

ECR 플라즈마를 이용한 액체질소온도에서의 poly-Si 및 Si 식각연구

박철용, 과종구*, 박준교*, 조수원*, 최은하*, 노삼규, 김성규, 이충희
한국표준과학연구원 플라즈마연구소

* 서울대학교 원자핵공학과, # 경기대학교 물리학과, + 광운대학교물리학과

1. 서론

ECR (Electron Cyclotron Resonance) 플라즈마는 2.45 GHz 전자파의 에너지가 싸이클로트론공명에 의해 흡수되어 발생된다. ECR플라즈마는 필라멘트 방전이나 직류 글로우 방전, 고주파 방전등의 플라즈마와는 다른 고유의 특성을 가진다. 특히 현재 고집적 반도체 제작공정에서 주로 사용되는 고주파 방전플라즈마와 비교해보면 ECR플라즈마는 이온화율이 높고, 저압에서 발생되어 발생된 플라즈마 입자의 방향성이 유지될 가능성이 크며, 플라즈마 전위가 낮으므로 식각반응시 기판의 손상을 줄일수 있다. 본논문에서는 ECR 플라즈마 발생장치를 제작하여 발생된 플라즈마의 특성을 조사하고 SF₆가스를 사용하여 다결정 실리콘 기판의 식각특성을 상온과 저온(-120°C)에서 조사하였다. SF₆가스를 이용한 저온식각은 최근 활발히 연구되고 있는데⁽¹⁾, 비등방식각과 높은 식각율, 선택도를 동시에 얻을 수 있다.

2. 실험방법 및 결과

실험에 사용된 ECR 플라즈마 발생장치의 개략도가 그림1에 있다. 마이크로파는 마그네트론에서 발생되어 3-stub tuner 를 거쳐서 플라즈마로 입사된다. 플라즈마와의 임피던스매칭은 튜너로 수동조정한다. 플라즈마 발생실은 표면저항에 의한 마이크로파의 흡수가 적도록 표면을 매끄럽게 가공하였으며 직경은 159 mm 이고 길이는 230 mm 이다. 반응실은 여러가지 플라즈마 진단실험이 가능하도록 내경 330 mm 길이 440 mm 로 제작되었다. 용기의 재질은 SUS304이고, 터보 분자펌프로 배기하여 3.0 x 10⁻⁷ mbar 의 진공도가 되면 반응개스를 MFC로 넣어주어 플라즈마를 만들었다. 자장발생용 코일은 발생실 옆에 두 개 설치되고 반응실에도 기판지지대 부근에 한 개 설치되어 기판지지대 부근에서 균일하고 평행한 밀도의 자장이 생기도록 하였다. 기판지지대는 저온식각이 가능하도록 제작되었는데 냉매는 액체질소를 사용하였고 Pt 100 Ω 을 기판지지대 안쪽으로 설치하여 온도를 조절기로 조정하였다. 기판지지대의 안쪽에는 온도센서와 함께 히터가 설치되어 있고 저온식각시 헬륨가스를 2-3기압채워서 열전달효율을 높였다. 기판지지대의 진공은 오링으로 유지되는데 기판지지대의 온도가 떨어지면 오링부분을 히터로 가열하여 진공을 유지 시켰다. 기판지지대의 냉각시험결과가 그림2에 있다. 기판지지대에 액체질소를 주입하면 기판지지대의 온도는 액체질소 온도로 계속감소 하는데 식각하려는 온도에서 히터를 켜서 온도를 고정시켰다. 식각실험에 앞서 이온에너지 분석기로 측정된 플라즈마의 특성이 그림3에 있다. 이온의 온도 및 플라즈마 전위가 이전의 결과⁽²⁾와 일치하고 있다.

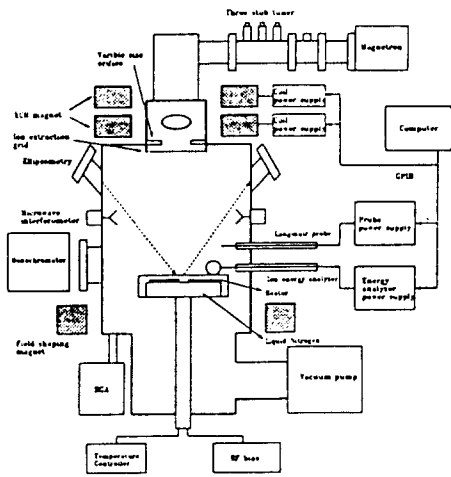
식각실험에 사용된 실리콘 기판의 단면은 그림4와 같다. 1.2μm의 포토레지스터 아래 3000 Å의 다결정실리콘 박막을 식각하였다. 먼저 상온에서의 식각율을 알아보기위해 SF₆ 15 SCCM, Ar 3 SCCM 공급하여 진공도를 9.0 x 10⁻⁴ mbar 로 고정하고 마이크로파를 500W로 공급한 후 식각한 기판의 단면이 그림5에 있다. 식각율은 분당 4000 Å 정도 이나 등방식각의 결과 심한 undercut이 보인다. 그림6은 저온 (-120°C)으로 기판을 냉각하고 식각한 경우이다. 식각율은 감소하였으나 비등방식각으로 undercut이 상당히 개선됨을 알수 있다.

3. 결론

ECR 플라즈마 발생장치를 제작하고 그특성을 알아본 후 SF₆ 가스를 사용하여 식각 실험을 수행하였다. 식각율은 4000Å 이었으며 상온식각시에는 심한 undercut이 발생하였으나, 저온식각시에는 상당히 개선됨을 확인할수 있었다.

참고문헌

- (1) K. Tsujimoto, S. Okudaira and S. Tachi Jpn. J. Appl. Phy Vol. 30, No. 12A, Dec, 1991, pp. 3319-3326
황기용, 이석현, 이호준, 기판온도가 ECR 식각특성에 미치는 영향, 초고집적 반도체 기술 공동개발사업 연구보고서, 1991
- (2) 이충희 등, 초고온플라즈마 발생 및 진단기술 개발, 극한기술개발사업 연구보고서, 1991



Schematic of ECR plasma generator

그림 1

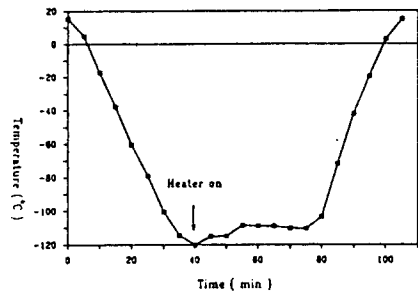
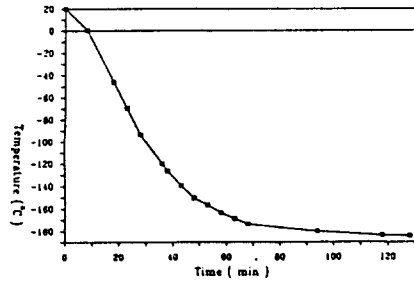


그림 2

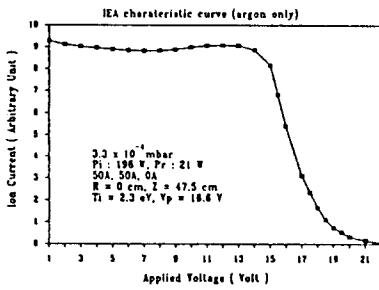


그림 3

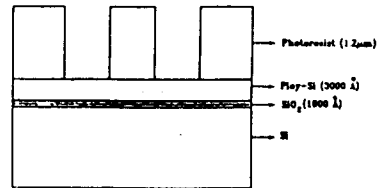


그림 4

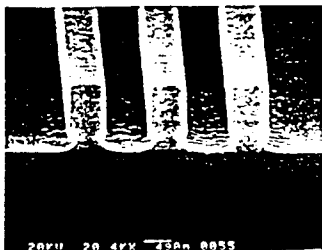


그림 5



그림 6