

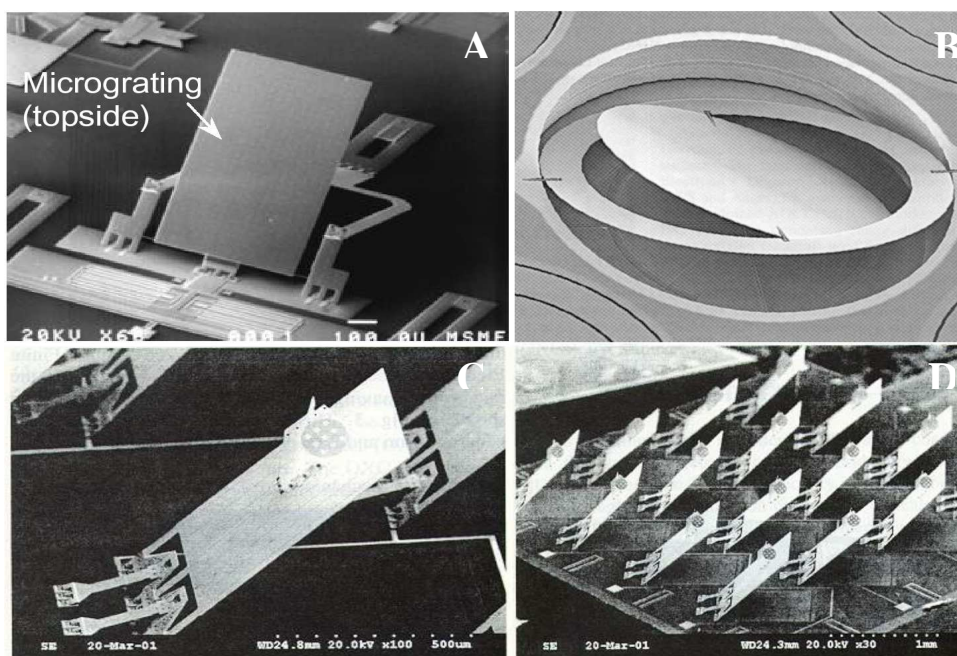
Czy krzem może chodzić? - czyli o mikrosystemach, które myślą, czują i pracują

prof.dr hab. inż. Ryszard S. Jachowicz,
Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych PW
8 listopada 2007, godz. 16:15, s. 134 (Gmach Główny)

Ten szokujący w swojej treści tytuł ma zwrócić uwagę Czytelnika na niezwykle możliwości półprzewodnikowych mikrosystemów, często wykonywanych w technologii krzemowej chociaż nie tylko. Wydaje się, że możliwości te są wręcz nieograniczone, pozwalające zrealizować najśmielsze pomysły konstrukcyjne, do niedawne pozostające tylko w sferze „*science fiction*”. Na wykładzie będę starał się zaciekawiać Państwa wieloma rzeczywistymi, zaskakującymi konstrukcjami mikrosystemów i dlatego gorąco zapraszam do udziału w wykładzie.

Do niedawna mikrotechnologie kojarzyły się tylko z mikroelektroniką – układami scalonymi o wielkiej skali integracji (mikroprocesorami, ogromnymi pamięciami elektronicznymi, etc.).

Dzisiaj, mikrotechnologie wspomagane nanotechnologiami służą do wytwarzania mikrosystemów typu **MEMS** (mikro-elektro-mechanicznych systemów - ang. **Micro-Electro-Mechanical-Systems**), **MOEMS** (mikro-opto-elektro-mechanicznych systemów - ang. **Micro-Opto-Electro-Mechanical-Systems**) i **MBEMS** (mikro-bio-elektro-mechanicznych systemów - ang. **Micro-Bio-Electro-Mechanical-Systems**).



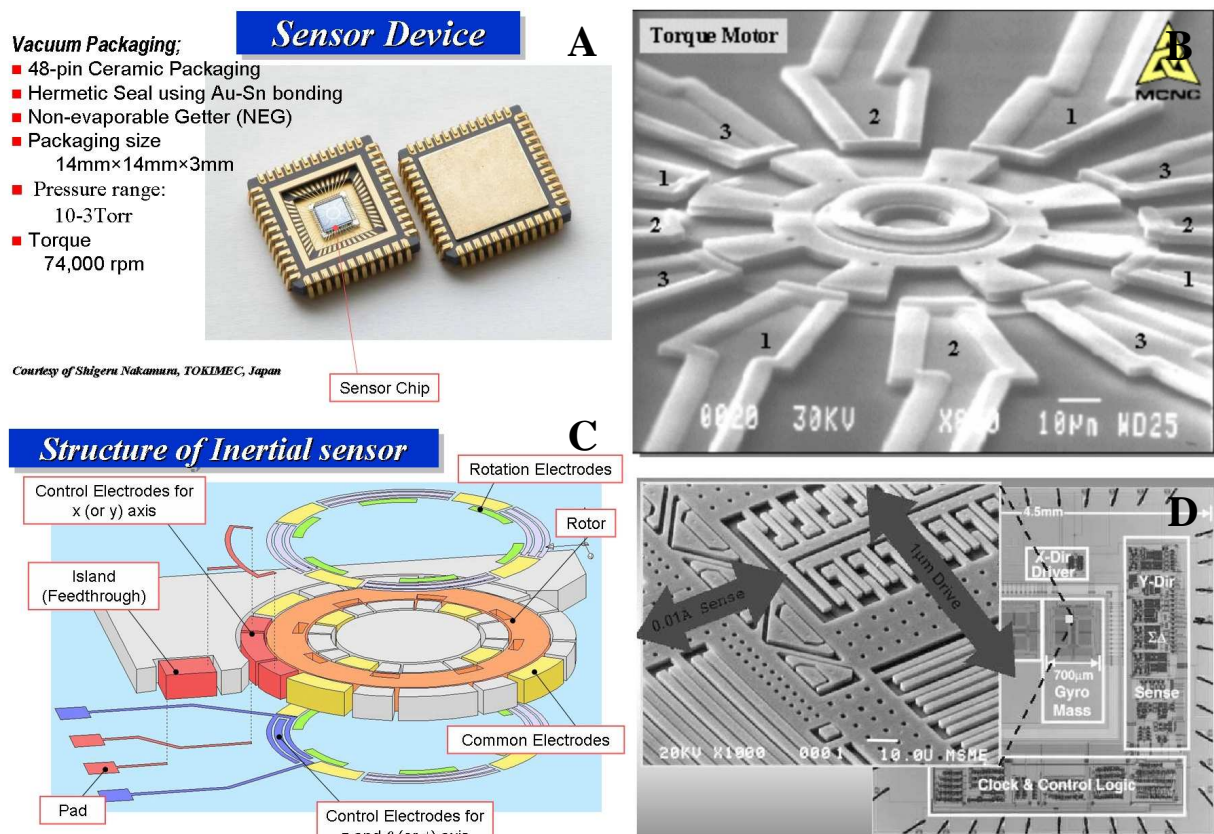
Rys. 1 Zastosowanie silników elektrostatycznych liniowych w Optoelektronice – trzy typy ruchomych mikrozwierciadeł i matryca mikrozwierciadeł

Technologie te są jeszcze bardziej zaawansowane niż typowe dla mikroelektroniki i wymagają zarówno wielu innych specyficznych procesów

technologicznych jak i często nanomateriałów i biomateriałów nie tylko w nanowarstwach (stosowanych już w mikroelektronice) ale w postaci dwuwymiarowych (2D) i trójwymiarowych (3D) struktur. Jako przykład takich struktur powyżej przedstawiono na Rys.1 kilka, spośród setek typów, ruchomych mikrozwierciadeł sterowanych elektrostatycznie.

MEMS, MOEMS i MBEMS to mikrosystemy zintegrowane często z zaawansowaną elektroniką służące do pomiaru, detekcji i kontroli różnych wielkości fizycznych, analizy składu chemicznego, kontroli i monitorowania procesów biologicznych, biochemicznych etc.

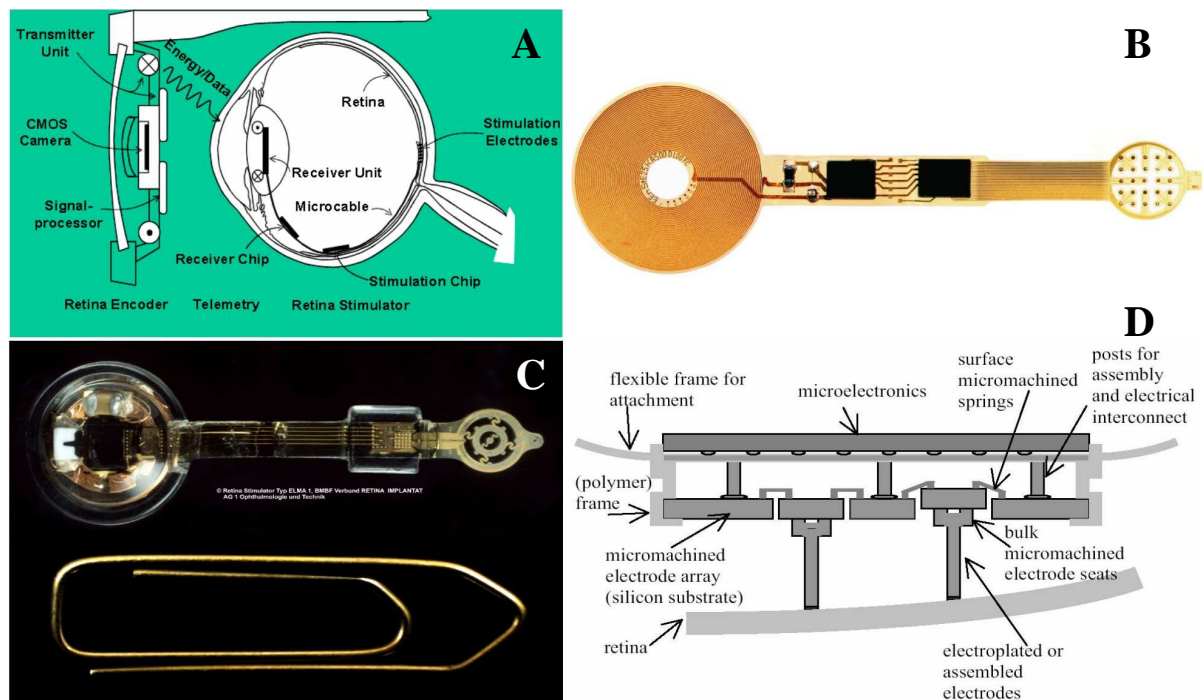
Jako przykład poniżej przedstawiono ewolucję mikrosilnika elektrostatycznego od pierwszej konstrukcji z 1991r (Univ.of California, Berkly) do aplikacji w mikrożyroskopie produkowanym seryjnie w chipie układu scalonego (prędkość obr. masy sejsmicznej 74.000obr/min; czułość pomiarowa 1 obr/12godz; mierzy odchylenie w 2 kierunkach i przyspieszenia w 3 kierunkach).



Rys.2- A) Mikrożyroskop w chipie układu scalonego;
 B) pierwszy mikrosilnik elektrostatyczny obrotowy; C) konstrukcja mikrosilnika elektrostatycznego w żyroskopie z rys.A)
 D) mikrożyroskop z silnikiem elektrostatycznym liniowym

Mikrosystemy są często niezbędne w elektro- i biomedycynie, ochronie środowiska naturalnego, kontroli jakości (w tym żywności), systemach bezpieczeństwa i zabezpieczeniach antyterrorystycznych, w domach „inteligentnych”, w samochodach i w sprzęcie AGD i w końcu w kontroli i sterowaniu wszelkiego rodzaju produkcją. Kolejny przykład mikrosystemu

„sztucznego oka”, nad którym trwają zaawansowane prace badawcze, przedstawia poniżej koncepcje pracy systemu i implant mikrosystemu do wnętrza oka, który poprzez matrycę elastycznych mikrokontaktów przekazuje sygnały elektryczne do systemu nerwowego poprzez bezpośredni kontakt z siatkówką.



Rys.3. A) Koncepcja „sztucznego oka”, w którym przekazuje się informację o obrazie bezpośrednio do systemu nerwowego; B)C) implant systemu widziany z obu stron; D) matryca elastycznych kontaktów do siatkówki oka

Cechą charakterystyczną mikrosystemów jest ich niewielki koszt jednostkowy (po uruchomieniu produkcji masowej), przy jednoczesnym wysokim zaawansowaniu technologicznym i wysokiej funkcjonalności. Stwarza to nieskończone wręcz możliwości opracowywania i wprowadzania na rynek z jednej strony zaawansowanych urządzeń pomiarowych i wykonawczych a z drugiej strony elementów czy systemów (mikrosystemów) do jednorazowego, masowego wykorzystania zwłaszcza w zastosowaniach medycznych, sprzęcie powszechnego użytku i w przemyśle żywnościowym.

Na wykładzie zostanie przedstawiona szeroka gama różnych mikrosystemów z najlepszych laboratoriów badawczych na świecie ale również z przykładami mikrosystemów opracowanych w laboratorium zespołu badawczego, kierowanego przez autora niniejszego wykładu.