

На рис. 1 і 2 показані номограми залежності важливого показника якості полікристалічних шарів селеніду цинку – коефіцієнта поглинання від температури зон кристалізації і джерела, відповідно.

Аналіз поданих залежностей дає змогу зробити такі висновки:

- коефіцієнт поглинання полікристалічних шарів як функція температур зон джерела і кристалізації підлягає відповідно параболічному і прямолінійному закону;
- чим вища температура зони кристалізації, тим менші значення температури джерела забезпечують одержання полікристалічних шарів селеніду цинку з оптимальними показниками коефіцієнта поглинання, причому при $T_1 = 1190$ К останній практично не залежить від температури кристалізації;
- коефіцієнт поглинання практично нечутливий до змін температури кристалізації в усьому діапазоні змін температури зони джерела і має чітко виражений екстремум (мінімальні значення) в вищевказаних областях змін T_1 і T_2 .

Запропоновану методику оптимізації процесів вирощування полікристалічних шарів ZnSe з використанням статистико-ймовірнісних методів можна успішно використати для розроблення технології одержання інших сполук A^2B^6 і твердих розчинів на їх основі.

1. Dierssen G.N., Gabor T. Seeded growth of large single crystals of CdS from vapor phase // *J. Crystal Growth*, 1978. – V. 43, N5. – P. 572–576.

2. Владыко М.И., Дерновский В.И., Татарченко В.А. Поликристаллический селенид цинка / *Изв. АН СССР: Неорганические материалы*, 1986, Т.22, №2. – С. 208–210.

3. Медведев С.А., Клевков Ю.В. Выращивание кристаллов CdTe из паровой фазы методом вакуумной сублимации // *Изв. АН СССР: Неорганические материалы*, 1971. – Т.7, № 5. – С. 753–758.

4. Yartmann H. Studies on vapor growth of ZnS, ZnSe and ZnTe single crystals // *J. Crystal Growth*, 1977, v. 42, N1. – P. 144–149.

5. Химмельбау Д. Прикладное нелинейное программирование / Под ред. М.Л. Выховского. – М.: Мир, 1985. – 534 с.

6. Зегенидзе И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем. – М.: Наука, 1976. – 360 с.

7. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессивный анализ. – М.: Статистика, 1973. – 292 с.

8. Климків А.В., Воронин В.А., Чучмар'єв С.К. Применение метода полного факторного эксперимента при описании массопереноса соединений A^2B^6 в сублимационном процессе. – Львов, 1981. 6 с. – Деп. В ОНИИТЭХИМ. № 348 хп – 81.

УДК 621.317.727

Г. Барило¹, О. Готра¹, О. Бойко¹, Г. Кучмій²

¹Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

²Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра електронних приладів

МІКРОЕЛЕКТРОННА МІРА НАПРУГИ ТА ЕЛЕКТРОРУШІЙНОЇ СИЛИ

© Барило Г., Готра О., Бойко О., Кучмій Г., 2006

Описано структурну схему мікроелектронної міри та особливості її побудови.

The structural scheme of microelectronic calibrator and it's designing specialties are described in this paper.

Вступ

Сьогодні існує проблема створення енергонезалежних малогабаритних мір напруги та електрорушійної сили. У переносних електровимірювальних приладах, які знаходяться в експлуатації, а також серійно випускаються приладобудівними заводами України і країн СНД, використовують як

міри електрорушійної сили та напруги нормальні ненасичені елементи типу ME4700, X4810 та інші. Основними недоліками ненасичених нормальних елементів є вплив механічних дій на похибку вихідної напруги, малий термін служби (до трьох років), а також значний час витримки після механічних дій (не менше 6 год). Важливим недоліком нормальних елементів в умовах експлуатації є проблеми з захороненням після зняття з експлуатації, тому що їх виготовляють з небезпечних для навколишнього середовища речовин, таких як ртуть та кадмій [1].

Тому завдання заміни ненасичених нормальних елементів типу ME4700, X4810 є актуальною.

Проектування мір напруги та електрорушійної сили (ЕРС) на базі твердотільних мікроелектронних схем

У зв'язку з тим, що в теперішній час на підприємствах різних галузей народного господарства знаходиться велика кількість переносних електровимірвальних приладів (ПП63, УПВП-63, Р4833, МК4700 та інших), що використовують ненасичені нормальні елементи, мікроелектронні міри доцільно розробляти в конструкціях ME4700 і X4810, використовуючи сучасні досягнення напівпровідникової та гібридно-плівкової технології.

Для побудови електронних мір можна застосовувати прецизійні стабілітрони [2]. Однак для забезпечення нормального режиму роботи стабілітронів через них необхідно пропускати струм від 1 до 10 мА, що робить неможливим їх живлення від гальванічних батарей малої ємності. Значення вихідної напруги прецизійних стабілітронів набагато більше від значення напруги нормальних елементів. Для приведення вихідної напруги міри на стабілітронах необхідно використовувати резистивні подільники з коефіцієнтом ділення набагато більшим від одиниці. При цьому недоліком таких мір є значний вплив нестабільності коефіцієнта ділення резистивного подільника на точність вихідної напруги. Досконалішими є міри напруги на базі прямо зміщених *p-n*-переходів транзисторів [3, 4]. Корпорація National Semiconductor серійно випускає транзисторну мікросхему типу LM4140VCM1,0, яка є найефективнішою для побудови низьковольтних мір напруги з малим струмом споживання (до 60 μ А) і значним терміном неперервної роботи.

На рис. 1 показано принципову схему міри напруги, яка складається з батареї Б1, резистора R та гібридно-плівкової мікросхеми ГМ, яка включає схему стабілізації напруги ССН і подільник напруги ПН. Резистор R призначений для обмеження струму розряду батареї при можливих коротких замиканнях по виходу і у внутрішніх колах схеми. Вимикач S_1 призначений для від'єднання схеми стабілізації від виходу батареї з метою збільшення терміну служби останньої.

Схема стабілізації напруги складається з попереднього стабілізатора напруги на операційному підсилювачі DA1 та вихідного стабілізатора DA2 на мікросхемі типу LM4140VCM1,0. Подільник напруги виконаний на резисторах R_4 , R_5 , R_6 і призначений для отримання вихідної напруги, аналогічної електрорушійній силі ненасиченого нормального елемента. Для забезпечення річної неперервної роботи міри резистори вибираються високоомними.

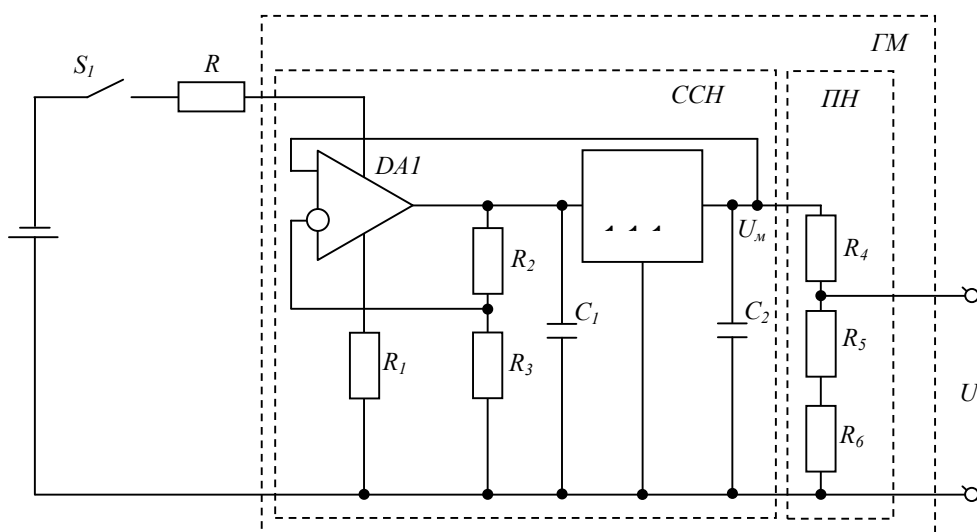


Рис. 1. Принципова схема міри напруги та ЕРС

Мінімальний струм споживання операційного підсилювача DA1 задається резистором R_1 . Для забезпечення стабільної роботи мікросхеми LM4140BCM1,0 застосовано конденсатори C_1 і C_2 .

Вихідна напруга міри дорівнює

$$U_{\text{вих}} = \frac{U_6}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_n}, \quad (1)$$

де U_6 – напруга батареї; K_1 , K_2 – коефіцієнти стабілізації вхідного і вихідного стабілізаторів, відповідно; K_n – коефіцієнт ділення вихідного подільника.

Застосування вхідного стабілізатора повністю усуває вплив зміни напруги батареї живлення на точність вихідної напруги. При цьому значення вихідної напруги визначається з виразу

$$U_{\text{вих}} = \frac{U_M (R_5 + R_6)}{R_{\text{вих}} + R_4 + R_5 + R_6}, \quad (2)$$

де U_M – вихідна напруга мікросхеми DA2; $R_{\text{вих}}$ – вихідний опір мікросхеми DA2.

Точність вихідної напруги залежить від точності вихідної напруги мікросхеми DA2, стабільності вихідного опору мікросхеми і точності коефіцієнта поділу:

$$\delta U_{\text{вих}} = \delta U_M + \delta_{\text{под}}. \quad (3)$$

Похибка подільника визначається з виразу

$$\begin{aligned} \delta_{\text{под}} = & \frac{R_{\text{вих}}}{R_{\text{вих}} + R_4 + R_5 + R_6} \delta R_{\text{вих}} + \frac{R_4}{R_{\text{вих}} + R_4 + R_5 + R_6} \delta R_4 + \\ & + \frac{R_{\text{вих}} + R_4}{R_{\text{вих}} + R_4 + R_5 + R_6} \delta(R_5 + R_6). \end{aligned} \quad (4)$$

Якщо $R_{\text{вих}} \ll R_4$, похибкою від зміни вихідного опору можна знехтувати. При цьому похибка подільника дорівнюватиме

$$\delta_{\text{под}} = \frac{R_4}{R_4 + R_5 + R_6} (\delta R_4 + \delta(R_5 + R_6)). \quad (5)$$

Значення резисторів подільника напруги розраховують так, щоб забезпечувався мінімальний струм споживання, а вихідний опір міри не перевищував вихідний опір ненасичених нормальних елементів: $R_4=900$ Ом, $R_5+R_6=180$ кОм, $R_M \leq 900$ Ом.

Графічна залежність похибки подільника від похибки резисторів зображена на рис. 2.

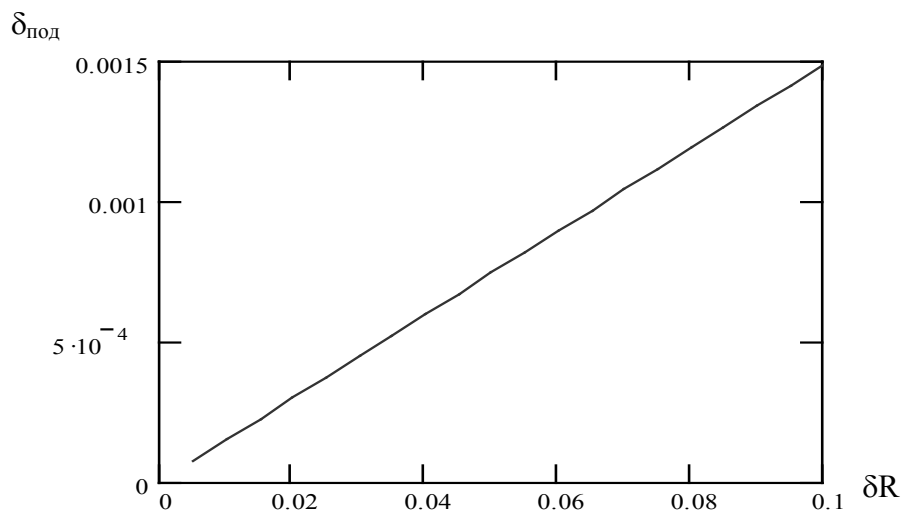


Рис. 2. Залежність похибки подільника від похибки резисторів

З аналізу графічної залежності видно, що похибки резисторів незначно впливають на точність вихідної напруги і під час застосування тонкоплівкової технології похибкою подільника можна нехтувати.

Мікросхема формує вихідну напругу $U_{ст}=1,024\pm 0,1\%$ В. Нестабільність напруги становить не більше ± 60 мкВ за 1000 год. При зміні напруги живлення вихідна напруга може змінитися на 50 мкВ/В. Для забезпечення відхилення вихідної напруги не більше ± 100 мкВ за рік проводять відбір мікросхем за певною методикою.

Експериментальні дослідження мікросхеми LM4140VCM1,0 показали, що на стабільність вихідної напруги впливають механічні деформації плати, на якій розміщена мікросхема. Розміщення схеми в металоскляному корпусі на ізоляційній підкладці повністю усуває вплив механічних дій на точність вихідної напруги.

Для живлення міри напруги використано літієву батарею LS14500С фірми SAFT (Франція). Номінальне значення вихідної напруги батареї дорівнює 3,6 В, а значення нормованої ємності не менше 2,1 Аг, якої достатньо для безперервної роботи міри протягом одного року.

Висновки

Внаслідок теоретичних і експериментальних досліджень розроблено конструкторську документацію мікроелектронних мір напруги та електрорушійної сили типів МВ4700 і МВ4710, які повністю конструктивно сумісні з нормальними елементами типу МЕ4700 і Х4810 відповідно. Серійний випуск мір освоюється ВАТ “СКБ мікроелектроніки в приладобудуванні”.

Основні технічні характеристики міри такі:

1. Номінальне значення вихідної напруги – 1,0186...1,0196 В.
2. Клас точності – 0,01%.
3. Максимальне відхилення вихідної напруги за рік – ± 100 мкВ.
4. Час встановлення робочого режиму – не більше 30 хв.
5. Габаритні розміри МВ4700 – 78×47×24 мм, МВ4710 – $\varnothing 25 \times 85$ мм.
6. Маса МВ4700 – 0,15 кг, МВ4710 – 0,1 кг.
7. Термін неперервної роботи – 1 рік.

1. *Електричні вимірювання електричних і неелектричних величин / За ред. Є.С. Поліщука. – К.: Вища школа, 1978. – 351 с.*

2. *Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка / За ред. проф. Є.С.Поліщука. – Львів: Бескид Біт, 2003. – 544 с.*

3. *Соколов С.Д. Рождественская Т.Б. Высокостабильные меры напряжения постоянного тока для применения в нестационарных условиях // Измерения, контроль, автоматизация. – М.: ЦНИИТЭН приборостроения, Вып. 3(59). – 1986. – С. 3–10.*

4. *Современные линейные интегральные микросхемы и их применения: Пер. с англ / Под. общей редакцией М.В. Гальперина. – М.: Энергия, 1980. – 272с.*