

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY PATENTU TYMCZASOWEGO

77521

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 06.03.1972 (P. 153879)

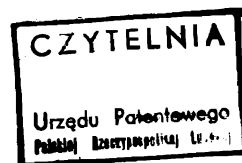
Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 30.09.1973

Opis patentowy opublikowano: 21.04.1975

Kl. 21e,31/22

MKP G01r 31/22



Twórca wynalazku: Wiesław Marciniak

Uprawniony z patentu tymczasowego: Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego,
Warszawa (Polska)

Sposób wyznaczania profilu koncentracji domieszek w warstwie przypowierzchniowej półprzewodnika i urządzenie do stosowania tego sposobu

Przedmiotem wynalazku jest sposób wyznaczania profilu koncentracji domieszek w warstwie przypowierzchniowej półprzewodnika i urządzenie do stosowania tego sposobu, zwłaszcza do badań półprzewodników pasywowanych.

Dotychczas znane i stosowane metody określania profilu koncentracji domieszek opierają się na pomiarach charakterystyk pojemnościowo – napięciowych złącz n – p oraz styków m – p lub struktur MIS, to znaczy metal – izolator – półprzewodnik. Najwięcej zalet posiada metoda oparta na pomiarze nierównowagowych charakterystyk pojemnościowo-napięciowych struktury MIS w zakresie głębokiego zubożenia. Na podstawie teoretycznych rozważań uzyskuje się dla tej metody następujące wyrażenie na koncentrację domieszek w odległości x od powierzchni półprzewodnika:

$$N(x) = \frac{C^3}{q E_s A^2} \left/ \frac{dC}{dU_G} \right/^{-1} \quad (1)$$

gdzie:

- U_G – napięcie na strukturze MIS;
- C – pojemność różniczkowa kondensatora MIS;
- q – ładunek elementarny;
- E_s – przenikalność elektryczna półprzewodnika;
- A – powierzchnia elektrody bramki.

Ze wzoru (1) wynika, że koncentrację domieszek $N(x)$ można określić na podstawie nachylenia charakterystyki $C = f(U_G)$.

Największą trudność pomiarową stanowi fakt, że charakterystyka nierównowagowa $C = f(U_G)$ musi być zdejmowana w czasie krótszym od czasu życia nośników mniejszościowych, by nie powstała warstwa inwersyjna, oraz krótszym od czasu relaksacji ładunku stanów powierzchniowych. Praktycznie czas pomiaru charakterystyki

nie powinien przekraczać kilku milisekund. Dotychczas znany i realizowany sposób pomiaru polega na zastosowaniu dwu napięć- tj. napięcia polaryzującego, najczęściej piłokształtnego, o czasie trwania kilka milisekund oraz sygnału pomiarowego o małej amplitudzie, kilkadziesiąt miliwoltów i dużej częstotliwości, większej od pięciuset kiloherców. Natomiast znane urządzenie do stosowania tego sposobu składa się z generatora napięć piłokształtnych, polaryzującego badany kondensator MIS, a pojemność dynamiczna tego kondensatora jest mierzona za pomocą mostka, który posiada wskaźnik równowagi połączony na wyjściu z oscyloskopem. Takie rozwiązanie jest złożone, wymaga stosowania mostka pojemnościowego o małej stałej czasowej oraz układów selektywnych dla oddzielenia sygnału pomiarowego od składowych harmonicznych napięcia polaryzującego.

Celem sposobu jest opracowanie nowej prostszej i niezawodnej metody pomiaru profilu koncentracji domieszek w warstwie przypowierzchniowej półprzewodnika, a celem urządzenia jest umożliwienie stosowania tego sposobu.

W sposobie według wynalazku, polegającym na zdejmowaniu charakterystyk nierównowagowych $C = f(U_G)$ struktury MIS, przebieg liniowo zmienny w czasie, o szybkości narastania większej od stu miliwoltów na mikrosekundę, na przykład przebieg piłokształtny lub trójkątny, doprowadza się równolegle do mierzonego kondensatora MIS oraz kondensatora wzorcowego, połączonych przez przełącznik z rezystorem, po czym przebieg zbierany z rezystora wzmacnia się i przetwarza metodą próbkowania w konwerterze, przy czym na wyjściu konwertera otrzymuje się dwa sygnały, to jest jeden proporcjonalny do pojemności różniczkowej kondensatora MIS, a drugi do napięcia polaryzującego kondensator, które rejestruje się otrzymując charakterystykę $C = f(U_G)$, przy czym charakterystykę tę następnie analizuje się za pomocą maszyny matematycznej.

Urządzenie do stosowania sposobu według wynalazku składa się z generatora napięcia liniowego, połączonego z wzajemnie równolegle połączonymi kondensatorami MIS i wzorcowym, które poprzez przełącznik łączone są szeregowo z rezystorem, z którego sygnał jest podawany do wzmacniacza połączonego na wyjściu z konwerterem, którego dwa wyjścia połączone są z wejściami rejestratora.

Najważniejszą zaletą sposobu według wynalazku jest możliwość wykonania pomiaru profilu koncentracji domieszek w warstwie przypowierzchniowej półprzewodnika z dowolnie krótkim czasem relaksacji nośników mniejszościowych i stanów powierzchniowych. Zaletą urządzenia według wynalazku jest prosty, niezawodny i dokładny pomiar koncentracji domieszek.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku, na którym fig. 1 ilustruje schemat blokowy układu pomiarowego oraz fig. 2 ilustruje przykładową nierównowagową charakterystykę pojemnościowo-napięciową struktury MIS. Sposób pomiaru jest następujący. Prąd przepływający przez badany kondensator MIS to jest kondensator 3 na fig. 1, a zatem i spadek napięcia na rezystorze 5 jest proporcjonalny do iloczynu szybkości narastania napięcia U_G oraz pojemności badanego kondensatora. Odkładając na osi odciętych liniowo zmieniające się napięcie, zaś na osi rzędnych spadek napięcia na rezystorze 5, po uprzednim wzmocnieniu, otrzymuje się charakterystykę pojemnościowo-napięciową $C = f(U_G)$.

Na fig. 2 przedstawiono przykładowo zarejestrowaną krzywą $C = f(U_G)$. Zdjętą charakterystykę analizuje się zgodnie ze wzorem (1) za pomocą maszyny matematycznej, skąd uzyskuje się wykres koncentracji domieszek w funkcji odległości mierzonej od powierzchni w głąb półprzewodnika. Urządzenie według wynalazku (fig. 1) posiada generator napięcia liniowego 1, którego sygnał, ze względu na wspomnianą wcześniej konieczność stosowania krótkiego czasu pomiaru, ma szybkość narastania większą niż sto miliwoltów na mikrosekundę. Wartość rezystora 5 jest dobierana na poziomie maksymalnym dla danej szybkości narastania oraz pojemności, tak by jednocześnie była zachowana liniowa zależność spadku napięcia na rezystorze 5 od mierzonej pojemności 3. Kondensator wzorcowy 2 służy do skalowania pomiaru. Sygnał odkładający się na rezystorze 5 jest wzmacniany przez wzmacniacz 6, następnie po przetworzeniu metodą próbkowania przez konwerter 7 w przebieg wolnozmienny jest zapisywany na rejestratorze X - Y8, po czym jest analizowany za pomocą maszyny matematycznej 9.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wyznaczania profilu koncentracji domieszek w warstwie przypowierzchniowej półprzewodnika, polegający na zdejmowaniu charakterystyk nierównowagowych $C = f(U_G)$ struktury MIS, **znamienny tym**, że przebieg liniowo zmienny w czasie, o szybkości narastania większej od stu miliwoltów na mikrosekundę, na przykład przebieg piłokształtny lub trójkątny, doprowadza się równolegle do mierzonego kondensatora MIS oraz kondensatora wzorcowego, które są połączone przez przełącznik z rezystorem, po czym przebieg zbierany z rezystora wzmacnia się i przetwarza metodą próbkowania w konwerterze, przy czym na wyjściu konwertera otrzymuje się dwa sygnały, to jest jeden proporcjonalny do pojemności różniczkowej kondensatora MIS, a drugi

do napięcia polaryzującego kondensator, które rejestruje się otrzymując charakterystykę $C = f(u_{UG})$, przy czym charakterystykę tę analizuje się za pomocą maszyny matematycznej.

2. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrzeżenia 1, **znamiennie tym**, że ma generator napięcia liniowego (1), który jest połączony z wzajemnie równolegle połączonymi kondensatorami (2) i (3), przy czym kondensatory te poprzez przełącznik (4) są łączone szeregowo z rezystorem (5) oraz wejściem wzmacniacza (6) połączonego na wyjściu z kondensatorem (7), którego dwa wyjścia są połączone z wejściami X, Y rejestratora (8).

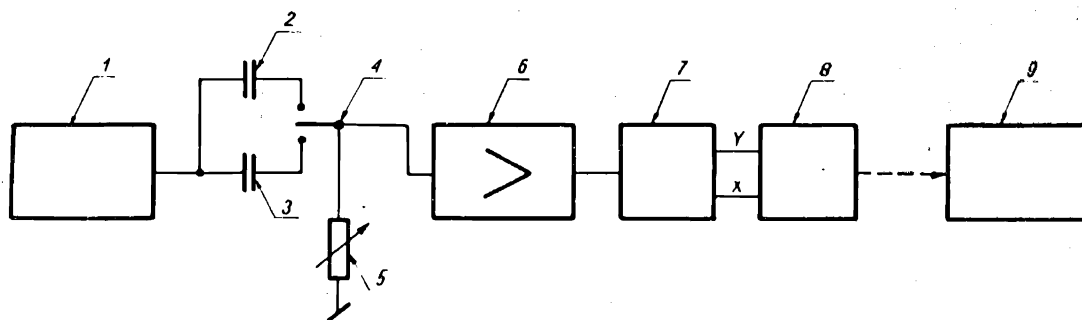


Fig. 1.

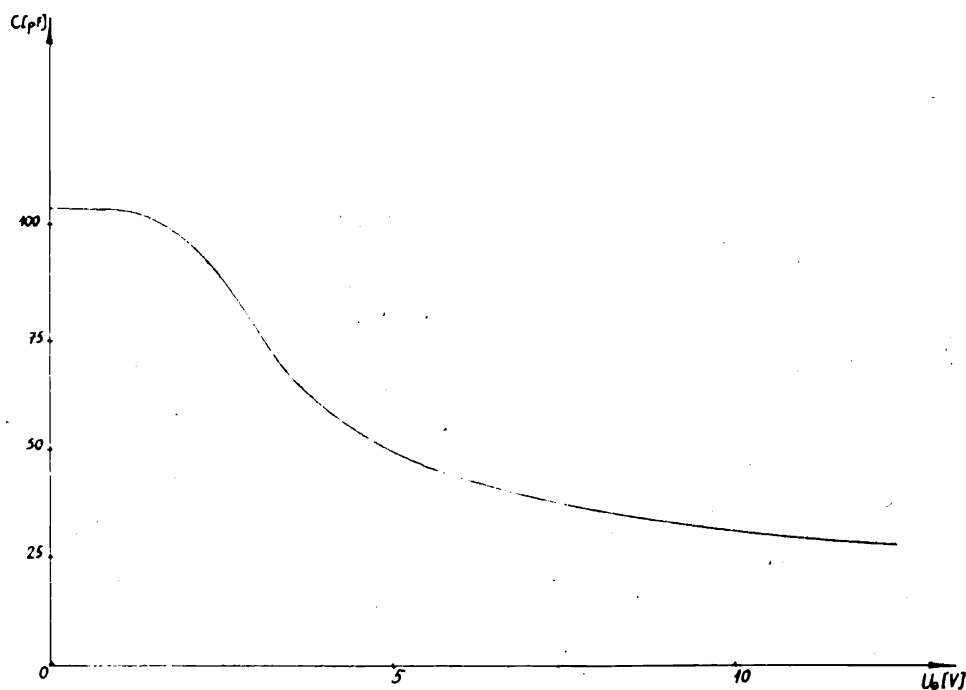


Fig. 2