

Рис. 2. Радиолокационная обстановка:

*а* — без подавления помех; *б* — с подавлением помех обычными средствами; *в* — с подавлением помех предложенными методами

периодах приема (периодах повтора радиолокационного сигнала) появится дискретная пассивная помеха малой протяжности пачечной структуры с тем же доплеровским сдвигом частоты  $\Omega_d$ , то она окажется в зоне режекции амплитудно-частотной характеристики многоканального фильтра и также будет подавлена [4].

Продолжительность сигнала от цели значительно меньше продолжительности пассивной помехи или некоторых типов дискретных помех. В силу инерционности коррелятора  $10$ , амплитудно-частотные характеристики гребенчатых фильтров накопления перенастраиваться не будут, и сигнал проходит на выход фильтра.

Таким образом, при воздействии дискретных пассивных помех на радиолокационную станцию на выход многоканального фильтра с когерентным гетеродином проходит сигнал только от передней «кромки» первой по дальности дискреты этих помех, остальные дискреты подавляются [4].

При воздействии на радиолокационную станцию протяженных пассивных помех помехоустойчивость обоих предложенных устройств одинакова.

Практические результаты по реализации предложенных методов повышения помехоустойчивости в селекции цели демонстрируются на **рис. 2**.

\*\*\*

В данной работе предложено два способа управления амплитудно-частотной характеристикой много-

канального доплеровского фильтра с целью настройки зоны режекции на спектр нестационарных дискретных подвижных пассивных помех.

Первый способ предусматривает введение в состав фильтра схемы формирования напряжения управления, которая, с приходом на вход фильтра пассивной помехи, создает доплеровский сдвиг частоты  $\Omega_d$ .

Второй способ предусматривает введение в состав схемы формирования напряжения управления когерентного гетеродина, который формирует гармоническое колебание с фазой пассивной помехи.

Применение этих способов повышает помехоустойчивость обоих предложенных устройств и эффективность фильтрации доплеровского сигнала цели при воздействии на радиолокационную станцию протяженных пассивных помех.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Теоретические основы радиолокации / Под ред. Я. Д. Ширмана.— Г.: Сов. радио, 1970.
2. Ширман Я. Д., Манжос В. Н. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех.— Г.: Радио и связь, 1981.
3. А. с. 1321248 СССР. Многоканальный фильтр доплеровского сигнала / Н. И. Бугай, В. В. Василевский.— 1.03.87.
4. А. с. 1503526 СССР. Многоканальный фильтр доплеровского сигнала / В. В. Василевский, В. И. Мещеряков.— 22.04.89.

#### НОВЫЕ КНИГИ

НОВЫЕ КНИГИ

Немцов М. В., Немцова М. Л. Электротехника и электроника.— М.: Академия, 2009.— 432 с.

В учебнике рассмотрены основные положения теории электрических цепей, промышленной электроники, электрических измерений. Даны описания устройств и рабочих свойств электрических машин синусоидального и постоянного тока, аппаратов автоматики и управления, полупроводниковых приборов, электронных усилителей, генераторов, выпрямителей и стабилизаторов, а также цифровых устройств и измерительных приборов. Приведены сведения об электроприводе, изложены основы электробезопасности.

Для студентов технических специальностей образовательных учреждений среднего профессионального образования.



расположены приблизительно в серединах разрешенных зон.

Нарушение периодичности кристалла и КС за счет внутренних и поверхностных дефектов приводит к формированию уровней в запрещенных зонах. Дефект в виде атома внедрения или замещения моделируется неоднородностью  $\delta_1$  с параметром  $\eta_1$  (рис. 8, д). Исходя из равенства входных импедансов в противоположных направлениях на границе неоднородности  $\delta_1$ , получим

$$\operatorname{tg} ka = \frac{\eta_1 + |Z|}{1 - \eta_1 |Z|}. \quad (29)$$

Кривые 2 на рис. 10 иллюстрируют зависимость уровней дефекта от отношения параметров дефекта и кристалла  $\eta'_1 = \eta_1 / \eta$ .

Дефекту в виде вакансии соответствует условие  $\eta_1 = 0$ . Кристалл с вакансией представляет собой резонатор с резонансной полостью шириной  $2a$  и отражателями, образованными полубесконечными решетками  $\delta$ -барьеров. Иначе — это потенциальная яма с входным импедансом стенок, равным  $Z$ . Из (9) или (29) следует, что собственные значения такого резонатора определяются выражением  $\operatorname{tg} ka = 2\eta$ , что совпадает с формулой, приведенной в [7].

Для таммовских поверхностных уровней (рис. 8, e) из условия баланса фаз или равенства нулю знаменателя коэффициента отражения при  $E < V_1$  в запрещенных зонах имеем

$$\operatorname{tg} ka = \frac{2\eta}{1 + |Z_1|^2 - 2\eta|Z_1|}.$$

Если  $m_1 = m$ , то

$$\operatorname{tg} ka = \frac{E\eta}{0,5V_1 - \sqrt{E(V_1 - E)}\eta},$$

что также совпадает с [7]. Глубокие нижние поверхностные уровни близки к нижним границам запрещенных зон. На рис. 10 показаны два нижних поверхностных уровня.

Модель линии передачи позволяет найти аналитические выражения для резонансных параметров и характеристик различных барьерных структур нанозлектроники. Полученные выражения для ДБС удобно использовать при конструировании нанозлектронных устройств с заданными параметрами. Получение и использование аналитических зависимостей представляет большой интерес, поскольку при этом не только заметно упрощается и сокращается расчет, но и становится возможным проведение более детального анализа влияния различных факторов на резонансные параметры. Предложенная модель наглядно объясняет физику формирования спектральных характеристик КС, дает подсказки в отношении конструирования структур с требуемыми характеристиками. Аппарат теории неоднородных линий передачи позволяет анализировать квантово-механические структуры с более сложной зависимостью потенциала.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Нелин Е. А. Импедансная модель для “барьерных” задач квантовой механики // УФН.— 2007.— Т. 177, № 3.— С. 307—313.
2. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т. 3. Квантовая механика. (Нерелятивистская теория).— М.: Физматлит, 2002.
3. Борн М., Вольф Э. Основы оптики.— М.: Наука, 1970.
4. Guo H., Diff K., Neofotistos G. et al. Time-dependent investigation on the resonant tunneling in a double-barrier quantum well // Appl. Phys. Lett.— 1988.— Vol. 53, N 1.— P. 131—133.
5. Basdevant J.-L. Lectures on quantum mechanics.— New York: Springer, 2007.
6. Лифшиц И. М., Пекар С. И. Таммовские связанные состояния электронов на поверхности кристалла и поверхностные колебания атомов решетки // УФН.— 1955.— Т. 56, вып. 4.— С. 531—568.
7. Галицкий В. М., Карнаков Б. М., Коган В. И. Задачи по квантовой механике. Часть 1.— М.: Едиториал УРСС, 2001.
8. Галицкий В. М., Карнаков Б. М., Коган В. И. Задачи по квантовой механике.— М.: Наука, 1981.
9. Голант Е. И., Пашковский А. Б. Двухуровневые волновые функции электронов в двухбарьерных квантово-размерных структурах в электрическом поле конечной амплитуды // ФТП.— 2000.— Т. 34, вып. 3.— С. 334—339.

#### НОВЫЕ КНИГИ

НОВЫЕ КНИГИ

**Мазор Е. А., Мачусский Е. А., Правда В. И. Радиотехника. Энциклопедия.— М.: Додэка XXI, 2009.— 944 с.**

В энциклопедии помещен материал, терминологический состав которого в основном связан с материалами курсов радиотехнических дисциплин, преподаваемых в вузах. Примерно 2500 статей словаря дают толкование примерно 4000 наиболее часто употребляющихся радиотехнических терминов.

Книга может быть использована двояко, как энциклопедия по радиотехнике и как сборник 33 кратких учебников по основным радиотехническим дисциплинам.

Для студентов радиотехнических специальностей вузов, а также для студентов смежных специальностей, аспирантов, радиоинженеров, радиолюбителей.



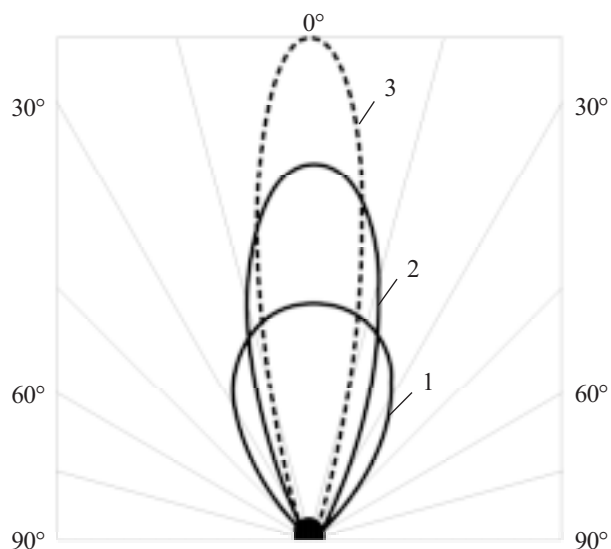


Рис. 7. Диаграммы направленности активного элемента с оптическим покрытием на основе многокомпонентных ХС разной формы:

1 — в виде вытянутой полусферы; 2 — в форме цилиндрической поверхности с полусферическим верхом; 3 — в виде вытянутой полусферы, помещенной в параболический отражатель

ряда многофункциональных приборов полупроводниковой фотоники.

Испытания, проведенные на вибростенде ВЭДС-400А показали, что полупроводниковые источники излучения, содержащие АЭ с оптическими покрытиями из ХС, являются механически стойкими и сохраняют свои параметры после действия на них вибрационных нагрузок в диапазоне частоты от 10 до 500 Гц.

\*\*\*

Исследования диэлектрических материалов на основе стеклообразных сплавов из многокомпонентных халькогенидных систем Ge(Pb)–Sb(Bi,Ga)–S(Se) показали возможность использования их в качестве материалов для оптического покрытия полупровод-

никовых активных элементов, работающих при комнатной температуре в спектральном диапазоне 2,5—5,0 мкм.

Оптические покрытия на основе многокомпонентных ХС в форме вытянутой полусферы или цилиндра (с полусферическим верхом) существенно улучшают оптические и эксплуатационные параметры полупроводниковых источников ИК-излучения, обеспечивают механическую защиту, дают эффект просветления АЭ и позволяют управлять диаграммой направленности. Предложенный способ нанесения оптического покрытия разной формы на приборы полупроводниковой фотоники является эффективным и простым в технологическом исполнении.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Кабацій В. Н. Оптические сенсоры газов на основе полупроводниковых источников ИК-излучения // Технология и конструирование в электронной аппаратуре.— 2008.— № 4.— С. 30—35.
2. Берг А., Дин П. Светодиоды.— М.: Мир.— 1979.
3. Коган Л. М. Полупроводниковые светоизлучающие диоды.— М.: Энергоатомиздат.— 1983.
4. Pat. 1413702 GB. Inorganic glasses / Robert Thomas Bilson, James Cyril Alexander Lewis, Frank William Ainger.— 12.11 1975.
5. Pat. 56027981 JP. Light emitting semiconductor device / Morioka Makoto, Uchida Hisatoshi, Shimada Jiyuichi.— 18.03 1981.
6. Блецкан Д. И. Кристаллические и стеклообразные халькогениды Si, Ge, Sn и сплавы на их основе. Т. I.— Ужгород: Закарпаття, 2004.
7. Пат. 33847 України. Оптичне покриття на основі халькогенидних стекел / Д. І. Блецкан, В. М. Кабацій.— 10.07 2008.
8. Shtets P. P., Fedelesh V. I., Kabatsij V. M. et al. Structure, dielectric and photoelastic properties of glasses in the system Ge-Sb-S // Journal of Optoelectronics and Advanced Materials.— Vol. 3, N 4.— 2001.— P. 937—940.
9. Билинец Ю. Ю., Химинец В. В., Головач Й. Й., Цигика В. И. Защитные покрытия диодных источников излучения в средней ИК-области спектра // Электронная техника. Сер. 6. Материалы.— 1985.— Вып. 9 (208).— С. 70—73.
10. Пат. 33848 України. Спосіб нанесення оптичного покриття на основі багатокомпонентних халькогенидних сплавів / Д. І. Блецкан, В. М. Кабацій.— 10.07 2008.

НОВЫЕ КНИГИ

НОВЫЕ КНИГИ



**Чаплыгин Ю. А., Крупкина Т. Ю., Путря М. Г., Шевяков В. И. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем. Ч. 2: Элементы и маршруты изготовления кремниевых ИС и методы их математического моделирования.— М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2009.— 422 с.**

Дано представление об основных маршрутах изготовления и конструкциях изделий микроэлектроники на основе кремния. Рассмотрены основные процессы создания интегральных схем: химическая и плазмохимическая обработка материала; введение примесей в кремний; выращивание окисла кремния и его охлаждение; литография; создание металлических соединений и контактов. Приведены методы моделирования процессов распределения примесей в полупроводниковых структурах. Для студентов и аспирантов, специализирующихся в области микроэлектроники и полупроводниковых приборов. Книга может быть использована также специалистами, работающими в данной области.



## Заклучение

Исследования токовых характеристик одно- и двухбазовых структур показали, что физические процессы в них имеют свои особенности, зависящие от свойств каждого из контактов. Характеристики двухбарьерной  $pAlGaInAs-nGaAs-Au$ -структуры с омическим контактом к гетерослою и выпрямляющим контактом с тыльной стороны базы несколько отличаются от характеристик однобарьерных диодов. В двухбарьерной  $p-n-m$ -структуре в режиме  $(+)pAlGaInAs-nGaAs-Au(-)$  имеет место медленный рост тока, стремящегося к насыщению. Это является следствием протекания тока через запираемый  $nGaAs-Au$ -переход, поскольку относительно полярности приложенного напряжения  $pAlGaInAs-nGaAs$ -гетеропереход является прямовключенным и в нем нет препятствий для инжектируемых из омического контакта гетерослоя дырок. В результате сопротивление структуры с ростом напряжения уменьшается, при этом толщина слоя объемного заряда гетероперехода также уменьшается, а  $nGaAs-Au$ -переход расширяется. Инжекция носителей в базовую область приводит к увеличению ее проводимости за счет изменения времени жизни и подвижности носителей.

Замена в этой структуре омического контакта к гетерослою на запираемый приводит к тому, что протекающий ток уменьшается примерно на два порядка, при этом двухбарьерная  $p-n-m$ -структура превращается в двухбазовую трехбарьерную  $m_1-p-n-m_2$ -структуру. Что касается сопротивления структуры, то оно с ростом напряжения несколько уменьшается, а затем постепенно возрастает. Соответственно, проводимость базовых областей остается неизменной, а инжекционные процессы исключаются. Физические процессы, протекающие в базовых областях  $m_1-p-n-m_2$ -структуры, управляются запираемыми  $m_1-p$ - и  $n-m_2$ -переходами. В  $m_1-p-n-m_2$ -структуре с ростом рабочего напряжения слои объемного заряда обоих барьеров «металл—полупроводник» расширяются, в то время как слой объемного заряда гетероперехода изменяется незначительно.

На основании сопоставления токовых характеристик  $pAlGaInAs-nGaAs-Au$ - и  $Au-pAlGaInAs-nGaAs-Ag$ -структур можно сделать вывод, что в двухбазовой  $m_1-p-n-m_2$ -структуре шумы и токи меньше, чем в однобазовой  $p-n-m$ -структуре [15]. Такие струк-

туры представляют интерес для волоконно-оптических систем.

## ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Трищенко М. А., Фример А. И. Фотоэлектрические полупроводниковые приборы с  $p-n$ -переходами // Сб. статей: Полупроводниковые приборы и их применение.— М.: Сов. радио, 1971.— Вып. 25.— С. 160—165.
2. Зи С. М. Физика полупроводниковых приборов. Кн. 2.— М.: Мир, 1984.— С. 150—155.
3. Аверин С. В. Определение характеристик контакта металл-полупроводник для встречно-штыревых фотодиодных структур // Письма в ЖТФ.— 1990.— Т. 16, вып. 4.— С. 49—53.
4. Ёдгорова Д. М., Якубов Э. Н. Детекторы оптического сигнала на основе  $Au-nSi-Al$  и  $Au-nSi$  диодов // Технология и конструирование в электронной аппаратуре.— 2005.— № 4.— С. 39—42.
5. Karimov A. V., Karimova D. A. Three-junction  $Au/AlGaAs(n)/GaAs(p)/Ag$  photodiode // Materials Science in Semiconductor Processing.— 2003.— Vol. 6, iss. 1—3.— P. 137—142.
6. Андреев В. М., Долгинов Л. М., Третьяков Д. Н. Жидкостная эпитаксия в технологии полупроводниковых приборов.— М.: Сов. радио, 1975.
7. А. с. 762253. Способ получения  $p-n$ -переходов на основе полупроводниковых соединений  $A^3B^5$  / А. В. Каримов, М. Мирзабаев.— 16.05 1980.
8. Пат. IAP 20060393 РУз. Устройство для жидкостной эпитаксии кольцеобразных слоев на основе соединений  $A^3B^5$  / Д. М. Ёдгорова, А. В. Каримов, Ф. М. Ашрапов и др.— 26.11 2008.
9. Ёдгорова Д. М., Ашрапов Ф. М. Исследование примесного фотоэффекта в микрослойных двухбарьерных  $p-n-m$ -структурах // Технология и конструирование в электронной аппаратуре.— 2006.— № 3.— С. 40—47.
10. Полевые транзисторы на арсениде галлия / Под ред. Д. В. Ди Лоренцо, Д. Д. Кандеулола.— М.: Радио и связь, 1988.
11. А. С. 167399. Трехбарьерный фотодиод Каримова / А. В. Каримов.— 8.05 1991.
12. Yodgorova D. M., Zoirova L. N., Karimov A. V. The determination of distribution of potential in three-barrier structure // Semiconductor Physics Quantum Electronics Optoelectronics.— 2006.— Vol. 9, N 3.— P. 36—40.
13. Каримов А. В., Ёдгорова Д. М. Одно- и двухбарьерные структуры для оптоэлектроники // Электроника.— 2005.— № 11.— С. 5—13.
14. Зоирова Л. Х. Влияние электрического поля на спектральную чувствительность трехбарьерной структуры // Узбекский Физический журнал.— 2008.— Т. 10, № 4—5.— С. 323—328.
15. Стафеев В. И. Электронные приборы на основе полупроводников // Технология и конструирование в электронной аппаратуре.— 2007.— № 5.— С. 3—13.

## НОВЫЕ КНИГИ

НОВЫЕ КНИГИ



Гуляева Л. Н. Технология монтажа и регулировка радиоэлектронной аппаратуры и приборов.— М.: Академия, 2009.— 256 с.

В учебном пособии приведены сведения об измерениях и измерительных приборах. Рассмотрены виды монтажа радиоэлектронной аппаратуры, технология монтажа источников питания, усилителей, генераторов, устройств импульсной и вычислительной техники, супергетеродинных радиоприемников и телевизоров, особенности монтажа микросхем на печатные платы. Описаны виды электромеханических устройств, а также изделий радиоэлектронной аппаратуры. Для учащихся учреждений начального профессионального образования.