

訪問日 2017年10月13日

東京工業大学 量子ナノエレクトロニクス研究センター 川那子 高暢 助教

研究題名：ノーマリオフ MoS₂ トランジスタの実現

研究紹介文にもとづき、助成対象となったご研究の詳細を伺いました（図 1）。以下は主な質疑応答です。

ご研究を始めた契機はなんですか？

情報化社会の進展にはコンピュータの進展が欠かせません。コンピュータの進展はトランジスタの改良によってなされてきました。高速化と高集積化を実現すべくトランジスタの小型化が行われてきました。シリコン系材料は非常に優れた特性を持っており、トランジスタの黎明期から用いられていますが、小型化が進むにつれて動作の基となるゲートと呼ばれるスイッチ動作の制御部分で課題が顕在化してきました。課題を解決するために、素子の材料や構造を変えるとといった試みがなされていますが、私も材料を変える研究を行っていました。その研究を進めるうちに、原因の一つである構造欠陥が原理的に生じない材料を使ってトランジスタを造ることができないかと考え、この研究を始めました。

ご研究の独創性を改めてお伺いします

一般的にトランジスタの研究は電流を流す材料に目が向けられています。私は、優れた特性を実現するためには電流を流さない技術こそ重要だと考え、ゲート絶縁膜を如何に欠陥なく作製するかを考えました。そこで目を付けたのが、未結合手を持たない自己組織化単分子膜です。自己組織化単分子膜は、リーク電流が少なく、低欠陥密度、高ゲート容量といったトランジスタに適した特性を持っています。また常温で作製が可能で、ほぼ 100%の歩留まりと再現性を持っています。さらに、自己組織化単分子膜中の原子の組み合わせによって閾値電圧（トランジスタを ON/OFF させる際の電圧）を変更できるため、所望の特性に合わせたトランジスタを作製できます。この優れた材料に組み合わせる半導体にも未結合手を持たない層状無機半導体である MoS₂ を用いています。これらに加え、閾値電圧をさらに上昇させるべくゲート電極に Pt を用いています。以上 3 つのアプローチを同時に用いた MoS₂ FET の閾値電圧制御を行う研究は類がなく、独創的であるといえます（図 2、図 3）。

研究者を志したきっかけを教えてください

幼いころから数学や物理、化学など理系の科目が好きでした。大学に入学するまではいわゆる受験勉強であり、楽しむ余裕はありませんでした。大学に入り勉強する姿勢に余裕ができ、勉強することが苦ではなくなりました。好きなことができようになると楽しく感じられるようになり、研究を続けたいと考え、修士課程に進学しました。修士課程の研究は納得できるものでは無かったため、自分の研究に決着をつけるべく博士課程に進学したのですが、そこでも当初はうまく物事が進みませんでした。そんな博士課程のあ

る日、学会でシンプルなアプローチの報告に目が留まりました。自分の研究においてもシンプルなアプローチを試したところ、結果がうまく得られるようになり、今に至ります。

研究活動の面白さは何ですか？

充実感を得られるのは、自分の研究成果を学会等で発表し、知らない研究者たちから研究内容に興味を持たれることや研究内容についてディスカッションすることです。研究そのものの面白さは 99%以上が予想や仮説と異なることでしょうか。予想と違う結果を通して、次の予想を行い、実験をしての繰り返しです。実験しながら次のアプローチを考えるのは非常に楽しいです。そこには実験を行わずに手に入る情報だけで新しい何かを組み立てるのは、ほぼ不可能だと感じていることも影響していると思います。

後進の方に伝えたいことは何ですか？

学生のころから気を付けていることがあります。それは、うまくいかなかったアイデアはさっさとやめるということです。これはすべてを投げ出すということではなく、これまでの経験や知識は活かしたうえで、新しいものにトライすることだといえます。新しいトライから大きな成功が得られます。一方で何かに固執すると結果的に視野が狭くなってしまい、大きな成功に結び付きにくくなります。意識的に見方を変える、すこし引いた視点で物事を見直すことが重要だと思います。

後記

川那子高暢先生に『研究に行き詰った際どのようにリフレッシュされているのですか』と質問したところ、課題を忘れるようなことはないとお答えでした。ずっと頭の片隅に認識している課題があって、普段の生活の場、例えば電車に乗っているときや歩いているときなど、ふとした瞬間、意識しないところでアイデアがうまれるとのこと。研究室ではアイデアを実現すべく、その道りを再検証されるということでした。また違う分野の本を読まれることもよい刺激を受けられるとのことでした。時には実験に没頭することも頭の中の整理につながるということで、独創的な研究を進められている先生の一面を垣間見た気がしました、川那子先生のご研究が早期に実ることを期待しています。

(技術部長 鳥越昭彦)



図 1: 川那子高暢先生

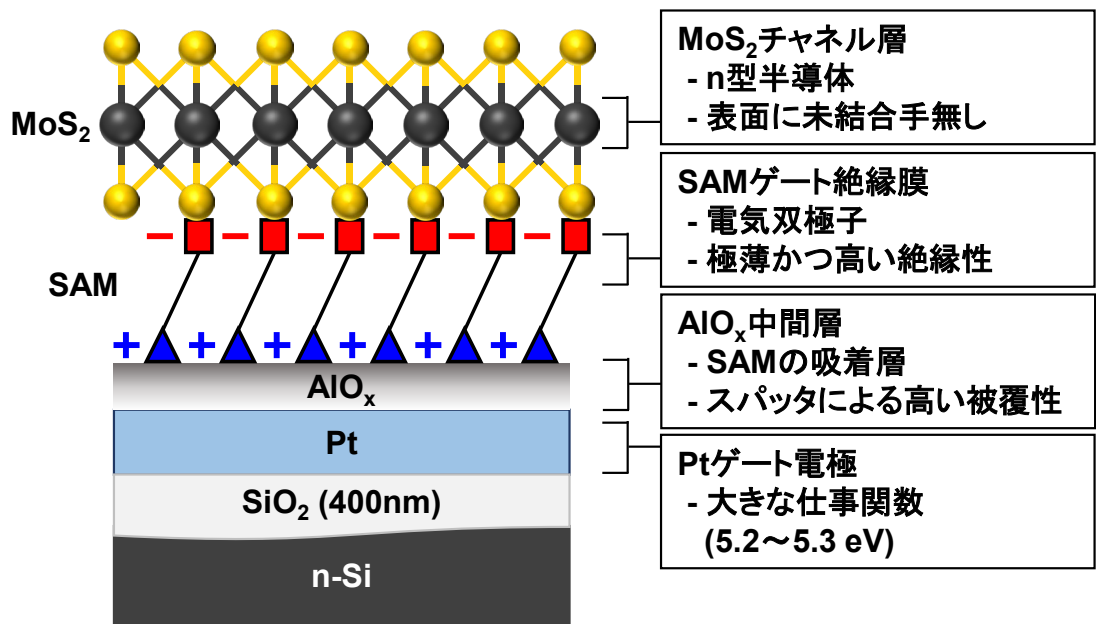


図 2: 本研究のコンセプト図

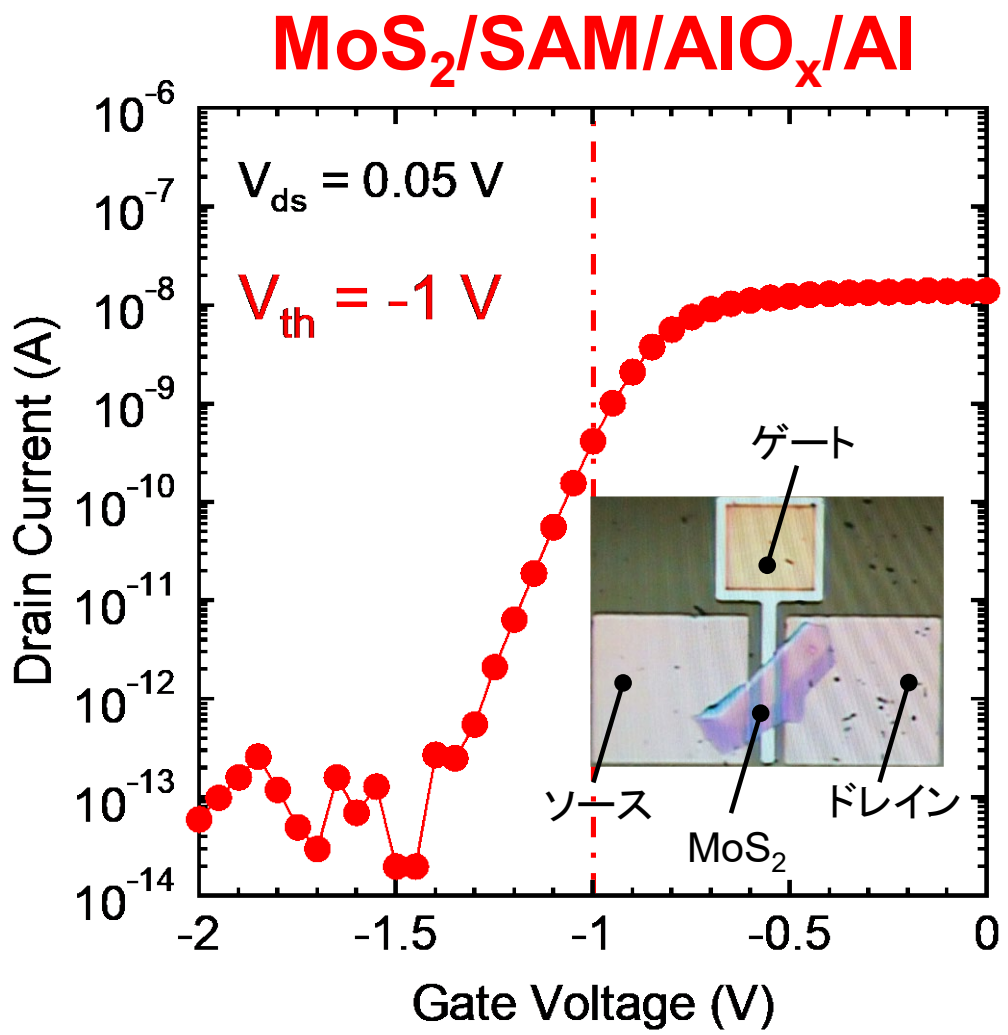


図 3: 作製したトランジスタのドレイン電流-ゲート電圧特性と光学顕微鏡写真