

Лекція 16

(Рисунки та таблиці)



Рис. 1. Формування нових галузей внаслідок поєднання оптики, електроніки та механіки

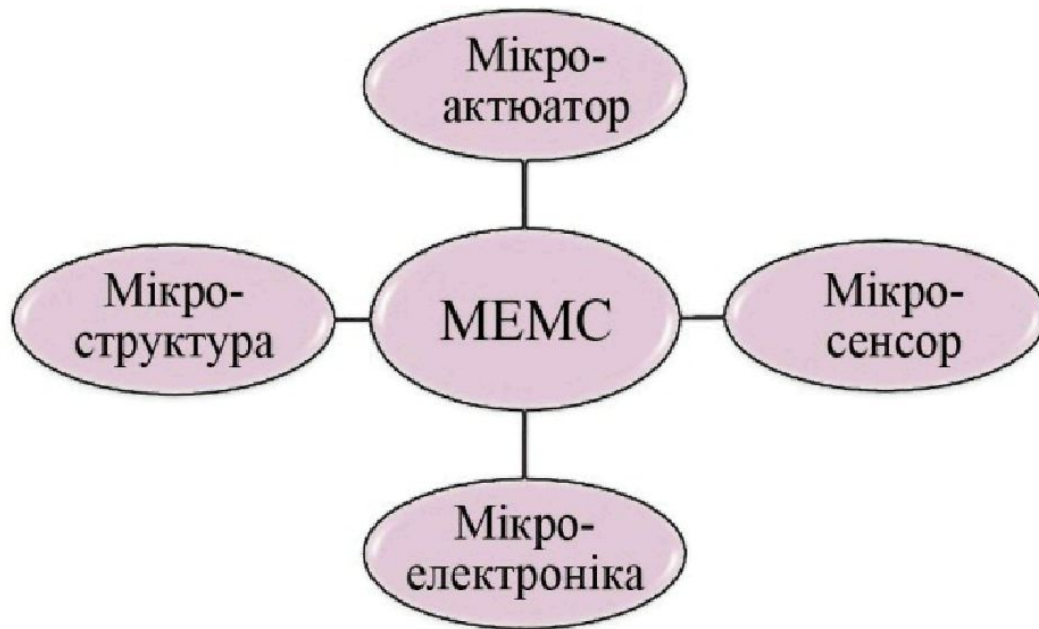


Рис. 2. Складові елементи MEMS

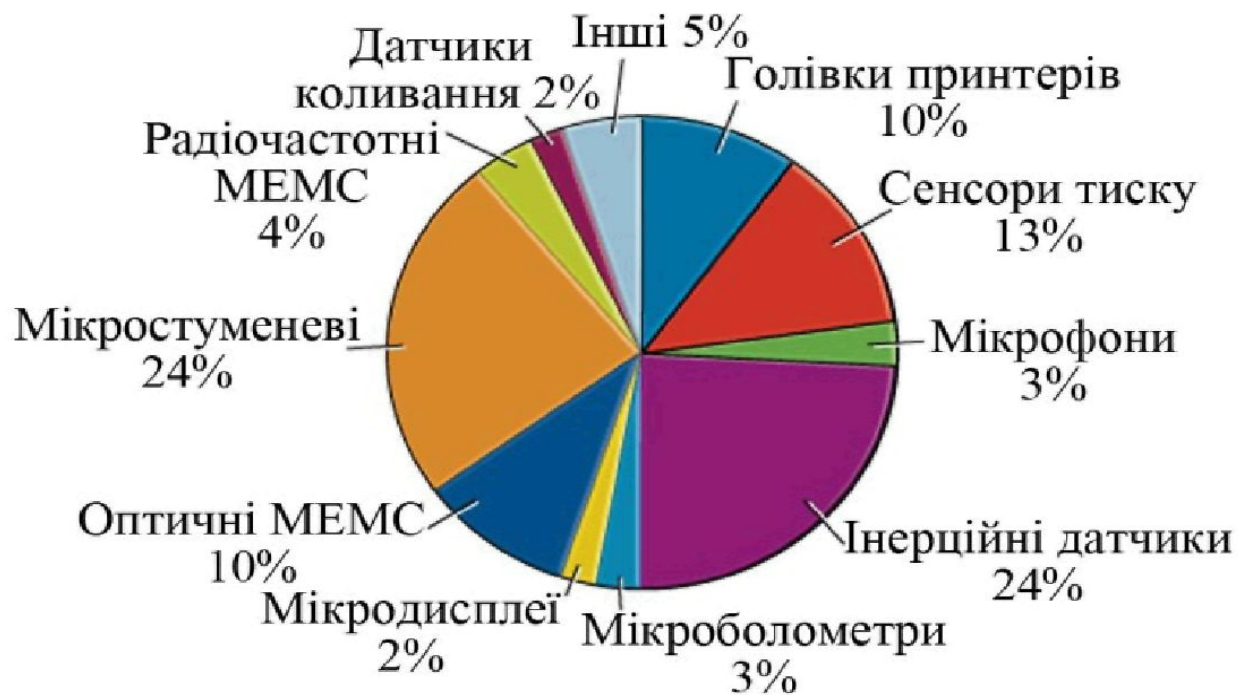


Рис. 3. Поширення MEMC пристроїв на 2016 рік

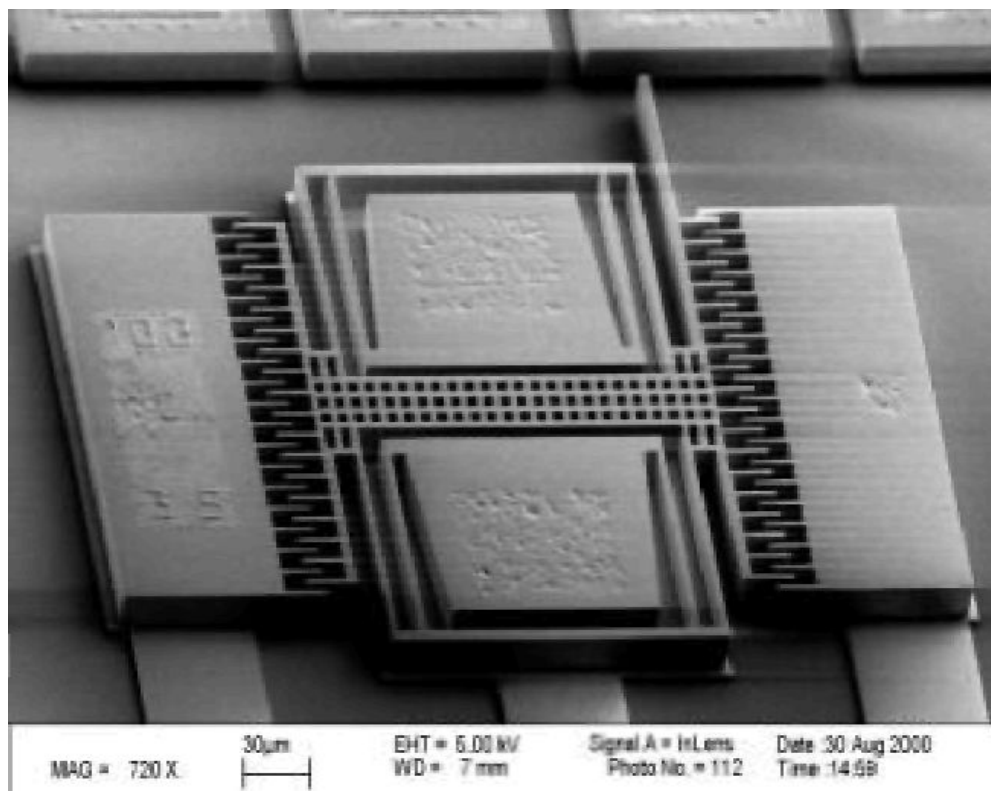
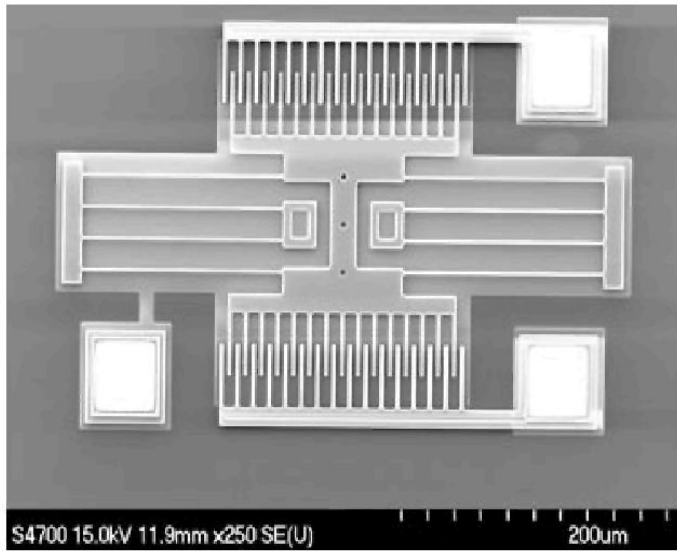
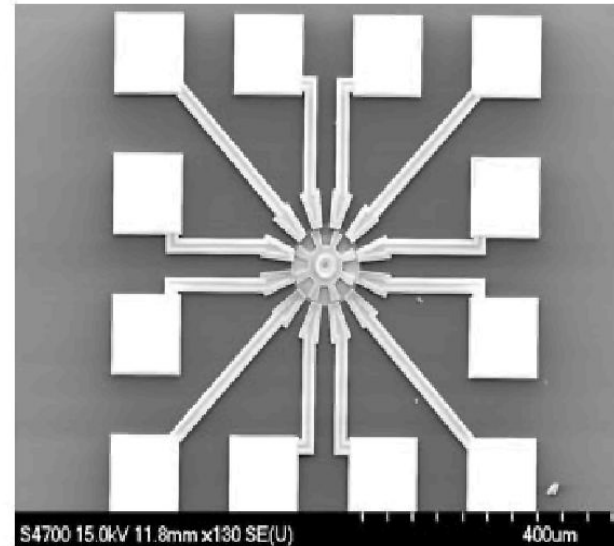


Рис. 4. Датчик тиску для особливо надійних авіаційних і промислових застосувань



а



б

Рис. 5. Полікремнієвий резонатор (а) та мікромотор (б) виготовлені методом поверхневої мікрообробки

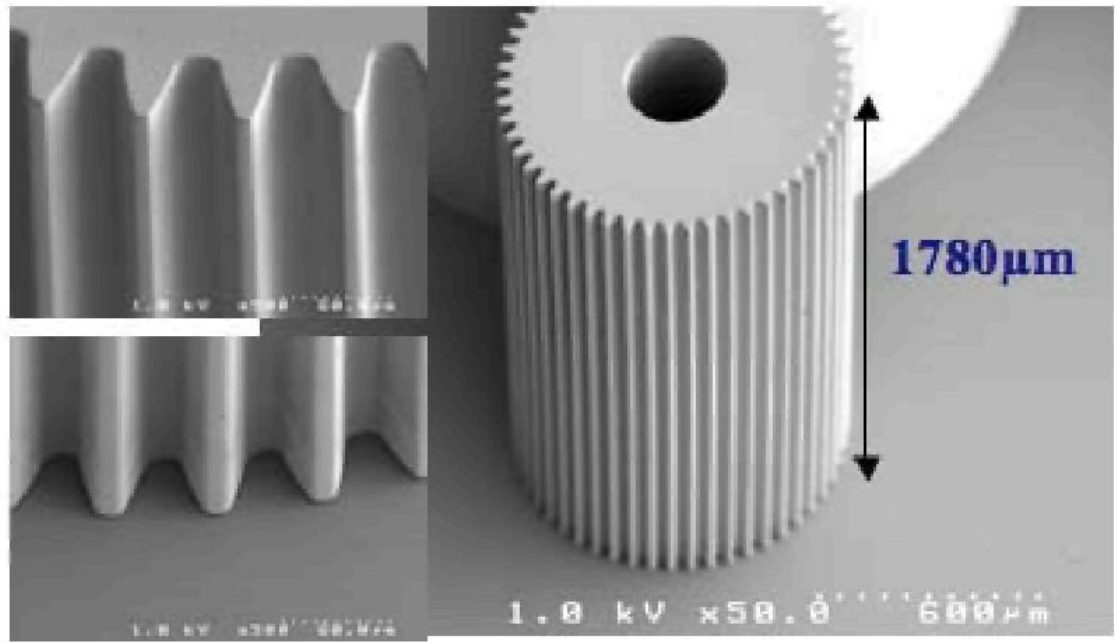


Рис. 6. Висока шестерня, що створена за допомогою технології LIGA

Таблиця 1. Способи перенесення зображення на поверхню підкладки

Метод	Практична межа отримання	Теоретична межа
Ультрафіолетова контактна фотолітографія	2 500 нм	125 нм
Ультрафіолетова проєкційна фотолітографія	150 нм	50 нм
Дальня ультрафіолетова проєкційна фотолітографія (м'який рентген)	90 нм	30 нм
Рентгенівська літографія 1:1	20-70 нм	10 нм
Іонний пучок	30-50 нм	10-20 нм
Електронний пучок	40-50 нм	7-20 нм
Проєкційний електронно-променевий пучок	90 нм	25 нм
Імпринт (затвердіння)	20-40 нм	5-10 нм
Контактний імпринт	30-50 нм	10 нм
Скануючий мікроскоп	15 нм	0,5 нм

Таблиця 2 Приклади приладів MEMS

Технологічне застосування	Прилад
Інерційні датчики	Акселерометри (прилад, яким вимірюють прискорення або перевантаження, що виникають під час випробування різних машин та їхніх систем), сенсори швидкості і вібрацій для транспорту і машинобудування
Навігаційна апаратура	Гіроскопи (пристрій, здатний реагувати на зміну кутів орієнтації пов'язаного з ним тіла відносно інерціальної системи координат)
Мікроструменеві і хімічні дослідження / процеси	Хімічні сенсори, лабораторії на чіпі, контролери потоків, мікросопла і мікроклапани, дозатори, мікрореактори
Оптичні MEMS (OMEMS)	Дисплеї, адаптивна оптика, оптичні перемикачі
Вимірювання тиску і рівнів	Сенсори для транспорту, медицини, енергетики, промисловості
НВЧ-мікротехніка	Перемикачі, фільтри, конденсатори, котушки індуктивності, антени, фазообертачі, скануючі системи зі змінною апертурою
Інші	Актюатори, мікрореле, сенсори вологості, пристрої зберігання даних, сенсори забруднень, компоненти мікросупутників, підричники, наукова апаратура, акустичні прилади, болометри (прилад для вимірювання енергії випромінювання)

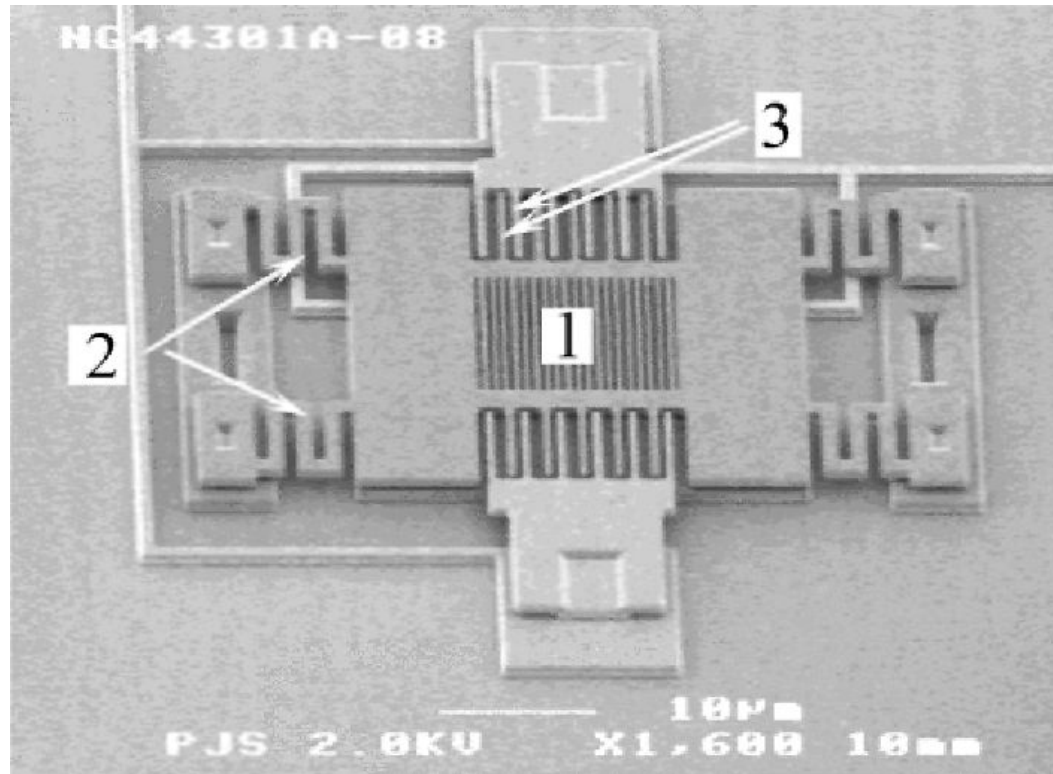


Рис. 7. Мініатюрний МЕМС-акселерометр фірми Sandia Labs:
1 - вантаж; 2 - кріплення вантажу; 3 - обкладки конденсатора

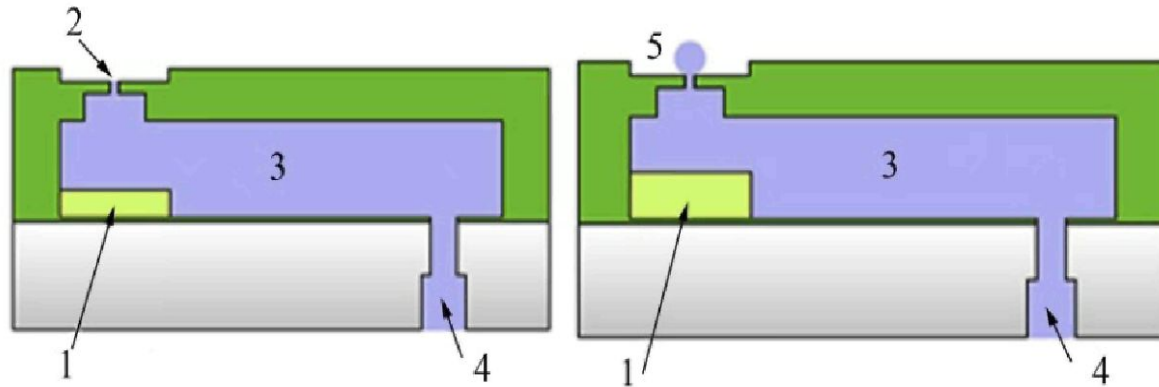


Рис. 8. Розпилення чорнил п'єзоелектричною голівкою: 1 – п'єзоелемент; 2 – дюза (сопло); 3 – ємність з чорнилами; 4 – отвір для подачі фарби; 5 – крапля чорнила

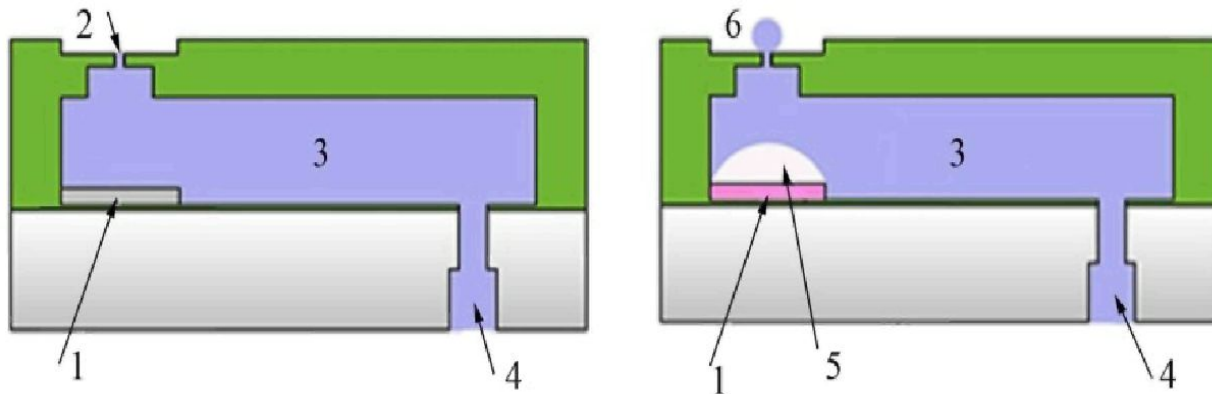


Рис. 9. Принцип роботи термоструменної принтерної голівки: 1 - нагрівальний елемент; 2 - дюза; 3 - ємність з чорнилами; 4 - отвір для подачі чорнил; 5 - бульбашка; 6 - крапля чорнил

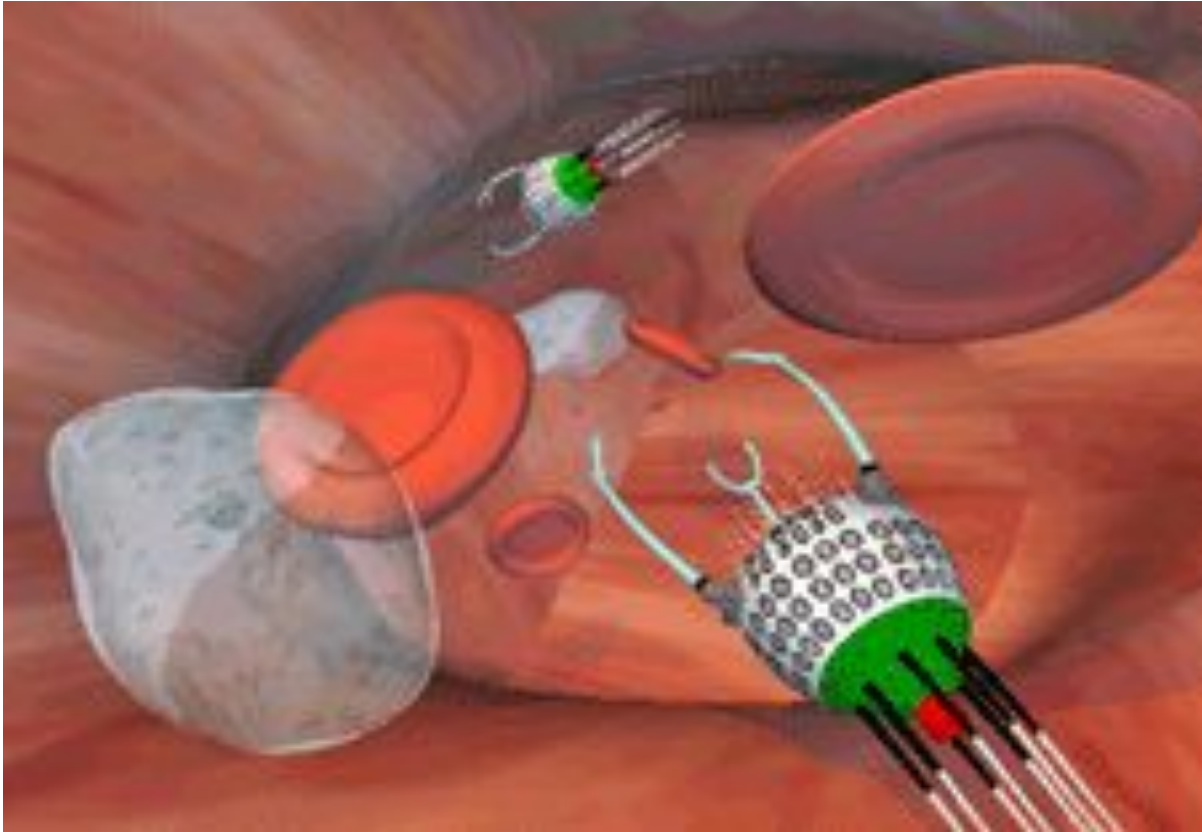


Рис. 10. Типовий медичний наноробот матиме мікронні розміри, що дозволяють рухатися по капілярах, і складатися (на базі теперішніх поглядів) з вуглецю, вуглець і його похідні вибираються через високу міцності і хімічну інертність