

※課題番号 : F-12-NM-0041
※支援課題名 (日本語) : 原子間力顕微鏡を用いたグラフェン上金属薄膜形態の観察
※Program Title (in English) : Observation of the surface morphology of thin metal film on graphene using atomic force microscope
※利用者名 (日本語) : 平林 元樹
※Username (in English) : Motoki Hirabayashi
※所属名 (日本語) : 東京理科大学
※Affiliation (in English) : Tokyo University of Science

※概要 (Summary) :

我々の先行研究によりグラフェンと Ti / Al 電極の接触抵抗は Ti の蒸着レートが速い程低下することが分かっているが、その要因は明らかでない。この要因を解明するために、グラフェン上に Ti 薄膜を $0.3\text{\AA}/\text{s}$ と $5.0\text{\AA}/\text{s}$ の蒸着レートで蒸着し、それら表面形態を原子間力顕微鏡により観察した。その結果、蒸着レートが速い方がグラフェン上の Ti 表面が一様で、滑らかであることが分かった。この表面形態がグラフェン-金属間の接触抵抗低減の一因となっているものと考えられる。

※実験 (Experimental) :

[利用した主な装置]

- ・電子ビーム描画装置
- ・原子間力顕微鏡
- ・超高真空電子銃型蒸着装置

[実験方法]

キシュグラファイトをスコッチテープにより劈開し、 SiO_2/Si 基板に転写した。基板上に付着したのりをアセトン→IPA によって洗浄した。ZEP520A レジストを基板上に塗布し、電子ビーム描画装置により Ti 蒸着パターンを描画した。描画後、キシレン → IPA を用いて現像を行い、グラフェン上に Ti を蒸着した。蒸着レート変化に伴う接触抵抗変化の要因を探るため、 $0.3\text{\AA}/\text{s}$ と $5.0\text{\AA}/\text{s}$ の蒸着レートで二種類の試料を作製した。その後原子間力顕微鏡を用いてそれらの表面形態を観察した。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

原子間力顕微鏡によって得た試料像を図 1 に示す。図 1(a)と(b)は、それぞれ蒸着レート $0.3\text{\AA}/\text{s}$ と $5.0\text{\AA}/\text{s}$

で蒸着された試料に対応している。青枠で囲んだ範囲内がグラフェン上に Ti が蒸着されている部分である。低蒸着レート(a)ではまばらなアイランドが形成されているが、高蒸着レート(b)ではそれがなく、平坦で滑らかな Ti 薄膜が形成されることが明らかになった。

超伝導デバイスを作製する際は、Ti 上に超伝導金属 Al を蒸着し、グラフェン/Ti/Al から成る三層構造を形成する。そのため Ti 表面が滑らかであれば Al と Ti の実効的な接触面積が増加し、グラフェン-Al 電極間における接触抵抗低減されるものと考えられる。

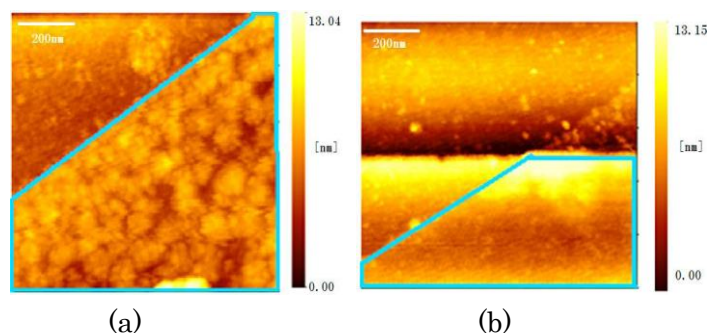


図 1 原子間力顕微鏡によって得たグラフェン上の Ti 薄膜の表面形態。(a)蒸着レート $0.3\text{\AA}/\text{s}$ 、(b) 蒸着レート $5.0\text{\AA}/\text{s}$

※その他・特記事項 (Others) :

グラフェン上に良好な金属薄膜を形成する条件を明らかにし、それに伴うグラフェン-金属電極間の接触抵抗低減機構を明らかにした。今後はこの手法を、様々なグラフェン/超伝導金属接合デバイス開発に応用していく。

共同研究者等 (Coauthor) :

高柳英明 (東京理科大学)
津村公平 (東京理科大学)
大杉正樹 (東京理科大学)