

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **222647**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **402068**

(51) Int.Cl.  
**G01K 17/06 (2006.01)**  
**G01K 17/16 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **16.12.2012**

(54)

**Miernik zużycia energii cieplnej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**23.06.2014 BUP 13/14**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**31.08.2016 WUP 08/16**

(73) Uprawniony z patentu:

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

(72) Twórca(y) wynalazku:

**PIOTR DZIURDZIA, Bochnia, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Alina Magońska**

**PL 222647 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest bezprzewodowy miernik zużycia energii cieplnej przeznaczony do pomiaru ilości pobranej energii cieplnej przez odbiornik energii.

Wzrost kosztów wytwarzania energii jest czynnikiem stymulującym do stosowania coraz bardziej precyzyjnych metod pomiaru ilości pobieranego ciepła, ponieważ dokładność pomiaru ma bezpośredni wpływ na wysokość opłat za energię wpłacanych przez każdego indywidualnego odbiorcę. Pomiar stopnia zużycia energii cieplnej jest znacznie bardziej skomplikowany aniżeli pomiar zużycia energii elektrycznej, ponieważ wymaga on zastosowania czujników zarówno po stronie wejściowej jak i po stronie wyjściowej odbiornika energii. Ponadto, niezbędne jest zastosowanie urządzenia mierzącego intensywność przepływu medium będącego nośnikiem ciepła. Wszystkie te elementy muszą być zintegrowane z elektronicznym przelicznikiem, który oblicza ilość zużytego ciepła.

Z amerykańskiego zgłoszenia patentowego nr US 2012/0245884 znane jest urządzenie określające ilość pobranego ciepła. Urządzenie zawiera czujnik przepływu, pierwszy czujnik temperatury, drugi czujnik temperatury oraz urządzenie obliczające. Czujnik przepływu służy do rejestracji intensywności przepływającego medium; pierwszy czujnik temperatury służy do pomiaru temperatury w przewodzie dopływowym do wymiennika ciepła, natomiast drugi czujnik służy do pomiaru temperatury w przewodzie odpływowym od wymiennika ciepła. W pamięci urządzenia obliczającego zarejestrowane zostały charakterystyki obu czujników temperatury, dzięki temu nie ma potrzeby dobierania czujników. Przy wymianie czujnika wpisuje się do urządzenia obliczającego nową charakterystykę przejściową czujnika.

Przedstawione urządzenie wymaga zasilania energią elektryczną, co w niektórych warunkach może być niedogodnością. Ponieważ nie zawsze znajduje się w pobliżu przewodu doprowadzającego medium grzewcze znajduje się źródło zasilania. Stwarza to dodatkowe problemy z okablowaniem, czyli doprowadzeniem niezbędnej energii do zasilania i przesyłem sygnałów z czujników pomiarowych. Rozwiązanie według wynalazku umożliwia niwelowanie tych niedogodności.

Znany jest także, z polskiego opisu patentowego nr PL 160 390, miniaturowy czujnik przepływu, który ma otwór przegrodzony membraną o budowie wielowarstwowej, przy czym jedna z warstw membrany jest z azotku krzemu, ponadto na powierzchni membrany znajduje się piezorezystor wyposażony w zewnętrzne wyprowadzenia elektryczne, także w membranie znajduje się okno przepływowe. Przedstawiona struktura czujnika przeznaczona jest do pomiaru przepływów gazów, ponadto w opisie nie sprecyzowano zabezpieczenia przed płynami mogącymi powodować korozję, jak również nie przedstawiono sposobu uszczelnienia struktury czujnika. Wymienione niedogodności uniemożliwiają zastosowanie czujnika w urządzeniu, gdzie nośnikiem ciepła jest woda.

Istotą wynalazku jest miernik zużycia energii cieplnej posiadający, co najmniej jeden termoelektryczny konwerter energii cieplnej na energię elektryczną zasilający czujniki temperatury, miernik natężenia przepływu, urządzenie przeliczające oraz urządzenie nadawcze. Przy czym, energia do tych urządzeń dostarczana jest za pośrednictwem elektronicznego transformatora i koncentratora mocy.

Koncentrator mocy zawiera kondensator oraz urządzenie sterujące, które określa proporcję pomiędzy czasem ładowania kondensatora a czasem poboru energii z kondensatora.

Miernik zużycia energii cieplnej jest wyposażony w miernik natężenia przepływu, który ma pierścieniowy przetwornik piezorezystywny, wykonany na podłożu ze stali nierdzewnej pokrytej ceramicznym materiałem izolacyjnym, w którym są wbudowane rezystory pomiarowe połączone w układzie mostka Wheatstone'a.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania ujawniono na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia schemat blokowy miernika ciepła, Fig. 2A przedstawia widok przetwornika piezorezystywnego, natomiast Fig. 2B przedstawia sposób instalacji przetwornika piezorezystywnego w kanale pomiarowym.

Miernik zużycia energii cieplnej według wynalazku ma własne źródło zasilania w energię elektryczną, które stanowi termoelektryczny konwerter energii 1 połączony poprzez elektroniczny transformator 4 oraz koncentrator mocy 9 z miernikiem natężenia przepływu 5, elektronicznym urządzeniem przeliczającym 6, oraz urządzeniem nadawczym 7. Ponadto, z elektronicznym urządzeniem przeliczającym 6 połączone są czujniki, które stanowią pierwszą termoparę 10, drugą termoparę 11 oraz miernik natężenia przepływu 5.

Miernik zużycia energii cieplnej według wynalazku zawiera termoelektryczny konwerter energii 1, który stanowi stos ogniwi Peltiera połączonych termicznie z jednej strony z przewodem doprowadzającym

medium grzewcze za pośrednictwem metalowego łącznika 2, natomiast druga strona stosu ogniwi Peltiera połączona jest termicznie z radiatorem 3. Napięcie wyjściowe z termoelektrycznego konwertera energii 1 jest doprowadzone do elektronicznego transformatora 4, który umożliwia dopasowanie energetyczne i tym samym zapewnia optymalne wykorzystanie energii dostarczonej przez termoelektryczny konwerter energii 1. Energia ta jest przechowywana w kondensatorze C, a następnie pobierana w krótkich odcinkach czasu (ok. 20 ms) przez urządzenia odbiorcze, tj. miernik natężenia przepływu 5, urządzenie przeliczające 6 i urządzenie nadawcze 7. Cykliczne zasilanie wymienionych urządzeń umożliwia koncentrator mocy 9 składający się z urządzenia sterującego 8, oraz kondensatora C. Zadaniem koncentratora mocy 9 jest zgromadzenie dostatecznej ilości energii niezbędnej do zasilania przez stosunkowo krótki odcinek czasu miernika natężenia przepływu 5, elektronicznego urządzenia przeliczającego 6 oraz urządzenia nadawczego 7. Dzięki temu, pomimo stosunkowo małej mocy dostarczanej przez termoelektryczny konwerter energii 1, możliwe jest przeprowadzanie pomiarów oraz wysłanie sygnału radiowego. Wartość temperatury medium wpływającego jest mierzona za pomocą pierwszej termopary 10 posiadającej kontakt termiczny z metalowym łącznikiem 2, natomiast temperatura medium odprowadzanego z wymiennika jest mierzona za pomocą drugiej termopary 11, która ma kontakt termiczny z przewodem odprowadzającym medium grzewcze z wymiennika ciepła. Oba te sygnały są dostarczane do urządzenia przeliczającego 6, do którego doprowadzony jest również sygnał z miernika natężenia przepływu 5.

Proces pomiaru zużytego ciepła realizuje się w oparciu o dane z dwóch czujników temperatury 10, 11 mierzących różnicę temperatur pomiędzy wejściem i wyjściem odbiornika energii oraz dane z miernika natężenia przepływu 5. Odczyt i przetwarzanie danych realizuje urządzenie przeliczające 6 zbudowane w oparciu o układ mikrokontrolera, który oblicza zużycie ciepła  $Q$  w oparciu o następującą zależność (1):

$$Q = c_p \rho \sum V (T_1 - T_2) \Delta t \quad (1)$$

gdzie:  $c_p$  – ciepło właściwe czynnika grzewczego [J/(kgK)],

$\rho$  – gęstość czynnika grzewczego [kg/m<sup>3</sup>],

$V$  – strumień czynnika grzewczego [m<sup>3</sup>/s].

$T_1$  i  $T_2$  – temperatury odpowiednio na wejściu i wyjściu wymiennika ciepła,

$\Delta t$  – czas utrzymywania się danej różnicy temperatur.

Ciepło właściwe oraz gęstość traktowane są jako stałe niezmiennie w czasie, natomiast strumień jest proporcjonalny do wskazań przetwornika przepływu.

Fig. 1 przedstawia przykładowe zastosowanie miernika zużycia energii cieplnej według wynalazku do pomiaru zużycia energii cieplnej przez urządzenie odbiorcze. W szczególnym przypadku może je stanowić pojedynczy grzejnik. Główna część miernika zużycia energii cieplnej zamontowana jest na przewodzie doprowadzającym medium, natomiast do przewodu odprowadzającego medium grzewcze dołączona jest druga termopara 11. Termoelektryczny konwerter energii cieplnej na energię elektryczną 1 połączony jest poprzez metalowy łącznik 2 z odcinkiem przewodu dostarczającego medium, w który wbudowany jest także miernik natężenia przepływu 5. Za pośrednictwem termicznego materiału izolacyjnego z termoelektrycznym konwerterem energii cieplnej na energię elektryczną 1 połączono i umieszczono w jednej obudowie pozostałe elementy miernika ciepła takie jak: transformator napięcia 4, koncentrator mocy 9, urządzenie przeliczające 6 oraz urządzenie nadawcze 7.

W przykładzie wykonania zastosowano miernik natężenia przepływu 5 zrealizowany w oparciu o pierścieniowy przetwornik piezorezystywny 12. Zbudowany jest on na bazie pierścienia ze stali nierdzewnej stanowiącego elastyczną membranę, której jedną z powierzchni pokryto izolacyjną warstwą ceramiczną, następnie na izolowanej powierzchni wykonano rezystory tensometryczne 13, 13R połączone w układzie mostka Wheatstonea. Otwór 14, umieszczony w centralnej części przetwornika piezorezystywnego 12, stanowi dyszę dławiącą przepływ medium, dzięki której powstaje różnica ciśnień po obu stronach membrany i tym samym powoduje jej odkształcenie, które z kolei wytwarza naprężenia w rezystorach. W przetworniku piezorezystywnym zastosowano dwie konfiguracje rezystorów. Rezystory zorientowane radialnie 13R wykazują znacznie większą wrażliwość na deformację membrany aniżeli rezystory 13, których ścieżki usytuowane są wzdłuż łuków wokół otworu 14. Na Fig. 2B pokazano sposób zamocowania pierścieniowego przetwornika piezorezystywnego 12. Płytkę przetwornika umieszczona jest wewnątrz otworu wykonanego w prostokątnej płytce z laminatu szklano-

-epoksydowego 15. Płytkę z laminatu szklano-epoksydowego 15 umożliwi realizację doprowadzeń elektrycznych do przetwornika piezorezystywnego 12 oraz stanowi nośnik elementów elektronicznych miernika przepływu 5. Płytkę przetwornika piezorezystywnego 12 jest ściśnięta poprzez uszczelki 16 oraz kołnierze 17 za pomocą czterech śrub. Prostokątne płytki, dociskające kołnierze, utrzymują również prostokątną płytkę z laminatu szklano-epoksydowego 15.

Radiowe sygnały wysłane przez miernik zużycia energii cieplnej odbierane są przez centralną stację zbierającą (nie została pokazana na rysunku), która może odbierać i przetwarzać sygnały z wielu mierników zużycia energii cieplnej. Ponieważ centralna stacja może być umieszczona w praktycznie dowolnym miejscu, z data od mierników zużycia energii cieplnej, w przykładowym wykonaniu, jest ona zasilana z sieci energetycznej.

Ominięcie konieczności stosowania okablowania jest główną korzystną cechą miernika według wynalazku. Dzięki temu może on znaleźć zastosowanie szczególnie w tych okolicznościach, gdzie brak jest źródeł zasilania, lub źródło zasilania jest znacznie oddalone, lub w tych przypadkach, gdy okablowanie jest niepożądane ze względów estetycznych.

Małe wymiary geometryczne, własne źródło zasilania i bezprzewodowy transfer wyników pomiaru do centralnej jednostki obliczeniowej stwarzają korzystne warunki do pomiaru ciepła i indywidualnego rozliczania kosztów w budynkach, zwłaszcza w tych budynkach, w których poszczególne indywidualne mieszkania podłączone są do wspólnego węzła pomiarowego. W tym przypadku, urządzenie według wynalazku może z powodzeniem zastąpić dotychczas stosowane wyparkowe podzielniki, wykorzystywane przy rozliczaniu rachunków za ciepło, zapewniając jednocześnie znacznie dokładniejszą precyzję rozliczeń.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Miernik zużycia energii cieplnej składający się z dwóch czujników temperatury, elektronicznego urządzenia obliczającego oraz urządzenia mierzącego natężenie przepływu medium stanowiącego nośnik energii cieplnej, **znamienny tym**, że ma co najmniej jeden termoelektryczny konwerter energii cieplnej (1) na energię elektryczną zasilający za pośrednictwem elektronicznego transformatora (4) i koncentratora mocy (9) miernik natężenia przepływu (5), urządzenie przeliczające (6) oraz urządzenie nadawcze (7).

2. Miernik zużycia energii cieplnej według zastrz. 1, **znamienny tym**, że koncentrator mocy (9) ma kondensator C oraz urządzenie sterujące (8), które określa proporcję pomiędzy czasem ładowania kondensatora C, a czasem poboru energii z kondensatora C.

3. Miernik zużycia energii cieplnej według zastrz. 1, **znamienny tym**, że miernik natężenia przepływu (5) ma pierścieniowy przetwornik piezorezystywny (12), wykonany na podłożu ze stali nierdzewnej pokrytej ceramicznym materiałem izolacyjnym, w którym są wbudowane rezystory pomiarowe (13), (13R) połączone w układzie mostka Wheatstone'a.

Rysunki

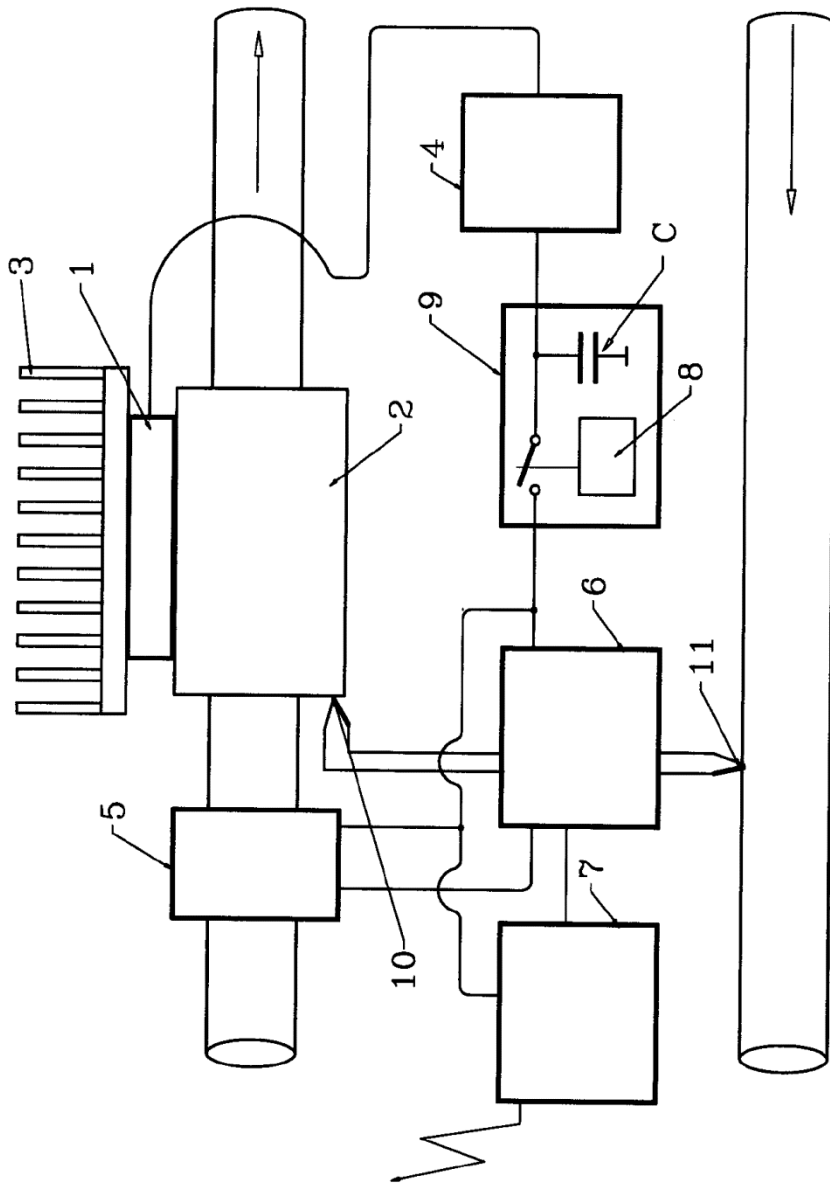


Fig. 1

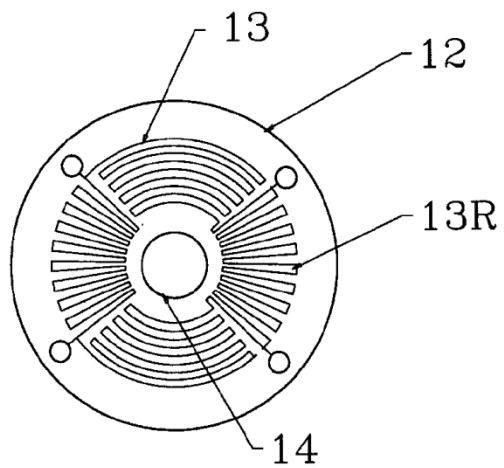


Fig. 2A

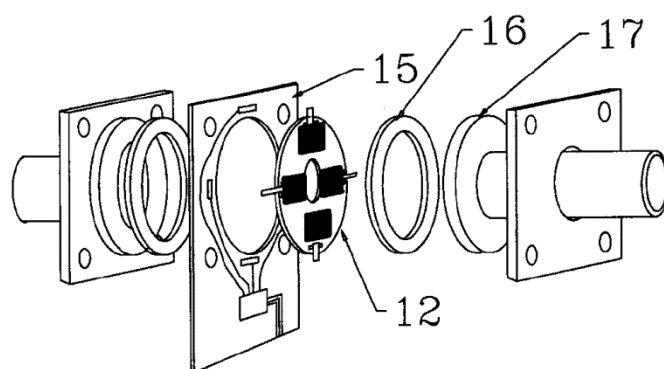


Fig. 2B