

**POLSKA  
RZECZPOSPOLITA  
LUDOWA**



**URZĄD  
PATENTOWY  
PRL**

# OPIS PATENTOWY

# 103184

Patent dodatkowy \_\_\_\_\_  
do patentu nr \_\_\_\_\_

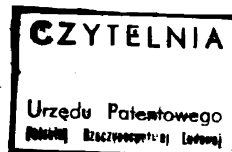
Zgłoszono: 17.12.76 (P. 194477)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 13.03.78

Opis patentowy opublikowano: 30.06.1980

Int. Cl.<sup>2</sup> G01R 31/26



Twórcy wynalazku: Jerzy Iwanowski, Jan Oleński

Uprawniony z patentu : Instytut Technologii Elektronowej  
przy Naukowo-Produkcyjnym,  
Centrum Półprzewodników,  
Warszawa (Polska)

## Układ do sprawdzania jednorodności półprzewodnika i pomiaru koncentracji domieszek

Przedmiotem wynalazku jest układ do sprawdzania jednorodności półprzewodnika i pomiaru koncentracji domieszek w głąb półprzewodnika z charakterystyk pojemnościowo-napięciowych struktur pomiarowych, takich jak: kondensator MIS, złącze metal-półprzewodnik i półprzewodnikowe złącze p-n.

Dotychczas stosowane układy do pomiaru koncentracji domieszek z charakterystyk pojemnościowo-napięciowych wymienionych struktur składają się z urządzenia do pomiaru tych charakterystyk oraz urządzeń rejestrujących takich, jak: rejestrator X-Y, woltomierz cyfrowy itp., a sprawdzenie jednorodności i wyznaczenie koncentracji wymaga odczytania wartości pojemności i napięcia „punkt po punkcie”, a następnie wykonania pracochłonnych obliczeń. Szybkie sprawdzenie jednorodności i pomiar koncentracji domieszek wymaga sprzężenia takiego układu pomiarowego z końcówką maszyny cyfrowej, do czego potrzebny jest dostęp do maszyny cyfrowej i odpowiedni układ sprzężenia. Przykładem takiego rozwiązania jest polski opis patentowy nr 77521. Dotyczy on metody wyznaczania profilu koncentracji przy pomocy sygnału szybkozmiennego, a następnie przetworzenia otrzymanej szybkozmiennnej charakterystyki C(U) na charakterystykę wolnozmienną za pomocą konwertera. Otrzymana tu charakterystyka wolnozmienna wymaga analizy przy pomocy maszyny cyfrowej. Stosuje się też układy elektroniczne pozwalające na bezpośredni odczyt koncentracji, jak opis patentowy USA nr 3605015, gdzie koncentrację wyznacza się z pomiaru drugiej harmonicznej prądu płynącego przez strukturę, lecz układy są bardzo złożone i trudne do realizacji.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie wad znanych układów i opracowanie funkcjonalnego układu pomiarowego do szybkiej oceny jednorodności domieszkowania półprzewodnika i wyznaczenia koncentracji nie wymagającego stosowania maszyny matematycznej.

Istotą wynalazku jest umieszczenie między urządzeniami do pomiaru charakterystyk pojemnościowo-napięciowych, a urządzeniem rejestrującym przetwornik napięcia realizujący zależność  $U_{wy} \sim 1/U_{we}^2$  zbudowany z dwóch wzmacniaczy logarytmicznych.

Zaletą układu według wynalazku jest znaczne uproszczenie i skrócenie pomiaru w porównaniu z dotychczas stosowanymi metodami. Do zalet tych należą: wyeliminowanie konieczności stosowania maszyny matema-

tycznej oraz umożliwienie natychmiastowej oceny jednorodności materiału półprzewodnikowego. Możliwość ta ma szczególne znaczenie w przypadku kontroli jakości cienkich warstw epitaksjalnych. Sam układ pomiarowy nie stwarza trudności budowy i obsługi.

Przykład wykonania układu według wynalazku jest uwidoczniiony na rysunku, którego fig. 1 pokazuje schemat układu, fig. 2 – przetwornik napięcia, fig. 3 – przykład oceny jednorodności półprzewodnika.

Układ pomiarowy składa się z urządzenia do pomiaru charakterystyki pojemnościowo-napięciowej 1 (np. miernika pojemności z zasilaczem), połączonego ze strukturą pomiarową 6, które połączone jest z urządzeniem rejestrującym 3 bezpośrednio oraz przez przetwornik napięcia 2. Przetwornik napięcia 2 zbudowany jest z dwóch wzmacniaczy logarytmicznych. Wzmacniacz pierwszy 4 realizuje na wyjściu funkcję napięcia według wzoru

$$U_{wy1} = 2 \log_a \frac{U_{we}}{U_{odn}}$$

natomiast drugi wzmacniacz 5 realizuje na wyjściu funkcję

$$U_{wy} = a^{-U_{wy1}} U_{odn}$$

dzięki czemu przetwornik realizuje zależność

$$U_{wy} = \frac{U_{odn}^3}{U_{we}^2}$$

przy czym  $U_{odn}$  jest stałym napięciem odniesienia.

Podanie na przetwornik napięcia  $U_{we}$ , proporcjonalnego do pojemności mierzonej  $C$  (z analogowego wyjścia miernika pojemności) pozwala na uzyskanie wartości  $1/C^2$  na wyjściu przetwornika. Liniowość charakterystyki  $1/C^2(U)$  świadczy o jednorodności półprzewodnika, umożliwiając natychmiastową ocenę jednorodności materiału. Przykładem jest fig. 3 rysunku, na której przedstawiono charakterystykę  $1/c^2(U)$  jednorodnej płytki krzemowej. Z nachylenia charakterystyki wyznacza się wartość koncentracji ze wzoru

$$N = \frac{2}{q\epsilon_s\epsilon_0 A^2} \operatorname{ctg}\alpha$$

gdzie  $\alpha$  jest kątem nachylenia charakterystyki  $1/C^2(U)$ ,  $A$  – powierzchnią struktury,  $\epsilon_0$  – przenikalnością dielektryczną próżni,  $\epsilon_s$  – stałą dielektryczną półprzewodnika,  $q$  – ładunkiem elementarnym.

#### Zastrzeżenie patentowe

Układ do sprawdzania jednorodności półprzewodnika i pomiaru koncentracji domieszek z urządzeniem do pomiaru charakterystyk pojemnościowo-napięciowych i urządzeniem rejestrującym, z n a m i e n n y t y m, że między tymi urządzeniami łączy się kaskadowo przetwornik napięcia realizujący zależność ( $U_{wy} \sim 1(U_{we})^2$ ), zbudowany z dwóch wzmacniaczy logarytmicznych.

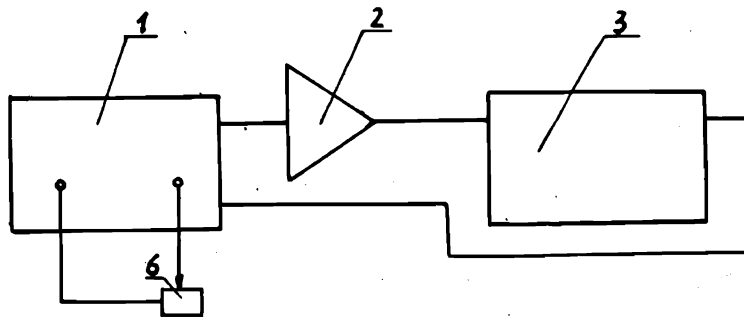


Fig.1

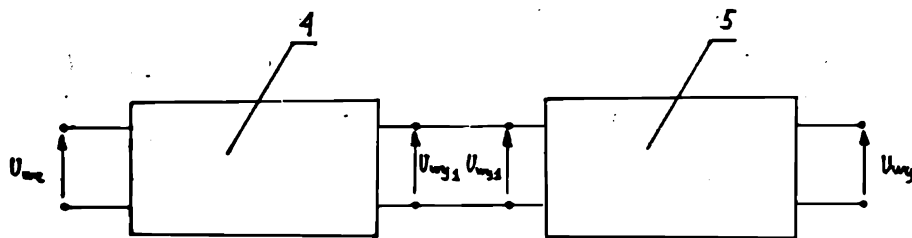


Fig.2

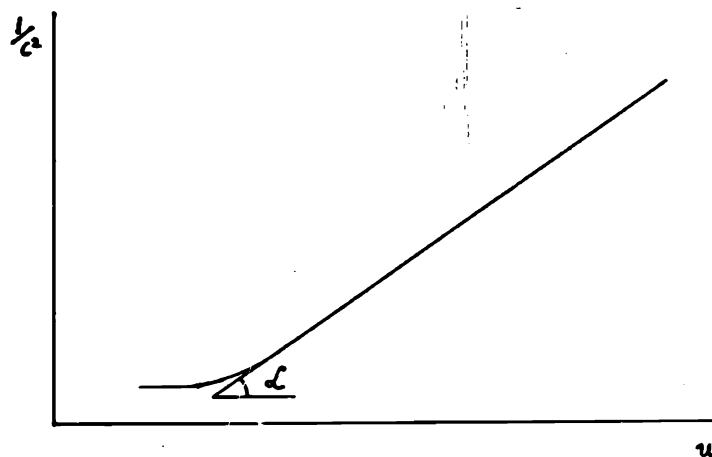


Fig.3