

## AuSn 솔더를 사용한 반도체 레이저의 본딩

최상현\*, 배형철\*, 허두창\*, 한일기\*, 조운조\*, 최원준\*, 박용주\*, 이정일\*, 이천\*\*

한국과학기술연구원\*, 인하대학교\*\*

### Semiconductor Laser diode Die bonding Using AuSn solder

S. H. Choi\*, H. C. Bae\*, D. C. Heo\*, I. K. Han\*, W. C. Cho\*, W. J. Choi\*, Y. J. Park\*, J. I. Lee\*, C. Lee\*\*

KIST\*, INHA Uni\*\*

#### Abstract

레이저 다이오드를 p-side-down 방식으로 본딩하기 위하여 AuSn 솔더합금을 증착한 후 온도와 압력, 시간을 변화시켜 본딩상태를 조사하였다. CuW위에 adhesion layer와 확산방지층을 각각 500Å과 2000Å을 증착하였으며 솔더층으로 AuSn을 2.6μm 증착 하였다. 열처리하는 질소 분위기에서 행하였으며, 표면의 거칠기는 AFM으로 측정하였다.

**Key Words** : soldering, mounting, AuSn, Laser diode, die bonding, p-side-down

#### 1. 서 론

광통신의 광원은 광섬유 손실이 최소화 되는 파장 영역인 1.55um 파장을 가지는 고효율 반도체 레이저로 가고 있는 추세이다. LD 칩의 CW(연속발전)을 하게 되면 손실로 많은 열이 발생하게 되는데 이 열을 제거하지 못하면 칩이 손상을 입게 된다. 그러므로 칩 본딩은 LD 패키징에서 아주 중요한 위치를 차지하고 있다.

칩본딩에는 활성층이 아래로 향하는 p-side-down 방식과 위로 향하는 p-side-up 방식이 있다. P-side-down 방식은 쇼트등과 같은 문제점 때문에 본딩하기 어렵다는 단점을 가지지만 열저항이 up 방식에 비해 매우 작다는 이점이 있다.

또한 칩본딩에 사용되는 솔더로는 hard solder와

soft solder이 있는데 그 중 hard solder가 주로 사용되고 있다. 그 이유는 mechanical stress를 초기단계에 줄여주지 못하여 Bonding process가 어렵다는 단점을 가지는 반면 bonding할 때의 mechanical stress를 적게 받아 thermal fatigue를 줄일 수 있고 그로 인해 시간에 대한 신뢰성을 높일 수 있기 때문이다. 현재 hard solder로는 AuSn(80wt%:20wt%)가 주로 사용되고 있다. 그 이유는 무플럭스 솔더링 공정이 가능하고 열전도도가 우수(57W/mK)하며 크리프에 대한 내성이 높기 때문이다. [1-4]

AuSn은 현재 다층박막으로 증착을 시켜서 interdiffusion에 의한 합금형식 방식이 주로 사용된다. 하지만 AuSn 다층박막 증착은 증착하기에 많은 불편함과 시간이 소요된다. 그러므로, 본 실험은 AuSn 합금솔더를 증착시켜서 여러 조건(온도, 시간, 압력)에 따라 어떤 조건이 칩 본딩에 가장 적합한지 조사하였다.

## 2. 실험

본 실험은 AuSn합금솔더를 증착하기전 adhesion 층과 diffusion barrier 층으로 Ti와 Pt를 각각 500Å과 2000Å을 증착하였다. Ti/Pt를 증착하기 위해서 E-beam evaporator를 초기 진공이  $2 \times 10^{-6}$ Torr로 증착하였으며 증착속도는 1Å/s였다. AuSn 합금솔더 증착은 thermal evaporator로 초기 진공이  $2 \times 10^{-6}$ Torr로 증착하였으며 증착 속도는 10Å/s으로 두께는 2.6µm까지 증착시켰다. 두께 측정은 각 evaporator의 Thickness monitor와  $\alpha$ -step으로 하였다. 그리고 칩을 본딩할 때는 AuSn 솔더의 산화를 줄여주기 위해 질소 분위기에서 행하였다. 또한 칩 마운팅 장비는 본 실험실에서 제조한 장비를 사용하였는데 압력 측정을 위해서 질량계를 사용하였다. 칩의 거칠기를 측정하기 위하여 AFM장비를 사용하였다.

## 3. 결과 및 고찰

그림1과 표1은 310°C에서 2분 30초간 열처리 전, 후의 AuSn의 거칠기를 비교한 것이다.

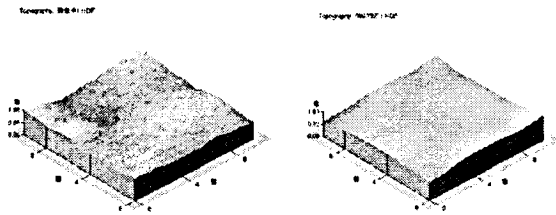


그림 1. 표면의 AuSn layer의 AFM 이미지(a)열처리전 (b)열처리후

표 1. AuSn의 열처리전과 후의 RMS 거칠기 값

	RMS
열처리전	975Å
열처리후	824Å

열처리를 한 후 RMS값이 낮아진 것으로 보아 표면의 솔더까지 잘 녹았다는 것을 알 수 있다.

그림 2, 3, 4는 각 온도에 대하여 압력과 시간의 변수를 주어 실험에서 얻은 것을 그림으로 나타낸 것이다.

표 2. 그림2, 3, 4의 알파벳의 본딩 상태

	본딩상태
N	안된것
S	쇼트
G	좋은것
B	나쁜것

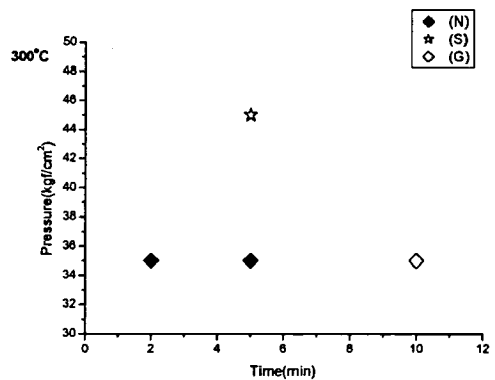


그림 2. 300°C에서의 본딩상태

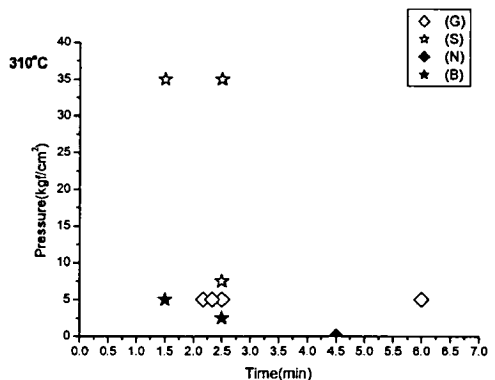


그림 3. 310°C에서의 본딩상태

우선 그림2에서의 높은 압력(35kgf/cm<sup>2</sup>)과 긴 시간(5분)을 가지는 값과 그림3에서의 낮은 압력(5kgf/cm<sup>2</sup>)과 짧은 시간(2분~2분30초)을 갖는 값들을 비교해 보면 온도에 따른 영향이 있음을 알 수 있다. 또한 그림3에서 같은 온도(2분30초)에서의 값

들을 비교해보면 압력에 대한 영향이 있음을 알 수 있다. 그리고 그림 3에서 같은 압력(5kgf/cm<sup>2</sup>)에서의 값들을 비교해 보면 시간에 따른 영향이 있음을 알 수 있다.

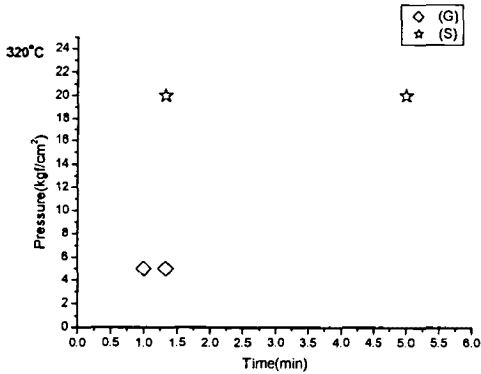


그림 4. 320°C에서의 본딩상태

위의 그림2, 3, 4를 비교해서 정리한 결과 온도와 압력에 대한 영향이 시간에 대한 영향보다 더 많음을 알 수 있다.

하지만 이상의 결과는 압력계를 사용하지 않고 질량계를 사용하여 CuW의 열팽창에 따라 일정한 압력을 유지하기 위해 위에서 가해주는 힘을 조정해 주었으며, 온도계의 경우도 일정한 온도의 setting이 어려웠으므로 오차가 있을 것으로 예상된다.

#### 4. 결 론

레이저 다이오드를 p-side-down 방식으로 본딩하기 위하여 AuSn 솔더합금을 증착한 후 온도와 압력, 시간을 변화시켜 본딩조건을 조사하였다.

실험을 통하여 시간에 대한 것보다 온도와 압력에 더 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 따라서 향후 연구방향은 본딩조건에 레이저 다이오드의 CW(연속발전) power를 측정하여 어떤 조건이 열저항이 최소인지 실험을 행할 예정이다.

#### 참고 문헌

[1]. Olivier J. F. Martin, Gian-Luca Bona, and Peter Wolf. "Thermal behavior of Visible

AlGaInP-GaInP Ridge Laser Diodes", IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS. VOL. 28, NO. 11, 1992

[2]. Chin C. Lee, Chen Y. Wang, and Goran S. Matijasevic, " A new bonding technology using gold and tin multilayer composite structures", IEEE TRANSACTIONS ON COMPONENTS, VOL. 14, NO 2, 1991

[3]. Pittroff, W.; Erbert, G.; Beister, G.; Bugge, F.; Klein, A.; Knauer, A.; Maege, J.; Ressel, P.; Sebastian, J.; Staske, R.; Traenkle, G. "Mounting of high power laser diodes on boron nitride heat sinks using an optimized Au/Sn metallurgy", IEEE Transactions on Advanced Packaging, Volume: 24 Issue: 4 , Nov 2001

[4]. 이종현, 엄용성, 최광성, 박홍우, 윤호경, 최병석, 문종태. "Au-20Sn 솔더의 제조 공정과 Co 확산방지층과의 반응 특성" Photonics Conference 2002, p221-222, 2002