



プロフィール

1984年 東京大学工学部工業化学科 卒業
1984年 富士通株式会社 入社
1995年 カリフォルニア大学バークレー校
博士課程 修了
1995年 カリフォルニア大学バークレー校
電気工学科 研究員
1996年 東京大学工学系研究科
応用化学専攻 助手
1998年 東京大学工学系研究科
応用化学専攻 講師
1999年 東京大学工学系研究科
応用化学専攻 助教授
2003年 財団法人神奈川科学技術アカデミー
研究室長(兼任)
2004年 東京大学生産技術研究所 教授

東京大学 生産技術研究所 教授

ふじおか ひろし 藤岡 洋 先生

今回のSamco-Interviewは、東京大学を訪ね、生産技術研究所教授の藤岡洋先生に
大面積単結晶半導体エレクトロニクスのご研究についてお話を伺いました。

藤岡先生のご研究内容、テーマについて お聞かせください。

大面積の単結晶半導体エレクトロニクスを実現するというのが、研究室の全体のテーマです。これまでの半導体というのは、コンピュータのカバーを開くとわかるように、ボードがあり、そこについている、黒いパッケージを施されている単結晶の半導体素子でした。そういった単結晶の半導体素子を作製するには、一般的に、一番はじめの材料である出発材料として単結晶のウエハーを使います。具体的には、SiやGaAs、サファイアといった材料の単結晶ウエハーを加工して素子を形成します。単結晶のウエハーは、原子がきれいに並んでいて、非常に完全性の高いものなのですが、応用面では様々な欠点もあります。まず、硬くて脆い。少しの衝撃で割れてしまうので、パッケージの中に入れる必要があります。次に、非常に高価である。そして、そういった理由から、大面積の素子を作成することが非常に難しくなっています。そこで、我々の研究室では、単結晶のウエハーの上に半導体素子を作るという常識を一度はずしてみたらいいのではないかと、という視点

で研究を進めています。そうすることで、非常に大きくて、やわらかくて、軽量で持ち運びができるような、今までにないようなエレクトロニクスができる可能性があります。それが我々の研究の狙いです。

大面積単結晶半導体エレクトロニクスの 研究についてご紹介ください。

半導体の中で、結晶成長する材料として考えられていなかった材料を、大面積単結晶の出発材料として採用し、その上に単結晶の半導体を結晶成長させるという研究を進めています。出発材料が単結晶のウエハーではないため、品質はあまり良いとは言えません。しかし、今までにない新しいアプリケーションができるのではないかと考えています。例えば、出発材料を金属にする。金属の板に圧力をかけて圧延したり、加熱処理することで、金属のグレインという一個一個の粒を極端に大きくして単結晶のようにします。その金属の板を出発材料として、その上に単結晶の半導体を結晶成長させるという具合です。金属の他にも、グラファイトや、雲母といった今まで使われていなかった材料の上に、半導体を結晶

成長させることで、単結晶ウエハーの制約を取り除いてやろうと考えています。

しかし、もちろん課題があります。出発材料を変えるだけでは、大面積の単結晶半導体素子は実現できません。大面積の出発材料である金属やグラファイトや雲母を扱うためには、大面積で半導体をプロセスできるような、特に結晶成長ができるような手法が必要になります。一般的に結晶の品質は成長温度が高いほどいいと言われています。現在のCVDでの半導体結晶成長の温度は1000℃前後と高温なのですが、この手法では、出発材料と半導体が反応してしまいます。金属などは、少しでも加熱すると半導体と反応し始めてしまいます。そこで、室温に近い、通常のCVDに比べると非常に低い温度で大面積の材料の上に結晶成長させる新しい手法の研究を進めています。具体的には、最初に、非常に低い温度で、界面での反応を防止する反応バリア層を結晶成長させ、それから、半導体の単結晶を成長させていきます。現在は、低温で結晶成長させるためにスパッタリング法の一つであるパルススパッタ堆積(PSD)法と呼ばれる手法を開発していて、安価に大面積の単結晶素子を作ろうと努力しています。

ご研究を始められたきっかけと 経緯についてお聞かせください。

半導体を30年近く研究してきましたが、私が研究を始めた頃は、半導体産業は日本が世界の中心で世界をリードしていましたが、それが、だんだんと競争力を失っていくのを目の当たりにしました。私が感じたのは、小さな改良を積み重ねるだけでは、ジリ貧で競争に勝てなくなってきているということです。小さな改良だけだと、人件費が安く資金が豊富な外国企業には勝てない。そうではなく、新しい知識を利用して進化していく、真似できないアイデアを取り入れていくという自己変革への努力が不足していたのではないかと考えています。新しい時代を作る大きなアイデアに果敢に挑戦できなかったというのが、日本の半導体産業を含むエレクトロニクス産業の大きな失敗だったと考えています。企業から大学に移った時に、こういう考えのもと、これまでの技術の延長線上にない、人を

あっと驚かせるような研究をしたいと思いました。そして、今までの自分の経験から一番インパクトのあるテーマを考え、現在の研究を始めました。もちろん今まで開発されてきた半導体技術は使わないといけません、普通のルールから逸脱して、半導体を単結晶材料から作るというのをやめてみたらどうか、という研究を通して大きなイノベーションを起こそうと考えています。

今後のご研究の展望について教えてください。

現在、既存の単結晶ウエハーじゃないものを出発材料として、その上に、LEDや太陽電池、トランジスタ等を作って動かすというデモンストレーションの仕事、スタッフと学生が中心になって進めています。その中のひとつの目標として、曲げられるようなエレクトロニクスを実現したいということがあります。有機物のエレクトロニクスでは、そういったものも見かけます。基本的に有機物をベースにした素子は電子の流れる速度が低いため、高い性能を期待するには無理があります。それに比べて無機の単結晶は、電子が非常に高速に応答し、高い性能を持った素子が作製可能です。私たちの研究では、そういった無機物の半導体で、曲げられる、軽い、透明といった特徴を同時に実現しようとしています。具体的には、金属の板の上に半導体を結晶成長したら、次はポリマーやガラスといった全く異なる材料の上に接着して、下地の金属を剥がしてやります。そうすることで、今まで、構造材料としてしか使われていなかったものが、エレクトロニクス材料になってきます。ポリマーやガラスに、大面積の安い単結晶の半導体素子を貼り付けてやることで、構造材料が、半導体が持っている演算、記憶、発光、発電といった機能を自由に持てることになります。

日頃のご研究において心がけておられることはどのようなことでしょうか。

教育という観点から、学生の研究にはあまり過保護なアドバイスをしないようにしています。研究の大枠だけ与えて、あとはできるだけ学生が自分で考えて、研究を進めてほしいと思っています。時間に余裕がない時は、寄り道していると研究が進みませんので、なかなかできませ

んが、本来自分で努力して、自分の頭を使うというのが、学生にとっては一番良いトレーニングになりますから、余裕がある時は、あまり細かいことを言わずに、自由に考えて研究してもらおう。そういうことを心がけています。

また、研究テーマを探す時に、夢のあるテーマを探すことを考えています。たとえ実現はしなくても、もしこれができたら、こんなにいいことがあるというテーマです。工学に携わるものとして、これが実現したらどれくらい世の中が変わるか、社会にインパクトがあるか説明のできる研究を行いたい。みんなが夢を持てるような研究テーマを学生に与えられるように努力したいと思っています。

サムコの装置をどのように使用していただいていますか。

窒化物半導体のエッチングに利用しています。JSTのCRESTのプロジェクトで化合物半導体のエッチャーを購入しました。プロジェクトのテーマは、有機ポリマーを焼いて作った自己組織化グラファイト上にエレクトロニクスを実現するというものです。本当はポリマーの上に直接半導体をつけたいのですが、ポリマーの利用は耐熱性がないため難しいです。ポリマーを加熱して焼いてからグラファイトのような形にしてからその上に、半導体を成長させて、その上に素子を作るということです。グラファイトの上に成長させた半導体を加工するのにサムコの装置を使用しています。

最後にサムコに対して一言お願いします。

サムコは、大学のような多様な要望のあるところにも技術者の方が一緒になって考えてくださり、いろんなことに対応してくださる姿勢があるので、助かっています。会社が大きくなると小回りがきかなくなり、大学相手の商売の世界から離れていかれる会社が多いので、ぜひ大学みたいなどの面倒を見続けていってほしいですね。技術の芽のサポートを大切にしてくださいと思います。

お忙しいところ貴重なお時間を頂き、誠にありがとうございました。