

## МІКРОЕЛЕКТРОННИЙ ТЕНЗОМЕТРИЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*У роботі здійснено аналіз сучасних досягнень в області мікроелектронних тензочутливих перетворювачів. Досліджено фізичний механізм дії тиску на напівпровідники. Виконано оцінювання метрологічних параметрів тензочутливих перетворювачів тиску.*

**Ключові слова:** перетворювач, тиск, тензометричний, транзистор, радіовимірювальний.

### **Abstract**

*The paper analyzes modern achievements in the field of microelectronic strain-sensitive transducers. The physical mechanism of pressure action on semiconductors is investigated. The metrological parameters of strain-sensitive pressure transducers are estimated.*

**Keywords:** transducer, pressure, tensiometric, transistor, radio-measurement.

### **Вступ**

Швидкий розвиток сенсорної технології на основі мікроелектроніки вимагає дослідження теоретичних основ і практичного проектування радіометричних тензодатчиків, які роблять можливим вимірювання тиску. Крім того, удосконалення систем контролю, вимірювання та автоматизації управління є однією з необхідних умов нормальної роботи та гарного розвитку промисловості.

Аналізуючи поточний стан приладобудування в області мікроелектроніки вимірювання тиску в Україні, можна зробити висновок про очевидний розрив у порівнянні з продукцією закордонних провідних компаній [1]. Цей висновок підтверджує актуальність даної теми.

В даний час видатні досягнення технології мікроелектронних схем в основному відображені в обробці інформації та комп'ютерному обладнанні, і значна кількість функціональних компонентів досягла 6-7 рівнів інтеграції з використанням основних процесів.

Електронні системи керування також потребують впровадження досягнень мікроелектронної схемотехніки, переважно первинних перетворювачів фізичних величин, електронних пристроїв виконавчих механізмів [1].

У зв'язку з цим необхідно дослідити характеристики напівпровідникових приладів, які можна використовувати як датчики тиску, при використанні їх для мініатюризації електроніки виконавчих механізмів.

Подальшим розвитком наукових досліджень у напрямку вдосконалення параметрів фізичних перетворювачів інформації є використання реактивних характеристик і негативного опору для побудови інтегруючих перетворювачів частоти. У даному типі датчиків тиск перетворюється в частоту, що дозволяє за допомогою інтегрованих технологій виготовляти датчики, які значно підвищують чутливість, розширюють діапазон вимірюваних значень, підвищують надійність і тривалу стабільність параметрів [2]. Використання частоти як інформаційного параметра усуває потребу в аналого-цифрових перетворювачах для обробки інформації, тим самим знижуючи вартість систем контролю та управління.

Метою роботи є розроблення та дослідження мікроелектронного тензометричного перетворювача з частотним поданням інформації.

## Результати дослідження

На рисунку 1 схематично показаний перетворювач тиску з транзисторною структурою. Він являє собою тонку (10 мкм) кремнієву мембрану квадратної форми, обрамлену товстою (300 мкм) основою, що складає з мембраною єдиний монокристал кремнію. Площина мембрани збігається з кристалографічною площиною (001). Сторони мембрани орієнтовані по напрямках  $\langle 110 \rangle$  і  $\langle 1\bar{1}0 \rangle$ . Розмір сторони мембрани 1500 мкм, сторони всього кристала перетворювача 3250 мкм.

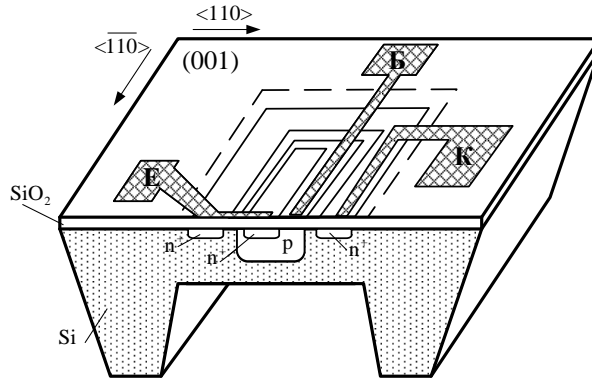


Рис. 1. Схематичний розріз мембранного перетворювача тиску з n-p-n біполярним транзистором

Для дослідження залежності тензочутливих властивостей від положення транзистора на мембрані розроблена спеціальна топологія транзисторної матриці (рис. 2), що дозволила вирішити поставлену задачу при порівняно невеликій кількості транзисторів на мембрані. При розробці топології використана кристалографічна симетрія властивостей кремнію.

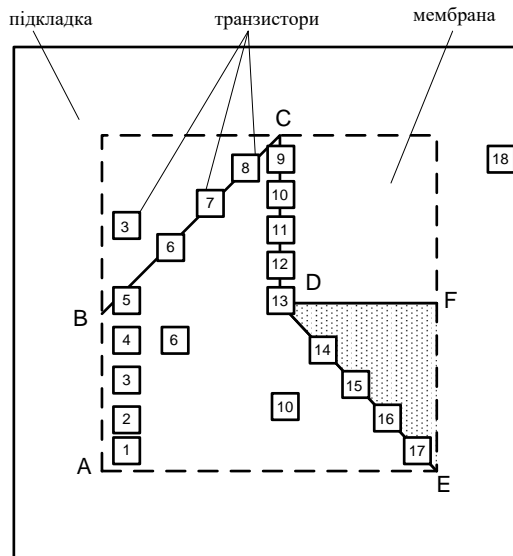


Рис. 2. Схематичний розріз мембранного перетворювача тиску з n-p-n транзистором

Для дослідження тензотранзисторів на всій поверхні мембрани досить дослідити ці властивості в заштрихованій області DEF на рисунку 2. Однак практичне розміщення навіть невеликого числа транзисторів у наведеній області викликає деякі труднощі під час проектування топології металевої розводки.

На основі властивостей симетрії можна розмістити транзистори по всій мембрані таким чином, що будучи симетрично перенесеними в область DEF, вони утворюють матрицю, що дозволяє судити про властивості тензотранзисторів у будь-якому місці зазначеної області, а отже, і всієї мембрани. Наприклад, транзистори можуть бути розташовані так, як показано на рисунку 3. При цьому уздовж кожного відрізка ламаної ABCDE можна при зазначених вище розмірах мембрани без утруднення розташувати по 5 транзисторів.

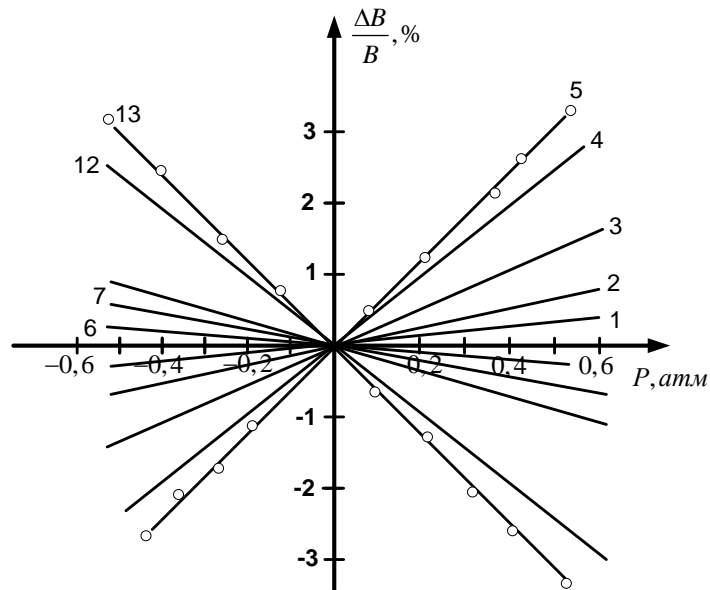


Рис. 3. Схема розташування тензотранзисторів на площині мембрани [4]

### Висновки

У роботі здійснено огляд методик вимірювання тиску, досліджено фізичний механізм дії тиску на напівпровідники, наведено схематичний розріз мембранного перетворювача тиску. Показано, що підвищення параметрів радіовимірювальних перетворювачів тиску можливо при використанні в якості тензочутливого елемента біполярного транзистора.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Крушевський Ю.В. Настроювання, регулювання та обслуговування РЕА. Навчальний посібник / Крушевський Ю.В., Шутило М.А., Семенов А.О., Коваль К.О. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 160 с.
2. Рудик А.В. До визначення точності результатів вимірювань / Рудик А.В., Дрючин О.О., Семенов А.О. // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції “Наука і освіта ’2005”. Том 62. Техніка. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. – С. 35-37.

**Семенов Андрій Олександрович** — д-р техн. наук, професор, професор кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [semenov.a.o@vntu.edu.ua](mailto:semenov.a.o@vntu.edu.ua)

**Онищук Олег Володимирович** - к.т.н., доцент кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [onyschukoleg@gmail.com](mailto:onyschukoleg@gmail.com)

**Пурик Сергій Сергійович** — студент групи МНТ-22м, кафедра інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [serik.joker@gmail.com](mailto:serik.joker@gmail.com)

**Чаленко Владислав Юрійович** — студент групи МНТ-22м, кафедра інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [uucheba35@gmail.com](mailto:uucheba35@gmail.com)

**Semenov Andriy Oleksandrovych** — Dr. Sc. (Eng.), Full Professor, Professor of the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [semenov.a.o@vntu.edu.ua](mailto:semenov.a.o@vntu.edu.ua)

**Onyshchuk Oleh Volodymyrovych** - Ph.D., Associate Professor of the Department information radioelectronic technologies and systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [onyschukoleg@gmail.com](mailto:onyschukoleg@gmail.com)

**Purik Sergiy Sergiyovych** — student of group MNT-22m, Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [serik.joker@gmail.com](mailto:serik.joker@gmail.com)

**Chalenko Vladislav Yurievich** — student of group MNT-22m, Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [uucheba35@gmail.com](mailto:uucheba35@gmail.com)