



## 뮤트 회로에서 다채널 D-A 컨버터까지

# 5

# 오디오 회로의 배선 실례 모음

漆谷 正義/鈴木 雅臣

뮤트 트랜지스터에서 흡입하는 전류는  
그라운드에 최단으로...

漆谷 正義

### 1. 회로의 개요

오디오 뮤트는 직류 바이어스분이 있는 개소에서 뮤트할 경우 잡음을 완전히 없앨 수 없으므로 고생하게 된다. 그림 1의 회로는 평균값 0V의 교류신호를 트랜지스터의 컬렉터-이미터간에서 양방향으로 쇼트하는 것이며 이 점에서 유리하다. 뮤트용 2SC2787 등이 적합하지만 일반적인 트랜지스터에서도 사용할 수 있는 것이 있다. 여기서는 2SC2785F를 사용했다.

### 2. 배선 요령

(1) 뮤트 트랜지스터가 신호의 흐름을 방해하지 않도록 패턴 설계에 있어서는 뮤트용 트랜지스터 Tr<sub>1</sub>이 최단 루트로 신호를 단락하도록 한다(그림 2). 신호경로에서는 IC<sub>1</sub>의 ①핀 → ⑥핀 사이가 연구해야 할 부분이다. 그림 2에서는 뮤트 펄스와 함께 출력신호도 떨어진 위치(왼쪽 아래)에 정리하고 있다. 신호의 흐름방식도 R<sub>4</sub>를 그림 3과 같이 세로로 배치하면 신호(그림에서 진한 선)가 비틀려 바람직하지 않다.

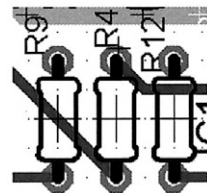


그림 3. 그림 2의 R<sub>4</sub>를 세로로 배치하면 신호가 쉽게 간섭된다

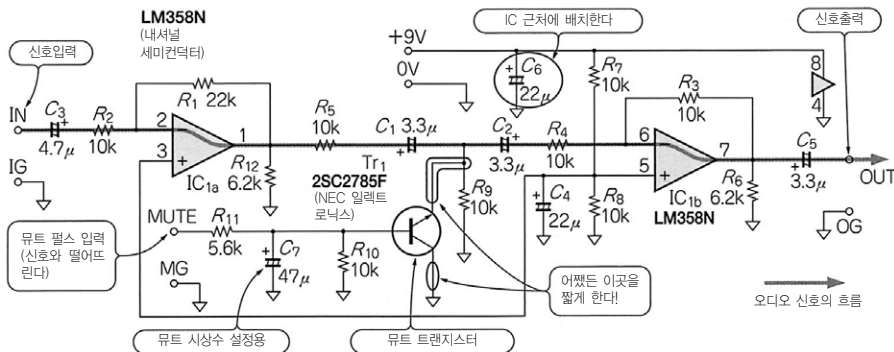


그림 1. 오디오 뮤트 회로



(2) 솔리드 그라운드에 절삭깊이를 넣지 않는다

이면은 솔리드 그라운드로 하지만, 그림 4와 같이 그라운드면 에 깊은 절삭깊이를 넣으면 솔리드 그라운드의 효과가 적어진다. 바이어스 설정용  $R_7$ ,  $R_8$ ,  $C_4$ 는 교류적으로 그라운드이기 때문에 입출력간 칸막이로 사용하면 될 것이다.

채널의 계인을 설정할 수 있도록 하고, 또 입출력이 동상으로 되도록 한 믹싱 회로이다. 저항과 세라믹 콘덴서는 칩 부품을 사용하고 있다. 사이즈는 1608이 구하기 쉽고 핸드 솔더링이 가능하며 저항값도 인쇄되어 있는 등 좋은 상태이다. 전해 콘덴서는 칩 부품을 사용해도 면적 면에서의 메리트는 별로 없다.

채널간 간섭이 없는 믹싱 회로의 패턴링  
漆谷 正義

1. 회로의 개요

OP 앰프를 오디오 용도로 사용할 때에는 단전원으로 설계하는 쪽이 편리하다. 그림 5는 입력 측에 반전 앰프를 설치하여 각

2. 배선 요령

(1) OP 앰프의 입력단자에 맞추어 입력회로를 배치한다

패턴 설계에서는 채널간 간섭이 없도록 부품을 배치한다. 그림 6에서는 각 채널의 입력단자 위치를 IC에 해당하는 입력 핀의 방향에 맞추고 있다. 볼륨은 외장이므로 실드선용 랜드를 설정하고 있다.

패턴에는 틈새가 많지만 솔리드 그라운드의 효과를 내기 위해서라도 이 정도로 해두는 쪽이 신호간섭 면에서 유리하다. 오토

루터의 배선을 수정해야 할 경우, 수작업으로 변경하지 않고 가급적 부품 배치를 스스로 바꾸어 배선을 오토 루터에 맡기면 설계변경을 유연하게 실행할 수 있다. 그림 6은 오토 루터의 출력 그 자체이다.

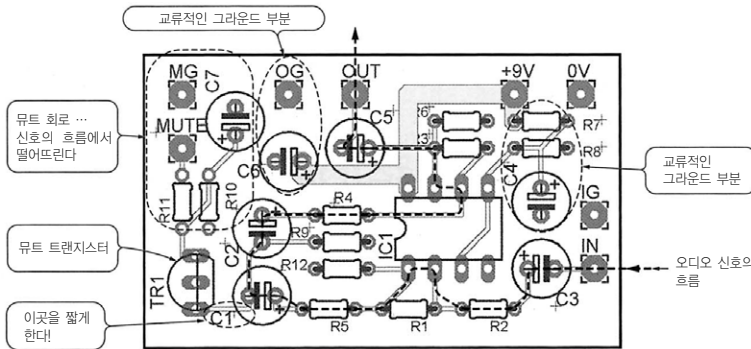


그림 2. 오디오 뮤트 회로의 패턴 (양면기판의 표면)

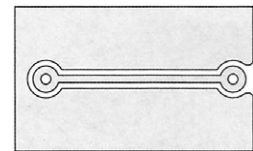


그림 4. 그라운드면에 들어간 깊은 절삭

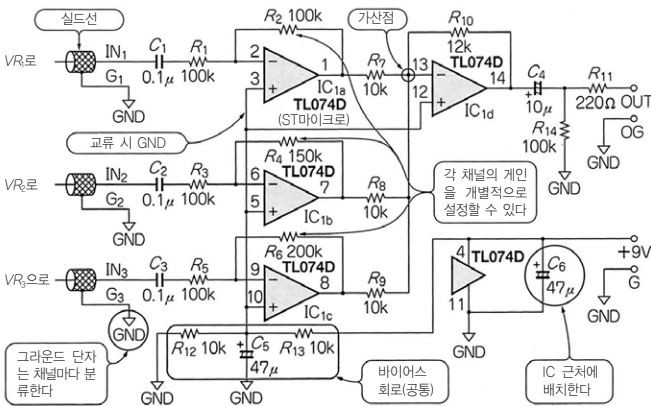


그림 5. 오디오 믹싱 회로

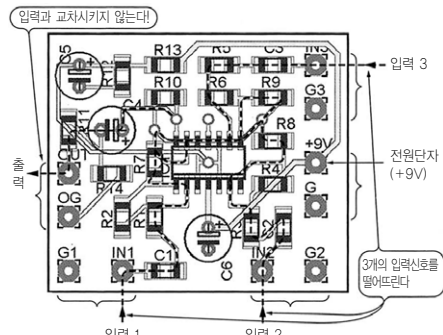


그림 6. 오디오 믹싱 회로의 패턴 예 (양면기판의 표면)

# 고개인의 트랜지스터·앰프에서 발진과 노이즈를 감소시키는 패턴링

漆谷 正義

## 1. 회로의 개요

그림 7은 다이내믹 마이크(600Ω)용 앰프이다. 개인은 실제 측정 시 50dB이다. 직류귀환에 의해 동작점이 안정되며 트랜지스터를 바꾸어도 상수를 크게 바꿀 필요는 없다. 트랜지스터는 저잡음 오디오용을 선택한다. 저항은 외형 4mm의 1/4W형, 전해 콘덴서는 입수성을 고려하여 크게 했다.

## 2. 배선 요령

(1) 입출력이 근접 혹은 교차하지 않도록 이미터 측의 부품을 할당한다

그림 8(a)에 나타난 패턴은 패턴 설계 CAD EAGLE 오토 루터의 출력 그 자체이다. 배치를 바꾸면서 납득하는 형태로 근접해 간다. 기판의 왼쪽 아래에서 오른쪽 위를 향해 신호가 흐르도록 배치하고 입출력이 근접 혹은 교차하지 않도록 이미터 측의 부품을 할당한다. 처음에는 양면기판에서 루팅시키고 양면의 패턴이 크로스되지 않도록 부품배치를 바꾼다. 그렇게 할 수 없다면 점퍼를 넣는다. 이후, 한쪽 면에서 루팅한다. 100%를 뽑으려면 그라운드와 파워 라인을 굵게 해간다.

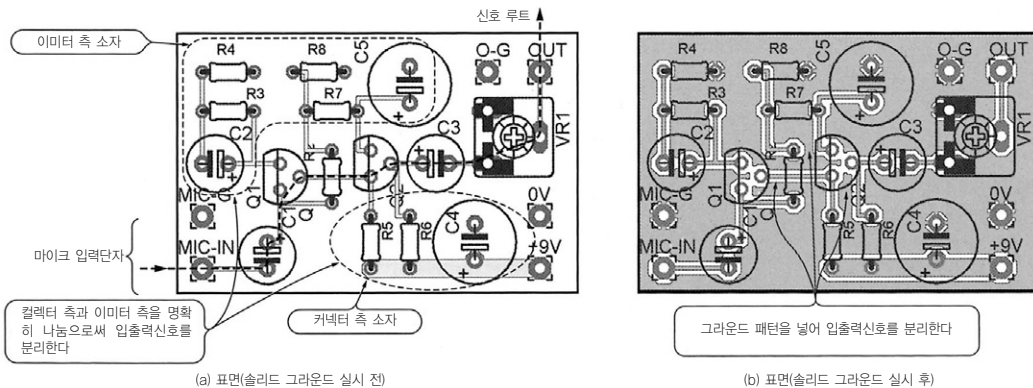


그림 8. 다이내믹 마이크용 앰프 회로의 패턴 예 (편면기판)

마지막으로 그림 8(b)와 같이 주위를 솔리드 그라운드로 하면 유도 노이즈(힘)에 강해진다.

# 전송 변형을 억제하는 디지털 음성 신호 송수신회로의 패턴링

鈴木 雅臣

## 1. 회로의 개요

그림 9는 AV 앰프의 디지털 오디오 인터페이스 송수신회로이다. DVD 플레이어, CD 플레이어 등과 AV 앰프 사이의 디지털 음성신호 전송은 접속을 간편하게 하기 위해 IEC60958이나 AES3, EIAJ-1201 등의 규격에 따른 변조를 걸고 있다.

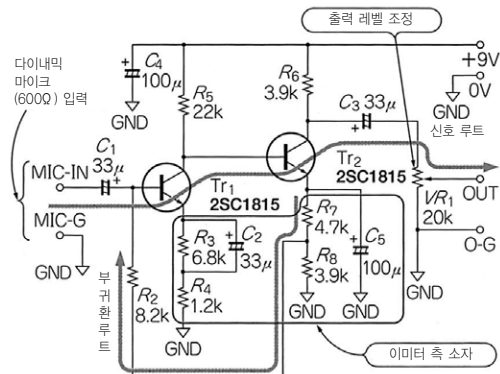


그림 7. 다이내믹 마이크용 앰프 회로



디지털 음성신호의 전송형식은 특성 임피던스 75Ω의 동축케이블에 의한 것과 광섬유에 의한 것이 있다. 그림 9는 동축케이블에 의한 회로 예이다. 디지털 음성신호의 변복조에는 AK4114VQ(아사히카세이 마이크로디바이스)를 사용하고 있다. 이 IC에서 수신한 신호를 복조하여 DSP로 송신함과 동시에 내장되어 있는 PLL(위상동기) 회로에서 D-A 컨버터 등의 기준이 되는 마스터 클록을 추출한다. 그림 9의 회로에서는 입력을 2계통(IC 내부의 입력 전환에 의해 선택한다), 출력을 1계통으로 했다. T<sub>1</sub>은 그라운드를 분리하기 위한 펄스 트랜지스터이다.

IC<sub>1</sub>의 아날로그 전원단자 AV<sub>DD</sub>(38번 핀)에 들어 있는 R<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>은 전원 리플 등의 저주파 잡음을 제거하기 위한 리플 필터이다. R<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>은 PLL 회로의 응답 특성을 결정하는 루프 필터이다.

### 2. 아날로그 그라운드 주변의 배선 요령

#### (1) 1점 그라운드를 사용하여 노이즈를 억제한다

그림 10은 아날로그 그라운드(이하, AGND) 주변의 패턴이다. AGND는 디지털 그라운드(이하, DGND)와 명확하게 분리하고 1점만 DGND와 접속한다. 이것은 아날로그 회로, 여기서는 PLL

회로가 디지털 회로의 영향을 받지 않도록 하기 위해서이다.

AV<sub>DD</sub> 단자(38번 핀)의 바이패스 콘덴서 C<sub>2</sub>는 IC<sub>1</sub>에 가깝게 가깝게 배치한다. 또 C<sub>2</sub>의 그라운드 측과 AV<sub>SS</sub> 단자(41번 핀) 사이의 배선은 솔리드 패턴으로 하여 고주파 임피던스를 가급적 낮게 한다. 리플 필터 C<sub>1</sub>의 그라운드 측 배선은 AGND와 DGND의 접촉점으로 배선한다. 이렇게 하면 C<sub>1</sub>에 흐르는 저주파 잡음 전류가 아날로그 회로에 미치는 영향을 저감시킬 수 있다.

### 3. 신호입력부의 배선 요령

#### (1) 매칭 저항은 커넥터에 가깝게 배치한다

그림 11은 동축케이블에서의 신호입력부 패턴이다. 임피던스 매칭을 위한 입력저항 R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>는 동축케이블을 접속하는 커넥터 잭 J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub>에 가급적 가까이 배치한다. 이것은 임피던스 매칭을 정확하게 실행하여 전송파형의 변형을 낮게 억제하기 위해서이다.

#### (2) 커넥터에서 IC까지의 배선은 다른 것과의 용량결합을 피하기 위해 짧게 한다

J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub>에서 IC까지의 배선은 짧게 한다. 또 이 배선은 전압전폭이 0.5V<sub>p-p</sub>로 매우 작아 디지털 신호 배선에서 크로스 커플하는

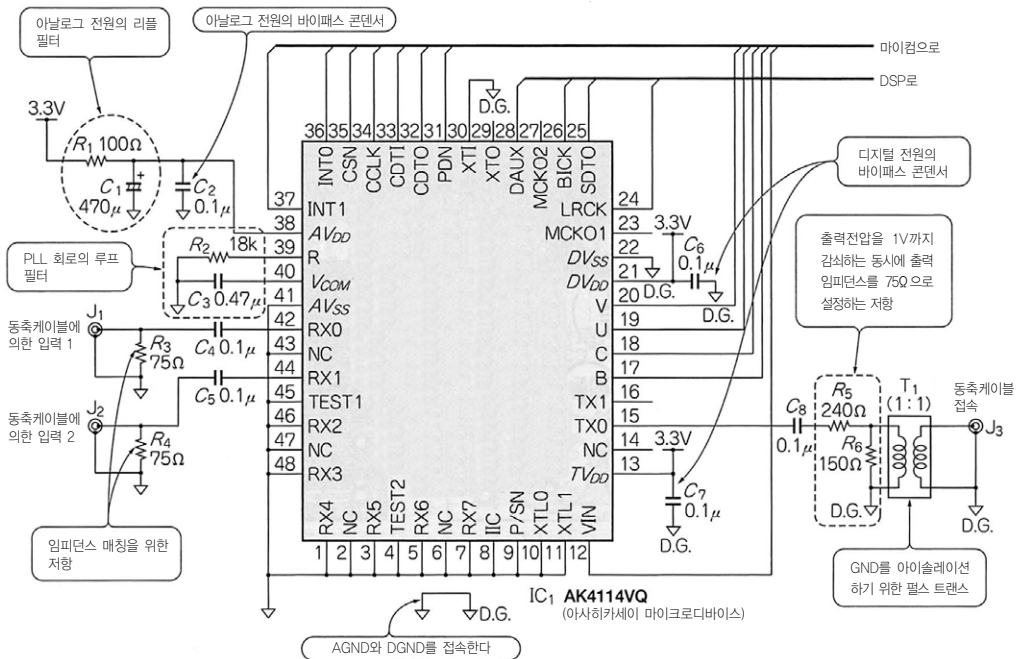


그림 9. AV 앰프의 디지털 오디오 인터페이스 송수신회로

노이즈의 영향을 많이 받는다. 때문에  $J_1, J_2$ 에서  $IC_1$ 까지의 배선은 양측에 DGND를 따라 다른 배선과의 용량결합을 방지한다.

$IC_1-T_1$  사이의 배선도 가급적 짧게 하는 것이 이상적이지만 그렇게 할 수 없을 경우에는  $R_5-R_6$  사이의 배선을 길게 한다. 이렇게 함으로써 전송파형의 변형을 작게 할 수 있다.

#### 4. 신호출력부의 배선 요령

(1) 커넥터와 IC 사이의 배선은 솔리드 그라운드

그림 12에 동축케이블에서의 신호출력부의 패턴을 나타낸다.  $IC_1$ 의  $DV_{SS}$  단자(22번 핀)와  $R_6$ 의 그라운드 측,  $T_1$ 의 1차 측 사이에는 밀리암페어 오더의 큰 전류가 흐른다(출력신호의 리턴 전류). 때문에 이 동안의 DGND 패턴은 솔리드 그라운드로서 배선의 고주파 임피던스를 내린다.

(2) 특성 임피던스가 명확하지 않은 개소는 짧게 한다

출력 커넥터  $J_3$  근처에  $T_1$ 을 배치하고 특성 임피던스를 정확하게 설정할 수 없는  $J_3-T_1$  사이의 배선을 가급적 짧게 한다. 물론

**잡음과 변형을 억제하는 다채널 D-A 컨버터 주변의 패턴링**  
鈴木 雅臣

#### 1. 회로의 개요

AV 앰프는 DVD 플레이어에서의 디지털 음성신호를 수신하여 다채널의 아날로그 오디오 신호를 출력하는 앰프이다. 최근

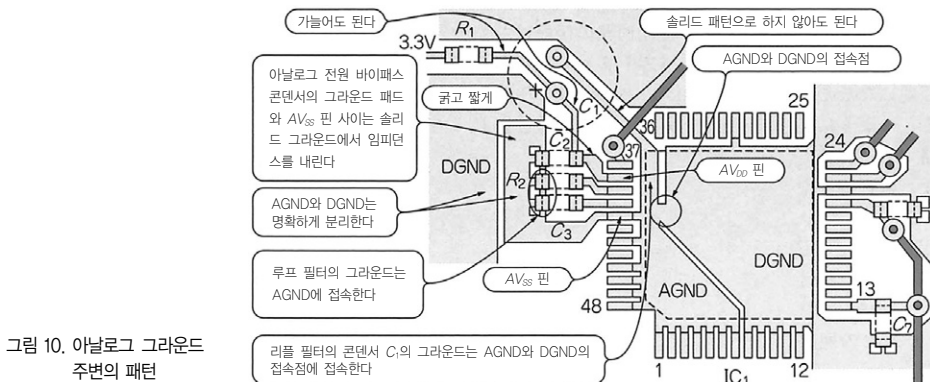


그림 10. 아날로그 그라운드 주변의 패턴

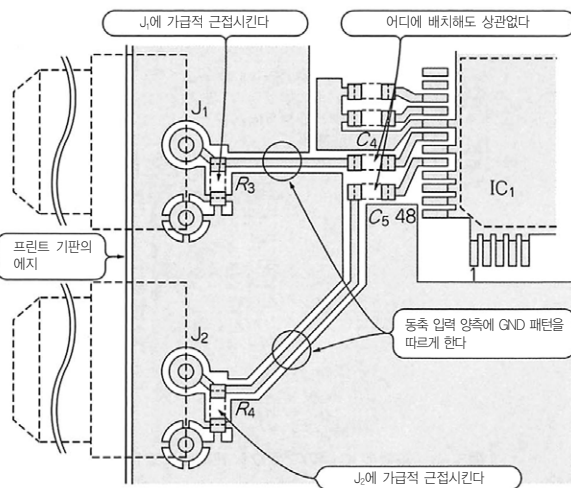


그림 11. 동축케이블에서의 신호입력부 패턴

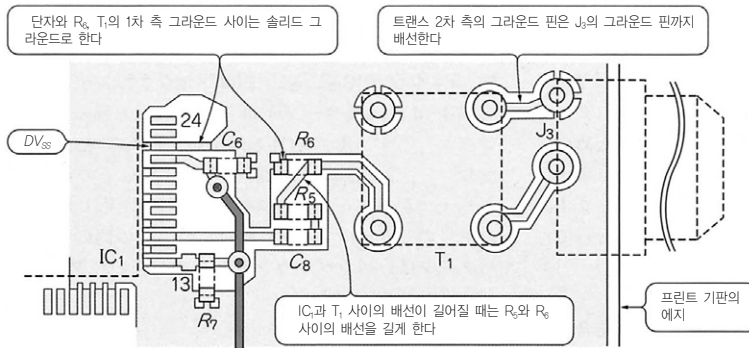


그림 12. 동축케이블에서의 신호출력부 패턴

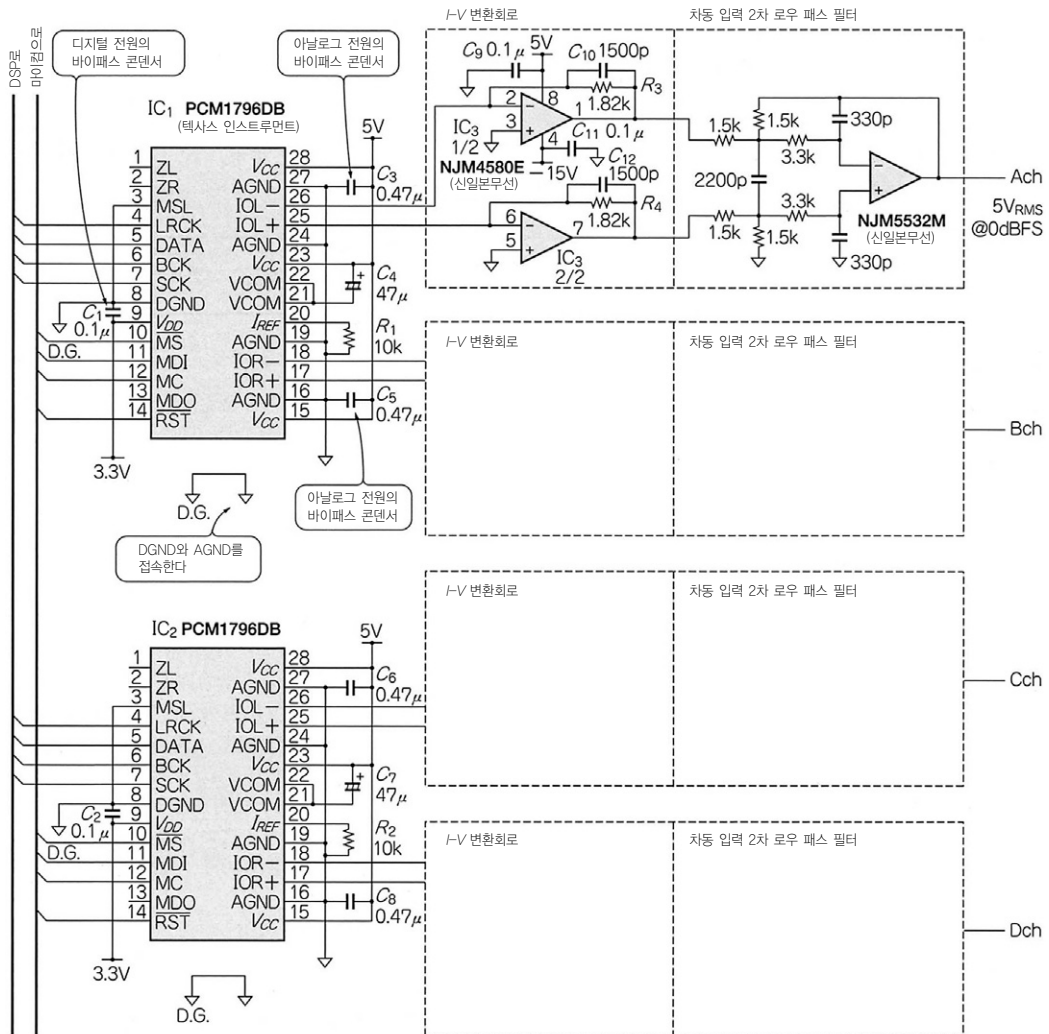


그림 13. AV 앰프에 있어서 D-A 컨버터 주변의 회로

에는 음향효과를 향상시키기 위해 6~12 회로의 오디오 채널을 내장할 필요가 있다. 이 때 문제되는 것은, 다수의 D-A 컨버터(이하, DAC)를 어떻게 실장해야 하는가 라는 점이다. 같은 회로에서도 실장방법에 따라 오디오 회로에 매우 중요한 잡음 특성이나 변형 특성이 크게 좌우되기 때문이다.

그림 13은 AV 앰프의 DAC 주변 회로이다. DAC로는 PCM1796DB(텍사스 인스트루먼트)를 사용하고 있다. PCM1796DB는 2회로의 컨버터를 내장하고 있으므로 그림 13은 4채널 분의 회로가 된다. PCM1796DB는 전류출력이므로 후단의 I-V 변환 회로에서 전압으로 변환하고 있다. I-V 변환회로에서는 전류-전압 변환과 동시에 귀환저항  $R_3, R_4$ 에  $C_{10}, C_{12}$ 를 병렬 접속하여 1차 로우 패스 필터의 기능을 부여하고 있다.

I-V 변환회로의 후단은 차동 입력의 다중귀환형 2차 로우 패스 필터이다. 필터의 차수는 전체 3차(1차+2차)가 된다. 여기서는 화면기판에서 회로를 실장하는 예를 나타낸다.

## 2. 배선 요령

### (1) 바이패스 콘덴서에서 DAC로 전원전류가 공급되도록 한다

잡음 특성과 변형 특성을 크게 좌우하는 것은 DAC의 아날로그 전원에 접속하는 바이패스 콘덴서(전원의 디커플링 콘덴서)의 실장방법이다.

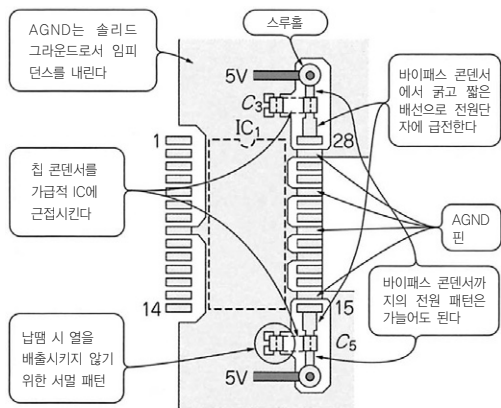


그림 14. 바이패스 콘덴서에 착안한 D-A 컨버터 주변의 패턴

그림 14에 DAC 주변의 패턴을 나타낸다. 바이패스 콘덴서는 칩 타입의 세라믹 콘덴서를 사용, DAC에 가깝게 가깝게 배치한다. 이렇게 함으로써 전원에 흐르는 고주파 전류의 루프를 최소화 할 수 있다. 또 전원단자  $V_{CC}$ (15, 28번 핀)에의 배선은 바이패스 콘덴서를 경유하여 급전하도록 하고 바이패스 콘덴서에서 DAC로 전원전류가 공급되도록 한다. 그리고 AGND(아날로그 그라운드)는 솔리드 패턴으로 하여 배선의 임피던스를 내린다.

### (2) 아날로그와 디지털 그라운드는 각각의 DAC 아래에서 1점 접속한다

그림 15에 DAC 주변의 그라운드 패턴을 나타낸다. AGND와 DGND(디지털 그라운드)는 각각의 DAC 바로 아래의 1점에서 접속한다.

원래 회로규모에 관계없이 AGND, DGND는 1점에서 접속하는 것이 이상적이다. 그러나 DAC를 여러 개 탑재하는 대규모 시스템에서는 그림 15와 같이 AGND와 DGND의 접속점을 각각의 DAC IC마다 설정해두면 고성능화하기 쉽다. 단, AGND와 DGND의 접속점 사이에 전류가 흐르지 않도록 아날로그 전원,

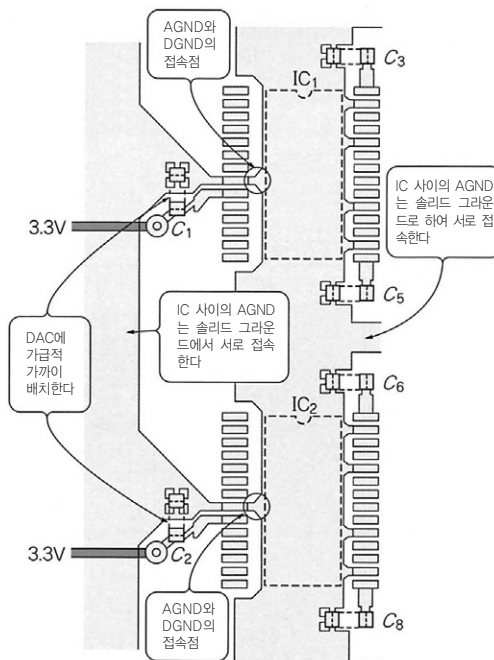


그림 15. 복수 IC 사이의 그라운드 접속에 착안한 D-A 컨버터 주변의 패턴



디지털 전원 모드 IC 근처에 바이패스 콘덴서를 배치하여 전원 전류의 루프를 최소화 해야 한다.

DAC간의 그라운드는 AGND, DGND를 모두 솔리드 그라운드 드로 하고 임피던스를 내려 서로 접속한다.

(3) DAC의 출력단자와 OP 앰프의 반전 입력단자 사이의 배선은 가급적 짧게 한다

그림 16에 DAC와 I-V 변환회로간의 패턴을 나타낸다. DAC

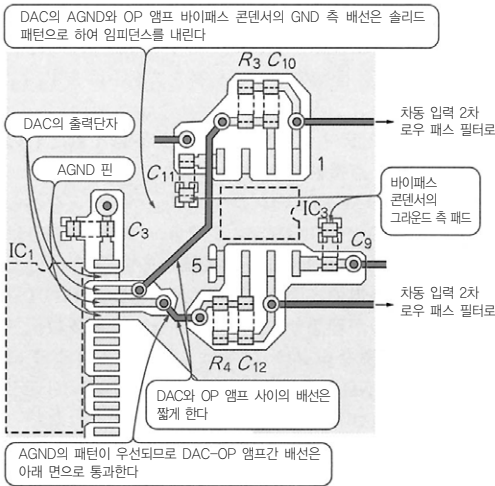


그림 16. D-A 컨버터와 I-V 변환회로 주변의 패턴

의 출력단자(17, 18, 25, 26번 핀)와 OP 앰프의 반전 입력단자 사이(2, 6번 핀)의 배선은 가급적 짧게 한다. 이 배선을 길게 하면 OP 앰프의 반전 입력단자와 그라운드간의 정전용량이 커져 OP 앰프의 동작이 불안정해진다.

DAC의 AGND와 OP 앰프 바이패스 콘덴서의 그라운드 측과 접속할 경우, 솔리드 패턴에서 넓고 짧게 배선한다. 이것은 DAC와 OP 앰프 사이에 흐르는 고주파전류의 공통 임피던스를 내려 저잡음화하기 위함이다. 또 AGND 패턴의 임피던스를 내리는 것이 우선이므로 DAC와 OP 앰프 사이의 배선을 AGND와 반대 면으로 통과시킨다.

## A-D, D-A를 내장한 IC의 입출력 패턴링

鈴木 雅臣

### 1. 회로의 개요

CODEC이란, A-D 컨버터(CODER)와 D-A 컨버터(DECODER) 양쪽이 하나의 패키지에 내장되어 있는 IC를 말한다.

CODEC 실장에 있어서는 아날로그 회로와 디지털 회로간의

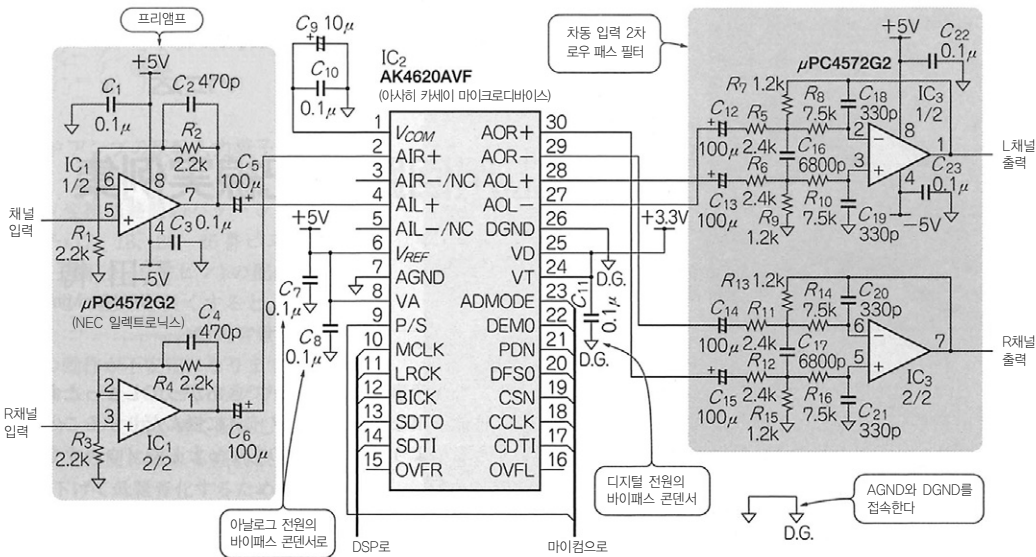


그림 17. CODEC과 그 입출력 주위의 회로



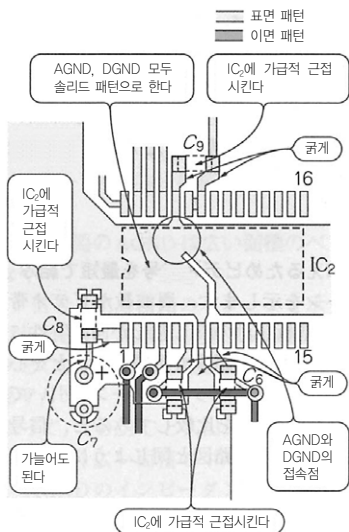


그림 18. CODEC 주변의 그라운드 패턴

간섭, A-D 컨버터와 D-A 컨버터간의 간섭을 얼마만큼 억제할 수 있는가가 포인트이다.

그림 17에 CODEC 회로를 나타낸다. CODEC으로는 2채널, 표본화 주파수 192kHz, 리코딩용, 분해능 24비트의 AK4620AVF(아사히카세이 마이크로 디바이스)를 사용하고 있다. CODEC의 입력부에는 전압 게인이 6dB인 비반전 증폭회로를 프리앰프로 접속하고 있다. 출력부에는 CODEC 출력의 이미지 노이즈를 제거하기 위한 차동 입력 2차로우 패스 필터를 접속하고 있다.

## 2. 배선 요령

(1) 그라운드는 아날로그와 디지털을 명확하게 분리, 1점에서 접속한다

그림 18에 CODEC 주변의 그라운드 패턴을 나타낸다. 아날로그부와 디지털부 사이의 간섭을 없애기 위해 AGND(아날로그 그라운드)와 DGND(디지털 그라운드)를 명확하게 분리하여 1점만 접속한다.

또 AGND, DGND 모두 임피던스를 내리기 위해 슬릿 그라운드로 하고, AGND 반대 면에 디지털계 신호를 통과시키지 않도록 배선한다.

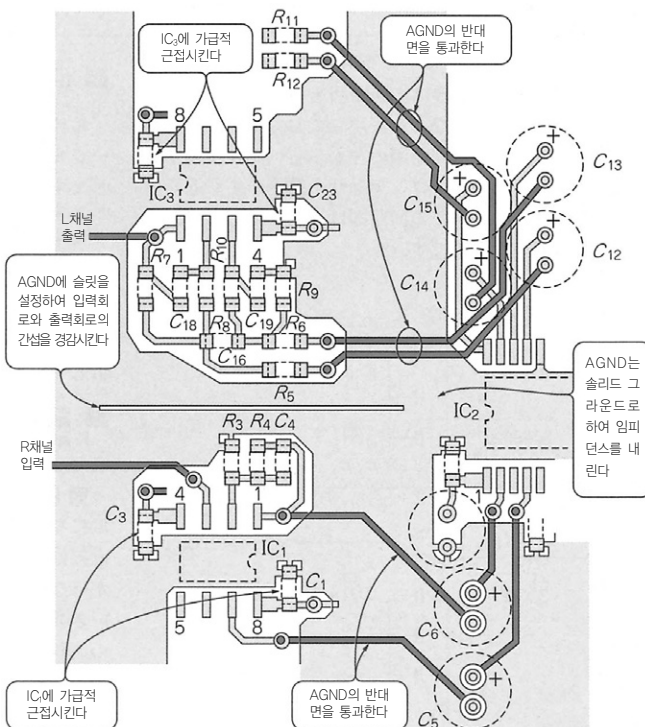


그림 19. 아날로그 신호 입력회로의 패턴

소용량 바이패스 콘덴서  $C_5, C_6, C_8, C_9$ 는 IC<sub>2</sub> 근처에 배치하여 굵고 짧은 패턴으로 IC<sub>2</sub>에 접속한다.

(2) CODEC과 입력회로 사이의 AGND는 넓은 면적의 슬릿 그라운드에서 연결한다

그림 19에 아날로그 신호 입력회로의 패턴을 나타낸다. 프리앰프와 CODEC 사이, 차동 입력 2차로우 패스 필터와 CODEC 사이의 배선은 AGND의 반대 면을 통과한다. 이렇게 함으로써 CODEC과 입력회로 사이의 AGND가 도중에 단절되지 않고 넓은 면적의 슬릿 그라운드에 연결되므로 AGND의 임피던스를 내릴 수 있다.

(3) 아날로그 그라운드에 슬릿을 넣어 입력회로를 분리한다

입력회로와 출력회로의 간섭을 줄이기 위해 입력회로와 출력회로 사이의 AGND에 슬릿을 설정한다. OP 앰프의 바이패스 콘덴서  $C_1, C_3, C_{22}, C_{23}$ 는 OP 앰프 근처에 배치하여 굵고 짧은 패턴으로 전원단자에 접속한다.

