IMaSS
Institute of Materials and Systems for Sustainability

持続可能な社会を実現するためのマイクロ波ミリ波回路技術

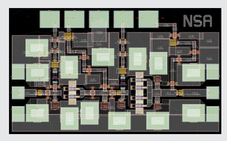
Microwave & Millimeter-wave Circuits for Sustainable Society

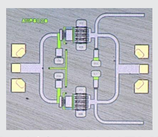
CIRFE、マイクロ波研、原　信二
CIRFE, Microwave Lab.

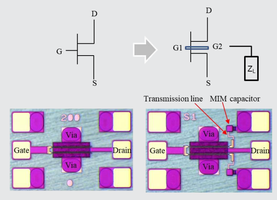
現代社会において無線による大容量かつ高速な情報伝達(通信)は無くてはならないシステムとなっており、今後もその要求は高まる一方である。また無線電波を用いたエネルギー伝送も実用化を迎えつつある。これら無線システムにおいては快適さとエネルギー消費量削減の両立が課題となっている。そこで、当研究室では、無線システム性能や電力効率に大きな影響を与えるアンテナを含めた電波の送受信部に用いるマイクロ波/ミリ波回路の高性能化、高効率化に取り組んでいます。

ミリ波MMIC(Monolithic Microwave IC)技術

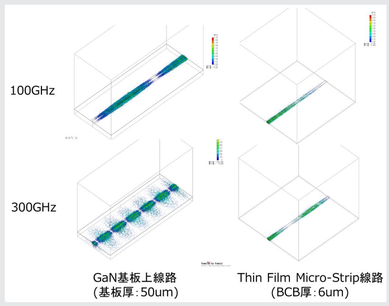
将来の衛星通信網に用いるW帯(75-110GHz)でのGaN HEMTを用いた高性能高効率電力増幅器(PA)の研究開発や、100～300GHzを用いる6G無線通信用のGaN HEMTを用いた高線形広帯域高効率電力増幅器の研究開発を行っている。一般に高い周波数での高性能回路の実現には、素子の微細化が必須となるが、当研究室では、素子の微細化に全面的に頼るのではなく、新規の回路方式による性能実現を目指している。また、GaN HEMT PA以外に、低雑音増幅器(LNA)、RFスイッチ(SW)等の要素回路技術の研究やダイヤモンドFETのマイクロ波ミリ波応用の研究も進める予定である。


100GHz GaN HEMT PA MMIC


ミリ波GaN HEMT PA MMIC



SC-Gate(*) HEMTの提案と実証

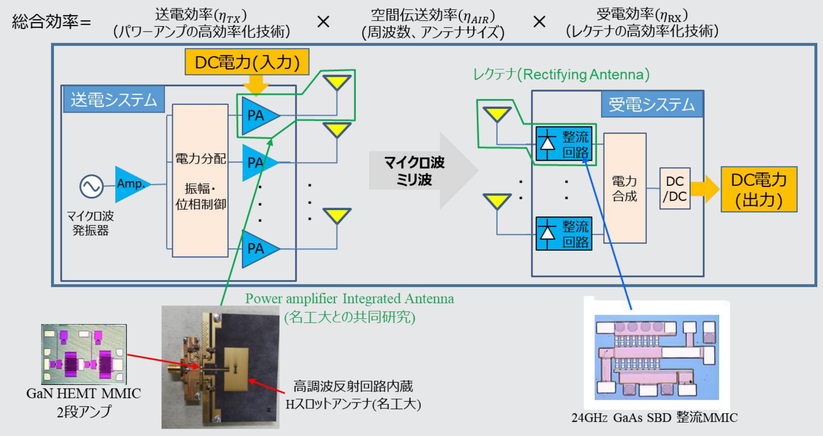


サブTHz帯(100GHz、300GHz)における伝送モード解析例

(*)Standing-wave Controlled Gate
FETにおけるゲート電極を分布定数線路として扱うことで旧来の理論限界を超える性能を実現

マイクロ波/ミリ波無線電力伝送技術

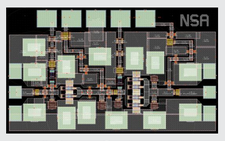
マイクロ波帯/ミリ波を用いた無線電力伝送システム(MWPT)において送受電効率を決定づけるキーデバイスである送電側の電力増幅器(DC/RF変換回路)ならびに受電側の整流器(RF/DC変換回路)の研究開発を行っている。MWPTにおいては高い周波数程、アンテナ間の空間伝送効率を高めることが可能な一方で電力増幅器と整流回路の変換効率が落ちるため、総合効率は下がる傾向にある。このため、高効率MWPTシステムの実現に向けてそれら回路の高効率化技術に取り組んでいる。ミリ波MMIC技術と同様、素子の高性能化のみに頼ることなく、既存のプロセスを用いた新規回路/設計手法による高効率化実現手法の研究を行っている。

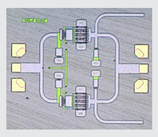


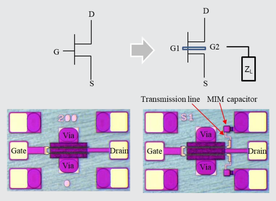
MWPTシステムと当研究室研究テーマ

Millimeter-wave MMIC Technologies

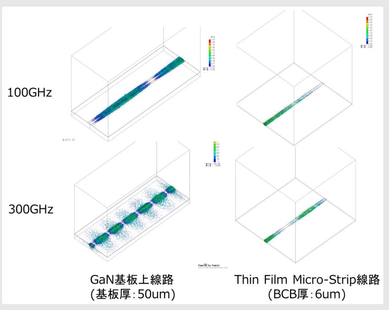
We are developing very high frequency power amplifiers (PAs) using GaN HEMTs. The current target is high-performance, high-efficiency PAs in the W-band (75-110 GHz) for future satellite communication networks, and highly linear, broadband, and efficient PAs for 6G wireless communications using 100-300GHz. To realize high performance circuits at high frequencies, the miniaturization around the gate structure is very important, but our laboratory aims to achieve performance through novel circuit schemes rather than relying entirely on miniaturization process. In addition to GaN HEMT PAs, we also plan to research elemental circuit technologies such as low-noise amplifiers (LNAs) and RF switches (SWs), as well as microwave and millimeter-wave applications of diamond FETs.


100GHz GaN HEMT PA MMIC


MMW GaN HEMT PA MMIC



Proposal & demonstrations of SC-Gate(*) HEMT

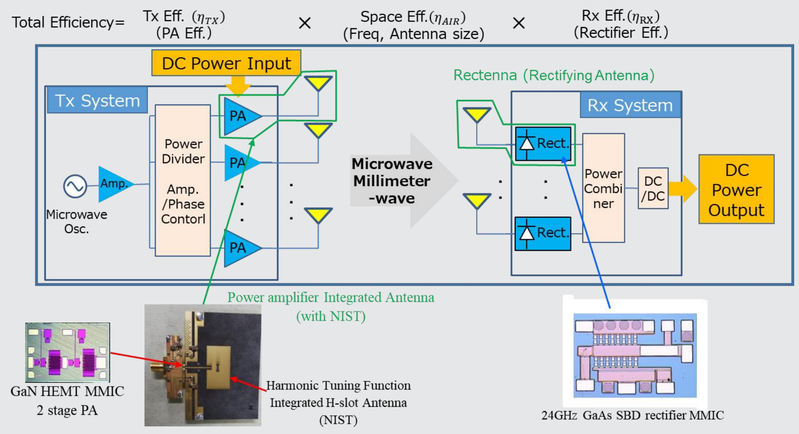


Transmission mode analysis examples around sub-THz

(*)Standing-wave Controlled Gate
Broke the conventional theoretical limit of FET performance by treating a gate electrode as a transmission line.

Microwave & millimeter-wave Wireless Power Transfer

We are developing PAs (DC/RF conversion circuits) and rectifiers (RF/DC conversion circuits) each on the transmitter and receiver side, which are key devices that determine the power transmission and reception efficiency in a microwave wireless power transfer system (MWPT). In an MWPT system, transmission efficiency between the antennas increases as frequency increases. On the other hand, the conversion efficiency of the PA and the rectifier decreases. To realize a high-efficiency MWPT system, we are conducting research & development of new circuit structure & design methods to achieve the higher efficiency using existing processes, rather than relying solely on improving the performance of the semiconductors.



MWPT system and our research subjects.