

III~11]

수소원자에 의한 Cu(100)에 흡착된 CH₃I의 메틸기 추출반응

박영세, 김재영, 이지화
서울대학교 공업화학과

기상의 수소원자를 이용하여 금속이나 반도체 표면의 흡착물을 떼어내거나 다른 반응물로 바꾸는 연구가 최근 각광받고 있다. 이 반응은 기상의 수소원자가 표면에 열적으로 순응되지 않는다는 점에서 Eley-Rideal 반응 기구로 구별할 수 있으며 새로운 종류의 표면 반응인 만큼 기초적인 관점에서 대단히 흥미롭다. 또 수소원자가 중요한 역할을 수행하는 플라즈마 공정이나 MOCVD 공정과 깊은 관련을 맺고 있다. 본 실험에서는 Cu(100) 표면에 분자 상태로 흡착된 CH₃I의 메틸기와 수소원자 그리고 CH₃I의 열분해로 표면에 흡착된 메틸기가 수소원자와 반응하여 메탄이 생성되는 것을 QMS(Quadrupole Mass Spectrometer)를 사용하여 직접 관찰하였다.

실험은 base pressure 3.0×10^{-10} 인 초고진공내에서 행하였다. chamber 중앙의 단결정 Cu(100) 시료로부터 2cm 거리에 high flux의 수소원자를 만들어내는 Ta tube($\phi=2.5$ mm, $l=58$ mm)가 위치하며, 45° 방향으로 시료와 1cm 거리에 역시 같은 높이의 $\phi=3$ mm 구멍이 뚫린 differential pumped chamber를 연결하여 여기에 QMS를 장치하였다. 흡착된 CH₃I를 수소원자와 반응시킬 때에는 시료를 중앙에 두어 생성된 반응물이 직접 QMS에서 검출되도록 하였다.

CH₃I는 90K의 낮은 온도에서는 구리 표면에 분자 상태로 흡착하며 150K 이상에서는 열분해가 일어나 메틸기와 요오드가 각각 표면에 흡착한다고 알려져 있다. 본 실험에서는 10L 이하 dosing 했을때 monolayer가 흡착되고 그 이상에서는 multi층이 형성되었는데 TPD 실험 결과 10L 이상에서만 CH₃I의 분자 탈착이 200K 이하에서 일어나고 10L 이하에서는 메탄과 다른 탄화수소들이 400K 근방에서 탈착하는 것이 관찰되었다. CH₃I를 시료 온도 90K에서 10L dosing한 시료를 high flux 수소원자 빔에 갑자기 노출시켰을 때 반응 생성물 CH₄의 시간에 따른 감소 곡선을 Fig.1에 나타내었다. 감소 속도는 CH₃I의 coverage와 수소원자 flux 그리고 반응 단면적의 곱으로 나타내어지는 1차 반응식을 따라 지수적으로 감소하였다. 한편 multi층의 표면에서는 수소원자에 의한 CH₃I 분자의 displacement가 관찰되었다. CH₃I의 분해물로 흡착된 메틸기 역시 수소원자에 의해 추출되었으며 시료 온도를 변화시키며 실험한 결과 24meV 정도의 아주 작은 활성화 에너지가 얻어졌다.

수소원자는 구리 표면에 흡착된 CH₃I 분자로부터 메틸기를 추출하였으며 구리 표면에 흡착된 메틸기 역시 떼어내었다. 이러한 반응은 플라즈마 공정이나 MOCVD 공정에서 유용하게 적용될 수 있으며, 수소원자 flux를 실험적으로 구하여 정확한 반응단면적을 계산할 수 있으므로 Eley-Rideal 반응기구를 밝히는 데 큰 도움이 될 것이다.

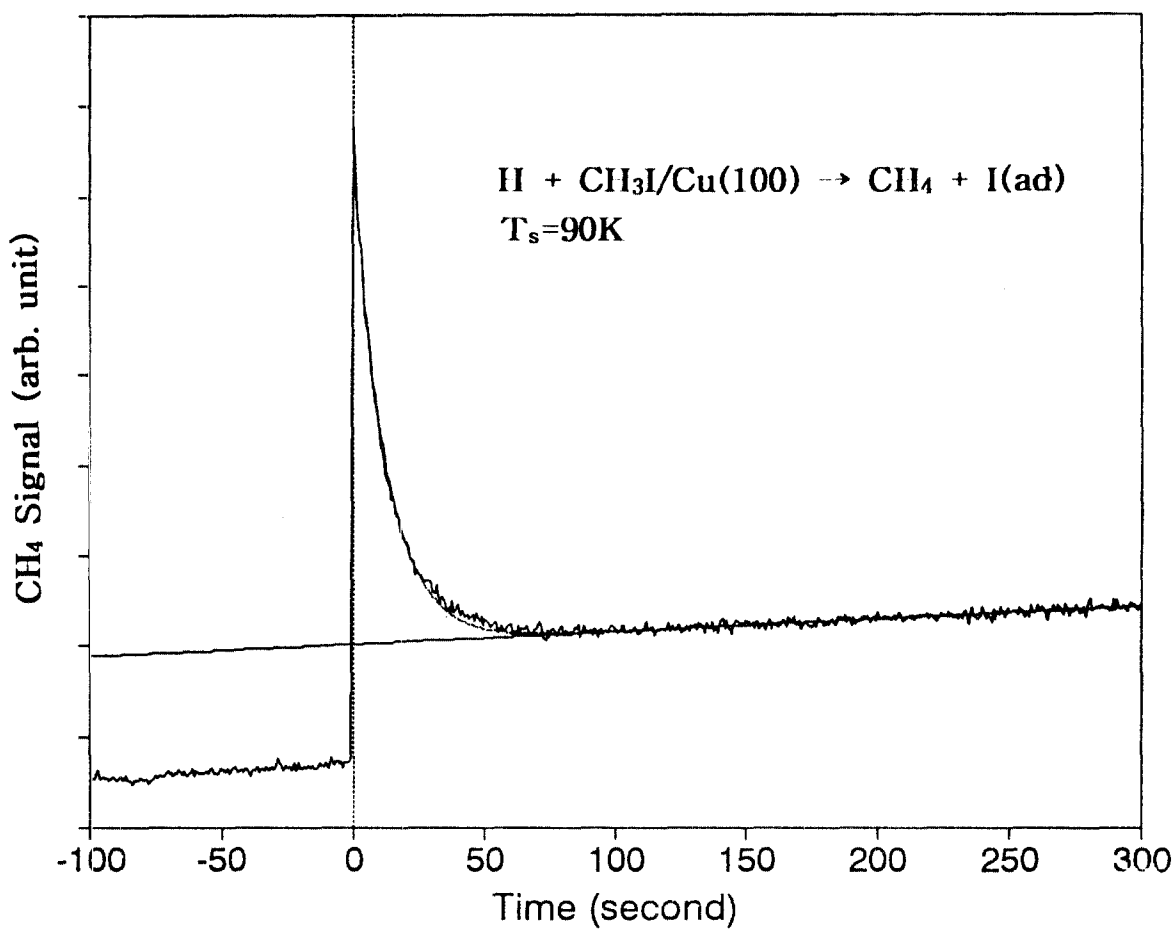


Fig. 1 QMS spectrum of CH₄ generated by exposing CH₃I adsorbed on Cu(100) to H atom beam.