

表面弾性波による GaAs 表面の誘電率変化

Permittivity modulation at GaAs surface induced by surface acoustic waves

○ 吉田 直由、飯田 成、松友 知将、坂東 弘之、松末 俊夫 (千葉大院・融合)

○ Naoyuki Yoshida, Naru Iida, Kazuyuki Matsutomo, Hiroyuki Bando, Toshio Matsusue (Chiba Univ.)

E-mail: acwa2479@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 で、時空間的な物性制御が期待される。本研究では SAW が誘起する表面の光学特性、特に比誘電率変化 $\Delta\epsilon$ を調べた。

2. 実験 Fig. 1 に示すように、GaAs(001) 基板上の楕型電極 (IDT) に RF 電気信号を印加して SAW を励振した。GaAs 表面に集光したレーザー光 (集光径 $d \approx 2\mu\text{m}$, $d/\lambda_{\text{SAW}} \approx 1/15$) を照射し、その反射光を励振周波数 ($f = \omega_{\text{SAW}}/2\pi$) でロックイン検出した。反射光強度 I の SAW 誘起成分は

$\Delta I(t) = \Delta I_{0X} \sin(\omega_{\text{SAW}}t) + \Delta I_{0Y} \cos(\omega_{\text{SAW}}t)$ (1)
のように表され、2 位相成分 ($\Delta I_{0X}, \Delta I_{0Y}$) が検出される。 $\Delta I_0/I$ から、比誘電率変化 ($\Delta\epsilon_X, \Delta\epsilon_Y$) を評価した。

3. 結果と考察 表面変位は進行波 SAW の場合

$$u_z(x, t) = \delta_0 \cos\{k_{\text{SAW}}x - \omega_{\text{SAW}}(t - t_0)\} \\ = \delta_0[-\sin(k_{\text{SAW}}x) \sin\{\omega_{\text{SAW}}(t - t_0)\} \\ + \cos(k_{\text{SAW}}x) \cos\{\omega_{\text{SAW}}(t - t_0)\}] \quad (2)$$

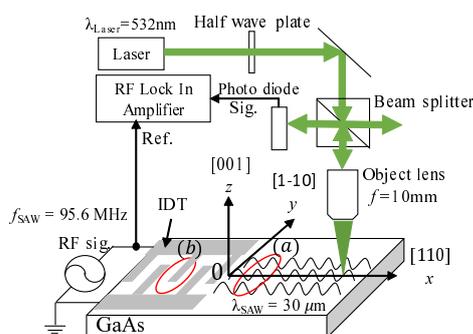


Fig. 1: Schematic of experimental set up

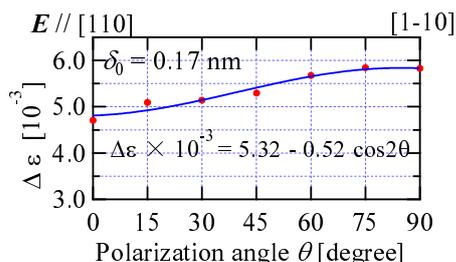


Fig. 3: An anisotropy of permittivity modulation

[1] W. S. Goruk, IEEE Trans. on Sonics and Ultrasonics, SU-27, 341 (1980).

[2] S. H. Simon, Phys. Rev. B58, 19 15 (1996). [3] R. W. Dixon, J. Appl. Phys. 38, 5149 (1967).

と表され、定在波 SAW の場合

$$u_z(x, t) = -\delta_0 \cos(k_{\text{SAW}}x) \sin\{\omega_{\text{SAW}}(t - t_0)\} \\ + \delta_0 \cos(k_{\text{SAW}}x) \cos\{\omega_{\text{SAW}}(t - t_0)\} \quad (3)$$

と表される。これに対応して歪みも変化するので、Eq. (1) と ($\Delta I_{0X}, \Delta I_{0Y}$) から、SAW の伝搬状態がわかる。Fig. 2 に ΔI_0 の位置依存性の結果を示す。右軸は $\Delta I_0/I$ から求めた $\Delta\epsilon$ を表す。自由伝搬領域 (a) では進行波的であり、IDT 中央部 (b) では IDT 電極指間の中心で節を持つ定在波的である。領域 (a) において回折光測定 [1] で評価した δ_0 から、SAW 波動方程式 [2] を基に歪みテンソルを見積もり、 $\Delta\epsilon$ の偏光依存性 (Fig. 3) を用いて光弾性定数を評価すると、 $p_{11} + 1.9p_{12} = -300$, $p_{44} = -15$ となる。 $\lambda_{\text{Light}} = 1.15\mu\text{m}$ でバルク波の回折効率から求めた値 [3] に比べて 2 桁大きい、その理由は検討中である。

4. 結論 SAW 誘起誘電率の時空間変化を評価し、SAW の伝搬状態と対応させて検討した。SAW 励振による GaAs 基板表面での光弾性定数を見積もると、比較的大きな値をもつことがわかった。

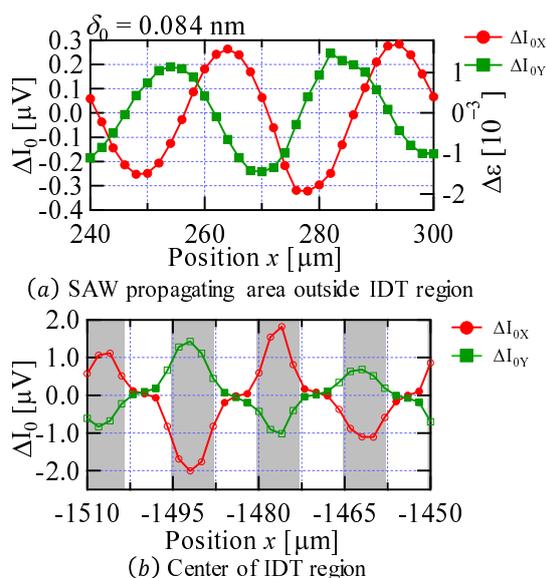


Fig. 2: Permittivity modulation induced by SAW. Gray zone indicates surface area covered by Al film of electrode fingers in IDT.