

### [I-3]

절연물/금속 system의 In / Ex - situ 열처리에 의한 계면상태 비교연구  
( Comparison of the Interface Characteristics for Dielectric / Metal  
System after In / Ex - situ Heat Treatments )

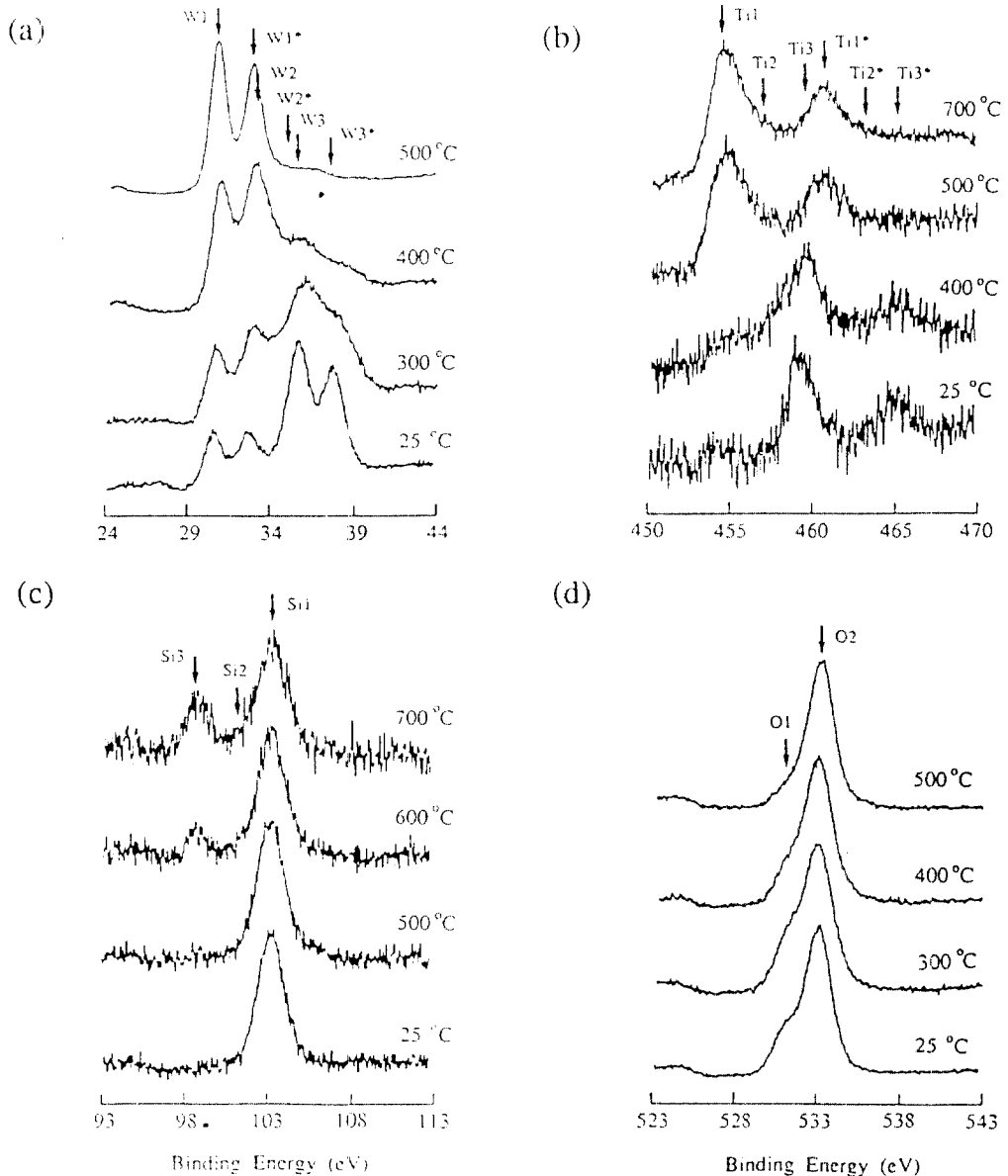
박형호, 강동규, 조경익, 김경수, 이재성\*, 이용현\*  
한국전자통신연구소 반도체연구단  
(\* ) 경북대학교 전자공학과

반도체 소자의 집적도 증가에 따른 단위 소자 크기의 감소로 소자를 구성하는 박막은 초박막화 하며 소자의 특성 또한 초박막 및 계면의 특성에 크게 의존한다. 이러한 초박막의 형성시 sputtering 이나 gas 상태에서의 증착등을 통한 상온증착 방법은 박막의 두께 조절, 공정상의 용이함 및 기판의 손상방지 등의 이유로 많이 이용되고 있으나 이러한 상온증착 물질의 고유 특성의 회복과 계면 특성의 개선은 증착후 열처리를 통해서만 얻어지게 된다.

본 연구에서는 FPGA 소자의 anti-fuse 구조로 응용이 되고있는 절연물 / 금속 계면의 상온 증착후 후속 열처리에 따른 상태변화를 살펴보기 위하여 Si(100) 기판위에 증착된 500 nm의  $Ti_{0.1}W_{0.9}$  위에  $SiO_2$ 를 RF sputtering 으로 약 3 nm 증착시켰다. 이렇게 상온증착 시료의 일부분을 질소 분위기하에서 200, 350, 500 °C로 60분간 열처리를 행하고 또 일부분을 고진공 ( $1E-9$  torr 이하) X-선 광전자 분광기 (XPS) chamber 내에서 700 °C 까지 in - situ 열처리를 한 후, XPS에 의한 비파괴적 깊이분포 분석 (Angle-resolved XPS)을 수행하여 In / Ex - situ 후속 열처리 효과를 비교, 분석하였다. In-situ 열처리는 일반적으로 수행하는 질소 분위기 하에서의 Ex-situ 열처리시 불순 산소로 인한 산화와 열처리후 시료의 공기중 노출로 인한 산화 등을 최소화하여 intrinsic interfacial reaction 을 살펴보고자 함이다.

XPS 분석결과,  $SiO_2 / Ti_{0.1}W_{0.9}$  계면에서 물질의 산화 / 환원 거동이 열처리를 통하여 관찰되었다. Ex-situ 열처리의 경우, 350 °C 까지 계면에 형성된  $WO_3$  의 환원과 이로 인한 metallic W,  $WO_2$  및  $TiO_2$  의 생성 등이 관찰됨을 알 수 있었고 500 °C 까지의 열처리를 통해서  $WO_2$  및  $WO_3$  가 거의 환원되고  $TiO_2$  가 주로 생성됨을 알 수 있었으며 이러한  $TiO_2$  의 생성과정중  $Ti_2O_3$  ( $Ti_3O_5$ ) 등이 생성 됨을 알 수 있었다. In-situ 열처리의 경우 500 °C 까지는 ex-situ 열처리의 경우와 거의 동일

한 경향을 나타내며 이후 600 °C 까지는  $\text{TiO}_2$  의 환원으로 인한 metallic Ti 및  $\text{Ti}_2\text{O}_3$  ( $\text{Ti}_3\text{O}_5$ ) 가 생성되고 600 °C 이후에서는  $\text{SiO}_2$  의 환원이 관찰되었다. 이러한  $\text{SiO}_2$  의 환원은 silicide 의 형성에 기인하는 것으로 사려된다.



Thermal behaviors of W 4f (a), Ti 2p (b), Si 2p (c), and O 1s (d) distributions after in-situ anneal ( W1 : W-Ti, W2 :  $\text{WO}_2$ , W3 :  $\text{WO}_3$ , Ti1 : Ti-W, Ti2 :  $\text{Ti}_2\text{O}_3$  ( $\text{Ti}_3\text{O}_5$ ), Ti3 :  $\text{TiO}_2$ , Si1 :  $\text{SiO}_2$ , Si2 : SiC, Si3 : Si-Ti(W), O1 : O-Ti(W), O2 : O-Si )