

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		精密に構造制御された金属ナノ構造体による高感度分子検出素子の開発			
研究テーマ (欧文) AZ		Development of Molecular Sensing Device Using Metal Nanoframe Structure			
研究氏 代表 者	カナ CC	姓) オカザキ	名) ケンイチ	研究期間 B	2007~2008年
	漢字 CB	岡崎	健一	報告年度 YR	2009年
	ローマ字 CZ	Okazaki	Ken-ichi	研究機関名	名古屋大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		岡崎 健一・名古屋大学大学院工学研究科結晶材料工学専攻・助教			
<p>概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)</p> <p>ナノサイズの金属構造体は、粒子中の電子と光が相互作用することにより、局在表面プラズモン共鳴吸収を示し、入射光電場よりもはるかに強い光電場が粒子表面に誘起される。現在、この現象を利用する生体分子センサーなどが活発に研究されている。粒子表面に形成される光電場は、金属ナノ構造体の尖鋭な頂点部分や複数の構造体間のギャップにおいて、さらに数桁増強されることが知られている。本研究では、立方体銀(Ag)ナノキューブをテンプレートとして、その頂点・稜部分に位置選択的に金(Au)を電気化学析出することにより、新規な立方体形状Au-Ag複合体およびAuナノフレーム構造体(中空立方体)の作製と構造制御を行った。さらにこれらを用いた表面増強ラマン散乱による少数分子の高感度検出を試みた。</p> <p>テンプレートとして用いたAgナノキューブはポリオール法により作製した。作製した平均粒径350nmのAgナノキューブの表面をオクタチオール自己組織化単分子膜(SAM膜)で修飾した後、これをグラファイト電極上に担持し電気化学的にAuを析出した(析出電気量:10mC)。Auの析出は、SAM膜の欠陥が存在する立方体の頂点・稜部分に限定され、新規Au-Ag複合ナノ構造体を作製することに世界で初めて成功した。さらに得られた複合ナノ構造体からAgナノキューブのみを化学的に酸化溶解することにより、約420nmの長さ80nmの太さを有するAuナノフレームを作製することに成功した。さらに、Au析出電気量を1.25mCから50mCの間で変化することにより、個々のフレームの太さを30nmから120nmの範囲で自在に制御することに成功した。さらに作製したAu-Ag複合体、Auナノフレームを用いて、4,4'-ビピリジン(bpy)のラマンスペクトルを測定したところ、低濃度・短時間の測定でbpy分子の検出が可能であることが確認された。Au-Ag複合体では、Agキューブの(100)表面を修飾しているチオール分子はほとんど検出されず、bpyのシグナルのみが得られたことから、SAM膜の欠陥であり、かつ光電場の増強される頂点・稜部分に析出したAuフレーム上に吸着したbpy分子のみが、高感度で検出された可能性が示唆された。</p>					
キーワード FA	金属ナノ構造体	自己組織化単分子膜	プラズモン	表面増強ラマン散乱	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	Electrochemical Deposition of Gold Frame Structure on Silver Nanocubes							
	著者名 ^{GA}	K. Okazaki, J. Yasui, T. Torimoto	雑誌名 ^{GC}	Chem. Commun.					
	ページ ^{GF}	2917~2919	発行年 ^{GE}	2	0	0	9	巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}	金属中空ナノ粒子の構造制御							
	著者名 ^{GA}	岡崎 健一	雑誌名 ^{GC}	光化学					
	ページ ^{GF}	218~219	発行年 ^{GE}	2	0	0	8	巻号 ^{GD}	39
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要^{EZ}

Metal nanostructures have attracted much attention because they exhibit unique structure-dependent optical properties. The position and shape of the localized surface plasmon resonance (SPR) peak depend on the kind of materials and their morphology of the nanostructures. In particular, an electric field is significantly enhanced at sharp edges of nanostructures by the localized SPR. Therefore, the control of metal nanostructures is important for the widespread applications such as a bio-sensor. In this study, we demonstrate a preparation of nanostructured gold (Au) frame by an electrochemical deposition of gold onto the edges of silver (Ag) nanocubes as a template.

Ag nanocubes with the sharp edges (ca. 350 nm in length) were prepared by reducing AgNO₃ with ethylene glycol in a typical polyol synthesis. The surface of nanocube was modified with the self-assembled monolayer (SAM) of 1-octanethiol. The electrochemical deposition of Au onto thus-obtained Ag cubes was performed by the reduction of KAu(CN)₂. Though no deposition could be seen on the facets of Ag cubes, Au was selectively deposited at the edges of nanocube where the defects of SAM were made. The chemical etching of Ag with a H₂SO₄-H₂O₂ mixture resulted in the formation of the Au nanoframe having a cubic structure. Au nanoframes prepared with a deposition charge of 10 mC, had an average edge length of ca. 420 nm, being comparable to that of Ag nanocubes used as a template, and that the average width of these frames was ca. 80 nm. It should be noted that the present electrochemical strategies enable control of the width of frames depending on the deposition charge. The increase in the deposition charge from 10 to 50 mC enlarged the width of the Au frame from 80 to 120 nm.

Furthermore, thus-prepared Au framed Ag nanocubes and Au-nanoframes were used as the substrate for the surface enhancement Raman scattering of 4,4'-bipyridine (bpy). We successfully detected the bpy molecule at a low concentration for a short time by using them. This result suggests that thus-prepared metal nanostructure would have potential as a useful substrate for single-molecular detection by the surface enhancement Raman scattering.