

1988 г. Май

Том 155, вып. 1

У С П Е Х И Ф И З И Ч Е С К ИХ Н А У К

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

53(048)

**НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ И АСТРОНОМИИ
И ОТДЕЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ АКАДЕМИИ НАУК СССР**

(21—22 октября 1987 г.)

21 и 22 октября 1987 г. в Институте физических проблем им. С. И. Вавилова АН СССР состоялась совместная научная сессия Отделения общей физики и астрономии и Отделения ядерной физики АН СССР. На сессии были заслушаны доклады:

21 октября

1. И. Н. Сисакян, А. Б. Шварцбург. Адаптивная радиооптика.
2. И. И. Цукерман. Информационные принципы и методы обработки изображений для автоматизации научных исследований.
3. В. Л. Афанасьев. Опыт использования комплекса «Квант» для получения и обработки изображений.

22 октября

4. В. И. Панов. Сканирующая тунNELьная микроскопия и спектроскопия поверхности.
5. М. С. Хайкин. Сканирующая тунNELьная микроскопия и спектроскопия.
6. В. И. Анисимов, В. П. Антропов, В. А. Губанов, М. И. Кацнельсон, А. И. Лихтенштейн. Зонная теория магнетизма металлов и сплавов.
7. В. Г. Вакс, С. П. Кравчук, А. В. Трефилов. Микроскопическая теория ангармонических эффектов в щелочных и ОЦК щелочноzemельных металлах.

Краткое содержание четырех докладов приводится ниже.

537.862(048)

И. Н. Сисакян, А. Б. Шварцбург. Адаптивная радиооптика. Адаптивная радиооптика возникла из соединения традиционной радиооптики, изучающей волновые процессы субмиллиметрового и миллиметрового диапазона, и адаптивной оптики, связанной с гибкой перестройкой параметров излучения в видимой и ближней ИК областях спектра. Актуальной задачей адаптивной радиооптики является разработка в субмиллиметровом и дальнем ИК диапазонах, примыкающих к оптическому, элементов волновых систем, аналогичных оптическим модуляторам, поляризаторам, фильтрам и дефлекторам. Такие задачи вызывают сейчас интерес в связи с проблемами дальней связи, обработки сигналов и программируемого фор-

мирования полей заданной пространственно-временной структуры. Для гибкого управления волновыми потоками в указанных диапазонах требуется найти эффективные нелинейные механизмы. В докладе обращается внимание на перспективы применения тепловых и магнитных эффектов в тонких слоях полупроводниковой плазмы для модуляции субмиллиметровых волн, отраженных от таких слоев. Иными словами, обсуждаются свойства своеобразного «зеркала», коэффициент отражения которого по амплитуде и по фазе управляемся нагревом носителей и внешним магнитным полем.

В работе рассмотрены температурные изменения коэффициентов отражения на примерах полупроводников группы А^{III}В^V n-типа (GaAs и InSb)

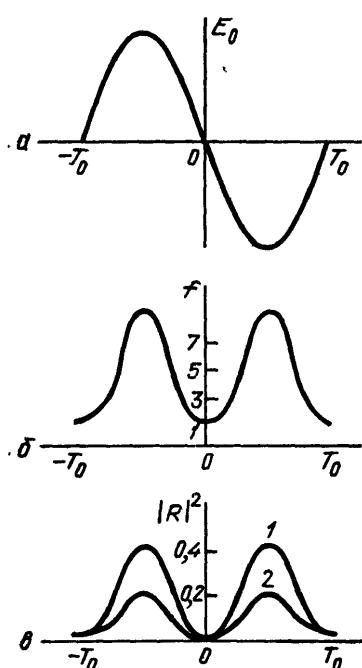


Рис. 1. Огибающая греющего поля (а), импульса температуры носителей (б) и импульсов отраженного поля (в) излучения с $\lambda = 120$ мкм, падающего под углом 45° на поверхность n-GaAs с плотностью носителей $N = 4,5 \cdot 10^{16}$ см⁻³ (1, 2—для s- и p-поляризации соответственно)

при низких температурах ($T_e \approx 10-30$ К). В этой области температур значительный вклад в частоту столкновений носителей v_e вносит их рассеяние на ионизированных примесях по закону $v_e \approx v_{e0} T_e^{-3/2}$. Если в результате легирования частота падающей волны ω , лэнгмюровская частота носителей Ω и частота столкновений до нагрева v_e связаны соотношением

$$\omega \approx \Omega \approx v_{e0},$$

то тепловое изменение частоты столкновений v_e при нагреве внешним полем приведет, в отличие от традиционной кросс-модуляции, к заметному возмущению как действительной, так и мнимой части диэлектрической проницаемости среды, а следовательно, к заметным возмущениям амплитуды R и фазы φ комплексного коэффициента отражения.

При периодическом нагреве носителей полупроводника внешним электрическим полем, период которого T_0 связан со временем установления температуры носителей τ соотношением $T_0 \gg \tau$, колебания температуры носителей поведут, при условии (1), к колебаниям коэффициента отражения. При падении непрерывного потока субмиллиметрового излучения на поверхность такого полупроводника отраженная волна будет промодулирована по амплитуде (рис. 1). При высокочастотном нагреве носителей может возникнуть бистабильный режим отражения, причем величина скачков температуры, обусловливающих бистабильность амплитуды и фазы отраженного сигнала, управляемся внешним магнитным полем (рис. 2).

Гибкое тепловое управление излучением основано на следующих теоретически предсказанных эффектах:

1. Рассматриваемая перестройка излучения возникает в широком диапазоне частот греющего электрического поля и характеризуется низкими энергетическими затратами (мощность $W \leq 10$ Вт в пленках толщиной $d \approx 20-30$ мкм), так как тепловые изменения ϵ , в отличие от традиционных лазерных эффектов, не требуют генерации новых носителей.
2. Глубина амплитудной модуляции, различная для s- и p-поляризаций, может достигать 95—99 %.
3. Сдвиг фазы отраженной волны при нагреве может составить 90—150°.
4. Возникновение бистабильных режимов как в амплитуде, так и в фазе отраженного сигнала приводит к гистерезисным скачкам этих параметров в диапазоне 200—400 мкм.

5. Наложение магнитного поля $H \leq 300$ Гс исключает бистабильные режимы и приводит к формированию непрерывной зависимости уровня отраженного сигнала от амплитуды греющего поля, а усиление магнитного поля до $H \approx 800$ Гс может привести к удвоению числа отраженных сигналов.

6. Быстродействие рассматриваемой нелинейной системы характеризуется временем $t \leq 10^{-8}$ с.

7. Неоднородные магнитные поля в нагретом слое плазмы приводят к деформациям отраженного волнового фронта, аналогичным действию перестраиваемых дефлекторов, линз и поляризаторов.

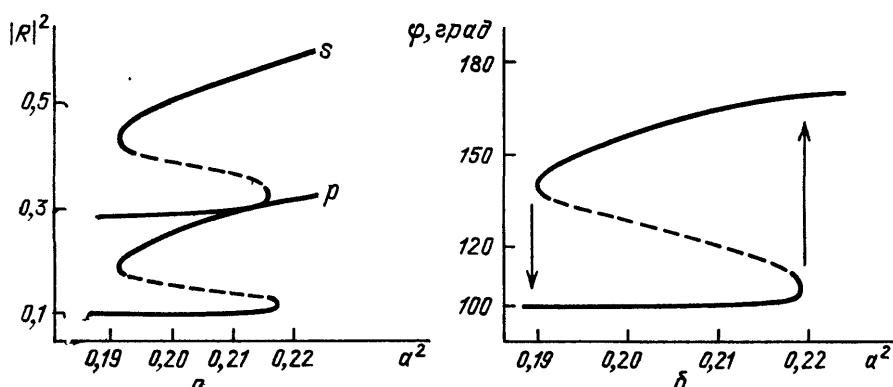


Рис. 2. Бистабильность коэффициента отражения волны $\lambda = 380$ мкм по интенсивности (а) и фазе (б) для случая s -поляризации и падения под углом $\alpha = 45^\circ$ на поверхность n-InSb (магнитное поле $H = 150$ Гс)

Широкий диапазон перестройки амплитуд, фаз и поляризации модулированных сигналов, быстродействие и возможность мягкого управления пространственно-временными характеристиками излучения при низких энергетических затратах позволяют рассматривать указанные эффекты как физические основы адаптивной радиооптики.

538.971(048)

В. И. Панов. Сканирующая тунNELьная микроскопия и спектроскопия поверхности. Создание сканирующего туннельного микроскопа (СТМ)¹ дало возможность распространить методы туннельной спектроскопии для исследования рельефа и локальной плотности электронных состояний поверхности металлов, полупроводников и туннельно-прозрачных диэлектрических слоев в атомных масштабах. Рекордно высокое разрешение СТМ ($\sim 10^{-2}$ Å по нормали к поверхности и ~ 1 Å в ее плоскости), реализуемое как при сверхвысоком вакууме, так и с диэлектрическими средами в туннельном промежутке, стимулировало использование СТМ для диагностики чистых и реальных поверхностей, спектроскопии электронных состояний, изучения явлений адсорбции и катализа, исследования биологических объектов и для целей микроэлектроники. Описание работ, которые выполнены различными группами исследователей с использованием СТМ, приведены в обзоре² и трудах первых международных конференций STM '86³ и STM '87⁴.

В докладе сообщено о результатах применения СТМ высокого разрешения^{5, 6} для изучения микрорельефа неупорядоченных поверхностей, исследования биологических объектов, наблюдения структурных изменений поверхности атомного масштаба во времени, а также продемонстрировано использование сил межатомного (межмолекулярного) взаимодействия между зондирующим острием и поверхностью для целей спектроскопии поверхности диэлектриков¹⁰.