

방사성 Noise 대책부품의 종류 및 특성

김 선 기

익스팬전자(주)

I. 서 론

전자통신산업의 발전과 정보사회 구축에 따라 가전제품, 산업용 전자장치 및 정보통신기기가 크기는 작고 처리능력이 빠르며 소비전력이 낮아야 한다는 요구에 따라 회로가 소형화되고 정교해짐에 따라 더욱 많은 회로가 좁은 공간에 설치됨으로서 점차적으로 전파잡음(Noise)에 대해 장애를 받기 쉬운 상태로 되어가고 있다. 즉 원하는 신호(Signal)를 발생시키거나 전송할 때 필요하지 않은 잡음이 발생되거나 전송되어지기 때문이다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여

첫째, 불요 전자파의 방출을 억제하는 방법과

둘째는 어느 정도의 전자파 환경 내에서는 장애를 받지 않고 정상적으로 동작할 수 있도록 내성을 강화시키는 것이다. 이에 대한 규제는 이미 전 세계에서 제정되어 실행되고 있으며, 이들 전자파 Noise는 전달경로에 따라 전도성 Noise와 방사성 Noise로 분리되어진다.

본 기고에서는 방사성 Noise에 대한 일반적인 대책부품의 종류 및 특성에 대해서 학술적인 이론이나 공식보다는 전자, 통신 및 실장 기술자들이 쉽게

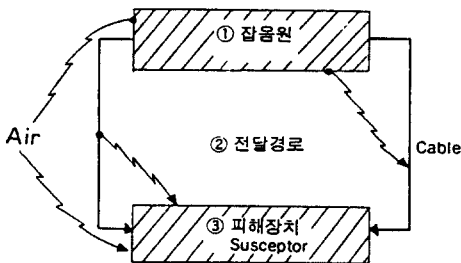
이해하고 적용할 수 있게 설명하고자 한다.

II. 방사성 Noise란

전자파는 전기(E-Field)와 자기(H-Field)로 이루어졌고 이 둘은 서로 각각에 수직하며 이 전자파의 진행 방향은 위 두 계를 포함하는 평면에 따라 오른쪽으로 진행한다. 이 전자파의 Wave Impedance $Z_w = \frac{E}{H}$ [ohm]이다.

전자파 Noise의 Source가 loop, 트랜스, 전원 등 주로 고전류에 의하여 야기되어지면 이 Noise Source는 Low Impedance [$Z_w = \frac{E}{H} = \frac{\text{小}}{\text{大}} = \text{小}$]의 자체성분이라 불리며 반대로 전자파 Noise Source가 주파수가 높거나 작은 전류 등에 의하여 야기되어진다면 이 Noise Source는 High Impedance [$Z_w = \frac{E}{H} = \frac{\text{大}}{\text{小}} = \text{大}$]의 자체성분으로 불린다.

전자파 발생원으로부터 어느 거리에 도달하면 Z_w 는 일정하게 되며 이때의 전자파를 평면파라 하며 Impedance는 377 Ω이고 이 값을 자유 공간의 고



—— 실선은 전도성 Noise의 전달경로
 ~~~~~ 곡선은 방사성 Noise의 전달경로

[그림 1] 전달경로에 따른 Noise의 구분

유 Impedance라 한다.

이들 전자파 중 Signal을 제외한 Noise 중 방사성 Noise란 기기 내부 및 외부에서 발생한 Noise가 공기를 매체로 하여 다른 곳으로 전달되어 그곳에서 피해나 간섭을 일으키는 Noise를 말한다. 이 방사성 Noise를 제거하거나 억제시키기 위하여는 전자파 Shield나 Absorbor가 필요하다.

### Ⅲ. 전자파 Shield 및 Absorbor

전자파 Shield 및 Absorbor란 한 곳의 공간을 전기적으로 2곳 또는 그 이상으로 분리 및 격리하는 것으로 이는 전자 에너지가 이동하는 것을 억제하는 것을 말하며 이 억제되는 효과를 전자파 차폐효과(Shielding Effectiveness)와 전자파 흡수효과(Absorbing Effectiveness)로 말하며 dB로 표시한다.

이 중 전자파 Shield 효과 S는 아래 공식에 의하여 구해지고 그 의미는 <표 1>과 같다.

$$S = 20 \log \left( \frac{|E|_{\text{unshielded}}}{|E|_{\text{shielded}}} \right) : \text{전계}$$

$$= 20 \log \left( \frac{|H|_{\text{unshielded}}}{|H|_{\text{shielded}}} \right) : \text{자계}$$

$$S = A + B + R [\text{db}]$$

A = Absorptive loss

R = Reflective loss

B = Multiple Reflection Factor

<표 1>

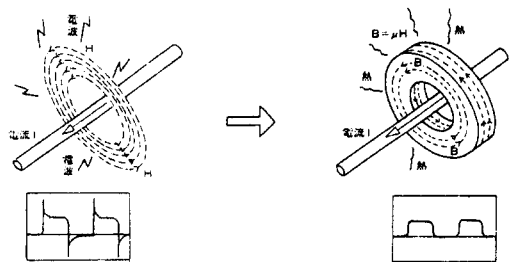
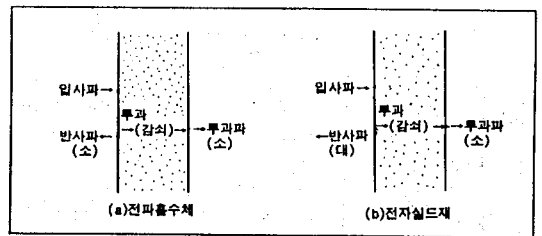
| 표시     | 감쇄율(비율)   | 감쇄율(%)   | 비고        |
|--------|-----------|----------|-----------|
| 20 dB  | 10 : 1    | 90 %     | 低 차폐범위    |
| 40 dB  | 100 : 1   | 99 %     |           |
| 60 dB  | 1000 : 1  | 99.9 %   | 일반상용 차폐범위 |
| 80 dB  | 10000 : 1 | 99.99 %  |           |
| 100 dB | 10000 : 1 | 99.999 % | 高 차폐범위    |

전자파 Shield와 전자파 Absorbor의 차이점은 <표 2>에서 보여주는 것과 같이 전자파 Shield 재료에 전자파 Noise가 입사되어지면 대부분의 입사파가 반사되어지고 전자파 Absorbor 재료에 전자파 Noise가 입사되어지면 대부분의 입사파가 전자파 Absorbor에 흡수되어져 열로 변환되어진다.

전자파 Absorbor는 통상 Ferrite(Ni+Zn/Mn+Zn)로 불리는 재료로 생산되며 주요 성분은 산화철이다. 그러나 3 GHz를 넘는 높은 주파수 대역에서는 Carbon을 이용한 흡수체를 사용하기도 한다. 이는 고주파에서 저항성분으로 되어 손실이 커지는 것을 이용하여 주변의 방사 Noise를 흡수하여 열 에너지로 변환시켜 Noise를 제거하는 기능을 갖는다([그림 2] 참조).

전자파 Shield의 재료는 통상 금속성질을 갖는 재료로 구성되어졌으며 이들의 전자파 Shielding Effectiveness는 재료의 전도율, 투자율, 두께와 Noise 주파수 및 Noise Source와의 거리 및 Noise

<표 2> 전파흡수체와 전자 실드재의 기본원리



[그림 2] Ferrite의 원리

〈표 3〉 차폐재료의 특성

| Material              | Relative Conductivity<br>$\sigma_r$<br>(Cu=1) | Relative Permeability $\mu_r$<br>B(Magnetic Ind)<br>= 20 Gauss |                |                  | Absorption Loss(dB)<br>Per MIL Barrier Thickness<br>$A_{dB}=3.334(t_{in})(\mu_r\sigma_r f)^{1/2}$ |                |                 |               | Relative Reflection Loss<br>(dB)<br>$\Delta R_{dB}=10 \log_{10}(\sigma_r / \mu_r)$ |                 |               |
|-----------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|
|                       |                                               | $f=$<br>1 kHz                                                  | $f=$<br>10 kHz | $*f=$<br>100 kHz | $f=$<br>1 kHz                                                                                     | $f=$<br>10 kHz | $f=$<br>100 kHz | $f=$<br>1 MHz | $f=$<br>10 kHz                                                                     | $f=$<br>100 kHz | $f=$<br>1 MHz |
| Group I               |                                               |                                                                |                |                  |                                                                                                   |                |                 |               |                                                                                    |                 |               |
| Silver(Pure)          | 1.08                                          | 1                                                              | 1              | 1                | 0.11                                                                                              | 0.35           | 1.10            | 3.46          | + 0.3                                                                              | + 0.3           | + 0.3         |
| Copper(Annealed)      | 1.00                                          | 1                                                              | 1              | 1                | 0.11                                                                                              | 0.33           | 1.05            | 3.33          | 0.0                                                                                | 0.0             | 0.0           |
| Gold                  | 0.70                                          | 1                                                              | 1              | 1                | 0.09                                                                                              | 0.28           | 0.88            | 2.79          | - 1.6                                                                              | - 1.6           | - 1.6         |
| Chromium              | 0.66                                          | 1                                                              | 1              | 1                | 0.09                                                                                              | 0.27           | 0.86            | 2.71          | - 1.8                                                                              | - 1.8           | - 1.8         |
| Aluminum              | 0.61                                          | 1                                                              | 1              | 1                | 0.08                                                                                              | 0.26           | 0.82            | 2.60          | - 2.2                                                                              | - 2.2           | - 2.2         |
| Brass(91 % Cu 9 % Zn) | 0.47                                          | 1                                                              | 1              | 1                | 0.07                                                                                              | 0.23           | 0.72            | 2.29          | - 3.3                                                                              | - 3.3           | - 3.3         |
| Magnesium             | 0.37                                          | 1                                                              | 1              | 1                | 0.06                                                                                              | 0.20           | 0.64            | 2.03          | - 4.3                                                                              | - 4.3           | - 4.3         |
| Tungsten              | 0.31                                          | 1                                                              | 1              | 1                | 0.06                                                                                              | 0.19           | 0.59            | 1.86          | - 5.1                                                                              | - 5.1           | - 5.1         |
| Zinc                  | 0.30                                          | 1                                                              | 1              | 1                | 0.06                                                                                              | 0.18           | 0.58            | 1.83          | - 5.2                                                                              | - 5.2           | - 5.2         |
| Cadmium               | 0.23                                          | 1                                                              | 1              | 1                | 0.05                                                                                              | 0.16           | 0.51            | 1.60          | - 6.4                                                                              | - 6.4           | - 6.4         |
| Nickel                | 0.22                                          | 1                                                              | 1              | 1                | 0.05                                                                                              | 0.16           | 0.49            | 1.56          | - 6.6                                                                              | - 6.6           | - 6.6         |
| Phosphor-Bronze       | 0.22                                          | 1                                                              | 1              | 1                | 0.05                                                                                              | 0.16           | 0.49            | 1.56          | - 6.6                                                                              | - 6.6           | - 6.6         |
| Tin                   | 0.15                                          | 1                                                              | 1              | 1                | 0.04                                                                                              | 0.13           | 0.41            | 1.29          | - 8.2                                                                              | - 8.2           | - 8.2         |
| Beryllium             | 0.10                                          | 1                                                              | 1              | 1                | 0.03                                                                                              | 0.11           | 0.33            | 1.05          | -10.0                                                                              | -10.0           | -10.0         |
| Lead                  | 0.08                                          | 1                                                              | 1              | 1                | 0.03                                                                                              | 0.09           | 0.30            | 0.94          | -11.0                                                                              | -11.0           | -11.0         |
| Monel                 | 0.041                                         | 1                                                              | 1              | 1                | 0.02                                                                                              | 0.07           | 0.21            | 0.68          | -13.9                                                                              | -13.9           | -13.9         |
| Manganese             | 0.040                                         | 1                                                              | 1              | 1                | 0.02                                                                                              | 0.07           | 0.21            | 0.67          | -14.0                                                                              | -14.0           | -14.0         |
| Titanium              | 0.039                                         | 1                                                              | 1              | 1                | 0.02                                                                                              | 0.07           | 0.21            | 0.66          | -14.1                                                                              | -14.1           | -14.1         |
| Group II              |                                               |                                                                |                |                  |                                                                                                   |                |                 |               |                                                                                    |                 |               |
| Steel                 | 0.10                                          | 180                                                            | 60             | 5                | 0.45                                                                                              | 0.82           | 0.75            | 1.05          | -27.8                                                                              | -17.0           | -10.0         |
| Iron                  | 0.17                                          | 200                                                            | 100            | 10               | 0.61                                                                                              | 1.37           | 1.37            | 1.37          | -27.7                                                                              | -17.7           | - 7.7         |
| 4 % Silicon Iron      | 0.23                                          | 500                                                            | 150            | 10               | 1.13                                                                                              | 1.96           | 1.60            | 1.60          | -28.1                                                                              | -16.4           | - 6.4         |
| Permalloy             | 0.21                                          | 2,500                                                          | 800            | 50               | 2.42                                                                                              | 4.32           | 3.42            | 1.53          | -35.8                                                                              | -23.8           | - 6.8         |
| Hypenik               | 0.21                                          | 4,500                                                          | 1,400          | 95               | 3.24                                                                                              | 5.72           | 4.71            | 1.53          | -38.2                                                                              | -26.6           | - 6.8         |
| Iron(Purified)        | 0.17                                          | 5,000                                                          | 1,500          | 100              | 3.07                                                                                              | 5.32           | 4.35            | 1.37          | -39.5                                                                              | -27.7           | - 7.7         |
| Mu-Metal              | 0.20                                          | 20,000                                                         | 6,000          | 400              | 6.67                                                                                              | 11.55          | 9.43            | 1.49          | -44.8                                                                              | -33.0           | - 7.0         |
| Supermalloy           | 0.20                                          | 100,000                                                        | 30,000         | 2,000            | 14.91                                                                                             | 25.83          | 21.09           | 1.49          | -51.8                                                                              | -40.0           | - 7.0         |

Permeability above 1 MHz for most materials approaches unity( $\mu_r \rightarrow 1$ )

의 크기에 따라 결정되어진다.

전자파 Shield의 종류에는 크게 통상 100 kHz 이하의 저주파수 고전력에서 발생하는 Low Impedance의 자계를 억제하기 위한 퍼멀로이 등과 같은 투자율이 높은 금속을 사용하는 자계 Shield 및 고주파수 및 저전력 등에서 발생하는 High Impedance의 전계를 억제하기 위한 전도성이 좋은 금속을 사용하는 전계 Shield로 구분된다. (〈표 3〉 참조)

이때 Group I 비자성 재료의 투자율은 주파수에 따라 변하지 않고 Group II의 자성재료의 투자율은 주파수가 커짐에 따라 작아지며 1 MHz가 되면 거의 1에 가까워진다. 즉 Group I의 재료는 평면파(Plane Wave) 및 전계 Shield 용도로 사용되어지며 Group II의 재료는 Monitor의 화면떨림 및 변색 등의 원인이 되는 자계 Shield 용도로 사용되어진다.

#### IV. 전자파 Shield 대책부품 및 특성

외부환경에서 발생한 전자파 Noise로부터 내부 기기를 보호하거나 기기 내부에서 발생한 전자파 Noise가 외부에 영향을 주는 것을 방지하기 위하여 기기의 합체나 부품을 전자파 Noise의 영향을 받지 않도록 기구물을 설계·제작하여야 하는데 이는 기기의 특성상 또는 비용상 현실적으로는 불가능하

다.

이에 따라 이음새, 접속부 및 개구부 등에서 전자파 Noise가 최대한 억제되어질 수 있도록 설계하여야 하며 필요시 <표 4>에 따른 전자파 Shield 대책 부품을 사용하여 설계한다.

##### 4-1 전도성 Gasket

전도성 Gasket은 제조방법 및 재료에 따라 Knit-

<표 4> 전자파 Shield 대책부품

|                      | 구 분                   | 특징 및 용도                                    | 재 료                  | 구조 및 부착방법                    | *'98. 06월 현재 국산화 비율  |
|----------------------|-----------------------|--------------------------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|
| 전도성 Gasket           | Knited wire mesh type | 저가, 육내용(필요시 옥외용), 내부식성                     | Monel, Al, Cu, 동 복합선 | Groove 필요. 와이어로 Knitting     | 95 % 이상              |
|                      | Elastomer type        | 고가, 방수, 방진, Robert에 의한 Dispense 사출방식, 압출방식 | Ag, Ag+Cu, Al.       | Oring, Strip, 도전성 필터 +실리콘 고무 | 70 % 이상(도전성 bond 제외) |
|                      | Shield Foam type      | 저가 옥내, 유연성, Die Cutting 가능                 | Cu, Cu+Ni            | 부착위치 자유, 스펀지 +도전성 섬유+접착테이프   | 98 % 이상              |
|                      | Finger strip type     | 고가, 옥내, 납땀성, 기계적 강도                        | Be-Cu, SUS           | 클립, 납땀, TAPE RIVET           | 75 % 이상              |
|                      | Twin Gasket type      | 중가, 방수, 옥외, Die cutting 가능                 | Monel                | Tape, Rivet                  | 80 % 이상              |
| 투명전도성 Window         | Mesh type             | 차폐효과, 모래야 현상, 기계적 강도                       | Cu, SUS 도전성 섬유       | 아크릴, PC, 유리+도전성 Mesh         | 90 % 이상              |
|                      | Coating type          | 투과율 좋음, 벗겨짐, 변색, 고비용                       | ITO, 진공증착            | 아크릴, PC, 유리+도전성 Coating      | 40 % 이상              |
| 전도성 Tape (양면 도전성 포함) | Wire mesh type        | 저가, 난연, 유연성, Cable Wrap                    | Monel, Cu            | 평면 Wire mesh                 | 98 % 이상              |
|                      | 섬유 Type               | 유연성, Die cutting 가능, 작업용이                  | Ni, Ag, Cu           | 도전성 섬유+도전성 접착제               | 85 % 이상              |
|                      | Foil type             | 난연성, 납땀성                                   | Cu, Al, 엠보싱          | 엠보싱 Type은 현재 국산화 안됨          | 80 % 이상              |
| 전도성 Air Vent         | Honey Comb type       | 두께제한, 기계적 강도, 내부식성, 통풍 잘됨                  | Al, Steel Brass      | Rivet, Shield Room 등 대형 기구물  | 50 % 이상              |
|                      | Woven mesh type       | 얇은 두께, 부착용이, 먼지제거                          | Al, Cu, 도전성 섬유       | Tape, 납땀, 소형기구물              | 80 % 이상              |
| 전도성 Tube             | Zipper tube           | 절연+차폐, 케이블 차폐, 분리형, 차폐율 100 %              | Al, Mesh             | Plier 사용, 방수기능               | 80 % 이상              |
|                      | Button Tube           |                                            |                      | 간편한 사용, 착탈용이                 | 95 % 이상              |
|                      | 열수축 Shield type       | 절연+차폐, 케이블 차폐, 차폐율 100 %                   | 도전성 섬유               | 삽입 후 열풍으로 수축                 | 95 %                 |
|                      | 망사 Type (=Expander)   | 케이블 차폐, 유연성                                | Cu                   | 폴립현상 발생                      | 95 % 이상              |
| 전도성 표면처리             | 진공증착                  | 고가, 시설비용 많음                                | Ag, ITO              |                              | 75 % 이상              |
|                      | 페인트                   | 소량 다품종, 품질 불균일                             | Ag, Cu               | Spray, Painting              | 80 % 이상              |
|                      | 도금                    | 무전해 / 전해방식, 연속식                            | Ni, Cu, Ag           | 공해                           | 90 % 이상              |
|                      | 도전성 Plastic           | 품질불균일, 사출용 원자재                             | Cu, Ni               | 재생                           | 현재 국내에서 거의 사용안함      |
|                      | 차폐Sheet (셸드케이스)       | 품질균일, 사용이 한정, 가격저렴                         | Al, Cu               | 절연sheet+차폐sheet              | 80 % 이상              |

\*표시 국산화 비율은 소재를 제외한 가공기술을 의미하며 정확한 Data는 약간의 차이가 있음.

제공 : 익스펜전자(주)

ed wire mesh, Elastomer, Shield Foam, Finger Strip 및 Twin Gasket으로 구분된다. 이들 Gasket의 목적은

- ① 기기의 합체나 Unit에서 전자파 Noise가 내·외부로 방출 및 유입되는 틈을 없애주며,
- ② 기기의 합체나 Unit에서 전자흐름의 연속성을 보장해 주고,
- ③ 기기의 합체나 Unit의 전위차를 동일하게 유지해 주며
- ④ 기타 방수 및 충격시험 등 해당 기기의 특성을 만족시키는 기계적, 구조적 특성을 가져야 한다.

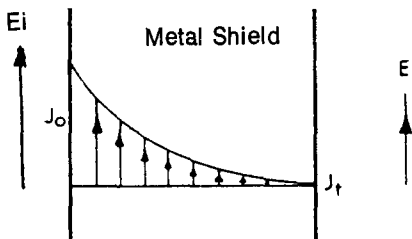
이때 이들 전도성 Gasket이 일반적으로 가져야 할 특성은

- ① 전기 전도도가 좋아야 한다.
- ② 탄성 회복력이 좋아야 한다.
- ③ 부착방법이 좋아야 한다.
- ④ 내부식성 등 환경변화에 영향이 적어야 한다.
- ⑤ 가격이 싸야하며 방수 및 충격시험 등 해당 기기의 특성을 만족시켜야 한다.

\* 전기저항이 큰 Carbon Black이 함유된 Silicon Rubber Gasket은 주파수가 높아지면 전자 Shield 성능이 급격히 저하되며 어느 일정 이상의 주파수가 되면 전자파 흡수체의 역할을 하게 된다.

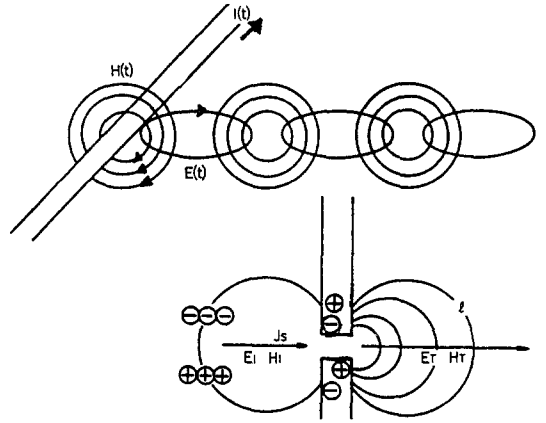
전도성 gasket의 사용목적은 그림으로 표시하면 아래의 그림과 같다.

이는 입사하는 전자파 Noise가 [그림 3]에서 보

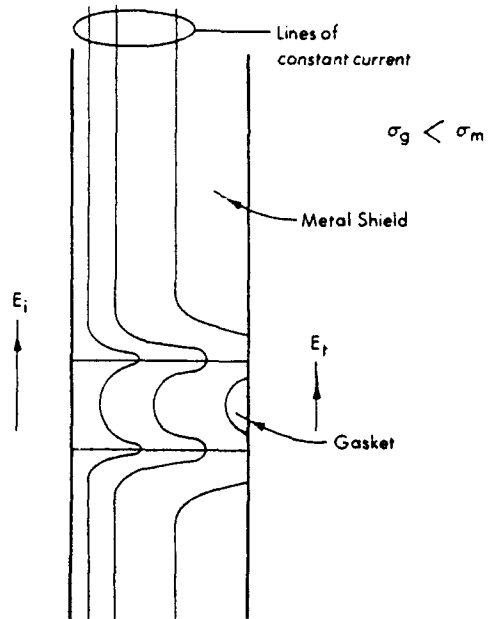


[그림 3] Variation of Current Density With Thickness for Electrically Thick Walls.

여주는 것과 같이 Metal Shield의 두께에 비례하여 투과되어지는 에너지양이 적어지고 재료의 투자율과 유전율에 의하여 표면전류 밀도 및 투과전류의 감쇄량이 결정되어진다.



[그림 4] Current Flow Through Seam.



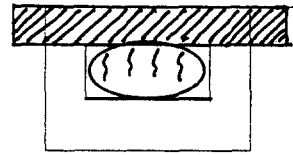
[그림 5] Lines of Constant Current Flow Through a Gasketed Seam.

[그림 4]와 같이 틈이 있는 경우 전자파 Noise는 밖으로 새어 나가거나 또한 2개의 Metal Shield 사이에 일치하지 않는 전위차에 의하여 다른 Leakage가 발생한다.

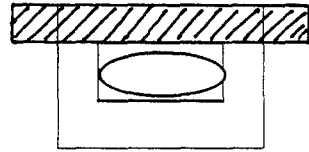
[그림 5]에서 Metal Shield의 전도도가 Gasket의 전도도보다 좋다고 가정하면 Gasket의 전류 기울기가 Metal shield보다 적게되고 이는 전류의 Leakage가 되는 이유가 되므로 가능한 한 Metal Shield의 전도도와 Gasket의 전도도는 같을수록 좋다.(같은 재료가 이상적임) 또한 기구물 Groove에 장착되는 전자파 Shield Gasket을 설계할 때

- ① 적절한 Gasket size를 선택한 후
- ② 기구물의 Groove 깊이를 설정한 후
- ③ 공차를 고려한 후
- ④ Gasket이 최대로 눌렸을 때(최소 25 % 이상 눌릴 때)를 고려하고
- ⑤ Gasket이 최소로 눌렸을 때(최대한 10 % 이하로 눌릴 때)를 고려한 후
- ⑥ 기구물의 Groove폭을 설계하는 것이 바람직하다.

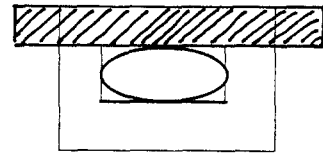
전자기기의 함체에 전도성 Shield Gasket이 부착될 때 이들 사이에 부식(Corrosion)이 중요한 문제로 대두된다.



\* Poor Design (너무 Tight함)  
(max. 25%)



\* Poor Design (너무 헐거움)  
(min. 10%)



\* Good Design  
(10 % ~ 25% in depression)

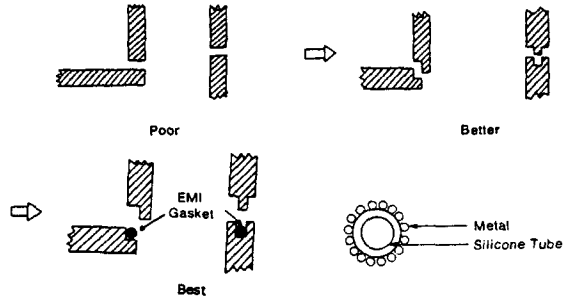
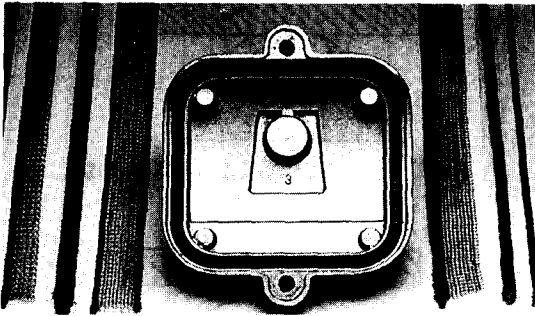
이때 부식의 정도는 두 물체의 Electrochemical Potential 및 주변 환경에 의해 영향을 받는다. <표 5>에서 나열된 같은 Group 안의 재료끼리는 상대적으로 부식의 정도가 덜하다.

<표 5> Grouping of Metals by Electrochemical Compatibility

(ANODIC).

| Group I             | Group II                | Group III               | Group IV               |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Magnesium           | Aluminum                | Cadmium Plating         | Brass                  |
| Magnesium Alloys    | Aluminum Alloys         | Carbon Steel            | Stainless Steel        |
| Aluminum            | Beryllium               | Iron                    | Copper & Copper Alloys |
| Aluminum Alloys     | Zinc & Zinc Plating     | Nickel & Nickel Plating | Nickel /Copper Alloys  |
| Beryllium           | Chromium Plating        | Tin & Tin Plating       | Monel                  |
| Zinc & Zinc Plating | Cadmium Plating         | Tin /Lead Solder        | Silver                 |
| Chromium Plating    | Carbon Steel            | Lead                    | Graphite               |
|                     | Iron                    | Brass                   | Rhodium                |
|                     | Nickel & Nickel Plating | Stainless Steel         | Palladium              |
|                     | Tin & Tin Plating       | Copper & Copper Alloys  | Titanium               |
|                     | Tin /Lead Solder        | Nickel /Copper Alloys   | Platinum               |
|                     | Lead                    | Monel                   | Gold                   |

(CATHODIC)



〈Knited wire mesh gasket〉

예를 들면 알미늄 기기에 사용되는 Monel Gasket의 재료는 부식을 방지하기 위하여 가능한 한 주석도금을 하거나 Cadminum도금을 하여야 한다. 또한 부식을 방지하기 위하여 합체와 Gasket의 접합면은 반드시 습기를 제거한 후 Gasket를 설치하여야 한다.

### 1) Knited wire mesh gasket

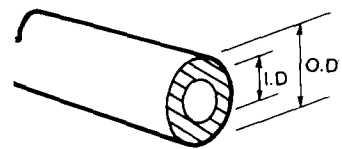
Monel, Al. 및 동복강선 등의 금속선을 Knit형태로 짜서 원형이나 사각형 등의 형상으로 만든 제품이다.

종류는 금속선만으로 이루어진 All metal gasket과 금속선 사이에 탄성체를 넣어 만든 Combination metal gasket이 있다. Shield 효과는 떨어지나 가격이 저렴하여 널리 사용되어진다.

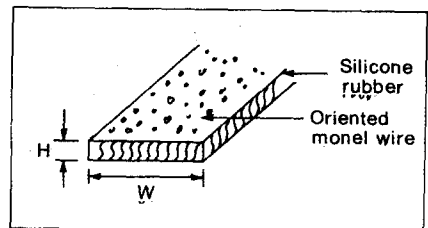
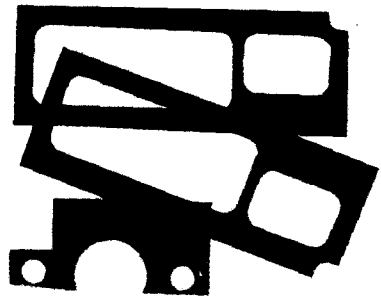
탄성체의 재료는 주로 실리콘 튜브나 실리콘 스폰지 등 탄성회복력 및 내열성이 좋은 재료를 사용한다.

### 2) Conductive Elastomer

Silver나 Copper가루같은 전도성 Filler를 Silicone과 같은 탄성체에 넣어 Mixing한 후 가공한 제품 Monel wire 등 금속선을 Silicone같은 탄성체에 수직으로 세워 넣어 가공한 제품, 도전성 Mesh 등을 Silicone 같은 탄성체에 수평으로 놓아 만든 제품 등 3가지로 구분된다.



### O-Strip Tubing



〈Conductive Elastomer〉

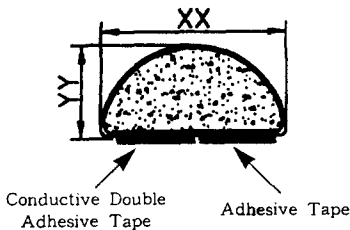
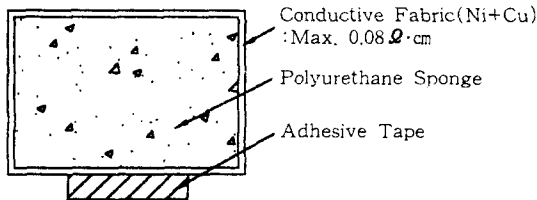
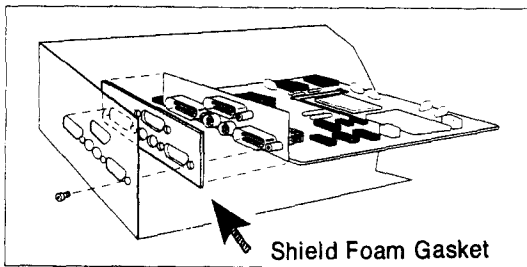
방수효과 및 환경시험에서는 우수한 특성을 지니나 가격이 매우 비싸 군용 및 특수 분야를 제외하고 사용하는데 제약이 많다.

생산 방식으로는 압출방법에 의한 연속식과 금형 가압에 의한 단발식이 있고 최근 Silver Powder를 사용한 도전성 Elastomer가 국내에 개발되어져 생산되어지고 있다.

또한 Robert를 이용하여 도전성 Elastomer를 기기의 합체에 직접 Dispensing하여 Gasket을 형성시키는 단계까지 발전해 왔다.

### 3) Shield Foam

전 세계에서 가장 최근에 개발되어진 제품으로 Polyurethan Sponge 등의 탄성체를 도전성 섬유로 감싼 구조로 이루어진다.



<Shield Foam>

기기의 합체와의 부착은 주로 Shield Foam 밀면에 붙여진 양면 테이프에 의해 이루어진다. Gasket 중 무게가 가장 가벼우며 부착방법이 쉽고 적용에 제한을 받지않아 일반 상업용 제품에 많이 사용되어지고 수요량이 증가추세에 있다. 또한 가격적으로 매우 저렴하고 가공성이 매우 용이하다.

단 2.5 m 이상으로 연속생산이 불가능하고 방수 등 환경변화에 약한 것이 문제점으로 지적된다.

### 4) Finger Strip

베릴륨동이나 스텐레스 강판을 사용하여 Progressive 금형에 의해 생산되어지는 Press 제품으로서 전자파 Shield나 접지용도로 주로 이용되며 뛰어난 전자파 Shield 효과를 갖는다.

매우 좋은 전기전도도, 탁월한 탄성회복력, 기계적 강도 및 납땀성으로 인하여 많은 엔지니어가 애용해 왔던 제품이나 가격이 다소 비싸다. 생산공정 중 열처리 방법에 따라 물성이 크게 변한다.

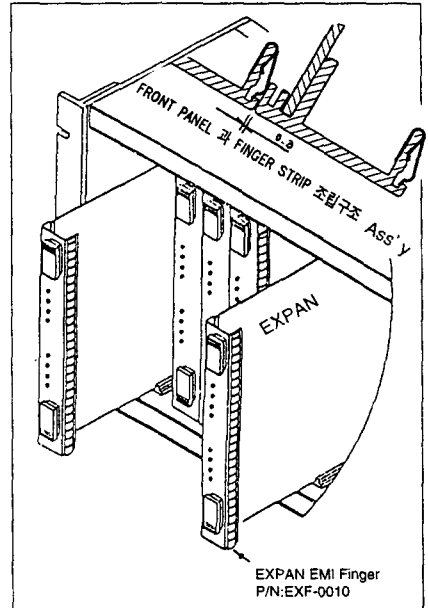
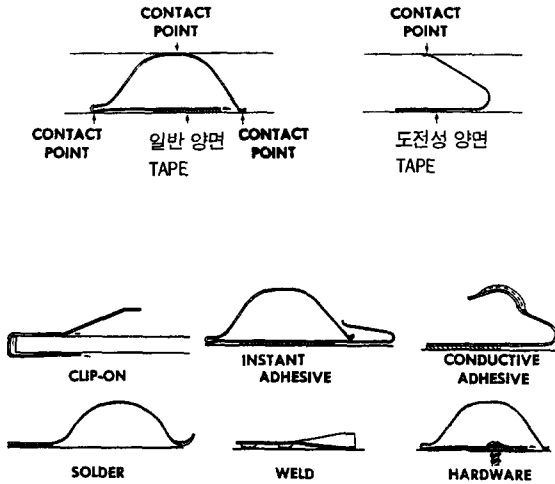
[그림 6]과 같이 부착방식에 따른 분류는 Clip형, Tape형, Slot Mounting형, Rivet형 및 Solder형으로 된다. Finger Strip으로 주로 사용되는 25 Alloy Beryllium Copper의 특성은 <표 7>과 같다. 부식 방지를 위하여 Au, Ag, Tin, 혹은 Ni도금한 제품을 주로 사용한다.

### 5) Twin Gasket

전자파 Shield용 Knitted wire mesh gasket과 Mechanical Seal용 Elastomer Gasket을 조합시켜 만든 제품으로 습기(防水)나 Gas 등 주위환경에 대한 Seal과 전자파 Shield가 동시에 필요한 경우에 사용된다. 특히 기기의 합체에 Groove가 없어도 부착 가능하며 가격이 적당하여 옥외용에 주로 이용되나 Size에 제한이 있어 소형 기기는 적용하기 어려운 단점이 있다. ([그림 7] 참조)

## 4-2 Shield Window





[그림 6] Finger Strip의 부착방법

<표 7> Be-cu 25의 특성

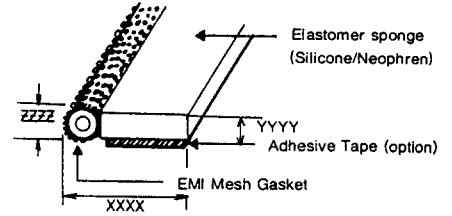
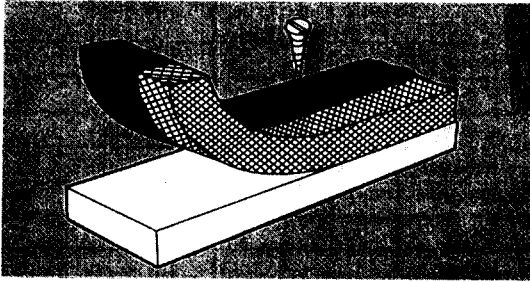
**Physical Properties**

|                                                                                 |                                                                  |                                                                                     |                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Modulus of Elasticity(E)<br>19×10 <sup>6</sup> PSI<br>(131×10 <sup>3</sup> MPa) | Density<br>.302 lb/in <sup>3</sup><br>(8.35 gm/cm <sup>3</sup> ) | Resistivity<br>7.8 μΩ · cm                                                          | Thermal Conductivity<br>60 BTU/ft · hr · °F<br>(105 W/m · °K) |
| Shear Modulus(G)<br>7.3×10 <sup>6</sup> PSI<br>(50×10 <sup>3</sup> MPa)         | Conductivity<br>22 % IACS                                        | Coefficient of Expansion<br>9.9×10 <sup>-6</sup> /°F<br>(17.8×10 <sup>-6</sup> /°C) | Specific Heat<br>0.1 BTU/lb°F<br>(0.42 J/g°K)                 |

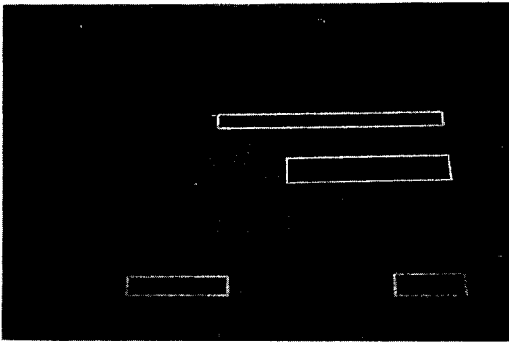
| Specifications                                                | Characteristics                                                                                                                                           | Typical Uses                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C17200<br>ASTM B194<br>QQ-C-533<br>SAE J463<br>AMS 4530, 4532 | Heat treatable<br>Best formability<br>Highest strength<br>Best fatigue life<br>Good conductivity<br>Nonmagnetic<br>Cryogenic temps.<br>No internal stress | Shielding gaskets<br>Springs<br>Switch blades<br>Grounding strips<br>Connector parts<br>Aerospace & military<br>Battery contacts<br>Coil springs |

CRT, LED, EL 등 내부의 내용물을 육안으로 보거나 확인할 필요가 있으면서 전자파 Shield가 필

요한 부위에 사용된다. 즉 다음 조건을 만족시키는 Shield Window를 선택하여 사용하여야 한다.



[그림 7] Twin Gasket의 구조



| Properties         | Material  |                      |                     |
|--------------------|-----------|----------------------|---------------------|
|                    | Glass     | Acrylic              | PC                  |
| Light transmission | 92%       | 92%                  | 85%                 |
| Bending Strength   | -         | 115N/mm <sup>3</sup> | 90N/mm <sup>2</sup> |
| Temp. Rating       | -         | 85℃                  | 115℃                |
| Chock resistance   | -         | 12kg/mm <sup>2</sup> | No Break            |
| Scratch resistance | Excellent | Limited              | Good                |

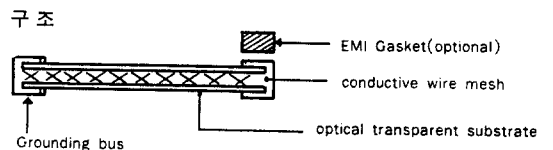
[그림 8] Shield Window 및 주요 재료의 특성

- ① 빛의 투과성(Material 및 Color)
- ② Opening Area 효과(Mesh의 개구율, Coating의 두께 및 Mesh의 Count)
- ③ 전자파 Shield 효과(Mesh의 선경, Count 및 재질의 종류)
- ④ 빛의 반사성 및 정전기 대책(무반사 Coating 및 Anti-Static Coating)
- ⑤ Moire 현상(Mesh를 통하여 목적물을 볼 때 물결무늬가 보이는 현상)
- ⑥ Shield Window의 전기적 접지 및 Seal (Grounding Gasket)
- ⑦ Mechanical Properties and Environmental properties.  
(내열성 /표면강도 /난연성 /내충격성 /내한성 /굴곡성 등)

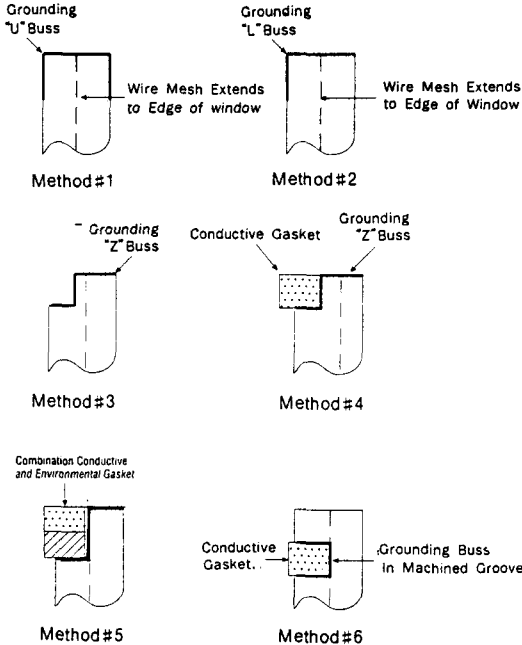
### 1) Mesh type Window

2개의 투명 판재 사이에 전도성 Mesh를 넣은 제품으로서 주로 빛 투과율이 높지 않고 전자파 Shield 효과가 많이 필요한 곳에서 사용된다.

현재 국내에서 1m×2m 크기까지 일반 상업용으로 제조되어진다. 전도성 Mesh로는 최근 Pet에 Ni. 및 Cu가 Plating된 재료의 #80 Mesh와 #135 Mesh 제품이 주로 사용된다. 이때 Mesh는 무반사를 위하여 Blackend conductive coating된 것을 사용한다.



## Grounding Method



| Grounding Bus  | Conductivity | Usage             |
|----------------|--------------|-------------------|
| Silver Plating | 0.1 Ω · cm   | Small size window |
| Copper Plating | 0.2 Ω · cm   | Big size window   |

### 〈Mesh type Window〉

#### 2) Coating type window

투명판재 한 면에 전자파 Shield를 위하여 전도성 도료를 진공 증착 Coating한 제품으로 빛투과성이 우수하여 LCD 등에 주로 이용되나 전자파 Shield효과가 낮고 습기에 변색되거나 Coating이 벗겨지는 등 환경적 변화에 매우 취약하다. 현재까지 ITO Coating, Multilayer conductive Coating, Gold Coating이 주로 사용된다. 이중 일부는 국내에서 개발되어져 CRT 보안경 등 특수 제한된 용도로 사용되어지고 있다.

#### 4-3 전도성 TAPE

### SHIELDING EFFECTIVENESS OF PLAIN WEAVE STAINLESS STEEL WIRE MESHES

| Frequency                       | #1    | #2    | #3      | #4       |
|---------------------------------|-------|-------|---------|----------|
| <b>H Field</b>                  |       |       |         |          |
| 2 KHz                           | -     | -     | 2 dB    | -        |
| 15 KHz                          | 6 dB  | 6 dB  | 13 dB   | -        |
| 100 KHz                         | 15 dB | 16 dB | 30 dB   | 19 dB    |
| 1 MHz                           | 32 dB | 32 dB | 49 dB   | 37 dB    |
| <b>E Field</b>                  |       |       |         |          |
| 2 KHz                           | -     | -     | > 60 dB | -        |
| 15 KHz                          | 82 dB | 86 dB | 89 dB   | -        |
| 100 KHz                         | 86 dB | 87 dB | 87 dB   | > 103 dB |
| 1 MHz                           | 81 dB | 85 dB | 87 dB   | 97 dB    |
| 10 MHz                          | -     | -     | 88 dB   | -        |
| <b>E Field &amp; Plane Wave</b> |       |       |         |          |
| 18 MHz                          | -     | -     | 92 dB   | -        |
| <b>Plane Wave</b>               |       |       |         |          |
| 30 MHz                          | -     | 73 dB | 80 dB   | -        |
| 60 MHz                          | -     | -     | 81 dB   | -        |
| 100 MHz                         | 62 dB | 74 dB | 84 dB   | -        |
| 150 MHz                         | -     | -     | 84 dB   | -        |
| 180 MHz                         | -     | -     | 90 dB   | -        |
| 300 MHz                         | -     | 70 dB | -       | -        |
| 400 MHz                         | -     | -     | 77 dB   | -        |
| 650 MHz                         | -     | -     | -       | 77 dB    |
| 1 GHz                           | 58 dB | 59 dB | 62 dB   | 73 dB    |
| 3 GHz                           | -     | 50 dB | -       | -        |
| 5 GHz                           | 40 dB | 43 dB | -       | 64 dB    |
| 7 GHz                           | -     | 43 dB | -       | -        |
| 10 GHz                          | 34 dB | -     | 47 dB   | 62 dB    |
| 15 GHz                          | 30 dB | 38 dB | 44 dB   | 62 dB    |

- #1 80 mesh type 304 stainless steel with a .0011" wire diameter, silver plated (fusing the wire crossovers) and blackened, with a black conductive corrosion resistant plating.
- #2 100 mesh type 304 stainless steel with a .0011" wire diameter, silver plated (fusing the wire crossovers) and blackened, with a black conductive corrosion resistant plating.
- #3 100 mesh type 316 stainless steel with a .0022" wire diameter, silver plated (fusing the wire crossovers) and blackened, with a black conductive corrosion resistant plating.
- #4 230 mesh type 304 stainless steel with a .0011" wire diameter, silver plated (fusing the wire crossovers) and blackened, with a black conductive corrosion resistant plating.

Port size 20" x 24", test performed in accordance with NSA-65-6 and MIL-STD-285.

3M, SONY 및 NITTO 등 국외 유명 Tape Maker가 오래 전부터 생산해왔던 제품으로 도전 재료는 Al, Cu 및 도전성 섬유가 주로 사용된다. 3M의 Embossing Type의 양면 도전성 Tape(P/N 1245)가 소비자에게 널리 알려졌다. 전도성 Tape를 선택할시 유연성, 접착력, 내열성 및 납땀성을 고려하여야 한다.



〈3M의 P/N 1245의 구조〉

최근 국내에서 개발되어져 생산 중에 있는 양면 도전성 Tape의 종류 및 특성을 <표 8>에서 보여준다.

#### 4-4 전도성 AIR VENT

전자파 Shield용 Air Vent는 Shield Room, Chamber 및 전자기기 합체 등에 있어 환풍역할(열방출, 먼지제거) 등을 하면서 전자파 Shield 대책이

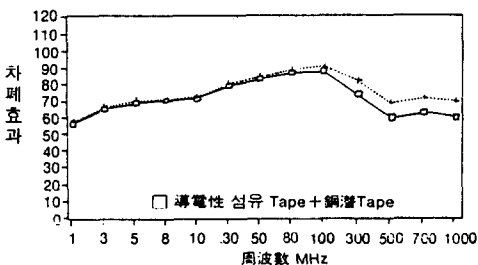
필요한 곳에서 사용되어진다. 이때 전자파 Shield 효과, 열방출 및 먼지제거 성능과 기구물의 구조에 맞는 재료를 선택하여 Air Vent 설계한다. 현재까지 주로 Honey Comb Filter 및 Woven Mesh Filter가 사용된다.

Honey Comb의 Core재료는 표준품으로 Al.을 사용하나 자계에서의 차폐성능을 향상시키기 위하여 Brass나 Steel을 사용하기도 한다. Honey Comb Filter는 EMI 차폐성능 및 통풍능력이 매우

〈표 8〉 EMI/EMC 차폐용 도전성 TAPE

| EMI/EMC 차폐용 도전성 TAPE |                                       |                                                                                                          |     |         |       |                           |                 |
|----------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------|-------|---------------------------|-----------------|
| 부품번호                 | 단면도                                   | 용도                                                                                                       | 두께  | 접착력     | 내열성   | 전기저항 (Ω/cm <sup>2</sup> ) | 차폐효과 (E/100MHz) |
| DK-100               | 알루미늄(40μ)<br>→ 도전성 점착제                | <ul style="list-style-type: none"> <li>기구물 이음새 차폐용</li> <li>하우징 차폐</li> </ul>                            | 75μ | 750g/in | 150°C | Max.0.01                  | 60dB이상          |
| DK-101               | 동(40μ)<br>→ 도전성 점착제                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>숄드선 단말 처리용</li> <li>납땀 가능</li> </ul>                              |     |         |       |                           |                 |
| DK-102               | 도전성 섬유<br>→ 도전성 점착제                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>유연성 있는 차폐용</li> <li>RFI차폐용</li> <li>전극 형성용</li> </ul>             | 95μ | 950g/in | 150°C | Max. 0.01                 | 60dB이상          |
| DK-103               | PET필름(12μ)<br>→ 알루미늄(9μ)<br>→ 도전성 점착제 | <ul style="list-style-type: none"> <li>케이블 차폐용</li> <li>절연 및 차폐 성능</li> <li>정전기 제거용</li> </ul>           | 50μ | 750g/in | 125°C | Max. 0.01                 | 60dB이상          |
| DK-104               | 도전성 점착제<br>→ 알루미늄(9μ)<br>→ 도전성 점착제    | <ul style="list-style-type: none"> <li>양면도전성 점착 TAPE</li> <li>부품의 접지용 접합, 고정</li> <li>가스켓 접지용</li> </ul> | 55μ | 650g/in | 150°C | Max. 0.01                 | 60dB이상          |

#### Shield效果(電界)

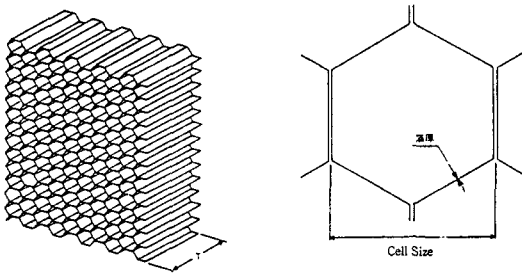


• 용 도 : 유연성과 EMI(RFI) 차폐를 동시에 원하는 제품

- A) WIRE 및 CABLE의 SHIELD
- B) CONNECTOR SHIELD
- C) TRANSFORMER의 SHIELD
- D) HOUSING의 SHIELD
- E) 부품의 접합 혹은 고정
- F) 특수 용도의 GASKET
- G) WASHER

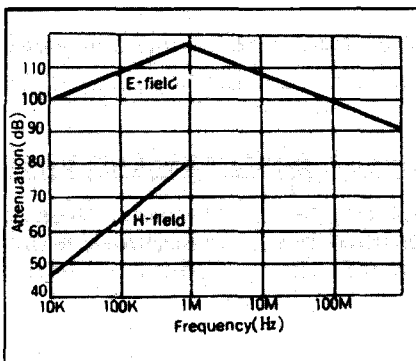
우수하나 가격이 비싸고 두께가 제한되어졌고 먼지를 제거하는 기능에서 취약점을 보인다.

Woven mesh Filter는 Aluminium이나 도전성 Mesh를 사용하여 만들어졌으며 평면형 Filter와 굴곡형 Filter로 분리되어진다. Woven mesh Filter의 장점은 먼지를 제거하는 능력, 가공성 및 가격적인 측면에서 Honey Comb Filter보다 우수하지만 통풍능력에서는 떨어진다. 평면형 Filter의 두께는 1 mm 이하까지 가능하고 양면 도전성 Tape 등을 이용하여 쉽게 부착할 수 있지만 기계적 강도에서는 매우 취약하여 주로 기기 내부에 사용되어



- 표준제품 ① 재료 : Chromated Aluminum  
 ② 두께 : 5.8 mm 혹은 12.7 mm  
 ③ Cell Size : 3.2 mm  
 ④ 재료두께 (t) : 0.04 mm

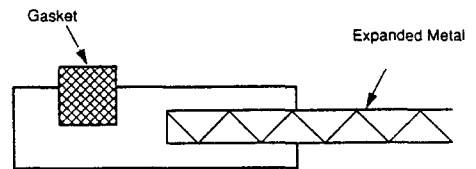
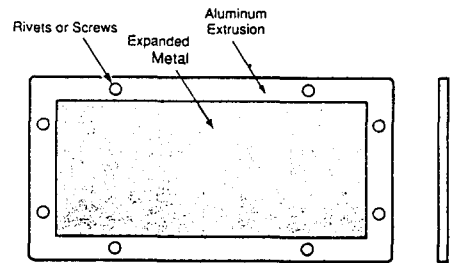
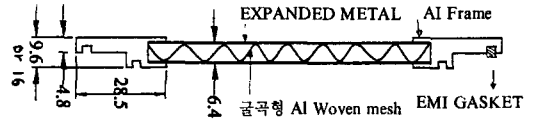
〈전도성 AIR VENT〉



〈Honey Comb의 차폐효과〉

진다. 굴곡형 Filter는 Honey Comb Filter와 평면형 Woven mesh Filter의 중간제품으로서 Woven에 굴곡을 만들어 기계적 강도를 보충한 것이 특징이다. 굴곡형 Filter의 두께는 표준품으로 5.8mm와 12.7mm가 있으며 전자파 차폐성능을 높이기 위하여 여러 장의 Woven Mesh를 겹쳐 제작된다. (통상 #60 mesh×3겹)

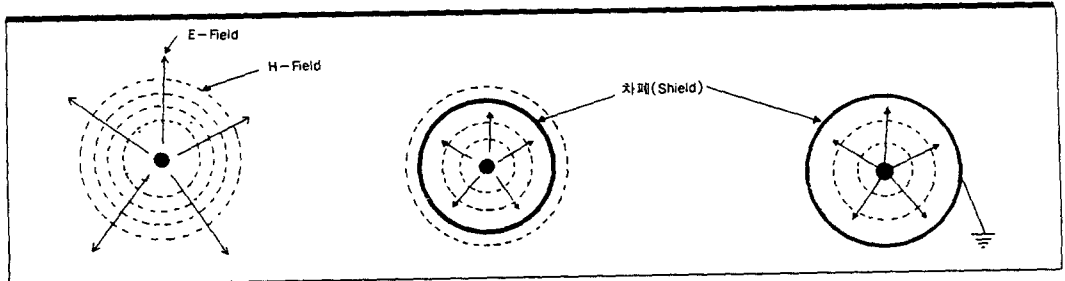
참고로 이들을 외부의 충격이나 손상으로부터 보호하기 위하여 Expanded Metal을 보호막으로 사용한다. Air Vent의 설계는 Frame 등을 아래 그림을 참조로 하여 설계한다.



〈AIR VENT의 설계〉

#### 4-5 전도성 Tube

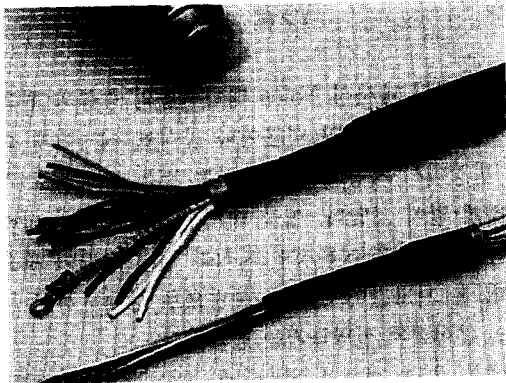
전도성 Tube는 케이블 및 와이어의 전자파 Shield에 사용되는 제품으로서 그 구조와 용도에 따라 Zipper Tube, Button Tube, 열수축 Shield Tube 및 망사 Tube 등으로 구분된다. 고주파에 있어 케



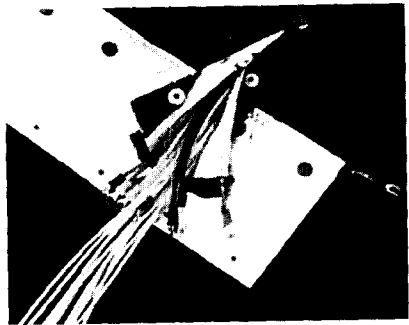
도체에 흐르는 전류에 의해 발생되는 전자계

차폐된 도체 주위의 전자계

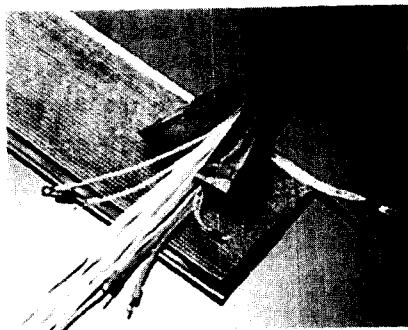
차폐선에 도체와 크기는 같고 방향이 반대인 전류를 흘린 경우의 전자계



열수축 Shield Tube



Button Shield Tube



Zipper Shield Tube

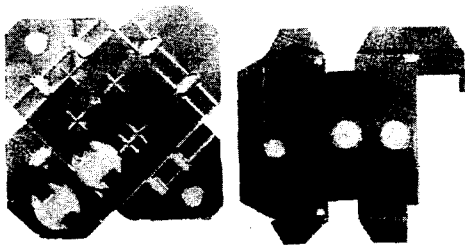
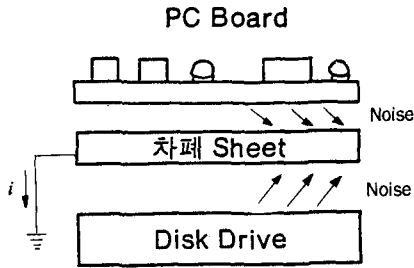


망사 Shield Tube

<전도성 Tube>

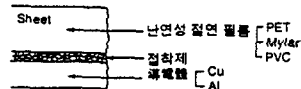
이블이나 와이어는 송·수신 Antenna의 역할을 하므로 전자파 Shield 및 접지에 주의하여야 한다.

전도성 재료로는 Aluminium, Copper knitted wire mesh 혹은 도전성 섬유가 사용되며 이들의 전

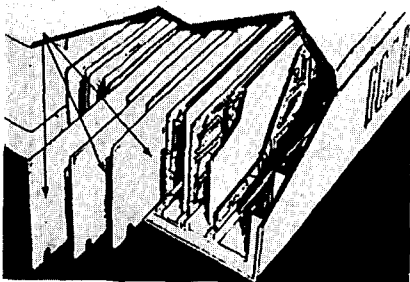
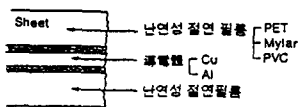


■ 구 조

① 1층 절연 Shield



② 2층 절연 Shield



<차폐 Sheet>

파 Shield 효과는 일반적으로 50 dB 정도이나 Shield 효과를 높이기 위하여 2겹의 Mesh를 사용하는 등 여러가지 대안을 세울 수 있다.

4-6 차폐 Sheet

차폐 Sheet란 한면은 전도성 금속재료로 되어 있어 전자파 Shield 효과나 ESD를 방지하는 역할을 하고 다른 한 면은 절연체로 되어 있어 전기적 절연 효과를 얻을 수 있는 제품으로서 최근 ① PCB 기판간의 차폐, ② Plastic Case의 차폐, ③ Noise 발생원의 차폐 등에 사용되며 주로 소량 다품목 종목에 사용되며 가격이 저렴하고 사용이 편리한 반면 성형성이 어렵다. 차폐 Sheet의 선택은 용도에 맞게 쉽게 선정할 수 있다.

V. 결 론

상기에서 방사성 Noies 대책부품의 종류와 원리에 대하여 학술적인 이론이나 공식보다는 현재 실제 현장에서 사용되어지고 있는 것을 중심으로 간단하게 알아 보았다. 이들 대책부품을 자세히 이해하는 데는 많은 이론적인 지식과 실전 경험이 필요한데 본 기고같이 제한된 분량으로 상세하게 전문적인 분야까지 설명하기는 힘들었다.

예를 들면 전자파 Shield용 Air Vent만으로도 많은 분량의 설명이 필요한 것이다. 이 이유로 방사성 Noise 대책부품의 종류 및 그 원리에 대하여 보다 많은 것을 알고 싶으신 분들은 필자에게 연락을 주면 그에 필요한 자료를 제공해 드리겠습니다.

마지막으로 상기 설명된 여러 대책부품들은 국내에서 개발되어져 생산되고 있는 제품을 중심으로하여 설명하였음을 덧붙입니다.

필자소개

김 선 기

- 1986년 2월 : 아주대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1988년 2월 : 한창전기공업(주) 근무
- 1991년 2월~현재 : 익스팬 전자(주) 설립 및 대표이사 재직
- 1998년 6월~현재 : 전자파 차폐부품에 관한 특허 3건, 실용실안 3건 등록 및 출원중(미국으로 특허기술 수출 완료)
- [주 관심분야] 전자파 차폐 및 흡수체, 전자파 차폐 및 흡수성능 측정방법