

脳の神経系を構成する細胞であるニューロンにおいては、信号の授受は樹状突起および軸索から行われていると言われている。これまでは、樹状突起および軸索の寸法に比べて測定デバイスが大きすぎたため、ニューロン間に形成される接合部位としてのシナプスの信号伝達を検出する手段がなかった。米国ハーバード大学の研究者らは、シリコンのナノワイヤ電界効果トランジスタ (FET) を作製して、ラットのニューロンの軸索に幅が約 20nm のナノワイヤ電極を連結して、脳神経の信号を検出することに成功した。研究者らは p 型と n 型のシリコンのナノワイヤ FET を並べ、培養されている単一のニューロンの軸索に沿って FET とニューロンから構成される配列を形成した。この配列を用いて、ナノワイヤ接合部を介して脳神経の信号を検出し、この電極を通して刺激あるいは抑制することを試みた。このデバイスは、医薬開発のための細胞検査法などへの応用が想定されている。

トピックス 4 脳神経の信号を検出するシリコンのナノワイヤ電界効果トランジスタ

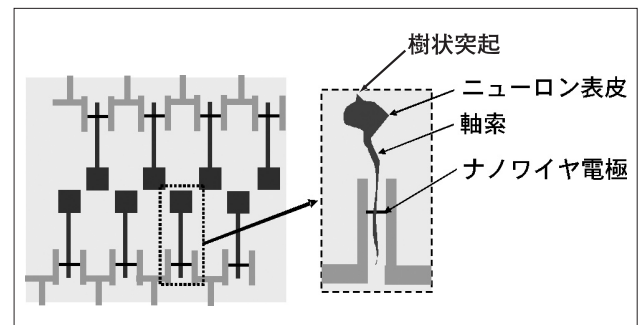
脳の神経系を構成する細胞であるニューロンの基本的な機能は、細胞への入力刺激により電位を発生させ、他の細胞にその情報を伝達することである。ニューロンは細胞体、他のニューロンからの入力を受ける樹状突起、他のニューロンに出力する軸索から構成されている。個々のニューロンに複数のニューロンから信号を入力したり、信号電位を変化させて情報の修飾が行われると言われている。しかし、これまでは、脳の中の信号伝達などの神経活動に関わる、ニューロン間に形成される接合部位としてのシナプスの信号伝達を検出する手段はなかった。脳の活動を測定するためのこれまでのデバイスの電極配列寸法は、ニューロンの軸索や樹状突起レベルでの活動を検出するには大きすぎた。

米国ハーバード大学の F. Patolsky らは、シリコンのナノワイヤ電界効果トランジスタ (Field Effect Transistor : FET^注) を作製して、ラットの脳神経細胞の軸索にナノワイヤ電極を連結し、脳神経の信号を検出することに成功した。研究者らは、p 型と n 型のシリコンのナノワイヤ FET を並べ、培養されている単一のニューロンの軸索に沿って FET とニューロンから構成される配列を形成し、この配列を用いて、ナノワイヤ接合部を介して脳神経の信号を検出することでその伝播速度を測定した。さらに、ナノスケールのシリコンのナノワイヤ FET の電極をニューロンに触れさせて、生きている哺乳類のニューロンの軸索と樹状突起から神経信号を検出し、電極を通して刺激あるいは抑制することが試みられた。ニューロンとの接触を、一つの軸索に沿って、20 μ m 未満の間隔で最

大 50 個所の電極を用いて電気伝導度の測定および操作として行うことができる。シリコンのナノワイヤから成るフィラメントの幅は約 20nm であり、ニューロンから突き出ている軸索と樹状突起とほぼ同じ大きさであるため、個別の神経信号の授受を検出でき、従来の方法より数千倍も小さいスケールで神経信号の測定が可能になった。

本研究は、医薬開発のための細胞検査法などへの応用が想定されている。

シリコンのナノワイヤ FET とニューロンから構成されるデバイス配列の模式図



注 FET : ゲート電極に電圧をかけ、チャネルの電界により電子または正孔の流れにゲートを設ける原理で、ソースとドレイン端子間の電流を制御するトランジスタ。

- 参考 1) F. Patolsky et al., Science, Vol.313, 25 August, 1100 (2006)
2) S. Bradt, <http://www.news.harvard.edu/gazette/2006/08.24/99-nanowire.html>