

# 열전재료 접합부 솔더의 국부확산 원인에 관한 연구

## Study of Limited Part Diffusion Mechanism of the Solder of Joint on Thermo-electronic Material

방한서\*, 이명우\*, 김 형\*\*

\* 조선대학교 항공조선공학부

\*\* 조선대학교 접합가공기술연구소

### 1. 서론

고신뢰성 솔더링기술은 고신뢰성 열전모듈을 실현하기위한 핵심적 기술의 하나이다. 무연솔더를 이용한 열전소자의 솔더링은 무연솔더의 용점 및 젖음성 문제로 접합부에 결함이 생겨 신뢰성을 낮춘다. 이 논문은 Sn-3.5Ag 무연솔더를 이용하여 BiTe 계 열전소자 솔더링시 열전재료에서 접합부 솔더의 국부적 확산 원인을 검토하였다.

### 2. 실험재료와 실험방법

열전소자의 재료는 BiTe 계 P 형과 N 형이며 무연솔더는 Sn-3.5Ag 이다. 열전소자와 전극재료 Cu 을 무연솔더로 접합하였다. Fig.1 은 접합부 구조를 도식적으로 나타내었다. 솔더링온도는 240°C이고 가열시간은 30 분이다.

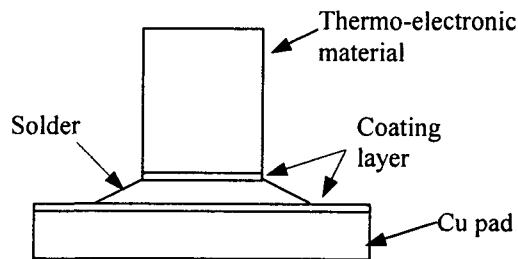


Fig.1 Schematic diagram of solder joint structure

열전소자와 Cu 기판의 솔더링 접합부 외관을 광학현미경으로 관찰한 결과, N 형 열전소자는 잘 접합되었으나 P 형 열전소자 접합부에는 결함이 발생되었다. 이 원인을 조사하기 위하여 결함부의 절단면을 EPMA 로 분석하였다. 이 기초에서 결함부 조직을 XRD 로 분석하였다. P 형 열전재료의 조직을 관찰하고 또 240°C×30 분 가열조건하에서 Sn-3.5Ag 솔더와 P 형 열전재료의 젖음 계면에서 발생하는 현상을 검토하여 열전재료 접합부에서 발생하는 결함원인을 확인하였다.

### 3 실험결과 및 고찰

#### 3.1 접합부 결함과 절단면분석

Fig.2 는 P 형 열전소자와 Cu 기판을 Sn-3.5Ag 공정솔더를 이용한 솔더링 접합부 외관을 나타내었다. 솔더 접합부에서 모재측으로 결함이 발생되었다. 이런 결함은 열전소자의 성능과 접합부 신뢰성을 낮춘다. 그러므로 접합부 결함형성 원인을 검토하였다.

Fig.3 은 결함부 절단면의 반사전자 이미지를 나타내었다. 이 결과로부터 접합부에 생긴 결함은 모재측에 다른 물질이 국부적으로 확산하여 형성되었음을 알수 있다.



Fig.2 Appearance of solder joint

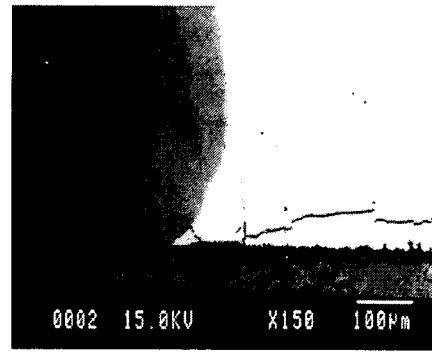


Fig.3 SEM image of defect section

### 3.2 결함부 조직 XRD 해석

접합부 국부확산에 의하여 발생된 결함을 심층 검토하기 위하여 P 형 열전재료 모재조직과 솔더 확산부의 XRD(X-Ray Diffraction) 분석을 진행하였다.

Fig.4 는 P 형 열전재료 모재 조직의 XRD 분석결과를 나타내었다. P 형 열전재료는 대부분  $C_2A_3$ 、 $B_2A_3$  화합물로 되었으며 소량의 단체 A 가 함유되어 있음을 알수 있다. 평형상태도로부터 A 는  $240^{\circ}C$  조건에서 Sn 과 반응하여 SnA 라는 화합물을 형성한다는것을 알수 있다.(A, B, C 는 화학원소를 대표함) Fig.5 는 솔더 확산부의 마이크로 XRD 분석결과를 나타내었다. 이 결과로부터 접합부 결함부에는 P 형 열전재료 물질  $C_2A_3$ 、 $B_2A_3$  화합물이 존재할뿐만 아니라 솔더링 가열조건하에서 SnA 화합물이 생성되었음이 확인되었다.

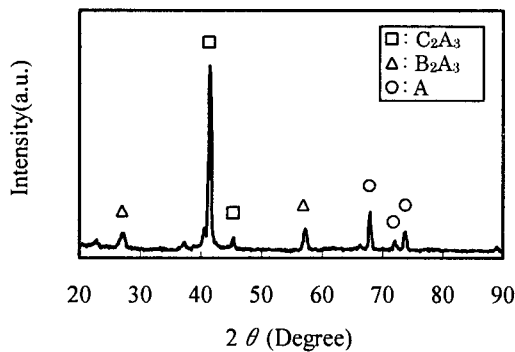


Fig.4 Result of XRD analysis of P type thermo-electronic material

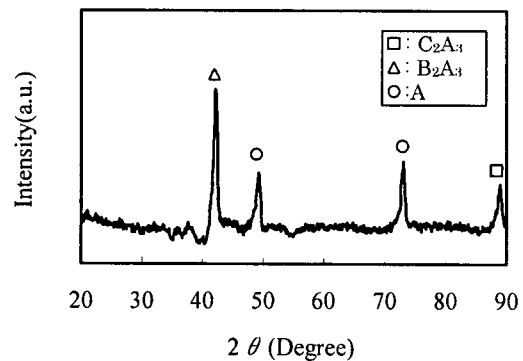


Fig.5 Result of XRD analysis of solder joint defect

이상의 XRD 분석결과로부터 접합부의 솔더가 열전재료에 확산은 솔더링시 접합부의 용융솔더가 밀려나와 열전재료와 접촉 및 반응하여 Sn 가 모재중의 A 와 SnA 를 생성하면서 발생되었음을 알수 있다.

### 3.3 P 형 열전재료 조직과 무연솔더의 젖음 계면 분석

결함부 XRD 해석으로부터 접합부 솔더의 열전재료에 확산되는 원인은 확인되었지만 Fig.2 와 Fig.3 에 보이는 솔더의 국부적 확산은 아직 확인되지 않았다. 이 원인을 확인하기 위하여 P 형 열전재료의 모재조직을 SEM 로 관찰하고 또 Sn-3.5Ag 솔더의 P 형 열전재료 표면에서 젖음실험을 진행하여 계면의 거동을 검토하였다.

Fig.6 은 P 형 열전재료 모재조직의 SEM 이미지를 나타내었다. P 형 열전재료 모재는 조직이 조대화하며 모재내부에는 조직크랙 결함이 존재함을 알수있다.

Fig.7 은 Sn-3.5Ag 무연솔더와 P 형 열전재료 젖음 계면 반사전자 이미지를 나타내었다. 이 결과로부터 P 형 열전재료와 솔더의 젖음 계면에는 확산층이 생성되었음을 알수 있다. 위의 분석결과로부터 이것은 솔더의 Sn 이 모재의 A 물질과 반응하여 발생됨을 알수 있다. 또한 Fig.7 로부터 열전재료의 젖음 계면에는 크랙이 존재하며 이 크랙을 따라 솔더가 열전재료 내부에 국부적으로 확산된 현상을 볼수 있다. 이 현상은 열전소자 솔더링 접합부의 솔더 국부확산과 같은 결과라고 인정된다. 그러므로 열전소자 솔더링시 접합부 솔더의 국부확산결함은 P 형 열전재료 조직에 마이크로 크랙을 따라 용융솔더가 확산되어 생성됨을 확인할수 있다.



Fig.6 Micro structure of P type thermo-electronic material

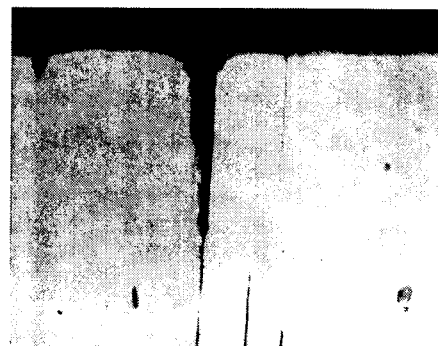


Fig.7 Diffusion interface between Sn-3.5Ag solder and casting thermo-electronic material

#### 4. 결론

- (1) 용융 Sn-3.5Ag 솔더가 모재중의 A 물질과 반응하면서 국부확산결함이 발생됨이 확인되었다.
- (2) P 형 열전재료는 조직이 조대화하며 조직간에 크랙이 존재한다. 용융솔더가 이 크랙에 접촉되었을때 크랙표면을 따라서 열전재료 내부에 국부적 확산이 발생됨을 확인하였다.

#### 후 기

본 연구는 2002 년도 두뇌한국 21 사업에 의하여 지원되었으며, 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. Gu Yongming, Guo Yanming: The Optimizing Preparation Technology of the High Merit Figure P-type(BiXSb1-X)2Te3 Thermoelectric Materials, Journal of Shanghai University, 15-3(1999), pp30-36
2. UK Patent Application GB 2253942.2