

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА УСТАНОВКА ВИМІРЮВАННЯ КІНЕТИЧНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ

Описано схему пристрою і алгоритм програмного забезпечення для вимірювання і розрахунку кінетичних коефіцієнтів напівпровідникових матеріалів в автоматизованому режимі за допомогою комп'ютера. Пристрій з'єднується з комп'ютером через паралельний порт, поточні результати вимірів і розрахунків відображаються як таблиці та графіки на моніторі.

In this work it is described the scheme of the plant intended for the measuring of the kinetic coefficients of the semiconductor materials. In the process of the measuring the plant works in the automatically regime. The hard part of the plant is attached to the computer throughout the parallel port. The commanded computer is employed also for the working of the results of measuring and the building of the diagrams.

Вступ

Вимірювання напруг, для визначення температурної залежності кінетичних коефіцієнтів (σ – електропровідність, R – коефіцієнт Холла) напівпровідникових матеріалів і плівок, визначаються значною кількістю одноманітних вимірів при різних температурах. Значна кількість вимірів при різних температурах та одноманітність розрахунків зумовлює значну трудомісткість такого дослідження. Під час вимірів необхідно підтримувати постійну температуру досліджуваного зразка. В основному кінетичні коефіцієнти визначаються в діапазоні температур 77÷300 К. Як показує досвід підвищення температури зразка за рахунок природного теплообміну з навколишнім середовищем, у вказаному діапазоні відбувається повільно (0,25 К за хвилину). Тому можна проводити виміри при різних температурах, без застосування додаткових технічних засобів її стабілізації, але при цьому виміри, які відповідають певній температурі, потрібно проводити швидко й акуратно. Автоматизація даного процесу усуне його трудомісткість, зменшить час виміру відповідних напруг при певних температурах. У роботі описано пристрій, який призначений для автоматизованого виміру напруг, та алгоритм програмного забезпечення для керування роботою пристрою і розрахунку температурної залежності кінетичних коефіцієнтів напівпровідникових матеріалів за допомогою персонального комп'ютера.

Опис пристрою

Автоматизована установка вимірювання кінетичних коефіцієнтів характеризуються двома групами незалежних вимірювань: вимірювання напруг для розрахунку величини провідності при постійному струмові, та вимір напруг для визначення коефіцієнта Холла, при постійних величинах струму і напруженості магнітного поля. Різні напрямки струму та магнітного поля призводять до зміни полярності вимірних напруг на досліджуваному зразку, тому для їх виміру використовується 19-розрядний аналого-цифрового перетворювач (АЦП) з диференціальним входом MAX132.

Схема пристрою зображена на рис. 1. Керуючий комп'ютер видає управляючі сигнали і приймає результати виміру в цифровому коді через паралельний порт комп'ютера (LTP). Видача управляючих сигналів для АЦП здійснюється через регістр даних (РД), а прийом даних здійснюється за допомогою регістра статусу (РС) паралельного порту [1]. Для живлення блоку виміру і управління, АЦП використовує блок живлення комп'ютера. Отримання взаємно протилежних напрямків струму (I^+ , I^-) через досліджуваний зразок напівпровідникового матеріалу $R3$ здійснюється шляхом комутування контактів реле $KV1$ і $KV2$ сигналами, які поступають з регістра управління (РУ) порту LTP за допомогою транзисторів $VT1$ і $VT2$. Одночасне замикання контактів реле $KV1$ і $KV2$ дає змогу визначити рівень завад на холлівських і σ -елек-

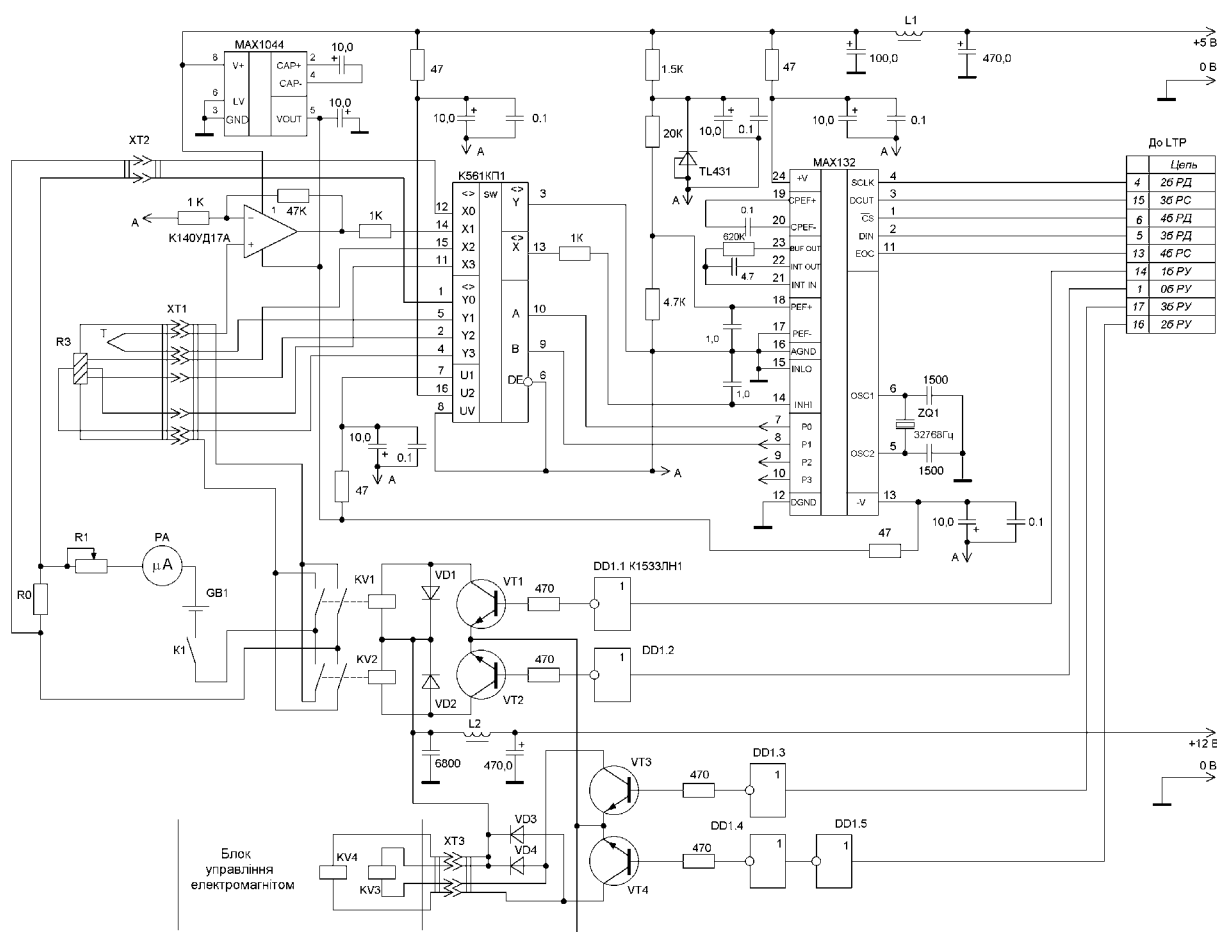


Рис. 1. Схема пристрою для виміру кінетичних коефіцієнтів

тродях, при короткозамкнених струмових електродах досліджуваного зразка. Високий рівень логічного сигналу другого або третього біту PY відкриває один із транзисторів VT3 або VT4, що приводить до замикання контактів одного із реле KV3 або KV4. Замикання контактів одного з реле визначає напрямок проходження струму через обмотку електромагніту, який визначає напрям магнітного поля через зразок (B⁺ або B⁻). Комутатор сигналів на мікросхемі K561КП1 забезпечує програмоване підключення відповідних пар контактів до входу АЦП при вимірах: напруги на опорі зразка R0 для визначення струму через зразок, напруги на σ-контактах для визначення провідності, напруги на холлівських контактах для розрахунку коефіцієнта Холла та напруги з мідь-константової термопари для визначення температури досліджуваного зразка. Для підняття рівня сигналу через термопару використовується неінвертуючий підсилювач постійного струму на операційному підсилювачі K140УД17А. Вхідні аналогові сигнали вимірюються відносно входу аналогового заземлення

АЦП.

Програмне забезпечення

Алгоритм програмного забезпечення (рис.2) складений на основі методик виміру кінетичних коефіцієнтів при постійному струмі та постійному магнітному полі [2].

Програма написана на мові програмування Delphi. Вхідні дані експерименту: ім'я файла, в якому будуть збережені дані експерименту, інтервал температур, через який необхідно проводити вимір $-\Delta T$, геометричний розмір зразка, величина напруженості магнітного поля, величина опору зразка, вводяться експериментатором за допомогою екранної форми. Кожного разу, під час проведення вимірювання, основна програма передає управління підпрограмі, яка забезпечує передачу та приймання даних через один із паралельних портів до якого підключено пристрій. Підпрограма складена із врахуванням протоколу обміну даних АЦП MAX132. Виміри відбуваються після зміни температури зразка не менше, ніж на задану величину ΔT .

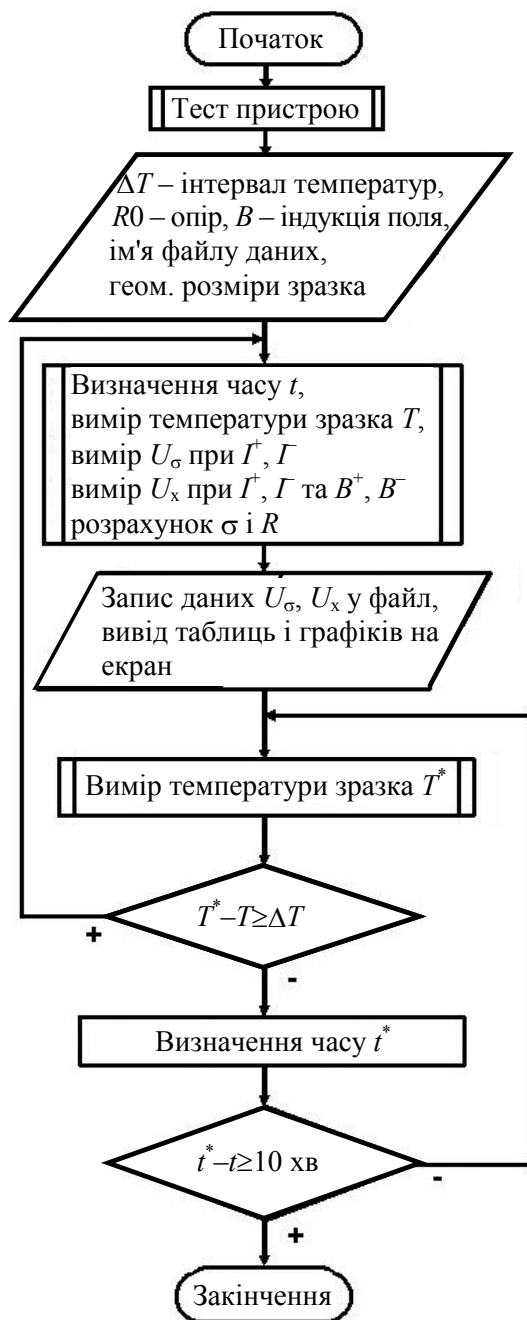


Рис. 2. Алгоритм програмного забезпечення автоматизованої установки виміру кінетичних коефіцієнтів

Перетворення значення напруги на виводах термопар у відповідне значення температури здійснюється шляхом підстановки при пошуку в проградуєйованій таблиці термопар методом інтерполяційного відслідковуєчого пошуку. Процес виміру закінчується, якщо температура зразка не змінюється протягом 10 хвилин (задається програмно). Розрахунок кінетичних коефіцієнтів при певних температурах здійснюється за формулами [2]. Результати розрахунків відтворюються

на екрані у вигляді таблиць та відповідних графіків ($R=f(1000/T)$ та $\sigma=f(1000/T)$).

Характеристики пристрою

Експлуатаційні характеристики, описаної установки, визначені з використанням тест-програм як в режимі визначення максимальних напруг завад, так і при повному циклі виміру кінетичних коефіцієнтів. Описаний вище пристрій виміру напруг з використанням АЦП MAX132 дає змогу вимірювати входні напруги величиною до 0,6 В. Як показують контрольні вимірювання, цього цілком достатньо для виміру досліджуваних напруг на контактах зразка.

Для зменшення впливу шумів переключення реле при зміні напрямку струму, виміри бажано проводити після $t_p=1$ с від моменту часу подачі команди на переключення реле. Тому час виміру величини для визначення електропровідності триває $2t_p=2$ с. Встановлення постійної величини напруженості магнітного поля після включення або виключення електромагніту відбувається протягом $t_H=4$ с. Цикл для виміру величини визначення коефіцієнту Холла триває 12 с. Отже, повний цикл однієї групи виміру складає приблизно 15 с, що не суттєво впливає на їх відповідність певній температурі, навіть при найбільшій швидкості її зміни за рахунок природного теплообміну. Порівнюючи дану величину зі швидкістю зростання температури можна стверджувати, що невідповідність вимірів певному значенню температури складає не більше $0,25^\circ\text{C}$ при найбільшій зміні її швидкості в області кипіння азоту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Пей Ан* Сопряжение ПК с внешними устройствами. – М.: Питер, 2004.
2. *Павлов Л.П.* Методы определения основных параметров полупроводниковых материалов. – М.: Высшая школа, 1975.