

パルス光伝導法によるシリコン酸化膜中の金属汚染評価

Evaluation of metal contamination in SiO₂ by Pulse Photoconductivity Method

熊大院自¹, 熊大工², [○](M1)尾花 宏樹¹,

(M2)阿部 成海¹, (M2)熊谷 祐希¹, (M1)山下 拓真¹, (B4)小笠原 稜², (B4)濱田 樹²,

(B4)宮内 将成², (B4)吉井 稜², 久保田 弘¹, 橋新 剛¹, 吉岡 昌雄²

GSST Kumamoto Univ.¹, Faculty of Technology Kumamoto Univ.², [○]Hiroki Obana¹,

Narumi Abe¹, Yuki Kumagae¹, Takuma Yamashita¹, Ryo Ogasawara², Tatsuki Hamada²

Masanari Miyauchi², Ryo Yoshii², Hiroshi Kubota¹, Takeshi Hashishin¹, Masao Yoshioka²

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

1. はじめに

先端半導体デバイスにおいて、シリコンウェーハ中の金属汚染が電気特性に悪影響を及ぼすことが知られている。例えば、イメージセンサでは極微量の金属汚染の影響で未受光にも関わらず電気信号を出力し、白キズとして認識されてしまう。一方で、デバイス形成領域であるウェーハ表層の汚染を非破壊で高感度に分析する手法がないことが課題となっている。そこで、ウェーハ表層の酸化膜の電気伝導率を非破壊・非接触で測定することが可能なパルス光伝導法 (PPCM) を提案する。

2. 測定原理・実験

PPCM は分極効果と光電効果を利用し試料の電気伝導率を算出する手法である[1]。酸化膜にプローブを近づけ、電圧印加と Xe パルス光照射を行う。パルス光により励起されたキャリアは外部電界により分極される。この時の過渡的な電圧応答を計測し電気伝導率を算出する。電圧印可後パルス光照射までの時間を Δt 、応答電圧信号を $\Delta V(t)$ 、酸化膜誘電率を ϵ_{insul} とすると、電気伝導率 σ_{insul} は次式で表される。

$$\sigma_{\text{insul}} = -\epsilon_{\text{insul}} \frac{\log_{10} \Delta V(t_d)}{\Delta t} \cdot \log_e 10 \quad (1)$$

本研究では、試料内欠陥の程度に応じたリーク電流伝導率の変化を観測するため、FeCl₃ 溶液を用いることにより絶縁膜試料を汚染し、汚染の程度によりリーク電流伝導率がどのように変化するかを測定した。

3. 結果・考察

PPCM により試料のリーク電流伝導率を評価した結果を示す。Fig.1 は SiO₂ 薄膜試料において、汚染した FeCl₃ 溶液の濃度別に PPCM で計測した光伝導信号の結果である。また、式(1)

に SiO₂ の比誘電率の理論値 3.8 と真空の誘電率 $\epsilon_0=8.854 \times 10^{-12}$ を代入して伝導率を求め、FeCl₃ 溶液と濃度の関係をグラフ化したものが Fig.2 である。

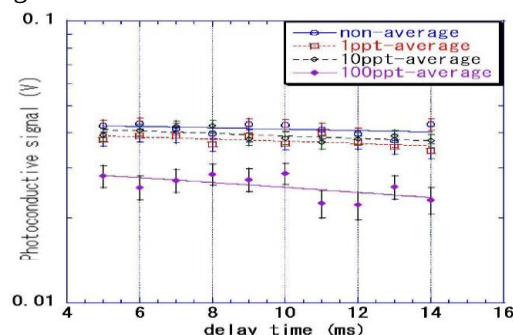


Fig.1 Photoconductive signal corresponding to ratio of leakage current conductivity and relative permittivity of SiO₂ sample

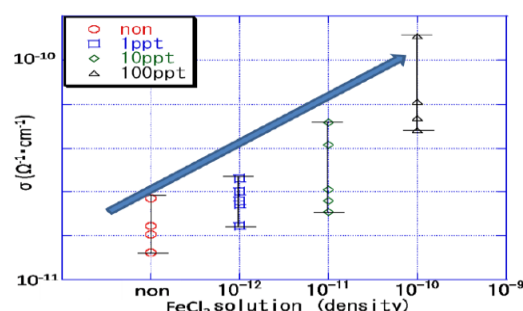


Fig.2 Defect-induced leakage current conductivity of SiO₂ samples contaminated with FeCl₃ solution

以上の結果より、溶液濃度が高いものにつけた試料ほど光伝導信号の時間変化率が大きく、電気伝導率が高くなっていることが分かる。

参考文献

- [1] H.Kubota, et al., J. Appl. Phys. **50** [11], 116602 (2011).
- [2] Y. Nishi, et al., *The International Symposium on Semiconductor Manufacturing*, PC-P-064, Tokyo, Japan, (2010)