

ナノホール構造を持つ Ag/マイカ基板の表面増強ラマン散乱

Surface-enhanced Raman scattering on Ag/mica substrates with a nanohole structure

東北工大¹, 東北大通研²

○衡彦君¹, 齊藤紫音¹, 平井龍太郎¹, 吹留博一², 佐藤昭², 尾辻泰一², 内野俊¹

Tohoku Inst. Tech.¹, Tohoku Univ. RIEC²,

○Y. Heng, S. Saito, R. Hirai, H. Fukidome, A. Satou, T. Otsuji, T. Uchino

【はじめに】表面増強ラマン分光法 (SERS) は、単一の分子をラベルフリーで検出することができるため、近年注目されている高感度分析技術である。SERS 基板には一般的に、金や銀のナノ粒子が使用されているが、近年、グラフェンや h-BN などの二次元材料が新しいプラットフォームとして検討されている [1]。二次元材料は安価で、持続可能なクリーンエネルギーを実現する次世代電子デバイス材料として注目されている。特にグラフェンはシリコンの約 100 倍の高移動度を示すほか、柔軟性や耐久性に優れていることからグリーンエレクトロニクス材料として期待されている。この二次元材料で通常のラマン分光法よりも 10^6 以上高い感度を示す表面増強ラマン散乱が観測された。しかし、原子 1 個分の厚さしかない二次元材料の特異な表面増強ラマン散乱効果はまだ十分な理解が得られていない。本研究では SERS 基板の高性能化を目的として、二次元材料と SERS 基板を集積化するために、基板の裏面に単層グラフェンを転写した構造における表面増強ラマン散乱について調べたので、その結果について報告する。

【実験方法】銀薄膜は高真空スパッタを用い、劈開した天然マイカ上に堆積温度 300 °C で形成した。作製した SERS 基板は、ラマン分光装置 (Renishaw, レーザー出力 100 mW, 波長 532 nm) を用いて評価した。被験物質として、 10^{-6} M のローダミン 6G (R6G) 水溶液を用いた。次に、銀薄膜基板裏面のマイカ上に CVD 法で成長させた市販の単層グラフェンを、PMMA を用いて転写し [2]、同様の測定を行った。

【結果と考察】図 1 に膜厚 70 nm の銀薄膜の SEM 像を示す。直径 200 nm 前後のナノホール構造が観察された。XRD と TEM 解析の結果から、銀薄膜は単結晶に近い構造を持つことがわかった。図 2 に R6G で修飾したナノホール構造を持つ SERS 基板をマイカ側から測定したラマンスペクトルを示す。マイカ基板の膜厚が薄くなるに従って、R6G のピークが大きくなることがわかった。また、マイカ基板の膜厚が 20 μm の時、700 cm^{-1} 付近にマイカのピークが観測された。分光エリプソメトリで測定した誘電関数から求めた伝搬長が 40 μm であることを考慮すると、R6G のピークがマイカ基板の膜厚 40 μm まではっきり観測されている実験結果と一致する。当日は、マイカ基板上に単層グラフェンを転写した試料の実験結果についても報告する。

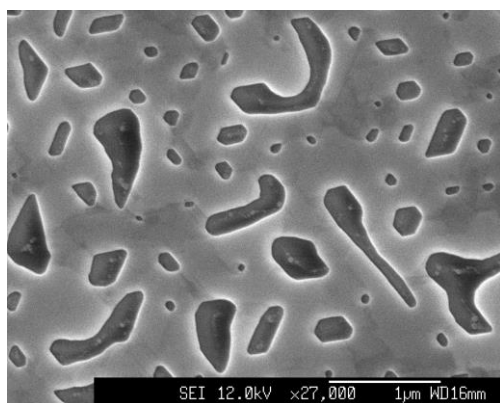


Fig. 1 An SEM image of Ag thin film with a thickness of 70 nm deposited on mica at 300 °C.

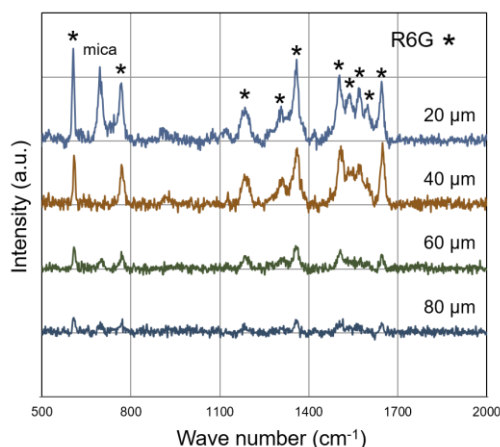


Fig. 2 Raman spectra of R6G (10^{-6} M) measured through the different thicknesses of mica substrates.

【参考文献】

- [1] M. Xia, *Int. J. Spectroscopy*, **2018**, 4861472 (2018). [2] X. Li, *et al*, *Nano Lett*, **9**, 4359-4363 (2009).