DLTS 法による半導体材料へのプラズマエッチングダメージ評価 Characterization of Plasma Etching Damage in Semiconductor Materials by using DLTS ^o竹内 和歌奈¹、クスマンダリ^{1*}、坂下 満男¹、中塚 理¹、徳田 豊²、財満 鎭明^{1,3} (1.名古屋大院工、2.愛知工大、3.名古屋大未来研) [°]Wakana Takeuchi¹, Kusumandari¹, Mitsuo Sakashita¹, Osamu Nakatsuka¹,

Yutaka Tokuda², Shigeaki Zaima^{1,3}

(1. Grad. Sc. Eng., Nagoya Univ., 2. Aichi Inst. of Tech. 3. IMaSS, Nagoya Univ.)

E-mail: wtakeuti@alice.xtal.nagoya-u.ac.jp

背景: LED、太陽電池、CMOSトランジスタ、パワーデバイスなどの半導体デバイスの作製に、 プラズマプロセスは必要不可欠である。一方でプラズマエッチングによる半導体内部へのエッチ ングダメージの導入が知られている。我々もこれまでに、電気的手法による評価を用いて、GaN やGeに対するプラズマプロセスによって誘起される欠陥について報告してきた[1,2]。それらの欠 陥はリーク電流の増加やキャリア寿命の低下を招き、デバイス特性の劣化を引き起こす。Deep level transient spectroscopy (DLTS) 法は、半導体材料のエネルギーバンドギャップ内に生成される 電気的活性な欠陥を高感度に検出でき、その欠陥の密度、活性化エネルギーや捕獲断面積を評価 できる。欠陥の素性を理解できれば、デバイス性能劣化の原因を同定でき、特性改善、性能向上 への手がかりとなる。本講演では、GeやSiおよびGaNに対してプラズマエッチングを行う際、そ のダメージによって生成される欠陥をDLTS法により評価し、また、エッチング条件や熱処理によ るダメージ回復を行った結果について報告する。

実験方法:n型Ge(001)基板(Sb濃度:1×10¹⁵cm⁻³)を化学洗浄後、エッチングガスはCF₄とArを用いて容量結合型反応性イオンエッチング装置によって、RFパワー50Wで5分間エッチングを行った [2]。プラズマエッチングダメージを評価するため、Alを抵抗線加熱蒸着し、ショットキーダイオードを作製した。比較のためにSi(001)基板に対して同様のプロセスを行った試料も作製した。

結果および考察: Fig. 1.(a)-(c)はそれぞれエッチングなし、Ar および CF₄ ガスによるエッチング後の DLTS 信号の測定結果を示す。エッチング前の試料においては欠陥に起因する信号が観測され ない。Si 基板の Ar エッチング後には、顕著な信号が観測されない一方、Ge 基板ではトラップ E_{Ar} で示した信号が観測される (Fig. 1(b))。図中の E は電子トラップ、H はホールトラップを表している。図中の() にアレニウスプロットから得られた欠陥の活性化エネルギーを示す。E_{Ar}トラップの活性化エネルギーは E_c -031 eV で di-vacancy に関連付けられる[3]。これは Si-Si の結合に比べ Ge-Ge 結合が弱いためと考えられる。一方、CF₄ ガスエッチング後においては、Ge 基板だけでは なく Si 基板においても複数の欠陥に起因する信号が観測される (Fig. 1(c))。これらの欠陥の起源 などの詳細については当日議論したい。*現所属: Sebelas Maret University in Indonesia

[1]W. Nakamura *et al.*, Physica B **376-377**, 516 (2006). [2] Kusumandari *et al.*, Adv. Mater. Res. **896**, 245 (2014). [3] J. F. Pedersen *et al.*, Phys. Rev. B **62**, 10116 (2000).



Fig. 1 DLTS spectra of Ge and Si samples for (a) control sample, (b) samples with reactive ion etching with Ar gas and (c) CF₄ gas plasma. All spectra were recorded at an emission rate (*e*) of 10 s⁻¹.