

銅ワイヤへのグラフェン被覆 コーティング技術の開発

SATテクノロジー・ショーケース2024

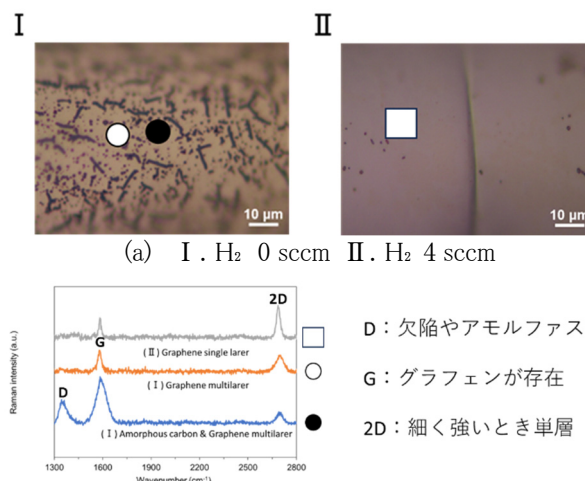
■ はじめに

グラフェンは、導電性、光透過性、機械的強度、熱伝導性に関して優れた特性を持つことから、各種の電子デバイスへの応用に期待されている。近年では、高い化学安定性を利用した鉄鋼材料等への腐食抑制コーティング材料としても注目されている¹⁾。一般的に過去のこれらの研究は、板形状の材料表面に化学気相成長法(CVD)を用いてグラフェン成長を行っている¹⁻²⁾。一方で、電気配線や鉄鋼材料への応用のためには、例えばワイヤのような形状にも安定的に成膜できることが必要となる。本研究では、熱CVDより、ワイヤ形状の銅線へのグラフェン被覆を研究し、膜成長時の水素導入量が、膜の品質に対してどのような影響を与えるかを考察した。

■ 活動内容

熱CVD法より、試料である銅線へグラフェン成膜を行った。銅線上でのグラフェン成長のために、高純度な銅線(99.9% 純度、0.25 mm φ)を用いた。成膜時のCVD装置管内は1075℃、成膜時は試料をクリーンな状態で保ち、高品質なグラフェンの成長を促す為、アルゴン水素混合ガス(Ar : H₂ = 96 : 4) 100 sccmとアルゴンメタン混合ガス(Ar : CH₄ = 98 : 2) 100 sccmの供給を同時に行った。120分間成膜した後、成膜途中である余分な炭素、付着物の除去を目的として同量のアルゴン水素ガスを供給させながら冷却処理を行った。試料上のグラフェン膜は、ラマン分光装置により評価した。

図1にCVD成膜時に供給する水素量を変えた時の(a)光学写真、(b)典型的なラマンスペクトルを示す。水素 0 sccmのⅠの場合、銅線上に成長した膜のスペクトルにアモルファスカarbon(●)の傾向が見られたことから、炭素の供給が活発に行われたと推測する。その為、平均的に多層グラフェン(○)が見られたと考えられる。水素 4 sccmのⅡの場合、表面のほぼ全面に単層グラフェン(□)が見られた。成膜時の水素の量を調整することで銅線上に単層グラフェンと多層グラフェンの作製ができることを確認した。また、図2のⅡ(□)の表面のラマンマッピングから、高い被覆率で単層グラフェンが得られたことがわかる。特に、2D/G強度分布図(右下図)では、一部にピンホールが観察されるものの、ほぼ全面に単層で成膜が出来ていることが確認できる。さらなる成膜改善により、銅線の酸化抑制が期待できると考える。



(b) Ⅰ、Ⅱの典型的なラマンスペクトル

図1 Ⅰ. H₂ 0 sccmとⅡ. H₂ 4 sccmの (a)光学顕微鏡による光学写真 (b)典型的なラマンスペクトル Ⅰ、Ⅱ

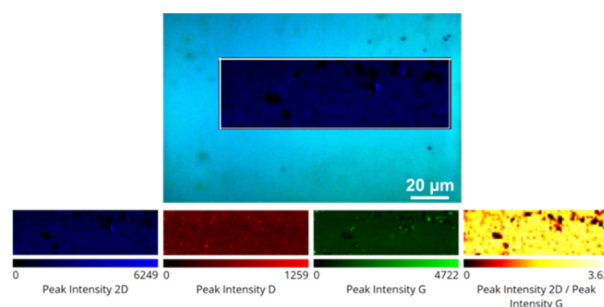


図2 ラマンスペクトルマッピング Ⅱ. H₂ 4 sccm

■ 今後の展開

インフラを支える高効率エネルギー運搬が可能な電気銅線の実現に向け、金属ワイヤ上への、さらなるグラフェンコーティング技術の開発と共に、グラフェン特性評価測定技術の開発を行う予定である。

■ 参考文献

- [1] K. Hiratochi, *et al.*, : SAT Technology Showcase, P-24, (2022)
- [2] H. Ago, *et al.*, : J. Phys. Chem. Lett, **3**, 2228–2236, (2012)

代表発表者 児山 愛(こやま あい)
所 属 千葉工業大学大学院 工学研究科/
産業技術総合研究所 ナノ材料研究部門
問合せ先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
TEL : 047-478-0507
Mail : koyama.ai76@gmail.com

■キーワード: (1) グラフェン
(2) Cu ワイヤ
(3) 化学気相成長法
■共同研究者: 菅 洋志(千葉工業大学)
岡田 光博(産業技術総合研究所)
清水 哲夫(産業技術総合研究所)
久保 利隆(産業技術総合研究所)