

элементов системы и природой взаимодействия между ними. В рассматриваемом случае, направление самосогласованного процесса определяется особенностями энергетической структуры двух полупроводников и направлениями поля внешнего источника энергии и внутреннего поля перехода.

Литературы:

1. Шелль Э. Самоорганизация в полупроводниках. Неравновесные фазовые переходы в полупроводниках, обусловленные генерационно-рекомбинационными процессами: Пер. с англ. – Мир, 1991. – 464 с. ил.
2. Доменная электрическая неустойчивость в полупроводниках. В. Л. Бонч-Бруевич, И. П. Звягин, А. Г. Миронов. Гл. ред. физ.-мат.лит. Изд-во «Наука», 1972 г.
3. Хакен Г. Синергетика. – М.:Мир, 2000. 404 с.
4. Усыченко В. Г. Электронная синергетика. Физические основы саморганизации и эволюции материи: Курс лекций, - СПб.: «Издательство Лань», 2010. – 240 с
5. Николис Н., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. – М.: Мир, 2007. 96 с.
6. Викулин И.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. – М.: Сов. радио, 1980.– 296 с.
7. Пасынков В. В., Чиркин Л. В. Полупроводниковые приборы: Учеб. для вузов – Высш. шк., 1987. – 479 с.

А.Н.Құрмаш

*Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қарағанды, Қазақстан,
E-mail:altynay.kurmash@mail.ru*

Р-п ауысуда жүретін физикалық үдерістердегі синергетика элементтері

Қазіргі заманғы электроника элементтерін жасау үшін, алдымен шалаөткізгіштерде өздігінен жүретін үдерістерді зерттеу қажет. Шалаөткізгіштен жасалған құралдарда жүретін физикалық үдерістердегі синергетика элементтерін зерттеудің қажеттілігі, біріншіден, шалаөткізгіштен жасалған құралдардың көпшілігінің негізінде синергетика ұстанымдары жатады. Екіншіден, шалаөткізгіштер және олардан жасалған құралдар синергетика заңдылықтарын зерттеуге мүмкіндік беретін ерекше орта. Синергетика заңдылықтарының дұрыс, бұрыстығын тәжірибе жүзінде анықтауға мүмкіндік беретін, бірден - бір қолайлы орта шалаөткізгіштер және олардан жасалған құралдар болып табылады.

Шалаөткізгіштерден жасалған құралдар электрлік тұрақсыздықтар пайда болатын күрделі динамикалық жүйе болып табылады. Электрлік тұрақсыздықтарға токтың тұрақсыздығы, кездейсоқ ток пен кернеудің ауытқуы тағы басқалар жатады. Шалаөткізгіштердегі электрлік тұрақсыздықтар сыртқы электр өрісінің әсерінен, қосалқы заряд тасушылардың инжекциялауы әсерінен, сыртқы фотондар өрісінің әсерінен тағысын тағы басқалай пайда болуы мүмкін. Термодинамикалық жүйеде өздігінен жүретін үдерістер пайда болу үшін жүйе тепе-теңдік күйінен шығарылған, ашық-сыртқы ортамен, энергиямен, ақпараттармен алмасу мүмкіндіктері бар болу керек.

Шалаөткізгіштен жасалған құралдардың жұмыс ұстанымдарының негізінде жататын бейсызық үдерістердің (соқтығысу арқылы иондалу, бейсызық рекомбинация, заряд тасушылардың энергиясының электр өрісінің әсерінен артуы, заряд тасушылардың энергия спектрінің бір минимумнан екінші минимумына көшу кезінде, олардың эффектив массаларының өзгерісі т.т.с) физикалық негіздерін зерттеудің маңызы ерекше. Себебі, бейсызық үдерістердің ерекшеліктеріне сүйеніп, жаңа шалаөткізгіш құралдарын жасауға болады.

Егер энергия көзі мен шалаөткізгіштен жасалған құралды бір ғана ашық, орнықсыз термодинамикалық жүйе деп қарастырсақ, ондағы заряд тасушылар өздігінен жүретін үдерістерге қатысады. Өздігінен жүретін үдерістердің бағыты мен қарқындылығы жүйе элементтерінің қасиеттеріне және олардың өзара әрекеттесу сипатына байланысты.

P-n ауысу кезінде өз бетімен жүретін үдерістер: *P-n* ауысу деп өткізгіштік тектері әртүрлі шалаөткізгіштерден және олардың арасында пайда болған электр өрісінен тұратын құрылым.

Егер энергия көзі мен шалаөткізгіштен жасалған құралды - *p-n* ауысу бір ғана ашық, орнықсыз термодинамикалық жүйе деп қарастырсақ, ондағы заряд тасушылар өздігінен жүретін үдерістерге қатысады.

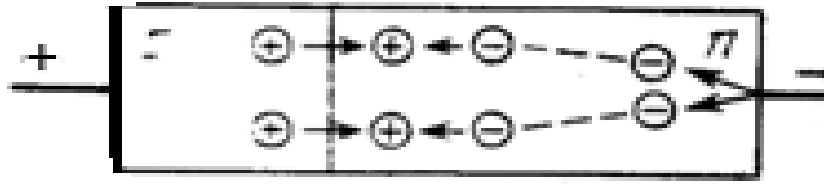
Мысалға, заряд тасушылардың шоғырлану дәрежесінің градиенттерінің әсерінен, *p*-тектес шалаөткізгіштегі кемтіктер *n*-тектес шалаөткізгішке өздігінен өтсе, ал *n*-тектес шалаөткізгіштегі электрондар *p*-тектес шалаөткізгішке өздігінен өтеді, диффузия тоғы пайда болады. Нәтижесінде, шалаөткізгіштердің іргелес қабаттарында иондалған берген және алаған қоспалардың әсерінен зарядталған қос қабат пайда болады. Зарядталған қос қабаттың электр өрісі заряд тасушылардың диффузиялануына кері әсер етеді, дәлірек айтқанда диффузия құбылысына қарсы бағытталған ығу тоғын тудырады. Диффузиялауға бөгет болатын потенциалық тосқауыл пайда бола бастайды. Ығу тоғының шамасы диффузия тоғының шамасына теңескенде, шалаөткізгіштердің жапсарлас қабаттары арқылы заряд тасымалдануы тоқталып, олардың арасында термодинамикалық тепе-теңдік орнайды.

Зарядталған қос қабаттың электр өрісінің әсерінен *p-n*-ауысу өңіріндегі заряд тасушылардың энергиялары координатқа байланысты өзгереді. Валенттік энергия жолағының төбесіне және өткізгіш энергия жолағының түбіне сәйкесті энергиялардың координатқа байланысты тәуелділігі пайда болады. *P*-шалаөткізгіштегі Ферми энергия деңгейі E_{Fp} көтеріліп *n*- шалаөткізгіштегі Ферми энергия деңгейі E_{Fn} төмендеп олар өзара теңескенде шалаөткізгіштердің арасында термодинамикалық тепе-теңдік орнайды. Шалаөткізгіштердің арасында шамасы Ферми энергия деңгейлерінің айырымына тең $q\phi_k = E = E_{Fn} - E_{Fp}$, диффузия құбылысын тежейтін, потенциалық тосқауыл пайда болады.

Сонымен, өткізгіштік тектері әртүрлі екі шалаөткізгіштерді негізгі заряд тасушыларымен еркін алмаса алатындай етіп түйістірсе заряд тасушылар келесідей өздігінен ұйымдасқан үдерістерге қатынасады:

- заряд тасушылардың реттелген бағытталған қозғалысы;
- шалаөткізгіштердің жапсарлас қабаттарының өздігінен зарядталуы;
- шалаөткізгіштердің іргелес өңірлерінде диффузия құбылысына кері әсер ететін потенциалық тосқауылдың пайда болуы;
- зарядталған қос қабат өңірінде электрондардың энергия деңгейлерінің өздігінен өзгеруі;
- *p* шалаөткізгіштің Ферми энергия деңгейі көтеріледі, ал *n* шалаөткізгіштің Ферми энергия деңгейі төмендеп, олар өзара теңескенде шалаөткізгіштердің арасында биіктігі Ферми энергия деңгейлерінің айырымына тең $q\phi_k = E = E_{Fn} - E_{Fp}$ потенциалық тосқауыл пайда болады.

Қосалқы заряд тасушылардың инжекциясы және экстракциясы: *P-n* ауысуға тура бағытта түсірілген кернеудің әсерінен электрондар мен кемтіктердің диффузия құбылысын тежейтін потенциалық тосқауылдың биіктігі өз бетімен төмендеп шалаөткізгіштердің ауысумен іргелес өңірлерінде қосалқы заряд тасушылардың шоғырлану дәрежелері өз бетімен артады, бұл құбылысты *инжекция-бұрку* дейді.



Сурет 1. n – шалаөткізгіштің электрбейтараптығын қалыпқа келтіруді сипаттайтын сұлба

N – өңірге инжекциялаған кемтіктердің оң зарядтарының электр өрісі электрондарды тартады. Электрондардың оң зарядтармен тартылуы нәтижесінде олардың босатқан өңірлерінде теріс зарядтардың жетіспеуі пайда болады. Шалаөткізгіштің электрбейтараптығын қалпына келтіру үшін сыртқы тізбектен өздігінен қосымша электрондар келеді, яғни электрондар өздігінен жүретін үдерістерге қатысады. Келген қосымша электрондардың саны өздігінен инжекциялаған кемтіктердің санына тең болады.

Әдебиеттер:

- 1 Ермағанбетов Қ.Т., Чиркова Л.В. Физикалық электроникаға кіріспе: Оқу құралы. –Қарағанды: «Print Shop» баспасы, 2017. – 196 б.
- 2 Викулин И. М., Стафеев В. И. Физика полупроводниковых приборов. – М.: Сов. радио, 1980. – 296 с.
- 3 Пасынков В. В., Чиркин Л. К. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. – 8-е издание, исправленное. – М.: Лань, 2006. – 480 с.
- 4 Ермағанбетов Қ.Т., Электртехника және электроника негіздері (электроника): Оқулық. 2-бөлім/Қ.Ермағанбетов, Л.Чиркова.-Нұр-Сұлтан:Фолиант, 2019.-328б.
- 5 Чиркова Л.В., Ермағанбетов К.Т. Основы физической электроники: Учеб. пособие. – Караганда: Изд-во КарГУ, 2016.-106 с.
- 6 Ермағанбетов Қ.Т. Цифрлық электроника: Оқу құралы. – Қарағанды: ҚарМУ баспасы, 2001. – 175 б.
- 7 Ақылбаев Ж.С., Ермағанбетов К.Т. Электр және магнетизм: Оқулық. 1-б. – Қарағанды: ҚарМУ баспасы, 2003. – 480 б.
- 8 Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, - 1980.
- 9 Хакен Г. Синергетика. Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир, 1985.
- 10 Усыченко В. Г. Самоорганизация электронов в электронных приборах в свете принципов механики и термодинамики//ЖТФ. 2006. Т.76. Вып.4. С.

Байдельдинов У.С., Атеев К.Б., Абиева М.С.

Каз Ну им.Аль-Фараби, г.Алматы-Казахстан, Baideldinov57@mail.ru

Перспективы совершенствования входных цепей радиоприемного устройства

Выбор оптимального радиоприемного устройства стояла и будет стоять во все времена, так как диалектика развития радиотехнических систем и человечества не стоит на месте. Мы рассмотрим возможности совершенствование элементов входных цепей радиоприемного устройства исходя из основных параметров по чувствительности и избирательности. Естественно, как и любой школяр, мы проведем анализ имеющихся достижении в этой области мирового практикума, одним словом представим простую картинку и задумаемся.