

## 28GHz 帯階段形誘電体ロッドアンテナ

佐藤 啓介\* 大島 一郎\* 中野 久松\*\*

## Stair-Shaped Dielectric Rod Antenna for 28 GHz-Band

Keisuke Sato, Ichiro Oshima and Hisamatsu Nakano

本稿では、従来のテーパ形の簡易形として、階段形誘電体ロッドアンテナについて提案する。設計周波数は、5G で用いられる 28GHz とする。アンテナ構造は、矩形-円形導波変換器、励振ホーン、階段形誘電体ロッドより構成した。誘電体ロッドの段数は 3 段とした。電磁界解析により、ロッド径およびロッド長を最適化することで、22dBi 以上の高利得の実現を明らかにした。提案アンテナの 3dB ビーム幅は約 15° となった。26.5GHz~32GHz の帯域にわたって VSWR=2 以下が得られた。本アンテナは、試作機により実測しており、解析値と良く一致する放射特性を得た。

This paper proposes a stair-shaped dielectric rod antenna as a simplified form of the conventional tapered antenna. The design frequency is set to be 28 GHz, which is used for 5G. The antenna structure consists of a transition section from rectangular waveguide to a circular waveguide, horn exciter section, and stair-shaped dielectric rod section. The number of stairs is chosen to be three. It is revealed that a high gain of more than 22 dBi is achieved by optimizing the rod diameter and the rod length. The 3 dB beamwidth of the proposed antenna is 15 degrees. A VSWR of less than 2 is obtained across a frequency range of 26.5 GHz to 32 GHz. The simulation and experimental results are in good agreement.

## 1. はじめに

国内の第 5 世代移動通信 (5G) において、大容量通信を目的として、28GHz 帯が割り当てられている。次世代移動通信の Beyond5G/6G では、さらに 100GHz を超える、サブテラヘルツ波帯の利用が検討されている<sup>(1)</sup>。周波数の増加にともない、伝搬損失は著しく劣化するため、アンテナには高利得が求められる。

アンテナ利得の増強のため、誘電体ロッドアンテナが検討されている<sup>(2)-(4)</sup>。文献(2)のアンテナでは、アンテナ長を長くすることにより高い利得を得ている。文献(3)では、誘電体ロッドアンテナをアレー化し、20dBi を超える高い利得が実現されている。

図 1 に、従来のテーパ形誘電体ロッドアンテナの構造を示す<sup>(4)</sup>。従来アンテナでは、22dBi 以上のアンテナ利得と、-20dB 以下の低サイドローブを実現で

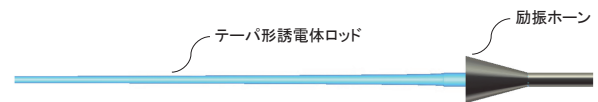


図 1 従来の誘電体ロッドアンテナ(文献(4))

き、解析値、実測値は良く一致する結果を得ている。しかし、5G や 6G での非常に高い周波数において、滑らかなテーパ形状の実現は製作精度の観点から難しい。

本稿では、高い周波数での製作性を鑑み、誘電体を階段形とした高利得ロッドアンテナについて述べる<sup>(5)</sup>。アンテナの基本性能は、CST-STUDIO-SUITE を用いた電磁界解析により検討する<sup>(6)</sup>。また、試作機での実測により、設計の妥当性についても明らかにする。設計周波数は 28GHz とする。

## 2. 誘電体ロッドアンテナの構造

図 2 に、本アンテナの構造を示す。同時に写真 1

\* R&amp;D 統括センター ワイヤレス研究所

\*\* 法政大学

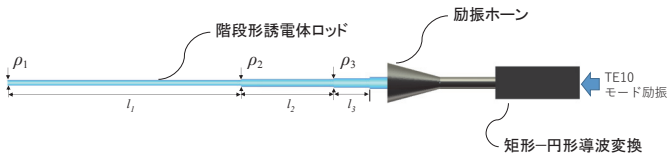


図2 提案アンテナ(階段形誘電体ロッド:文献(5))

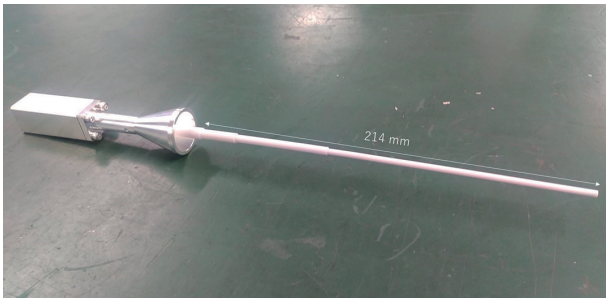


写真1 試作機の構造

表1 最終パラメータ

$\rho_1$	$0.15 \lambda_{28\text{GHz}}$	$l_1$	$12.9 \lambda_{28\text{GHz}}$
$\rho_2$	$0.21 \lambda_{28\text{GHz}}$	$l_2$	$5.13 \lambda_{28\text{GHz}}$
$\rho_3$	$0.26 \lambda_{28\text{GHz}}$	$l_3$	$1.96 \lambda_{28\text{GHz}}$

に、試作機の構造も示す。本アンテナは、矩形-円形導波変換器、励振ホーン、階段形誘電体ロッドから構成される。アンテナは、WR-28 (7.112mm×3.556mm) の矩形導波管により、TE<sub>10</sub> モードにて励振する。誘電体ロッドは、文献(4)と同じく PTFE ( $\epsilon_r=2.0$ ) とする。誘電体ロッドの段数が増加するにつれて、その性能は、文献(4)のテーパ形の値に収束する。しかし、本稿においては、製作の簡易性を重視し、階段の段数  $N_{step}=3$  とする。22dBi 以上の高利得アンテナの実現を目標とし、ロッド径  $\rho_1, \rho_2, \rho_3$  およびロッド長  $l_1, l_2, l_3$  を最適化する。表1に、最適化後の最終的なパラメータを示す。

### 3. 解析ならびに実測結果

図3に、VSWRの周波数特性を示す。26.5GHz~32GHzにおいて、VSWR=2以下の良好な性能を得ている。図4に、28GHzにおける磁界面放射パターンを示す。解析において、3dBビーム幅は約15°と算出される。また、-20dB以下の良好なサイドローブレベル特性が得られる。アンテナ利得は最大で約22dBiとなり、従来のテーパ形と同等の性能となる。VSWR、指向性ともに、解析値と実測値が良く一致

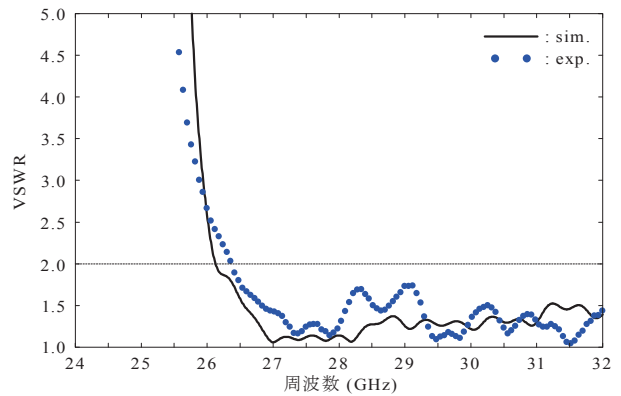


図3 VSWRの周波数特性

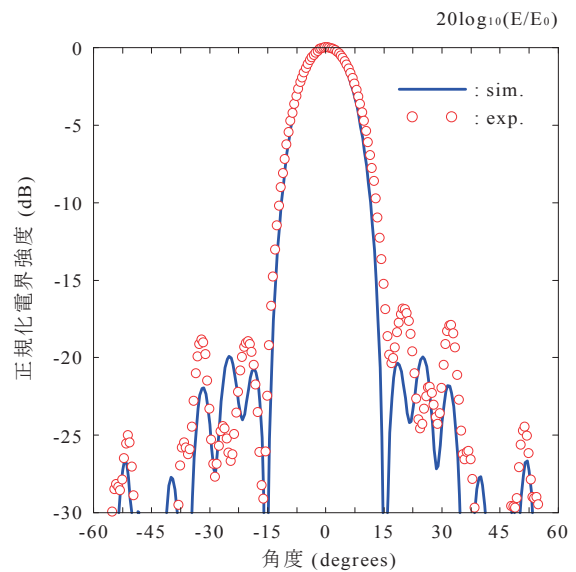


図4 放射パターン(28GHz)

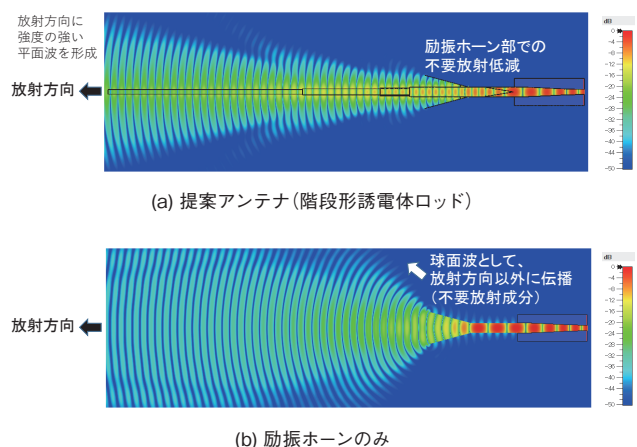


図5 電界分布(28GHz)

する結果を得ている。

図5に28GHzにおける電界分布を示す。比較のため、励振ホーンのみの場合も同時に示す。電界分布

