

# 액상 확산접합을 이용한 Ti / SiC의 접합에 관한 연구

( The study of joining of SiC to Ti using liquid phase diffusion bonding )

부산대학교                   \*김제성 김경미 강경운 이상래  
한국해양대학교           이성렬

## 1. 서론

오늘날 각종 기기류에 대한 다양한 성능 요구 및 가혹한 환경에서 사용 할 수 있는 재료에 대한 요구에 부합하여 세라믹사용에 대한 주목이 증가하고 있다. 그러나 세라믹은 내열, 내마모, 내식성등의 열적, 기계적인 성질이 뛰어난 반면에 인성 및 가공상의 결점으로 인해 사용범위가 제한되어 있으므로, 그 응용으로서 세라믹에 비해 높은 연성을 가진 금속과의 복합화 내지는 접합이 이뤄지고있다. 그중에서도 세라믹과 금속간의 접합은 많은 연구가 진행됨에도 불구하고 아직도 원자결합식에 따른 용접, 열팽창계수, 탄성계수, 경도 등의 차이로 인한 접합상의 문제점(젖음성, 열응력)을 해결하기 위한 노력이 계속적으로 진행되고 있는 실정이다. 본 실험에서는 세라믹과 금속간의 접합에 있어 국내에서는 아직 연구가 미비한 상태이며, Carbon이 Oxide에 비해 다소 금속결합적이라는 요소와 산화물계 세라믹에 비해 열팽창계수가 낮기 때문에 젖음성 개선 및 열응력을 감소시킬 수 있다는 측면에서 비산화물계 SiC세라믹을 사용하였으며, 금속으로는 고온재료로서 우수한 성능을 가진 Ti와의 접합을 연구하였다. 또한 세라믹과의 양호한 젖음성 및 저용점, 완충재로서의 역할등을 고려, 삽입 금속으로서는 Pure Al 및 Al계 합금을 사용하였다.

## 2. 실험 방법

에머리 paper로 1500번까지 연마한 접합시료인 CP (Commercially Pure) Ti (t:6mm , ϕ:9.5mm, Table 1 )와 순도 98% SiC를 두께 180μm의 삽입금속 Pure Al과 함께 아세톤으로 초음파 세척한 후 고진공 ( 10<sup>-4</sup> torr)의 고주파 유도로서 접합을 행하였으며, 접합은 933K, 973K, 1023K의 각 온도와 각 온도에서 0.6, 1.8, 3.6, 5.4 Ks의 시간으로 행하였다. 이에 각 온도 및 시간이 접합부에 미치는 영향을 조사, 분석하기위해 IM, SEM을 통해 미세 조직 변화를 관찰하고, EDX, WDX, XRD를 통해 상동정을 행하였으며, 접합층의 두께변화, 경도변화를 측정하였다.

Table 1. Chemical Composition of CP Ti

Element	Al	Ni	Fe	Cr	Cu	Zn	Mn	O	Ti
wt%	0.34	0.015	0.013	0.0093	----	----	----	0.007	Bal

### 3. 실험 결과 및 고찰

광학현미경(OM)으로 접합부의 조직을 분류하여 보면, Photo.1. (500배)과 같이 Ti측인 Layer I에는 용융삽입금속과 Ti가 반응하여 형성된 연속적인 떠상인  $Al_3Ti$  와 Al-Ti-Ni의 Intermetallic Compound인  $AlNi_2Ti$ 가 생성되었으며, Layer II에는 용융삽입금속과 Ti속에 함유된 Ni가 반응해서 형성된 흩어져있는 떠상인  $Ni_2Al_3$ 과 공정조직인 (Al)과  $Al_3Ni$ 가 형성되었다. 또한 SiC측인 Layer III에는 OM상에서는 그 반응층이 너무 얇아 관찰이 잘 되지않지만 SEM 및 XRD결과 밝혀진 Al-Ti-Ni의 Intermetallic Compound인  $Ni_3(Al, Ti)$ ,  $Al_4C_3$  및  $Al_2O_3$ 가 형성되어 있음을 알 수 있었다. (Fig.1,2,3) 특히  $Al_3Ni$ ,  $Ni_2Al_3$  및  $Ni_3(Al, Ti)$  등의 생성화합물은 Ti속에 함유되어있는 Impurity인 미량(150ppm)의 Ni가 확산하여 생성된 것임을 여러 실험 및 고찰을 통한 결과 알 수 있었다. 반응층의 변화를 온도 및 시간에 따라 살펴보면, 접합온도가 증가(933K - 1023K)함에 따라 Layer I, II는 계속 증가하다가 1023K에서는 Layer I이 반응층의 전 부분에 걸쳐 생성됨을 알 수 있었으며, 접합시간이 증가함에 따라서도 위와 같은 현상을 보여주었다. 다만 낮은 접합온도(733K)일 수록 Layer I, II의 형성 및 변화는 더 많은 반응시간(7.2Ks이상)이 걸림을 알 수 있었다. 또한 이들 각 Intermetallic Compound들의 경도를 측정해 본 결과  $Ni_2Al_3$ 가 (Al)에 비해 경도값이 약 9.9배 정도 높은 것으로 보아 접합강도 저하 및 균열의 발생원인이 될 것으로 사료되었다.

### 4. 참고문헌

- (1) Taira OKAMOTO : Interfacial Structure of Metal-Ceramic Joints, ISIJ International, vol. 30 ( 1990 ), No.12
- (2) Michael L. Santella and Arthur J. Moorhead.: A Review of Oxide, Silicon Nitride and Silicon Carbide Brazing, Oak Ridge National Laboratory

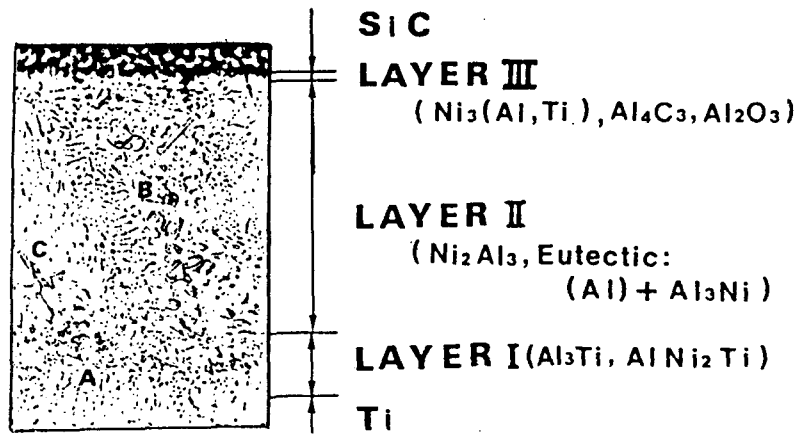


Photo.1. Microstructures of the joint at 973K for 3.6Ks

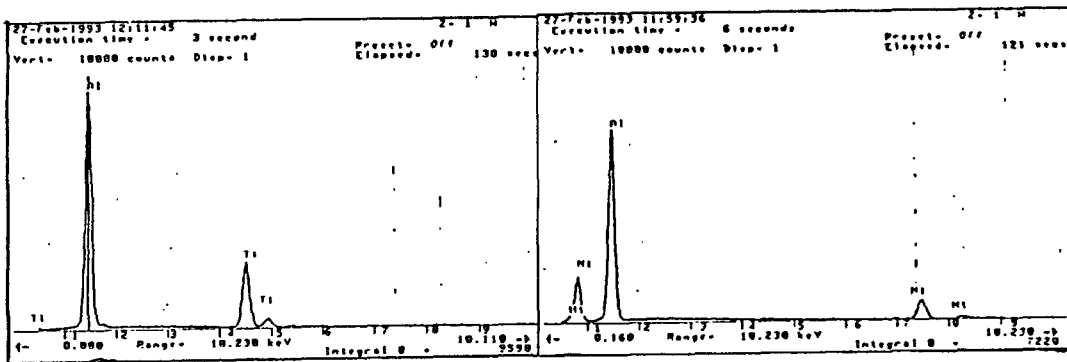


Fig.1. EDX analysis of A phase on Photo 1

Fig.2. EDX analysis of B phase on photo 1

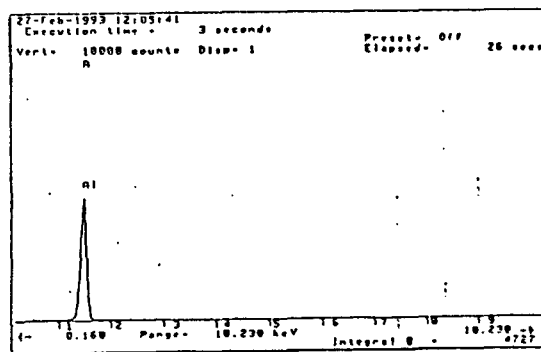


Fig 3. EDX analysis of C phase on photo 1