

XII
2013

Міністерство освіти і науки України
Українська технологічна академія
Редакція міжнародного науково-технічного журналу "ВОТТП"
Одеська національна академія зв'язку ім. О.С.Попова
Хмельницький національний університет
Редакція наукового журналу "Вісник ХНУ"
Вінницький національний технічний університет
Севастопольський національний технічний університет
Хмельницький обласний ЕНЦУМ
Видавництво "Техносфера"
Науково-технічний журнал "Фотоніка"
Томська група і студентське відділення Інституту інженерів
з електротехніки і радіоелектроніки IEEE



**ВИМІРЮВАЛЬНА
ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА
В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ
(ВОТТП-12-2013)**

Матеріали XII міжнародної
науково-технічної конференції

3 - 8 червня 2013 р.
Одеса

О. В. ОСАДЧУК, Я. О. ОСАДЧУК

Вінницький національний технічний університет

тел. (0432) 59-84-31

E-mail: osadchuk69@mail.ru

РАДІОВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ТИСКУ
НА ОСНОВІ ДВОСТОКОВОГО МДН-ТРАНЗИСТОРА

Переваги мікроелектронних перетворювачів перед традиційними обумовлені, насамперед, застосуванням у них як чутливого елемента напівпровідникового матеріалу, групових методів його обробки і формування в ньому вимірювальних й інших схем підсилення й обробки сигналу методами мікроелектронної технології.

П'єзоелектричні властивості кремнію обумовили його широке розповсюдження при виробництві сенсорів тиску. Кремній володіє високою чутливістю провідності до змін механічного навантаження та доброю відтворюваністю характеристик [1]. Перевагами сенсорів такого типу є: висока чутливість; добра лінійність; незначні гістерезисні явища; малий час спрацьовування; компактна конструкція; економічна планарна технологія виготовлення.

Під час проектування нових радіовимірювальних приладів висуваються все більш зростаючі вимоги у відношенні їх діапазону вимірювання, точності, чутливості, швидкодії, потужності споживання, надійності тощо. Радіовимірювальні перетворювачі з частотним виходом мають ряд переваг перед амплітудними, це полягає у значному підвищенні завадостійкості, що дозволяє збільшити точність виміру, а також у можливості одержання великих вихідних сигналів. Це створює передумови відмови від підсилювальних пристроїв у наступній обробці сигналів. Використання частотного сигналу в якості інформативного дозволяє відмовитися від аналого-цифрових перетворювачів, що підвищує економічність вимірювальної апаратури [2].

Схема радіовимірювального перетворювача тиску подана на рис.1. Тензочутливий двостоківий МДН-транзистор VT1, МДН-транзистор VT2 і біполярний транзистор VT3 реалізують генератор електричних коливань, в якому коливальний контур утворений ємнісною складовою повного опору з від'ємним значенням активної складової на електродах стік-стік транзисторів VT1, VT2 та індуктивною складовою повного опору на електродах колектор-емітер VT3. Таким чином, при дії тиску на тензочутливий двостоківий МДН-транзистор змінюється ємність коливального контуру генератора [3].

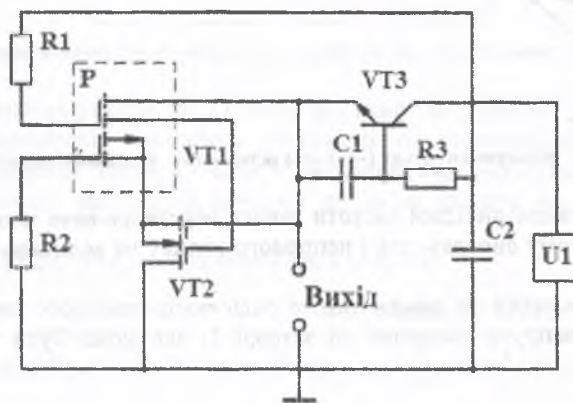


Рис. 1. Радіовимірювальний перетворювач тиску на основі двостоківого МДН-транзистора

Вплив тиску на еквівалентну ємність коливального контуру передається через зміну параметрів елементів еквівалентної схеми, тому функція перетворення описується рівнянням:

$$F_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{B + \sqrt{B^2 + 4L_{ekv} R_{SD1}^2(P) C_{SD1}^2(P) R_{SD2}^2 C_{SD2}^2 [R_{SD1}^2(P) C_{SD1}(P) + R_{SD2}^2 C_{SD2} - L_{ekv}]}{2L_{ekv} R_{SD1}^2(P) C_{SD1}^2(P) R_{SD2}^2 C_{SD2}^2}}, \quad (1)$$

де $B = R_{SD1}^2(P) C_{SD1}(P) R_{SD2}^2 C_{SD2}^2 + R_{SD2}^2 C_{SD2} R_{SD1}^2(P) C_{SD1}(P) - L_{ekv} R_{SD1}^2(P) C_{SD1}^2(P) - L_{ekv} R_{SD2}^2 C_{SD2}^2$,
 L_{ekv} – еквівалентна індуктивність коливального контуру, $R_{SD1}(P)$ – опір стік-витік транзистора VT1; $C_{SD1}(P)$ – ємність стік-витік транзистора VT1; R_{SD2} – опір стік-витік транзистора VT2; C_{SD2} – ємність стік-витік транзистора VT2;

Чутливість радіовимірювального перетворювача тиску визначається на основі виразу (1).

Теоретична і експериментальна залежність частоти генерації від тиску подано на рис.2. Чутливість радіовимірювального перетворювача, складає 34 кГц/кг/мм^2 (рис.3). Як видно з графіка, найбільша чутливість приладу лежить у діапазоні від $0,01 \text{ кг/мм}^2$ до 1 кг/мм^2 і складає $40 - 34 \text{ кГц/кг/мм}^2$. Адекватність розробленої моделі в порівнянні з експериментом визначено у вигляді відносної похибки, розбіжність теоретичних і експериментальних досліджень складає $\pm 3\%$.

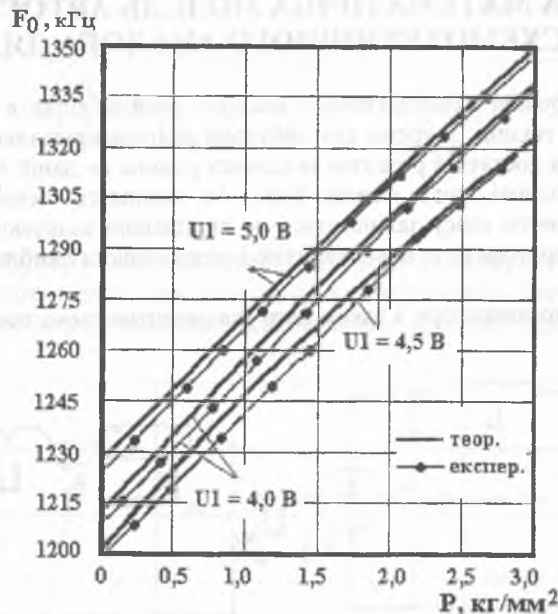


Рис. 2. Теоретична і експериментальна залежність частоти генерації від зміни тиску

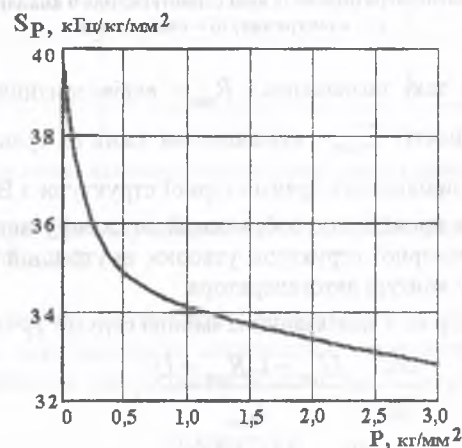


Рис. 3. Залежність чутливості від дії тиску

Висновки

Показана можливість прямого перетворення тиску в частоту на основі гібридної інтегральної схеми автогенератора, який складається з двостоківкового тензочутливого МДН-транзистора, МДН-транзистора та біполярного транзистора. Отримано аналітичну залежність функції перетворення. Теоретичні та експериментальні дослідження показали, що чутливість перетворювача складає $40 - 34 \text{ кГц/кг/мм}^2$.

Література

1. Мікроелектронні сенсори фізичних величин. За редакцією З.Ю.Готри. В 3 томах. – Львів: Ліга-Прес, 2003. Т.2. – 595 с.
2. Осадчук О.В. Мікроелектронні частотні перетворювачі на основі транзисторних структур з від'ємним опором. –Вінниця: «Універсум-Вінниця», 2000. – 303 с.
3. Осадчук В.С., Осадчук О.В. Реактивні властивості транзисторів і транзисторних схем. – Вінниця: «УНІВЕРСУМ – Вінниця», 1999. – 275 с.