

λ-ДІОД НА ПОЛЬОВИХ ТРАНЗИСТОРАХ З КЕРУЮЧИМ p-n-ПЕРЕХОДОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто принцип роботи і особливості характеристики та параметрів λ - діода на базі комплементарних транзисторів з керуючим p-n-переходом. Досліджено можливість створення навчального лабораторного стенду для експериментального дослідження λ - діодів.

Ключові слова: λ - діод, керуючий p-n-перехід, комплементарні транзистори, ВАХ.

Abstract

The principle of operation and characteristics of the characteristics and parameters λ - diode on the basis of complementary transistors with the controller p-n-junction is considered. The possibility of creating an educational laboratory stand for experimental research λ - diodes was investigated.

Keywords: λ - diode, controlling p-n-junction, complementary transistors, VAC.

Вступ

λ - діод це двополюсник, який складається з двох комплементарних транзисторів (в класичному варіанті – двох польових транзисторів з керуючим p-n-переходом). Особливістю λ - діода є його вольт-амперна характеристика (ВАХ), яка нагадує грецьку букву λ, завдяки чому діод і одержав свою назву. Новий напівпровідниковий пристрій, виконаний на одному кристалі, представляє двополюсник, який складається з двох комплементарних (лат. complement – доповнення) польових транзисторів з керуванням *pn*-переходом, які працюють у режимі збіднення.

Вольт-амперна характеристика (ВАХ) має ділянку з додатнім диференційним опором ($0 \dots I_{max}$), який є у звичайного діода, і ділянку з негативним опором, як у тунельного діода ($I_{max} \dots U_v$ напруга запирання). Перевагами нового пристрою є його висока технологічність; він виготовляється на одному кристалі, тому може бути поєднаний з іншими напівпровідниковими пристроями; що дозволяє отримати різноманітні ВАХ, на відміну від тунельних діодів, в яких ділянки з негативним опором обмежені доволі вузькою областю. В схемах лямбда-діодів досягаються великі ККД, висока температурна стабільність, велика і стабільна амплітуда вихідного сигналу.

Принцип роботи

λ - діод створюють за допомогою інтеграції двох польових транзисторів з каналами *n*- та *p*-типу.

Оскільки канали кожного з двох польових транзисторів в нормальному режимі ($U_{зв} = 0$) проводять струм, то при збільшенні напруги $U_{ак}$ від 0 струм через такий об'єднаний прилад зростає. Однак падіння напруги на кожному з транзисторів створює напругу зміщення затвору іншого транзистора в напрямку зменшення струму, що протікає крізь нього [1].

А тому струм λ-діоду проходить через максимум I_{max} , типове значення якого знаходиться в діапазоні від десяти долей міліампера до десятків міліампер. Після проходження максимуму струм зменшується до тих пір, поки не буде досягнуто напруги мінімуму струму, за якого обидва транзистора знаходяться в режимі відсічки, а струм втрачє через прилад досягає наноамперного діапазону [3].

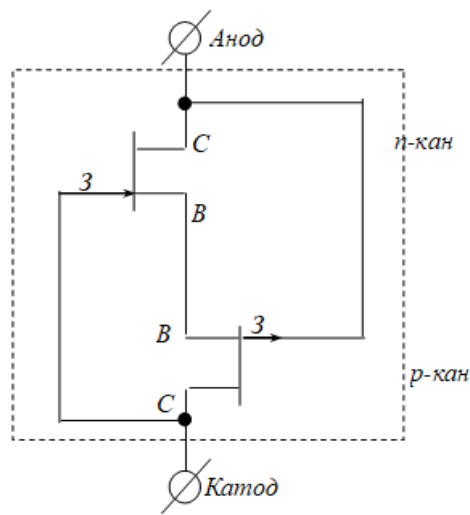


Рис. 1 - Електрична схема з'єднань обох польових транзисторів

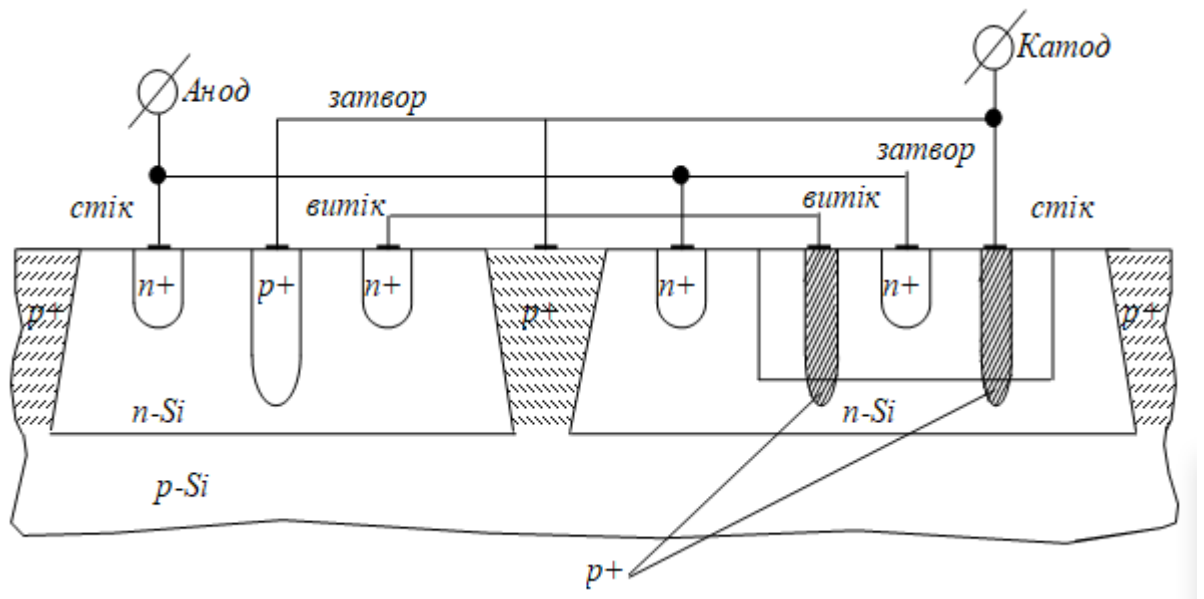


Рис. 2 – Технологічна структура λ -діода

Цей малий струм через зовнішні виводи приладу зберігається при подальшому підвищенні напруги до тих пір, поки в одному із затворів не відбудеться пробій ($U_{прmax}$). Іншими словами, цю пару транзисторів можна розглядати як один прилад, охоплений позитивним зворотнім зв'язком.

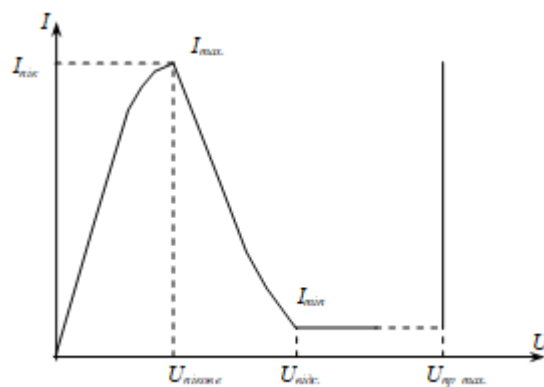


Рис. 3 – ВАХ λ -діода

Для практичних λ -діодів відношення $I_{\max}/I_{\min} \approx 10^5$, що приблизно в 10^4 разів перевищує аналогічне значення для тунельних діодів. Напруга максимуму струму $U_{\text{нік}} = (0,2 \div 4)$ В. Напруга мінімуму струму $U_{\text{відс}} = (2,5 \div 12)$ В і залежить від напруги відсічки транзисторів, з яких складається λ -діод. Залежність між напругою на затворі $U_{зв}$ і стоці $U_{св}$ відповідного польового транзистора повинна задовольняти умові

$$U_{зв} = -\gamma U_{св},$$

де γ - коефіцієнт зворотного зв'язку каскаду.

Для простоти аналізу прийемо, що обидва польових транзистори абсолютно симетричні. Тоді напруга в т. А (точка між двома витоками) визначається співвідношенням $U_a = 0,5U$, тобто

$$U_{св} = U - U_a = 0,5U; \quad U_{зв} = -U_a = -0,5U.$$

Функція зворотного зв'язку від витоку до затвору польового транзистора запишеться в наступному вигляді

$$U_{зв} = -U_{св}.$$

Це відповідає формі реалізації позитивного зворотного зв'язку з $\gamma = 1$.

Якщо повернутись до ВАХ цього приладу, то вона нагадує характеристику тунельного діода, однак не має висхідної дифузійної гілки і струм приладу в мінімумі принципово дорівнює нулю [3].

Висновки

На базі λ - діода можна створювати самі різноманітні датчики, частотні перетворювачі температури, оптичні частотні перетворювачі, частотні перетворювачі тиску, магнітні частотні перетворювачі [4]. Важливо для λ - діода, щоб опір первинного перетворювача при зміні контрольованої величини змінювався в широких межах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Осадчук В.С. Напівпровідникові прилади з від'ємним опором / В.С. Осадчук, О.В. Осадчук – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 162 с.
2. Гото К. Лямбда-диод - многофункциональный прибор с отрицательным сопротивлением/ К. Гото, И. Хитоо, Т. Хиромицу, Т. Ивао // Электроника. -1975.-№13.- С.48-53.
3. Молотков В. И., Исследование ВАХ маломощных полевых транзисторов и лямбда-диодов и расчет амплитуд автогенератора на лямбда-диоде / В. И. Молотков, Е .И. Потапов // Радиоэлектроника, 1991. - Т.34. - №11. - С.108 - 110.
4. Осадчук В.С. Напівпровідникові перетворювачі інформації. Навчальний посібник / В.С. Осадчук, О.В. Осадчук – Вінниця : ВНТУ, 2004. – 208 с.

Гладишенко Олег Сергійович – студент групи ЕП-156, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:

Кравченко Юрій Степанович - професор кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Gladysenko Oleg Sergeevich - student of the group ЕП-156, faculty of infocommunications, radio electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail:

Kravchenko Yuriy Stepanovich - Professor of the Department of Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya