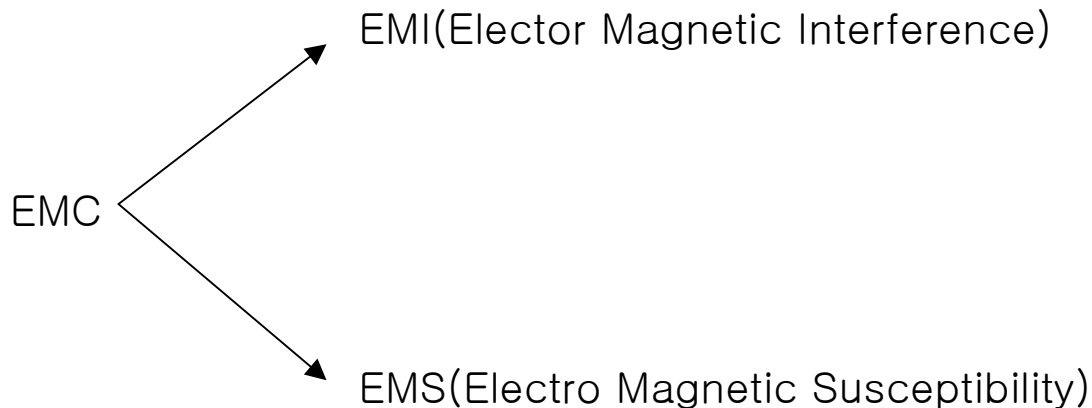


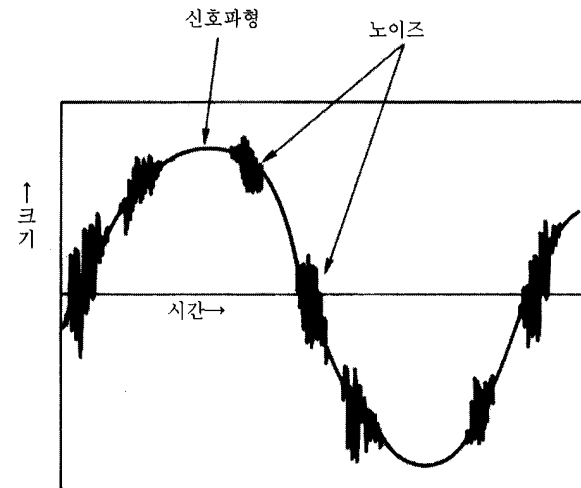
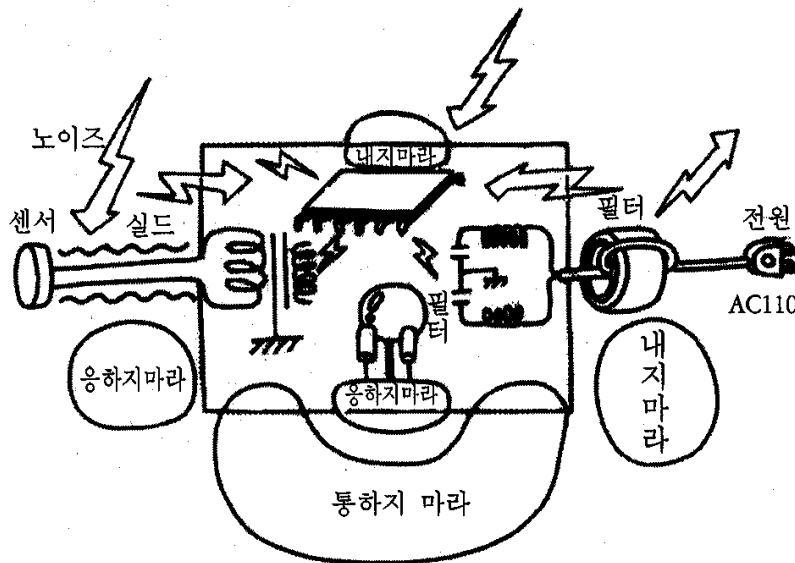
EMC : Electro Magnetic Compatibility
: 전파 환경에서의 양립성

회로에 전류가 흐른다 → 주위에 자기 형성 → 유도



노이즈 발생의 예 : 스위치 on/off 시, 냉장고 등의 모터 구동시

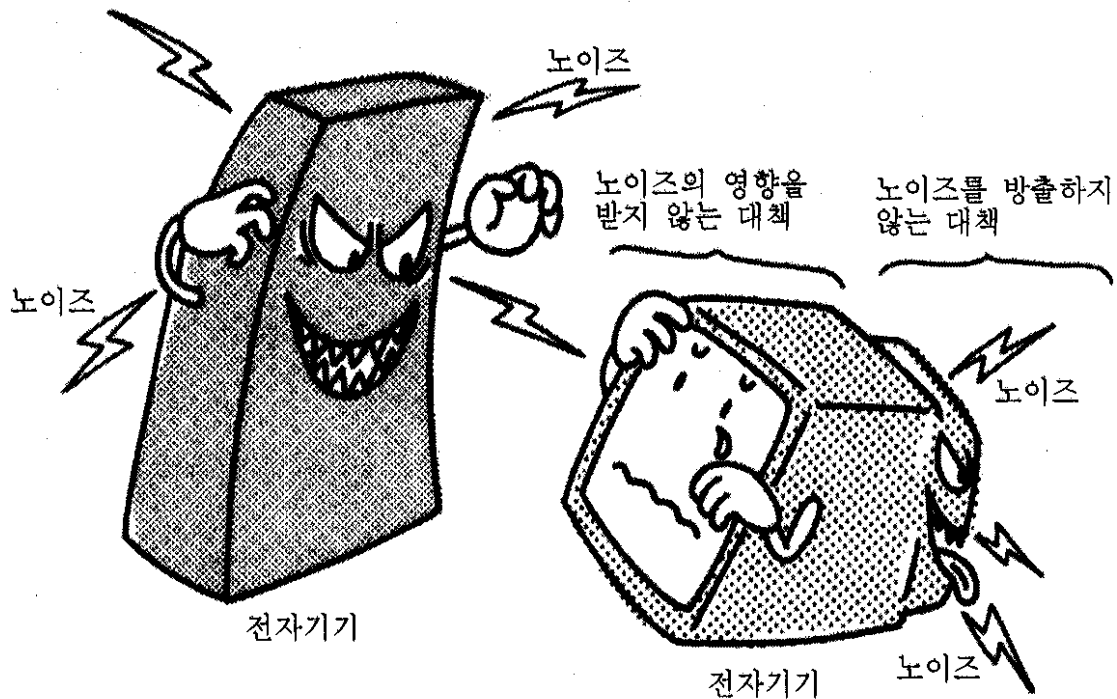
- ◆ 노이즈 : 잡음, 전기 신호의 불규칙 혹은 규칙적인 전기 신호 혹은 전기량
- ◆ 노이즈의 영향 : 전기기기의 오동작, 인간 감성 장애 등
- ◆ 회로 설계시 노이즈 대책 :
 - 응하지 않는다.
 - 전달하지 않는다
 - 발생하지 않는다.



• 오실로스코프로 관측한 노이즈의 외관

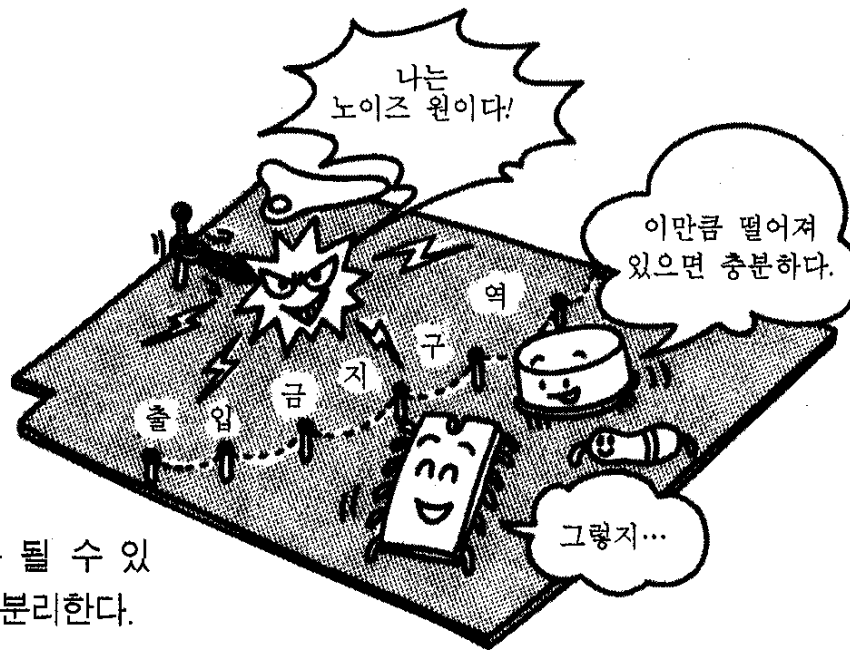
• 노이즈 대책의 기본은 「내지 마라」 「통과시키지 마라」 「응하지 마라」

노이즈에 강하고(EMS) 노이즈를 발생하지 않는다.(EMI)



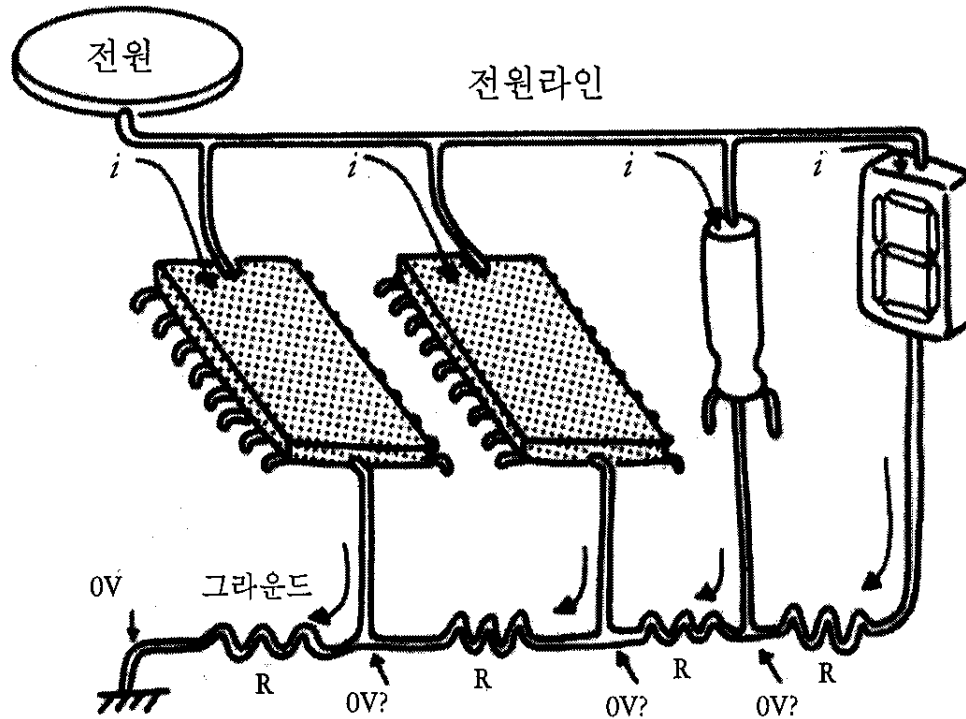
• 전자기기의 양면성

◆ 회로 설계의 기본 - 노이즈로 부터 멀리



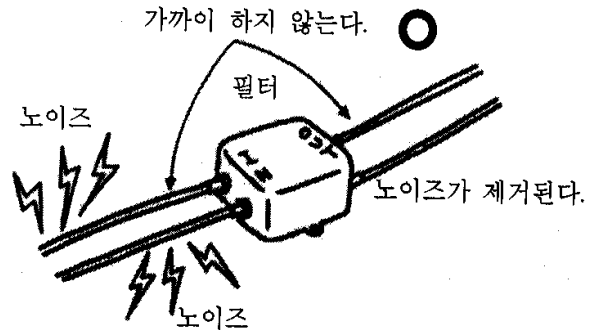
- 노이즈 원은 될 수 있는 한 멀리 분리한다.

- ◆ 회로 설계의 기본 -ground 를 튼튼히(안정되게)

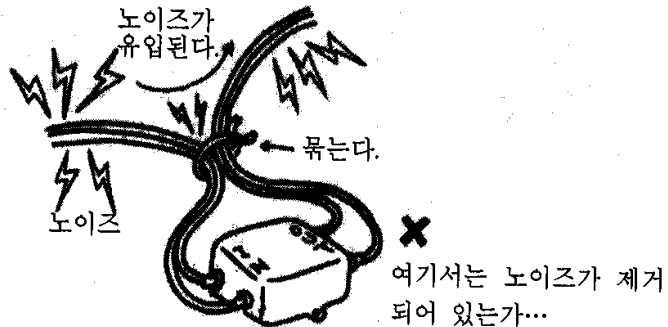


- 그라운드는 어디에서나(모두) 0V가 아니면 안된다.

◆ 회로 설계의 기본 - 배선을 구분하여 깔끔하게(내노이즈 배선)



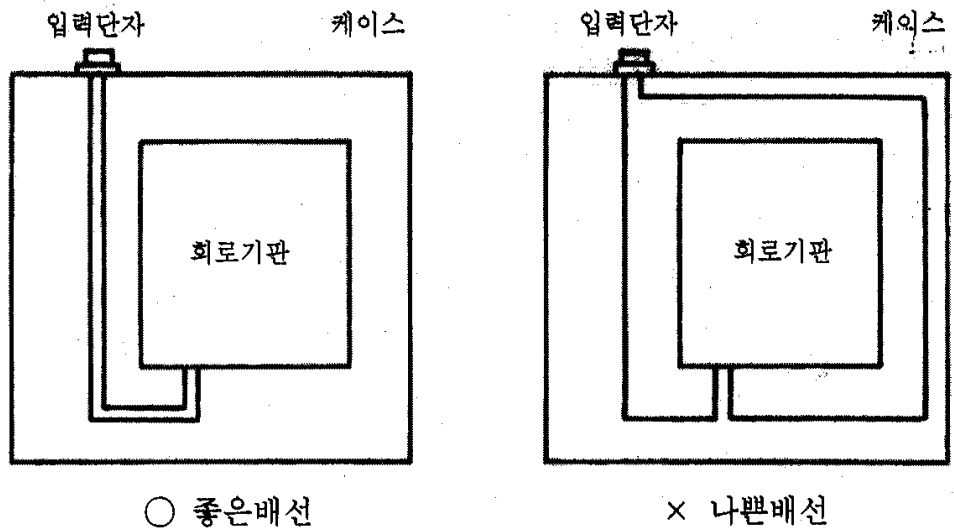
(a) 효과적인 배선



(b) 잘못된 배선

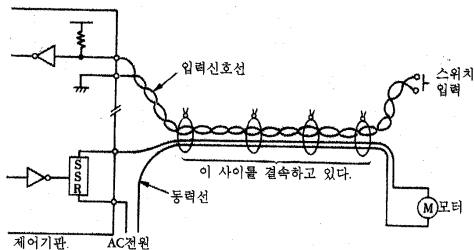
- 배선(配線)방식에 따라 노이즈의 영향을 받을 수 있다.

- ◆ 회로 설계의 기본 - 배선을 구분하여 깔끔하게(내노이즈 배선)



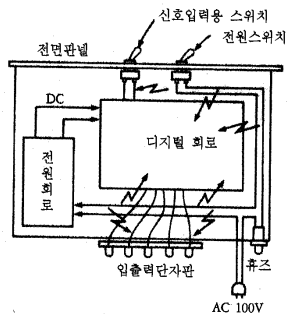
• 기기내의 배선에 있어서도 같다.

◆ 회로 설계의 기본 - 배선을 구분하여 깔끔하게(내노이즈 배선)



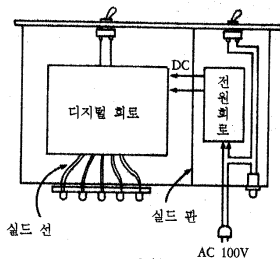
노이즈성 배선과 신호 배선은 분리

• 배선의 결속에 주의가 필요! (나쁜 예)



실장은 배선이 간단하게 배치하는 것으로 부터
-> 실장 기술

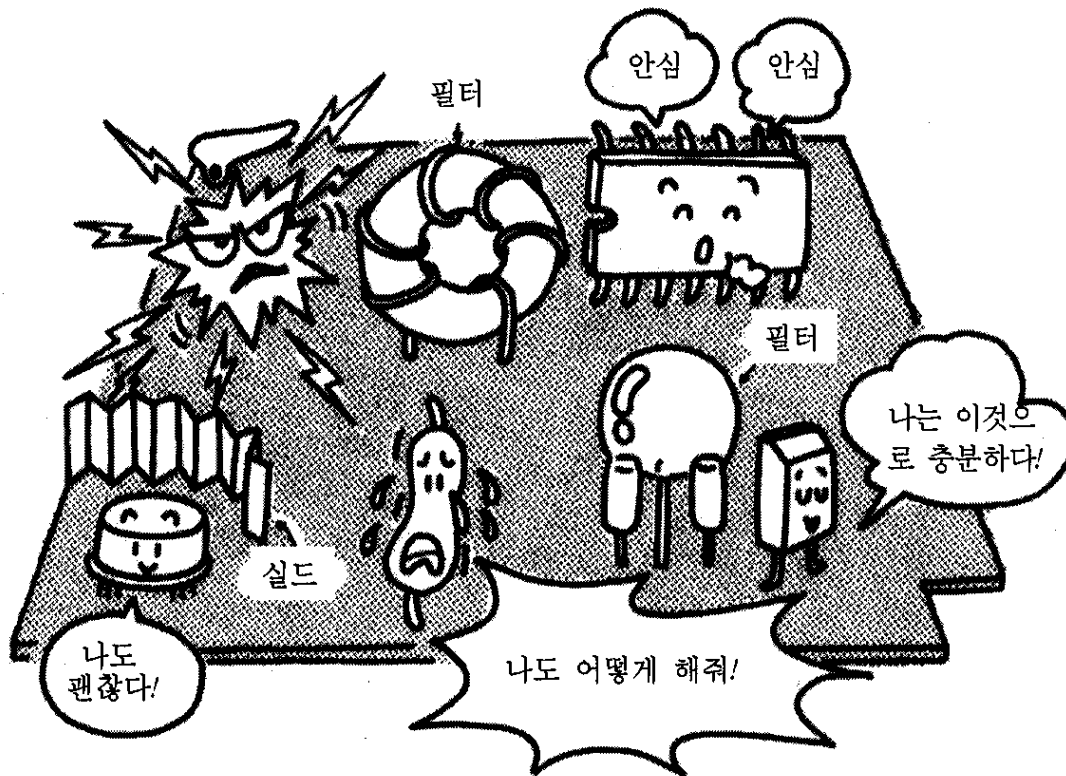
○ 나쁜 예



○ 좋은 예

• AC 전원라인의 배선 예

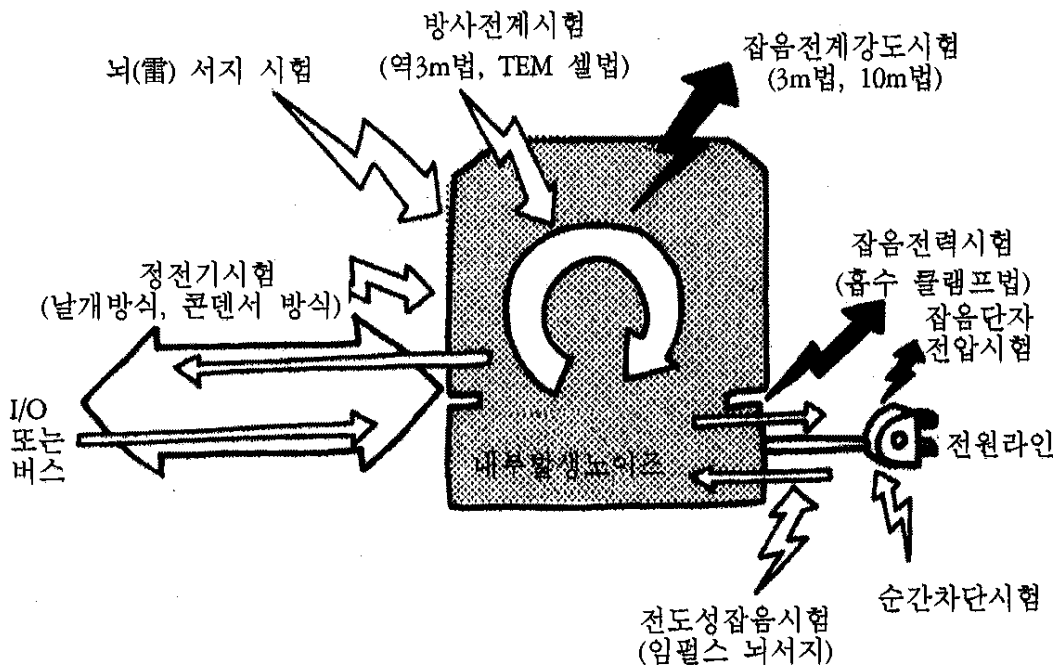
내노이즈 회로 설계는 기본으로부터
-> 필터가 만능이 아니다.



• 필터를 대증요법식으로 이용해서는 안된다.

노이즈 시험법(CE 기준 등)

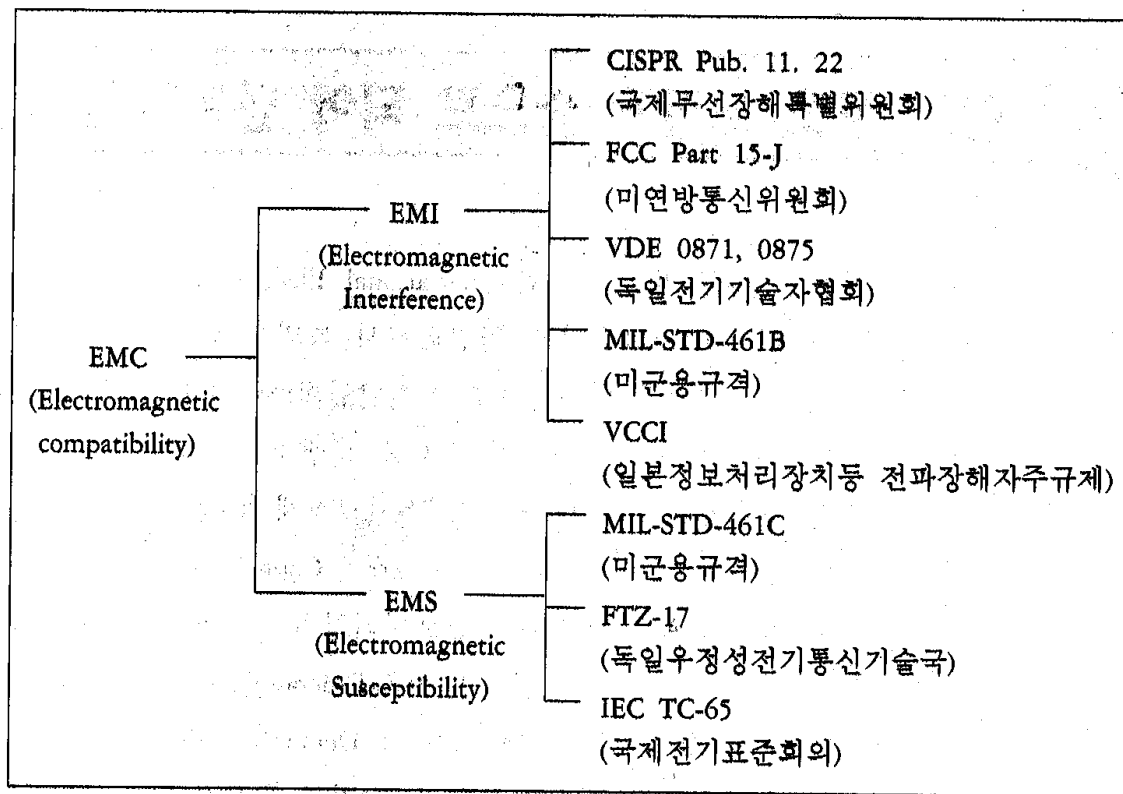
- ⚡ EMI : 외부에 대해 얼마만큼 노이즈 원으로 되어 있는가?
- ⚡ 이뮤니티 : 외부에서 유입되는 노이즈에 얼마만큼 견딜 수 있는가?



• 노이즈 시험의 종류

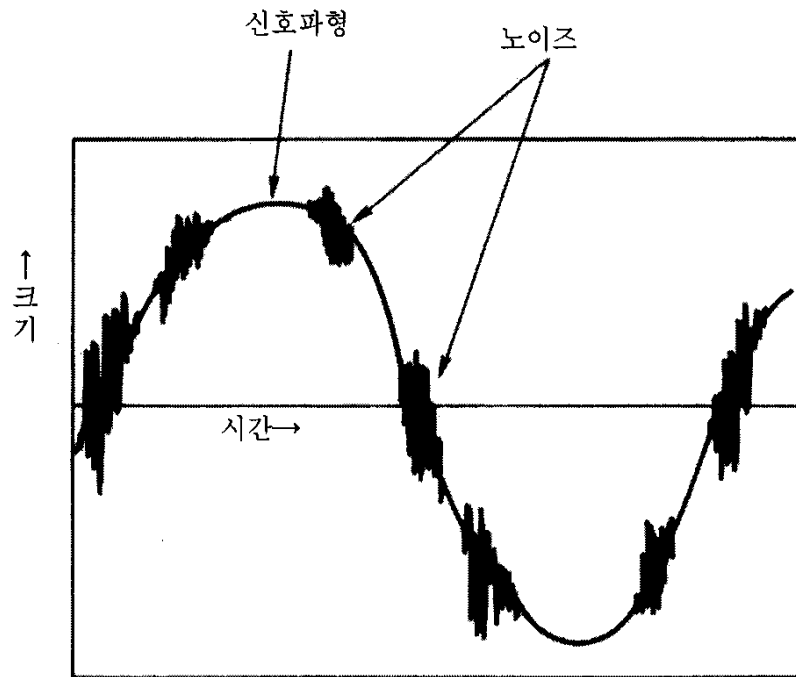
기준이 집집마다 약간의 차이를 갖는다.

-> 대체적으로 전기적으로는 CE, 전기/기계적으로는 UL등이 대표적이다.



• 각국의 전파장해 규격

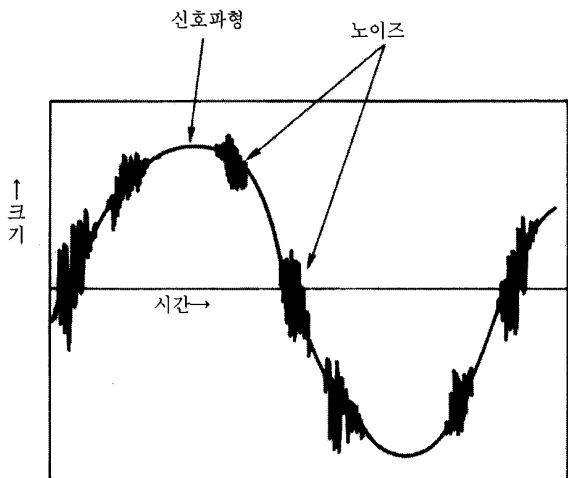
감염 노이즈의 제거 – 시간의 영역에서의 분석은 어렵고 해결 방법을 찾기 힘들다.



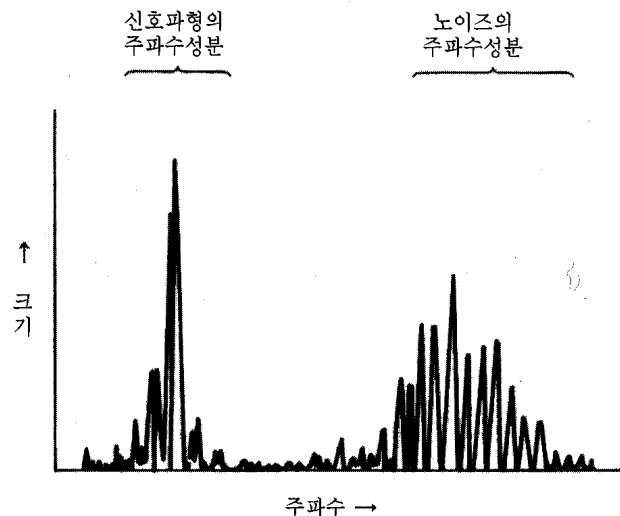
• 오실로스코프로 관측한 노이즈의 외관

감염 노이즈의 제거 - 시간의 영역에서의 분석은 어렵고 해결 방법을 찾기 힘들다.

- > 주파수 영역에서 보면 쉽게 방법을 찾을 수 있다.
- 모든 노이즈의 제거 방법이 주파수 분석에 기초한다.
- 전기, 전자 회로 교류 부분
- 공업수학 미분 및 라플라스
- 신호 및 시스템



• 오실로스코프로 관측한 노이즈의 외관



• 스펙트럼 분석기로 관측한 노이즈의 정체

노이즈에 튼튼한 회로를 만들기 위하여서는

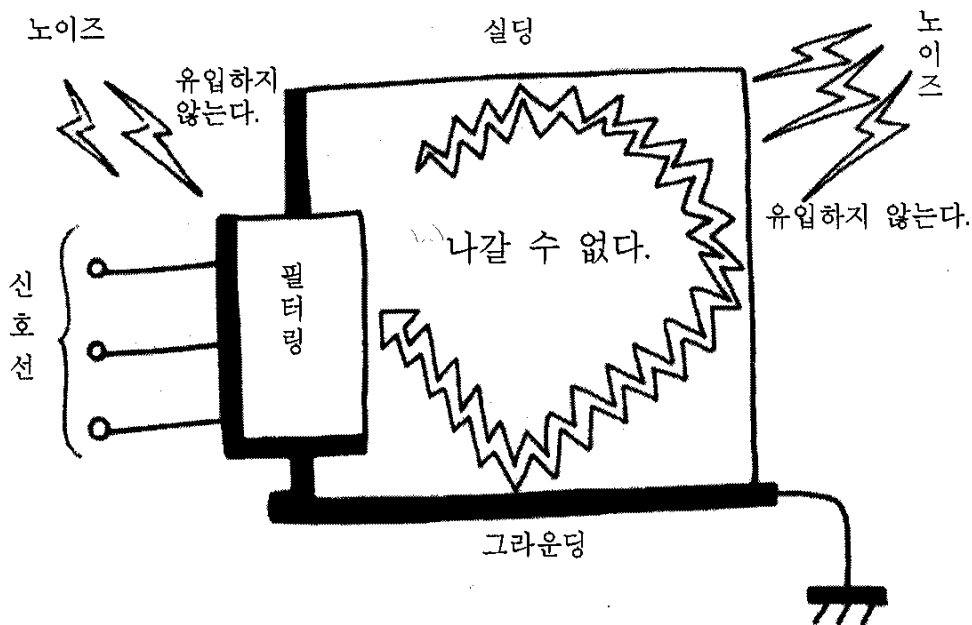
1. 회로의 ground 를 잘 만들어 준다.
2. 어스를 잘 시킨다.-> 실딩을 잘 한다.
3. 필터링을 적절히 하여 준다.
4. 차폐막을 잘 설치 한다.
5. 마구 아무 방법이나 써 본다.

- 이 경우 한 단계별 결과를 기록한다.

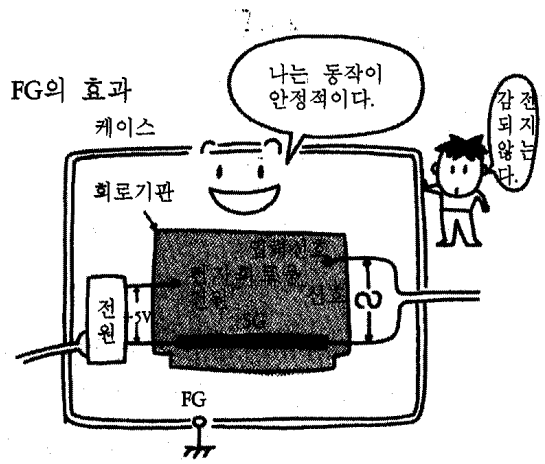
- 회로에 노이즈가 타고 있으면 매우 고심스러워 진다.
- 하지만 회로로 먹고 사는 사람은 노이즈 때문에 먹고 사는 것과 같다.
- 노이즈가 없다면 초보와 전문가가 구분이 없어진다.
- 노이즈를 잘 다루는 사람은 경험이 많은 사람이다.

노이즈 제거의 수동적 방법

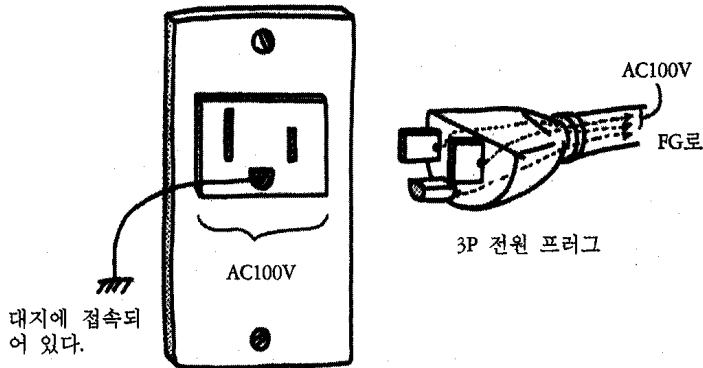
- 실제 회로내에서 할 수 있는 방법
- 필터링, shilding
- 필터링 및 실딩은 노이즈 종류에 따라 다른 방법이 있다.



• 노이즈 대책의 기본



• SG(Signal Ground)와 FG(Frame Ground)



• 그라운드를 내장한 전원 플러그

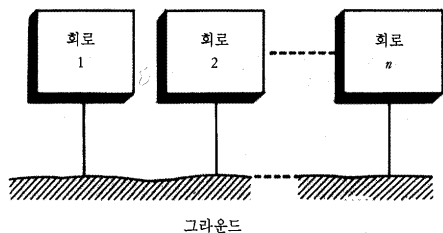
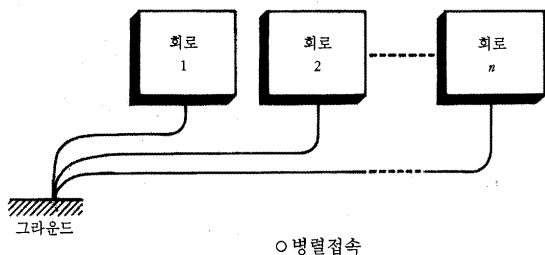
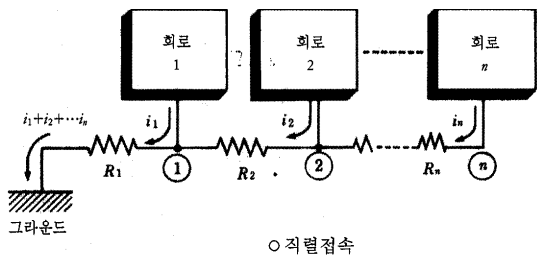
실딩은 기본적으로

- 외부 노이즈의 인입 방지
- 자체 노이즈 방사 방지 등의

이중 효과를 보는 방법이나 실딩된 부분의 어스가 잘 이루어 지지 않는 경우에는 오히려 노이즈를 재 전달할 수 있다.

따라서 실딩을 잘 하려면 어스에 대해서도 깊이 있는 고찰이 필요하다.

전원 플러그에는 실드 단자가 있는데 이를 잘 이용하자. 그러나 가정용이나 소형 공장에는 이 어스단이 완전하지 않을 수 있다.

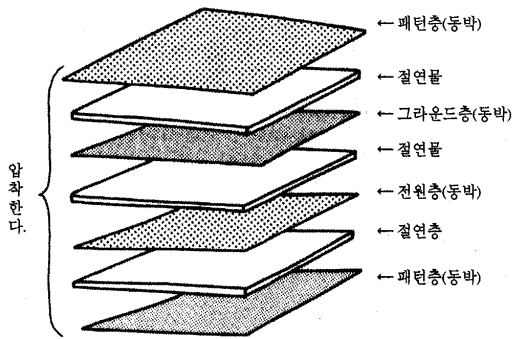


• 그라운드 접속법

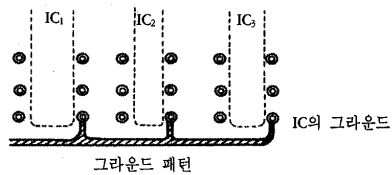
어스는 궁극적인 전기적 안정점, 기준, 0 점인 지구에 회로의 기준을 맞추는 것으로서

가능한 회로의 모든 기준이 어스와 가까이 접속되도록한다.

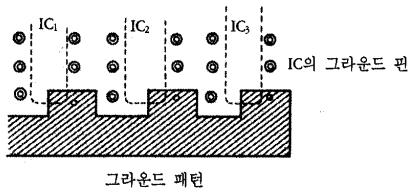
어스에 있어 중요한 것은 어스 저항이다. 어스 저항이 크면 어스에 의한 전류가 회로간에 영향을 미치게 된다.



• 다층 프린트 기판(4층의 경우)



◦ 좁은 그라운드 패턴은 임피던스가 높다.



◦ 그라운드 패턴을 넓게 하여 임피던스를 낮춘다.

• 프린트 기판의 그라운드 설계 방법

어스 이전에 회로에서는 grounding 을 잘 해야 내노이즈 성능을 얻을 수 있다.

Grounding 의 기본은

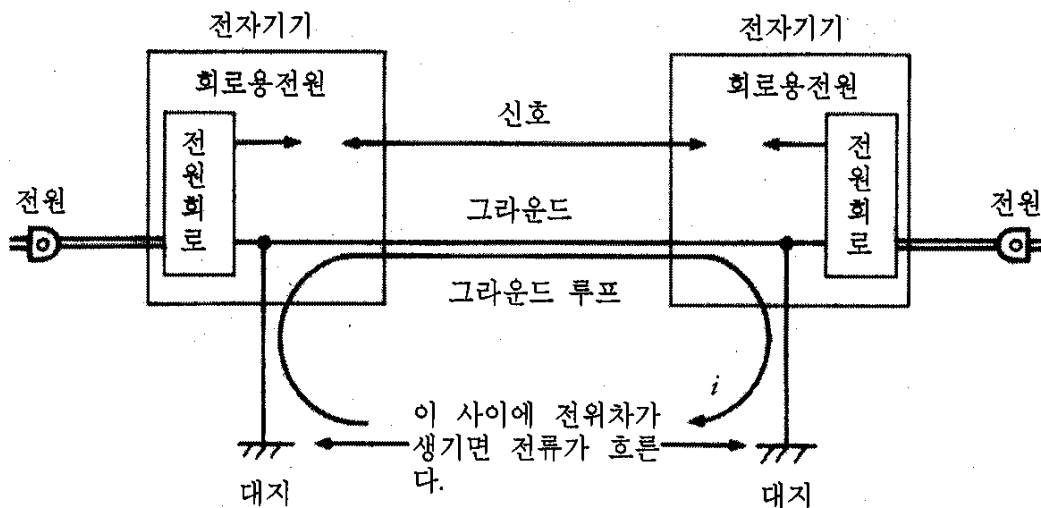
1. 두껍게
2. 가능한 짧게
3. 가능한 많이
4. 디지털 회로는 그물형으로
5. 아날로그 회로는 가지형으로

다층 기판은 다층 중 한면 전체를 ground 로 쓸 수 있기 때문에 내노이즈 특성이 좋다.

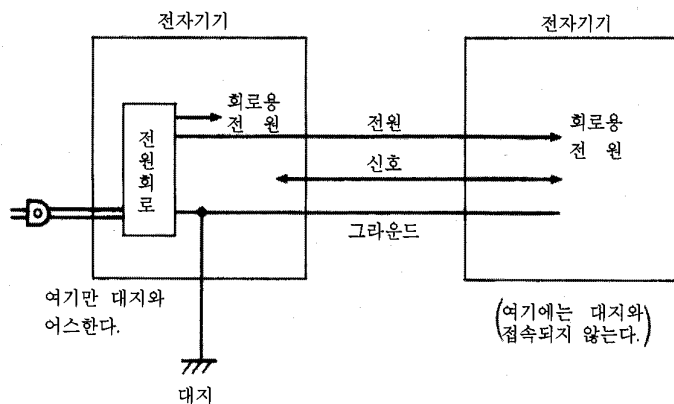
회로의 기준점은 ground 와 어스가 있는데 각각의 전원을 갖는 회로를 서로 연결하는 경우에는 더욱 세심한 grounding 및 접지가 필요하다.

무조건 접지를 많이 시키는 것이 노이즈를 증폭하는 결과를 만들어 낸다.

-> 각가의 회로는 잘 되는데 붙이기만 하면 문제가 생기는 경우 등

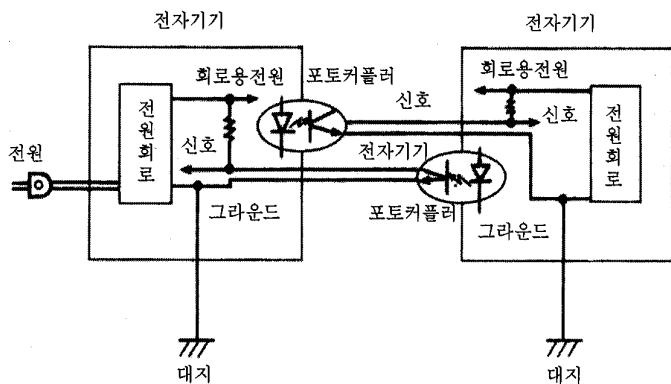


• 그라운드 루프의 형성



○ 전원회로를 공유화하여 대지와 접속을 1개소만 한다.

대책 1 : 한점에서 어스 한다.
전원 단일화 한다.

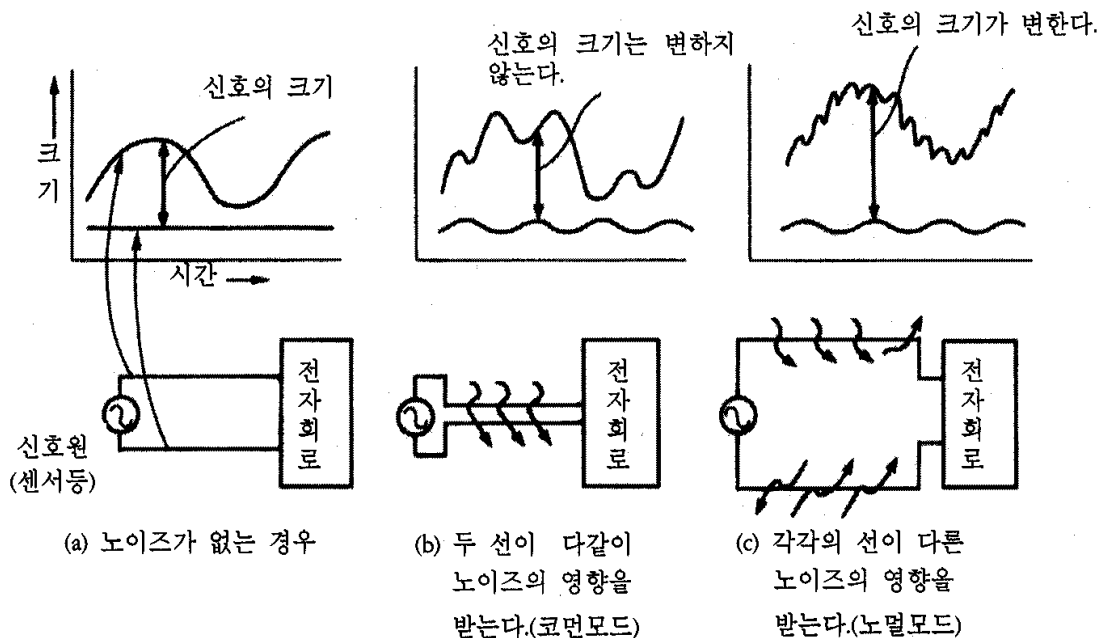


○ 포토커플러를 이용하여 전기적으로 절연한다.

• 그라운드 루프를 만들지 않는 연구

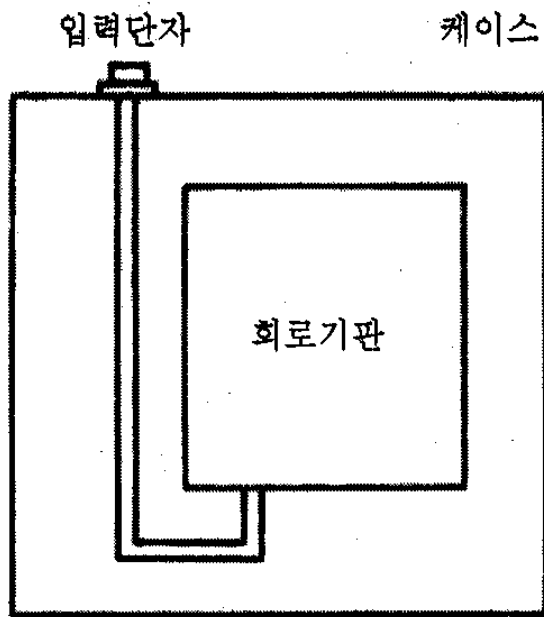
대책 2 : 각각을 접지하고 전원을 분리한다.
신호는 photocoupler 로 절연한다.

배선에 의한 노이즈 감염은 매우 쉽게 발생하는 부분이다.
 그러면 배선의 기본은 짧고, 굵게, 매우 친밀하게(심지어 꼬아준다)
 더 심하게는 한 이불로 싸아버린다.(실드)

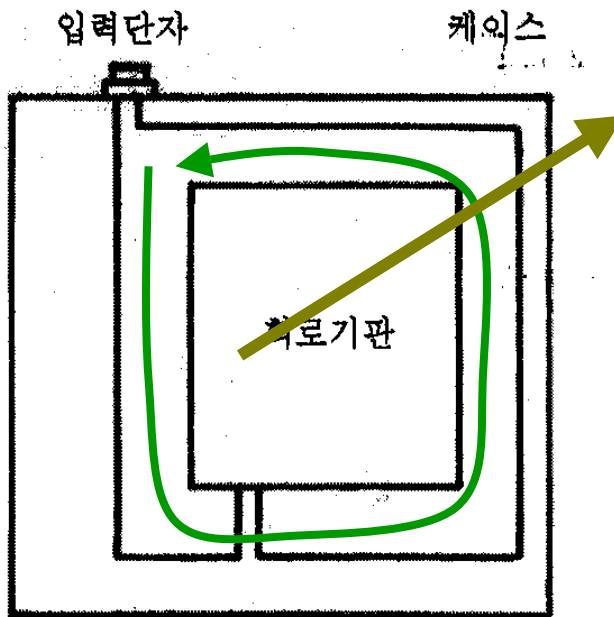


• 배선에 의한 노이즈의 영향

나쁜 배선에 의해 안테나 방사 형태의 노이즈가 방출된다.
안테나 효과에 의해 노이즈가 침입한다.



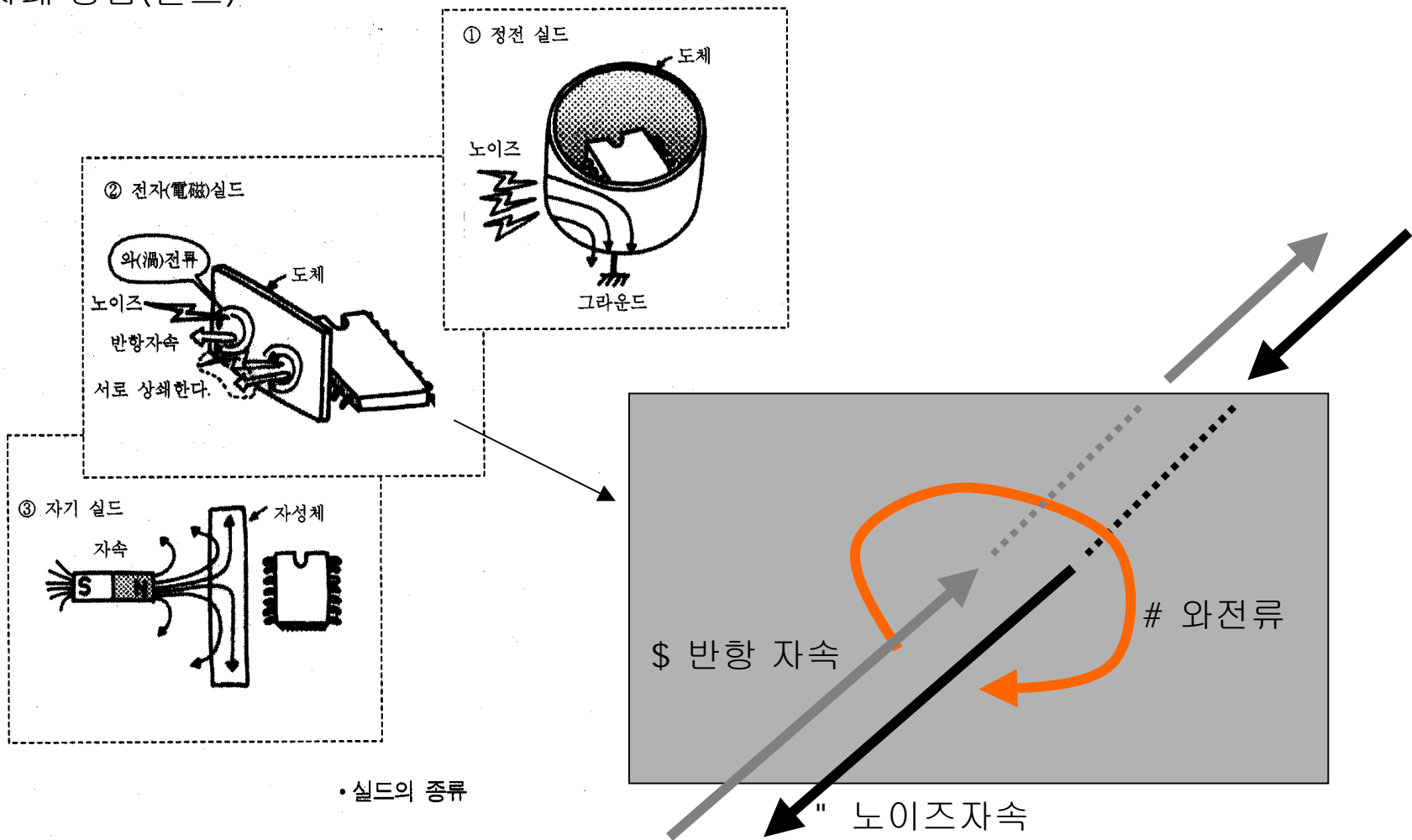
○ 좋은 배선

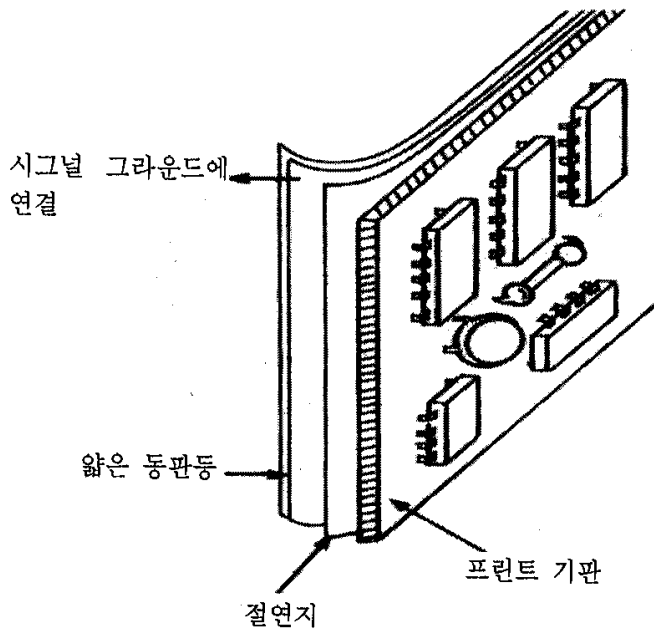


× 나쁜 배선

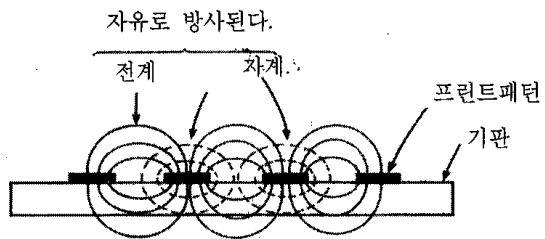
• 기기내의 배선에 있어서도 같다.

차폐 방법(실드)





- 단면기판에서 실드하는 방법



○ 단면기판의 경우

분포가 변한다.



○ 양면기판의 경우

전면 그라운드 혹은 전원



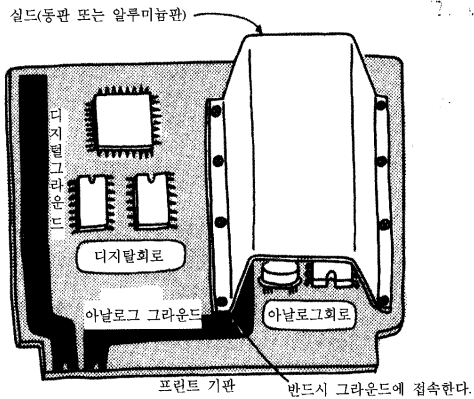
전면 그라운드 또는 전원

○ 다층기판의 경우

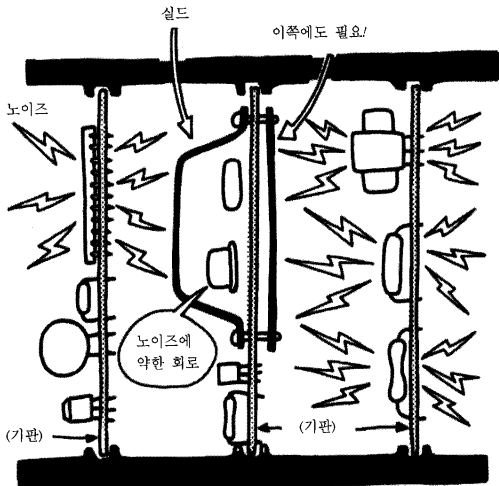
• 다층기판에서 실드효과에 대한 사고방식

다층 기판이 노이즈에 강하다.

-ground 는 실드와 튼튼한 ground 를 제공한다.



• 디지털/아날로그 혼재기판에서의 실드 예

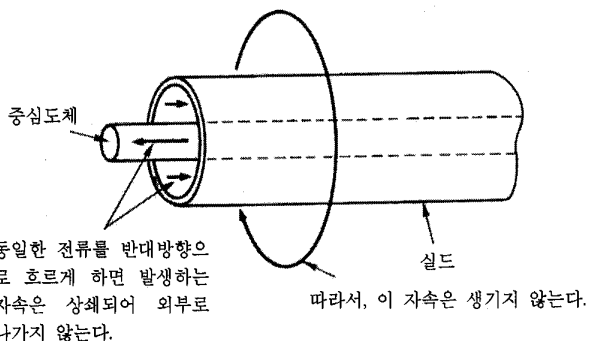


퍼스컴의 확장 슬롯등

• 인접한 보드가 있는 경우에 실드할 필요가 있다.

아날로그 회로와 디지털 회로가 혼재된 회로는 아날로그 회로가 디지털 회로로부터 노이즈 감염이 쉽게 이루어 질 수 있으니

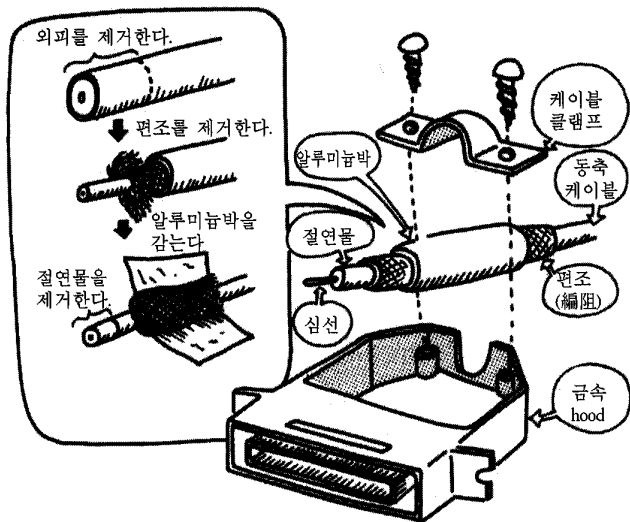
1. 서로 분리 배치한다.
2. 차폐 한다.
3. Ground 를 분리한 후 입구 전원 측에서 1점 연결 한다.



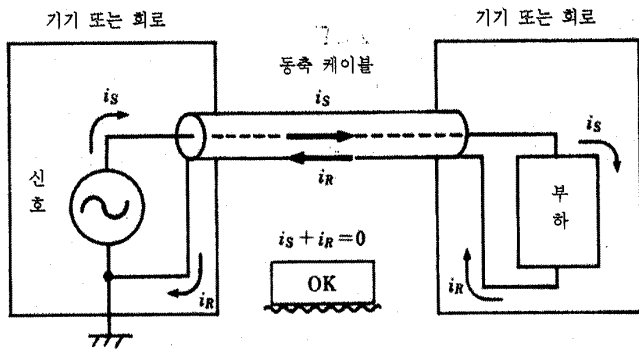
동축 cable 은 노이즈에 강하다.

왜?

• 동축케이블의 효과



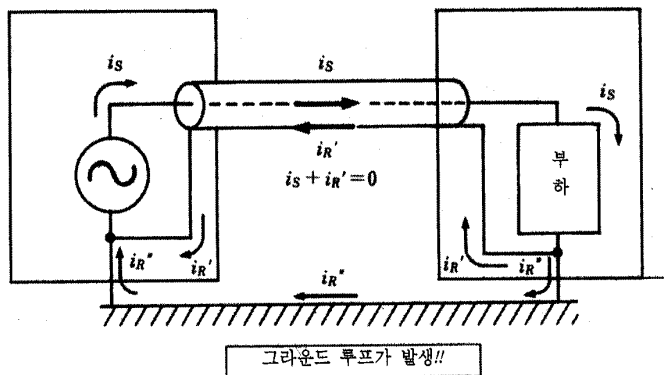
• 실드 편조의 중단 방법



○ 한쪽만 그라운드에 접속한다.

동축 cable 을 쓰는 경우라도 어스에 있어서는 세심한 주의가 필요하다.

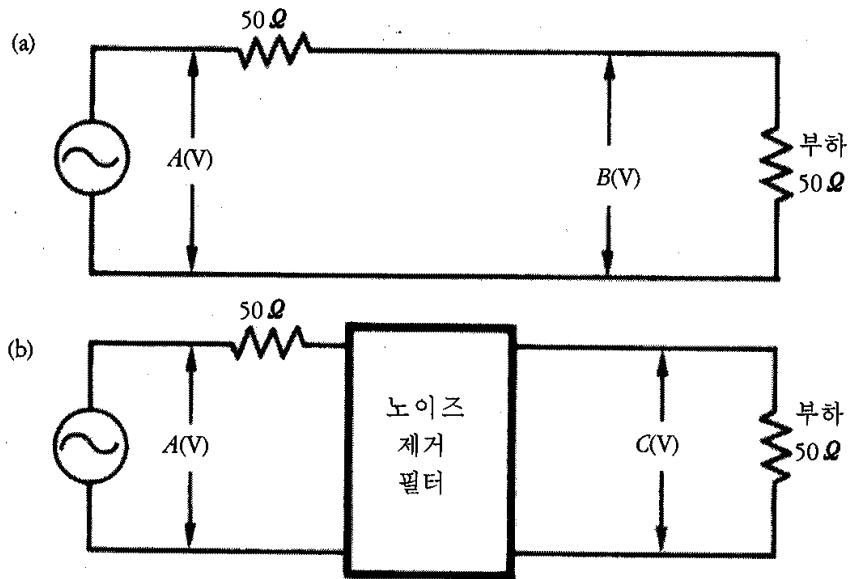
비싼 비용에 효과가 없을 수 있다.
-> 실제 해보면서 배우자



○ 양쪽에서 그라운드에 접속하면...

• 그라운드에 접속시키는 것은 신중히

노이즈에 강한 회로 마지막 방법 - 필터

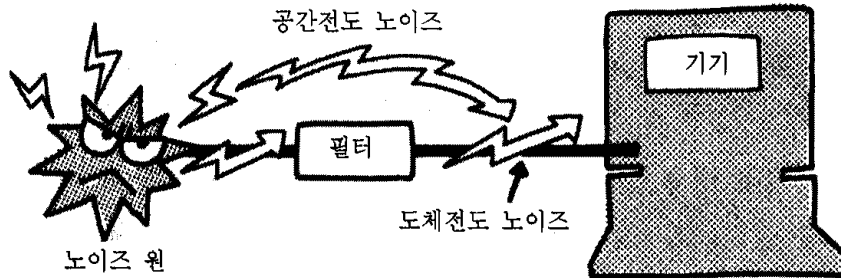


$$\text{삽입손실} = 20 \log \frac{B}{C} \text{ [dB]}$$

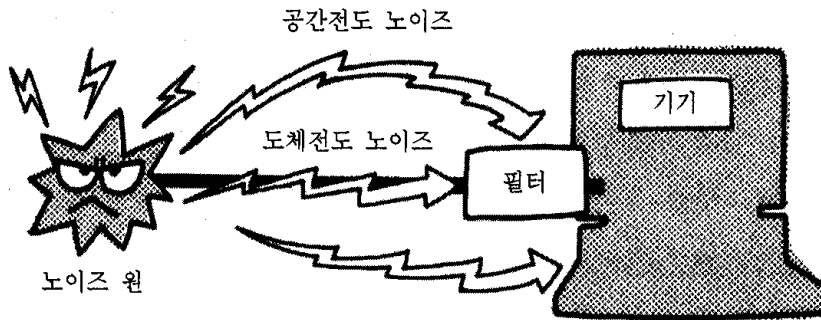
• 필터의 특성시험 회로

필터의 사용

1. 적절한 위치
- 아무 의미 없을 수 있다.
2. 적절한 용량
- 회로 기본 성능을 저해 가능



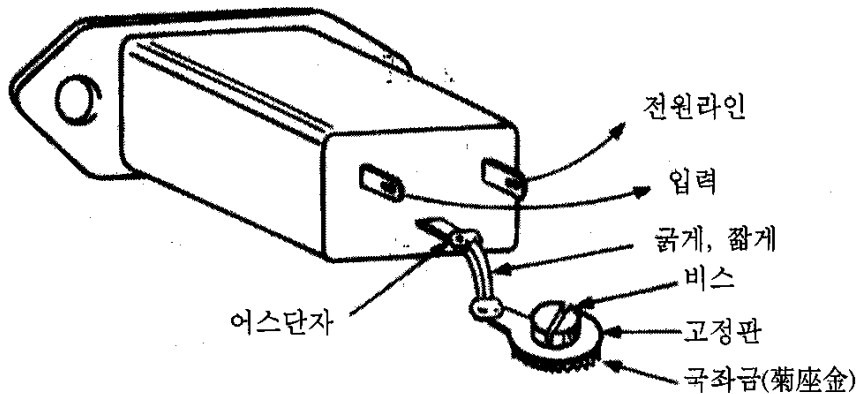
(a) 필터의 효과를 기대할 수 없다.(나쁜 실장 예)



(b) 공간전도에서 도체전도로 되지 않는다.(좋은 실장 예)

• 필터의 실장 위치

전원 필터링- 어스



접촉면의 도장을 벗긴다.

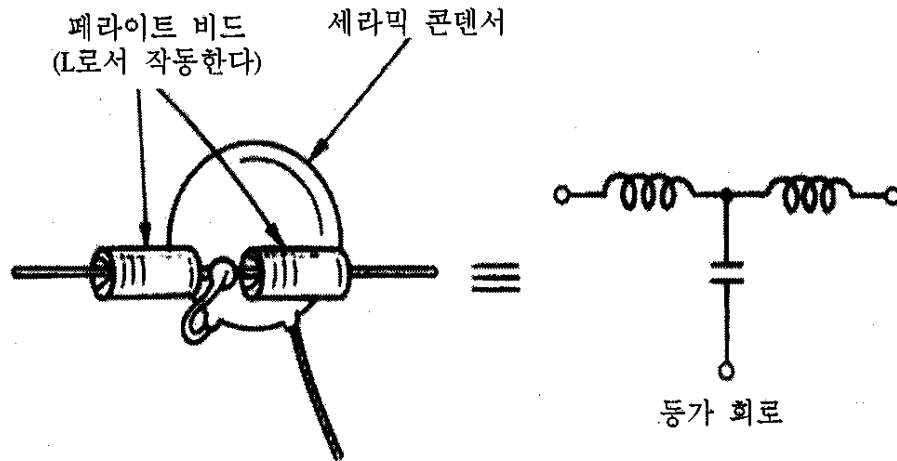
- 인렛형 필터의 실장 예

회로 내의 침입 혹은 발생 노이즈의 제거 및 전달 금지

RC filter

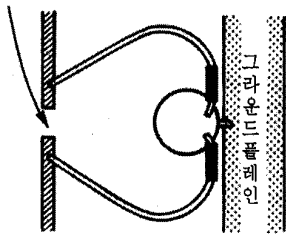
LC filter

이게 어떻게 노이즈를 제거하지?



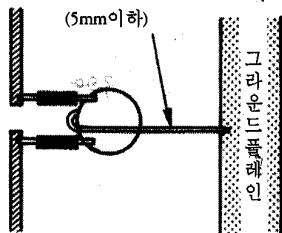
• 디스크형 필터의 구성

패턴을 끊는다.



○

필 수 있는 한 짧게
(5mm이하)



×

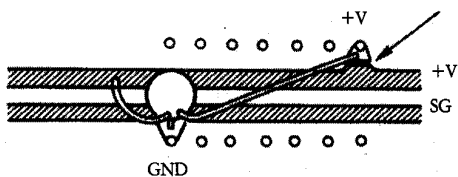
• 디스크형 필터의 실장 예

필터의 배치 및 연결

마찬가지로

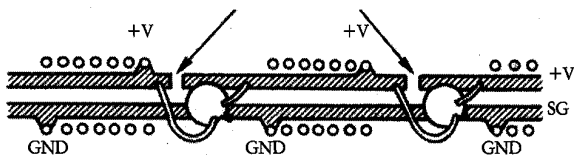
1. 굵고
2. 짧게
3. 가까이 - 가장 중요

패턴을 끊는다.



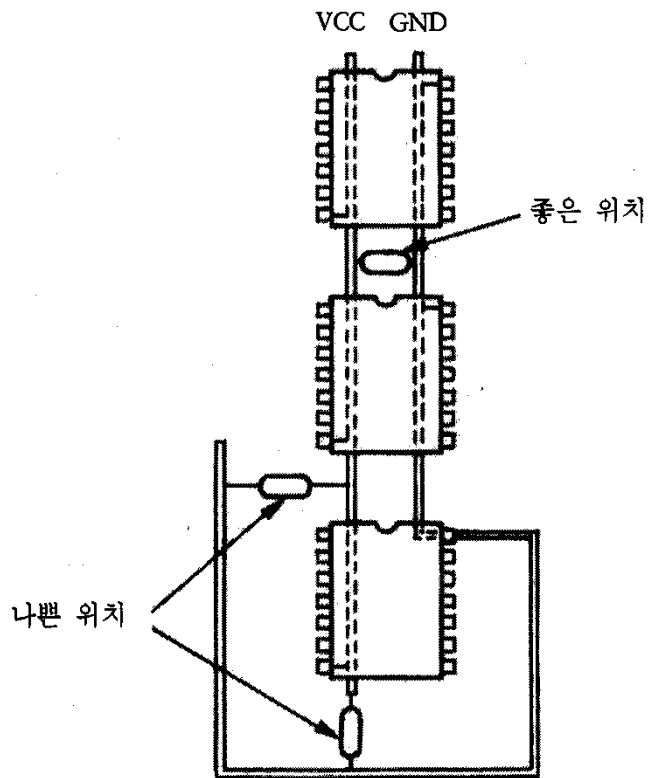
○ 각 IC의 디커플링으로...

패턴을 끊는다.



○ 전원라인의 디커플링으로...

• 디스크형 필터의 이용 예

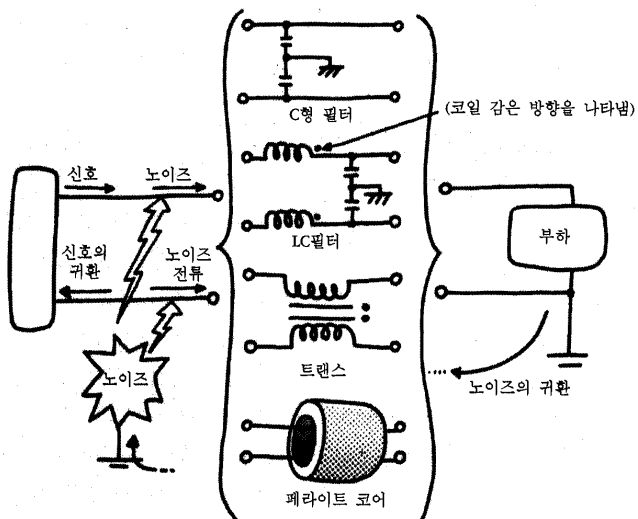


Bypass capacitor의 배선 방법

Bypass capacitor 는 어떻게 노이즈를 제거할까?

1.

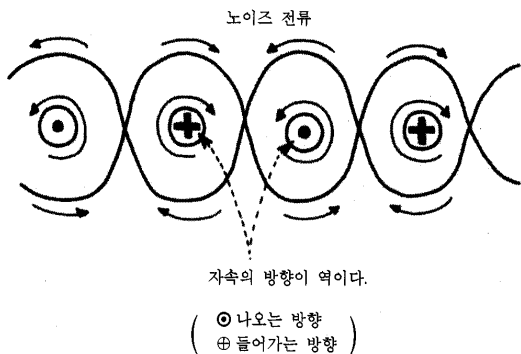
• 디커플링 콘덴서의 실장 위치



Common mode noise 는 접지와 ferrite 로 제거 한다.

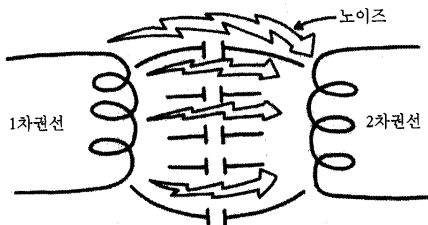
Normal mode noise 는 회로내 필터나 Twisted pair 선으로 제거 한다.

• 코먼모드 노이즈용 필터의 여러 가지



• 트위스트 페어 선은 노이즈의 발생을 억제한다.

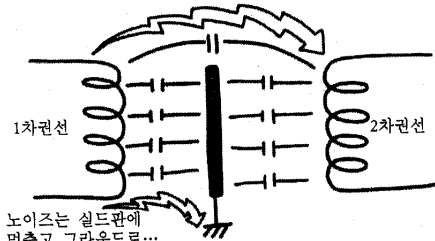
분포용량을 따라 노이즈가 침입한다.



전원전압은 권수비에 따라서 변압되지만 노이즈는 원래의 크기 그대로 전해진다.

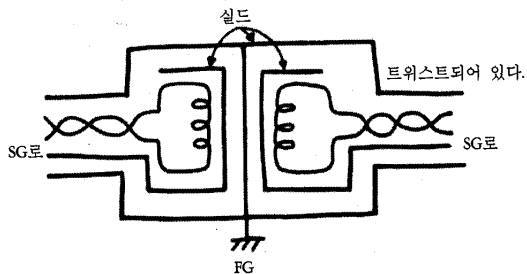
• 절연 트랜스의 구조

실드판이 작은 경우



그라운드가 중요!

• 실드 트랜스의 구조



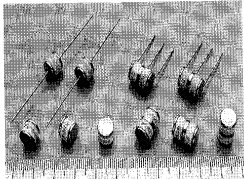
• 노이즈 컷 트랜스의 구조

트랜스는 회로간의 절연에 이용되고 절연에 의해 노이즈 차단 효과가 있으나

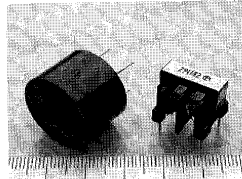
노이즈를 제거 하기 위해서는 실드가 반드시 필요하다.

-smps 등에 쓰이는 트랜스를 잘 살펴 보자

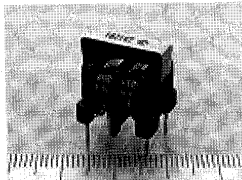
노이즈 대책용 부품(전원라인용 소자)



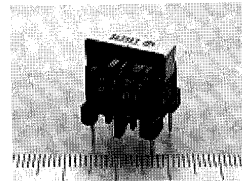
Arrester(과전압 방전관)



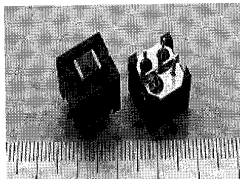
코먼모드 초크코일(1)



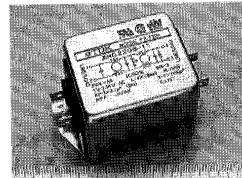
코먼모드 초크코일(2)



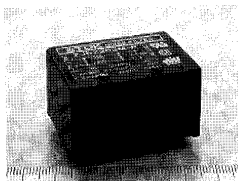
코먼모드 초크코일(3)



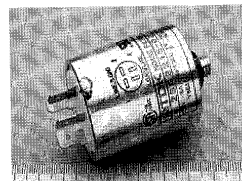
DC 라인필터



AC 라인필터(1)



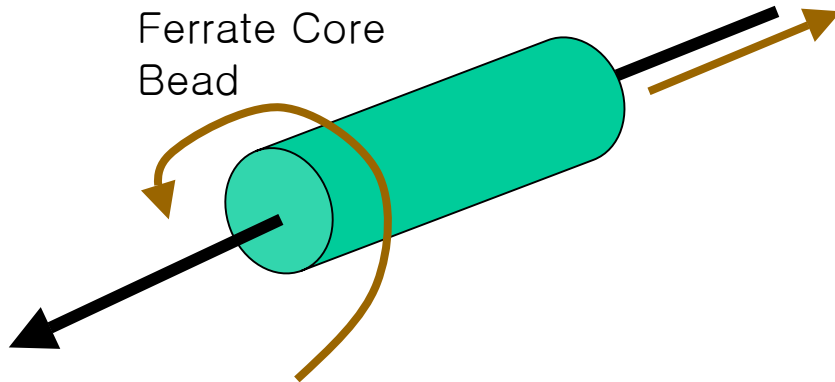
AC 라인필터(2)



AC 라인필터(3)

노이즈 제거에 쓰이는 부품 들

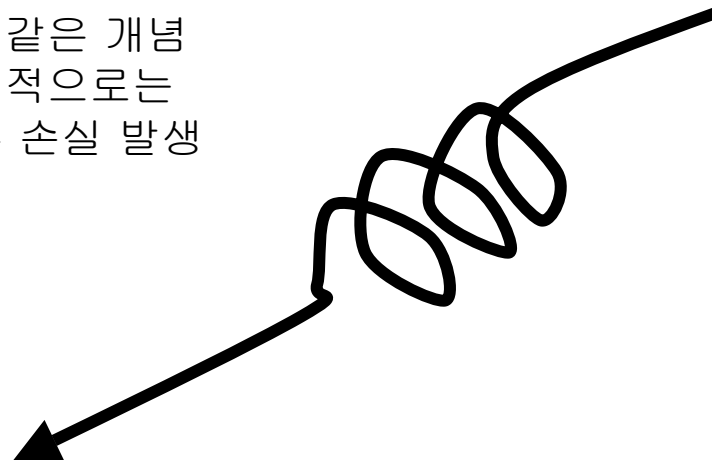
1. 트랜그 류
2. Ferrite 류
3. 라인 필터(LC)
4. 콘덴서류
5. 코일류

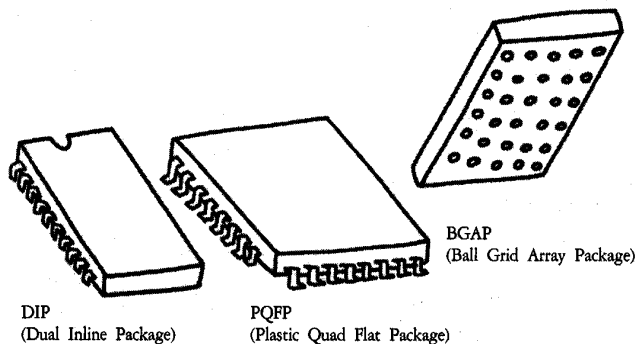


Ferrite Core
Bead

칩비드, 코일에 권선(전월회로)
IC, TR에 원통형 비드

이론적으로 같은 개념
그러나 실제로는
코일의 경우 손실 발생





• IC 패키지의 변화

노이즈 경향

1. 회로 복잡
2. 기판의 입체화
3. 회로 집적 및 고주파수화

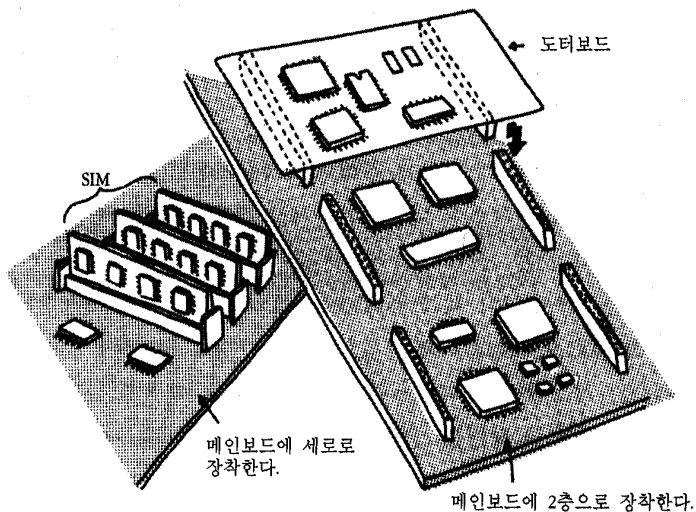
-> 노이즈와 친하여 진다.

-> H/W 적인 방법은 한계

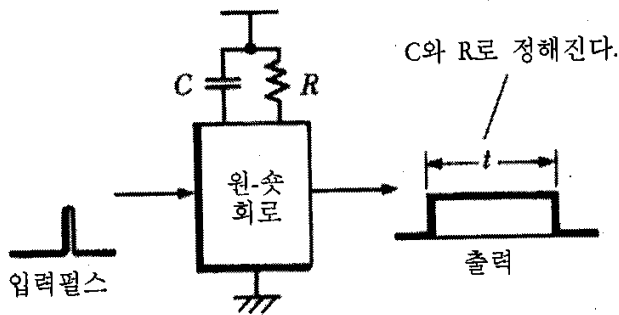
-> 노이즈 zero 는 없다.

-> S/W 적인 방법의 병행 필요

-> 노이즈와 공존(포기한다)



• 고밀도 실장기판의 예



노이즈 환경하에서 회로 fail 방지 방법

대표적 방법 - watchdog timer

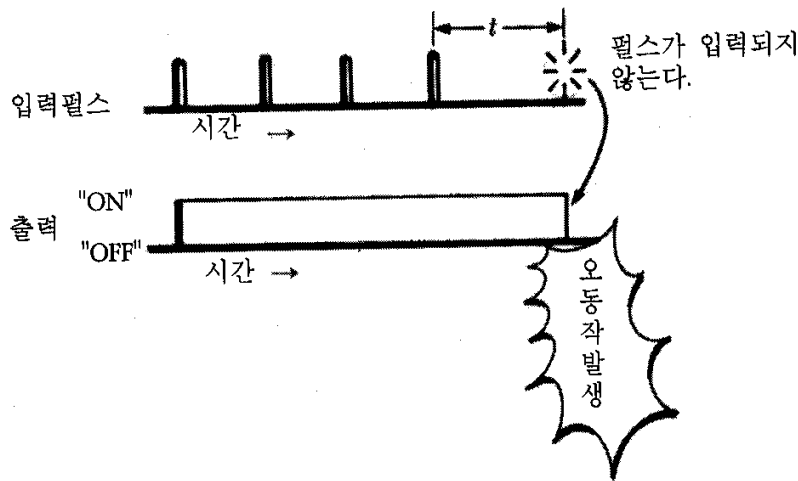
Micro-processor 이전에도 구현 사용

기타

-double check

-S/W filter

-오동작 history 작성 등



• 와치독(watchdog) 타이머의 동작