

薄膜多重反射の2光子吸収への影響のシミュレーション II

Simulation of effect on two-photon absorption by multiple reflection in thin film II

千葉大院・融合 ^{○(M2)} 諸岡明德, 大石真樹, 松末俊夫, 坂東弘之

Chiba Univ. [○]Akinori Morooka, Masaki Oishi, Toshio Matsusue, Hiroyuki Bando

E-mail: acfa2476@chiba-u.jp

【はじめに】当研究室では1 ps 以下の応答速度を持つ全光スイッチの実現に向けて研究を行っており、2光子吸収の利用を考えている [1–6]。過去の研究において、低温成長 InGaAs 薄膜にて大きな2光子吸収が確認された [1]。この研究では多重反射による2光子吸収量の増大などの影響が大きくないとしていたが、シミュレーションを行うことで大きな変化が起きていることが確認できた [7]。そこで、本研究では2光子吸収係数 β を一定としたときの薄膜における2光子吸収の波長依存性をシミュレーションし、多重反射の影響を評価し、正確な β 値の見積もり方法を検討した。【実験】シミュレーションには COMSOL Multiphysics を利用し、空気、試料 (1 μm 膜厚)、空気の3層構造に cw の平面波を入射し、2光子吸収を伴い光伝搬するシミュレーションモデルを作成した。2光子吸収係数 β を0及び20 cm/GW に固定して複素屈折率として導入し、入射光の波長を $\lambda = 0.4 \mu\text{m} - 8 \mu\text{m}$ 、入射光強度を100–200 W の範囲でそれぞれ変化させることで、各波長における $\frac{1}{T}$ の P_{in} 依存性を求め、多重反射による2光子吸収への影響を計算した。 $\frac{1}{T} - P_{\text{in}}$ 特性は理論的に直線になり [7]、 β は傾きのみに影響する。そこで、シミュレーション結果の傾きと理論式の傾きを比較し、設定した β 値となる変換係数を求めた。

【結果】 $\frac{1}{T} - P_{\text{in}}$ 特性の理論式のままでは本来の β 値を求められないので [7]、試料内部の変化している光強度を等価的な値 I_{eff} として表し、 $\langle I \rangle$ と $\sqrt{\langle I^2 \rangle}$ の2通りについて考えた。シミュレーション結果の傾きから、理論式のみと、2通りの I_{eff} を導入した計3通りの方法で β 値を見積り、波数に対してプロットしたものを Fig.1 に、 I_{eff} を導入した結果のみをプロットしたものを Fig.2 に示す。理論式のみと結果と比較すると、 I_{eff} を導入することで β 値は設定した20 cm/GW に近い値となったが、まだ約30%の変化が残っていることがわかる。これより、 I_{eff} として $\langle I \rangle$ や $\sqrt{\langle I^2 \rangle}$ では不十分であり、実験と同じ結果を返す β 値をシミュレーションにて求める必要があると思われる。

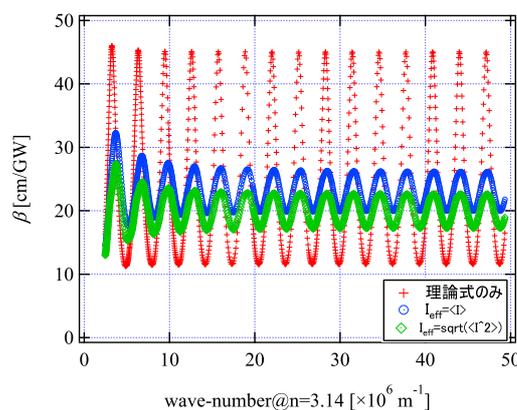


Fig. 1: 3通りの方法による β の評価値

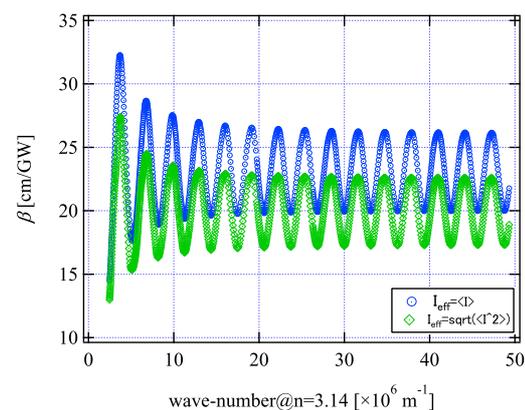


Fig. 2: I_{eff} を用いた β の評価値

【謝辞】本研究の一部は、JSPS 科研費 26420268 の助成を受けて行われた。

- [1] 高橋 他, 第 52 回春季応物 30p-ZM-12, (2005). [2] H. Bando *et al.*, MBE2006 WeP-15, (2006).
 [3] T. Matsusue *et al.*, Physica Status Solidi C8, 387, (2011). [4] 李 他, 第 62 回春季応物 13p-P18-21, (2015).
 [5] 池田 他, 第 77 回秋季応物 15p-P10-21, (2016). [6] 石島 他, 第 77 回秋季応物 15p-P10-20, (2016).
 [7] 諸岡 他, 第 64 回春季応物 16p-P7-34, (2017).