

課題番号 : F-15-KT-0005
利用形態 : 技術補助
利用課題名(日本語) : 低蒸気圧有機溶媒を利用した新規マテリアル創生に関する研究
Program Title (English) : New material development by organic liquid with low vapor pressure
利用者名(日本語) : 藤田 朗人, 竹内 光明, 高岡 義寛
Username (English) : A. Fujita, M. Takeuchi, G. Takaoka
所属名(日本語) : 京都大学 大学院工学研究科附属光電子理工学教育研究センター
Affiliation (English) : Photonics and Electronics Science and Engineering Center, Kyoto university

1. 概要(Summary)

ナノ粒子を合成し集積・配列しようとする研究は、従来より様々な観点から行われてきた。ナノ粒子は人工原子とみなされ、量子ドットを接合した系では人工分子として機能することが実験的に明らかとなっている。量子ドットを用いることにより、超消費電力で動作が可能な単電子トランジスタ[1, 2]や、超高感度なテラヘルツ波検出器、電荷量子ビットへの応用が期待されている。さらに超格子構造を基礎とした強磁性[3] や超伝導[4]といった創発現象も理論的に予測されており、こうした新規マテリアルの応用も視野に入ってきてつつある。最近では、金チオール結合による高い自己組織化により、金ナノ粒子を擬似原子とした3次元結晶や準結晶の作製まで行われてきたが、単電子トランジスタへの応用においては硫黄原子における電子の局在によって電気伝導性が低下することが知られているため、異なったアプローチが必要である[5]。また、金ナノ粒子において強磁性スピン偏極の発現なども報告されており[6]、配位子によってその物性は大きく左右される。そんな中、T.Torimotoらによって、イオン液体へ金をスパッタ蒸着することでナノ粒子を合成できることが報告された[7]。イオン液体は近年盛んに研究されている新規溶媒材料であり、真空中でも蒸発せず、高い電気伝導性・不燃性をしめす室温溶融塩である。イオン液体を用いた手法ではチオールなどによる表面修飾が不要なく配位子フリーな状態であり、イオン液体そのものがナノ粒子の凝集を抑制していると考えられており、量子ドット応用の金属ナノ粒子合成法として最も有望な手法の一つと考えられる。しかしながらスパッタ蒸着法では、プラズマ等の条件が複雑に影響しあうためナノ粒子形成メカニズムの解明が

困難であり、イオン衝撃によりイオン液体が分解・揮発するため真空容器の汚染とプラズマの不安定化を引き起こすという問題がある。これらの問題を解決する手法として我々は真空蒸着法を提案している。

2. 実験(Experimental)

【利用した装置】

ゼータ電位・粒径測定システム。

【実験方法】

真空蒸着法は、①気相-固相の単純なプロセスであるためナノ粒子形成メカニズムの検証に適しており、②イオン衝撃が存在しないためにイオン液体が分解・揮発する問題がないという利点がある。このためイオン液体を回収・再利用しつつ連続的なナノ粒子の合成が期待できる。更にイオン液体を用いた真空蒸着による金属ナノ粒子合成の系統的研究の報告は少なく、ナノ粒子形成メカニズムは明らかとなっていない。したがって本研究では、イオン液体へ金属をスパッタ蒸着し、サイズ制御されたナノ粒子の合成を試みた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

ナノ粒子の粒径・表面電位の評価を開始したが、解析に耐えるデータが少なく、今後さらに測定の改良を進める。

4. その他・特記事項(Others)

【参考文献】

- [1] D. V. Averin and K. K. Likharev, J. Low. Temp. Phys. 62 (1986) 345.
- [2] T. A. Fulton and G. J. Dolan, Phys. Rev. Lett. 59 (1986) 109.
- [3] H. Tamura, et al.: Phys. Rev. B 65 (2002) 085324.
- [4] T. Kimura, et al.: Phys. Rev. B 66 (2002) 132508.
- [5] Changwoong Chu, Jeong-Seok Na, and Gregory

N. Parsons, J. AM. CHEM. SOC. 129
(2007) 2287.

[6] Y. Yamamoto, et al.: Phys. Rev. Lett. 93 (2004)
116801.

[7] T. Torimoto, et al.: Appl. Phys. Lett. 89 (2006)
243117.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし.

6. 関連特許(Patent)

なし.