

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

УДК 535.417

ОПТИЧЕСКАЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ
В СИЛЬНО СХОДЯЩИХСЯ ПУЧКАХ

Клементьев В. М., Тимченко Б. А., Чеботаев В. П.

Как известно, в современной интерферометрии, служащей для измерения оптических параметров сред или их малых изменений, а также для измерений длин и смещений, используются двухлучевые и многолучевые способы сложения амплитуд волн. Среди двухлучевых и многолучевых наиболее распространенные получили соответственно интерферометры Майкельсона и Фабри—Перо [1]. Во всех оптических интерферометрах необходимо согласование волновых фронтов. Это связано с тем, что в используемых до настоящего времени способах регистрации интерференционной картины (включая визуальные наблюдения) применяются фотоприемники, которые имеют размеры, значи-

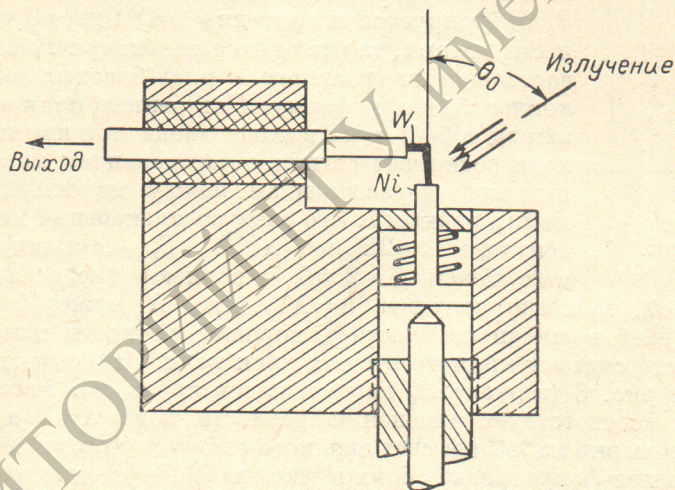


Рис. 1. Схематическое устройство МОМ-диода.

тельно превышающие длину волны λ . Отношение $\theta \leq \lambda/\pi d$ (d — размер приемной площадки) определяет минимальное значение угла между фронтами интерферирующих волн, когда в области площадки можно наблюдать интерференционные полосы равного наклона, ширина которых превосходит или соизмерима с площадкой приемника. В этой работе мы впервые описываем интерферометрию с использованием сильно сходящихся пучков. Интерферометрия такого типа стала возможной благодаря применению фотоприемников с размерами приемной площадки много меньше длины волны. К ним относятся приемники, основанные на точечном контакте типа металл—окисел—металл (МОМ-диод) [2] или металл—полупроводник [3].

Ниже мы даем описание экспериментов по наблюдению интерференции сходящихся пучков на длине волны 10,6 мкм от CO_2 -лазера. В качестве приемника излучения нами использовался точечный диод типа металл—окисел—

металл, размеры которого удовлетворяют условию $\lambda/d \gg 1$. MOM-диод как точечный приемник имеет специфические свойства, связанные с принципом работы, основанном на туннелировании электронов через потенциальный барьер, образованный окисным слоем контактирующих металлов. Схематическое устройство MOM-диода приведено на рис. 1. Один из его электродов представ-

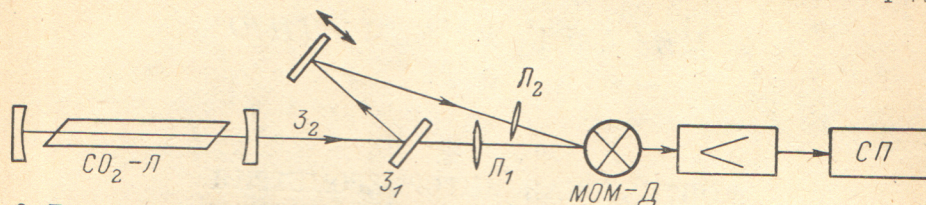


Рис. 2. Блок-схема экспериментальной установки со сходящимися пучками. СП — самописец.

ляет собой тонкую заостренную на конце вольфрамовую проволоку диаметром 0.2 мкм, которая образует точечный контакт с плоским никелевым электродом.

Блок-схема интерферометра со сходящимися пучками приведена на рис. 2. Излучение CO_2 -лазера зеркалом Z_1 делится на два луча примерно одинаковой интенсивности. Прямой луч, являющийся опорным, фокусируется линзой L_1

на антенну MOM-диода в область контакта, другой луч направляется на подвижное зеркало Z_2 , от которого отраженный луч фокусируется линзой L_2 примерно в ту же область антенны MOM-диода. Принципиальным здесь является то обстоятельство, что излучение от зеркал Z_1 и Z_2 фокусируется на антенну MOM-диода под произвольными углами, так как диаграмма направленности антенны, состоящая из главного и ряда боковых лепестков, имеет конусообразную форму. Наведенные поля интерферируют между собой, и на выходе диода при изменении разности хода возникает сигнал с чередованием максимумов и минимумов с расстоянием между максимумами (минимумами), равным λ . Это следует из значения поля в области контакта $E = 2E_0 \cos(\Delta K/2)$, E_0 — амплитуда складываемых полей, $K = 2\pi/\lambda$ — волновое число. Если Z_1 перемещать на $\Delta \gg \lambda$, то легко получить $\Delta = N\lambda$, где N может быть достаточно велико, что дает возможность достичь хорошей точности измерений. Здесь нетрудно ввести систему прямого отсчета длин волн. Запись интерферограммы приведена на рис. 3 (зеркало Z_2 перемещалось вручную). Расстояние между максимумами соответствует изменению разности хода $\Delta = \lambda$ и перемещению зеркала Z_2 примерно на $\lambda/2$ (за счет двойного оптического пути). Эксперименты показали, что при фокусировке обоих пучков на MOM-диод амплитуда сигнала возрастала ровно в 2 раза. Это значит, что MOM-диод работал в режиме выпрямления наведенного напряжения. В заключение отметим, что рассмотренная интерференция в сходящихся пучках с применением точечного приемника позволяет создать простые интерферометры от миллиметрового до видимого диапазонов. Они могут расширить область применений лазеров ИК диапазона для интерференционных прецизионных измерений.

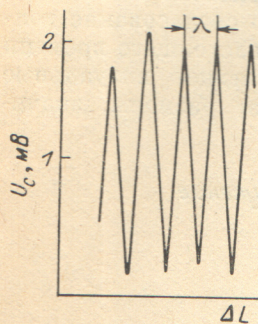


Рис. 3. Запись интерферограммы.

Литература

- [1] Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М., 1970.
- [2] Hosker L. O., Javan A., Rao D. R., Frenkel L., Sullivan T. — Appl. Phys. Lett., 1967, v. 10, p. 5.
- [3] Daniel H. U., Maurer B., Steiner M. — Opt. Lett., 1983, v. 8, p. 189.

Поступило в Редакцию 29 мая 1984 г.