

三次元集積化技術を用いた バイオメディカル集積デバイスの開発

東北大学大学院医工学研究科 田中 徹

1. はじめに

近年、生体の構造や機能をマルチスケールの知能機械に応用した新しいロボティクス、及び、各種センサや情報処理素子を生体と融合することにより生体機能の補完・再生・診断を行う生体医工学の発展が希求されている。本稿では、三次元集積化技術を用いたバイオメディカル集積デバイスとして、生体と同じ積層構造を採用することによって高い QOL(Quality Of Life)を実現する人工網膜、及び脳内の電氣的・化学的状態を多元的に計測・解析する脳インプラント集積化神経プローブについて紹介する。

2. 眼球内完全埋め込み型人工網膜

2-1 人工網膜の概要

高齢化社会の進展に伴い、網膜色素変性症や加齢黄斑変性といった疾患により視力を失う患者が急激に増加している。これらの疾患では、網膜内に存在し、光信号を電気信号に変換する機能を持つ視細胞が選択的に変性・死滅して失明に至る。しかし、実効性のある医学的治療法はまだ確立されていない。上記の疾病では、視細胞以外の網膜細胞(水平細胞・双極細胞・アマクリン細胞・神経節細胞)がかなりの確率で生存している。そのため、死滅した視細胞の機能を工学的手法で代替し視覚の再建を図る人工視覚(人工網膜)の開発が広く行われている¹⁻⁴⁾。

現在開発している完全埋め込み型人工網膜を図 1 に示す⁵⁾。この人工網膜は、三次元積層人工網膜チップ、刺激電極アレイを有するフレキシブルケーブル、電力を受電するコイルからなり、これらは一体化モジュールとして眼球内と側頭部皮下に埋め込まれる。三次元積層型人工網膜チップは、受光素子や視覚情報処理回路などの集積回路(LSI)チップを縦方向に積層し、それぞれの LSI チップをシリコン貫通配線(TSV)によって電氣的に接続したものである。この三次元積層人工網膜チップでは、受光素子のみをチップ表面に敷き詰めることができ、高開口率・高解像度が実現可能で、画像処理機能も実装できる。受光素子を眼球内に配置するため、眼球運動による視点移動や患者自身の眼球の光学系を用いることも可能である。そのため高い QOL を患者に提供できる。

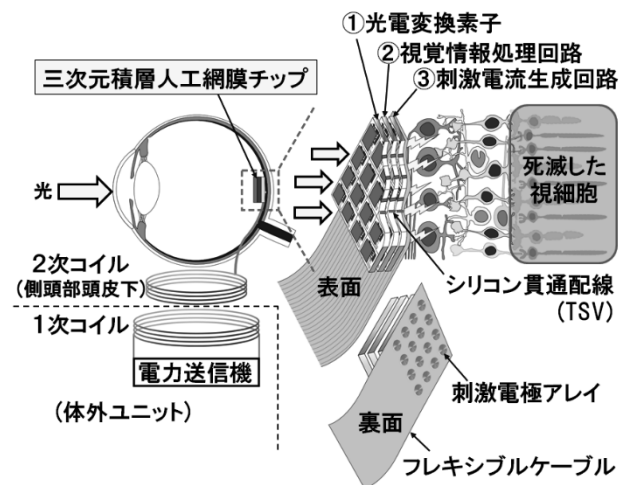


図 1 眼球内完全埋め込み型人工網膜