

[IV~18]

Radio Frequency Inductively Coupled Plasma 를 이용한 High Ionization Sputtering 장치의 제작

주 정 훈

군산대학교 공과대학 재료공학과

1. 서론

ULSI 급 반도체의 배선에 사용되는 $1\mu\text{m}$ 이하의 좁고 깊은 trench 나 contact 을 채울 목적으로 입자들의 산란이 적은 수 mTorr 의 압력에서, 이온의 방향성을 이용한 ionized magnetron sputtering[1],[2] 장치를 기존의 magnetron sputtering 에 ICP coil 을 부가하는 방법으로 제작하여, 안정된 동작 조건을 찾았다.

2. 실험 방법

직경 52cm, 높이 38cm 의 SUS304 chamber 에 2 inch 직경의 magnetron sputtering target module 과 RFI coil 을 water cooled $\frac{1}{4}$ inch Cu tube 를 이용하여 직경 20cm 의 2 turn coil 형태로 제작하여 sputtering target 상부 약 6.5cm 에 설치하였다. RF generator 는 ANELVA 社의 PRF-153B 를 사용하여 1.5kW 까지 인가하였고, Advanced Energy 社의 RFZ-60 impedance analyser 를 이용하여, plasma 의 정합 상태를 가스의 압력, RF power level 등을 바꾸어 가면서 조사하였다. 이와 같은 실험 자료를 근거로 RF antenna 의 형상과 위치등을 최적화 하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

ICP power 에 따라 Ar 가스 압력이 수 mTorr 범위에서 DC magnetron sputtering target 쪽의 DC 방전 전압이 380V 에서 260V 로 감소하고, 방전 전류가 증가하였으며, 기관 전류도 RF power 에 따라 직선적으로 증가하였다. RF power 600W 이상에서 impedance probe 로 측정된 plasma 쪽의 reactance 가 거의 zero 에 근접하였으며, 이 때의 플라즈마의 발광색은 백색에 가까웠으며[3],[4],[5], 직접 플라즈마에 투입된 전력의 측정치가 RF generator 의 forward power 값과 거의 일치하였다. 그러나 가스의 압력을 10 mTorr 이상으로 올리면, RF power feedthrough 부분, view port, pumping port 등의 부분에서 hollow cathode discharge 가 국부적으로 발생하여서, 안정된 동작이 되지 못했다. 이런 부분들은 모두 stainless mesh net 와 식면 tube 로 shielding 을 하여 arc 발생을 억제하였으나, 오랜 시간 금속을 sputtering 하게 되면, 절연물 표면에 형성된 금속막이 다시 arc 발생을 유도 하는 경우가 발생하였다. 이 부분은 RF antenna 의 설계와 더불어 시스템의 안정적인 동작 범위를 넓히는데 반드시 해결해야 할 문제점으로 생각된다.

4. 결 과

상용의 magnetron sputtering system 을 13.56MHz 의 RFICP 를 이용하여 ionized magnetron sputtering system 으로 개조하였다. Ar 의 압력 10mTorr 이내에서 안정적인 고밀도 플라즈마의 발생이 이루어졌으며, 이에 따라 거의 zero 였던 substrate current 가 2 inch Al target 을 사용하였을때 RF power 500W 에서 380mA 까지 증가하였다. RF power 를 600W 이상으로 증가시켰을때, impedance probe 로 측정된 플라즈마의 전기적 특성은 reactance 가 거의 zero 로 감소하고, 플라즈마는 resistive load 로 변화함을 관찰하였다.

5. 참 고 문 헌

- [1] 주 정 훈 한국진공학회지 제 6 권 1 호 (인쇄중)
- [2] Junghoon Joo and S.M.Rossnagel, Asia Pacific Conference on Plasma Science and Technology 96, Univ. of Tokyo, July 16 (1996)
- [3] Junghoon Joo , S.M.Rossnagel , Satoshi Hamagucci and A.Mayo, 43rd American Vacuum Society National Symposium, Philadelphia U.S.A. 1996. 10. 15
- [4] A.Mayo, Satoshi Hamagucci, S.M.Rossnagel and Junghoon Joo, 43rd American Vacuum Society National Symposium, Philadelphia U.S.A. 1996. 10. 15
- [5] J.Hopwood and F.Qian, J.Appl.Phys. 78(2)758(1995)