単一ナノワイヤの光電流特性の評価とフォトニック結晶への集積

Photo-current property of a single nanowire and the integration into photonic crystals

日本電信電話株式会社 NTT ナノフォトニクスセンタ [1], NTT 物性研 [2]

◦滝口雅人 [1,2], 佐々木智 [2], 舘野功太 [1,2], E. Chen [2], 野崎謙悟 [1,2], 章国強 [1,2],

倉持栄一 [1,2], 新家昭彦 [1,2], 納富雅也 [1,2]

Nanophotonics Center[1], NTT Basic Research Labs.[2], NTT Corporation

◦M. Takiguchi[1,2], S. Sasaki[2], K. Tateno[1,2], E. Chen[2], K. Nozaki[1,2], G. Zhang[1,2],

E. Kuramochi[1,2], A. Shinya[1,2], and M. Notomi[1,2]

E-mail: takiguchi.masato@lab.ntt.co.jp

ナノワイヤ（NW）は多機能性であり静電容量も非常に小さいため、フォトニック結晶（PhC）に集積し光学特性を制御することで高速動作するオンチップ光電素子を可能にする。これまで我々はシリコン（Si） PhC 上の通信波長帯 NW レーザ[1]や、単一 NW 発光ダイオード[2]を作製した。そこで今回は、将来の NW 受光器を念頭に、直径 100nm 程度のサブ波長サイズ InP/InAsP NW を用いた電流注入構造を作製し、光電流特性を評価した。さらに、Si-PhC に集積した電流注入 NW も作製した。

今回用いた InP/InAsP NW は n 型 InP 基板に Au 粒子を用い有機金属気相成長法（VLS）で成長した。NW の両端には Zn ドープ領域と S ドープ領域が形成されており、中央は絶縁領域となっている。NW の径は 100-150 nm 程度で、長さは 4 μm 程度である。NW の基板への転写は、インクジェット法を用いた。NW の位置合わせ用のパターンへの配置には、マイクロマニピュレータを用いた。電極とのコンタクトを取る部分の NW 表面酸化膜は Ar イオンエッチングで除去し、電極はリフトオフで作製した。図 1. (a)は、NW の電極構造の電子顕微鏡(SEM)画像である。図 1.(c)は NW 素子の I-V 特性である。I-V 特性の線形部分から、微分抵抗を 5 KΩ と見積もった。次に、光電流の特性を調べた。光電流の評価は、素子直上から波長可変レーザを 1260-1680 nm まで掃引しながら照射し、GS プローブとソースメジャーユニットを用い 0 バイアスでの電流値を測定した。図 1.(d)は NW の光電流特性である。レーザは波長により励起パワーが異なるため、励起強度で規格化している。NW 単体の場合は、NW 自身のナノアンテナの効果で NW の向きと同じ偏光（TM mode）の光が良く吸収しその特徴をよく示している。また、吸収ピークは短波長側で NW 自身の吸収特性を反映している。

次に、PhC に導入した電流注入 NW を作製した。図 1. (d)は、PhC 中に配置した NW の電極構造の SEM 画像である。PhC は格子定数が 415 nm、スラブ厚が 220 nm で、W1 導波路中に NW 導入用 100 nm 幅のトレンチ構造を有す。また Si-PhC 上のリーク電流を防ぐために原子層堆積（ALD）装置を用いて Al_2O_3 絶縁層を 10 nm 蒸着してある。NW のトレンチ内への配置には、原子間力顕微鏡の針を用いた。今後は PhC に集積した電極付き NW PhC の特性評価や、入力導波路を作製しチップ内で受光素子の感度などを評価する予定である。本研究は JSPS 科研費 15H05735 の助成を受けたものである。

[1] M. Takiguchi, *et al*, APL photonics, **2**, 046106 (2017)

[2] 滝口他, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会、6p-A405-3

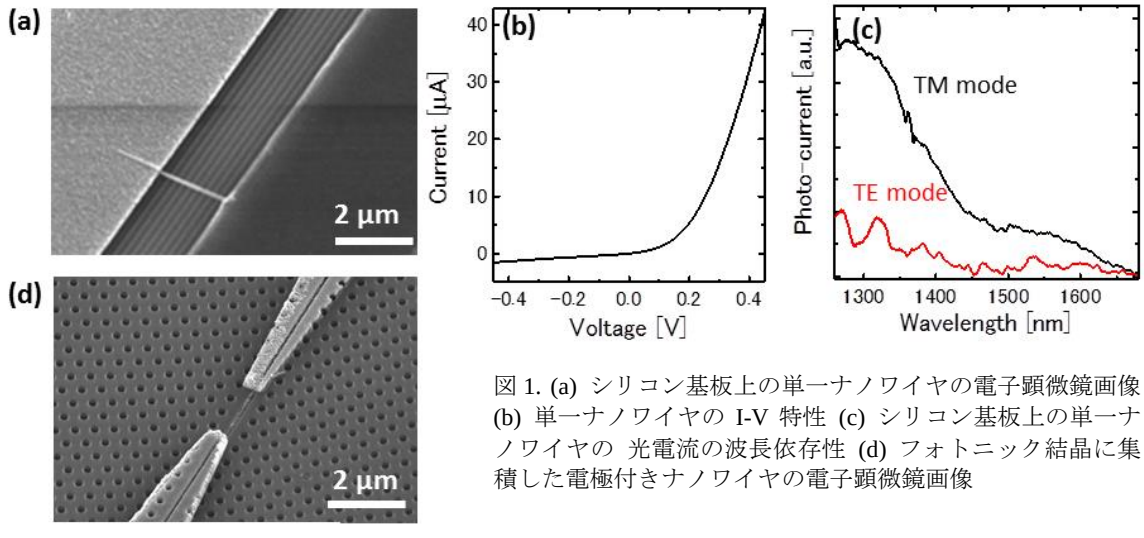

図 1. (a) シリコン基板上の単一ナノワイヤの電子顕微鏡画像 (b) 単一ナノワイヤの I-V 特性 (c) シリコン基板上の単一ナノワイヤの 光電流の波長依存性 (d) フォトニック結晶に集積した電極付きナノワイヤの電子顕微鏡画像

© 2018年 応用物理学会