

# Chemical etching 을 이용한 W probe shape 결정 Shape decision of W probe using Chemical etching

\*김선경, #유상용, 김석, 봉은희

\*S.K. Kim, # S. Y. Yu(sangyong.yu@samsung.com), S. Kim, E.H. Bong  
Samsung Electro-Mechanics Manufacturing Engineering Group

Key words : Chemical etching, shape, NaOH

## 1. 서론

Metal/Semiconductor 표면 극 미세 연구를 위한 W(tungsten) probe 가공 기술은 이미 오래 전부터 SPM(Scanning Probe Microscopy)의 발전 역사와 더불어 많은 발전을 거듭하여 왔다. [1-2] 이 기술로 인하여 표면 및 계면에서 Homo/Hetro epitaxial 연구를 원자 수준에서도 진행할 수 있게 되었다. 수 Å의 resolution을 가지는 극 미세 연구를 가능하게 하는 것이 probe의 탐침 최소 직경을 원자 직경 수준으로 가공하는 것이었다.

본 연구에서는 산업 현장에서 직접 응용이 가능한 기능성 W probe를 각기 다른 조건에서 다른 shape이 되도록 실험 하였다. W의 특성은 강한 내구성을 토대로 양산 설비에서 요구하는 수만~수십만 회의 반복성이 가능하며, 정밀 sensor로서 동일 위치를 맞추기 위한 휨 성질을 동시에 가지고 있다. W의 물성이 강성과 연성을 동시에 가지면서 적절한 전류, 전압 detection을 할 수 있는 전기적 특성까지 더해져서 산업적으로 많은 응용 가능성이 있다.[3] 중요하게는, SPM에서 요구하는 초 미세 탐침 최소 직경에 비해서 특정 목적을 위해 산업 현장에서 사용하는 probe는 탐침 최소 직경을 크게는 탐침 자체 굵기까지 허용하여 단면을 부드럽게 가공하고 물리적인 반복 충격에도 Shape의 변화를 일으키지 않으며, 전기적인 안정성을 유지해야 한다.

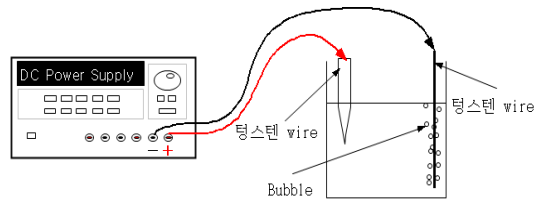
ECEM(Electro Chemical Etching Method) 방법은 금속 재료 표면을 화학적 용해 작용 방법으로 에칭 하는 방법이다. 하지만 기계적인 방법으로도 대량 생산이 가능한데, 이때 원하는 정밀 치수와 형상을 um 수준 이하로

미세 가공할 수 없는 것이 단점이다. Probe 가공 깊이를 조절하여 길이를 화학적으로 에칭하는 실험을 통해 용도에 맞는 개별 probe sensor 가공을 실시 하였으며, 이 방식을 응용하여 측정 방식별(Mechanical, Electrical) 재질별(W, Stainless), 두께별 probe를 가공할 수 있는 기술을 개발 할 수 있을 것이다. ECEM 기술 확보로 인하여 제조 공정에 직접적으로 두께별 probe 단면 가공 기술을 적용할 수 있으며, 향후 대량 생산 가공 방법 으로서도 응용이 가능 하다.

Probe의 두께별 재질별 등 여러 조건을 고려한 가공 기술을 사용하여 조건에 따라 probe의 형태 및 단면 모양, 치수를 probe shape etching 조건을 연구하였다.

## 2. 실험방법

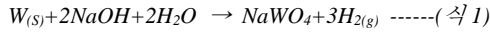
W wire를 ECEM 가공 하기 위해서 전해액으로 NaOH(KOH) 수용액을 사용 하였고, (-)전극은 동일하게 W wire를 사용 하였다. ECEM 개략도는 <Fig. 1>과 같다.



< Fig. 1 Chemical etching method for rounded W-tip shape >

본 연구에서는 (0.05, 0.1, 0.2, 0.5) mm 직경의 W wire를 사용하였으며, 전해액은 1 M(Mole)을 고정 사용하였다. DC 전원을 인가하였을 경우

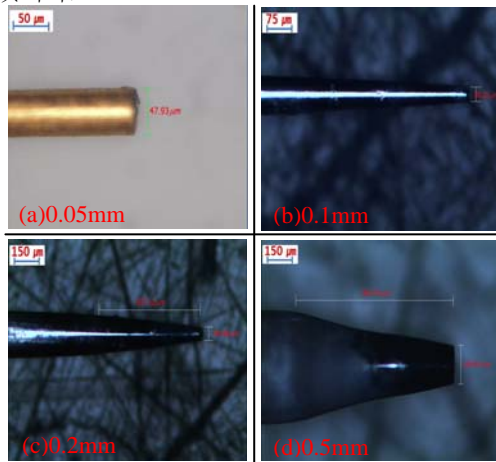
(-) 전극에서 H<sub>2</sub> gas 기포가 발생하는데, 발생된 기포가 양극 텅스텐 wire 에 부착되면 에칭 가공의 진행을 방해하여 wire 표면에 굴곡이 생기기 때문에 기포가 텅스텐 wire 에 부착되지 않도록 해야 한다. W 전극의 화학반응식은 다음 식(1)과 같이 표현될 수 있다.



본 실험에서는 W wire 의 단면을 날카롭고 뾰족하게 에칭하지 않고 shape 을 smoothing 하게 하고자 두께별 텅스텐 wire 단면의 담금 위치를 달리하여 실험 하였다.

### 3. 측정 및 분석

Etching effect 가 전해액 표면 부위 에서 집중적으로 반응이 일어나기 때문에 W wire 의 단면을 smoothing 하게 하기 위하여 깊이를 달리하여 ECEM 을 실시 하였다. <Fig. 2>는 W wire 를 전압 50 V, 1 mol NaOH 조건 에서 가공한 것이다.



< Fig. 2 Determination of W probe top shape (color online) >

|              |      |     |     |     |
|--------------|------|-----|-----|-----|
| Wire 두께 (mm) | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.5 |
| 가공면 두께 (um)  | 48   | 30  | 56  | 169 |
| 비율 (%)       | 96   | 30  | 28  | 34  |

<Tabel.1 Probe top diameter ratio of before and after etching>

<Fig. 2> (a),(b)는 각각, 0.05 mm, 0.1 mm wire 이며, 전해액 표면에 위치 시킨 후 전압을 인가 하면 wire 와 수면의 장력이 없어서 에칭이 되지 않는다. 이때, wire 를 조금씩 아래로 내리면서 wire 를 가공한 것이며, (c)는 0.2 mm wire 를 전해액 표면과 위치 시킨후 100 um 올려서 가공한 현상이며, 그림에서와 같이 wire shape 이 smoothing 하게 etching 이 됨을 알 수가 있다. (c)의 inset image 는 표면 장력을 이용한 일반적인 방법으로 미세 가공한 것이다. Wire shape 끝이 뾰족하여 곡률 반경이 작고 날카롭게 에칭이 되어있다. (d)는 직경 0.5 mm W wire 를 전압 30 V, 1 mol NaOH 조건의 전해액에 5 mm 담근 상태에서 가공한 것으로써 표면을 부드럽게 만들었다. 이러한 형태로 쉽게 끝이 무디어지지 않고 반복적으로 측정/생산 작업에 적합한 probe shape 의 형성이 가능하였다.

### 4. 결론

본 실험은 W wire 의 단면을 가공 하기 위하여 W wire 두께와 단면의 반응영역 깊이를 달리하여 실험 하였다. 다른 ECEM 하에서 W wire 의 침지 깊이에 따라 shape 이 완만 하면서 부드럽게 만들수 있고 뾰족하게 가공됨을 확인하였다. Surface smoothing 조건에서 정밀하게 다양한 형상을 얻기 위해서는 농도별, 시간별 및 반응 깊이에 대한 정밀 실험이 진행되어야 할 것이다.

### 참고문헌

1. J.T. Woodward, J.A.N. Zasadzinski, and P.K. Hansma, "Precision height measurements of freeze fracture repllcas using STM" J.Vac.Sci.Technol, B9(2), 1231-1235, 1991.
2. GHODRAT TAHMASEBIPOUR et al., " Fabrication of STM tungsten nanotip by electrochemical etching method" IJN, 8, 305-310, 2009.
3. Rei Hobara, Shinya Yoshimoto et al., Dynamic electrochemical etching technique for tungsten tips suitable for multi tip STM" JSSN, Vol. 5, 94-98, 2007.