

Streszczenie

Elektryczne metody pomiarów wychyleń układów MEMS i NEMS

Praca autorstwa: Krzysztof KWOKA

Pomiary wychyleń struktur NEMS wykonywać można z zastosowaniem między innymi wibrometrii laserowej lub elektronowej, a także z wykorzystaniem pomiarów elektrycznych. Zastosowanie technik wibrometrii wiąże się jednak z trudnościami wynikającymi z używanych urządzeń pomiarowych. Wykorzystanie technik elektrycznych pozwala na wykorzystanie drgających struktur NEMS w znacznie elastyczniejszy sposób.

W przedstawionej rozprawie zastosowano elektryczne pomiary fazoczułe do badania struktur o piezorezystywnej detekcji ugięcia w połączeniu z wibrometrią laserową do pomiaru przy pobudzeniu piezoelektrycznym. Wykazano, że istnieje możliwość wykonywania równoległych pomiarów tymi technikami przy odpowiedniej synchronizacji wykorzystanych urządzeń. Dla wykorzystanych struktur uzyskano czułość na siłę na poziomie $FS=263 \frac{V}{N}$ co jest wartością nieporównywalnie większą niż dla analogicznych rozwiązań z literatury. Wykazano również możliwość kompensacji błędów pomiarowych wynikających z przesłuchów elektrycznych co pozwala na dokładniejsze dopasowywanie wyników.

Wykonano również analogiczne badania w połączeniu z wibrometrią elektrodynamiczną do pomiaru przy jednoczesnym pobudzeniu magnetoelektrycznym i ciśnieniem promieniowania laserowego. Zaprezentowano wyniki pomiarów podczas niezależnego i jednoczesnego pobudzania struktury oboma metodami. Wykorzystano również odczyt piezorezystywny do weryfikacji wyrównania sił pobudzających strukturę. Podczas pomiarów wykazano także możliwość rejestrowania w układzie odpowiedzi czysto piezorezystywnej.

Zastosowano również pomiary z wykorzystaniem spektroskopii impedancyjnej do pomiaru struktur o pobudzeniu i odczycie magnetoelektrycznym oraz elektrostatycznym. Przygotowano elektryczne modele równoważne do obu eksperymentów i skorelowano je z modelami fizycznymi drgających struktur NEMS. Podczas pomiarów magnetoelektrycznych wykorzystano obliczoną z geometrii i parametrów materiałowych masę struktury do weryfikacji modelu i wykazano jego poprawność. W przypadku struktur elektrostatycznych stworzony model wskazywał na bardzo silny wpływ odległości między elektrodami na stosunek odpowiedzi elektrycznej do sygnału pobudzającego. Pomiary struktur elektrostatycznych przeprowadzono więc w komorze mikroskopu elektronowego co pozwoliło na precyzyjną kontrolę odległości między elektrodami, którą wykorzystano jako parametr weryfikujący poprawność modelu.

