

## 論文審査の要旨

|   |                |       |                    |
|---|----------------|-------|--------------------|
| 博士の専攻分野の名称  | 博 士 （ 工 学 ）    | 氏名    | EDE MEHTA WARDHANA |
| 学位授与の要件   | 学位規則第4条第1・2項該当 |       |                    |
| 論 文 題 目   |                |       |                    |
| <p>Characteristics of the mechanical motions and electric performance on the Triboelectric generator and Piezoelectric generator - Preliminary stage for ocean energy harvester<br/>         (摩擦及び圧電効果による発電体の機械的運動特性と起電力特性～海洋エネルギーハーベスターに関わる基礎的検討～)</p>   |                |       |                    |
| 論文審査担当者   |                |       |                    |
| 主 査   | 教 授            | 陸田 秀実 | 印                  |
| 審査委員  | 教 授            | 岩下 英嗣 | 印                  |
| 審査委員  | 准教授            | 中島 卓司 | 印                  |
| 審査委員  | 准教授            | 田中 義和 | 印                  |
| 〔論文審査の要旨〕   |                |       |                    |
| <p>スマートウェアラブルデバイス、自然エネルギーを最大限に活用した超スマート社会（Society5.0）の実現に向けて、人と物理空間をセンシングする多様なセンサー及びその電源確保が重要となっており、その必要数は1兆を超えると推定されている。このような背景から、移動体・構造体の振動・廃熱、電波等の様々な外力エネルギーから数<math>\mu\text{W}</math>オーダーの電力を獲得しつつ、低消費電力技術を組み合わせた小型の高付加価値独立電源を開発する研究が、国内外を問わず活発化している。中でも、圧電効果や摩擦効果を利用した海洋エネルギーハーベスティング(EH, Energy Harvesting)の技術開発が急速に発展している。しかしながら、様々な発電方式に対して、発電可能な海象条件下に技術的課題が多々あり、未だ実用化には至っていない。</p> <p>以上の背景を踏まえ、本研究では、摩擦効果(Triboelectric generator, TEG)と圧電効果(Piezoelectric generator, PEG)との双方のメリット・デメリットを相互補完・融合したPEN-TEGハイブリッド型の海洋エネルギーハーベスティング技術に関わる基礎的研究を行った。特に、PEGおよびTEGによる発電体の機械的運動特性を解明するとともに、それらの発電能力向上に向けたデバイスの設計・開発及びその基本的な出力特性の解明を行った。また、PEG-TEGハイブリッド型EHの発電・力学特性を明らかにした。</p> <p>第1章では、本研究の背景と目的について述べた後、本論の位置づけ、研究目的、さらには本論の章立てについて述べている。</p> <p>第2章では、接触・剥離現象による単層型TEGの基本的な出力特性を把握することを目的として、鉛直加振試験を実施した。その結果、TEGの出力電圧と振動速度の時系列波形は非常によく一致していることが確認できた。また、剥離周波数に応じてTEGの出力電圧は単調増加し、その傾向は剥離振幅が大きいほど顕著であることが分かった。このことから、接触・剥離速度はTEGの発電量に対する支配因子の1つであることが明らかと</p> |                |       |                    |

なった。

第3章では、前章の実験結果と物理現象を考慮した理論計算法を構築した。本理論計算法について、接触・剥離・圧縮振動による発電デバイスの変位、剥離速度、出力電圧の時系列変化を比較検証した結果、概ね良好であることが示され、有用な設計支援ツールの一つになり得ることが分かった。

第4章では、接触・剥離現象による積層型 TEG の出力特性を考究した。ここでは、接触・剥離速度を保持しつつ、1 ストローク間の接触・剥離回数を増加させることが可能な積層構造を有する TEG を新たに提案・製作した。その結果、積層型構造とすることで、単位面積当たりの出力電圧は、ほぼ線形的に向上することが分かった。また、積層型 TEG は、対象とする設計外力の振動周波数に応じて、デバイス高さを適切に設計すれば、高効率・高出力化が期待できることが分かった。

第5章では、前章までの研究成果と既往研究成果を踏まえ、PEG デバイスと TEG デバイスの双方のメリット・デメリットを相互補完・融合した PEN-TEG ハイブリッド型デバイスの提案・開発を行い、その出力特性を精査した。ここでは、海洋エネルギーハーベスティングに適用することを念頭に、PEG デバイスの自由端に積層型 TEG デバイスを装着し、固定端側に外力（例えば波運動）を作用させた片持形状を基本構造とした。その結果、初期間隔をキーパラメータとしてデバイス設計すれば、積層型 TEG と PEG は互いの出力特性を相互補完できるため、海洋エネルギーの獲得レンジの広帯域化が期待できることが分かった。

最後に、第6章では、本論の総括を述べている。また、本論の結果を踏まえ、今後の将来展望と技術的課題を言及している。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。