

ФОТОДИОД С УПРАВЛЯЕМОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ ФОТООТКЛИКА

В.А. Манассон, В.К. Дугаев,
Э.М. Шустер

В сообщении описана новая фотодиодная структура, отличающаяся наличием в приповерхностной области дефектов типа "уровней прилипания" для основных носителей заряда. Введение таких дефектов позволило осуществить управление спектральной характеристикой фотоотклика при помощи небольшого запорного напряжения. Структура может использоваться в устройствах, где необходимо выделить коротковолновую составляющую из всего спектрального диапазона фотоотклика. При этом отпадает необходимость в использовании дорогостоящих светофильтров.

Принцип работы фотодиода поясняется зонными диаграммами, показанными на рис. 1, а, б. Электроны 1, генерированные светом вблизи поверхности, в зависимости от взаимного расположения уровня прилипания E_0 и уровня Ферми F могут либо захватываться на уровень E_0 (рис. 1, а), либо не взаимодействуют с ним (рис. 1, б). В последнем случае вероятность захвата мала вследствие того, что уровень уже заполнен электронами. Электроны 2, генерированные вдали от поверхности, не взаимодействуют с уровнем при любом расположении уровней E_0 и F . При прерывании светового пучка с достаточно большой частотой уровень E_0 не будет успевать перезаряжаться, в результате чего переменная составляющая фототока, образованная электронами 1, будет исчезающе малой. Переменный фототок в этом случае будет определяться только электронами 2. Отношение числа электронов типа 1 и 2 зависит от коэффициента поглощения света в полупроводниковом материале, и через этот коэффициент зависит от длины волны излучения. Для длинноволнового излучения удельный вес электронов 1 мал и переменный фототок слабо зависит от взаимного расположения уровней E_0 и F . В коротковолновом пределе, наоборот, фотоотклик будет существенно зависеть от расположения этих уровней, что и позволяет управлять спектральной характеристикой фотоотклика путем изменения приложенного напряжения. Если уровень E_0 моноэнергетический, то для резкого изменения вероятности его заполнения требуется напряжение всего несколько kT/q .

Эксперимент проводился на фотодиодной структуре In_2O_3 - $-SiO_2-Si$ с туннельно-прозрачным слоем диэлектрика. In_2O_3 играл роль "металла", прозрачного в области 0.3-1.2 мкм. Для внесения дефектов в приповерхностную область кремния перед нанесением слоя In_2O_3 проводилось фосфорное гетерирование с последующим неполным удалением геттерного слоя.

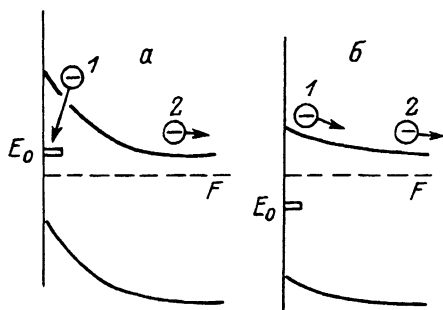


Рис. 1. Зонная диаграмма фотодиодной структуры при заперном напряжении (а) и в равновесных условиях (б).

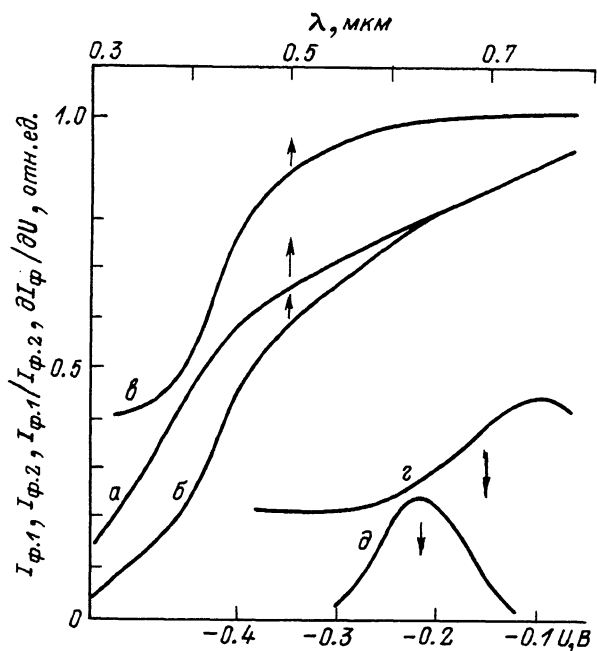


Рис. 2. Спектральные зависимости фототокков I_{φ_1} (а), I_{φ_2} (б) и их отношения $I_{\varphi_1}/I_{\varphi_2}$ (в). I_{φ_1} измерена при заперном напряжении 0.1 В, I_{φ_2} - при 0.3 В. Полевая зависимость фототокка I_{φ} измерена на длине волны света 0.4 мкм (кривая г) и ее производная $\partial I_{\varphi}/\partial U$ (кривая д).

Без такой предварительной обработки описываемые в статье эффекты не наблюдались.

На рис. 2 представлены спектральные зависимости фотооткликов структуры при двух напряженных смещения (кривые а и б), а также их отношения (кривая в). Измерения проводились при модуляции светового потока с частотой 130 Гц. Из рисунка видно, что в области коротких длин волн смещение всего на 0.2 В приводит к двукратному изменению фотоотклика, тогда как в области длинных волн сигнал практически не меняется с напряжением. Полевая зависимость фотоотклика для света с длиной волны 0.4 мкм представлена кривой г, а ее производная по напряжению $\frac{\partial I_{\phi}}{\partial U}$ - кривой д. Полуширина последней близка к величине $\frac{4kT}{q}$, что согласуется с описанной выше моделью.

Описанная структура может быть использована в колориметрических устройствах и анализаторах спектрального состава излучения благодаря высокой чувствительности к излучению и эффективности управления спектральной зависимостью фотоотклика напряжением.

Институт проблем
материаловедения
АН УССР
Черновицкой отделение

Поступило в Редакцию
21 июня 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 18 26 сентября 1989 г.
07

ЭФФЕКТ ОТОБРАЖЕНИЯ ГИЛЬБЕРТ-ОБРАЗА ПУЧКА ИЗЛУЧЕНИЯ В ИЗОБРАЖЕНИЯХ ФРЕНЕЛЯ ДИФРАКЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ

Э.Н. Балашова, М.В. Неофитный,
В.А. Свич

Известно явление безлинзового отображения Фурье-образа пучка в зоне дифракции Френеля [1-5]. Однако реализовать безлинзовое преобразование Гильберта в указанной зоне дифракции до сих пор не удавалось. С другой стороны, в различных теневых приборах, устройствах распознавания образцов [6-8] существует необходимость данного преобразования.

В настоящей работе сообщается об эффекте наблюдения Гильберт-образа пучка излучения в изображениях Френеля как амплитудной, так и фазовой дифракционной структуры, состоящей из двух участков с различными значениями отношения поперечных размеров штрихов к периоду T их расположения. Геометрия дифракционной структуры, у которой $T, T - d \gg \lambda$, где λ -