

非破壊界面準位密度測定の開発

Development of Non-Destructive Surface States Density Measurement by Pulse Photoconductivity Method

熊大院自¹, 熊大工²

°(M1)阿部 成海¹, (M2)葛川 翔太郎¹, (M2)松山 浩輝¹, (M1)熊谷 祐希¹, (B)中山 雄介²,
(B)中村 駿佑², (B)永友 航太郎², (P)小林 一博¹, (P)久保田 弘¹, (P)橋新 剛¹, (P)吉岡 昌雄²

Graduate school of science and technology Kumamoto Univ.¹, Kumamoto Univ.²

N. Abe¹, S. Kuzukawa¹, H. Matsuyama¹, Y. Kumagae¹, Y. Nakayama², S. Nakamura², K. Nagatomo²,
K. Kobayashi¹, H. Kubota¹, T. Hashishin¹, M. Yoshioka²

E-mail : n_abe@st.cs.kumamoto-u.ac.jp

1. 背景

半導体デバイスの微細化に伴い、半導体と酸化膜の界面における界面準位密度は、特性に影響を及ぼす要因として重要になっている。現在、界面準位密度の測定は製造工程終了後に行っており、原因解析が困難な為、酸化膜成膜直後に行える解析手法の確立が期待されている。

2. 測定原理

非破壊・非接触での Si 基盤の界面準位密度測定を PPCM(Pulse Photoconductivity Method)[1]を用いて行った。図 1 に PPCM の概要を示す。Si 基盤の SiO₂ 膜に金属プローブを近接し、電圧印加とパルス光照射を行うことにより、Si バンドギャップ中の界面準位に捕獲されていたキャリアが励起して酸化膜中へ侵入する。その際回路的に発生する電圧信号を観測する。信号のピーク電圧 ΔV を用いた以下の式を用い、励起したキャリア密度を計算することによって、界面準位密度 D_{it} [cm⁻²eV⁻¹] の算出が可能である。

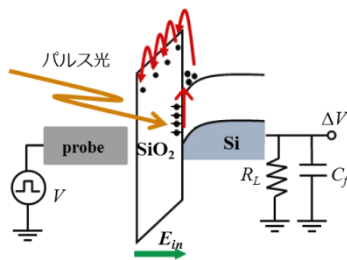


図 1:PPCM の概要

$$\Delta Q = C_f \cdot \Delta V = q_{photo} \frac{l}{W_{oxide}}$$

$$D_q = \frac{q_{photo}}{q \cdot s}, \quad D_{it} = \frac{\Delta D_q}{\Delta E}$$

ΔQ [C] は酸化膜の電荷量変化、 C_f [F] は測定系のケーブル容量、 q_{photo} [C] は界面準位から励起したキャリアの電荷量、 W_{oxide} [cm] は酸化膜厚、 l [cm] はキャリアが酸化膜中を移動した距離、 D_q [cm⁻²] は単位面積当

りのキャリアの密度、 q [C] は素電荷、 S [cm²] は電極面積、 ΔE [eV] は界面準位密度測定のエネルギ分解能である。

3. 実験方法

本実験ではモノクロメータを用いて分光を行い、界面準位密度を測定した。図 2 に示すように、Si バンドギャップ中を 5 分割しそれぞれの領域に相当するエネルギーに分けてパルス光を照射し、それぞれの領域に存在する界面準位密度を求めた。

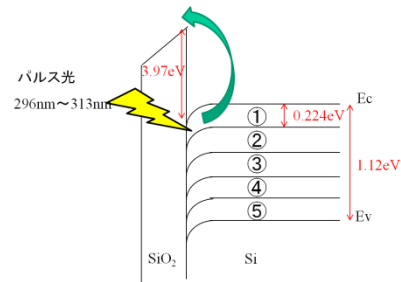


図 2:5 分割したバンドギャップ

4. 結果・考察

界面準位密度のエネルギー分布を確認することができたが、さらに PPCM 測定の精度・再現性を向上するためには、光学系のスリットによるパルス光の波長の制御におけるスループットの向上が必要である。本研究では分光光学系により分光を行っているが、現状ではグレーティングとスリット幅をそれぞれダイヤルによって設定しているため、精度・再現性やスループットに問題がある。そこで、それぞれのエネルギー領域に相当する波長を同時に取り出す機構の開発を検討中である。詳細については学会当日に発表を行う。

参考文献

- [1] Y. Nishi, et al, The International Symposium on Semiconductor Manufacturing, PC-P-064, Tokyo, Japan (2010)