

немонотонність диференційної провідності структури (рисунок 6).

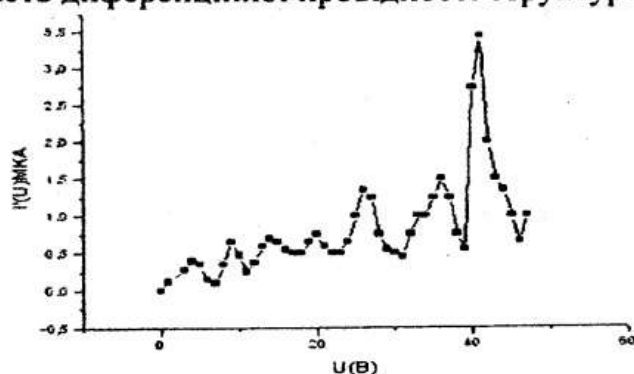


Рисунок 6-диференційна провідність наноструктури Ві

Це може бути проявом квантових ефектів оскільки товщина утвореної структури співрозмірна з довжиною хвилі де-Бройля. Але цей аспект досліджень до кінця не вивчений, тому є необхідність у подальших більш точних вимірюваннях.

Отже у роботі було створено методику для отримання наноструктур з заданими розмірами. Аналіз ВАХ показує, що для масивних структур закон Ома виконується, а для структур співрозмірних з довжиною вільного пробігу електронів та довжиною хвилі де-Бройля бачимо нелінійність та немонотонність характеристики провідності.

1. Находкін М.Г., Шека. Д.І. Фізичні основи мікро- та наноелектроніки. - К.: КНУ, 2004. - 373 с.
2. Сандомирський В.Б. Квантовый эффект размеров в пленке полуметалла // Письма в ЖЭТФ. - 1967. - Т.52, №1. - С.158-166.
3. Кулик И.О. О квантовых размерных эффектах в электропроводности тонких пленок // Письма в ЖЭТФ. - 1967. - Т.5, № 11. - С. 423-425.
4. Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А. Основы нанoeлектроніки. Учеб. Пособие.- Новосибирск: НГТУ, 2000.- 332 с.

## КОНТУРНО-ГРАФІЧНИЙ МЕТОД ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Викладач к.т.н. Жуковець А.П., студ. Шуляк О., КІ Сум ДУ

При вивченні багатьох явищ, пошуках оптимальних умов проведення процесу використовують планування експерименту. Існує багато різних методів планування експериментів. Згідно відомої праці

авторів [1] можна запропонувати систему класифікації, яка включає такі класи планів:

- плани дисперсного аналізу;
  - плани відсіючого експерименту;
  - плани багатофакторного аналізу;
  - плани для вивчення «поверхні відгуку»;
  - плани для вивчення механізму явищ;
- та деякі інші.

Використання таких планів вимагає створення математичних моделей і відповідних розрахунків, що вимагає багато часу навіть при наявності спеціальних програм до ЕОМ.

З іншої сторони, при вирішенні технологічних питань, пов'язаних зі складом композицій або режимами їх обробки, можна вирішувати з допомогою так званого контурно-графічного методу. Такий метод дозволяє швидко і на достатньо точному рівні вирішувати технологічні питання, які є в процесах виготовлення друкованих плат або мікросхем. Як приклад, можна привести рішення завдання з фотолітографії, знаходження співвідношень компонентів світлочутливої композиції та визначення оптимальних умов експонування. Такі завдання часто виникають при розробці та використанні нових фоторезистів. В процесі ортогонального композиційного планування використовують найчастіше дві схеми: схему Клеймана або Берча [2] (рис.1).

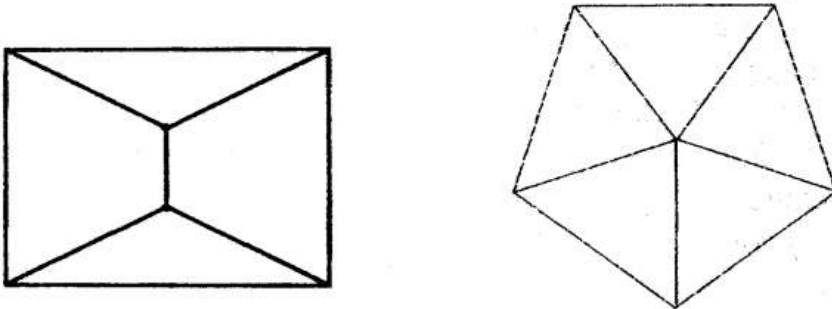


Рис. 1 Схеми планування Клеймана (а) та Берча (б)

Сам процес планування не складний, не вимагає тривалих математичних розрахунків та часу при пошуках оптимальних умов.

Для кращого розуміння графоаналітичного методу планування розглянемо приклад, пов'язаний з використанням фоторезистів. Як відомо, швидкість полімеризації фоторезистів залежать від концентрації ініціаторів та інгібіторів. Тому вибираємо як змінні величини концентрації цих компонентів ( $x_1$ ,  $x_2$ ). Дані планування приведені на рис 2

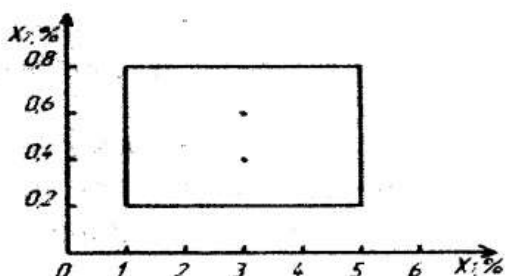


Рис.2. Дані планування

Параметрами оптимізації при цьому візьмемо: час експонування\*, величину набухання в фізично активному розчиннику (характеризує стійкість до дії агресивного середовища) та залишкову деформацію при розриві\*\*. В даному випадку використовуються шість основних композицій з різними кількостями агентів полімеризації та ініціаторів полімеризації. Всього кількість композицій, з врахуванням необхідного набору статистичних даних, складе – 18-24.

При визначенні часу експонування будемо вважати, що степінь полімеризації повинна бути не менше 90%. При цьому повинна бути забезпечена стійкість до агресивних середовищ на протязі деякого часу (наприклад часу травлення)

На рисунку 3 представлені результати досліджень. Допускаючи, що в визначених границях залежність параметрів оптимізації від факторів оптимізації лінійна, точки з однаковими значеннями параметрів (ізофоти) зеднуються лініями (кривими) (рис. 2).

\*При визначенні часу експонування оцінюється степінь полімеризації. Тому для кожної точки планування готуємо, як мінімум 3 композиції.

\*\*Таких параметрів може бути значно більше.

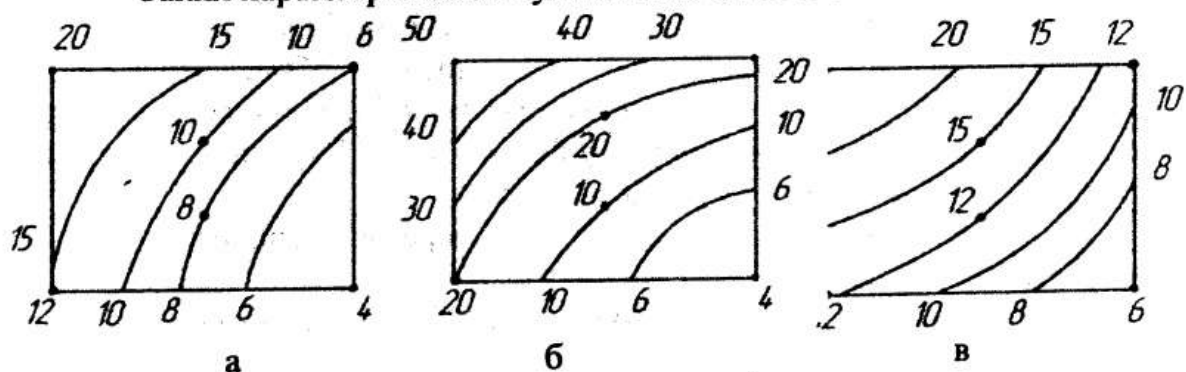


Рис.3 Результати досліджень фоторезистів

а – час експонування (хв.); б – величина набухання в фізично активному розчиннику за 24 год. (хв.); в – залишкова деформація при розриві;

Аналізуючи одержані криві знаходять точку (або декілька точок) на поверхні прямокутника, яка/які задовольняють вимоги до окремих параметрів оптимізації.

В нашому випадку відмічена точка *A* може бути визначена як оптимальна, якщо враховувати такі важливі показники як величина набухання фоторезисту, час експонування та залишкову деформацію.

Література

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий,- М.: Наука, 1976
2. Лялин А.А. Контурно графический анализ при решении рецептурных и технологических задач с двумя независимыми переменными. В сб. «Планирование эксперимента и применение вычислительной техники в процессе синтеза резин»- М: Химия, 1970, с.193.

## **ВИКОРИСТАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ФІРМИ ATMEL У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ**

Викл. Салій Ю.М., ПТ КІ СумДУ

Важливе завдання середньої спеціальної технічної освіти – правильна орієнтація майбутнього фахівця на стадії вивчення професійно-орієнтованих дисциплін фаху, де поєднується як глибина важливих фізичних процесів, так і вміння використовувати ці знання на практиці. При викладенні спецпредметів у ПТ КІ СумДУ «Мікропроцесорні системи», «Мікропроцесорні інформаційно-керуючі обчислювальні комплекси», «Основи обчислювальної та мікропроцесорної техніки» є необхідність роботи з мікроконтролерами МК. Проаналізувавши елементну базу, яка є на Україні, було обрано за рядом показників AVR МК фірми Atmel.

МК фірми Atmel мають ряд переваг порівняно з іншими фірмами, а саме:

- 1) за собівартістю вони значно дешевші, ніж аналогічні МК інших фірм;
- 2) мають широку номенклатуру. Є три класи AVR МК:
  - а) Tiny – найпростіші, найдешевші, із невеликим об'ємом внутрішньої пам'яті;
  - б) Classic – проміжний клас з покращеними параметрами;