

# グラフェンを電極に用いたランダム配向液晶セルによるテラヘルツ波の位相制御

## Phase Control of Terahertz Waves using a Randomly Aligned Liquid Crystal Cell with Graphene Electrodes

長岡技科大<sup>1</sup>, 兵庫県立大<sup>2</sup> ◦佐々木 友之<sup>1</sup>, 野田 浩平<sup>1</sup>, 川月 喜弘<sup>2</sup>, 小野 浩司<sup>1</sup>

Nagaoka Univ. of Tech.<sup>1</sup>, Univ. of Hyogo<sup>2</sup>, ◦Tomoyuki Sasaki<sup>1</sup>, Kohei Noda<sup>1</sup>, Nobuhiro Kawatsuki<sup>2</sup>, Hiroshi Ono<sup>1</sup>

E-mail: sasaki\_tomoy@vos.nagaokaut.ac.jp

液晶を用いたテラヘルツ（以下、THz）波の伝搬制御素子に関する研究が行われ始めている<sup>1</sup>。電場制御型の液晶光学デバイスにおいては、一般的に、酸化インジウムスズ (indium tin oxide; ITO) 膜が電極として用いられているが、赤外域における ITO 膜の透過率は低く、THz 帯での透明電極としての利用は難しい<sup>2</sup>。本研究では、導電性と広い周波数域での透明性を併せ持つグラフェンに着目し、これを電極として用いて作製した液晶セルへ電圧を印加することにより、液晶の配向変化を介して THz 波の位相を制御することを試みた。

本研究で用いた液晶セルは、単層グラフェンを片面に転写した厚さ 0.5 mm 程度の合成石英ガラス基板 2 枚を、厚さ 0.1 mm 程度のスペーサを介してグラフェンコート面が内側になるように重ね、空隙へネマチック液晶 5CB を注入することにより作製した。この液晶セルを偏光顕微鏡により観察したところ、液晶はランダムに配向しているようであり、ドメインのサイズは数十  $\mu\text{m}$  であった。

液晶セルを透過した際に生じる位相変化をパラニコル配置の THz 時間領域分光装置で測定した結果を図 1 に示す。なお、電圧は 1 kHz の矩形波（オフセットなし）としており、位相変化は電圧印加時（定常状態）の位相と電圧無印加時の位相の差で示している。図 1 から分かるように、電圧の印加によって位相の変化することが確認されたが、これは、液晶がランダム配向状態から垂直配向状態へと遷移することにより生じたものだと考えられる。位相差から見積もられた屈折率変化量は 0.1 程度であり、この変化は THz 帯における 5CB の常光及び異常光屈折率から説明し得るものであった。なお、透過率については、電圧印加により顕著な変化は見られなかった。これは、ドメインが波長より小さいために、散乱による透過波の減衰がほとんど生じていないことを示す結果であると考えられる。ランダム状態から垂直配向への遷移であるため、本構成により、偏波無依存型の位相制御素子が実現される。

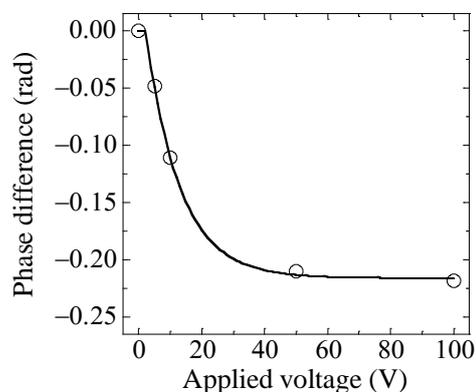


図 1 電圧印加に対する 1.5 THz における位相変化。プロットが測定結果、ラインは理論モデルに基づくフィッティング結果。

- 1) C.-S. Yang et al., *Opt. Lett.* **39** (2014) 2511.
- 2) Y. Wu et al., *Opt. Express* **21** (2013) 21395.