

진공펌프의 소음 진동 측정을 위한 종합 성능 평가 장치 개발

류제담*, 정완섭*, 임종연**, 홍동표***

*한국표준연구원 음향진동 그룹, **한국표준연구원 진공 기술 센터, ***전북대학교

Development integrated Evaluation System for Measuring Sound and vibration of Dry Pumps

Je-Dam Ryu*, Wan-Sup Cheung*, Jong-Yeon Lim**, Dong-Pyo Hong***

*Acoustics & Vibration Group, Korea Research Institute of Standards and Science

**Center for Vacuum Technology, Korea Research Institute of Standards and Science

*** Chonbuk National University

요약

드라이 펌프(Dry Pump)는 청결을 요구하는 반도체 생산 공정에 많이 사용하고 있다. 오늘날 반도체 수요의 증가와 함께 드라이 펌프의 수요도 늘어나고 있다. 그에 각 반도체 회사들은 진공 펌프의 선정이 매우 중요한 문제 중 하나로 대두되고 있다. 진공 펌프를 위한 종합 성능 평가 장치의 개발은 이들 회사에서 요구하는 펌프의 성능을 종합적으로 평가함으로써 펌프 선정의 중요한 근거 자료로 사용할 수 있을 것이다. 본 연구에서 구축한 종합 성능 평가 장치는 진공 펌프의 최대 도달 진공도(Ultimate Pressure), 배기속도(Pumping Speed), 전력 소비(Power Consumption), 진동(Vibration) 그리고 음향 파워(Sound Power)등과 같은 종합적인 성능을 한번에 평가 할 수 있다.

는 반도체, 금속, 화학, 의약, 식품 그리고 냉동 건조와 같은 공업적인 용용에 사용된다. 특히 오늘날 반도체 소비의 급증과 함께 반도체 공정에서 드라이 펌프의 수요 또한 증가 하게 되었다. 반도체 공정에서 드라이 펌프는 Ion implantation, Etching, CVD 공정, PVD 공정[3]에서 사용되어지고 있다. 이런 공정상에서 펌프의 고장은 반도체 회사에 막대한 손실을 가져다주기 때문에 최근 반도체 회사에서 펌프의 선정은 매우 중요한 문제로 제기 되고 있다. 하지만 국내 각 펌프 회사들은 국부적인 자료만 제시 할뿐 특히 소음과 진동에 관한 자료를 제시 하고 있지 않다. 또한 이미 반도체 공정 라인에서 저 진공 펌프에 대한 연구[1]가 진행 되고 있지만 펌프 회사는 그런 연구를 뒤받침 해 줄 수 있는 기본적인 실험 장비나 자료를 가지고 있지 않다. 이에 진공 펌프의 종합 성능 평가 장치의 구축은 국내의 펌프 회사의 미흡한 장비나 펌프 성능 평가 자료를 보완 해 줄 수 있을 뿐 아니라 진공 펌프 연구 분야에 많은 기본 자료를 제공할 수 있을 것이다.

2. 진공 펌프의 종합 성능 평가 장치

1. 서론

드라이 펌프는 오일 회전식 펌프와 달리 공정 chamber 내에 형성되는 진공을 유지하기 위해 밀봉과 윤활 기능을 하는 오일이 들어 있지 않다. 따라서 드라이 펌프는 진공의 청결도가 공정에 치명적인 영향을 주

진공 펌프의 종합 성능 평가 장치는 크게 소음과 진동을 측정 할 수 있는 반 무향실, 최대 도달 진공도, 배기 속도 등을 측정 할 수 있는 테스트 챔버(Test Chamber) 그리고 데이터를 수집 할 수 있는 수집 장치로 크게 나눌 수 있다. 그림 1은 진공 펌프의 종합 성능 평가를

위해 한국 표준 연구원의 진공 기술 개발팀에 의해 개발되어진 장치의 개략도이다.

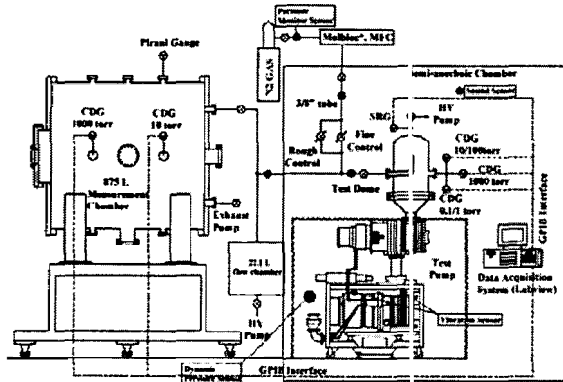


그림 1. 진공 펌프 종합 성능평가 장치

2.1 소음·진동 평가 장치

소음·진동을 측정하기 위해 반무향실이 구축 되었으며 성능평가는 ISO 3744[4]에서 명시하고 있는 기준 음원을 이용한 성능 평가 방법에 의해 이루어졌다. 반무향실의 성능 평가에 사용한 기준음원의 총 음향 파워 L_w 는 96.1 dBA로 실제로 측정한 기준음원의 음향 파워 값과 약 0.89 dBA 정도의 차이가 나왔다. 본 연구 결과 반무향실은 매우 정밀한 성능을 제공함을 명확히 입증하고 있으며 반무향실의 모양은 그림 2와 같다.

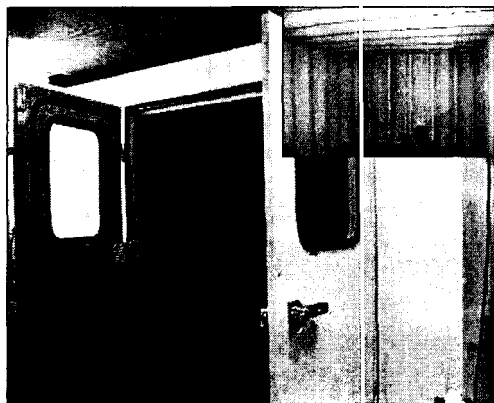


그림 2. 반무향실

그림 3은 음향 파워를 측정하기 위해 설치된 마이크

로폰의 모습으로 총 10개의 마이크로폰으로 구성 되었으며 펌프에서 0.5 [m] 떨어진 거리에 위치한다.

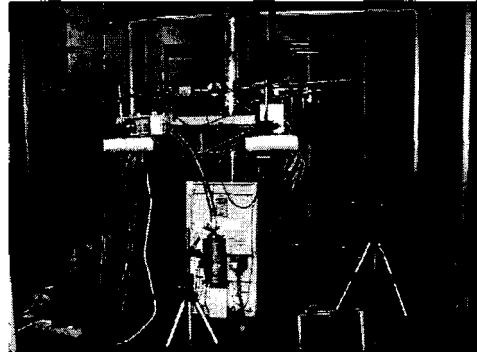


그림 3. 반무향실 내부에 설치된 마이크로폰

진동측정은 기어박스과 드라이 펌프의 3번째 단에서 각각 측정하였으며 가속도 센서가 부착된 모습은 그림 4와 같다.

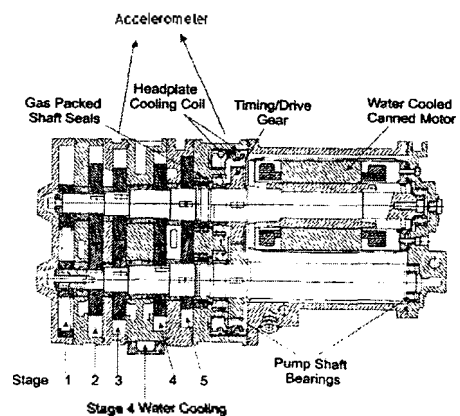
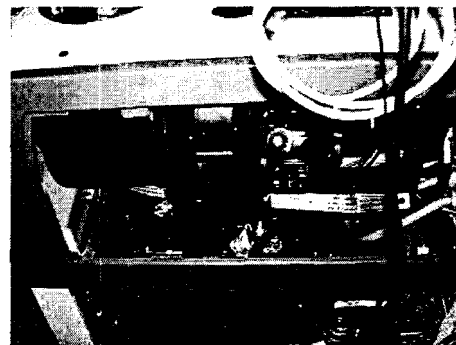


그림 4. 가속도 센서의 위치

2.2. 최대 도달 진공도 및 배기속도 측정 장치

최대 도달 진공도 및 배기 속도의 측정은 그림 1과 그림 3에서 보여주는 것과 같이 Test Dome, Measurement Chamber, N2 Gas를 이용하여 측정 할 수 있도록 설치되어졌다.

2.3. 데이터 수집 장치

수집 장치는 NI사의 A/D board가 장착되어 있는 두 대의 컴퓨터로 구성 되어 있으며 데이터는 Labview를 사용하여 실시간으로 저장 한다.



그림 5 데이터 수집 장치

3. 실험 결과 및 고찰

본 연구 결과는 최대 배기 속도가 600 [m³/h]인 한대의 새 드라이 펌프와 4대의 수리된 드라이 펌프를 대상으로 하였다. 그림 6은 드라이 펌프의 배기속도를 나타낸 것으로 기본적으로 새 펌프(2번 펌프)와 비슷한 성능을 보이고 있으며 3번 펌프가 다른 펌프들에 비해 좋지 않은 성능을 보여 주고 있다.

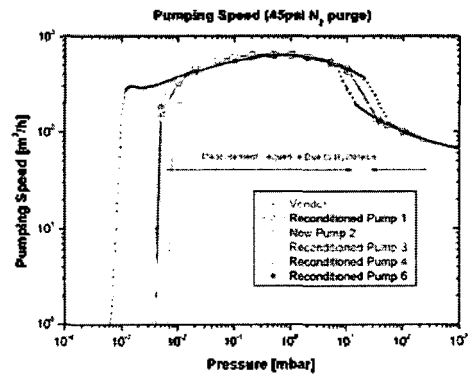
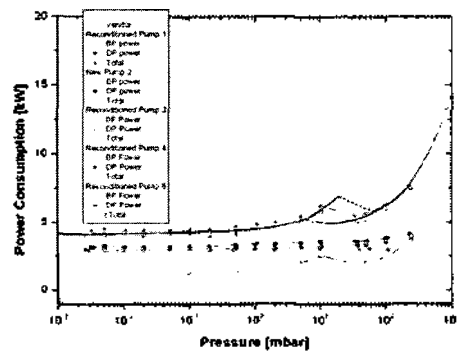


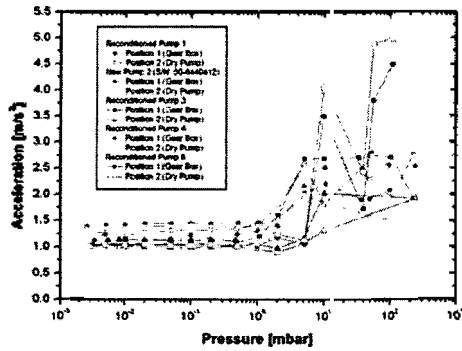
그림 6. 드라이 펌프의 배기 속도

그림 7은 5대의 드라이 펌프에 대한 소비 전력을 나타낸 것으로 메인 펌프(Main Pump)와 부스터 펌프(Booster Pump)의 전력 소비의 합이 회사에서 제시하는 값과 거의 일치함을 알 수다.

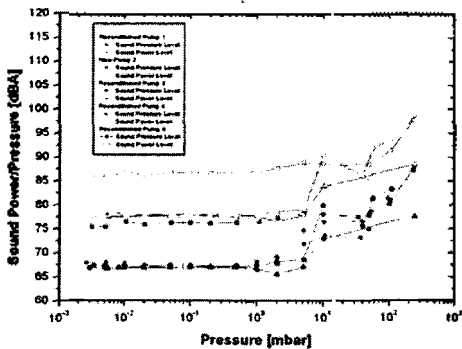


7. 드라이 펌프의 전력 소비

그림 8과 그림 9는 각각 드라이 펌프의 가속도와 음향 파워를 나타낸 것이다. 가속도와 음향 파워는 10⁰ [mbar]까지는 각 펌프의 고유의 초기값과 거의 일정한 값을 유지 하지만 그 이후 큰 폭으로 변화하고 있다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 특징은 진공펌프의 주 성능 평가의 대상이 되는 배기속도와 최고 도달 진공도의 성능의 차이가 거의 없지만 10⁰ [mbar] 이상의 부하 조건에서 드라이 펌프를 사용할 때 조심해야 한다는 것을 보여준다.



8. 드라이 펌프의 기속도



9. 드라이 펌프의 음향 파워 및 음압레벨

4. 결론

진공 펌프의 종합 성능 평가 장치의 개발은 진공 펌프의 기본 성능 평가의 항목인 배기 속도, 최대 도달 진공도, 소비전력의 평가 뿐 아니라 상태 진단 및 작업 환경에 중요한 영향을 미치는 소음과 진동 또한 측정할 수 있도록 개발 되었다. 그 결과 진공 분야와 관련된 항목에서 발견 할 수 없었던 특징들이 소음과 진동에서 뚜렷하게 나타남을 알 수 있다. 또한 이 모든 실험은 한 장소에서 동시에 이루어지기 때문에 시간상의 절약과 다양한 자료를 동시에 얻을 수 있다. 이 장치는 국내 진공 펌프 회사의 미흡한 진공 펌프 평가 시스템 보완의 길잡이 될 수 있으며 여기에서 획득한 자료는 진공 펌프 연구에 폭넓게 사용 할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Jong Yeon Lim, Wansup cheung, Yong Moon chol, Dae Jin Seong, Yong Hyeon Shin, Kwang Hwa Chung, "Mass Flow and Dry Pumping Characteristics for Low Vacuum Generation and Control on BIEN Technology", Trans Tech Publications.
2. Wan-Sup Cheung, Jong-Yeon Lim, Kwang-Hwa Chung, "A coustical Characteristics of Dry Pumps Designed for Semiconductor Processes", Inter · oise 2003, August 25-28, 2003.
3. Philip A. Lessard, "Dry Vacuum pumps for semiconductor processes : Guidelines for primary pump selection", 2002 American Vacuum Society, 31 January 2000
4. ISO 3744 : 1944. Acoustics-Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure Engineering Method in an essentially free field over a reflecting plane.