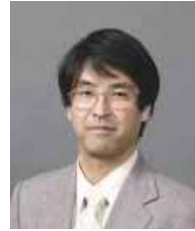


インクジェットを活用したフレキシブル熱電モジュールの開発

育成研究：JSTイノベーションプラザ石川 平成20年度採択課題
「インクジェットを活用したフレキシブル熱電モジュールの開発」



代表研究者：北陸先端科学技術大学院大学
材料科学部 准教授 小矢野幹夫

研究概要

熱電モジュールは熱と電気を直接変換する固体素子であり、未利用熱を用いた分散型発電技術「エネルギーハーベスティング」への応用が期待されている。本研究では、新たにBi-Te系熱電材料インクを開発し、インクジェット技術を用いた熱電モジュール作製に成功した。

研究内容、研究成果

熱電変換技術は、ペルチェ効果やゼーベック効果を利用することにより、熱エネルギーと電気エネルギーを相互に変換する技術である。ペルチェ効果は熱電冷却とも呼ばれ、既にレーザーダイオードの精密温度制御や電子式温冷庫などに応用されている。一方、ゼーベック効果を利用した熱電発電は、(i) 微小な温度差でも発電できる、(ii) タービンと異なり可動部が無い、などの特長から、ユビキタス社会における分散型電源（環境発電）や災害時の非常用電源としての応用が期待されている。

本研究ではLCD用カラーフィルターや有機ELの製造に利用されているインクジェット技術を活用し、フレキシブル熱電モジュールを開発・製造することを目指した。具体的には、熱電変換技術の更なる応用を目指して、性能の高いBi-Te系熱電材料の微粒子を適当な溶媒に分散させた熱電材料インクを開発を行った（図1）。さらにこのインクをインクジェット描画装置に装填し、精密に描画・加工することにより、インクジェット熱電モジュールを作製した。

本研究課題では、モジュール作製に不可欠なp型とn型両方の熱電インクの開発に成功したため、電極インクとあわせれば自由な形状の熱電モジュールの作製が可能となった。たとえば、従来作製が難しかった微小サイズモジュールの作製（図2）や、ポリイミドをはじめとするフレキシブルな基板を用いたモジュールへ適用できる（図3）。

実際に作製したプレーナー型インクジェット熱電モジュールの発電性能を計測すると、pn一對のモジュールあたり約340 $\mu\text{V}/\text{K}$ の熱電能を持つことが確かめられた（図4, 5）。この値は従来品モジュールに匹敵する値であり、12 $^{\circ}\text{C}$ の温度差を与えると、5対のモジュールでは20 mVもの起電力を発生することが実証された。この起電力は微小電力用DC-DCコンバータを駆動させるのに十分なものであり、未利用熱を活用するエネルギーハーベスティングへの展開も可能となる。

今後の展開、将来の展望

本研究における熱電インクの開発により、今まで不可能と考えられていたBi-Te系熱電モジュールのインクジェット描画が可能となった。

この技術を活用することにより、熱電モジュールの形状を自由に設計することが可能となり、多品種少量生産のモジュールの生産性改善に大きく貢献できる。さらに、小型・高密度化された次世代熱電モジュールも作製可能となる。今後は、熱電インクの基板への密着性、焼成後の素子密度の向上などの課題を解決した後、既存の分野のみならずエネルギーハーベスティングなど新しい分野への応用展開を図る。



図1 熱電インク

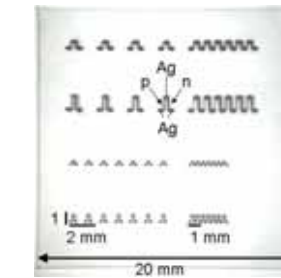
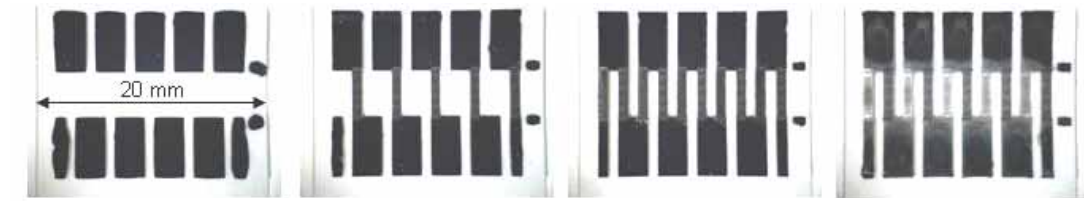


図2 微小サイズのプレーナー型熱電モジュール



図3 フレキシブル基板に印刷した熱電モジュール



銀電極を印刷・焼成 n型熱電インクを印刷 p型熱電インクを印刷 焼成後完成

図4 プレーナー型熱電モジュールの作製過程

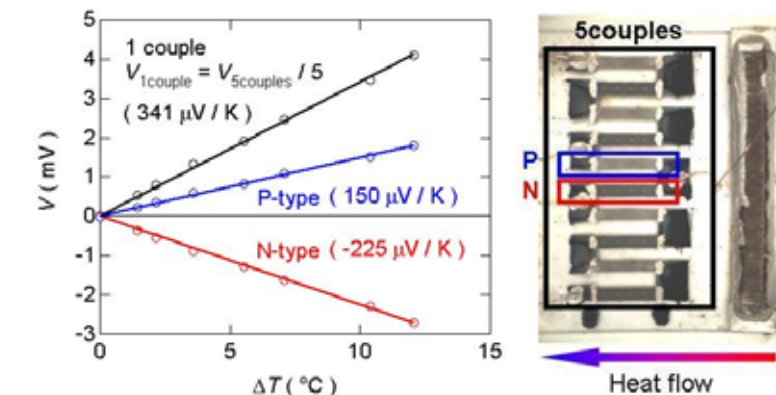


図5 インクジェット熱電モジュールのゼーベック係数実測結果

研究体制

- ◆ **代表研究者**
北陸先端科学技術大学院大学 材料科学部 准教授 小矢野幹夫
- ◆ **研究者**
下田達也（北陸先端科学技術大学院大学）、岩崎秀夫（北陸先端科学技術大学院大学）、前之園信也（北陸先端科学技術大学院大学）、中本剛（北陸先端科学技術大学院大学）、末國晃一郎（北陸先端科学技術大学院大学）、前田洋次郎（北陸先端科学技術大学院大学）、佐野精二郎（熱電研究所）、八馬弘邦（株式会社 KELK）、福田克史（株式会社 KELK）、田中哲史（株式会社 KELK）、栗栖牧生（愛媛大学）
- ◆ **共同研究機関**
北陸先端科学技術大学院大学、愛媛大学
株式会社 KELK

研究期間

平成20年4月 ~ 平成23年3月