

## Dicing Saw 및 FIB Marking을 이용한 준 특정영역에서의 Ion Milling 시료제작기술개발

최근영, 최진대, 김호정, 이순영  
(주)하이닉스반도체 연구소 분석개발팀

### 1. 서론

현재 일반적으로 반도체 시료에 대한 TEM 시료 제작 방법은 특정 부위 분석을 위한 FIB TEM 시료 제작 방법과 임의의 위치 분석을 위한 Ion Milling TEM 시료제작 방법으로 크게 나누어 지며, 각각의 방법은 서로 장단점을 가지고 있다. 즉 Ion Milling TEM 시료 제작 방법의 경우, 시료 및 Damage Layer의 두께가 얇고 넓은 영역을 관찰할 수 있는 장점이 있는 반면 관심 있는 특정 부위에 대한 TEM 시료제작이 어려운 단점이 있으며, FIB장비를 이용한 TEM 시료 제작 방법에서는 Ion milling 시료 제작법의 경우와 반대로 관심 있는 특정부위에 대한 시료 제작이 가능한 장점이 있으나 대체로 시료가 Ion Milling 방법으로 제작된 시료에 비해 두께가 두껍고 넓은 영역에 관찰이 불가능할 뿐만 아니라 FIB 가공시의 Re-deposition에 의한 contamination이나 Ga+ Ion Beam에 의해 Damage Layer가 두껍게 발생하므로 일반적으로 고배율 Image(HRTEM Image)등 우수한 Image Quality를 얻기가 어렵다. 반도체 Device의 TEM 분석을 위한 시료제작시 FIB 방법의 경우 주로 특정 Contact이나 배선, 이물, Defect등 특정 영역이나 Pad, 주변회로, Test Pattern 등 수십  $\mu\text{m}$  ~ 수백  $\mu\text{m}$  영역의 준 특정 부위에 대한 분석에 사용되고 있다. 수십  $\mu\text{m}$  ~ 수백  $\mu\text{m}$  정도의 준 특정 영역의 경우 기존 Ion Milling 방법으로는 위치 확인이 어렵기 때문에 제작이 상당히 어려우며, FIB 방법의 경우 제작에 문제는 없으나 상기와 같이 시료의 Quality가 떨어지는 문제점이 있어왔다. 따라서 본 연구에서는 수십  $\mu\text{m}$  정도의 준 특정 영역에 대하여 기존 Ion Milling 및 FIB 시료 제작법의 단점을 극복하고 장점을 살릴 수 있도록 Dicing Saw Cutting과 FIB Marking을 이용한 Ion Milling 시료 제작 방법을 개발하고자 하였다.

### 2. 실험 방법

본 연구에 사용된 준 특정영역에 대한 TEM 시료 제작 방법은 기존 Ion Milling 방법에서 반도체 Wafer 시료로부터 분석하고자 하는 준 특정 위치에 대한 확인이 어려운 문제점을 해결하기 위하여 먼저 분석하고자 하는 위치를 FIB를 이용하여 Marking한 후

Marking한 부분이 포함되도록 Dicing Saw를 이용하여 시료를 Cutting하였다. FIB를 이용한 Marking 방법은 그림 1에서와 같이  $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ ,  $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ ,  $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ ,  $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ ,  $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$  등으로 준 특정 영역의 크기를 순차적으로 감소시켜 준비하였으며 Marking 조건은 폭  $\sim 10\mu\text{m}$ , 깊이  $\sim 15\mu\text{m}$  정도가 되도록 하였다.

Dicing Saw Cutting 방법은 3mm Cu Grid 안에 Cutting한 시료가 들어갈 수 있도록 약  $1700\mu\text{m} \times 250\mu\text{m}$  크기로 시료를 Cutting 하였다.

다음 과정으로 그림 2에서와 같이 Dicing Saw로 Cutting된 시료를 3mm Cu Grid 안에 넣고 G1 Epoxy를 이용하여 Bonding을 한 후 시료에서 FIB로 Marking한 부분이 나타날 때까지 시료의 한쪽 면을 Grinding 및 Polishing한 다음 반대 쪽을 Grinding 및 Dimpling 등 시료를 연마하였다. Dimpling이 완성된 시료는 Ion Milling시 FIB로 Marking한 부분 가까이 구멍이 나도록 최종 Ion Milling을 실시하여 시료를 완성하고 완성된 시료에 대하여 TEM 분석을 통해 준 특정 부위에 대한 시료 제작 성공 여부를 확인하였다. 실험에 사용된 Dicing Saw는 DISCO사 DAD521, FIB는 MICRION2500을 사용하였으며, TEM 분석은 PHILIPS사 CM200FEG 장비를 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

본 연구에서 사용한 방법으로 반도체 Wafer 시료에서  $\sim$  수십  $\mu\text{m}$  크기의 준 특정 영역에 대한 Ion Milling TEM 시료 제작 및 TEM 분석 결과, 시료 제작이 가능함을 확인할 수 있었다. 시료 제작이 가능한 최소 준 특정 영역은 약  $\sim 20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$  정도이었으며,  $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$  정도의 영역의 시료에 대해서는 Grinding이나 Polishing, Ion Milling 등의 시료제작과정에서 위치확인이 어려워 제작이 난이하였다.

그림 3은 일반적인 Ion Milling 방법으로는 제작하기 어려운  $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$  정도의 준 특정 영역(DRAM의 Sense Amplifier 영역)에 대하여 본 방법을 이용하여 만든 시료의 전체 모습이며, 그림 4는 시료제작 후 TEM으로 분석한 결과로서 Contact이나 Gate Profile 및 Gate Oxide 등 분석에서 기존 Ion Milling 방법으로 제작된 시료와 동일한 수준의 우수한 Quality의 분석이 가능하였다.

### 4. 결론

반도체 Wafer 시료에서 분석 Need가 증가하고 있는 수십  $\mu\text{m}$  정도 영역의 준 특정 영역에 대하여 Dicing Saw Cutting 및 FIB Marking을 이용하면 Ion Milling 방법으로 시료 제작이 가능함을 확인하였으며, 시료제작이 가능한 최소 영역은 약  $\sim 20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$  정도이었다. 그리고 제작된 시료의 Quality는 일반 Ion Milling 방법과 동일한 수준으로 기존의 FIB를 이용한 시료제작 방법에서 시료의 두께나 Damage Layer의 두께가 두꺼워 시료의 Quality가 저하되는 문제를 해결할 수 있었다. 향후 반도체 공정 분석 등에 본 시

료제작 방법을 적용하면 기존 Ion Milling 방법과 FIB 방법의 장점을 모두 살릴 수 있으므로 매우 효과적인 것으로 생각된다.

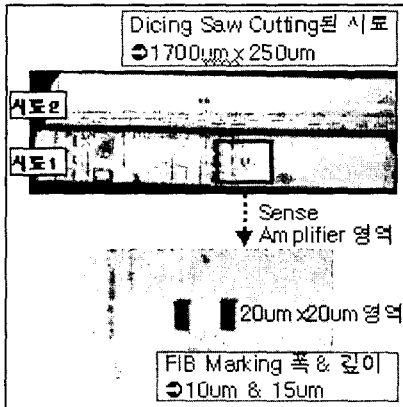


그림 1. FIB Marking 방법

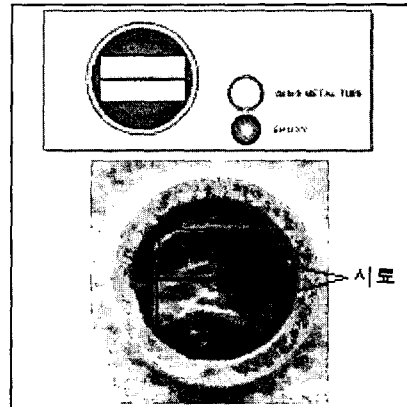


그림 2. 준 특정 영역에 대한 시료제작 방법

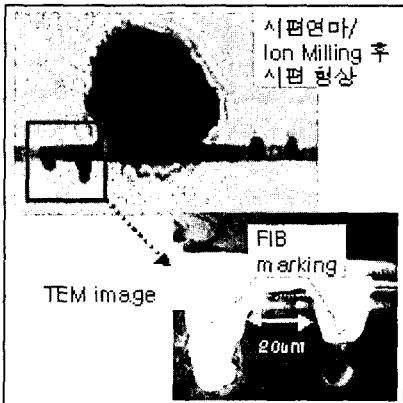


그림 3. 완성된 시료 모습

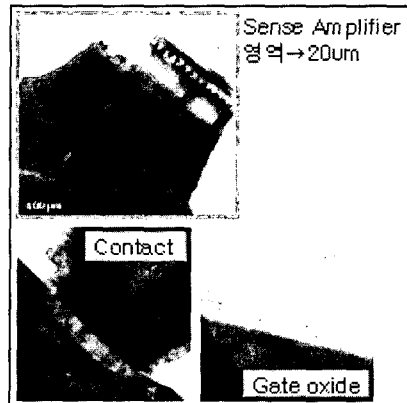


그림 4. TEM 분석 사진