InP の 2 光子吸収係数 β の偏光方向依存性シミュレーション

Simulation of dependence of two-photon absorption on linear polarization direction in InP

千葉大院・融合　○(M2) 李 修平，坂東弘之，大石真樹，松末俊夫
Chiba Univ. ○(M2)Shuhei Ri, Hiroyuki Bando, Masaki Oishi, Toshio Matsusue
E-mail: syuhei_lee@chiba-u.jp

【はじめに】広波長域にて 1 ps 以下の超高速応答を有する全光スイッチ実現のために、2 光子吸収の利用を検討している。これまで、2 光子吸収係数 β を複素屈折率の虚部に導入することで、3 次の非線形光学現象である 2 光子吸収のシミュレーションを行ってきた [1, 2]。しかし、この方法では光の伝搬方向および直線偏光方向に対する β 値の予備計算なしには 2 光子吸収の偏光状態依存性をシミュレーションすることができなかった。そこで今回、より基本的な物理パラメータである 3 次の非線形感受率テンソル $\chi^{(3)}$ を用いて 3 次の非線形分極を記述しマクスウェル方程式に導入することで、予備計算なしに InP の 2 光子吸収の偏光方向依存性をシミュレーションすることを目的とし、実際の測定結果との比較を行った。

【実験】COMSOL Multiphysics を利用し、x 軸 を中心軸とする長さ 150 μm, 半径 22 μm の円柱型試料に、cw のガウスビーム (波長 λ = 1640 nm, ビームウエスト半径 2.5 μm) を x 軸 方向に入射し、光伝搬するシミュレーションモデルを作成した。3 次の非線形分極 $\boldsymbol{P}_{\mathrm{NL}}$ を $\chi^{(3)}$ を用いて記述し、電束密度 $\boldsymbol{D} = \varepsilon_r\varepsilon_0\boldsymbol{E} + \boldsymbol{P}_{\mathrm{NL}}$ と導入した。試料中でのビームウエスト位置 (x_1) を変化させ、各 x_1 に対する透過率 (Z-scan) をシミュレーションにより求め、我々の実験にて用いている解析式 [2] でフィッティングすることにより β を得た。水平偏光に対する偏光方向 θ を 0° – 90° まで 10° 毎に変え、同様のことを行うことで、β の偏光方向依存性を求めた。

【結果】伝搬方向 [1$\bar{1}$0], 偏光方向 θ = 0°(偏光方向 [110]) での透過率のビームウエスト位置依存性の結果を Fig. 1 に示す。プロットはシミュレーション結果であり、実線は我々の解析式 [3] によるフィッティングカーブである。シミュレーション結果はよくフィッティングできており、フィッティングから得られた β は 23.504 cm/GW である。伝搬方向 [1$\bar{1}$0] での 2 光子吸収係数の偏光方向依存性の結果を Fig. 2 に示す。赤, 青のプロットはそれぞれ、シミュレーション結果をフィッティングすることによって得られた β, 実際の測定結果から求めた β である。実線は $\chi^{(3)}$ から理論式 [4] にて求められた β である。それぞれの方法で求められた β は概ね一致しており、$\chi^{(3)}$ を用いて正しくシミュレーションできていると考えられる。

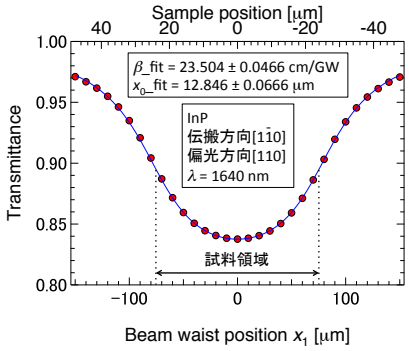

Fig. 1: 透過率のビームウエスト位置依存性

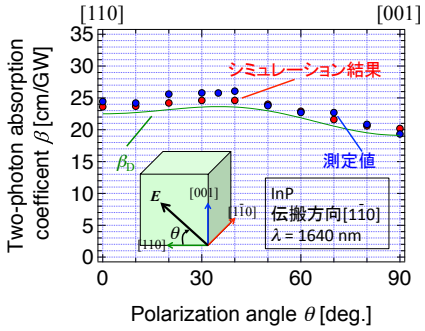

Fig. 2: InP における β の偏光方向依存性

【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] 李 他, 第 75 回秋季応物 18p-PB8-3, (2014). [2] 李 他, COMSOL CONFERENCE TOKYO 2013 P-04, (2013).
[3] 篠崎 他, 第 74 回秋季応物 16a-P2-3, (2013). [4]M. Dvorak, *et*, *al*., JQE QE-30, 256-268, (1994).

© 2015年 応用物理学会