

Układy MikroElektroMechaniczne (ang. *MicroElectroMechanical Sysyem*, MEMS) to nowoczesne struktury, znacznie mniejsze, lżejsze, ale i szybsze niż ich odpowiedniki makroskopowe. To niewielkie przetworniki, których zadaniem jest przetworzenie sygnału mechanicznego na elektryczny. Dokładność tej konwersji wyznacza rozdzielczość, tj. najmniejsza porcja wybranej wielkości fizycznej jaką można zmierzyć z udziałem tego przetwornika. Chcąc jednak podać dokładną wartość tej zmiany w sensie metrologicznym potrzebny jest wzorzec. O ile długość doczekała się bezwzględnego porównania – 1 m to odległość, jaką pokonuje światło w próżni w czasie $1/299\,792\,458$ s, tak wzorzec masy nadal jest fizycznym obiektem, nieodniesionym do żadnej stałej lub mierzalnej wielkości fizycznej.

Nieporęczność to jedno. Odważnik wzorcowy wykonany ze stopu platynoirydowego, mimo wyszukanych sposobów odizolowania od wszystkich narażeń, nie jest stabilny (jego masa w rzeczywistości rośnie z czasem). Ważniejsze jest jednak to, że próbując uchwycić zmianę masy rzędu nano- lub pikogramów wydaje się to niemożliwe. Jak zatem znaleźć odniesienie?

Naukowcy proponują dwa rozwiązania [1]. Pierwszy - projekt „Avogadro” zakłada zliczenie atomów kilogramowej kuli wykonanej z czystego krzemu [2]. Drugi, wprowadzony i rozwijany przez Narodowy Instytut Standardów i Technologii (ang. *National Institute of Standards and Technology*, NIST), masę proponuje wyliczać z użyciem prądowej wagi Watta [3,4], równoważąc ciężar siłą działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym. Trudnością w zastosowaniu tego rozwiązania w praktyce laboratoryjnej jest wielkość skonstruowanego urządzenia, oraz jego niedostępność szerszemu gronu odbiorców [5]. Stąd pomysł na powiązanie bezpośrednio masy (przez ciężar) z siłą Lorentza, ale w mikroskali. Czym wzorcować? Jakie odniesienie pozwoli z jednej strony na uzyskanie jak najlepszej rozdzielczości, z drugiej będzie wzorcem szeroko dostępnym i wygodnym w użyciu?

Autorka pracy proponuje zastosowanie jako wzorca siły fotonów, wynikającej z kwantowego efektu działania ciśnienia promieniowania. W jaki sposób? Strumień fotonów o określonej mocy optycznej odbija się od powierzchni sprężystej mikrobilki. Dochodzi do zmiany pędu, która bezpośrednio przekłada się na działanie siły – siły fotonów. Jeśli ściśle zdefiniowana jest moc optyczna – znana jest również siła. I tak możliwe staje się wyznaczenie najważniejszego parametru mechanicznego jakim jest sztywność. Co więcej, otwiera się temat ogólnego i podstawowego zagadnienia w postaci pomiaru oddziaływań optomechanicznych MEMS–światło, tak ważnych podczas wszystkich optycznych pomiarów wychyleń.

Podsumowując zatem: celem doktoratu jest stworzenie demonstratora w postaci mikrowagi Watta, niewielkiego i przenośnego układu MEMS – sprężystej mikrodźwigni ze zintegrowaną ścieżką przewodzącą prąd, której ugięcie może być kontrolowane (prądowo) przez zanurzenie w polu magnetycznym o znanej indukcji, sparametryzowanej przez użycie wzorca w postaci siły fotonów. Celem projektu są teoretyczne badania zagadnienia oddziaływań optomechanicznych MEMS–światło.

- [1] W. Schwitz, B. Jeckelmann, P. Richard, *Comptes Rendus Phys.* 5 (2004) 881–892.
- [2] B. Andreas, Y. Azuma, G. Bartl, P. Becker, H. Bettin, M. Borys, I. Busch, P. Fuchs, K. Fujii, H. Fujimoto, E. Kessler, M. Krumrey, U. Kuetgens, N. Kuramoto, G. Mana, E. Massa, S. Mizushima, A. Nicolaus, A. Picard, A. Pramann, O. Rienitz, D. Schiel, S. Valkiers, A. Waseda, S. Zakel, *Metrologia* 48 (2011) S1–S13.
- [3] R.L. Steiner, A.D. Gillespie, K.I. Fujii, E.R. Williams, D.B. Newell, A. Picard, G.N. Stenbakken, P.T. Olsen, *IEEE Trans. Instrum. Meas.* 46 (1997) 601–604.
- [4] R.L. Steiner, D.B. Newell, E.R. Williams, *IEEE Trans. Instrum. Meas.* 48 (1999) 205–208.
- [5] I.M. Mills, P.J. Mohr, T.J. Quinn, B.N. Taylor, E.R. Williams, *Metrologia* 43 (2006) 227–246.