

課題番号 : F-18-UT-0138  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : メカニカルメタマテリアル構造を用いた圧電振動発電デバイスの開発  
Program Title (English) : Development of Piezoelectric Vibration Energy Harvester with Mechanical Metamaterial Structure  
利用者名(日本語) : 鈴木孝明<sup>1), 2)</sup>  
Username (English) : T. Suzuki<sup>1), 2)</sup>  
所属名(日本語) : 1) 群馬大学大学院理工学府知能機械創製部門, 2) JST さきがけ  
Affiliation (English) : 1) Division of Mechanical Science and Technology, Gunma University, 2) PRESTO, JST  
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、振動発電、ウェアラブル

### 1. 概要(Summary)

ワイヤレスセンサネットワークにおける無数のセンサノードの電源として、周囲環境から発電するエネルギーハーベスタが注目されている。その一つである振動発電(Vibration Energy Harvester, VEH)においては、環境振動とデバイスの共振周波数を揃えることで発電量増大が期待できる。一方で、小型になるほど共振周波数が高くなるため、小型化と低共振周波数の両立は困難である。本研究では、柔軟なメカニカルメタマテリアル構造に着目し、本構造を弾性層に加えたカンチレバー型圧電VEHにより、小型・低周波数・高発電量を実現した。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

- a) 超高速大面積電子線描画装置
- b) マスク・ウエーハ自動現像装置群

#### 【実験方法】

デバイスは、平滑基板上で、厚膜フォトリソ製法の弾性層をリソグラフィ法により製作する工程と、その弾性層をPVDF フィルムに貼り付ける工程、さらに、基板から犠牲層を利用してリリースする工程に分かれる。提案するメカニカルメタマテリアル構造として、一軸方向に引張すると、その直角方向にも拡大変形するような蝶型マイクロ構造を提案し、提案パターンを弾性層に形成するためのリソグラフィ法で用いるフォトマスクを、高速大面積電子線描画装置とマスク・ウエーハ自動現像装置群により製作した。

その後、自研究室にて、平滑基板上に厚膜レジストを膜厚 200  $\mu\text{m}$  となるようにスプレー塗布し、作製したマスクを用いて弾性層を形成し、レジストを接着層としてスピン塗布した PVDF フィルムを弾性層に貼り合わせることで、デバイスが完成する。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製したメタマテリアル弾性層を Fig. 1 に示す。さらに、弾性層の両面に圧電層を形成したバイモルフ型 VEH について評価したところ、弾性層を平板とした場合に比べて、共振周波数を 14% 低下、発電量を 89% 向上できた。

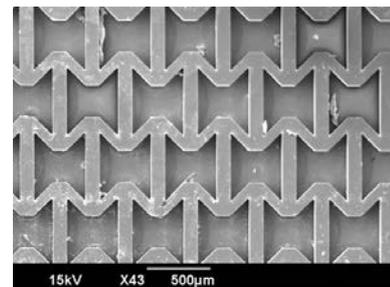


Fig. 1 SEM image of mechanical metamaterial structure for vibration energy harvester.

### 4. その他・特記事項(Others)

本研究は、JST さきがけ(JPMJPR15R3)の支援を受けて実施した。また、東京大学技術支援者の皆様には、丁寧なご支援を頂いた。ここに記して心より謝意を表す。

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

- (1) T. Tsukamoto, et al., Science and Technology of Advanced Materials, Vol.19 (2018), pp.660-668.
- (2) 海野陽平ら, 日本機械学会第 9 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, 2018 年 10 月 30 日.(若手優秀講演表彰受賞)
- (3) 海野陽平ら, 第 25 回「エレクトロニクスにおけるマイクロ接合・実装技術」シンポジウム, 2019 年 1 月 29 日.(優秀ポスター賞受賞)

### 6. 関連特許(Patent)

- (1) 鈴木孝明ら、特許第 5458241 号、US 8871433、平成 26 年 1 月 24 日(登録).

