

고속영상처리용 고성능 케이블 커넥터에 관한 연구

배 대 환* · 김 동 일** · 정 세 모*** · 민 경 식**

A Study on Performance Enhancement of High Speed Video Signal Cable Connector

Dae-Hwan Bae* · Dong Il Kim** · Se-Mo Joung*** · Kyeng-Sik Min**

요 약

오늘날 개인용 컴퓨터의 성능 향상에 따른 고속 영상처리용 VGA Card의 고속화에 따라 영상신호 케이블을 통한 광대역 방사 전자파의 증가를 억제하고, 전자파 내성시험 중 정전기 내성(IEC1000-4-2)을 갖는 영상 신호용 케이블 커넥터의 개발에 있어 체계적인 대책이 요구되고 있다.

본 논문에서는 픽셀수에 따른 영상신호의 주파수 대역폭을 측정하여 영상처리에 장애를 주지 않는 범위에서 차단하고자 하는 주파수 대역을 정한 후, 기존 케이블의 특성임피던스를 주파수별로 구함과 동시에 일반적으로 케이블에 취부시켜 사용하고 있는 페라이트 비드의 장착에 따른 부하 효과를 해석하여 보다 체계적이고 경제적인 대책에 목적을 두었으며, 기존의 케이블의 특성을 개선하기 위해 삽입되었던 대형 페라이트 비드를 소형화시켜 설계, 제작하여 영상품질을 저하시키지 않는 케이블 커넥터의 성능 평가를 실험으로 입증했다.

Abstract

In this paper, it has been carried out to solve a kind of EMC problems in high performance personal computer which has high speed VGA card used for general purpose. For this purpose an ideal filter has designed which is

+ 이 논문은 1995년도 산학협동재단의 학술연구비(Matching fund : (주)한국기술연구소)에 의한 연구 결과임.

* 한국해양대학교 전자통신공학과

** 한국해양대학교 전파공학과

*** 한국해양대학교 해사수송과학부

composed of feedthrough capacitors and small ferrite beads attached to the connector in order to meet the EMC requirements for a wide band video signal up to 500MHz of PC video output. An equivalent circuit is proposed, a static and dynamic characteristics for insertion loss are measured. Thus ideal parameters have been obtained to suppress emission from dc to 1GHz frequency band on condition that colour image is not degraded. The video cable proposed here, may be applicable for IEC 1000-4-2 and more high speed commercial products in lower price.

1. 서 론

반도체 기술의 발달로 인해 집적회로의 동작 속도가 계속적으로 증가하고 있다. 고속으로 동작하는 집적회로 패키지에서는 연결부분의 전기적인 성능이 전체 시스템 성능을 결정하는 중요한 요소가 된다. 집적회로의 집적도와 입/출력 속도가 증가하고 동작전압이 낮아지는 최근의 기술적인 추세에서는 커넥터의 전기적인 성능이 더욱 중요한 문제가 된다. 전송선으로 모델링 되는 고속 집적회로 패키지 간의 커넥터에서는 신호 잡음으로 일으키고 시스템의 성능을 저하시키는 반사(reflection), 누화(crosstalk), 신호지연 등과 같은 전송선 효과가 존재하며, 오늘날 심각하게 대두되고, 고속 전송선 및 집적화된 패키지에서 치명적인 영향을 주는 ESD(정전기)는 불요전자파의 억제 및 내성에 대한 체계적이고 확실한 대책이 시급하다. 일반 개인용 Workstation에 사용되는 영상 출력용 케이블 커넥터를 통한 방사 전자파와 관련한 문제점은 L, C소자가 각각의 고유공진점을 가지므로 대책 수립이 매우 어렵다. 특히 요즘 들어 고속 영상처리용 VGA Card를 채용한 486DX2급 이상에서 영상신호 케이블을 통한 80~200MHz의 전자파 노이즈가 규정을 넘는 경우가 많으며, 필요에 의해 역기능으로 발생된 전자파에 대한 대책을 위해 각종 Port 처리용으로 공진점이 없는 필터로 많이 사용되고 있다. 그리고, 페라이트 비드의 케이블 장착시 부하효과를 해석 및 적용하여 체계적이고 기존의 케이블 보다 성능이 향상된 케이블 커넥터를 제안하고자 한다.

본 연구에서는 우선 PC 본체와 모니터간에 사용되는 영상케이블 주변회로를 등가회로로 제안하고, 케이블을 통한 방사전자파와 정전기에 대한 내력을 고려하여 영상 케이블이 갖추어야 할 조건을 구하였다. 구해진 조건에 따라 기존에 사용되어 왔던 케이블의 특성 임피던스를 주파수별로 측정 및 케이블에 장착된 페라이트 비드의 부하효과를 해석했다. 이와 더불어 고속 영상처리시 영상에 영향을 주지 않는 회로 정수를 모니터 화면 측정장치를 이용해 화상의 품질에 영향을 주지 않는 차단 주파수를 결정하고, 부분품인 관통형 콘덴서, 관통형 콘덴서+소형 페라이트 비드, 기존 케이블, 기개발된 대책 케이블 각각의 정특성을 측정 비교하였

다. 측정된 결과를 토대로, 선정된 개인용 컴퓨터에 개발된 제품을 실장 시켜 관통형 콘덴서만을 컨넥터부에 취부했을 때와 관통형 콘덴서와 소형 페라이트 비드를 함께 삽입했을 때 각각의 동특성을 측정 비교하였는데, 비교의 기준은 영상품질을 저하시키지 않을 것(대역폭), 입/출력 포트의 정전기 내성에 대한 대책, 원가의 상승요인 최소화, 생산성 고려, 정해진 차단대역을 제외한 수 GHz대역까지 감쇄특성을 유지할 수 있으며, 국제규격으로 정하고 있는 IEC1000-4-2의 규정에 적용하여 실험을 행하였다.

II. 정전기 및 IEC 1000-4-2규격

2.1 정전기

정전기는 우리의 옷이나 문의 손잡이, 금속 등과 접촉할 때 발생하는 것으로 알려져 있고, 물질의 접촉 후에 오는 반응이며, 물질의 두 조각이 접촉하거나 분리될 때 생성된다. 우리의 몸은 정전기 방전의 주요 원인이 된다. 쉽게 충전된 물체는 우리 몸의 전도 피부 구조에 그 전하가 전달되고, 자유 공간 커패시턴스의 50pF에 더하여 인간의 몸의 커패시턴스는 그림 1과 같이 발과 대지 사이의 커패시턴스에서 방사된다.

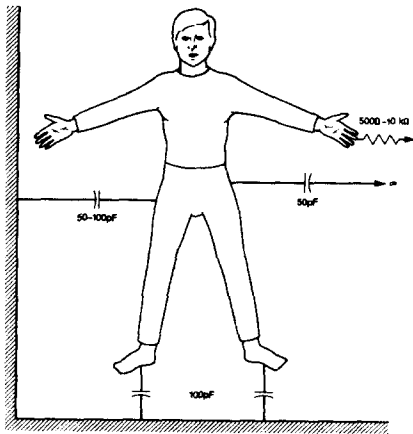


그림 1. 인체의 커패시터와 레지스터

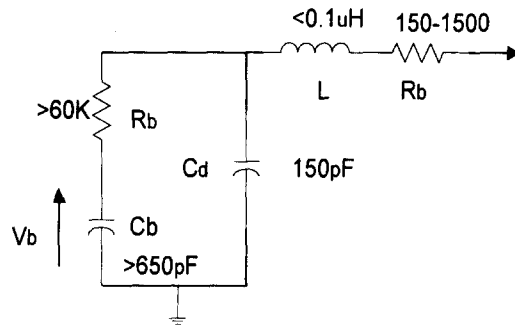


그림 2. 인체의 등가회로

이것은 보통 100pF이다. 50에서 100pF의 부가적인 커패시턴스는 벽과 같이 둘러싸인 물체에 인간의 근사치 때문에 존재하게 된다. 그러므로 인간의 몸의 커패시턴스는 자유공간 커패시턴스에 병렬금속판 커패시터를 더한 것이며, 이것은 50에서 250 pF 사이에서 변한다. 인간의 몸으로부터의 정전기 방전에 대한 등가회로가 그림 2에 나타나 있다. 전하는 인체의 커패시턴스에 저장되어 있다. 방전은 신체저항의 레지스턴스를 대표하는 저항을 통해 일어난다. 인덕턴스는 방전 전류의 상승시간을 결정하는 데 중요하며, 반드시 포함되어야 한다. 인체

의 레지스턴스는 방전이 일어나는 몸의 부분에 따라 500~10,000 Ω 까지 변화한다. 만약 손끝에서부터 방전이 일어난다면 저항은 10,000 Ω 이 될 것이다. 그리고, 손안에 금속의 물체가 있다면 약 500 Ω 정도일 것이다. 방전이 큰 금속물체로부터 일어난다면, 즉 의자나 쇼핑 카트에서는 저항은 50 Ω 정도로 작아질 것이다. 회로의 소자에 사용되어야 하는 값들에 대한 산업 기준이나 동의는 없으며, 상승시간과 방전 에너지는 이 일의 심각성을 결정하는 주요 파라메터이다. 최고치는 40A이고, 상승시간은 1ns이고 하강시간은 100 ns이다. 상승시간은 방전 프로브에 직렬로 연결된 인덕턴스에 의해 결정된다. 이 인덕턴스의 최소화는 ESD 테스트의 설계에서 중요 요소가 된다. 그 값은 0.1 μ H보다 작게 유지되어야 한다.

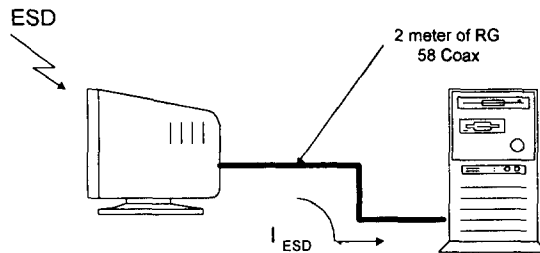


그림 3. 개인용 컴퓨터에서 ESD전달경로.

하나의 예로 그림 3과 같이 개인용 컴퓨터에서 ESD의 전달경로가 많으나, 외부 ESD에 의해 모니터로부터, PC본체까지 영상신호 케이블을 통해 이동한다.

2. 2 IEC 1000-4-2

IEC1000-4-2는 불요전자파장해 및 내성을 규제하는 국제 규격 중 IEC1000-4시리즈의 12항목 중 한 부분이다. 정전기방전시험의 시험전압레벨은 표 1과 같다. 접촉방전이 불가능한 경우에 기중방전 시험방법을 사용할 수 있지만 접촉방전이 일반적으로 더 좋은 시험방법이다.

<정전기 발생기>

정전기방전 시험에서 기본이 되는 정전기 발생기는 인체의 부유용량과 같은 정도의 고전압 콘덴서에 시험전압을 충전시켜 충전된 정전기를 대상 시험기에 방전시켜 주는 장치이다. 국제규격에 명시된 정전기 발생기의 규격은 다음과 같다.

가. 에너지 축적용량 : 150pF \pm 10%

나. 방 전 저항 : 330 Ω \pm 10%

다. 출 력 전 압 : 에너지 축적용량에 충전된 전압으로써 기중방전은 최대 15kV, 접촉방전은 최대 8kV

라. 출력전압의 표시 정밀도 : \pm 5%

- 마. 출력전압의 극성 : + 및 -
- 바. Holding 시간 : 최소 5초
- 사. 방전동작모드 : 단말(방전간격은 최소 1초)

표 1. 시험전압레벨(Test voltage level)

접촉 방전		기중 방전	
레벨	시험전압(kV)	레벨	시험전압(kV)
1	2	1	2
2	4	2	4
3	6	3	8
4	8	4	15
x	특별 (아래참조)	x	특별 (아래참조)

레벨에 "x"로 표시된 것은 레벨이며 특정장비의 규격에 명시된 경우 해당되며 필요에 따라 특수 시험장비가 사용될 수 있음.

아. 방전전류의 파형 :

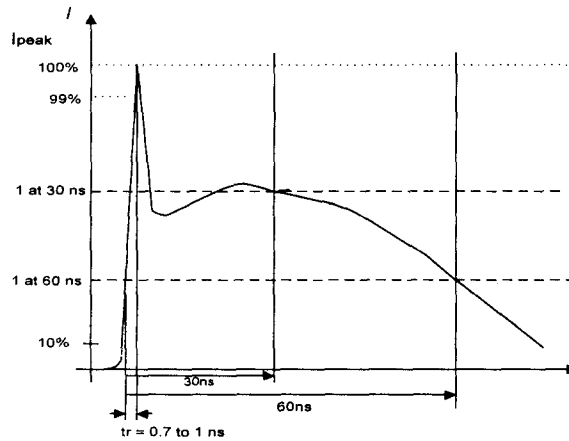


그림 4. 정전기 발생기의 출력 전류 파형

정전기 발생기는 상기 규격을 구비해야 할 뿐 아니라 목적인 정전기방전 이외의 펄스나 연속파의 방사에 의한 간섭으로 피시험체에 영향을 주지 않도록 EMI대책이 되어 있어야 한다. 그리고 정전기 발생기는 시험결과 신뢰도와 성능확인을 위하여 주기적으로 교정검사를 받아서 사용해야 하며 교정검사시 주요한 검사는 그림 2.4와 같은 전류 파형을 발생시켜 표 2의 값의 일치도 여부를 확인하는 것이다. 전류 파형의 측정에는 대역폭이 1000MHz이상의 파형 측정기로 측정하며, 정

전기 방전 발생장치의 회로는 그림 5와 같다.

표 2. 파형 파라미터(Waveform parameter)

레벨	지시전압(kV)	방전전류최대치±10% (A)	상승시간 (ns)	30ns에서 전류(A)	60 ns에서 전류(A)
1	2	7.5	0.7 에서 1	4	2
2	4	15	0.7 에서 1	8	4
3	6	22.5	0.7 에서 1	12	6
4	8	30	0.7 에서 1	16	8

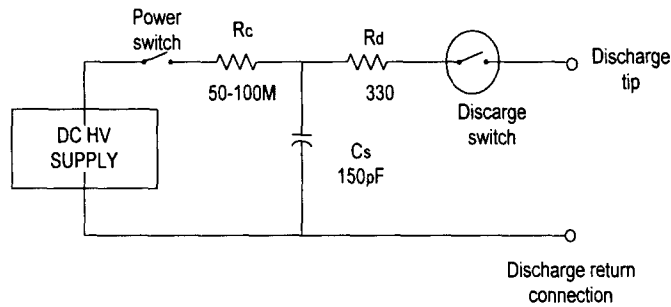


그림 5. 정전기 방전 발생기의 간이 회로도.

III. Video신호 전송계통의 EMC Modeling 및 해석

컴퓨터 본체와 모니터용 케이블만을 보았을 때 정전기와 CM(Common Mode)성분의 전자파의 방사 모델은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

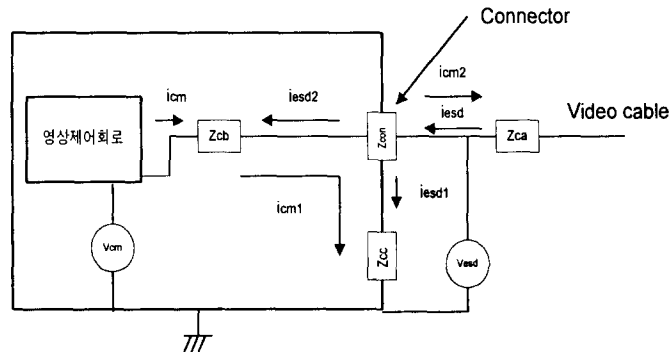


그림 6. PC본체에서 본 EMC Modeling

그림 6에서 i_{cm} 은 영상 출력회로에서 공급되는 CM성분의 전류, V_{cm} 은 전압, i_{cm1} 은 컴퓨터 본체의 함체에서 접지로 바이패스되는 전류성분, i_{cm2} 는 영상신호 케이블 측에 공급되는 전류성분, V_{esa} 는 정전기 시험기 인가되는 전압(IEC 1000-4-2의 각 Level), i_{esd1} 은 컨넥터의 임피던스를 통해 접지 측으로 바이패스되는 전류, i_{esd2} 는 정전기 방전전류의 회로측 유입전류로 기기의 내부회로 손상에 직접적인 영향을 주는 전류성분, Z_{cb} 는 영상제어회로 출력 단에서 컨넥터까지의 임피던스 성분, Z_{con} 은 케이블 컨넥터의 임피던스, Z_{cc} 는 기기 본체로부터 접지측에 이르는 임피던스, Z_{ca} 는 영상신호 케이블의 임피던스이다.

3.1 정전기 대책측면

정전기 방전시험은 신호선의 컨넥터측에 인가시키므로 이에 대한 대책이 고려되어야 한다. 그림 6에서 방전전류 i_{esa} 는 컨넥터의 임피던스 Z_{con} , Z_{cb} , Z_{cc} 에 따라 i_{esd1} 과, i_{esd2} 가 되어 다음과 같이 흐른다.

$$i_{esd} = i_{esd1} + i_{esd2}$$

또는 $i_{esd} = V_{esd} / Z_{cc}$ (1)

단, 회로의 출력임피던스 Z_{cb} 가 매우 큰 경우 i_{esd2} 는 무시할 수 있으며, Z_{con} 은 매우 낮은 것을 가정한다.

따라서, 정전기 방전에 대한 내성을 높이기 위해서는 Z_{cb} 를 극대화 시켜 i_{esd2} 의 전류를 최소화시켜야 한다. Z_{cc} 의 경우 컨넥터를 통해 접지 측의 전류를 최대화 시켜야 하므로 케이블의 실드선 즉, 편조선을 컨넥터의 금속부와 360° 돌려^[1], 접촉저항(임피던스)이 최소화 되도록 하는 것이 중요하다. 이때 편조선을 1곳에 묶어 접속하는 것은 Pig tail effect^[2] 때문에 금기시 되고 있는데, 이유는 Pig tail로 극간 용량을 줄일 수 있지만, 전송선의 불연속으로 선간 임피던스가 정합 되지 않아 신호가 반사되기 때문이다. 결론적으로 컨넥터 측에 인가되는 정전기 대책은 비디오 출력 임피던스를 높게 하고, 모니터의 입력 임피던스를 높은 소자로 사용하는 것이 유리하다. 이 경우 임피던스 부정합에 의한 영향 즉, 반사는 어느 정도 감수해야한다.

3.2 CM방사 노이즈의 최소화

본 연구의 목표인 CM성분의 노이즈 방사를 최소화하기 위해서는 아날로그 신호케환선과 PC 케이스와의 전위차 Z_{cm} 에 의한 전류 i_{cm} 은 다음 식으로 표현된다.

$$i_{cm} = i_{cm1} + i_{cm2} \quad (2)$$

의 관계가 성립하며 i_{cm2} 가 많을수록 방사 노이즈량이 커지므로 i_{cm1}/i_{cm2} 의 비에 따라 방사 노이즈량을 최소화시킬 수 있다.

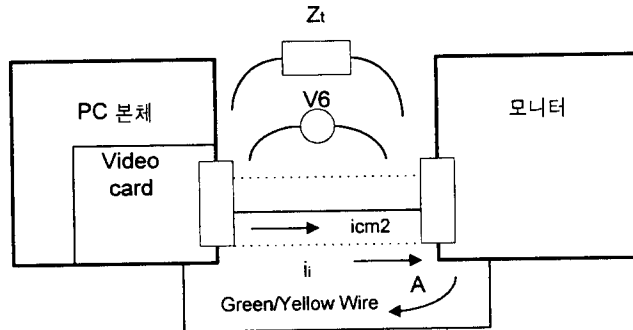


그림 7. 전달 임피던스 Z_i 를 통한 영상전류와 I_{cm} 의 접지 측 흐름.

방사 노이즈량을 최소화하기 위해서는 그림 6에서 Z_{cm} 과 Z_{cc} 를 최소화시켜 접지 측으로 바이패스 되는 전류 i_{cm1} 이 커져야 하는데 이는 Z_{ca} 와 모니터의 입력 임피던스(일반적으로 75Ω)와 깊은 상관관계를 갖는다. 그러나 Z_{cc} 측 임피던스에 의한 전압강하가 증가하면 스펙트럼 전송에 영향으로 영상품질을 저하시킬 수 있다.

따라서 Z_{cm} 의 결정은 사용 케이블의 특성임피던스로 정해지나 커넥터부에 필터 삽입시 영상신호 스펙트럼을 측정하여 필터의 차단 주파수를 결정해야 한다. 이때 필터의 재정수 결정은 영상신호의 품질과 필터 차단 주파수가 상보관계가 있으므로 컴퓨터 영상출력단에 삽입된 콘덴서 용량을 고려하여 결정하였다.

3.3 커넥터와 케이블

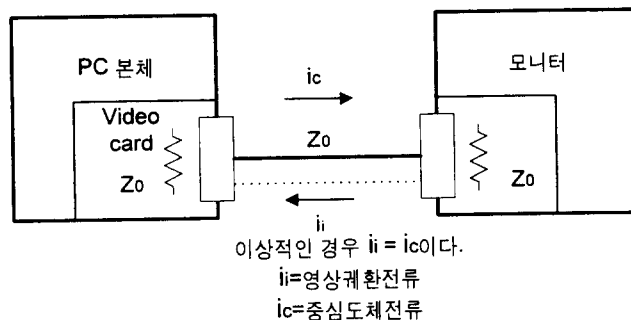


그림 8.케이블의 이상적인 연결 구조

일반적으로 커넥터의 경우 15pin을 사용하는데 이중 칼라의 경우 RGB 각 3선, Vertical, Horizontal Syn. 각 2선 총 5개의 신호선과 각각의 접지선을 사용하고 있다. 접지선의 경우 회로 측에서 보아 1곳에 묶이는 경우 접지를 1개만 사용하도록 했으며 1중 편조를 사용하였다. 그림 7은 본체와 모니터가 연결되었을 때의 회로망 구조를 나타낸다.

영상신호 변환전류 i_i 가 유한 전달임피던스 Z_i 를 통해 케이블과 회로내부의 부하나 임의의 루프를 거쳐 접지에 바이패스 되면 큰 루프가 형성되어 방사 노이즈화 된다. 따라서, 그림 8과 같이 컴퓨터와 모니터 사이에 케이블이 연결될 때 이상적인 구조가 되는데, 일 예로 모니터의 전원은 컴퓨터의 본체에서 공급받는 것이 CM성분을 최소화시키는데 도움이 된다.

III. 페라이트 장착 케이블의 부하 임피던스해석 및 개선된 케이블의 특성 시험

3.1 임피던스와 부하효과

페라이트 코어를 장착한 도선의 고주파 임피던스를 구한다. 단, 여기서 도선의 표피저항보다도 외부 임피던스에 의한 리액턴스쪽이 충분하게 큰 주파수를 대상으로 한다. 도선에 장착한 페라이트 코어의 외관과 임피던스해석을 위한 좌표계를 그림 10에 나타낸다. μ_0 는 진공중의 투자율이다. 도선에 각주파수 ω 의 정현파 전류 I 를 흘릴 경우, 페라이트 코어 장착에서 임피던스 Z 는 장착 장소의 전위차를 전류에서 제한함으로써 구할 수 있다. 전위차는 도선 주위의 공간을 관통하는 자속 Φ 의 시간변화에서 주어질 수 있으므로 구할 경우 Z 는 식(3)과 같이 된다.

$$Z = j\omega\Phi/I$$

$$= \left\{ j\omega \int_0^l \int_a^{d/2} \mu_0 H(x, y) dx dy + j\omega \int_0^l \int_{d/2}^{D/2} \mu H(x, y) dx dy + j\omega \int_0^l \int_{D/2}^{\infty} \mu_0 H(x, y) dx dy \right\} / I \quad (3)$$

여기서 $H(X, Y)$ 는 길이 l 의 도선에 흐르는 전류 I 에 의한 좌표 (x, y) 에 발생하는 자계이고, 그림 1의 좌표계에 놓인 것은 다음 식에서 주어질 수 있다.

$$H = \frac{I}{4\pi x} \left\{ \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} + \frac{l-y}{\sqrt{x^2 + (l-y)^2}} \right\} \quad (4)$$

위의 식(4)을 식(3)에 대입하고, 적분을하면

$$Z = j\omega\mu_0 l \cdot \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left\{ \frac{d}{2a} \cdot \frac{1 + \sqrt{1 + (\frac{a}{l})^2}}{1 + \sqrt{1 + (\frac{d}{2l})^2}} \right\} + \sqrt{1 + (\frac{d}{2l})^2} - \sqrt{1 + (\frac{a}{l})^2} - (\frac{d}{2l} - \frac{a}{l}) \right]$$

$$\begin{aligned}
& + j\omega\mu l \cdot \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left\{ \frac{D}{d} \cdot \frac{1 + \sqrt{1 + \left(\frac{d}{2l}\right)^2}}{1 + \sqrt{1 + \left(\frac{D}{2l}\right)^2}} \right\} + \sqrt{1 + \left(\frac{D}{2l}\right)^2} - \sqrt{1 + \left(\frac{d}{2l}\right)^2} - \left(\frac{D}{2l} - \frac{d}{2l}\right) \right] \\
& + j\omega\mu_0 l \cdot \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left\{ \frac{2l}{D} \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \left(\frac{D}{2l}\right)^2}\right) \right\} - \sqrt{1 + \left(\frac{D}{2l}\right)^2} + \frac{D}{2l} \right] \\
& = j\omega\mu_0 l \cdot \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left\{ \frac{l}{a} \left(1 + \sqrt{1 + \left(\frac{a}{l}\right)^2}\right) \right\} - \sqrt{1 + \left(\frac{a}{l}\right)^2} + \frac{a}{l} \right] \\
& + j\omega\mu l \cdot \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left\{ \frac{D}{d} \cdot \frac{1 + \sqrt{1 + \left(\frac{d}{2l}\right)^2}}{1 + \sqrt{1 + \left(\frac{D}{2l}\right)^2}} \right\} + \sqrt{1 + \left(\frac{D}{2l}\right)^2} - \sqrt{1 + \left(\frac{d}{2l}\right)^2} - \left(\frac{D}{2l} - \frac{d}{2l}\right) \right] \\
& = j\omega L_e + j\omega\mu l K \tag{5}
\end{aligned}$$

과 같이 된다. 여기서, L_e 는 페라이트 비드 장착 부분의 도선의 외부 인덕턴스이고, K 는 비드의 형태 수치에서 정한 정수이다. 식(5)은 페라이트 비드 장착에 의한 도선의 임피던스가 도선 자신의 외부 인덕턴스에 의한 리액턴스와 비드 장착에서 발생하는 부하 효과와의 직렬화로부터 되는 것을 나타내고 있다. 다음에, 비드 장착에 의한 임피던스의 표현 등가회로를 구하자. 일반적으로, EMI 페라이트 화하여 사용되고 있는 스펜날형 페라이트 코아의 투자율 주파수 분산식은,

$$\mu_r = 1 + \frac{\mu_{rs}}{1 + j(f/f_s)} + \frac{\mu_{rm}}{1 - (f/f_m)^2 + j(\gamma f/f_m^2)} \tag{6}$$

로 표현된다. 여기서, μ_r 은 복소투자율, μ_{rs} , μ_{rm} 은 페라이트 코아의 초기 투자율, f_s 는 스펜 공명주파수, f_m 은 자벽 공명주파수, γ 는 damping계수이다. 식(5)을 식(6)에 대입하면, 임피던스 Z 는

$$\begin{aligned}
Z &= j\omega L_e + \left(\frac{1}{R_s} + \frac{1}{j\omega L_s} \right)^{-1} + \left(\frac{1}{R_m} + j\omega C_m + \frac{1}{j\omega L_m} \right)^{-1} \tag{7} \\
\left\{ \begin{array}{l} L_s = \mu_{rs} \mu_0 l K \\ R_s = 2\pi f_s \mu_{rs} \mu_0 l K \end{array} \right. & \quad \left\{ \begin{array}{l} L_m = \mu_{rm} \mu_0 l K \\ C_m = \left(\frac{1}{2\pi f_m} \right)^2 / \mu_{rm} \mu_0 l K \\ R_m = 2\pi f_m \mu_{rm} \mu_0 l K / \gamma \end{array} \right.
\end{aligned}$$

로 표현된다. 식(7)의 우변 제 1항은 도선 자신의 인덕턴스에 의한 리액턴스, 제 2항은 스펜의 회전 운동에 의한 부하효과이며, 제 3항은 자벽의 운동에서 발생하는 부하효과이고, 이것들이 표현하는 등가회로는 그림 11과 같이 된다. 결국 페라이트 코아장착에서 발생하는 도선의 부하효과는, 도선 자신의 외부 인덕턴스, 저항과 인덕턴스와의 병렬회로, 저항과 인덕턴스 및 커패시턴스로부터 되는 병렬회로라든지 직렬에 늘어났던 회로에서 바꾸어 놓을 수 있다. 페라이트비드 장착케이블의 단위길이당에 발생하는 부하효과는 식(5)으로부터 정수 K 에 직접 의존하

는 것을 알았기 때문에, 여기서 K 와 코아 치수와의 관계를 수치적으로 검토한다. 정수 K 는 앞절로부터,

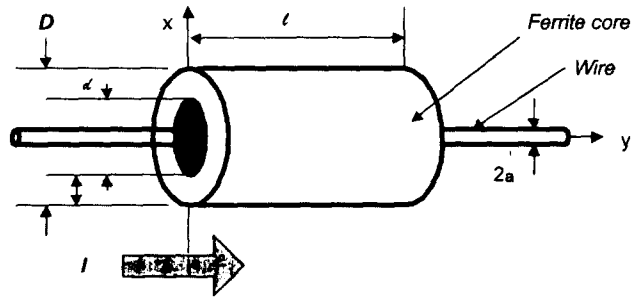


그림 10. 케이블에 장착된 페라이트 비드의 외관과 해석에 의한 좌표계

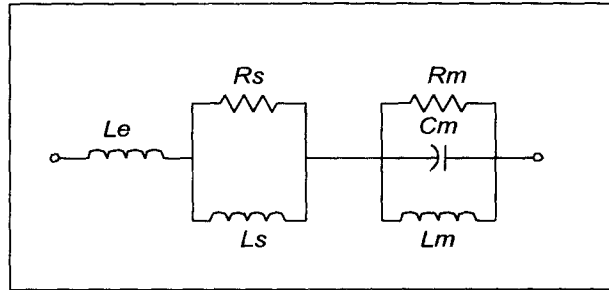


그림 11. 페라이트 비드가 장착된 케이블에서 발생한 부하효과의 등가회로

$$K = \frac{1}{2\pi} \ln \left\{ \frac{D}{d} \cdot \frac{1 + \sqrt{1 + \left(\frac{d}{2l}\right)^2}}{1 + \sqrt{1 + \left(\frac{D}{2l}\right)^2}} \right\} + \frac{1}{2\pi} \left\{ \sqrt{1 + \left(\frac{D}{2l}\right)^2} - \sqrt{1 + \left(\frac{d}{2l}\right)^2} \right\} - \frac{1}{2\pi} \left\{ \left(\frac{D}{2l}\right) - \left(\frac{d}{2l}\right) \right\} \quad (8)$$

에서 주어질수 있다. 단, 횡축은 코아의 외경에 대한 비 l/D , 종축에는 코아의 외경에 대한 두께의 비 δ/D 를 파라메타로 한 K 의 파라메타로 한 K 의 수치를 각각 취하고 있다. 그림에서, 코아의 외경 D 가 일정하다면, 정수 K 의 길이 l 과 함께 증대하고, 일정 값에 포화하고 있는 것, 그 포화값은 두께 δ 와 함께 상승하고 있는 것 등을 알 수 있다. 따라서, 코아의 단위 길이당 발생하는 부하효과를 해석하여 적용했다.

3. 2 개선된 케이블의 특성 시험

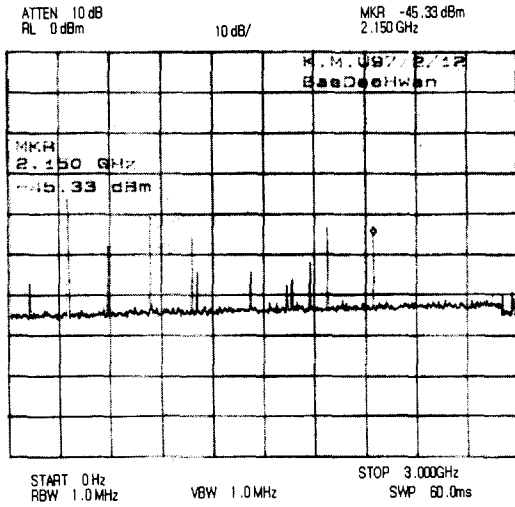


그림 11. 기존 케이블의 IEC1000-4-2 Level 2인가시 특성

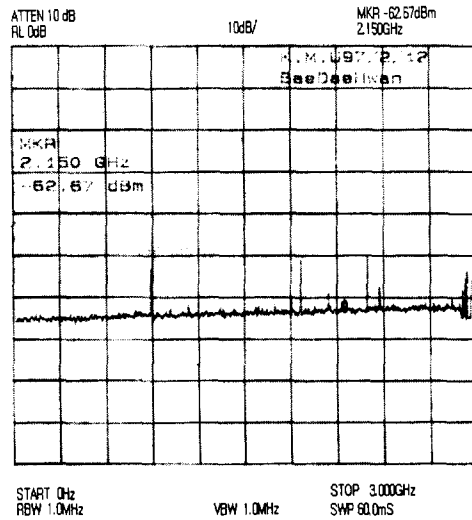


그림 12. 페라이트장착 대책케이블의 IEC1000-4-2 Level 2인가시 특성

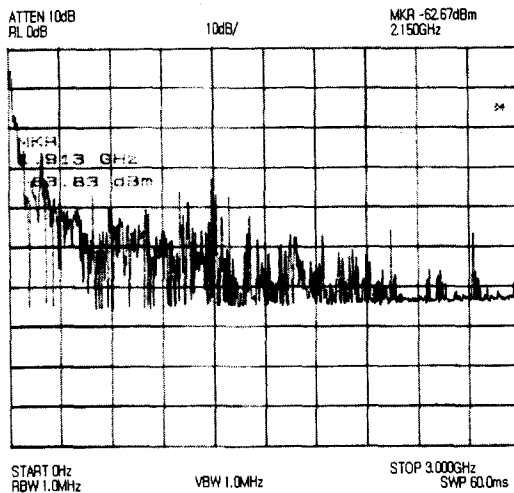


그림 13. 기존 케이블의 IEC1000-4-2 Level 4인가시 특성

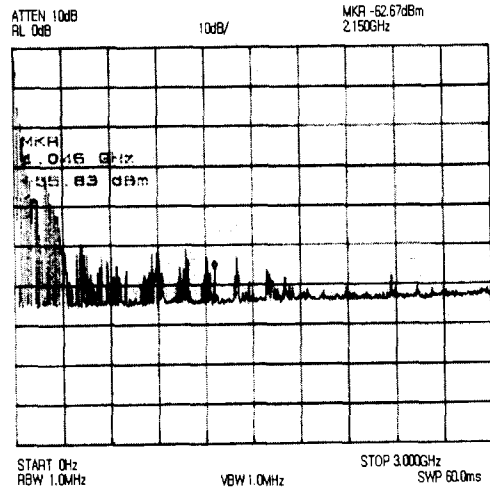


그림 14. 페라이트장착 대책케이블의 IEC1000-4-2 Level 4인가시 특성

기존 케이블의 임피던스를 Network 분석기로 측정하여 S/W로 처리 계산하였다. 특징적인 것은 측정대상 케이블의 경우 평행2선식 케이블로 118.69~993Ω까지 변화가 심하였는데 75Ω 표준 케이블에 비해 많은 차이가 있어 임피던스 정합이 필요하다. EMC 스펙트럼 분석기와 전류 프로브로 IEC 1000-4-2 규격에 준하는 정

전기내성에 대한 특성을 적용하여 효과를 조사해 보았다. 그림 11과 그림 12는 Level 2를 적용 정전기 억제 특성을 시험했으며, 그림 13과 그림 14는 Level 4를 적용하여 정전기 억제 특성을 조사했다. 이와 같은 결과로 보아 필터회로 구성상^[10] 저역의 경우 모니터측 임피던스가 높아 공진점이 없는 관통형 커패시터의 삽입이 적합하며, 100MHz이상 고역의 경우 페라이트 비드와 관통형 커패시터의 상보적 관계가 필터 특성을 개선 할 수 있었다. 커넥터에 부착되는 관통형 커패시터를 커넥터의 금속부에 부착시키는 구조로 제작하였다. 정확한 측정을 위해 설계 제작된 관통형 커패시터의 정특성, 비드 장착시 정특성, 케이블에 부착된 상태의 정특성을 측정하였다. 그림 14는 대책된 필터부착 케이블/커넥터의 정특성곡선이다. 차단주파수 100MHz를 중심으로 1GHz까지 10-20dB이상 감쇄효과가 뛰어난 것을 알 수 있었다.

III. 결 론

커넥터를 통한 신호의 전달은 커넥터 자체의 전기적 특성과 접촉 시마다 발생하는 접촉면의 개별적인 특성의 변화가 고르지 않을 수 있기 때문에 어려운 문제를 던져주고 있다. 커넥터에서 고속신호의 전달과 관련된 문제는 커넥터 핀간의 상호임피던스와 자체의 인덕턴스, 그리고 기생캐패시턴스가 그것이다. 커넥터 핀의 상호 인덕턴스는 핀간의 누화(crosstalk)의 요인이 된다.

본체의 영상 제어회로에서 미사용 단자처리와 커패시터 삽입으로 영상신호 주파수 대역(500MHz→1200MHz)을 줄일 수 있었으며, 모니터 내부회로에서 영상신호를 정형(Reforming)하고 증폭시키므로 영상신호에 영향을 주지 않고 목표한 대역의 노이즈를 이상적으로 줄일 수 있었다. 모니터의 입력 임피던스를 포함한 케이블 임피던스가 발생 전자파 케이블 실드선의 차폐능과 접지선 처리와는 밀접한 관계가 있었다. 고품질 모니터의 개발에 따른 고속클럭의 사용과 더불어 필터 내장형 케이블의 경우 고역까지 차단 특성이 뛰어나야 하고, 전자파의 차단은 본체의 합체에서 이루어져야 한다. 케이블의 입하검사시 또는 부정기 시험을 통해 케이블의 dc저항과 특성임피던스, 차폐특성 등이 주기적으로 검사되어야 하겠다.

참고문헌

- [1] 1993 Zurich EMC Symposium, "Pigtail of the cable connector", China, 1993.
- [2] 민 경찬, 노이즈 종합대책, 성안당, pp.144~153, 1990.
- [3] IEEE,1991 IEEE EMC Symposium, August Cherry Hill, pp134-141, pp. 407~413, 1993.
- [4] 광화무역 EMC 사업부, IEC 801 Ser.광화무역, pp1~30, 1993.
- [5] Jim Hagerman "Video risetime Requirements for Computer Raster Scan CRT Display" SID 90 digest, Vol.XXI, pp.148~151, 1990.
- [6] Electronic Industries Association. "EIA Standards for High Resolution Monochrome Closed Circuit Television Camera" EIA Electrical Engineering Department, Washington. DC.. September 1969.
- [7] Carlo Infante. "An Introduction to CRT Display". Digital Equipment Corporation. March 1. 1989.
- [8] Henry W. ott, Noise Reduction Techniques in Electronic systems, John.Wilzy. & Sons, pp322~350, 1988.
- [9] Takeshi ICHIKAWA, Osamu FUJIWARA, "An Analysis of Load Effect produced by EMI Ferrite Core Attachment", TECHNICAL, Report of IEICE, EMCJ95-39, pp7~12, 1995.
- [10] 김형근, 배대환, 민경찬, 김동일, "EFT IEC801-4대책 전원케이블의 개발에 관한 연구", 한국항해학회, pp107~114, 1995.5.31.
- [11] 세운 편집부, 기초부터의 영상기초처리, 도서출판 세운, pp9~47, 1996.
- [12] Michel Mardignian ,Electrostatic Discharge (understand, Simulato and Fix ESD Problems), Interference Control Technologies, Ins, pp5.46~5.62, 1986.