

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 計算フォノンクスを駆使したオン・シリコン熱電デバイスの開発

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

渡邊 孝信（早稲田大学理工学術院 教授）

主たる共同研究者

鎌倉 良成（大阪大学工学研究科 准教授）

池田 浩也（静岡大学電子工学研究所 准教授）

3. 事後評価結果

○評点：

A 期待通りの成果が得られている

○総合評価コメント：

■ 研究の達成状況および得られた研究成果

(1) 微小領域に急峻な温度勾配を形成可能なプレーナ型短レグ熱電デバイスを試作し、 $12\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (温度差 5°C) の高い熱電性能を得ている。シリコンベースのプレーナ型熱電デバイスとしては世界最高記録である。

(2) 微細化による発電密度のスケーリング則を提案し、プレーナ型熱電発電デバイスの設計法を示した。また、ナノ構造体においては、界面捕獲電荷が熱電性能に与える可能性があることを指摘した。

(3) 表面電位顕微鏡 (KFM) による Si ワイヤの局所温度計測技術を構築した。また、表面ポテンシャル分布と表面温度分布のデータから局所ゼーベック係数を評価できる見通しを得た。

■ 得られた研究成果のインパクトについて

集積回路と同じ工程で作製できるプレーナ型熱電デバイスの特長は、特殊な熱電材料が不要であり、同一チップに昇圧回路を組み込むことができることにある。制御回路を組み込んだ熱電デバイスにより、利便性に優れた超小型電源ができる可能性がある。

■ 研究の進め方において高く評価できること

チーム内で開発されているナノ領域での測定技術とシミュレーションによる解析法が、デバイス研究にも有効に活用され、研究チーム全体の研究推進に生かされている。

微小領域での熱電性能を実験で確認するだけでなく、キャリア・フォノン連成シミュレーションを使って微小領域特有の現象を見出している。具体的には、ショットキー障壁によるゼーベック係数の増大効果を予測している。

■ その他特記すべき事項

本研究代表者が所長を務めるプロジェクト研究所「アンビエントロニクス研究所」が早稲田大学に発足し、領域関係者のみならず、建築工学や情報通信分野の専門家も参加する融合領域が形成されている。