근적외선 펨토초 레이저를 이용한 이종 물질의 접합

Laser bonding of glass-glass and glass-silicon using a near-infrared femtosecond laser

김연실, 이유리, 최정현, 임기수, 손익부*
충북대학교 물리학과
*고등 광 기술 연구소(APRI)
kslim@chungbuk.ac.kr

레이저 미세 접합 기술은 반도체의 접합과 3차원 적층, MEMS 공정과 같은 많은 응용의 가능성을 보여주고 있다. 본 연구에서는 펨토초 레이저를 두 개의 서로 다른 매질의 경계면에 집속하여 미세 접합을 시도하였다. borosilicate 와 이온이 도핑된 borate, 실리콘과 borosilicate, 실리콘과 도핑된 borate 접합을 위한 적정 조건 연구와 계면 주변에서의 분광특성 변화를 측정하였다. Nd:YAG 등 ns 레이저를 이용한 레이저 용접은 산업체에서 활용되어 왔으나 펨토초 레이저에 의한 접합기술은 최근에 발표되었다.[1-4]

이번 연구에서 사용된 샘플은 borosilicate 와 silicon 은 산업체에서 사용되고 있는 것이며 B_2O_3,-Na_2CO_3,-Al_2O_3는 Eu 이온 혹은 Ce 이온을 첨가하고 용융-냉각법으로 제조하였다. 레이저 접합을 위해 경계면을 잘 연마하였고, 경계면에서의 접착이 용이하도록 샘플홀더를 제조하였다. 그림 1과 같이 시스템을 구성하고 레이저 조사되는 영역은 구면 렌즈를 사용하여 지지하였고 레이저 조사 후 접합여부는 1차적으로 간섭패턴으로 판단하였고, 2차적으로는 접합정도를 직접 테스트 하였다. 동일 시료인 borate-borate 는 접합이 용이 하였으며 이러한 투명체들의 접합보다 실리콘과 같이 흡수체를 사용한 경우는 상대적으로 저출력의 레이저 펄스로도 접합이 가능하였다. 또한 Eu 가 첨가된 시료와 borosilicate 와의 결합은 매우 흥미로운 결과를 보여주었다. borosilicate 간의 접합부위의 상층부와 하층부 모두에서 전혀 형광이 측정되지 않았으나 Eu 도핑된 시료와 borosilicate 시료 모두에서 Eu 이온으로부터 발생되는 것으로 추정되는 형광이 측정되었다. 본 연구에서는 응용가능성이 매우 높은 레이저 접합 연구 뿐 아니라 펨토초 레이저 노출지역 특히 계면 주위에서의 분광특성 변화를 살펴봄으로써 계면 주위에서의 이온의 공간적 변화 등 새로운 물성변화 연구를 수행하였다.

1. Takayuki Tamaki, Wataru Watanabe, Kazuyoshi Itoh, Laser micro-welding of transparent materials by a localized heat accumulation effect using a femtosecond fiber laser at 1558n, Optics Express 14, 10468-10476 (2006).

2. W. Watanabe, S. Onda, T. Tamaki, K. Itoh, Direct joining of glass substrates by 1kHz femtosecond laser pulses, Applied physics B 87, 85-89 (2007).

3. Alexander Horn, Ilja Mingareev, Alexander Werth, Martin Kachel, Udo Brenk, Investigations

on ultrafast welding of glass-glass and glass-silicon, Appl. Phys. A 93,171-175 (2008)
3. W. Watanabe, S. Onda, T. Tamaki, K. Itoh, Junji Nishii, Space-selective laser joining of dissimilar transparent materials using femtosecond laser pulses, Applied physics Letters 89, 021106 (2006).

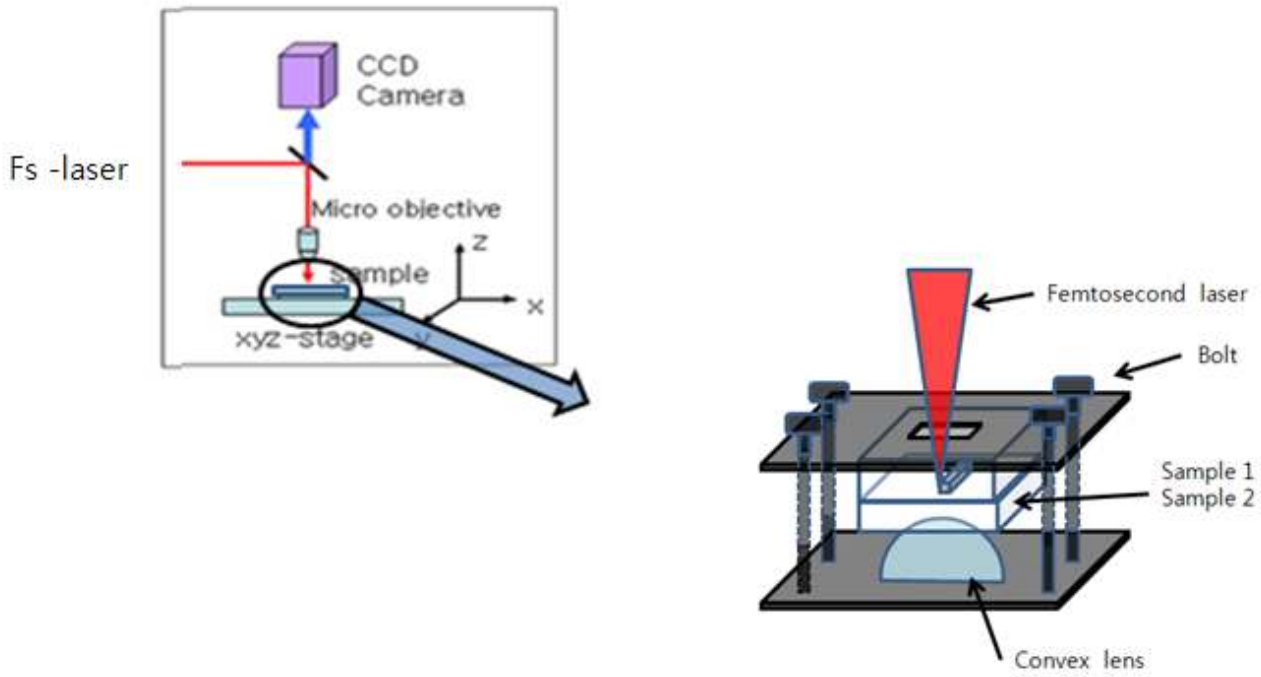

그림1 레이저 접합 실험 개요도.