

塩素中性粒子ビームエッチングによる GaN HEMT 高信頼化

Reliability Improvement of GaN HEMT by Chlorine Neutral Beam Etching

住友電工¹, 東北大流体研², 東北大 AIMR³ °菅原 健太¹, 岡田 政也¹,

市川 弘之¹, 井上 和孝¹, (P)大堀 大介², 寒川 誠二^{2,3}

Sumitomo Electric Industries, Ltd.¹, IFS, Tohoku Univ.², AIMR, Tohoku Univ.³, °Kenta Sugawara¹,

Masaya Okada¹, Hiroyuki Ichikawa¹, Kazutaka Inoue¹, (P) Daisuke Ohori², and Seiji Samukawa^{2,3}

E-mail: sugawara-kenta@sei.co.jp, samukawa@ifs.tohoku.ac.jp

窒化ガリウム高電子移動度トランジスタ(GaN HEMT)は、第4世代無線基地局(4G)向け高出力パワーアンプとして優れた特性を發揮し、普及が進んでいる。ミリ波帯活用が見込まれる5Gに向けてはデバイスの薄層化・微細化が必須であるが、薄層化に伴い閾値変動等の信頼性上の問題が顕在化してくる。これはゲート電極形成のための絶縁膜ドライエッチングの加工損傷が主な要因と考えられる。本報告では GaN HEMT 信頼性向上に向けた中性粒子ビームエッチング(Neutral Beam Etching: NBE)法[1]を用いたエッチング加工損傷低減の検討結果を述べる。

プラズマから放射される紫外光は基板表面に結晶欠陥を誘起し[2]、荷電粒子によるチャージアップは絶縁破壊の要因となる[3]。NBE法では紫外光及び荷電粒子の影響を排除できる。今回、GaN HEMTのSiN絶縁膜開口に一般に用いられるCF₄ガス誘導結合プラズマ(CF₄ ICP)エッチングと、塩素ガスNBE(Cl₂ NBE)をそれぞれ用いて試料を作製した。どちらもエッチング面粗さ(Ra)はAFM平均値で0.5 nm以下、2次元電子ガスのシート抵抗変動は10%以下となる条件で処理した。

Fig.1にはパルスIV測定結果を示す。ゲート電圧ストレスの有無で飽和ドレイン電流が異なるが、その度合いがCl₂ NBE処理品では大幅に抑制できている。Fig.2は環境温度280℃、ドレイン電圧26V、ドレイン電流150 mA/mmでの高温DC通電前後の伝達特性の比較結果である。CF₄ ICPエッチング品では有意な閾値変動が見られるのに対し、Cl₂ NBE品では閾値変動は殆どない。これら結果は通常のプラズマエッチングではゲート開口面に有意な損傷があるが、NBE法では大幅に抑制できている GaN HEMTの特性及び信頼性向上に極めて有効なことを示すものである。

[1] S. Samukawa, *ECS J. Solid State Sci. Technol.*, **4**(6), N5089 (2015), [2] Y. Ishikawa, et al., *J. Vac. Sci. Technol. B*, **23**, 389 (2005), [3] Matsui et al. *Appl. Phys. Lett.*, **78**, 883 (2001)

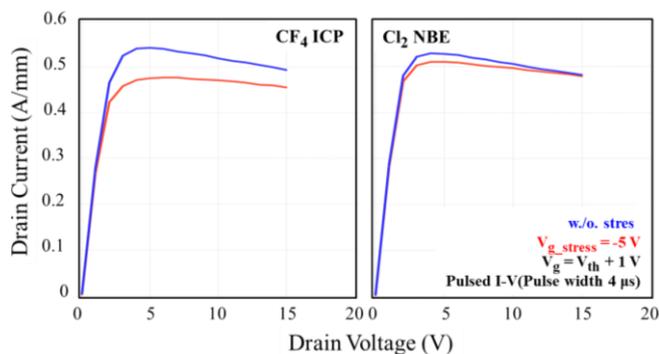


Fig. 1 Current collapse of CF₄ ICP etching and Cl₂ NBE

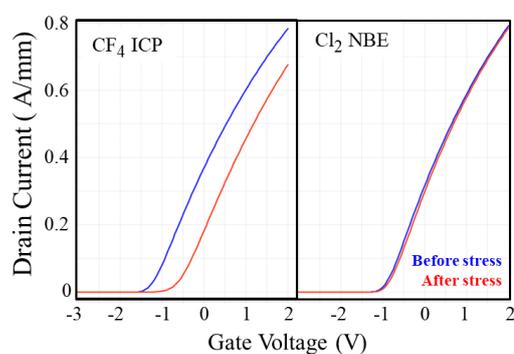


Fig.2 Threshold voltage shift with high temperature operation