

研究室紹介

社会が求める材料の創製を目指して

東北大学大学院工学研究科 知能デバイス材料学専攻
ナノ材料物性学講座
極限材料物性学分野(小池研究室)

私たちの研究室は、東北大学青葉山キャンパスを拠点とする工学研究科マテリアル・開発系内の知能デバイス材料学専攻に属しており、学部レベルでは、材料科学総合学科に所属しています。研究室は、私、小池淳一、須藤祐司准教授、安藤大輔助教、ホアン・チー・ハイ助教および菅野秘書の5名の教員・スタッフと共に、博士課程5名、修士課程9名、学部6名の計20名の学生が在籍しています。

研究の方針としては、社会から求められていること、これから求められるであろうことに材料学の観点から解を示し、得られた成果が使われることを目指した研究を行うことを心がけています。材料はあらゆる製品の始まりであり、材料が変われば全てが変わる。このような信念のもとに、材料の革新によるブレークスルーを目指しています。また、学生一人ひとりが異なるテーマを担う研究体制を敷いていますので、各自が研究の必要性和目標を良く理解し、責任を持って自分の研究を遂行しています。実家のおじいちゃん、おばあちゃんに「何をやっているの?」「何の役に立つの?」と問われて明確な説明ができることも重要です。

私たちの研究室では、「金属材料学」や「固体物理学」といった学問分野を基盤として、最先端の評価・解析技術を駆使することによって、新しい機能や優れた特性を発現する材料の開発を行っています。さらに、開発された材料がデバイスやシステムとして実際に使われるためには最終製品に至る工程中や使用環境下において高い信頼性を有することが必要となります。これらの要求を実現するために、国内外の企業などと連携しながら、使われることを目標とした基礎研究を行なっています。現在、推進している研究テーマには、例えば以下のようなものがあります。

- スクリーン印刷用 Cu ペーストを配線とする太陽電池の開発
- 先端 LSI 多層配線における拡散バリア層の開発
- 半導体超微細配線への Cu リフロー埋め込み法の開発
- 化合物半導体の低接触抵抗を有する電極材料の開発
- 不揮発性相変化メモリ素子用新規相変化材料の開発
- マグネシウム合金の変形機構の解明および新規合金の開発
- 低摩擦性・低摩耗性に優れたコーティング材料の開発

対象とする最終製品の用途はそれぞれ異なりますが、最初の4項目は先端電子デバイスにおける配線材料の開発に関するテーマです。共通する主目標は、配線抵抗の低減、界面接触抵抗の低減、配線/基板間の密着性・濡れ性の改善であり、材料開発と工程の最適化を行って目標達成を目指しています。ここでは界面反応挙動、反応機構の解明が必須となり、電氣的・機械的特性評価に加えて、FIB、TEM、SIMS、XPS などを用いた組織観察や組成分析、結合状態の分析を行います。いずれのテーマも我々が提案し主体的にリードしながら国内外の著名企業や研究機関との共同開発体制で実施しています。5番目の相変化メモリ素子用の材料開発に関しては、従来の相変化材料($\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$)より飛躍的に優れた熱的安定性を有する新規相変化材料(GeCu_2Te_3)を開発し、国内・海外研究機関との共同研究に発展しています。現在は、さらなる高性能化を目指して材料探索を行っています。また、素子の微細化に伴って界面接触抵抗が性能を左右する主要因子になることが判明し、ここでも界面に注目した研究を重点的に実施しています。マグネシウム合金では変形双晶の役割を中心とした研究を行ってきましたが、最近になって Sc 添加合金で、二相チタン合金のように自由自在な組織制御ができることを見出し、構造材料としてだけでなく生体材料への応用も検討しています。コーティング材料においては現状の材料特性を凌駕する新材料を開発し、共同研究先企業において実用化に向けた開発が行われています。

これらのテーマの中で材料の形態に着目すると Cu ペーストが異彩を放っていると思われるかもしれません。これは、大震災をきっかけに、何かしなければ、という気持ちに駆られて新たに開始したテーマです。目標はエネルギー問題の解決と震災復興です。太陽電池の普及拡大を図るためには、性能改善と低コスト化が必要です。全太陽電池の8割を占める結晶系 Si 太陽電池の材料コスト内訳をみると、約1/4が配線を形成するための Ag ペーストが占めています。この部分を安価な Cu に転換することは誰もが思いつくことです。しかし、Cu と Si の相互拡散を防止し、オーミック導電性を付与し、密着強度も保障するという複合的課題があり、Cu ペーストを配線とした太陽電池は実現していませんでした。我々の研究室では、これらの課題を全て解決できる界面層を見出し、現状の商用太陽電池に匹敵する性能と信頼性を得ることができました。この唯一無二の研究成果を直接的に社会に還元するために、2013年に大学発ベンチャー「**マテリアル・コンセプト**」を起業しました。Cu ペーストを端緒として、大学発イノベーション創出のプラットフォームを構築しようと日々奮闘しています。研究室の見学はいつでも歓迎しておりますので、興味がありましたらぜひ我々の研究室を覗いてみてください。(文責：小池淳一，須藤祐司)

(2015年9月2日受理) [doi:10.2320/materia.54.637]

(連絡先：〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-11)