

# 導電性フィルムを用いた 1 bit リフレクトアレーパッチ素子の試作と評価

## Development and Evaluation of 1 bit-Reflectarray Patch Element Using Conductive Film

山口 諒† 佐藤 弘康† 陳 強†  
Ryou Yamaguchi Hiroyasu Sato Qiang Chen

†東北大学  
†Tohoku University

**1. まえがき** 近年、電子制御によるリコンフィギュラブルリフレクトアレーの研究が進んでおり、PIN ダイオードを用いたアクティブイメージング用 1bit リフレクトアレー(RA)が開発されている。本研究では、低コストでシンプルな構造のアクティブイメージング装置の変換レンズとして 2.5 GHz 帯で使用するため導電性フィルムとポリフォームを用いたリフレクトアレー素子を試作し、散乱特性を評価した結果を述べる。

**2. リフレクトアレー素子の構造** 試作したリフレクトアレー素子の構造を図 1 に示す。素子はグラウンド板が方形パッチとラジアルスタブにサンドイッチされた構造を有し、方形パッチとグラウンド板間に PIN ダイオードを設けた構造である[1]。PIN ダイオードは方形パッチとグラウンド板間に配置し、バイアス電圧を印加することでダイオードの ON と OFF を制御して散乱波の位相を変化させる。底面のラジアルスタブは RF 信号のチョークである。本構造において、導体はすべてポリフォーム基板上に貼り付けられる導電性フィルムであり、カッティングプロッタで作成できる。ただし、微小な PIN ダイオードだけは比誘電率 3.3 の誘電体基板に実装し、微小誘電体基板と導電性フィルムを導電性ペーストで短絡する工夫により実装を容易にした。

**3. 測定結果** パッチ素子からの散乱波の振幅と位相のみを計測するために、ベクトルネットワークアナライザ(VNA 8722ET)のタイムドメイン機能を利用し、送信アンテナとして群遅延特性が良好な広帯域対称形フェルミアンテナ(APFA)[2]を用いた。測定系及びパッチ素子と APFA の距離が  $d=500$  mm のときの S11 の時間領域特性を図 2 に示す。1 ns で APFA 内部における反射パルス、5.2 ns でパッチ素子からの散乱波パルスが観測されている。APFA 内部パルスをゲーティングし、逆フーリエ変換することで散乱波の周波数特性を抽出した結果を図 3 に示す。PIN ダイオードの順/逆バイアスに対する散乱振幅は 2.65 GHz において一致し、散乱波の位相差は 2.3 GHz から 2.65 GHz で約 180 度が得られた。以上の結果から、設計したパッチ素子は 1 bit RA 素子として利用できると考えられる。

**4. まとめ** 導電性フィルムを用いた 2.5 GHz 帯 1 bit リフレクトアレー素子を開発し、2.5 GHz 帯で 180 度の散乱波位相変化量を確認した。今後アレー化して電子走査特性を評価する予定である。

[1]Huanhuan Yang et. al, "A 1-Bit 10 × 10 Reconfigurable Reflectarray antenna : Design, Optimization, and Experiment," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 64, No.6, pp. 2246-2254, June 2016.

[2] H. Sato et. al., "Time Domain Characteristics of Broadband Antipodal FermiAntenna And Its Application To Through-wall Imaging," *International Symposium on Antennas and Propagation*, vol. 1, pp. 338-390, Seoul, Korea, 2005.

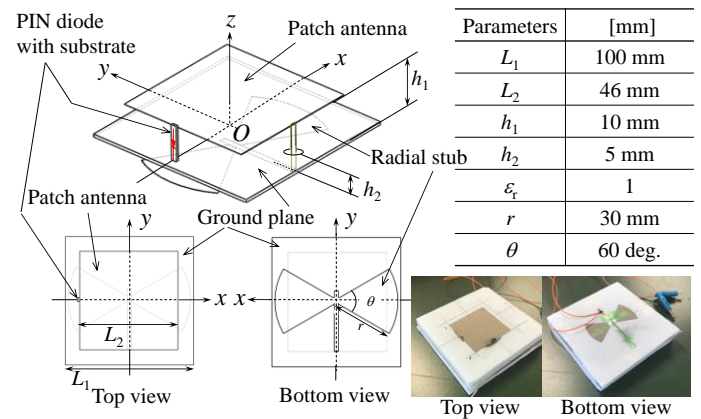


図 1 リフレクトアレー素子の構造

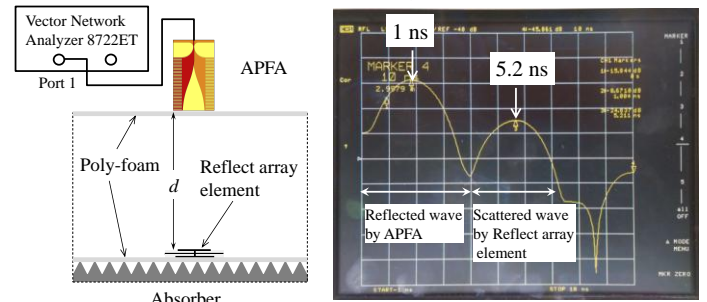


図 2 測定系及び S11 の時間領域特性

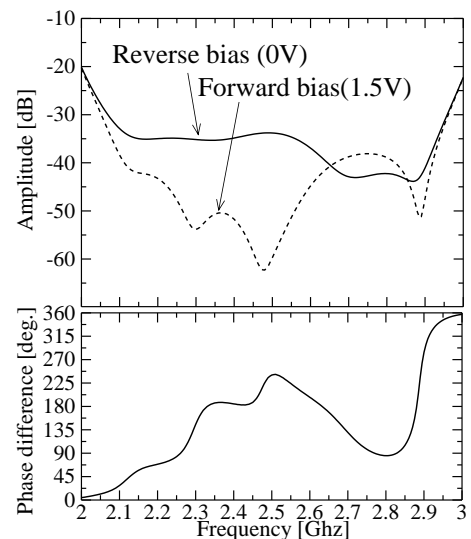


図 3 散乱波の周波数特性(上:振幅, 下:位相差)