BA 924

ISBN 978-89-6211-427-0 93550

소음을 잡아야 소비자를 잡는다.

배영문

목차

1. 소음, 소리 없이 건강을 해친다.
2. 소음이 없어야 시장에서 큰소리친다.
3. 단순한 소음을 넘어서 이제는 감성소음으로
4. 듣지 못하는 소음도 중요하다.

< 요 약 >

정숙한 생활환경을 추구하는 현대인의 희망과는 달리, 우리는 원하지 않는 소음 속에 시달리고 있는 것이 사실이다. 연이은 전화벨 소리와 통화소리, 프린터 작동소음이 끊이지 않는 직장의 일터뿐만 아니라 출퇴근의 대중교통 안에서도, 어수선한 식당에서도 우리는 소음에 시달리며, 집에서 휴식을 취하는 순간조차도 소음에서 완전히 해방되지 못하는 실정이다.

본 보고서에서는 소음에 대한 기본적인 특성을 언급하고, 소음과 진동의 관계를 간단하게 설명하였다. 특히 가전제품들의 기본적인 성능이 확보된 이후에 소비자들이 민감하게 반응하는 소음 저감기술은 생산업체의 종합적인 기술수준으로 평가되며, 판매량에도 직접적인 영향을 끼치기 마련이다.

가전제품과 컴퓨터 주요 부품들을 중심으로 '저소음 마케팅'에 필요한 기본적인 소음발생현상과 저감대책안을 간단히 기술하였다. 언급된 제품들은 냉장고, 에어컨, 세탁기, 진공청소기, 디지털 TV, 하드 디스크 드라이브, 광디스크 드라이브 및 레이저 프린터 등이다.

이제는 단순한 소음 저감단계를 넘어서서 '태교(胎敎)' 까지 고려된 감성소음을 지향하는 단계이므로, 음질(sound quality)평가에 대한 기본적인 사항을 다루었다. 더불어서 우리 귀에 들리지는 않지만 엄연히 존재하는 소음(초저주파 및 초음파 소음)에 대한 중요성과 응용사례를 소개하였다.

1. 소음, 소리 없이 건강을 해친다.

□ 대한민국은 아직도 조용한 아침의 나라인가?

○ 조용한 아침의 나라였던 대한민국은 인구 5명중 4명꼴로 길거리와 지하철 등 공공장소에서 자동차소음, 확성기, 휴대전화 소음 때문에 스트레스를 받는 것으로 나타남.[1] 또한 홍콩에 본부를 둔 정치경제위험상담기구(PERC)의 2000년 조사자료에 따르면 대한민국은 특히 소음공해가 심한 나라로 밝혀짐. 이 점에 착안한 다양한 생산업체들의 '저소음 마케팅'은 필연적이라 할 수 있음.

<※ 어글리 코리안 >
종종 우리나라 사람들이 해외에서 '어글리 코리안(ugly Korean)'으로 욕먹는 경우가 생기는 이유 중에는, 아마도 우리들이 시끄럽기 때문이 아닐까 생각됨. 공항이나 비행기 안에서, 호텔 로비나 엘리베이터 안에서도 들뜬 마음으로 주변 사람들을 인식하지 않고서 심하게 떠들지나 않았는지 걱정될 따름임. 담배연기를 싫어하는 '혐연권(嫌煙權)'이 존중되듯이 조용한 환경을 추구하는 '정적권(靜寂權)' 또한 엄격히 지켜주어야 하지 않겠는가? 선진국은 '조용해서' 선진국이 아닐까 생각됨.

자료 : 「사종성, 강태원, "알기 쉬운 생활 속의 소음진동", 청문각, 2007/2」에서 발췌하였음.

- 인간이 가장 살기 좋은 환경은 실내온도 18~20 ℃, 습도 40~70 %, 조도 300 룩스, 소음은 50 dB(decibel) 이하임. 가전제품를 비롯하여 컴퓨터 주변기기에서 발생하는 소음레벨(noise level) 수준은 적어도 50 dB 이하의 수준을 유지하는 것이 첫 번째 목표라 할 수 있음.

1) 삼성생명공익재단 사회정신건강연구소 조사자료 1999년

□ 소음의 정의

○ 소음과 dB 값

- 소음은 인간이 원하지 않는 소리(unwanted sound)로 정의
- 소음을 나타낼 때 사용하는 단위는 dB(decibel)이며, 이를 소음레벨(noise level) 또는 음압레벨(sound pressure level, L_p)이라 하고 다음과 같은 수식에 의해서 구해짐

$$\text{dB 값 } (L_p) = 10 \log_{10}\left(\frac{P^2}{P_{ref}^2}\right) = 20 \log_{10} \frac{P}{P_{ref}}$$

여기서 P : 발생하는 소음의 음압(sound pressure, pascal)

P_{ref} : 기준 음압(최소 가청압력), 20×10^{-6} Pa (pascal, N/m^2)

○ 음압변화에 따른 dB 값의 변화

- 소음을 발생시키는 음압의 변화와 이에 따른 dB 값의 변화는 아래 표와 같은 관계를 가짐

< 소음의 음압변화에 따른 dB 값의 변화 >

음압의 변화	dB 값의 변화
2 배 증가	6 dB 증가
3 배 증가	10 dB 증가
4 배 증가	12 dB 증가
10 배 증가	20 dB 증가
100 배 증가	40 dB 증가
1000 배 증가	60 dB 증가
10,000 배 증가	80 dB 증가
100,000 배 증가	100 dB 증가
1,000,000 배 증가	120 dB 증가

- 소음레벨의 변화(dB 값의 변화)에 따른 인간의 반응은 아래 표와 같음

< dB 값의 변화에 따른 인간의 느낌 정도 >

음압레벨(dB 값)의 변화	인간이 감지하는 변화 및 느낌 정도
3 dB의 증감	소음의 변화를 인식할 수 있음
5 dB의 증감	뚜렷한 소음의 변화를 인식함
10 dB의 증감	2배(또는 1/2)의 차이점을 인식함
15 dB의 증감	매우 큰 차이점을 인식함
20 dB의 증감	4배(또는 1/4)의 차이점을 인식함

○ 인간의 가청(可聽)주파수(audible frequency) 영역

- 인간이 들을 수 있는 가청주파수 영역은 20~20,000 Hz 범위에 국한됨
- 이 영역을 벗어나면 실제 소리가 나고 있음에도 불구하고 인간은 소리를 듣지 못하여 아무 소리도 나지 않는다고 생각함
- 가청주파수 영역이라 하더라도 낮은 주파수의 소리는 잘 듣지 못하지만, 주파수가 높아질수록 적은 소리도 잘 듣게 되며, 가장 민감한 주파수 영역은 대략 1,000~4,000 Hz 의 범위임

□ 소음과 진동은 닭과 달걀 같은 관계인가?

○ 진동 dB 값의 정의

- 소음과 진동현상을 나타낼 때 사용되는 단위도 dB로 동일하지만, 진동레벨(vibration level)을 뜻하는 dB 값은 소음과 달리 아래 수식으로 구해짐

$$\text{진동 dB 값} = 20\ \log_{10} \frac{a}{a_{ref}}$$

여기서 a : 진동하는 물체의 가속도(m/s^2)

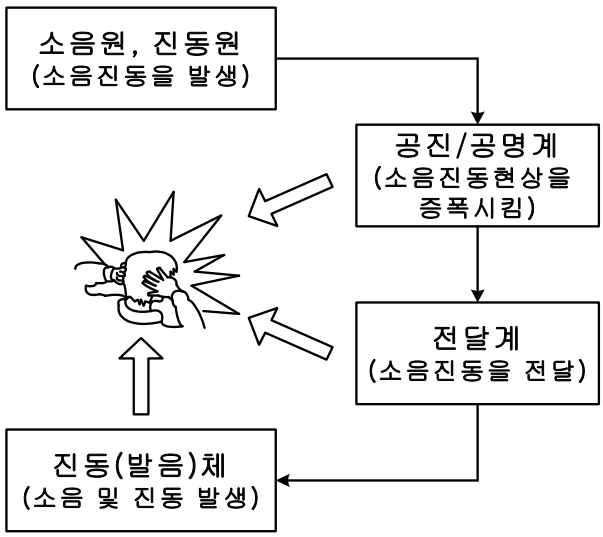
a_{ref} : 기준 가속도, $1 \times 10^{-6}\ \ m/s^2$

○ 소음과 진동현상은 매우 밀접한 관계

- 소음과 진동의 관계는 마치 닭과 달걀 같은 관계라 볼 수 있음. 그 이유는 가전제품을 비롯하여 자동차와 같은 수송기계 등에서 발생하는 소음은 대부분 진동현상으로 인하여 유발되기 때문임.
- 인간이 감지하는 진동현상은 매우 낮은 진동 주파수(0.1~500 Hz) 영역에 국한되며, 30 Hz 이상의 진동현상은 눈으로 감지하지 못하고 촉감으로 감지할 수 있을 정도임. 여러 기계부품들에서 문제되는 소음현상은 이러한 진동이 제대로 절연(vibration isolation) 되지 않고 여러 부품들로 전달되어 결국은 소음을 발생시키는 에너지원으로 작용하게 됨.
- 자동차의 엔진이나 가전제품의 모터와 같은 동력원의 내부 부품들이 작동과정에서 움직임(회전 및 직선운동으로 인한 진동현상)으로 인하여 소음이 직접 발생하기도 하지만, 거의 대부분의 소음문제는 진동현상이 기계부품이나 가전제품들의 구조물을 통해 전달되면서 취약한 부품들이 미세하게 떨면서(진동하여) 소음으로 방사되기 마련임.

○ 소음현상을 저감시키기 위해서는 중요 부품들의 진동감소가 필수적
- 소음의 발생 및 전달과정은 아래 그림과 같이 정리할 수 있음.

< 소음현상의 발생 및 전달과정 >



□ 소음의 악영향

○ 소음의 인체영향

- 소음은 소리 없이 우리들의 건강을 갉아먹는 존재라 할 수 있다. 소음은 청각장애, 집중력 저하, 수면방해를 일으키고, 신경을 날카롭게 하여 공격성향을 높이게 됨. 또한 소음은 귀뿐만 아니라 소화기관, 뇌, 순환기 등의 신체 곳곳에 악영향을 끼치고, 혈압과 심혈관 질환을 크게 악화시킴.

○ 소음과 임산부(태교를 고려한 저소음 마케팅)

- 소음은 특히 임산부에게 큰 영향을 끼침. 국내에서 1990년대 중반부터 40대의 사망률이 급격하게 높아진 원인도 당시 40대가 6.25전쟁이 한창이던 1950년대 초반에 잉태되었기 때문에, 당시의 시대상황으로 인하여 임산부의 극심한 스트레스와 과도한 소음에 크게 노출되었다는 사실과 무관하지 않다는 주장도 있음. 국가의 경쟁력은 바로 정숙한 환경에서 태교(胎敎)에 힘쓰는 임산부의 태중(胎中)에 있다고 해도 과언이 아님.
- 가임여성의 주부가 주로 사용하는 가전제품을 비롯한 주방기기 등에서도 임산부를 배려한 -태교를 고려한- 저소음 마케팅이 중요한 시점임.

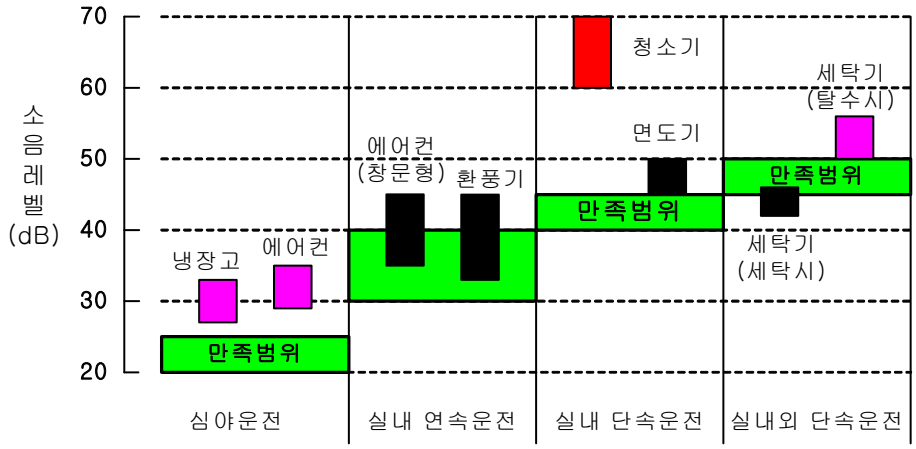
2. 소음이 없어야 시장에서 큰소리친다.

□ 저소음 가전제품들의 조용한 인기몰이

○ 가전제품의 소음

- 과학기술의 발달과 생활수준의 향상으로 우리들은 수많은 가전제품 속에서 생활하고 있으며, 이들 제품에서 발생하는 소음은 편안한 주거환경을 방해하며 소비자들에게는 소음저감여부가 생산업체의 종합적인 기술수준을 평가하는 척도로 인식되고 있음. 최근 주택의 단열설계 및 외부창호의 개선으로 말미암아 실내 거주공간의 방음성능이 크게 향상되면서 외부소음보다는 가정 내에서 발생하는 가전제품들의 소음에 대한 문제가 크게 대두되고 있음.
- 특히 백색가전 분야는 제품의 경쟁력은 성능과 소음에 의해서 주로 좌우되는데 이 중에서도 성능은 거의 평준화가 되었으므로, 소음특성과 기타 특수 기능여부로 경쟁이 이루어지고 있는 실정임.
- 대부분의 가전제품에서 가장 문제되는 소음은 팬소음(fan noise)이며, 소비자들에게 직접 인식되어 상당한 불쾌감을 주기 마련임. 팬소음은 기류의 유동에 의해서 발생하므로 넓은 주파수 대역을 가져서 효과적인 저감방안을 강구하기가 쉽지 않음. 따라서 생산업체에서는 팬 자체의 소음저감뿐만 아니라 팬이 장착되는 부위의 진동절연(vibration isolation) 및 공기유동과 관련된 부품들의 형상 최적화를 통한 저소음화가 설계과정에서 선행되어야 함.

< 주요 가전제품들의 소음레벨 수준비교 >



○ 냉장고

- 24시간 연속으로 가동되므로 사용자의 의지와는 상관없이 단속적인 작동(intermittent operation)으로 인한 소음이 발생하며, 특히 주변 소음이 사라진 심야시간에 발생되는 낮은 주파수의 소음이 문제될 수 있음.
- 환경 친화적인 대체냉매는 기존의 프레온 가스에 비해서 압축비의 상승과 고효율화가 필요하므로 압축기에 의한 소음이 증대되는 경향을 가짐.
- 냉장고의 전체 소음 중에서 압축기 소음의 비율이 약 60% 내외이며, 리니어 모터(linear motor)를 채택하여 소음을 저감시킨 사례가 있음.

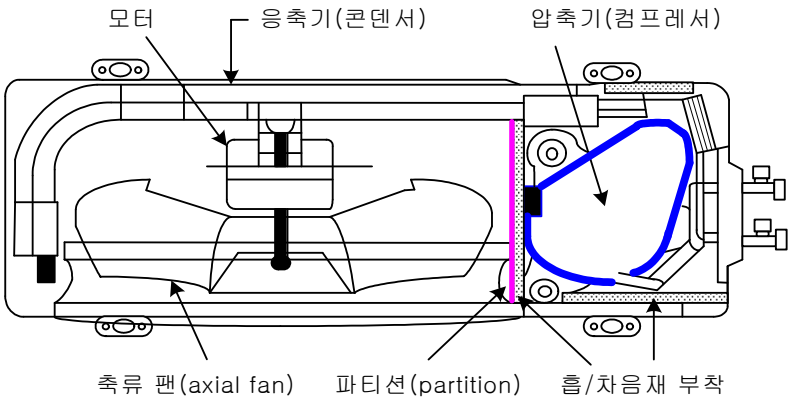
○ 에어컨 실내기

- 고급 아파트 침실의 실내소음은 25 dB 내외
- 에어컨 실내기의 소음은 송풍소음과 냉방소음으로 구분되며, 냉방소음이 지배적인 영향을 끼침. 냉방소음은 증발기 입구에서 발생하는 냉매소음이 주요 원인으로, 분배기, 분배관의 선정 및 증발기 유입냉매의 건도에 의해 크게 좌우됨.
- 분배기의 형상변경 및 증발기 입구의 냉매 건도감소로 인한 냉방소음의 개선이 가능함.

○ 에어컨 실외기

- 실내기에 비해서 실외기는 압축기(컴프레서)의 가동 및 큰 열 교환이 이루어지므로 상당한 방사소음이 발생
- 주택 밀집지역이나 아파트와 같은 공동주택에서는 콘크리트 벽체 등에 의한 반사음이 실내로 크게 전달되는 경우가 많음.
- 실외기 소음은 팬소음보다는 압축기 소음이 지배적이므로, 실외기 본체의 흡음 및 차음재료의 적용, 실외기 캐비닛(cabinet) 구조의 개선이 효과적임. 특히 압축기실의 파티션(partition) 두께와 틈새조정이 소음감소에 민감한 영향을 줌.

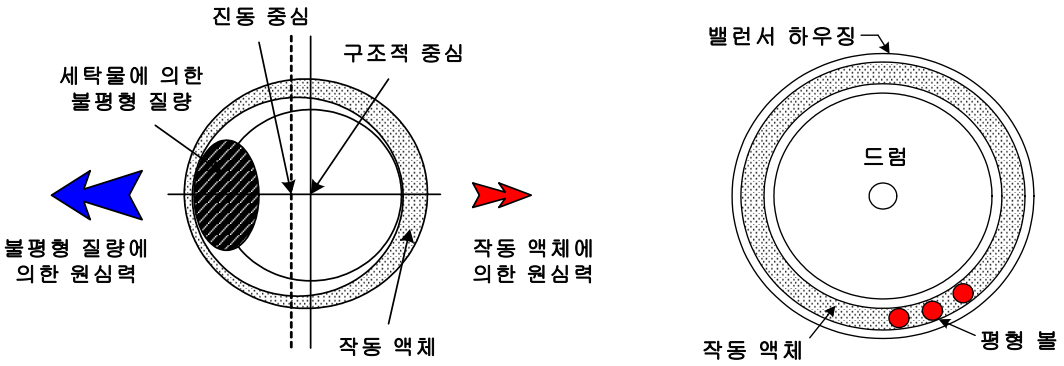
< 에어컨 실외기의 주요 부품 및 흡/차음재료 적용사례 >



○ 세탁기

- 탈수과정에서 발생하는 소음이 가장 큰 문제이며, 맞벌이 부부의 증가로 심야에 세탁기사용이 증대되어 공동주택에서는 문제를 발생시킬 수 있음.
- 세탁물의 불평형(unbalance) 질량을 개선시키는 볼 밸런서(ball balancer)의 채택(과거에는 액체 밸런서(fluid balancer) 사용), 세탁기 본체의 제진강판 적용, 전동기의 직접구동(direct drive), 전동기 몸체의 흡음 및 차음재료의 적용 등으로 세탁기에서 발생되는 소음을 저감시킬 수 있음. 또한 세탁기 이동시 스스로 평형을 잡아주는 오토 레그(auto leg) 장치 적용사례도 있음.

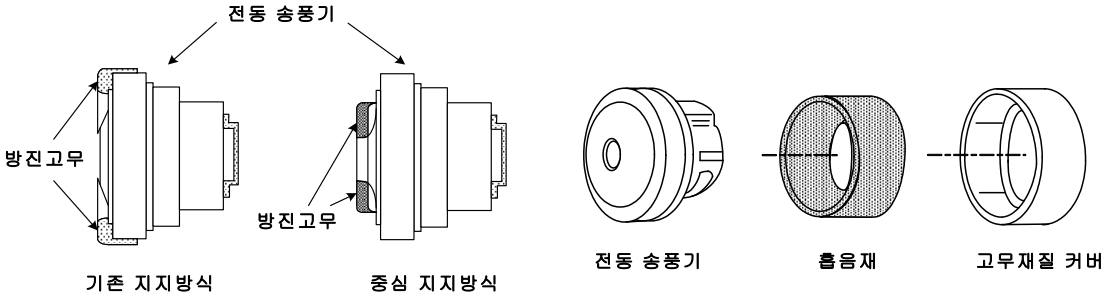
< 세탁기의 불평형 질량 개선사례, 액체 밸런서(좌측) 및 볼 밸런서 >

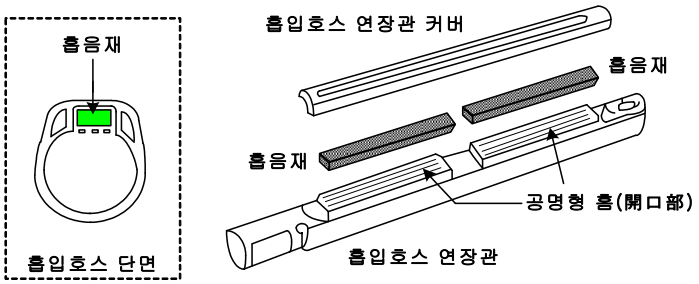


○ 진공청소기

- 가전제품 중에서 가장 큰 소음을 발생(70~80 dB). 진공청소기의 소음으로 인하여 전화벨이나 초인종 소리를 못 듣거나, TV 시청 등을 방해받는 경우가 많음.
- 진공청소기의 흡입구에서 발생하는 공력소음은 사용자의 전면부위에서, 본체의 모터소음은 사용자의 후면부위에서 발생하는 특성을 가짐.
- 하지만, 진공청소기의 작동소음을 통해서 오히려 청소기가 강하게 먼지를 빨아들이고 있음을 느낄 수 있다는 양면적인 특성을 가짐. 이는 진공청소기의 정숙성과 강한 흡입력에 대한 사용자의 느낌은 서로 상충(trade-off) 관계라 할 수 있음.
- 모터(전동 송풍기)의 중심지지방식, 흡음재료의 채택, 흡입호스 연장관의 공명기(resonator) 적용 등으로 소음을 저감시킬 수 있음.

< 진공청소기의 소음저감기술 적용사례 >





○ 디지털 TV

- 프로젝션, PDP, LCD TV 모두 소음진동문제가 대두되고 있음.
- 프로젝션 TV는 고화질을 구현하는데 필수부품인 틸팅 엑추에이터(tilting actuator)의 진동이 문제됨.
- PDP(plasma display panel)는 방전가스와 형광체를 이용하여 화면을 구성하므로, 고전압 사용에 따른 각종 소자들의 발열에 의한 과열문제가 불가피함. 따라서 과열을 막기 위한 냉각 팬, 방열핀(heat sink) 등에서 소음이 크게 발생할 수 있음. LCD TV 역시 내부 발열에 의한 냉각 팬의 사용이 필수적임.
- 디지털 TV의 냉각 팬으로 인하여 후면부위의 소음은 전면부위에 비해서 약 10 dB 정도 높음. 특히 디지털 TV는 벽면 가까이에 위치하는 경우가 많으므로, 냉각 팬소음의 벽면반사로 인해 심야시간 TV 시청에 악영향을 주게 됨.
- 팬 자체의 형상변경, 기류의 흐름개선, 변압기 내부 인버터 보드에 제진재(damping material)를 적용하여 1kHz 내외의 소음을 저감한 사례도 있음.

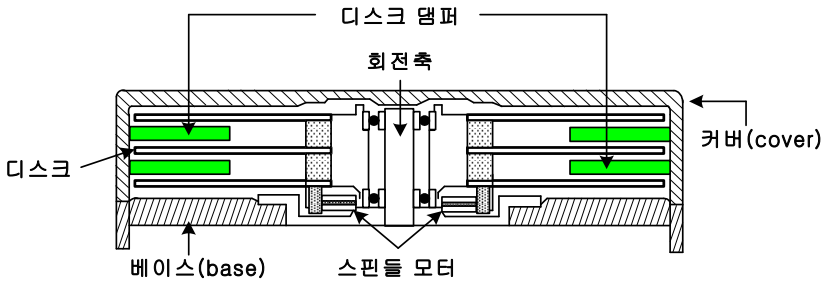
□ 도서관에서도 마음 놓고 컴퓨터를 써야 한다.

○ 반도체 기술의 혁신적인 발달과 함께 컴퓨터와 인터넷의 대중화로 인하여 일반가정에서도 다양한 멀티미디어의 정보를 취급하는 것이 일반화되었음. 따라서 개인용 컴퓨터에도 대용량의 정보 저장기기와 출력장치가 필요하게 되었음. 대표적인 정보 저장기기인 하드 디스크 드라이브(hard disk drive)와 광디스크 드라이브(optical disk drive), 레이저 프린트 등의 소음이 컴퓨터 사용자뿐만 아니라 주변 사람들에게도 피해를 주게 되었음.

○ 하드 디스크 드라이브

- 대표적인 정보 저장기기로 최근에는 MP3 플레이어, 휴대폰, 디지털 TV 등에도 널리 활용되고 있으며, 급격한 저장용량의 증대가 지속적으로 이루어졌음. 이러한 하드 디스크 드라이브의 고성능화는 결국 디스크의 회전속도를 크게 증가시켰으며, 이에 따른 소음과 진동현상이 매우 민감한 문제가 되었음.
- 하드 디스크 드라이브의 소음수준은 대기상태에서는 30 dB 내외, 데이터 검색 시에는 약 35 dB 내외이므로 일반 가전제품에 비해서 매우 낮은 수준이라 할 수 있음. 하지만, 사용자가 매우 가까운 위치에 있고, 하드 디스크 드라이브에서 발생되는 소음의 주파수 영역도 인간의 청각에 민감한 영역에 속하므로 소음여부를 즉각 인지할 수 있음. 최근 소비자들의 구매 경향은 정보 처리속도나 저장용량에서 벗어나 저소음 여부로 전환되는 추세라 볼 수 있음.
- 소음 저감대책으로는 유압(hydrodynamic fluid) 베어링의 채택, 커버 및 베이스 구조물의 흡차음재료 적용 및 재질변경, 디스크 댐퍼(damper) 등이 있음.

< 하드 디스크 드라이브의 디스크 댐퍼 적용사례 >

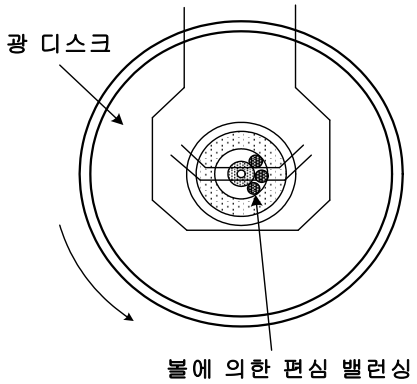


- 향후 플래시 메모리(flash memory)를 채용한 SSD(solid state disk)가 일반화되어 충분한 가격 경쟁력을 가질 경우, 기존 하드 디스크 드라이브에서 문제되던 열, 소음진동 및 크기 측면에서 급격하게 SSD로 대체될 것으로 예상됨.

○ 광디스크 드라이브

- 광디스크 드라이브의 주요 성능은 데이터의 전송률과 저장용량이라 할 수 있음. 이러한 성능을 높이기 위한 고용량, 고속화가 지속적으로 이루어짐.
- 하드 디스크 드라이브와는 달리 광디스크의 이동(교환)이 빈번하게 이루어지며, 광디스크 자체의 강성(stiffness)도 하드 디스크에 비해 크게 낮으므로, 공진(resonance)현상이 쉽게 발생할 수 있어서 다양한 소음진동문제가 유발됨. 또한 광디스크의 회전속도는 10,000 rpm 이상까지 도달되어 공력소음이 크게 발생할 수 있음.
- 광디스크 드라이브에서 발생하는 대표적인 진동현상은 편향, 편심, 불평형 질량이 주요 원인이며, 이에 따른 진동악화로 인하여 소음문제가 크게 확대됨.
- 광디스크 드라이브의 소음 저감대책으로는 디스크 센터링 장치(disk centering mechanism), 자동 밸런싱 장치(automatic ball balancing system), 진동 흡진기(dynamic vibration absorber) 등이 있음.

< 광디스크 드라이브의 편심 밸런싱 장치 적용사례 >



- 최근에는 블루레이(blu-ray) 디스크가 상용화되었으며, 향후 근접장 기록(near field recording, NFR)기술을 이용한 고밀도 광디스크 드라이브가 개발될 예정임.

○ 레이저 프린터

- 소비자들이 주목하는 레이저 프린터의 주요 성능은 인쇄속도, 해상도, 화질, 첫 장의 인쇄시간, 인쇄 시의 작동소음 등임. 이 중에서 소음진동현상과 연관되는 항목은 작동소음과 인쇄화질임.
- 프린터의 주요 부품 및 각종 롤러의 구동을 위한 기어열에서 발생하는 흔들림(진동)과 회전축의 조립유격에서 발생하는 진동현상이 레이저 프린터의 주요 소음원이 되며, 낮은 주파수의 특성을 가짐. 한편 인쇄용지 공급과정에서 용지 자체의 진동에 의한 소음도 크게 발생함.
- 소음 저감방안으로는 롤러의 편심관리와 함께 용지 가이드의 형상을 개선시키고, 인쇄용지의 이송과정에서도 급격한 각도변화를 조정하여 가이드와의 충격력이 저감되도록 설계하는 것이 중요함.

3. 단순한 소음을 넘어 이제는 감성소음으로

□ 원하는 소음(소리)만 살린다.

○ 가전제품에서 비슷한 가격대의 동급제품들 간에는 소음레벨(noise level)의 평가에서도 대동소이한 차이점을 가짐. 하지만, 일반 소비자들의 평가는 어느 회사제품은 조용하다거나, 다른 회사제품은 매우 시끄럽다고 다양하게 판단하고 있음. 그 이유는 바로 가전제품들의 작동소음에 대한 음질(sound quality)에서 해답을 찾을 수 있음.

- 컴퓨터를 비롯한 가전제품의 생산업체에서는 전체적인 소음을 낮추기 위한 지속적인 노력을 경주하는 동시에, 가장 듣기 싫은 소리부터 제어하는 것이 효율적임. 즉, 가전제품 등에서 발생하는 소음에 대한 불편함(또는 성가심, annoyance)은 소음레벨뿐만 아니라, 소음의 주파수 특성, 지속시간 및 인간의 청감특성에 영향을 받기 마련임.

○ 음질에 영향을 주는 객관적인 인자

- 라우드니스(loudness) : 주관적으로 느끼는 소리(소음)의 크기를 의미하며, 소음레벨과 밀접한 연관성을 가짐.
- 샤프니스(sharpness) : 높은 주파수의 소음과 연관되며, 주로 날카로운 음압신호를 인식
- 러프니스(roughness) : 15~300 Hz의 주파수 영역에 해당되는 소음의 진폭이나 주파수 변조 시의 거친 느낌을 나타내는 지표로 활용
- 변동강도(fluctuation strength) : 변조 주파수가 20 Hz 미만인 낮은 소음의 주기적인 변동을 감지하는데 활용

○ 음질에 영향을 주는 주관적인 인자

- 소리의 시끄러움과 조용함, 약함과 강함, 거칠음과 부드러움, 어두움과 밝음 등과 같은 여러 가지 소음의 특징들을 평가하게 됨. 음질의 주관적인

판단에서는 이러한 감성적인 느낌을 통계적으로 분석하여 지수화시킨 음질지수(sound quality index, 또는 평가 인덱스라고도 함) 등을 사용함. 음질평가에 사용되는 평가어휘를 간략하게 정리하면 아래 표와 같음.

< 음질평가에 사용되는 평가어휘의 적용사례 >

구분	한국어	영어
1	시끄러운 / 조용한	noisy / quiet
2	약한 / 강한	weak / strong
3	거친 / 부드러운	gruff / soft
4	어두운 / 밝은	dark / bright
5	불쾌한 / 유쾌한	unpleasant / pleasant
6	탁한 / 맑은	tick / clear
7	무딘 / 날카로운	dull / sharp
8	깜찍한 / 웅장한	pretty / magnificent

○ 가전제품의 음질 평가사례

- 냉장고 : 라우드니스와 샤프니스 특성이 소비자의 청감에 큰 영향을 주는 것으로 조사됨. 그 중에서도 샤프니스의 개선이 소비자의 평가에 결정적인데, 그 이유는 기존 냉장고의 소음 개선효과가 높은 주파수 영역에 집중되었기 때문이라 판단됨.
- 에어컨 : 라우드니스(또는 Zwicker's loudness라고도 함)가 주관적인 음질평가를 가장 잘 표현함. 하지만, 일부 사용자들은 에어컨에서 발생하는 작동소음으로 인하여 오히려 시원한 쾌적감을 느낀다는 청감반응도 있으므로, 에어컨 소음을 긍정적으로 느끼도록 하는 음질요소를 도출하는 것이 필요함. 참고로 에어컨 소음은 하모닉(harmonic) 성분이 제거된 소음과 대략 250~650 Hz 영역에 해당되는 소음의 음압레벨이 증가할수록 쾌적하다고 느끼는 긍정적인 반응이 증가하는 것으로 조사됨.

□ 원하는 소리를 레이저처럼 쏜다.

○ 대형 모니터나 디지털 TV의 사용이 증대되면서, 이들로부터 재생되는 소리를 사용자에게만 집중시키는 음향시스템에 대한 관심이 높아지고 있음. 이러한 수요에 맞추어서 스피커의 배열을 이용한 방법, 초음파를 이용한 소리의 집중기술들이 소개되고 있음.

○ 스피커의 배열을 이용한 소리의 집중

- 다수의 음원을 제거하여 한 공간에서 사용자가 원하는 영역에서는 소리가 잘 들리는 공간(bright zone)을 만들면서 동시에 원하지 않는 영역에서는 소리가 잘 들리지 않는 공간(dark zone)을 형성하는 방법
- 소리가 잘 들리는 공간과 들리지 않는 공간 사이의 음향 포텐셜 에너지(acoustic potential energy)의 비를 최대화시킴으로써 그 해결책을 제시
- 디지털 TV나 모니터에 적용가능한 스피커의 다양한 배열 시스템을 채택하여 음향학적으로 밝고 어두운 공간을 형성하는 연구가 진행 중임.

○ 초음파를 이용한 소리의 집중

- 미국 나스닥 상장업체인 아메리칸 테크놀로지(ATC)에서는 초음파를 이용한 소리 레이저 기술을 개발하였다고 발표하였으며, 이를 초음파 소리(hypersonic sound)라고 명명함.
- 기본 개념은 인간의 가청(可聽) 주파수 영역을 벗어난 초음파 영역인 100 kHz와 101 kHz의 소리를 동시에 스피커에 보내면, 스피커는 두 소리의 주파수를 합한 201 kHz의 소리와 두 소리의 주파수 차이에 해당되는 1 kHz의 소리를 동시에 내보내는 원리를 이용한 것임. 여기서 1 kHz의 주파수 영역은 인간이 민감하게 들을 수 있는 가청 주파수 영역임.
- 이러한 기술들은 미술관이나 박물관의 전시물 앞에 가면 자연스럽게 설명을 들을 수 있고, 해당 영역을 벗어나면 설명이 들리지 않는 무인 설명장치 등에도 널리 활용될 것으로 기대됨.

4. 듣지 못하는 소리도 중요하다.

□ 초저주파 음

○ 초저주파 음은 인간의 귀에 들리지 않은 20 Hz 이하의 낮은 주파수에 해당되는 음을 뜻함.

- 초저주파 음은 비록 귀에는 들리지 않아도 음압레벨이 높은 환경에 장시간 노출될 경우에는 청각손상을 받을 수 있음.
- 큰 북소리나 영화관, 공연장에서 심금을 울리는 것처럼 감동을 자아내는 소리 중에는 초저주파 음이 큰 영향을 줌.
- 초저주파 음은 슬픔, 불안감, 소름끼침 등과 같은 불안정한 감정과 혈압상승을 유발하며, 공장이나 비행장 부근에서 소리는 들리지 않지만 창문이 떨리는 경우라면 초저주파 음이 발생하고 있음을 증명한다고 볼 수 있음.

○ 초저주파 음의 응용사례

- 교회나 성당에서 경외심이나 경건함을 불러일으키기 위해 초저주파 음을 발생시키는 파이프 오르간을 약 250년 전부터 사용하고 있음.
- 홈 시어터(home theater)와 같은 음향기기에서 5.1 또는 7.1 채널과 같은 용어에서 0.1 채널은 초저주파 음을 재생하는 서브 우퍼(sub woofer)를 의미함.

□ 초음파 음

○ 초음파 음(ultra sound 또는 ultrasonic)은 인간의 가청영역을 넘는 주파수가 높은 음을 뜻함.

- 초음파는 전기나 빛과 같이 파동 에너지를 갖지만, 상대적으로 전파속도가 느리고 매질의 밀도(음향 임피던스)가 차이나는 곳에서는 쉽게 반사되거나 산란되는 특징을 가짐.
- 특히, 초음파가 특정한 매질을 통과할 때에는 감쇠되거나 위상의 변화, 통

과시간의 차이 등이 발생하는 특성을 가지므로, 이러한 성질을 이용한 각종 계측장비를 비롯한 산업장비와 의료기기들에 다양하게 활용되고 있음.

○ 초음파 소음

- 초음파 소음은 공기를 통해서 전달되는 일반적인 소음개념이 아닌, 사람이나 동물에게 부정적인 생체효과(negative bio-effects)를 유발할 수 있는 특별한 경우에 국한됨.

○ 초음파 소음의 응용사례 : 음파총탄

- 최근 고막에 엄청난 고통을 유발시키는 음파총탄(sonic bullet 또는 long range acoustic device, LRAD라고도 함)이 선진국에서 개발되었음.
- 이 장치는 음향 빔(acoustic beam)의 지향성을 향상시켜서 40 kHz의 중심주파수를 갖고, 약 140~150 dB에 해당되는 소음을 유발시켜서 견디기 힘든 두통과 함께 고막에 심한 압박감을 주어서 일시적으로 사람을 무력하게 만든다고 함.
- 난동군중, 테러리스트, 비행기 납치범들에게는 이러한 무기가 효과적일 수는 있겠으나, 무고한 어린이나 노약자 및 병약자에게는 큰 피해를 줄 우려가 있음.

○ 초음파에 의한 생체효과

- 역학적인 효과(mechanical effect) : 초음파의 생체조직 전파 시 나타날 수 있는 공동효과(cavitation effect)를 의미하며, 생체조직 내부에서 미세 기포가 생성·붕괴되는 현상
- 열 효과(thermal effect) : 초음파가 생체조직에 흡수되어 열 에너지로 변환되면서 생체조직의 온도가 상승하여 단백질 변성(protein denaturation)이나 조직의 괴사(tissue necrosis)가 발생하는 현상

○ 초음파의 음향안전지수

- 초음파에 의한 부정적인 생체효과를 감지하는 음향안전지수를 개발함.

- 역학지수(mechanical index, MI) : 2 미만의 값
- 열 지수(thermal index, TI) : 6 미만의 값을 반드시 유지
- 대부분의 초음파 진단기기는 영상모드의 종류와 관계없이 상기 안전기준을 만족하도록 음향파워를 제한하고 있음.

<참고문헌>

1. 사종성, 강태원, “알기 쉬운 생활 속의 소음진동”, 청문각, 2007
2. 한국소음진동공학회, “소음진동편람”, 1995
3. 사종성, 김한길, “자동차 진동소음의 이해”, 청문각, 2006
4. 김양한, “음향학 강의”, 청문각, 2005
5. 한국소음진동공학회지, 제18권4호(2008), 제17권2호(2007), 제13권2호(2003)
6. 중앙일보 신문기사 : 2008년1월4일, 2007년 6월26일, 2004년 12월17일, 2004년 6월23일, 2004년 5월28일, 2004년 4월27일
7. 조선일보 신문기사 : 2007년 12월13일, 2007년 5월7일