

## 초임계 이산화탄소내에서 QCM을 이용한 금속피막 제거율 측정

주민수, 고문성, 박광현, 김홍두, 김학원

경희대학교 원자력공학과 청정제염연구실(NRL)

[ihlov2@hanmail.net](mailto:ihlov2@hanmail.net)

기존의 화학연마법은 금속의 피막을 제거하기 위하여 가공물을 강산이나 강알칼리 용액에 담근 후 세척을 하는 방법을 사용하고 있다. 그러나 이러한 화학연마법은 필요이상의 유독성 용매를 사용하여 연마폐액의 처리에 많은 비용이 소비되며, 연마 후 건조공정 필요하기 때문에 작업시간의 증가와 얼룩이 발생하는 등의 문제점이 있다. 초임계 이산화탄소를 화학연마의 용매로 사용할 경우 연마공정 후 감압만으로 쉽게 용매와 가공품의 분리가 가능하고 이산화탄소는 회수하여 재사용할 수 있기 때문에 환경친화적인 공정이라 할 수 있다. 또한 건조공정이 불필요하기 때문에 이로 인해 발생하는 문제점들을 쉽게 해결할 수 있다.

본 연구에서는 초임계이산화탄소-질산 마이크로에멀전을 화학연마에 적용하고, 실시간으로 피막제거 특성 관찰이 가능한 QCM(Quartz Crystal Microbalance)을 이용하였다. QCM 한쪽 표면에 Cu 피막을 도금을 하여 피막을 만든 후 마이크로에멀전에 함유된 질산-계면활성제 양 및 종류를 다르게 하여 피막제거율을 구하였다. QCM을 이용하여 질산-초임계이산화탄소 마이크로에멀전내의 금속피막 제거 특성을 알아보기 위하여 고압 시스템을 제작하였다. 고압 반응용기는 양쪽에 사파이어 윈도우를 설치하여 마이크로에멀전 형성을 in-situ 관찰할 수 있게 하였다. 또한 압력용기내에 단자를 두어 QCM을 장착 할 수 있도록 제작하였으며, Ch1 부분에 Bare QCM, Ch2 부분에 Cu 도금된 QCM을 설치하였다(33ml, 한울엔지니어링). 실험방법은 고압 반응용기 내에 계면활성제와 질산을 넣어주고 용기를 닫은 후 항온조내에 압력용기를 두어 실험 조건에 맞게 가온 하여 준다. 온도는 일정하게 유지시키고 N<sub>2</sub> 가스를 3bar로 흘려주어 QCM의 안정된 진동수를 측정한다. 가압정량펌프(ISCO Model 260D, Lincoln, NB, USA)로 반응용기에 이산화탄소를 공급하여준다. 마이크로에멀전을 형성하기 위하여 이산화탄소를 250bar로 가압하여주고, 교반기를 이용하여 연속적으로 교반을 해주며 일정시간 동안 도금된 QCM의 금속피막제거 특성을 관찰하였다.

Cu 피막을 대상으로 계면활성제를 F-AOT와 Proline surfactant-1을 사용했을 경우 피막제거율을 나타내는 기울기는 Proline surfactant-1 이 매우 큰 것을 알 수 있다. 이를 질량으로 환산하면  $1.6\mu\text{g}/\text{cm}^2\text{min}$  과  $7.3\mu\text{g}/\text{cm}^2\text{min}$ 이다. 이와 같은 차이를 보이는 이유는 계면활성제에 따른 초임계 이산화탄소-질산 마이크로에멀전의 특성이 다르게 나타나기 때문이다. 하지만 동일한 계면활성제 내에서는 W값이 클수록, 같은 W값에서 질산의 양이 많을수록 제거율이 크게 나타났다.

### 감사의글

본 연구는 과학기술부의 국가지정연구실 사업(NRL) 및 산업자원부에서 시행한 전력산업 인프라 구축지원 사업으로 수행된 논문입니다.