

機能性原子層薄膜テクノロジーによる 高精度分子検出技術の開発

SATテクノロジー・ショーケース2017

■ はじめに

様々な環境における分子の検出は、生命現象の理解、科学社会の発展に欠かせない技術です。電子デバイスを用いる電気的検出は、従来の化学的手法や、蛍光マーカー法、放射線マーカー法の課題を解決するアプリケーションのうちのひとつとして実用化が期待されています。

機能性原子層薄膜は、二次元結晶構造であり、電子デバイス開発の新材料として注目されています。機能性原子層薄膜の構造上の最も大きな特徴は、1nm以下の超薄膜を有することにあります。従って、その体積に対して非常に大きな表面積を持つことから、固体の物性と大きな相互性を持つ高感度表面を有するという利点があります。

我々は、機能性原子層薄膜を検出面として用いた電子デバイスに、分子を吸着させた際に生じる相互作用を利用する、分子の固有情報を電気的に読み出し可能な新奇高精度分子検出センサーによる脳内活性物質のマッピングの実現を目指しています。

■ 活動内容

1. 原子層薄膜トランジスタの開発

本研究における分子検出の方法として、バックゲート型電界効果トランジスタ(FET)を採用しました。FETは、チャネルの電界制御でON/OFF状態を実現する電気的スイッチです。センサーとする場合には、OFF状態を示すサブスレッショルド領域(電子が拡散現象により微量に流れる領域特性)において、チャネルへの分子吸着等によって敏感なコンダクタンス変化を起こすことを利用します。

我々は、二硫化モリブデンといった原子層薄膜半導体材料を既定の形状に微細加工する技術を蓄積しており、デバイス構造パラメータを正確に把握したトランジスタを作製することができます。これにより、デバイス性能を評価することが可能になり、既存材料も含んだ他のチャネル材料との比較も容易になりました。

2. 生体分子の吸着

本研究における検出ターゲットとして、ドーパミンを挙げました。ドーパミンは、中枢神経系に存在する神経伝達物質であり、運動、ホルモン機能の調整や、快の感情に働きかける重要な役割を持っています。その分泌機能の異常は、パーキンソン病や、注意欠陥多動性障害といった難治性神経疾患を引き起こします。

そのため、ドーパミンを検出することは、疾患治療の確

立や、脳と人体の複雑な関係を解明することに大きく寄与します。

本研究では、作製したバックゲート型トランジスタの露出した原子層薄膜面にドーパミンが吸着した際に変化するコンダクタンスを電気的に観測します。現在、フェムトグラム程度の吸着ドーパミン分子から二硫化モリブデンFETに対して電子注入が起こることが、電気測定およびX線光電子分光測定の結果により確認されています。従来手法と比べて高感度な検出が可能であることがわかりました。

3. 固有分子情報の読出し

原子層薄膜面に吸着した分子は固有の振動状態を有しており、分光学的手法で観察可能で分子種同定に使用されています。同様な振動情報の電気的計測手法を研究しています。二硫化モリブデンFETの伝達特性を、ロックインアンプによる変調微分法を用いて微弱信号を観測することで、分子の固有特性を検出することの可能性を見出しました。走査トンネル顕微鏡による非弾性電子トンネル分光から得られる分子振動モード由来の信号に類似したものが観測されており、信号の解析や、ノイズレベルの緩和により、その起源やメカニズムを解明していくことが今後の課題となります。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

本研究は、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業(NIMS微細加工プラットフォーム)の支援を受けて実施されました。

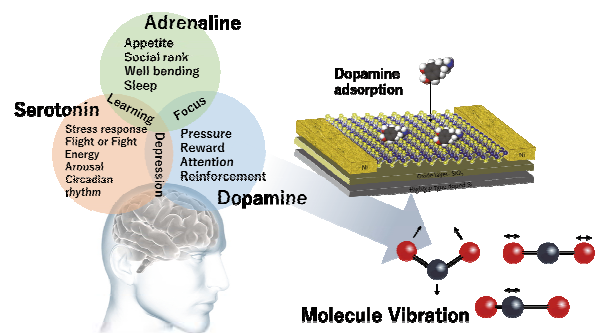


Figure 脳内神経伝達物質の固有分子情報を、機能性原子層薄膜トランジスタにより検出する概念図

代表発表者 **Nguyen Tat Trung (ゲン タット トルン)**
 所属 **産業技術総合研究所ナノエレクトロニクス研究部門
 東北大学大学院理学研究科化学専攻**
 問合せ先 **〒305-8568 つくば市梅園 1-1-1 中央第2
 TEL:029-849-1602 FAX:029-861-2578
 nt_trung@mail.tagen.tohoku.ac.jp**

■キーワード: (1)分子センサー
 (2)機能性原子層薄膜
 (3)表面解析