

организованных помех / С. В. Зайцев // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення систем захисту інформації в Україні. – 2006. – № 2(13). – С. 27-32.

8. Hanzo L. MIMO-OFDM for LTE, WiFi and WiMax. Coherent versus Non-coherent and Cooperative Turbo-transceivers / L. Hanzo, Y. Akhtman, L. Wang. – John Wiley & Sons. – 2011. 658 p.

9. Dahlman E. 4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband / E. Dahlman, S. Parkvall, J. Skold. – Academic Press is an imprint of Elsevier. – 2011. 431 p.

УДК 621.382

А.І. Сатюков, канд. фіз.-мат. наук

В.П. Журко, ст. викладач

Т.М. Тепла, асистент

М.О. Бивалькевич, ст. викладач

Чернігівський державний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ВУЗЬКОЗОННИХ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ АНТИМОНІДУ ВІСМУТУ ДЛЯ ІНДИКАЦІЇ НВЧ

Наводяться результати досліджень по використанню контакту $BiSb/n$ з металом для індикації НВЧ. Встановлено лінійність залежності вихідної напруги від поглиненої потужності. Отримана розрахункова залежність вольтватної чутливості від процентного вмісту In та зроблене порівняння її з експериментальними даними. Запропоноване пояснення розходження розрахункової та експериментальної залежностей.

Постановка проблеми

Розвиток НВЧ електронної техніки в останні роки потребує розширення гама різноманітних компонентів, що працюють у цьому діапазоні.

Одним з напрямів такого процесу є створення датчиків НВЧ потужності. При цьому слід відмітити, що для безперервного режиму НВЧ створені досить досконалі перетворювачі. За приклад можна назвати термістори і болометри. Вони повністю задовольняють потреби розробників відповідної вимірювальної техніки. Проте створення датчиків для вимірювань в імпульсному режимі і зараз є актуальною проблемою.

Аналіз досліджень і публікацій

До переліку існуючих перетворювачів імпульсної потужності НВЧ можна віднести тонкоплівочні болометри [4]. Принцип дії останніх не відрізняється від вказаних вище. Але за рахунок дуже малого об'єму речовини, що нагрівається, у таких приладів суттєво підвищується швидкодія. Існують датчики, які використовують у роботі термоелектричний ефект гарячих носіїв заряду в напівпровідниках. Вони здатні виділяти імпульси НВЧ з тривалістю менше за 1 мкс . До таких індикаторів відносяться діоди, що були описані в [1].

Спільною властивістю вищезгаданих приладів є те, що вони мають значення опору від десятків Ом до декількох кОм, що і визначає способи їх розміщення в НВЧ тракті.

Окремо в ряду існуючих датчиків НВЧ можна відмітити термоелектричні індикатори на основі напівметалу $BiSb$. Результати досліджень їх властивостей та характеристик ретельно описані в [2]. У вказаних роботах описано і принцип дії таких приладів. Він полягає в тому, що поблизу контакту малої площі виникає градієнт температури і, як наслідок, термоелектрорушійна сила.

Вольтватні характеристики таких індикаторів розраховані шляхом розв'язання рівняння теплопровідності. Розрахункові значення вольтватної чутливості співпадають з експериментальними у межах 10-11 %.

У термоелектричних індикаторів є недолік. Значення їх опору не перевищують 15 Ом. Отримання більших величин потребує створення контактів дуже малих розмірів, а цей шлях призводить до звуження динамічного діапазону і зменшення надійності. Матеріалом для виготовлення термоелектричних індикаторів є монокристали $BiSb$. Оптимальними при

цьому виявились кристали, які вмістять від 5 % до 20 % сурми. Саме такий процентний склад має найбільше значення коефіцієнта Зеєбека – більш ніж 100 мкВ/град.

Мета статті

Метою цієї роботи є приведення результатів досліджень термоелектричних індикаторів потужності НВЧ, що виготовлені з монокристалів BiSbIn, та уточнити можливий механізм процесів у контакті метал-BiSbIn на НВЧ.

Виклад основного матеріалу

Для виготовлення індикаторів були використані монокристали BiSbIn з різним процентним вмістом In. Результати досліджень деяких електрофізичних властивостей таких матеріалів наведені в [3].

Вимірювання проводились в діапазоні 3 см. Зразки матеріалу BiSbIn монтувались у стандартних патронах НВЧ діодів, які розміщувались у детекторній секції. Для створення робочого контакту використовувався вольфрамовий дріт, що був електролітично загострений.

Вольтватні характеристики отриманих індикаторів по поглиненій потужності показані на рис. 1.

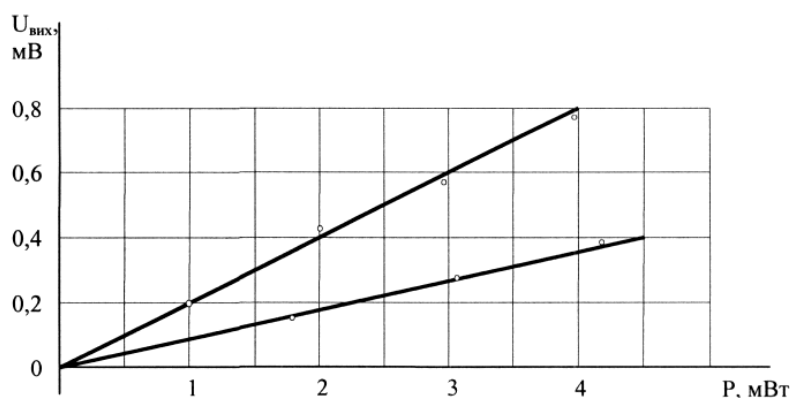


Рис. 1. Вольтватні характеристики індикаторів

Характеристики виявились лінійними, що співпадає з результатами досліджень подібних приладів, які виготовлялись з матеріалу BiSb.

У роботі [5], що присвячена дослідженням властивостей таких індикаторів, отримана формула для розрахунку вольтватної чутливості. За допомогою цього співвідношення була розрахована залежність чутливості досліджуваних зразків від процентного вмісту In. Значення коефіцієнта Зеєбека були визначені відповідно до результатів, що були отримані в [5] і показані на рис. 2.

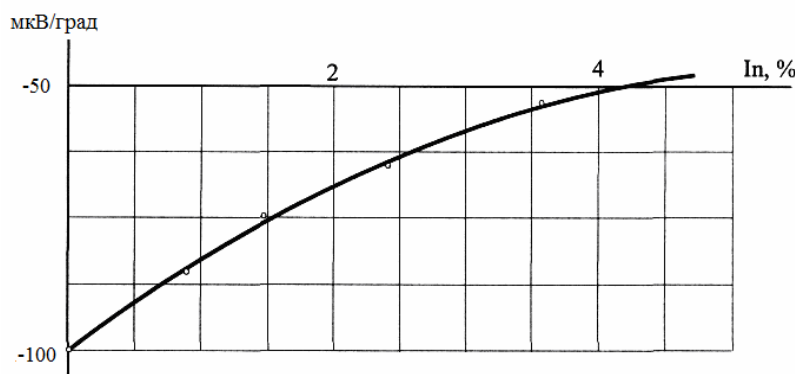


Рис. 2. Значення коефіцієнта Зеєбека

На рис. 3 показані результати таких розрахунків у порівнянні з експериментальними даними.

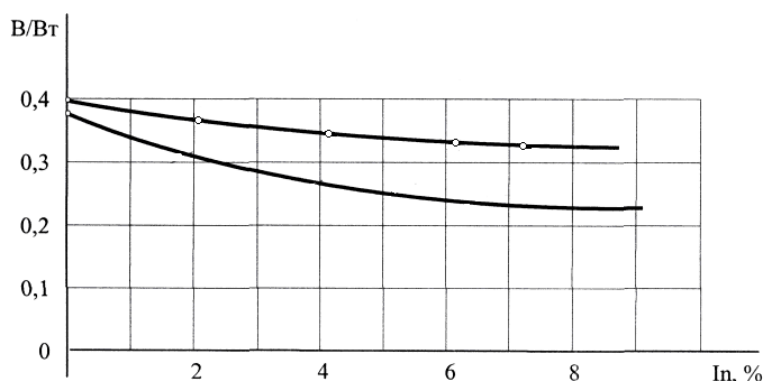


Рис. 3. Порівняння даних

Аналізуючи ці залежності, можна сказати, що для індикаторів, які виготовлені з матеріалу з малим вмістом In, спостерігається збіг розрахунків з експериментальними даними на рівні, що відповідає результатам [5]. Зі збільшенням вмісту In розходження між розрахунками і експериментальними даними стає більш суттєвим. При цьому слід відмітити, що це розходження не відповідає залежності, зображеній на рис. 2.

На нашу думку, причина такого розходження розрахунків з експериментальними даними може полягати в наступному:

Розрахунки чутливості індикаторів базуються на існуванні тільки одного процесу детектування НВЧ - звичайного термоелектричного ефекту. Для розуміння основного механізму процесу появи вихідного сигналу такий підхід повністю себе виправдовує.

Але матеріал BiSbIn є напівметалом. Характерною рисою напівметалів є поєднання властивостей металів і напівпровідників, що зумовлене специфічною будовою зонної структури. Поява атомів In починає змінювати розташування зон у цій структурі, причому в бік підсилення властивостей, характерних саме для напівпровідників (адже матеріал InSb є типовим вузькозонним напівпровідником). При цьому не виключено, що носії певного сорту утворюють з металом контакт, який може мати випрямляючі властивості. В цьому випадку до вихідного сигналу, зумовленого термоелектричним ефектом, додається складова за рахунок процесів у такому контакті. Збільшення вмісту In робить цю складову більш вагомою, і як наслідок зростає розходження залежностей, що наведені на рис. 3.

Висновки

Проведені дослідження показали, що контакти металу з матеріалом BiSbIn мають детектуючі властивості на НВЧ.

Вольтватні характеристики є лінійними.

Виявлено, що при збільшенні процентного складу In зростає розходження розрахунків вольтватної чутливості з експериментальними даними і запропоновано пояснення таких розбіжностей.

Список використаних джерел

1. А. с. №366617 ССРС, МКИ G 01 R 29/01. Термопарный индикатор СВЧ-излучения / В. Т. Плаксий, В. М. Светличный // Открытия. Изобретения. – 1972. – № 4. – С.72.
2. Плаксий В. Т. Об инерционности точечно-контактных СВЧ-детекторов на основе сплава BiSb / В. Т. Плаксий, В. М. Светличный // Известия вузов СССР. Радиоэлектроника. – 1991. – Т. 14, № 5. – С. 588-589.
3. Светличный В. М. Детекторы СВЧ излучения / В. М. Светличный, В. Т. Плаксий, А. И. Сатюков. – Харьков: ХГУ, 1992. – 152с.
4. Richards P.L. Bolometer for infrared and millimeter waves / P.L. Richards // Journal of Applied Physics. 1994. Vol. 76. No.1. P. 1-24.
5. Вольт-ваттная чувствительность контакта металл-полуметалл с учетом теплового потока через границу контакта / В. Т. Плаксий, О. Н. Сухоручко, Б. О. Ефимов, А. П. Касьяненко // Вестник Сумского государственного университета. Серия "Физика, математика, механика". – 2001. – № 3(24)-4(25). – С. 132-136.