

新設研究室紹介

電子物性工学講座 半導体物性工学分野（木本研究室）

<http://semicon.kuee.kyoto-u.ac.jp/>

「次世代半導体デバイス ～ 情報通信およびエネルギー技術のキーデバイスを目指して～」

現代のエレクトロニクス社会において、各種の半導体デバイスがハードウェアの中核を構成しています。社会の要請に応じて半導体材料・デバイス技術も変遷し、近年では携帯情報機器の小型化と低消費電力化、不揮発性メモリの高性能化、車載用半導体の低損失化に対する要求が大変強くなっています。今後、ハイブリッド車、燃料電池、携帯テレビ等の急激な普及が予測されますが、これを支えるべき半導体Si系デバイスは成熟期を迎え、従来技術の延長では大きな飛躍を求めるのが困難になってきています。Siを中心とした電子デバイスの課題は、①微細化の限界、②熱、③超高周波などです。これらの課題を解決する方法は、大きく分けて2つに分類できます。一つ目は新しい物理現象や概念を活用すること、二つ目は優れた性質を有する新しい材料を導入することです。本研究室では「ポストSi」を見据えて、両方のアプローチで次世代半導体デバイスの基礎研究に取り組んでいます。具体的には、半導体および関連する電子材料を取り上げ、半導体物性の解明と制御、半導体ナノ構造の作製、および超高性能電子デバイスの作製と特性評価に関する研究を行っています。既存のデバイス構造や半導体材料では実現不可能な情報通信技術・エネルギー技術におけるキーデバイスを作製し、エネルギー・環境問題や情報通信の課題解決に貢献することを目標としています。

研究室のテーマは次の5つに大別できます。(1) 半導体低次元構造の作製と無散乱トランジスタへの応用、(2) 抵抗変化を利用した新規不揮発性メモリ、(3) 半導体微細加工を活用したマイクロ/ナノ構造新機能デバイスの設計と作製、(4) 窒化物半導体 (GaN, AlN) のヘテロ界面制御と高周波トランジスタ応用、(5) シリコンカーバイド (SiC) 半導体の物性制御と低損失パワーデバイス応用。ここでは紙面の制約もありますので、(2) と (5) について簡単に紹介します。

図1は反応性スパッタ法で形成したNiO薄膜の電流-電圧特性（模式図）です。成膜直後には高抵抗を示しますが、電圧を印加していくと、ある電圧で瞬時に低抵抗状態に移ります。次に電圧を印加すると、先ほどより少し低い電圧で再び高抵抗状態に戻ります。高抵抗、低抵抗の各状態は安定に保持され、かつこの抵抗変化を何回も繰り返すことができますので、不揮発性メモリに適用できます。二端子素子単体でメモリとなり、究極の微細化（高密度化）に適していると考えられます。

図2は本研究室で作製したSiC横型MOSFETのドレイン特性です。SiCはSiに比べて約10倍の絶縁耐性を有しますので、適切なデバイス構造設計を行えば二桁以上の高性能化が可能です。図に示す特性（耐圧1380V、オン抵抗66mΩcm²）は、既にSiの理論限界を大幅に突破しています[1]。なお、各テーマの詳細につきましては研究室のホームページをご覧ください。

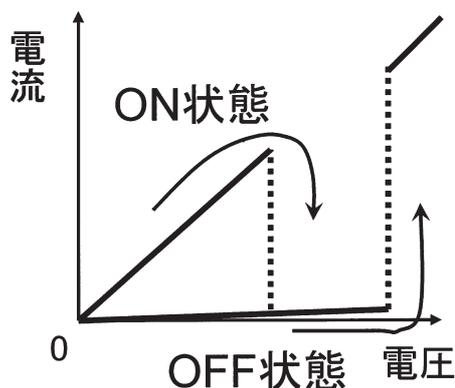


図1. NiO薄膜の電流-電圧特性

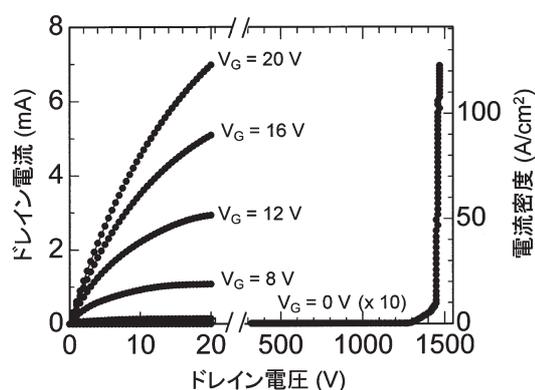


図2. SiC横型MOSFETのドレイン特性

参考文献

- [1] T. Kimoto, H. Kawano, and J. Suda, IEEE Electron Device Lett. Vol. 26, pp. 649-651 (2005).

知能メディア講座 言語メディア分野（黒橋研究室）**<http://nlp.kuee.kyoto-u.ac.jp/>****「本格的に言語の意味を扱う計算機システム」**

本研究室では、計算機によって言語を取り扱う、いわゆる「自然言語処理」とよばれる研究を行なっています。自然言語処理の研究は電子計算機の登場とほぼ同時に始まりましたが、その研究環境はこの10年間で飛躍的に進歩しました。15年ほど前には、日本語テキストの最も基本的な処理である単語分割（形態素解析）プログラムが大型計算機センターにしかなく、上限500KB程度のテキストを解析するのにジョブ制御文とともにセンターに送り、翌日結果が得られるという状況でした。また、当時の教科書には自然言語処理の難しさが次のような例で説明されていました。

- a. クロールで泳いでいる彼女を見た。
- b. 望遠鏡で泳いでいる彼女を見た。

この2文は同じ文体ですが「クロールで/望遠鏡で」の修飾先が異なり、このような違いを計算機で認識するためには常識が必要となります。しかし、貧弱な計算機環境で、人手で知識をコツコツ書いていくというアプローチでは常識を網羅できるのはいつのことかわからないという状況でした。

ところが、計算機能力の向上と、電子テキストの蓄積・流通量がある閾値を越えることによって、質的变化が生まれました。すなわち、模擬的にはありますが計算機の上で「常識」が扱えるようになったのです。500KB程度のテキストの形態素解析がパソコンで一瞬に行えることはいうまでもありませんが、最近の我々の試みでは、webから5億文の日本語文を収集し、数百CPUのクラスタ計算機による1週間程度の計算で形態素解析・構文解析・クラスタリングすることにより、「誰が何をどうした」という述語項構造パターンについて、非常に広範囲で、常識ともいえる辞書を構築することに成功しました。この中には「クロールで泳ぐ」「望遠鏡で見る」などのパターンも当然含まれており、上記の問題は解決をみたわけです。

このような環境にあって、いよいよ本格的に言語の意味・知識を扱う研究、別の言い方をすれば、いわゆる人工知能をめざす研究が可能となってきました。私は、この問題に「言葉の意味を言葉で扱う」というアプローチで取り組んでいます。つまり、知識の取り扱いを人工言語で行うのではなく、自然言語を使いこなすもう一段高い能力を計算機に与えることにより、計算機内での知識表現、さらには推論さえも自然言語によって行おうというわけです。

このようなレベルで言語や知識を取り扱うことは、人間とは切り放された、いわばシミュレーション的言語理解であると見られるかも知れません。しかし、言語はその使用の中に意味があるともいわれます。言語の観察を大規模に精緻に行うことによって言語をモデル化することができれば、それはある意味ではその背後にある人間活動にまで踏み込んだモデル化となるはずで、さらに、それによって、情報検索、機械翻訳など、人間の言語・情報活動を支援する言語処理アプリケーションに対しても飛躍的進展をもたらすと確信しています。