

2023年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」

調査研究報告書(公開版)

【研究題目】新規眼内留置型眼圧測定計開発による緑内障診療のブレークスルー

【整理番号】TK23-057

【代表機関】東京大学

【調査研究代表者（氏名）】青木 修一郎

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】産業技術総合研究所 魯 健

【TIA 外連携機関】一般財団法人マイクロマシンセンター

【報告書作成者】

青木修一郎

【報告書作成年月日】

2024年3月29日

【連携推進（具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等）】

産業技術総合研究所、および一般財団法人マイクロマシンセンターと、オンライン会議、メール、オフミーティングで議論し、随時課題を抽出しつつ、共通の目的を持って研究に取り組んでいる。

【調査研究内容（実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果）】

<背景・課題>

緑内障は、世界で5700万人が罹患し、加齢や近視がリスクであるため患者数が増加している。2040年には1億人を超えると試算されており、眼圧の管理が重要である。しかし、眼圧は24時間変動するが、医療機関でしか測定できないため、自宅でのモニタリングのニーズが高い。家庭での測定を可能にする装置が開発されているものの、様々な障壁のため普及には至っていない。正確性の点では、眼内埋め込み型装置を用いた、眼圧に相関する物理量の電磁的方法による検出が有望であるが、技術的課題には通信能、小型化、コストが含まれる。コストを抑えて小型化するためには、眼内の装置自体には電池や専用半導体回路を組み込まない設計が有望である。小型化のためには高度なマイクロ電磁デバイス技術の活用が求められる。今回の調査研究では、上記のような眼内埋め込み型眼圧計の開発に向けて、原理検証と課題抽出のため、試作回路による検討を行った。

<実験内容および成果>

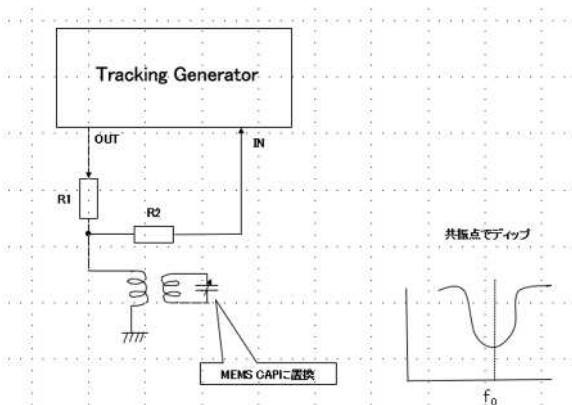
下記の①、②の回路試作を行い、更なる開発に向けての課題を検討した。

①2素子 dip 回路

方法：模式図に示すような2素子 dip 型テスト回路を作成した。2素子 dip 回路はコンデンサーとインダクターからなっており、実装に際してはマイクロ電磁デバイス化される。コンデンサーは圧依存的に容量が変化し、これによって変化する回路の共振周波数を検出することで眼圧計として機能する。共振周波数の検出は外部から検出用のコイルにより共振させることで行う。

複数の容量のコンデンサー、巻き数の検出用コイルについて、共振周波数 dip の検出可能な素子-検出コイル間距離を検討した。

結果：テスト回路の共振周波数 dip の検出が可能であった。検出コイル-素子間の距離の延長や、そのための検出コイルの構造のサイズ、巻き数などについての検討が課題として共有された。



2素子 dip 回路の模式図

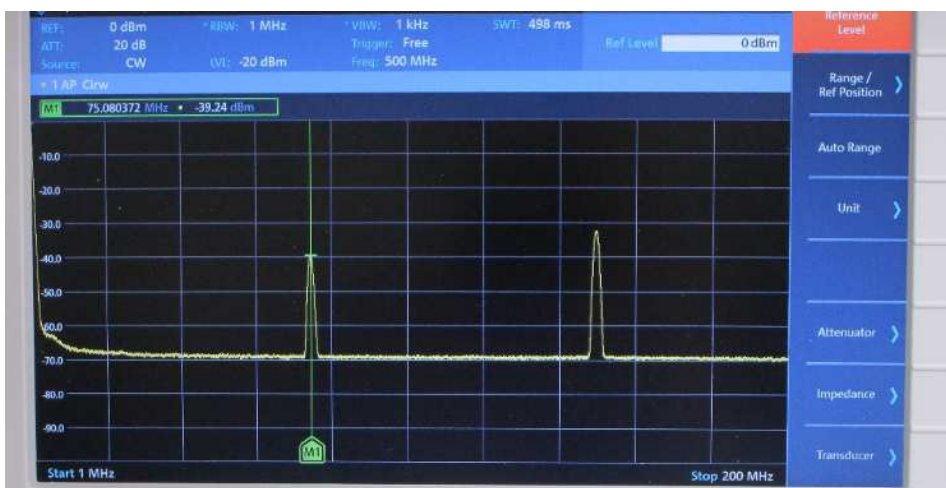


スペクトラムアナライザによる共振周波数における dip の確認

②4 素子 pop 型テスト回路

方法：Parametric oscillator の原理を使用した回路を試作した。眼内に埋め込む部分に相当する回路はコンデンサーを含む 4 素子からなり、コンデンサー容量の変化（眼圧変化）は、ポンピング用コイルで回路に与えた周波数の半分の周波数ピークの振幅の変化として現れる。このピークは検出コイルによって検出される。

結果：素子の特性を調整することにより、眼圧変化による 1/2 周波数ピークの振幅の変化を検出することができた。実用化に向けての課題として、検出器-素子間距離の延長や、眼圧変化時のキャリブレーションカーブの計測、等が挙げられた。



4 素子 pop 型テスト回路による 1/2 周波数ピークの検出

【今後の活動予定】

今後も同じ調査研究チームで研究を継続する。上記実験により抽出した課題の解決に向けて、今回検討したシステムの検出器の構造の最適化、および、マイクロ電磁システム化が必要である。そのために数値シミュレーションによる検討を行う。更なる外部資金の獲得（民間助成金、公的資金）を目指している。

【SDGs17 目標について、調査研究成果について、貢献ができると思われる項目があれば、最大3つまで☑をご記載下さい。】

研究成果に関連する SDGs 目標がある。

関連する SDGs 目標は無い

1 <input type="checkbox"/> 貧困をなくそう	2 <input type="checkbox"/> 飢餓をゼロに
3 <input checked="" type="checkbox"/> すべての人に健康と福祉	4 <input type="checkbox"/> 質の高い教育をみんなに
5 <input type="checkbox"/> ジェンダー平等を実現しよう	6 <input type="checkbox"/> 安全な水とトイレを世界中に
7 <input type="checkbox"/> エネルギーをみんなに、そしてクリーンに	8 <input type="checkbox"/> 働きがいも経済成長も
9 <input type="checkbox"/> 産業と技術革新の基盤を作ろう	10 <input type="checkbox"/> 人や国の不平等をなくそう
11 <input type="checkbox"/> 住み続けられるまちづくりを	12 <input type="checkbox"/> つくる責任、つかう責任
13 <input type="checkbox"/> 気候変動に具体的な対策を	14 <input type="checkbox"/> 海の豊かさを守ろう
15 <input type="checkbox"/> 陸の豊かさを守ろう	16 <input type="checkbox"/> 平和と公正をすべての人に
17 <input type="checkbox"/> パートナリーシップで目標を達成しよう	

以上