

MIMO Full-Duplex エンドファイアアレー用

アナログ干渉抑圧回路の評価

Evaluation of Analog Interference Suppression Circuits for MIMO Full-Duplex End-Fire Arrays

多田 静香[†] Shizuka TADA 山本 芳之^{††} Yoshiyuki YAMAMOTO 本間 尚樹[†] Naoki HONMA 袁 巧微^{†††} Qiaowei YUAN 陳 強^{††} Qiang CHEN

[†]岩手大学 Iwate University ^{††}東北大学 大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Tohoku University ^{†††}仙台高等専門学校 Sendai National College of Technology

1. まえがき

著者らは、MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) Full-Duplex システムを実現するための自己干渉抑圧法の一つとして、180度ハイブリッドを組み合わせた受信アレー用給電回路を提案している[1]。しかし、同手法は周波数が2.29 GHzでかつアンテナ4素子の場合の検討に留まっており、高マイクロ波帯における多素子アレーへの適用法については未検討であった。本報告では12.9 GHz用干渉抑圧回路を用い、アンテナ8素子を用いた場合の評価結果について述べる。

2. 180度ハイブリッド回路を用いた干渉抑圧法

図1(a)は送受信リニアアレーアンテナをエンドファイア配置したMIMO Full-duplex系の概要を示している。ここで送信アレーは M_T 素子、受信アレーは M_R 素子とし、 H_I は自己干渉チャンネルとする。図1(b)に $M_R = 8$ の場合の給電回路の構成を示す。180度ハイブリッド回路を7つ用いている。アンテナ素子間隔を半波長($0.5\lambda_0$, λ_0 : 真空中の波長)にすることで、受信アンテナ素子で観測される信号位相差は理論的には180度になる。180度ハイブリッド回路出力の Σ と Δ ポートはそれぞれ入力ポートの信号の和と差を出力する。この回路を通して観測される干渉信号電力ベクトルは

$$p_I = \text{diag}(WH_I H_I^H W^H) \sigma_s^2 \quad (1)$$

により表される。ここで、 W は回路により生成されるウェイト、 σ_s^2 は各アンテナの送信電力である。図のような構成とすることで、自己干渉抑圧回路の出力ポート#1~#7には自己干渉信号が理想的には到達せず、これらは受信機と接続される。#8はダミーポートであり信号受信には用いない。これは、#8には全アンテナに届いた干渉電力が集約されるためである。しかし、実際には相互結合等により干渉信号の位相や振幅には誤差が生じ、信号が集約される下段のポートほど干渉電力の残留が大きくなる。そこで、下段から n_p 個のポートを終端すると、全干渉電力は、

$$p_{n_p} = \sum_{k=1}^{M_R - n_p} p_{I_k} \quad (2)$$

と表される。ここで p_{I_k} は p_I の k 番目の要素である。

3. 実験結果

図2に試作アンテナと回路を示す。本実験で使用するアンテナは12.9 GHzで整合が取れるように設計したスリーブアンテナである。素子間隔は送受信アンテナともに $0.5\lambda_0$ とし、送受信アンテナ間距離は1.9 mとする。干渉抑圧回路は、厚さ0.8 mm、比誘電率2.2のPTFE基板上に作成した。ここで、 $\Delta 1$ から $\Delta 8$ は受信アンテナと接続する入力ポート、#1から#8は出力ポートである。図3に自己干渉電力を示す。12.9 GHzでは、 $n_p = 0$ (自己干渉抑圧しない場合)は-44.6 dB、 $n_p = 1$ (出力ポート#8を終端した場合)は-49.9 dB、

$n_p = 2$ (出力ポート#8と#7を終端した場合)は-56.2 dBであり、11.6 dB干渉が抑圧された。

4. まとめ

本報告では180度ハイブリッド回路を用いた自己干渉抑圧法の評価を行った。実験結果より、自己干渉抑圧をしない場合に対して、2つのポートを終端した場合は自己干渉が11.6 dB抑圧されることを確認した。

参考文献

[1] 山本 他, 信学技報, vol.177, no.181, pp.75-80, 2017年8月

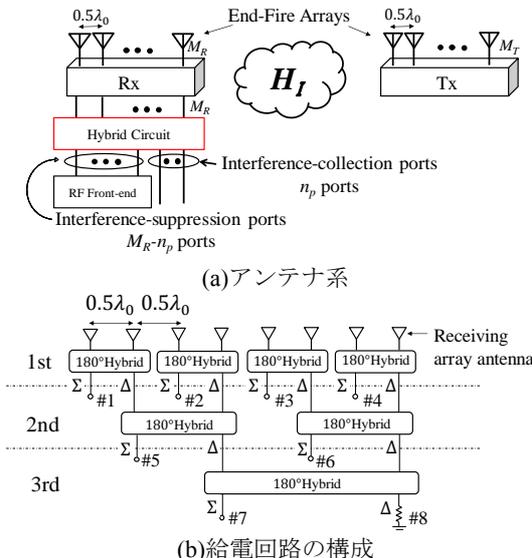


図1. 提案するアナログ干渉抑圧法

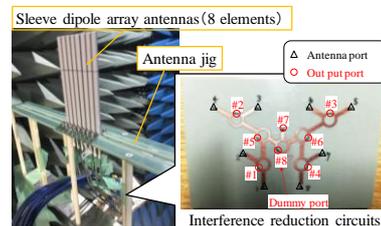


図2. 試作アンテナと回路

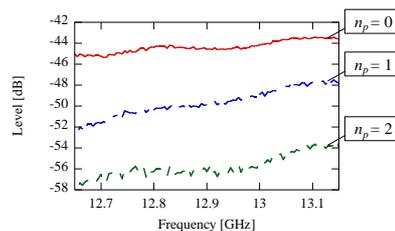


図3. 自己干渉電力