P-47

저유전 $SiCOH/C_xH_y$ 이중상 박막의 원거리 플라즈마 화학증착
(RPECVD of Low-k $SiCOH/C_xH_y$ dual phase film)

포항공과대학교 화학공학과 박종민, 이시우

1. 서론

반도체 소자가 고집적화됨에 따라 좁고 긴 배선간에 전기 용량이 증가하고 있으며 이로 인해 신호 지연(propagation delay)과 전기적인 신호의 상호 간섭(cross-talk)이 커지게 된다. 이에 따라 기존의 Al합금보다는 낮은 저항값을 갖고 원자 migration 내성이 큰 배선재료인 Cu가 요구되며 종래의 절연막은 유전상수 값이 낮은 새로운 물질로 대체되어야 한다. 현재 CVD 산화막(SiO_2)의 대체 물질로서 고려되고 있는 저유전 상수 물질들로는 BCB, SiLK, FLARE, Polyimide 등의 spin coating 물질, Black Diamond, Coral, SiOF, a-C:F, Parylenes 등의 CVD 박막, 그리고 xerogel이나 aerogel 등의 다공질 저유전막이 있다.

이 중 SiCOH 박막은 열적, 기계적 특성이 우수하고 낮은 k값을 보여, 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 $SiCOH/C_xH_y$ 이중상 박막을 화학증착법으로 만들고 annealing을 통해, 유전상수를 2.1까지 낮추었다.

2. 실험방법

$SiCOH/C_xH_y$ 이중상 박막의 전구체로 VTMS(vinyltrimethylsilane)를 선정하였다. VTMS는 분자내에 전형적인 SiCOH 구조인 $Si-CH_3$와 기존의 SiCOH 전구체들과는 달리 중합가능한 vinyl기를 가지고 있는 것이 특징이다. VTMS와 O_2를 RPECVD(remote plasma enhanced chemical vapor deposition)를 이용하여 $SiCOH/C_xH_y$ 이중상 박막을 증착하였다. 반응기의 전체압력은 1 torr, VTMS의 유량은 15sccm으로 고정하였고, O_2/VTMS ratio를 1~13.3, RF power는 40~100W, 온도는 30, 50℃로 변화시키며 실험하였다. post-annealing은 450℃, Ar분위기에서 30min간 실시하였다. 박막의 두께는 SEM(Scanning Electron Microscopy), 화학결합 상태는 FT-IR(Fourier transformation infrared spectroscopy)로 확인하였다. 상대적인 탄소 함량은 IR peak 영역으로부터 계산하였고, C-V/I-V meter를 사용하여 k값 및 전기적 특성을 확인하였다.

3. 실험결과

기판온도 및 O_2/VTMS 유량비에 따른 증착속도를 측정하였다. 전구체가 온도에 민감하게 영향을 받아 70℃이상에서는 실질적인 박막성장이 어려웠다. FT-IR분석 결과, $Si-CH_3$(800, 850, 1270cm^{-1}), Si-O(1055cm^{-1}), CH_m(m=1~3, 2920, 2970cm^{-1}), OH(917, 3100~3500cm^{-1})등의 peak를 관찰할 수 있었다. Si-O, $Si-CH_3$ 주요 peak로부터 상대적인 탄소 함량을 계산할 수 있었고, 탄소 함량과 k와 관계는 반비례함을 발견할 수 있었다. 한편, post-annealng후의 탄소 함량의 감소는 박막내의 함입된 불안정한 C_xH_y기의 탈착때문인 것으로 생각된다. 실험에서 $SiCOH/C_xH_y$ 이중상 박막의 k값은 post-annealing을 통해 2.1까지 낮출 수 있었다.

VTMS는 중합가능한 분자인 vinyl기와 전형적인 SiCOH 분자인 trimethylsilane이 1:1로 되어 있다. 향후에는 중합가능한 화합물(ex. 에텐(C_nH_{2n}), 에틴(C_nH_{2n-2}))과 전형적인 SiCOH 전구체(ex. 3MS(trimethylsilane), 4MS(tetramethylsilane)를 1:X(X=0.1~10)의 비율로 섞어 박막을 제조하고 특성을 관찰하여, 보다 개선된 저유전 $SiCOH/C_xH_y$ 이중상 박막을 제시할 것이다.