

課題番号: GR069
助成額: 163百万円

走査型磁気共鳴顕微鏡を用いた単原子の元素同定法の開発

グリーン・イノベーション

理工系

平成 23 年 2 月 10 日
～平成 26 年 3 月 31 日

専門分野

走査型プローブ
顕微鏡

キーワード

薄膜・表面界面物性

杉本 宜昭

Yoshiaki Sugimoto

大阪大学大学院工学研究科 准教授

WEB ページ

<http://www.afm.eei.eng.osaka-u.ac.jp/>



研究背景

物質表面の単一原子の元素同定は、触媒反応場での化学反応による生成物の確認など、様々な分野と関連する重要な技術である。これまでに、分子振動励起や化学結合力測定に基づく元素同定法が提案されているが、分子を構成する任意の原子を元素同定する手法の開発が今も挑戦的な問題として残されている。

研究目的

走査型プローブ顕微鏡を用いて、表面の個々の原子の元素を同定する新しい技術を開発する。1 個の原子の元素を明らかにするという、原子の実在が認識されてから 100 年の夢が実現するブレークスルー技術になると期待できる。

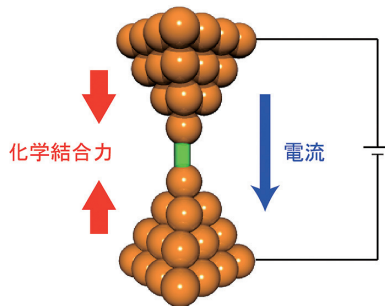
実績

代表論文: Phys. Rev. Lett., 111, 106803 1-5, (2013)
受賞: 大阪大学総長奨励賞、大阪大学 (2013 年 8 月)
The Heinrich Rohrer Medal (Rising Medal)、日本表面科学会 (2014 年 11 月)
新聞: 読売新聞朝刊「電流は結合力の 2 乗に比例」(2013 年 10 月 7 日)、日経産業新聞朝刊「原子間の力、電流と関連性」(2013 年 9 月 4 日)
一般雑誌: NEWTON 別冊「原子を見ることはできるのか?」(2012 年 12 月号)、NEWTON 別冊「原子も蜂の巣状に並ぶ」(2012 年 4 月号)
TV: NHK 番組「高校講座・化学基礎『原子』」(2013 年 3 月 5 日)

研究成果

二原子間に働く化学結合力の精密測定

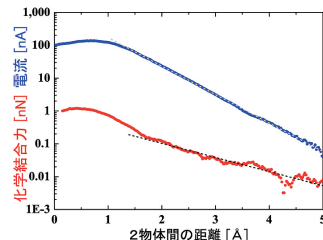
2 つの物体を近接させると、その間に化学結合力が働く。この力を精密に測定し、解析することで、表面の個々の原子の元素同定を行う新しい技術を開発した。



近接する 2 つの物体。電子雲が重なることによって、化学結合力が働き、また電流が流れる。

化学結合力の本質的な理解

シリコン原子の接合において、化学結合力と電流を精密に測定した。その結果、電流は、化学結合力の二乗に比例するという、単純な関係性があることがわかった。これは、量子力学で予測されていたにも関わらず、これまで検証されていなかった、世界で初めての実験結果である。この関係性は、エネルギーが等しい電子雲同士が重なり合った際に、量子力学から期待される関係であり、理論計算により、実験で用いた半導体では、確かにこの条件が成り立っていることを明らかにした。



化学結合力とトンネル電流。トンネル電流 (I) の傾きが、化学結合力 (F) の 2 倍であり、両者の間に $I = F^2$ の関係が成り立っていることを示している。

2030 年の 応用展開

我々が提案する元素同定法は、室温、さらには、大気・液中へと発展させることができる。将来的に、より簡便に元素を同定する機器の開発へとつながっていけば、様々な用途に

利用でき、社会が抱える多くの課題解決につながると思われる。