

플라즈마 챔버 임피던스 측정용 Adaptor 개발

이의용, 박성진, 설용태

호서대학교 반도체 제조장비 국산화 연구센터

Adaptor for Impedance measurement of plasma chamber

Lee Eui-Yong, Park Sung-Jin, Sul Yong-Tae

Semiconductor Equipment Research Center
Hoseo University

요 약

본 연구에서는 RF 전력을 사용하는 플라즈마 식각/증착 장비에서의 플라즈마 챔버 내의 임피던스를 정확하게 측정하기 위한 Adaptor를 개발하였다. 개발된 Adaptor는 RF Matcher와 결합되며 RS-232 통신포트를 통하여 PC와 연결하여 챔버내의 임피던스 변화를 스미스 차트로 표시하여 실시간 관측이 가능하다. 이러한 Tool을 이용하여 수집된 데이터는 최적의 공정조건 구축에 활용이 가능하며 반도체 생산 라인에서의 생산성 향상에 기여할 수 있다.

1. 서론

RF 전력을 사용하는 기기 및 장비에 있어서 임피던스 정합(Impedance Matching)은 대단히 중요한 요소이다. 특히 반도체 FAB공정 중 식각/증착공정은 최근 들어 고집적화 및 대용량화 추세에 있는 반도체 제조를 위해 RF전력을 이용한 플라즈마를 적용하고 있다.

플라즈마 식각/증착공정에서 가장 중요한 요소로는 플라즈마를 발생시키기 위한 RF 전력원과 플라즈마 챔버내 임피던스의 정합이며, 플라즈마의 형성시 나타나는 임피던스를 측정하는 것은 생산수율관리 및 효율적인 장비운용을 위해 대단히 중요한 과제이다. 현재까지 반도체 제조사 및 관련 연구소에서 주로 사용되는 플라즈마 임피던스의 측정방법은 P/N Type의 커넥터와 연결선이 사용되는 VI Probe를 사용하였다. 그러나 반도체 제조설비의 경우 그 특성상 설비가동을 중지하기가 쉽지 않으며, 여러대의 챔버를 대상으로 임피던스를 수시로 측정하기가 대단히 곤란하였다. 따라서 수시로 임피던스를 측정할 수 있는 방법에 대한 필요성이 날로 증가하고 있는 추세이다.

2. 구조체 설계

RF 임피던스 측정용 RF 전력 측정 장치가 내장된 Adaptor의 도전봉은 최대 3kV/15A의 전력이 인가되어도 전기적 열화가 발생하지 않도록 설계하여야 한다. 또한 Adaptor의 도전성 금속봉과 고정판으로부터 인출되어 RF 측정 장치로 연결되는 전원 Line은 N-style의 RF Connector를 사용하여 전기적 스트레스에 영향을 받지 않도록 설계하여야 한다.

그림 1은 제안된 플라즈마 챔버 임피던스 측정용 Adaptor의 외관이다. RF 플라즈마 챔버의 특성 및 Matching Network의 성능 평가를 위한 임피던스 측정용 Adaptor는 본체, 고정판, 도전성 금속봉, 클립 고정판, 연결홀, 측정기용 지그, 동축선으로 구성된다.

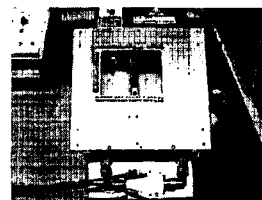


그림 1 Prototype Adaptor

3. 측정시스템 구성

본 연구과제를 통해 개발되는 Adaptor를 이용한 새로운 플라즈마 챔버 임피던스 측정 시스템의 구성도 및 흐름도를 그림 2과 그림 3에 각각 나타내었다. 그림 3에서 제안된 측정 시스템은 그림 2의 기존 측정시스템과 비교해서 플라즈마 챔버의 임피던스를 정확히 측정할 수 있도록 플라즈마 챔버와 RF Match사이에서 위치하도록 Adaptor는 결합되도록 구성되었다. Adaptor는 RF Match와 전기적으로 접속되는 도전성 금속체, 임피던스 보상회로, 신호인출을 위한 커넥터와 본체로 구성된다. Adaptor에서 인출된 신호는 검출장치를 통과해 플라즈마 챔버와 접속된다. 측정장치에서 검출된 아날로그 신호는 Analysis Board내에 내장된 Micro-Processor의 연산처리를 통해 실시간 디지털신호로 변환되어 RS232C 통신용 컨버터를 전송된다. 컨버터를 통해 변환된 신호는 개인용 컴퓨터의 프로그램을 통해 최종적으로 스미스 차트로 구현되어 측정값을 확인할 수 있도록 한다.

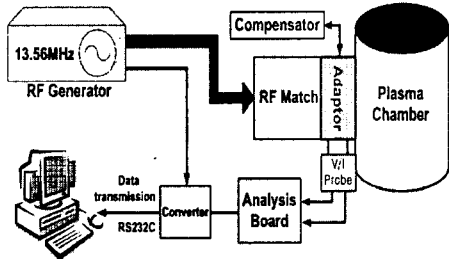


그림 2 제안된 측정시스템의 구성도

본 연구에서 제안된 플라즈마 챔버 임피던스 측정 시스템의 흐름도는 그림 3과 같다.

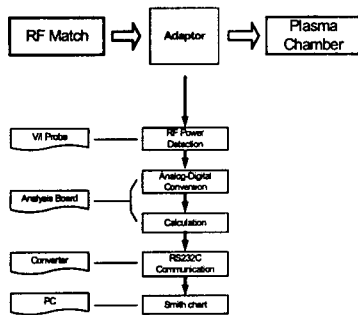


그림 3 제안된 측정시스템의 흐름도

4. Field Test 및 신뢰성 평가

신뢰성 평가를 위해 호서대학교 반도체 제조장비 국산화센터의 보유 장비인 P-5000 시스템을 사용하여 α -Test를 마쳤으며, H사 반도체의 ETCH 및 CVD 장비에 측정용 Prototype Adaptor를 적용하여 실시한 β Test를 통해 그 성능을 입증한 바 있다.

실험을 위해서 그림 4와 같이 개발된 플라즈마 챔버 임피던스 측정용 Adaptor를 호서대학교 반도체 제조장비 국산화 연구센터가 보유중인 반도체 식각장비인 P-5000 시스템을 이용한 α -Test와 H사 반도체 공장의 실제 생산설비를 이용해 β -Test를 마쳤다.

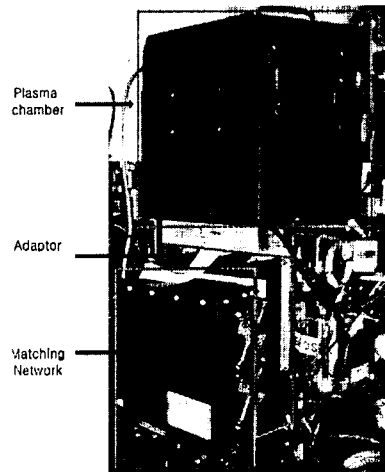


그림 4 실제 장비에 적용한 측정용 Adaptor

α 및 β -Test는 플라즈마 챔버와 RF Match사이에서 Prototype Adaptor를 설치하여 플라즈마 형성에 따른 임피던스의 변화를 비교 분석하였으며, HP사의 Network /Spectrum Analyzer 4395A 장비를 이용해 스미스 차트로 구현함과 동시에 LCR Meter4285와 RF 임피던스 Analyzer에서 측정된 임피던스를 비교 분석하였다.

그림 5와 6은 호서대학교 반도체 제조장비 국산화 연구센터가 운영중인 P-5000 시스템과 하이닉스 반도체의 실제 생산 공정에서 가동 중인 Etch장비를 대상으로 한 실험결과를 나타낸다.

그림5와 그림6에서 스미스 차트에서 중앙부의 임피던스 값은 50 Ω 이며 이는 Matching Network

가 결합된 플라즈마 챔버의 임피던스의 값이 된다. 또한, 그림10과 그림11에서 A는 RF Match의 정합영역을 나타내며 B로 표시된 점들은 실제 플라즈마 챔버에서 측정된 임피던스 값이다.

서 대단히 유용한 자료로서 활용이 기대된다.

참 고 문 헌

[1] M. Sugawara, Plasma Etching, Oxford University Press, Oxford, 1998
 [2] P. F. Williams, ed., Plasma Processing of Semiconductors, Kluwer Academic Pub., Boston, 1997
 [3] P. Jiang, D. J. Economou, and C. B. Shin "Effect of Power Modulation on Radical Concentration and Uniformity in a Single-Wafer Plasma Reactor," Plasma Chemistry Plasma Process, 15, 343 (1995).
 [4] D. Economou and R. Alkre, "Effect of Potential Field on Ion Deflection and shape Evolution of Trenches during plasma-Assisted Etching," J. Electrochem. Soc, 135, 941 (1998)

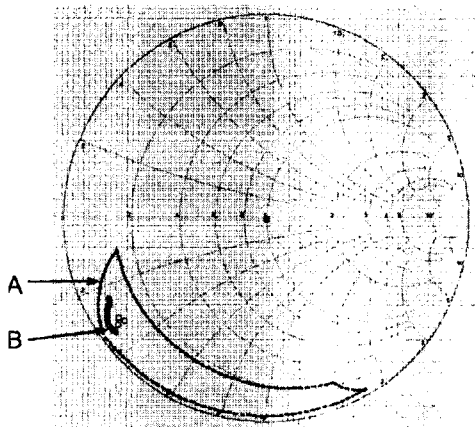


그림 5 α -Test 결과

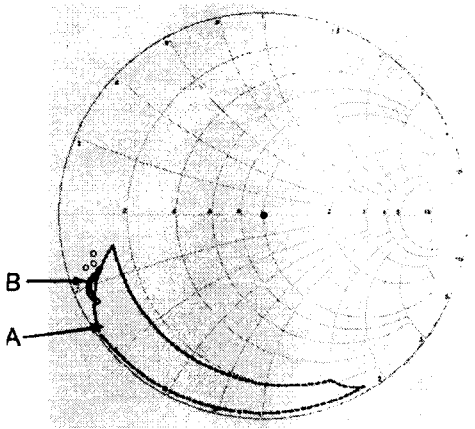


그림 6 β -Test 결과

5. 결론

α 및 β -Test의 결과를 토대로 본 연구를 통해 제작된 플라즈마 챔버 임피던스 측정용 Adaptor를 적용할 경우 플라즈마 식각/증착장비에서 플라즈마 챔버 내에 형성되는 임피던스 값을 정확히 측정할 수 있었으며, 측정된 결과를 토대로 플라즈마 챔버와 Matching Network의 정합상태 등을 판정할 수 있었다. 또한 측정된 Data는 장비의 효율적인 관리와 안정적인 공정을 구축하는데 있어