

# 진공 및 Argon 분위기에서 INVAR 합금에 대한 Laser-Induced Plasma의 원자 분광 특성 Atomic Emission Characteristics of Laser-Induced Plasma for INVAR in an Argon and a Vacuum Atmosphere

오기장, 전형하, 박형국, 김달우, 오철환\*  
포항산업과학연구원 센서계측연구팀, \*경북대학교 물리학과  
okjang@rist.re.kr

레이저로 발생시킨 플라즈마의 분광학적인 분석은 유용한 분석기술로 평가되고 있다. 이러한 플라즈마를 발생시키는데 있어서 Q-switched 레이저를 많이 사용되고 되고 있으나, Q-switch된 레이저로 발생시킨 플라즈마 복사광의 특성은 주변 분위기에 의해 매우 큰 영향을 받는다. 특히 대기압인 공기분위기에서 레이저로 발생된 플라즈마의 분광특성은 강하고 연속적인 background가 포함되고, 자체적으로 흡수되고, 넓게 퍼진 분광선들이 생성된다. 이는 레이저 발생 플라즈마를 통해 성분을 분석할 경우에 적합하지 않다.

본 실험에서는 이러한 단점을 최소화하기 위하여 argon 또는 진공 분위기에서 레이저 발생 플라즈마의 분광 특성을 조사하여 최적의 분석 조건을 찾고자 한다. 시편은 포항산업과학연구원에서 자체 제작한 분석용 표준시편인 Invar 합금을 사용하였다. 시편을 진공 chamber내에 장착시킨 후, chamber의 분위기를 공기분위기의 대기압, 기압이  $1 \times 10^1$ 에서  $1 \times 10^5$ 인 진공, 기압이  $1 \times 10^0$ 에서  $1 \times 10^3$ 인 argon 분위기 등으로 조정하였다. 펄스 폭 8 ns, 파장 532 nm, 에너지 약 150 mJ인 Q-switched Nd:YAG 레이저 광을 시편의 표면 위에 조사하였다. 초점길이가 mm인 렌즈를 사용하여 시편 표면 위에 모아진 레이저 광에 의해 생성된 플라즈마를 spectroscopy(Jovin Ivon, HR320)를 통해 분광된 후, 레이저 fire 신호(TTL)를 기준으로 gate가 열린 시간동안 intensified photo-array detector로 분광 빛을 측정하였다. 실험장치구성은 그림 1과 같다.

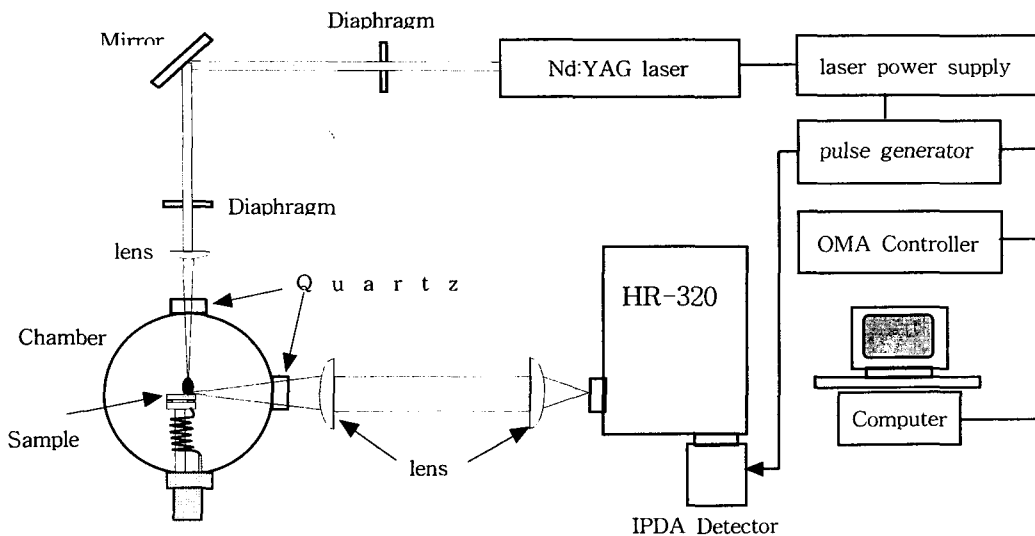


그림 1 실험장치 setup.

대기압 공기분위기에서 detector의 gate delay time을 조정하면서 INVAR 시편에 대한 레이저 발생 플라즈마의 분광 특성을 관찰하였다. 레이저광이 시편에 도달한 시점에서는 플라즈마의 분광선 세기는 연속적이고, 비선형성을 나타내다가 얼마간 시간이 흐르면 선명한 분광선을 구할 수 있다. 플라즈마의 생존기간이 저기압에서 보다 대기압에서 길어짐을 확인하였다. 이는 레이저 발생 플라즈마와 그 주변에 공기와의 충돌로 인하여 저기압에 비해 플라즈마가 확산되지 못하여 시편 표면 위에 머무르는 것으로 판단된다.

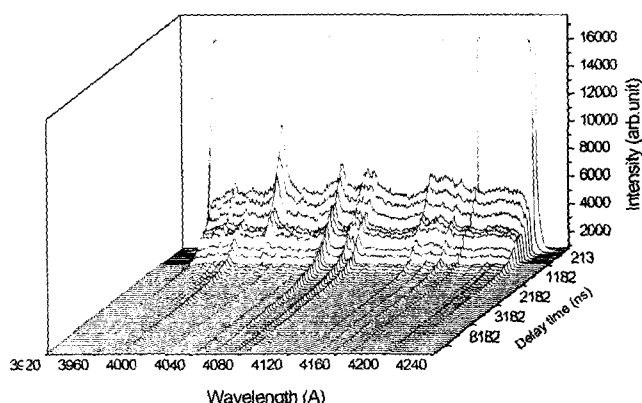


그림 2 대기압 공기분위기에서 gate delay time에 따른 레이저 플라즈마의 분광선.

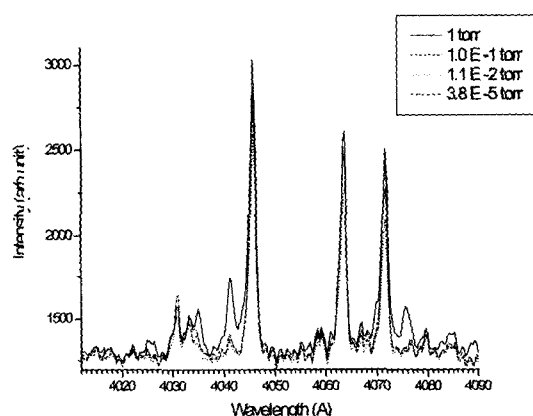


그림 4 진공정도에 따른 분광선 세기 비교.

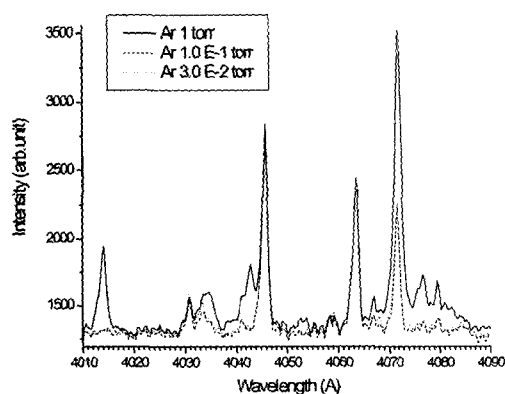


그림 3 Argon 분위기에서 압력에 따른 분광선 세기 비교

레이저를 시편 표면 위에 조사시점으로부터 약 200 ns 후, 시편 표면 바로 위(시편으로부터 1mm 위치)에 발생한 플라즈마의 분광선을 비교하였다. 그림 3은 진공정도에 따라 분광선들의 세기가 달라짐을 보여주는데 이는 진공도 작을수록 플라즈마가 빠르게 확산되었음을 짐작할 수 있다. Argon 분위기에 서도 비슷한 결과를 구하였지만, 진공도에 따라 argon 플라즈마의 분광선 세기는 더 급격히 떨어짐을 알 수 있다. 이는 진공도에 따라 argon 개수가 달라지고 더불어 확산이 빠르게 진행됨을 알 수 있다.

1. Yasuo Iida, Applied Spectroscopy 43, 229-234 (1989).
2. T.L. Thiem, R.H. Salter, J.A. Grdner, Y.I. Lee, and J. Sneddon, Applied Spectroscopy 48, 58-64 (1994).
3. Mohamad Sabsabi and Paolo Cielo, Applied Spectroscopy 49, 499-507 (1995).