

液晶ミリ波位相変調器におけるバイアス磁場による動作特性の改善効果

Improvement Effects of Driving Characteristics in Millimeter-Wave Liquid-Crystal Phase Shifter by Applying Bias-Magnetic-Field

秋田県大システム¹, ○(M2) 由利 廉太郎¹, 伊東 良太¹, 本間 道則¹, 能勢 敏明¹

Akita Prefectural Univ.¹, Rentaro Yuri¹, Ryota Ito¹, Michinori Honma¹, and Toshiaki Nose¹

E-mail: M23B009@akita-pu.ac.jp

位相変調器は、ミリ波のビームフォーミングデバイスを実現する上で必要不可欠な要素である。中でも液晶を用いたミリ波位相変調器は低コスト、低消費電力、低電圧駆動のデバイスとして期待されている^{[1][2]}。そこで我々は、ミリ波の伝送に用いられるマイクロストリップライン(MSL)に液晶をマウントした単純な構造の液晶ミリ波位相変調器の開発を行ってきた^[3]。しかしこの構造では、液晶層が数百 μm と厚くなってしまいう事から液晶の動作速度が非常に遅くなる問題がある。そこで本研究では、磁場印加による液晶ミリ波位相変調器の動作特性改善を目指し、印加した磁場と動作速度、位相変調量との関係等について調べ、最適な駆動条件について検討を行った。

Fig. 1 に液晶分子の配向状態を示す。立上り時間は、液晶層の厚さ、液晶の物性、印加電圧に依存している。従って、素子の構造や用いる液晶材料を変えずに、印加電圧を大きくする事で、ある程度は立上り時間を改善する事が可能である。一方、立下り時間は、液晶層の厚さ、液晶の物性にのみ依存しており、駆動電圧には無関係である。特に、液晶層を厚くすると急激に立下り時間が長くなるため、液晶のミリ波デバイス応用では大きな問題となっている。そこで本研究では特に立下り時間に注目し、デバイスに磁場を印加して液晶の立下りの動作をアシストする事で特性の改善を試みた。アシスト磁場は液晶の初期配向方向と平行に印加した。しかし、この磁場は液晶駆動電場と直交するため、磁場によって応答が高速化する一方、立上りの液晶の動作を阻害する事が予想される。

Fig. 2 にアシスト磁場下の動作時間の測定結果を示す。横軸に液晶駆動電圧、縦軸に動作時間を取っており、アシスト磁場は530Gauss, 1100Gauss の2つの値について測定を行った。グラフの破線部分によると、立上り時間(Rise)は駆動電圧を大きくすると高速な応答が得られ、磁場による影響は少ない事が分かる。一方、実線で示された立下り時間(Decay)

は、駆動電圧を大きくすることによる増加が見られる。これはアシスト磁場によって液晶分子の立上り動作が阻害され、液晶を十分に駆動するために必要な電圧が増加したためと考えられる。また、アシスト磁場による立下り時間の改善効果は大きく、530Gauss と比較して1100Gauss のプロットは大きく下方へシフトしており、大幅に高速化されている事が分かる。

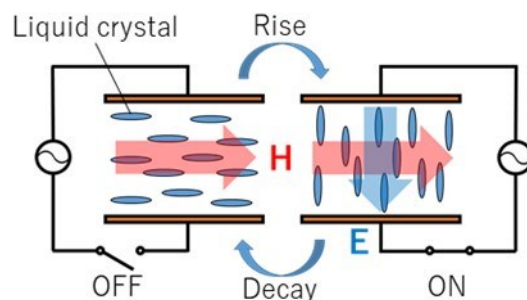


Fig.1 Orientation of liquid crystal molecules under bias magnetic and electric field.

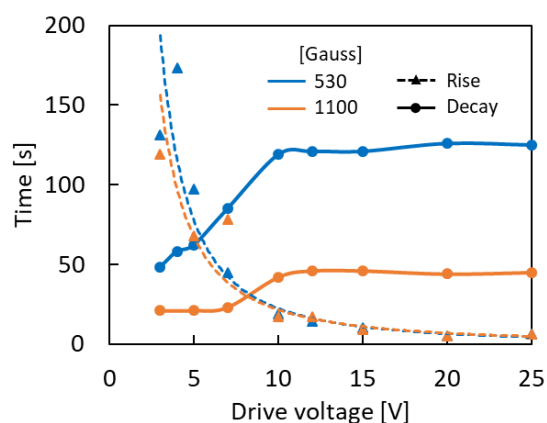


Fig.2 Rise and decay time under bias magnetic field.

【参考文献】

- [1] H. Maune, M. Jost, R. Reese, M. Nickel, E. Polat, R. Jakoby, IDW'18, LCT7-1 (2018).
- [2] Tien-Lun Ting, Optics EXPRESS, Vol. 27, No. 12, pp.17138-17153(2019).
- [3] K.Iiyama et al, The Japan Society of Physics, 17p-P6-31(2018).