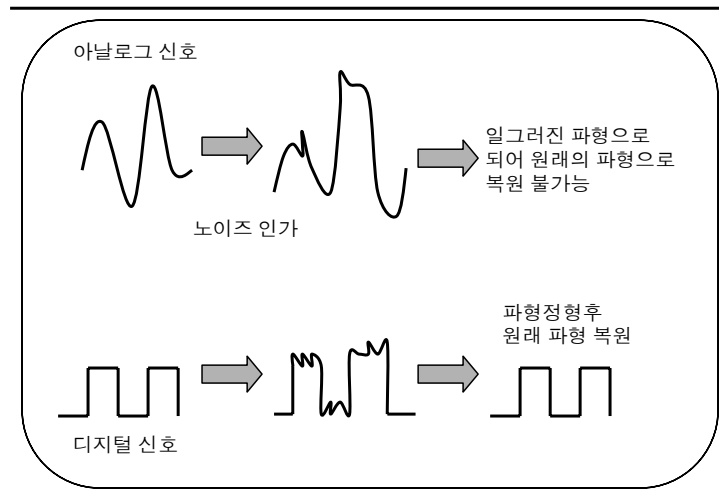


1. 아날로그와 디지털의 성질

아날로그는 신호 크기의 변화량 그 자체를 취급하기 때문에, 신호에 노이즈가 실리면 파형에 일그러짐이 생겨, 때로는 원래의 파형을 바꾸어 버리는 경우도 있다. 이와 같은 경우는 원래의 파형으로 복원하기 곤란하다. 아날로그는 재현성이 없고, 측정계라면 측정 오차가 생긴다. 이에 대해 디지털 신호는 노이즈로 인해 파형이 일그러져도 파형 정형에 의하여 원래의 파형으로 복원시킬 수가 있다. 즉 노이즈의 영향을 쉽게 받지 않는다는 이점이 있다.



2. 잘 동작하지 않는다.

이것의 원인은 아날로그와 디지털 회로의 간섭에 있다. 이점이 있다면 단점이 있기 마련이다. 디지털화에 서도 가장 안심할 수 없는 부분은 디지털 노이즈 발생원에 있다. 이 노이즈는 전압, 전류가 변화하는 과도 상태(신호의 상승, 하강)일 때에 나타난다. 기기의 성능은 아날로그 회로에 의해 정해진다. 노이즈의 영향을 받기 쉬운 아날로그 회로를 디지털 회로의 노이즈에 의한 간섭(회로도에 없는 요인으로 전기적으로 결합을 가진다)을 받지 않도록 하는 것이 설계의 포인트가 된다.

3. 설계의 기본은 간섭을 받지 않는 실장

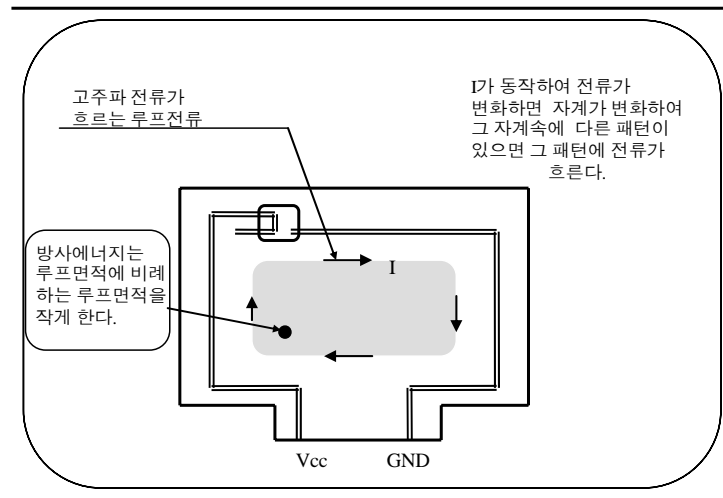
아날로그 회로와 디지털 회로가 혼재하는 회로는 서로 같은 자리에 얹게 하는 것이 중요 하며 아날로그 그라운드와 디지털 그라운드를 잘 분리하여야 서로의 간섭을 없애는 것이 중요하다. 만일 이렇게 할 수 있는 경우는 Photo-Copler 등을 사용하여 절연, 즉 격리라는 수단을 사용한다. 이와 같이 물리적, 전기적으로 양 회로를 분리하여, 간섭을 방지 하는 것이 중요하다.

4. 노이즈의 발생원인

전자 노이즈는 디지털 회로의 스위칭시의 과도 상태에서 발생하는 고주파 노이즈로 회로에 다음과 같은 영향을 준다.

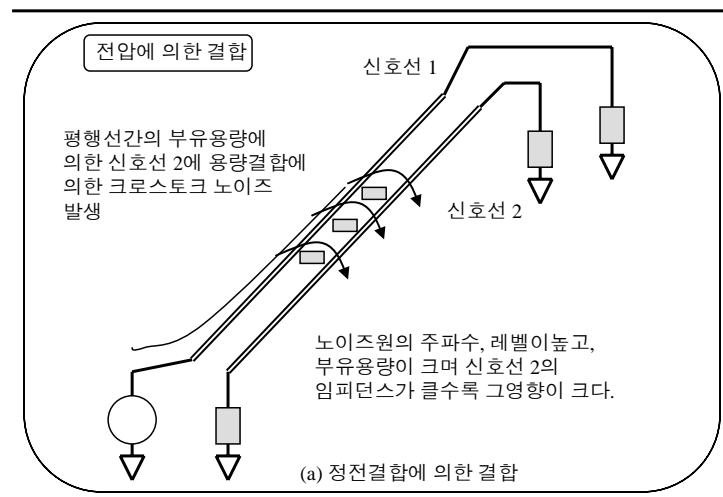
(1) 그라운드 라인은 안테나

프린트 기판의 그라운드는 신호의 동작 전류의 귀로임과 동시에, 전원 전류의 귀로이기도 하다. 이 때문에 이상적으로는 그라운드라인의 임피던스는 0이지만, 고주파 영역에서는 그라운드 라인의 인덕턴스를 무시할 수 없게 되어, 임피던스를 갖게 된다. 그렇게 하면 전위차가 발생하여, 그라운드 라인이 안테나로 되어, 노이즈를 공간에 방사하게 된다. 인덕턴스는 패턴의 길이에 비례한다. 길어지면 에너지도 커진다.



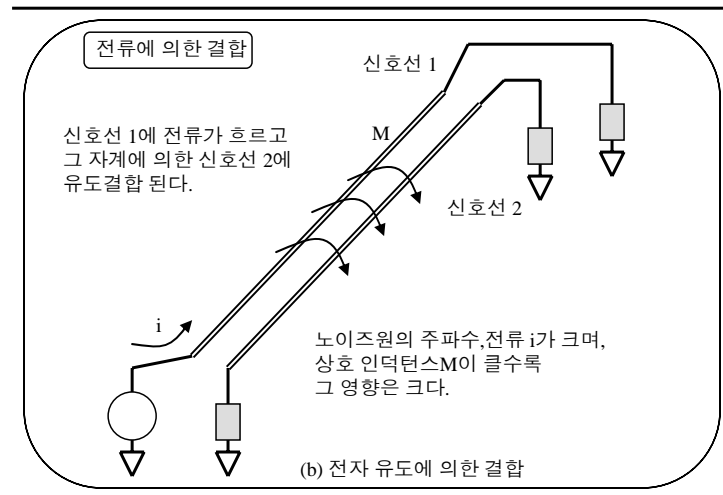
(2) 정전용량에 의한 크로스토크

접근하여 평행으로 달리는 신호 패턴은 도체간의 부유용량에 의해, 도체끼리 전기적으로 결합하여 상호 영향을 주어 crosstalk가 발생한다. 그 간섭의 정도는 부유용량(패턴의 면적, 간격, 유전율) 주파수 등에 의해 정해진다. 고밀도 실장에서는 패턴 간격이 좁고, 간섭하는 비율이 커지기 때문에 주의해야 한다.



(3) 전자 유도에 의한 크로스토크

루프내를 통과하는 자력선이 변화하면 루프에는 유도 전류가 흐르고, 신호 그 자체를 변화 시켜 트러블의 원인이 된다. 예를 들어 전력 기기의 ON/OFF 는 큰 자계의 변화가 있어, 그 가까이 루프가 있으면 당연히 그 영향을 받아 크로스토크한다. 이것은 루프 면적이 클수록 전자유도에 의해 생기는 노이즈의 감도가 커지며, 받는 영향도 커진다.



(4) 반사에 의한 전자 노이즈의 방사

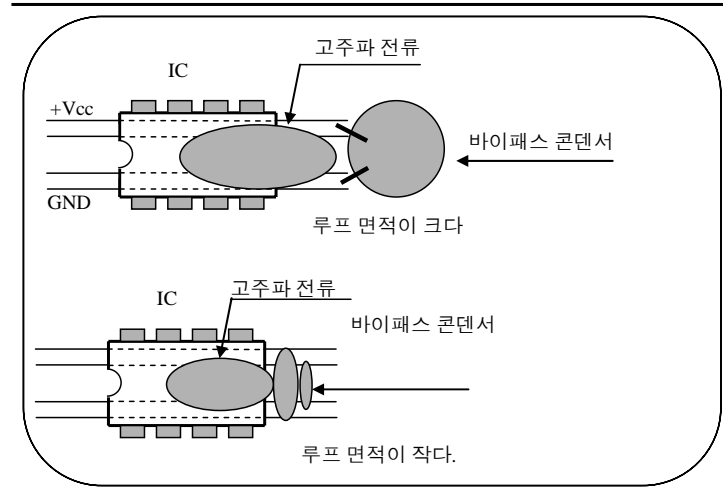
- ① 신호라인의 특성 임피던스가 변하는 장소
- ② 특성 임피던스가 같아도 물리적으로 패턴의 폭이 변하는 장소
- ③ 갑자기 굴곡이 있는 장소 등은 신호 전류의 일부가 반사하여 전자 노이즈를 발생한다.

5. 노이즈 대책의 70 %는 실장 설계에 있다.

(1) 바이패스 콘덴서를 넣는다.

고주파 노이즈의 전원 전류를 바이패스 시켜 루프를 작게 하는 것이다. 이 루프는 안테나로 동작하며, 루프 면적에 비례한 방사에너지를 가지고 있다.

이 때문에 바이패스 콘덴서를 삽입하여 루프 면적을 작게 하면 디지털 회로로부터의 노이즈의 발생을 방지하거나 아날로그 회로에 노이즈가 들어갈 수 없도록 하는 효과를 나타낸다(바이패스 콘덴서는 바이패스 회로의 임피던스를 0에 가까이하기 위한 콘덴서이다).



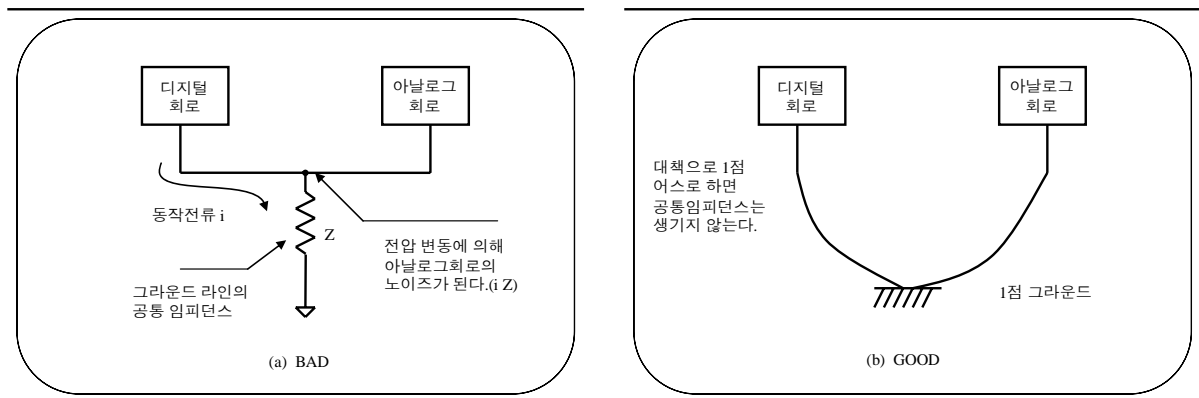
- ① 바이패스 콘덴서의 리드선은 가급적 아주 짧게 실장한다.
- ② 바이패스 콘덴서에, 주파수 특성이 좋은 작은 용량값의 콘덴서를 병렬로 실장한다(용량값이 크면 공진 주파수가 낮아져 문제가 되는 고주파 대역을 커버할 수 없다).

(2) 공통 임피던스를 없앤다.

두 회로에 공통되는 배선의 임피던스가 있으면 디지털 회로의 동작 전류에 의한 전압 강하가 발생하여, 이것이 아날로그 회로에 노이즈로 영향을 준다.

- ① 1 점 그라운드
- ② 그라운드 패턴의 강화

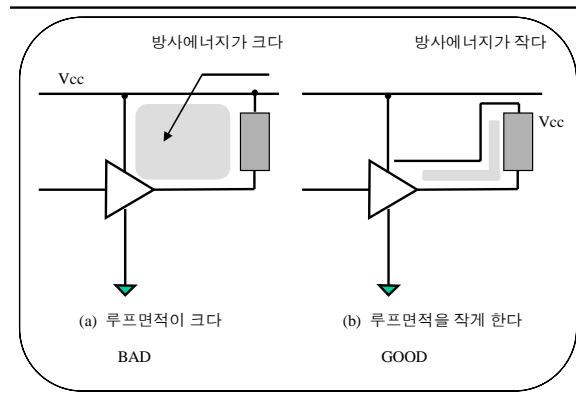
그라운드 패턴은 면적을 넓게 취하여 그라운드 임피던스를 낮게 한다. 가능하면 전면 그라운드를 하는 것이 효과적이다.



(3) 아날로그/디지털 회로를 분리한다.

공통 임피던스가 되지 않게 기판상에서 서로 분리한다. 또한, 아날로그 회로와 디지털 회로를 공간적으로 분리하고, 전기적으로는 shield 를 위한 그라운드선을 넣는 것이 효과적이다.

(4) 회로의 루프 면적을 작게 한다.



(5) 접근하여 평행하게 달리는 신호의 패턴은 만들지 않는다.

패턴 간격은 가급적 간섭하지 않도록 하며, 또한 신호선 사이에 그라운드 선을 넣는다.

(6) 신호 패턴은 갑자기 구부리지 않는다.

전기가 통하는 길을 완만히 하여 구부린 부분에서 발생하는 노이즈를 감소시킨다.

(7) 아날로그 회로는 아주 짧게 배선한다.

배선은 크든 작든 루프를 형성하게 된다. 아날로그 회로는 루프를 작게 하기 위해, 아주 짧게 배선한다. 또한, 임피던스가 높은 회로는 전면 그라운드로 한다. 디지털 회로에서도 마찬가지로, 배선을 짧게 함으로써 그라운드 노이즈, 방사 노이즈를 감소할 수 있다.

(8) 기판 설계는 전면 그라운드를 잡는 비율을 높인다.

전면 그라운드 전면 전원의 설계를 도입하여 전면율을 높임으로써 전자 노이즈에 강한 기판 설계를 한다 (전면율: 패턴 이외의 동박 면적의 비율).

일반적으로 부품면은 전면 그라운드, 납면은 전면 전원으로 하면 형성 용량이 전자 노이즈를 흡수하기 때문에 대책 효과는 크다.