

M20240931-01_Fraunhofer IPMS

[感覚神経](#)療法に光遺伝学的 OLED-on-CMOS 刺激装置

FraunhoferIPMS 研究所と Max Planck 学際自然科学研究所 (MPI-NAT) の研究者は、「NeurOpto」プロジェクト (Fraunhofer マックス-プランク協力プログラム:601001 の資金提供)の一環として、将来の人工内耳用の光刺激装置を研究している。

チームは、2024年9月25日と26日にイェーナで開催される W3+ 2024 のブース番号 C12 で、小さな OLED-on-silicon ベースのプロトタイプを初めて展示する。

オプトジェネティクスとは？

オプトジェネティクスは、生体組織中の遺伝子改変細胞を光で制御する方法。光感受性タンパク質を細胞に導入することにより、光パルスでその活性を正確にオン/オフすることができる。この手法は、神経細胞の機能を研究し、特定のニューロン集団を活性化または阻害するために、神経科学で一般的に使用されている。したがって、小さな細胞を刺激するために正確に光を送達するためには、小さく局所的に選択的な光源が今必要とされている。

FraunhoferIPMS の「マイクロディスプレイ&センサ」ビジネスユニット責任者である Dr. Uwe Vogel は、「OLED-on-silicon 技術により、局所的に制御可能な小さな光ピクセルをチップ上に取り込むことができる」と説明している。このチップは、蝸牛のような湾曲した構造でも目的の場所に到達するように柔軟に設計できる。これにより、電気刺激だけでは不十分な場所で正確に光を使用することが可能になる」と説明している。

MPI-NAT の Tobias Moser 教授は、「光学式人工内耳の開発は、重度の聴覚障害者の聴力向上を約束する。MPI-NAT とゲッティンゲン大学医療センタ(UMG)は、FraunhoferIPMS などの

パートナーと緊密に連携して、これに必要な技術的ソリューションに取り組んでいる。光刺激に基づくインテリジェントな埋め込み型刺激装置は、喉頭ペースメーカー、心臓ペースメーカー、鎮痛剤、網膜インプラント、脳深部刺激などの他の医学療法にも使用できる」と説明している。

光学的細胞刺激はどのように機能するか

現在の電気人工内耳(eCI)は、世界中の約 100 万人のユーザのほとんどにとって、静かな環境での音声理解を回復する。しかし、バックグラウンドノイズでの音声認識や音楽の楽しみは、厳しく制限されることがよくある。この理由は、電気音響コーディングの周波数分解能が不十分であるため、各電極接触が、より遠い神経細胞も刺激するからである。つまり、広い電流拡散のために異なる周波数をコード化するのである。光は、はるかに正確に制御できるため、光学人工内耳(oCI)はこの問題を克服できる。独立した周波数帯域の数は、光感受性聴覚神経細胞(SGNs)の空間的に標的を絞った光刺激によって増やすことができる。これは、蝸牛の周波数軸に沿った数十のマイクロスケールの発光体によって可能になり、理想的には個別に制御可能になる。UMG/MPI-NAT は、長年にわたり、学術機関や産業界のパートナーと協力して、oCI と遺伝子治療の開発に取り組んできた。FraunhoferIPMS との現在のコラボレーションは、oCI で使用する OLED 技術の評価に焦点を当てている。

FraunhoferIPMS は、マイクロディスプレイ用の OLED-on-silicon 技術の経験を活用して、最高のピクセル密度と輝度、および最小の消費電力の CMOS 統合光源を、シリアルインタフェースを介して蝸牛の対応するオーディオ周波数に割り当てることができる空間的に分散した光チャンネルを個別に制御できるピクセル化された OLED マイクロセンサに導入した。

技術開発の課題はどこだったか

Fraunhofer IPMS は、オプトジェネティクスにも重要なマイクロディスプレイ用の OLED-on-silicon 技術で独自の機能をすでに導入しているが、課題がまだいくつかある。プロジェクト中に必要な輝度と集積度が順調に実証されているということである。とは言え、柔軟性や生体適合性はまだ確認されていない。使用されているシリコンマイクロテクノロジーは、これらの特性が一般的に達成可能であることを示している。さらなる研究開発の取組により、ここでも実現可能のようである。

この技術の商品化の時期

このプロジェクトは、オプトジェネティクスにおける OLED-on-silicon 技術の使用の最初の基礎を築いた。結果は有望である。科学者たちはこの技術に引き続き取り組み、他の応用分野にもオープンなままである。

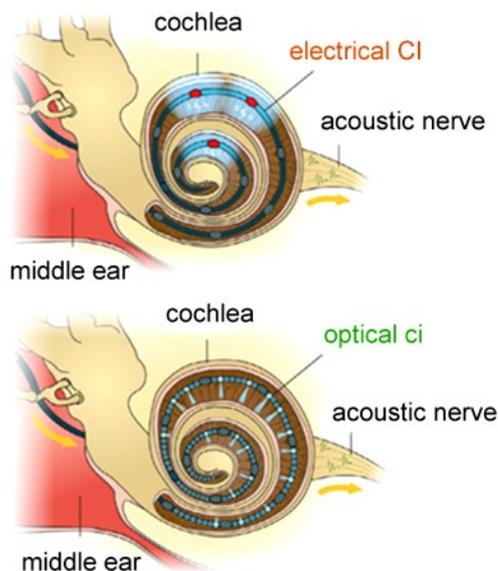


図 1 電気蝸牛刺激法と光学蝸牛刺激法 - 上図:従来の電気人工内耳の 12 個の電極接点のそれぞれからの電流は広く広がる。下:光学人工内耳の約 100 個の独立したマイクロ発光ダイオードからの光を小さな領域に投影できる。

