

両極性トランジスタを応用した熱電 p-n 接合の作製

Fabrication of p-n thermoelectric pair using liquid-gated ambipolar transistor

東大低温セ 藤井 武則

Cryogenic Research Center, the University of Tokyo, Takenori Fujii

E-mail: fujii@crc.u-tokyo.ac.jp

電気二重層トランジスタ (EDLT) は、電界効果トランジスタ (FET) の絶縁層として電解液を用いたものであり、我々はこれまで EDLT を用いてキャリア濃度を制御し、熱電変換性能の最適化を行ってきた。カーボンナノチューブ (CNT) は、大きな熱起電力を示すことが知られており、ゲート電圧によって、p 型と n 型両方のキャリアを誘起することができる。しかし、バルク材料と比べ、CNT シートは熱電変換素子に応用する上で、面直方向の熱流を使いにくいという構造上の問題がある。トランスバース型熱電変換素子は、図 1 の様に p 型と n 型の熱電材料を直列に接合し、

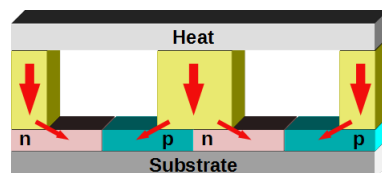


図 1: トランスバース型熱電素子

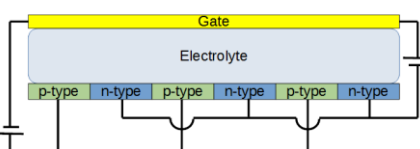


図 2: EDLT による p-n 接合

接合部にヒートガイドを付けることで縦方向の温度差を横方向に変換する構造となっており、薄膜や、素子の微細加工に適している。ここでは、図 2 の様に、直線状の SWCNT シートに正極と負極を交互に付け、ゲート電極との間に電圧を印加することによって直列の p-n 接合を作製する。本講演では、まず、1 対の p-n 接合を作製し、熱電特性の評価を行うと共に p-n 接合を作製するための条件の最適化を行ったので、その結果を報告する。図 3 に実験の模式図を示す。 V_{GS} を 3V に固定し、 V_{GD} を変化させることで Source 側に電子、Drain 側にホールを誘起することが出来る。図 4 に Drain 側、Source 側の熱起電力(それぞれ S1, S2)の V_{DS} 依存性を示す。 V_{GD} を増加させると、S2 は負のまま、S1 が負から正へ変化することが分かる。これより、物理的な接合無しに p-n 接合を作製できることが確認された。講演では、理論的に予測される熱起電力との比較も報告する。

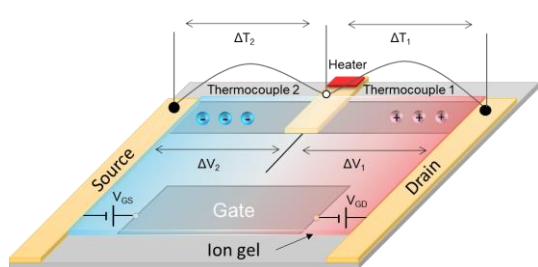


図 3: 実験の模式図

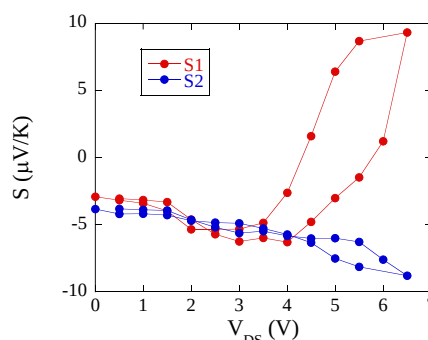


図 4: 熱起電力の V_{DS} 依存性