

Ti/Cu 접합부의 Brazing 및 Soldering 특성에 관한 연구

A Study on Brazability and Solderability of Titanium to Copper Joint

한국생산기술연구원 고명완, 신승용
인하대학교 금속공학과 이지환

I. 서론

티타늄은 내식성 및 비강도가 우수하여 항공기재료로 널리 사용될 뿐만 아니라 Si Wafer와도 안정된 화합물을 형성하므로 반도체의 Barrier층의 증착을 위한 Sputtering Target재로서도 사용되고 있다. 반도체 Sputtering용 Ti Target Assembly는 고순도의 Ti와 수냉을 위한 Cu 재질의 Back Plate를 접합한 형태로 구성되어 있다.

Ti Target/Cu Back Plate의 접합부는 Void등의 접합결함을 내재할 경우 Sputtering시에 냉각수의 leak를 유발하게 되므로 고접합율이 요구된다. 또한 Sputtering시에 이온충돌에 의해 발생하는 Ti Target의 온도상승과 고압의 냉각수에 견딜 수 있는 내열성 및 고접합강도를 갖는 접합부가 요구된다.

본 연구에서는 대형 Ti Target Assemble의 접합기술의 기초연구로서 용가재의 조성, 열 Cycle인자가 Ti/Cu의 Brazing 및 Soldering특성에 미치는 영향을 조사하였다.

II. 실험방법

접합에 사용된 모재로서 티타늄은 Cp티타늄을 Cu는 무산소동을 사용하였다. Brazing실험에서는 Filler합금으로 BAg8(Ag-28Cu)과 BAg29(Ag-24Cu-14.5In)을 사용하였으며 Filler의 용점과 접합조건을 Table.1에 나타내었다.

Soldering 실험에 사용된 Solder는 In과 Sn-3.5Ag이고 Solder의 용점과 접합조건을 Table.1에 나타내었다. Soldering 실험전에 Ti표면에 건식증착에 의해 Ni을 Coating하였으며 이때 Coating두께는 약 $5\mu\text{m}$ 이었다.

Brazing 및 Soldering은 $\phi 10\text{mm}$ 의 환봉 모재를 사용하여 고주파 가열식 진공로 이용하여 행했다. 접합후 접합체의 인장 강도 시험과 SEM/EDS분석을 행하여 접합부의 Brazing 및 Soldering특성을 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

1. Brazing 실험 결과

Fill합금을 BAg29을 사용하는 경우와 BAg8을 사용하는 경우 각 접합인자에 따른 인장 시험 결과를 Fig.1에 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 접합유지시간이 초기 5min 일 경

우 각 온도 조건하에서 접합강도가 상승하지만 접합유지시간이 길어짐에 따라 강도는 계속 감소하여 접합유지시간 60min일때 BAg8인 경우 BAg29보다 현저히 감소하는 경향을 나타내었다. 이것은 Ti/Cu내에 반응생성물층의 생성과 성장에 기인한 것으로 판단된다. 또한 BAg29인 경우가 BAg8인 경우보다 인장강도치가 높은 것은 Filler의 용융온도가 BAg29가 BAg8보다 70℃가 낮아서 저온에서 접합이 가능해서 이러한 반응생성물층의 성장이 억제되었기 때문인 것으로 사료된다.

접합부내의 조직과 원소 분석을 행한 결과를 Fig.2에 나타내었다. BAg29인 경우 접합온도가 낮아서 뚜렷한 계면반응생성물층을 구분하기 어려웠고 BAg8인 경우는 접합유지시간이 60min인 경우 Ti와 Cu로 구성된 금속간 화합물층이 뚜렷이 관찰되었으며 이로 인하여 인장강도가 현저히 저하된 것으로 추정된다.

이상의 결과로부터, Brazing Filler조성으로서는 용점 및 접합특성면에서 BAg29가 보다 유효하며 접합부의 장시간 가열은 반응생성물로 인한 접합 강도의 저하를 유발하게 된다고 사료된다.

2. Soldering 실험 결과

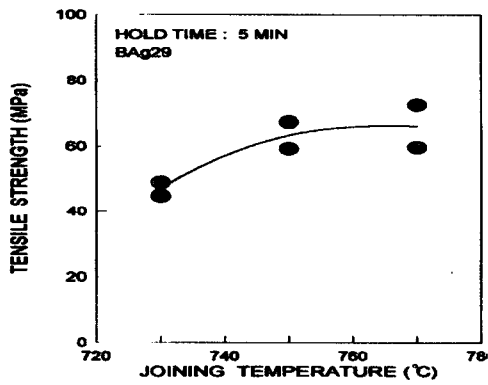
Soldering 실험에서는 Solder로서 In과 Sn-3.5Ag를 사용하였고 접합온도에 따라 인장시험을 행한 결과를 Fig.3에 나타내었다. 양 Solder의 경우 모두 접합온도가 증가함에 따라 강도가 저하함을 알 수 있다. 이것은 Brazing에 비해 상대적으로 Soldering 접합계면부의 강도가 현저하게 낮다는 사실을 고려하여 불 때 열응력에 의한 강도 저하가 주요한 요인으로 작용하였을 것으로 판단된다.

한편, Sn-3.5Ag Solder를 사용한 경우 In에 비해 강도가 낮은 경향을 나타내고 있는데 이것은 Solder의 연성이 In에 비해 Soft하지 않으므로 열응력 발생시 완충효과가 In에 비해 떨어지고, 또한 용점도 높아서 열응력의 잔류량이 In에 비해 크기 때문인 것으로 사료된다.

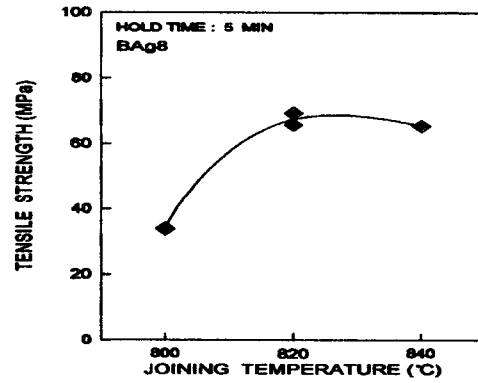
또한 인장시험후 파단위치를 조사한 결과 Ti표면 위에 Ni Coating층은 In의 경우 Filler 내부로 모두 확산한 것으로 관찰된 반면 Sn-3.5Ag의 경우 Ti 표면 위에 계속 존재하고 있는 것을 확인하였다. 또한 인장시험 후 파단된 위치는 In의 경우 Solder층 내부이고 Sn-3.5Ag의 경우 Ni과 Ti의 계면으로 나타났으며 이것은 Sn-3.5Ag경우가 Soft한 In의 경우에 비해 상대적으로 열응력이 높고 Solder강도가 In에 비해 높은 Sn-3.5Ag의 경우에서 Ni Coating층과 Ti층간의 결합력이 Sn-3.5Ag Solder의 강도보다 낮으므로 Ni과 Ti사이에서 열응력을 극복하지 못하고 파단되었을 것으로 사료된다.

<Table.1 Ti/Cu Joining Conditions>

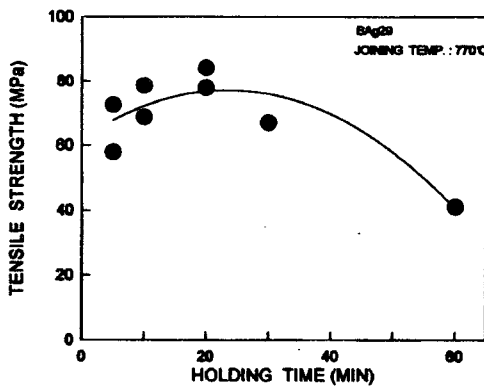
1) 접 합 모 재		Ti	순도:99.4%, 대동특수강(일본)
		Cu	무산소동, 렉키급속
2) Brazing	Filler	BAG8	Ag-28Cu, 용점 : 780℃
		BAG29	Ag-24Cu-14.5In 용점 : 620℃ ~ 710℃
	접합온도	BAG8	800℃ ~ 840℃
		BAG29	730℃ ~ 770℃
	접합 유지시간	0 ~ 60min	
접합 가압력	1 MPa		
3) Soldering	Filler Metal	In	용점:156℃,고순도화학(일본)
		Sn-3.5Ag	용점:221℃,동경 브레이징(일본)
	접합온도	In	250℃ ~ 350℃
		Sn-3.5Ag	
	접합 유지시간	20min	
접합 가압력	1MPa		
4) 접합분위기	Brazing	진공분위기 10 ⁻⁴ Torr	
	Soldering		



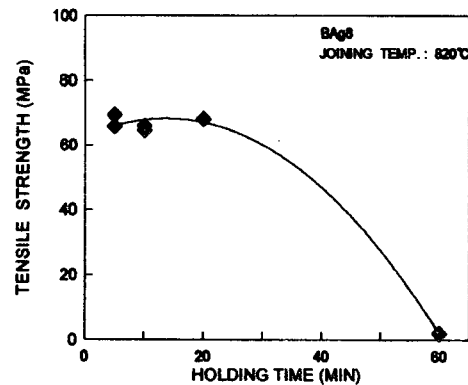
(a) BAG29, H.T.:5min



(c) BAG8, H.T.:5min



(b) BAG29, Temp.:770°C



(d) BAG8, Temp.:820°C

Fig.1 Result of tensile test of specimens with various joining conditions.

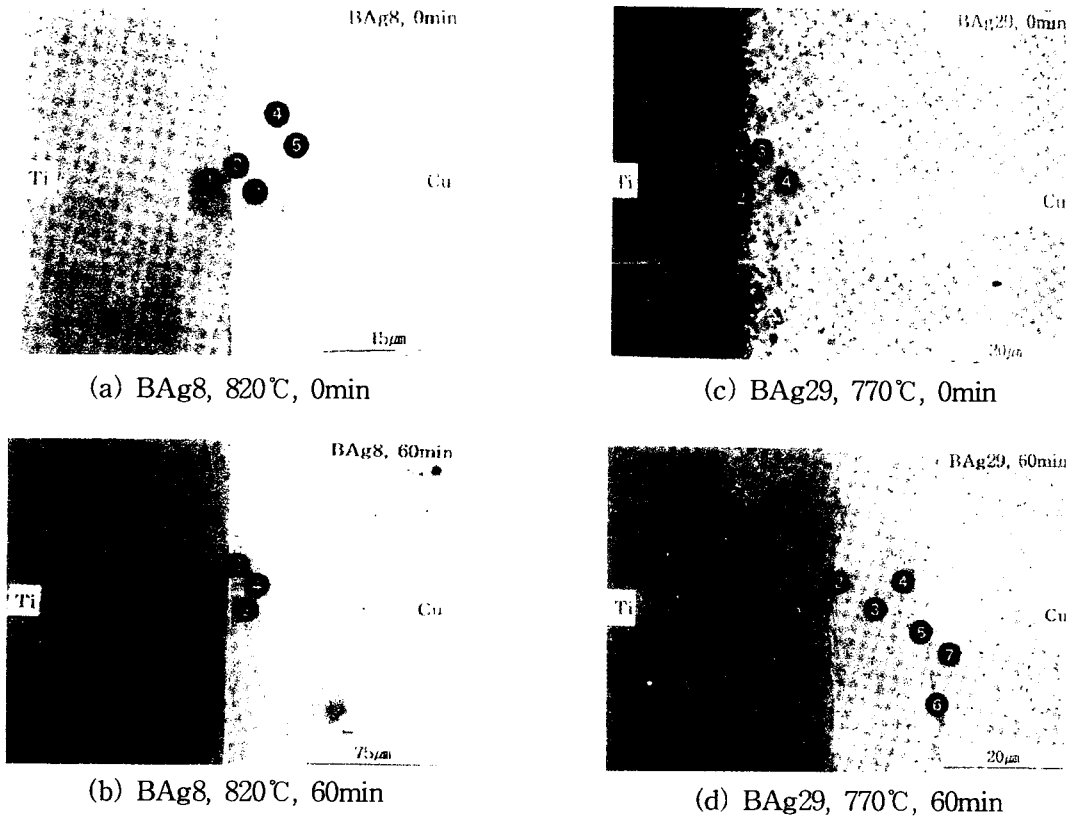


Fig.2 SEM on cross section of Ti/Cu Joint.

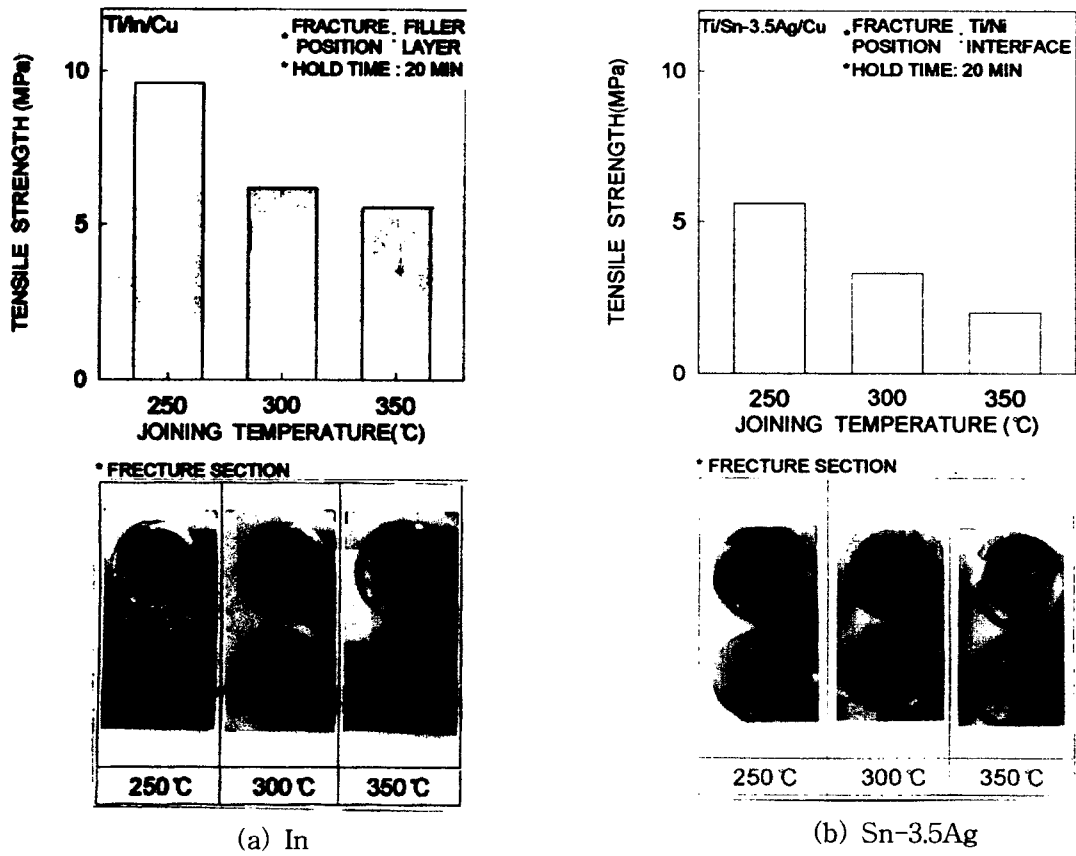


Fig.3 Effect of Soldering Temperature on tensile strength.