

大面積 Si フォトニック結晶スラブを用いた色素分子の高感度検出 Highly sensitive sensing of dye molecules using large-area Si photonic crystal slabs

物材機構 [○]崔 峯碩, 岩長 祐伸, 宮崎 英樹, 杉本 喜正, 落合 哲行, 迫田 和彰

NIMS [○]B. Choi, M. Iwanaga, H. T. Miyazaki, Y. Sugimoto, T. Ochiai, and K. Sakoda
E-mail: choi.bongseok@nims.go.jp

面構造により新奇な光学特性を実現しようとする光メタマテリアル表面の分野では、微細加工された表面構造を蛍光測定に応用する研究も進んでいる。高度な微細加工技術で大面積加工を実現し、簡便かつ高感度に蛍光測定を行うことが重要な課題である。蛍光色素分子を用いたバイオ分析システムやセンサーへの応用が臨床検査やバイオテクノロジー分野にて進められており [1]、特に濃度の低い分子の検出において使いやすく検出感度の高い増強基板が期待されている。

今回、大面積プラズモニック結晶表面構造を作製する手法として工程開発を進めてきた UV-ナノインプリント (UV-NIL) 技術を用いて [2]、材料による吸収損失の少ない Si フォトニック結晶 (PhC) スラブ表面構造を大面積に作製し、表面上に分散した色素分子の高感度蛍光検出に成功したので報告する。まず、SOI (Silicon-on-insulator) 基板上に UV-NIL 法で 1 cm 角の大面積でレジストパターンを形成し、残膜処理と RIE (Reactive-ion-etching) 加工により六方格子を持つ PhC スラブの穴径の異なる基板を作製した。図 1 に PhC 表面上の蛍光測定概念図と作製した SEM 写真の例を示す。広い面積において、均一なホールの周期構造が作製できた。図 2(a) に、作製した基板において入射角 $\theta = 5^\circ$ の場合の反射スペクトルの測定結果を示す。PhC スラブの準導波路モードによる複数の反射ディップが観測された (図 2(a) ↓ 矢印)。これらの点では、PhC スラブからの放射モードとの結合により、色素分子の強い蛍光増強が期待できる。図 2(b) に、サブナノモル濃度の色素分子 (Rhodamine 6G) を基板上に分散して測定した蛍光スペクトルを示す。同一測定条件下で、Si ウェーハ上では蛍光信号が検出できなかったが、大面積の PhC スラブ表面上では明確に増強された蛍光スペクトルが得られたので、色素分子の短時間検出に有望と考えられる。本発表では、具体的な表面作製結果及びフォトニックバンドと蛍光スペクトルとの相関などについて報告する。

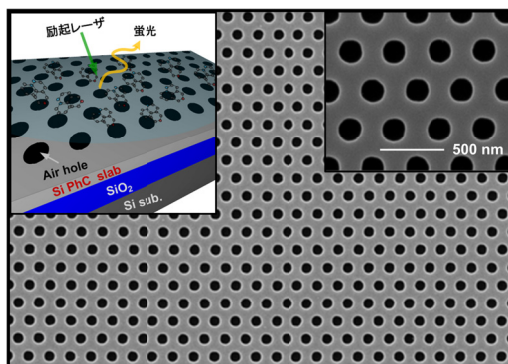


図1. Si PhCスラブ構造からの蛍光分子測定概念と
作製したスラブ表面構造

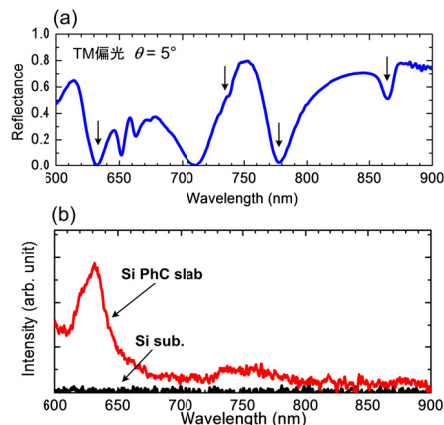


図2. (a) 測定した反射スペクトルと
(b) 蛍光スペクトル

謝辞: 本研究は文部科学省科学研究費補助金(電磁メタマテリアル:22109007)の支援により行われた。また、試料作製は NIMS 微細加工プラットフォームにおいて実施した。

参考文献: [1] P. Alivisatos, Nat. Biotechnol. **27**, 47 (2004).

[2] B. Choi, M. Iwanaga, H. T. Miyazaki et al., J. Micro/Nanolith. MEMS MOEMS **13**, 023007 (2014).