電子線照射熱反応によるシリコン酸化膜の局所的分解反応

Local Decomposition of SiO_2 Layer by Electron-Beam Irradiation and Thermal Process

弘前大院理工　○秋元 恭汰，藤森 敬典，遠田 義晴

Hirosaki Univ. ○Kyota Akimoto, Keisuke Fujimori, Yoshiharu Enta

E-mail: h20ms101@hirosaki-u.ac.jp

はじめに　シリコン酸化膜(SiO_2)に高電流密度電子線を照射すると、照射された領域で還元反応が生じ、その後真空加熱を行うと照射領域のみ選択的に SiO_2 膜に貫通穴（ボイド）が生ずることが報告されている[1]。この現象は 1nm 厚以下の極薄 SiO_2 膜の場合であった。本研究では、20nm 以上の厚膜 SiO_2 膜について、電子線照射後の表面をオージェ電子顕微鏡(SAM)と原子間力顕微鏡(AFM)により調べ、深さ方向に対する還元反応の振る舞いを明らかにした。さらに、電子線照射後に真空加熱を行い、20nm 以上の膜厚でも選択的にボイド形成が可能かどうか検証した。

実験方法　Si(100)基板上にドライ酸化で形成した SiO_2 膜を試料とした。照射電子線のエネルギーは 5, 10, 30keV、電子線サイズは 10 ～ 70nm、電流値は 2nA および 10nA で行なった。

結果　Si LVV オージェ電子(92eV)の２次元マッピングを Fig.1 に示す。20nm 厚 SiO_2 膜試料で、電子線は 5keV,10nA で 10 分間、4 箇所に照射しており、それぞれ照射直後（左）、その後 Ar^+で 9.1nm 表面をエッチング（中央）、16.9nm エッチング後（右）である。照射点に還元 Si が形成されていることが明瞭にわかる。深さ方向の結果を見ると、9.1nm エッチング後の SiO_2 膜中央部で還元 Si は小さくなるが、SiO_2/Si 界面付近で再び還元 Si が大きく現れていることがわかる。したがって、20nm 厚 SiO_2 膜でも界面まで達する還元反応が生ずることが示された。次に還元された Si を起点として、真空加熱によりボイドを形成可能か調べた。Fig.2 は、20nm 厚 SiO_2 膜試料に 5keV, 2nA で、(a) 90 s と(c) 645 s 電子線照射後の SEM 像、およびこれら試料を 925°C、2 時間真空加熱した((b), (c))SEM 像である。AFM による観察結果からも照射点にボイドが形成され、他の領域は変化しないことがわかった。したがって、厚膜試料でも、電子線照射により選択的にボイドを形成させることが可能であることが判明した。照射条件によるボイド発生の振る舞いについても当日報告する。

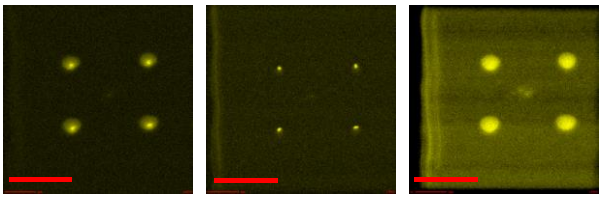

Fig.1 Si LVV SAM images after electron irradiation.

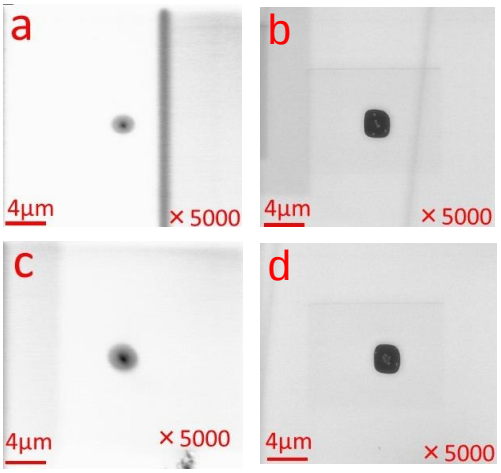

Fig.2 SEM images just after electron irradiation (a), (c) and then heated at 925°C in vacuum (b), (d).

[1] H. Watanabe et al., Appl. Phys. Lett., 71 (1997) 1038.