

光電場増強効果を利用し、超高密度光記録に応用

3次元銀ナノ粒子集合体を光ディスク上に均一成膜

貴金属ナノ粒子やナノワイヤーは、化学反応を促進する触媒、単一電子を利用する次世代電子デバイス、あるいはナノ粒子表面に発生する「局在プラズモン光」と呼ばれる電場増強を利用した光デバイスへの応用が期待されている。これらのナノ粒子やナノワイヤーの合成法としては、化学的には金属錯体を水溶液中で水素還元するか、または物理的には真空成膜初期の島状構造を利用するのが一般的であった。しかし従来の合成法には、水溶液中で水素還元後に目的とする材料表面にナノ粒子をコーティングする場合、部分的に凝集し均一に形成されない、また真空蒸着法では島状構造を2次的に形成できても3次的に積層できない等の問題があり、金属ナノ粒子あるいはナノワイヤーを短時間でしかも広面積に形成することは非常に困難であった。今回、当研究ラボではこれらの問題を解決する新技術を開発した。

この方法では、銀ナノ粒子およびナノワイヤーの形成には、真空成膜法によって作製した酸化銀薄膜を用いた。酸化銀薄膜（膜厚約100-200nm）を反応性スパッタリング法で成膜後、反応性イオンエッチング装置に移し、水素と酸素のガス流量比を変化させながら酸化銀薄膜の水素還元条件を検討したところ、

水素還元在先立ってフッ素を含む反応性ガスで装置内の前処理を行うと、銀ナノ粒子やナノワイヤー構造に還元されることが分かった。このとき、酸化銀成膜およびナノ構造への変換は常温で行えるため、基板にはSi、SiO₂、ポリカーボネート等のどれを用いても良い。図1は、酸化銀薄膜をSi基板上に200nm成膜した後、5分間の還元処理を行った実験結果の一例である。また、光ディスク用ポリカーボネート基板上に同様の酸化銀薄膜を100nm成膜し、約2分間の水素還元を行った結果を図2に示す。光ディスクの記録面半径約25mmから55mmにわたって均一にナノ構造が観察できる。

今回開発した新技術は、次世代の超高密度光記録において利用されるナノメートル径の微小ピットからの微弱信号を、銀ナノ粒子あるいはナノワイヤー間に発生する強力な電場増強（局在プラズモン増強効果）を利用して増幅し、信号再生を可能にすることを目的としている。短時間でしかも広面積（直径12cm）に均一な直径（20-30nm）をもった銀ナノ構造を形成できるため、表面プラズモンを効率よく発生できる。表面増強ラマン効果やかなり大きな光学非線形効果も確認されており、分子センサー等のデバイス化を検討中である。

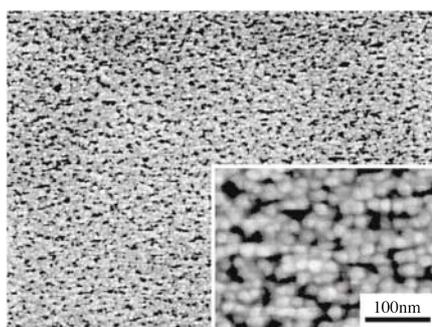


図1 水素-酸素比（3：1）で5分間還元処理を行った銀ナノ粒子集合体
3次的に銀ナノ粒子が均一に凝集していることが確認できる。また、ナノ粒子の直径は均一で、20～30nmである。（右下は拡大写真）



拡大図

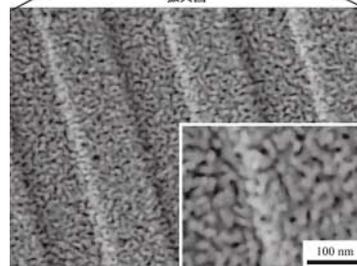


図2 水素-酸素比（4：1）で還元処理を行った光ディスク基板表面（上）と銀ナノ構造（下）
ナノワイヤーの直径は均一で、約30nmである。（右下は拡大写真）



とみなが じゅんじ
富永淳二
j-tominaga@aist.go.jp
次世代光工学研究ラボ

関連情報

- J. Tominaga, T. Shima and M. Kuwahara, "Surface Plasmon Effect and Enhancement from Pit patterns Fabricated in Ag Nanocomposite Thin Film," Technical Digest, MNE2002.
- Appl. Phys. Lett. に投稿中.