

課題番号 : F-17-UT-0109  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 柔軟ポリマー構造を用いた振動発電デバイスの開発  
Program Title (English) : Development of Vibration Energy Harvester with Flexible Polymer 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センサノードの電源として、周囲環境から発電するエナジ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より大きな発電量が期待できる。一方で、デバイスは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、従来困難であった、小型、かつ、より大きな発電量が期待できるデバイスとして、圧電振動発電デバイスを提案する。デバイスは、圧電層である PVDF 膜と弾性層を組み合わせたバイモルフ型であり、弾性層に 3D リソグラフィ技術(特許)により作製したマイクロメッシュポリマー構造体を用いることで、低周波数発電が可能な柔軟デバイスが製作できる。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

- 高速大面積電子線描画装置
- マスク・ウエーハ自動現像装置群

### 【実験方法】

デバイスは、厚膜フォトレジスト製の弾性層を 3D 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に分かれる。

3D リソグラフィ法で用いる特殊な設計パターンフォトマスクを、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、作製したマスクをコンタクトして 3 次元リソグラフィを行った。その後、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)

作製した弾性層を Fig. 1 に示す。FEM 解析による設計寸法で、弾性層が作製できた。振動発電評価の結果、ボダン電池程度のサイズで、周波数 7.9 Hz、加速度 0.2 G の振動から、最大発電量 80  $\mu\text{W}$  が得られ、センサノードへの利用可能性を示すことができた。

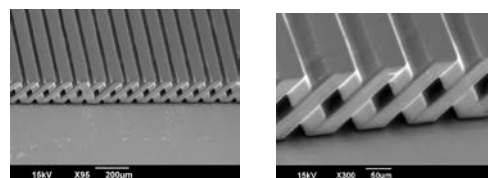


Fig. 1 SEM images of 3D mesh structure for elastic layer of the proposed harvester.

## 4. その他・特記事項(Others)

本研究の一部は、科学研究費補助金・基盤研究(B) (17H03196)、JST さきがけの支援を受けて実施されました。また、東京大学技術支援者の皆様には、丁寧なご支援を頂きました。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. Nakahara, et al., Magnetochemistry, Vol.4 (2018), ID:7.
- (2) T. Tsukamoto, et al., PowerMEMS2017, 2017 年 11 月 15 日.
- (3) 塚本拓野ら, 日本機械学会 第 8 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, 2017 年 11 月 1 日. (日本機械学会若手優秀講演フェロー賞, 2018 年 2 月 1 日受賞)

## 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)