

テラヘルツ帯金属薄膜サブ波長格子構造偏光子の金属膜厚分布と光学特性の金属種依存性

Metal-Film Subwavelength Grating Polarizers for Terahertz Region: Dependence of Optical Characteristic on Metal and Metal-Film Thickness Distribution

○村木 兼吾、諏訪 翔也、山本 浩輔、白石 和男 (宇都宮大工)

○Kengo Muraki, Shoya Suwa, Kosuke Yamamoto, Kazuo Shiraishi (Utsunomiya Univ.)

E-mail: kazuos@cc.utsunomiya-u.ac.jp

1. はじめに

テラヘルツ(THz)帯の光波は、材料分析やセンシング、セキュリティ分野への応用が期待されている。偏光情報は重要なパラメータになるため、薄型・安定・堅牢・安価かつ高性能な偏光子が必要である。図1に示すような三角あるいは正弦状断面の1次元金属薄膜サブ波長格子(周期 Λ , 高さ h , 金属膜厚 t)は、THz帯における高性能偏光子として期待されている[1, 2]。TE波は反射され、TM波は低損失で透過する。

今回、スパッタによる金属薄膜形成時の膜厚分布を明らかにするとともに、使用する金属の種類を変えた場合の偏光子特性についても調べたので報告する。

2. 試料の作製方法

THz帯では透明な樹脂基板(Tsurupica®)が利用できるため、金型を用いたインプリント技術を応用すれば格子を容易に作製することができる[2]。三角断面形状の1次元格子が形成されたNiコートSTAVAX金型(下館精機㈱製)を用意した。格子サイズは周期 $\Lambda=25\mu\text{m}$, 格子高さ $h=35\mu\text{m}$ である。190℃の温度条件下でTsurupica基板に金型の格子を転写した。基板の格子の上に高周波スパッタ法を用いて金属薄膜を成膜した。

3. 金属薄膜の膜厚分布測定と光学特性の解析

金属(Au)層の膜厚分布観察用に作製した偏光子の断面FE-SEM写真を図2(a)に示す。断面微細構造を鮮明化するため、Au層はa-Si層で挟んで成膜し、格子断面をRIEでエッチングすることによりa-Si層を凹状にした。格子底部にもAuの連続膜が形成されているのがわかる。格子底の膜厚は、上端部膜厚の6割程度であることが分かった。図(a)より求めたAu層の断面構造パラメータを図(b)に示す。

図2(b)の構造をモデルとし、偏光子の光学特性をRCWA法を用いて計算した。結果を図3の一点鎖線で示す。点線は金属膜厚が一樣と仮定した場合の計算結果である。両者に差異は殆どなく、金属膜厚は一樣でなくてもよいことがわかる。なお、比較のため、実験結果[2]を実線で示した。

4. 光学特性の金属種依存性

偏光子特性の金属種依存性を調べるため、3種類の金属(Au, Al, Pt)を用いて偏光子を作製した。測定結果を図4に示す。測定には時間領域分光法(TDS)を用いた。金属層にAuを用いた偏光子の特性に比べAlを用いた場合は消光比が低下し、Ptを用いた場合は挿入損失が大きくなった。3種の金属の中では、Auが最も適していた。この結果は、THz帯における金属薄膜の透過率測定から推定した複素屈折率の絶対値が、3種の金属の中ではAuが最も大きかった事実と一致した。

参考文献

- [1] K. Shiraishi, et al., *J. Lightwave Technol.*, **29**, 670(2011).
[2] 村木, 他, 第75回応用物理学会学術講演会, 19p-C6-9(2014).

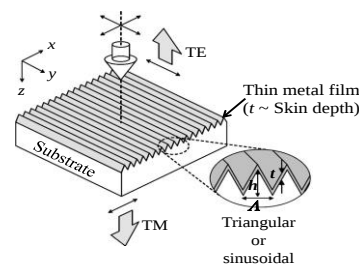


Fig. 1. Schematic diagram of the polarizer.

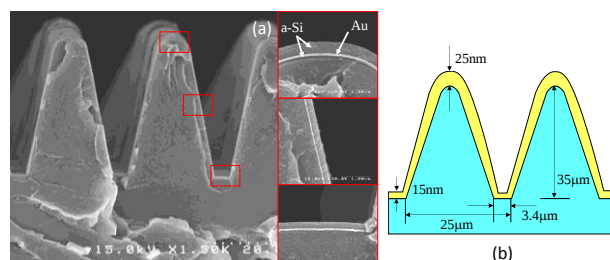


Fig. 2. (a) The FE-SEM photomicrograph and (b) obtained structural parameters of the grating.

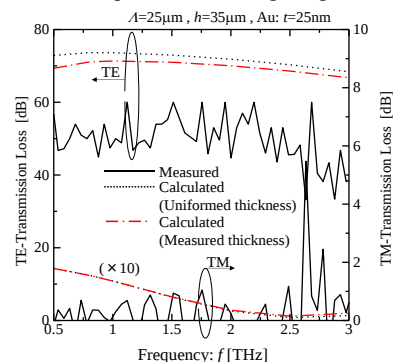


Fig. 3. Calculated dependence of transmission losses on cross-sectional profiles of metal films and measured ones.

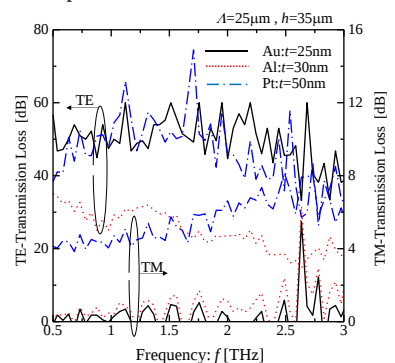


Fig. 4. Measured frequency dependence of transmission losses for three kinds of metal films.