28p-C1-5

InP ナノワイヤのナノアンテナへの配置とその光学特性の評価

Placement of an InP Nanowire on a Nanoantenna and Investigation of its Optical Properties NTT ナノフォトニクスセンタ¹, NTT 物性基礎研² ⁰小野 真証^{1,2}, 倉持 栄一^{1,2}, Guoqiang Zhang², 原田 裕一², 角倉 久史^{1,2}, 滝口 雅人^{1,2}, 納富 雅也^{1,2} NTT Nanophotonics Center¹, NTT Basic Research Labs.², [°]Masaaki Ono^{1,2}, Eiichi Kuramochi^{1,2}, Guoqiang Zhang², Yuichi Harada², Hisashi Sumikura^{1,2}, Masato Takiguchi^{1,2}, Masaya Notomi^{1,2} E-mail: ono.masaaki@lab.ntt.co.jp

情報処理チップを省電力化するために、我々はチップ中に高密度光ネットワークを導入することが必要になると考えている[1]。その実現には、超低消費・超小型・超高速な光デバイスが不可欠であり、活性領域の小さな量子ドットやナノワイヤ等のナノ発光体は良い候補である。しかし、それらを光と効率的に相互作用させることは難しい。そこで、我々は光の回折限界を破るとして近年活発に研究されているプラズモニクスに注目した。特に、bow-tie型のナノアンテナ[2]はギャップ部に電界を集中させ、光物質相互作用を効率的に増強できると考えられる。本研究では高品質な bow-tie 型ナノアンテナを作製し、そのギャップ部にナノ発光体を配置することで、光物質相互作用の増強を実現することを目的とする。

ここでは、金の bow-tie 型ナノアンテナ上に InP ナノワイヤを配置した構造(図 1(a))を対象と

し、励起効率増強を狙った。まず、EB リソグラフィ を用い、アンテナ長 Lをパラメータとし、ギャップ長 が 70 nm であるいくつかのナノアンテナを作製した。 InP ナノワイヤの直径は 60 nm 程度であり、その配置 は FIB マニピュレーションによって行った。マニピュ レータのプローブ端は FIB により直径 200 nm 程度ま で微細化されている。L=100 nm のナノアンテナに対 して 5.5 µm のナノワイヤを配置したものが図 1(b)で ある。作製したナノアンテナの評価は InP ナノワイヤ の発光スペクトルにおけるピーク強度を位置に対し てマッピングすることによって行った。このとき、励 起にはワイヤに垂直な偏光と平行な偏光を用いた。図 1(b)の構造に対して 633 nm の波長を用いてワイヤに 垂直な偏光で励起した場合(図1(c))にはアンテナ付 近にのみ大きな発光が観測された一方で、平行な偏光 で励起した場合(図1(d))にはワイヤ上で一様な発光 強度が得られた (データは最大ピーク強度で規格化)。 電磁界シミュレーションにおいて、このアンテナでは ~650 nmでワイヤに垂直な偏光に対して電界集中を起 こすことから、ここでの結果はナノアンテナによって ギャップ部に電界が集中し、励起効率が増強したこと に起因すると考えられる。一方、同じナノアンテナを 532 nm の波長で励起した場合や、共鳴位置が更に長 波側に存在するアンテナを 633 nm の波長で励起した 場合には、顕著な増強効果は見られなかった。

- M. Notomi *et al.*, IET Circuits, Devices & Systems 5, 84 (2011).
- [2] C. C. Davis, Nature Photon 3, 608 (2009).



図 1 (a) 本研究で対象とした構造.金ナ ノアンテナ上にInPナノワイヤを配置.(b) 作製した構造のSEM 画像.ワイヤ長は5.5 µm である.(c)ワイヤ方向に対して垂直な 偏光で励起したときのナノワイヤからの 発光ピーク強度マップ.励起波長は 633nm、測定温度は3.7Kであり、InPナノ ワイヤからの発光ピーク波長は868 nm で ある.(d)ワイヤ方向に対して平行な偏光で 励起したときのナノワイヤからの発光ピ ーク強度マップ.