

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **221145**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **399165**

(51) Int.Cl.
H01L 35/00 (2006.01)
H01L 35/32 (2006.01)
H02M 3/00 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **14.05.2012**

(54) **Sposób przekazu energii wytworzonej
za pośrednictwem generatora termoelektrycznego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
25.11.2013 BUP 24/13

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
29.02.2016 WUP 02/16

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

PIOTR DZIURDZIA, Bochnia, PL

(74) Pełnomocnik:

recz. pat. Alina Magońska

PL 221145 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób przekazu energii wytworzonej za pośrednictwem generatora termoelektrycznego zapewniający maksymalny transfer energii ze źródła do odbiornika w zmiennych środowiskowych warunkach eksploatacji.

Każdemu procesowi przemiany energii chemicznej na energię elektryczną towarzyszy utrata części energii, która uwalniana jest w postaci ciepła. Zazwyczaj energia ta nie jest wykorzystywana i stanowi tzw. „ciepło odpadowe”. Z drugiej strony, zmniejszające się zasoby paliw płynnych zmuszają do oszczędności energii pochodzącej z tych źródeł, a także wymuszają pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych. Generatory termoelektryczne wykorzystujące efekt Seebecka umożliwiają bezpośrednie przetworzenie energii cieplnej na energię elektryczną. I chociaż sprawność procesu konwersji nie przekracza 10%, stosowanie tej metody dla generacji prądu może okazać się celowe zwłaszcza dla tych zastosowań, gdzie nie jest wymagana duża wartość pobieranej mocy elektrycznej, natomiast pożądane jest niezależne źródło energii o dużej niezawodności i nie wymagające nadzoru. Wówczas, za pośrednictwem modułów termoelektrycznych, możliwe jest wykorzystanie części energii, która w normalnych warunkach zazwyczaj ulega rozproszeniu.

Z amerykańskiego opisu patentowego nr US 7,629,531 znany jest generator termoelektryczny małej mocy. Generator ma płytkę górną i odseparowaną płytkę dolną. Pomiędzy płytkami umieszczono szereg foliowych segmentów, które są połączone elektrycznie i posiadają termiczne połączenie z płytką dolną i płytką górną. Każdy foliowy segment zawiera podłoże, na którym umiejscowiono szereg oddalonych od siebie i ustawionych naprzemiennie termoelektrycznych ramion typu „n” i typu „p”. Każde ramię typu „n” i typu „p” uformowane jest odpowiednio z materiału termoelektrycznego na bazie tellurku bizmutu lub tellurku antymonu o grubości 10–100 μm , szerokości 10–100 μm i długości 100–500 μm . Usytuowane naprzemiennie ramiona typ „n” i typu „p” są połączone szeregowo.

Z amerykańskiego opisu patentowego nr US 8,101,846 znany jest termoelektryczny generator mocy. Wysoką wydajność konwersji mocy cieplnej na energię elektryczną osiągnięto dzięki zastosowaniu pierścieniowej konstrukcji, w której anodowo krojone wysokiej czystości płytki półprzewodnikowe typu „n” i typu „p” są umiejscowione w taki sposób, że utworzony został elektryczny i mechaniczny obwód pierścieniowy. Zaciśnięte w pierścieniowym obwodzie półprzewodnikowe płytki są odseparowane od siebie za pośrednictwem metalowych listew, z których co druga listwa jest skierowana w kierunku centrum pierścienia, natomiast listwy pozostałe są usytuowane ortogonalnie do płaszczyzny pierścienia. Energia elektryczna jest wytwarzana przez ogrzewanie listew skierowanych ku centrum pierścienia i jednoczesnym schładzaniu listew skierowanych ortogonalnie do płaszczyzny pierścienia. W skład generatora mocy wchodzi transformator, którego jednoczojowe uzwojenia pierwotne połączone są ze stosem termoelektrycznym za pośrednictwem dwóch bloków łączników prądowych zrealizowanych w oparciu o tranzystory MOS, które poprzez modulację szerokości impulsów sterujących wytwarzają na uzwojeniu wtórnym transformatora prąd szybkozmienny o podwyższonej wartości napięcia.

Przedstawiony w powyższym przykładzie generator termoelektryczny dzięki wyeliminowaniu elementów ceramicznych pośredniczących w procesie wymiany ciepła umożliwia uzyskanie stosunkowo dużej sprawności energetycznej w ustalonych warunkach pracy, tzn. wówczas gdy ustalone zostaną optymalna temperatura dla elementów gorących i optymalna możliwa do zastosowania temperatura elementów schładzanych. Jednakże, w opisie nie ujawniono sposobu adaptacji generatora do zmiennych warunków środowiskowych.

Z literatury (H. Nagayoshi, T. Kajikawa, T. Sugiyama, „Comparison of Maximum Power Point Control Methods for Thermoelectric Power Generator”, Proc. Of the 21st International Conference on Thermoelectronics, 2002, pp. 450–453) znane są metody umożliwiające adaptację obwodu pośredniczącego pomiędzy generatorem termoelektrycznym, a odbiornikiem energii w celu zapewnienia maksymalnego transferu mocy. W metodzie rozwarciowej mierzy się napięcie wyjściowe generatora termoelektrycznego przy chwilowym rozwarciu, po czym tak dobiera się wartość rezystancji obciążenia aby wartość napięcia na wyjściu obciążonego generatora była równa połowie wartości napięcia wyjściowego w stanie rozwarcia. W zbliżonej metodzie zwarciowej w pierwszej kolejności mierzy się wartość prądu wyjściowego termogeneratora w stanie zwarcia, a następnie dołącza się obciążenie poprzez układ pośredniczący i tak dobiera stopień transformacji napięcia, aby wartość prądu dostarczanego przez termogenerator była równa połowie wartości prądu zmierzonego w stanie zwarcia.

Znana jest również metoda perturbacyjna, które polega na tym, że za pośrednictwem mikrokontrolera wyposażonego w czujniki prądu i napięcia nadzoruje się wartość odbieranej mocy elektrycznej, ponadto, poprzez zmiany stopniowe wartości współczynnika transformacji dobiera się optymalną wartość współczynnika transformacji dla układu pośredniczącego.

Niedogodnością wymienionych metod, w których wykorzystuje się mikrokontroler oraz mierniki prądu i napięcia jest rozbudowany układ nadzoru konsumujący część pozyskanej energii elektrycznej.

Rozwiązanie według wynalazku nie posiada tych niedogodności.

Istota sposobu przekazu energii wytworzonej za pośrednictwem generatora termoelektrycznego do odbiornika polega na tym, że śledzi się średnią temperaturę modułu termoelektrycznego stanowiącego konwerter energii cieplnej na energię elektryczną następnie za pośrednictwem modułu stanowiącego transformator napięcia stałego na napięcie stałe dokonuje się transformacji napięcia, przy czym wartość stopnia transformacji ustala się w zależności od wartości zmierzonej średniej temperatury dla modułu termoelektrycznego, którą określa się jako średnią z wartości temperatur dla krańcowych płyt modułu termoelektrycznego.

Przy czym, w procesie transformacji napięcia stałego na napięcie stałe stosuje się proces komutacji elektronicznej, który realizowany jest za pomocą co najmniej jednego tranzystora i co najmniej jednego elementu reaktancyjnego. Ponadto, korektę stopnia transformacji realizuje się poprzez zmianę częstotliwości procesu komutacji.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania ujawniono na rysunku, na którym Fig. 1, Fig. 2 przedstawiają zależności pomiędzy wartością mocy wyjściowej termogeneratora a wartością rezystancji obciążenia, Fig. 3 przedstawia zmiany rezystancji wyjściowej generatora termoelektrycznego w funkcji temperatury, natomiast Fig. 4 przedstawia schemat blokowy konwertera energii cieplnej na energię elektryczną; w którym zastosowano czujnik temperatury 3 mierzący średnią wartość temperatury modułu termoelektrycznego 1 oraz, sterowany w funkcji temperatury, moduł transformatora napięcia stałego na napięcie stałe 2, pełniący funkcję adaptacyjnego konwertera impedancji. Po procesie transformacji energia przekazywana jest do odbiornika 5, a nadwyżka do akumulatora 4.

W zmiennych warunkach środowiskowych, tzn. wówczas, gdy na skutek zmian temperatury otoczenia zmieniają się właściwości generatora termoelektrycznego, a także zmianie ulega ilość dostarczanego ciepła do generatora, dla wytworzenia maksymalnej dla danych warunków dostępnej mocy elektrycznej celowe jest zastosowanie układu posiadającego zdolność adaptacji. Maksymalny transfer mocy pomiędzy źródłem zasilania, a odbiornikiem dokonuje się gdy rezystancja wyjściowa źródła jest dopasowana do impedancji obciążenia. Z uwagi na fakt, że wartość impedancji wyjściowej generatora termoelektrycznego jest zależna od aktualnej temperatury półprzewodnikowych elementów termoelektrycznych, celowe jest zastosowanie po stronie odbiornika układu posiadającego zdolność akomodacji rezystancji obciążenia czyli dopasowania jej wartości do aktualnej wartości rezystancji wyjściowej stosu termoelektrycznego. Przedstawione poniżej wykresy obrazują zależność maksymalnej mocy wyjściowej stosu termoelektrycznego od wartości rezystancji obciążenia dla różnych wartości różnicy temperatur pomiędzy końcami stosu termoelektrycznego (Fig. 1) lub przy stałej różnicy temperatur pomiędzy nagrzewanym i schładzanym elementem kontaktowym stosu termoelektrycznego (Fig. 2). Bezpośrednią zależność pomiędzy średnią temperaturą stosu termoelektrycznego, a rezystancją wewnętrzną generatora termoelektrycznego przedstawia Fig. 3. Siedząc zmiany wartości dostarczanej mocy elektrycznej można zauważyć niemal liniową zależność pomiędzy średnią temperaturą generatora termoelektrycznego, a optymalną wartością rezystancji obciążenia. Zatem, celowe jest aby w warunkach eksploatacji wartość rezystancji wejściowej widziana od strony impulsowego transformatora napięcia była wprost proporcjonalna do średniej temperatury generatora termoelektrycznego. Przy czym średnią temperaturę generatora termoelektrycznego 1 określa się jako średnią ważoną temperatur obu warstw kontaktowych biorących udział w transporcie ciepła przez generator termoelektryczny.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób przekazu energii wytworzonej za pośrednictwem generatora termoelektrycznego do odbiornika, **znamienny tym**, że śledzi się średnią temperaturę generatora termoelektrycznego (1) stanowiącego konwerter energii cieplnej na energię elektryczną, następnie za pośrednictwem modułu stanowiącego transformator napięcia stałego na napięcie stałe (2) dokonuje się transformacji napięcia,

przy czym wartość stopnia transformacji ustala się w zależności od wartości zmierzonej średniej temperatury dla modułu termoelektrycznego (1).

2. Sposób przekazu energii według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w procesie transformacji napięcia stałego na napięcie stałe stosuje komutację elektroniczną, która realizowana jest za pomocą co najmniej jednego tranzystora i co najmniej jednego elementu reaktancyjnego.

3. Sposób przekazu energii według zastrz. 1, **znamienny tym**, że średnią wartość temperatury generatora termoelektrycznego (1) określa się jako średnią z wartości temperatur dla krańcowych płyt modułu termoelektrycznego.

4. Sposób przekazu energii według zastrz. 1, **znamienny tym**, że korektę stopnia transformacji realizuje się poprzez zmianę częstotliwości procesu komutacji.

Rysunki

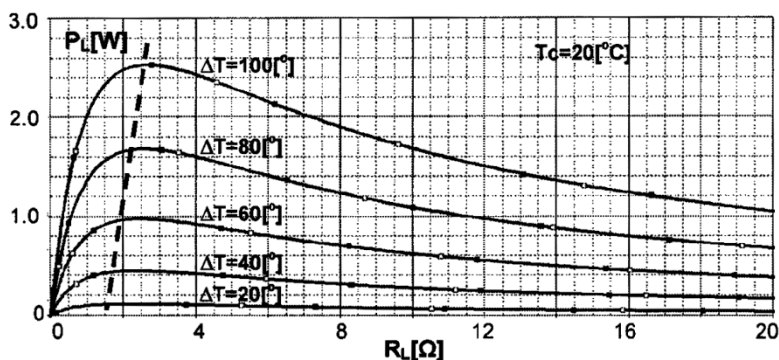


Fig. 1

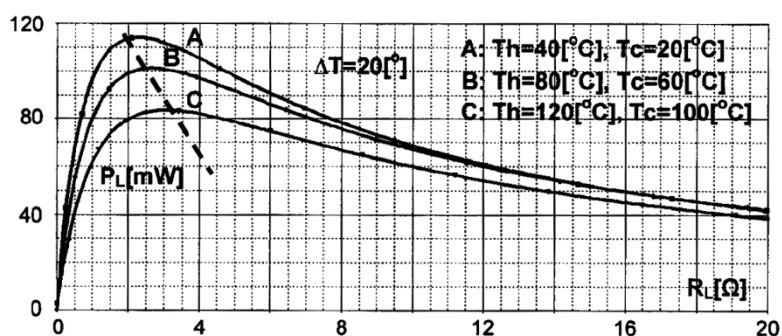


Fig. 2

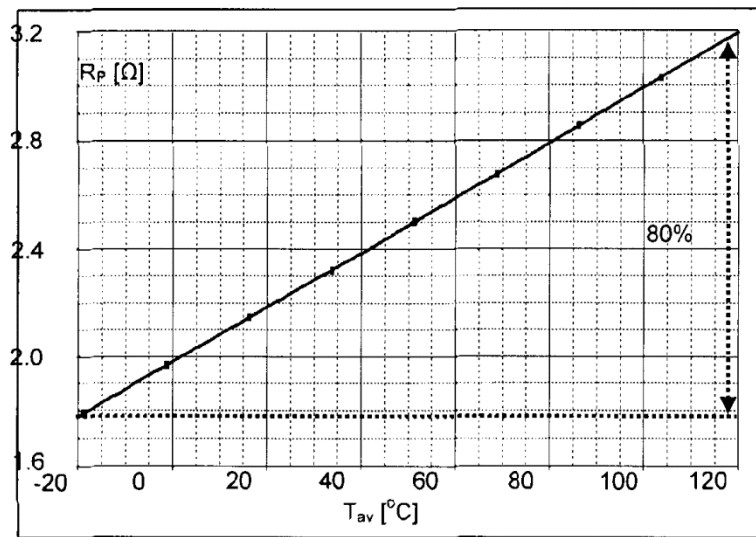


Fig. 3

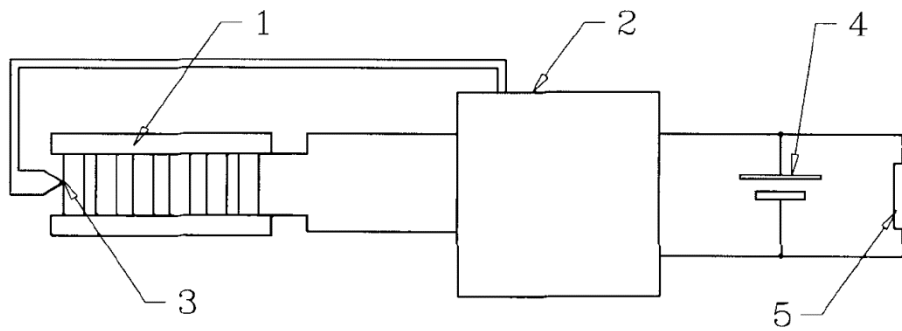


Fig. 4

