

磁石を用いたリコンフィギュラブルリフレクトアレー に関する研究

入山 大暉 今野 佳祐 陳 強

東北大学大学院工学研究科 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-05

E-mail: iriyama.daiki.s2@dc.tohoku.ac.jp, {keisuke.konno.b5 ,qiang.chen.a5}@tohoku.ac.jp

あらまし 本研究では、リフレクトアレーに回転素子を用い、磁石を用いた非接触の回転構造を提案する。数値解析の結果、 $\theta < 20 \text{ deg}$ 程度の範囲で高利得かつビーム動作が可能なリフレクトアレーが実現できることを明らかにした。

キーワード リフレクトアレー、磁石

1. まえがき

ミリ波帯の高周波数の電波は、従来の通信で用いられていた周波数帯の電波と比べて直進性が強く、回折しにくいという問題がある。そのため、遮蔽物の影響によって電波の届かない不感地帯が発生してしまう。そこで、図 1 のように、遮蔽物による不感地帯にビームを向ける技術として、高利得かつ所望方向にビームを形成するリフレクトアレーが提案されている[1][2]。リフレクトアレーとは、準周期構造を用いて電磁波の散乱方向の制御を可能とする技術であり、これを図 1 のように送信アンテナから見通すことのできる空間に配置することで、遮蔽物の影響を受けずに電波を所望方向へ向けることができる。

近年、リフレクトアレーの特性を動的に変えるリコンフィギュラブルリフレクトアレーが盛んに研究されており、特に機械的に素子を動かす機械的なリコンフィギュラブルリフレクトアレーの研究が盛んに行われている。例えば、同心円状の二重スプリットリングをモーターで回転させるリコンフィギュラブルリフレクトアレーが提案されている[3]。モーターを用いたリコンフィギュラブルリフレクトアレーは、連続的に素子を回転させられる反面、モーターと素子を機械的に接続させる必要があり、加工が複雑になるという欠点があった。

このようなモーターを用いたリコンフィギュラブルリフレクトアレーの欠点を克服するため、電磁石を用いたリコンフィギュラブルリフレクトアレーが提案された[4]。電磁石を用いたリコンフィギュラブルリフレクトアレーは、静磁界によって電磁石とリフレクトアレー素子が力学的に非接触で結合している一方で、高周波では電磁石とリフレクトアレー素子が反射板によって完全にアイソレーションされている。したがって、電磁石がリフレクトアレー素子に機械的な変形を加えて位相変化をもたらすことが可能な一方で、移相器である電磁石そのものはリフレクトアレー素子の高周波特性に何ら影響を及ぼさず、挿入損失が 0 である

という利点がある。このような電磁石を用いたリコンフィギュラブルリフレクトアレーの欠点として、位相制御可能な精度が 1 ビットに限られている点が挙げられる。電磁石を用いてマルチビットの位相制御が可能な構造は提案されているものの、試作や実験による実証はなされていない[5]。

そこで本研究では、磁石を複数組み合わせた構造を用いて、連続的あるいはマルチビットの位相制御が可能なリコンフィギュラブルリフレクトアレーを提案し、その有効性を明らかにする。

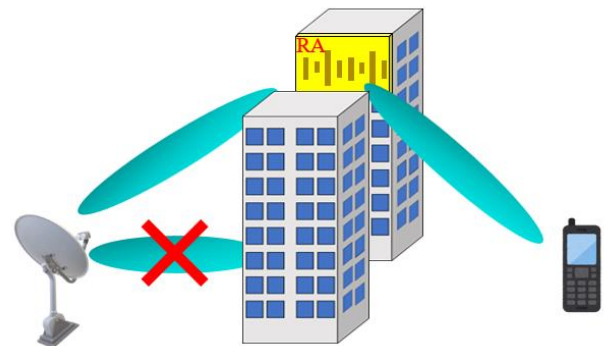


図 1：リフレクトアレーを用いた不感地帯の解消

2. 謝辞

本研究成果の一部は JSPS 科研費 22K04061 の助成を受けて得られた。

また、東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究会では本研究に関する有益な議論を行ったので、関係各位に謝意を表する。

文 献

- [1] D. G. Berry, R. G. Malech, and W. A. Kennedy, "The reflectarray antenna," IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 11, no. 6, pp. 645-651, Nov. 1963.
- [2] L. Li, Q. Chen, Q. Yuan, K. Sawaya, T. Maruyama, T. Furuno, and S. Uebayashi, "Novel broadband planar reflectarray with parasitic dipoles for wireless communication applications," IEEE Antennas Wireless Propag. Lett., vol. 8, pp. 881-885,

2009.

- [3] X. Yang, S. Xu, F. Yang, M. Li, Y. Hou, S. Jiang, and L. Liu, "A Broadband High-Efficiency Reconfigurable Reflectarray Antenna Using Mechanically Rotational Elements," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 65, no. 8, pp. 3959-3966, Aug. 2017
- [4] A. Hu, K. Konno, Q. Chen, and T. Takahashi, "A Highly Efficient 1-bit Reflectarray Antenna Using Electromagnets-Controlled Elements," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 72, no. 1, pp. 506-517, Jan. 2024.
- [5] A. Hu, K. Konno, and Q. Chen, "A novel electromagnets-controlled reflectarray element employing 1-bit position locking system with low power consumption," *IEICE Commun. Express*, vol. 13, no. 7, pp. 285-288, July 2024.