

近赤外域での磁性多層膜への表面プラズモン励起条件

○斉藤 伸, 大木 敬介, 赤羽 浩一, 内田 裕久* (東北大学, *豊橋技術科学大学)

Condition of surface plasmon resonance in near-infrared region for magnetic multilayer film

S. Saito, K. Ooki, K. Akahane and H. Uchida* (Tohoku Univ. *Toyohashi Univ. Tech.)

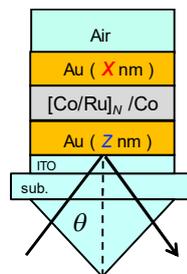
1. はじめに

磁気センサは空間の磁界の大きさや方向を検出するデバイスである。所望の周波数帯において高い検出感度や必要なダイナミックレンジを達成するために、様々な磁界効果を測定原理とするデバイスが提案され、実用化されている。中でも光をプローブとしたセンサは検出部を小型にでき、真空中、液中、あるいは光ファイバを用いて狭空間中での磁界のセンシングが可能となるため注目されている。簡素な光学系によりセンサを構成するためには、偏光変化ではなく光の強度変化を用いることが有効であり、我々は強磁性/非磁性多層膜 (GMR 多層膜) やグラニューラ膜等に現れるマグネトリフラクティブ効果 (MRE) に注目している。MRE の先行研究は、理論報告は 1995 年以降¹⁾、実験報告は 2002 年以降²⁾ から散見される。しかしながら、実験者の主な興味が磁気抵抗素子の MR 曲線の非接触計測にあったため、MRE 増強についての材料・層構成についての検討は十分になされていない。著者らは、零磁場での反平行配列を確実に実現できる Co/Ru 磁性多層膜の MRE を検討し^{3,4)}、反射型で 0.3% 程度の MRE が得られることを報告した⁵⁾。今回は表面プラズモン共鳴 (SPR) を励起することで MRE 増強を試みた。本講演ではまず近赤外域での SPR 条件について説明する。

2. 実験結果

まず Au 薄膜の近赤外域での SPR 条件を計算した。Fig. 1 には膜厚 20 nm の Au 薄膜について、クレッチマン配置の際の P 偏光反射率の入射角依存性を、波長 250 nm から 1750 nm まで計算してマップ状に示した。挿入図は波長 1550 nm における反射率の入射角依存性であり、マップ内の破線に対応する。入射角依存性によると赤外域での SPR 吸収にともなう反射率の極小 (ディップ) は可視光域よりも鋭く観察されることがわかる。Au の膜厚についても検討したところ、波長 1550 nm では膜厚 20 nm 程度でディップが最も深くなり、波長が長くなるほどディップが深くなる膜厚が薄くなることが確認された。これは試料内での伝導電子の散乱損失が増大し SPR が弱められる結果である。

続いて SPR 強励起のための Au 層と磁性層との積層構造を検討した。Fig. 2 (右) には、Fig. 2 (左) の層構成の試料・セッティングにおける、波長 1550 nm の P 偏光を入射した場合の SPR 共鳴角でのディップの深さ $100-R_{\min}$ を種々の Au 層膜厚 x , z に対して計算した結果を示した。磁性層部分の層構成を Co(4 nm)/ Ru(0.7 nm)/ Co(4 nm) とした場合 ($N=1$)、 $x < 10$, $z = 0$ で深いディップが現れることがわかる。このディップの深さは、多層膜の N 数を大きくするほど浅くなり低膜厚側へとシフトした。以上の計算の結果から、1550 nm で SPR を強励起するためには、磁性層を可能な限り薄くし、空気側に 10 nm 以下の薄い Au 層を設ける層構成が有効であると見積もられた。



- 参考文献 1) J. C. Jacquet et al., *MRS*, **384**, 477 (1995).
 2) V. G. Kravets et al., *PRB*, **65**, 054415 (2002). 3) H. Sato et al., *IEEJ Trans. on Fund. and Mater.*, **136**, 174 (2016).
 4) K. Ooki et al., *41th Ann. Conf. Magn. Soc. Jpn.*, 19Pa-02.
 5) S. Saito et al., *41th Ann. Conf. Magn. Soc. Jpn.*, 19Pa-01.

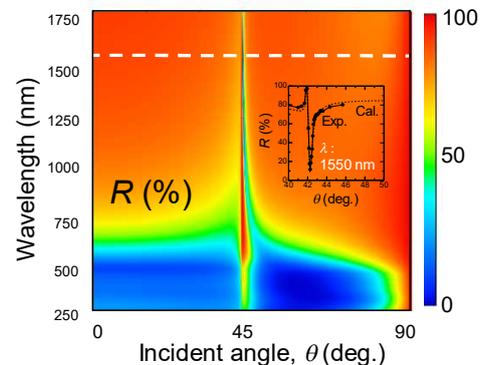


Fig. 1 P-pol. reflectivity map of a Au(20 nm) film with the Kretschmann configuration plotted against wavelength and incident angle.

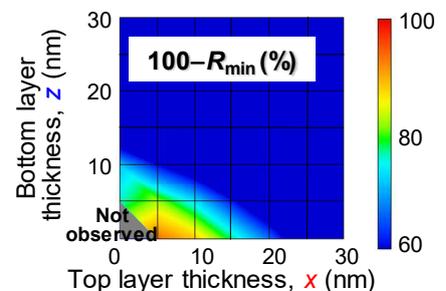


Fig. 2 (Left) Kretschmann configuration and stacking structure for reflectivity calculation. (Right) dip depth plotted against Au thicknesses, x and z for Au(x nm)/ Co(4 nm)/ Ru(0.7 nm)/ Co(4 nm)/ Au(z nm)/ ITO(2 nm)/ glass sub.