

平面多層膜構造における Fano 共鳴の光制御

Light-controllable Fano resonances in multilayer structure

神戸大院工 ○本倉 健吾, Kang Byungjun, 藤井 稔, 林 真至

Kobe Univ. °Kengo Motokura, Byungjun Kang, Minoru Fujii, Shinji Hayashi

E-mail: s.hayashi@dragon.kobe-u.ac.jp

Fano 共鳴は、図 1 に示すような左右非対称なスペクトル形状を示す共鳴現象である。位相の変化が激しいシャープなモードが、変化の緩やかなブロードなモードと結合した場合に、それらのモードが干渉し、強め合ったり弱め合ったりすることで、Fano 共鳴が生じる。今日では、ナノ加工技術の発展に伴い、プラズモニクナノ構造、フォトリソニック結晶、メタマテリアルなどでも Fano 共鳴が観測され、新奇なセンサーや光スイッチ等への応用に向けて活発に研究されている。そのような状況の下で、本研究グループは、ナノ加工を必要とせず、スパッタリング法やスピコート法といった従来の製膜プロセスで容易に作製可能な平面多層膜構造において鋭い Fano 共鳴が生じることを実証し [1]、Fano 共鳴としては最大である ~ 2800 という Q 値を実現している [2]。

今回は、この平面多層膜構造における Fano 共鳴に光機能性を与え、Fano 共鳴の形状を光照射により制御することを試みた。試料は、図 2 に示すような誘電体 3 層膜構造をスピコート法により作製した。1 層目の PS 層にはフォトクロミック色素である DR1 分子をドーピングしてある。DR1 分子は青～緑色の光照射により光異性化を起こし、DR1 ドープ PS 層の吸収係数を照射光強度によって調節することができる。高屈折プリズム (SF11) に 3 層膜構造を取り付け、角度スキャン全反射減衰 (ATR) 測定を行うと、DR1 ドープ PS 層に Half leaky モードが、PS 層に Waveguide モードが励起でき、互いの干渉により Fano 共鳴が生じる。図 2 のように空気側から青色のポンプ光を照射しながら ATR 測定を行い、照射光強度に伴う Fano 共鳴形状の変化を調べた。図 1 に、ポンプ光を照射しない場合 (Dark) と、 200 mW/cm^2 のパワー密度で照射した場合に得られた ATR スペクトルを同時にプロットしている。ブロードなディップの中に左右非対称な Fano 共鳴が現れており、Fano 共鳴の形状が光照射によって変化している様子がわかる (図 1)。得られたスペクトルは一般化 Fano 関数 [3] によりうまくフィットでき、非対称度を表す q パラメータが光照射によって 0.37 から 0.51 まで変化することが分かった。さらに電磁気的解析により、Fano 共鳴の形状変化が DR1 ドープ PS 層内での光吸収量の変化に起因していることが結論された。

[1] S. Hayashi et. al., *Appl. Phys.*

Lett. **108**, 51101 (2016).

[2] B. Kang et. al., *J. Opt.*

20, 125003 (2018).

[3] B. Gallinet et. al., *ACS NANO*

5, 8999 (2011).

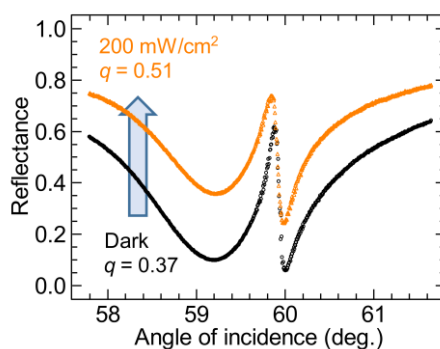


Figure 1. ATR spectral change

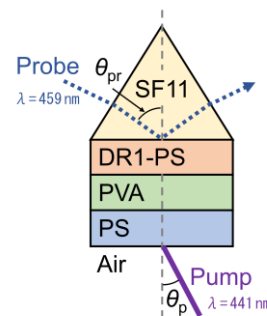


Figure 2. Sample structure