パルス光伝導法による非破壊界面準位密度測定の精度向上

Accuracy improvement of Non-Destructive Surface States Density Measurement by Pulse Photoconductivity 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)小笠原 稜 [2]
(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 [2]

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

T. Yamashita [1], N. Abe[1], Y. Kumagae[1], H. Obana[1], R. Ogasawara[2], T. Hamada[2], R. Yoshii[2], H. Kubota[1], T. Hashishin[1], M. Yoshioka[2]

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 に概要、図 2 に PPCM 測定回路図を示す。Si 基盤の SiO_2 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。

信号のピーク電圧ΔV[V]は式[1]で表される。

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

ΔQ:酸化膜のキャリア侵入による電荷量変化[C]
ΔQ_{photo}:界面順位から励起したキャリア電荷量[C]

$C_{insui} \gg C_{gap}$ よりプローブ電極のサイズが小さくなると平行平板における絶縁膜の静電容量は小さくなるため、PPCM 測定信号は大きくなる。測定信号目標とする gap 幅は1μm であり、目標実現にはプローブ電極表面の膨張、平坦性、固定部のたわみ、電極の傾きの調整を行う必要がある。

プローブ電極には 1° 弱の傾きがあるため、Gap が数十μm 開き、測定光信号の微弱化が発生する。測定高精度化、再現性確保のためには傾き調整機構の作成が必要である。

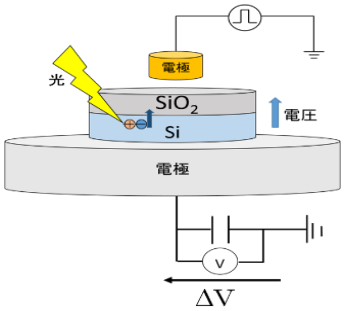

図 1　PPCM 測定概要図

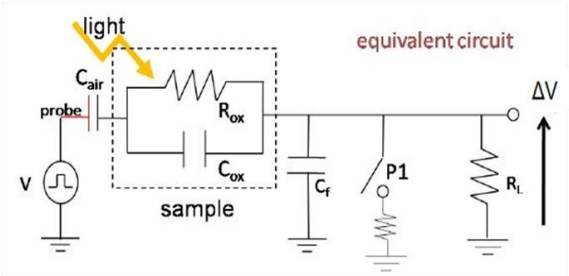

図 2　PPCM 測定回路図

3. 実験結果・考察

本実験ではプローブ電極部分のサイズの縮小を行い、平行平板に置ける酸化膜の静電容量は小さくなるため、測定信号ΔVの増加を図る。またプローブ電極の傾き調整機構の製作を行い、測定精度の向上を行う。

故意汚染無し・有り 2 枚の N 型 Si ウェーハを用意し、界面準位密度測定を行い、それぞれの検討を行う。詳細については、学会当日に発表を行う。

参考論文

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