

電気光学ポリマー積層膜を用いたテラヘルツ波検出

Terahertz wave detection by laminated electro-optic polymer films

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

中西 智哉², 常守 秀幸², 藤丸 滋樹²

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

Tomoya Nakanishi², Hideyuki Tsunemori², Shigeki Fujimaru²

E-mail: toshiki@nict.go.jp

テラヘルツ技術の中で、テラヘルツ(THz)電界検出は、最も基本となる技術の一つであり、様々な応用が期待される。テラヘルツ時間領域分光法(THz-TDS)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。電気光学(EO)結晶のEO効果を利用した検出法であるEOサンプリング法では、検出のバンド幅は、用いるフェムト秒レーザー光源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。最近、我々が開発したシュタルク効果を利用したTHz電界検出法[1]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ポリマーのEO効果またはシュタルク効果を利用した高効率・超広帯域電界計測手法確立のために、EOポリマーのフリースタンディング膜及びその積層膜を作製するための技術開発を行ってきた。EOポリマーにはガラス転移温度が189℃の耐熱性及び高い靱性を有するポリカーボネート(PC)系EOポリマーを開発した。ポーリングを行ったPC系EOポリマー試料を多数個作製し、エッチング技術、表面処理技術、真空熱圧着技術等を組み合わせ、フリースタンディングEOポリマー膜を張り合わせることで、ポーリング方向をそろえた積層膜を作製することに成功した[2]。

本研究では、30~40 pm/V程度のEO係数を持つ4~5 μm のPC系EOポリマーフリースタンディング膜を積層し、75 μm のPC系EO積層膜を作製した。更に1.56 μm 帯の小型フェムト秒ファイバーレーザーを用いて、DAST結晶からのTHz波発生を行い、1.56 μm 帯のプローブ光を使用し、EOサンプリング検出系にEOポリマー積層膜を用いた図1のTHz-TDS測定系により、THz電場の検出に成功した。

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

[2] 山田俊樹ら、第82回応用物理学会秋季学術講演会、11a-S203-2.

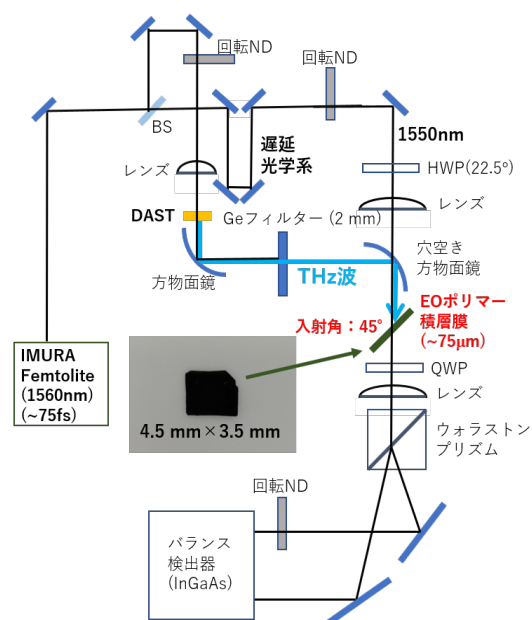


Fig. 1. EOポリマー積層膜をEOサンプリング検出系に用いたTHz-TDS測定系.