

赤外吸収増大現象における金属ナノ粒子薄膜の粒径と粒子占有率の寄与

Contribution of particle diameter and fraction of metal nanoparticle thin film in infrared absorption enhancement phenomenon

弘前大院理工, [○]中嶋 洋, 久慈 知明, 鈴木 裕史

Grad. Sch. Of Sci. & Technol., Hirosaki Univ.

[○]Hiroshi Nakashima, Tomoaki Kuji, Yushi Suzuki

E-mail: uc@cc.hirosaki-u.ac.jp

[緒言] 金属ナノ粒子は、その特異な光学的性質のために近年注目され、幅広く利用されている。一例として、赤外分光法の測定感度上昇のために金属ナノ粒子薄膜を使用する表面増大赤外吸収 (SEIRA) がある。この SEIRA 現象により、金属ナノ粒子薄膜上に吸着した分子の赤外吸収強度が飛躍的に増大されるので、超高感度分析用センサーやバイオセンサーなどに応用が期待されている。SEIRA 現象を応用した効率的なセンサーを作成するためには SEIRA 現象の発生機構の解明が必須である。今までのところ、金属ナノ粒子薄膜の形態変化が SEIRA による赤外吸収増大率に影響することがわかっており、特に、サイズの小さい金属ナノ粒子が高密度に存在するほど吸収増大率が大きくなるという結果が得られている。また、吸収増大率の最大値がパーコレーション閾値付近で観測されるという結果が多くの研究で得られている。これらの結果は、我々の過去の研究^[1] により裏付けられているが、それ以外の詳しいことはわかっていない。本研究では、SEIRA 現象において金属ナノ粒子薄膜の粒径と粒子占有率が SEIRA 増大とどの様に関係するかを調べるために、2 種類の作成方法を用いて膜形態の異なる金属ナノ粒子薄膜を作成し、それらのパラメータと赤外吸収強度の関係を調べた。

[実験方法] 金属材料には SEIRA 増大効果に優れた金を、基板材料にはフッ化バリウムを用いた。金薄膜の作成は、(1)通常の堆積法、(2)金属薄膜の堆積時に基板を加熱した状態で堆積を行う加熱堆積法を用いて超高真空中で行った。作成した金薄膜上にスピノコートでポリアクリル酸(PAA)薄膜を作成した。金薄膜上にコートされた PAA の赤外吸収強度を評価した。金ナノ粒子薄膜の形態を走査型電子顕微鏡を用いて評価した。

[測定結果] 通常堆積法で作成した金属ナノ粒子薄膜は、粒径が増加すると吸収増大率が増加し、ある点で最大値となりその後減少に転じた。粒子の占有率が増加するとパーコレーション閾値付近で吸収増大率が最大値となりその後速やかに減少した。一方、加熱堆積法で作成した金属ナノ粒子薄膜は、粒径が増加するほど吸収増大率が増加した。また、粒子の占有率が増加するほど吸収増大率が増加し、パーコレーション閾値を越えても増加した。過去の研究から、粒径が小さいほど吸収増大率が増加するといわれていたが、加熱堆積法で作成された金属ナノ粒子薄膜では粒径が大きいほど吸収増大率が増加した。この結果から、赤外吸収増大において粒子占有率の寄与のほうが粒径の寄与よりも大きいという可能性が示唆された。また、以前はパーコレーション閾値付近で吸収増大率の最大値が観測されると言われてきたが、必ずしもそうはならないということが分かった。

[1]: Y. Suzuki et al., Appl. Phys. A 78 (2004) 335.

