

# Spin Wet etching 공정을 이용한 마이크로 Dot 패턴 Etching 공정 최적화 연구

\*이해곤, 손성기, 고민수, 이종훈, 이재숙  
제이엠아이(주) 연구소

## Study on Optimization of Micro Dot Pattern Etching process using the Spin Wet Etching Process

\*H.G.Lee, S.K.Son, M.S.Ko, J.H.Lee, J.S.Lee  
JMI co., Ltd R&D Center.

Key words : Wet Etching, Micro pattern, Etching, Ni Stamper

### 1. 서론

Wet 에칭 공정은 반도체, 통신, 광학, 전자부품, 초소형 정밀 기계 등의 분야에서 미세 가공 기술로서 이용되고 있는 포토리소그래피 기술 중의 핵심기술로써 최근 제품의 소형화, 고밀도화, 고세정화를 요구하는 수요가 급증하면서 기술력 향상을 위한 다양한 연구가 진행되고 있다.<sup>1,2</sup>

Wet 에칭 기술은 생산성, 원가 절감, 정밀도 면에서 유리한 점을 많이 갖고 있으므로 향후에도 지속적인 미세 패턴의 가공 기술로 사용될 것이다.

Wet 에칭 기술 중 전통적인 Deep 에칭의 경우 패턴의 형상 편차가 크고, 불량률이 매우 높아, 비용 상승의 원인이 되었을 뿐만 아니라 신속한 제품 개발을 어렵게 하는 요인 중 하나였다. 제품의 신속한 개발과 비용 절감, 균일한 제품의 생산을 위해서는 스탬퍼 제작 공정의 최적화를 통해서 불량률을 감소시키고 균일한 패턴을 갖는 스탬퍼를 제작하는 것이 필수적이다. 문제점의 극복을 위해 Spin 속도와 시간의 제어가 가능한 설비를 이용하여 에칭 용액의 분사와 표면의 유동을 제어할 수 있는 Spin Wet 에칭 방법을 이용하였다.

Spin Wet 에칭 기술로 생산되는 제품의 품질 및 생산성에 영향을 주는 요소는 분사 노즐의 형태 및 배열, 종류, 에칭 시스템, 분사압력, 요동 각도, 속도, 분사조건 및 에칭 용액의 비중, 온도, 점도 등이 있다. 이러한 요소들을 고려하여 에칭 시스템에서 가공하고자 하는 패턴의 용도에 맞는 조건을 설정하여 에칭 공정을 수행하였다.

본 연구에서는 마이크로 Dot 패턴이 산재하여 있는 제품을 Ni 스탬퍼를 이용하여 Spin Wet 에칭 공정을 수행하였다. 최적의 패턴 형상, 언더컷 크기 및 깊이의 구현을 위하여 에칭 시간 과 회전 속도에 따른 연구를 진행하여 마이크로 Dot 패턴의 에칭 공정 조건을 규명하였다.

### 2. 실험 장치 구성 및 실험 방법

#### 2.1 실험 장치 구성

본 연구에서 사용된 에칭 시스템은 패턴 설계 시스템, Spin coater, UV 노광기, 에칭 시스템으로 구성되어 있다.

Spin coater 은 포토레지스트의 코팅을 위한 시스템으로써 웨이퍼 상부에 포토레지스트 용액 도출 및 코팅공정이 동시에 수행되며, UV 노광기는 수은 램프를 이용하여 330~430nm 파장대의 UV 를 조사한다.

에칭 시스템은 웨이퍼로 사용하는 니켈 스탬퍼를 잡아 줄 수 있는 Chuck 와 회전시켜 주는 모터, 용액을 분사해 줄 분사 노즐, 증류수 저장 탱크, 에칭 용액의 온도 조절기 및 저장 탱크 등으로 구성되어 있으며, 하나의 시스템으로 현상 공정과 에칭 공정을 모두 수행할 수 있도록 서로 다른 노즐을 통하여 용액이 공급되도록 제작 되었다. 또한 에칭 공정 종료 후 웨이퍼 상에 남아있는 이물질의 제거를 위한 세정 공정도 수행 가능 하다.

### 2.2 실험 방법

에칭 공정에 사용된 용액은 염화 제 2 철과 일정 비율의 증류수와 혼합하여 희석시켜 사용하였으며, 0.3mm 두께를 갖는 니켈 스탬퍼를 사용하여 실험을 진행하였다. 실험에 사용된 마스터 패턴은 20 ~ 250 um 크기의 원형 패턴이 산재되어 있으며, 패턴 설계 프로그램을 이용하여 설계 후 필름 마스크로 제작하여 사용하였다.

에칭 실험을 위해 먼저 더미 Ni 스탬퍼에 포토레지스트 용액을 코팅 후, 제작된 필름 마스크를 이용하여 UV 노광기로 패턴의 노광 공정을 수행하고, 현상액을 이용하여 UV 에 노광된 부분의 포토레지스트를 제거 한다. 현상 공정까지 완료된 웨이퍼에 염화 제 2 철 용액을 이용하여 현상액에 의해 식각된 부분을 부식시켜 에칭 공정을 수행하였다.

### 3. 실험 결과

#### 3.1 에칭 시간에 따른 변화

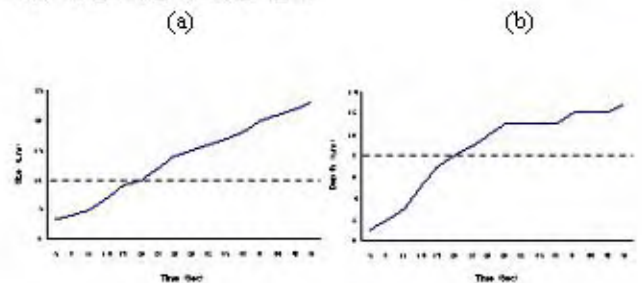


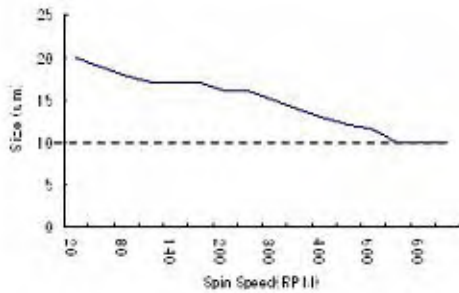
Fig. 1 Undercut Size & Pattern Depth

시간의 변화에 따른 언더컷 크기와 패턴의 깊이 변화를 위해 동일한 패턴 마스크를 사용하여 같은 조건으로 포토레지스트 코팅, 노광, 현상 공정까지 수행된 마스터를 이용하여 에칭 실험을 진행하였다. 또한 마스터 패턴은 언더컷의 크기를 고려하여 10um 작게 설계하여 실험에 사용하였으며, 패턴의 깊이는 8um 로 설정하여 실험을 진행하였다.

에칭 공정 수행 시 회전 속도는 600 RPM, 분사 노즐의 높이는 스탬퍼 표면에서 10cm, 에칭 용액 온도는 30℃ 를 적용하여 실험하였다. Fig.1 은 에칭 시간의 증가에 따른 언더컷의 크기(a)와 패턴의 깊이(b)를 나타낸 그래프 이다. 언더컷의 크기는 에칭 시간에 비례하여 시간이 길어질수록 언더컷의 크기도 증가하였으며, 단위 시간 2 초당 언더컷의 크기는 약 1um 씩 증가함을 알 수 있었다. 또한 패턴의 깊이는 30 초 까지는 시간에 비례하여 단위 시간 3 초당 깊이가 1um 증가하지만, 에칭 시간이 30 초 이상이면 깊이가 더 이상 깊어지지 않고 12~15um 정도로 유지됨을 알 수 있었다.

에칭 시간을 20 초를 적용하여 실험하였을 때 언더컷의 크기가 10um 이고, 패턴의 깊이는 8um 이며, 에칭 시간이 20 초 일 경우에 언더컷의 크기를 감안하여 원하는 패턴의 크기와 깊이를 얻을 수 있었다.

3.2 회전 속도에 따른 변화



2 Undercut size - Change the Spin Speed

Fig.

회전 속도와 언더컷의 크기 변화를 위해 위의 3.1 과 동일한 방법으로 실험을 진행하였으며, 20 초로 설정하여 실험하였다.

Fig.2 는 회전 속도에 따른 언더컷 크기의 변화를 나타낸 그래프 이다. 위의 그래프에서 보는 바와 같이 동일한 에칭 시간에서 회전 속도가 낮으면 에칭 용액의 유동 흐름이 낮아서 에칭 용액이 패턴 위에 머무르며 반응하는 시간이 증가하여 회전 속도가 빠른 경우와 비교하여 언더컷의 크기가 증가함을 확인 할 수 있었다. 회전 속도가 20rpm 일 때 언더컷의 크기가 20um 이며, 300rpm 일때 15um, 600rpm 이면 언더컷의 크기도 10um 임을 확인하였다.

그러나 회전속도가 100RPM 이하이면 에칭 용액의 유동 흐름에 의한 흐름 자국으로 인하여 패턴 면에 얼룩이 발생하였다.

3.3 얼룩 발생 최소화

에칭 공정 수행 시 에칭 용액의 유동 흐름 등에 의한 흐름 자국이 패턴면에 나타나게 되어 제품 품질에 영향을 미치게 된다. 처음부터 높은 회전 속도로 회전하면서 에칭 용액을 분사하면 표면과의 충격으로 인한 얼룩이 발생하며, 낮은 속도로 회전하며 에칭 공정을 시작 한 경우 이러한 문제점은 낮아졌지만 에칭 용액의 흐름에 의한 자국이 나타났다. 스템퍼 표면이 현상 공정 단계에서 회전에 의해 표면이 건조하여, 현상된 부분이 에칭 용액에 그대로 노출되어 유동 흔적 및 얼룩이 발생이 증가 하였으며, 스템퍼 표면이 젖어있는 상태에서 에칭 용액이 분사되면 해결 가능함을 알 수 있었다.

3.4 에칭 공정의 재현성

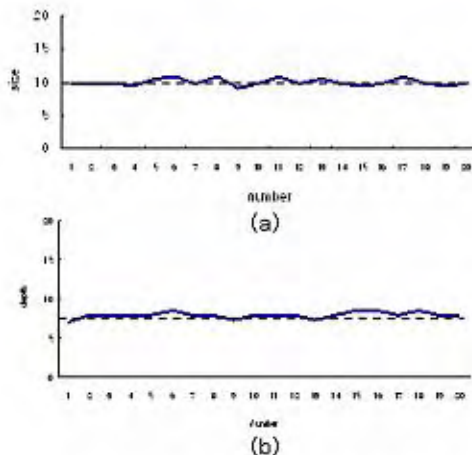


Fig.3 Under cut size & Pattern Depth

에칭 공정의 재현성을 실험하기 위하여 앞의 실험 데이터를 바탕으로, 회전 속도 600rpm, 에칭 시간 20 초를 적용하고, 얼룩 발생이 최소화 되는 조건 하에 에칭 공정을 수행하여 설계 패턴 대비 언더컷의 크기와 패턴의 깊이를 측정하였다.

Fig.3 은 동일한 조건을 적용하여 20 개의 시료에 에칭 공정을 수행하고 난 후 언더컷의 크기(a)와 패턴의 깊이 (b) 를 측정하여 정리한 그래프이다. 측정 결과 언더컷의 크기는 9 ~ 11um 이내이며, 패턴의 깊이는 7 ~ 8.5um 의 값이 내에 분포되어 있음을 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서 마이크로 Dot 패턴을 Spin wet 에칭 방법을 이용하여 최적의 에칭 조건을 규명하기 위하여 회전 속도와 에칭 시간 등의 값에 변경점을 주어 연구를 진행하였다. 언더컷 발생을 고려하여 설계된 패턴 마스터를 이용하여 실험을 진행 하였다.

에칭 시간이 증가 할수록 언더컷의 크기는 시간에 비례하여 증가하는 반면 패턴의 깊이는 30 초 이후에는 변화 폭이 크게 감소하였음을 알 수 있었다. 또한 회전 속도의 변화에 따라 언더컷의 크기도 변화함을 알 수 있었다.

에칭 시간을 20 초, 회전속도를 600rpm 으로 설정하여 같은 패턴 마스크를 이용하여 반복 실험을 진행한 결과 패턴의 언더컷 크기는 10 ± 1um 이며, 패턴의 깊이 편차는 8 ± 1um 임을 확인하였으며, 목표 설정값에 근접하는 결과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

- Sundaram, K B, Sah, R E, Baumann, H., Balachandran, K and Todt, R M, 2003, "Wet Etching Studies of Silicon Nitride Thin Films Deposited by Electron Cyclotron Resonance Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition", micro-electronic engineering, Vol 70, pp109-114
- Geissler, M, Schmid, H, Michel, B and Delarmarche, E, 2003, "Selective Wet Etching of Micro contact Printed Cu Substrates with Control Over the Etch Profile" , Microelectronic engineering, Vol 67, pp 326-332.
- Jung, J W and Kim, D J, 2004, "A Study on Effect of Spray Characteristics on Etching Characteristics in Micro Frabrication System", Transactions of the KAME B, Vol. 28, No 1, pp 109-117.
- Kim, M and Lee, J.K, 1995, " A Study in the Single-Side Photh Etching of Stampless Steel Plate Etched Ferric Chloride Etchant", J Corros Sci Soc of Korea, Vol 24, No. 4, pp 239-249.
- Yoon, D S, Lee, GW. and Park, C H., 2000, "Studies on the Ferric Chloride Etching of Shadow Masks", Journal of the Korean Institute of Chemical Engineers, Vol 38, No. 3, pp 393-397.
- Jung, J W and Kim, D J, 2004, "A Study on Improvement of Etching Characteristics by Spray Characteristics Analysis with Nozzel Geometries in Wet Etching Process." , Journal of The Korean Society of Mechanical Engineering Vol. 28, No. 7, pp 842-849,

본 연구는 산업 자원부에서 지원하는 부품소재 기술지원 사업 ( 04-0069D ) 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.