

ビーム制御用ダイオード装荷メタサーフェスの反射位相特性

Reflection Phase Characteristics of meta-surface with diode for beam direction control

丸山 珠美 嶋野 武 陳 強
 Tamami Maruyama Takeru Shimano Qiang Chen

函館工業高等専門学校
 National Institute of Technology, Hakodate College

1. まえがき

M2M 伝搬環境を目的に、ダイポールのような小型アンテナに、LC 共振による反射位相が異なるメタサーフェスを用いることでビーム方向を変化できることが報告されている[1]。環境に合わせて所望方向にビームを向けるためにはダイオードなどアクティブ素子を装荷した制御が有効となる[2]。しかし、メタサーフェスにダイオードを装荷した際の反射位相に対する検討は不十分であった。本稿ではメタサーフェスにダイオードを装荷しこの ON/OFF を切り替えることで、メタサーフェスの理論を損なわず 2 つの独立な反射位相が得られる新たな構造を提案する。

2. 提案構造と理論

メタサーフェスの反射位相はパッチ間のギャップ g_y 、基板の厚さ t 、素子間隔 Δy から得られる a とこれを用いて得られる表面インピーダンス Z から理論的に求めることができる[3]。一つのセルに 4 つのダイオードを配置した提案構造を図 1 に示す。図 1 においてダイオード A を Off にしたときは図 2 と、ダイオード B を Off にしたときは図 3 と、それぞれ等価になると考えられ、2 種類のダイオードの ON/OFF で 2 つの反射位相を得ることができる。ダイオードを ON にしているギャップ g_{yB} を固定し、ダイオードを OFF にしているギャップ g_{yA} を変化させたときの結果を理論値とともに図 4 に示す。位相の回転により値はシフトしているが理論とほぼ同等の範囲で反射位相が変化していることがわかる。次に、ダイオードを ON にしているギャップ g_{yB} を変化させ、ダイオードを OFF にしているギャップ g_{yA} を固定したときの結果を解析モデルとともに図 5 に示す。値の変化は 15° 以内であり、ダイオードを ON にすることで 2 つのパッチが導通し一つのパッチと同等とみなせることがわかる。ここでダイオードはチップダイオードを想定し、Off のときのギャップ g_{yC} は 0.5mm としている。図 4、図 5 より 2 種類のダイオードを一つのセルに配置することにより 2 つの位相をそれぞれ独立に設計できることがわかる。

3. まとめ

メタサーフェスにダイオードを装荷し 2 つの反射位相をそれぞれ独立に設計できる新たな構造を提案した。今後は本結果を用いてビーム可変メタサーフェスを設計する。

参考文献

- [1] T. Maruyama et. All: "Reflectarray design for small antenna using meta-surface," IEEE APWC 2016.
- [2] H. Yang, F. Yang et. All.; A 1-Bit 10 \times 10 Reconfigurable Reflectarray Antenna: Design, Optimization, and Experiment, IEEE AP Trans. 2016, Vol. 64, pp. 2246 – 2254.

[3] T. Maruyama et. All.: "Capacitance Value Control for Metamaterial Reflectarray Using Multi-layer Mushroom Structure with Parasitic Patches," ACES Journal, vol. 27, no.1, 2012, pp.28-41, Jan., 2012.

謝辞：本研究は東北大学電気通信研究所における共同プロジェクト研究によって行われた。また本研究の一部は京都大学生存圏研究所 AMETLAB の施設利用共同プロジェクトによって行われた。

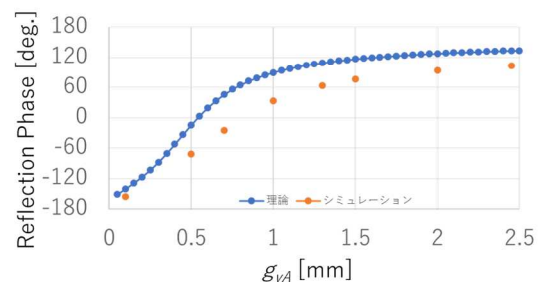
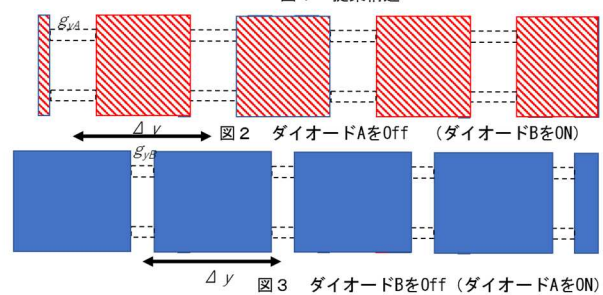
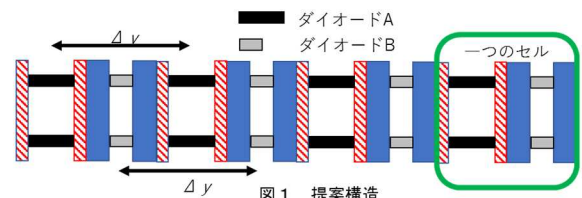


図 4 ダイオードを Off にしているギャップ g_{yA} を変化させたときの反射位相

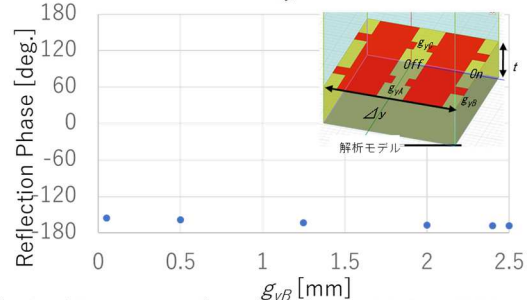


図 5 ダイオードを ON にしているギャップ g_{yB} を変化させたときの反射位相