

シリコン結晶における不純物制御の科学

Science of Impurity Control in Silicon Wafers

～ゲッターリングが描くウェーハの未来像～

主催 : 15.結晶工学
日時 : 2017 年 9 月 5 日
場所 : 福岡国際会議場
世話人 : 仮屋崎弘昭 (グローバルウェーハズ・ジャパン)、小野敏昭 (株式会社 SUMCO)

- 企画趣旨

近年の 15.7 中分類では、半導体デバイス用単結晶シリコンにおけるゲッターリング技術が中心的なトピックスの 1 つであり、関連講演に対する聴講者からの反響が大きかった。そこで、当該技術を含むシリコン結晶中の不純物挙動に関する学術的および産業応用への幅広い関心へ応えるため、本シンポジウムを企画した。

- プログラム

プログラムは、以下に示す 6 件の招待講演と 3 件の一般講演で構成した。今回、特に配慮した点は、シリコン結晶における不純物制御について、“作る側 (ウェーハメーカー)”と“使う側 (デバイスメーカー)”のご講演を織り交ぜたこと。これにより、学術から産業応用までの幅広い関心に応えることをねらい、双方の理解を深めるとともに当該分野全体の発展を期待した。

[招待講演] 小此木堅祐 (マイクロメモリジャパン株式会社)

デバイスエンジニアが注目するゲッターリング技術動向

[招待講演] 宝来正隆 (株式会社 SUMCO)

イントリンシック・ゲッターリング能力を付与した各種 IG-Si ウェーハ製品の開発経緯

[招待講演] 末岡浩治 (岡山県立大学)

ゲッターリング技術開発に資する数値シミュレーション

[招待講演] 大野裕 (東北大学)

シリコン結晶における不純物の粒界偏析 – 微視的描像と機能 –

[招待講演] 栗田一成 (株式会社 SUMCO)

クラスターイオン注入による CMOS センサのゲッターリング技術

[招待講演] 佐藤信彦 (キヤノン株式会社)

CMOS イメージセンサの性能への金属不純物等の影響

- 講演概要

マイクロメモリジャパンの小此木氏にはメモリデバイスの微細化(10nm スケール)と 3 次元チップ積層化の進化に伴うシリコンウェーハの課題を幅広く講演いただいた。この中でゲッタリング技術を取り上げ、プロセスの低温化やデバイス構造の変化も相俟ってゲッタリングの必要性が低下していることを述べられた。SUMCO の宝来氏は過去 30 年に亘るゲッタリング技術の開発史を述べられた。酸素析出物を利用する IG 技術の開発過程において表面完全性の改善がその後の新規技術開発に繋がった。講演ではさらに、デバイスプロセス工程の低温化・短時間化に対応したエピタキシャルウェーハとして単結晶中への不純物ドーブ技術を紹介し、その効果を示した。岡山県立大学の末岡先生には第一原理計算を用いたシリコン結晶中の不純物挙動に関して講演いただいた。金属不純物の拡散や不純物と欠陥との相互作用について系統的な検討結果を示された。非平衡から平衡状態に変化するゲッタリング過程は本手法では取り扱いが困難であることから、ゲッタリング技術開発には、速度論と平衡論で結晶中の不純物挙動を連続体として扱う計算モデルとの併用が望ましいことを示唆された。東北大学の野先生からは多結晶シリコン結晶の粒界に偏析する不純物（格子間酸素、炭素、金属不純物）の挙動を詳細に評価・解析した結果を講演いただいた。特に格子間酸素に関して、各種の粒界構造起因の応力と偏析する不純物が相関することを示された。SUMCO 栗田氏は半導体デバイスの中で特にメタル不純物の影響を受けやすい CMOS センサ向けに開発されたクラスターイオン注入技術について講演いただいた。この技術は単なる高いゲッタリング能力だけでなく、酸素の拡散抑制効果や欠陥への水素パッシベーション効果も有効であることを示した。キャノン佐藤氏は CMOS イメージセンサの画素数増加・高感度に伴う金属不純物の影響について講演いただいた。センサの画素回路を元にその影響を解説いただき、高感度のセンサでは工程管理の技術では検出困難な極めて低濃度の金属不純物が特性に影響することを示唆し、今後、高感度な不純物の検出方法ならびにさらに高いゲッタリング手法の検討が重要であることを示した。

- 成果

当日、会場はほぼ満席で、立見も含めて 200 名程度の参加者を集めることができ、大盛況のうちにシンポジウムを終了した。「シリコン結晶における不純物制御の科学」というテーマのもと、産学の著名な先生方による貴重な講演を賜わることで、特にゲッタリング技術について基礎から先端応用までの幅広い内容をレビュー的に扱うことができた。これにより、1) 学生や若手技術者への教育、2) 異なる立場による多角的な学術的視点、3) 産学の若手からベテランまでの異分野人材交流、の 3 点を提供することができた。また、副題の「～ゲッタリングが描くウェーハの未来像～」を参加者に想像して頂くことで、今後の技術の発展を期待させるとともに、学生・若手技術者に対して新たな活躍のフィールドを示すことができた。

- 謝辞

本シンポジウムの開催にあたり、ご講演を快く引き受けていただいた招待講演の皆様、最先端の研究内容をご紹介いただいた一般講演の皆様、お忙しい中ご来場いただいた多くの聴講者の皆様に深く感謝申し上げます。最後に、本企画について有意義なご意見をいただきました 15.7 プログラム編集委員諸兄に感謝いたします。

以上