

ナノギャップの作製とそのデバイス応用

- ナノギャップを用いたナノエレクトロニクスデバイスに向けて -

産業技術総合研究所 清水 哲夫

金属電極が対向したギャップ電極は、その間に測定対象物を配置することを目的として様々な研究分野で利用されてきている。特にナノテクノロジー研究の進展によりギャップ間隔がナノメートルスケールで制御されたナノギャップ電極の必要性が高まっている。またナノギャップ電極は、研究を行うための基盤技術としてばかりでなく、ナノギャップ電極の作製法も重要な研究対象になりつつある。さらに近年ではナノ物質の物性計測用だけでなく、ナノギャップ電極自身が新しい機能を発現する場であることがわかり、ナノギャップ電極に関する研究は近年大いに広がりを見せている。実際に論文数も、99年度あたりから出始め、08年では、60報を越えてきている。その内訳は、ナノギャップの作製(23%)、分子デバイス(19%)、バイオセンサー応用(19%)、ナノ粒子(10%)、電子放出(7%)、光学・ラマン増強(4%)、メモリ応用(3%)であり、それについてイントロダクトリートークで紹介された。本シンポジウムの講演もこの比率を考慮した形で、プログラム構成された。ナノギャップ電極そのものは、研究のバックグラウンド的要素が強く、本シンポジウムにおいて、参加者が少ないことも懸念されたが、100名を越える方に聴講いただいた。また本シンポジウム開催翌日の10日にナノエレクトロニクスのセッションで、ナノギャップ電極に関する講演があったが、そちらのセッションも盛況であり、シンポジウムが良い活性化役になったと考えられる。

イントロダクトリートークに続き、船井電機新応用技研小野様から、ナノギャップメモリ研究を実施に至るまでの経緯、また研究開始後の集積型ナノギャップメモリの最新情報を提供していただいた。近年勢力的に研究されている抵抗変化メモリや相変化メモリなどの次世代不揮性メモリの一候補として今後の研究進捗が待たれる。そのナノギャップ不揮性メモリ研究の契機と詳細は、産総研ナノテクノロジー研究部門の内藤様から、電圧印加するとナノギャップ間隔が規定される現象とメカニズム、それを用いた不揮性メモリの研究について講演があった。またその製法として、斜め蒸着法を用いて簡易にナノギャップ電極が作製できることもあわせて紹介していただいた。続いて、エレクトロマイグレーションを利用したナノギャップ電極の作製法及びその手法を用いた単電子デバイス応用等について東京農工大の白樫先生から講演をいただいた。更に、ナノギャップ電極作製で、近年よく用いられているエレクトロマイグレーションの素過程、微細領域でのメカニズムの解明・提案について東京大 平川先生から、講演していただいた。

分子素子応用の観点で、分子定規法によるナノギャップ電極作製法の紹介を大阪大 田中先生より紹介があった。制御性、構造の再現性がよく作製出来ることが講演を通じて印象に残った。無電解メッキによるナノギャップ電極の作製は、東工大 真島先生から講演していただき、非常に簡便にナノギャップ電極が作製可能であり他の手法との併用で新しい作製法が可能であるとの印象を受けた。

ナノギャップ電極そのもので機能を発現させる観点で、ラマン強度の増強させる場であることについて北海道大 上野先生から講演をいただき、今後の研究の進展が望める分野であると感じられた。走査プローブ顕微鏡を用いてナノギャップメモリの動作その場観察の試みについて京都大 山田先生から講演をいただいた。走査プローブ顕微鏡を用いてナノギャップ電極の構造変化が、その場で観察できる

ようになれば、ナノギャップ電極作製時の素過程解明、ナノギャップ不揮発性メモリの動作メカニズム解明の観点で、非常に今後の研究を促進することが期待される。

ナノギャップ電極が幅広い研究分野で必要とされ、それぞれの分野で作製が工夫されている。今回のシンポジウムが契機となり、ナノギャップの研究の進展が図られることを期待したい。また、応用物理学会のナノエレクトロニクスのセッションで、議論される機会がますます増えることを望んでいる。