

연재/전자파장해

전기용품의 EMI 측정방법 및 대책(II)

김 관 중
(국립공업기술원 전자과장)

II. EMI 대책

1. 노이즈 필터

AC전원라인은 외부노이즈가 전자기기로 침입한다든지 전자기기의 내부에서 발생한 노이즈가 외부로 유출되는 통로가 된다. 또 노이즈를 공간에 방사하는 ANT구실도 한다.

AC라인의 노이즈에는 라인간에 생기는 nomal mode노이즈와 양라인과 ground간에 생기는 common mode노이즈가 있으며, 전원필터는 이러한 그 종류의 노이즈를 동시에 제거할 수 있어야 한다.

통상 전원노이즈를 동시에 제거할 수 있어야 한다.

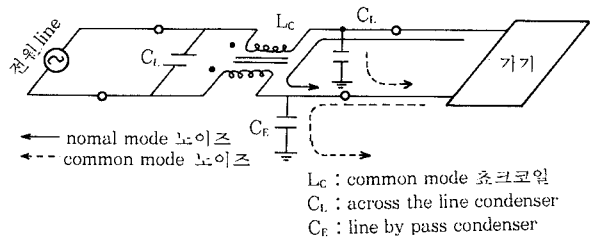
통상 전원필터는 그림 13에서 보는 바와 같이 3종류의 소자로 구성한다.

각 소자는 노이즈의 mode와 주파수에 따라 common mode 초크코일이 저역의 common mode 노이즈를 제거하고 across the line condenser가 저역의 nomal mode 노이즈를 제거, 또 line by pass condenser가 고

역의 common mode와 nomal mode 노이즈를 제거하는 역할을 한다.

저역의 nomal mode 노이즈가 강한 경우에는 상기한 3종류 소자외에 nomal mode 초크코일을 사용하면 좋다.

각 부분을 분석하면 우선 nomal mode 노이즈만을 생각할 때 그림 13의 등가회로는

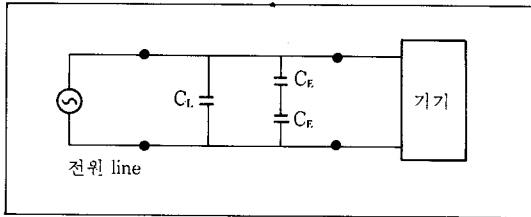


〈그림 13〉 전원필터회로

그림 14와 같이되어 condenser에 의한 노이즈 bypass회로가 된다.

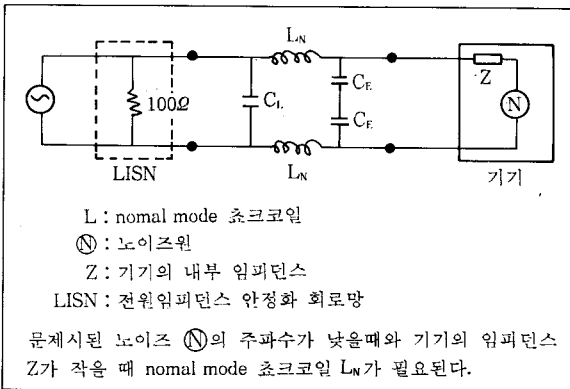
nomal mode 노이즈는 이 회로정도로 충분하나 회로의 임피던스가 낮은 경우나 노이즈의 주파수가 낮은 경우는 이것만으로는 충분치 않다. 그 이유는 condenser로 임피던스를 낮추는 것은 한계가 있기 때문이다.

이 때는 normal mode용 초크코일을 회로에 삽입하여 라인의 임피던스를 높여 놓을 필요가 있다.



〈그림 14〉 normal mode에 따른 등가회로

즉 그림 15와 같이 normal mode 초크코일과 condenser을 조합해서 L형이나 π 형 필터회로를 형성하면 C_L 의 용량이 크지 않아도 된다.



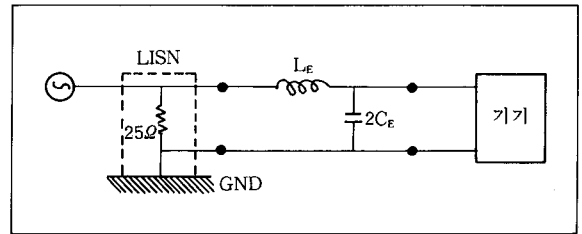
〈그림 15〉 normal mode 초크코일의 동작

다음으로 common mode 노이즈 대책으로 그림 16의 등가회로에서 특성은 그림 17과 같이 a, b, c의 부분으로 나누어서 분석된다.

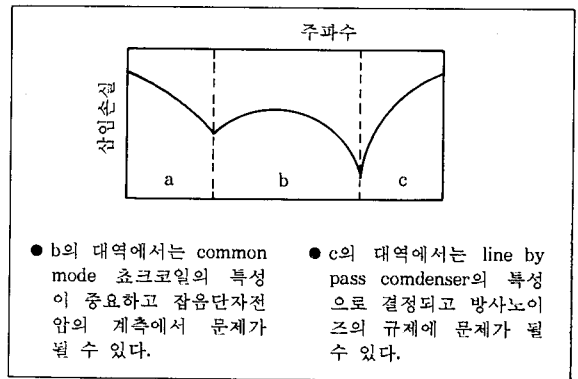
저역의 a부분에서는 common mode 초크코일의 인덕탄스에 따라 결정되는 대역이며, 이 대역에서는 인덕탄스값을 크게해서

특성을 향상시킬 수 있다.

중간대역 b의 부분은 common mode 초크코일의 stray capacitance와 by pass condenser에 따라 결정되는 대역으로 특성이 나쁘면 노이즈를 만족하게 제거할 수 없다.



〈그림 16〉 common mode에 따른 등가회로



〈그림 17〉 common mode 노이즈 분석

고역대역 C의 부분은 주로 line by pass condenser의 주파수 특성으로 결정되는 대역의 특성이 나쁘면 전원코드로부터 노이즈가 공간으로 방사될 수 있다.

이러한 문제를 해결하는 방법은 line by pass condenser의 정전 용량을 누설전류 규제치 범위내에서 크게하거나 common mode 초크코일과 line by pass condenser의 특성을 개선하는 방법이다.

가. normal mode 초크코일

일반적으로 링코아에 코일을 권선한 간단한 구조이나 부하에 공급하는 교류전류가 크므로 코아는 자기포화를 일으키기가 쉽다.

따라서 코아의 재질은 인덕탄스를 유지하도록 포화자속 밀도가 큰 dust core을 사용한다.

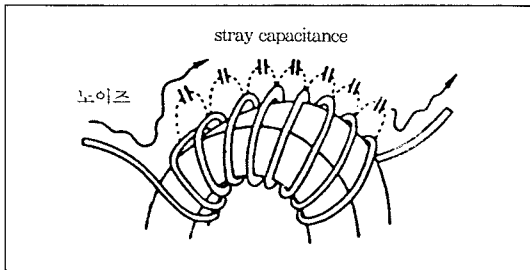
dust core는 금속분말을 접착절연재를 혼합해서 가압성형한 것이다.

normal mode 초크코일은 C_L 만으로 충분히 노이즈제거가 어려울때 사용하면 라인 임피던스를 증가시켜서 노이즈제거 효과가 나타난다.

나. common mode 초크코일

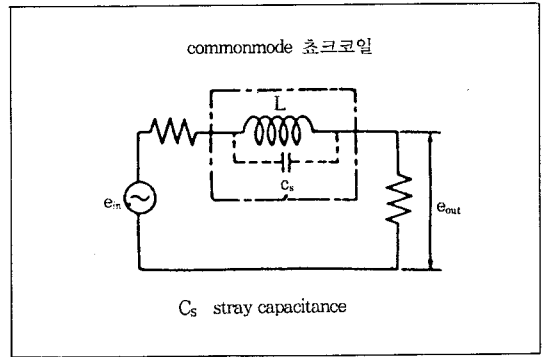
1개의 폐자로 코아에 동일한 인덕탄스를 갖는 코일을 역방향으로 감고 부하에 공급하는 60Hz의 AC전류에 의한, 자속을 서로 상쇄시키고, common mode 노이즈 전류만 동작하도록 한 코일이다.

일반적으로 common mode 코일의 주파수 특성은 100KHz로부터 10MHz사이에서 자기공진현상(f_0)이 나타나고 f_0 이상의 주파수에서는 특성이 열화한다.



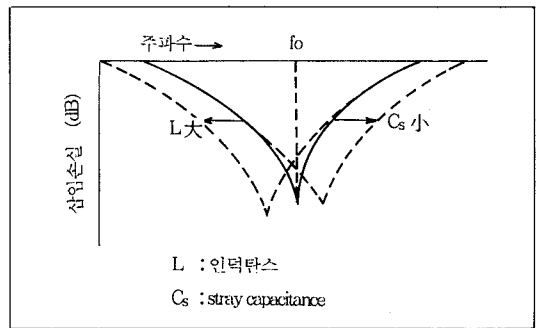
<그림 18> 권선간의 stray capacitance

그 이유는 그림 18과 같이 권선간의 stray capacitance가 초크코일의 인덕탄스와 병렬로 접속되게 되므로 노이즈의 by pass회로가 형성되기 때문이다(그림 19).



<그림 19> 초크코일 등가회로

따라서 그림 20과 같이 인덕탄스를 크게해서 특성이 개선되는 것은 저역대역이며, 고역특성을 향상시키려면 초크코일의 C_s 을 줄이지 않으면 안된다. stray capacitance는 코일을 감는 방법 및 구조에 따라 변화한다.





<그림 20> common mode 초크코일의 주파수 특성분석

구조를 대별하면 트로이달코아와 보빈코아로 분류되는데 표 5와 같이 장단점이 있다.

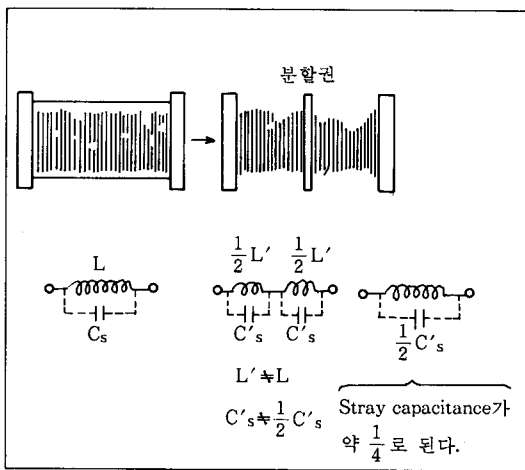
트로이달 type은 고주파 특성이 양호하나 인

덕탄스를 높일 수 없어 저주파에서는 특성이 떨어지고 보빈type은 반대특성이다.

〈표 5〉 초크코일의 종류와 특성

	troidal type	bobbin type
		
인덕턴스	△ (~수mH 位)	○ (~수십mH)
주파수 특성	○	△
정격전류	○ (~수십A 可)	△ (~3A 전후)
단 가	△	○ (양산일 때)

또 보빈type의 특징은 권선방법을 분할권으로 할 수 있어 stray capacitance가 줄어 든다(그림 21 참조).



〈그림 21〉 권선구조에 따른 stray capacitance 감소

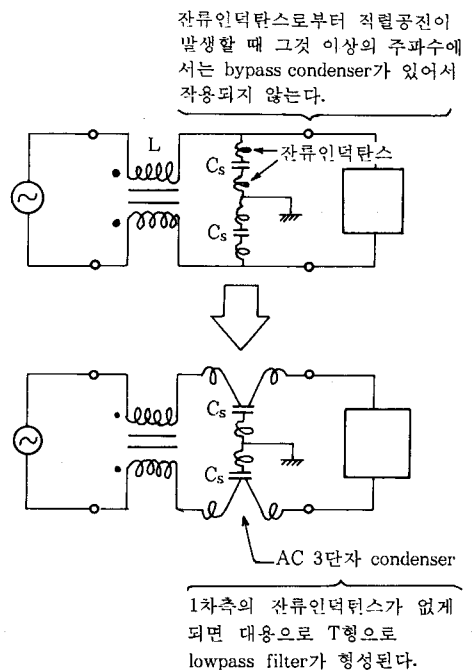
다. Line by pass condenser

AC라인과 case의 ground간에 접속되는 condenser로서 주파수특성은 수십 MHz부근에서 자기공진 현상이 나타난다.

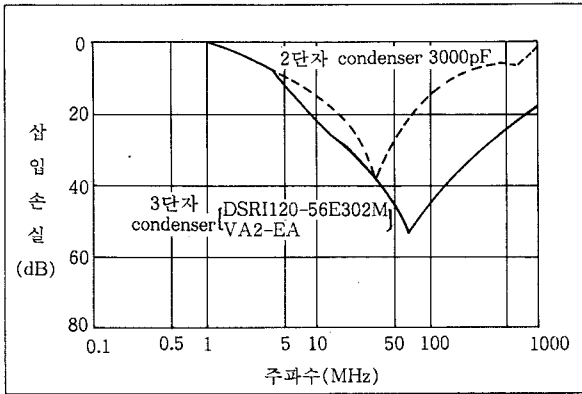
그 이유는 condenser와 직렬로 되어 직렬 공진을 만든다. 이 현상을 개선하기 위해서는 리이드선을 3단자구조로 한다.

3단자 condenser가 특성이 양호한 것은 condenser의 +측 단자를 입력과 출력으로 구분하며 접속하면 잔류인덕탄스를 LPF의 인덕탄스로 이용할 수 있기 때문이다.

그림 23은 2단자 condenser와 3단자 condenser의 주파수 특성을 비교한 것으로 3단자 condenser가 30MHz이상의 방사노이즈 대역에서도 양호한 감쇄특성을 보여준다.



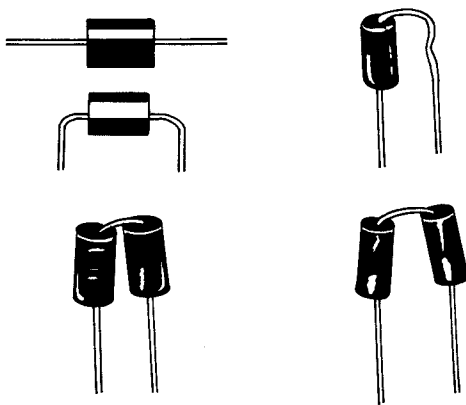
〈그림 22〉 3단자 condenser에 의한 특성 개선



〈그림 23〉 3단자 condenser의 주파수특성

2. Ferrite Bead Inductor

소형의 링코아의 구조로 일반 leadwire을 끼워 넣을 수 있는 모양으로 그림 24와 같다. 부용량이 적고 일반적으로 경미한 노이즈 대책에 사용된다.



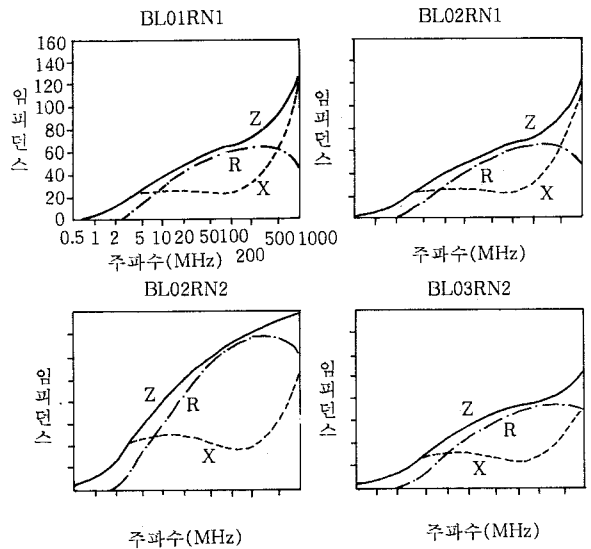
〈그림 24〉 Ferrite Bead Inductor

방사노이즈수 대역인 수십~수백 MHz에서는 유도 손실이 크게 되고 저항성분으로 동작하는 노이즈를 흡수하기 때문에 신호의 찌그러짐을 제거하는 효과도 있으며 낮은

임피던스회로에 적당하다.

용도에 따라 2.54mm의 피치에 연속장착할 수 있는 type이나 신호선이 집중되어 있는 I/O 라인이나 IC에서의 EMI 대책에 편리하다. 임피던스특성은 그림 25과 같다.

폐회로의 2선을 Bead에 삽입함으로써 common mode 노이즈의 주파수성 저항으로 동작하여 그 에너지를 열로 소비시켜 노이즈를 제거한다. 또 bead에 lead선이 관통하는 것만이 아니고 권선해서 그 특성을 강화시킬 수 있다.



〈그림 25〉 Ferrite Bead의 임피던스 특성

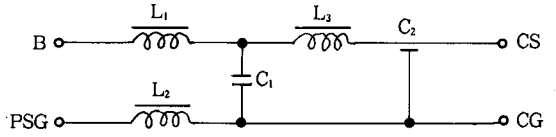
3. Filter Block

ferrite bead와 관통컨덴서를 조합해서 π 형 필터를 구성한 것으로 관통컨덴서의 고주파특성을 최대한으로 활용하도록한 구조로 되어 있다. 주파수특성은 수백MHz이상의 노이즈를 강력히 감소시켜주며 또 2회로 3회로를 한 block내에

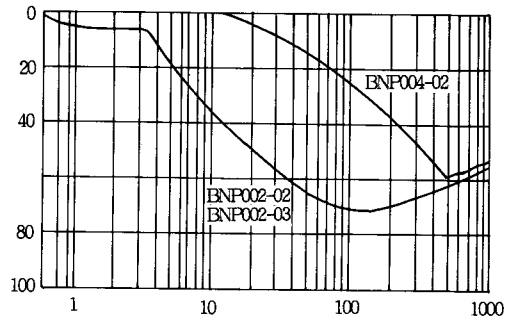
삽입해서 부수의 필터를 일괄 대책으로 할 때 유효하다.

노이즈제거 효과는 접지라인의 임피던스 영향을 많이 받기때문에 접지를 강화해서 사용하면 한층 노이즈제거 효과를 높일 수 있다.

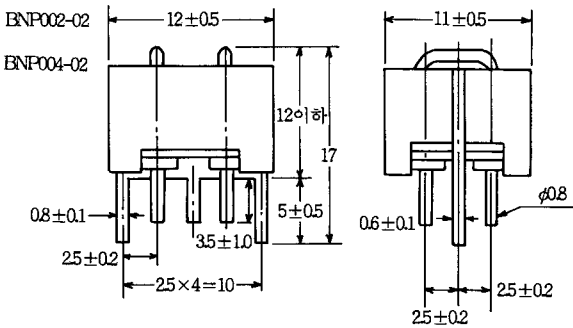
라인의 임피던스가 낮을수록 효과가 강하며 그 특성은 그림 28과 같다.



〈그림 27〉 등가회로



〈그림 28〉 주파수에 대한 삽입손실특성



〈그림 26〉 Filter Block