

液晶を用いたテラヘルツ波の位相制御に関する研究

Phase control of the terahertz wave using liquid crystal

防衛大 ○小林 寛昌, 森武 洋

National Defense Academy, Hiroaki Kobayashi, Hiroshi Moritake

E-mail: em54014@ed.nda.ac.jp

テラヘルツ波は 100 GHz~10 THz の周波数の電磁波であり、非破壊検査やセキュリティ、近距離大容量通信への応用から、近年注目を集めている。しかし、テラヘルツ波はその高周波性からマイクロ波と比較しても発振や制御が困難である。我々は数 100 GHz 帯のテラヘルツ波の制御を行うために液晶を用いることを検討している。液晶はその分子形状から大きな複屈折性を有しており、液晶分子が外部電界の印加により容易に配向を制御できことから複屈折を制御できる。また、この複屈折はテラヘルツ波領域においても存在していることが知られている。そこで、本研究では、数 100 GHz 帯における液晶の配向変化による位相変化の特性について調べたのでその結果について報告する。

図 1 に実験に用いた測定系を示す。送信部のホーンアンテナから空間中に照射されたテラヘルツ波は受信部のホーンアンテナで受信され、そのときの強度と位相を測定する。我々は液晶セルを作製し、そのセルを送受信部の間に設置し実験を行った。通常、液晶セルの基板には ITO ガラスが用いられるが、ITO ガラスはテラヘルツ波の透過損失が大きいため ITO 膜付の PET 基板を用いてセルを作製した。図 2 に ITO ガラス、ITO 膜付 PET 基板及び ITO 膜付 PET 基板で作製した液晶セルにテラヘルツ波を照射したときの挿入損失の周波数依存性を示す。この図から、ITO ガラスと PET 基板では PET 基板のほうが損失が低いことが確認できる。また、PET 基板セルは ITO ガラスと比べても損失が低いため、液晶セルは PET 基板を用いて作製し、液晶にはネマティック液晶(メルク、BL006)を用いて実験を行った。

図 3 に示すように液晶分子とテラヘルツ波の偏波方向とのなす角度を θ とする。 $\theta = 0^\circ$ 時テラヘルツ波が感じる屈折率は異常光屈折率 n_o であり、 $\theta = 90^\circ$ の時は常光屈折率 n_e となる。また、液晶セルに電圧を印加し、液晶分子を電界に平行に再配向させるとテラヘルツ波の感じる屈折率は θ によらず n_o となる。このとき、 $\theta = 0^\circ$ の場合テラヘルツ波が感じる屈折率が変化するため位相に変化が生じる。一方、 $\theta = 90^\circ$ の場合、感じる屈折率に変化が生じないため位相に変化がないと考えられる。厚さ 188 μm の液晶セルを $\theta = 0^\circ$ 及び $\theta = 90^\circ$ とし、液晶に電圧を印加したときの位相変化の測定結果を図 4 に示す。この図から $\theta = 0^\circ$ 時は電圧を印加すると位相が変化し、 $\theta = 90^\circ$ 時は電圧を印加しても位相が変化していないことが確認できる。位相変化量と液晶層厚及びテラヘルツ波周波数の関係などについては当日報告する。

謝辞：本研究の一部は科学研究補助金(#26420290)の支援の下で行われた。

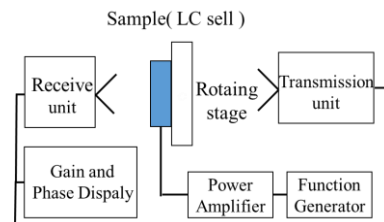


図 1 測定系

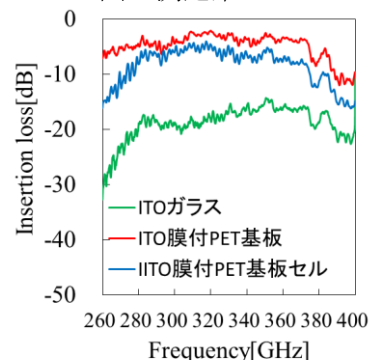


図 2 各基板材料の挿入損失

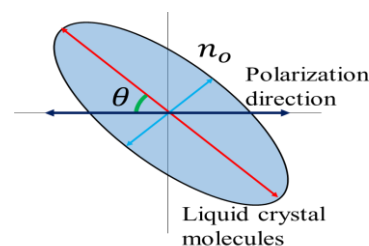


図 3 偏波方向と液晶分子の関係

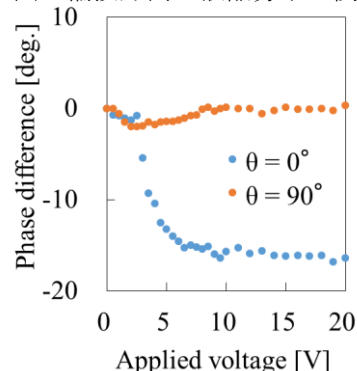


図 4 位相の電圧依存性