

задачи// Современная электроника. – 2008. – №3. – С.14–21. 9. Дружинин А.О., Лавитська О.М., Мар'ямова І.Й., Панков Ю.М., Ховерко Ю.М. Мікроелектронні сенсори на основі шарів КНІ, рекристалізованих лазерним опроміненням // Вісник НУ "Львівська політехніка". – 2000. – №393. – С.7–11. 10. Druzhinin A., Lavitska E., Maryamova I., Kogut I., Khoverko Y.. On possibility to extend the operation temperature range of SOI sensors with polysilicon piezoresistors// Journal of Telecommunications and Information Technology. – 2001. – №1. – P. 40–45. 11. Druzhinin A., Ostrovskii I., Liakh N., Study of piezoresistance in Ge_xSi_{1-x} whiskers for sensor application. // Materials Science in Semiconductor Processing. – 2005. – № 8. – P.193–196. 12. Druzhinin A.A., Dolgolenko A.P., Ostrovskii I.P., Khoverko Yu.M., Kogut Iu.R. Thermoelectric sensors based on Ge_xSi_{1-x} whiskers // Journal of Thermoelectricity. – №4. – 2009. – P. 82–85. 13. http://ww1.microchip.com/downloads/en/Device_Doc/39662c.pdf 14. http://www.analog.com/static/imported-files/Data_Sheets/AD7798_7799.pdf

УДК 621. 319.

М.Д. Матвійків, А.І. Петрушка, В.М. Петрушка

Національний університет “Львівська політехніка”,

кафедра електронних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПРУЖНИХ ДЕФОРМАЦІЙ НА ТЕМПЕРАТУРНИЙ КОЕФІЦІЄНТ ПИТОМОГО ОПОРУ ПЛІВКОВИХ ПРОВІДНИКІВ

© Матвійків М.Д., Петрушка А.І., Петрушка В.М., 2010

Проаналізовано вплив пружних деформацій на температурний коефіцієнт питомого опору плівкових провідників.

The analysis of resilient deformation's influence on the temperature coefficient of specific resistance of the film conductores is given.

Вступ. Сьогодні плівкові провідники широко використовуються під час виготовлення друкованих плат, шлейфів, плоских джгутів та кабелів, інтегральних мікросхем, функціональних пристроїв тощо [1–3]. Сучасна електронна техніка ставить до їх параметрів все жорсткіші вимоги. Однак відмінності в температурних коефіцієнтах лінійного розширення плівок і підкладок, температурах виготовлення і експлуатації плівкових елементів усадження та структурні дефекти призводять до виникнення в них пружних деформацій [4, 5], які, змінюючи відстані між атомами, молекулами та іонами, змінюють енергію взаємодії між ними, а разом із нею і параметри плівкових елементів. Зокрема, температурний коефіцієнт питомого опору (ТКр) α , яким, як відомо, визначається температурна стабільність плівкових структур. У зв'язку з цим актуальним є дослідження впливу пружних деформацій на величину ТКр плівкових провідників.

Основна частина. Плівкові провідники найчастіше отримують з алюмінію, міді, нікелю, срібла, золота тощо. Для їх виготовлення переважно використовують методи гальванічного або хімічного осадження, термічного напилення або іонного розпилення, випалювання тощо. Якщо для цього на підкладці формуються монокристалічні плівки, то згідно з класичною теорією, їх питомий опір ρ визначається масою m та зарядом вільних електронів e , їх середньою швидкістю руху \bar{V} , концентрацією n та середньою довжиною вільного пробігу $\bar{\lambda}$ [5], тобто

$$\rho = \frac{2m\bar{V}}{e^2 n \bar{\lambda}}. \quad (1)$$

Нагрівання зменшує концентрацію вільних електронів n та середню довжину вільного пробігу $\bar{\lambda}$, тому ТКр недеформованих монокристалічних плівкових провідників є додатним. Тобто з підвищенням температури питомий опір ρ зростає. Зниження температури викликає зворотний ефект.

Якщо ж монокристалічні плівкові провідники перебувають у розтягнутому стані, то за рахунок збільшення відстані між атомами і відповідно посилення коливного руху вузлових атомів, а також зменшення концентрації електронів їх питомий опір зростає [4, 5]. Стискувальні деформації виключають зворотний ефект.

Нагрівання розтягнутих плівкових провідників викликає зменшення пружних деформацій передусім за рахунок зменшення термічної складової, тому їх питомий опір і ТКр буде меншим, ніж ТКр недеформованих зразків. Нагрівання стиснутих плівкових провідників викличе зворотний ефект, тобто їх ТКр буде більшим, ніж ТКр недеформованих зразків.

Охолодження розтягнутих плівкових провідників викликає збільшення пружних деформацій насамперед за рахунок збільшення термічної складової, тому їх ТКр буде більшим, ніж ТКр недеформованих зразків. Охолодження стиснутих плівкових провідників викличе зворотний ефект, тобто їх ТКр буде меншим, ніж ТКр недеформованих зразків.

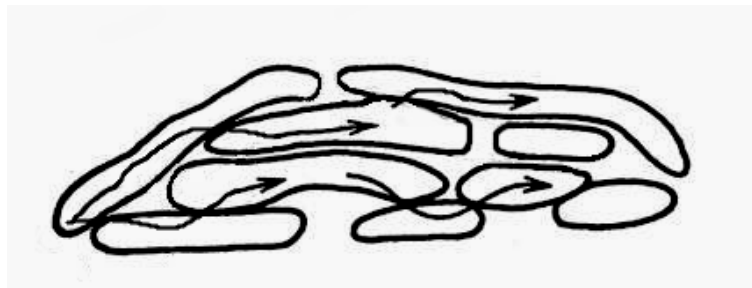
Враховуючи вищесказане і обмежуючись лінійним наближенням, можна записати, що

$$\alpha_{\sigma} = \alpha(1 + \delta_{\alpha} \cdot \sigma), \quad (2)$$

де α_{σ} і α – ТКр за наявності та відсутності внутрішніх механічних напружень σ , викликаних пружними деформаціями; δ_{α} – деформаційний коефіцієнт температурного коефіцієнта питомого опору, який визначається експериментально шляхом порівняння ТКр пружнодеформованих та недеформованих зразків:

$$\delta_{\alpha} = \frac{\alpha_{\sigma} - \alpha}{\alpha} \frac{1}{\sigma}. \quad (3)$$

Менш чутливими до таких змін ТКр будуть ті зразки, які мають меншу термічну складову.



Типова зерниста структура провідникової полікристалічної плівки (стрілками показано шлях струму)

Дослідження показують, що на підкладках частіше формуються не монокристалічні, а полікристалічні провідникові плівки, які складаються з окремих монокристалічних зерен (кристалітів), які розділені тонкими міжкристалітними прошарками (рисунок).

Питомий опір такої плівки ρ складається з двох складових:

$$\rho = \rho_z + \rho_{\Gamma}, \quad (4)$$

де ρ_z – питомий опір зерен; ρ_{Γ} – питомий опір границь зерен.

Оскільки зерна мають монокристалічну структуру, то їх ТКр під впливом пружних деформацій змінюється так, як ТКр монокристалічних плівок.

Стосовно границь зерен, то через малу товщину (1-5Å) за малих напруг в них переважає тунельна провідність, яка від температури залежить слабо [5].

Але оскільки з підвищенням температури опір діелектриків зменшується, то це означає, що ТКр границь зерен, покритих окисним шаром (CuO, Al₂O₃ тощо), має від'ємний знак. Тобто з

підвищенням температури опір границь зерен зменшується. Пружні деформації змінюють опір границь зерен відповідності до деформаційних коефіцієнтів окисних прошарків.

Висновки:

1. Пружні деформації впливають на ТКр монокристалічних плівкових провідників:
 - розтяг зменшує додатні ТКр і збільшує від’ємні;
 - стискання викликає зворотний ефект.
2. Деформаційні зміни ТКр полікристалічних зразків визначаються переважно деформаційними змінами опору окисних прошарків, розмішених на границях зерен, які можуть мати як додатні, так і від’ємні деформаційні коефіцієнти [6].

1. Семенец В.В., Дж. Кратц, Невлюдов Н.Ш., Палагин В.А. *Технология межсоединений электронной аппаратуры.* – Харьков: Компания СМІТ, 2005. – 427 с. 2. *Технология и автоматизация производства РЭА / Под ред. А.П. Достанко, Ш.Н. Чабдарова.* – М.: Радиосвязь. 1989. – 624 с. 3. Матвійків М.Д., Козут В.М., Матвійків О.М. *Технологія електронних апаратів.* – Львів: АПРІОРІ, 2010. – 392 с. 4. Палатник Л.С., Сорокин В.К. *Материаловедение в микроэлектронике.* – М.: Энергия, 1978. – 280 с. 5. Елифанов Г.И., Мома Ю.А. *Физические основы конструирования и технологии РЭА и ЭВА.* – М.: Сов. радио, 1979. – 350 с. 6. Полякова А.Л. *Деформация полупроводников и полупроводниковых приборов.* – М.: Энергия, 1979. – 168 с.

УДК 621. 319.

А.І. Петрушка, Т.М. Матвійків

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра електронних засобів інформаційно-комп’ютерних технологій

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ (МІКРОСХЕМ НА КРИСТАЛІ) СТРУКТУРИ «КРЕМНІЙ-НА-ІЗОЛЯТОРІ», ПОБУДОВАНИХ НА СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ БАЗОВИХ МАТРИЧНИХ КРИСТАЛАХ, В ТЕХНОЛОГІЇ БУРІННЯ

© Петрушка А.І., Матвійків Т.М., 2010

Аналізуються перспективи застосування мікроелектромеханічних систем (МЕМС), побудованих на спеціалізованих базових матричних кристалах (БМК) структури «кремній-на-ізоляторі» (КНІ), в технології глибокого та направлено буріння, яка характеризується наявністю високих температур, агресивних середовищ та значних механічних впливів.

The article deals with analysis of the perspective of micromechanical systems (MEMS) application, based on specialize basic matrix crystals (BMC) of «silicon-on-insulator» (SOI) structure, in technology of deep and direct boring, which are characterized by high temperatures, aggressive environment and considerable mechanical influences.

Вступ. Виснаження приповерхневих нафто- та газоносних пластів, розмішених у сприятливих кліматичних зонах, змушує буровиків бурити глибші свердловини завглибшки в тисячі метрів дуже часто в несприятливих кліматичних умовах, наприклад, в зонах вічної мерзлоти, в тропіках, у сейсмічно активних зонах тощо. Розміщають їх не тільки на суходолах, але дуже часто в акваторіях морів та океанів. Технологія пошуку покладів нафти та газу передбачає не тільки вертикальне проходження, але й чітко направлене, відхилене від вертикалі, буріння.