

広告

企画・制作  
(株)読売鹿児島広告社

早稲田大学基幹理工学部  
電子物理システム学科 教授

乗松 航氏に聞く



# 半導体表面を原子レベルで平坦にする新技術

■乗松教授の研究内容をお聞かせください。

私は、グラフェンやカーボンナノチューブといった低次元材料を研究し、情報通信機器や電池材料への応用展開を目指しています。特に炭素原子が六員環構造で二次元シートを作っているグラフェンを対象としています。

テニスのラケットをはじめ、イヤホンやメガネなどに使われているグラフェンは、エレクトロニクスへの応用も注目されています。その製造方法は、炭素とSi(ケイ素)からなるSiC(炭化ケイ素)をアルゴンガス雰囲気中で1700℃に加熱してSiを除去し、残った炭素が自発的にグラフェンを形成するSiC熱分解法を用います。大面積で単結晶のグラフェンを絶縁性基板上に直接成形できます。現在、スマートフォンやパソコンに使われているSiの動作周波数は、GHzが限界ですが、グラフェンは300GHzほどになるため、今よりも通信速度が100倍ほど速い通信デバイスができる可能性があります。

また、二次元のカーボンナノチューブも表面積が大きく、リチウムイオンをカーボンナノチューブに内包した大容量の電池の開発に取り組んでいます。

■今回、半導体表面を原子レベルで平坦にする新技術として、「ステップアンバンチング現象」を発見されましたが、具体的にお聞かせください。

従来、半導体材料にはSiが使われていましたが、電力変換などのパワーデバイスにはバンドギャップの大きい材料が必要です。その点、SiCはSiより大きく、高性能なため、新幹線やエアコン、電池自動車などに使われ始めています。

パワーデバイスの特性を向上させるには、SiCウェハの表面を原子レベルで平坦にする必要があります。そのため、まず機械研磨で表面を削り、さらに薬品を用いた化学機械研磨(CMP)で平坦にします。しかし、表面には加工ダメージ層が生じるため、最終的には加熱して表面を削る水素エッチングを行います。ところが、CMP後のSiCウェハ表面には約0.25nm(原子1個分のステップ(段差)が生じ、加熱するとステップが集まって約1~1.2nmの高さのステップを形成します。この現象を「ステップバンチング」といいます。このステップは加熱により高くなることはあっても、低くなることはないと考えられています。

そんな中、私どもはSiC表面を制御する過程で偶然にも、これまでの定説を覆してステップが低くなる現象を発見。これを「ステップアンバンチング現象」と名づけました。この現象はAr/4%H<sub>2</sub>中加熱(アルゴン96%、水素4%で加熱)の際に起こりました。具体的には、アルゴン96%、水素4%の条件下でまず1600℃を10分間加熱し、その後1400℃に下げて加熱を1時間ほど行くと、時間の経過とともにステップが徐々に低くなり、最後はほぼ平坦になりました。アルゴン100%でも、水素100%でも、ステップアンバンチング現象は起こらず、この条件下の時にだけに起こったのです。今回の「ステップアンバンチング現象」の発見は、半導体製造工程において、CMPを含むプロセスが不要となり、コストと時間を大幅に削減できる可能性があります。と期待されます。

■今後の展望をお聞かせください。

SiCと構造が似ている、次世代半導体デバイスとして有望なGaN(窒化ガリウム)でも「ステップアンバンチング現象」が起こる可能性があると考えており、これについても研究を進めていきたいと思っています。

メインのテーマであるグラフェンについても、エレクトロニクスのデバイスとしての性能を上げる研究を重ね、物性等を明らかにしていきたいと思っています。

真空機器技術コンサルティング 開発・製造・販売

**P**rofessional **V**acuum **R**esearch

代表 石田 哲夫

〒371-0032 群馬県前橋市若宮町4-26-2 TEL/FAX.027-226-5491  
http://www.pvr-ishida.com

研磨技術を日本・世界へ  
秋田を牽引するリーディングカンパニーを目指す

**SAITO**

株式会社 齊藤光学製作所  
https://saito-os.com/  
秋田県仙北郡美郷町本堂城回字若林118-3  
TEL.0187-85-3300(代) FAX.0187-85-3302

半導体分野  
光学分野  
電子分野

