

内田 建

慶應義塾大学 理工学部  
教授

「極細電荷チャネルとナノ熱管理工学による  
極小エネルギー・多機能センサプラットフォームの創製」

## §1. 研究実施体制

### (1) 半導体グループ

- ① 研究代表者:内田 建 (慶應義塾大学理工学部, 教授)
- ② 研究項目
  - 1) 原子層薄膜チャネル・センサ素子の作製
  - 2) 上記素子の各種標的ガスに対する電流変化量の計測

### (2) 酸化物グループ

- ① 主たる共同研究者:柳田 剛 (大阪大学産業科学研究所, 准教授)
- ② 研究項目
  - 1) 分子認識機能に向けた新しい単結晶酸化物ナノワイヤの創製
  - 2) 上記素子の各種標的ガスに対する電流変化量の計測
  - 3) 各種ガスのセンシング機能を評価する装置システム構築

### (3) 超分子グループ

- ① 主たる共同研究者:寺尾 潤 (京都大学大学院工学研究科, 准教授)
- ② 研究項目
  - 1) 表面固定用多脚アンカー部位を導入したセンサ用超分子の合成
  - 2) 酸化物表面へのセンサ用超分子の単層導入検討
  - 3) センサ用超分子の低分子有機化合物の取り込み能を IR および NMR 測定により確認

(4) 回路グループ

- ① 主たる共同研究者:石黒 仁揮(慶應義塾大学理工学部, 准教授)
- ② 研究項目
  - 1) ナノセンサからの信号を高精度にピックアップする回路の検討
  - 2) ナノセンサを駆動するドライバ回路の検討

(5) システムグループ

- ① 主たる共同研究者:黒田 忠広(慶應義塾大学理工学部, 教授)
- ② 研究項目
  - 1) センサ向け深層学習の基礎検討
  - 2) センサ用ワイヤレス給電の基礎理論の構築とテストチップの開発

## §2. 研究実施の概要

半導体グループでは、原子層材料をチャネル(センシング部位)とするセンサを作製した。今後、標的物質を大気中で検出する上で、センサの大気に対する感度を検証しておくことが大切である。そこで、本年度は作製したセンサの大気に対する感度を調べた。真空中に乾燥空気や湿度を含む大気を微量に導入し、大気成分の吸着で伝導度が変化すること、水分の有無によって吸着分子の脱離に要する時間が異なることを確認した。また、異なる原子層材料を用いると、センシングの感度に大きな差が出ることを見出した。

酸化物グループでは、酸化錫( $\text{SnO}_2$ )ナノワイヤをセンシング部位とするセンサを作製した。結晶成長技術、電気特性取得時のバイアス条件等を工夫することで、 $\text{NO}_x$ センシングの高感度化と圧倒的な低エネルギー化に成功した。

超分子前駆体をナノワイヤチャネルと組み合わせ、センサとしての機能を発現するためには、超分子前駆体を酸化物上に単層で導入することが不可欠である。超分子グループでは、酸化物(超平坦酸化インジウム錫)へのセンサ用超分子の単層導入に成功した。また、超分子前駆体が標的物質である低分子有機化合物を取り込むことが可能であることを、光学的な分析手法により確認した。

回路グループでは、センサ信号をセンシングする回路について検討を行い、設計に着手した。システムグループでは、Bluetooth Low Energy 準拠の送受信器を低電源電圧で動作させるための回路技術を検討した。また、センサへのワイヤレス給電の基礎理論の構築とテストチップの開発を行った。