

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 10619 号
------	---------------

氏 名 鄭 載 勲

論 文 題 目

Development of Multi-Functional Microfluidic Device using
Caenorhabditis elegans as a Bioindicator
(線虫を利用した多機能マイクロ流体デバイスの開発)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	准教授	関山 浩介
委員	名城大学	教授	福田 敏男
委員	名古屋大学	教授	新井 史人
委員	名古屋大学	教授	秦 誠一
委員	名古屋大学	教授	本間 道夫

論文審査の結果の要旨

鄭載勳君提出の論文「Development of Multi-Functional Microfluidic Device using *Caenorhabditis elegans* as a Bioindicator (線虫を利用した多機能マイクロ流体デバイスの開発)」は6章から成っており、バイオインジケータとして使用する線虫 (*C. elegans*) の状態を顕微鏡なしに観察できるシステムを提案し、このシステムを成す重要な要素であるマイクロ流体デバイスの開発について論じたものである。

第1章では、バイオインジケータや本研究で使用した線虫について紹介し、これまで行われてきた線虫の関連研究について詳述した。これらの従来研究を基に、新しい線虫観察システムを提案し、その実現に向けて解決すべき課題について明確にした。

第2章では、静電容量センサの開発について記述している。線虫の成長速度は重金属による外部刺激に影響を受けるため、線虫の体積を測定することで重金属による影響を把握することができる。静電容量センサは線虫の体積によってその出力が変化するため、線虫の体積変化を測定することが可能であり、結果として重金属による線虫への影響を調査することを可能とする。線虫をカドミウム溶液に暴露させる実験を通じて、作製した静電容量センサの性能を実験的に確認した。

第3章では、線虫観察システムのためのマイクロ流体デバイスについて記述している。本論文で提案しているマイクロ流体デバイスは、デバイス内部で線虫を育て、かつ重金属などの外部刺激を線虫に対して与える機能を有する必要がある。また、外部刺激に対する線虫の反応を時系列で測定できる機能を持つ必要がある。本章では上述の機能を有するデバイスとして、線虫培養用チャンバと静電容量センサ、マイクロバルブを有する新たなマイクロ流体デバイスを提案・作製した。さらに、デバイス内に線虫を導入後、カドミウム溶液による外部刺激を線虫に与える実験を行うことで、デバイス内で線虫の培養、外部刺激の印加及び線虫の体積測定が可能であることを確認した。

第4章では、線虫に対し同時に複数の外部刺激を与える実験が可能なマイクロ流体デバイスについて示している。本章で提案しているマイクロ流体デバイスは、3章で作製したデバイスを基本構造に持っているが、No-Moving-Parts (NMP) バルブを用いることで複数の重金属溶液に対しそれぞれ独立した実験ができるようにしている点が特徴である。NMPバルブは一方向弁の一種であり、デバイス内の異なるチャンバに導入した線虫がチャンバから抜け出してしまふことを防ぐ機能を持つ。このデバイスを用いることで、二種類の重金属溶液に線虫を暴露する実験、及び重金属を含まない溶液に暴露するコントロール実験の合計三実験を同一デバイス内で同時に行うことを可能にした。また、コントロールに対し重金属に暴露された線虫の体積変化が大きく異なることを実験により確認し、作製したデバイスの有効性について実証した。

第5章では、線虫の速度を測定できるセンサについて示している。線虫の動きは体積変化と同様、重金属等の外部刺激によって影響を受けるため、線虫の移動速度の変化も外部刺激の線虫への影響を評価する上で有用なパラメータである。本章では、歪ゲージと似た構造を持つセンサを提案した。ポリジメチルシロキサン (PDMS) の薄膜上に電極を作製し、この薄膜上を線虫が移動する際に発生するPDMS薄膜の変形を電極の抵抗値変化から感知することで線虫の動きをとらえることを可能とした。また、PDMS薄膜上の電極の断線を防ぎ、感度を向上させるために多孔質構造を有するPDMS薄膜をこのセンサのために作製し用いた。実際に線虫をデバイス内に導入し、電極の抵抗値変化を測定することに成功し、本章で作製したセンサが線虫の動きを捉えるために利用可能であることを示した。

第6章は結論であり、論文のまとめと今後の課題、展望について述べている。

論文審査の結果の要旨

以上、本論文で提案したマイクロ流体デバイス及びシステムに関する技術はマイクロ流体デバイスやマイクロセンサ、ポータブルバイオインジケータへの応用など寄与するところが大きく、論文提出者の鄭載勳君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があるものと判定した。