

静電型 MEMS エネルギハーベスタにおける非線形発振の検討(1)

Nonlinear Oscillation for an Electrostatic MEMS energy harvester (1)

○小野 一善¹、ユー アルカンダ^{-1,2}、佐藤 昇男³、田中 雄次郎¹、阪田 知巳³、神 好人^{1,3}、

小泉 弘¹ (1. 日本電信電話株式会社 NTT 先端集積デバイス研究所、2. ジョージア工科大学、

3. 日本電信電話株式会社 NTT デバイスイノベーションセンター)

○K. Ono¹, A. Yu^{1,2}, N. Sato³, Y. Tanaka¹, T. Sakata³, Y. Jin^{1,3}, and H. Koizumi¹ (1. NTT Device

Technology Labs, NTT Corporation, 2. Georgia Institute of Technology, and 3. NTT Device

Innovation Center, NTT Corporation) E-mail: ono.kazuoyoshi@lab.ntt.co.jp

【1. はじめに】

IOT(Internet Of Things)デバイスなどを主としたセンサネットワーク端末の自立動作へ向けて[1]、環境振動による Energy harvesting が提案され、活発に研究がなされている[2]。我々は、静電誘導方式を用いた小型な Energy harvester の実現に向けて、Slit-and-slider 構造 (Fig.1) を用いた MEMS Energy harvester を提案してきた[3-5]。このような Energy harvester にとっての最大の課題の一つとして、限られたサイズで発電量を向上することが挙げられる。発電量を向上させるアプローチとして、非線形現象を利用し、振動子の振幅を増大する手法が既に提案されている[6, 7]。今回、我々は上述した Slit-and-slider 構造において、非線形効果の発現を検討したので、報告する。

【2. 原理】

Harvester のバネ - 質量系を一次元自由振動子と仮定した場合、振動子の規格化方程式は、Duffing 方程式として、

$$x'' + 2\zeta x' + (1-r)x + \delta x^3 = -z''.$$

のように記述される[7]。この式より、系が強く励振された場合、非線形現象が発生することがわかる。このような振る舞いを系に生じさせるためには、バネ材料の選定が重要となる。今回、我々は、そのバネ材料として、金(Au)を用いて構造作製を行なった。

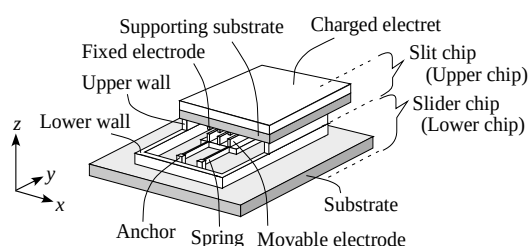


Fig.1. A basic components of slit-and-slider structure.

【3. 実験結果】

金めっきを用いた Seamless integration 技術 [8]にて作製した MEMS 構造体 (可動部サイズ: $1\text{ mm}^2 \times 25\text{ }\mu\text{m}$) に対して、振幅が 75 V である AC 電圧を印加することで可動部を励振し、その変位を測定した (Fig.2)。AC 電圧の周波数が可動構造の共振周波数に近づくにつれて、変位が増大している。加えて、変位がピーク点に到達した後、急激に減少しており、一般的な線形発振の周波数応答とは異なることがわかる。この現象は、非線形ハードスプリング効果に由来すると推定される。以上より、今回の Au めっきを材料として作製した構造により、非線形発振の可能性が示唆された。

【参考文献】 [1] R. Negishi, et. al.: Proc. APCC2014, p. 412, Oct., 2014. [2] 小西等: 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 11p-A29-5, 2015 [3] K. Ono, et. al.: Proc. IEEE Transducers 2011, p. 1863, June, 2011. [4] N. Sato, et. al.: J. Microelectromech. Syst. vol.21, no.5, p.1218, 2012. [5] 森村等: 電子情報通信学会論文誌. C, エレクトロニクス, Vol. J95-C, No.8, p. 175, 2012. [6] F. Cottone, et. al.: Phys. Rev. Lett., vol. 102, pp.080601, 2009. [7] R. L. Harne, et. al.: Smart Mater. Struct., vol. 22, no.2, p. 1, 2013. [8] H. Ishii, et. al.: Proc. SPIE 4230, p. 43, 2000.

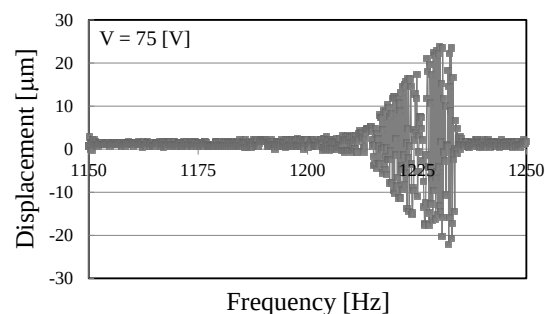


Fig.2. Displacement for the frequency response.