



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **97960** (13) **U**  
(51) МПК

**G01K 7/01** (2006.01)

**G01K 7/34** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

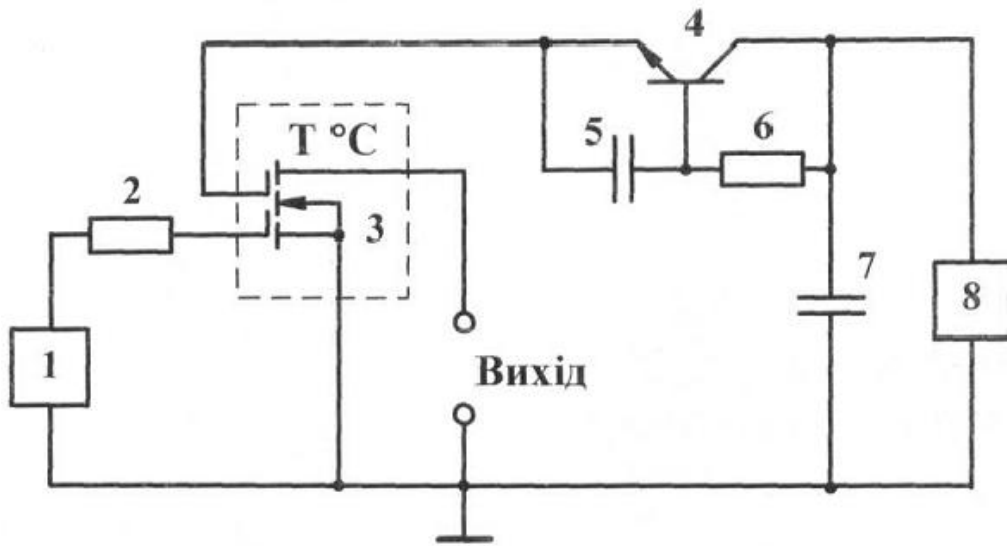
(21) Номер заявки: <b>u 2014 12022</b>	(72) Винахідник(и): <b>Осадчук Володимир Степанович (UA), Осадчук Олександр Володимирович (UA), Білилівська Ольга Петрівна (UA), Осадчук Ярослав Олександрович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>06.11.2014</b>	(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.04.2015</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.04.2015, Бюл.№ 7</b>	

## (54) МІКРОЕЛЕКТРОННИЙ СЕНСОР ТЕМПЕРАТУРИ З АКТИВНИМ ІНДУКТИВНИМ ЕЛЕМЕНТОМ

### (57) Реферат:

Мікроелектронний сенсор температури з активним індуктивним елементом містить два джерела постійної напруги, генератор електричних коливань на основі польового транзистора, який є термочутливим елементом, обмежувальний резистор, конденсатор, загальну шину та дві вихідні клеми, причому затвор польового транзистора через обмежувальний резистор з'єднаний із першим полюсом першого джерела постійної напруги, підкладка польового транзистора підключена до його витоку, перший вивід конденсатора з'єднаний із першим полюсом другого джерела постійної напруги, другий вивід конденсатора з'єднаний з другими полюсами першого та другого джерел постійної напруги, які утворюють загальну шину, до якої підключена друга вихідна клемма. Як польовий транзистор використаний термочутливий польовий двозатворний транзистор, крім того містить біполярний транзистор, другий конденсатор та резистор, причому другий затвор термочутливого польового двозатворного транзистора з'єднаний із емітером біполярного транзистора та першим виводом другого конденсатора, другий вивід якого з'єднаний із базою біполярного транзистора та першим виводом резистора, другий вивід якого з'єднаний із колектором біполярного транзистора, першим виводом першого конденсатора та першим полюсом другого джерела постійної напруги, стік термочутливого польового двозатворного транзистора утворює першу вихідну клему, а його витік підключений до загальної шини.

UA 97960 U



Корисна модель належить до області контрольно-вимірювальної техніки на базі напівпровідникової електроніки та може бути використана для вимірювання температури в різноманітних пристроях автоматичного керування.

Відомий детектор температури на основі біполярного транзистора [див. Фрайден Дж. 5  
Современные датчики. Справочник. - М.: Техносфера, 2005. - С. 500-502, рис. 16.19Б], який містить біполярний транзистор, резистор, джерело постійної напруги та дві вихідні клеми, причому позитивний полюс джерела постійної напруги підключений до першого виводу резистора, другий вивід якого з'єднаний із базою і колектором біполярного транзистора та утворює першу вихідну клему, емітер біполярного транзистора з'єднаний із негативним 10  
полюсом джерела постійної напруги, до якого підключена друга вихідна клемка. При цьому залежність напруги між першою та другою вихідними клемками пристрою від температури описується рівнянням:

$$U = \frac{E_g}{q} - \frac{2kT}{q} (\ln K - \ln I),$$

де  $E_g$  - ширина забороненої зони для кремнію при температурі абсолютного нуля за 15  
шкалою Кельвіна (0 K),  $q$  - заряд електрона,  $k$  - стала Больцмана,  $T$  - температура,  $K$  - константа, що не залежить від температури,  $I$  - струм через біполярний транзистор, що визначається виразом:

$$I = \frac{E - U}{R},$$

де  $E$  - значення напруги джерела постійної напруги,  $R$  - опір резистора, номінал якого 20  
рекомендується вибирати таким, щоб значення струму через біполярний транзистор дорівнювало 100 мкА.

Недоліком такого пристрою є низька чутливість вимірювання температури, особливо в області високих температур, оскільки при цьому виникають додаткові явища генерації носіїв заряду, що при підвищенні температури обумовлює зростання струму, який протікає через 25  
біполярний транзистор, і, відповідно, зменшення напруги між першою та другою вихідними клемками.

Найбільш близьким технічним рішенням є пристрій для вимірювання температури [див. патент України № 33404, МПК G01K 7/00, G01K 7/16, G01K 7/34, 2001, бюл. № 1], який містить 30  
два джерела постійної напруги, генератор електричних коливань у вигляді двох польових транзисторів, один з яких є термочутливим елементом, обмежувальний резистор, конденсатор, індуктивність, загальну шину та дві вихідні клеми, причому затвор першого польового транзистора через обмежувальний резистор з'єднаний з першим полюсом першого джерела постійної напруги, підкладки першого і другого польових транзисторів підключені до їх витоків, які з'єднані між собою, затвор другого польового транзистора з'єднаний зі стоком першого 35  
польового транзистора, до якого підключена перша вихідна клемка та перший вивід індуктивності, другий вивід якої з'єднаний із першим виводом конденсатора і першим полюсом другого джерела постійної напруги, при цьому другий вивід конденсатора з'єднаний з другим полюсом другого джерела постійної напруги, стоком другого польового транзистора і другим полюсом першого джерела постійної напруги, які утворюють загальну шину, до якої підключена 40  
друга вихідна клемка.

Недоліком такого пристрою є низька чутливість вимірювання при зростанні значення абсолютної температури. Це пов'язано з тим, що при підвищенні температури польового транзистора, який є термочутливим елементом, зміна ємнісної складової повного опору на електродах стік першого польового транзистора і стік другого польового транзистора є 45  
незначною, що приводить до малої зміни резонансної частоти коливального контуру.

В основу корисної моделі поставлена задача створення мікроелектронного сенсора температури з активним індуктивним елементом, в якому за рахунок введення нових елементів і зв'язків досягається підвищення чутливості і розширення діапазону вимірювання температури.

Поставлена задача вирішується тим, що в мікроелектронному сенсорі температури з 50  
активним індуктивним елементом, який містить два джерела постійної напруги, генератор електричних коливань на основі польового транзистора, який є термочутливим елементом, обмежувальний резистор, конденсатор, загальну шину та дві вихідні клеми, причому затвор польового транзистора через обмежувальний резистор з'єднаний із першим полюсом першого джерела постійної напруги, підкладка польового транзистора підключена до його витоків, 55  
перший вивід конденсатора з'єднаний із першим полюсом другого джерела постійної напруги, другий вивід конденсатора з'єднаний з другими полюсами першого та другого джерел постійної напруги, які утворюють загальну шину, до якої підключена друга вихідна клемка, в якості

польового транзистора використаний термочутливий польовий двозатворний транзистор, крім того введені біполярний транзистор, другий конденсатор та резистор, причому другий затвор термочутливого польового двозатворного транзистора з'єднаний із емітером біполярного транзистора та першим виводом другого конденсатора, другий вивід якого з'єднаний із базою біполярного транзистора та першим виводом резистора, другий вивід якого з'єднаний із колектором біполярного транзистора, першим виводом першого конденсатора та першим полюсом другого джерела постійної напруги, стік термочутливого польового двозатворного транзистора утворює першу вихідну клему, а його витік підключений до загальної шини.

Використання запропонованого пристрою суттєво підвищує чутливість і розширює діапазон вимірювання інформативного параметру за рахунок дії температури на весь ємнісний елемент коливального контуру, який виконаний у вигляді ємнісної складової повного опору на електродах стік і витік термочутливого польового двозатворного транзистора, внаслідок чого зміна ємнісної складової повного опору при дії температури виявляється більшою, ніж у відомому пристрої, що приводить до збільшення ефективної зміни резонансної частоти коливального контуру в широкому діапазоні температур.

На кресленні подано схему мікроелектронного сенсора температури з активним індуктивним елементом.

Пристрій містить перше 1 та друге 8 джерела постійної напруги, генератор електричних коливань на основі термочутливого польового двозатворного транзистора 3, обмежувальний резистор 2, біполярний транзистор 4, перший 7 і другий 5 конденсатори, резистор 6, загальну шину та дві вихідні клеми, причому перший затвор термочутливого польового двозатворного транзистора 3 через обмежувальний резистор 2 з'єднаний із першим полюсом першого джерела постійної напруги 1, підкладка термочутливого польового двозатворного транзистора 3 підключена до його витіку, перший вивід першого конденсатора 7 з'єднаний із першим полюсом другого джерела постійної напруги 8, другий вивід першого конденсатора 7 з'єднаний з другими полюсами першого 1 та другого 8 джерел постійної напруги, які утворюють загальну шину, до якої підключена друга вихідна клемка, другий затвор термочутливого польового двозатворного транзистора 3 з'єднаний із емітером біполярного транзистора 4 та першим виводом другого конденсатора 5, другий вивід якого з'єднаний із базою біполярного транзистора 4 та першим виводом резистора 6, другий вивід якого з'єднаний із колектором біполярного транзистора 4, першим виводом першого конденсатора 7 та першим полюсом другого джерела постійної напруги 8, стік термочутливого польового двозатворного транзистора 3 утворює першу вихідну клему, а його витік підключений до загальної шини.

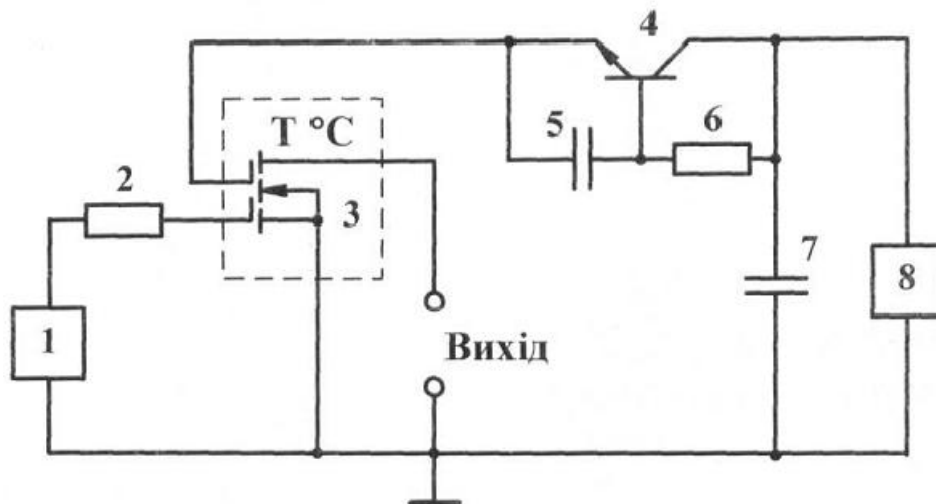
Мікроелектронний сенсор температури з активним індуктивним елементом працює таким чином.

В початковий момент часу вимірювання температури не відбувається, тобто мікроелектронний сенсор температури з активним індуктивним елементом знаходиться у середовищі зі стабільною температурою. Підвищенням напруги першого 1 та другого 8 джерел постійної напруги, які виконують роль напруги керування і напруги живлення відповідно, досягається така їх величина, що на електродах стік і витік термочутливого польового двозатворного транзистора 3 виникає від'ємний опір, що приводить до виникнення електричних коливань в контурі, який утворений включенням повного опору з ємнісною складовою на електродах стік і витік термочутливого польового двозатворного транзистора 3 та повного опору з індуктивною складовою на електродах емітер - колектор біполярного транзистора 4. Використання активного індуктивного елемента на основі біполярного транзистора 4 дозволяє виготовляти вимірювач індукції магнітного поля з активним індуктивним елементом в інтегральному вигляді та забезпечує можливість електричного регулювання величини індуктивності та добротності активного індуктивного елемента в широких діапазонах за рахунок зміни режиму електричного живлення. За рахунок вибору постійної напруги живлення здійснюється лінеаризація функції перетворення мікроелектронного сенсора температури з активним індуктивним елементом. Обмежувальний резистор 2 визначає режим живлення термочутливого польового двозатворного транзистора 3 від першого 1 та другого 8 джерел постійної напруги. Перший конденсатор 7 запобігає проходженню змінного струму через друге джерело постійної напруги 8. Другий конденсатор 5 і резистор 6 утворюють електричне коло з необхідним фазовим зсувом для здійснення повного опору з індуктивною складовою на електродах емітер - колектор біполярного транзистора 4, тобто визначають величину індуктивності та добротності активного індуктивного елемента на основі біполярного транзистора 4. При наступній дії температури на термочутливий польовий двозатворний транзистор 3 змінюються його параметри і характеристики: рухливість носіїв заряду, порогова напруга, зворотні струми переходів стоку і витіку тощо. Оскільки термочутливий польовий

двозатворний транзистор 3 виконує роль ємнісного елемента коливального контуру, то зміна його електричних характеристик викликає зміну ємнісної складової повного опору на електродах стік і витік термочутливого польового двозатворного транзистора 3, а це, в свою чергу, викликає зміну резонансної частоти коливального контуру, яка вимірюється на вихідних клеммах і є інформативним параметром для визначення температури.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Мікроелектронний сенсор температури з активним індуктивним елементом, який містить два джерела постійної напруги, генератор електричних коливань на основі польового транзистора, який є термочутливим елементом, обмежувальний резистор, конденсатор, загальну шину та дві вихідні клеми, причому затвор польового транзистора через обмежувальний резистор з'єднаний із першим полюсом першого джерела постійної напруги, підкладка польового транзистора підключена до його витіку, перший вивід конденсатора з'єднаний із першим полюсом другого джерела постійної напруги, другий вивід конденсатора з'єднаний з другими полюсами першого та другого джерел постійної напруги, які утворюють загальну шину, до якої підключена друга вихідна клемма, який **відрізняється** тим, що як польовий транзистор використаний термочутливий польовий двозатворний транзистор, крім того містить біполярний транзистор, другий конденсатор та резистор, причому другий затвор термочутливого польового двозатворного транзистора з'єднаний із емітером біполярного транзистора та першим виводом другого конденсатора, другий вивід якого з'єднаний із базою біполярного транзистора та першим виводом резистора, другий вивід якого з'єднаний із колектором біполярного транзистора, першим виводом першого конденсатора та першим полюсом другого джерела постійної напруги, стік термочутливого польового двозатворного транзистора утворює першу вихідну клему, а його витік підключений до загальної шини.



Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601