



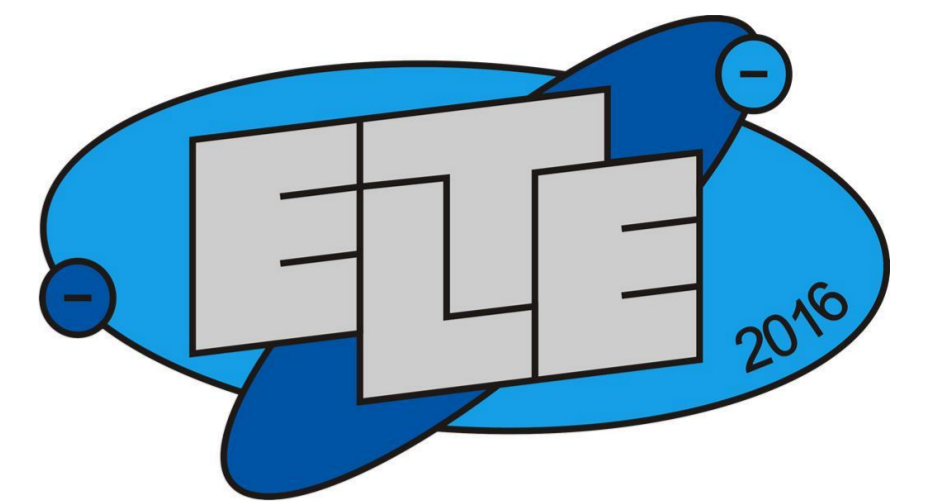
INNOWACYJNY KOMPAKTOWY SYSTEM CZUJNIKOWY OPARTY O MATRYCE MIKROBELEK Z OPTYCZNYM UKŁADEM ODCZYTOWYM



Politechnika Wroclawska

T. Bieniek¹, F. Ivaldi¹, P. Janus¹, J. Zając¹, P. Grabiec¹,
H. Kłos¹, W. Majstrzyk², D. Kopiec², T. Gotszalk²

¹ Instytut Technologii Elektronowej, Al. Lotników 32/46 02-668 Warszawa, Polska
² Politechnika Wroclawska, ul. Janiszewskiego 11/17, 50-372 Wrocław, Polska



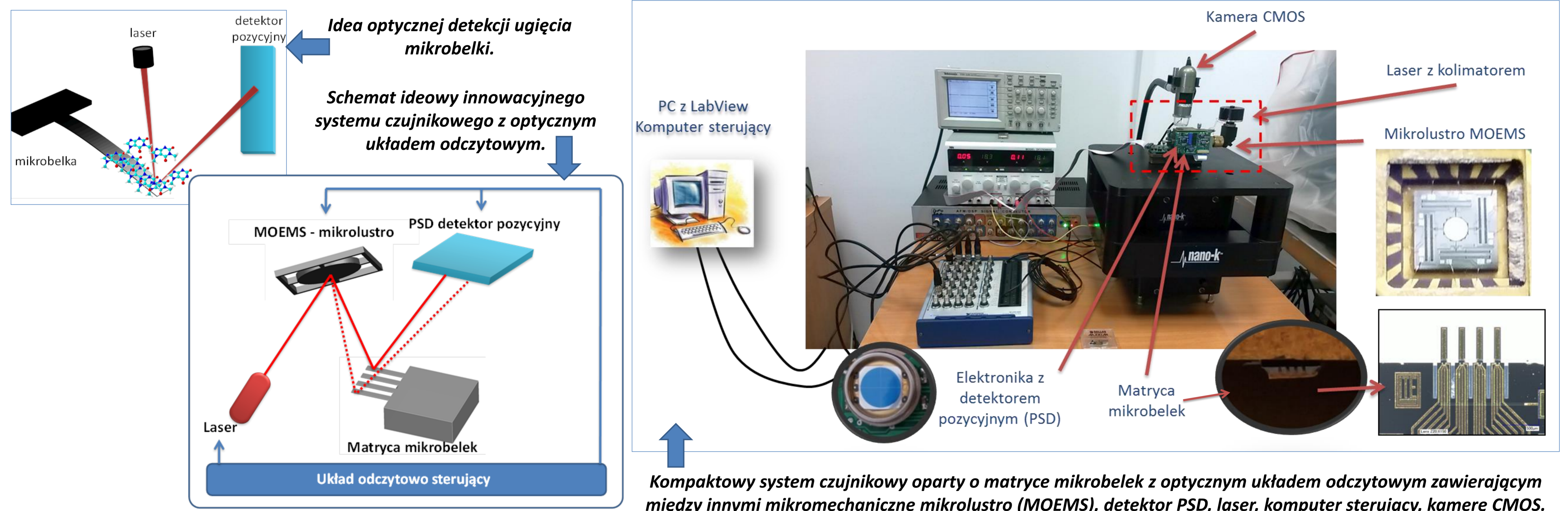
Streszczenie i motywacja

Struktury mikro- i nanomechaniczne, szczególnie mikrobeleki oraz matryce mikrobelek, a także membrany są obecnie bardzo często stosowane w różnego rodzaju urządzeniach lub systemach pomiarowych wielkości fizycznych i chemicznych. Tego typu systemy wykorzystywane między innymi w czujnikach gazów, w urządzeniach do analizy chemicznej i biochemicznej oraz innych. W większości znanych układów pomiarowych tego typu stosuje się pojedynczą odpowiednio sfunckjonalizowaną mikrobelekę. W układach tych wykorzystuje się fakt, że właściwości mechaniczne mikrobeleki ulegają zmianom na skutek reakcji z mierzonym medium np. absorpcja molekuł gazu powodują zmianę masy belki co z kolei powoduje zmianę częstotliwości rezonansowej drgań mechanicznych tej belki. Najczęściej, w urządzeniach tych analizie poddaje się ugięcie (wychylenie) mikrobeleki lub też częstotliwość i zmianę częstotliwości ugięć belki. Detekcję wychylenia i częstotliwość zmiany wychylenia odczytuje się najczęściej wykorzystując elementy piezorezystywne lub też optyczne układy odczytu wychylenia. Ze względu na większą czułość oraz uniwersalność zastosowania systemy wykorzystujące optyczne metody odczytu wychylenia są obecnie dominujące. Układy wykorzystywane do badania pojedynczych

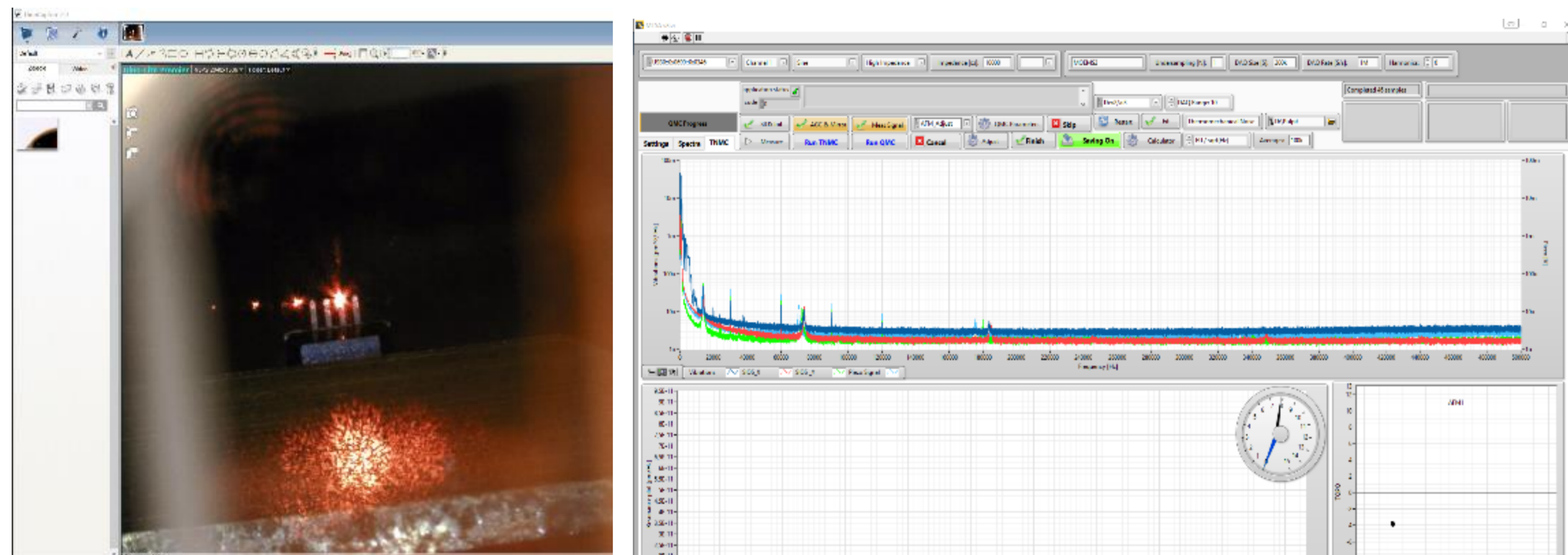
mikrobelek są ogólnie znane i stosowane - posiadają źródło światła o wiązce skupionej na mikrobelece (laser) oraz detektor pozycyjny, który pozwala mierzyć sumaryczne oświetlenie oraz zmiany pozycji plamki światła padającego na detektor a odbitego od powierzchni mikrobeleki. Systemy takie wymagają jednak bardzo precyzyjnej regulacji toru optycznego przed właściwym pomiarem. Problem ten, dość uciążliwy w przypadku stosowania pojedynczych belek utrudniając wykorzystywanie metody poza warunkami laboratoryjnymi, praktycznie uniemożliwia stosowanie rozwiązań tego rodzaju dla układów matrycowych, w których każda z mikrobelek wchodzących w skład matrycy może zachowywać się nieco inaczej i każda z nich wymaga oddzielnej kalibracji. Znane są sposoby i układy optycznego pomiaru wychyleń mikrobelek w matrycach mikrobelek, które zawierają zmnożone zestawy laser-detektor pozycyjny w liczbie odpowiadającej liczbie mikrobelek w matrycy czy ruchome platformy z laserem i detektorem przemieszczające się wzdłuż matrycy belek. Niestety istniejące rozwiązania posiadają szereg wad i ograniczeń, między innymi duże rozmiary, skomplikowana budowa, wysokie koszty budowy, brak stabilności termicznej, brak możliwości auto kalibracji, mała niezawodność itd...

Kompaktowy system czujnikowy oparty o matryce mikrobelek z optycznym układem odczytowym

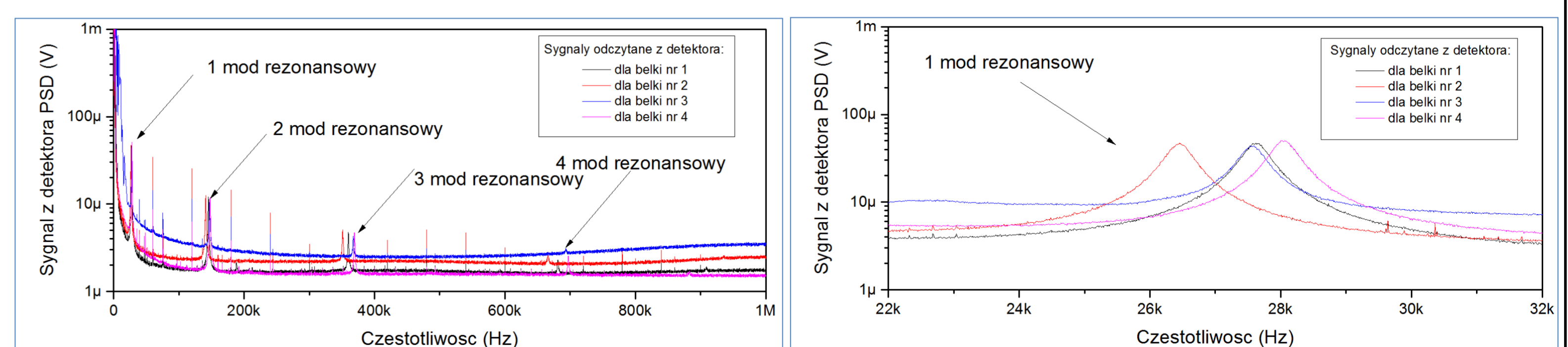
Innowacyjność prezentowanego systemu polega na zastosowaniu w układzie odczytowym aktywnego elementu MOEMS - mechanicznego mikrolustra - umożliwiającego adaptację optycznego odczytu wychyleń elementów ruchomych struktur mikro/nanomechanicznych, w tym wypadku pojedynczej mikrobeleki w matrycy mikrobelek, bez istotnych ograniczeń co do liczby belek w matrycy. Rozwiązanie takie pozwala także na zastosowanie jednego źródła światła (np.: 1 laser), a co się z tym wiąże uzyskanie większej stabilności termicznej, większej niezawodności i niższej ceny. Ponadto umożliwia zbudowanie kompaktowego systemu pomiarowego z automatycznym justowaniem.



- System zbudowano w oparciu o dedykowaną głowicę, w której zamontowana tor optyczny, laser z kolimatorem, mikromechaniczne ruchome lustro (MOEMS), elektronikę z detektorem pozycyjnym;
- Na górze głowicy znajduje się otwór do podglądu badanych matryc mikrobelek i rejestracji pracy systemu przez kamerę CMOS; na dole dedykowany uchwyt do mocowania matryc mikrobelek;
- Dedykowana aplikacja w środowisku LabView służy do zarządzania systemem pomiarowym – akwizycji danych pomiarowych, połączona jest z dedykowanym sterownikiem MOEMS, który steruje mikrolustrem;



Obraz z kamery CMOS podczas pomiaru matrycy 4 mikrobelek krzemowych oraz widok dedykowanej aplikacji pomiarowej.



Wyniki pomiaru matrycy 4 mikrobelek krzemowych w zakresie od 1Hz do 1MHz (lewy) z powiększonym fragmentem pierwszego modu rezonansowego (prawy). Analizowana matryca mikrobelek krzemowych pobudzona była ruchami termicznymi Browna bez żadnego dodatkowego pobudzenia.

Podsumowanie

W pracy przedstawiono nowatorski, kompaktowy system pomiarowy oparty o matryce mikrobelek krzemowych z optycznym (MOEMS) układem odczytowym. System został pozytywnie przetestowany. Wykonane pomiary zostały zweryfikowane dodatkowo na komercyjnym systemie Polytec. Obecnie prace nad systemem są kontynuowane pod kątem zaimplementowania auto-kalibracji oraz w przyszłości będą kontynuowane w kierunku zastosowania z mikrobelekami odpowiednio sfunckjonalizowanymi dla dedykowanych zastosowań sensorycznych – np. specjalizowane czujniki biochemiczne.

Podziękowania

Zaprezentowane prace są częściowo finansowane przez platformę ENIAC Joint Undertaking oraz NCBR w ramach projektu Lab4MEMS-II (621176-2) oraz częściowo w ramach prac statutowych Instytutu Technologii Elektronowej (1.02.078).

Kontakt: Tomasz Bieniek, +48 22 2793214, tbieniek@ite.waw.pl, www.Lab4MEMS2.ite.waw.pl

