

ГОДОВАНЮК В.М., ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ Ю.Г.,  
ОМЕЛЬЯНЧУК В.П.

## ДОСЛІДЖЕННЯ КРЕМНІЄВОГО P-I-N ФОТОДІОДУ ПІДВИЩЕНОЇ НАДІЙНОСТІ

Досліджена надійність конструкції кремнієвого p-i-n фотодіоду з захистом охоронного кільця ізотипною з підложкою областю. Темновий струм охоронного кільця фотодіоду зменшено на два порядки.

Для зменшення темного струму фоточутливого елемента в конструкції p-i-n фотодіодів застосовується охоронне кільце, однакового з фоточутливим елементом типу провідності, яке оточує фоточутливий елемент, знаходячись під напругою [1]. На протязі довготривалої роботи при температурах 333-358 К, напрузі 100-300 В та фоновій засвітці великої потужності, темновий струм охоронного кільця збільшується, що приводить до відмови фотодіоду в цілому.

Причина явища полягає в активній генерації іонних зарядів на поверхні кристалу фотодіоду та поблизу неї у вищезазначених умовах. Ці заряди стягуються на охоронне кільце через поверхневі канали з фоточутливого елемента та з периферії кристалу фотодіода. Обмежуючи доступ до охоронного кільця з периферії кристалу ізотипною з підложкою областю [2], можливо зменшити темновий струм останнього.

Авторами запропонована конструкція p-i-n фотодіодів, сформованих на кремнії марки БДМ І1 з питомим опором близько 20 кОм. Відстань захисної області від охоронного кільця визначається з умови максимальної близькості до кільця для зменшення ефективної площі генерації носіїв, а з другого боку ця відстань має забезпечити неможливість пробою по поверхні при робочій напрузі на фотодіоді.

Відстань захисної ізотипної з підложкою області від охоронного кільця визначено для фотодіоду за співвідношенням

$$W_{\min} = U_p / E_{\text{пр}},$$

де  $W_{\min}$  - ширина зазору,  $U_p$  - робоча напруга,  $E_{\text{пр}}$  - напруженість пробою.

Для фотодіоду, працюючого при робочій напрузі – 250 В напруженість пробою складає -  $1,5 \cdot 10^5$  В/см, а щілина між охоронним кільцем та ізотипною з підложкою захисною областю складає 17 мкм.

Дослідження запропонованої конструкції р-і-п фотодіоду показало, що темновий струм охоронного кільця складає від 1 до 0,5 мкА. Серійні аналогічні фотодіоди, які не мають в своїй топології запропонованого захисту охоронного кільця мають типові значення темнового струму охоронного кільця на рівні 100 мкА. Дані наведені при температурі 293 К.

Результати випробувань на надійність приведені на рисунку 1.

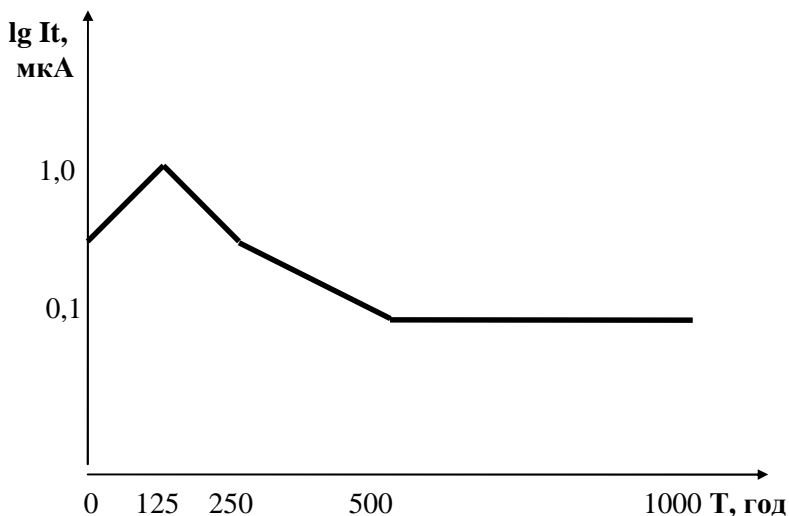


Рис. 1. Зміна темнового струму охоронного кільця при випробуваннях на надійність.

Випробування на надійність розробленого фотодіоду по темновому струму охоронного кільця проводилось при температурі 358 К, напрузі 250 В та фоновій засвітці 2000 лк на протязі 1000 годин. Темновий струм охоронного кільця, як критерій, вимірювався при 293 К через 125, 250, 500 та 1000 годин напрацювання.

Деяке збільшення темного струму у перші 125 годин напрацювання, а потім відчутне його зменшення, є характерною ознакою роботи фотодіодів. В цей час відбувається певний низькотемпературний відпал, який спочатку збільшує кількість генераційних центрів, а потім приводить до їх локалізації.

Запропонований захист охоронного кільця р-і-п фотодіоду був опрацьований на фотодіодах різноманітної топології та режимів роботи. Їх випробування показали відсутність збільшення темного струму охоронного кільця понад допустимі межі.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Wendland P. Silicon Photodiodes // Electrooptical Systems design.- 1970.- N8.-P.123-145.
2. Smith T. UK Patent Application GB 2095897 Semikonduktor sufacture, 1982.

#### SUMMARY

GODOVANYUK V.M., DOBROVOLSKIY U.G.,  
OMELYANCHUK V.P.

#### **THE RESEARCH OF SILICON P-I-N PHOTODIODE OF HIGHDEPENDABLE**

The research of dependable construction of silicon p-i-n photodiodes with the defence of protection ring, which is isotypical with material of base. The dark current of photodiode is diminished in two orders.