

NRD ガイド技術を用いた超高速ミリ波送受信機とそのアンテナ

Superspeed Millimeter-wave Transceiver and its Antenna using the NRD-guide Technology

○ 清水 隆志 川原 祐紀 米山 務

東北工業大学 NRD スーパーブロードバンド研究センター 米山研究室

〒982-8577 仙台市太白区二ツ沢 6 TEL./FAX: 022-247-0623

E-mail address: shimizu@tohtech.ac.jp

1. はじめに

ミリ波帯で有効な低損失伝送線路である NRD ガイド(非放射性誘電体線路, Nonradiative Dielectric Waveguide)[1]の特徴を活かした様々なミリ波集積回路に関する研究開発を行っている。最近の研究では、非圧縮ハイビジョン映像を伝送可能な伝送速度 1.5Gbps をもつミリ波送受信機や 3Gbps が受信可能な小形ミリ波検波器を開発しており、日々更なる性能向上を目指している。

本論文では、NRD ガイドによるミリ波デバイスに適した接続構造をもつ低サイドローブ特性誘電体レンズアンテナを中心に、本研究室で開発したミリ波送受信機・検波器について紹介する。

2. NRD ガイド

NRD ガイドは、図 1 に示すように 2 枚の金属板の間に誘電体線路を配置して構成され、非常に低損失な伝送特性を有し、線路の曲がりや不連続があっても不要放射がない。このため、特にミリ波帯での使用に適しており、回路全体の小型化が可能である。

3. NRD ガイド給電誘電体レンズアンテナ

ギガビット級超高速無線通信を成功させるためには、マルチパスの影響を低減することが重要となる。その影響を低減するために、低サイドローブ特性を有する NRD ガイド給電誘電体レンズアンテナ[5]を開発した。

レンズ直径 $2R=60\text{mm}$ の NRD ガイド給電誘電体レンズアンテナの写真を図 2 に示す。ただし、レンズ焦点距離 $F=12\text{mm}$ 、金属円板直径 $D=60\text{mm}$ 、厚さ $t=3\text{mm}$ 、ロッド突出長 $L=1\text{mm}$ である。このアンテナの放射特性の測定結果を図 3 に示す。この時のアンテナ利得は $30.3 \pm 0.3\text{dBi}$ であり、半値

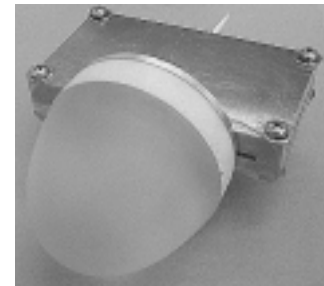
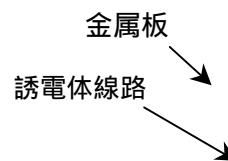


図 2 NRD ガイド給電誘電体レンズアンテナ

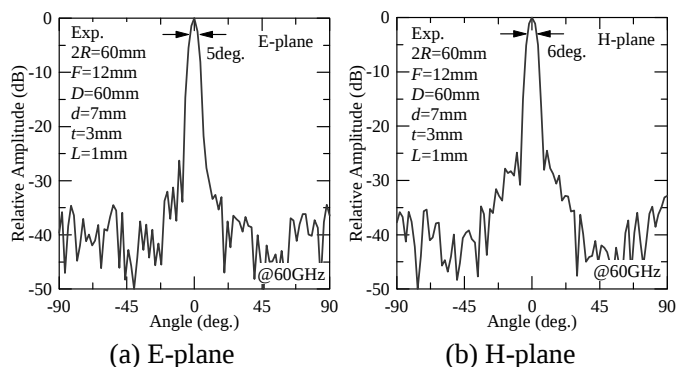


図 3 放射特性の測定結果

角は E 面: 5 度, H 面: 6 度である。NRD ガイド-導波管変換機構の構成例

4. ミリ波送受信機

NRD ガイドミリ波送受信機の構成図および試作した本送受信機を図 5, 図 6 にそれぞれ示す。本機は、NRD ガイド 3dB 結合器、ショットキーバリアダイオード(SBD)、ガンダイオード発振器、NRD ガイド給電アンテナおよび 2 種類のフィルタにより構成される。また、短距離通信に特化したことで、RF 電力増幅器や LNA の必要がない[2]。

送信動作時には、発振出力を送信パルス信号により ASK 変調してアンテナより送出する。受信動作時には、発振出力と受信波をミキシングして IF 信号を取り出し、包絡線検波することで受信パルス信号を得る。また低域通過フィルタと帯域通過フィルタにより、IF 信号の送信端子への漏洩と送信信号の受信端子への漏洩を防止し、スイッチレスの高速な送受切換えを可能としている。

5. 小形検波器

ASK 変調波の受信機能を持つ NRD ガイド小型検波器[3]を図 7 に示す。この検波器のミリ波回路部分は、NRD ガイド直線線路の端面にショットキーバリアダイオードを装荷したダイオードマウントを配置しただけの簡単な構造であり、ベースバンド増幅器を内蔵している。

伝送速度 3Gbps PRBS20 のランダムパルスにて ASK 変調された 60GHz 帯電波をこの検波器により受信した時のアイパターンを図 8 に示す。この時の伝送距離は、数 cm 程度である。ヘテロダイン検波の受信機[1]に比べて受信感度が低いため、伝送距離は短くなるが、内部にミリ波の発振器を持たないために低消費電力かつ低コストとなり、携帯端末等への内蔵が容易になるとの予