平成18年度育成ステージ 事後評価報告書

課　　題　　名	迅速・高感度なバイオセンサ検出システムの構築
ｼｰｽﾞ育成ﾌﾟﾛﾃﾞｭｰｻｰ所属機関名	ミツミ電機株式会社
研究リーダー所属機関名	北海道大学

１．研究開発の目的

CNT-FET素子およびセンサの作製技術を確立し、量産化の目処をたてる。

将来的には、本センサが抗原抗体反応に限らず、検体に反応する物質があれば検出の可能性があることから、多方面（疾病診断、健康科学、食の安心･安全、環境保全、治安管理など）への利用に期待がもたれる。これらの領域における検査・診断のシステム構築・展開を目指す。

２．研究開発の成果

CNT-FET 素子作製においては、ゲート電圧の閾値の履歴の除去、経時変化を初期の目標値以下に抑えることはできなかった。新規な電極構造・酸化膜構造の導入等により、多少の改善効果が見られたが、限定的なものにとどまり、FET 素子性能の再現性、安定化には至らなかった。センサ機能について、いくつかの反応系ならびに標準測定として位置づけた反応系において、その FET 素子を使って検出実験を行ってみたところ、検量線に関して相関係数 0.9 を越える結果となった。今回考案した CNT 成長方法による CNT-FET センサ素子は既存の半導体製造ラインの 6 インチプロセスにより量産可能である見通しを得た。CNT-FET 並びに Si-FET を用いたセンサシステムキットを構築し、その有用性を確認した。

３．研究開発の目標に対する達成度

育成目標	達成度
①CNT-FET 素子作製技術の開発	FET 特性の経時変化・履歴の除去、接触帯電、素子基板間の接触の状態の再現性、FET 素子性能の再現性・最適化を、FET 素子自身の安定化の技術目標とした。特に Id-Vg 特性のゲート電圧 Vg の閾値電圧を計測することから､Vgの安定性が重要で､FET素子の Id-Vg 特性の安定性の目標を、Vg＝±20Ｖの範囲で 0.1Ｖ以内に抑えることを初期目標とした。 新規な電極構造・酸化膜構造の導入等により一定の改善を見たが、履歴、経時変化共に、初期目標は達成できなかった。
②CNT-FET センサ作製技術の開発	FET センサとして検量線を求めたとき、その相関係数が 0.9 以上であることを技術目標として、認識分子の素子への固定化技術の開発、検査対象に対する認識分子（抗体）の最適化を行った。いくつかの分子固定方法に共通の固定化手順を提案し、その有効性を示した。素子の安定化に伴い固定化状態の不安定性などが顕在化した。

③検出キット作製技術の開発	検出キット小型化について、重量を 200g 程度にすることを技術目標として、測定情報処理方式、処理法、用途別検出キットの構成・形状を検討し、センサヘッド、駆動用 LSI、マイコン制御測定系などを含めた簡易な検出キットを試作し、小型キットを作成するための目処がついた。
④FET 素子製造技術の開発	素子チップ数が 1,000 個/月の作製能力を確保することを技術目標として、既存半導体プロセスラインの一部を活用し、素子構造やプロセスに関する工夫を施すことで、6 インチプロセスラインでセンサ素子を量産できることを検証し、目標はほぼ達成できた。Si 細線デバイスの活用ににについて新たな可能性を見いだした。

４．今後の展開

本事業で開発したセンサの応用範囲は広いが、事業化を促進するために検査機器企業を加えた共同研究・開発グループを組織し、本事業での研究・開発成果を基に、検査対象を絞っての機器開発を進め、本事業での研究・開発成果を展開する。その後、本事業で明らかにしてきた広範な応用へと適用範囲を広げる。

５．総合所見

CNT-FET 素子で短時間検査を実現できるバイオセンサ開発を目指したが、当初目標とした CNT-FET 素子技術については、特に素子特性の再現性・安定性の点で実用に供しうる見通しが得られたとは言い難い。今後の展開について検討が進められているが、要因分析をより綿密に行うことが望まれる。目標未達の主因となった CNT-FET の特性のばらつきや不安定性の克服のためには、素子機能や構造についての科学技術の基礎に立ち戻って、研究のさらなる蓄積、要素技術の着実な確立、より綿密な計画・構想が必要と考えられる。競合技術とのベンチマーキングは、専門家ユーザの視点も取り入れてより多角的に行うことが必要と考えられる。

以上