

## 마이크로 일렉트로닉스에서의 眞空의 역할

오늘날 Monolithic thin-film 반도체의 제조와 검사, 그리고 밀접히 연관된 Microelectronics 제품 등은 여러 제작과정을 섬세한 진공기술에 의존하고 있다.

본고에서는 일반적인 진공펌프, 밸브, gauge, 또는 유지, 보수 등의 기본운용에 대하여 초점을 맞추고자 한다.

진공 기술의 의미는 이상적일 수 있겠으나 실지로는 이상적 상태가 아니다. 현대 국제적 상당어구로 절대적, 상대적 진공을 나타내는 단위로는 파스칼을 사용한다.

진공 기술의 전문가에 의하면 오늘날 초진공 반도체 공정은 초진공 펌프(high vacuum pump)의 몇가지 유형이 사용된다고 한다. 이러한 공정은 Sputtering, Evaporation, Plasma Etching, Reactive Ion Etching, Ion Implantation, Electron-beam Lithography 등을 포함한다.

또한 이 초진공 펌프는 Transmission, Scanning Electron-Microscopy, Surface Analysis, Leak Detection, 그리고 Residual Gas Analysis 등과 같은 반도체 생산을 조력해 주는 여러 분석 공정에도 사용되고 있다. 초진공 펌프를 선택, 사용하며 또는 유지해야 하는 IC 생산 기술자들은 거의가 진공기술 분야와는 거리가 있다.

비록 두 분야나 과정들이 통용된다 해도 진공 기술자들은 전형적으로 동료로부터 또는 설비 공급자들로부터 배우고 있다. 어느 펌프를 사용해야 하는지에 관한 정확한 언급은 가능하지 않

지만 통합적 개념으로 다음 4가지의 유형이 거론될 수 있다.

① Diffusion Pumps : 소량의 오일 역류가 중요치 않은 고속 펌핑속도나 Semi-Clean Processes, 단순한 유지보수가 필요한 곳, 그리고 낮은 초기투자가 관리비용을 증가하는 곳 등에 사용.

② Cryogenic Pumps : Clean vacuum과 낮은 관리비용이 중요시 되며 드물지만 숙련된 유지보수가 필요로 하는 고속 펌핑과 Ultra-clean processes에 사용.

③ Ion Pumps : 거의 유지보수가 필요치 않으며, 아주 낮은 관리비용으로서,  $1 \times 10^{-6}$ 과  $1 \times 10^{-11}$  torr 사이를 유지하는 계속적 혹은 간헐적 순환진공으로 저속 펌핑과 Semi-clean에서 Ultra-clean processing에 사용.

④ Turbomolecular Pumps : 밸브나 정류조절 장치에 구애받지 않으며, 헬륨과 하이드로젠 Pumping, Quick Start-Up, 그리고 폭넓은 Operating range가 필요로 되는 중·저속 펌핑과 Semi-clean에서 Ultra-clean processes에 사용.

이상에서 보여주는 것은 상당한 타당성은 있겠으나 고려해야 할 요소도 많이 포함하고 있다.

### 펌프선택시 고려사항

- 1) 사용되어지는 Gas의 유형과 처리량
- 2) 수증기의 영향 여부
- 3) 일정압력 도달시간

- 4) 기본 압력과 실질 압력
- 5) 싸이클 주기와 빈도
- 6) 잔유 Vapor (residual oil)나 Hydrocarbon에 대한 내성
- 7) 펌프 입구온도
- 8) 微粒子 여부와 크기, 형태, 양
- 9) Atmospheric Dumping 발생 가능성과 빈도
- 10) 누출자기장의 문제
- 11) 장비의 진동과 주파수
- 12) 펌프 설치
- 13) 밸브, 정류조절장치, 콘택팅라인, Roughing Line의 사용방법
- 14) Roughing 혹은 Backing Pump의 종류
- 15) 펌프의 작동과 연동
- 16) 유지보수
- 17) 관리비용
- 18) 초기투자액 등.

투자 효율성과 적절한 선택을 위해 위와 같은 문제는 매우 중요시되어야 한다. 각 유형의 펌프에 대해 장단점을 고려하여 잠재적 공급자와 면밀히 펌프의 유형과 싸이즈를 고려해야 할 것이다. High Vacuum Pump의 장기적인 사용은 취급자와 펌프의 유지보수에 달려 있으나 각 펌프는 일장일단이 있다.

펌프싸이즈는 Pumpdown 회수의 이론적 견적과 비슷한 System들에서의 시행착오를 통해 얻어지는 공급자와 사용자의 경험을 필요로 한다.

펌핑속도와 Conductance Losses, Backstreaming, Operating Rang, 유지보수 등에 대한 세심한 배려는 Pumping System 과 Process를

가장 효율적으로 조화시킬 수 있으며, 최저의 비용에 Process 신뢰도와 System 수행능력을 극대화시킬 수 있을 것이다.

### IC제조와 眞空 메카트로닉스

眞空 메카트로닉스의 비교적 새로운 분야는 Vacuum-Compatible 디자인과 개발, 그리고 Vacuum환경의 Handling, Processing, Sensing Testing 등을 위한 컴퓨터 제어 메카니즘 등을 포함하고 있다.

반도체 제조를 위한 통합시스템 요소는 전형적으로 Process Vacuum Chamber, System Computer Control 등과 함께 Intelligent Mechanism, Sensor, 그리고 IC 생산과 검사에 필요한 측정장비 등이다. Vacuum Processing은 반도체 제조에 필수적이기 때문에 이러한 통합적 Mechatronics는 계속해서 좋은 와이퍼 제작 환경을 제공할 것이다.

앞의 정리된 분야는 데이터의 전송, 그리고 여러 유형의 에너지 등을 포함한다.

한가지 관심분야는 웨이퍼 조립의 Multichamber Processing System인데 이런 Multiprocess System들은 외부환경은 물론 각각 독립적으로 공정이 이루어지도록 한다(부분적 시스템 실패의 경우 신뢰성 높은 여분의 정보를 갖춤). 그리고 분산된 Control을 포함하는 공정 수정을 위한 변용능력을 갖추고 있으며 또한 신속한 설치와 보수를 위해 Module 방식으로 꾸며져 있다.

