

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 新奇ドーピング機構に基づく高出力フレキシブル熱電変換シート

2. 個人研究者名

都甲 薫（筑波大学数理物質系 准教授）

3. 事後評価結果

[研究の成果]

- (1) 500°C以下の低温層交換法にて、850, 1000  $\mu\text{W}/\text{mK}^2$  の特性を示す p 型, n 型 SiGe 膜成長を実証。
- (2) SiGe の Al 誘起層交換において、現状の合成条件では膜厚約 1.5  $\mu\text{m}$  程度が上限であること、層交換の繰り返しで無制限な厚膜化が可能であることを確認。
- (3) ガラス上 p 型/n 型 SiGe 膜を用いた面内方向温度差による熱電デバイスを試作し、室温、温度差 10 °C において出力 20  $\text{nW}/\text{cm}^2$  を得た。
- (4) GeSn 膜で出力因子 2700  $\mu\text{W}/\text{mK}^2$  を観測。

### 【総合評価】

500°C以下の低温で金属誘起層交換技術を使って薄膜成長と高ドーピングを実現したことは評価できる。取得電力の増大に向けて、クラックが入り易い厚膜フレキシブル熱電シートより、薄膜微小電力用途の開拓に期待したい。

### 評価の視点 1

低温での固相中原子拡散技術を実用化するために、SciFoS 活動で出会ったゼノマックス®を採用し、提供契約を締結して、フレキシブルエレクトロニクスに関する研究を加速、トランジスタに関する研究で NEDO 未踏チャレンジに採択された。ほぼ一周の実現がなされたと考えられる。

### 評価の視点 2

当初目標は mW、温度差 100K であったが、領域会議での議論を元に、室温、10K の温度差で  $\mu\text{W}$  と目標を再設定し、フレキシブル応用を目指し、さらに低温プロセスを開発した。低温での固相中原子拡散という独創的な技術を、さきがけ期間中に高度化された。金属誘起層交換の技術をレビュー論文として発表している。

### 評価の視点 3

提案時には想定されていなかったフレキシブル、ウェアラブル応用を主たる目標と設定しなおし、数多くの成果を輩出するに至った。層交換技術で厚膜が得られるかという当初課題に関しても、金属成膜と層交換を繰り返すことで解決した。

### 評価の視点 4

筑波地区内での連携を進め、材料・デバイス特性の評価を行った

### 評価の視点 5

フレキシブルエレクトロニクスの可能性を拡げたと考えられる。

### 評価の視点 6

共同研究や外部資金プロジェクトを開始できたことから明らかなように、エネルギー・環境半導体分野の研究者としてのビジビリティが飛躍的に向上した。

### 評価の視点 7

フレキシブル基板上の高品質無機半導体薄膜の利用価値は限りなく大きい。プロセス（学理）の理解と一般的な展開に至れば、応用先にかかわらず「さきがけ」の成果は十分にあったと言える。

### 評価の視点 8

社会実装に向けたニーズを把握しながら、「利用価値のある基礎研究」を続けていきたいとのこと。実用化・製品化開発に向け、今後の活躍を期待する。