

蛍光色素ドーピングPMMA微小球光共振器の作製と評価

Fabrication and Evaluation of fluorescent dye-doped PMMA microsphere optical resonator

金沢大院自然

○高橋開、松本翼、徳田規夫、猪熊孝夫

Grad. school of natural Sci. & Tech. Kanazawa Univ

○Hiraku Takahashi, Tsubasa Matsumoto, Norio Tokuda, Takao Inokuma

E-mail: htakahac9@gmail.com

【はじめに】

微小球光共振器とは、屈折率の高い球状物質の内部表面で光が全反射を繰り返して球内に閉じ込められる現象を利用したもので、周回する光の位相の一致により特定波長で共振を生じる。この共振のモードは *Whispering Gallery Mode (WGM)* と呼ばれる。非常に高い *Q* 値を持つ微小球光共振器だが、従来の作製方法は液中で行うものが多く、微小球の位置を制御することが難しい。この点を改善するために当研究室では、光学材料としてよく利用されるポリメタクリル酸メチル(PMMA)を用い Si 基板上へ PMMA 微小球の作製を試みてきた。PMMA を用いる利点として、熱可逆性や透明度、屈折率が高いことが挙げられる。また微小球は効率よく光を閉じ込めるが、それは同時に微小球への光の出し入れが難しいことを意味する。そこで、蛍光色素をドーピングし微小球内部で発光させることにより、光の入出力の困難さを解決する。本研究では、蛍光色素としてローダミン 6G をドーピングした PMMA 微小球を作製し、その光学特性を測定・解析することを目的とした。

【実験方法】

微小球の作製方法は、有機洗浄した Si 基板上に微細構造を施し、その後疎水性膜を成膜する。その上に PMMA 角柱をパターニングし、その後加熱溶解するという手順で行った。微細構造は、Si 基板上に Cr のハードマスクを形成し、 CF_4/O_2 混合プラズマでドライエッチングを 1 時間行うことにより作製した。次に Ni 薄膜を真空蒸着法により約 200nm 成膜した。その試料上にスピコートにより約 6 μm の色素ドーピング PMMA を堆積し、電子線描画により 8×8 μm ～11×11 μm の角柱パターンを作製した後、加熱溶解により表面張力を利用して色素ドーピング PMMA の球状化を行った。また、作製した色素ドーピング PMMA 微小球は電子走査型顕微鏡(SEM)を使用し、光学特性の評価方法には PL 測定を用いた。励起光には波長 475nm の半導体レーザを使用した。

【実験結果および考察】

作製した色素ドーピング PMMA 微小球を SEM 観察した結果、球体に近いものが得られていることが分かった (Fig.1(a))。しかし、(b)のように極半径に比べ赤道半径が長い、偏楕円体であるものも多く見られた。

PL 測定の結果を Fig.2 に示す。(a)はローダミン 6G の基本的な蛍光スペクトルであり、(b)が微小球部分で測定したスペクトルである。(b)に見られるように、微小球部分において周期的なピークを持つスペクトルが得られた。こうしたスペクトルが WGM 共振によるものか確認する目的で、微小球の大きさと屈折率から計算した WGM 共振波長との比較を行った。

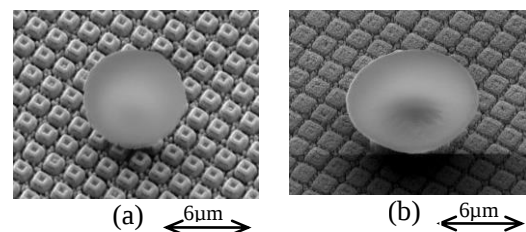


Fig.1 SEM image of fluorescent dye-doped PMMA

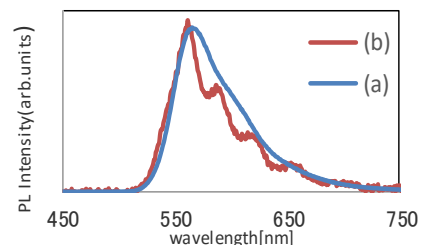


Fig.2 PL spectrum of dye-doped PMMA

色素ドーピング PMMA の球体に近いパターンを作製し、PL 測定結果より数種類のスペクトルを観測した。当日はピーク間隔の実験値と計算値の比較結果を踏まえて議論する予定である。