

POLSKA  
RZECZPOSPOLITA  
LUDOWA



URZĄD  
PATENTOWY  
PRL

# OPIS PATENTOWY PATENTU TYMCZASOWEGO

78110

Patent tymczasowy dodatkowy  
do patentu \_\_\_\_\_

Kl. 21g, 21/01

Zgłoszono: 29.07.1972 (P. 157003)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

MKP H01j 3/14

Zgłoszenie ogłoszono: 30.05.1973

Opis patentowy opublikowano: 08.09.1975

Twórcy wynalazku: Stefan Nowicki, Witold Rosiński  
Uprawniony z patentu tymczasowego: Instytut Technologii Elektronowej  
przy Naukowo Produkcyjnym Centrum  
Półprzewodników, Warszawa (Polska)

## Implantator jonów

Przedmiotem wynalazku jest implantator jonów, pracujący metodą plamki piszącej lub metodą projekcji jonowej.

W metodzie plamki piszącej wiązka jonowa jest odchylana elektrostatycznie lub magnetycznie, wskutek czego plamka jonowa w małych wymiarach przebiega powierzchnią tarczy po określonych torach np. po prostych równoległych, oddalonych od siebie o ułamek średnicy plamki. Plamka jest wygaszana i rozjaśniona przez podawanie odpowiedniego potencjału na jedną z elektrod źródła jonów.

Sterowanie odchylania i wygaszania prowadzone jest przez maszynę cyfrową. Program maszyny stanowi o podziale powierzchni tarczy na obszary implantowane i nieimplantowane.

W metodzie projekcji jonowej ustawia się na drodze wiązki jonowej przesłonę z otworem, będącym przedmiotem odwzorowania jonooptycznego. Plamka jonowa na tarczy jest pomniejszonym obrazem przedmiotu. Kształt plamki odpowiada pojedynczemu obszarowi implantacji np. emiterowi tranzystora. Po przeprowadzeniu implantacji jednego elementu przesuwana jest tarcza lub plamka jonowa.

W obu metodach plamka jonowa jest obrazem otworu w przesłonie. Odwzorowująca soczewka jonowa jest dostosowana do energii i mas jonów używanych podczas implantacji. Ogniskowa soczewki jest wystarczająco krótka, aby długość układu optycznego wypadła w użytecznych granicach i aby aberacja sferyczna nie ograniczała gęstości prądu w plamce jonowej do wartości prohibicyjnej dla zastosowania implantatora w produkcji.

Znany jest laboratoryjny implantator jonów z elektrostatyczną soczewką okrągłą, pracujący metodą plamki piszącej, w którym uzyskano plamkę jonową o średnicy  $1\text{ }\mu\text{m}$  i gęstości prądu  $0,25\text{ A/cm}^2$  przy energii jonów do  $30\text{ keV}$ .

Wadą tego rozwiązania jest ograniczenie energii jonów do  $30\text{ keV}$ .

Znany jest także laboratoryjny implantator jonów pracujący metodą projekcji jonowej z elektrostatycznym dublerem kwadrupolowym jako soczewką jonową.

Wadą tego rozwiązania jest mała gęstość prądu jonowego w plamce, związana z okolicznością, że pomniejszenia w obu płaszczyznach symetrii kwadrupola są różne i że rosnącemu pomniejszeniu w jednej płaszczyźnie towarzyszy malejące pomniejszenie w drugiej.

Celem wynalazku jest implantator jonów pracujący metodą plamki piszącej lub projekcji jonowej w zakresie energii jonów do 300 keV, osiągający gęstość prądu jonowego w plamce wystarczającą do ekonomicznego zastosowania implantatora w produkcji przemysłowej półprzewodnikowych elementów dyskretnych i obwodów scalonych.

Zgodnie z wynalazkiem osiągnięto cel przez zastosowanie znanej w teorii, lecz nie stosowanej dotychczas w praktyce, w szczególności nie stosowanej w implantatorach – soczewek jonowych w postaci podwójnych antysymetrycznych dublerów kwadrupolowych magnetycznych lub elektrostatycznych.

Opisany układ soczewek wbudowany w implantator umożliwi wytwarzanie tranzystorowych struktur półprzewodnikowych w sposób automatyczny z ograniczeniem liczby stosowanych dotychczas procesów fotolitograficznych i z wyeliminowaniem procesów dyfuzji domieszek.

Implantator jonów według wynalazku jest dokładnie wyjaśniony na podstawie jego przykładu wykonania.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia zdolność ogniskowania, fig. 2 – rozmieszczenie elementów implantatora, fig. 3 – obwiednię wiązki przenoszącej obraz, fig. 4 – obwiednię wiązki wewnątrz soczewki, a fig. 5 – przekrój poprzeczny kwadrupola.

Na fig. 1 przedstawiono zdolność ogniskowania  $k_x$  w płaszczyźnie symetrii  $Xs$  kwadrupola wzdłuż osi optycznej  $s$  układu. Zdolność ogniskowania  $k_y$  w płaszczyźnie  $ys$  jest określana zależnością  $k_y = -k_x$ . Soczewka o układzie wskazanym na fig. 1 ma ogniskowe w obu płaszczyznach symetrii równe sobie. Dobierając odpowiednio stosunek  $\frac{I}{K}$  i stosunek zdolności ogniskowania  $\frac{K}{K}$  osiąga się przesunięcie płaszczyzn fokalnych przedmiotowych do jednej wspólnej płaszczyzny i obrazowych do drugiej wspólnej płaszczyzny.

Rozwiązanie według wynalazku objaśnione będzie bliżej na przykładzie implantatora jonów 300 keV, pracującego metodą projekcji jonowej z układem pomniejszającym 64-krotnie, złożonym z dwu soczewek, z których każda jest podwójnym dubletem kwadrupolowym elektrostatycznym.

Fig. 2 przedstawia rozmieszczenie elementów implantatora. Wiązka jonów po wyjściu z układu A, zawierającego źródło jonów ekstraktor, separator mas i akcelerator trafia na przesłonę B, której otwór jest przedmiotem odwzorowania jono-optycznego, przechodzi następnie przez przesłonę C z otworem aperturowanym, soczewkę I i tworzy obraz pośredni, pomniejszony 8-krotnie w płaszczyźnie D. Na dalszej drodze wiązka jonowa trafia na drugą przesłonę aperturową E, drugą soczewkę II i tworzy w płaszczyźnie F obraz pomniejszony 64-krotnie.

Fig. 3 przedstawia obwiednię wiązki, przenoszącej obraz punktu G od tego punktu do obrazu pośredniego G' i końcowego G'' z pominięciem obszaru soczewki I i II. Przykładową obwiednię wiązki wewnątrz soczewki II wskazano na fig. 4.

Przekrój poprzeczny kwadrupola podaje fig. 5, gdzie korpus H tego kwadrupola jest wykonany z ceramiki, a elektrody J wykonano przez napyłanie metalu.

Przy natężeniu pola elektrycznego między elektrodami kwadrupola w próżni 100 kV/cm i przy natężeniu pola między elektrodami w próżni po powierzchni dielektryka 10 kV/cm i przy wystarczająco dużej aperturze ogniskowa soczewki w omawianym przykładzie wynosi 5 cm dla jonów 300 keV. Odpowiednia długość układu optycznego czyli odległość od B do F na fig. 2 wynosi około 100 cm.

#### Zastrzeżenie patentowe

Implantator jonów wyposażony w pomniejszający układ jonooptyczny, znamienny tym, że zawiera soczewki jonowe w postaci podwójnych antysymetrycznych dubletów kwadrupolowych magnetycznych lub elektrostatycznych.

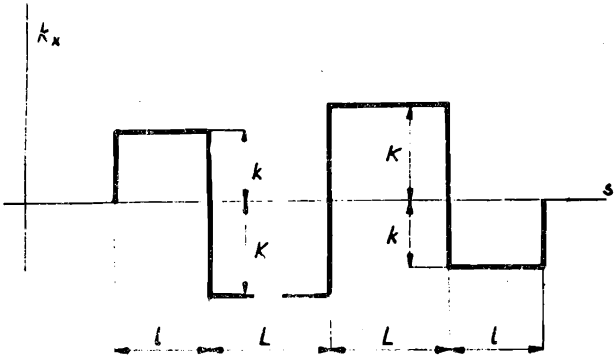


Fig. 1

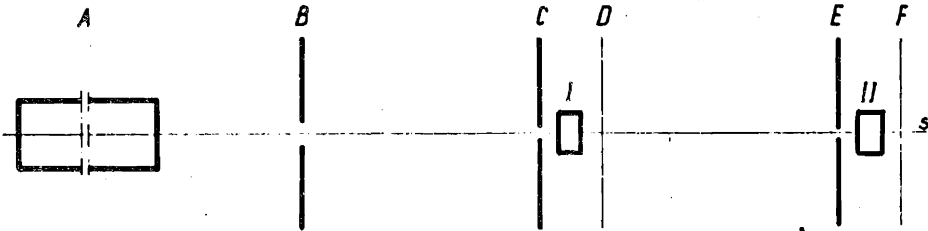


Fig. 2

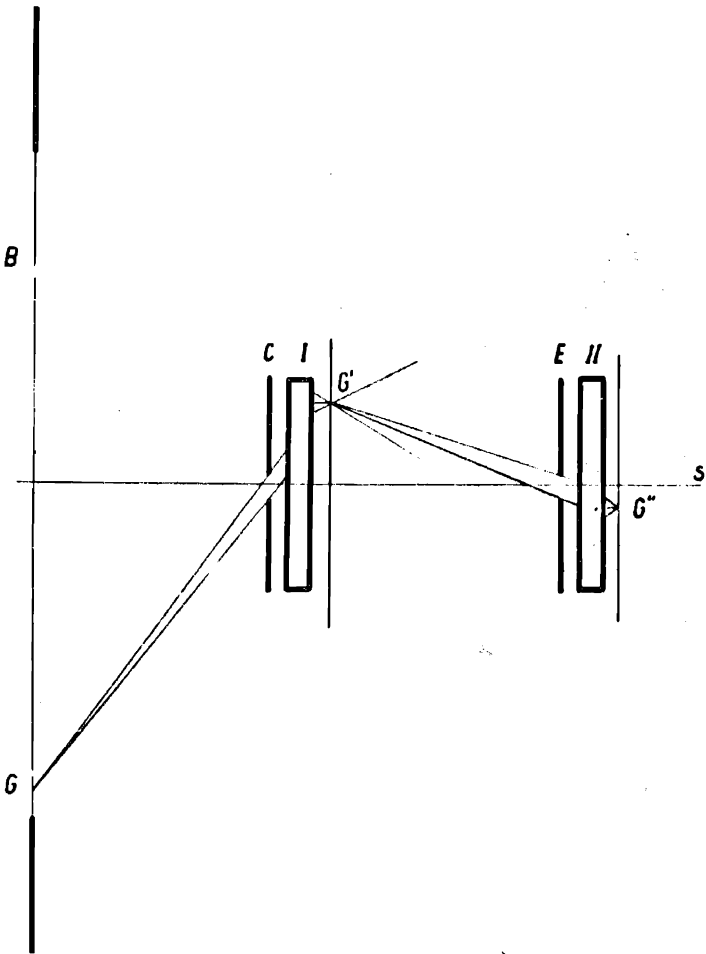
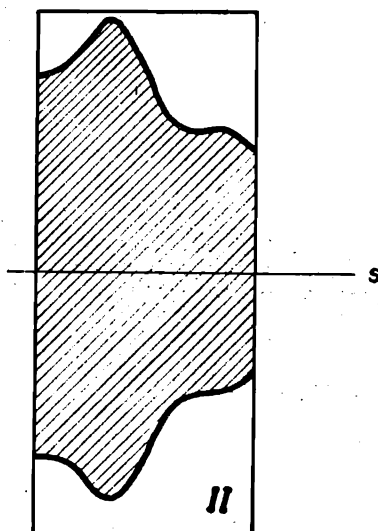
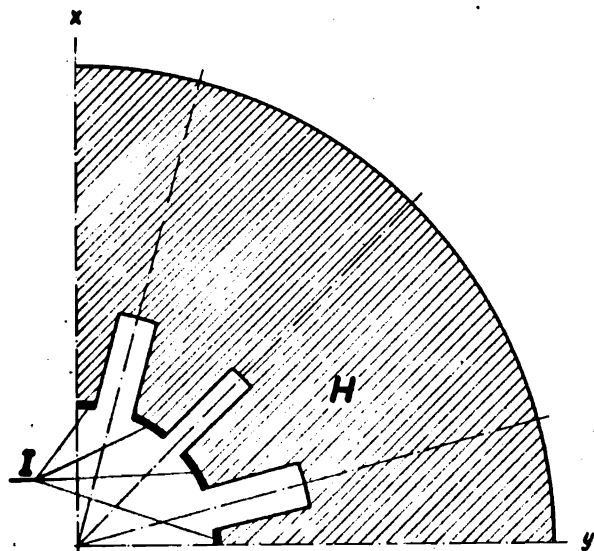


Fig. 3



**Fig. 4**



**Fig. 5**