



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 18.07.77 (P. 199731)

Pierwszeństwo: _____

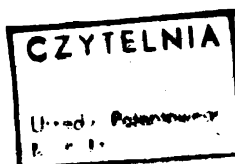
Zgłoszenie ogłoszono: 12.02.79

Opis patentowy opublikowano: 15.03.1982

Int. Cl.²

H01L 29/84

G01L 1/18



Twórcy wynalazku: Marcin Kończykowski, Elwira Szafarkiewicz, Michał Baj, Leszek Kończewicz, Sylwester Porowski

Uprawniony z patentu: Zjednoczone Zakłady Produkcji Aparatury Naukowej; Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Wysokich Ciśnień „Unipress”; Celestynów (Polska)

Sposób wykonania półprzewodnikowego czujnika ciśnienia

1.

Wynalazek dotyczy sposobu wykonania półprzewodnikowego czujnika ciśnienia, polegającego na wytworzeniu materiału półprzewodnikowego z wąską przerwą energetyczną.

Jednym z najbardziej rozpowszechnionych czujników ciśnienia hydrostatycznego są czujniki manganinowe. Czujniki te są nawijane z drutu manganinowego w postaci różnego typu cewek. Następnie tak wykonane cewki poddaje się wygrzewaniu dla usunięcia naprężeń, oraz montuje się w urządzeniach wysokociśnieniowych w sposób umożliwiający pomiar rezystancji tych czujników. Czujniki te znajdują zastosowanie przede wszystkim do pomiaru ciśnień idealnie hydrostatycznych w temperaturach zbliżonych do temperatury pokojowej.

Wadą sposobu wykonania tych czujników jest konieczność stosowania długich odcinków drutu manganinowego, co w konsekwencji daje wysoką niestabilność wskazań w wypadku wystąpienia niejednorodności ciśnienia. W niskich temperaturach, wadą czujników jest silna zależność rezystancji manganinu od temperatury. Mimo tych wad czujników urządzenia wyposażone w te czujniki są stosowane zarówno w temperaturach pokojowych, jak również w niskich temperaturach, np. poniżej 77°K.

Celem wynalazku jest wykonanie czujnika nieposiadającego wad powszechnie stosowanych czujników szczególnie w niskich temperaturach. Cel ten osiągnięto domieszkując półprzewodnik z wąską przerwą energetyczną pierwiastkami dającymi sta-

2

ny donorowe w sposób taki aby spełniony był warunek $E_F > kT$, gdzie E_F — energia Fermiego, k — stała Boltzmanna T — temperatura bezwzględna, oraz aby koncentracja elektronów przewodnictwa była niezależna od ciśnienia i temperatury. Uzyskany w ten sposób kryształ jest mechanicznie rozdrobiony na mniejsze części, które następnie są montowane w urządzeniu wysokociśnieniowym w sposób umożliwiający pomiar rezystancji. Sposób ten umożliwia uzyskanie czujnika ciśnienia nadającego się do stosowania przede wszystkim w niskich temperaturach. Czujnik jest mało wrażliwy na niehydrostatyczne naprężenia, wskazania jego są mało zależne od temperatury, oraz charakteryzuje się dużą czułością i poprawnością oraz powtarzalnością wskazań.

Przykładowe charakterystyki czujników wykonanych sposobem według wynalazku przedstawione są na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia zależność rezystancji od ciśnienia w temperaturze 300°K oraz w temperaturze 77°K dla dwóch czujników różnie domieszkowanych, fig. 2 przedstawia zależność rezystancji czujnika od temperatury dla kilku wybranych ciśnień. Uzyskany znanymi sposobami materiał półprzewodnikowy InSb domieszkujemy jednokrotnie selenem według jednego ze znanych procesów domieszkowania. Koncentracja wyprowadzonych domieszek jest wyższa niż 10^{17} cm^{-3} . Uzyskany tak kryształ został pocięty na prostokątne o wymiarach $0,3 \times 0,3 \times 3 \text{ mm}$, do których przyluto-

wano kontakty. Tak uzyskany czujnik został zamontowany w urządzeniu wysokociśnieniowym.

W półprzewodnikach wpływ ciśnienia na rezystancję wiąże się na ogół zarówno ze zmianami ruchliwości jak i koncentracji nośników. Dla uzyskania właściwej pracy urządzenia pomiarowego materiał z którego jest wykonany czujnik powinien być tak dobrany by zmiany oporności związane ze zmianą koncentracji nośników odpowiadały zmianom ruchliwości. Dla półprzewodników z wąską przerwą energetyczną warunek ten może być łatwo spełniony. W materiałach tych ciśnienie w istotny sposób zmienia pasma przewodnictwa i co za tym idzie są duże zmiany ruchliwości. Ze względu na małą masę efektywną kulombowski potencjał wokół donorów nie daje stanów zlokalizowanych także w zakresie niskich temperatur koncentracji nośników w pasmie przewodnictwa i nie zależy ani od ciśnienia ani od temperatury. Dla większości półprzewodników o pasmie przewodnictwa typu Kane'a zależność ruchliwości od ciśnienia jest w przybliżeniu liniowa i wynosi od kilku do kilkudziesięciu % na 10 kbar. Dla uzyskania czujników o rezystancji niezależnej od temperatury materiał został tak domieszkowany aby dominującym mechanizmem rozpraszania elektronów było rozpraszanie na defektach sieci. W czujnikach wykonanych z półprzewodnika InSb przewodnictwo elektryczne określone było elektronami z minimum γ . Niezależność koncentracji od ciśnienia

i temperatury wynika z braku pobudzeń elektronowych poprzez przerwę energetyczną, oraz z braku zlokalizowanych poziomów w pobliżu poziomu Fermiego. Najbliższe stany, które wpływają na rezystancję w wysokim ciśnieniu leżą znacznie powyżej poziomu Fermiego, i tak $E_S = 0,45$ eV, $E_{Se} = 0,52$ eV, $E_{Te} = 0,62$ eV. Tylko dla czujników z półprzewodnika domieszkowanego siarką poziomu E_S limituje maksymalne ciśnienie do 15 kbar. Dla dwóch pozostałych domieszek granicę stanowi przemiana fazowa, która ma miejsce w 25 kbar.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób wykonania półprzewodnikowego czujnika ciśnienia, polegający na wytwarzaniu materiałów półprzewodnikowych z wąską przerwą energetyczną, znamienny tym, że materiał półprzewodnikowy domieszkuje się pierwiastkami dającymi stany donorowe, w sposób taki, aby spełniony był warunek $E_F > kT$, gdzie E_F — energia Fermiego, k — stała Boltzmanna, T — temperatura bezwzględna, oraz aby koncentracja elektronów przewodnictwa była niezależna od ciśnienia i temperatury, po czym uzyskany kryształ jest mechanicznie rozdrobiony na mniejsze części, które następnie są montowane w urządzeniu wysokociśnieniowym w sposób umożliwiający pomiar rezystancji.

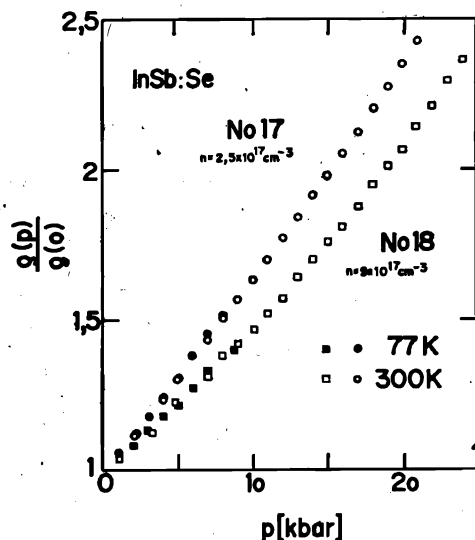


Fig. 1

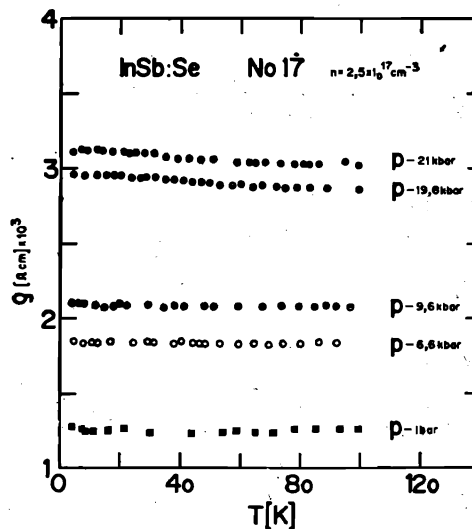


Fig. 2