

SSPS用高効率・高出力半導体デバイスの試作結果
(The first test result of GaN Semiconductor devices for SSPS)

総合技術研究本部 高度ミッション研究センター 久田安正 藤田辰人
Advanced Mission Research Center, JAXA Yasumasa HISADA Tatsuhito HUJITA

Abstract

One of the SSPS Type is the microwave based power transmission (MPT) system: "M-SSPS". For the M-SSPS, Hi-power and Hi-efficiency semiconductor device are needed.

On this paper, we describe R&D Program of GaN semiconductor device and the first test result of GaN semiconductor devices for M-SSPS.

1. はじめに

マイクロ波によるエネルギー伝送システム "M-SSPS" ではGW級のRF電力が必要とされ、このために、より小型・軽量でかつ、高出力・高効率な各種の発振・増幅器が検討されている。このうち、現状で最も有力視されているデバイスの候補にマグネトロンであるが、SSPS実現の評価指標：単位RF出力当たりの重量比 (g/W) で診ると、現状では50 g/W程度である。他方、SSPS実現のためには、それを5 g/W以下とすることが必要とされている。この為、SSPS用のRF発振・増幅器には、より高出力化・高効率化と共に、より小型化、薄型化が必要になり、これに適したデバイス/増幅器としては、近年の目覚ましい発展を遂げているGaN等ワイドバンドギャップ半導体が注目されている。

このため、昨年度までの調査・検討結果を基に、「SSPS用高効率・高出力半導体デバイスの試作試験」として、(株)東芝他に研究委託して実施し、今回初めて一次試作結果としてGaN-HEMTの基本特性データを取得することが出来た。

SSPS用のGaNデバイスの試作データとしては、我が国では初めてとなるものである。本稿は、それらの概要を報告するものである。

2. 研究の概要

H17年度(初年度)に実施した作業内容及び分担は、次の通りである。

- (1) GaN-HEMT デバイスの設計と一次試作、評価：(株)東芝 RDC/徳島大
- (2) F級増幅器の一次検討：上記の一次試作デバイスを用いた高出力・高効率F級(／E級)増幅器としての可能性の検討。(電通大)
- (3) GaNエピタキシャル結晶基盤の製作と基礎特性データの確認：(株)パウデック

3. 成果の概要

1次試作したデバイスの構造を図1. に、DC特性及び高周波特性を図2～図4に示す。

また、1次試作の目標性能と実測結果をまとめて表1. に示す。

この結果、ドレイン電圧30V時のAB級での効率(PAE)を除いては、目標値をほぼクリア出来た。特に、GaN基盤材を用いることの大きな利点となるブレイクダウン電圧が、目標の120V

を充分超える 200 V が達成出来たことは、GaN デバイスの高耐圧性を確認するものとなり、今後の研究に弾みを付ける大きな第 1 歩となった。

この他、エピ基板自体の各種特性や信頼性、品質に関する貴重なデータもえられた。また、SSP S 用に必須な「F 級（または E 級）増幅器」に本デバイスを用いる場合の検討結果に関しても、貴重なデータも得られているが、詳細については、紙面の都合上から割愛する。

4. まとめ

本研究は、今後、デバイスの 2 次試作 / 3 次試作の後、最終的には PAE 80% 以上の F 級増幅器の試作へと歩みを進めていく。

試作チームの、(株) 東芝 RDC、(株) パウデックの各位、徳島大の大野教授、電気通信大学の本城教授、当 JAXA 部品 G の杉尾 / 亀澤の両氏、他関係方面各位に深く感謝致しますと共に、今後の試作や各種試験での継続したご支援、ご協力をお願い致します。

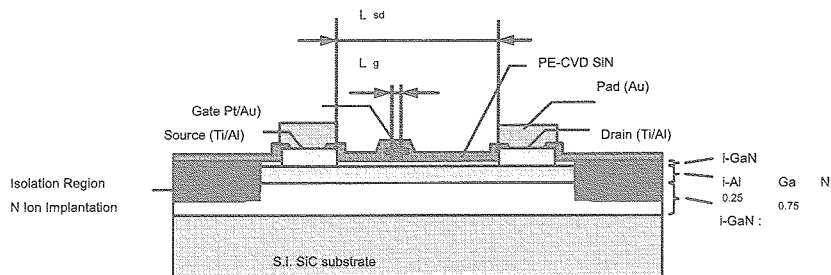


図 1. デバイスの構造

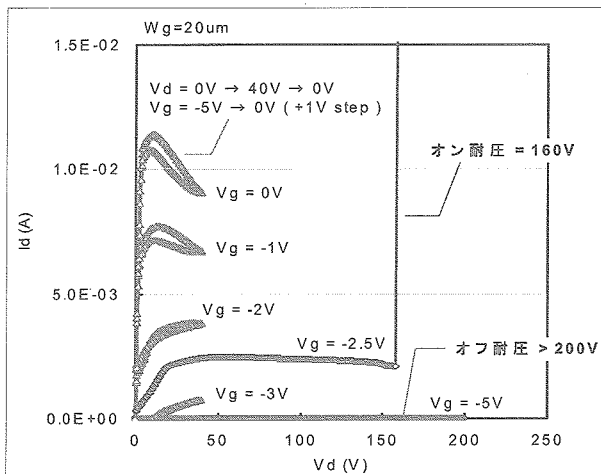


図 2. Vd - Id 特性

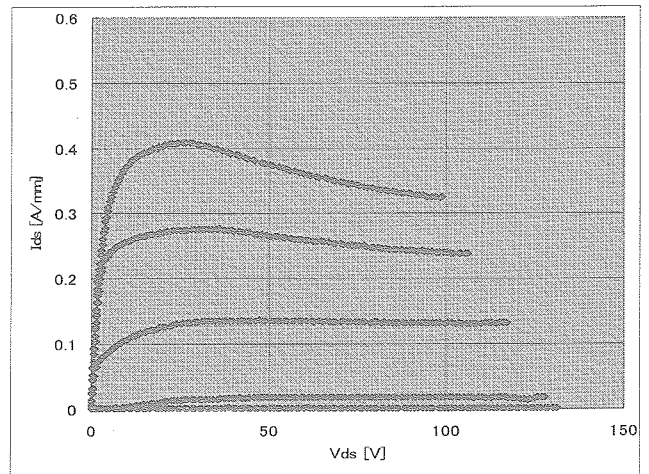


図 3. Vds - Ids 特性

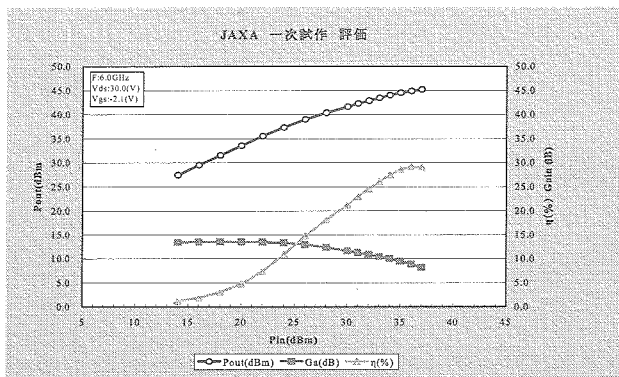


図 4. 高周波特性

諸元	1次試作目標性能	1次試作評価結果	
使用周波数(GHz)	5.8	6.0	6.0
RF出力/1Chip(W) CW動作	30	33.1	26.3
効率: PAE(%) Class AB	40	29	40
ブレイクダウン電圧(V)	120	>200	←
ドレイン電圧(V)	30	30	20
パワー密度(W/mm)	3	3	2.3
チップサイズ (inch)	3	3	←

表 1. 1 次試作結果のまとめ