**Кременецька Яна Адольфівна. Вплив структури контактів на характеристики приладів НВЧ та пристроїв на їхній основі : Дис... канд. наук: 05.12.13 – 2008**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Кременецька Я. А. Вплив структури контактів на характеристики приладів НВЧ та пристроїв на їхній основі.**–Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій. – Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ, 2008.  Дисертацію присвячено дослідженню характеристик пристроїв НВЧ в залежності від структури контактів діодних активних елементів та знаходженню вимог до них з підвищенням робочої частоти. Шляхом моделювання структури контактів знайдені можливості підвищення ефективності НВЧ приладів, генерації електромагнітних коливань у діапазоні 100–1000 ГГц і шляхи створення нових типів НВЧ пристроїв.  Запропоновано апроксимації імпедансних характеристик ДГ і ЛПД, які враховують розходження у виборі структури кристалу й режиму роботи для генераторних і підсилювальних діодів, а також необхідність зміни структури кристалів при збільшенні частоти.  Запропоновано схему синтезатора-генератора сітки частот на основі кварцового генератора та двох генераторів Ганна: опорного високостабілізованого та широкосмугового, що перестоюється керуючим сигналом.  Показано, що вакуумно-напівпровідникові діоди на основі Si з вістрійним катодом типу зворотно-зміщеного p–n-переходу та на основі AlxGa1-xAs/GaAs з катодом у вигляді резонансно-квантової ями дозволяють шляхом вибору структури кристалу (бар’єрної структури) одержати генерацію коливань практично в усьому субміліметровому діапазоні довжин хвиль та електронне перестроювання частоти у вузькому діапазоні.  Ключеві слова: структура контакту, омічний контакт, вістрійні катоди, зворотно-зміщений p–n-перехід, вакуумно-напівпровідникові структури, резонансно-тунельні структури, пристрої НВЧ. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі досліджений вплив структури контакту на характеристики НВЧ приладів і пристроїв на їхній основі. За допомогою теоретичних досліджень, математичного моделювання контактних діодних структур та експериментальних досліджень знайдені можливості генерації електромагнітних коливань на частоті 100–1000 ГГц і шляхи створення нових типів НВЧ пристроїв. Підсумовуючи результати досліджень, можна зробити наступні висновки.  1. Проведено аналіз математичних моделей пристроїв на основі ДГ, ЛПД, вакуумно-напівпровідникових структур з катодом на основі автоелектронної емісії. Показано, що для ДГ у сантиметровому діапазоні довжин хвиль переважними є структури з омічними контактами, а в міліметровому діапазоні довжин хвиль необхідно створювати контакти з високоомним шаром поблизу катоду. ЛПД у всіх діапазонах повинні мати низькоомні контакти, вимоги до яких зростають зі збільшенням робочої частоти. Омічні контакти для кремнієвих ЛПД, як показано на основі теоретичних розрахунків та експериментальних даних, відомих з літератури, доцільно створювати на основі силіцидів палладія, титана й оксиду цинку.  Вакуумно-напівпровідникові структури з автоелектронною емісією повинні мати контакти з малою роботою виходу (наприклад, контакти з напилюванням алмазоподібної плівки). Однак такі діодні структури з реальними пролітними відстанями (порядку 1 мкм) можуть забезпечити генерацію тільки в діапазоні вище 1000 ГГц і при малому коефіцієнті корисної дії. Тріодні структури з катодом, вкритим алмазоподібною плівкою й напилюванням сітки безпосередньо на алмазоподібную плівку, ефективні, але через велику величину ємності катод–сітка їхня гранична частота обмежена порядком 200 ГГц.  2. Розраховані ВАХ плоских неоднорідностей контактів із БШ у вигляді включень, неоднорідностей у вигляді конуса на поверхні напівпровідника (збагаченого й збідненого електронами) у контакті з однорідною плівкою металу й металевими «острівковими» включеннями. Показано, що густина струму через контакт МП залежить від розмірів неоднорідностей (висоти й кута розкриву конуса, розмірів зерен металу на поверхні напівпровідника). Зокрема, для малих кутів розкриву конуса значення потенціалу на вістрі значно більше, ніж у плоскому випадку, що призводить до різкого зростання тунельної складової струму.  3. Запропоновано апроксимації імпедансних характеристик ДГ і ЛПД з врахуванням зміни структури кристалу, зокрема контакту, при змінюванні частоти, що дозволяє використовувати їх у широкому діапазоні частот. Для ДГ апроксимація враховує розходження у виборі структури кристала й режиму роботи для генераторних і підсилювальних діодів, а також необхідність зміни структури кристалів при збільшенні частоти. Для ЛПД апроксимації імпедансних характеристик необхідно враховувати, що при змінюванні частоти змінюється негативний опір робочої області кристала відносно омічного опору контакту.  4. Запропоновано поліпшену схему синтезатора-генератора сітки частот з низьким рівнем частотно-модульованих шумів і швидким дискретним перемиканням частоти, що включає генератор сітки частот на основі кварцового генератора, опорний стабілізований генератор на ДГ, змішувач, частотний дискримінатор й генератор ДГ кодовано керований напругою.  5. Дослідження показали, що на основі ЛПД можуть бути розроблені генератори «білого» шуму в широкій смузі частот зі СЩПШ порядку 15 дБ (приведеною до *kТ*0) при роботі нижче й вище лавинної частоти. Генератори стохастичних коливань (так називаного «сірого» шуму зі СЩПШ порядку 80–100 дБ приведеною до *kТ*0) в широкій смузі частот можуть бути розроблені в режимі роботи генераторів на основі ЛПД у режимі генерації, якщо зовнішня електродинамічна система містить два резонатори, близькі за частотою із власною частотою ЛПД (лавинною частотою). Ширина смуги шуму таких генераторів як теоретично, так й експериментально може досягати ширини смуги хвилеводу (60%). Показано, що більш високі рівні пікової потужності генераторів відеоімпульсів субнаносекундної тривалості досягаються в схемах із застосуванням ЛПД досить великої потужності (*L*25 мкм *N*d = 1015 см-3).  6. Розроблено математичну модель вакуумно-напівпровідникового діода з катодом на основі Si у вигляді зворотно-зміщеного p–n-переходу в режимі керованого лавинного пробою. На основі цієї моделі показано можливість генерації коливань в міліметровому та субміліметровому діапазонах довжин хвиль аж до 1000 ГГц шляхом вибору структури кристала та забезпечення електронного перестроювання частоти у вузькому діапазоні.  7. Показано, що структури з вістрійним катодом дозволяють істотно знизити анодну напругу, а також уможливлюють і надбар’єрну емісію електронів. При цьому затримка вильоту електронів становить половину періоду прикладеної напруги.  8. Показано можливість генерації коливань у діапазоні 100–1000 ГГц у діодах з катодом у вигляді резонансно-квантової ями. Залежно від бар’єрної структури AlxGa1-xAs/GaAs (і з вакуумним проміжком) як із плоским, так і з вістрійним катодом можливе керування оптимальною частотою існування негативної провідності (за рахунок зміни часу життя електрона на метастабільному рівні). | |