

プログラム名：進化を超える極微量物質の超迅速多項目センシングシステム

PM名：宮田 令子

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 8 年 度

研究開発課題名：

半導体技術を用いた高感度・高精度化学物質検出デバイス・システムの開発

研究開発機関名：

株式会社 東芝

# I 当該年度における計画と成果

## 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

本年度においては、主に次の2点の開発を行うことを予定していた。1つは、粒子測定にむけたデバイスの開発であり、もうひとつはウイルス検査にむけたウイルス検出手法の開発であった。前者に関しては、粒子検出頻度向上の検討を行った後流路デバイスの試作に着手するとともに、平行して名古屋大学と協力しPM0.1/2.5向け粒子測定に関して検討を行う予定であった。後者に関しては、プローブを用いてウイルスを捕捉した後、捕捉ウイルスをポアデバイスで検出を行うための構成を提示し試作に着手することを計画していた。また、上記以外にも高精度イオン電流検出判定回路の設計・作製や集積化モジュールに関する開発についても着手することを予定していた。

## 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

### 2-1 進捗状況

今期の開発課題と進捗状況を表2-1に示す。本年度、各課題に対してそれぞれ記載の達成目標を予定していた。進捗に関しては、表に記載の通り大凡目標通りのものが達成できたと考えている。

表2-1 今期の課題と進捗状況

課題	達成目標	進捗状況
集積流路デバイスの作製及び評価	マルチポア集積化デバイスの設計および試作着手	マルチポアメンブレンデバイス評価結果から、集積デバイスの設計を実施し試作に着手
粒子計測器開発	粒子計測器暫定仕様策定	システム全体構成案を作成した。捕集デバイス/ポアデバイスを接続し、動作実証を実施
ウイルス識別法の確立	直接検出法によるウイルス識別のモデル系での原理検証	モデル粒子を用いた原理検証を完了
判定・検出回路開発	検出回路仕様作成の着手	マルチポア評価系構築と並行して検出回路仕様検討を開始

### 2-2 成果

集積デバイスの作製および評価に関しては、ポア個数などの条件振りを行ったマルチポアメンブレンユニットデバイスを作製し、イオン電流評価を行いポア構造に関して基礎的な検討を行った。本検討から得られた条件を用いて最適化したポアをメンブレン上に複数個並置とすることにより、粒子通過頻度がポア個数に依存し向上することが確認された。さらに粒子頻度の向上が確認されたポア設計条件を用いて集積化デバイスの設計を行い、試作に着手した。

粒子計測開発に関して、本期間に行った気中粒子をポアデバイスで計測するための構成を図2-2-1に示す。本構成においては、エアロゾルジェネレーターを用いて標準粒子を閉空間の気体中に拡散さ

せた後、拡散させた気中粒子を名古屋大学で開発した捕集デバイスでバッファ液中に捕集させた。粒子を含む捕集液をシリンジポンプ（SP）に回収した後、SPから捕集液をポアデバイスに流動させ、ポアデバイスにおける液中粒子の通過信号を取得するものとした。図2-2-2に取得されたイオン電流変化を示している。グラフ中に確認されるそれぞれ数nAのピークが、捕集された粒子1つ1つがナノポアを通過したことを示している。この結果は、エアロゾル中の個々の粒子がポアデバイスで計測されたことを示している。なおピーク値にばらつきが見られるが、これは今回用いたモデル粒子の粒子径ばらつきによるものが大きな要因と考えている。

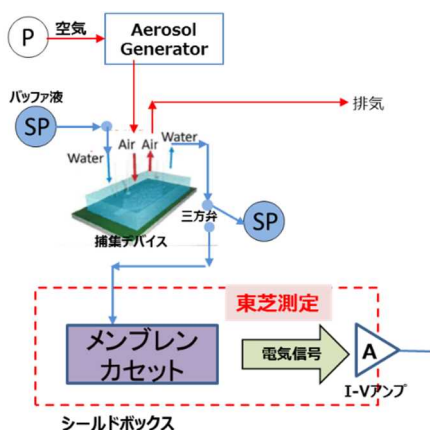


図 2-2-1 気中粒子測定システム

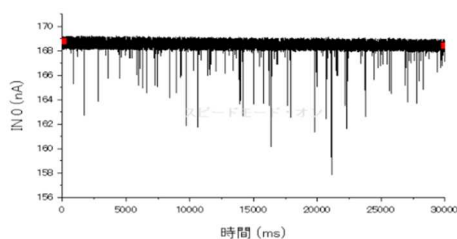


図 2-2-2 取得されたイオン電流信号

ウイルス認識の検出フロー（直接検出法）について図2-2-3に示す。今年度は本フローの原理検証を、モデル系を用いて行った。各工程の評価方法を確立し捕捉や脱離の評価を行った後、ポアデバイスを用いた脱離粒子のイオン電流評価を実施した。図2-2-4に、脱離粒子のイオン電流評価結果を示している。本結果は脱離粒子がナノポアを通過していることを示しており、今回提案している検出フローの原理検証を行うことができたものと考えている。

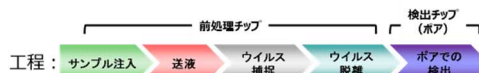


図 2-2-3 ウィルス検出の処理フロー

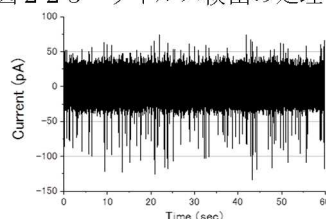


図 2-2-4 脱離粒子のイオン電流信号

### 2-3 新たな課題など

粒子計測器の開発において、気中粒子を液中に捕獲し、捕獲粒子がポアデバイスを通る際のイオン電流変化を評価することができた。しかしながら、デバイス自体や接続部機構の大きさや捕獲時の液量など、小型化への課題が確認された。また、イオン電流信号と粒子径との相関に関しても不明確であり、検量線等の取得が実用化に向けて必要であることも確認した。本件に関しては、平成29年度に関係機関と協力し検討を行っていく予定である。

## 3. アウトリーチ活動報告

該当無し