

# シリコン・炭素系混合分子イオン注入エピタキシャルウェーハの SiO<sub>2</sub>/Si 界面準位欠陥に対するパッシベーション効果の解析

## Analysis of Passivation Effect on SiO<sub>2</sub>/Si Interface State Defects of Silicon Hydride and Hydrocarbon Hybrid-Molecular-Ion-Implanted Silicon Epitaxial Wafer

株式会社 SUMCO

○奥山 亮輔, 門野 武, 梶田 亜由美, 鈴木 陽洋, 小林 弘治, 重松 理史, 廣瀬 諒, 古賀 祥泰, 栗田 一成  
SUMCO CORPORATION

○Ryosuke Okuyama, Takeshi Kadono, Ayumi Masada, Akihiro Suzuki, Koji Kobayashi,  
Satoshi Shigematsu, Ryo Hirose, Yoshihiro Koga, and Kazunari Kurita  
E-mail: [rokuyama@sumcosi.com](mailto:rokuyama@sumcosi.com)

### 1. はじめに

CMOS イメージセンサ(CIS)の重要な技術課題の一つに SiO<sub>2</sub>/Si 界面準位密度(D<sub>it</sub>)の増加に起因したノイズの抑制がある<sup>1)</sup>. 我々はこれまでに炭化水素分子イオン注入ウェーハの水素による D<sub>it</sub> の低減(水素パッシベーション)効果を報告している<sup>2)</sup>. しかしながら, 炭素はシリコン結晶中で電気的に活性な欠陥を形成することも報告されており<sup>3)</sup>, デバイス特性への炭素の影響が懸念されてきている. そのため, 我々はシリコン・炭素系混合(SiH&CH)分子イオン注入技術を開発してきた<sup>4)</sup>. SiH&CH 分子イオン注入ウェーハは, 注入イオン種を決定する際の質量数(Mass 値)を変更することで注入炭素濃度を制御可能である. SiH&CH 分子イオン注入領域では炭素濃度の減少に伴い, 水素捕獲濃度も減少することがわかっている. 水素濃度の減少は水素パッシベーション効果の低下に繋がる懸念があるが, SiH&CH 分子イオン注入ウェーハの水素パッシベーション効果に関する報告事例はない. 本研究では, SiH&CH 分子イオン注入エピタキシャルウェーハにおける水素パッシベーション効果を明らかにすることを目的として, Capacitance-Voltage(CV)測定によって導出した SiO<sub>2</sub>/Si 界面準位密度(D<sub>it</sub>)を炭化水素分子イオンと比較した結果について報告する.

### 2. 実験方法

SiH&CH 混合分子イオンとして, Mass 値 29 と 30 を選択した. その後, p 型 Si(100)基板に混合分子イオンおよび C<sub>2</sub>H<sub>3</sub> イオンをイオンドーズ量 5.0×10<sup>14</sup> atoms/cm<sup>2</sup>として注入した. また注入無しのウェーハも準備し, 5 μm のエピタキシャル層を成長させた. 次に SiO<sub>2</sub> 層を 800°C, 240 分(100%Dry 酸素)の条件にて成膜した. 最後に 700°C, 30 分の熱処理(100%窒素)をおこなった. 最後に Al 電極を形成し MOS 構造を作製した. D<sub>it</sub> は, Quasi-static CV と高周波CV測定の結果から算出をおこなった. また, 注入領域の水素濃度は Secondary Ion Mass Spectrometry (SIMS)分析によって評価した.

### 3. 実験結果

Fig.1 は注入炭素ドーズ量に対する分子イオン注入領域に捕獲された水素のピーク濃度を示している. 注入炭素ドーズ量の減少に伴い, 水素ピーク濃度も減少している. Fig.2 は各サンプルの CV 測定から導出された D<sub>it</sub> を示している. Midgap 近傍の D<sub>it</sub> に着目すると Mass 値 29 が最も D<sub>it</sub> が低く, Mass 値 30 と C<sub>2</sub>H<sub>3</sub> が同程度であることがわかった. この結果は, SiH&CH 分子イオン注入領域から脱離した水素が従来の炭化水素分子イオン注入領域の水素よりも効率的に D<sub>it</sub> の低減に寄与することを示している. さらに, 注入領域における水素脱離反応に関する反応速度論解析の結果, SiH&CH 分子イオン注入ウェーハの方が C<sub>2</sub>H<sub>3</sub> 注入ウェーハよりも反応速度定数の係数が大きく活性化エネルギーが低いことがわかった. このことは水素が脱離しやすい状況であることを示唆していることから, SiH&CH 分子イオン注入ウェーハの水素パッシベーション効果向上に寄与したと考える.

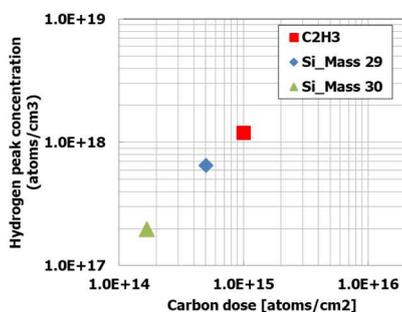


Fig.1 Hydrogen peak concentration of wafers with C<sub>2</sub>H<sub>3</sub> (red), Mass 29 (blue) and 30 (green).

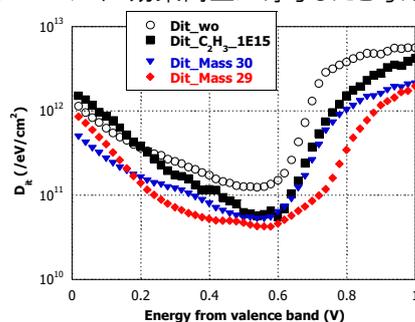


Fig.2 D<sub>it</sub> of wafers with C<sub>2</sub>H<sub>3</sub> (black), Mass 29 (red), 30 (blue) implantation and without (circle) implantation.

#### [参考文献]

- 1) Regolini *et al.*, Microelectron. Reliab. **47**, 739 (2007). doi.org/10.1016/j.microrel.2007.01.067
- 2) R.Okuyama *et al.*, Japanese Journal of Applied Physics **59**, 125502 (2020). doi.org/10.35848/1347-4065/abc3d8
- 3) M. Yoneta *et al.*, J. Appl. Phys. **70** (1991) 1295. doi.org/10.1063/1.349586
- 4) R. Hirose *et al.*, Mater. Sci. Semicond. Process, **135** (2021) 106063. doi.org/10.1016/j.mssp.2021.106063