

CF₄/O₂ Plasma에 Ar첨가에 따른 SiO₂/Si₃N₄ 에칭 특성 변화

김범수, 강태윤, 홍상진*
 명지대학교 전자공학과

Study on the Etching Profile and Etch Rate of SiO₂/Si₃N₄ by Ar Gas Addition to CF₄/O₂ Plasma

Boom-Soo Kim, Tae-yoon Kang, Sang-Jeen Hong*
 Department of Electronics Engineering, Myongji University

Abstract : CCP방식의 식각에 있어서 CF₄/O₂ Plasma Etch에 Ar를 첨가함으로써 Etch특성이 어떻게 변화하는지를 조사하였다. FE-SEM를 이용하여 Etch Profile를 측정하였다. 또한 Elipsometer와 Nanospec을 이용하여 Etch rate를 측정하였다. Ar의 비율이 전체의 47%정도를 차지하였을 때까지 Etch Profile이 향상되었다가 그이후로는 다시 감소하는 것을 볼 수 있었다. Ar를 첨가할수록 etch rate은 계속 향상되었다. Ar를 첨가하는 것은 물리적인 식각으로 반응하여 Etch rate의 향상과 적정량의 Ar를 첨가했을 때 Etch profile이 향상되는 결과를 얻었다.

Key Words : Ar Plasma, Etch Profile, Etch rate, CCP Etcher, CF₄/O₂ Plasma

1. 서 론

Plasma Etch에 있어서 Plasma gas Source 관한 많은 연구가 되어왔다. 그중에 대표적으로 CF₄는 Chemical Etch로 작용을 하고 Ar는 Sputtering(Physica Etch)으로 사용되고 있다. 그래서 CF₄ Plasma Etch는 Etch 특성 중 에서 Etch Profile에 대해 Isotropic한 특성을 보여주고 있고 Ar Plasma Etch는 Anisotropic한 특성을 보여주고 있다.

SiO₂는 가장 대표적인 Dielectric으로 반도체 공정에 있어서 가장 많이 사용되는 물질이다. SiO₂ Etch는 반도체 공정에 있어서 가장 기본적인 공정이라 할 수 있겠다. 그리고 CD(critical dimension)이 미세화 되면서 물질에 Patten 대로 Etch 하는 것이 매우 중요하게 되었다. Etch Profile이 Etch에 있어서 매우 중요한 특성 중에 하나가 되었다. Etch Profile이 Anisotropic 하게 특성을 가져야만 보다 정교한 Pattern을 만들어 낼 수 있게 된다.

본 연구는 CCP방식의 Plasma Etcher를 이용하여 CF₄/O₂ Gas 조합에 Ar를 첨가함으로써 보다 나은 Etch 특성을 개선하기위한 연구를 하였다.

2. 실험

본 연구에서 사용되었던 Etch 장비는 CCP Plasma Etcher를 사용하는 Oxford80 Plus 장비를 이용하여 진행하였다. 실험 순서는 그림1. 과같이 진행하였다. Etch 물질은 실험 조건은 기본적으로 CF₄/O₂를 고정시키고 표1과 같이 Ar을 조절하여 진행하였다.

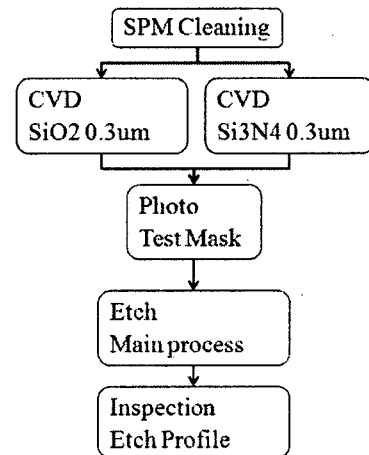


그림 1. 실험 순서

실험은 SiO₂/Si₃N₄를 각각 3000Å씩 먼저 증착을 한다. 그 후에 2x2(Cm)로 wafer를 Dicing을 하였다. 그리고 Photo 공정은 다음과 같은 조건으로 진행 하였다. 우선 Photoresist는 AR1512를 사용하고 Spin-coating을 3500RPM 35초로 진행한다. MA6-Aligner를 이용하여 Line pattern을 Expose한다. 그 이후에 CCP Plasma Etching을 한다. Etch시에 다른 조건은 다음과 같다. 압력은 55mTorr, RF 전력은 150W로 고정하여 진행하고 Gas flow는 표1과 같이 진행을 한다.

FE-SEM을 이용하면 Pattern의 단면을 관찰하여 Etch Profile를 측정하였다. 정확한 Etch rate측정을 위해서 Photo 공정을 하지 않고 실험을 진행하여 Nanospec으로 Etch rate를 측정하였다.

표 1. CCP Etch 실험조건.

	CF4 [sccm]	O2 [sccm]	Ar [sccm]
1	25	2	10
2			20
3			30
4			40
5			50

CF4와 O2의 비율은 고정을 시키고 Ar을 Split하여 Ar과 CF4의 비율을 통하여 특성을 파악 하고자 한다. CF4가 25sccm, O2가 2sccm, pressure가 55mTorr일 경우 Etch profile은 약 40° 전후를 보여주고 Etch rate는 700 Å/min으로 나오고 있다.

3. 결과 및 고찰

Etch Profile은 그림 2와 같이 결과가 나오게 되었다. Ar gas를 첨가할수록 Etch Profile이 낮게 나오는 현상을 볼 수 있다. Ar이 적게 첨가 될수록 Etch profile은 Anisotropic 하게 보여 진다. 이유는 Ar의 Physical Etch과 CF4의 Chemical Etch 가 적정 비율일 때 Etch Profile이 가장 좋은 형태의 Profile을 가지고 있다. 이 실험에서 볼 수 있듯이 Ar의 비율이 전체 gas flow의 40%전후에서 약 80° 이상의 Profile을 얻을 수 있다.

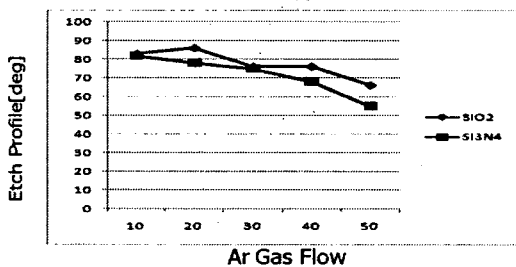


그림2 . Etch Profile

그림3은 Etch Rate를 나타낸다. Ar이 첨가가 많아질수록 Physical Etch이 증가하게 됨으로 Etch rate이 증가하는 것을 볼 수 있다.

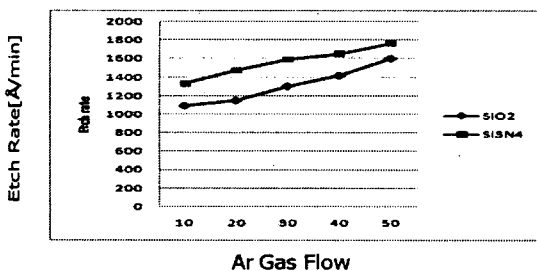


그림3. Etch Rate

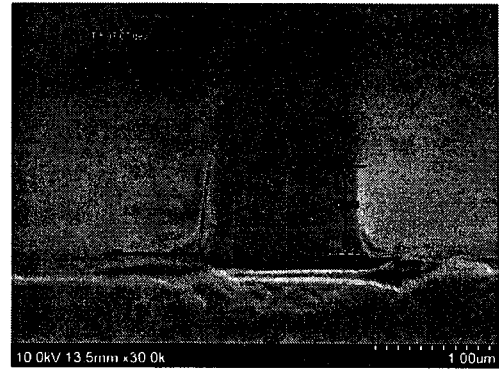


그림4. FE-SEM

그림4.는 표1의 실험조건 1번에 대한 FE-SEM의 사진이다.

4. 결론

본 연구에서는 Plasma Dry Etch시 Ar gas flow가 Etch 특성이 미치는 영향을 실험하였다. Ar gas flow가 증가할수록 Etch rate는 증가하는 결과를 보여주지만 Etch profile은 감소하는 결과를 보여준다.

Ar gas는 Plasma Dry Etch 시 Etch profile과 rate의 증가를 야기한다. 하지만 CF4 gas에 비해 많은 양의 Ar gas flow가 이루어질 때는 Etch Profile이 감소하는 현상이 나타났다. 따라서 Plasma Dry Etch에서 Ar gas flow는 Etch 특성 중에 Profile과 rate에 증가에 관여하는 것을 알 수가 있다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청 산학협력실 사업의 지원으로 수행되었으며, 서울대 반도체 공동연구소의 장비 지원에 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] 염근영, “플라즈마 식각 기술”. 미래컴, 2006
- [2] 권광호, 김창일, 윤선진, 김현수, 염근영, ICP에 의한 Pt박막의 식각 메카니즘에 관한 연구 대한전자공학회 논문지, 제34권 D편, 제6호, pp451~456, 1997.
- [3] 김창일, 권광호, Cl2/Ar 가스 플라즈마에 O2 첨가에 따른 Pt 식각 특성 연구, 대한전자공학회논문지, 제36 권 D편, 제5호, pp409~415, 1999
- [4] 변요한, 김혜인, 정지원, Cl2/Ar과 C2F6/Ar 가스를 사용한 Polysilicon 박막의 고밀도 플라즈마 식각, 화학공학의 이론과 응용, 제8권, 제1호, p.2105, 2002