

# GaN 増幅器向けデジタル歪み補償技術

## Digital Predistortion Technique for GaN Power Amplifiers

持田 英史<sup>†</sup> / Eiji MOCHIDA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 住友電気工業株式会社

### 概要

GaN 高周波電力増幅器 (Power Amplifier, PA) は、高耐圧・高出力密度に優れる一方、電荷トラップ等に起因する長時間メモリ応答が補償の妨げとなる場合がある。強い RF 励振でトラップ占有状態が変化すると、電力低下後も電流・利得・位相が緩和時定数に従って変動する。PA 用 Digital Predistortion (DPD) では、Volterra 級数展開に基づく低複雑度モデルとして memory polynomial (MP) や generalized memory polynomial (GMP) 等が広く用いられる。整合回路やパッケージ寄生、バイアス回路の比較的短い時定数成分に起因する短時間メモリ効果は、これらの従来 DPD で比較的良好に補償できる。一方、トラップ効果や自己発熱による長時間メモリ効果を通常のサンプル遅延で表すと、必要なメモリ深度、基底数、推定係数数が大幅に増えてしまう。また、各時定数は回路・デバイス・温度・動作点に依存して重なり合うため、支配的な値の事前同定・固定も難しい。

本講演では、大きな電力変動により長時間メモリが顕在化しやすい LTE E-TM2 信号で GaN 増幅器を評価し、GMP 等の短時間メモリ基底に長時間メモリ状態を付加する DPD を紹介する。入力電力の指数移動平均で表す複数の状態を、例えば  $\tau = 100 \text{ ns}$ ,  $1 \text{ } \mu\text{s}$ ,  $10 \text{ } \mu\text{s}$ ,  $100 \text{ } \mu\text{s}$  に配置し、従来のサンプル遅延型モデルでは直接表現しにくい  $100 \text{ ns} \sim 100 \text{ } \mu\text{s}$  の時間スケールを明示的に表現する。これらの状態で短時間メモリ基底を変調し、全係数を正規化付き線形最小二乗法で一括推定するため、支配的な時定数の事前同定を要しない。 $100 \text{ } \mu\text{s}$  を超える緩慢な変動は、取得・推定・反映遅延を含む実効適応帯域が十分であれば、DPD 係数の逐次更新で追従できる。さらに、候補時定数を細かく配置し、正規化基底の係数または出力寄与を時定数軸上に集約する「メモリ効果時定数スペクトル」を定義する。これは物理トラップ準位ではなく各時間スケールの補償寄与度を表す。次数など評価条件を共通化し、残留歪み・モデル規模と併用すればデバイスの DPD 適合性を比較できる。

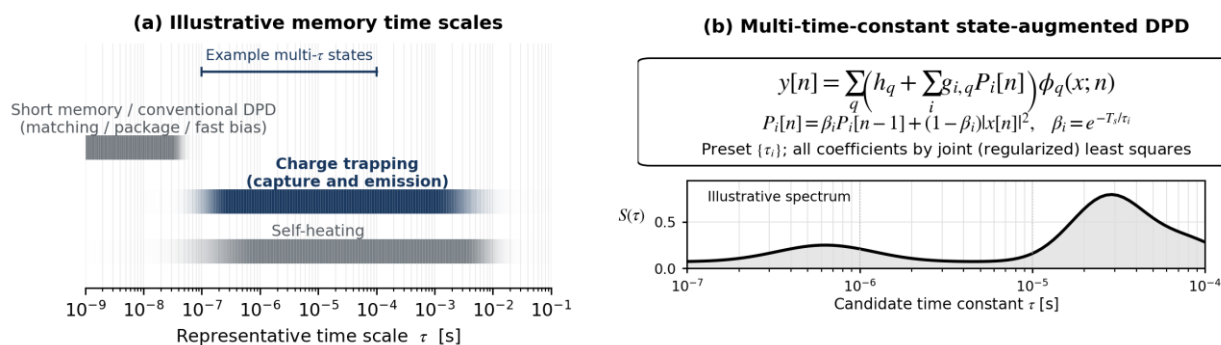


図 1 GaN HEMT PA のメモリ時定数と長時間メモリ状態を付加した DPD の概念図

### Abstract

GaN power amplifiers exhibit long-term memory effects caused by charge trapping and self-heating. Conventional memory-polynomial and generalized-memory-polynomial DPD can compensate for short-term electrical memory, whereas representing long-term effects using ordinary sample delays requires impractically large models. This talk introduces a DPD model that augments conventional short-memory basis functions with multiple-time-constant states and jointly estimates all coefficients. A memory-effect time-constant spectrum is also introduced to quantify the contribution of each time scale and assess the amenability of GaN power amplifiers to DPD.