



03440142

**IX Российская конференция
по физике полупроводников**

(9, 2009, Кемерово / Томск)

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

ПОЛУПРОВОДНИКИ 2009

Новосибирск-Томск, 28 сентября-3 октября 2009 г.

Киральные метаматериалы на основе прецизионных метал-полупроводниковых спиралей

Е.В.Наумова¹, В.Я.Принц¹, С.В.Голод¹, В.А.Селезнев¹, В.А.Сейфи¹, В.В.Кубарев²

¹ Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН,
Новосибирск, 630090, пр. Лаврентьева, 13

² Институт ядерной физики им.Г.И.Будкера СО РАН,
Новосибирск, 630090, пр. Лаврентьева, 11

тел: (383) 333-0699, факс: (383) 330-5636, эл. почта: a_naumova@isp.nsc.ru

В киральных средах материальные уравнения имеют следующий вид:

$$D = \varepsilon E \mp i\chi H, \quad V = \mu H \pm i\chi E; \quad (1)$$

где ε и μ — относительные диэлектрическая и магнитная проницаемости; χ — параметр киральности. Параметр киральности характеризует возникновение в среде электрической поляризации под воздействием магнитного поля и магнитной поляризации под воздействием электрического поля. Волны левой и правой круговой поляризации в киральной среде имеют различные скорости распространения, (что обуславливает вращение плоскости поляризации) и различные коэффициенты поглощения (что обуславливает преобразование линейной поляризации в эллиптическую). В природе примерами киральных сред являются растворы сахара, пары камфоры, кварц. В искусственных средах на основе металлических спиралей параметр киральности может быть гораздо выше, чем в естественных средах [1].

Данная работа посвящена метаматериалам в виде двумерных и трехмерных массивов прецизионных металл-полупроводниковых спиралей, изготовленных оригинальным методом [2, 3]. Полупроводниковые слои в таких спиралях выполняют роль формообразующего каркаса, а металлические обеспечивают эффективное взаимодействие с электромагнитным полем волны. Согласованные колебания электронов вдоль металлических слоев спирали под действием электрического поля волны обеспечивают одновременное возникновение как электрического так и магнитного дипольных моментов, аналогично, магнитное поле индуцирует в спирали как магнитный, так и электрический дипольный момент. В формуле (1) киральной среде на основе правых спиралей соответствуют верхние знаки, а среде на основе левых спиралей - нижние знаки. Массивы левых и правых спиралей были исследованы в ГГц и ТГц диапазонах. Вблизи полуволнового резонанса вдоль спирали в таких метаматериалах наблюдались очень высокие резонансные вращения плоскости поляризации (более 1000°/мм) и трансформация линейно-поляризованного излучения в эллиптическое. Уникальные киральные резонансные свойства таких структур обусловлены высокой однородностью массива, оптимизированной геометрией спиралей. Метаматериалы на основе спиралей представляют практический интерес для различных ТГц применений, включая беспроводную связь, ТГц-спектроскопию, системы видения в ТГц свете и т.п.

Литература

- [1] K.F. Lindman *Annalen der Physik* **63**, 621 (1920)
- [2] V.Ya. Prinz et al. *Physica E* **6** (1-4), 828 (2000)
- [3] Е.В.Наумова, В.Я.Принц, патент №2317942, 2008

Кремниевые лавинные диоды для регистрации ядерных частиц

И.Б. Чистохин¹, О.П. Пчеляков¹, Е.Г. Тишковский¹, В.И. Ободников¹,
В.В. Максимов², А.А. Иванов², Е.И. Пинженин², Е. Gramsch³

¹ Институт физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН,
Новосибирск, 630090, Лаврентьева, 13

² Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН,
Новосибирск, 630090, Лаврентьева, 11

³ Dept. Física, Universidad de Santiago, Avda. Ecuador 3493, Santiago, Chile
тел: (383) 330-9149, факс: (383) 333-3502, эл. почта: igor@thermo.isp.nsc.ru

Прямая регистрация продуктов термоядерной D-D реакции (дейтроны с энергией 3.1 МэВ), а также сопутствующих ей протонов с энергией в диапазоне 20 - 120 кэВ позволяет надежно диагностировать состояние плазмы в Газодинамической ловушке. Пробеги этих частиц в кремнии не превышают 150 мкм, что позволяет при создании глубоких обедненных областей рп-перехода регистрировать их с помощью рп-диодов и лавинных диодов. Диоды с лавинным умножением представляются более перспективными, поскольку имеют внутреннее усиление.

Лавинный диод (ЛД), представленный в работе, имеет оригинальную планарную конструкцию с активной областью диаметром 2 мм и охранными протяженными переходами (JTE), созданными легированием бором до глубины около 15 мкм. Контактный слой к активной области толщиной 100 нм сформирован методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Для обеспечения лавинного умножения носителей заряда необходимо, чтобы пробивное напряжение рп-перехода, смещенного в обратном направлении, было не менее 1 кВ.

Построенная в рамках пакета ISE-TCAD 2D модель, на основе совместного решения уравнений Пуассона и непрерывности для дырок и электронов, учитывающая влияние встроенного заряда в защитном окисле, позволила рассчитывать выходные характеристики прибора и оптимизировать топологические параметры и технологические режимы.

На созданных ЛД исследованы электрофизические, фотоэлектрические свойства, а также энергетическое разрешение от различных источников ядерных частиц, как при прямом детектировании, так и при совместной работе со сцинтиллятором на основе ВГО.

Обратные темновые токи вблизи напряжения пробоя (~1100 В) не превышали 60-80 нА. Квантовая эффективность при регистрации света в диапазоне длин волн 320-800 нм составляла около 80%.

Энергетическое разрешение ЛД от источника α -частиц с энергией 4.3 МэВ составило 330 кэВ. В случае прямого детектирования мягкого рентгеновского излучения от ^{109}Cd (22.16 кэВ) оно составило 4.7 кэВ. Стыковка ЛД со сцинтиллятором на основе ВГО позволила зарегистрировать рентгеновское излучение от источника ^{137}Cs (662 кэВ) с разрешением по энергии 24.4%.

При облучении светом ($\lambda=600$ нм) коэффициент усиления по напряжению составляет 25-30. Обнаружено, что при облучении одиночными α -частицами с энергией 4.3 МэВ (^{239}Pu), отклик детектора эквивалентен усилению около 7×10^3 , однако при этом падает энергетическое разрешение.