

パルス光伝導法による非破壊界面準位密度測定技術の開発

Development of non-destructive interface state density measurement technique by pulsed photoconductive method

熊大院自¹, 熊大工²○(M1)山下 拓真¹, (M2)阿部 成海¹, (M2)熊谷 祐希¹, (M1)尾花 宏樹¹(B)濱田 樹², (B)吉井 稜², (P)久保田 弘¹, (P)橋新 剛¹, (P)吉岡 昌雄²Graduate school of science and technology Kumamoto Univ.¹, Kumamoto Univ.²T. Yamashita¹, N. Abe¹, Y. Kumagae¹, H. Obana¹, R. Ogasawara², T. Hamada², R. Yoshii²,H. Kubota¹, T. Hashishin¹, M. Yoshioka²

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

1. 背景

近年、半導体デバイスの微細化が進み、その特性に影響を及ぼす界面準位の評価が重要になっている。現在の界面準位密度評価技術では、製造工程中の原因解析が困難な為、インライン可能な測定手法の確立が望まれている。

2. 測定原理

PPCM(Pulse Photoconductivity Method)[1]を応用した非破壊・非接触での Si 基盤の界面準位密度測定原理を述べる。図 1 に模式図、図 2 に PPCM 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 [V]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、界面準位密度の算出が可能である。

$$\Delta V = \frac{\Delta Q(t_d)}{C_f}$$

$$= \frac{kC_{gap}^2 V(t)}{C_f^2 (2C_{insui} + C_{gap})^2} Q_{photo}(t_d) e^{-\frac{t_d}{\tau}} \quad [1]$$

$$\Delta Q = C_f \cdot \Delta V = q_{photo} \frac{l}{W_{oxide}} \quad [2]$$

$$D_q = \frac{q_{photo}}{q \cdot s}, D_{it} = \frac{|\Delta D_q|}{\Delta E} \quad [3]$$

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 [cm²]は単位面積当た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ー分解能である。

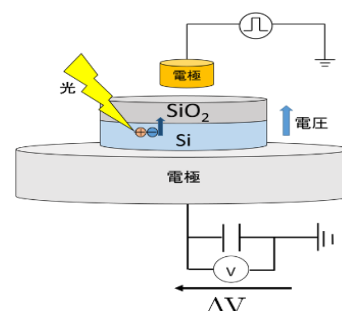


図 1 PPCM 測定模式図

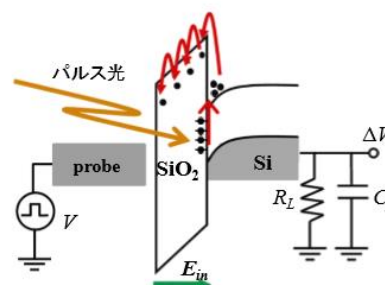


図 2 PPCM 概要

3. 測定方法

バンドギャップ中の界面準位のエネルギー分布を求めたいため、照射する光の波長を調節することによってバンドギャップ中を分割する。それぞれに対応したエネルギー領域の電子が励起し、界面準位密度を測定できる。分割数を増加させることでより正確な界面準位密度の測定を行うことができる。

界面準位以外から励起されるキャリアの影響を防ぐためにゼロバイアス極限值を求める必要がある。そのため印加電圧をプロットしていき、その外挿によりゼロバイアス極限值を求める。詳細については当日にて発表する。

参考文献

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