

超微細加工領域における支援成果

積層型ホールアレイを用いたビーム走査デバイス

^a(株)豊田中央研究所、^b(独)物質・材料研究機構、^c大阪大、^d筑波大
 三浦篤志^a、杉本喜正^b、宮崎英樹^b、尾崎雅則^c、萩行正憲^c、浅川潔^d 他

【研究目的】

金属薄膜に周期的な孔を形成することで可視光が異常透過する現象がEbbesenらによって報告されている¹⁾。理論解析や体系的な実験により、ホールアレイ構造と透過スペクトルの関係が解析され、カラーフィルタへの応用が始まっている。一方、ミリ波であるが、金属板と誘電体の積層体に孔を形成したホールアレイに左手系の特性をもたせ、伝播特性を制御しようとする試みがされている²⁾。本研究では、これらの技術を応用し、積層型ホールアレイをサブミクロンサイズに形成し、それぞれのホールを通過する赤外線分散特性を制御することで、光ビームを走査することを目的とした。

【成果】

設計されたナノホール配列積層構造を高精度・高均一にナノ加工することを目標に実験を進めた。ホールアレイ形状として、AlとSiO₂の積層膜をスパッタ装置で形成し、レジストを塗布したあと、加速電圧100 kVの電子線描画装置でパターンを描画した。次に、AlとSiO₂とを別々の反応性ドラエッチング装置で、できるだけ垂直にドライエッチングできるようにナノ加工した。電子線のドーズ量やエッチングガス圧を調整しながら試作を進めた。その加工結果を図1(a)のSEM写真に示す。設計した寸法と加工寸法の差は、±10%以内であり、ホール壁の角度は、85°と垂直に近く、ナノホール配列積層構造のナノ加工が高精度で実現できた。波長可変レーザーと赤外線干渉顕微鏡を用いて、透過する光の位相変化量を測定した[1, 2]。この装置を用いて測定した干渉の位相像を図1(b)に示す。波長可変レーザー(波長1470から1540 nm)を用い、ナノホールの形状を変えたサンプルで、約π/2の位相変化量を得ることができた。この結果は、金属Alの損失や金属表面の表面プラズモンポラリトンとナノホール周期構造の相互作用を考慮した電磁界解析の結果と一致しており、1.5 μmの赤外線の位相制御が可能なナノ構造体が、ナノ加工技術を用いて高精度に実現できたことを示している。今後、ナノホール配列積層構造の最適化を行うとともに、ナノホール内へ充填した液晶の配向制御による動的なビーム走査の実現を目指す。

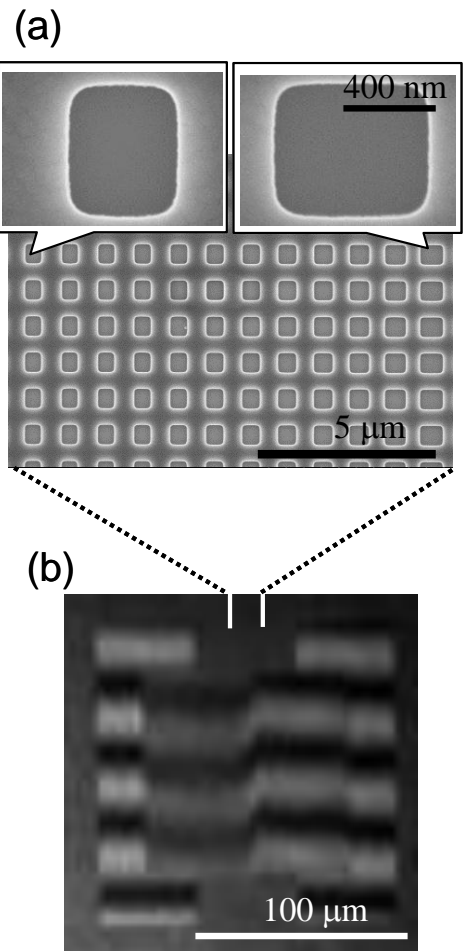


Fig. 1. (a) Top SEM image of stacked hole array. Insets are the magnified images of holes. (b) Interferometric image of the hole array at wavelength of 1525 nm.

[1]松井崇行ほか、第72回応用物理学学会学術講演会、30P-P13-8

[2] T. Matsui *et al.*, 2012 Photonic West, San Francisco, USA, Technical Program p.281
 Poster 8269-95