17a-A13-4

超音速希ガス原子線散乱による金属基板上単層 graphene の計測

Rare gas atom beam scattering from graphene monolayers on metal surfaces

筑波大数物 °七辺寛幸，金城厚，國原淳，山田洋一，佐々木正洋

Univ. of Tsukuba, H. Shichibe, A. kinjyo, A. Kunihara, Y. Yamada, and M. Sasaki

E-mail: s1220367@u.tsukuba.ac.jp

１．背景・実験手法

超音速希ガス原子線散乱は、数十～数百 meV 程度の低エネルギーの中性の原子ビームを利用した、最表面の非破壊計測法である。希ガス原子のエネルギーは表面の振動エネルギーと同程度であり、その散乱過程は表面の振動状態を敏感に反映する。本研究では、この特徴を利用し、希ガス原子線散乱による金属基板上のgraphene の計測を行った。金属基板上のgrapheneの系では、graphene-基板間の相互作用が重要となる。さらに金属基板上のgrapheneでは、多くの場合は格子不整合があり、この相互作用はモアレ様の面内分布を有することが知られている。本研究では、Pt(111)及びRu(111)基板上に作製した単層graphene(以下gr/Pt,gr/Ruとする)とHOPGからのHe 及びAr 原子線散乱を計測することで、graphene-基板間相互作用とその面内分布に関する情報の取得を目指した。

２．実験

ノズルビーム法によりHe 及びAr 原子線（それぞれ入射エネルギーは63 meV 及び340 meV）を作製した。Pt(111)及びRu(0001)基板上の単層graphene は、各試料をエチレン雰囲気に暴露した後、約900℃でアニールすることにより作製した。

３．計測結果・考察

Fig.1に示すHe原子線の回折強度の表面温度依存性(Debye-Waller減衰)から、各graphene試料の振動特性(表面Debye温度)を比較した。gr/PtとHOPGは表面温度の上昇とともに回折強度は急激に減少するのに対し、gr/Ru のDebye-Waller減衰は小さいことが分かる。これにより、graphene-Pt間の結合はHOPGの層間結合と同程度であることや、graphene-Ru間の結合は強く、HOPGやgr/Ptに比べて二倍程度の表面デバイ温度を示すことが分かった。

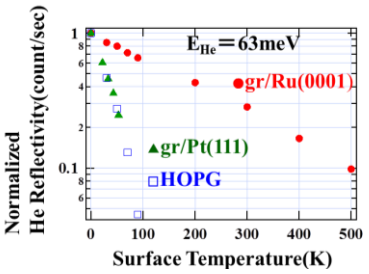

Fig.1 Surface temperature dependence of specular intensity of He beam.

Fig.2に各試料からのAr原子線散乱の角度分布を示す。gr/PtとHOPGでのAr散乱スペクトルは同様であり、鏡面反射位置付近(45°)から離れた位置にブロードな散乱ピークを持つが、gr/Ru では鏡面反射位置付近にシャープなピークを持つ。これは、graphene-基板間相互作用の弱いgr/Pt及びHOPGでは入射Ar 原子線のエネルギー損失が大きく、非弾性性の強い散乱となるのに対して、層間相互作用の強いgr/Ru では散乱過程はより弾性的になったものと考えられる。さらに、gr/RuからのAr散乱スペクトルは、低散乱角度と高散乱角度にピークをもつことが分かる。これらはそれぞれ、Ru上のgrapheneのモアレパターンの凹部および凸部(図中A,B)からの散乱成分であると考えることが出来る。高散乱角成分のピーク位置と幅はHOPG及びgr/Ptからの散乱ピーク位置と同様であることから、モアレの凸部におけるgraphene-Ru間相互作用がHOPGの層間相互用程度であることを示唆する。理論計算において、モアレの凸部では層間距離はHOPGと同程度の3.78Åであることが知られているが、今回の結果はこれと整合すると考えられる。

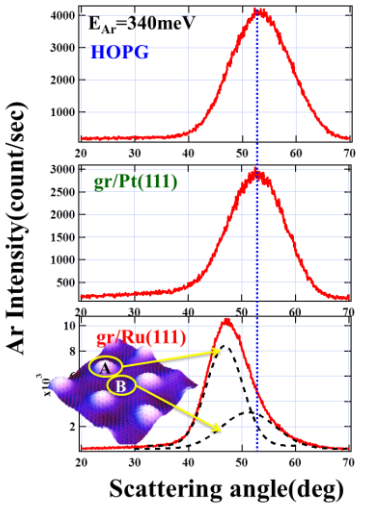

Fig.2 Angular distribution of Ar atom beam scattering

© 2013 年　応用物理学会