

分子イオン注入エピウェーハの製品特性 (4) -フラッシュランプ熱処理による注入欠陥の結晶性回復挙動解析-

Characteristic of Molecular Ion Implanted Epitaxial Wafers (4)

-A Study of Recrystallization of Implantation-related Defect Using Flash Lamp Annealing-

株式会社 SUMCO

○小林 弘治, 奥山 亮輔, 征田 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

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

E-mail: kkobayas@sumcosi.com

1. はじめに

我々は、CMOS イメージセンサの高性能化のため炭素クラスターイオン注入技術による近接ゲッタリング技術の開発をおこなってきた。炭素クラスターイオン注入エピタキシャルウェーハは、重金属に対する高いゲッタリング能力と、基板酸素のデバイス活性領域への外方拡散抑制効果、さらに注入領域に捕獲された水素による界面準位等に対するパッシベーション効果の3つの特徴を有している¹⁾。これらの特徴は注入ドーズ量の増加により向上することが報告されてきた²⁾。しかしながら、高ドーズ注入条件では、注入レンジ中にアモルファス層が形成され、表層近傍の結晶性が低下するためにエピタキシャル欠陥が発生する。エピタキシャル欠陥の低減のためには回復熱処理が必要となるが、従来の縦型炉や急速急冷熱処理炉(Rapid Thermal Anneal : RTA)ではアモルファス層の再結晶化時に欠陥が形成される³⁾。本報告では、ミリ秒の極短時間熱処理が可能なフラッシュランプアニール(Flash lamp anneal : FLA)に着目し、アモルファス層の再結晶化に FLA が与える影響の解析をおこなったので報告する。

2. 実験方法

p 型 Si(100)基板に C_3H_5 の炭素クラスターイオンを加速電圧 80keV/cluster, 炭素ドーズ量 $2.0E15$ atoms/cm² となるように注入した。その後、FLA 処理を処理温度 1100°C, 処理時間 1.4msec にておこない、5 μ m のエピタキシャル層を成長させた。サンプル評価として、FLA 後および、エピタキシャル成長後の注入領域の断面 Transmission electron microscope(TEM)観察をおこなった。

3. 実験結果

Fig.1 にクラスター注入後の(a)FLA 処理無し, (b)FLA 処理有りサンプルの注入領域の断面 TEM 像を示す。FLA 処理無しサンプルでは表層から深さ 30~60nm にアモルファス層が形成されているが、1.4msec の FLA 処理においてもアモルファス層が再結晶化することが観察された。さらに、Fig.2 に(a)FLA 処理無し, (b)FLA 処理有りサンプルのエピタキシャル成長後における注入領域の断面 TEM 像を示す。FLA 処理無しサンプルでは、エピタキシャル層/基板界面から 50nm の深さにアモルファス層の再結晶化起因のサイズ 20~30nm の欠陥が形成されている。この欠陥は、エピタキシャル工程において、アモルファス層が表面側と基板側の両方向から再結晶化したため、格子不整合が生じ、形成されたと考える。一方で、Fig.2(b)の FLA 処理後にエピタキシャル成長をおこなったサンプルでは、アモルファス起因の欠陥が観察されなかった。このことは FLA 処理ではアモルファス層の再結晶化過程が異なっていることを示している。したがって、FLA によりクラスター注入領域のアモルファス層に起因した欠陥形態の制御が可能であることが示唆される結果を得た。

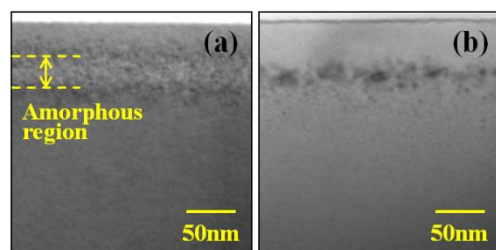


Fig.1 XTEM image of C_3H_5 -cluster-ion-implanted Si wafer with carbon dose of $2.0E15$ carbon atoms/cm² (a)without FLA, (b)with FLA

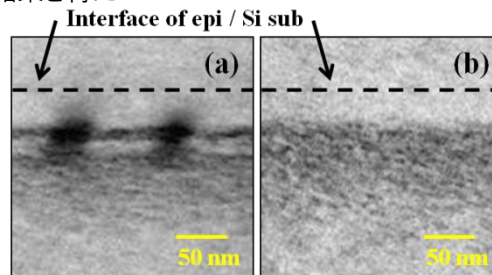


Fig.2 XTEM image of C_3H_5 -cluster-ion-implanted Si wafer with carbon dose of $2.0E15$ carbon atoms/cm² (a)without FLA, (b)with FLA after epitaxial growth

[参考文献]

- 1) K. Kurita et al, Phys. Status Solidi A, 1700216 (2017) / DOI 10.1002/pssa.201700216
- 2) K. Kurita et al, Jpn. J. Appl. Phys, 55(2016)121301 / DOI 10.7567/JJAP.55.121301
- 3) R. Okuyama, et al, Jpn. J. Appl. Phys, 57(2018)011301 / DOI 10.7567/JJAP.57.011301