

БРАЙЛОВСЬКИЙ В.В., ЖУК О.П.,
ТАНАСЮК В.С.

ВИМІРЮВАЧ ПАРАМЕТРІВ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ДАТЧИКІВ НЕЙТРОННОГО ОПРОМІНЮВАННЯ

Розроблений прилад для вимірювання параметрів р-і-п діодів, що використовуються в якості датчиків нейтронного опромінення. Для усунення нагрівання датчика виміри проводяться в імпульсному режимі.

Завдяки відсутності електричного заряду, нейтрони викликають порушення кристалічної ґратки тільки у випадку прямого зіткнення з ядром атома ґратки. Швидкі нейтрони створюють дефекти, структури, передаючи частину своєї енергії атомним ядрам. При зміщенні ядро віддачі захоплює із собою і електронну оболонку, але, в основному електрони зовнішньої оболонки можуть бути відірвані від атома [1,2]. Це приводить до того, що в процесі опромінення суттєво змінюються параметри напівпровідникових приладів. Експериментальні дослідження показали високу ефективність використання в якості датчика накопиченого нейтронного опромінення напівпровідникових р-і-п діодів. Структурні зміни в і-області під впливом нейтронного опромінення викликають зміну спаду напруги в прямому напрямку при фіксованих струмі та температурі. Саме зміну цього параметру реєструє розроблений прилад.

Структурно (рис.1) прилад складається з двох джерел напруги, одне з яких імпульсне, перетворювача напруга - струм, імпульсного вольтметра і досліджуваного діода, що використовується в якості датчика нейтронного опромінення.

Для запобігання розігріву під час вимірювання датчик живиться імпульсним струмом частоти 150 Гц при тривалості імпульсу порядку 30-50 мкс. Задаючий тактовий генератор виконано на логічних елементах І-Ні мікросхеми DD1 типу

561JA7 по схемі несиметричного мультивібратора (Рис.2). Використання мікросхем КМОН логіки дозволяє отримати необхідну частоту коливань при сприйнятливих номіналах елементів R_1C_1 . Частота коливань визначається параметрами ланки R_1C_1 . По фронту сигналу мультивібратора, одновібратором, виконаним на мікросхемі DD2, формується короткий від'ємний імпульс, тривалість якого визначається елементами C_2R_2 . Замикання контактів перемикача S_1 викликає появу на виході DD2 рівня логічного нуля, що відповідає роботі приладу в режимі постійного струму. За допомогою транзистора VT1 здійснюється інвертування вихідного сигналу DD2. Колектор транзистора VT1 живиться через резистор R_4 від джерела стабілізованої напруги величиною +30 В. Транзистор VT2 увімкнений по схемі емітерного повторювача. На емітері транзистора VT2, в залежності від положення перемикача S_1 отримуються імпульси стабілізованої амплітуди, або постійна стабілізована напруга. Ця напруга прикладається через резистор R_5 або R_6 до датчика D. Враховуючи відносно велику величину цих опорів, схема працює в режимі генератора струму.

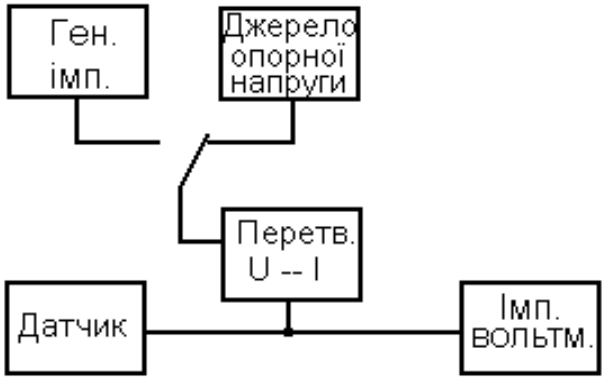


Рис. 1.

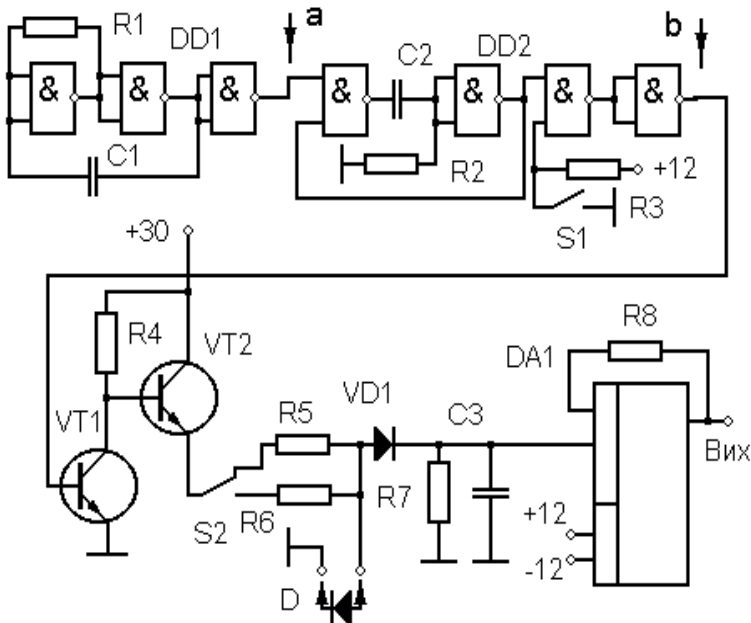


Рис. 2.

Величина струму (постійного або імпульсного) визначається положенням перемикача S2. При вимірюваннях амплітуди імпульсів конденсатор C3 заряджається до амплітудного значення.

Розряд цього конденсатора здійснюється відносно тривалий час через високоомний резистор R7. На операційному підсилювачі DA1 типу 140УД8 виконаний повторювач напруги. Для уникнення зміщення нуля операційного підсилювача за рахунок вхідних струмів величина резистора R8 вибирається рівною величині R7.

Сигнал, пропорційний дозі нейтронного опромінення, накопичений діодним датчиком поступає на аттенюатор, виконаний на R₉R₁₀S4, а в подальшому на інвертуючий підсилювач DA2 (рис.3).

Для компенсації до нульового рівня початкової напруги датчика (при відсутності опромінення) служить компенсатор. Компенсатор являє собою схему віднімання сигналів на DA3 (140УД7). Для

пониження похибки коефіцієнту передачі всі резистори компенсатора мають розкид номіналу не більше 0,1%.

На DA4 зібраний суматор, за допомогою якого встановлюється необхідний коефіцієнт чутливості. Перемикання чутливості здійснюється перемикачем S5. Дільником R22R23R24 сигнал нормується до рівня 0-1 В і подається на аналого-цифровий перетворювач.

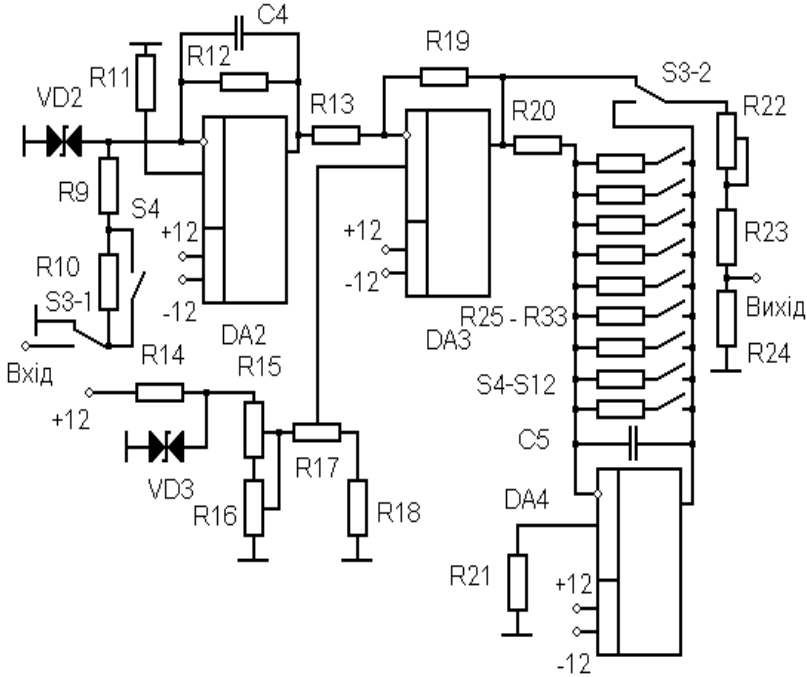


Рис. 3

Одним із різновидів АЦП послідовного ліку, що характеризується підвищеною точністю, є перетворювач з проміжним перетворенням в часовий інтервал з подвійним інтегруванням [3].

Принципова схема АЦП приведена на рис.5. Тактовий генератор разом з подільником частоти виконаний на мікросхемі DD4 типу K176IE5 з кварцовою стабілізацією частоти. На мікросхемі DA5 зібраний інтегратор перетворювача напруга-частота. З допомогою компаратора DA6 формуються рівні, достатні для роботи Д-тригера

DD3. Командний лічильник DD4 послідовно проходить десять станів. Із перших п'яти станів формується за допомогою RS тригера сигнал “воріт”, на протязі якого на вхід двійково-десятькового лічильника DD7 - DD10 поступають імпульси з виходу ПНЧ. В сьомому стані командного лічильника формується сигнал перепису інформації, по якому у регістр DD11 - DD14 (рис. 4) переписується результат вимірів. Восьмий стан служить для переходу двійково-десятькового лічильника в нуль. Після цього цикл вимірювання повторюється. Стани лічильника № 6, 8, 10 не використовуються і служать для запобігання накладання різних сигналів один на одний.

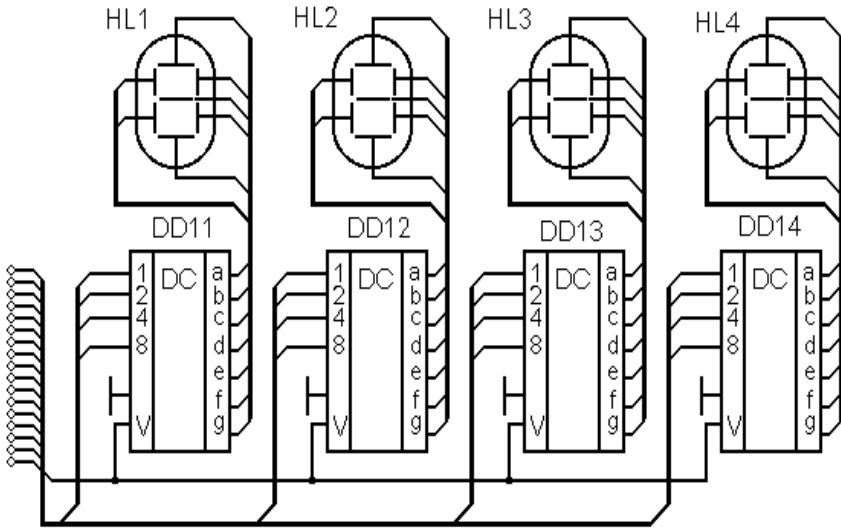


Рис. 4

Схема виконана на КМОП мікросхемах серій К176 та К561. В якості операційних підсилювачів використані мікросхеми К140УД12.

На рис. 4 приведена принципова схема дисплею приладу. В якості регістру пам'яті використані мікросхеми DD11 - DD14 типу

К561ИД2. Це дозволило поєднати функції реєстра пам'яті з дешифратором семисегментного коду.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дж. Динс, Дж. Винйвард Радиационные эффекты в твердых телах.- М.: Атомиздат, 1960.-78с.
2. Вавилов В.С., Ухин Н.А. Радиационные эффекты в полупроводниках и полупроводниковых приборах.- М.: Атомиздат, 1969.-90с.
3. Батушев В.А., Вениаминов В.Н., Ковалев В.Г., Лебедев О.Н., Мирошниченко А.И. Микросхемы и их применение.- М.: Радио и связь, 1984.- 272 с.

SUMMARY

BRAILOWSKY W.W., ZHUK O.P.,
TANASJUK W.S.

NEUTRON IRRADIATION SEMICONDUCTOR SENSOR PARAMETERS MEASURER

Device for parameters measuring of p-i-n diodes used as a neutron irradiation sensor is designed. Measurements are carried out in pulse mode to avoid sensor heating.