

유도 결합 플라즈마를 이용한 스퍼터, 증발 복합 증착 시스템의 수치 해석

Numerical analysis of inductively coupled plasma assisted duplex deposition system

주정훈<sup>a,b\*</sup>

<sup>a\*</sup>군산대학교 신소재공학과(E-mail:jhjoo@kunsan.ac.kr), <sup>b</sup>군산대학교 플라즈마 소재응용연구센터

**초 록:** 스퍼터링을 이용한 증착 시스템은 인가된 전력의 대부분이 타겟의 가열에 사용되어 에너지 효율이 낮다는 단점이 있고, 저가 가열을 이용한 증발 증착 시스템은 대전류를 필요로 하고 증발 물질이 보트 물질과 반응하지 말아야 한다는 제약이 있고 질화물을 형성하는 반응성 프로세스에서 증발량을 일정하게 조절하기 어렵다. 두 가지 공정의 장점을 살린 스퍼터-승화 시스템을 고안하고 이를 위한 수치 해석을 CFD-ACE+를 이용하여 실시하였다.

1. 서론

고용점 금속의 화합물 증착을 위한 저가의 고속 증착 시스템에 대한 연구를 수행하였다. 몇 가지의 고용점 금속들은 승화를 잘하는 경우가 있어서 적절한 가열원을 이용하여 용융점 근처까지 승온을 시켜주고 표면이 화합물로 덮여서 승화 속도가 급격히 저하되는 일이 일어나지 않도록 할 목적으로 유도 결합 플라즈마를 이용한 고속 증발원을 설계하였다.

2. 본론

그림 1에 나타난 것처럼 유도 결합 플라즈마는 내부 쪽으로 고밀도 영역이 생성되므로 안테나와 금속 증발원의 상대적인 위치는 직접 증착층의 두께 및 성질 균일도에 영향을 미친다. 필요가 있다. 본 연구에서는 이를 위하여 유도 결합 플라즈마에서 생성되는 이온으로 증착원 표면을 지속적으로 스퍼터링 하여 준다. 이 때 균일한 증착을 위해서는

$$\vec{E} = - \frac{D_e \nabla n_e}{\mu_e n_e} = - T_e \nabla \ln(n_e)$$

2D-int ICP 2 MHz 100 W Ar 10 mTorr Vcoil= 100 V  
VCr= -100 Vdc iter=6,000

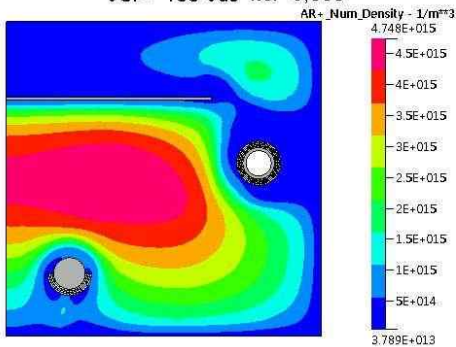


Fig. 2. Improved model with a substrate and an ICP coil with a new position.

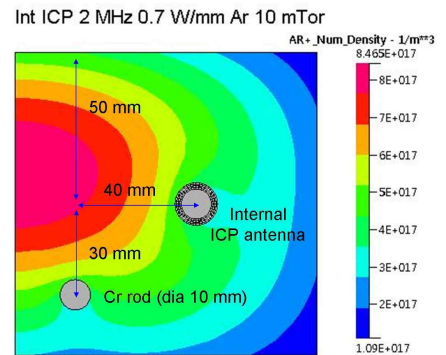


Fig. 1. Calculated results of Ar ion density distribution in an inductively coupled plasma assisted sputter-sublimation system.

발생용 안테나의 위치, 스퍼터 승화용 소스 물질의 위치 등의 설계 변수를 최적화할 필요가 있다. 이를 위해서 준중성 조건을 사용하여 간략화한 플라즈마 유체 모델을 이용하였다 [1]-[2]. 쉬스의 처리는 Bohm velocity로 입사하는 이온이 사용자 입력 전위에 의한 에너지 분포를 갖는 것으로 처리하였다[3]. 그림 1의 기하적 위치에 대한 계산 결과, 기관 위치에서 이온 밀도의 불균일도는 기관 크기 100 mm 까지를 기준으로 20%로 비교적 큰 값을 나타내었다. 추가적으로 실제 기관을 삽입하고 이온 충돌에 의한 스퍼터링과 가열에 의한 승화를 표면 반응에 고려한 수치 모델에서는(Fig. 2) 10% 이내의 균일도를 나타내었다. 추가적인 개선 작업은 증발원을 다수 설치하는 방향이 적절할 것으로 예상된다.

3. 결론

플라즈마 유체 모델을 적용하여 유도 결합 플라즈마를 이용한 스퍼터-승화 시스템의 플라즈마 균일도를 계산한 결과 단일 소스의 경우 기관보다 10% 정도 떨어진 곳에 유도 결합 안테나를 설치하는 경우가 개선된 균일도를 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. 주정훈, 한국진공학회지, 18 (2009) 164.
2. 이상원, 한국진공학회지, 18 (2009) 176.
3. P. A. Miller and M. E. Riley, J. Appl. Phys. 82 (1997) 3689