



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **119222** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
H01L 35/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2017 06951	(72) Винахідник(и): Хворостяний Андрій Дмитрович (UA), Гензель Віталій (DE)
(22) Дата подання заявки: 03.07.2017	(73) Власник(и): Хворостяний Андрій Дмитрович, провулок Пролетарський, буд. 23, м. Умань, Черкаська обл., 20301 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.09.2017	(74) Представник: Низова Інна Олександрівна, реєстр. №373
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.09.2017, Бюл.№ 17	

(54) ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИЙ ГЕНЕРАТОР

(57) Реферат:

Термоелектричний генератор містить виконаний з можливістю відбору тепла з навколишнього середовища напівпровідниковий блок, який містить щонайменше одну пару з'єднаних між собою варизонних напівпровідників, яка складається з варизонного напівпровідника р-типу та варизонного напівпровідника n-типу, при цьому широкозонна сторона Р щонайменше одного варизонного напівпровідника р-типу з'єднано з вузькозонною стороною n щонайменше одного варизонного напівпровідника n-типу, а при наявності щонайменше однієї пари варизонних напівпровідників широкозонна сторона N щонайменше одного варизонного напівпровідника n-типу з'єднана з вузькозонною стороною р щонайменше одного варизонного напівпровідника р-типу.

UA 119222 U

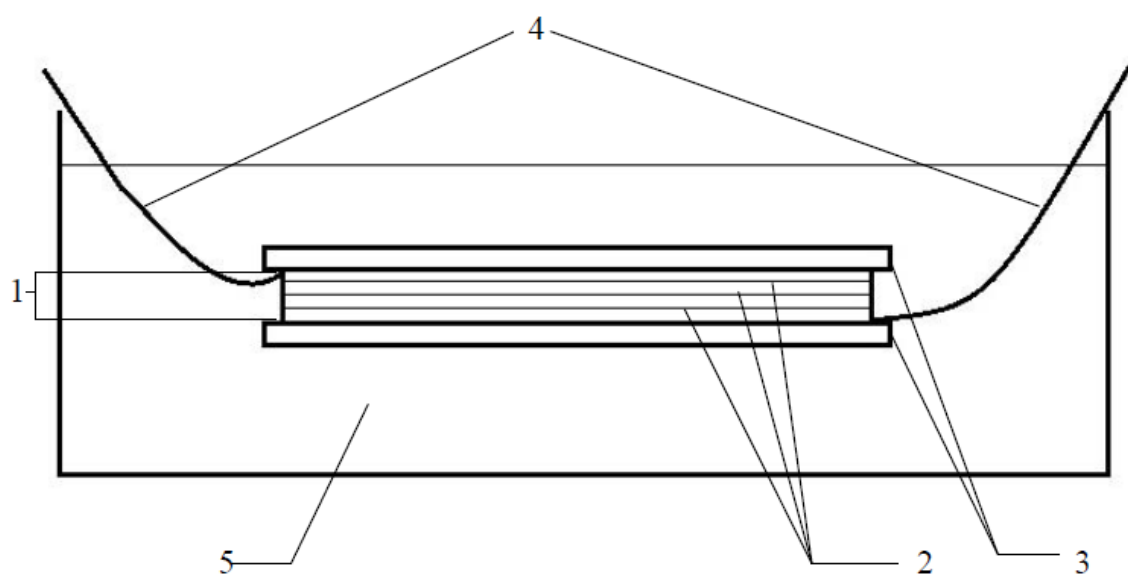


Fig. 1

Корисна модель належить до електричних генераторів, а саме до термоелектричних генераторів, які використовують у своїй роботі термоелектричні властивості варизонних р-п структур, тобто властивості варизонних напівпровідників з акцепторними та донорними домішками (варизонних напівпровідників р- та n-типу відповідно) та р-п переходів між ними, і

може бути використана для живлення побутових електроприладів, зарядження елементів живлення переносних електронних пристроїв або іншого.

Запропонована корисна модель не має аналогів, у відкритих джерелах патентної та науково-технічної інформації відсутні дані щодо існування пристроїв, подібних до заявленого за конструкцією та принципом роботи. Серед відомих термоелектрогенераторів не виявлено пристрій, який характеризується поєднанням варизонних напівпровідників з акцепторними та донорними домішками і використання властивостей р-п переходів між вказаними варизонними напівпровідниками. З рівня техніки відомі термоелектрогенератори, в яких використовують властивості р-п переходів, зокрема термоелектрогенератори, на які видано охоронні документи (патент RU 93584 U1 (опублікований 27.04.2010 р., Бюл. № 10), патент RU 2575614 C2 (опублікований 20.02.2016 р., Бюл. № 5), патент RU 2575618 C2 (опублікований 20.02.2016 р., Бюл. № 5), патент RU 2595911 C2 (опублікований 27.08.2016 р., Бюл. № 24), патент UA 72099 U (опублікований 10.08.2012 р., Бюл. № 15)), але вони не є подібними до запропонованої корисної моделі за своїми суттєвими ознаками, зокрема за конструкцією та принципом роботи, а також технічним результатом, що досягається при здійсненні корисної моделі.

Разом з тим для відомих на даний час термоелектричних генераторів, що використовують у роботі властивості р-п переходів, зокрема тих, які вказані вище, характерне зниження коефіцієнта корисної дії (ККД) внаслідок потреби у витратах енергії на підтримання різниці температур на контактах напівпровідників для використання ефекту Зеебека. Підтримання різниці температур на контактах напівпровідників у відомих термоелектричних генераторах здійснюють за допомогою охолодження та нагрівання напівпровідників відповідними пристроями, такими як вентилятори, насоси, обігрівачі, пальники та іншими, робота яких потребує значних витрат електроенергії з зовнішнього джерела або з термоелектрогенератора, або витрат палива, або використання складного обладнання для відбору тепла з навколишнього середовища. При цьому використання р-п переходу як такого, зокрема анізотипного гетеропереходу між напівпровідниками у складі відомих термоелектрогенераторів, в незначній мірі підвищує ККД термоелектрогенератора та кількість електроенергії, що виробляється, порівняно з тими типами електрогенераторів, робота яких основана на інших електромагнітних явищах, ніж термоелектричні, або відбувається без використання р-п переходів або гетеропереходів. В свою чергу низький ККД зумовлює недостатню потужність термоелектричних генераторів. З причини недостатньої потужності відомі термоелектрогенератори не можуть ефективно використовуватися наприклад для живлення побутових електроприладів або заряджання елементів живлення переносних електронних пристроїв, тобто у побуті, і можуть бути використані лише в обмеженій кількості випадків.

Потреба у нагріванні та охолодженні контактів між напівпровідниками і відповідними пристроями також ускладнює конструкцію відомих термоелектрогенераторів, що відповідно ускладнює їх використання та потребує використання дорогих матеріалів, складних процедур та обладнання, великих витрат енергії, часу та праці для їх виробництва, що відповідно здорожує вироб.

Окрім цього конструкція відомих термоелектричних генераторів є надмірно ускладненою, оскільки зумовлена, зокрема, складним взаємним розташуванням напівпровідників, наприклад у вигляді гілок або каскадів, що, у свою чергу, ускладнює використання термоелектричних генераторів та потребує використання дорогих матеріалів, складних процедур та обладнання, великих витрат енергії, часу та праці для їх виробництва, що відповідно здорожує вироб.

Проте, враховуючи зростаючу потребу у дешевих, безпечних для користувача та навколишнього середовища, невеликих за розмірами, простих у використанні джерелах електроенергії, існує відповідна потреба у термоелектрогенераторах, які разом з вищевказаними властивостями характеризуються також високим ККД, тобто перетворюють максимально можливу кількість отриманої теплової енергії в електричну за мінімальний проміжок часу, чим досягається оптимальне відношення корисно використаної енергії до сумарної кількості енергії, отриманої термоелектрогенератором.

В основу корисної моделі поставлена задача створення нового термоелектричного генератора, який характеризується підвищеним ККД та підвищеною потужністю за відсутності потреби у підтриманні різниці температур на контактах напівпровідників, їх нагрівання та охолодження, простотою конструкції та використання, здешевленим процесом виробництва.

Поставлена задача вирішується тим, що термоелектричний генератор, який, відповідно до корисної моделі, містить виконаний з можливістю відбору тепла з навколишнього середовища напівпровідниковий блок, який містить щонайменше одну пару з'єднаних між собою варизонних напівпровідників, що складається з варизонного напівпровідника р-типу та варизонного напівпровідника п-типу, при цьому широкозонну сторону Р щонайменше одного варизонного напівпровідника р-типу з'єднано з вузькозонною стороною п щонайменше одного варизонного напівпровідника п-типу, а при наявності щонайменше ще однієї пари варизонних напівпровідників широкозонну сторону N щонайменше одного варизонного напівпровідника п-типу з'єднано з вузькозонною стороною р щонайменше одного варизонного напівпровідника р-типу.

При цьому на зовнішніх поверхнях напівпровідникового блока, одна з яких є зовнішньою поверхнею варизонного напівпровідника р-типу з вузькозонною стороною р або складається з зовнішніх поверхонь варизонних напівпровідників р-типу з вузькозонними сторонами р, а інша є зовнішньою поверхнею варизонного напівпровідника п-типу з широкозонною стороною N або складається з зовнішніх поверхонь варизонних напівпровідників п-типу з широкозонними сторонами N, закріплено контактні елементи з контактними поверхнями, які виконано з можливістю відбору тепла з навколишнього середовища, а до вузькозонної сторони р першого та широкозонної сторони N останнього варизонних напівпровідників р-типу та п-типу відповідно приєднано по виводу.

При цьому у варіанті виконання на зовнішній поверхні напівпровідникового блока, що складається з зовнішніх поверхонь варизонного напівпровідника або напівпровідників р-типу з вузькозонною стороною або сторонами р та варизонного напівпровідника або напівпровідників п-типу з широкозонною стороною або сторонами N, закріплено контактний елемент з контактною поверхнею, який виконано з можливістю відбору тепла з навколишнього середовища, а до вузькозонної сторони р першого та широкозонної сторони N останнього варизонних напівпровідників р-типу та п-типу відповідно, приєднано по виводу.

При цьому варизонні напівпровідники містять кремній та германій.

При цьому донорною домішкою у варизонному напівпровіднику п-типу є п'ятивалентний фосфор, а акцепторною домішкою у варизонному напівпровіднику р-типу є тривалентний бор.

При цьому товщина варизонних напівпровідників становить від 0,2 мм.

Технічний результат корисної моделі полягає у підвищенні ККД та потужності термоелектричного генератора, відсутності потреби у підтриманні різниці температур на контактах напівпровідників, економічності використання, простоті конструкції та використання, здешевленні процесу виробництва, розширенні області використання.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак, що заявляються, та технічним результатом полягає у наступному.

У сукупності суттєвих ознак запропонованого термоелектричного генератора забезпечується підвищення ККД та потужності термоелектричного генератора, завдяки виконанню напівпровідників варизонними, тобто з матеріалів, які мають неоднакову ширину забороненої зони і, відповідно, формують вузькозонну та широкозонну сторони напівпровідника, термоелектричними властивостями варизонних напівпровідників та варизонних р-п структур напівпровідникового блока, взаємозв'язком та взаємодією широкозонних сторін Р з вузькозонними сторонами п та вузькозонних сторін р з широкозонними сторонами N варизонних напівпровідників, відсутність потреби у підтриманні різниці температур у місці контакту напівпровідників внаслідок відсутності потреби у використанні термоелектричного ефекту Зеебека, і відповідно, потреби у нагріванні та охолодженні контактів напівпровідників або підтриманні різниці температур, для ефективної роботи заявленого термоелектричного генератора, простота конструкції та використання, здешевлення процесу виробництва внаслідок уникнення потреби у складному взаємному розташуванні напівпровідників, додатковому обладнанні для підтримання різниці температур на контактах напівпровідників, відсутності складних за будовою або складних у виготовленні елементів конструкції, зниженні витрат матеріалів, енергії, часу та працевитрат на виробництві запропонованого термоелектричного генератора.

Виконання термоелектричного генератора з напівпровідниковим блоком, що містить щонайменше одну пару з'єднаних між собою варизонних напівпровідників, яка складається з варизонного напівпровідника р-типу та варизонного напівпровідника п-типу, які містять хімічні елементи або їх сполуки, що мають неоднакову ширину забороненої зони, та виконання напівпровідникового блока таким чином, що вузькозонна сторона р щонайменше одного варизонного напівпровідника р-типу з'єднана з широкозонною стороною N щонайменше одного варизонного напівпровідника п-типу, а вузькозонна сторона п щонайменше одного варизонного

напівпровідника *p*-типу з'єднана з широкозонною стороною *P* щонайменше одного варизонного напівпровідника *p*-типу, забезпечує підвищення ККД та потужності термоелектричного генератора, відсутність потреби у підтриманні різниці температур на контактах напівпровідників, нагрівання та охолодження напівпровідників з наступних причин.

Внаслідок виконання напівпровідників *p*-типу варизонними, тобто з хімічних елементів або їх сполук, що мають неоднакову ширину забороненої зони, у кожному з напівпровідників *p*-типу напівпровідникового блока наявна широкозонна сторона *P*, яка містить хімічний елемент або сполуку, що має велику ширину забороненої зони, та вузькозонна сторона *p*, яка містить хімічний елемент або сполуку, що має ширину забороненої зони меншу за ширину відповідного матеріалу широкозонної сторони *P*. При цьому внаслідок варизонного характеру напівпровідника *p*-типу ширина забороненої зони поступово зменшується разом із поступовою зміною у хімічному складі напівпровідника у одному напрямку, від широкозонної сторони *P* до вузькозонної сторони *p*. Таке виконання напівпровідників *p*-типу дозволяє при нагріванні контактної поверхні відповідного контактного елементу теплоносієм отримати зовнішнє напруження, яке необхідне для прямого зміщення *p*-*n* переходу, за рахунок руху неосновних носіїв заряду з широкозонної сторони *P* напівпровідника *p*-типу під дією квазіелектричних полів, а також створити умови для надлишкової концентрації неосновних носіїв заряду для створення дифузійного струму підвищеної потужності в умовах одnobічної інжекції та суперінжекції вказаних носіїв заряду.

Відповідне виконання варизонних напівпровідників *p*-типу напівпровідникового блока та їх взаємне розташування з варизонними напівпровідниками *p*-типу необхідне для обмеження дрейфового струму, що перешкоджає дифузійному струму. Так нагрівання контактної поверхні відповідного контактного елементу створює лише дрейфовий струм основних носіїв заряду варизонного напівпровідника *p*-типу через анізотипний гетероперехід *p*-*P*, оскільки рух неосновних носіїв заряду з широкозонної сторони *N* до вузькозонної сторони *p* напівпровідника *p*-типу не відбувається. При цьому дрейфовий струм має невелику потужність та не перешкоджає дифузії неосновних носіїв заряду з варизонних напівпровідників *p*-типу.

Внаслідок виконання напівпровідникового блока таким чином, що вузькозонна сторона *p* щонайменше одного варизонного напівпровідника *p*-типу з'єднана з широкозонною стороною *P* щонайменше одного варизонного напівпровідника *p*-типу, а вузькозонна сторона *p* щонайменше одного варизонного напівпровідника *p*-типу з'єднана з широкозонною стороною *N* щонайменше одного варизонного напівпровідника *p*-типу, відбувається пряме зміщення *p*-*n* переходу, при якому неосновні носії заряду з варизонного напівпровідника *p*-типу за рахунок теплового руху потрапляють до варизонного напівпровідника *p*-типу, долаючи певний енергетичний бар'єр у *p*-*n* переході, який у даному випадку є анізотипним гетеропереходом. Вказана дифузія неосновних носіїв заряду через *p*-*n* перехід відбувається в умовах одnobічної інжекції або суперінжекції. Внаслідок цього підвищується потужність дифузійного струму, а також відбувається локалізація надлишкових носіїв заряду в гетероструктурі *p*-*P*-*n*-*N*, що дозволяє обмежити рекомбінацію носіїв заряду, підтримувати енергетичну нерівновагу у напівпровідниковому блоці без додаткових витрат енергії.

У випадку використання гетероструктури *P*-*p*-*N*-*N* відбуваються процеси, що подібні до описаних вище, які відрізняються лише тим, що неосновними носіями заряду, які формують дифузійний струм підвищеної потужності та приймають участь у одnobічній інжекції або суперінжекції, є електрони. Кількість енергії, яку виробляє заявлений термоелектричний генератор, збільшується, якщо напівпровідниковий блок містить множину пар варизонних напівпровідників *p*-типу та *p*-типу, оскільки потужність дифузійного струму збільшується відповідно до збільшення кількості *p*-*n* переходів.

Таким чином суттєві ознаки запропонованого термоелектричного генератора, а саме виконання його складових та їх взаємне розташування, і принципи взаємодії складових зумовлюють отримання струму, в якому переважає дифузійна складова, потужність якого вища за потужність струму, отриманого відомими термоелектрогенераторами.

Підвищення ККД заявленого термоелектричного генератора досягається за рахунок того, що при вказаному вище виконанні напівпровідникового блока для отримання струму не використовують ефект Зеебека, що, в свою чергу, усуває потребу у витратах енергії на підтримання різниці температур на контактах напівпровідників та одночасне нагрівання та охолодження напівпровідників, а також потребу у використанні складного обладнання для вказаних вище операцій. Фактично для ефективної роботи запропонованого термоелектричного генератора необхідно нагрівати виключно зовнішні поверхні напівпровідникового блока за допомогою контактних елементів, що може бути здійснено шляхом простої взаємодії контактних елементів з випромінюванням у навколишньому середовищі або нагрітим теплоносієм, таким як

повітря або вода, причому таке нагрівання може бути побічним ефектом роботи іншого пристрою, наприклад, котла або сонячного колектору. При цьому більша частина теплової енергії, яка нагріває контактні поверхні контактних елементів, переходить у тепловий рух неосновних носіїв заряду у варизонних напівпровідниках, а теплова енергія, яку виділяє термоелектричний генератор в процесі роботи, розсіюється у закритому об'ємі з теплоносієм та може бути використана для нагрівання контактних поверхонь контактних елементів.

Внаслідок виконання запропонованого термоелектричного генератора з складових, що мають просту будову, є простими у виготовленні та з'єднуються між собою без використання складних структур таких як гілки, контури складної геометричної форми, каскади або інші, забезпечується здешевлення виробництва заявленого термоелектричного генератора та простота його використання, оскільки виробництво запропонованого термоелектричного генератора у вищевказаному виконанні не потребує складного обладнання, великих витрат матеріалів, енергії, праці та часу, а використання, як таке, полягає виключно у розміщенні запропонованого термоелектрогенератора в закриті або відкриту ємність з теплоносієм та виведенні отриманої електричної енергії через виводи для її подальшого використання.

Виконання варизонних напівпровідників з кремнію та германію спрощує та здешевлює виробництво варизонних напівпровідників для напівпровідникового блока, оскільки дані хімічні елементи не є рідкісними, мають невелику вартість та можуть бути об'єднані у складі варизонного напівпровідника без використання складного обладнання, великих витрат енергії, праці та часу за допомогою добре відомих способів. Разом з тим кремній та германій мають необхідну для ефективної роботи заявленого термоелектричного генератора різницю у ширині забороненої зони, а також легко легуються акцепторними та донорними домішками. При цьому кремній та германій не є високотоксичними хімічними елементами, що робить вироблені з них варизонні напівпровідники безпечними для користувача заявленого термоелектричного генератора та навколишнього середовища.

Використання у варизонному напівпровіднику n-типу п'ятивалентного фосфору як донорної домішки, та використання у варизонному напівпровіднику р-типу тривалентного бору як акцепторної домішки спрощує та здешевлює виробництво варизонних напівпровідників для напівпровідникового блока, оскільки дані хімічні елементи не є рідкісними, мають невелику вартість та можуть бути леговані у кристалічну решітку варизонних напівпровідників без використання складного обладнання, великих витрат енергії, праці та часу за допомогою добре відомих способів. Разом з тим п'ятивалентний фосфор та тривалентний бор як відповідні домішки у складі варизонних напівпровідників можуть створювати необхідну для ефективної роботи заявленого термоелектричного генератора концентрацію основних та неосновних носіїв заряду.

Виконання варизонних напівпровідників товщиною від 0,2 мм підвищує потужність та ККД запропонованого термоелектричного генератора, оскільки варизонні напівпровідники, що мають вказану товщину або більшу, найбільш ефективно генерують електроенергію при заявлених принципах роботи та конструкції термоелектричного генератора. Окрім того виконання напівпровідникового блока із варизонними напівпровідниками вказаної товщини робить заявлений термоелектричний генератор в цілому компактним та простим у побутовому використанні навіть при наявності множини попарно з'єднаних варизонних напівпровідників у складі напівпровідникового блока.

Конструкція та принцип роботи запропонованої корисної моделі пояснюється за допомогою графічних зображень, де наведено:

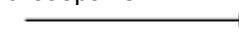



Фіг. 1 - Схематичне зображення загального вигляду запропонованого термоелектричного генератора у варіанті виконання, розташованого в ємності з теплоносієм;

Фіг. 2 - Схематичне зображення запропонованого термоелектричного генератора із двома виводами у варіанті виконання.

Фіг. 3 - Схематичне зображення запропонованого термоелектричного генератора у варіанті виконання із проміжками між напівпровідниками та єдиним контактним елементом.

Фіг. 4 - Схематичне зображення запропонованого термоелектричного генератора у варіанті виконання із проміжками між напівпровідниками та двома контактними елементами.

У зображеннях використані наступні умовні позначення:

-  - теплова енергія (інфрачервоне випромінювання)
-  - дифузійний струм
-  - дрейфовий струм
-  - виводи

P (Si) - широкозонна сторона варизонного напівпровідника р-типу, що складається з кремнію з акцепторною домішкою у вигляді тривалентного бору у варіанті виконання;

p (Ge) - вузькозонна сторона варизонного напівпровідника р-типу, що складається з германію з акцепторною домішкою у вигляді тривалентного бору у варіанті виконання;

5 N (Si) - широкозонна сторона варизонного напівпровідника n-типу, що складається з кремнію із донорною домішкою у вигляді п'ятивалентного фосфору у варіанті виконання;

n (Ge) - вузькозонна сторона варизонного напівпровідника n-типу, що складається з германію із донорною домішкою у вигляді п'ятивалентного фосфору у варіанті виконання.

10 На Фіг. 1 схематично зображений один з варіантів виконання запропонованого термоелектричного генератора, який не є виключним та не обмежує виконання заявленого технічного рішення. У зображеному варіанті виконання термоелектричний генератор, поміщений до ємності з теплоносієм 5, включає напівпровідниковий блок 1, який містить дві пари з'єднаних між собою варизонних напівпровідників 2, два контактних елемента 3 та два вивода 4.

15 Під термоелектричним генератором або термоелектрогенератором, у даному випадку, розуміють пристрій, який здійснює перетворення теплової енергії в електричний струм.

Напівпровідниковий блок 1 містить множину пар з'єднаних між собою варизонних напівпровідників 2. Пара складається з варизонного напівпровідника р-типу та варизонного напівпровідника n-типу. Широкозонна сторона Р щонайменше одного варизонного напівпровідника р-типу з'єднана з вузькозонною стороною n щонайменше одного варизонного напівпровідника n-типу, а широкозонну сторону N щонайменше одного варизонного напівпровідника n-типу з'єднано з вузькозонною стороною р щонайменше одного варизонного напівпровідника р-типу. Варизонні напівпровідники 2 можуть прилягати одне до одного та бути з'єднаними спаюванням, механічними засобами або іншим, або можуть знаходитися на відстані одне від одного та бути з'єднаними за допомогою контактів.

25 У переважному варіанті виконання кожен з варизонних напівпровідників 2 складається з широкозонної сторони, яка складається з кремнію, вузькозонної сторони, до складу якої входить германій, та проміжкової зони між ними з змішаним хімічним складом, в якій поступово зменшується вміст германію та збільшується вміст кремнію відносно напрямку до широкозонної сторони. Разом з тим варизонні напівпровідники 2 можуть бути виконані з будь-яких напівпровідникових матеріалів, які мають різну ширину забороненої зони та можуть бути об'єднані у варизонному напівпровідника з урахуванням викладених вище умов. Також у переважному варіанті виконання акцепторною домішкою для варизонного напівпровідника р-типу є тривалентний бор, а донорною домішкою для варизонного напівпровідника n-типу є п'ятивалентний фосфор, які є переважними домішками для варизонних напівпровідників 2, які складаються з кремнію та германію. Проте як акцепторна та донорна домішки можуть бути використані інші подібні матеріали з властивостями напівпровідникових матеріалів, з яких складаються варизонні напівпровідники 2.

40 Крім цього у переважному варіанті виконання напівпровідникового блока 1 варизонні напівпровідники 2 мають товщину від 0,2 мм.

У зображеному варіанті виконання (фіг. 1, 2) запропонованої корисної моделі варизонні напівпровідники 2 виконано у вигляді пластин, та з'єднано між собою у горизонтальній площі. Варизонні напівпровідники 2 можуть бути вироблені методом рідкофазної епітаксії, дифузії або шляхом напилювання германію та кремнію на підложку з алюмінію або нікелю для варизонних n- та р-напівпровідників відповідно. Разом з цим як підкладка можуть бути використані інші матеріали, які відповідають властивостям матеріалів варизонних напівпровідників.

45 Два контактних елемента 3 із контактними поверхнями закріплені на зовнішніх поверхнях напівпровідникового блока 1, одна з яких у одному з можливих варіантів виконання (фіг. 1, 2, 3) є зовнішньою поверхнею варизонного напівпровідника р-типу з вузькозонної сторони p, а інша є зовнішньою поверхнею варизонного напівпровідника n-типу з широкозонної сторони N, та виконані з можливістю відбору тепла з навколишнього середовища. У зображеному варіанті виконання контактні елементи 3 являють собою закріплені на зовнішніх поверхнях напівпровідникового блока 1 горизонтально орієнтовані пластини з алюмінію. Разом з тим контактні елементи 3 можуть бути виконані з іншого матеріалу, який має високу теплопровідність, хімічну стійкість та стійкість до дії високої температури. Контактні елементи 3 можуть бути закріплені на відповідних сторонах варизонних напівпровідників 2 за допомогою спаювання, склеювання, механічних засобів або іншими подібними способами.

60 Два виводи 4 приєднані до вузькозонної сторони p та широкозонної сторони N варизонних напівпровідників р-типу та n-типу відповідно, зовнішні поверхні яких є зовнішніми поверхнями напівпровідникового блока 1, та/або які є першим та останнім напівпровідником відповідно. У

переважному варіанті виконання виводи 4 містять металеві контакти, приєднані до вузькозонної сторони р та широкозонної сторони N останнього варизонних напівпровідників р-типу та n-типу відповідно, зовнішні поверхні яких є зовнішніми поверхнями напівпровідникового блока 1 та вкриті ізоляційним покриттям. Матеріалом металевих контактів для виводів 4 може бути

наприклад мідь або інші хімічні елементи з вираженими металевими властивостями.

Теплоносієм 5 для запропонованого термоелектричного генератора може бути вода, повітря, або інше рідке або газоподібне середовище, яке нагрівається зовнішнім джерелом тепла. Переважний варіанті виконання заявленого термоелектричного генератора ефективно виробляє електричну енергію при температурі теплоносія 5 від 60 °С до 90 °С. Зовнішнім джерелом тепла може бути сонце, процес спалювання газу, твердого палива та інше.

На Фіг. 2 схематично зображено не виключний варіант виконання запропонованого термоелектричного генератора з спрощеним схематичним позначенням напрямків дифузійного та дрейфового току, а також структури та матеріалів варизонних напівпровідників 2 та контактних елементів 3.

У зображеному на Фіг. 3 варіанті виконання виконана одна зовнішня поверхня напівпровідникового блока, яка складається із зовнішніх поверхонь варизонних напівпровідників 2: варизонного напівпровідника або напівпровідників р-типу з вузькозонною стороною р та варизонного напівпровідника або напівпровідників n-типу з широкозонною стороною N, та на якій закріплений контактний елемент 3 із контактною поверхнею, виконаний із можливістю відбору тепла з навколишнього середовища.

У зображеному на Фіг. 4 варіанті виконання одна з зовнішніх поверхонь є зовнішньою поверхнею варизонного напівпровідника р-типу з вузькозонною стороною р або може складатися з зовнішніх поверхонь варизонних напівпровідників р-типу з вузькозонними сторонами р, а інша є зовнішньою поверхнею варизонного напівпровідника n-типу з широкозонною стороною N або може складатися з зовнішніх поверхонь варизонних напівпровідників n-типу з широкозонними сторонами N. На зовнішніх поверхнях закріплено контактні елементи 3 з контактними поверхнями, які виконано з можливістю відбору тепла з навколишнього середовища.

Заявлений термоелектричний генератор використовують наступним чином.

В одному з можливих варіантів використання, коли джерелом тепла є нагріта або кипляча вода, контакти виводів 4 під'єднують наприклад до перетворювача струм-напруга, утворюючи електричний ланцюг, та поміщають заявлений термоелектричний генератор у теплоносії 5 таким чином, щоб контактні поверхні контактних елементів 3 були занурені у теплоносії та контактували з ним. Далі теплоносії 5, що знаходиться у відкритій або закритій ємності, нагрівають зовнішнім джерелом тепла, наприклад, за допомогою палива, газу або акумульованими сонячними променями.

Контактні елементи 3 відбирають теплову енергію з теплоносія та передають її до варизонних напівпровідників 2 через зовнішні поверхні напівпровідникового блока, що запускає процес роботи заявленого термоелектричного генератора. У варизонному напівпровіднику р-типу виникає квазіелектричне поле, що у подальшому призводить до переходу неосновних носіїв заряду з варизонного напівпровідника р-типу до варизонного напівпровідника n-типу та їх односторонньої інжекції або суперінжекції через р-n перехід. У варизонному напівпровіднику n-типу виникає внутрішнє електричне поле, що у подальшому призводить до виникнення дрейфового струму. Постійне нагрівання контактних елементів 3 заявленого термоелектричного генератора дозволяє підтримувати енергетичну нерівновагу у напівпровідниковому блоці 1, а охолодження напівпровідникового блока 1, що запобігає його перегріву, здійснюється за рахунок ефекту Пельтьє. Тепло, що виділяється внаслідок роботи запропонованого термоелектричного генератора, розсіюється у теплоносії 5.

Таким чином в утвореному електричному ланцюгу з'являється електричний струм, який через виводи 4 направляється, наприклад до перетворювача або перетворювачів струм-напруга і може бути використаний для живлення побутових електроприладів, технічного обладнання, заряджання елементів живлення переносних електронних пристроїв та іншого.

При цьому нагрівання теплоносія 5 не потребує великих витрат енергії та складного обладнання, а його інтенсивність легко контролюється користувачем заявленого термоелектричного генератора. Для припинення роботи заявленого термоелектричного генератора достатньо від'єднати дроти виводів 4 від пристрою, що замикає електричний ланцюг або припинити нагрівання теплоносія 5.

У процесі досліджень створений експериментальний зразок запропонованого термоелектричного генератору, що має потужність 400 Вт.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Термоелектричний генератор, який **відрізняється** тим, що містить виконаний з можливістю відбору тепла з навколишнього середовища напівпровідниковий блок, який містить
 - 5 щонайменше одну пару з'єднаних між собою варизонних напівпровідників, яка складається з варизонного напівпровідника р-типу та варизонного напівпровідника n-типу, при цьому широкою стороною Р щонайменше одного варизонного напівпровідника р-типу з'єднана з вузькою стороною n щонайменше одного варизонного напівпровідника n-типу, а при наявності щонайменше однієї пари варизонних напівпровідників широкою стороною N щонайменше одного варизонного напівпровідника n-типу з'єднана з вузькою стороною р щонайменше одного варизонного напівпровідника р-типу.
2. Термоелектричний генератор за п. 1, який **відрізняється** тим, що на зовнішніх поверхнях напівпровідникового блока, одна з яких є зовнішньою поверхнею варизонного напівпровідника р-типу, з вузькою стороною р або складається з зовнішніх поверхонь варизонних напівпровідників р-типу з вузькозонними сторонами р, а інша є зовнішньою поверхнею варизонного напівпровідника n-типу з широкою стороною N, або складається з зовнішніх поверхонь варизонних напівпровідників n-типу з широкоюзонними сторонами N, закріплені контактні елементи із контактними поверхнями, виконані із можливістю відбору тепла з навколишнього середовища, а до вузької сторони р першого та широкоюзонної сторони N
 - 20 останнього варизонних напівпровідників р-типу та n-типу відповідно приєднано по виводу.
3. Термоелектричний генератор за п. 1, який **відрізняється** тим, що на зовнішній поверхні напівпровідникового блока, яка складається із зовнішніх поверхонь варизонного напівпровідника або напівпровідників р-типу з вузькою стороною або сторонами р та варизонного напівпровідника або напівпровідників n-типу з широкою стороною або сторонами N, закріплено контактний елемент з контактною поверхнею, який виконано з
 - 25 можливістю відбору тепла з навколишнього середовища, а до вузької сторони р першого та широкоюзонної сторони N останнього варизонних напівпровідників р-типу та n-типу відповідно приєднано по виводу.
4. Термоелектричний генератор за п. 1, який **відрізняється** тим, що варизонні напівпровідники містять кремній та германій.
5. Термоелектричний генератор за п. 1, який **відрізняється** тим, що донорною домішкою у варизонному напівпровіднику n-типу є п'ятивалентний фосфор, а акцепторною домішкою у варизонному напівпровіднику р-типу є тривалентний бор.
6. Термоелектричний генератор за п. 1, який **відрізняється** тим, що товщина варизонних
 - 35 напівпровідників становить від 0,2 мм.

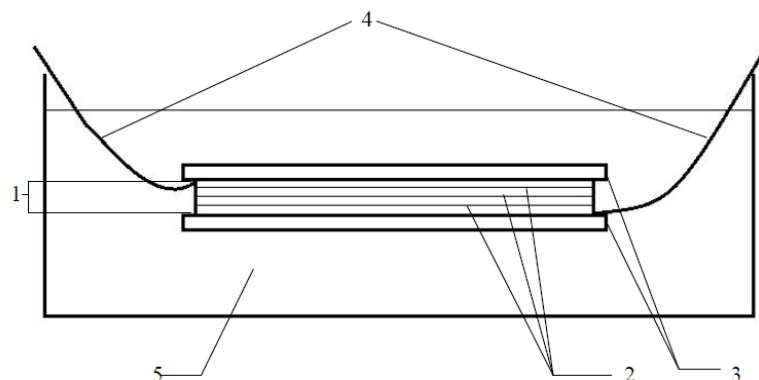


Fig. 1

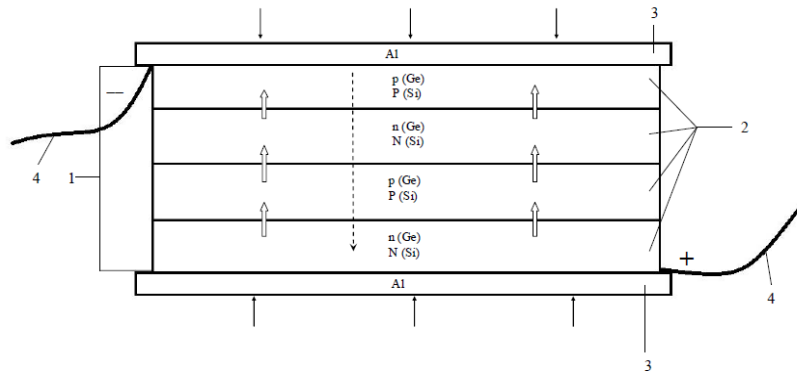


Fig. 2

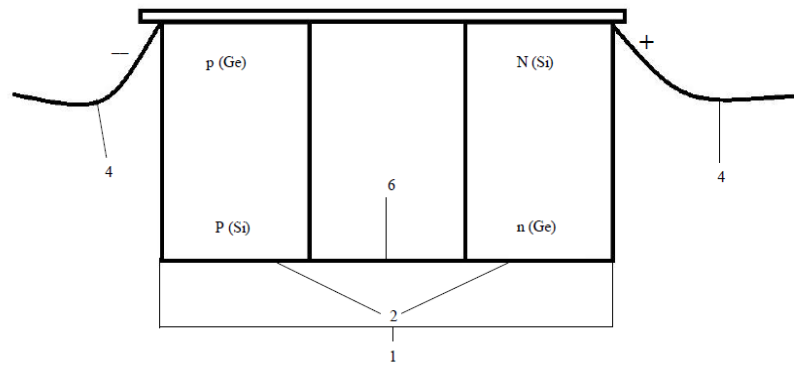


Fig. 3

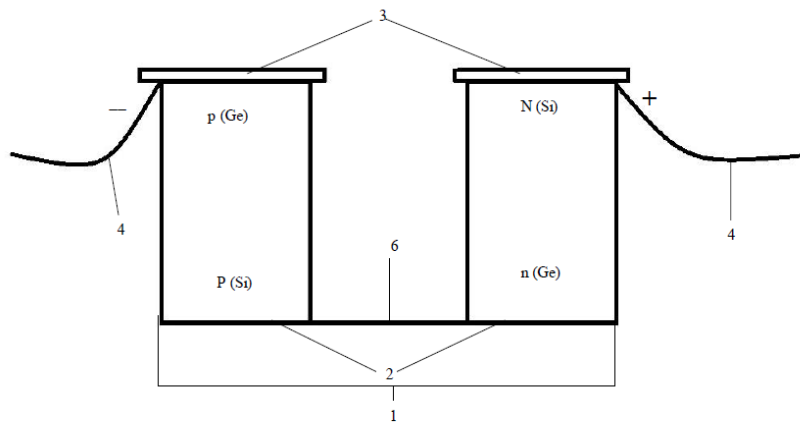


Fig. 4

Комп'ютерна верстка В. Мацело

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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