

# 진공도 변화에 따른 건식 진공펌프의 소음특성

## Noise Characteristics of dry pump according to change of vaccum degree

이현남\*.홍동표\*\*.이완형\*\*\*.정완섭\*\*\*\*

Lee Hyun-Nam, Hong Dong-Pyo, Lee Wan-Hyoung, Jung Wan-Sup.

Key Words : Vaccum dgree(진공도), Sound power level(음향파워레벨), Physical properties(물리적특성)

### ABSTRACT

This study reports on physical properties of the noise radiation caused by expansion of exhaust gas and vibration of pumps according to change of vaccum degree. The fundamental responses show that the sound power level radiated is proportional to the common logarithm of the degree of vaccum.

### 1. 서 론

산업이 발전함에 따라 컴퓨터나 대부분의 계측장비 등에서 반도체의 수요가 증가하고 있다. 국내 삼성 반도체의 경우 세계적인 반도체 공급회사로 확고한 위치를 확보하고 있으며 국가의 경제적 발전에 크게 중요한 부분을 차지하고 있다. 이러한 반도체 산업의 절대적 기술우위 확보를 위하여 고밀도·고정밀의 생산 공정과정의 필요성이 매우 절실한 실정이다.

특히 반도체의 생산에 핵심적인 것으로 웨이퍼의 Gas 증착 과정에서 여러 가지 다양한 가스를 사용하고 있으며, 이러한 반도체 제조 공정 과정에서 가장 필요한 진공도를 유지 하기 위해서 필요한 기계요소가 진공펌프이다. 각 공정에서 필요한 진공도를 유지하기 위해서 실제 반도체 공정 생산라인에는 수 천대의 진공펌프가 작동되고 있다. 이들 진공펌프가 오작동이나 작동중지가 일어날 경우 반도체 공정에 막대한 손실을 초래하게 되며 현재 반도체 공정관리의 가장 현안 문제가 되고 있으며 또한 이때 발생하는 진동과 소음으로

인하여 작업자의 환경 문제와 공정 정밀도의 저하를 초래하는 문제를 수반한다.

따라서 본 연구에서는 현재 실제 현장에서 사용되고 있는 진동 펌프에 대하여 잔향실법을 이용하여 펌프의 진공도 변화에 따른 소음 특성 분석을 수행 하였다.

### 2. 실험방법

#### 2.1 잔향실법

음향파위를 계산하는 방법으로 무향실법과 잔향실법으로 규정 하고 있는데 본 연구에서는 잔향실법을 이용하여 음압레벨을 측정후 ISO 3741:1988(SE)를 참고로 하여 음향파위를 계산 하였다.

#### (1) Calculation of Sound power

$$L_w = L_p + 10 \log \frac{T}{T_0} + 10 \log \frac{V}{V_0} + 10 \log (1 + \frac{S}{8V}) + 10 \log (\frac{B}{1000}) + 14 \tag{1}$$

$L_p$  : mean band pressure level

$T$  : reverberation time of the room, in seconds

$T_0$  : 1s

$V$  : Volume of the room

\* 표준과학연구원

E-mail : hnlee2000@yahoo.co.kr

Tel : (063) 270-2374, Fax : (063) 270-2388

\*\* 전북대학교 기계공학부

\*\*\* 충남대학교, \*\*\*\*표준과학연구원

$V_0 : 1m^3$

$\lambda$  : Wavelength at the centro frequency of the octave or one-third octave band, in meters.

$S$  : is the total surface area of the room, in square meters

$B$  : is the barometric pressure, in milibars.

2.2 측정 시스템 구성

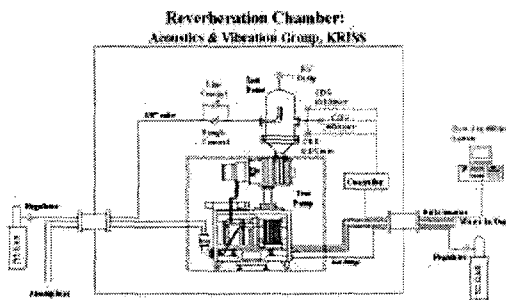


Fig.1 Schematic drawing of sound power measure system in reverberation room

Fig.1 에서 전체적인 잔향실에서의 음향과워 측정 시스템 및 실험장치의 개략도를 보여 주고 있다.

잔향실 밖에 소음과 압력을 측정하기 위한 측정시스템을 구성하였다.

잔향실안에 설치된 펌프에는 펌프의 흡입구에 챔버를 설치하여 진공도를 측정할 수 있도록 하였으며 진공도 변화를 발생시키기 위해 필요한 질소 가스 입력라인과 펌프의 냉각을 위한 냉각수 라인을 설치 하였다. 또한 진공펌프의 흡입구와 Chamber 중간에 벨로즈를 삽입하여 펌프의 진동이 Chamber 에 전달되어 소음측정에 발생될수 있는 오차의 발생을 방지하고 압력센서의 정밀도를 향상시키도록 하였다.

설치된 Chamber 에는 압력센서와 질소 가스 주입구를 부착 하였다. 가스 주입구에는 가스의 양을 조절할수 있는 밸브가 부착되어 있어서 흡입 가스를 조절하여 원하는 진공도를 유지할 수 있다.

장치 설치 후 본 실험에 들어가기 전에 B&K 2144 를 기준신호 발생장치를 통해 Calibration

하였다.

마이크로폰의 측정위치 및 측정점의 개수는 잔향실의 각각의 지점에서 측정한 음압레벨 deviation 값을 가지고 ISO 3741 (SE) 에 의거하여 Fig.2 에서와 같이 6 개의 측정점의 개수와 측정 위치를 결정하였다.

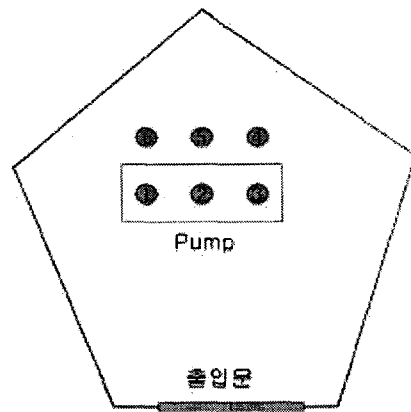


Fig 2. Microphone position in reverberation room

대략 30 분의 워밍업 후 도달 진공도를 파악한 후 먼저 이때의 진공도에서 음압레벨을 측정 하였다.

다음으로 Chamber 의 흡입 질소개스의 양을 조절해 가면서 진공도 변화에 따른 음압레벨을 측정 하였다.

측정 장비는 B&K2144 와 SONY DAT 를 이용 하였다.

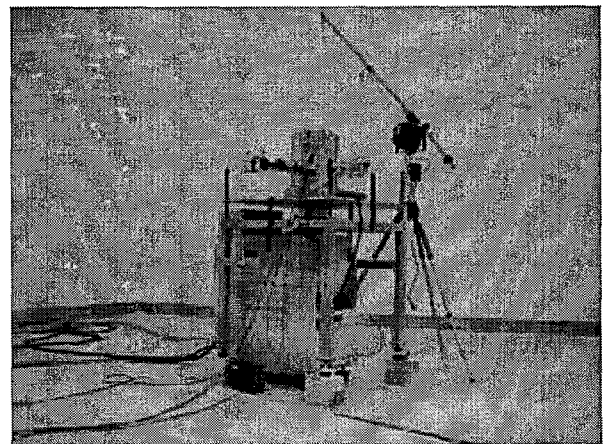


Fig 3. Photograph of measuring the sound power of a vacuum pump in the reverberation room

Fig3은 실제 측정 모습을 보여준다.

2.3 실험조건 및 사용된 마이크로폰 사양

Table.1 실험조건

	Serial number	Sensitvity	Gain
Mic	871472	-26.4dB re. 1V per pa or 47.9mv per Pa	10dB
측정시간	2분	마이크위치	6점
측정압력	12개	온도	25도

2.4 소음 계측 장치(SONY DAT&B&K2144)

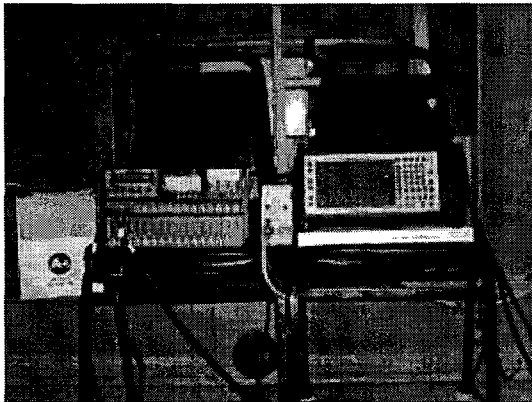


Fig.4 계측 시스템 장치

Fig.4는 소음측정 시스템을 보여 준다. 각각의 지점에서 B&K(2144)에서 음압을 2분간 Linear Averaging 하여 1/3 옥타브 밴드로 측정 하였고 DAT에 저장 하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 1/3 옥타브밴드 음향파워

측정한 6 지점의 음압레벨값을 가지고 식(1)을 이용하여 잔향실법을 이용한 음향파워를 계산 하였다.

(1) 도달 진공도에서의 음향파워 레벨

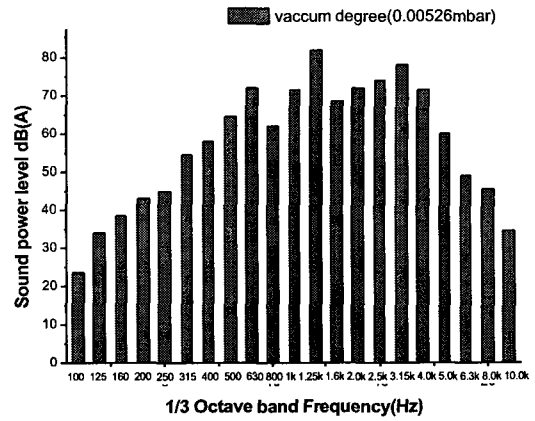


Fig.5 Soudpower level of dry pump according to the vaccum degree(0.00526mbar)

Fig.5는 도달 진공도(0.00526mbar)에서의 음향 파워레벨을 보여준다. 630k~ 3.15k 에서 지배적인 값을 가지며 1.25k 에서 가장 큰 값을 가진다.

Table.2 Overall sound power according to vaccum degree(mbar)

Pressure(mbar)	0.00526	0.01008	0.02025	0.05005
Overall sound power(dB(A))	86.5	86.2	86.6	86.5
Pressure(mbar)	0.1002	0.2018	0.503	0.996
Overall sound power(dB(A))	86.4	86.8	88.2	88.7
Pressure(mbar)	2.006	5.015	10.12	20.03
Overall sound power(dB(A))	89.0	89.7	92.1	92.3

Table.2에서는 압력변화에 따른 음향파워의 overall 값을 정리 하였다.

각각의 진공도 변화에 따라서 음향파워의 1/3 옥타브밴드 스펙트럼을 분석해본 결과 전체적으로 소음이 증가하는 경향을 가졌으며 진공도가 0.1mbar에 도달 할 때까지는 큰 변화량은 없었고 진공도가 점점 증가할수록 급격히 증가 하였다

(2) 진공도가 20.03mbar 일때의 음향파워 레벨

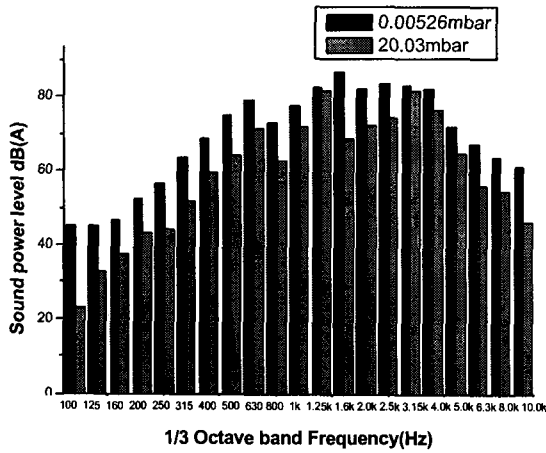


Fig.6 Soud power level of dry pump according to the vaccum degree(20.03mbar)

Fig.6 은 진공압력이 0.00526mbar 인 펌프의 도달 진공도 에서와 가장 큰 음향파워 레벨을 가지는 진공도가 20.13mbar 일 때의 음향파워 레벨 값의 1/3 옥타브 밴드별 변화량을 보여준다.

(3) 진공도 변화에 따른 음향파워 overall 값의 변화

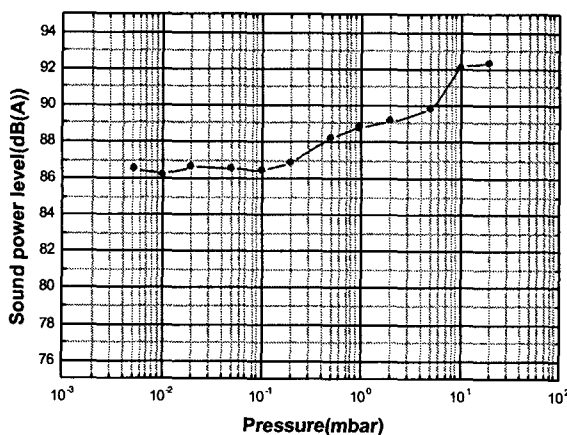


Fig.6 Soud power level of dry pump according to the vaccum degree

Chamber 진공도가 0.1mbar 일때부터 음향파워 가 어느정도 일정한 기울기를 가지고 증가 함을

알 수 있다.

#### 4. 결론

간향실험을 이용하여 진공도의 변화에 따른 펌프의 음향파워를 측정 분석 하였다.

진공펌프의 진공도의 증가에 따라서 전체적으로 소음이 증가하는 것을 알 수 있었으며 진공도가 0.1mbar 까지 변화할때는 거의 변화가 없었으며 그 이후에 일정한 기울기를 가지고 증가함을 알 수 있었다. 이때 소음증가의 원인은 기체의 팽창소음과 펌프자체의 구조적인 진동에 의한 소음의 합으로 표현되는데 이들의 전체소음에 대한 기여도는 차후에 수행될 진동실험분석과 음향 인텐시티측정등을 통해서 알 수 있을 것이다.

본 실험의 결과는 반도체 제작 공정에서 유용한 자료로 사용될 수 있으리라 사료된다.

#### 후 기

본 연구는 진공기반기술구축사업 중 진공펌프 내 구성평가 및 진동-소음특성 연구 결과를 통하여 이루어졌습니다.

#### 참고문헌

- (1).Takahisa Shimada, Takesaburo Yanagisawa and Kiyoushi Tagawa, 1990, "Characterization of Noise Generated by a Dry Pump by Using a Vane Vaccum Pump and Noise Reduction Methods". Noise Control Engineering.
- (2). ISO 3741(SE) 1988, Acoustics-Determination of sound power levels of noise sources-precision methods for broad-band sources in reverberation rooms
- (3).Wan-Sup Cheung, Jong-Yeon Lim, Kwang-Hwa Chung, 2002, "Experimental study on noise characteristics of dry pumps", Internoise 2002
- (4). A.P Troup and N.T.M Dennis, "Six years of 'dry pumping :A review of experience and issues", Edward High Vaccum Int.