パルス光伝導法による超低密度の金属汚染評価

Evaluation of ultra low density metal contamination by Pulse Photoconductivity Method

熊大工 [1], 熊大院自 [2], ○(M1)熊谷 祐希 [2], (M2)葛川 翔太郎 [2], (M2)松山 浩輝 [2],
(M1)阿部 成海 [2], (M1)島津 裕一郎 [2], (B4)永友 航太郎 [1], (B4)中村 駿佑 [1], (B4)中山 雄介 [1],
小林 一博 [2], 久保田 弘 [2], 橋新 剛 [2], 吉岡 昌雄 [1]

Faculty of Technology Kumamoto Univ. [1], GSST Kumamoto Univ. [2], °Yuuki Kumagae[2],
Shotaro Kuzukawa[2], Hiroki Matsuyama[2], Narumi Abe[2], Yuichiro Shimazu[2], Kotaro Nagatomo[1],
Shunsuke Nakamura[1], Yusuke Nakayama[1], Kazuhiro Kobayashi[2], Hiroshi Kubota[2],
Takeshi Hashishin[2], Masao Yoshioka[1]

E-mail : y_kumagae@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、非破壊・非接触で測定が可能なパルス光伝導法(Pulse Photoconductivity Method)を新たに提案する。2 章以降では、パルス光伝導法を PPCM と略称する。

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[2]。

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

また、電子電荷量を e、電子密度を n、電子移動度を μ_n とすると、電気伝導率 σ は次式で表される。

$$\sigma = e\,n\,\mu_n \qquad (2)$$

この式より汚染度が高いほど電気伝導率が高くなることがわかるため、この方法によってウェーハ表層の金属汚染の評価を行っていく。

本研究では、PPCM 測定による電気伝導率 σ_{insul} と SPV 法による鉄の不純物密度の関係を示すとともに、従来の測定法では検出できなかった超低密度の金属汚染を PPCM 測定により検出可能であることを示す。

3. 結果と考察

PPCM 測定による電気伝導率 σ_{insul} と鉄の不純物密度の関係を Fig.1 に示す。Fig.1 より、PPCM には従来の測定法では検出できない超低密度の金属汚染を評価する能力があると考えられ、また、現在のイメージセンサ用ウェーハに求められている超低密度汚染の評価が可能であることが示された。

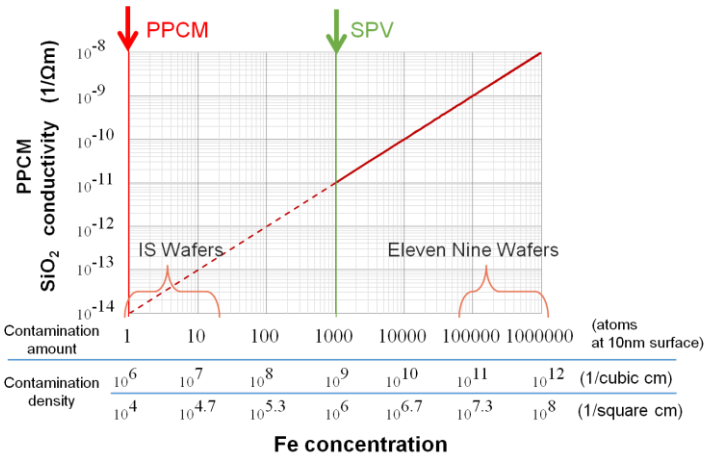

Fig.1. Relationship between electric conductivity by PPCM measurement and iron impurity density

参考論文

[1] H.Kubota, *et al.*, J. Appl. Phys. **50** [11], 116602 (2011).
[2] Y.Nishi, et al., The Internatinal Symposium on Semiconductor Manufacturing,PC-P-06 4,Tokyo,Japan(2010)