

## CMP 공정에서 슬러리 유량의 변화가 연마율에 미치는 영향

정영석\*(부산대원), 김형재(부산대원), 정해도(부산대기계공학부)

주제어 : 화학기계적연마 (Chemical Mechanical Polishing), 슬러리유량(Slurry flow rate), 마찰력(Friction Force), 온도(Temperature), 에너지공급(Energy supply), 에너지손실(Energy loss), 연마율(Removal rate).

IC 산업의 발전과 더불어 칩의 대용량화와 연산 속도의 증가가 요구되고 있다. 따라서 칩의 집적화와 신호지연을 줄이기 위한 설계법칙은 점점 엄격해 지고 있다. 이러한 요구 조건을 만족하기 위하여 웨이퍼 크기는 대구경화 되어지고 있으며 요구되는 최소 선폭이 서브마이크론(sub-micron) 이하 영역으로 좁아지게 되었다. 최소 선폭의 길이가 좁아지는 것에 따라 국소 및 광역 평탄화의 기술이 부각 되고 있는 실정이다. 이에 따라 평탄화 구현을 위한 기술 중 하나인 화학 기계적 연마(CMP)공정의 중요성은 더욱 커지고 있다. 이처럼 반도체 산업에서 CMP가 높은 성장률을 보이는 것에 비하여 CMP 공정의 여러 인자들에 대한 명확한 규명은 상대적으로 미비한 상태이다. 따라서 CMP 현상의 규명과 그 구성 인자들에 대한 명확한 이해가 절실히 필요해 지고 있다. CMP는 슬러리(Slurry)에 의한 화학적 작용과 패드와 웨이퍼간의 상대운동에 의한 기계적 작용의 상승효과에 의하여 재료의 표면에 결함을 남기지 않고 연마해 나가는 방법이다. 이러한 CMP 공정의 연마 균일도와 평탄화 특성에 영향을 미치는 인자로는 슬러리의 pH, 점도, 연마입자의 크기, 모양, 연마 패드의 탄성, 경도, 표면 거칠기, 포어크기(Pore size), 슬러리 유동흐름의 형상 등 많은 요소들이 있다. 이처럼 많은 인자들이 복합적으로 상호 작용하여 CMP가 이루어지므로 각각의 인자들이 연마결과와 어떠한 상관관계를 가지는지 명확하지 않으며 이에 대한 많은 연구가 수행중이다. 따라서 본 연구에서는 에너지 공급과 손실 관점에서 여러 인자들이 참여하여 이루어지는 CMP 과정을 고찰하고 CMP에서 사용되어지는 기계적 에너지와 화학적 에너지의 발생원인을 분석하고 화학적 에너지 공급에 영향을 미치는 슬러리 유량 변화에 따른 연마율(Removal rate)의 변화를 해석 하였다. 연마를 위하여 공급되는 에너지의 일부는 재료 제거를 위해 사용되고 일부는 연마 공정 중 손실된다. 공급되는 에너지로는 기계적, 화학적 에너지가 있으며 이는 연마 온도로 표현된다. 공급되는 기계적 에너지는 연마 패드와 웨이퍼간의 마찰에 기인하여 발생하는 열 에너지로 표현 되는데 이것은 CMP 공정시 온도 상승에 기인하게 된다. 연마온도의 증가는 화학 반응성의 증가와 박막의 물리, 화학적 물성치를 변화시켜 연마율의 증가를 유발한다. 공급되는 화학적 에너지는 슬러리의 유량 변화로 조절 할 수 있다. 그러나 일반적으로 슬러리의 공급량을 늘려 가면 초기에는 연마율의 증가를 보이지만 일정 유량을 넘어서면 연마율이 더 이상 증가하지 않는 현상을 관찰할 수 있다. 이러한 현상을 Fig. 1과 Fig. 2와 같이 에너지 공급과 손실의 관점으로 고찰하였고 이것을 통하여 효율적인 슬러리 공급 유량을 결정 할 수 있을 것으로 사료된다.

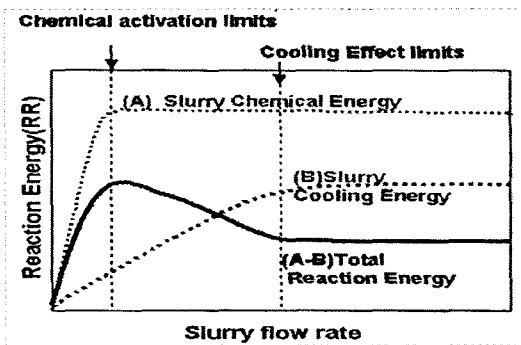


Fig. 1 Conceptual diagram of reaction energy or removal rate as a function of flow rate and low temperature of slurry.

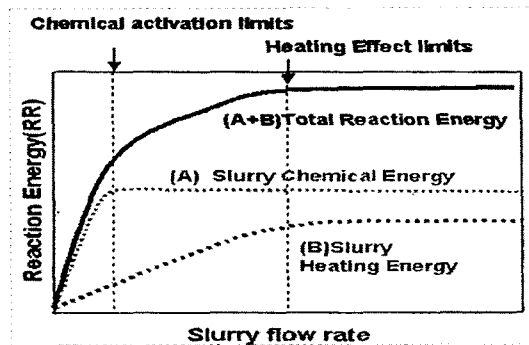


Fig. 2 Conceptual diagram of reaction energy or removal rate as a function of flow rate and high temperature of slurry.