

動的斜め蒸着法を用いて作製した TiN ナノワイヤからなるハイパボリック クメタマテリアル

Titanium nitride nanowire arrays for hyperbolic metamaterials fabricated via dynamic oblique deposition

豊田中研 [○]矢次 健一, 西川 和孝

Toyota Central R&D Labs., Inc., [○]Kenichi Yatsugi, Kazutaka Nishikawa

E-mail: yatsugi@mosk.tytlabs.co.jp

ハイパボリックメタマテリアル (HMM) は大きな光学異方性に起因するユニークな光学特性を持つことから注目を集めており、サブ波長イメージングや広帯域な近接場熱輻射光源などへの応用が期待されている。HMM は波数空間において双曲面状の等周波数面を持ち、面外および面内方向の誘電率 (ϵ_{\perp} および ϵ_{\parallel}) が異なる符号をとる。

金属ナノワイヤアレイ (NWA) は ϵ_{\perp} および ϵ_{\parallel} がそれぞれ金属的 ($\epsilon_{\perp} < 0$) および誘電体的 ($\epsilon_{\parallel} > 0$) であるため HMM として期待されている。従来、金属 NWA HMM は陽極酸化アルミナに Ag などの貴金属を充填することで作製されてきた。しかし、Ag などの貴金属は融点が低いため、熱輻射デバイスなどの高温での応用に適さない。一方で、近年、窒化チタン (TiN) は金に似た光学スペクトルを有し、高い融点 (> 2900 °C) を持つことから耐熱性プラズモニック材料として注目を集めている。

本研究では、動的斜め蒸着法を用いて作製した Ti NWA をアンモニア雰囲気下で熱処理することで、TiN NWA からなる HMM を作製した[1]。作製した TiN NWA の電子顕微鏡像を Figure 1 に示す。また、分光エリプソメトリーを用いて導出した ϵ_{\perp} および ϵ_{\parallel} の実部のスペクトルを Figure 2 に示す。 ϵ_{\perp} の符号は 850 nm 以上の波長範囲で負であり、 ϵ_{\parallel} の符号は正であった。この結果から、850 nm 以上の波長範囲において HMM であることが確認された。

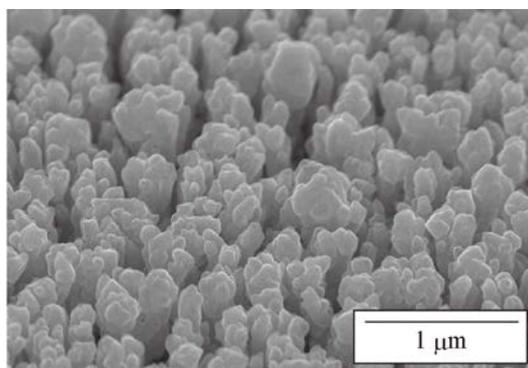


Figure 1 Scanning electron microscope image of titanium nitride nanowires

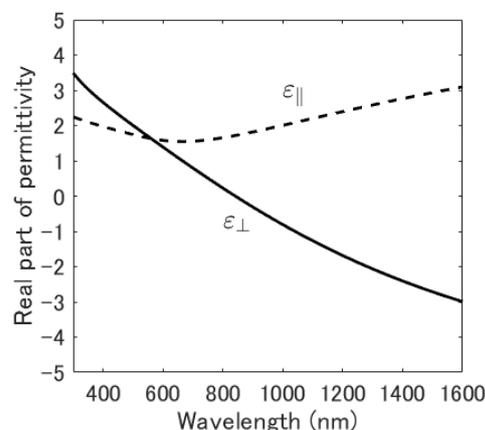


Figure 2 Real part of in-plane and out-of-plane components of permittivity.

[1] K. Yatsugi and K. Nishikawa, *Nanotechnology*, **30** (2019) 335705