



Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 15.XII.1969 (P 137 565)

Pierwszeństwo:

Opublikowano: 29.II.1972

Kl. 42 k, 14/04

MKP G 011, 11/00

UKD

Twórca wynalazku: Wojciech Włodarski

Właściciel patentu: Politechnika Warszawska, Warszawa (Polska)

Czujnik ciśnienia hydrostatycznego

1

Przedmiotem wynalazku jest czujnik ciśnienia hydrostatycznego.

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

Stosowany najczęściej w miernictwie ciśnieniowym rezystancyjny czujnik metaliczny wykonany z manganinu to jest stopu miedzi z manganem i niklem, charakteryzuje się długą i żmudną technologią mającą na celu uzyskanie powtarzalnych wyników oraz małym współczynnikiem temperaturowym. 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 manganinu wartość rzędu $10^{-4} \dots 10^{-5} \text{ deg}^{-1}$ w pewnym wąskim zakresie zmiany temperatury, zależy jednak od ciśnienia.

Czujniki półprzewodnikowe monokrystaliczne (np. tellur lub antymonek indu) mają wartość współczynnika temperaturowego przeciętnie o dwa rzędy większą, a więc 10^{-2} deg^{-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

Dla 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 trudnomierzalne. Celem zwiększenia czułości pomiaru można zastosować tranzystor jako czujnik ciśnienia hydrostatycznego.

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

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

ma wartość rzędu $10^{-3} \dots 10^{-2} \text{ deg}^{-1}$. Przy zastosowaniu więc wszystkich z powyżej wymienionych czujników występuje trudny problem kompensacji temperaturowej.

Celem wynalazku jest zmniejszenie współczynnika temperaturowego czujnika oraz zwiększenie czułości ci-

śnieniowej przez zastosowanie tranzystora polowego jako czujnika ciśnienia hydrostatycznego.

Cel ten został osiągnięty przez opracowanie czujnika według wynalazku stanowiącego przyrząd półprzewodnikowy w postaci umocowanego w obudowie przenoszącej ciśnienie na przykład plastikowej lub bez niej, tranzystora polowego złączowego FET lub tranzystora polowego z izolowaną elektrodą sterującą MOS FET, połączonego najkorzystniej w układzie ze wspólnym źródłem lub ze wspólnym drenem o charakterystyce wzorcowania wyrażonej zależnością zmiany napięcia źródło — bramka w funkcji ciśnienia przy stałym prądzie drenu o wartości równej prądowi autokompensacji zapewniającej współczynnik temperaturowy równy zeru lub zbliżony do zera, albo też zależnością prądu drenu od ciśnienia przy takiej wartości napięcia źródło — bramka przy której współczynnik temperaturowy prądu drenu jest równy zeru lub zbliżony do zera.

Czujnik ciśnienia według wynalazku został przedstawiony na rysunku na którym fig. 1 przedstawia charakterystyki przejściowe czyli zależności drenu I_D od napięcia źródło — bramka U_{GS} tranzystora polowego FET lub MOS FET dla trzech różnych wartości temperatury T_1 T_2 T_3 , fig. 2 zmiany w przebiegu charakterystyki przejściowej spowodowane działaniem na tranzystor ciśnienia hydrostatycznego, fig. 3 charakterystykę wzorcowania tranzystora polowego jako czujnika ciśnienia hydrostatycznego.

Z charakterystyk przejściowych tranzystora polowego przedstawionych na fig. 1 wynika, że charakterystyki te przecinają się w jednym punkcie A. Czyli dla $U_{GS} = U_A$ prąd drenu nie zależy od temperatury. Zjawisko to powstaje w wyniku sprzecznego wpływu dwóch czynników na prąd drenu. Pierwszym z tych czynników jest konduktancja kanału, która maleje z temperaturą, co jest powodem malenia prądu drenu. Drugim natomiast czynnikiem, napięcie kontaktowe na złączu, które maleje z temperaturą co powoduje, że prąd drenu ma tendencję do wzrostu.

Z fig. 2 wynika, że ze wzrostem ciśnienia hydrostatycznego działającego na tranzystor polowy napięcie źródło — bramka maleje.

Współczynnik temperaturowy napięcia źródło — bramka tranzystora polowego definiowany jako

$$\beta = \left(\frac{I}{U_{GS}} \frac{dU_{GS}}{dT} \right) P, J_D = \text{const}$$

dla wartości $J_D = J_{DA}$ ma wartość zbliżoną do zera co pozwala na realizację kompensacji temperaturowej.

Na fig. 3 pokazano charakterystykę wzorcowania tranzystora polowego jako czujnika ciśnienia hydrostatycznego czyli zależność zmiany napięcia źródło — bramka U_{GS} w funkcji ciśnienia przy stałym prądzie drenu $I_D = I_{DA}$ o takiej wartości przy której jego współczynnik temperaturowy jest równy zeru lub zbliżony do zera. Charakterystyka ta ma przebieg liniowy.

Zastosowanie czujnika ciśnienia hydrostatycznego według wynalazku pozwala na zmniejszenie wartości współczynnika temperaturowego w porównaniu ze stosowanymi obecnie czujnikami złączowymi, przy jednoczesnym zwiększeniu czułości pomiaru ciśnienia. Tranzystor polowy pozwala na 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 ma również zastosowanie w elektrycznych pomiarach sił, naprężeń, drgań i przyspieszeń.

Zastrzeżenie patentowe

Czujnik ciśnienia hydrostatycznego w postaci umieszczonego w obszarze mierzonego ciśnienia i współpracującego z układem pomiarowym przyrządu półprzewodnikowego, umocowanego w obudowie przenoszącej ciśnienie lub bez niej **znamienny tym**, iż stanowi go tranzystor polowy złączowy lub tranzystor polowy z izolowaną elektrodą sterującą połączony najkorzystniej w układzie ze wspólnym źródłem lub ze wspólnym drenem o charakterystyce wzorcowania wyrażonej zależnością zmiany napięcia źródło — bramka w funkcji ciśnienia przy stałym prądzie drenu o wartości równej prądowi autokompensacji zapewniającej współczynnik temperaturowy równy zeru lub zbliżony do zera albo też zależnością prądu drenu od ciśnienia przy wartości napięcia źródło — bramka przy której współczynnik temperaturowy prądu drenu jest równy zeru lub zbliżony do zera.

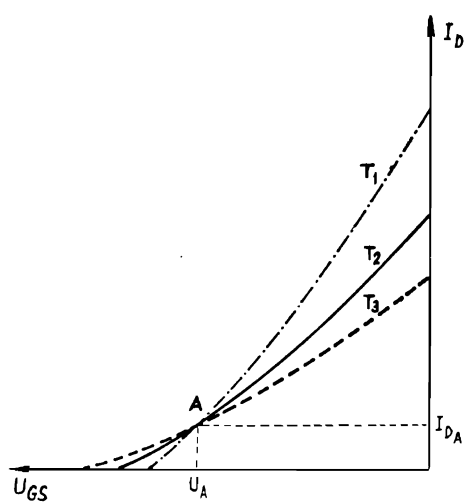


Fig. 1

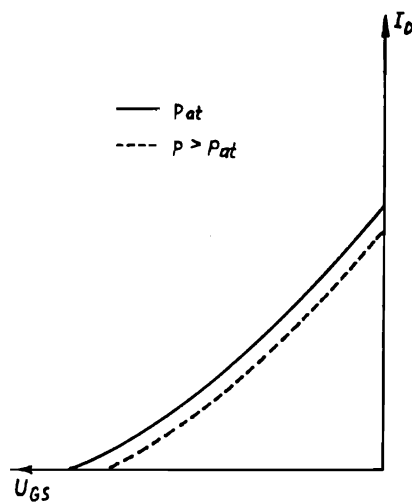


Fig. 2

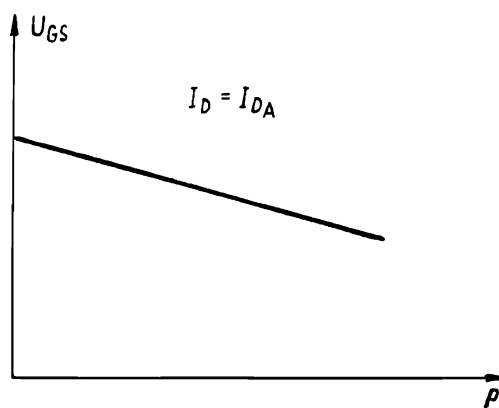


Fig. 3