

# 다채널 마이크로폰 음향장치에 관한 연구

김철운

전남과학대학

## A Study on the Multi-Channel Microphone

Cheol-Woon Kim

### Abstracts

Today, stage technology is developing highly by application of digital computer. Performance is composed of audio/video and acoustic technology takes very important position in field of stage technology. Generally speaking, four factors of sound are loudness, pitch, sound timbre and duration. Loudness depends on sound pressure level, yet partly related with spectrum and duration. pitch depends mainly on frequency and have a relation with sound pressure and duration. sound timbre depends strongly on spectrum and have a relation with frequency.

In this paper, I designed a multi-microphone system which can used in broadcasting and performance stage with vicboss 200MHz-VHF wireless microphone and vicboss 900MHz-VHF wireless microphone. I also studied about multi-microphone which can use conveniently in the super play that needs many microphones. If this multi-microphone is produced, we could expect better sound quality and a big progress in stereo recording technology.

### 1. 서 론

마이크는 음압에 의해 생긴 진동을 받는 다이어 프레임과 그것을 소리신호로 바꾸는 변환부, 그리고 출력부의 세부분으로 나누어 구성되며, 무대 공연장에는 소리를 포착하기 위한 마이크 음향시스템이 반드시 설치된다. 대형 공연일수록 음향은 가장 중요시되고 있으며, 안정적인 음향 시스템은 무대공연의 성패를 좌우하다시피 한다.<sup>1)</sup> 마이크로폰이란 음파 또는 초음파를 받아서 그 진동에 따른 전기신호를 발생하는 장치로서 방송이나 레코드 녹음을 위한 음질의 향상을 위하여 여러 방식이 개발되어 있으며, 음파를 받기 쉬운 모양을 한 용기 속에 음파에 의해 진동하고 기계적 진동을 전기신호로 변환시키는 소자가 들어 있고, IC 증폭기와 그 전원용 전지를 내장한 것

도 있다. 무선 마이크로폰에서는 마이크로폰의 소자 자체가 소형 주파수변조 송신회로의 일부를 형성하도록 만들어지는 것이 보통이다. 소리를 소리신호로 바꾸는 변환기가 마이크로폰이다. 한 종류의 에너지를 다른 종류의 에너지로 바꾸는 에너지 변환기의 일종이라고 할 수 있다. 전기를 불빛으로 바꾸는 전등이나 열로 바꾸는 히터 같은 것이 전부 에너지 변환기의 한 종류이다. 또 마이크는 그 종류에 따라 카본, 크리스탈, 다이아믹, 리본, 그리고 컨덴서로 나누어진다. 카본 마이크는 전화기에 쓰이고 크리스탈 마이크는 무전기에 쓰이는데, 이 두 종류는 그 사용에 있어서 낮은 수준의 음질과 좁은 다이내믹 레인지 때문에 음향에서는 거의 사용되지 않는다.<sup>2)</sup>

본 논문에서는 200MHz-VHF 과 900MHz-VHF 무선마이크 모델을 이용하여 공연무대에서 사용될 수 있는 다채널 마이크로폰을 설계하였다. 설

계된 다채널 마이크로폰은 여러 개의 마이크를 사용하지 않으면 안될 대형 공연물에서 안정적이고 편리하게 사용되어질 수 있는 것으로 기대된다.

## 2. 이론적 특성

### 2.1 주파수 특성

음은 공기의 진동에 의해 전달된다. 1초 사이의 진동수를 “주파수”라고 하며 Hz 라는 단위로 표시한다. 진동수, 결국 주파수가 적어지면 저음이 되고 반대로 진동수가 많아지면 고음이 된다. 그러나 인간의 귀로 이 세상에 존재하는 모든 음을 듣는 것은 불가능하다. 사람에 따라 다소 차이는 있으나 일반적으로는 20Hz부터 15,000Hz까지의 음을 가청 주파수 범위라고 한다. 저음역, 중음역, 고음역에 대한 감도는 다르다. 마이크가 느끼는 주파수의 범위와 강도가 마이크의 주파수 특성이다.<sup>3)</sup>

### 2.2 지향특성

카메라는 렌즈가 향한 방향에 있는 화각내의 피사체를 잡는다. 그러므로 마이크도 이와 같은 범위에 적용된다. 마이크에는 향하는 방향의 음을 강하게 잡는 것도 있으며 마이크 주변의 모든 음을 한꺼번에 무선택적으로 잡는 것도 있다. 이와 같이 마이크를 향한 방향과 주위의 음에 대한 강도와와의 관계를 표현한 것이 마이크의 지향특성이다.<sup>4)</sup>

### 2.3 정면감도

구조나 성능에 따라 마이크의 흡입강도는 일정치 않다. 음압을 측정정면에서 받는 경우 얻을 수 있는 전기적인 출력을 정면감도라 하는데, 단위는 dB 로 표시한다. 물론 마이너스 60dB 보다도 마이너스 50dB 쪽이 높다.

### 2.4 최대입력 음악 레벨

Sound Pressure Level 은 일반적으로 마이크에 강한 음압이 입력되면 음이 찌그러진다. 따라서 어느 정도까지 강한 음이 깨지지 않게 잡히는가

를 알고 있을 필요가 있다. 마이크에 강한 음압이 가해질 때 찌그러지지 않는 상태로 잡을 수 있는 최대치의 레벨을 그 마이크의 최대입력 음압 레벨이라 한다. 이 레벨이 클수록 입력되는 강한 음도 찌그러지지 않게 수록하는 것이 가능한 마이크를 성능이 우수한 마이크라고 한다.<sup>5)</sup>

### 2.5 출력 임피던스

마이크의 출력단자에서 내부의 저항치를 표시한 것으로 1k $\Omega$  이하의 마이크를 “로 임피던스”, 2K $\Omega$  이상의 마이크를 “하이 임피던스”라고 한다. 이 저항치가 문제되는 것은 마이크 코드의 연장거리 때문이며 일반적으로는 하이 임피던스의 마이크는 잡음이 들어가기 쉽다. 따라서 연장거리는 5-6m 가 한도이다. 로 임피던스의 마이크는 잡음이 들어가기 쉽지 않기 때문에 20-30m 정도 연장하여도 거의 문제가 없다.

### 2.6 재료 및 구조

현재 사용되고 있는 방송용 마이크를 원리면에서 분류하면, 다이내믹형과 콘덴서형의 2종류로 대별된다. 반도체형은 카본형의 카본 대신에 반도체 소자가 들어간 것으로 생각할 수 있다. 카본형은 탄소입자의 집합체가 압력에 의하여 전기저항이 변화하는 것을 이용한 것으로 가장 역사가 오래 되고 또 가격이 저렴하나, 음질이 나쁜 결점이 있다. 방송 초기에는 방송용 마이크로폰으로서도 사용되었지만 오늘날은 일부 전화기의 송화기에만 사용된다. 크리스털형은 로셀염 등의 압전기 효과를 이용한 것. 압전 마이크로폰이라고도 한다. 감도가 높고 카본형에 비하여 음질이 양호하고 가격이 저렴하므로 가정용 테이프 리코더 등의 아마추어용에 많이 쓰이고 있으나 습기에 약하다. 가동코일형은 지름이 20-30mm인 가벼운 진동판에 코일을 장치하고, 이것을 자기장 속에서 진동시켜 코일에 유도전류를 발생시키는 형. 무지향성이며 10Hz 이상의 높은 음역까지 충분한 감도를 가지고 있고 리본형에 비하여 견고하다. 리본형은 자기장 내에 장치된 금속박 리본이 음파를 받아서 진동하여 유도전류를 발생시키는 형.

속도형이라고도 한다. 낮은 음역에서 높은 음역까지 고른 감도를 가지며, 1935년경부터 장기간 방송용 마이크로폰으로서 애용되었으나, 1965년경부터 콘덴서 마이크로폰이 나타나 근래에는 사용이 줄고 있다. 따라서 방송에서 인터뷰용 또는 가수의 무대용 리본형은 구조적으로 약간 약하고, 또 그 자석에 철분이 부착되기 때문에 특성이 나빠지는 결점이 있다. 전면과 배면에 감도를 갖는 쌍지향성 또는 전면방향만의 단일지향성의 것이 있다. 콘덴서형은 지름 10-20mm의 얇은 진동막에 같은 모양의 고정전극을 근소한 간격으로 마주보게 하고 콘덴서를 형성시킨 것. 음파에 의한 막의 진동은 정전용량의 변화로 전환된다. 따라서 원리적으로 콘덴서에 전압을 걸어 주기 위한 직류 전원이 필요하다. 그래서 종래에는 음악용의 주 마이크로폰에 사용되는 정도였으나 고체회로가 발달됨에 따라 이것을 마이크 내에 내장시켜 소형전지로 장시간 작동할 수 있게 되었기 때문에 방송용 마이크로폰에 많이 쓰인다. 보통 무지향성인 것과 가변지향성인 두 가지가 있다. 또한 압력형 콘덴서 마이크로폰으로서 대량 생산되고 있고, 라디오 카세트 테이프 리코더에 내장되기 시작한 것에 일렉트릭 콘덴서 마이크로폰 등이 있다. 이 방식은 바이어스 전원이 필요 없으므로 전치증폭기가 간단해지는 동시에 저렴한 가격으로 성능을 좋게 할 수 있다. 초소형 일렉트릭 마이크로폰은 넥타이 또는 옷깃에 부착하여 텔레비전 대담 프로그램에 많이 이용된다. 반도체형 마이크로폰은 기계적인 힘에 따라서 전기저항이 변화하는 응력 반도체를 사용한 것으로 소형·경량으로 만들 수 있는 특징이 있다. 동일한 원리에 의한 마이크라도 최근의 것은 제조 기술의 향상, 신재료의 개발 등에 의해 그 성능은 과거와는 비교할 수 없을 정도로 향상되고 있다. 또한 마이크 설계 방침도 모든 부부에 사용할 수 있는 만능의 마이크에서 특정한 용도를 위한 전문 마이크의 방향으로 바뀌고 있으며, 사용 방법도 다양하고 세분화되어 왔다.<sup>3)</sup> 스테레오음을 수음하기 위해서는 2개의 마이크로폰을 20~30cm 거리에 접근시켜 놓고 그 주축방향을 적당한 각도로 하여 수음한다. 2개의 지향성 마이크로폰을 동일한 축상에

상·하로 매우 접근시켜서 배치하고, 그 최대감도 방향을 다르게 하는 LR방식과 2개의 마이크로폰 중 한쪽을 주 마이크로폰으로 하여 그 지향성을 음원 쪽으로 향하게 하고, 다른 마이크로폰을 쌍지향성으로 하여 주 마이크로폰의 지향성에 직각으로 교차하게 한 MS방식도 있다. 평판전극을 마주보게 한 콘덴서의 원리를 응용한 마이크로폰으로서 극판의 한쪽을 진동판으로 하고, 소리에 의해서 이 판이 진동하면 콘덴서의 용량이 변하게 되어 축적전하가 변하고, 그 결과 소리의 변화에 따른 전류가 흐른다. 이 마이크로폰은 주파수 특성이 우수하고, 안정된 것을 만들기 쉬우며, 특히 티탄진동막을 사용한 것은 음향표준기로서도 사용된다. 콘덴서의 양극에는 직류전압을 가하는 방식과 1MHz 정도의 고주파를 가하는 방식이 있다. condenser 는 전기용량을 얻기 위한 장치로서 전기용량 C 를 가진 콘덴서에 전압 V 를 가하면,  $Q = CV$ 의 전하가 축적된다. 또한 이것에 교류전압  $v$  를 가하면 전하는  $C \cdot dv/dt$  인 전류가 흐른다. 교류전압이 사인파 교류전압(각주파수  $\omega$ )이면, 콘덴서에 흐르는 전류는 그 크기가  $1/\omega C$ 의 리액턴스에 흐르는 전류와 같고, 위상이 전압보다  $90^\circ$  빠르다. 2개 이상 콘덴서를 결합할 경우, 병렬결합 때는 합성용량 C는  $C=C_1+C_2$ 로 되고, C1, C2의 어느 쪽보다도 커진다. 직렬결합의 경우에는 합성용량 C는  $1/C=1/C_1+1/C_2$ , 즉  $C=C_1C_2/(C_1+C_2)$ 로 되어 C1, C2 어느 쪽보다도 작아진다. 구조는 보통 2장의 서로절연된 금속 또는 전기 전도도가 큰 도체를 전극으로 하고, 그 사이에 절연체를 넣어 이 사이에서 생긴 정전용량을 이용한다. 이 정전용량 C의 크기는 전극면적 및 절연된 전극 사이 유전체의 유전율에 비례하고, 전극 사이 거리에 반비례한다. 따라서 실효표면적이 큰 구조가 되게 하거나, 유전율이 큰 유전체를 사용하거나, 또한 절연파괴전압이 큰 유전체를 사용하여 전극간격을 좁게 하면, 용량은 같지만 콘덴서가 소형으로 된다. 콘덴서는 사용전압에 견디는 절연내력을 가지고 있는 것이 필요하며, 이것은 사용 유전체의 절연내력으로 대략 결정되지만, 전

극 또는 조립된 구조에 따라 이것보다 저하되는 경우도 있다. 이상적인 콘텐서는 용량 C 만을 가지는 것이지만, 유전체 절연저항이 무한대로 되지 않는 것, 전체 구조상 그 외의 부분에 약간의 누설되는 전류가 있는 것, 유전체에 고주파 전압을 가하면 약간이긴 하지만 그 전력의 일부를 흡수하여 유전 손실을 발생하는 경우도 있는 등의 이유로, 전력의 극히 일부는 콘텐서에서 소비되어, 용량 C 에 병렬로 저항 R 를 접속한 것같이 된다. 또한, 단자에 인출선 · 전극 등은 고주파수에서는 그 인덕턴스 L 및 저항 r가 영향을 주게 된다. 물론 실용되는 콘텐서는 이러한 영향이 실제로 무시될 수 있는 상태에서 사용되고 있으나, 콘텐서의 성능을 표시함에 있어서는 저항과 리액턴스의 비로 나타낸 양을 사용하며, 이 값이 큰 것일수록 양질의 콘텐서가 된다. 또한 전력손실이 있으면, 흐르는 전류의 위상이 빠른 정도는  $90^\circ$  보다  $\delta$  정도 작아지고, 이것이 작을수록 양질의 콘텐서이며, 그 좋은 정도를 표시하는데  $\tan \delta @ 1/Q$  을 사용하는 경우가 많다. 이 밖에 콘텐서로서는 용량, 기타 특성의 안정도, 수명 등이 문제가 된다. 사용하는 유전체에는 많은 종류가 있으며, 이에 따라 분류하면, 공기 콘텐서 · 진공 콘텐서 · 가스입 콘텐서 · 액체 콘텐서 · 운모 콘텐서 · 종이 콘텐서 · 금속화종이 콘텐서 · 자기 콘텐서 · 유기막 콘텐서 · 전해 콘텐서 등으로 나눈다. 또 정전용량이 변화하지 않는 고정 콘텐서와 변화하는 가변 콘텐서로도 분류한다. 사용 전압만이 문제가 되는 전압 콘텐서 외에, 사용 전력이 문제가 되는 전력용 콘텐서도 있다.

### 3. 무대의 구분

무대를 정의하면 공연을 하기 위해 관객석과 구별하여 만들어 놓은 장소를 말하며 과거에는 자연지형을 이용하였으나 경제, 문화의 발전과 함께 상연의 기회가 늘어나고 고도의 예술성이 요구되어 인공적인 연극을 위한 장소를 설정하게 되었다. 지붕이 있는 극장 내부에서 막을 이용하는 프로시니엄 무대(proscenium stage)가 일반적이지만 원형무대(arena stage), 객석과 같은 높이

의 무대, 유럽의 중세극에서 처럼 축제차 위에 무대가 붙어 있어 이동 가능한 것, 영국 엘리자베스 시대의 연극 무대처럼 에이프런이 붙어 있는 무대, 공간 무대 등 종류가 많다. 무대공간을 세분하여 구분하면 표 1.과 같다<sup>6)</sup> 앞무대 / 에이프런 (apron / forestage)는 일반적으로 프로시니엄 무대에서 면막선 앞의 무대지역을 말하는데, 엄밀히 말하자면 프로시니엄 아치의 위치를 무대위에 가상의 선으로 그었을 때 그 선으로부터 객석 쪽으로 돌출되어 나온 무대 공간이다. 간혹 이 무대공간이 연기하기에 충분할만큼 확장된 경우 이를 앞무대라고 부르기도 한다. 주무대/본무대 (main stage)는 면막과 하늘막 사이의 무대이고 무대왼쪽 (stage left)은 객석을 향해 선 배우의 왼쪽, 무대오른쪽 (stage right)은 객석을 향해 선 배우의 오른쪽, 무대위쪽/무대뒤쪽 (upstage)은 본무대 중 객석에서 먼 쪽, 초기 프로시니엄무대에서 원근법을 강조하기 위해 무대 바닥을 경사지게 하여 위쪽을 높은 데서 유래한다. 무대아래쪽/무대앞쪽 (downstage)은 본무대 중 객석에 가까운 쪽이며, 뒷무대 (rear stage)는 하늘막 뒤의 무대공간으로 본무대 크기 이상이면 좋다. 옆무대 (sidestage)는 본무대 옆에 있는 큰 무대공간으로 본무대 크기 이상이면 좋다. 무대 왜건이 설치되어 있는 경우가 많으며 옆무대가 없는 극장도 많다. 왼쪽옆무대/좌측무대 (left side stage / prompt side)는 객석을 향해 선 배우의 왼쪽에 있는 옆무대이고 오른쪽옆무대/우측무대 (right side stage / opposite prompt)는 객석을 향해선 배우의 오른쪽에 있는 옆무대이다. 변/변무대 (wing stage / wings / bay area)는 본무대와 옆무대 사이에 다리막이 있는 부분의 무대공간으로 배우나 장치가 대기하는 곳으로 주로 쓰이며 좌우로 각각 4-5m 정도가 필요하다. 좌변 (left wing stage)은 객석을 향해 선 배우의 왼쪽 변이고 우변 (right wing stage)은 객석을 향해 선 배우의 오른쪽 변이다. 무대턱/무대끝선 (lip of stage)은 무대와 객석의 경계선을 말하고 가운데/무대중앙 (center stage)은 본무대의 중앙부분이다.

		윗무대 rear stage				
우상측	우상변	우상U R	중상U C	하상U L	좌상변	좌상측
우중측	우중변	우중R S	중양C S	좌중L S	좌중변	좌중측
우하측	우하변	우하D R	중하D C	좌하D L	좌하변	좌하측
		우전	중전	좌전		
오케스트라 피트 orchestra pit						

표 1. 무대 공간 구분  
Table 1. Stage Space

#### 4. 다채널 마이크로폰의 디자인

무대 구역은 무대 사이즈에 따라서 m\*n 형태로 더욱더 세분할 수 있다. 설계에 사용된 마이크의 특성은 다음과 같다. 주파수 대역 173.000 - 225.000MHz, 변조도 15kHz Normal, 주파수 방식 F3E, G3E, 주파수 범위 50Hz - 15KHz, 2dB, 주파수 안정도 0.002%, 의율 3% 이다. 900MHz-VHF 무선마이크는 주파수 대역 928.000-930.000MHz, 채널간격 200KHz, 회로 구성 PLL Synthesizer, 스텝치 32.768KHz, 주파수 방식 F3E G3E, 안정도 ± 0.0001%, 주파수 범위 50Hz-15KHz ± 2dB, 의율 0.3% Average, 충실도 80dB, 송신규격 RF, 출력 Max.10mW(Upto 50mW), 변조 Max. 56KHz, 송신규격 Pre-emphasis 50, 스피어리스 Below 60dB / Carrier Freq, 주파수 특성 50Hz - 15KHz 이다.

수신기 사양으로는 선택 20Ch User selectable 방식, True Diversity 수신방식, Double SH 이미지 & Spurious Less than 80dB, 신호대 잡음비 Over 100dB, 주파수 안정도 ± 0.0001%, 주파수 범위 50Hz-15KHz, 음성 출력 Balanced : 141mv / 600 Unbalanced : -40dBm/600 이다. 표 2.에 Vicboss 200MHz - VHF 무선마이크 모델의 구성을 나타내었으며, 디자인된 마이크 음향장치의

송신	싱글-Ch	듀얼-Ch	다이버스티-Ch	다이버스티 듀얼-Ch
RF 출력	10mW	10mW	10mW	10mW
전지 수명	Abt. 5h-Cont'd (9V)	Abt. 5h-Cont'd (9V)	Abt. 5h-Cont'd (9V)	Abt. 5h-Cont'd (9V)
수신방법	SSH	SSH	SSH	SSH
RF 감도	0.45 for 12dB SINAD	0.45 for 12dB SINAD	0.45 for 12dB SINAD	0.45 for 12dB SINAD
신호대 잡음비	80dB	80dB	80dB	80dB
구성	200Mhz 주파수대역의 마이크로폰 송수신장치로 구성.	200Mhz 주파수대역의 마이크로폰 송수신장치로 구성	200Mhz 주파수대역의 1개의 마이크로폰 송신장치와 2개의 True-Diversity의 수신장치로 구성.	200Mhz 주파수대역의 2개의 마이크로폰 송신장치와 연결된 4개의 True-Diversity의 수신장치로 구성

네트리스트를 구현하였다.

표 2. Vicboss 200MHz - VHF 모델  
Table 2. Vicboss 200MHz - VHF Model

```
(EDIF mic_sch
(status
(EDIFVersion 1 1 0)
(EDIFLevel 0)
(Written
(TimeStamp 2002 9 2 16 51 51)
(comment "The ABOVE TimeStamp is local
time")
(accounting Program "NETLIST.EXE")
(accounting ProgramVersion " V3.11 )
```

```
(comment "(C) Copyright 1985,1986,1987
OrCAD Systems Corporation ALL RIGHTS
RESERVED.")
```

```
)
)
(external ENDO_LIB)
(external H_ATTL_LIB)
(external H_ANALOG_LIB)
(external DEVICE_LIB)
(external CMOS_LIB)
(external ASSEMBLY_LIB)
(external MEMORY_LIB)
(external TILSI_LIB)
(external ZILOG_LIB)
(external RF_LIB)
(external INTEL_LIB)
(external H_NEW_LIB)
(external SPICE_LIB)
(external TTL_LIB)
(design mic_sch (qualify lib root))
(library lib
(cell root
(status
(Written
(TimeStamp 2002 9 2 15 22 0)
(comment "The ABOVE TimeStamp is
local time")
(comment "September 2, 2002")
(comment "DOCUMENT NUMBER
mic.sch")
(comment "TITLE Mic")
(comment "kim,cheol-woon")
)
)
(view NETLIST root_NET
(interface
(define output port S0)
(define output port S1)
(define output port S2)
```

```
(define output port D)
(define input port VSS)
(define input port VDD)
(define output port ACTION_01
(rename ACTION_01 "ACTION 01"))
(define input port SET)
(define output port ACTION_02
(rename ACTION_02 "ACTION 02"))
(define output port ACTION_03
(rename ACTION_03 "ACTION 03"))
(define output port ACTION_04
(rename ACTION_04 "ACTION 04"))
(define output port ACTION_05
(rename ACTION_05 "ACTION 05"))
(define input port RST)
(define output port ACTION_06
(rename ACTION_06 "ACTION 06"))
(define output port ACTION_07
(rename ACTION_07 "ACTION 07"))
(define output port ACTION_08
(rename ACTION_08 "ACTION 08"))
(define output port ACTION_09
(rename ACTION_09 "ACTION 09"))
(define input port EN)
(define output port ACTION_10
(rename ACTION_10 "ACTION 10"))
(define output port ACTION_11
(rename ACTION_11 "ACTION 11"))
(define input port CLK)
(define output port ACTION_12
(rename ACTION_12 "ACTION 12"))
(define output port ACTION_13
(rename ACTION_13 "ACTION 13"))
(define output port ACTION_14
(rename ACTION_14 "ACTION 14"))
(define output port ACTION_15
(rename ACTION_15 "ACTION 15"))
(define output port ACTION_16
(rename ACTION_16 "ACTION 16"))
)
```

## 5. 결 론

이 논문에서는 대형 무대에서 소리를 구역별로 가장 선명하게 포착할 수 있는 장치인 다채널 마이크로폰을 설계하였다. 음향 스튜디오는 물론 오케스트라의 연주와 같은 다량의 악기가 동원되는 대규모의 음향시스템에 대응하기 위해서는 기존 처럼 수십 개의 마이크로폰을 동원하므로써 발생하는 수많은 음향 기술적인 문제가 이 논문에서 설계된 다채널 마이크로폰으로 상당 부분 해소될 것으로 본다. 본 논문에서는 무대의 액션에 어리어를 ACTION 01에서 ACTION 16 까지 16개 영역으로 구분하여 설계되었으며 무대 또한 4\*4 로 구분하였으나 무대 크기에 비례하여 m\*n 형식으로 얼마든지 확장할 수 있다. 네트리스트에 대응한 자동 믹싱 컨트롤 회로는 국제규격 ISO 3740 음향파워레벨 측정법에<sup>9)</sup> 의한 추후 연구 대상으로서 함께 시스템 구축 시에는 대단히 편리한 무대 음향장치가 기대된다고 볼 수 있다.

## 참 고 문 헌

1. 강성훈, 입체 음향, 기전연구사, p.24, 1997.
2. 장호준, 음향 시스템 핸드북, 예영, p.27, 2000.
3. 강성훈, 방송 음향, 기전연구사, p.153, 1997.
4. 신일수, 무대기술, 교보문고, pp.134-136, 2001.
5. 황인선, 영상 제작 기법, 기다리, pp.176-177, 1997.
6. 남궁재찬, 음향 영상 설비, 기전연구사, pp.45-56, 1997.
7. 강경옥, HATS를 이용한 헤드폰의 측정 방법에 관한 연구, 한국음향학회 제11권 제2호, pp.15-27, 1992.
8. 장대영 외2, Head and Torso Simulator 의 음향 연구에의 활용, 한국음향학회 학술논문 발표회 논문집, pp.81-94, 1991.
9. 제2회 음향기술전시회 및 학술발표대회 논문집, 주성대학, pp.73-105, 2001.
10. ALTEC LANSING ENGINEERING

## NOTES : TECHMICAL LETTERS

NO.232,one-third octave equalization

techniques and recommended practices.

11. Y.Ando, Concert Hall Acoustics, Springer-Verlag, 1985.
12. F. A. Everest, The master hand book of ACOUSTICS, TAB Books, 1994.
13. M. Smith, Broadcast Sound Technology, Butterworths, 1990.
14. D. Davis & C. Davis, Sound System Engineering, Howard W. Sams & Co, 1987.