

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 分極制御非鉛圧電薄膜による高効率 MEMS 振動発電素子の創製
2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名（研究機関名・職名は研究参加期間終了時点）

研究代表者

神野 伊策（神戸大学 大学院工学研究科 教授）

主たる共同研究者

吉村 武（大阪府立大学 大学院工学研究科 准教授）

神田 健介（兵庫県立大学 大学院工学研究科 助教）

村上 修一（大阪産業技術研究所 電子・機械システム研究部 主幹研究員）

3. 事後評価結果

○評点：

**B ■成果がやや不足している**

○総合評価コメント：

有害物質を含まない新しい圧電薄膜の圧電性能の向上とセンサー素子との集積を想定した圧電薄膜発電素子の開発を行う。

■ 研究の達成状況および研究成果

- (1) 非鉛圧電薄膜(K, Na)NbO<sub>3</sub> (KNN) に MnO<sub>2</sub> を添加することでリーク電流を大幅に低下することを見出し、KNN の実用化に向けて大きく前進した。
- (2) Pt エピタキシャル Si 基板上に高品質なエピタキシャル成長 KNN 薄膜を形成する技術を開発。
- (3) 低比誘電率材料 BiFeO<sub>3</sub> の分極壁密度を増大させて PZT 薄膜と同等レベルまで性能指数を向上できることを明らかにした。

■ 得られた研究成果のインパクトについて

多層 PZT 薄膜を用いたエナジーハーベスタを作製し、実環境に近いランダム振動を用いた振動下で理論限界の 92.1%となる規格化発電量 6.1mW/G<sup>2</sup>を達成した。多層圧電膜が取得電力の増加に有効であることを示した。

■ 研究の進め方において高く評価できること

地理的利点を活かし、頻繁にチームミーティングを開催し、グループ内での設備の共用、測定法の共通化等により効果的な研究活動を推進した。

環境発電の将来を見越して、微小電力を蓄えるアモルファス多層薄膜による全固体薄膜 Li 二次電池の研究を行い、固体電池の充放電実験から振動発電素子の電力貯蔵に向けた可能性が得られている。

■ その他特記すべき事項

- ・非鉛圧電薄膜において、PZT と同等の発電性能を得ることができたものの、強い厚膜依存性や環境耐性等に関する課題が顕在化し、その課題を解決するための方策は得られていない。学術的な取り組みの強化を期待する。
- ・新たな取り組みとして、磁界振動発電、全固体アモルファス薄膜 Li イオン電池、有機強誘電体／イオン液体ゲルなどの研究を進めたが、研究対象が拡がり過ぎて本課題の中での位置付けがやや判り難い。
- ・CREST 事業規模を活かすとともに、限られた資源の配分方法を変えて、後半フェーズに向け、実装技術の開発に軸足を替えても良いのではないかという評価意見もあった。
- ・スロベニアとの研究交流、圧電デバイスに関する国際会議(IWPAM2018)や圧電薄膜に関する国際ワークショップ(PiezoMEMS2020)などの主催、産業界との積極的な連携は評価できる。
- ・圧電薄膜および振動発電素子の国際標準規格に関する取り組みを推進している。IEC SC47F のプ

ロジェクトリーダーとして圧電測定の基礎原理に関する規格を提案、2017年 IEC 62047-30 として発行、また逆圧電効果の信頼性に関して IEC 62047-36 が 2019 年に発行された。