

# テラヘルツ波電力モジュール Terahertz wave power modules

増田 則夫<sup>†</sup> 吉田 満<sup>†</sup> 岡本 耕治<sup>†</sup>関根 徳彦<sup>‡</sup> 菅野 敦史<sup>‡</sup> 竇迫 巖<sup>‡</sup>Norio MASUDA<sup>†</sup> Mitsuru YOSHIDA<sup>†</sup> Koji OKAMOTO<sup>†</sup>Norihiro SEKINE<sup>‡</sup> Atsushi KANNO<sup>‡</sup> and Iwao Hosako<sup>‡</sup><sup>†</sup> NEC ネットワーク・センサ株式会社 <sup>‡</sup> 国立研究開発法人 情報通信研究機構

## 和文概要

マイクロ波技術と光技術の間には、テラヘルツギャップと呼ばれる周波数帯が存在する。この周波数帯では電力発生技術の開発が重要な課題の一つとなっており、マイクロ波真空電子デバイスは高出力の増幅器を実現するための候補として期待されている。本稿では進行波管を使った高出力な増幅器の開発について紹介する。筆者らは W 帯で 5W 出力が得られる進行波管を開発し、ボール紙製の封筒内部の樹脂サンプルのイメージングに適用した。さらに、無線通信用として開発している 0.3THz 帯のテラヘルツ波電力モジュール開発も行っている。MEMS 技術を使って 300GHz 帯 TWT を試作した結果、0.26THz で 6dB のゲインを得た。

## Abstract

There is a frequency band called as “Terahertz Gap” between the highest frequency of microwave technology and the lowest frequency of photonic technology. At frequencies in the band, power generating technology has been one of major R&D challenges. Recently, microwave vacuum electronic devices (MVEDs) are expected that they have the potential to realize high power RF amplifier. In this paper, we introduce our activities toward achieving high - wattage amplifier using traveling wave tube (TWT) technology. We have developed 5W W - band TWT, and applied to take projection images of resin objects in an envelope made of cardboard. The activity of developing Terahertz Power Module (TPM) for 0.3 THz wireless communication is also reported. MEMS technology is used to create microstructures with high aspect ratios of TWT’s slow - wave circuit. We obtained system gain of 6 dB at 0.26 THz.

## 1. はじめに

将来、日常的に取り扱うデータ量が増大し、情報端末とネットワークを利用した情報流通自体が巨大市場を形成すると予測されており、情報端末への瞬時転送を実現するための超広帯域・近距離無線通信が普及すると見られている。一例として高精細な動画を情報端末に配信するためには、超広帯域・近距離無線通信の転送速度を飛躍的に増加させる必要があり、テラヘルツ波帯(本稿では 0.1~3THz とする)の利用が検討されている。さらに、テラヘルツ波帯ではイメージング、分析等の分野における利用法の研究開発も実施されている。これらの技術を実用化するためには、テラヘルツ波を発生するシステムの高出力化が必要である。テラヘルツ波帯は、ミリ波帯の技術と光波技術の中間領域にあたり“テラヘルツギャップ”と呼ばれる領域が存在しているため、応用研究の範囲を拡大するためには高出力な電子デバイスの供給が課題となっている。

ミリ波帯で代表的な増幅モジュールとしては、半導体素子を利用した SSPA(Solid State Power Amplifier)があるが、テラヘルツ波帯では半導体素子の出力が

低下する。半導体以外の選択肢として、MVEDs (Microwave Vacuum Electronic Devices) による電磁波の発生、もしくは増幅が挙げられる。MMPM(ミリ波電力モジュール: Millimeter Wave Power Module) は MVEDs の一つである TWT(進行波管: Traveling Wave Tube) を利用し、SSPA と同程度にコンパクト化できる。TWT と半導体素子を組み合わせて MMPM に内蔵すれば TWT が持つ高出力性及び高効率性の特長と SSA (Solid State Amplifier) が持つ小型・高利得および低雑音性の特長の両方を兼ね備えた電力モジュールとすることができる。特に高出力、高周波領域での通信に用いられ、FWA (Fixed Wireless Access) 等の無線アクセスに使われる。

筆者らは TWT を高周波化し、W 帯 (75-111GHz) TWT を開発した。また、MEMS 技術を用いた 0.3THz 帯 TWT の研究開発を行っている。本稿では、W 帯 TWT を使った増幅器の開発とイメージングへの応用例、および 0.3THz 帯 TWT の開発、これらの TWT を内蔵した TPM (テラヘルツ波電力モジュール: Terahertz Power Module) の開発について紹介する。