



УКРАЇНА

(19) UA (11) 90032 (13) C2
(51) МПК (2009)
G01J 1/44

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ТРАНЗИСТОРНИЙ ПІРОЕЛЕКТРИЧНИЙ ТЕМПЕРАТУРНИЙ СЕНСОР

1

2

(21) а200806900

(22) 19.05.2008

(24) 25.03.2010

(46) 25.03.2010, Бюл.№ 6, 2010 р.

(72) ОСАДЧУК ВОЛОДИМИР СТЕПАНОВИЧ,
ОСАДЧУК ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ, ПЛЬ-
ЧЕНКО ОЛЕНА МИКОЛАЇВНА, БАРАБАН СЕРГІЙ
ВОЛОДИМИРОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(56) US 4024560; 17.05.1977

US 3846820; 05.11.1974

US 2006/0163482 A1; 27.07.2006

DE 19753769 A1; 10.06.1999

JP 55054418 A; 21.04.1980

JP 55054419 A; 21.04.1980

(57) Транзисторний піроелектричний температур-
ний сенсор, що містить напівпровідникову підклад-
ку з областями стоку, витоку і каналу, на якій сфо-

рмовано шар піроелектрика і чутливий до випро-
мінювання електрод затвору, причому області сто-
ку, витоку і електрод затвору розташовані на одній
площині, а область витоку зв'язана з областю сто-
ку через область каналу, який **відрізняється** тим,
що вільна від піроелектрика поверхня підкладки є
чутливою до випромінювання і має над областю
каналу пази, площа перерізу кожного з яких задо-
вольняє співвідношення $S_1 = \frac{S}{n}$, де S_1 - площа

перерізу паза, S - площа каналу, n - число пазів, а
діаметр паза і відстань між сусідніми пазами не
менше, ніж на порядок перевищує довжину хвилі
випромінювання, дно кожного паза покрито піро-
електриком і пази виконано з протилежного від еле-
ктрода затвору боку області каналу у напівпровід-
никовій підкладці.

Винахід відноситься до галузі контрольно-
виміральної техніки і може бути використаний
для вимірювання потужності теплового випроміню-
вання.

Відомий мікроелектронний датчик потужності
випромінювань [Костенко В.Л., Швець Е.Я., Киселев
Е.Н., Омельчук Н.А. Измерительные преобразова-
тели на основе комбинированных твердотельных
структур. - Запорожье, издательство ЗГИА, 2001, -
101с. ISBN 966-7101-36-3]. Конструкція датчика
потужності випромінювань (ДПВ) наступна. ДПВ
містить чутливий елемент (ЧЕ), керуючий елемент
(КЕ) у вигляді плівки піроелектрика і виконавчий
елемент (ВЕ) у вигляді біполярного транзистора з
польовим керуванням (БТПК). Робота ДПВ супро-
воджується зміною вихідного параметра ВЕ в ре-
зультаті зміни потенціалу на одному з електродів
БТПК, електрично з'єднаному з піроелектриком.
Нагрівання піроелектрика відбувається за рахунок
перетворення потужності сигналу в тепло за
допомогою ЧЕ. З урахуванням того, що потужність
випромінювання W можна представити як суму
потужності, затрачуваної на переполяризацію пі-
роелектрика, розташованого між ЧЕ і ВЕ та потуж-

ності, що розсіюється датчиком шляхом випроміню-
вання і теплопровідності, математична модель
перетворення сенсора може бути представлена у
вигляді:

$$i_P = W \cdot \gamma \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right),$$

$$\text{де: } \gamma = \frac{p \cdot A^2 \cdot \eta \cdot 1}{\alpha \cdot \tau}$$

i_P - піроелектричний струм; t - час; p - піроеле-
ктричний коефіцієнт; η - коефіцієнт емісії; A - пло-
ща ЧЕ; α - постійна, що характеризує тепловіддачу
за допомогою теплопровідності і випромінювання;
 τ - постійна, що не залежить від температури і ча-
су.

Вираз для граничної потужності спрацьову-
вання датчика можна представити у вигляді:

$$W_{\text{ПОР}} = \frac{\tau^2 \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \alpha}{p \cdot \delta \cdot A \cdot \eta} \cdot \left(2,4 - \frac{2}{3} \cdot \theta \cdot U_{\text{бэ}}\right),$$

де: δ - товщина піроелектрика; θ - поправочний
коефіцієнт; $U_{\text{бэ}}$ - напруга база - емітер у БТПК.

Недоліком даного пристрою є те, що вихідний

(13) C2

(11) 90032

(19) UA

сигнал у вигляді електричного струму при подальшому обробленні потребує додаткові пристрої, що ускладнює будову пристрою вимірювання потужності випромінювання, збільшує похибку вимірювання, знижує економічність.

За прототип обрано піроелектричний сенсор електромагнітного випромінювання з польовим керуванням [Патент США №4024560, кл. H01L29/78, 1977], який містить напівпровідникову підкладку з областями стоку, витоку і каналу, на якій сформовано шар піроелектрика і електрод затвору, який є чутливим до випромінювання, причому області стоку, витоку і електрод затвору розташовані на одній площині, а витік зв'язаний зі стоком через канал, по якому протікає струм, керований напругою на електроді затвору.

Недоліком даного пристрою є невисока чутливість і обмежені функціональні можливості.

В основу винаходу поставлено задачу створення транзисторного піроелектричного температурного сенсора, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків досягається підвищення чутливості і розширення функціональних можливостей.

Поставлена задача досягається тим, що в транзисторному піроелектричному температурному сенсорі, який містить напівпровідникову підкладку з областями стоку, витоку і каналу, на якій сформовано шар піроелектрика і електрод затвору, який є чутливим до випромінювання, причому області стоку, витоку і електрод затвору розташовані на одній площині, витік зв'язаний зі стоком через канал, поверхня підкладки вільна від діелектрика і є чутливою до випромінювання, має над областю каналу пази, площа перерізу кожного з яких задовольняє наступне співвідношення:

$$S_1 < \frac{S}{n},$$

де S_1 - площа перерізу паза; S - площа

каналу; n - число пазів, а діаметр паза і відстань між сусідніми пазами не менше, ніж на порядок перевищує довжину хвилі випромінювання, дно кожного паза покрито піроелектриком, причому пази виконано з протилежного боку каналу у напівпровідниковій підкладці.

На кресленні наведено схему транзисторного піроелектричного температурного сенсора.

Транзисторний піроелектричний температурний сенсор містить напівпровідникову підкладку 1,

області стоку 2, витоку 3 і каналу 4, шар піроелектрика 5, електрод затвору 6, пази 7, 8, 9, причому області стоку 2, витоку 3 і електрод затвору 6 розташовані на одній площині, а пази 7, 8, 9 зроблені з протилежного боку каналу 4 у напівпровідниковій підкладці 1, а витік 3 зв'язаний зі стоком 2 через канал 4.

Транзисторний піроелектричний температурний сенсор працює наступним чином. Між електродом затвору 6 і напівпровідниковою підкладкою 1, областями витоку 3 та стоку 2 прикладається напруга таким чином, щоб стоковий р-п перехід був зміщений в зворотньому напрямку, а витоковий р-п перехід мав нульове або невелике додатне зміщення. Напруга між електродом затвору 6 і напівпровідниковою підкладкою 1 повинна бути рівною або вищою порогової. При цьому величини напруг стік 2 - витік 3 і на зворотно зміщених переходах область стік 2 - напівпровідникова підкладка 1 повинні бути значно меншими, ніж зміщення між електродом затвору 6 і напівпровідниковою підкладкою 1. При наступній дії теплового випромінювання на пази 7, 8, 9 і електрод затвору 6 теплова дія W викликає зміну температури ΔT шару піроелектрика 5 ($W \rightarrow \Delta T$), зміна температури ΔT зумовлює появу зарядів ΔQ на електродах шару піроелектрика 5 ($\Delta T \rightarrow \Delta Q$), заряд ΔQ на електродах шару піроелектрика 5 створює різницю потенціалів $U(\Delta Q \rightarrow U)$, яка додається до напруги, що існує між електродом затвору 6 і напівпровідниковою підкладкою.

1. Якщо освітлюється лише один із пазів 7, 8, 9, то сигнал на виході виявляється набагато меншим свого максимального значення і може бути прийнятим в якості логічного нуля. При повному затемненні всіх пазів 7, 8, 9 сигнал на виході також дуже малий і відповідає нульовому рівню.

В оптимальному варіанті, що забезпечує стабільну роботу транзисторного піроелектричного температурного сенсора в схемах, число пазів повинно бути рівне 5. Для забезпечення достатньої чутливості транзисторного піроелектричного температурного сенсора до випромінювання необхідно, щоб при даній кількості пазів площа їх поперечного перерізу була максимальною і щоб своїм нижнім торцем вони якомога ближче примикали до верхньої межі індукваного каналу.

