

활성 filler metal을 사용한 Al₂O₃/STS316의 접합

Bonding of Al₂O₃/STS316 using active filler metal

김태중*, 윤종원**, 김숙환***

* 동의대 신소재공학과

** 동의대 재료금속공학과

*** (재)포항산업과학연구원

1. 서 론

구조용 세라믹 재료의 공업적 응용이 발달되면서 많은 경우에 금속과 세라믹의 접합이 요구되고 있다. Brazing 기술은 이들의 접합에 가장 널리 사용되는 방법으로 Ag-Cu 공정조성에 활성 원소 Ti가 1~3wt% 첨가된 filler metal을 이용한 접합이 널리 사용되고 있으며 특히 알루미늄의 접합을 위해 많이 사용된다.¹⁾⁻³⁾ 활성원소 Ti의 첨가로 인해 알루미늄 표면에서 용융된 filler metal의 wetting을 향상시켜 양호한 접합부를 얻게 된다. 본 연구에서는 Ti가 함유된 활성 filler metal을 사용하였을 때 braze 접합부의 특성과 알루미늄과 filler metal 계면에서 생성된 화합물에 대해서 조사하였다.

2. 실험방법

Al₂O₃와 STS316의 brazing 접합을 위해 두께 0.1mm의 Ag-Cu-Ti, Ag-Cu-In-Ti filler metal을 사용하였다. Al₂O₃와 STS316은 각각 filler metal과 접촉되는 면을 연마지 #800으로 연마하여 Fig. 1과 같이 조립되었으며 사용된 재료는 아세톤 용액으로 5분간 초음파 세척되었다.

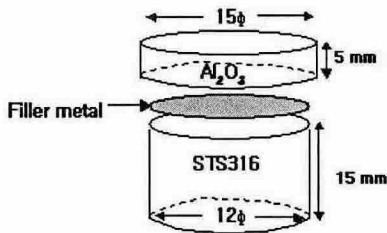


Fig. 1 사용된 시편의 모식도

진공화산접합장치를 이용하여 10⁻⁴ torr 이하의 진공분

위기에서 Table 1에 나타낸 brazing 조건에서 실시하였으며, 각 filler metal의 조성 또한 Table 1에 나타내었다. Braze 접합부의 조직은 SEM을 이용하여 관찰하였으며 접합부에서 주요원소들의 분포를 알기 위해 EPMA line scanning과 mapping을 실시하였다. Al₂O₃/filler metal 계면에 생성된 화합물은 XRD를 이용하였다.

Type	Filler metal Composition (wt%)	Brazing temperature & time (°C x min)
A	70.5Ag-26.5Cu-3Ti	950 x 10
B	72.5Ag-19.5Cu-5In-3Ti	950 x 10

Table 1 Filler metal 조성 및 brazing 조건

3. 결과 및 토의

3.1 70.5Ag-26.5Cu-3Ti를 사용한 접합부

Fig. 2는 70.5Ag-26.5Cu-3Ti를 사용한 접합부의 SEM과 주요원소의 map images를 나타낸 것이다. Fig. 2에서 Ti는 filler metal 영역 일부에서도 관찰이 되고 특히 Al₂O₃/filler metal, filler metal/STS316의 양 계면에 연속적이며 높은 농도로 분포하고 있다. 한편, STS316의 합금원소인 Fe, Ni, Cr은 모재로부터 filler metal 영역 뿐만 아니라 Al₂O₃/filler metal 계면까지 확산되었다.

Fig. 3은 braze 접합부에서 주요 원소들의 EPMA line scanning 결과를 나타내었다. Fig. 3에서 Ti peak는 양 계면에서 나타났으며 양 계면에서 Ti의 peak와 유사한 위치에서 STS316 합금원소인 Fe, Ni, Cr의 peak도 나타났다. Fig. 3 (a)에서 보듯이 Cu도 interface 영역에 peak가

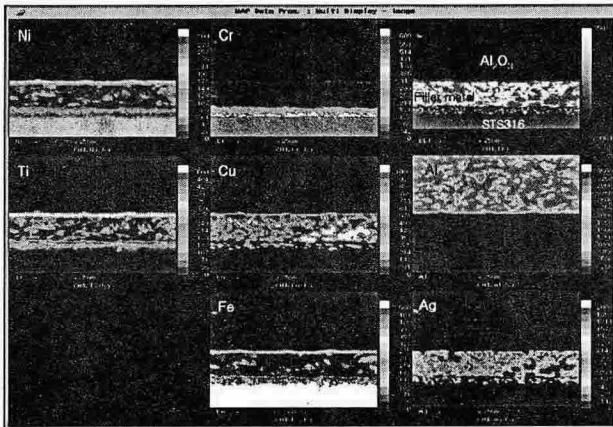
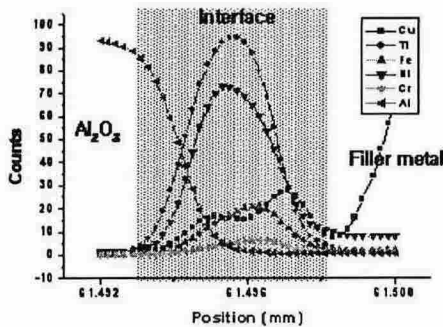
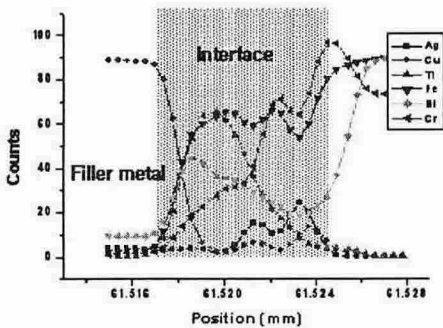


Fig. 2 70.5Ag-26.5Cu-3Ti를 사용한 접합부에서 주요원소들의 map images



(a) Al₂O₃/filler metal계면



(b) Filler metal/STS316계면

Fig. 3 70.5Ag-26.5Cu-3Ti를 사용한 Braze 접합부 양 계면의 EPMA line scanning 결과

나타났다.

Fig. 4는 70.5Ag-26.5Cu-3Ti filler metal을 사용한 접합부에서 Al₂O₃/filler metal 계면의 XRD 결과를 나타낸 것으로 이 계면에서 Cu₃Ti₃O가 생성되었다. Stephens 등은 이 반응층에 얇은 층의 TiO와 비교적 두꺼운 Cu₃Ti₃O가 생성된다고 보고하였다.⁴⁾ 본 연구에서는 XRD에 의해 TiO층은 검출되지 않았으나 EPMA line

scanning 결과(Fig. 3(a))에 의해 Cu₃Ti₃O 화합물뿐만 아니라 Ti_xO_y 화합물도 형성하는 것으로 판단된다.

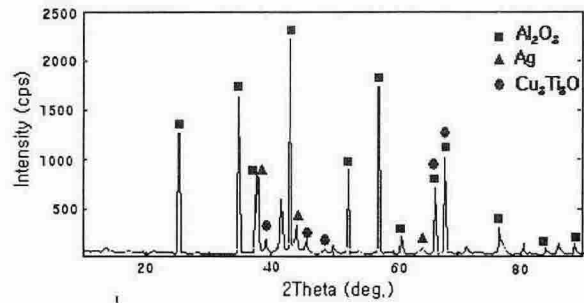


Fig. 4 70.5Ag-26.5Cu-3Ti filler metal을 사용한 접합부에서 Al₂O₃/filler metal 계면의 XRD 결과

3.2 72.5Ag-19.5Cu-5In-3Ti를 사용한 접합부

72.5Ag-19.5Cu-5In-3Ti filler metal을 사용한 접합부의 SEM과 주요원소의 map images를 Fig. 5에 나타내었다.

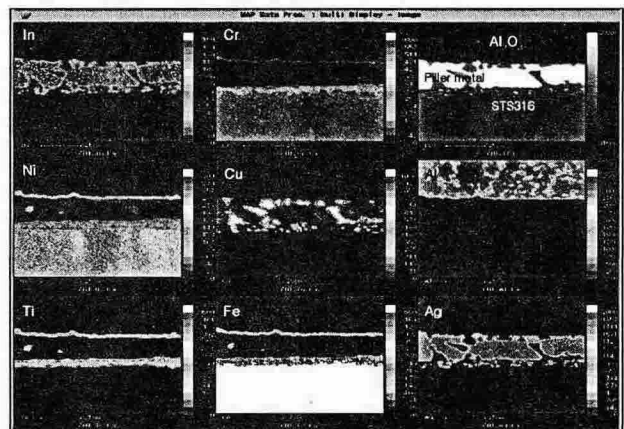
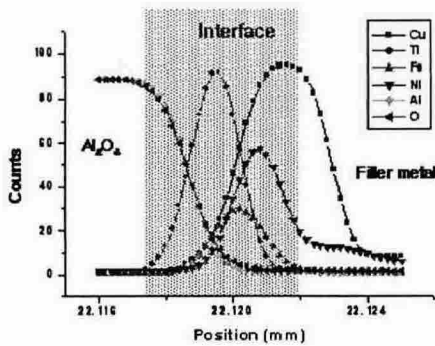


Fig. 5 72.5Ag-19.5Cu-5In-3Ti filler metal을 사용한 접합부에서 주요원소들의 map images

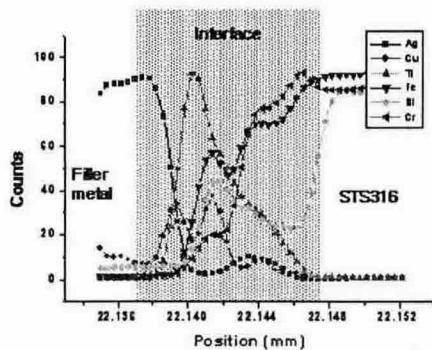
Fig. 5에서 보듯이 Ti는 높은 농도로 양 계면에 연속적으로 분포하고 있으며 STS316 합금원소인 Fe, Ni, Cr은 STS316으로부터 filler metal 영역을 통하여 Al₂O₃/filler metal 계면에 확산되었다. 접합부의 특징은 3.1절의 70.5Ag-26.5Cu-3Ti filler metal을 사용한 접합부와 유사하였지만 filler metal 영역 내에서 STS316 합금원소인 Fe, Ni의 분포에서 큰 차이를 보였다. 72.5Ag-19.5Cu-5In-3Ti filler metal을 사용한 접합부에서는 70.5Ag-26.5Cu-3Ti filler metal을 사용한

접합부에 비해 filler metal 영역 내에 존재하는 Fe, Ni의 양이 현저하게 감소하였다. 이것은 filler metal에 첨가된 In이 STS316 합금원소인 Fe, Ni, Cr이 filler metal 쪽으로 고용되고 확산하는 것을 억제하였기 때문이다.³⁾

Fig. 6은 72.5Ag-19.5Cu-5In-3Ti를 사용한 접합부의 EPMA line scanning 결과를 나타내었다. Fig. 6에서 Ti는 양 계면에 peak를 나타내며 Fe, Ni peak 역시 양 계면에서 Ti peak와 유사한 위치에서 나타났다.



(a) Al₂O₃/filler metal계면



(b) Filler metal/STS316계면

Fig. 6 72.5Ag-19.5Cu-5In-3Ti를 사용한 Braze 접합부 양 계면의 EPMA line scanning 결과

72.5Ag-19.5Cu-5In-3Ti를 사용한 접합부에서 Al₂O₃/filler metal 계면의 XRD 결과를 Fig. 7에 나타내었다. 이 계면에 생성된 화합물은 Fe₂Ti로 STS316의 합금원소인 Fe가 Al₂O₃/filler metal로 확산되어 Ti와 화합물을 형성한 것으로 판단된다. 비록 XRD에서 검출되지 않았지만 EPMA line scanning(Fig. 6(a)) 결과에 의해 Fe₂Ti뿐만 아니라 Cu₃Ti₃O 및 Ti_xO_y도 형성하는 것으로 판단된다.

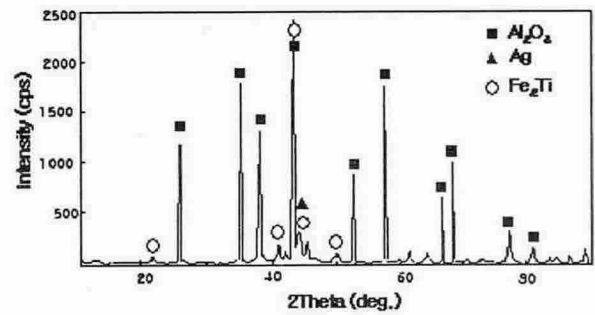


Fig. 7 72.5Ag-19.5Cu-5In-3Ti filler metal을 사용한 접합부에서 Al₂O₃/filler metal 계면의 XRD 결과

4. 결 론

Al₂O₃/STS316 brazing 실험결과로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 70.5Ag-26.5Cu-3Ti filler metal을 사용한 접합부에서 Ti는 양 계면에 집중되었다. STS316의 합금원소인 Fe, Cr, Ni은 filler metal 영역 및 Al₂O₃/filler metal 계면으로 확산되었다.

2) 72.5Ag-19.5Cu-5In-3Ti filler metal을 사용한 접합부에서 Ti는 양 계면에 집중되며, In은 STS316의 합금원소인 Fe, Cr, Ni의 filler metal 쪽으로 고용하고 확산하는 것을 억제하였다.

3) Ti가 함유된 활성 filler metal을 사용한 Al₂O₃/STS316의 접합부의 Al₂O₃/filler metal의 계면에 Cu₃Ti₃O, Fe₂Ti이 생성되었으며 Ti_xO_y도 형성할 것으로 추정된다.

참고문헌

1. Sudipta Mandal et al. : Correlation between the mechanical properties and the microstructural behaviour of Al₂O₃-(Ag-Cu-Ti) brazed joints, Mater. Sci. Eng. A Vol. 383, 2004, p235-244.
2. P. T. Vianco, J. J. Stephens, P. F. Hlava and C. A. Walker : Titanium scavenging in Ag-Cu-Ti active braze joints, Welding Journal, Oct. 2003, p268-S to 277-S.
3. Abdulrahman Abed, Issam S. Jalham and Alan Hendry : Wetting and reaction between β'-sialon, stainless steel and Cu-Ag brazing alloys containing Ti, Journal of the European Ceramic Society, 21, 2001, p283-290.
4. J. J. Stephens et al. : Reaction Layers and Mechanisms for a Ti-Activated Braze on Sapphire, Metallurgical and Materials Transactions A, 34A, 2003, p2963-2972