Ростех

Швабе

ОРИОН
НАУКА И ПРОИЗВОДСТВО

29-31
МАЯ 2024
Москва

XXVII Международная научно-техническая конференция по фотоэлектронике и приборам ночного видения

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

МИНПРОМТОРГ РОССИИ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РНФ | Российский научный фонд

АССОЦИАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ НАУЧНЫХ ЦЕНТРОВ «НАУКА»

РОССИЙСКИЙ ФОРУМ МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 10 ЛЕТ

ФОТОНИКА

XXVII Международная научно-техническая конференция
по фотоэлектронике и приборам ночного видения
29-31 мая 2024 г. • Москва, Россия

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Государственный научный центр Российской Федерации
Акционерное общество «НПО «Орион»
Москва, 2024

УДК 621.383
ББК 32.854
М 34

М34 Материалы XXVII Международной научно-технической конференции по фотоэлектронике и приборам ночного видения
М.: АО «НПО «Орион», 2024. – 486 с. ISBN 978-5-94836-696-8

Государственный научный центр Российской Федерации АО «НПО «Орион» раз в 2 года проводит Международную научно-техническую конференцию по фотоэлектронике и приборам ночного видения. В конференции принимают участие специалисты отечественных и зарубежных организаций, связанных с разработкой и производством изделий фотоэлектроники, приборов ночного видения, тепловизионной техники и смежных отраслей. Данный сборник содержит материалы докладов, представленных на XXVII конференции, состоявшейся 29–31 мая 2024 г.

Для специалистов – инженеров и научных работников, специализирующихся в области разработки и применения изделий фотоэлектроники и оптико-электронных систем, а также для преподавателей, студентов и аспирантов соответствующих специальностей вузов.

УДК 621.383
ББК 32.854

Материалы конференции публикуются в авторской редакции

ISBN 978-5-94836-696-8

С30 **Характеристики МДП-систем на основе HgCdTe со сверхрешеткой в барьерной области**

Войцеховский А.В.[1], Дзядух С.М.[1], Горн Д.И.[1], Дворецкий С.А.[1,2], Михайлов Н.Н.[1,2], Сидоров Г.Ю.[1,2], Якушев М.В.[2]

[1] *Томский государственный университет. Томск. Россия. vav43@mail.tsu.ru*
[2] *ИФП СО РАН. Новосибирск. Россия*

Characteristics of MIS- systems based on HgCdTe with a superlattice in the barrier region

Voitsekhovskii Alexander V.[1], Dzyadukh S.M.[1], Gorn D.I.[1], Dvoretskii S.A.[1,2], Mikhailov N.N.[1,2], Sidorov G.Yu.[1,2], Yakushev M.V.[2]
[1] *National Research Tomsk State University. Tomsk. Russia*
[2] *Institute of Semiconductor Physics SB RAS. Novosibirsk. Russia*

DOI: 10.51368/978-5-94836-696-8-2024-326

The results of a study of the admittance of a MIS system created on the basis of an nBn structure with a superlattice in the barrier region, obtained in a wide temperature range, are presented. The studies were carried out under conditions of shielding from optical radiation and under the influence of constant IR illumination through the substrate. Using the equivalent circuit method, an analysis of the effect of illumination on various structural elements was carried out.

Важной проблемой, сдерживающей развитие технологии униполярных барьерных фоточувствительных nBn-структур на основе HgCdTe, является доминирование токов поверхностной утечки, что затрудняет практическую реализацию и проведение экспериментальных измерений характеристик таких структур.

В данной работе представлены результаты исследования структур металл-диэлектрик-полупроводник (МДП) на основе n-HgCdTe nBn-структуры со сверхрешеткой в барьерной области [1]. Исследования проводились методом спектроскопии адмиттанса (комплексной проводимости) [2], который позволяет определять широкий спектр свойств полупроводниковых структур – от параметров границы раздела полупроводник / диэлектрическое покрытие до выявления положения энергетических зон различных слоев гетероструктуры со сверхрешёткой в качестве барьера nBn-системы.

Образцы, изготовленные для проведения исследования являются МДП-системами, в качестве полупроводникового слоя в которых используются nBn-структуры, созданные на основе эпитаксиальных слоев КРТ со сверхрешеткой в барьерной области. Выращивание эпитаксиальных пленок

и формирование структур производилось в Новосибирске в Институте физики полупроводников СО РАН. В процессе роста эпитаксиальные пленки преднамеренно не легировались. Состав X_{CdTe} эпитаксиальной пленки HgCdTe в поглощающем слое равен 0.32, а в контактном 0.30. Сформированная сверхрешетка представляет собой чередующиеся между собой 15 ям толщиной 1.6 нм, и 16 барьеров толщиной 3 нм с содержанием X_{CdTe}=0.5. После выращивания эпитаксиальной пленки, на ее поверхности травлением через маску проводилось сформирование рассредоточенных по площади пленки nBn-структур различного диаметра. Для этого глубина травления, строго соответствовала глубине залегания границы раздела, поглощающего и барьерного слоев. В качестве функционального диэлектрического слоя в МДП-структуре использовалась пленка Al_2O_3, наносимая методом атомного слоевого осаждения на поверхность, неся при этом и пассивирующую функцию боковых стенок структур. После нанесения диэлектрического покрытия, напылением индия через маску проводилось создание полевых электродов.

В широком диапазоне температур в условиях экранирования от оптического излучения и при воздействии постоянной ИК-подсветки проведены исследования адмиттанса структур. На рисунках 1 и 2 приведены зависимости от напряжения емкости и нормированной проводимости для структуры диаметром 0.5 мм при температуре 77 К на различных частотах. Видно, что воздействие подсветки при данной температуре приводит к увеличению емкости и проводимости в режиме сильной инверсии, а в режиме обогащения к снижению. Определенная по наклону зависимости $1/C^2$ от напряжения в режиме обеднения концентрация основных носителей заряда на частоте 1 МГц в диапазоне температур от 12 К до 60 К изменялась в небольших пределах и составляла примерно $7.5 \cdot 10^{20}$ м$^{-3}$.

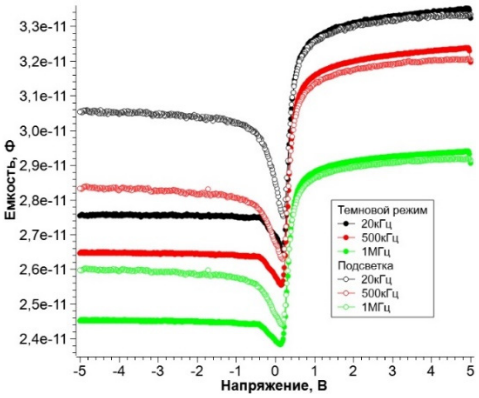

Рис. 1. ВФХ при температуре 77 К в темноте и при освещении. Обратная развертка

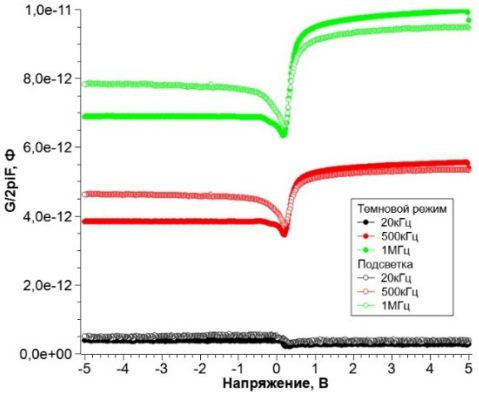

Рис. 2. Зависимость проводимости от напряжения при температуре 77 К в темноте и при освещении. Обратная развертка

В результате проделанной работы проведены исследования адмиттанса МДП- системы на основе nBn- структуры со сверхрешеткой в барьерной области в широком диапазоне температур в темноте и при освещении ИК-излучением через подложку. Определена зависимость концентрации основных носителей заряда от температуры. Методом эквивалентных схем проведен анализ влияния подсветки на различные элементы структуры.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-62-10021

1. Burlakov I.D., Kulchitsky N.A., Voitsekhovskii A.V., Nesmelov S.N., Dzyadukh S.M., Gorn D.I. Unipolar Semiconductor Barrier Structures for Infrared Photodetector Arrays (Review) // Journal of Communications Technology and Electronics. 2021. V. 66. № 9. P. 1084-1091.

2. Izhnin I.I., Voitsekhovskii A.V., Nesmelov S.N., Dzyadukh S.M., Dvoretsky S.A., Mikhailov N.N., Sidorov G.Y., Yakushev M.V. Admittance of barrier nanostructures based on MBE HgCdTe // Applied Nanoscience. 2020. № 12. P. 403-