TiN ICP-CVD장치의 증착 성능 모델링
Deposition Efficiency Modeling of TiN ICP-CVD system

손석재*, 주정훈
군산대학교 공과대학 신소재공학과

초 록: TiN ICP-CVD 공정에서의 펄스 직류인가는 동일한 전력공급 하에 보다 효과적이고 우수한 성능의 증착능을 나타낸다. 이에 따른 공적 최적화를 위해 전산모사 프로그램을 이용하여 전자의 에너지 분포 모사가 공정에 미치는 영향을 조사하였다.

1. 서 론

ICP-CVD공정에서 펄스 직류를 이용하는 공정은 다양한 용도의 플라즈마 공정에서 사용되고 있고 또한 펄스 직류 전류를 이용한 PECVD 공정은 코팅된 박막의 성질이 박막에 인가된 전자의 에너지 분포에 의해 크게 좌우된다.

본 연구는 상용프로그램인 CFD-ACE를 이용하여 **ICP-**CVD공정에서 TDMAT를 소스로 하여 TiN 박막 형성 시 발생하는 현상의 유동, 온도, 화학, 전기장 등을 해석하고 특히 전자의 에너지, 밀도 등을 각종 계산 모델로 평가하여 모델의 특성에 따른 활용 방법을 고찰해보고자 한다.

2. 본 론

2.1 수치해석 실험 데이터

본 연구에서는 2차원 유도결합형 플라즈마 장비에 대한 계산을 기본으로 하여 장비 측면 부에 위치하고 있는 코일에 13.56 MHz의 전력을 인가함으로서 유도 결합 플라즈마를 발생시킨다. 원주모양의 챔버를 반경과 높이가 각각 165mm와 180mm이며 기판은 반경 150mm이다. 프로세스 가스는 4 vol%의 TDMAT를 H_2, N_2, Ar과 25:3:3의 비율로 흘려보내게 되며 압력은 유도 결합 플라즈마의 특성이 잘 나타나는 10mTorr로 설정하였다. 이 압력 범위에서 전자 에너지 분포가 Maxwellian에서 벗어나기 시작하며 수치 모델에서도 EEDF를 직접 계산하려는 노력이 의미를 갖는 영역이다[1]. 그러나 Kinetic module을 이용하여 EEDF를 직접 계산하려면 모든 volume reaction에 대해서 정확한 충돌 단면적 데이터가 있어야 한다.

2.2 수치해석 도구

위 **ICP-**CVD 모델 해석을 위해 2D 그리드를 형성하고 상용프로그램인 CFD-ACE을 이용하여 챔버내의 현상을 해석하였다.

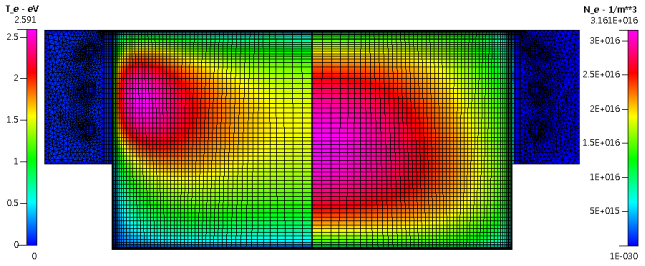

그림 1. 챔버 형상 2D 그리드와 전자온도(좌), 밀도(우) 분포

챔버 내 TiN반응 수치해석은 기존 보고된 논문, 데이터베이스 등을 기초로 구성하였고 챔버 벽, 기판 등에서의 경계조건은 최대한 실제적으로 가정하였다.

2.3 모델링의 평가

본 연구에서는 플라즈마 효과가 증착에 미치는 영향을 보기 위해 에너지 입력에 따른 전자 온도, 밀도를 살피고 증착 반응에 영향을 주는 중간물의 거동을 밝히고 전자온도에 따른 반응률 변화와 계산 scheme의 차이라고 할 수 있는 전자에너지의 Maxwellian 분포와 non-Maxwellian을 비교함으로서 전자온도의 의존도를 분석하였다.

2.3.1 증착 속도의 균일도

그림 2는 기판 중앙으로부터 반지름 방향으로의 증착속도를 나타낸 것이다모두 네 가지의 전자 에너지 분포 함수에 따른 반응 속도 계산 방식에 의한 결과를 나타내고 있는데ICP는 quasi-neutrality 조건을 이용한 근사법을 사용하여 가장 계산 시간이 짧으나 쉬스를 모델로 대체하여야 하는 단점이 있고 경계부근에서의 전자 온도, 밀도가 정확하지 않다. Kinetic module을 이용하면 확산 계수와 이동도, 화학 반응 속도를 가장 실제에 가깝게 계산할 수 있으나 가장 시간이 많이 걸린다.압력이 낮은 경우에는 반드시 필요한 옵션이 된다. LUT(look up table)방법은 두 가지에 대한 절충안으로0차원 모델에서 투입 전력에 따른 화학 반응식의 계산을 kinetic module을 이용하여 전자 온도에 따른 반응 속도와 확산 속도,이동도를 표로 만들어 ICP model에 적용하는 방법을 사용한다.그림 2를 보면 kinetic module을 사용한 경우와 LUT를 이용한 값이 매

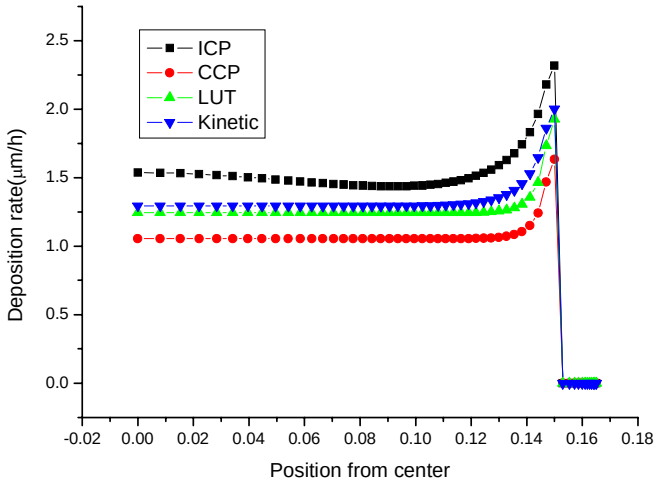

그림 2. 전자에너지분포에 따른 기판에서의 증착속도

우 근사한 것을 볼 수 있다. CCP로 표시한 것은 ICP+CCP model 즉 ICP를 Poisson 방정식을 풀어서 쉬스를 self-consistent한 방법으로 정의하여 구한 경우를 말한다.ICP에서 전자 온도에 대한 경계 조건을 직접 주는데 반하여 ICP+CCP model에서는

3. 결 론

TiN의 ICP-CVD 시스템에서 반응 속도와 확산 속도,이동도에 미치는 전자 에너지 분포 함수의 영향을 네 가지 모델을 이용하여2차원에서 계산하였다.
모사가 기판의 증착 성능에 미치는 영향을 조사하였다.

참 고 문 헌

〔1〕 Mark W. Kiehlbauch and David B. Graves, "Modeling argon inductively coupled plasmas: The electron energy distribution function and metastable kinetics", J. Appl. Phys., Vol. 91, No. 6, 15 March 2002