

シリコン酸化膜熱脱離によるボイド内リング構造形成の雰囲気依存性

Effect of residual gas upon ring-structure formation inside voids by thermal desorption of SiO₂ layer

○遠田 義晴¹、長内 翔大¹、小笠原 崇仁¹ (1. 弘大院理工)

○Yoshiharu Enta¹, Shodai Osanai¹, Takahito Ogasawara¹ (1.Hirosaki Univ.)

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

はじめに Si 基板上に形成した酸化膜(SiO₂)を無酸素雰囲気中で加熱すると、ボイド状の不均一な分解脱離反応が生じることが知られている。さらにボイド内部のシリコン基板が露出した表面には、加熱冷却サイクルに対応する同心状のリング構造が形成され、このリング構造は Si 表面の凸凹であることが明らかになっている[1]。しかしリング構造は常に形成されるわけではなく、ある発現条件が存在する。本研究では、その要因について調べた結果を報告する。

実験方法 Si(100)上 20nm 膜厚酸化膜試料を、超高真空チェンバー中で 1000°C で加熱しボイドを形成した。加熱の繰り返しによりボイド内部にリング構造を形成し、その際加熱間の時間（冷却時間）や冷却中の真空度を変えたり、チェンバー内にガスを導入したりし、リング構造発現に対する効果を調べた。リング構造の観察は、走査型電子顕微鏡(SEM)により行った。

結果と考察 図 1 は 1000°C、1 時間の加熱を 6 回繰り返してリング構造を形成させた表面の SEM 像である。(a)は冷却時間を順に 20 時間、5 分、10 分、30 分、1 時間とした時のリング構造である。冷却時間 5 分のリング構造（中心から 2 つ目）は非常に薄く不明瞭で、冷却時間を長くするに従いリング構造は明瞭になっていることがわかる。(b)は真空ポンプの排気速度を変えることによりチェンバー真空度の影響を調べた結果で、矢印で示した 1, 3, 5 回目の冷却時に真空度を約 2 桁悪化させた。このときのリング構造は 2, 4 回目のリング構造と比べ明らかに明瞭になっている。これらの結果より、冷却中の表面への残留ガス吸着が、リング構造形成に関与していると考えられる。次に、どの残留気体分子がリング

構造形成に強く寄与するかを明らかにするため、様々なガスをチェンバー内に導入した。その結果、アセトン等の有機ガス導入が、リング構造形成に効果があることがわかった。このことから、表面への炭素吸着が重要な働きをしていると考えられる。以上の結果に基づき、リング構造形成機構に関する具体的な考察を、当日議論する。

[1] Y. Enta et al., J. Appl. Phys., **114** (2013) 114104.

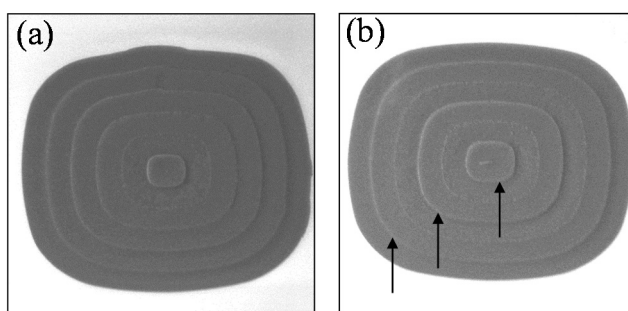


Fig.1 SEM images of voids formed by repeating six processes of annealing for 1 h and subsequent cooling. (a) The pressures during the cooling processes were $\sim 4 \times 10^{-6}$ Pa, except for the first cooling. The cooling durations were 20 h, 5 min, 10 min, 30 min, and 1 h in the process order. (b) The cooling duration was 5 min. The pressures during the 1st, 3rd, and 5th cooling processes were $\sim 4 \times 10^{-5}$ Pa by suppressing the pumping speed of the UHV chamber. The pressures during the 2nd and 4th cooling processes were $\sim 5 \times 10^{-7}$ Pa. Both fields of view are $30 \times 30 \mu\text{m}^2$.