

表面弾性波による GaAs 表面の誘電率変化の波長依存性

Wavelength dependence of permittivity modulation at GaAs surface induced by surface acoustic waves

千葉大院・融合理工, 融合科学* ○平塚智妃, 吉田直由*, 坂東弘之, 松末俊夫

Chiba Univ., *Tomoki Hiratsuka, Naoyuki Yoshida, Hiroyuki Bando, Toshio Matsusue

E-mail: adta2363@chiba-u.jp

1. 序論

我々は、表面弾性波(SAW)の光電子デバイスへの応用を目指して研究を行っている。GaAs 表面に励振させた SAW の時空間的な物性制御に必要な基本特性のうち、SAW が誘起する表面の光学特性、特に比誘電率変化 $\Delta\epsilon$ に注目した。本研究では、異なる波長の半導体レーザー(LD)を用いて SAW 誘起誘電率変化の波長依存性を調べた。

2. 実験

Fig. 1 に示すように、GaAs(001)基板上的の楕型電極(IDT)に RF 電気信号を印加して SAW を励振した。LD($\lambda_{Laser} = 635, 688, 785nm$)を用いて GaAs 表面に集光したレーザー光(集光径 $d \cong 1.5\mu m, d/\lambda_{SAW} \cong 1/20$)を SAW 伝搬領域に照射し、その反射光を励振周波数($f = \omega_{SAW}/2\pi$)で 2 位相ロックイン検出した。反射光強度変化と比誘電率変化の関係は

$$\frac{\Delta I}{I} = \left(\frac{2\Delta\epsilon_r}{\epsilon_r^2 - \epsilon_r} \right)$$

となる。反射光強度 $I (= I_0 + \Delta I)$ の SAW 誘起成分 ΔI は

$$\Delta I(x, t) = \Delta I_x(x) \sin(\omega_{SAW}t) + \Delta I_y(x) \cos(\omega_{SAW}t) \quad (1)$$

と表せると予想され、2 位相成分($\Delta I_x, \Delta I_y$)が検出される。

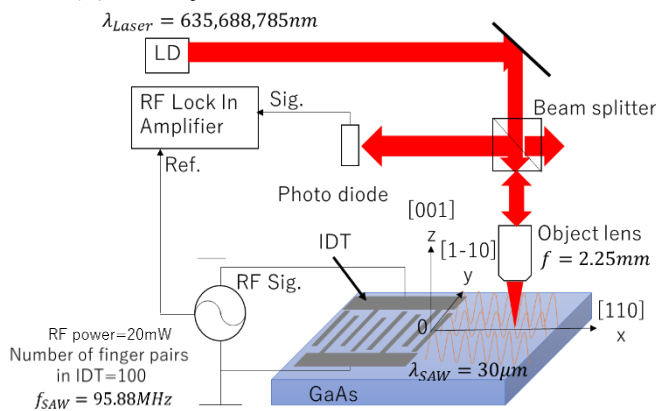


Fig. 1: Schematic of experimental set up

3. 結果と考察

Fig. 2 に典型的な $\Delta I_x, \Delta I_y, \Delta I = \sqrt{\Delta I_x^2 + \Delta I_y^2}$ の照射位置依存性の結果を示す。 ΔI が $\lambda_{SAW}/2$ の周期で変化しており、試料端からの反射 SAW が寄与していると考えられる。 $+x$ 方向に進む IDT から出射した SAW による誘電率変化は、

$$\Delta\epsilon_+(x, t) = \Delta\epsilon_+^0 \sin(kx - \omega_{SAW}t + \phi_+) \quad (2)$$

となり、試料端からの反射による $-x$ 方向に進む SAW による誘電率変化は、

$$\Delta\epsilon_-(x, t) = \Delta\epsilon_-^0 \sin(-kx - \omega_{SAW}t + \phi_-) \quad (3)$$

となる。 $\Delta I \propto \Delta\epsilon (= \Delta\epsilon_+ + \Delta\epsilon_-)$ なので、

$$\begin{aligned} \Delta I(x) &= \sqrt{\Delta I_x^2 + \Delta I_y^2} \\ &\propto \sqrt{(\Delta\epsilon_+^0 - \Delta\epsilon_-^0)^2 + 4\Delta\epsilon_+^0\Delta\epsilon_-^0 \cos^2(kx + \phi)} \quad (4) \end{aligned}$$

となる。 $\Delta I(x)$ は定数の進行波成分と空間的に変動する定在波成分からなることがわかる。

Fig. 4 には出射 SAW による $\Delta\epsilon$ を抽出して、 $\Delta\epsilon$ の光波長依存性を示す。

4. 結論

波長の違う LD を用いて SAW 誘起誘電率の時空間変化を評価した。SAW 誘起誘電率変化の光波長依存性は指数関数的に変化することが分かった。

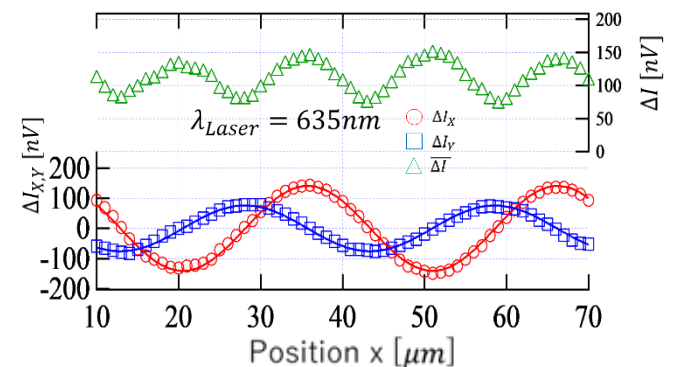


Fig. 2: Change in reflected light intensity by SAW

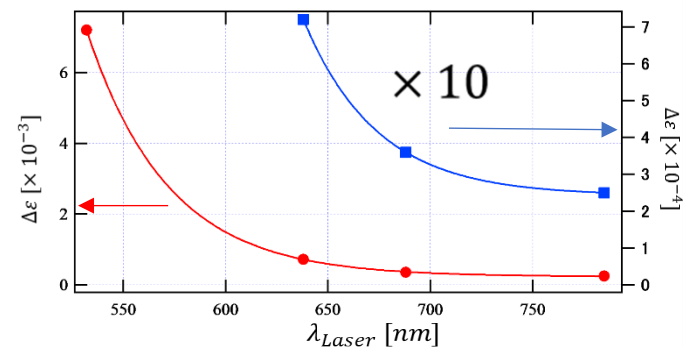


Fig. 3: Wavelength dependence of permittivity modulation

Ref. 吉田 他, 第 64 回春季応物 14p-P5-6(2017)