

周波数変調型加速度センサを用いた MEMS リザーバーコンピューティング

MEMS reservoir computing using frequency-modulated accelerometer

京大工 ○(B) 水本 昂宏, 平井 義和, 土屋 智由

Kyoto Univ., ○Takahiro Mizumoto, Yoshikazu Hirai, Toshiyuki Tsuchiya

E-mail: mizumoto.takahiro.57s@st.kyoto-u.ac.jp

1. 背景と目的

IoT デバイスの普及に伴い、クラウド側の負担を小さくするためエッジ側でのデータ処理が進んでいる。しかし、ディープラーニングを用いた機械学習などの高度な計算処理は、計算量やそれに伴う消費電力の観点からエッジ側での運用は適していない。近年機械学習では、学習量が少なく、隠れ層を物理ダイナミクスで代替可能な新しいコンピュータアーキテクチャであるリザーバーコンピューティング(RC)が注目されている。本研究ではセンサとコンピューティング機能を一体化可能な MEMS-RC に注目し、非線形振動子を有する加速度センサを用いた RC を取り扱う。特に、振動子に対して加振力を入力とする従来の振幅変調型に代わり、張力による入力で振動子の剛性を変化させる周波数変調型を提案する。

2. 数値シミュレーション

SOI を用いた厚み $20\mu\text{m}$ の単結晶シリコン構造で製作したデバイスの概要を Fig1 に示す。加速度入力は軸方向張力に変換され振動子に加わる。加速度と張力の関係は有限要素法による構造解析で求めた。隠れ層の出力は単一振動子の振幅で、応答振幅を遅延フィードバックによって、重み関数とともに駆動振幅に加えることで仮想ノードを構成する。性能評価には記憶容量と非線形処理能力を必要とする Parity ベンチマークを用いた。

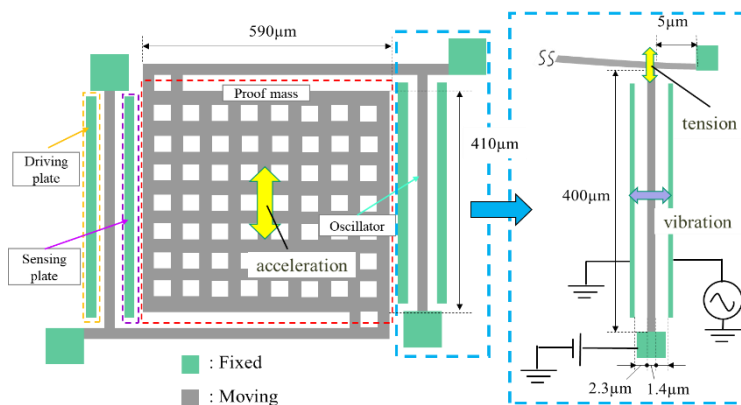


Fig.1 Schematic of device

3. 結果考察

Fig.2 に設計した寸法をもとに数値シミュレーションした結果を示す。広い領域で精度が高いことが確認できた。また、提案する方式では振幅を状態変数として用いると、『強制振動によるうなり音周期を、離散化された重み関数の時間間隔で除した値』($=N_d$)に最適値が存在することを見出した。

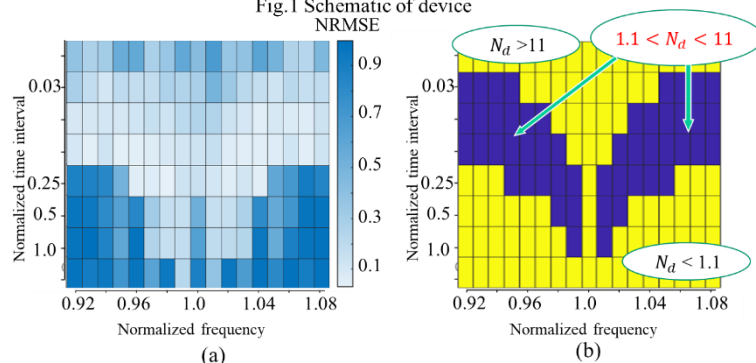


Fig.2 (a) NRMSE(normalized mean square error) in parity benchmark($n=4$) and (b) the relation with N_d (beat period divided by mask interval)