

FET とバラクタダイオードを用いたアクティブ CRLH 線路の研究

Novel Active CRLH Transmission Line Incorporating Both FETs and Varactor Diodes

EE24 高橋 季将
指導教員 水谷 浩

1. 緒言

CRLH 伝送線路^[1]とはメタマテリアル技術^[2]の一つであり、右手/左手系複合伝送線路 (Composite right/left-handed transmission line) のことを指す。先行研究^{[3][4]}では FET あるいはバラクタダイオードによる放射電磁波の制御を試み、ともに電磁波制御可能であることが S パラメータと放射特性の測定により実証された。

本研究では FET とバラクタダイオードを同時に両方とも CRLH 伝送線路に組み込んで FET とバラクタダイオードによる制御を同時に行えるかを、S パラメータと放射特性を測定することで検証することを目的とした。

2. 実験

図 1 に作製した試料を示す。



図 1. 作製した五段 CRLH 回路

FET とバラクタダイオードの各バイアス状態における S パラメータと放射特性を測定し、バイアス電圧によってそれらがどのように変化するかを実験的に調べた。放射特性測定時には図 1 の右側から信号を入力し、回路の表面に垂直な方向を 0° 、入力側を 90° とした。また FET、バラクタダイオードへのバイアス電圧をそれぞれ V_{FET} 、 V_{vd} と表すと、 $V_{FET}=0\sim 1[V]$ 、 $V_{vd}=0\sim 20[V]$ の範囲で V_{FET} は $1[V]$ ずつ、 V_{vd} は $5[V]$ ずつ変化させた。

3. 結果

入力信号が $5.2[GHz]$ で各バイアス電圧を変化させたときの放射特性 (仰角) の変化を図 2 ($V_{FET}=0[V]$) と図 3 ($V_{FET}=1[V]$) に示した。図 2 を見ると V_{vd} の変化に伴い、前方寄りに放射していたのが後方への放射へと変化していく様子が分かる。また図 2 と図 3 の実線で示される $V_{vd}=0[V]$ の時の放射特性では、 V_{FET} の変化により放射の強弱が大きく変化した。これは FET のパラメータ変化により

直列 LC の共振状態から EBG (Electrical Band Gap) 領域になったためと考えられる^[3]。

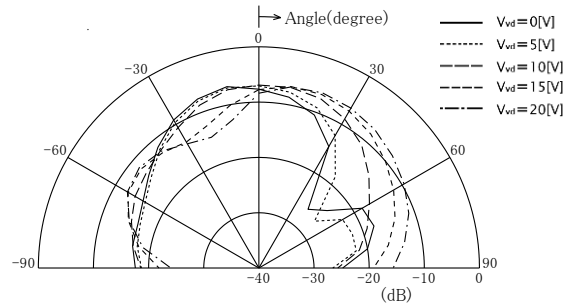


図 2. $V_{FET}=0[V]$ 固定時の変化

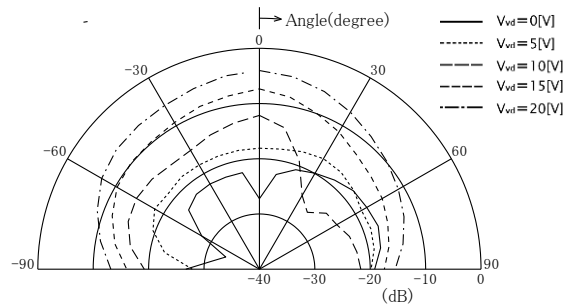


図 3. $V_{FET}=1[V]$ 固定時の変化

4. 結論

FET とバラクタダイオードによる電磁波制御は同時に行えることが分かった。

5. 今後の発展

本実験結果に対する分散特性の算出を行い、放射特性の変化の裏付けを行う。

また本実験では五段 CRLH のみで実験を行ったので、三段や七段の CRLH でも同様に実験を行い段数依存性について検討する。

文献

- [1] C.Caloz and T.Itoh, "Metamaterials for High-Frequency Electronics" Proc. of the IEEE, vol.93, No.10, pp.1744-1750, (Oct.2005)
- [2] 北野 正雄, "メタマテリアルとは何か" 応用物理, 78, 6, pp.1-2, (Jun.2009)
- [3] H. Mizutani, K.Ota, R. Ishikawa, and K. Honjo, "Novel Active CRLH Transmission Lines Incorporating FETs for Reconfigurable Antennas" Proc. of Metamaterials 2013, pp.169-171, (Sep.2013)
- [4] H. Mizutani, Naoya Watanabe, Ryo Ishikawa, and Kazuhiko Honjo, "Novel Frequency Tunable CRLH-TL for Reconfigurable Wireless Systems" Proc. of ICEAA 2014, pp.434-437, (Aug.2014)