

삼중 프로브와 ICCD-OES를 이용한 modulated pulse plasma의 분석
 Analysis of a modulated pulse plasma system by a triple probe and ICCD-OES

최지성^a, 양원균^b, 주정훈^{a,c*}, 장동수^d, 이정중^d

^{a*} 군산대학교 신소재공학과(E-mail:choijisung@kunsan.ac.kr),

^b한국기계연구원 재료연구소, ^c군산대학교 플라즈마 소재응용연구센터, ^d서울대학교 재료공학부

초 록: 2차 플라즈마를 사용하지 않고도 스퍼터링된 입자의 높은 이온화율을 얻을 수 있는 고전력 마그네트론 스퍼터링 기술은 최대 MW/cm²의 높은 투입 전력을 이용하지만 타겟 재료의 높은 열전도 요구때문에 실제로 사용할 수 있는 재료가 Cu를 비롯한 몇가지 금속에 제한된다. 수 백 kW/cm²의 중간 전력 밀도를 가질 수 있도록 펄스를 다중 부분 세트로 제어하는 modulated pulse plasma 시스템을 구축하고 전자 온도, 밀도를 고속으로 측정할 수 있는 삼중 프로브와 고충폭 CCD를 이용하여 공정 진단을 한 결과 전자 온도는 최고 15.9 eV, 전자 밀도는 4.25×10¹² #/cm³였으며 weak ionization 조건과 strong ionization 조건에서 Ar I (811.5 nm)의 방출광 세기가 6배 증가하는 것으로 분석되었다.

1. 서론

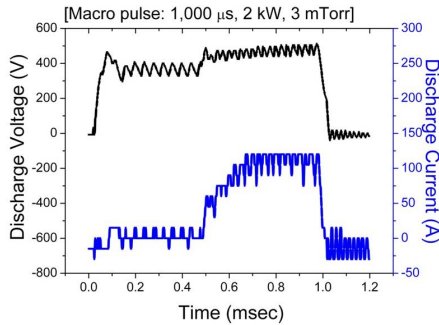


Fig. 1 Modulated pulse plasma's current- voltage characteristics

방법을 사용하여 확인하였다.

2. 본론

Fig. 1에 나타난 바와 같이 수 μs의 최소 폭을 갖는 펄스를 중첩하여 거대 펄스 집합을 만들고 이를 적절히 조합하면 아크 발생의 우려를 피해서 높은 이온화 영역에 도달할 수 있다. 이렇게 증가된 전력 밀도 영역에서 높은 이온화가 유도되고 이는 곧 기관 이온 전류 밀도의 증가로 이어진다. MPP 스퍼터링 시스템의 큰 특징은 이와 같이 아크의 확률을 극도로 억제하면서도 높은 스퍼터링 입자의 이온화율을 유도할 수 있다는데 있다. 이를 확인하기 위한 방법의 하나로 다중 파장영역을 거의 동시에 측정할 수 있는 CCD 소자로 광방출 분석을 하였으며 신호의 세기 증가를 위하여 MCP(micro channel plate)를 이용한 증폭장치를 사용하였다. Fig. 2에 그 결과를 나타내었다. Strong ionization 조건에서 측정된 Ar I의 강도는 weak ionization 조건보다 약 10배 이상의 값을 보이고 있다. 삼중 프로브를 이용한 측정에서는 직접적으로 전자 밀도의 증가를 확인 할 수 있었다.

마그네트론 스퍼터링의 동작 영역은 전류와 전압 관계식으로 분류할 수 있는데 통상 사용하는 증착 조건에서는 타겟의 전력 밀도가 10 W/cm²이내이다. 여기서 더 방전 전압을 증가시키면 전류가 급격히 증가하는 영역에 들어가며 곧 아크로 전이하게 된다. 아크 영역에서는 높은 전력 밀도로 타겟의 용융이 발생되므로 스퍼터링 현상을 증착에 사용하려는 공정에서는 아크로 가지 않도록 전기 회로를 이용하여 예방하고 있다. Modulated pulse plasma는 이 두 영역의 중간 쯤에 해당하는 전이 영역에서 안정적인 동작이 가능하도록 설계된 시스템이며 pre-ionization 조건과 strong ionization 조건을 다중 펄스 세트 구성하여 높은 자유도를 실현하였다^{1), 2)}. 본 연구에서는 실제 이런 전략이 구현되는지 플라즈마 진단 방

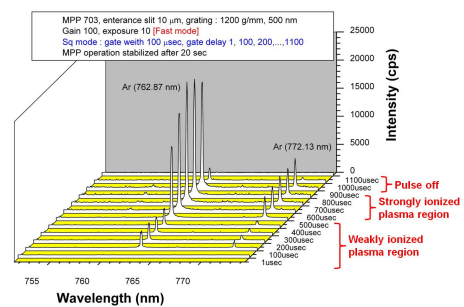


Fig. 2 ICCD-OES trace of modulated pulse plasma with two step pulse sets

3. 결론

삼중 프로브와 ICCD-OES로 확인한 MPP의 특성은 1차 예비 이온화 단계에서는 아크 발생 없이 높은 전자 온도의 특성을 보였고 2단계 조건에서는 높은 전자 밀도와 이에 따른 Ar I의 방출광 강도 6배 증가의 결과를 보였다.

참고문헌

1. J. Lin et. al, Surf. Coat Technol 203 (2009) 3676.
2. J. Bohlmark, et. al, J. Vac. Sci. Technol A 23 (2005) 18.