

내장형 무선 카메라를 이용한 In-Line type 스퍼터링 시스템 내부의 실시간 모니터링

Real time monitoring of In-Line type sputtering system using an in-vacuo wireless camera

최지성*, 도우리, 홍광기, 주정훈
 군산대학교 신소재공학과(E-mail:chojjsung@kunsan.ac.kr), 플라즈마 소재응용 센터

초 록 : 진공 chamber 내부 plasma를 외부에서 view port를 통한 확인 및 촬영보다 효율을 높이기 위하여 chamber 내부에 무선 camera (IVC : internal vacuum camera)를 삽입하여 더 세밀하게 plasma를 촬영하였고 view port로 확인이 불가능한 부분을 촬영 및 녹화하였다. 외부 view port로 확인할 수 없는 원거리 플라즈마 소스 (remote plasma source, RPS)와 in-line type의 chamber에서 동적 (dynamic) 증착이 이루어지는 substrate에 camera를 부착하여 이동 중 target 위쪽에 방전된 plasma, ICP (inductively coupled plasma) antenna를 진공 중 chamber 내부에서 촬영 및 녹화하였다.

1. 서론

반도체 main process 중 80%가 plasma를 이용함에 있어 plasma monitoring은 중요한 요소이다. View port를 통하여 chamber 내부를 관찰하는 것은 시야가 제한되고 관찰이 불가능한 경우도 많다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 진공 chamber 내부에 무선 camera를 삽입하여 plasma를 촬영 및 녹화하였다. 무선 camera는 4 V 리튬 이온 배터리 3개를 직렬로 연결하여 작동시켜 chamber 내부에 삽입하였고 외부 수신기와 2.4 GHz의 주파수로 통신하였으며 총 4개의 camera를 동시에 삽입하여 여러 장면과 방향으로 촬영하였다. Camera와 수신기의 통신 주파수는 2.4 GHz이고 in-line type system에서 방전된 plasma의 주파수는 150 kHz이다. Camera와 수신기의 주파수가 plasma의 주파수 보다 낮을 경우 수신에 불가능하나 2.45 GHz는 현재 실험 대상인 마그네트론 plasma의 플라즈마 진동수보다 높기 때문에 camera와의 송수신이 가능하다.

2. 실험방법

본 연구에서는 in-line type system에서 bipolar pulsed DC sputtering을 이용하여 대면적 증착을 위해 125 x 625 mm target 주위를 swing하는 기판 캐리어에 camera를 장착하여 plasma를 촬영하였고, sputtering power 50 W, 펄스 주파수는 150 kHz, duty 60%, 30 mTorr의 조건에서 plasma를 방전하였다. 또한 ICP antenna coil 내부에 방전되는 고밀도 plasma의 형상을 촬영하기 위하여 chamber 바닥에 camera를 설치하여 ICP antenna 중심 지역을 압력 100 mTorr, Ar 20 sccm, ICP antenna power 400 W 조건에서 촬영하였고, 원거리 플라즈마 소스 (RPS) 역시 압력 100 mTorr, Ar 10 sccm, RPS power 100 W 조건에서 camera를 방전된 plasma 하부에 위치하여 촬영하였다.

3. 실험결과

In-line type chamber 내부를 관찰하기 위한 유일한 방법인 view port로는 target 위에 방전된 plasma를 40%만 관찰이 가능하나 IVC로 촬영하면 70% 이상을 dynamic하게 관찰할 수 있고, 다수의 camera를 활용하면 100% 관찰이 가능하다.

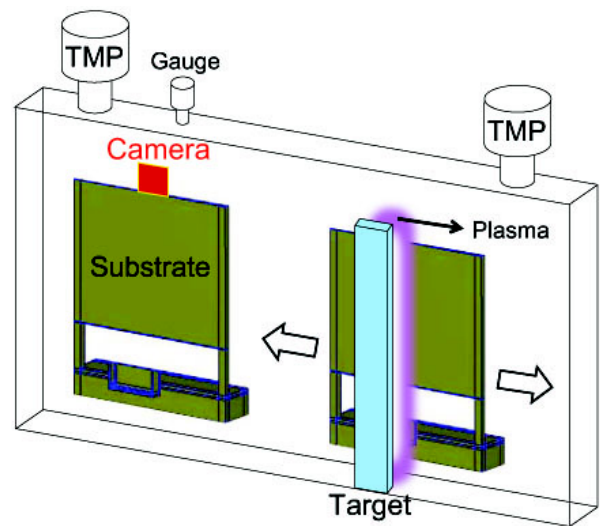


Fig. 1. Schematic system of in-Line type sputtering system (a wireless camera is loaded on top of a carrier)

Chamber 내부를 관찰하기 위한 view port로는 ICP antenna의 형상이 보이지 않을 뿐더러 CCP 방전과 ICP 방전 역시 구분할 수 없다. IVC로 촬영한 결과 ICP antenna ICP 방전을 확인할 수 있다.

RPS는 chamber와 수직으로 부착되어 있기 때문에 view port로는 관찰이 불가능하나 chamber 바닥과 수평한 substrate 위에 거울을 이용하여 간접적으로 plasma의 관찰이 가능하다. IVC를 substrate 위에 삽입하여 plasma를 직접적으로 촬영하였고 빛의 양을 최소화하기 위하여 핀 홀 렌즈를 사용한 결과 plasma를 더 뚜렷하게 촬영할 수 있었다.

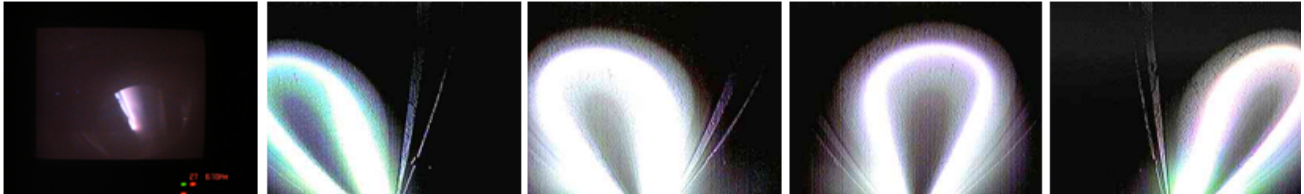


Fig. 2. Photos of plasma by view port (left) and IVC (right) of In-line- type chamber.

4. 결론

본 연구에서 개발된 IVC는 chamber 외부에서 view port를 통하여 촬영 및 확인이 불가능한 부분과 움직이는 기관 위에서 동적인 촬영과 녹화가 가능하였으며 뚜렷한 마그네트론 링의 방전 영상을 성공적으로 촬영하였다. Chamber 내부에 camera를 장착함에 따라 추가적인 기체 방출에 의한 배기속도의 저하는 camera를 삽입한 후 측정된 결과 (45 mTorr)와 삽입하지 않고 측정된 결과(35 mTorr)의 차이는 같은 시간 pumping을 기준으로 10 mTorr의 차이가 있었다. 카메라의 구조와 재료를 고진공, 중저온에 적합하도록 추후의 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 안일신, "진공물리 및 진공기술", 한양대학교 출판부, 96 (2005)
2. 노태협, "반도체장비기술과정-플라즈마 기술교재", 한국기술교육대학교 반도체 장비기술 교육센터(SETEC), 9 (2008)
3. 김선규, "표면공학", 두양사, 238 (2003)