲՄԻԼԻՄԵՏՐԱԿԱՆ ԱԼԻՔՆԵՐԻ ԼԱՅՆ ՏԻՐՈՒՅԹԻ ՎԵՐԱԼԱՐՎՈՂ ԳՆՆԵՐԱՑԻԱ

Յու. Հ. ԱՎԵՏԻՍԻԱՆ, Դ. Հ. ԲԱԳԴԱՍԱՐԻԱՆ, Պ. Ս. ՊՈԳՈՍԻԱՆ,
Ա. Ֆ. ՍԵՄԵՐՈԿ, Դ. Ն. ՍՈԲՈԼԵՆԿՈ

Բերված են տարրերային հաճախության ճառագայթման զեննրացիայի արդյունքները GaAs բյուրեղում երկու հաճախությունների վրա միաժամանակ զրգովող CO_2 իմպուլսային լազերի օգնությամբ: Տարրերային ճառագայթման հաճախությունը վերալարվում է $100 \div 2$ սմ $^{-1}$ տիրույթում:

WIDE TUNABLE GENERATION IN THE SUBMILLIMETER RANGE OF WAVELENGTHS WITH NONLINEAR MIXING OF PULSED CO_2 LASERS FREQUENCIES

Yu. H. AVETISIAN, D. H. BAGHDASARIAN, P. S. POGHOSIAN,
A. F. SEMEROK, D. N. SOBOLENKO

Results are presented of difference frequency generation in GaAs crystals with pulsed CO_2 laser, operating at two frequencies simultaneously. The frequency of difference radiation is tuned in the $100 \div 2$ cm $^{-1}$ range.