

※課題番号 : F-12-NM-0015
※支援課題名 (日本語) : 電子線描画およびドライエッチングによる光波メタマテリアル表面の作製
※Program Title (in English) : Fabrication of optical metamaterial surfaces based on electron beam lithography and dry etching
※利用者名 (日本語) : 岡本 敏弘
※Username (in English) : Toshihiro Okamoto
※所属名 (日本語) : 徳島大学
※Affiliation (in English) : The University of Tokushima

※概要 (Summary) :

非線形光学特性など、種々の光機能の検証を行うため、基板にナノ共振器が2次元的に埋め込まれた反射型メタ表面を作製した。

※実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

- ・電子ビーム描画装置
- ・全自動スパッタ装置
- ・12連電子銃型蒸着装置
- ・化合物ドライエッチング装置
- ・急速赤外線アニール炉
- ・触針式表面段差計

【実験方法】

合成石英基板上にナノ共振器として働く突起のアレイを作製し、それに金属をコートすることでメタ表面を実現した。ナノ共振器の特定の深さに発光材料を埋め込む場合には、最初に石英基板上に発光膜 ($\text{Er}^{3+}:\text{SiO}_2$ など) をスパッタし、さらに SiO_2 を適切な厚さ積層した。その後、エッチングマスクとして働く Cr を蒸着し、ナノ共振器として働く突起部をネガ型電子線レジストを用いて描画し、現像の後、 Cl_2+O_2 にて Cr を、 CHF_3 にて SiO_2 を所定の深さまで ICP エッチングした。最後に、 Au あるいは Ag を成膜し、必要に応じて、突起側に保護基板をエポキシ樹脂を用いて接着した。こうして、合成石英基板により保護され、所定の深さに発光材料が埋め込まれた、垂直性の高いナノ共振器の2次元アレイを作製した。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

顕微 FTIR 装置および自作の顕微分光システムを用いて反射スペクトルを測定し、設計した波長で所定の偏光方向についてのみ共鳴を表すディップが生じる

ことを確認した。また、同じ自作光学系にて発光特性を測定し、所定の波長にて直線偏光した増強された発光が観測されることを確認した。

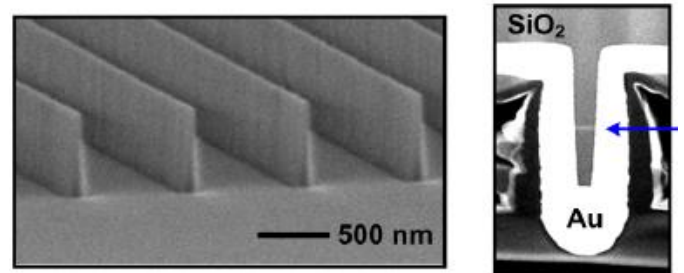


図1 SiO_2 突起アレイの SEM 像と Au を成膜して完成したナノ共振器の断面 STEM 像

※その他・特記事項 (Others) :

今後は、これまで主に調べてきた発光増強現象についての解析と論文投稿を急ぐ。また、非線形光学効果の増強現象の実証実験を進めていく予定である。

共同研究者等 (Coauthor) :

崔峯碩、岩長祐伸、宮崎英樹 (物質・材料研究機構)

論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

- [1] "Plasmonic metasurfaces for telecommunication wavelength based on arrayed MIM nanocavities", 2012 Gordon Research Conference on Plasmonics, Colby College, USA, 2012.6.10-15.
- [2] "Direct control of lanthanide photoemission using plasmonic metasurfaces (invited)", The 2nd Japan-Korea Metamaterials Forum, Tsukuba, 2012.6.28-30.