

КОНТРОЛЬ МОЕМС- КОМПОНЕНТІВ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦІЇ**Стеценко К. В.**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: katernyna.stetsenko@nure.ua

Анотація: На основі літературних даних і публікацій аналізується шляхи можливого забезпечення контролю МОЕМС-компонентів в системах автоматизації

Ключові слова: МОЕМС, контроль, автоматизація.

CONTROL OF MOEMS-COMPONENTS IN AUTOMATION SYSTEMS**K. Stetsenko**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, pr. Nauki, 14

E-mail: katernyna.stetsenko@nure.ua

Abstract: On the basis of literature data and publications the development of technical support of control of moems components in automation systems is analyzed.

Keywords: MOEMS, control, automation.

Мікроелектромеханічні системи (МЕОМС) називають пристрої з інтегрованими об'ємом або на поверхні твердого тіла електронними та мікромеханічними структурами.

Статична чи динамічна сукупність цих структур забезпечує реалізацію процесів генерації, перетворення, передачі енергії та механічного руху в інтеграції з процесами сприйняття, обробки, передачі та зберігання інформації. Інтеграція МЕМС з оптичними компонентами дозволило виділити окремий клас компонентів мікросистем, названий мікрооптоелектромеханічними системами (МОЕМС).

Мікрооптоелектромеханічні системи (МОЕМС), що також позначаються як мікро-опто-електромеханічні системи або мікрооптоелектромеханічні системи, також відомі як оптичні мікроелектромеханічні системи або оптичні МЕМС, не є особливим класом мікроелектромеханічних систем (МЕМС), а скоріше комбінація злиття МЕМС; це включає виявлення або управління оптичними сигналами в дуже маленькому масштабі з використанням інтегрованих механічних, оптичних і електричних систем. МОЕМС включає в себе широкий спектр пристроїв, наприклад оптичний перемикач, оптичний крос-комунікатор, що налаштовується VCSEL, мікроболометри.

Ці пристрої зазвичай виготовляються з використанням мікрооптики та стандартних технологій мікрообробки з використанням таких матеріалів, як кремній, діоксид кремнію, нітрид кремнію та арсенід галію [1].

МОЕМС включає дві основні технології, мікроелектромеханічні системи і мікрооптику. Обидві ці дві технології незалежно один від одного включають пакетну обробку, аналогічну інтегральним схемам, і мікрообробку, аналогічну виробництву мікросенсора.

МЕМС пропонує мініатюризацію пристрою та широке застосування в датчиках та виконавчих механізмах, робототехніці, акселерометрах, мікроклапанах, контролерах потоку, мініатюризації компонентів систем глобального позиціонування (GPS); та безліч інших датчиків та виконавчих механізмів для застосування у космічних, повітряних, наземних та морських транспортних засобах, а також у промисловій, біотехнологічній та побутовій електроніці.

МОЕМС – багатообіцяюча мультитехнологія для мініатюризації критичних оптичних систем. Абревіатура визначає три області високих технологій: мікрооптику, мікромеханіку

та мікроелектроніку. MOEMS можуть опосередковано об'єднатися в галузі мікрообробки, мікродавачів та мікроактуаторів, якщо їх процеси сумісні з інтегральними схемами.

Об'єднання всіх цих мультитехнологій зробило MOEMS ідеальним ноу-хау для багатьох промислових демонстрацій комерційних пристроїв, таких як оптичні перемикачі, цифрові мікродзеркальні пристрої, бістабільні дзеркала, лазерні сканери, оптичні шторки та динамічні мікродзеркальні дисплеї. Всі технології MOEMS мають потенціал пакетної обробки та реплікації з тисненням, що, знову ж таки, робить їх дуже привабливими та необхідними для комерційних додатків. MOEMS – це технологія для програм, які неможливо вирішити за допомогою однієї тільки мікрооптики, і в даний час вона відіграє значну роль у багатьох оптичних програмах. Тенденція до мініатюризації та інтеграції звичайних оптичних систем прискорить впровадження технології MOEMS у комерціалізацію багатьох промислових компонентів, які сьогодні є найбільш затребуваними елементами оптичного зв'язку.

Динамічний розвиток високоточних технологій дозволяє не тільки проектувати та виробляти технічні системи все менших розмірів, а й об'єднувати в межах одного компактного пристрою дедалі більшу кількість функціональних можливостей. Інтеграція на одному кристалі досягнень у галузі електроніки та механіки призвела до створення МЕМС, в яких кремній працює одночасно як напівпровідниковий та конструкційний матеріал, а гальванічні зв'язки перебувають у тісній взаємодії з механічними переміщеннями. Сучасні МЕМС є сформовані на одній підкладці датчики, мікромеханізми, пристрої управління з розмірами елементів близько декількох мікрометрів і менше. Такі системи виготовляються із застосуванням технологій мікроелектроніки, але відрізняються від мікроелектронних пристроїв наявністю просторової розмірності. Якщо виробі мікроелектроніки планарні та механічно статичні, то керовані мікромеханічні об'єкти – це реальні тривимірні конструкції, окремі елементи яких повинні мати свободу відносних механічних переміщень у просторі [2].

Специфіка проектування та розрахунку мікромеханіки обумовлена насамперед масштабним фактором, який проявляється у зростаючій ролі поверхневих сил тертя та адгезії порівняно з об'ємними інерційними силами, а також у погіршенні тепловідведення з робочої зони. При моделюванні мікромеханічних систем принципово важливими стають умови поєднання деталей, тоді як у звичайних машинах співвідношення поверхневих та об'ємних сил не є таким актуальним і не враховується у традиційній практиці розрахунку та конструювання їх деталей. Поверхневі ефекти можуть збільшити тертя настільки, що вся вихідна потужність пристрої буде зводитись до подолання сил тертя. Моделювання мікромеханічних систем вимагає ретельного формулювання контактних умов і стає ефективним, коли для аналізу фізичних процесів використовуються комп'ютерні методи, що базуються на кінцево-елементному рішенні диференціальних рівнянь, що описують ці процеси [2–8].

Проектування МЕМС, таким чином, вимагає не лише спільних зусиль фахівців в галузі механіки та електроніки, а також додаткових досліджень, що дозволяють коригувати модельні уявлення про виробі, що проектується.

Важливість комп'ютерного проектування обумовлена високою ціною відповідальністю цього етапу за кожен наступний крок у життєвому циклі виробу. Зазвичай витрати проектування МЕМС становлять 10 % загальної вартості виробу, але воно несе відповідальність за 70–80% його загальної вартості у зв'язку з високою вартістю та трудомісткістю виготовлення дослідних зразків для мікросистем.

МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ АНАЛІЗ МОЕМС. Великий інтерес представляють оптичні прилади з урахуванням мікродзеркал з керованим зміною орієнтації у просторі. Мікрооптоелектромеханічні пристрої (МОЕМС) забезпечують виконання різних функцій з допомогою управління оптичним сигналом чи перетворення оптичного впливу з допомогою електромеханічного мікроустройства. Для отримання надійних, функціональних та щодо

дешевих МОЕМС принципово важливим стає етап проектування та комп'ютерне моделювання. Специфіка комп'ютерного моделювання МОЕМС залежить від необхідності вирішувати одній мікромеханічній системі кілька завдань, різних за фізичної природі. Такі комплексні завдання мають назву міждисциплінарних і вимагають особливої організації обчислювальних алгоритмів за спільним рішенням, наприклад, у разі МОЕМС – рівнянь механіки, теплопередачі та електростатики [3].

ВИСНОВКИ. В умовах розвитку інформаційних інтелектуальних технологій та впровадження систем управління в виробничі процеси, особливої актуальності набуває можливість розробки таких методів контролю, які б мали можливість удосконалення функцій автоматизації розрахунків, контролю і управління якістю продукції. Контрольовані величини в сучасній електроніці та МЕМС лежать в субмікронних областях, що робить операції контролю технологічного процесу досить трудомісткими та ресурсозатратними.

Таким чином, можна зробити висновок про необхідність автоматизації операції контролю дозволять оперативно і достовірно які отримувати інформацію про об'єкт та керувати процесом виготовлення для приладів. Подальші дослідження будуть базуватися на ефективному, малозатратному, неруйнівному методі контролю та спрямовані на розробку методів розпізнавання, при проведенні контролю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Невлюдов І.Ш. Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації. Збірник задач [Текст]: Навчальний посібник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, Г.В. Пономарьова, А.О. Функендорф. Кривий Ріг: КК НАУ, 2018. 332 с.
2. Невлюдов І.Ш. Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2017. 444 с.
3. Nevliudov, S. Maksymova, A. Funkendorf, O. Chala and K. Khrustalev, "Using MEMS to adapt ultrasonic welding processes control in the implementation of modular robots assembly processes," 2018 XIV-th International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH), 2018, pp. 223–226, doi: 10.1109/MEMSTECH.2018.8365738.
4. O. Filipenko, O. Chala and O. Sychova, "Some Issues of Dependencies of Loss from Technological Features of Optical Switches for Communication Systems," 2018 International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), 2018, pp. 599–603, doi: 10.1109/INFOCOMMST.2018.8632051.
5. Филипенко О. І. Технологічні фактори виробництва, що впливають на якість покриттів дзеркальних поверхонь МОЕМС-перемикачів / О. І. Филипенко, О. О. Чала, М. І. Відешин // Наукові нотатки. 2017. Вип. 57. С. 178–183.
6. Filipenko O.I. Технологічні дефекти виробництва кремнієвих підкладок для функціональних відбиваючих поверхонь моемс-перемикачів / Filipenko O.I., Chala O.O., Videshyn M.I. // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2017. Т. 2 (42). С. 61–63.
7. Филипенко О.І. Методи контролю структур топології поверхонь матеріалів виробів електронної техніки, МЕМС та МОЕМС / О.І. Филипенко, О.О. Чала, Ю.В. Бондаренко. Технология приборостроения. 2018. № 2. С. 3–7.
8. O. Filipenko, O. Chala, V. Bortnikova, O. Sychova and I. Botsman, "Impact of Technological Operations Parameters on Moems Components Formation," 2019 IEEE 8th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL), 2019, pp. 371–374, doi: 10.1109/CAOL46282.2019.9019570.

Науковий керівник: Чала Олена Олександрівна, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки