

Cs⁺ 이온으로 오염된 금속 표면에 대한 광 용발 제염 특성

원희준, 바이갈마, 문제권, 정종현, 이근우
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
 nhjwon@kaeri.re.kr

1. 서론

방사능으로 오염된 금속표면으로부터 고착성 오염물질을 광 용발 제염법을 이용하여 제거하기 위한 연구가 수행되고 있다. 이 방법은 레이저 광을 사용하여 비교적 작업자가 접근하기 어렵고 방사능 오염지점에 원격으로 적용할 수 있고, 제염효과가 우수할 뿐만 아니라, 2차 방사성 폐기물이 거의 발생하지 않는다는 장점이 있다. DFD(Dupic Fuel Demonstration Facility)은 건식 공정으로 운영되는데 hot cell 내부는 방사능 준위가 높으며 주요 방사성 핵종은 Cs-137 인 것으로 예측되고 있다. 본 연구에서는 Cs⁺ 이온으로 오염시킨 모사 금속 시편에 광 용발 제염공정을 적용시켜 표면 특성을 관찰함으로써 광 용발 제염공정의 타당성을 확인하고자 하였다.

2. 실험 및 결과

스테인레스강 표면에 CsNO₃-HNO₃ 및 CsCl-KCl 용액 일정액을 떨어뜨린 후 건조시켜 모사 시편을 제조하였으며 이를 시험에 사용하였다. 후보 광원으로는 과제 수행을 통해 설계 제작한 Q-switched pulse type Nd:YAG laser를 사용하였다. 레이저 발전기의 파장은 1064 nm 이다. Energy meter에 의해 측정된 최대 pulse 에너지는 450 mJ/pulse, repetition rate 는 1 - 20 Hz, pulse width는 10 ns 이었다. 제작된 Q-switched pulse type Nd:YAG laser의 block diagram을 Fig. 1에 나타내었다. Laser 광의 조사 시간을 변화시켜가며 실험을 수행하였으며 레이저를 적용시키기 전과 후의 표면사진을 촬영하였으며 전자 현미경을 사용하여 조직을 관찰하였다. 제염 후 두 종류 시편 표면에 대한 전자현미경 사진을 Fig. 2에 나타내었다.

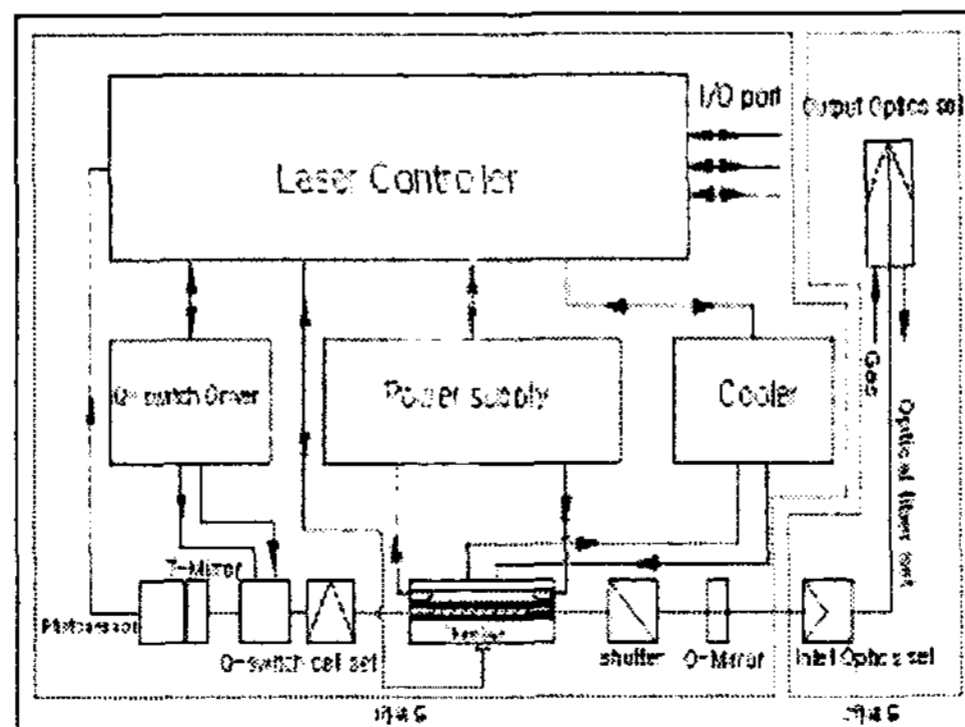


Fig.1. A block diagram of the fabricated Q-switched Nd-YAG laser system.

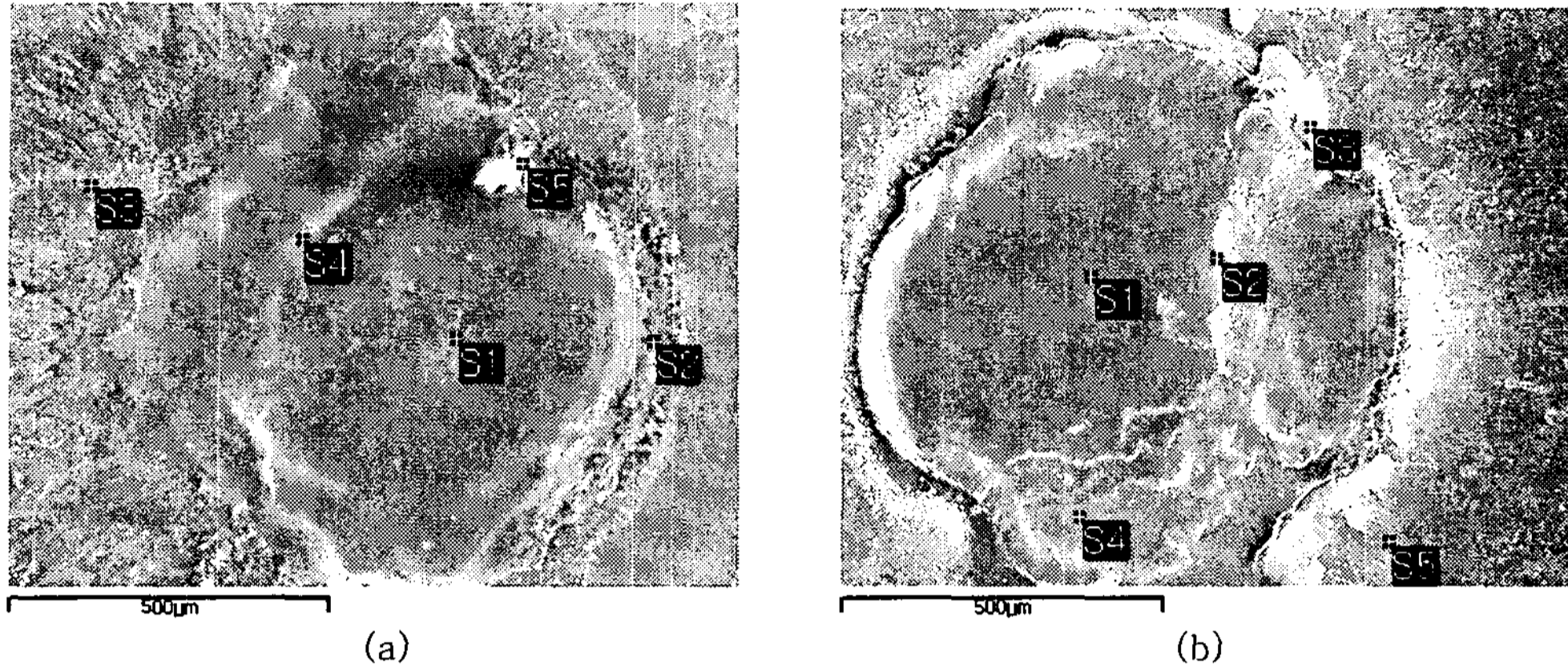


Fig.2. SEM photographs of specimen contaminated with (a) $\text{CsNO}_3 + \text{HNO}_3$, (b) $\text{CsCl} + \text{KCl}$ solution after laser decontamination.

3. 결론

동일한 제염 조건을 적용(480 mV/pulse, 30 seconds and 18 Hz) 시킨 후 $\text{CsNO}_3 + \text{HNO}_3$ 의 혼합용액으로 오염시킨 시편 표면에 Cs^+ 이온이 미량 잔존함을 확인(S5)한 반면, $\text{CsCl} + \text{KCl}$ 의 혼합용액으로 오염시킨 시편 표면에는 Cs^+ 이온이 검출되지 않았다. 이는 용발된 Cs^+ 이온이 nitrate 이온 및 대기 중에 존재하는 산소 성분과 결합하여 산화물을 형성시킬 확률이 더 큼에 기인함을 암시하여 준다. 두 조건 모두 시편 표면으로부터 이온이 만족할 정도로 제거되었다. 레이저 광을 시편에 조사시켰을 때 표면에서는 다양한 종류의 반응이 진행하게 되는데 추 후 이들 반응에 대한 메카니즘을 명확히 규명하는 연구가 필요하다.

사사

본 연구는 교육과학기술부의 원자력 연구개발 중장기 계획 사업의 일환으로 수행되었습니다.