

フレネル領域におけるリフレクタレーの設計

Design of Reflectarray for Fresnel Region

本多 出[†] 小柳 裕輔^{††} 今野 佳祐^{††} 陳 強^{††}
Izuru Honda Yusuke Koyanagi Keisuke Konno Qiang Chen

[†] 東北大学工学部 ^{††} 東北大学大学院工学研究科
School of Engineering, Tohoku University Graduate School of Engineering, Tohoku University

1 まえがき

ミリ波帯のような高周波帯における無線通信では遮蔽物の影響によって電波の届きにくい不感地帯が発生することが知られている。このような不感地帯における無線通信を実現するために、リフレクタレーが有効であることが知られている [1][2]。

一方で、これまでの研究では、このようなリフレクタレーの設計は主に遠方界領域で行われ、フレネル領域のような近傍界における不感地帯を解消するようなリフレクタレーの設計法に関する研究は少ない。そこで本研究では、フレネル領域にある端末に対してビームを向けられるリフレクタレーを設計し、その有効性を数値的に明らかにしたので報告する。

2 フレネル領域におけるリフレクタレーの設計法

図1のような N 素子リフレクタレーでは、各素子の散乱波が Focal point で同相になる位相の条件は以下のように表される。

$$\phi_n = k_0((l_{in,n} - l_{in,1}) + (l_{ref,n} - l_{ref,1})) + \phi_1 \quad (1)$$

where $n = 1, \dots, N$

ここで $l_{in,n}$ は波源から第 n 素子までの距離、 $l_{ref,n}$ は第 n 素子から Focal point までの距離、 k_0 は自由空間中の波数、 λ は波長、 ϕ_n は第 n 素子の散乱波が Focal point で満たすべき位相である。(1) を満たすような ϕ_n は、異なる素子長のリフレクタレー素子を配置することで実現できるので、フレネル領域にある Focal point にビーム走査が可能である。

3 数値シミュレーション

提案法を用いてフレネル領域におけるリフレクタレーの設計が可能であることを明らかにするため、20 素子の 1 次元リフレクタレーを設計した。リフレクタレー素子は寄生素子を装荷した反射板付きのダイポール素子とし、素子間隔は 0.5λ とした。反射板の中心が座標系の原点であり、 $r = 0.25 \text{ m}$ 、 $\theta = 30 \text{ deg.}$ 、 $\phi = 180 \text{ deg.}$ の位置に送信アンテナがある。また、 $r = 0.2 \text{ m}$ 、 $\theta = 0 \text{ deg.} \sim 60 \text{ deg.}$ 、 $\phi = 0 \text{ deg.}, 180 \text{ deg.}$ の円周上に Focal point を配置した。円周上での電界強度 (E_ϕ 成分) は図2に示す。設定した Focal point に主ビームが向いていることが分かる。

4 まとめ

本報告では、提案法によってフレネル領域におけるリフレクタレーの設計が可能であることを数値的に明ら

かにした。

謝辞

本研究開発は総務省の電波資源拡大のための研究開発 (JPJ000254) によって実施した結果を含む。

参考文献

- [1] Long 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.
- [2] Long 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.

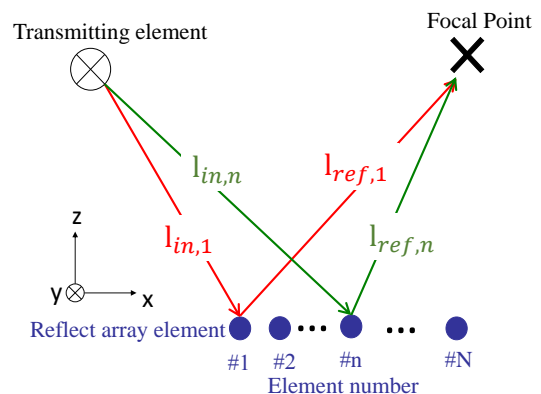


図1 フレネル領域におけるリフレクタレーの設計法

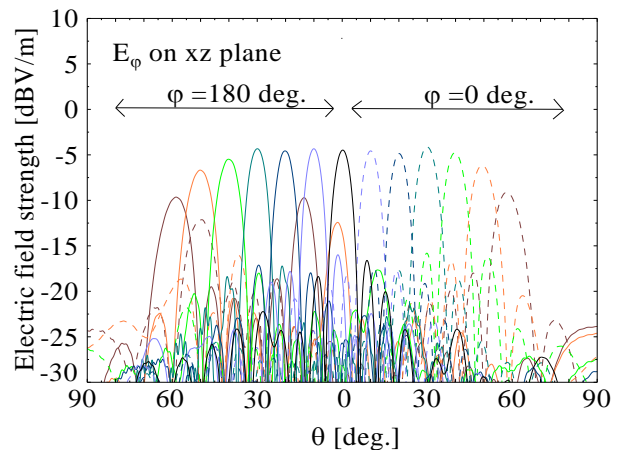


図2 設計したリフレクタレーの散乱パターン