高感度 MEMS 加速度センサの Brownian Noise 評価に関する検討

A Study on Brownian Noise Evaluation of High-sensitivity MEMS Accelerometers

東工大 [1]，NTT-AT[2]，東大 [3]
○新島宏文 [1]，乙部 翔太 [1]，高安 基大 [1]，山根 大輔 [1]，小西 敏文 [1,2]，
佐布 晃昭 [2]，伊藤 浩之 [1]，年吉 洋 [3]，町田 克之 [1]，益 一哉 [1]
Tokyo Tech. [1], NTT-AT[2], The Univ. of Tokyo[3]
°Hirofumi Niijima[1], Shota Otobe[1], Motohiro Takayasu[1], Daisuke Yamane[1], Toshifumi Konishi[1,2], Teruaki Safu[2], Hiroyuki Ito[1], Hiroshi Toshiyoshi[3], Katsuyuki Machida[1], Kazuya Masu[1]
E-mail: paper@lsi.pi.titech.ac.jp

【はじめに】我々は現在，積層メタル技術を用いて高分解能な静電容量型 MEMS（Microelectromechanical systems）加速度センサを開発している[1]。MEMS 加速度センサでは微小なセンサ可動部（錘）における機械的雑音（Brownian Noise，B_N）が高分解能化の決定要因となる。B_N 評価を行うためには、MEMS 加速度センサのパッケージング（PKG）前後で評価が必要である。そこで本研究では，レーザドップラ振動計（LDV）と LCR メータによる容量－周波数特性（CF 特性）評価を組み合わせた B_N 評価手法を検討したので報告する。

【デバイス・評価手法の概要】積層メタル技術による 1 軸静電容量型 MEMS 加速度センサに関して，図 1 に断面模式図，図 2 に試作デバイス写真を示す。今回は本デバイス 5 個に対して実測評価を行った。

【評価結果】試作デバイスの一つについて，LDV で測定したパルス電圧印加後の錘変位－時間特性を図 3（a）に，CF 測定結果を図 3（b）に示す。5 個の各デバイスに対して同様の測定を行い，評価結果を表 1 にまとめた。錘質量は錘表面形状測定から算出し，b 理論値は解析モデル[2]より算出した。評価結果より，f_{res} は評価方法による差異は少なく，b，Q[3, 4]，B_N は LDV 評価結果が理論値に近いことを確認した。LDV 測定は PKG 後の評価は困難であるが，CF 特性は PKG 後にも測定可能である。

【結論】MEMS 加速度センサの B_N 評価手法について，LDV 評価値と CF 評価値を検討した結果，デバイス PKG 前に B_N を LDV 評価し，PKG 後に CF 測定による f_{res} 評価より動作確認を実施することで，B_N 評価が可能と考えられる。

【謝辞】本研究は，JST CREST JPMJCR1433，JSPS 科研費 15K17453 の支援を受けたものである。

[1] D. Yamane et al., *Appl. Phys. Lett.*, **104**, 074102 (2014), [2] T. Konishi et al., in Proc. *IEEE Sensors 2016*, [3] 山根大輔他，*電気学会論文誌 E*, **135**, pp.142-143 (2015), [4] K. Y. Yasumura, et al., *IEEE J. Microelectromech. Syst.*, **9**, pp.117-125 (2000).

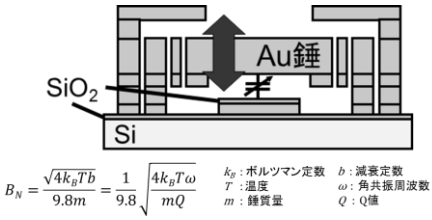

Fig. 1. MEMS accelerometer with an Au proof mass.

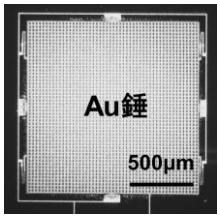

Fig. 2. Developed MEMS accelerometer.

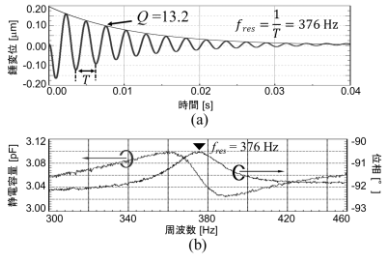

Fig. 3 Measurement results. (a) Displacement-time and (b) CF characteristics.

Table 1. Evaluation results.

	理論値	LDV評価結果（センサ5個平均値）	CF評価結果（センサ5個平均値）
b [Ns/m]	3.27E-4	1.03E-4	2.94E-5
Q	3.7	22	79
f_{res} [Hz]	263	416	422
B_N [nG/√Hz]	310	165	87.7

© 2018年 応用物理学会