­­­­­­Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Кафедра мікроелектроніки

Лабораторна робота №3

з дисципліни «Технологія інтегральних мікросхем»

тема: «Дослідження дифузійних резисторів інтегральних мікросхем»

Виконав:

Студент 3-го курсу, групи ДП-91

Ремез Сергій Олександрович

Перевірив:

Королевич Любомир Миколайович

Київ – 2022

# **МЕТА РОБОТИ**

Дослідження величини, природи та стабільності заряду поверхневих станів напівпровідника з допомогою вольт-фарадних характеристик ємності структури метал-діелектрик-напівпровідник (МДН)

# **ЗАВДАННЯ**

1. Скласти схему для вимірювання ємності МДН-структури.
2. Виконати вимірювання вольт-фарадної характеристики – залежності ємності конденсатора МДН-структури від напруги зміщення. Діапазон напруг від

-20 В до +20 В. Частота вимірювального сигналу 1...2 МГц.

1. Провести вольт-температурні (В-Т) випробування МДН-структури при додатній та (або) при від’ємній полярностях постійної напруги., прикладеної під час витримки при високій температурі.
2. Побудувати зняті графіки вольт-фарадних (В-Ф) характеристик на одному малюнку.
3. Визначити за видом знятої вольт-фарадної характеристики тип провідності напівпровідникової основи мікросхеми.
4. Розрахувати із первинної В-Ф-характеристики величину, густину та полярність заряду поверхневих станів.
5. Розрахувати зміну заряду після В-Т-випробувань і пояснити природу походження та причину нестабільності заряду поверхневих станів в дослідженій МДН-структури.

# **3. СХЕМА ВИМІРЮВАННЯ**

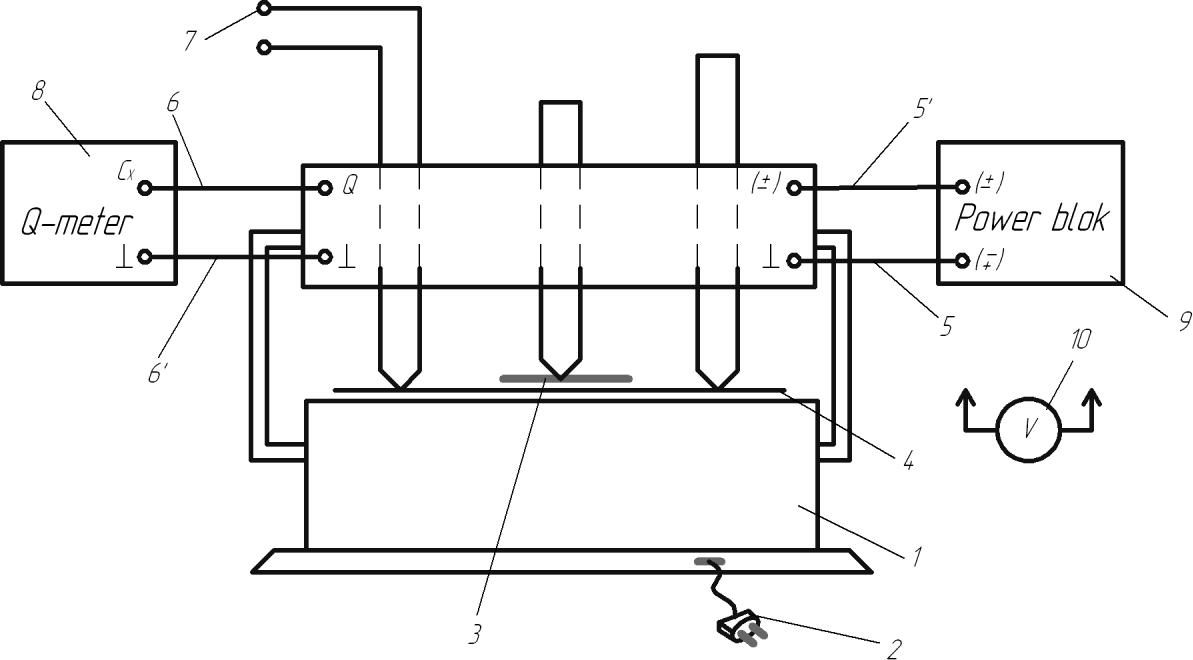


Рис.1. Установка для дослідження вольт-фарадних характеристик МДН-структур.

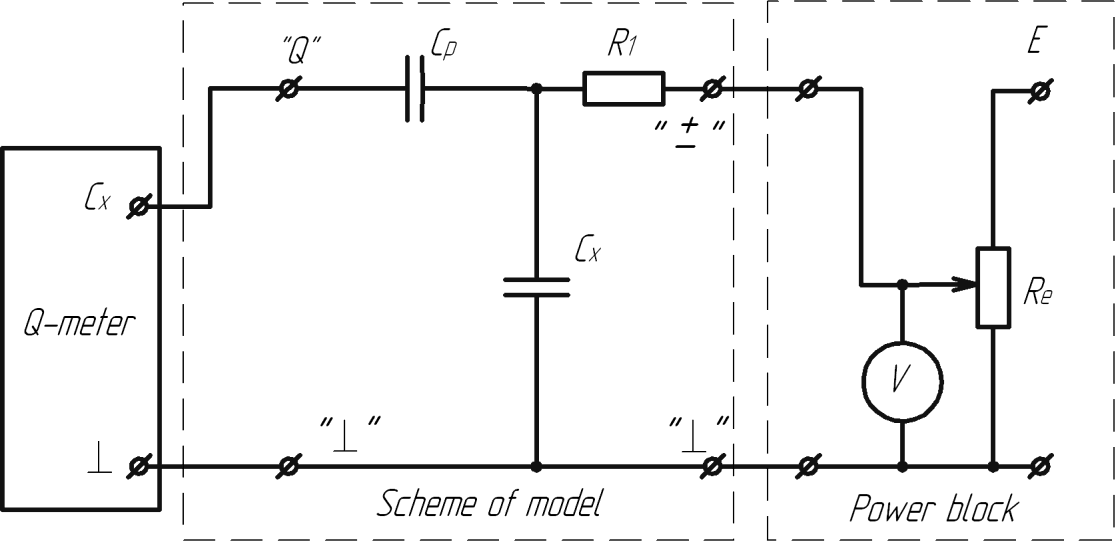


Рис.2. Електрична схема установки дослідження вольт-фарадних характеристик

# ОБРОБКА ДАНИХ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | | 2 | |
| C1, пФ | Uz, В | C1, пФ | Uz, В |
| 258,2 | 0 | 262,7 | 0 |
| 258,4 | -0,982 | 262,9 | -1,017 |
| 258,6 | -1,978 | 263,5 | -1,995 |
| 258,7 | -2,311 | 263,6 | -2,5 |
| 259 | -2,699 | 265 | -3 |
| 259,4 | -3,102 | 264,7 | -3,55 |
| 260,1 | -3,402 | 265,2 | -3,78 |
| 260,9 | -3,613 | 266,1 | -4 |
| 262,5 | -3,902 | 266,9 | -4,2 |
| 266,8 | -4,302 | 270,5 | -4,5 |
| 271,6 | -4,709 | 273,2 | -4,7 |
| 273,6 | -4,9 | 274,5 | -4,8 |
| 275,3 | -5,19 | 275,2 | -4,9 |
| 276,6 | -5,41 | 277 | -5,09 |
| 277 | -5,6 | 277,6 | -5,18 |
| 277,9 | -6 | 278,4 | -5,41 |
| 278,5 | -6,5 | 279,2 | -5,7 |
| 278,5 | -6,7 | 279,9 | -6 |
| 278,6 | -7 | 280,1 | -6,2 |
| 278,6 | -7,3 | 280,1 | -6,4 |
| 278,6 | -7,6 | 280,1 | -7,1 |
|  |  |  |  |
| Sмдн, cм^2 | ΔC, пФ | F0, МГц | C0, пФ |
| 0,01 | 0,1 | 1,44 | 370 |
|  | ΔUz, мВ |  |  |
|  | 5 |  |  |

Табл.1. Виміряні значення

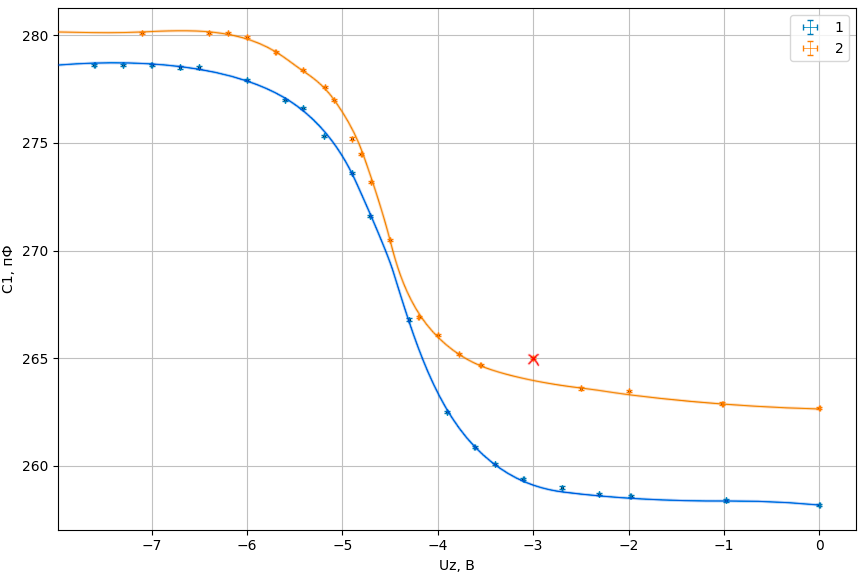


Рис. 3. Вольт-фарадна характеристика по даним з таблиці.

Характеристика зміщується в бік від’ємної напруги зміщення, тому у нас напівпровідники *p*-типу.

Знаходимо, що:

= 278,6 ± 0,1 пФ;

= 258, 2 ± 0,1 пФ;

= 280,1 ± 0,1 пФ;

= 262,7 ± 0,1 пФ;

= 278,6 ± 0,1 пФ;

= 280,1 ± 0,1 пФ;

Обрахуємо концентрацію домішок:

Ширину області просторового заряду знайдемо наступним чином:

де εd = 3,9 - відносна діелектрична проникність діелектрика;

εs = 11,8 - відносна діелектрична провідність напівпровідника;

ε0 = 8,85⋅10-14 Ф/см — діелектрична проникність вакууму;

Знаходимо товщину діелектрика:

Тепер можемо знайти концентрацію домішок:

Знайдемо напругу пласких зон:

Побудуємо графік залежності та проведемо екстраполяцію лінійної ділянки.

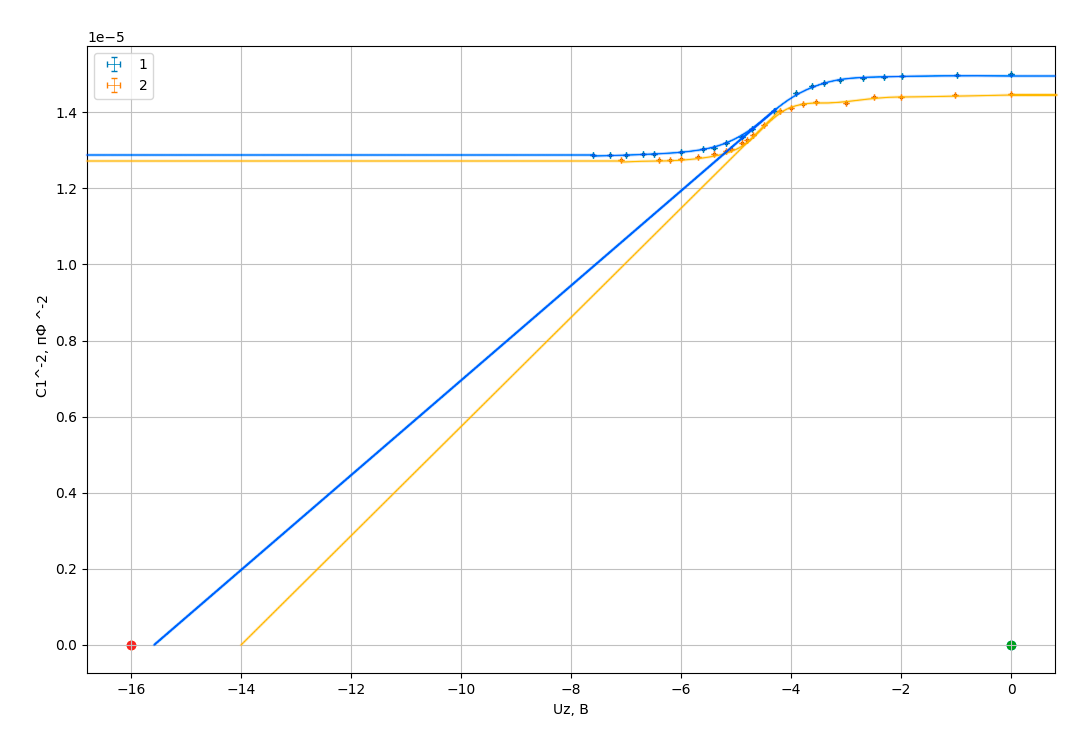


Рис. 4. Графік залежності та екстраполяція лінійної ділянки.

З малюнку отримуємо, що для першого та другого зразка напруга плоских зон становить В. Вважаємо, що похибка дорівнює 5%.

Знайдемо напругу компенсації заряду поверхневих станів:

Розрахуємо ємність МДН-конденсатора:

Величина заряду поверхневих станів:

Відповідно, концентрація становитиме:

ВИСНОВОК

У ході виконання даної лабораторної роботи ми дослідили вольт-фарадні характеристики ємності структури МДН.

Спочатку ми побудували вольт-фарадні характеристики по вихідним даним. З графіку видно, що при зростанні напруги при зворотньому зміщенні, ємність також збільшувалась. Робимо висновок, що обидва зразки p-типу.

Далі ми проводили усі необхідні розрахунки, щоб визначити максимальну та мінімальну ємність зразків, концентрацію домішок, напругу плоских зон.

Полярність заряду поверхневих станів буде негативною для обох зразків.