

キャリア密度変調を用いたグラフェンプラズモンの反射 Plasmon reflection in graphene induced by carrier density modulation

NTT 物性基礎研 ○高村 真琴, 熊田 倫雄, Shengnan Wang, 熊倉 一英

NTT Basic Res. Labs., ○M. Takamura, N. Kumada, S. Wang, K. Kumakura

E-mail: takamura.makoto@lab.ntt.co.jp

キャリア密度の変調によるプラズモン特性の制御が可能であることから[1]、グラフェンはプラズモニクスに有用な材料としても注目されている。我々はこれまでに、基板表面をアミノシランの自己組織化単分子膜 (SAM 膜) で修飾することでグラフェンのキャリア密度を変調し、これによりプラズモン波長が変調されることを報告した[2]。本報告では、SAM 膜を部分的に形成することでキャリア密度を空間的に変調し、その界面でプラズモンの反射が観測されたことを議論する。

試料は、SAM 膜を SiO₂ 基板表面にパターンニング形成し、その上に CVD 法で成膜したグラフェンを転写することで得た (Fig. 1)。van der Pauw 法で測定したキャリアタイプ及び密度は、SAM 膜上で $n \sim 1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ 、SiO₂ 上で $p \sim 1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ である。本試料のプラズモン特性は散乱型近接場光学顕微鏡 (s-SNOM) を用いて評価した。s-SNOM では、金属コートされた AFM 針に赤外光を照射し、針先端に形成された近接場光によりプラズモンを励起するため、形状像の取得とプラズモンの観測を同時に行うことができる。形状像 [Fig. 2(a)] では、SAM 膜の厚みによる高低差によって、キャリア密度が異なる領域が明確に区別される。また、転写の際に生じたしわが複数観察される。対応する近接場光像 [Fig. 2(b)] では、グラフェンのしわの位置でプラズモン反射に由来する対の縞模様が観察された[2, 3]。同様に、キャリア密度が異なる領域の界面においても対の縞模様が観測されており [Fig. 2(b)の矢印]、プラズモンの反射が起きていることを示している。この反射は、プラズモンの波長が空間的に変調されたことによるものである。本成果は、グラフェンを用いることによりプラズモンの反射率をゲートにより制御可能であることを示しており、プラズモニクスの応用に向けて重要なものである。

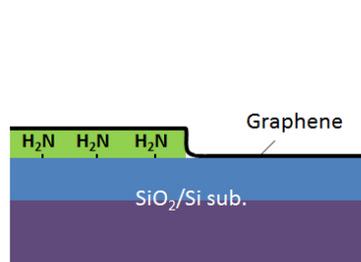


Fig. 1 A schematic of a sample. Graphene is transferred on SiO₂ partly covered with SAM films.

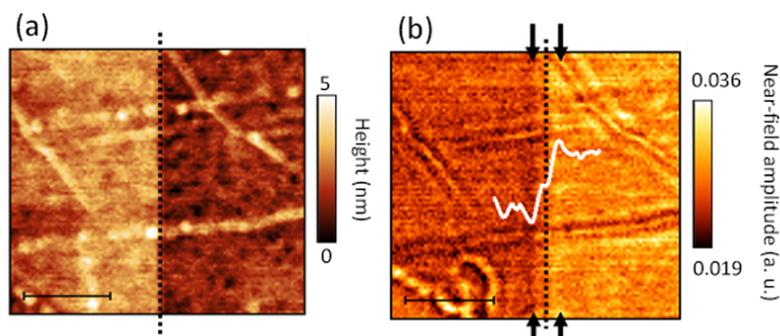


Fig. 2 (a) Topography and (b) near-field amplitude images of graphene at infrared wavelengths of 10.7 μm . The white line indicates a line profile. Scale bars are 500 nm.

[1]N. Kumada et al., Nat. Commun. **4** 1363 (2013). [2]高村ら, 2016 年秋季応物, 15a-A33-2. [3]Z. Fei et al., Nat. Nanotechnol. **8** 821 (2013).