

[22-T24]

## 플라즈마 중합된 저유전상수 para-xylene 박막의 H<sub>2</sub>+He 플라즈마 처리에 의한 유전 및 열 특성 향상

권영춘, 여상학, 심천만, 양재영, 정동근  
성균관대학교 물리학과

초고집적(ULSI) 반도체소자의 multilevel metallization에서의 RC 지연을 줄이기 위해서 저유전상수(low- $k$ ) 물질을 개발하여 중간유전체로 도입할 것이 요구된다. 중간유전체로서의 중요한 요구조건은 높은 열적 안정성( $\geq 450^\circ\text{C}$ )과 낮은 유전상수이다. Low- $k$  물질에 대한 연구는 크게 유기물과 무기물로 나눌 수 있다. 유기물은 특별한 처리를 하지 않아도 낮은 유전상수를 가질 수 있다는 점 때문에 각광을 받고 있으며 많은 연구가 진행되어 왔다. 그중 para-xylene을 precursor로 사용하고 plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) 방법으로 증착한 plasma polymerized para-xylene (PPpX) 박막은 precursor에 flourine 같은 할로젠 종이 함유되지 않아서 주위 물질에 대한 부식의 우려가 없으며, 증착방법 또한 기존의 반도체 제조공정과 쉽게 integration 될 수 있는 PECVD 방법을 사용했기에 초고집적회로 다층금속배선에서의 low- $k$  중간 유전물질로 적당하다고 여겨진다. 그러나 폴리머 박막들은 유전상수가 낮아질 경우 열적안정성이 저하되는 특성이 있다. PPpX 박막 역시 상대유전상수가 2.7 이하로 낮아질 경우 열적안정성이 저하되어  $300^\circ\text{C}$ 에서도 많은 두께감소를 보인다. 한편 열적안정성이  $450^\circ\text{C}$ 로 좋을 경우 유전상수가 3.2 정도로 다소 높은 것이 문제이다. 따라서 PPpX 박막의 유전상수를 낮추면서 좋은 열적안정성을 유지할 것이 요구된다. 본 연구에서는 이런 시도로 PPpX 박막에 대하여 H<sub>2</sub>+He 플라즈마 처리를 하여 상대 유전상수를 낮췄으며 동시에 열적안정성도 좋아지는 효과를 얻었다.

PPpX 박막은 PECVD 방법으로 platinum(Pt)이나 silicon 기판 위에 증착하였다. Para-xylene은  $40^\circ\text{C}$ 로 유지된 bubbler에 담겨지고 Argon(Ar:99.999%) carrier 가스에 의해 증발되어진 para-xylene 분자가 process reactor안으로 유입되었다. 플라즈마는 RF(13.56MHz) 발생기로 연결된 susceptor 주위에 발생시켰다. PPpX 박막의 증착은 증착압력 0.5 Torr, 플라즈마 파워 60W, 증착온도  $45^\circ\text{C}$ 에서 행해졌다. 증착된 박막에 대하여 insitu로 H<sub>2</sub>+He (H<sub>2</sub>:He=1:9) 플라즈마 처리를 하였다. H<sub>2</sub>+He 플라즈마 처리는 0.2 Torr의 압력에서 플라즈마 파워를 20~100W로 3분 처리하였다.

H<sub>2</sub>+He 플라즈마 처리를 하지 않은 PpX 박막은 3.19의 유전상수와 400℃의 열적 안정성을 보였다. H<sub>2</sub>+He 플라즈마 처리를 각각 20W, 40W, 60W, 80W, 100W에서 3분간 실행했을 경우 유전상수는 각각 3.18, 3.00, 2.95, 2.83, 2.85로 줄었으며 열적 안정성은 450℃까지 높아졌다. Ellipsometry에 의한 굴절률 측정에 의하면 플라즈마 처리 파워가 높아짐에 따라 80W까지는 굴절률이 커지는 것으로 나타났다. 굴절률이 커짐에도 불구하고 상대유전상수가 작아지는 것은 박막내의 불안정한 결합이나 dangling bond등이 H<sub>2</sub>+He 플라즈마 처리에 의하여 줄어들기 때문이라고 보여진다. 열적 안정성이 좋아진 원인은 플라즈마의 충격에 의하여 막의 구성 종들간의 cross-linking이 좋아졌기 때문으로 사료된다.