

Pressure measurement using hysteresis effects in cantilever microstructures

Mesure de pression par effet d'hystérésis dans des micro-structures en cantilever

K.B. Brown, Y. Ma, A. Garcia, W. Allegretto, R.P.W. Lawson, F.E. Vermeulen, and A.M. Robinson*

Hysteresis effects are observed as the resonance characteristics of an oscillating microcantilever are modified by changes in ambient air pressure. These effects, which occur for large device deflections, manifest themselves as resonant frequencies and deflection amplitudes whose values depend on whether the actuating frequency is increasing or decreasing. Hysteresis-induced changes in resonant frequency and amplitude of deflection have been measured for pressures ranging from 100 to 0.001 torr. Cantilever-in-cantilever (CIC) devices are damped, driven harmonic oscillators. The damping is due to both the internal structural effects and the properties of the external medium in which the structure oscillates. Previously, CICs have demonstrated the ability to accurately measure pressures between 1500 and 100 torr without hysteresis effects. Measuring the degree of hysteresis for pressures below 100 torr has increased the range of these pressure sensors from better than one order of magnitude to as much as five orders of magnitude (1500 to 0.01 torr).

Des effets d'hystérésis sont observés lorsque les caractéristiques de résonance d'un micro-cantilever oscillant sont modifiés par la pression de l'air ambiant. Ces effets, qui surviennent pour des grandes déflexions, se manifestent par des fréquences de résonance et des amplitudes de déflexion dont les valeurs dépendent de ce que la fréquence d'entraînement augmente ou diminue. Les changements de fréquence de résonance et d'amplitude de déflexion provoqués par hystérésis ont été mesurés pour des pressions allant de 100 à 0.001 torr. Les dispositifs cantilever-sur-cantilever (CSC) sont des oscillateurs harmoniques amortis entretenus. L'amortissement est causé par la structure interne et par les propriétés du milieu extérieur dans laquelle le dispositif oscille. Par le passé, il a été démontré que les CSC peuvent mesurer la pression avec précision dans des fourchettes allant de 1500 à 100 torr sans effet d'hystérésis. La mesure du degré d'hystérésis pour des pressions en dessous de 100 torr a augmenté la plage d'utilisation de ces capteurs de pression de 1 à 5 ordres de grandeur (1500 à 0.01 torr).

*The authors (with the exception of W. Allegretto) are with the Department of Electrical and Computer Engineering, University of Alberta, Edmonton, Alberta T6G 2G7. W. Allegretto is with the Department of Mathematical Sciences at the University of Alberta.