

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет



II-а Міжнародна наукова конференція

***ВИМІРЮВАННЯ, КОНТРОЛЬ ТА
ДІАГНОСТИКА В
ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ***

(ВКДТС - 2013)

Збірник тез доповідей



Вінниця
29-31 жовтня 2013

БЕЗКОНТАКТНІ ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ТЕМПЕРАТУРИ З ЧАСТОТНИМ ВИХОДОМ НА ОСНОВІ ПІРОЕЛЕКТРИЧНИХ СТРУКТУР

Ключові слова: вимірювальний перетворювач температури, піроелектрична структура, функція перетворення, функція чутливості.

При дослідженні фізичних властивостей речовин у задачах контролю теплових режимів різноманітних технологічних процесів першочергове значення мають температурні вимірювання, які на сьогодні складають близько 40% усіх вимірювань, які здійснюються в промисловості [1]. У багатьох випадках необхідно здійснювати вимірювання температури важкодоступних технічних об'єктів, об'єктів, які знаходяться під електричним потенціалом, у радіоактивному або агресивному середовищі. Для цього доцільно використовувати безконтактні методи вимірювання температури, зокрема вимірювання температури за випромінюванням.

На сьогоднішній день розробкою теорії і практичного застосування піроелектричних структур займаються в таких наукових закладах як Запорізька державна інженерна академія, Інститут фізики НАН України, Національний університет "Львівська політехніка". Подальшим розвитком наукових досліджень у цьому напрямку для поліпшення параметрів перетворювачів температури є застосування реактивних властивостей і від'ємного опору для побудови інтегральних частотних перетворювачів. Цей напрямок досліджень базується на досягненнях наукової школи Вінницького національного технічного університету в розробці і дослідженні теоретичних основ реактивних властивостей і від'ємного опору у напівпровідникових приладах, що подано у монографії д.т.н., проф. В.С. Осадчука [2], теоретичні дослідження і розробка перетворювачів температури проведено д.т.н., проф. О.В. Осадчуком [3].

Актуальність представлених у доповіді досліджень полягає в тому, що на основі транзисторних структур з від'ємним опором (ТСВО) можна значно покращити точність вимірювання температури та розширити її діапазон у порівнянні з класичними пристроями вимірювання температури. Об'єктом дослідження є процес перетворення температури у частотний сигнал в чутливих напівпровідникових структурах. Предметом дослідження є метрологічні характеристики безконтактних вимірювальних перетворювачів температури на основі реактивних властивостей транзисторних структур з від'ємним опором.

В роботі було досліджено безконтактний вимірювальний перетворювач температури на основі піроелектричного конденсатора [4]. Схему вимірювального пристрою подано на рис. 1.

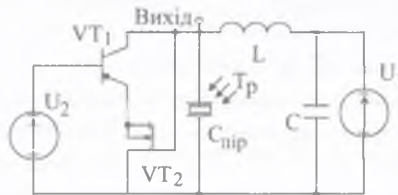


Рисунок 1 – Електрична схема вимірювального перетворювача температури на основі піроконденсатора

Завдяки досягненням сучасних технологій можливе отримання структури метал-піроелектрик-напівпровідник і в БіМОН-структурах [5]. На рис. 2 представлено пристрій для вимірювання температури на основі Бі-МОН транзисторної піроелектричної структури [6]. Транзисторна структура з від'ємним опором в даному пристрої виступає чутливим елементом, що дозволяє підвищити точність і чутливість вимірювання температури в порівнянні з пристроєм, що містить піроконденсатор, який використовується як чутливий елемент.

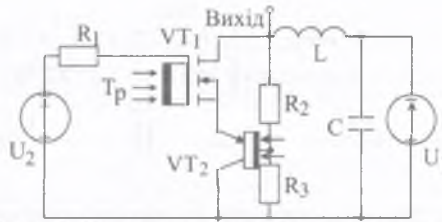


Рисунок 2 – Мікроелектронний пристрій для виміру температури

На рис. 3 представлено схему мікроелектронного піроелектричного сенсора температури з частотним виходом [7]. Паралельне під'єднання до піроелектричної транзисторної структури (рис. 2) піроелектричного конденсатора дає змогу підвищити чутливість і точність вимірювання температури, оскільки ємність коливального контуру, утвореного послідовним включенням індуктивного опору з ємнісним характером на електродах стік-колектор польового транзистора VT_1 і ємнісного опору біполярного транзистора VT_2 та індуктивним опором пасивної індуктивності L , буде змінюватися під дією теплового випромінювання більше, ніж у пристрої для вимірювання температури (рис. 2).

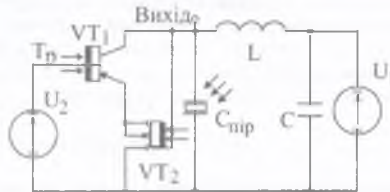


Рисунок 3 – Мікроелектронний піроелектричний сенсор температури з частотним виходом

Для підвищення чутливості вимірювання даних схем (рис. 2, рис. 3) пропонується використати індуктивний характер повного опору біполярного транзистора з RC-колом, яке легко реалізується у вигляді інтегральної схеми [2]. Отже, схеми безконтактних перетворювачів температури з активним індуктивним елементом подана на рис. 4. Коливальний контур в схемах перетворювачів утворюється паралельним з'єднанням повного опору з ємнісним характером на електродах стік-колектор польового транзистора VT_1 і біполярного транзистора VT_2 та повним опором з індуктивним характером на електродах емітер-колектор біполярного транзистора VT_3 .

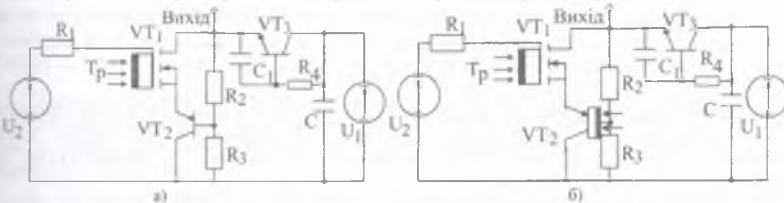


Рисунок 4 – Схеми безконтактних перетворювачів температури з активним індуктивним елементом: а) пристрій для вимірювання температури; б) мікроелектронний пристрій для вимірювання температури

Підвищити точність і чутливість вимірювання температури розроблених частотних перетворювачів (рис. 4) можна, використавши піротранзистор як активний індуктивний елемент. На рис. 5 представлено схему такого температурного вимірювача [8]. Теплова дія потужності випромінювання відомим способом [5] збільшує напругу, що існує на електродах база-емітер піротранзистора VT_3 , а це змінює значення повного опору з індуктивним характером, що і робить даний пристрій більш чутливим до дії температури.

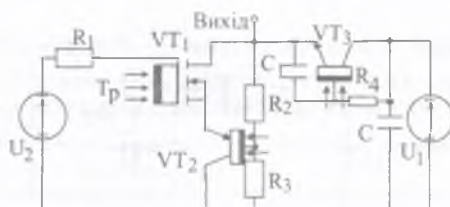


Рисунок 5 – Мікроелектронний пристрій для вимірювання температури з активним індуктивним піроелектричним елементом

Для порівняння розроблених схем безконтактних вимірювальних перетворювачів температури на основі піроелектричних структур необхідно провести оцінювання якості за основними нормованими метрологічними характеристиками засобів вимірювання, які визначаються державними стандартами, і дозволяють оцінити окремі властивості засобів вимірювання, які впливають на результати і похибки вимірювань [9]. Такими метрологічними характеристиками є функції перетворення і чутливості вимірювального перетворювача.

З аналізу функціонально-схемної реалізації безконтактних вимірювальних перетворювачів температури на основі піроелектричних структур видно, що найкращу чутливість мають схеми на основі структури метал-піроелектрик-напівпровідник, причому в найширшому діапазоні вимірювань. Тому пропонується провести більш детальне математичне моделювання саме цих схем вимірювальних перетворювачів температури з метою більш детального дослідження і отримання нормованих метрологічних характеристик пристроїв.

Список літературних джерел

1. Гоц Н.С. Сучасні проблеми інформаційної підтримки оптичної пірометрії / Н.С. Гоц // Актуальні проблеми економіки. – 2006. – №10 – С.45-51.
2. Осадчук В.С. Індуктивний ефект в напівпровідникових приборах. – К.: Вища школа, 1987. – 155 с.
3. Осадчук О.В. Мікроелектронні частотні перетворювачі на основі транзисторних структур з від'ємним опором. – Вінниця: «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 2000 – 303 с.
4. Патент України на корисну модель № 31114, (51) МПК (2006.01) G 01J 5/58. Мікроелектронний сенсор теплової потужності / В.С. Осадчук, О.В. Осадчук, С.В. Барабан, О.М. Ільченко; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет – №200713424; заявл. 03.12.2007; опубл. 25.03.2008. Бюл.№ 6.
5. Розробка радіовимірювальних мікроелектронних перетворювачів температури на основі структури метал-сегнетоелектрик-напівпровідник / В.С. Осадчук, О.В. Осадчук, С.В. Барабан, О.М. Ільченко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2008. – №3 – С. 94-97. – ISSN 1997-9266.
6. Патент України на корисну модель № 31170, (51) МПК (2006) G 01K 7/00. Пристрій для виміру температури / В.С. Осадчук, О.В. Осадчук, С.В. Барабан, О.М. Ільченко; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – №u200714154; заявл. 17.12.2007; опубл. 25.03.2008, Бюл. № 6.
7. Патент України на корисну модель № 42780, (51) МПК (2009) G 01K 7/00. Мікроелектронний піроелектричний сенсор температури з частотним виходом / В.С. Осадчук, О.В. Осадчук, С.В. Барабан; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – №u200815042; заявл. 26.12.2008; опубл. 27.07.2009, Бюл. № 14.
8. Патент України на корисну модель № 41856, (51) МПК (2009) G 01K 7/00. Мікроелектронний пристрій для вимірювання температури з активним індуктивним піроелектричним елементом / В.С. Осадчук, О.В. Осадчук, С.В. Барабан; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. – № 200900483; заявл. 23.01.2009; опубл. 10.06.2009, Бюл. № 11.
9. Лукінюк Михайло Васильович. Технологічні вимірювання та прилади: Навчальний Посібник / М.В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2007, - 436с. – ISBN 966-622-148-9.