

電磁波によるバッテリーレス内視鏡手術用LEDクリップの開発

Development of a wireless battery-less LED clip for endoscopic surgery

柴田 恭兵* 新木 優春* 堤 亮介** 池田 哲夫** 金谷 晴一*
(九州大学 *システム情報科学府 **消化器・総合外科)

1 はじめに

内視鏡外科手術^[1]は体内に外套管を通して内視鏡を挿入し、モニターで術野を見ながら専用の器具を用いて行う手術である。内視鏡外科手術は外科手術において生体にやさしい低侵襲の治療を可能にし、外科のあらゆる分野で利用されるようになってきている。大規模でない消化器の部分切除手術も内視鏡外科手術で行うことができる。この手術では、術前に患部周囲に金属製のクリップを設置する。手術時にはX線を用いて位置を把握し、患部をクリップごと切除する。X線装置は大きく、搬入搬出により手術が大規模化する。また、X線と内視鏡の画像は一致しないためわかりにくい。そこで、X線に代わる位置特定の方法を考案することは急務の課題である。

本研究では、LEDをクリップに搭載し、電波を用いてこれを発光させる。この光により患部の位置を特定する。しかしながら体内であるため、クリップにバッテリーを用いることはできない。そこで、電磁波を体外から照射し、この電磁波をアンテナで受けて発光するクリップを開発する。

2 原理

2.1 電気メスの電磁波とアンテナ

電気メスは大きな電圧をかけアーク放電を起こし、人体の軟組織を切断する。そのため、電気メスの電源は大きなパワーを出力できる。

一方、電気メスの電源の周波数は470kHz付近が用いられる。これを電磁波として最大限受信するためには、長大なアンテナが必要である。電気メス本体やクリップは、これに比べ非常に小さい。ここで電気メスの電源から出たパワーは大きく減衰される。そこで、提案回路を用いて高効率化することで、LEDを発光させることを目指す。

2.2 LC共振回路・整流昇圧回路

提案回路は共振を用いて電磁波を受信する。具体的には、LC共振回路を用いて受信の効率化を目指す。

また、受信された信号は交流である。LEDの効率的な発光のため整流及び昇圧回路を用いる。この整流昇圧回路として、コッククロフト・ウォルトン回路^[2, 3]を用いる。この回路は段数を増やすほど出力の電圧が大きくなる。しかし、昇圧を行うと電流が小さくなる。そこで、LEDに最適な昇圧を行う必要がある。

3 試作・測定

直列及び並列LC共振回路と、1段及び3段のコッククロフト・ウォルトンを作成し、これを組み合わせて測定を行った。図1に提案する回路図を示す。電気メスの電源を10Wにし

て、電気メスから電磁波を出力させ、これを回路の入力とした。出力をLEDに接続し、このときのLEDのパワーを測定した。測定結果を図2に示す。受信用の導線を共振回路の先端に接続し、回路長を「全長」とした。図2より、LC共振回路と1段のコッククロフト・ウォルトン回路の組み合わせがLEDの出力を最も大きくしていることがわかる。この回路を用いることで470kHzの電磁波を受信して、LEDを光らせることができた。

4 まとめ

LC共振回路とコッククロフト・ウォルトン回路を用いて、電気メスの電磁波をアンテナで受けてLEDを発光させることができた。

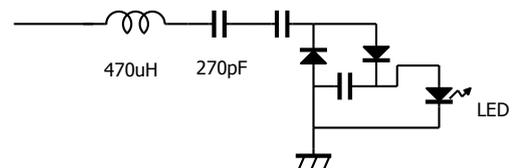


図 1 最大出力を得た提案回路

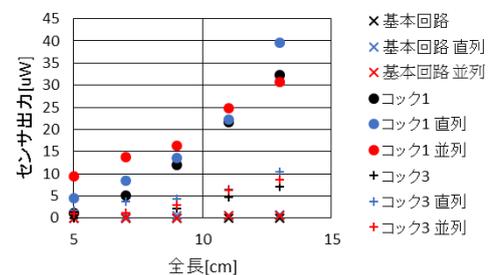


図 2 試作回路の測定結果

謝辞

研究の一部はJSTの研究成果展開事業「マッチングプランナープログラム」の支援、及び東京大学大規模集積システム設計教育研究センターを通しキーサイト・テクノロジー株式会社、並びに日本ケイデンス株式会社の協力で行われたものである。

参考文献

- [1] 橋爪誠, “安全な内視鏡外科手術のための基本手技トレーニング”, 大道学館出版部, 2005.
- [2] H. Kanaya et al., “Energy Harvesting Circuit on a One-Sided Directional Flexible Antenna”, IEEE Microwave and Wireless Components Letters, Vol. 23, pp. 164-166, 2013.
- [3] 新木優春他, “アンテナ一体型高効率エネルギー・ハーベスター”, 電気・情報関係学会九州支部連合大会, p.364, 2015.