

氏名	LABIS, JOSELITO PUZON		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	理 学		
学位授与番号	博甲第2342号		
学位授与の日付	平成14年 3月25日		
学位授与の要件	自然科学研究科物質科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文の題目	Soft X-ray emission study of Ti(film)/SiC(substrate) and photoemission electron imaging of transition metal (Ti, Ni) films on SiC and Si <small>(SiC及びSi/遷移金属 (Ti, Ni) 薄膜系の軟X線放出分光法及び光電子放出像による評価)</small>		
論文審査委員	教授 岩見 基弘	教授 澤田 昭勝	教授 小野 文久

学位論文内容の要旨

A spectro-microscopy study has been conducted on the Ti(film)/ SiC(substrate) system. The interfacial reaction in this system was characterized primarily by soft X-ray emission spectroscopy (SXES) under selective fluorescence excitation using synchrotron radiation, while the variations in surface morphology of the heat-treated Ti films on SiC were analyzed by X-ray photoemission electron microscopy (X-PEEM), complemented by Auger electron spectroscopy (AES) and X-ray diffraction (XRD).

SXES is a non-destructive interface and buried-layer characterization technique that yields valence band density of states (VB-DOS) of the specimen under studied. It provides information on the different electronic states such as *s*-, *p*-, and/or *d*-electronic DOS separately due to the selection rule in electronic transition giving rise to photon emission.

The image in the PEEM system is based on the lateral photoemission intensity distribution from a solid sample surface. The contrast in the image arises from variation of the electron yield caused by a change in photon energy, a change in X-ray polarization, surface topography, and differences in the local work function.

The Si $L_{2,3}$ and C K soft X-ray emission spectra, which reflect local and partial Si (*s* + *d*) states and C *p* states, respectively, revealed the formations of Ti_3Si_3 and TiC in the reacted interfacial region of Ti/SiC sample.

The surfaces of transition metal (Ti, Ni) films deposited on SiC and Si(100) substrates were imaged by photoemission electron microscopy (PEEM) utilizing either high-pressure Hg arc lamp or synchrotron radiation (SR) as light sources for photoemission. The images were taken after *in-situ* thermal treatment on the samples in UHV conditions. Island-like structures as well as agglomerations were observed on the 40 nm thick Ti films on Si(100) annealed at $\sim 700^\circ\text{C}$. The surface of a 50 nm thick Ti on 4H-SiC sample was stable up to $\sim 850^\circ\text{C}$, where island-like structures were observed. For the 10 nm thick Ti on 3C-SiC/Si(100) sample annealed to $\sim 800^\circ\text{C}$, island-like structures (in-ring clusters) were formed. The 40 nm thick Ti film on 3C-SiC shows island-like structures after heat-treatment to 850°C . The AES analyses on Ti/3C-SiC samples, heated from 600°C to 1000°C , reveal the Si-rich surface. Although the surface of a 4 nm thick Ni film on 3C-SiC remains stable up to 650°C , diffusion of Ni films on the edge of the films were observed. Interestingly, an abrupt contrast reversal was observed at $\sim 240^\circ\text{C}$ in PEEM.

論文審査結果の要旨

本研究では、まず、放射光励起の軟X線放出分光(SXES)実験を行い、試料に入射するフォトンエネルギー ($h\nu$) をSi 2p内核電子の結合エネルギーよりやや大きく選択することにより、Si L_{2,3}放出バンドにCK放射の3次線の重畳を除去したスペクトルを獲得し、熱処理による反応層中でのSi原子の化学結合状態の詳細を検討し、Si原子が、他の組成の化合物種を若干含む可能性はあるものの、主として Ti₅Si₃ の状態で存在することを結論している。また、 $h\nu=350\text{eV}$ のフォトンで励起したCK線放出帯スペクトルの測定から、炭素原子が、やはり他の組成の化合物種を少し含む可能性はあるものの、主に TiC の化学結合状態で存在することを明らかにしている。さらに、加速電子線 (エネルギー: E_p) 励起のSXES実験を行い、Si L_{2,3}線放出帯領域のスペクトル測定から、その領域に出現する炭素の3次線の E_p 依存性を利用することにより、炭素原子が反応層の上部から基板まで分布することを見い出している。

一方、固体表面での2次元的な情報を20nm程度の分解能で与える光電子顕微鏡(PEEM)による研究から興味ある結果、即ち矩形状のパターンでSiC基板上に堆積したTi薄膜のエッジ付近を、試料加熱と平行させながら観測することにより、試料表面層に4層構造の濃淡が現れることを見い出した。PEEMで観測される濃淡の一因は、各領域の化学種の違いによる。このようなPEEM観測の結果と上記のSXES 観測結果を比較検討することにより、Ti (薄膜) / SiC (基板) 系での熱処理による生成層の構造モデルを提案している。

以上のように、SXESとPEEM実験により、熱処理した金属薄膜 (Ti, Ni) / SiC (基板) 接合界面構造の解明に成功しており、博士の学位に値するものと判断する。