

KOH를 이용한 Si 식각에서 IPA와 Ethanol을 사용한 경우의 표면 비교

이귀덕, 노용한
성균관대학교

Morphology of Si Etching Structure Using KOH Solution with IPA and Ethanol

Gwi-Deok Lee, Yonghan Roh
Sungkyunkwan Univ.

Abstract : 본 연구에서는 KOH 용액을 사용한 Si 습식 이방성 식각실험 진행 후, 나타나는 표면의 거친 현상을 완화하는 데에 중점을 두고 연구를 진행하였다. 이를 위해 SiO₂ 웨이퍼 위에 Photo-lithography 공정으로 형성시킨 PMER 패턴을 Mask로 사용하여 HF 용액으로 SiO₂를 식각시켰으며, 형성된 SiO₂를 Mask로 사용하여 KOH 용액으로 Si를 식각시켰다. 이 때, KOH와 혼합하는 용액으로 IPA와 Ethanol을 각각 사용하여 실험을 진행하였으며, ESEM을 이용하여 표면을 비교하였다.

Key Words : Si etching, IPA, Ethanol, PMER

1. 서 론

Si의 식각에서 결정면의 방향에 따라 다른 식각 속도를 갖는 것을 이방성 식각이라고 하며, 반도체 공정에서 광범위하게 사용되어지는 공정 중의 하나이며, 일반적으로 KOH 용액을 이용한 공정을 사용한다.[1,2] 그러나 식각 이후에 표면이 거칠어지는 현상과 식각시간조절 등의 어려움으로 인해 플라즈마 식각으로 대체되어가는 추세이다.

그러나 KOH를 이용한 실험에서 단점으로 지적되어 왔던 식각 후 표면이 거칠어지는 현상을 완화하기 위해서 최근에 다양한 방법으로 실험이 진행 중에 있으며, 비교적 효과적인 결과들이 보고되고 있다. [3,4]

또한 방향성에 따른 식각의 이점 때문에 MEMS 분야나 나노 규격의 구조물 제작에 사용되면서 다시금 KOH를 이용한 습식 식각의 중요성이 부각되고 있고, KOH 뿐만 아니라 TMAH (Tetra-Methyl-Ammonium Hydroxide)를 이용한 습식 이방성 식각실험이 지속적으로 보고되고 있다.[3,5,6]

본 실험에서는 식각 반응 후 표면의 거칠기를 완화하기 위한 실험을 진행하였다. 이를 위해서 식각을 완화시켜주기 위해 첨가하는 용액으로 IPA를 사용한 실험과 Ethanol을 사용한 실험을 진행하였으며, 환경주사전자현미경(Environmental Scanning Electron Microscope, ESEM)을 이용한 표면 분석을 통해 두 용액을 사용했을 경우의 막질을 비교 분석하였다.

2. 실험

실험을 위해 100nm 두께의 SiO₂를 (100) Si 위에 증착한 Wafer를 사용하였다. Si 식각 공정에서 mask로 사용될 패턴을 형성하기 위해 Wafer 표면에 Photo-lithography를 이용하여 PR 패턴을 형성하였다.

실험에 사용하기 위해 패턴을 형성시킨 PR에는 PMER을 사용하였다. PMER의 경우에는 다른 PR에 비해 HF 용액이나 H₂SO₄ 용액 등의 산성 용액 속에서도 구조물의 형태가 흐트러지지 않은 채 유지되는 것이 발견되었다. 이를 활용해서 PMER을 mask로 사용하여 HF 용액 속에서 SiO₂ 식각 실험을 진행할 수 있었다. 이 방법은 플라즈마 장비를 이용한 건식 식각 공정 대신에 습식식각 공정을 사용할 수 있게 되어 공정비용 및 시간에 있어서 이점을 가질 수 있다.

PMER 패턴을 mask로 이용하여 HF(48~51%)와 DI water를 1:5의 부피비로 섞은 용액 속에서 SiO₂를 식각하였다. 이 때 용액의 온도는 30℃로 유지시켰으며, 시간은 2분간 진행하여 Si 식각 공정에 사용할 mask 패턴을 형성시켰다.

형성된 SiO₂ 패턴을 mask로 이용하여 Si 식각 실험을 진행하였다. 이방성 식각을 위해 KOH (23.4wt%), IPA (13.3wt%), DI Water (63.3wt%)의 혼합 용액과 KOH (23.4wt%), Ethanol (13.3wt%), DI Water (63.3wt%)의 용액을 사용하였으며, 50℃에서 15분동안 진행하였다.

3. 결과 및 고찰

식각을 마친 Sample은 ESEM을 이용하여 표면을 분석하였다. 그림 1과 2에 결과가 나타나 있다.

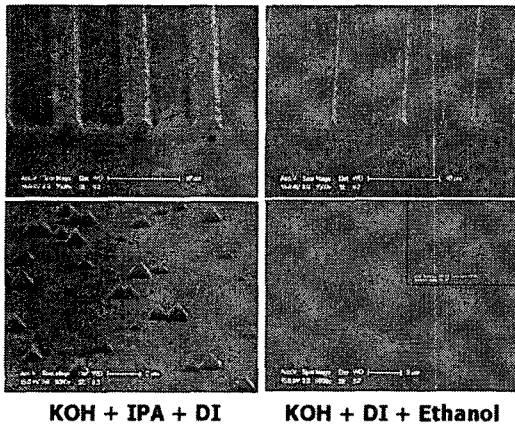


그림 1. ESEM 분석 사진

그림 1의 상단부의 사진들은 패턴이 형성된 곳을 같은 배율로 분석한 사진이다. 두 경우 모두 이방성 식각이 된 것을 확인할 수 있으며, Ethanol을 사용한 경우가 IPA를 사용한 경우에 비해 표면이 나쁘지 않다는 것을 알 수 있다. 그림 1의 하단부의 사진들은 8000배 확대해서 분석한 사진이다. IPA를 이용하는 경우와 에탄올을 이용하는 경우의 실험 후 표면의 차이를 확실하게 비교해 볼 수 있는데, IPA를 사용한 경우에 관찰되는 작은 구조물들이 Ethanol을 사용한 경우에는 거의 관측되지 않으며, 8만 배 확대(사진 안) 했을 경우에 약 200nm 폭의 작은 홈적만이 발견되었다.

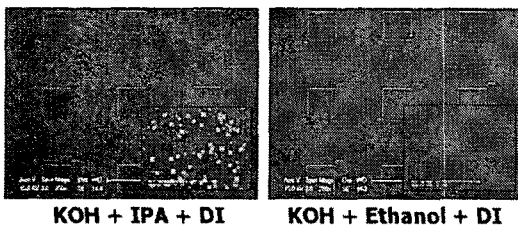


그림 2. ESEM 분석 사진 (표면)

그림 2는 그림 1의 경우에 사용한 패턴과 다른 형태의 패턴을 사용하고 나머지는 모두 같게 처리한 경우의 실험 결과이다. 각각의 사진 안에 있는 사진은 5000배 확대한 사진이다. 이를 보면 두 용액을 사용한 경우의 표면 차이가 더욱 확연하게 나타나고 있다.

4. 결론

본 연구에서는 KOH를 이용한 식각 실험 이후 생성되는 구조물의 표면이 거칠어지는 것에 중점을 두어, 이를 향상시키기 위한 실험을 진행하였다. 실험을 위해서 SiO₂ Wafer 위에 Photo-lithography를 통해 형성시킨 PMER 패턴을 마스크로 사용하여 SiO₂를 습식 식각하였고, 다시 KOH 용액을 사용하여 Si를 습식 식각하였다. 이 때, KOH 용액에 IPA를 섞어서 사용하는 실험과 Ethanol을 섞어서 사용하는 실험을 각각 진행하여 두 경우의 표면을 ESEM을 통해서 분석하였다.

ESEM 분석 결과 IPA 대신 Ethanol을 KOH와 섞어서 사용한 경우의 실험이 식각 공정 이후에 훨씬 좋은 표면 상태를 가지고 있음을 확인할 수 있었다.

다만 KOH와 Ethanol을 사용한 식각의 경우, Ethanol의 끓는점이 낮은 것이 문제점으로 지적될 수 있다. 습식 식각에서 식각 속도는 공정 온도에 크게 좌우되는데, 낮은 공정 온도 때문에 식각 속도가 저하될 수 있기 때문이다.

그러나 미세 패턴을 형성하는 데에는 식각 속도가 빠른 경우 오히려 공정 제어에 문제가 발생할 수 있으므로, 낮은 온도에서의 식각이 이점을 가질 수 있고, 동시에 표면의 거칠기 문제도 해결될 수 있기 때문에 IPA를 이용한 식각보다 이점을 가질 수 있다.

참고 문헌

- [1] Irena Zubel, Sensors and Actuators A, Vol. 84, pp. 116-125, 2000
- [2] G. Pennelli, M. Piotta, G. Barillaro, Microelectronic Engineering, Vol. 83, pp. 1710-1713, 2006
- [3] Chil-Rong Yang, Po-Ying Chen, Yuang-Cherng Chiou, Rong-Tsong Lee, Sensors and Actuators A, Vol. 119, pp. 263-270, 2005
- [4] Chil-Rong Yang, Po-Ying Chen, Cheng-Hao Yang, Yuang-Cherng Chiou, Rong-Tsong Lee, Sensors and Actuators A, Vol. 119, pp. 271-281, 2005
- [5] J. S. You, D. Kim, J. Y. Huh, H. J. Park, J. J. Pak and C. S. Kang, Solar Energy Materials & Solar Cells, Vol. 66, pp. 37-44, 2001
- [6] K. Biswas, S. Kal, Microelectronics Journal, Vol. 37, pp. 519-525, 2006