

# 次世代CMOSイメージセンサ向け多元素分子イオン注入ウェーハにおける 水素脱離挙動の反応速度論による解析と考察

Reaction Kinetic Analysis of Desorption Behavior of Hydrogen in Projection Range of Multi-Element Molecular Ion Implanted Epitaxial Wafer for Advanced CMOS image sensors

株式会社 SUMCO

○奥山 亮輔, 疋田 亜由美, 重松 理史, 廣瀬 諒, 門野 武, 古賀 祥泰, 奥田 秀彦, 栗田 一成  
SUMCO CORPORATION

○Ryosuke Okuyama, Ayumi Masada, Satoshi Shigematsu, Ryo Hirose,  
Takeshi Kadono, Yoshihiro Koga, Hidehiko Okuda and Kazunari Kurita

E-mail: [rokuyama@sumcosi.com](mailto:rokuyama@sumcosi.com)

## 1. はじめに

近年 CMOS イメージセンサ(CIS)は高機能化, 高性能化のために画素とデータ演算処理機能を別々のウェーハに作製しウェーハ接合をおこなう 3 次元積層型 CIS 構造が採用されている. 従来の CIS の技術課題の一つに素子分離領域の SiO<sub>2</sub>/Si 界面準位を主要因とするノイズの低減があるが, 3 次元積層型 CIS では分光感度向上を目的とした Deep Trench Isolation(DTI)構造およびウェーハ接合界面によって SiO<sub>2</sub>/Si 界面準位密度(D<sub>it</sub>)が増加することから, 従来以上に D<sub>it</sub>の低減が重要な技術課題となっている<sup>1)</sup>. 我々はこれまでに CIS の高性能化のために炭化水素分子イオン注入エピタキシャルウェーハを開発してきた<sup>2)</sup>. このウェーハは CIS の高性能化に寄与する重金属および酸素に対する高いゲッタリング能力だけでなく, 注入領域からの水素の脱離によって D<sub>it</sub>の低減が可能であることが報告されている<sup>3)</sup>. さらに, CIS の高性能化のためにゲッタリング能力の向上を目的とした炭化水素分子イオンに酸素を追加した多元素分子イオン注入技術の開発をおこなってきた<sup>4)</sup>. しかしながら, 多元素分子イオン注入では, エピタキシャル成長後に従来とは異なる欠陥の形成が報告されている<sup>4)</sup>. したがって, 水素脱離挙動が従来の炭化水素分子イオン注入領域とは異なると考えられる. 水素脱離挙動の解析は多元素分子イオン注入ウェーハの特性の理解に重要である. そのため, 本研究では多元素分子イオン注入領域における水素拡散挙動を明らかとすることを目的として, 炭化水素分子イオン注入ウェーハとの比較解析を実施した.

## 2. 実験方法

n 型 Si(100)基板に CH<sub>3</sub>O の多元素分子イオンと C<sub>3</sub>H<sub>5</sub> の炭化水素分子イオンを加速電圧 80 keV/cluster, 炭素ドーズ量を 1.0E15 atoms/cm<sup>2</sup>として注入をおこなった後に 5 μm のエピタキシャル層を成長させた. 水素濃度は Secondary Ion Mass Spectrometry (SIMS)分析により評価した.

## 3. 実験結果

Fig.1 にエピタキシャル成長直後の SIMS による CH<sub>3</sub>O および C<sub>3</sub>H<sub>5</sub> の水素プロファイルを示す. CH<sub>3</sub>O の水素ピーク濃度が C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>と比較して高い結果が得られた. さらに CH<sub>3</sub>O の水素プロファイルには二つのピークが観察された. Fig.2 は C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>と CH<sub>3</sub>O の注入領域の断面 TEM 像である. C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>注入領域には炭素(C)と格子間シリコン(I)の複合体(CI クラスタ)が形成されることが過去に報告されており, 本実験でも観察された. 一方で, CH<sub>3</sub>O 注入領域には CI クラスタとそれらの形成領域よりも深い位置に欠陥が形成されていることがわかる. この欠陥は {111}方向に 1 原子層導入された積層欠陥であることが報告されている<sup>4)</sup>. CH<sub>3</sub>O 注入領域は CI クラスタだけでなく積層欠陥にも水素が捕獲されていると考えられる. この結果から, CH<sub>3</sub>O 注入ウェーハは水素捕獲量の増加によって水素パッシベーション効果の向上が期待できる.

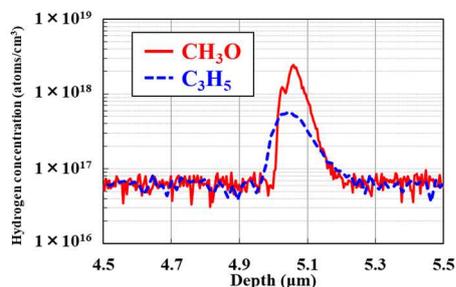


Fig.1 SIMS profile of hydrogen with (a) C<sub>3</sub>H<sub>5</sub> (dashed line) and (b) CH<sub>3</sub>O (solid line) after epitaxial growth.

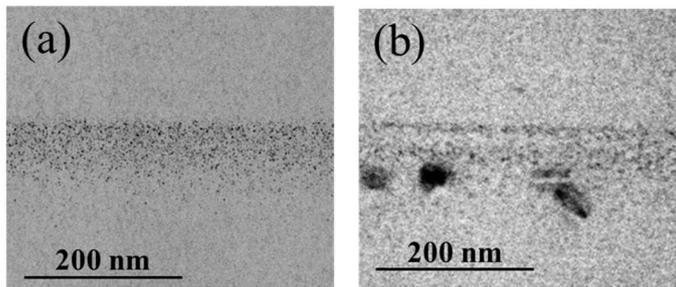


Fig.2 TEM images (a) C<sub>3</sub>H<sub>5</sub> (dashed line) and (b) CH<sub>3</sub>O (solid line) after epitaxial growth.

## [参考文献]

- 1) Regolini *et al.*, *Microelectron. Reliab.* **47**, 739 (2007). doi.org/10.1016/j.microrel.2007.01.067
- 2) K. Kurita *et al.*, *Sensors* **19**, 2073 (2019). doi:10.3390/s19092073
- 3) R.Okuyama *et al.*, *Japanese Journal of Applied Physics* **59**, 125502 (2020). doi.org/10.35848/1347-4065/abc3d8
- 4) R. Hirose *et al.*, *Japanese Journal of Applied Physics*, **57**, 061302 (2018). Doi.org/10.7567/JJAP.57.096503