

課題番号 : F-16-NM-0027  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 真空パッケージング後紫外線荷電された高性能 MEMS エレクトレット振動発電器の開発  
Program Title (English) : Photoelectric charging enhanced MEMS electret energy harvester with vacuum packaging  
利用者名(日本語) : 金 善右  
Username (English) : Seonwoo Kim  
所属名(日本語) : 東京大学 工学系研究科 機械工学専攻  
Affiliation (English) : Department of Mechanical Engineering, The University of Tokyo.

## 1. 概要(Summary)

環境振動発電は環境中の広く薄く存在しているエネルギーを集め電力に変える技術を意味し、近年では、無線センサなど、低消費電力の電子デバイスを長期間・安定的に駆動させるための電力源として注目を浴びている。エレクトレット振動発電器では、エレクトレット(電荷を打ち込んだ誘電体)を内部電極上に設けて半永久的な電場を形成し、外部から振動で生じる電極の相対運動によって誘導電荷量が増減し、発電が行われる。エレクトレット振動発電器は、身の周りの低周波振動を効率よく電力に変えることができるというメリットを持っているが、実用化のためにはいくつかの課題が残されている。本研究で注目した課題はエレクトレットの長期安定性の向上および発電出力の増大である。エレクトレット発電器は、湿度などによる放電を防ぐためパッケージで保護する必要がある。また、発電器を低圧下で動作させると粘性損失を減らし、共振周波数での出力増大ができる。しかし、高信頼性の真空パッケージングには主に熱プロセスが用いられるため、エレクトレットが放電する可能性がある。そこで、本研究では、真空パッケージング後に適用可能な、紫外線荷電の開発を目標とする。

紫外線荷電の原理を Fig 1 に表す。パッケージの蓋として紫外線透過ガラスを用い、デバイス側に薄膜金属を成膜する。紫外線を照射すると、ガラス下面の金属面で光電効果が生じ、パッケージ内部に発生した電子はバイアス電圧により誘導され、エレクトレット膜を荷電する。電子は、気体分子と衝突して電子なだれを生じ、発生電荷が増幅される。本研究では、光電面の材料、光電面の膜厚、気体の圧力について検討を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

- ・ 全自動スパッタ装置
- ・ 電子ビーム描画装置

### 【実験方法】

全自動スパッタ装置を用い、光電面として 1-15 nm 厚の金属膜をガラス蓋に成膜した。高真空状態で波長 265 nm の紫外線を照射し、放出される電子を下部電極で集電し電流値を計測した。電流が最大となる膜厚を用いて荷電実験を行うとともに、発電実験を行った。

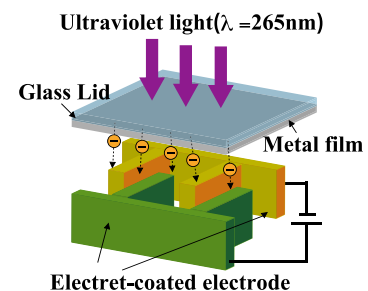


Fig. 1 Mechanism of post-packaging ultraviolet charging.

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

光電面にアルミニウム膜を用いた場合、膜厚 8 nm 圧力 60 Pa が最適であった。この最適化条件において荷電された櫛歯電極を持つ MEMS エレクトレット発電器を試作し、 $9.8\text{m/s}^2$  の振動加速度に対して発電実験を行った。共振周波数において、発電出力は大気圧下での発電出力  $0.23\ \mu\text{W}$  に対して、約 10 倍の  $2.28\ \mu\text{W}$  が得られ、真空パッケージの有用性を示した。

## 4. その他・特記事項(Others)

なし

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

(1) S. Kim and Y. Suzuki, J. Phys.: Conf. Ser., Vol. 773, No. 012012. (2016)

## 6. 関連特許(Patent)

なし