

Single mode fiber laser 를 이용한 micro wire joining 에 관한 연구

박관우*(KAIST 대학원), 나석주(KAIST 기계공학과)

A study on the micro wire joining using single mode fiber laser

K. W. Park(Graduate School, KAIST), S. J. Na(Mechanical Eng. Dept., KAIST)

ABSTRACT

In the electronic, medical, aerospace and automobile industries, many products and parts are manufactured by joining. Recently, as these get smaller, micro joining is becoming more and more important. In this study, micro wire-to-micro wire parallel joining was performed using single mode fiber laser. Maximum power of the fiber laser is 100 W. The CCD(Charge-Coupled Device, CCD) camera to observe the specimen was made up. The objective was applied to micro joining system to make a small spot size of laser beam. In order to control the target position, micro-multi-axis-stage was set up. This paper presents results for the single mode fiber laser joining of micro wires.

Key Words : Micro joining (마이크로 접합), Single mode (단일모드), Fiber laser (광섬유 레이저), Micro wire (마이크로 와이어)

1. 서론

마이크로 접합기술(Micro joining technology)은 초 정밀기계, 정보통신, 디스플레이, 연료전지, 의료기기 등과 같은 첨단산업에서 미소부품의 성능, 품질 및 생산성을 결정하는 핵심기반기술로서 오늘날 그 중요성이 더욱더 증가되고 있다^{1,2}. 특히, 마이크로 와이어 접합(Micro wire joining)은 접합대상물의 크기가 미소하고 단순한 형상을 지니고 있어, 앞서 언급한 첨단산업분야에서 활발히 운용될 것으로 기대된다.

본 연구에서는 단일모드 광섬유 레이저(Single mode fiber laser)를 열원(Heat source)으로 하여 마이크로 와이어 접합에 대한 실험 및 강도측정을 수행하였다.

2. 실험 시편 및 장비

2.1 마이크로 와이어

시편은 99.99%의 순도를 가지는 50 μm 직경의 마이크로 와이어(Micro wire)로 재질은 전기적 특성이 우수한 금과 구리를 선정하였다.

2.2 광섬유 레이저

광섬유 레이저는 콤팩트(Compact)하고 안정적(Stable)이며 유연한(Flexible) 특징을 지니고 있어 마이크로 접합에 적합한 레이저이다³. 본 연구에서는 1080 nm 파장(Wavelength)을 가지는 100 W급 연속파

(Continuous Wave, CW) 단일모드 광섬유 레이저를 열원으로 사용하였다.

2.3 마이크로 접합 시스템

마이크로 접합 시스템을 Fig. 1 과 같이 구성하였다. 광섬유 레이저의 시준기(Collimator)에서 발진된 빔(beam)은 45° 반사경(mirror)에서 직각으로 꺾이어 대물렌즈(Objective)로 집속된 후 시편에 도달한다.

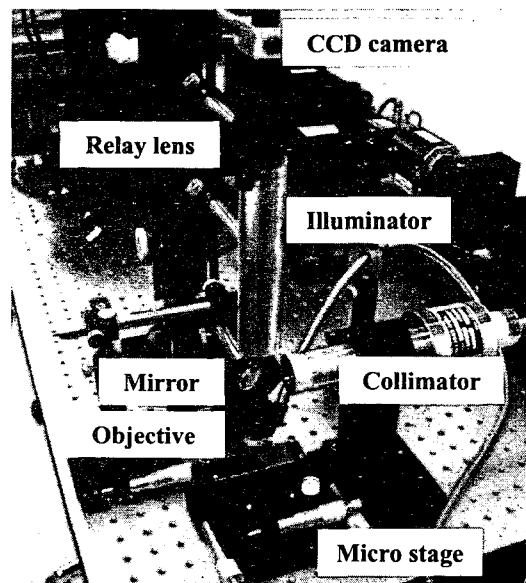


Fig. 1 Micro joining system

대물렌즈를 적용함으로써 마이크로 크기의 빔을 얻을 수 있었고 시편에 수직인 방향으로 접안렌즈(Relay lens)와 CCD(Charge-Coupled Device, CCD)카메라를 설치하여 타겟(Target)을 관찰할 수 있었다. 10 μm 의 분해능을 가지는 마이크로 스테이지(Micro stage)를 장착하여 시편의 위치를 제어하였다. 또한 접합 시 발생하는 금속증기(Metal vapor)로부터 대물렌즈를 보호하기 위하여 실리카 글라스(Silica glass)를 설치하였다.

3. 실험 방법

공정변수를 Laser power(W), Focal position below surface(μm), Working time(msec)으로 선정된 후, 다구찌 방법(Taguchi method)을 적용하여 최소의 용융부(Common drop)와 최대의 인장강도를 지니는 최적의 접합조건을 구하고자 하였다.

4. 강도 측정 및 실험 결과

MTS(Microforce Testing System, MTS)을 이용하여 접합된 마이크로 와이어에 대한 인장시험(tensile test)을 수행하였다. 접합된 구리 및 금 와이어 모두 용융부와 와이어의 경계부근에서 파단이 발생하였다. 구리 와이어의 경우 46 ~ 49 gf, 금 와이어의 경우 27 ~ 31 gf 범위에서 파단이 발생됨을 알 수 있었다.

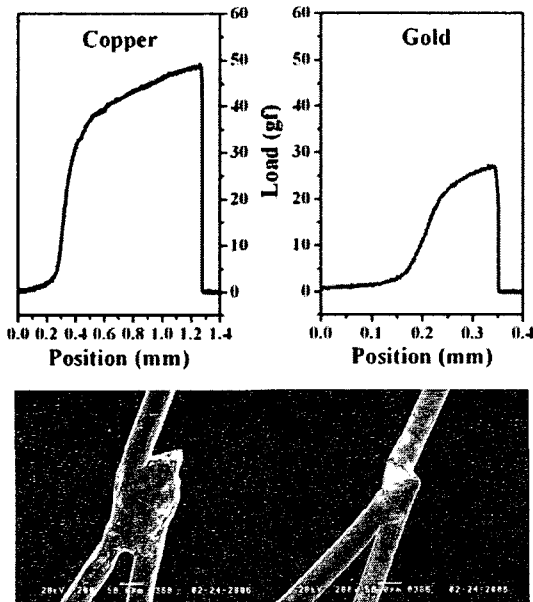


Fig. 2 Results of tensile tests for optimal specimens. Left: Copper wires, right: Gold wires

용융부의 크기 및 강도를 고려하여 구리 및 금 와이어 접합에 대한 최적의 결과를 구하였다. 각각의 최적조건은 구리의 경우 laser power(90 W), focal position below surface(10 μm), working time(60 msec)이었고, 금의 경우는 laser power(90 W), focal position below surface(10 μm), working time(29 msec)이었다. 최적조건으로 생성된 구리 및 금 와이어에 대한 거리 변화에 따른 하중 그래프와 인장시험 전후에 대한 용융부 SEM(Scanning Electron Microscope, SEM)사진을 Fig. 2, 3에 정리하였다.

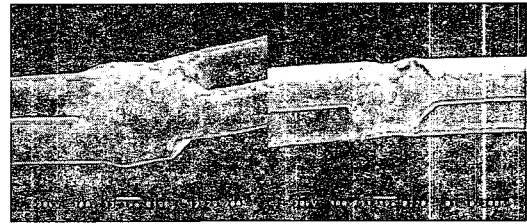


Fig. 3 Optimal results of micro wire joining. Left: Copper wires, right: Gold wires

5. 결론

본 연구에서는 단일모드 광섬유 레이저를 이용한 마이크로 와이어 접합 실험을 수행하였으며, 이를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 다구찌 방법을 이용하여 구리 및 금 와이어에 대한 최적의 접합조건을 도출하였다.
- 2) 광섬유 레이저를 열원으로 이용한 마이크로 와이어 접합의 우수성과 가능성을 확인하였다.

후 기

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

참고문헌

1. Metev, S. M., Veiko, V. P., Laser-Assisted Micro technology, Springer Inc., 1998.
2. Dearden, G., "Recent Advances in Laser Micro Welding, Soldering and Bonding," Third International WLT-Conference, Munich, ISBN 3-00-016402-2, pp. 615 - 623, 2005.
3. Kleine, K. F., Watkins, K. G., and Zamudia, C., "Micro Welding with Single Mode Fiber Laser," Third International WLT-Conference, Munich, ISBN 3-00-016402-2, pp. 637 - 641, 2005.