

CO₂ 레이저를 이용한 유리관 밀봉 및 절단 공정에 관한 연구

Study on laser sealing and cutting methods of a glass tube by using CO₂ laser

홍윤석, 고동섭, *서명희, *류광현, *문성욱, *남기중

목원대학교 광·전자 물리학과, *고등기술연구원 플라즈마/레이저응용센터

yshong@iae.re.kr

최근 유리 소재는 디스플레이, 바이오 및 의약 산업의 발달로 그 활용도가 매우 높아져 기존의 수작업 공정에서 점차적으로 정밀성, 대량 생산, 자동화 공정으로 대체되고 있다. 특히 최근 LCD 등 디스플레이 산업이 급격히 확대되면서 BLU(Back Light Unit)와 같은 유리관 부품 수요가 폭발적으로 증가하고 있다. 그렇지만 유리의 특성상 용융 및 응고과정에서 열팽창에 의해서 파괴되거나 용접 부위가 취약해지는 등의 문제점을 일으키기 때문에 세심한 작업이 요구된다. 특히 BLU 제작 공정에서 미세 유리관 내부에 가스를 채우고 밀봉하는 기술들은 매우 정밀하게 이루어져야 한다. 이에 최근의 기술은 토치를 이용하는 기술에서 레이저를 이용하는 방식으로 기술 시도가 이루어지고 있으며 기존의 가공방식에 비해 정밀하게 가공할 수 있고 가공 품질도 우수하다.⁽¹⁾

따라서 본 연구에서는 직경 1.4 mm 미세 유리관과 5 mm 유리관을 CO₂ 레이저를 이용하여 밀봉하면서 절단하는 레이저 공정 기법을 개발하였고 두 유리관의 가공 특성을 비교 분석하였다. 그림 1과 같은 실험 장치를 구성하여 이전 연구⁽²⁾ 토대로 가공 주요 요소인 레이저의 출력, 레이저 조사 시간, 유리관 회전 속도, 초점거리(defocusing position)에 대한 가공 특성을 비교 분석하였다. 레이저는 코히런트사의 250 W CO₂ 레이저를 사용하였으며 레이저에서 나온 빔은 spatial filter를 거친 후 초점거리 64.5 mm인 렌즈를 통과한 후에 회전하는 유리관의 표면에 조사하였다. 실험에 사용된 유리관의 재질은 PYREX로 외부 직경이 1.4 mm이고 내부 직경이 0.9 mm인 미세유리관과 외부직경이 5 mm이고 내부 직경이 3.5 mm인 유리관을 사용하였다.

그림 2는 1.4 mm 유리관과 5 mm 유리관의 회전수에 따른 가공 특성을 보여준다. 1.4 mm의 경우는 노출 회전수가 증가함에 따라 밀봉 깊이가 증가함을 볼 수 있다. 동일한 노출 회전수에서는 유리관의 회전 속도가 높을수록 조사시간이 작기 때문에 봉합 깊이가 작게 나타남을 알 수 있다. 노출 회전수에 따라 봉합 깊이가 일정하게 증가하는 특성을 보여 주었다.

이에 반해 5 mm 유리관은 1.4 mm 유리관과는 달리 레이저 조사에 의해 용융된 유리에 의해 안쪽으로 채워지며 외경이 줄어들다가 밀봉되는 경향을 보여주었다. 따라서 1.4 mm 유리관에 비하여 밀봉에 소요되는 시간이 매우 길다. 120RPM에서 레이저 조사 시간 동안 10회전에서는 유리관이 용융된 두면이 늘러 붙어 밀봉 깊이를 측정 할 수 없었다.

본 연구 결과 1.4 mm 유리관을 완전 밀봉에 필요한 시간은 500 ms 이내에서 이루어짐을 확인 할 수 있었으나 절단까지는 1초 이내에서 수행되었다. 5 mm 유리관은 13 W/mm² 출력 밀도와 180RPM의 회전 속도에서 약 2.0 mm/sec의 밀봉 깊이를 보여주었다. 결과적으로 5 mm를 완전 밀봉하기 위해서는 25 초 이상의 시간이 소요됨을 알 수 있다. 1.4 mm 유리관은 1초 이내의 가공 시간에서 밀봉 및 절단 공정이

거의 동시에 이루어지나 5 mm 유리관은 밀봉 공정이 진행되면서 절단까지 다소 긴 시간이 필요함을 확인하였다.

본 연구는 산업자원부의 '전력기반기금조성사업'에 의한 전력연구원 연구비 지원에 의하여 수행되었다. 관계자 여러분께 깊은 감사를 드린다.

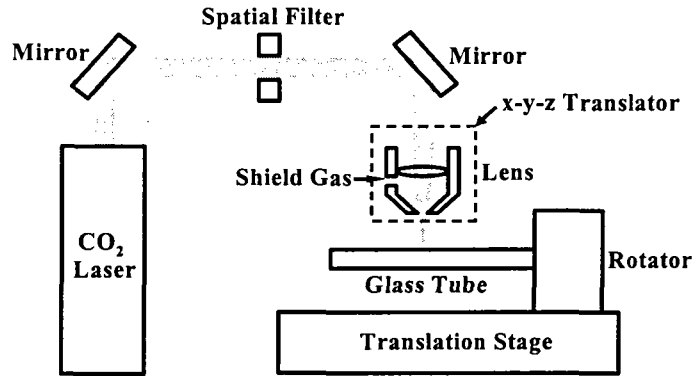
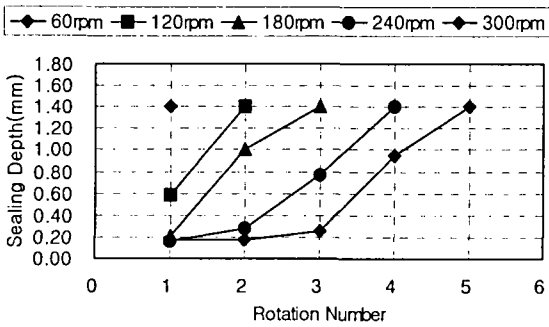
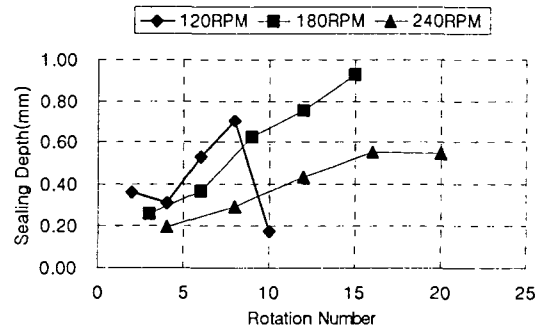


그림 1 Scheme of experimental system



(a) 1.4 mm glass tube(24 W)



(b) 5 mm glass tube(155 W)

그림 2 Sealing depth at variable rotation numbers

참고문헌

1. Heramanns, CH., "Laser Cutting of Glass", Proc. of SPIE 4102, 219(2000).
2. 남기중, 서명희, 류광현, 이남석, 문성욱, 홍운석, 고동섭 "레이저를 이용한 미세유리관 밀봉/절단 공정 및 유리관 가스 압력 효과에 관한 연구", 동계광학회, 전남대(2004).

T
E