



脳に電力を送る フィルムとシリコンチップの一体化による フレキシブルな埋め込みデバイス

豊橋技術科学大学の研究者らは、神経インターフェイスの開発に向けて、フィルムデバイスにシリコン基板による回路チップを実装する手法を開発しました。厚さ $10\mu\text{m}$ のフィルムアンテナに小型の整流器を集積することで、脳表面に張り付けられる柔軟さを持った、無線電力伝送デバイスを実現しました。この実装手法は、脳機能を解明するための無線神経インターフェイスの開発に貢献します。

<研究経緯・研究組織・研究内容・今後の展開>

ヒトや動物は、手足を動かした際に、脳の神経細胞から微弱な神経電位を生じます。この神経電位の解析は、ヒトとロボットを繋ぐブレインマシンインターフェイス (BMI: Brain Machine Interface) の実現に向けて盛んに研究されています。現在、主にワイヤを用いて脳表面に埋め込まれた電極から神経電位の計測が行われていますが、頭蓋骨の開口部から感染症を引き起こす懸念があります。そのため、長期間にわたって脳の信号を観測するために、生体内に完全に埋め込む無線神経インターフェイスの開発が要求されています。

しかし、頭部へ埋め込む神経インターフェイスは、埋め込む際に生体にダメージを与えないために、小型かつ低侵襲でなければなりません。また、増幅器や信号処理等の高機能な回路と、データ通信をするためのアンテナ、さらにデバイスを駆動する電源が必要になります。

豊橋技術科学大学、電気・電子情報工学系の研究者らは、半導体デバイスのパッケージ技術を用いて、シリコン基板による高機能かつ小型な回路チップを、厚さ $10\mu\text{m}$ のフレキシブルフィルムに実装する手法を開発しました。研究者らは、無線神経インターフェイスに電力を伝送するために、提案した製作手法を用いて、整流器チップとフィルムアンテナを一体化した無線電力伝送デバイスを製作しました。

「我々は、無線電力伝送デバイスを実現するために、如何にして高効率なアンテナを

実現し、回路機能を集積するかを検討した。そして、今回、薄膜かつ大面積のフィルムアンテナに対して、シリコン基板で製作した回路チップを実装する手法に挑戦した。」と、第一著者の岡部は述べています。

また、本プロジェクトを先導する秋田助教によると、「近年盛んに研究が行われているフレキシブルデバイス技術は、アンテナやセンサ・電極などの実現に非常に有用である。一方で、長い歴史を持つシリコン集積回路技術は、低消費電力・高機能なシステムを実現できるため、それぞれの技術が得意とする領域を適切に融合させることで、最適なシステムを実現することができると考えている」と方向性の意義について述べています。

製作されたフレキシブルデバイスは、5mm×27mm の面積であり、シリコン基板による回路面積は全体の 3%を占めています。そのため、本デバイスは、大部分がフレキシブルフィルムで構成されており、脳の形状に対して柔軟に密着します。また、製作したデバイスを水槽に浸して、10cm の距離で無線電力を伝送することに成功しました。

埋め込みデバイスに無線電力を供給する事により、様々な回路を駆動する事が可能になります。研究者らは、今後、シリコンチップに更なる回路機能を搭載し、無線で脳の信号を取り出す事を目指しています。無線神経インターフェイスは、ヒトに不自由の無い義肢を提供する BMI システムの構築に貢献します。

本研究は、文部科学省・日本学術振興会科研費・基盤研究(A)25249047、若手研究(A)15H05525 並びに若手研究(B)25820141 の支援を受けて遂行されました。

論文情報：

Kenji Okabe, Horagodage Prabhath Jeewan, Shota Yamagiwa, Takeshi Kawano, Makoto Ishida, and Ippei Akita (2015)。 Co-design method and wafer-level packaging technique of thin-film flexible antenna and silicon CMOS rectifier chips for wireless-powered neural interface systems、 *Sensors*、 Article first published online: 16 Dec.、 15(12)、 31821-32。 DOI: 10.3390/s151229885。

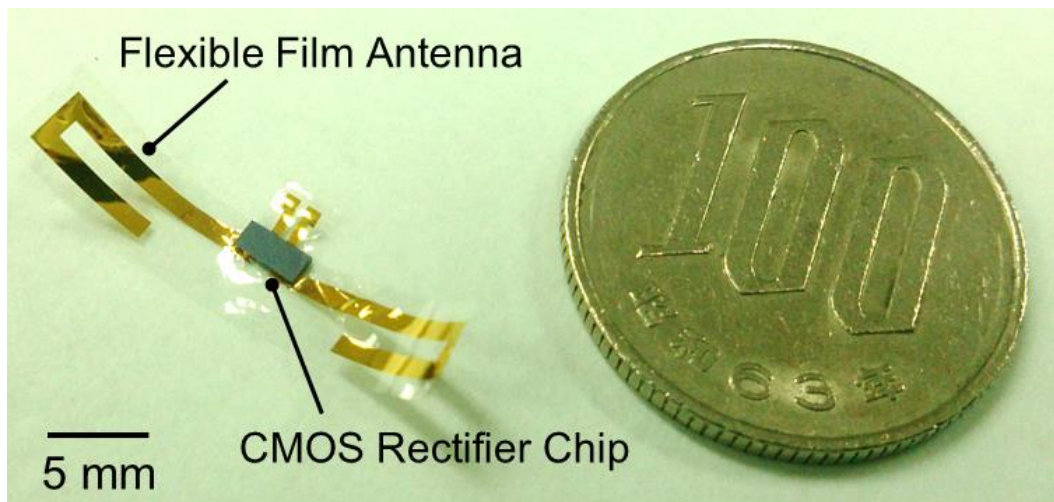


図1：回路チップとフレキシブルアンテナを一体化した無線電力伝送デバイス

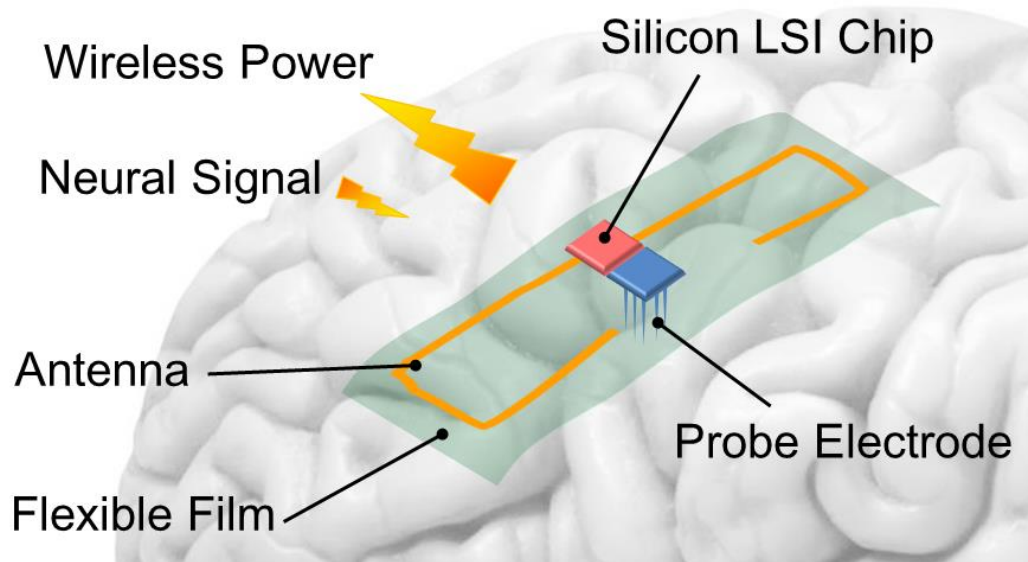


図2：無線神経インターフェイスに向けたフレキシブルデバイスの概念図

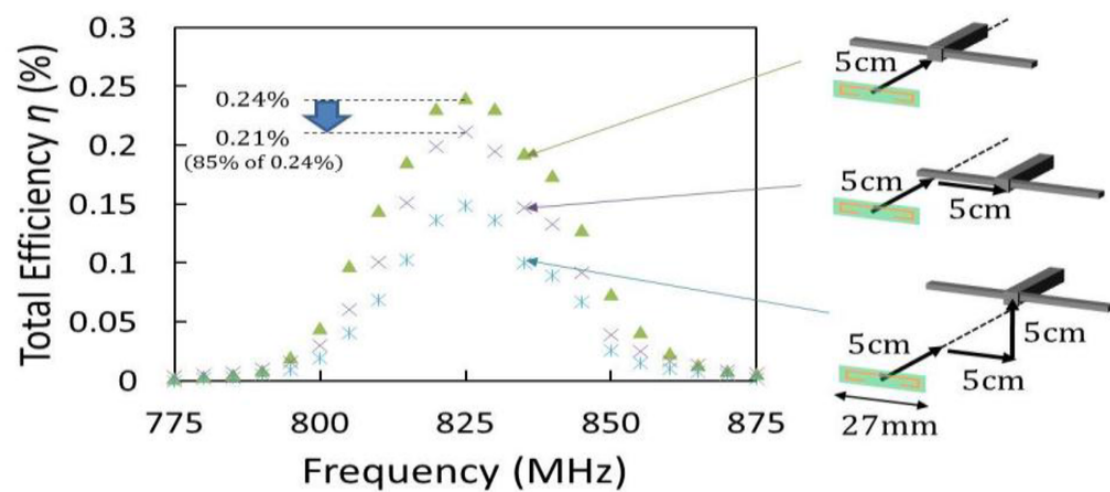


図3：送受電デバイスの位置ずれによる電力伝送効率の変動の様子：
 今回実現した頭部埋め込みを想定した無線電力伝送デバイスは、送受電の位置ずれが生じた場合でも大幅な伝送効率変動が極力小さくなるよう設計されていることが特徴である



図4：岡部（博士後期課程、左）と秋田（助教、右）

本件に関する連絡先

担当：電気・電子情報工学系 秋田一平 TEL:0532-44-6746

広報担当：総務課広報係 高柳・梅藤 TEL:0532-44-6506