

強磁性金属と誘電体界面における Otto 配置下の 表面プラズモン励起の評価

Evaluation of surface plasmon excitation at the interface of ferromagnetic metal and dielectric thin films
with Otto configuration

東京農工大学 工学部 ○矢後佳貴** 安藤健朗 森田滯 清水大雅*

Tokyo Univ. of Agri. & Tech

○Yoshiki Yago, Takeaki Ando, Mio Morita and Hiromasa Shimizu

E-mail: h-shmz@cc.tuat.ac.jp * s158198u@st.go.tuat.ac.jp**

[はじめに] 表面プラズモンポラリトンとは、誘電体と金属界面における自由電子の振動の位相速度と光の位相速度が一致した時に、光波が金属界面を伝播する現象である。誘電体の誘電率の違いにより表面プラズモン励起の強さが変わることを利用し、物質の屈折率を測定することによって液体中の不純物濃度を測定することができる光バイオセンサー^[1]や光波の回折限界をこえて光波を狭い領域に閉じ込めることで集積回路への応用が期待されている。我々は強磁性金属と誘電体界面を光波が伝播する際に光強度の減衰が光波の進行方向によって異なることを利用して、光の進行方向を1方向に限定する半導体光アイソレータへの応用を考えている。金属に強磁性金属の鉄を用い、磁場を印加して横磁気カー効果による表面プラズモンの励起条件の変化を利用し、進み光と戻り光で励起の度合いを変化させ、光波のアイソレーションを実現する。実現できれば現存する半導体光アイソレータをより小型化することが可能となり、半導体光導波路との一体集積化が可能となる。本研究では強磁性金属と誘電体界面における表面プラズモンの励起を実験的に確認することを目的とする。

[測定方法・原理] 本研究では、高屈折率誘電体から低屈折率誘電体に光波が入射したときの光の全反射時におけるエバネッセント波と表面プラズモンと結合させることを考える(Otto 配置)。TM モード(p 偏光)の光波は結合し、TE モード(s 偏光)はプラズモンと結合しない。図1に試料構造を示す。高屈折率誘電体の Al₂O₃ 側から光を入射する。全反射時に誘電体中に染み出したエバネッセント波と金属界面の自由電子との結合が起こると、反射率は相対的に低くなる。理論計算によれば磁場反転時の反射率の変化率は100%を超える^[2]。光の強度反射率はプリズムを含めた試料への光の入射角度によって変わる。本研究では図1に示す GGG プリズムを含めた Al₂O₃/SiO₂/Fe/Al₂O₃ の多層構造試料に TE 及び TM モードの光波をそれぞれ入射して強度反射率の入射角度依存性を測定した。入射した光波の波長は1550nm とした。多層構造試料は Al₂O₃ 基板上に SiO₂500nm、Fe100nm, Al₂O₃50nm を EB 蒸着によって製膜し、測定した。

[測定結果] 強度反射率の入射角度依存性を測定した結果を図2に示す。TM モードの光波を入射したところ、入射角度50度付近において強度反射率が極小を示した。一方 TE モードの光波を入射したときは、測定した入射角度全体において、強度反射率は50%を超えていた。反射率の偏波依存性より Al₂O₃/SiO₂/Fe/Al₂O₃ の多層構造において SiO₂/Fe 界面における表面プラズモンの励起を確認することができた。

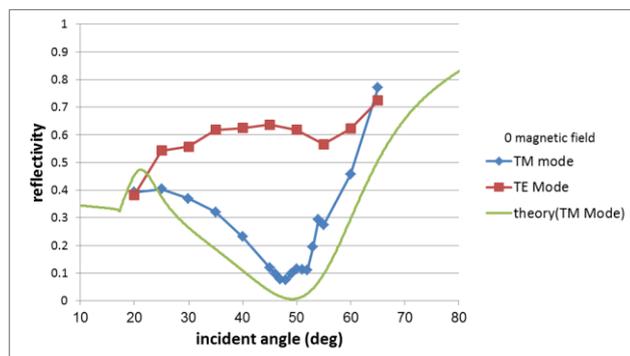
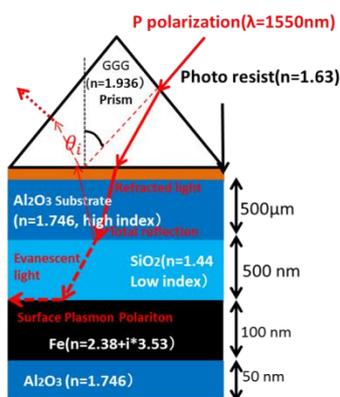


図1 多層構造試料、及び測定系の模式図

図2 強度反射率の入射角度依存性の測定結果

参考文献

[1] E.K.Akokuwah, et al Optics Express **17**, 23511 (2009). [2] T. Kaihara et al., Optics Express **23** 11537 (2015).