電子線照射前処理を用いた Si 基板中の微量炭素測定　DLTS/室温 PL

Measurement of Low Carbon Concentration in Silicon Substrate Using DLTS and Room Temperature PL with Electron Beam Irradiation Pretreatment.

株式会社 SUMCO
○江里口 和隆，三次 伯知，佐俣 秀一
SUMCO CORPORATION
○Kazutaka Eriguchi , Noritomo Mitsugi , Shuichi Samata
E-mail: kazerigu@sumcosi.com

【背景】

半導体用 Si 基板中の炭素不純物は，通常 Cs（置換型炭素）として存在し，電気的に不活性である．しかし，デバイス作製工程に高エネルギー粒子線照射が存在すると電気的に活性な準位を形成し, デバイス特性の変化を引き起こすことが知られている. 特性が安定したデバイス製造には, Si 基板中の炭素不純物を低減・管理することが必要である．Si 基板中の炭素濃度は微量なため, 高感度な測定技術の開発が求められている．Si 基板中の微量元素の高感度分析の一つとして, CL(Cathodoluminescence),PL(Photoluminescence),DLTS(Deep Level Transient Spectroscopy)などの電気的に活性な欠陥を評価する方法があり，昨今，Si 基板中の炭素の評価に電子線照射前処理を用いた測定法が提案されている [1-3]．本報告では，電子線照射前処理による DLTS を用いた微量炭素測定法と，DLTS で測定不能な高抵抗試料も測定可能な室温 PL を用いた微量炭素測定法を報告する．

【実験】

炭素濃度が異なる n 型 MCZ-Si ウェーハを用意し，電子線照射を施した後、室温 PL 測定(Si のバンド端発光強度測定), DLTS 測定を実施した. 炭素濃度は SIMS(Secondary Ion Mass Spectrometry) で定量した.

【結果】

Fig.1(a)に DLTS で得られた欠陥準位密度(Ec - 0.4 eV) と SIMS で定量した炭素濃度との相関図をしめす．この Ec-0.4eV の準位は V-V,V-P と報告されている [4]．電子線照射による V-V,V-P の発生量は含有炭素濃度に依存することがわかった. この関係を使用することで含有炭素濃度定量が可能である．炭素濃度が E14 atoms/cm^3 付近の試料においても E12 /cm^3 台の欠陥準位密度が観測され非常に高感度な炭素汚染評価が期待できる．

Fig.1(b)に炭素濃度と室温 PL 強度の相関図をしめす．負の相関が得られ，PL 強度の減少は上記欠陥及び，照射により生じた炭素関連欠陥の影響によるものと考えられる．室温 PL においても低温 PL を用いた炭素濃度定量法 [1] と同様に電子線照射前処理を使用することで炭素濃度評価が可能であると考えられる．電子線照射後そのままの状態で，簡便かつ短時間で測定が可能であり，DLTS で測定不可能な高抵抗試料の測定が可能な室温 PL をもちいる本測定は, Si 基板中の炭素分析法の一つとして有効な評価手法であると期待できる．

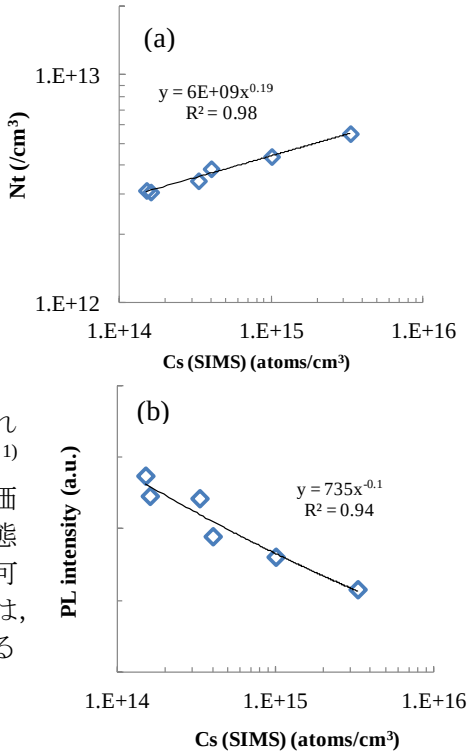

Fig.1 Relationships between carbon concentration measured by SIMS and (a)DLTS signal,(b) Room temperature PL intensity.

[参考文献]
1) 中川：応用物理, 84,976 (2015)
2) 鈴木,他：特開 2015－156420
3) 佐俣,他：先進パワー半導体分科会第 5 回研究会,①, (2016)
4) 上浦：シリコン結晶欠陥の基礎物性とその評価法,リアライズ社(1997)