

레이저를 이용한 골드 와이어-박막 용접에 관한 연구

A study on gold wire-thin film welding using laser

박관우*, 나석주

한국과학기술원 기계공학과

K. W. Park*, S. J. Na

Department of mechanical engineering, KAIST

ABSTRACT

Recently, mobile information devices, such as cellular phone, PDA(Personal Digital Assistant, PDA) are getting smaller and thinner. Accordingly, ultra precision welding technology is required to manufacture the high performance system for use in the telecommunication industry. In this study, we propose the laser micro welding process. Using ytterbium fiber laser, a wide range of experiments have been carried out for the gold wire-to-gold thin film welding.

Key Words : Laser micro welding process, Ytterbium fiber laser, Gold wire-to-gold thin film welding

1. 서론

최근에 휴대전화 및 개인 휴대용 정보 단말기(Personal Digital Assistant, PDA)와 같은 정보통신기기들의 보급이 나날이 확대되어가고 있다. 한편, 정보통신기기들은 경박단소화 및 고다기능화의 추세로 연구 및 개발되어지고 있다. 이러한 경향에 따라, 많은 연구그룹들이 정보통신기기에 적용하기 위한 반도체를 보다 얇은 두께로 패키징(packaging)하고자 노력하고 있다¹. 이러한 연구에서 골드는 산화 저항성과 전기 전도도 그리고 성형성이 우수하여 많이 다루어지고 있는 재료이다. 또한, 현재 반도체 산업에서 가장 많이 사용되어지고 있다². 본 연구에서는 레이저 마이크로 용접(laser micro welding)의 방법을 사용하여 골드 와이어(gold wire)와 골드 박막(gold thin film)간의 용접을 수행하였고, 패키징 방법으로써 레이저 마이크로 용접의 가능성을 살펴보고자 하였다³.

2. 시편

본 실험에서는 마이크로 와이어와 박막을 시편으로 준비하였다. 마이크로 와이어의 경우, 99.99 %의 순도를 지니는 직경 50 μm 의 골드 와이어를 준비하였다. 박막은 스퍼터

(sputter)를 이용하여 adhesion layer인 크롬을 기판인 실리콘웨이퍼 위에 50 nm 증착한 후, 그 위에 다시 스퍼터를 이용하여 골드를 300 nm 증착하여 완성하였다.

3. 레이저 점 용접 시스템

실험장비는 크게 레이저, 광부품, 이송장치 그리고 모니터시스템으로 구분되어 있다. 실험에 사용한 레이저는 1080 nm의 파장을 가지는 100 W 급 연속파 이테르븀 광섬유 레이저(ytterbium fiber laser)였고, 광부품은 반사경과 대물렌즈 그리고 실리카글라스를 적용하였다. 특히, 실리카글라스는 대물렌즈 보호용으로 사용하였다. 이송장치는 마이크로 스테이지를 사용하였고 CCD(Charge-Couple Device, CCD)카메라를 이용하여 시편을 모니터링하였다. 레이저 점 용접 시스템에 대한 개략도를 Fig. 1에 나타내었다.

4. 실험방법

4.1 레이저 빔과 박막간의 상호작용

레이저를 박막에 조사함에 있어서 실리카글라스의 유무에 따른, 빔과 박막의 상호작용에 대한 실험을 수행하였다. 실리카글라스는 시편과 대물렌즈 사이에 장착을 하였고 실리카글라스 두께의 중심을 시편으로부터 4.5 mm 상단에 위치시켰다. 그 밖의 실험조건은 Table 1에 정리하였다.

4.2 마이크로 골드 와이어와 골드 박막간의 용접

골드 와이어와 골드 박막의 용접에 있어서 골드 와이어에 수직으로 입사하는 레이저 빔의 조사 위치에 따른 용융부(common drop)의 형상과 용접성을 살펴보고자 하였다. 레이저출력을 95 W, 조사시간을 30 msec으로 하고, 앞서 언급한 빔과 박막간의 실험에서 얻은 최적의 결상거리를 골드 와이어의 표면에 위치시켰다. 레이저 조사 위치는 와이어의 끝단을 기준으로 와이어 안쪽으로 0 μm 부터 200 μm 까지의 범위로 설정하였다. 최종적으로 빔의 중심점을 이동하며 레이저 점 용접 실험을 수행하였다.

5. 결과 및 고찰

5.1 레이저 빔과 박막간의 상호작용

Fig. 2는 결상거리의 변화와 실리카글라스의 유무에 따른 골드 박막의 가공 상태를 나타내고 있다. Fig. 3은 결상거리와 박막에 형성된 홀(hole)의 면적과의 관계를 나타내고 있다. 이를 통해, 결상거리의 변화에 따라 박막의 가공 상태가 변하는 것을 관찰하였고, 실리카글라스가 있는 경우 더욱 작은 홀이 형성됨을 알 수 있었다.

5.2 마이크로 골드 와이어와 골드 박막간의 용접

Fig. 4는 레이저 빔의 조사 위치에 따른 용융부(common drop)의 부피의 변화를 보여주고 있다. 용접은 조사위치가 70 μm 과 100 μm 인 경우에 이루어졌고, 나머지의 경우는 용융부가 쉽게 박막으로부터 분리됨을 관찰하였다. Fig. 5는 조사위치가 70 μm 인 경우의 전자현미경사진을 보여주고 있으며 Fig. 6, 7에서는 이 시편에 대한 wire pull test 실험 후의 사진을 보여주고 있다. 이상의 결과에 따라 레이저 마이크로 용접은 기존의 와이어 본딩(wire bonding)방법과 비교해 볼 때, 낮은 loop의 높이를 구현할 수 있음을 확인하였고 레이저출력과 조사시간뿐만 아니라 빔의 조사위치도 중요한 용접조건임을 확인할 수 있었다.

6. 결론

본 연구에서는 광섬유 레이저를 이용하여 실리카글라스의 유무에 따른 박막의 가공성을 살펴보고, 골드 와이어와 골드 박막간의 용접에 대한 가능성을 살펴보고, 이를 통하여 다음과 같은 결론을 내렸다.

- 1) 대물렌즈와 시편사이에 실리카글라스를 장착함으로써 인하여 보다 작은 크기의 가공을 구현할 수 있음을 확인하였다.
- 2) 레이저 마이크로 용접의 방법을 사용하면 와이어 본딩 방법에 비해 보다 낮은 loop의 높이를 구현 할 수 있음을 확인 하였으며, 이는 기존의 반도체 높이를 줄일 수 있는 패키징 방법으로 고려될 만하다.
- 3) 와이어 상단에서의 레이저 빔의 조사위치가 와이어와 박막간의 레이저 용접에서는 중요한 인자임을 실험을 통하여 확인하였다.

7. 후기

본 연구는 산업자원부 지원 핵심기술개발사업인 “첨단레이저 응용 미세가공기술 개발” 과제의 지원으로 수행된 것입니다.

8. 참고문헌

1. F. Carson, Y.C. Kim, "The Development of a Novel Stacked Package: Package in Package", Electrics Manufacturing Technology Symposium, Jul 14-16, pp.91-96, 2004.
2. K.S. Kim, et al, "Relationship Between Mechanical Properties and Microstructure of Ultra-fine Gold Bonding Wires", Mechanics of Materials, Vol.38, No.1-2, pp.119-127, 2006.
3. Metev, S.M., Veiko, V.P., "Laser-Assisted Microtechnology, Springer Inc., pp.132, 1998.

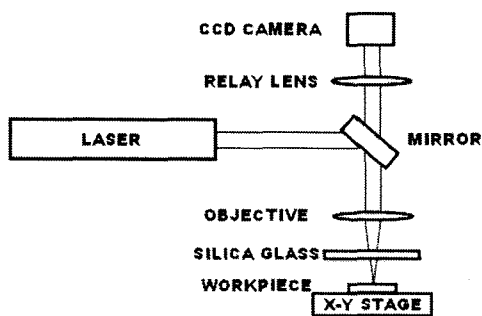


Fig. 1 Laser micro welding system

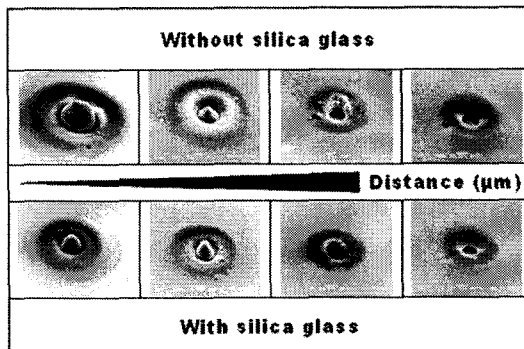


Fig. 2 Interaction between beam and thin film

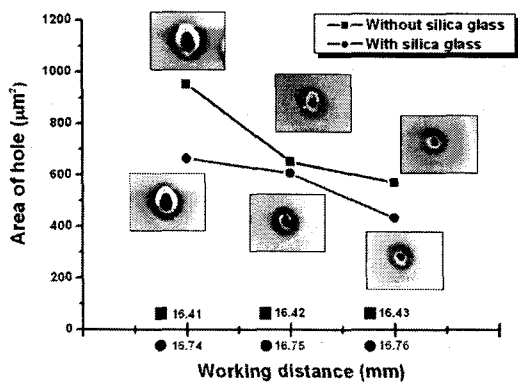


Fig. 3 Hole size by working distance

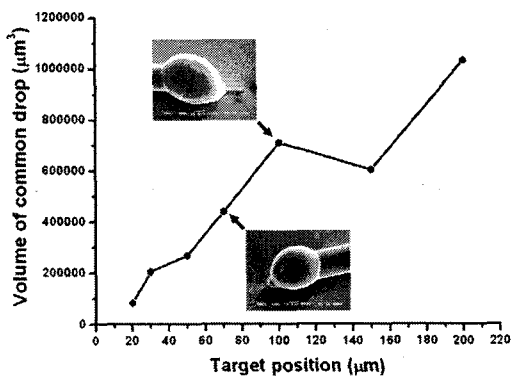


Fig. 4 Common drop size by target position



Fig. 5 Result of wire to thin film welding

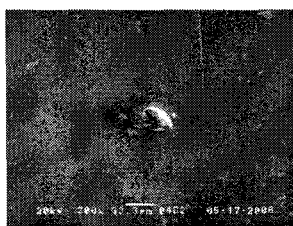


Fig. 6 Result of wire pull test (thin film part)

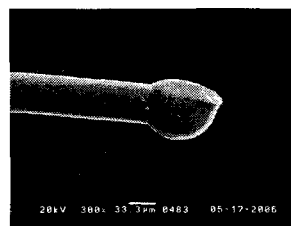


Fig. 7 Result of wire pull test (wire part)

Table 1 Experimental conditions

Specimen	Gold thin film
Silica glass thickness	1 mm
Laser power	95 Watts
Working time	30 msec