

AlGaIn/GaN MOS HEMT における利得改善に関する検討

Study on gain improvement in AlGaIn/GaN MOS HEMTs

¹ 福井大院工、² 株式会社富士通研究所、

○Baratov Ali¹, 小澤 渉至¹, Mohamad Nazrin¹, 山下 隼平¹, Joel T. Asubar¹,
徳田 博邦¹, 西森 理人², 川野 陽一², 葛原 正明¹

¹University of Fukui, ²Fujitsu Laboratories Ltd.

○Baratov Ali¹, Takashi Ozawa¹, Mohamad Nazrin¹, Shunpei Yamashita¹, Joel T. Asubar¹,
Hirokuni Tokuda¹, Masato Nishimori², Yoichi Kawano², Masaaki Kuzuhara¹

E-mail: ali94baratov@gmail.com

はじめに AlGaIn/GaN HEMT が低抵抗かつ高耐圧特性を有する次世代デバイスとして期待されている [1]。我々は前回、ゲート絶縁膜に Al₂O₃ を用いた MOS HEMT がショットキーゲート (SG) HEMT に比べて優れた電流利得遮断周波数 f_t を示すことを報告した [2]。しかし、高周波利得が増加する要因について十分な議論がなされていなかった。本研究では、Al₂O₃, ZrO₂, SiO₂ をゲート絶縁膜に用いた AlGaIn/GaN MOS HEMT を試作し小信号等価回路解析を行った。その結果、膜種に依存せず MOS HEMT の遮断周波数 f_t が標準の SG HEMT に比べて 2 倍以上増加することが確認されたので報告する。

実験 SiC 基板上に作製した AlGaIn/GaN MOS HEMT を用いた。ゲート長は 2 μm とした。ゲート絶縁膜には Al₂O₃, ZrO₂, SiO₂ を各 10 nm 成膜した。同時に参照デバイスとして SG HEMT も作製した。

結果 図 1 に伝達特性を示す。SG HEMT と MOS HEMT (ZrO₂), (Al₂O₃), (SiO₂) のしきい値電圧 (V_t) はそれぞれ -3.7, -5.3, -6.6, -7.6 V であり、最大相互コンダクタンスはそれぞれ 160, 137, 140 mS/mm, 118 mS/mm であった。図 2 に電流利得 (h_{21}) の周波数依存性を示す。膜種に関係なく MOS HEMT では SG HEMT に比べて 2 倍以上高い f_t が得られた。表 1 に等価回路解析から抽出した真性ゲート容量 C_g と真性相互コンダクタンス g_{m0} を示す。MOS ゲートの採用により遮断周波数 f_t が増加するのは、 g_{m0} が約 40 % 減少したことに対して、 C_g の減少量が約 70 % と大きいことが主要因であることが分かる。 C_g が大きく減少する要因の 1 つに誘電分散が考えられる。しかし図 2 に示したように、利得の周波数依存性が -20 dB/dec の正常な傾向を示したことに加え、比誘電率の異なる絶縁膜においても同様に共通して f_t 増加が確認できることから、 C_g が大きく減少する要因を誘電分散だけでは説明できないことが分かる。

まとめ 異なる種類のゲート絶縁膜をもつ AlGaIn/GaN MOS HEMT を試作した。MOS 構造にすることにより、絶縁膜に依らず遮断周波数 f_t が 2 倍以上増加することが確認された。

謝辞 本研究の一部は環境省プロジェクトの支援によって実施された。

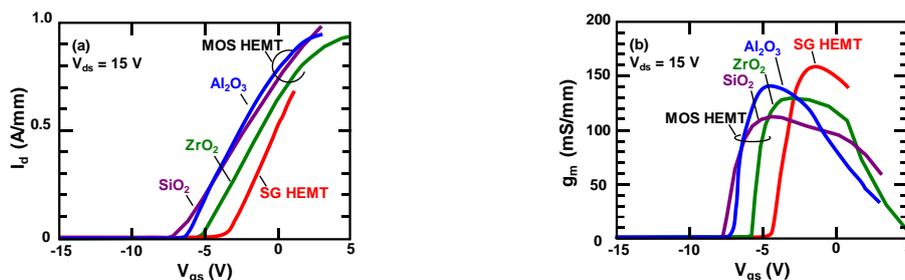


図 1. (a) ドレイン電流のゲート電圧依存性と (b) 相互コンダクタンスのゲート電圧依存性

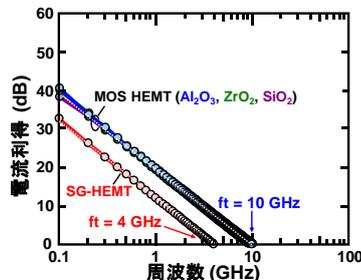


図 2. 電流利得の周波数依存性

表 1. 各デバイス C_g , g_{m0}

@2GHz			
デバイス	比誘電率 (@1 MHz)	C_g (pF)	g_{m0} (mS)
MOS HEMT (ZrO ₂)	52.7	0.16	10.1
MOS HEMT (Al ₂ O ₃)	9.2	0.16	9.4
MOS HEMT (SiO ₂)	3.7	0.13	8.4
SG HEMT	—	0.60	16.0

参考文献

- [1] M. Kuzuhara et al., Jpn. J. Appl. Phys. 55, 070101, 2016.
[2] 小澤他, 第 80 回応物秋季講演, 19a-E301-9, 2019