

超高周波電界検出のための電気光学ポリマーのフリースタンディング膜とその積層膜の作製

Fabrication of Free-Standing Electro-Optic Polymer Film and its Laminated Film for Ultrahigh Frequency Electric Field Detection

情報通信研究機構¹, 帝人株式会社² ○山田 俊樹¹, 梶 貴博¹, 山田 千由美¹, 大友 明¹,
藤丸 滋樹², 常守 秀幸², 中西 智哉²

NICT¹, TEIJIN Ltd.², °Toshiki Yamada¹, Takahiro Kaji¹, Chiyumi Yamada¹, Akira Otomo¹,

Shigeki Fujimaru², Hideyuki Tsunemori², Tomoya Nakanishi²

E-mail: toshiki@nict.go.jp

テラヘルツ(THz)電場などの超高周波電界検出は、テラヘルツ技術において、最も基本となる技術の一つであり、テラヘルツ科学や Beyond 5G/6G 時代の超高速無線通信等の分野において様々な応用が期待される。テラヘルツ時間領域分光法は、THz 電場パルスを用いた代表的な周波数分光計測法であり、様々な材料の分析評価や非破壊検査法としても注目されている。THz 電場パルスによる電気光学(EO)結晶の EO 効果を利用した検出法である EO サンプルング法では、検出のバンド幅は、プローブ光のパルス幅だけでなく THz 周波数域及び光波での EO 結晶の誘電特性によって制限され、検出効率は EO 結晶の電気光学係数とその膜厚に比例する。近年、我々は EO ポリマーのシュタルク効果を用いた、THz 波の電界による吸光係数の変化を利用した新規な THz 電場検出方法を考案し、THz 電場の高精度・広帯域計測の実証等を行ってきた[1]。シュタルク効果を利用した THz 電場検出では、検出効率は非線形感受率の虚部($\text{Im } \chi^{(2)}(-\omega; \omega, 0)$)及び膜厚に比例し、プローブ光の波長での吸光係数及び吸収形状関数の微分値を考慮した最適な膜厚の EO ポリマー膜を調整する必要がある。

EO ポリマーには、EO 効果の発現のため、EO ポリマーを電極間に挟んで、ガラス転移温度(T_g)付近で 100 V/ μm 程度の高電界を印加するポーリングという処理が必要である。一方、THz 波検出に関する応用では、電極は THz 波検出の妨げとなるため、我々はポーリングした EO ポリマー膜のみを THz 周波数帯に吸収のないシクロオレフィンポリマー基板に転写する方法を開発してきた[2]。今回の発表では、EO ポリマーの電気光学効果またはシュタルク効果を利用した高効率・超広帯域電界計測のために、EO ポリマーのフリースタンディング膜及び様々な膜厚を有する積層膜を作製するための技術開発を行った。耐熱性及び靱性の高いポリカーボネート(PC)系 EO ポリマー($T_g: 189^\circ\text{C}$)にポーリングを行った後、エッチング技術、表面処理技術、真空熱圧着技術等を用いて作製を行った。Fig. 1 に一例を示す。

[1] T. Yamada et al, J. J. Appl. Phys., Vol.58, pp.040901-1-7, 2019.

[2] T. Kaji et al, Opt. Express, Vol. 26, pp.30466–30475, 2018.

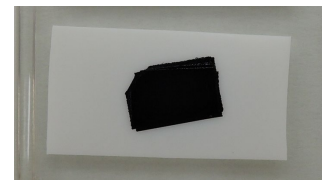


Fig. 1. PC 系 EO ポリマー積層膜 (40~50 μm). 30~40 pm/V 程度の電気光学係数を持つ 4~5 μm の PC 系 EO ポリマー膜を 10 枚積層した。