

課題番号 : F-13-UT-0143  
 利用形態 : 技術補助  
 利用課題名 (日本語) : MEMS デバイス試作のためのプラットフォーム試行的利用  
 Program Title (English) : Trial use of Nanofabrication Platform for MEMS device test production  
 利用者名 (日本語) : 田中 悟  
 Username (English) : Satoru Tanaka  
 所属名 (日本語) : セイコーエプソン株式会社  
 Affiliation (English) : Seiko Epson Co., Ltd.

### 1. 概要 (Summary)

私は、センシングデバイスの設計を専門としているが、新規デバイス開発のための調査の一環として、MEMS デバイスについて詳細に調査中である。今後、試作・評価、共同研究を想定した場合、充実した環境が整えられている東京大学大規模集積システム設計教育研究センターのナノテクノロジー・プラットフォームに注目し、VDEC リフレッシュ教育に参加して環境を試行的に利用した。

### 2. 実験 (Experimental)

平成 25 年 1 月と 3 月の 2 期、合計 5 日間、朝から夜まで東京大学拠点において実習を行った。第一期として、1 月 21 日から 22 日の 2 日間、東京大学武田先端知ビル 102 演習室において、三田吉郎東京大学拠点マネージャーより、座学による講習と、VDEC の所有する CAD ソフトウェアを利用したコンピュータ上での演習を行った。講義では構造解析理論から、Verilog-AMS 言語によるモデリングならびに電子回路シミュレータとの連成解析までを、講師による実験デモンストレーションを交えて行われた。座学とセットとなって、有限要素法ソフトウェア ANSYS による構造解析と代数解との比較、電子回路・機械連成シミュレーションによる共振現象の解析、LSI レイアウトエディタ Cadence によるレイアウト演習を行った。

続いて、平成 25 年 3 月 4 日から 6 日の 3 日間に、三田准教授、エリックルブラスール支援員、米田佳祐技術補佐員の手ほどきによって 3 月 5 日に、電子線描画装置 F5112+VD01 によって 25  $\mu$  m 厚 SOI(Silicon on Insulator) 基板上に、厚膜電子線レジスト OEBR-CAP112 を用いて Fig1 のデザインを用いて実際に描画した。描画に続けて平川淳技術補佐員の装置復活等細心の注意で同拠点の深掘りエッチング装置

により加工を行った。サンプルは同拠点で作製したプリント基板上にチップをエポキシ系接着剤によって固定し、ワイヤボンディング装置によって配線を行い、MSA-500 振動解析装置で共振現象を観測、振幅と位相のボーデ線図を取得した。

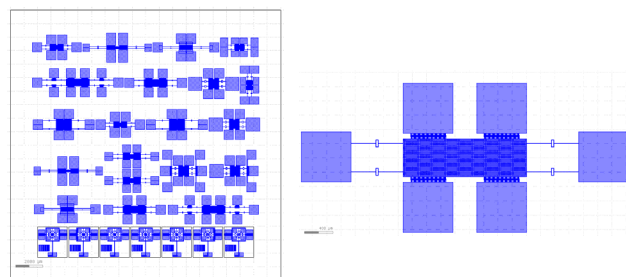


Fig.1: MEMS Layout (left, 20mm) and Resonator design (right).

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig2 に試作した MEMS 振動子の SEM 画像、Table1 にばね幅と共振周波数の設計値と測定結果をそれぞれ示す。尚、ばね幅の測定にはレーザー顕微鏡を用いた。

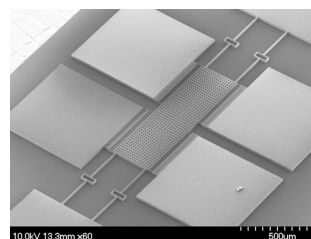


Fig.2 SEM view of fabricated device.

Table 1 Comparison of Design and Measurement.

	ばね幅 [um]	共振周波数 [Hz]
設計値	4.0	2783
測定結果	3.5	3130

Table1 から、共振周波数の設計値と測定結果は約 12% 乖離していることがわかる。この原因として共振周波数 (f0) に敏感なばね幅 (w) について FEM 解析ツールを用いて調査を行った。その結果、測定結果の 3130Hz の共

振周波数になるばね幅を逆算すると 4.27 $\mu$ m になった。しかし、ばね幅の測定結果は 3.5 $\mu$ m であり、共振周波数とばね幅の関係 ( $f_0 \propto w^{3/2}$ ) とは逆の傾向になっている。よってばね幅以外の要因と推測される。他の寸法としてばね長、Si 構造体厚みが考えられるが、ばね長 (l) の製造ばらつきによる影響はばね幅に比べて非常に小さいこと ( $l \gg w$ )、一方の基板厚みばらつきは共振周波数でみるとキャンセルするため、寸法以外の要因と考えられる。時間が許せば、ばね部にかかる応力等を検証してみたかった。

#### 4. その他・特記事項 (Others)

試作する環境としては申し分ないぐらい充実しており、早く、簡単にデバイスを作製できるため、設計検証を短期間でできることは非常に嬉しい。今後サンプルを作製する機会があれば是非とも利用してみたい。

#### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし

#### 6. 関連特許 (Patent)

なし