

シリコン酸窒化膜の内殻準位化学シフトと表面モフォロジーの関連

A direct correlation between core-level shifts and surface morphology in SiON layer

弘前大院理工 °高見 貴弘, 和田 誠, 遠田 義晴

Hirosaki Univ. °Takahiro Takami, Makoto Wada, Yoshiharu Enta

E-mail: h14ms207@stu.hirosaki-u.ac.jp

はじめに 亜酸化窒素 (N_2O) ガスを用いたシリコン酸窒化膜 (SiON 膜) 形成時に特定の成膜条件下で形成された表面の X 線光電子分光 (XPS) スペクトルの内殻準位が、通常の SiON 膜や酸化膜 (SiO_2 膜) の化学シフトに比べ異常に大きくシフトすることを観測した。この異常化学シフトの起源について調べた結果を報告する。

実験方法 用いた基板は Si(100)で、超高真空中で $1200^\circ C$ のフラッシングを行い表面清浄化を行った。SiON 膜の形成は超高真空チャンバー内で N_2O ガスを一定の圧力で導入し、シリコン基板を通电加熱により加熱して行った。XPS の励起光は単色化された $AlK\alpha$ 線、XPS 装置の全エネルギー分解能は約 $0.4eV$ である。

結果と考察 図 1 は膜厚 $1.5nm$ の SiO_2 膜と、成膜条件の異なる 2 つの SiON 膜の Si2p 内殻準位スペクトルである。すべてのスペクトルで共通して $99.2eV$ 付近に見られるピークはバルクシリコンからのもので、それ以外のピークは形成された薄膜からの化学シフト成分である。 SiO_2 膜及び基板温度 $1000^\circ C$ 、 N_2O ガス圧力 $1.0 \times 10^2 Pa$ で成膜された SiON 膜 (試料 1) では化学シフト成分は $103.5eV$ 付近に存在しているが、 $1000^\circ C$ 、 $5.0 \times 10^{-1} Pa$ で成膜された SiON 膜 (試料 2) では $102.5eV$ と $111.2eV$ 付近に 2 つのピークが見られる。特に $111.2eV$ 付近のピークは、バルクシリコンに対し約 $12eV$ の大きなシフトを示している。

それぞれの試料表面を走査型電子顕微鏡により観察した結果を図 2 に示す。 SiO_2 膜と試料 1 の SiON 膜の表面は非常に平坦である一方、試料 2 の SiON 膜の表面は非常に荒れていることがわかる。この表面の荒れは、成膜時の N_2O 圧力が相対的に低いため SiO 脱離反応が生じ、表面がエッチングされたためと考えられる。したがって、内殻準位の化学シフト量は表面モフォロジーに強く関連していると考えられる。この大きな化学シフトの直接的な原因についても当日議論する。

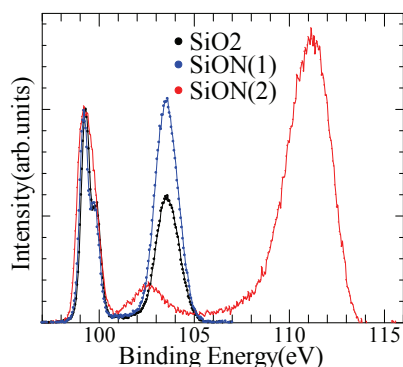


Fig.1 Si2p core-level spectra of two SiON layers which was formed at $1000^\circ C$ and at the N_2O pressures of $10^2 Pa$ (blue line) and $5 \times 10^{-1} Pa$ (red line). The spectrum of SiO_2 layer is also shown in black line for comparison.



Fig.2 SEM images of SiO_2 (left panel), SiON formed at $10^2 Pa$ (middle panel), and SiON formed at $5 \times 10^{-1} Pa$ (right panel). The field of view of each image is $10.8 \times 10.8 \mu m^2$.