

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

62317

Patent dodatkowy
do patentu _____

Kl. 42 k, 14/04

Zgłoszono: 20. IX. 1969 (P 135 922)

MKP G 01 I, 11/00

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 20. III. 1971

UKD

Twórca wynalazku: Wojciech Włodarski

Właściciel patentu: Politechnika Warszawska (Katedra Elektrotechniki
Teoretycznej „A”), Warszawa (Polska)

Elektryczny półprzewodnikowy czujnik ciśnienia hydrostatycznego

1

Przedmiotem wynalazku jest elektryczny półprzewodnikowy czujnik ciśnienia hydrostatycznego.

Do znanych elektrycznych czujników do pomiaru ciśnienia hydrostatycznego zalicza się przede wszystkim rezystancyjne czujniki metalowe, czujniki półprzewodnikowe monokrystaliczne, oraz czujniki półprzewodnikowe złączowe.

Stosowane w miernictwie ciśnieniowym rezystancyjne czujniki metalowe (manganian, stop złoto-chrom, stop mangan-srebro) charakteryzują się długą i żmudną technologią mającą na celu uzyskanie powtarzalnych wyników oraz małym współczynnikiem czułości temperaturowej, lecz w niewielkim zakresie zmiany temperatury. Współczynnik ten definiowany jako względna zmiana rezystancji na jednostkę temperatury przy stałym ciśnieniu czyli $\beta = \left(\frac{dR}{R dt} \right)_p = \text{const}$ ma dla wymienionych powyżej metali wartość rzędu $10^{-4}^{\circ}\text{C}^{-1}$. Czujniki półprzewodnikowe monokrystaliczne (np. tellur lub antymonek indu) mają wartość współczynnika czułości temperaturowej przeciętnie o dwa rzędy większą a więc $10^{-2}^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Z czujników półprzewodnikowych złączowych największe zastosowanie znalazła dioda tunelowa z obszarem rezystancji ujemnej, która nie daje jednak możliwości ciągłego pomiaru ciśnienia a jedynie daje możliwość jego sygnalizacji.

2

Celem pomiaru ciśnienia przy pomocy diody tunelowej należy drogą specjalnych zabiegów technologicznych zlikwidować obszar rezystancji ujemnej. Nie istnieje zatem możliwość zastosowania do pomiaru ciśnienia hydrostatycznego złącza tunelowego wyprodukowanego do innych celów. Wadą tego czujnika jest poza tym ograniczenie od góry zakresu mierzonego ciśnienia spowodowane małą wytrzymałością mechaniczną złącza tunelowego.

Przy zastosowaniu zwykłego złącza półprzewodnikowego zakres mierzonych ciśnień hydrostatycznych jest co prawda znacznie większy niż przy zastosowaniu diody tunelowej lecz zmiany parametrów elektrycznych pod wpływem ciśnienia są małe i trudno mierzalne. Celem zwiększenia czułości pomiaru można zastosować tranzystor jako czujnik ciśnienia hydrostatycznego.

Dla takich półprzewodnikowych czujników złączowych jak dioda tunelowa, dioda zwykła czy tranzystor współczynnik czułości temperaturowej definiowany jako względna zmiana napięcia lub prądu na jednostkę temperatury przy stałym ciśnieniu czyli

$$\beta = \left(\frac{dU}{U dt} \right)_p = \text{const} \text{ lub } \beta = \left(\frac{dI}{I dT} \right)_p = \text{const}$$

ma wartość rzędu $10^{-2}^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Przy zastosowaniu więc wszystkich z powyżej wymienionych czujników występuje trudny problem kompensacji temperaturowej. Celem wynalazku jest

zmniejszenie współczynnika czułości temperaturowej pomiaru przez zastosowanie diody Zenera jako czujnika ciśnienia hydrostatycznego.

Cel ten został osiągnięty przez opracowanie czujnika według wynalazku stanowiącego diodę Zenera, o jak najmniejszym możliwym do uzyskania współczynniku czułości temperaturowej napięcia najkorzystniej rzędu $10^{-5}^{\circ}\text{C}^{-1}$ lub mniejszym, o charakterystyce wzorcowania wyrażonej zależnością zmiany napięcia w kierunku zaporowym w funkcji ciśnienia przy stałej temperaturze, umocowanej w obudowie przenoszącej ciśnienie na przykład plastikowej lub też bez obudowy.

Czujnik ciśnienia według wynalazku zostanie objaśniony bliżej na rysunku na którym fig. 1 przedstawia zmiany w przebiegu charakterystyki prądowo-napięciowej diody Zenera spowodowane działaniem na diodę ciśnienia hydrostatycznego, fig. 2 charakterystykę wzorcowania diody Zenera jako czujnika ciśnienia hydrostatycznego, fig. 3 znany układ kompensacji temperaturowej przy zastosowaniu dwóch diod Zenera.

Z fig. 1 wynika, że czułość diody Zenera jako czujnika ciśnienia hydrostatycznego jest większa w przypadku gdy dioda jest spolaryzowana zaporowo. Przy stałej wartości prądu płynącego przez złącze następuje przesunięcie punktu pracy z A_1 do A_2 .

Współczynnik czułości temperaturowej napięcia dla diody Zenera definiowany jako

$$\beta = \left(-\frac{1}{U_z} \cdot \frac{d U_z}{d T} \right) P, I = \text{const}$$

czyli względna zmiana napięcia na jednostkę temperatury, dla niektórych współczesnych diod Zenera ma wartość rzędu $10^{-5}^{\circ}\text{C}^{-1}$ lub mniejszą. Na fig. 2 pokazana jest zmierzona doświadczalnie charakterystyka wzorcowania diody Zenera jako czujnika ciśnienia hydrostatycznego czyli zależność zmiany napięcia w kierunku zaporowym w funkcji ciśnienia przy stałym prądzie zaporowym. Charakterystyka ta ma przebieg liniowy w szerokim zakresie zmiany ciśnienia.

W przypadku gdy niedostępne są diody Zenera o wartości β — co najmniej $10^{-5}^{\circ}\text{C}^{-1}$ stosuje się do

pomiaru dwie diody Zenera połączone szeregowo w znanym układzie kompensacji temperaturowej jak to pokazano na fig. 3, przy czym jedna z nich D_1 pracująca w kierunku zaporowym posiada dodatni współczynnik czułości temperaturowej napięcia, druga natomiast D_2 pracująca w kierunku przewodzenia ujemny współczynnik czułości temperaturowej napięcia, przy czym współczynniki te mają równe lub zbliżone wartości liczbowe.

Zastosowanie czujnika ciśnienia hydrostatycznego według wynalazku pozwala na zmniejszenie co najmniej o rząd wielkości współczynnika czułości temperaturowej w porównaniu z dotychczas stosowanymi czujnikami. Dioda Zenera pozwala na punktowy pomiar ciśnienia hydrostatycznego w szerokim zakresie. Dodatkową zaletą czujnika, według wynalazku jest możliwość zastosowania do pomiaru ciśnienia hydrostatycznego przyrządu półprzewodnikowego produkowanego seryjnie do innych celów. Czujnik według wynalazku może znaleźć również zastosowanie w elektrycznych pomiarach ciśnień dynamicznych, sił, naprężeń, drgań i przyspieszeń.

Zastrzeżenia patentowe

1. Elektryczny półprzewodnikowy czujnik ciśnienia hydrostatycznego, **znamienny tym**, że stanowi go dioda Zenera o charakterystyce wzorcowania wyrażonej zależnością zmiany napięcia w kierunku zaporowym w funkcji ciśnienia przy stałej temperaturze, umocowany w obudowie przenoszącej ciśnienie najkorzystniej plastikowej lub też bez obudowy.
2. Czujnik według zastrz. 1 **znamienny tym**, że stanowi co najmniej dwie diody Zenera D_1 D_2 połączone szeregowo w znanym układzie kompensacji temperaturowej, przy czym jedna z nich pracująca w kierunku zaporowym posiada dodatni współczynnik czułości temperaturowej napięcia, druga natomiast pracująca w kierunku przewodzenia ujemny współczynnik czułości temperaturowej napięcia, przy czym współczynniki te mają równe lub zbliżone wartości liczbowe.

