

訪問日 2017年7月12日

大阪大学 産業科学研究所 山本 真人 助教

研究題名：遷移金属酸化物電極による原子薄膜トランジスタの極性制御

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？

コンピュータやスマートフォンなどの情報デバイスの進展は、それらを構成するシリコントランジスタの高性能化によって支えられています。このシリコントランジスタの高性能化は、主にその微細化によって実現されています。例えば、2000年からの15年間でシリコントランジスタのゲート長（トランジスタの大きさを示す一つの値）は約1/8になっており、その結果処理速度は100倍以上向上しています。

情報テクノロジーの進歩を支えてきたシリコントランジスタの微細化（スケーリング）ですが、すでに限界に到達しているという話があります。私たちは、日々の暮らしの中ではこの限界を感じることはありませんが、ますますのIoTの進化に伴い、近い将来にその限界を意識する時代が来るのではないかと思います。その限界を意識する前に、必要となる次の世代の技術を完成させておきたいと思い、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

シリコントランジスタにおけるスケーリングは過去に何度もその限界が議論され、その都度新しいプロセス技術やデバイス構造の開発によって今日まで続いてきました。しかしながら、昨今ではいよいよスケーリング限界に到達しているとの見方が大半で、これまでとは全く異なるアーキテクチャである、量子コンピュータや脳（神経網）を模したコンピュータの提案などが盛んに行われています。一方で、従来型の構造を持ちながら、スケーリング限界を推し進めることが期待される原子薄膜半導体トランジスタの研究も盛んにされています。原子薄膜半導体トランジスタにおいては、原理的には異なる金属電極を用いることでn型、p型を作り分けることができ、それらを組み合わせることでシリコンエレクトロニクスのような論理回路を構成できるはずですが、しかし実際は、金属電極を用いた原子薄膜半導体トランジスタのn型、p型の作り分けが困難であることが知られています。

私は金属を超える特性を持った遷移金属酸化物を電極に用いることで、原子薄膜半導体トランジスタのn型、p型、すなわちの極性の完全制御を目指しています（図2）。同じアプローチを取っている研究者は、少なくとも国内には他には見当たりません。

実は、今回用いている遷移金属酸化物は、当初電極ではなくトランジスタの絶縁層として利用することを考えて研究を行っていました。しかしながら、作製した遷移金属酸化物が期待に反して金属のように電気をよく流し、一方で金属にはない優れた性質を持っていることに気づき、独創的な研究につなげることができました。

ご研究を志したきっかけを教えてください

大学院修士課程の学生だった頃、走査型トンネル顕微鏡(STM)を使ったナノ構造の表面観察において面白い結果が得られました(図3)。そこから自ら物理モデルを構築し、数値シミュレーションを行い観察結果を忠実に再現することが出来ました。目の前の現象を頭を働かせて理解し、それをモデルによって再現できるということが非常に楽しく、それをきっかけに、研究者の道を志すことにしました。

研究活動の面白さは何ですか？

自らの仮説を裏付ける結果ができれば面白いのは当然ですが、結果が思った通りじゃなくても、これまでに見たことのないような物理量がでてくれば、それは『なぜだろう?』という考えにつながり知的好奇心を刺激する面白さがあります。

後進に伝えたいことは何ですか？

是非海外へ行って、視野を広げて欲しいです。私は学位を米国・メリーランド大学でとりました。日本と米国では大学の仕組みが異なる部分があり、研究のプロとして扱われました。修士の1年からやり直す形での進学でしたが、やり直しの時間も無駄だとは思いませんでした。異なった研究の現場にいることは、視野を広げることにつながり、今の私にとって非常に有意義であったと思っています

後記

変化の早い半導体研究の世界で活躍されている山本真人先生のお話は、刺激的で非常興味深い内容でした。実現が待ち遠しい技術ですが、最低でもあと10年かかるであろうとの見方が一般的と聞きました。山本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)

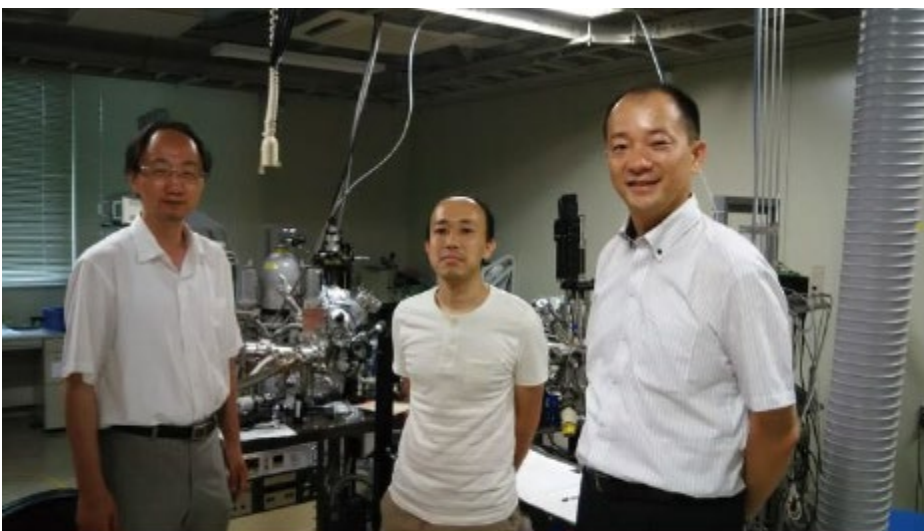


図1: 中央が山本真人先生

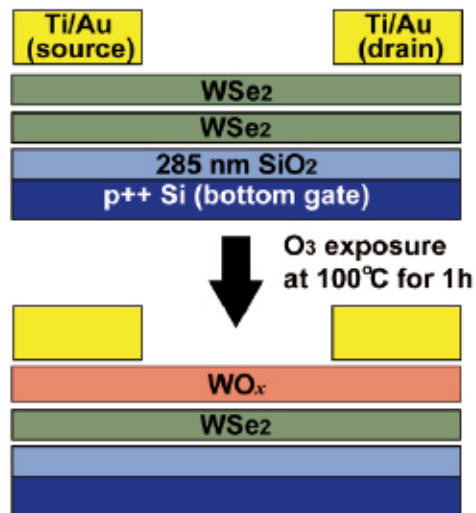


図2: WSe_2 表面上に酸化形成した WO_x が優れたp型電極として使えることを見出した(Nano Lett, 16, 2720, 2016)。

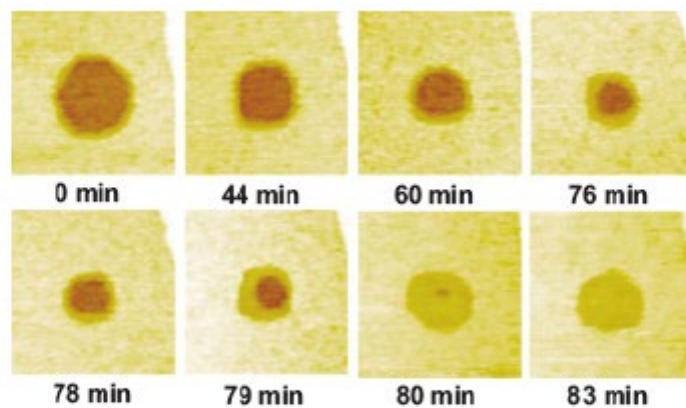


図3: STMを用いてナノスケールの穴が埋まっていく様子を観察した(Phys. Rev. B, 82, 115436, 2010)。