

이온주입기 Source Head Ass'y 개발에 관한 연구

한정수*

*백석대학교 정보통신학부

e-mail: jshan@bu.ac.kr

A Study on Implementation of Source Head Ass'y of Implanter

Jung-Soo Han*

*Division of Information & Communication, Baekseok University

요 약

본 연구는 이온주입(Ion Implanter)장비의 성능향상과 재현성 있는 Source Head를 개발하기 위한 방법이다. 본 개발은 이온주입설비가 가지고 있는 Cathode 열전자를 이용하여 원자라는 Source Positive의 극성을 생성하여 보다 높은 이온화를 발생하여 많은 시간 동안 사용 가능하도록 하였다. 기존에는 Gas의 손실이 많아 원자의 이온화에 대한 열전자의 소모성을 증가하는 원인을 제공하였으나, 본 개발에서는 원자의 유입방식을 공중 분산방식으로 적용함으로써 열전자의 손실로 발생하는 부분을 억제하는 효과와 Arc Chamber의 압력을 낮게 가지고 갈 수 있고 Chamber의 오염을 억제하는 효과를 얻을 수 있었다.

1. 서론

현재 상용되고 있는 반도체의 Implant 공정에 사용되는 Source에는 여러 가지의 Toxic Gas를 사용하여 Plasma를 발생시켜 Wafer에 원하는 dopant를 삽입하기 위해 고온과 방사능이 발생되며, 순수한 이온만을 만들기 위해 사용되는 부품도 특수한 고가 자재만을 사용하고 있는 실정이다. 그러나 사용되는 Source Head의 Life time이 부품 간 사용되는 Life time과 틀리기 때문에 보통 20일 정도 사용하고, 한번 Source Head를 재생하기 위해 교체되는 부품들도 고가일 뿐 만 아니라 50%이상이 일회성으로 사용되고 있다. 따라서 이러한 고가 부품과 Source Head의 beam에 의해 발생하는 불필요한 Toxic gas의 오염을 줄이고 기존에 사용되는 Source Head의 Life time을 연장시킬 필요가 있다[1]. ELS(Extended Life Ion Source) Source Head에 있는 Cathode가 열전자 방출로 인하여 두께가 얇아짐으로써 열전자의 방출이 일정하지 못하는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 연구는 이온주입(Ion Implanter)장비의 성능향상

및 재현성 있는 Source Head를 개발하는 것이다. 현재의 Source Head의 문제점은 Filament의 자체적인 Life time은 960hr인 반면에 Cathode의 현재 Life time은 480hr에 불과하다. Cathode의 Life time으로 인하여 설비의 PM주기를 2W로 한다는 것은 불합리한 것이다. 또한 현재의 Cathode에 의하여 열전자가 Arc Chamber에 방출이 되면서 자연스럽게 원자에 열이 가해지면서 중성의 원자로부터 +극성을 띄게 하는데, 이러한 열전자의 지속적인 방출이 이루어지지 못하고 있어 많은 량의 소모품을 증도에 교체하여 설비 유지 보수비를 가중시키고 있다. 본 개발은 이러한 문제점을 보완하여 보다 높은 효율과 설비 유지력을 보유하기 위한 개발이다.

2. 이온주입

한 분자 또는 한 원자 안의 모든 전자의 수와 양성자의 수가 같지 않아 +또는 -의 전기적 성질을 띠고 있는 입자를 이온 (ION)이라 하는데 이러한 이온을 목표물의 표면을 뚫고 들어 갈 만큼의 에너지를

갖게 하여 원하는 불순물 (Dopant)을 원하는 깊이 (Energy)로 원하는 양 (Dose)만큼 웨이퍼 전면에 균일하게 넣어 주어 일정한 전도성(전기적인 성질)을 가지게 하는 공정이 이온주입(Implant)이다[2,3]. IMPLANT는 소자 제작 시 실리콘에 불순물을 주입하여 주는 공정이다[4,5]. 붕소(B),인(P),비소(As)와 같은 불순물을 수십에서 수천Kev의 에너지를 가지게 하여 실리콘 표면 안으로 수십에서 수 만Å의 깊이 까지 이온을 넣을 수 있다. 주입되는 깊이는 에너지를 조절하여 선택할 수 있고 불순물을 선택하여 N-Type 또는 P-Type 반도체를 제조할 수 있다. 이온주입의 장점은 주입되는 불순물의 량을 정확히 조절할 수 있다는 것이다. 주입 후 약600~1000℃ 정도의 온도에서 열을 가하여 주입영역을 어닐링 함으로써 실리콘 내의 불순물의 농도를 E14~E21원자/cm² 사이에서 정확히 얻어낼 수 있고 에너지를 조절하여 침투 깊이를 조절 할 수 있다. 이온주입 장비 분류는 이온 빔의 생성 정도에 따라 중전류 이온주입(Med Current Ion Implantation) 과 고전류 이온주입(High Current Ion Implantation)으로 나누고 전압 방식에 따라서 고전압 이온주입(High Energy Ion Implantation)으로 나누어진다.

3. Source Head ass'y 개발방법

3.1 els(extended lift ion source)

Source Head의 life time이 단축되는 이유는 낮은 진공에서 fil on 하였을 경우 short의 원인이 된다. ion 화 과정을 살펴보자. NV-GSD/HE ELS(Extended Life Source) 와 기존 BERNAS SOURCE의 가장 큰 차이는 CATHODE 이다. ELS는 Cathode 열전자로 이온화를 하기 때문에, Filament는 직접 Plasma 상태에 노출되지 않아서 절연 불량 문제가 없으며, Arcing에도 강하게 되어 Life Time이 길어지게 된다.

3.2 repeller

그림 2와 같이 repeller는 arc chamber로 부터 분리되어 있으며, fil부터 열전자가 방출하여 fil 앞에 정착하여 arc로 바로 갈수 있는 전자를 효율적으로 관리 할 수 있다. magnet는 열전자의 이도거리를 증가시킬 수 있으며, 열전자의 나사형 운동을 유도하여 gas와의 충돌을 돕는다. 이때 min 0.3mm이내의 회전 반경이하에 대하여 조절을 할 수 없도록 하였다.

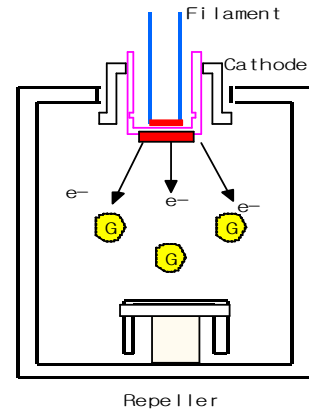


그림 1, Repeller

3.3 extraction

MANIPULATOR란 SOURCE HEAD에서 EXTRACTION된 BEAM이 ELECTRODE를 지날 때 MOTOR 구동에 의해 전후, 좌우, 상하로 조정하여 EXTRACTION BEAM을 최대로 뽑아내어 최고의 BEAM CURRENT를 얻을 수 있도록 하는 ASS'Y이다. 역으로 홀러 들어가는 전자의 수량이 증가를 하다는 것은 extraction 전류 증가를 초래한다. 이를 억제하고자 suppression voltage를 걸어준다.

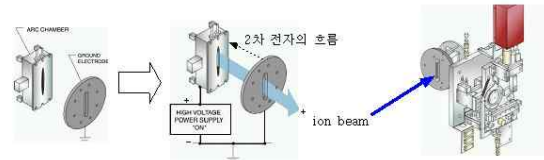


그림 2. Extraction 과정

3.4 suppression electrode

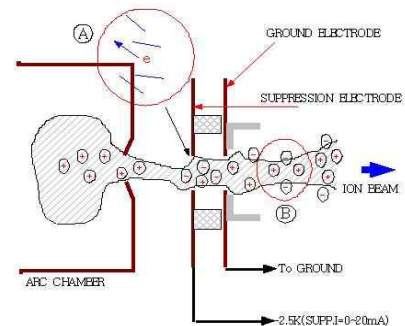


그림 3. suppression electrode

- A : SUP. ELECTRODE에 부딪힌 ION은 2차 전자를 발생시키고 X-ray를 발생시킨다.
- B : GROUND ELECTRODE에 부딪힌 2차 전자는 SUP. VOLTAGE 때문에 ARC CHAMBER 쪽으로 진행하지 못하며 다시 + 이온과 어울려 진행하게 된다.

suppression electrode는 ground electrode 주위에 머물러 있는 gas 분자와 빔의 충돌에 의해 발생된 전자들이 arc chamber로 되돌아가는 2차 전자와 + ion이 충돌하여 X-ray를 방출하는 것을 방지하며, 또한

이 전자들을 빔과 합류시켜 양이온으로 구성된 빔이 분산되는 것을 space charge neutralization(중화)을 통해 방지하는 역할을 한다.

4. Source Head 개발 및 기대효과

- ARC CHAMBER SIDE SLIT 적용
효과 : 고가 부품에 대한 대책안 확보

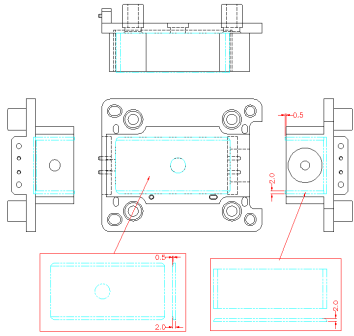


그림 4. ARC CHAMBER SIDE SLIT 적용

- CATHODE REPELLER
효과

- CATHODE REPELLER : 이온화 효율 극대화
- GAS NOZE : 공중 분산 방식을 적용하여 GAS 손실 억제
- REPELLER INSULATOR : 오염으로부터의 수명 연장 극대화 가능

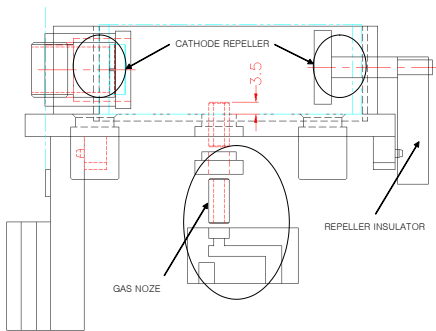


그림 5. CATHODE REPELLER

- ARC SLIT ROUND HOLE 적용 TOP PLATE
효과 : BEAM LOSS 최소화

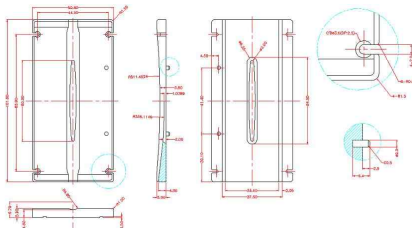


그림 6. TOP PLATE

5. 결론

본 연구는 이온주입(Ion Implanter)장비의 성능향상 및 재현성 있는 Source Head를 개발하기 위한 논문이다. Cathode의 면적을 확장함으로써 열전자의 영향성으로부터 보다 높은 Life time을 유지할 수 있도록 열전자 방출의 면적을 현재의 Size에서 확장하고 두께는 현재의 값을 유지하도록 하였으며, Filament로부터 발생하는 열전자의 원활한 방출을 유지할 수 있도록 하였다. 한 개의 열전자 방출방식에서 두 개의 열전자 방출 방식으로 개발될 경우 충분한 열전자를 방출할 수 있어 Plasma 량을 증가할 수 있다. 기존에는 열전자의 방출로 인한 추가적인 전자의 유입으로 인하여 부품의 수명연장의 기술을 가질 수 없었으나 열전자와 2차 전자에 바이어스라는 새로운 전자를 도입함으로써 2차 전자의 충돌을 막을 수 있었으며 이러한 바이어스 전압에 의하여 부품의 수명을 연장하는 효과를 얻을 수 있다. Arc Chamber 내에 원자를 유입하는 방식에서의 특징으로 기존에는 Gas의 손실이 많아 원자의 이온화에 대한 열전자의 소모성을 증가하는 원인을 제공하였으나, 본 개발에서는 원자의 유입방식을 공중 분산방식으로 적용함으로써 열전자의 손실로 발생하는 부분을 억제하는 효과와 Arc Chamber의 압력을 낮게 가지고 갈 수 있고 Chamber의 오염을 억제하는 효과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

- [1] 이진욱, 신동남, 고동준, 김경태, “저온플라즈마(NTP)를 이용한 1,2-Dichlorobenzene 분해 특성 및 부산물 연구”, 대한환경공학회2005춘계학술발표회논문집, p.501~508, 2005.
- [2] 김인수, 이철욱, 배인호, 최현태, 손정식, 김영일, “PICTS 방법에 의한 Boron 이온을 주입시킨 반절연성 GaAs 의 깊은 준위에 관한 연구”, 전기전자재료학회논문지, 8권, 4호 p.426, 1995.
- [3] 윤상현, 광계달, “Retrograde Well 형성을 위한 고에너지 이온주입에 대한 연구”, 전기전자재료학회논문지, 11권, 5호, p.358, 1998.
- [4] 전중환, “플라즈마 이온 주입 장치의 개발”, RIST 연구논문집, 16권, 4호, p.366, 2002.
- [5] 정원채, “실리콘에 MeV로 이온주입된 인의결함 분포와 profile에 관한 연구”, 전기전자재료학회논문지 10권, 9호 p. 881, 1997.