

平板回路を用いた液晶ミリ波位相変調器の検討(Ⅱ)

Study on liquid crystal millimeter-wave phase shifter by using planar waveguide (Ⅱ)

秋田県立大 °飯山響介, 伊東良太, 本間道則, 能勢敏明

Akita Prefectural Univ., °Kyosuke Iiyama, Ryota Ito, Michinori Honma, and Toshiaki Nose

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

【はじめに】ミリ波は直進性が強く現れるため、小型アンテナを使って細いビーム状に伝搬させる事によって、エネルギー効率が高い使い方が容易に可能となる。しかしこの場合、フェーズドアレイアンテナのようなミリ波の制御デバイスが不可欠になる。位相変調器は、フェーズドアレイアンテナを実現するために重要な要素であるが、液晶を用いた位相変調器は低駆動電圧、低消費電力の扱い易い素子として期待されている。¹⁾

そこで我々は、マイクロストリップライン(MSL)に液晶を導入する簡単な素子構造を有する液晶位相変調器の開発を行ってきたが、液晶材料の複屈折から期待される変調量より大幅に小さな値しか得られない問題があった。そこで本研究では、素子構造の最適化を行う事によって位相変調量及び損失との兼ね合いで評価される性能指数の向上を試みた。

【実験および結果】作製したデバイスの構造をFig.1に示す。ベースとなるMSL基板中に直方体の空洞および溝を設けて、ストリップ導体を有するもう一つの誘電体基板と組み合わせる事によってセル構造を形成している。その後、新たに設けた溝から液晶を注入して位相変調器を作製した。これまでの素子は、通常の液晶セルと同様に液晶を注入してから2枚の基板を組み合わせ構成されていた。²⁾ このとき、セル内に気泡が混入して位相変調量が低下することが懸念されるため、それを防ぐ素子構造の検討を行った。

Fig.2に素子の透過振幅特性を示す。構造の違いによる損失の大きな変化は見られない事が分かる。20GHz以下では、シミュレーションと同程度の高い透過率が得られている。また、ミリ波帯域である30GHz以降では、以前の素子に比べて透過損失が少し改善されており、液晶層の気泡が排除されることによるインピーダンスのマッチングが改善されている効果によるものと思われる。

Fig.3に7.8Vの駆動電圧による位相変調量を示す。以前の素子と比べて変調量がおよそ2倍にな

り、シミュレーションで予想された量と同程度の値に改善されている事が分かる。また、周波数に対してほぼ直線的に変化しているため、広い周波数帯域で使用することが期待される。

単位透過損失当たりの位相変調量として定義される性能指数を用いて評価してみると、40GHzで約8deg/dBの値となり、4倍ほどの改善効果が得られている。

【参考文献】

- 1) J.F. Li et al, 2016 EuMA, PP.1047-1050 (2016).
- 2) K. Iiyama et al, IDW'17, PP.264-265 (2017).

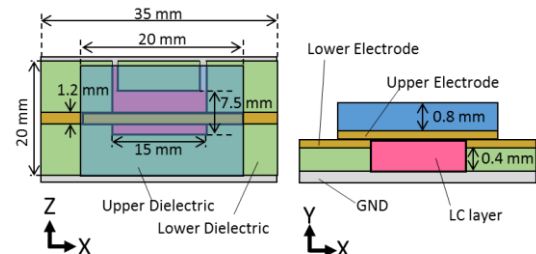


Fig.1 Device structure.

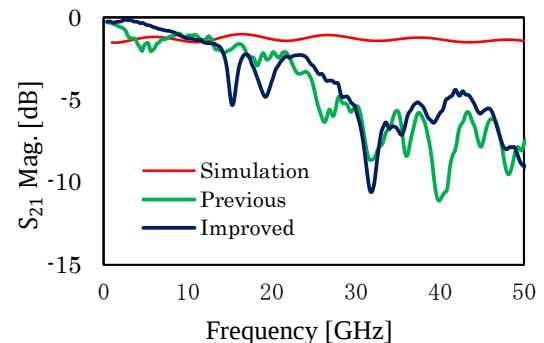


Fig.2 Transmission amplitude property (S_{21}).

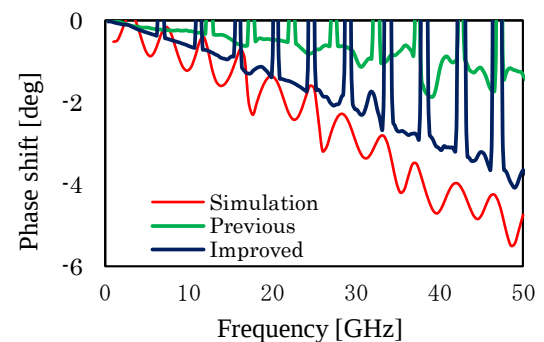


Fig.3 Phase shift property.