

液晶／配向ナノファイバー複合素子を用いた NRD ガイド型テラヘルツ波移相器

NRD Waveguide Type Terahertz Phase Shifter Using Liquid Crystal / Aligned Nanofiber Composite

防衛大電気電子 ○森武 洋, ブイ ヴァン バオ, 井上 曜

National Defense Academy, Hiroshi Moritake, Van Bao Bui, Yo Inoue

E-mail: moritake@nda.ac.jp

液晶はマイクロ波やミリ波に加えてテラヘルツ波領域においても異方性を有していることからその利用が注目されている。一方、ミリ波で用いられている誘電体を金属基板で挟んだ NRD (Non-Radiative Dielectric) ガイドは、テラヘルツ波領域においても低損失であるため伝送線路として用いることができる。我々は、テラヘルツ波領域において NRD ガイドの誘電体部分を液晶とし、誘電体を挟む金属板間に電界を印加し液晶の配向方向を制御することにより、移相器が実現できることを明らかにしている¹⁾。しかし、数 100 GHz の周波数領域における NRD ガイドの誘電体の厚さは数 100 μm であり、誘電体をすべて液晶で置き換えた場合は、電界を除去した時の立ち下がり応答時間が 100 s 以上と非常に長い。また、誘電体の中央部分のみを液晶とした場合は位相変化量が小さくなるものの、立ち下がり応答時間が数 s まで減少させることが可能であるが、まだ十分とは言えない。そこで本研究では、エレクトロスピンニング法により形成した配向ナノファイバーとネマティック液晶を複合化した材料を用いることにより、応答時間の改善を試みた結果について報告する。

本研究では、NRD ガイドの誘電体層として 2 枚の厚さ 125 μm の PET フィルムの間に 100 μm または 25 μm の液晶層を挟んだ構造とした。また、液晶／ナノファイバー複合素子にはポリアクリロニトリルの配向ナノファイバーを配置し、その後に液晶を挿入することにより複合化したものを用いている。液晶には、室温でネマティック相を発現する DIC 社製 RDP-A3123 を用いた。また、NRD ガイドの線路長は 5 mm であり、測定は 350 GHz において行った。図は NRD ガイド型テラヘルツ波移相器の位相変化量と立ち下がり応答時間の駆動電界依存性を示している。液晶単体の結果を比べると、位相変化量は液晶層の厚さが 100 μm で 280 度であるのに対して、25 μm の場合は 75 度と小さくなっていることがわかる。一方、立ち下がり時間は 100 μm が 18 s であるのに対して 25 μm が 1.3 s と減少していることがわかる。一方、100 μm の液晶／ナノファイバー複合素子の結果を比較すると、位相変化量は最大で 56 度であり液晶単体の 25 μm の 3 分の 2 程度と小さいものの、立ち下がり時間は 140 ms と液晶単体の 25 μm の 1.3 s と比較しても約 10 分の 1 に短縮できており、ナノファイバー複合化による立ち下がり時間の減少が確認できた。

[参考文献]

- 1) Van Bao Bui, Yo Inoue, and Hiroshi Moritake: “NRD waveguide-type terahertz phase shifter using nematic liquid crystal”, Jpn. J. Appl. Phys. in press.

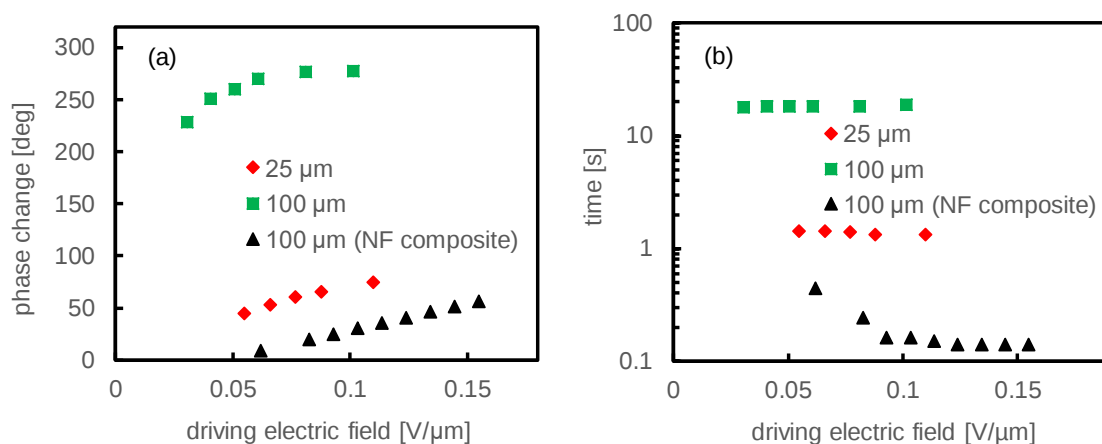


図 (a)位相変化量及び(b)立ち下がり時間の印加電界依存性