

メタリフレクタを用いた伝搬環境の改善技術

Meta-Reflector Development for Improving Wireless Propagation Channel

陳 強
Qiang Chen

澤谷 邦男
Kunio Sawaya

東北大学
Tohoku University

1 まえがき

今より更に超高速なビットレートの次世代移動通信を実現するため、広い周波数帯域が必要になり、高い周波数帯の開拓が必須である。しかしながら、周波数が高くなると、伝搬損失が大きく、建物の遮蔽による不感地帯が発生する問題点が発生する。不感地帯を解消するために、著者らの研究グループは、総務省の「電波資源拡大のための研究開発」との委託研究を受けて、NTTドコモと共同で電波伝搬路に設置するパッシブリフレクタとして、一定方向の入射波を任意の方向に散乱できるメタリフレクタの研究開発を行ってきた(図1)。本報告では、メタリフレクタとして提案された広角度の散乱特性、周波数の多帯域などの特性を有するリフレクトアレー及びデュアルアンテナに関する研究成果をレビューする[1]-[7]。

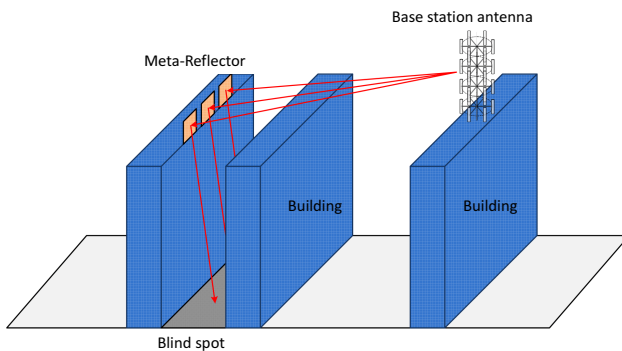


図1 メタリフレクタを用いた電波不感地帯の解消。

2 デュアルアンテナ [3, 4, 5]

広角度の散乱特性を有するメタリフレクタとしてデュアルアンテナが有効であると考え、本研究で提案したデュアルアンテナを図2に示す。デュアルアンテナは、基板上に4素子のパッチアレーアンテナとプリント八木・宇田アンテナから構成される。パッチアレーアンテナが正面方向からの入射波を受信し、3素子の八木・宇田アンテナが入射方向と垂直の方向に電波を放射する。パッチアレーアンテナと八木・宇田アンテナは、マイクロストリップ線路により接続されており、伝送線路は反射が最小となるように設計されている。また、デュアルアンテナをアレー化することにより、アンテナの利得を上げることができる。試作した4素子デュアルアンテナの散乱パターンを図3に示す。水平方向(90度方向)からの入射波に対し、電波が垂直方向(180度方向)に散乱されたことが確認できた。また、1.9から2.0GHzまでの

周波数範囲で広角度の散乱特性が確認できた。

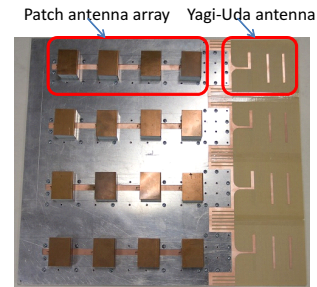


図2 パッチアレーと八木・宇田アンテナから構成されるデュアルアンテナ。

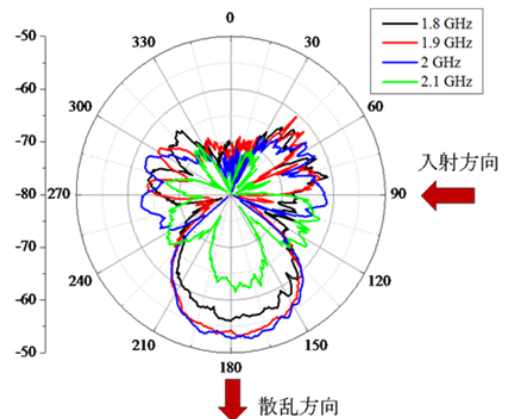


図3 4素子デュアルアンテナの散乱パターン。

3 楕円間隙構造のリフレクトアレー [6]

マイクロストリップ構造のリフレクトアレーは、鏡面反射と異なる方向に電波を散乱させることができる。本研究では、図4に示す楕円間隙構造のリフレクトアレーを提案する。従来手法では、アレー素子の幅、長さなどの外形を変えて、各素子の反射係数の位相を設計するが、本提案構造では、素子外形の寸法を変えずに、楕円間隙を変えることにより、反射係数位相の変化を実現する。そのため、アレー素子が等間隔で配置できる。フレクトアレー素子の反射係数と楕円間隙との関係を図5に示す。反射係数の位相範囲がほぼ1000度にも達し、設計した素子が広帯域、広角散乱のリフレクトアレーに適していることが分かる。図6に11×6楕円間隙構造のリフレクトアレーの散乱波パターンのシミュレーションと測定結果を示す。リフレクトアレーへの垂直入射(0度)に対し、最大散乱方向が58度という広角度に達したことが分かる。

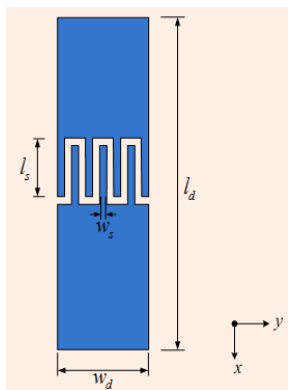


図 4 楕円間隙構造のリフレクタレー素子.

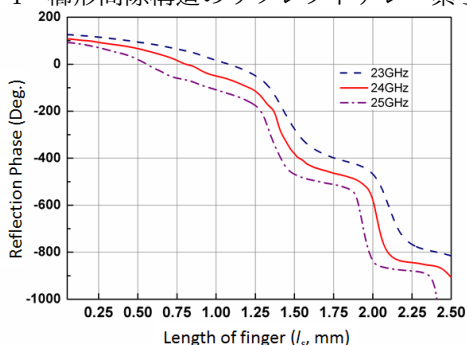


図 5 楕円間隙構造のリフレクタレー素子の反射係数の位相と楕円間隙との関係.

4 2周波リフレクタレー [7]

マイクロストリップ構造のリフレクタレーは、基板の厚みが波長に対し最適な寸法がある。そのため、マイクロストリップ構造のリフレクタレーは、大きく離れた2つの周波帯域で動作することが困難である。本研究では、図7に示すようなアレー素子層と地板層の間に周波数選択板 (FSS) を設ける構造を提案する。FSSは、低周波帯域では、反射係数が小さく、高周波帯域では、反射係数を大きい特性を有するため、基板の等価厚みを周波数によって制御することができる。本手法で設計した 11×7 のリフレクタレーを測定した結果、0方向から入射された 12GHz, x 偏波と 16GHz, y 偏波という2つの平面波に対して、12GHzでは、29度の方向に 18.4dBi, 16GHzでは、29度の方向に 21.5dBi の散乱波ビームが確認できた。

5 まとめと謝辞

メタリフレクタとして、広角度の散乱特性、周波数の多帯域などの特性を有するリフレクタレー及びデュアルアンテナの設計法を提案し、有効性を検討した。本研究の一部は、総務省の委託研究「電波資源拡大のための研究開発」の一環として実施された。

参考文献

[1] L. Li, et al., "Novel Broadband Planar Reflectarray With Parasitic Dipoles for Wireless Communication Applications," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 8, pp. 881-885, 2009.

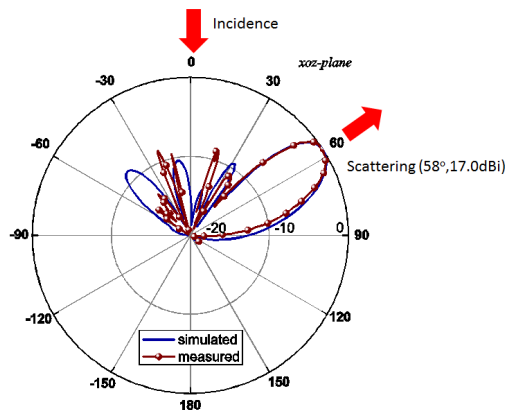


図 6 11×6 楕円間隙構造のリフレクタレーの散乱波パターン.

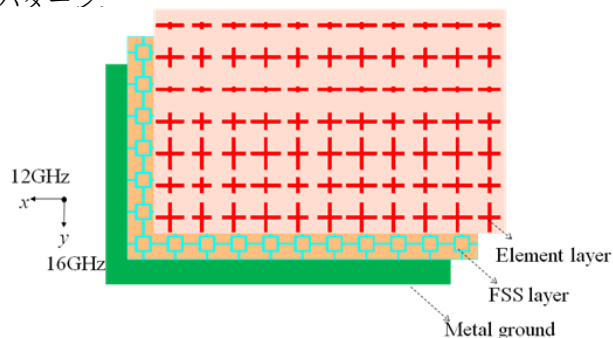


図 7 FSS を用いた 2周波リフレクタレー.

[2] L. Li, et al., "Frequency Selective Reflectarray Using Crossed-Dipole Elements With Square Loops for Wireless Communication Applications," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 59, no. 1, pp. 89-99, 2011.

[3] Q. Chen, et al., "Dual-antenna system composed of patch array and open-ended waveguide for eliminating blindness of wireless communications," *IEICE Electron. Express*, vol. 7, no. 9, pp. 647-651, May, 2010.

[4] S. W. Qu, et al., "Dual-antenna system composed of patch array and planar Yagi antenna for elimination of blindness in cellular mobile communications," *Progress In Electromagnetics Research C*, vol. 21, pp. 87-97, 2011.

[5] L. Wang, et al., "Experimental Investigation of MIMO Performance Using Passive Repeater in Multipath Environment," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, vol. 10, pp. 752-755, 2011.

[6] J. Li, et al., "Reflectarray element using interdigital gap loading structure," *Electron. Lett.*, vol. 47, no. 2, pp. 83-85, 2011.

[7] J. Li, et al., "Dual-frequency reflectarray design using sandwiched FSS," 2010 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC 2010), Dec. 7-10, 2010.