

中岡俊裕¹, 古瀬結貴¹, 近藤諒佳¹, 野中菜央¹, 薮田直人¹
パクヒョンソ¹, 内海淳², 岸川諒子³, 正光義則⁴, 川崎繫男⁴

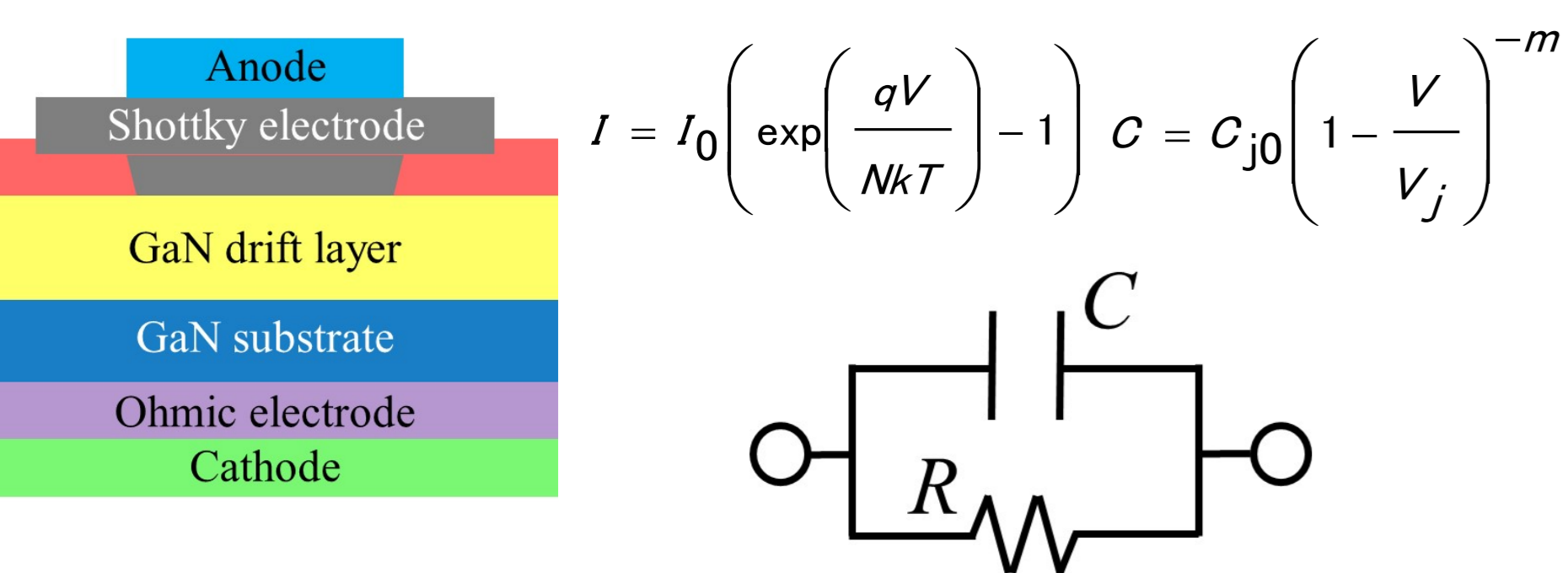
¹ 上智大学 ² 三菱重工工作機械株式会社
³ 総合研究大学院大学 ⁴ JAXA/ISAS

GaN SBDを用いた整合回路の設計

GaN SBDは他のSBDに比べ高耐圧でありW級の入力電力に対して用いられる。また放射線に対しても強いため宇宙応用デバイスとしても期待される。このSBDを用い5.8GHzの周波数帯でRFをDCに変換する整流回路を作製するため、ダイオードの特性を計測しモデル化、その結果をもとに整合回路の設計を行った。

GaN SBDの構造とモデル

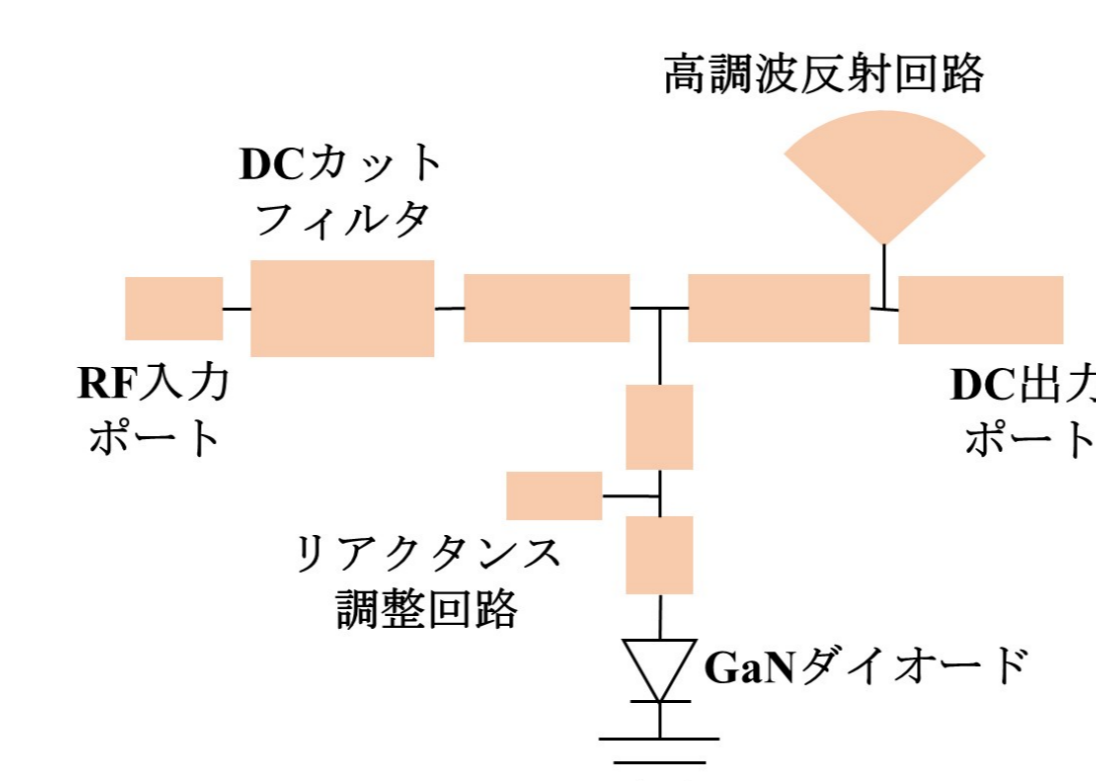
GaNは縦型構造でRとCで定義



これらをもとにHySICの実現を目指す

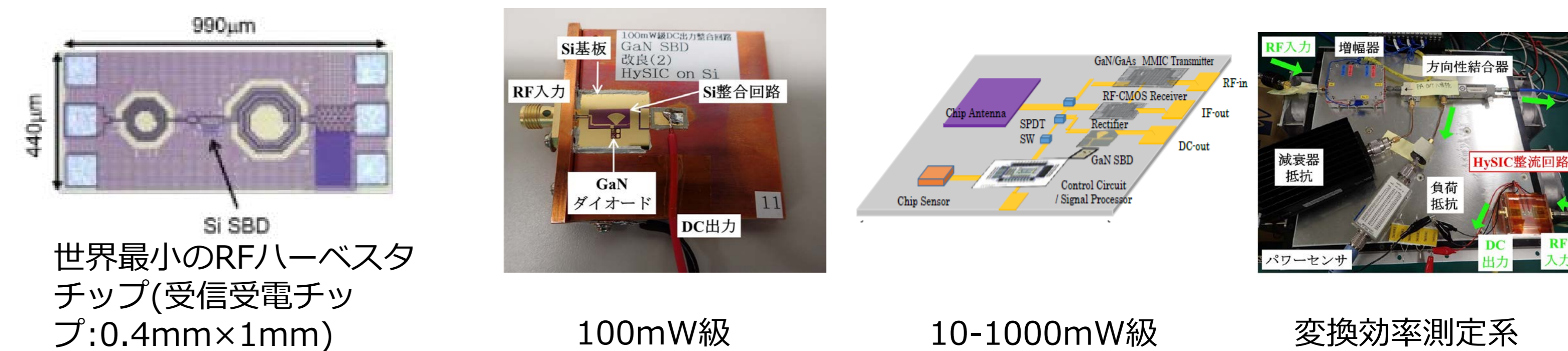
整合回路の構造

DCカットフィルタや高調波反射用のラジアルスタブを設計

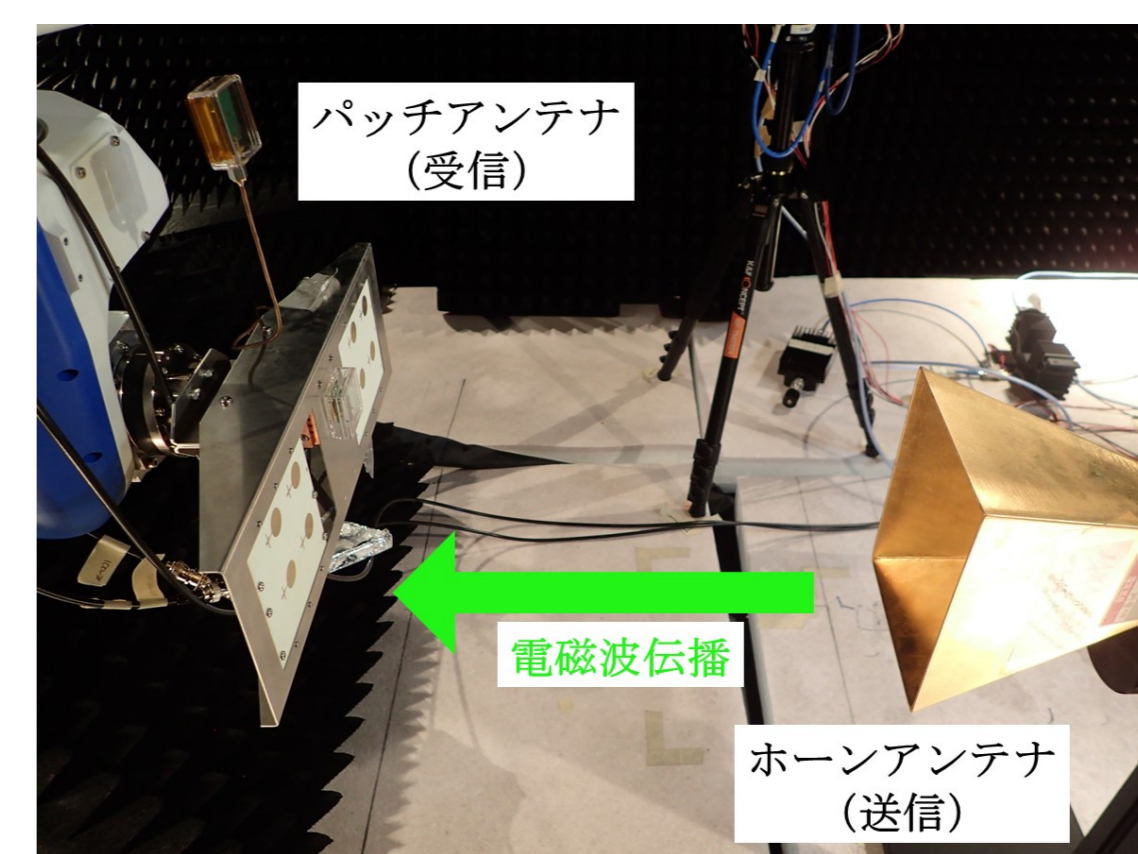


HySICによる整流回路の作製

HySICとは混成半導体集積回路(Hybrid Semiconductor Integrated Circuit)を意味し、SiからなるIC上に異種半導体を融合させることで一つの基板に集約することができる技術である。これにより安価でかつ高性能なデバイスの作製を可能とする。Siの基板上にSi整合回路とGaNを実装することで整流回路を作製し、RF-DCの変換効率測定を行った。



無線電力伝送実験

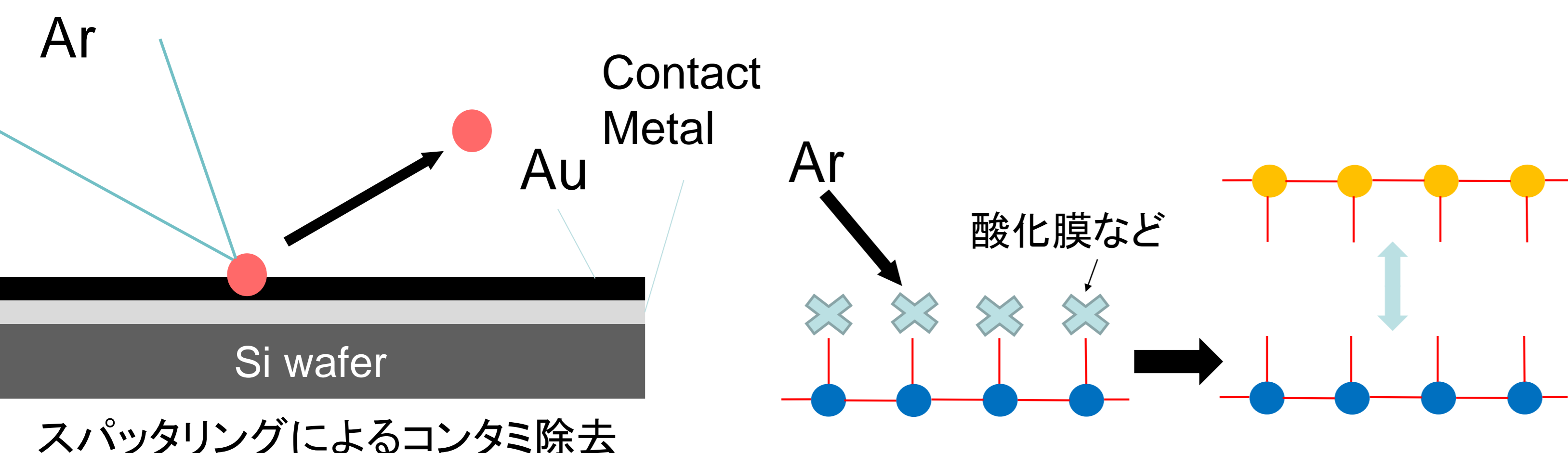


HySIC整流回路による
無線電力伝送に成功

整合回路の新しい構造や
実装方法の取り組みへ

常温接合装置を用いた接合技術

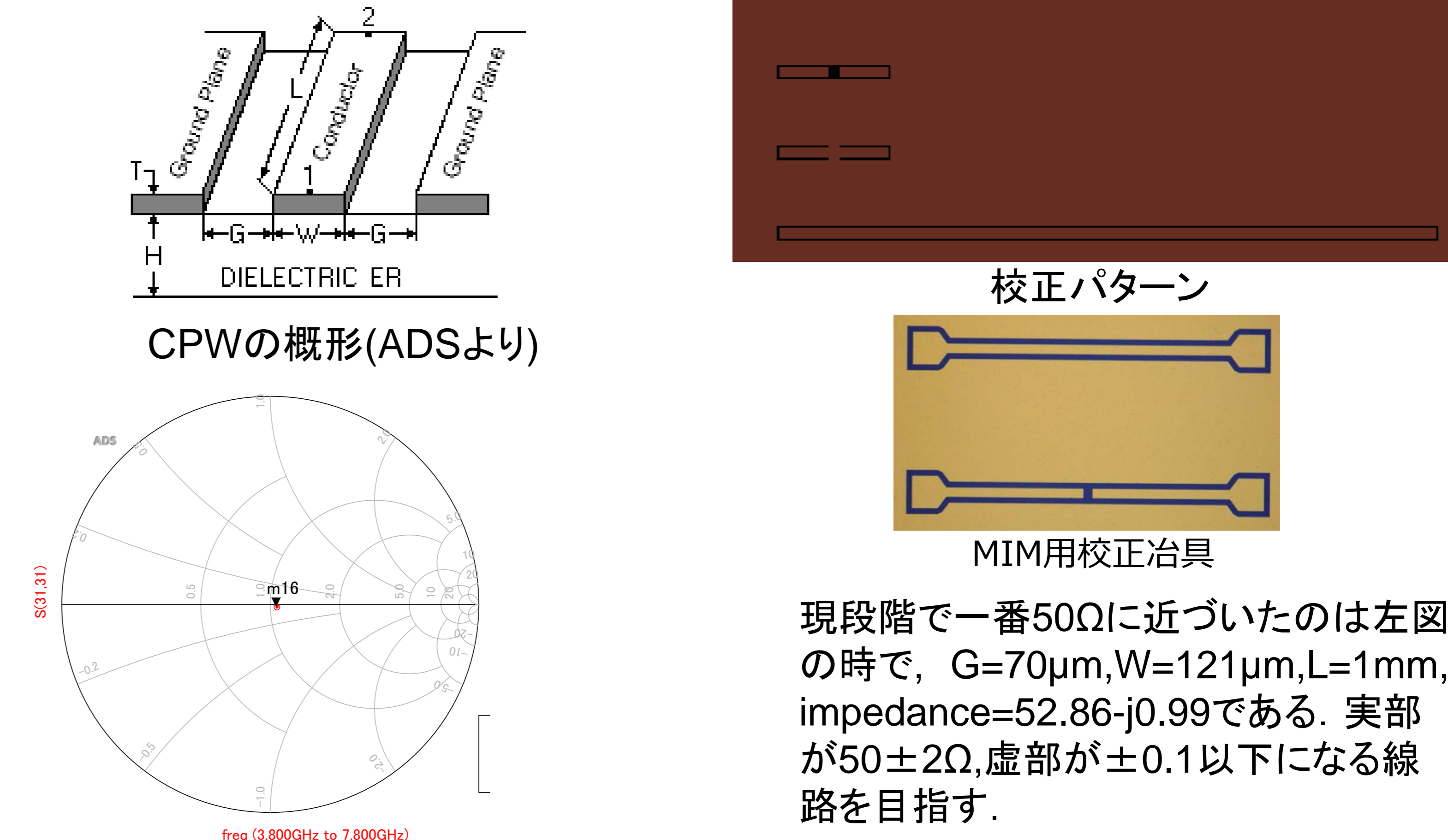
常温接合とは高真空下において圧力を加えることで常温で接合する技術である。このときArなどの不活性ガスを接合面に当ててすることで酸化膜やコンタミを除去し、表面を活性化させる。活性化された表面では分子間力が働きその力で接合を可能とする。常温接合の特徴として熱による応力や歪曲の発生がなく、デバイスへのダメージが少ないことがあげられる。HySICを作り上げるためにはSi基板と異種半導体を接合する必要がある。我々は常温接合技術を用い、マイクロ波電力伝送用のGaN SBDとSi基板を接合し、HySICの実現を目指す。



2inchの大きさまで接合することができる。100kgfの力を加え1.2×2.4mmサイズのチップの接合に成功した。今後は整流回路の実装を常温接合技術を用いることで、すべての作業を半導体プロセスにより行うことが可能となる。

CPW50Ω線路の設計

HySICをより小型化するためにSi整合回路のDCカットフィルタとラジアルスタブをMIMキャパシタに置き換えようとしている。その前段階としてALDで成膜したAl₂O₃の特性を調べるのだが、その時の校正に正確な50Ω線路が必要になってくる。50Ωになる線路を見つけるためにGとWの数値を変えたThruの線路を作り測定をするという工程を繰り返している。



宇宙ナノエレクトロニクスクリーンルーム

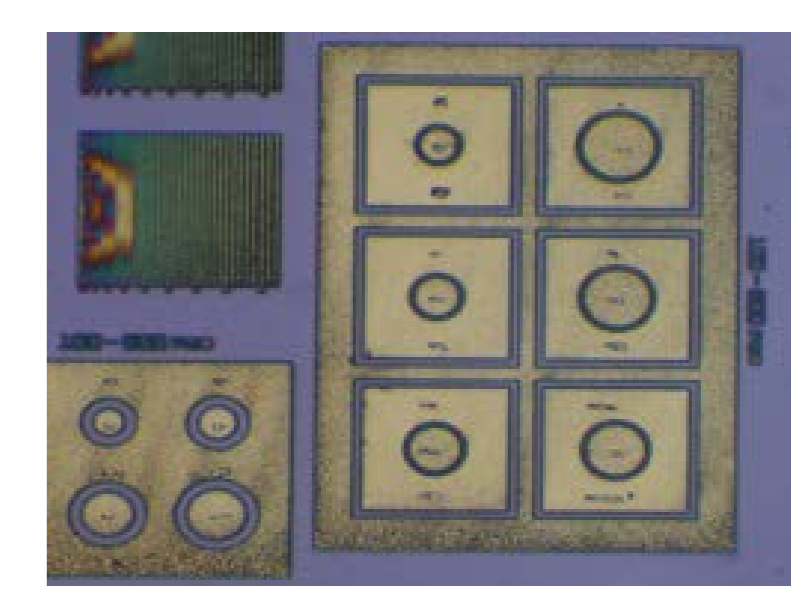
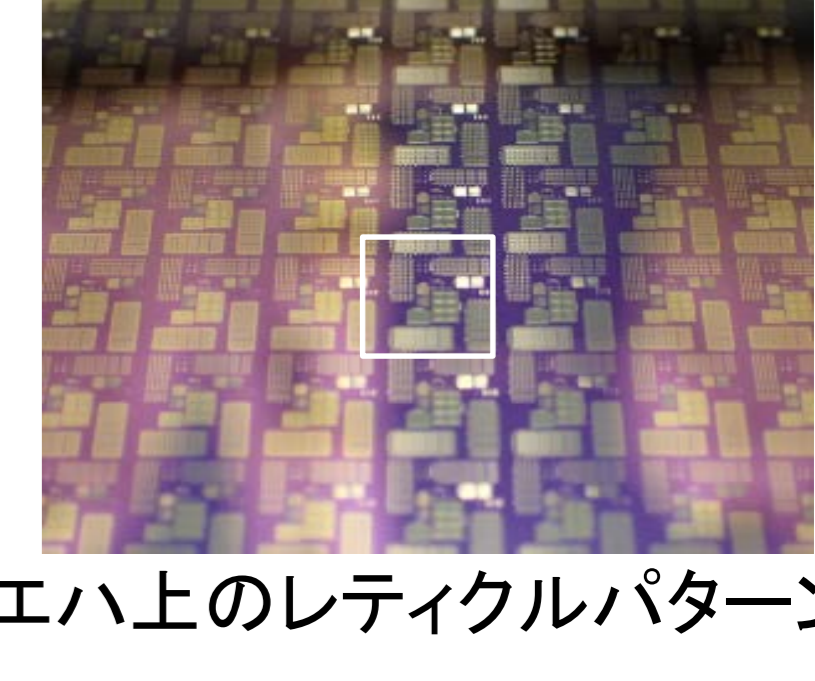
宇宙ナノエレクトロニクスクリーンルームは世界最高のISOクラスレベル1(1㎡当たり0.1μmの微粒子数が10個以下)の清浄度を誇る最新のスーパークリーンルームである。

このようなスーパークリーンルーム環境と超微細加工技術装置を駆使しHySIC(Hybrid Semiconductor Integrated Circuit)デバイスの作製を行っている。



これらの装置を利用して宇宙ナノエレクトロニクス素子の作製をおこなっている。

クリーンルームで作製した素子例



これらの作製素子をHySICに応用することによってHySICの小型化を目指す