

国際科学技術基盤整備事業（日本－台湾研究交流）

1. 研究課題名：「ナノ粒子基盤プラズモニクス素子」
2. 研究期間：平成21年 1月～平成24年3月
3. 支援額： 総額 15,000,000 円
4. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	杉村博之	京都大学	教授
研究者	邑瀬邦明	京都大学	准教授
研究者	一井崇	京都大学	助教
研究者	梁正賢	京都大学	
研究者	江上真人	京都大学	
研究者	桑田真成	京都大学	
参加研究者 のべ 11 名			

台湾側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	果尚志	國立清華大學	教授
研究者	林孟賢	國立清華大學	
研究者	楊佩琪	國立清華大學	
研究者	何介倫	國立清華大學	
研究者	呂宥蓉	國立清華大學	
研究者	楊右丞	國立清華大學	
参加研究者 のべ 8 名			

5. 研究・交流の目的

金属・半導体のナノ粒子・ナノ細線およびその集積体は、共鳴プラズモン効果によって、光のエネルギーを閉じ込める機能ユニットとして動作し、ナノフォトニクス素子への応用が期待されている。本共同研究では、ナノスケールの微小粒子を意図的にかつ自在なパターン形状に沿って固体基板上に配置するナノ加工技術を開発し、ナノ粒子集積体を実際に作り出しその光学物性を評価することも目的とする。ナノ粒子間の近接場カップリングと局在プラズモンを自由に操作することで、サブ波長サイズの光集積回路や超高感度センサーなどへ応用可能なナノ粒子基盤プラズモニクス素子に関する研究基盤の確立をめざした。

6. 研究・交流の成果

6-1 研究の成果

金ナノ粒子を意図的なデザインに基づいて固体基板上に配置し、孤立粒子配列、対粒子構造、規則配列構造を自在に作り出すための微細加工・微細組立技術を開発し、組み立てた構造体の基礎的な光学特性を明らかにした。

まずはじめに、自己組織化に基づくアプローチにより、金ナノ粒子をビルディングブロックとし、金ナノ粒子の1次元、2次元、3次元-集積体を構築した。金ナノ粒子の表面化学状態を有機分子単分子膜被覆によって制御し、金ナノ粒子間の相互作用状態を適切に操作した。次に、単分子膜リソグラフィに基づく金ナノ粒子配列化を検討し、規則的ではあるが非繰返し構造には適さない等の自己組織化の有する本質的な弱点を回避する、より正確で自由自在な配置を実現した。真空紫外光による微細加工では、200 nm から μm レベル

の微細加工を、走査プローブリソグラフィでは 200nm から 10nm レベルの微細領域への金ナノ粒子の選択配置を達成した。

本研究によって、高精度に配置されたナノ粒子配列構造を、高い設計自由度の基で構築することが可能になった。このようなナノ粒子配列構造は、ナノ粒子間の近接場カップリングと局在表面プラズモンを自在に操り、プラズモン局在場における特異な非線形光学現象を材料機能・デバイス機能として有効に引き出すことができる。光局在場の工学的応用研究への寄与が期待される。

6-2 人的交流の成果

本共同研究では、若手研究者が、台湾での合同実験に主動的役割を果たしており、研究代表者間の交流にとどまらない、立体的な交流を行った。

さらには、シンポジウム、ワークショップ等の開催を通じて、学生・若手研究者レベルの交流を積極的に図った。その主たる成果は、1) 両チームの研究代表者が中心となり、台湾・花蓮市において開催した日本および台湾のプラズモニクス、ナノデバイスの研究者を集めたシンポジウム、2) 本日本-台湾交流事業に参画している二つの京都大学-清華大学のチームによる、日台の若手教員・学生を集めた京都でのワークショップである。実際に、チーム内部の研究交流にとどまらず、より広い人的交流の継続に繋がっている。

7. 主な論文発表・特許等（5件以内）

相手側との共著論文については、その旨を備考欄にご記載ください。

論文 or 特許	・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、 出願番号、出願人、発明者等	備考
論文	Hiroyuki Sugimura, Sin-ichiro Nanjo, Hikaru Sano and Kuniaki Murase, Gold nanoparticle arrays fabricated on a silicon substrate covered with a covalently bonded alkyl monolayer by electroless plating combined with scanning probe anodization lithography, J. Phys. Chem. C. Vol.113 No.27 (2009) 11643-11646.	
論文	Hiroyuki Sugimura, Masao Kanda, Takashi Ichii and Kuniaki Murase, Self-Aligned Nucleation of Gold onto Templates with a Nano-scale Precision Fabricated by Scanning Probe Lithography, Journal of Photochemistry & Photobiology, A: Chemistry, Vol.221 (2011) 209-213.	
論文	Hiroyuki Sugimura, Takahiro Moriguchi, Masao Kanda, Yutaka Sonobayashi, Hirohito M. Nishimura, Takashi Ichii, Kuniaki Murase, Shingo Kazama, Molecular packing density of self-assembled monolayer formed from N-(2-aminoethyl)-3-aminopropyltriethoxysilane by a vapor phase process, Chemical Communication Vol.47(31) (2011) 8841-8843.	
論文	Jeonghyeon Yang, Takashi Ichii, Kuniaki Murase, and Hiroyuki Sugimura, Circular Arrays of Gold Nanoparticles of a Single Particle Line Thickness Formed on Indium Tin Oxide, Applied Physics Express 5 (2012) 025202 1-3.	
論文	Jeonghyeon Yang, Takashi Ichii, Kuniaki Murase, Hiroyuki Sugimura, Toshiaki Kondo, and Hideki Masuda, Nanotemplate Prepared by means of Vacuum Ultra-Violet Patterning of Alkylsilane Self-Assembled Monolayer on ITO Using a Porous Alumina Mask: Application to the Fabrication of Gold Nanoparticle Arrays, Chemistry Letters 41 (2012) 392-393.	