

Au 透明電極を用いた液晶 THz 波制御デバイス

Electrically tunable liquid crystal device using Au transparent electrode in THz region

秋田県立大¹, 岩手県工技センタ², 岩手大³, [○](B)増山 啓太¹, 伊東 良太¹, 目黒 和幸²,

鈴木 一孝², 須藤 裕太², 平原 英俊³, 桑 静³, 本間 道則¹, 能勢 敏明¹

Akita Prefectural Univ.¹, Iwate Ind. Res. Inst.², Iwate Univ.³, [○]Keita Mashiyama¹, Ryota Ito¹,

Kazuyuki Meguro², Kazunori Suzuki², Yuta Sudo², Hidetoshi Hirahara³, Jing Sang³, Michinori

Honma¹, and Toshiaki Nose¹

E-mail: r_ito@akita-pu.ac.jp

【はじめに】

THz 波は 0.1THz から 10THz の広帯域の周波数を持つ電磁波であり、次世代の高速無線通信へ応用が期待されている[1]。THz 波は従来の通信で用いられてきた電波と比べて直進性が強く、伝搬方向を制御するデバイスが必要である。液晶材料は THz 領域においても複屈折を示すことが明らかになっており、液晶を用いた THz 制御デバイスが提案されている[2]。しかし可視領域で広く用いられている ITO 透明電極は THz 波を反射してしまうため、透明電極の開発が必要であり、近年新しい透明電極としてカーボンナノチューブ膜を用いた THz 液晶デバイスが報告されている[3]。本研究では表皮深さ以下の薄い Au 薄膜による THz 帯での透明電極を開発し、液晶の配向制御を目指した。

【サンプルの作製及び測定方法】

THz 帯での透過率が高い水晶基板上にスパッタリングで Au 薄膜を成膜した。成膜条件を変えることで異なる厚さの Au 薄膜を成膜し、THz 時間領域分光法により THz 帯での透過率を評価した。また、Au 透明電極による液晶の駆動を確認するために、Fig.1 に示すホモジニアスセルを作製した。液晶層の厚さは 800 μm とし、THz 帯で比較的複屈折が大きい液晶材料 (E44) を注入した。

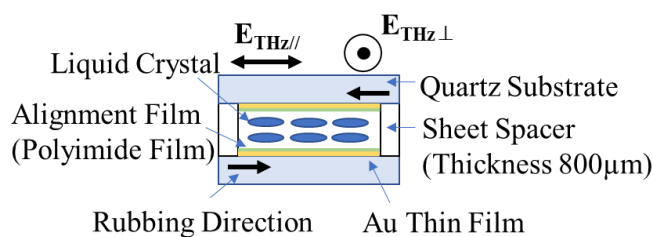


Fig.1 LC cell using Au electrodes for THz wave

【実験結果と考察】

Fig.2 に THz 時間領域分光法により測定した Au 透明電極を用いたホモジニアスセルの時間波形を示す。はじめに、電圧を印加していない状態で THz 波の偏光方向と液晶分子の長軸が垂直な場合(0V $\perp$)と平行な場合(0V $\parallel$)を評価した。Fig.2 では 0V $\perp$ に比べ、0V $\parallel$ のパルスが時間的に遅れている。これは E44 液晶の長軸方向の屈折率(n_e)が短軸方向(n_o)に比べ大きいためである。また、0V $\perp$ の強度は 0V $\parallel$ に比べ小さくなっている。これは長軸方向の吸収係数(α_e)が短軸方向(α_o)に比べ小さいためである。次に、液晶分子の長軸が THz 波の偏光方向に対して平行な状態で 100V の電圧を印加した。Fig.2 に示すように 100V $\parallel$ は 0V $\perp$ と一致している。これは、電圧により液晶分子の配向が Fig.2 のように変化し、 n_o 、 α_o が観測されているためである。すなわち透明 Au 薄膜により、液晶を十分駆動できていると考えられる。当日は Au 薄膜の AFM 像を示し、表面構造を交えて議論する。

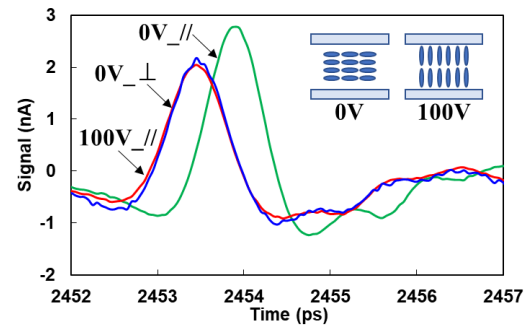


Fig.2 THz pulse transmitted through the LC cell using Au electrodes

【参考文献】 [1]M.Tonouchi, Nat. Photonics, 1, 97 (2007). [2]R.Ito, et Appl.Sciences,8,2478(2018). [3]Yunyun Ji, et al., Carbon, 190, 376(2022).