

전자파저감부품 기술과 산업동향

김 철 수

(주)이엠시스

I. 서 론

반도체의 소형화와 고속화로 각종 전자기기들은 더욱 다양한 기능과 더불어 휴대용 등 소형 기기들의 급속한 증가를 가져오고 있다. 이러한 기기들의 증가와 함께 전자파 환경은 악화되고 있으며, 전자파 환경 악화의 외적 요인으로 고주파 이용기기, 인버터 등 높은 레벨의 노이즈 발생기기 등이 증가 추세에 있다. 이러한 환경은 큰 레벨의 외부 전자파 노이즈와 더 낮아지는 저전압 기기들은 노이즈에 더욱 민감해지고 있다. 또한, 고속화된 5G에 적용되는 자율주행차의 V2X와 응용기기들의 신기능은 새로운 EMI의 유발과 간섭으로 이어질 것이다. 특히 자율주행차에서 발생하는 오동작의 문제는 안전과 연결된 위협적 문제로 반드시 해결되어야 하는 과제이다. 지금까지 나타난 자율주행차의 오동작의 사례로는 이스라엘 모빌아이의 레벨4 자율주행 시연에서 빨간불을 무시하고 교차로를 지나가는 오작동 발생과 국내 기업의 레벨3 자율주행 실험차도 시연 도중 V2X 신호기반으로 주행 중 우회전 구간에서 직진하는 문제를 반복적으로 일으켰고, 구글도 과거 오작동을 자주 일으켰으며, 웨이모로 분사한 이후에도 교차로에서 오작동을 일으킨 사례가 여러 번 있었다. 이러한 사고원인의 대부분은 전파간섭으로 밝혀졌다. 이것은 EMC에 더욱 충실한 제품이 요구되고 있으며, 노이즈 대책기술은 더욱 고급화되고, 전자파 차폐 등 노이즈 대책부품의 역할은 더욱 중요해질 것이다. 여기에서는 전자파차폐재의 종류와 차폐시장의 동향과 기술개발 현황 등에 대하여 중점적으로 살펴보고자 한다.

II. EMI 차폐동향

2-1 EMI 차폐의 혁신

크기는 더 작아지고 기능성은 더 높아지는 추세에 구세

대의 차폐체가 해답이 되지 않는 것이다. 차폐재 기업들은 좀 더 빠르게 신제품을 출시하고 표준화를 위해 노력하지만, 각 제품마다 다르게 발생하는 노이즈와 구조, 형상의 다양화로 주요 부품의 표준화는 더 어려워지고 있다. 이에 대한 다른 접근 방법으로는 기존 차폐재를 잘 활용하는 것으로 적절한 배치를 통해 전자파 발생부분과 차폐재 간 전자기적 결합에 의해 다르게 나타나는 성능에 대한 대응 기술과 사용자의 용도에 따라 사전에 차폐재를 통합하는 것이 설계자와 사용자에게 모두 매우 중요하다. 또한, 미래 차폐혁신의 궁극적 목표는 제품의 신뢰성 확보로 볼 수 있다.

2-2 자동차 EMI 차폐

자동차는 안전장치, 통신, 엔터테인먼트 시스템, 모바일 미디어, 각종 모터, 제어장치 등 다양한 기능에 복잡한 전자시스템이 밀집되어 있고, 시스템들의 물리적 크기도 크게 감소되었다. 하지만 이것이 전자파 방출도 작아졌다는 것을 의미하는 것은 아니며, 전자시스템의 복잡성이 증가함에 따라 매우 한정된 공간에 배치하는 것은 복사성 및 전도성 방출을 통해 서로를 간섭함으로써 EMI 문제를 더욱 악화시키므로 적절한 제어가 없으면 오동작 등 완전한 고장에 이를 수도 있다. 자동차의 내부 EMI 발생원은 충돌방지 레이다, 항법-무선 조합, 콘솔 애플리케이션, 동력조향장치 모듈, 엔터테인먼트 헤드유닛, 점화 장치, 전자제동장치, 엔진제어 모듈, 연료 제어장치, 정속 주행장치 등으로 볼 수 있으며, 자동차 외부 EMI 발생원으로는 휴대전화, 원격 제어, 블루투스장치, 와이파이 이용기기, 고출력 송신기 등이 있다. 이러한 환경에 대응하는 새로운 차폐재와 차폐기술은 더욱 요구되고 있다.

자동차산업 관련 EMC 솔루션의 주요 생산업체 Laird Industries는 헤드, 컨트롤 유닛, 디스플레이 및 자동차 전자 서브시스템의 어셈블리의 보드 레벨 차폐재를 개발과 EMI 차폐화합물을 이용하여 자동차 감지장치의 금속과 전도성 코

팅 플라스틱 하우징을 대체하는 이상적인 재료를 개발하여 레이더 및 감지시스템에 적용하고 있다. 국내 코오롱에서도 미래형 자동차의 고성능에 따른 장비 오작동이나 인체에 유해한 전자파 방출에 대한 문제를 해결하고자 열전도 특성을 갖는 기능성 소재를 나일론에 적용하여 -40 dB 수준의 우수한 전자파 차폐 성능을 나타내고 있으며, 2 W/mK 급의 방열 특성의 엔지니어링 플라스틱은 열전도가 10배 수준의 기술력을 보유하고 있다.

2.3 의료용품의 차폐에 사용되는 재료

의료장치들도 EMI 표준에 대한 접근방식은 특별하지 않으며, 차폐방법으로는 전도성 밀봉재를 비롯한 여러 종류의 차폐 재료가 널리 사용된다. 특히 의료 영역에서는 금속재질을 이용한 차폐케이스를 가장 많이 쓰이는 기법이며, 외장의 경우 금속이나 플라스틱에 상관없이 케이블, 스위치, 키보드, 모니터 등을 위한 개구부가 있어 외장 패널이 연결되는 이음매는 불요 신호의 경로가 될 수 있으므로 전도성 탄성중합체 개스킷 등을 이용하여 전도성 패널 간에 전류 연속성을 제공하고, 일정 수준의 환경적 실링도 제공한다. 또한 의료용품에서 식염수나 표백용액을 막기 위해 개스킷 외에도 독립적인 환경 밀폐장치가 사용된다. 의료 시장에서 사용되는 또 다른 개스킷으로는 전도성 Fabric over foam 고무 외에도 와이어 메시 또는 금속 핑거가 있다. 이러한 금속 “핑거스톡”과 전도성이 높은 편직 와이어 메시는 의료 영역에서 인기 있는 차폐 방안이다.



[그림 1] 의료장비

Ⅲ. 차폐메카니즘

3-1 차폐개념

전자파환경의 악화와 전자파에 민감한 전자부품들이 내장된 제품수의 지속적인 증가와 더불어 부품들은 더 작아지고, 속도는 더 빨라져 전자기 장해를 관리하기가 더 어려워지고 있다. 또한, 10 GHz 이상의 고주파 이용은 장해주파수가 각종 시설이나 장비의 매우 작은 개구부도 투과할 수 있게 되어, 이에 대응하는 차폐재료와 차폐기술은 시간이 지날수록 더 중요해질 것임을 의미한다.

광범위한 EMI 통제에는 다양한 요소들이 포함된다. 예를 들어 접지(구조물과 대역), 배선, 필터링, 케이블/커넥터, 부품과 회로 차폐와 차폐측면의 패키징(개스킷, 창, 통기구)과 하우징(샤시, 캐비닛, 실, 재료) 등이 있으며, EMI 해결책은 대개 접지, 필터링, 차폐이다. 접지와 필터링은 전도에 중점을 두는 반면, 차폐는 복사 전자기장의 제어를 다루는 것으로 차폐의 계층 구조에 의해 적절한 대응이 필요하다. 차폐 계층은 건물, 승강장, 차량 등에서부터 시작해 더 작고 더 명확한 수준(예: 영역, 실, 캐비닛, 장치, PCB, 부품)으로 내려가므로 계층 구조 중에서 경제성 등을 검토로 적절한 차폐방안이 중요하다.

차폐기술은 전도성 재료를 사용하여 복사 EMI를 감소시키는 것으로 차폐는 장비외함에서부터 개별 회로기판이나 회로장치에 이르기까지 전자장비의 여러 가지 영역에 적용된다. 차폐가 효과적으로 이루어지면 전자기파의 경로는 불연속이 되며, 저주파에서 대부분의 파 에너지는 차폐체의 표면에서 반사되지만 일부는 흡수된다. 고주파에서는 대개 흡수가 우세하다. 차폐 성능은 차폐 재료의 성질과 구성(전도율, 투자율, 두께), 주파수 그리고 발생원에서부터 차폐체까지의 거리에 따라 달라진다. 차폐의 목적은 전자기장의 세기(Z)를 가능한 한 제로에 가깝게 줄이는 것이며, 차폐성능은 생성된 전자기장의 세기 감소이며, 차폐 효과(S.E.)의 단위는 데시벨(dB)이다. 차폐효과는 차폐체로 들어간 전자기장 힘과 차폐체 밖으로 나온 전자기장 힘의 비이다. 이는 전자기장, 자기장 또는 총 전력의 세기 감소를 측정하는데도 사용할 수 있다. 차폐 효과의 수준에는 여러 가지가 있다. 아래 <표 1>은 데시벨 수준과 그에 대한 설계 및 시험 장비의

<표 1> 차폐 효과의 일반 등급

dB	등급에 대한 의견
0~10	차폐가 거의 없으며 효과가 나타날 수 있지만, 요구되는 EMI는 제거되지 않음.
10~30	의미 있는 차폐의 최소 범위이며, 차폐설계가 매우 단순한 수준
30~60	평균차폐 수준으로 중간 정도의 EMI 문제가 해결되며, 차폐설계를 잘 하는 것이 중요함.
60~90	평균 이상의 차폐성능을 가지며, 중간 이상의 EMI 문제가 해결되는 수준으로 주로 외함의 차폐설계가 중요하며, 80 dB 이상의 차폐 효과 측정은 특별한 장비와 지그가 필요하다. 틈새에 대응하는 RF 개스킷이 필요함.
90~120	실제 사용 시 얻을 수 있는 최고 수준의 차폐로 가장 뛰어난 차폐 설계가 요구된다.
120 초과	차폐 설계가 최신 기술을 뛰어 넘는 수준

복잡도에 관한 의견을 제시한 것이다.

3-2 차폐성능

전자기 에너지는 의도적이든 비의도적이든 불요 전기적 장해를 야기하는 전자장치와 반응할 수 있다. 전자기 장해의 제어에는 본질적으로 신호를 억제하거나 가두는 차폐체가 포함된다. 전자기파가 차폐체를 만날 때 파의 임피던스와 차폐체의 임피던스가 크게 다르면 전자기파는 다시 반사될 것이다. 전도성이 높은 금속들은 임피던스가 낮기 때문에 전자기파를 반사하는 역할을 하게 된다. 그에 반해 임피던스가 거의 정합하는 상태인 저임피던스와 낮은 주파수의 자기파는 최소 반사되면서 금속을 통해 에너지를 전달하므로 자기파는 차폐하기가 어렵다. 다만 거리가 멀수록 이 문제는 완화된다. 거리가 멀어지면 전기장 성분이 우세하므로 이 요인은 차폐를 통해 다루어야 한다. 전자기파는 3×10^8 m/s로 공간 또는 비도전성 고체 재료를 통과하여 차폐체에 부딪치면 빛이 거울에서 반사되는 것과 마찬가지로 그 에너지 중 일부는 다시 반사된다. 나머지 에너지는 차폐체에 흡수되며, 결국 파의 세기는 더 약해진다. 기술적인 측면에서 잔류(반사되지 않거나 흡수되지 않은) 에너지가 차폐재료의 외부 주변에 도달해 공기나 다른 매질로 들어갈 때는 전자기장의 세기는 추가로 감소될 수도 있다. 차폐재료의 상대

두께는 파의 반사에는 거의 영향을 미치지 않지만, 흡수에는 큰 영향을 미친다. 더 높은 주파수에서는 반사는 감소하고, 흡수는 증가한다. 이렇듯 더 높은 주파수 출력을 다룰 때는 두꺼울수록 감쇠(에너지 회석 및 약화)는 더 커진다는 사실에 주목해야 하며, 차폐체의 흡수 효과는 차폐재료가 완전 전도성인지, 부분 전도성인지에 따라 서로 달라질 것이다. 이는 고체 금속 표면과 금속이 충전된 피복재의 차폐효과를 비교할 때 특히 두드러진다. 또한, 차폐체가 전자장치를 보호할 용도로 사용되지만, 주위환경으로 전자기 복사를 증가시키는데 기여하지 않아야 된다.

차폐성능에서 흡수기능은 차폐체에 실제 흡수되는 전자기 에너지의 양은 주파수, 차폐재료의 두께, 고유 전도율, 투자율에 따라 달라진다. 흡수 손실은 대체로 저주파수에서 낮고, 고주파수에서 높다. 전도성 재료 내 흡수 손실은 (a) 차폐체 재료 두께와 (b) 투자율의 양의 함수이다. 흡수는 차폐체 두께가 증가함에 따라 선형적으로 증가하지만, 차폐체 재료의 투자율과 전도율이 증가할 때는 훨씬 더 낮은 비율로 증가한다.

차폐의 반사는 차폐체의 표면에서 일어난다. 차폐체는 전자기장 세기의 형태로 그 표면에 도달하는 모든 에너지를 수용할 수 없기 때문이다. 빛이 공기-물 경계면에서 반사되거나 물속을 통과할 수 있는 것과 마찬가지로 EMI는 어느 정도 고체 기판에서 그 전도율에 상관없이 반사된다. 평면파 차폐에서 자성 재료는 흡수 손실이 더 좋지만, 우수한 도체는 반사 손실이 더 좋다. 파동 임피던스는 전원 임피던스 및 전원과의 거리에 따라 달라진다. 반사는 차폐체와 공기 사이 표면 경계에서 발생하는 임피던스의 차가 크기 때문에 생긴다. 전기장의 경우, 반사는 흡수에 비해 매우 크고, 주로 일부 표면에서 발생한다. 그렇기 때문에 무전해 도금, 진공 금속피막, 기타 박막 금속 증착 기술에 의해 얻어진 것과 같은 얇은 차폐체는 전기장을 감쇠시키는데 매우 효과적이다.

자기장의 1차 반사는 차폐물의 표면에서 발생하며, 이로 인해 대개 차폐체 내에서는 제반사가 일어난다. 결과적으로 자기장의 감쇠는 차폐 재료의 높은 자기 투자율뿐만 아니라, 전도성 피복재와 아연 아크 분무에 의해 만들어지는 것과 같은 두꺼운 표면(skin) 차폐체에서 가장 잘 실행된다. 이와 같이 차폐물의 분리는 단일 차폐재료 또는 기술로는 모든

EMI/RFI 문제를 해결할 수 없다는 이론에 기초한 것이다.

차폐의 투자율은 저주파 자기 차폐에 효과를 갖는다. 자기장 차폐는 높은 투자율(μ)을 가져야 하며, 특정 재료에 대한 μ 값은 그 재료가 놓인 자기장의 세기에 따라 변한다. 일정 수준의 전자기장 세기 이상에서 재료는 포화되고 투자율은 감소하므로 그 재료는 더 이상 차폐효과를 발휘하지 못한다. 저 주파수에서 자기 차폐재료의 가장 중요한 역할은 자기장이 부품이나 장치 주위를 지나갈 수 있는 매우 낮은 자기저항 경로를 제공하는 것이기 때문에 고투자율 재료가 사용된다. 재료의 투자율이 높을수록 감쇠는 더 좋아진다. 투자율은 전자기장 밀도에 따라 증가하므로 자기장이 더 강해짐에 따라 감쇠도 대체로 증가한다. 극한점은 재료의 최대 투자율이다. 전자기장 밀도가 최대점을 넘어 증가하면 재료의 투자율은 급격하게 감소되어 포화된다. 포화된 차폐체는 불량한 감쇠기이기 때문에 고투자율 재료는 포화점을 고려하여야 하며, 중요한 것은 적절한 포화 특성을 가지면서도 요구되는 감쇠를 제공할 정도로 투자율이 충분히 높은 재료를 선정하는 것이다.

IV. 전자파 차폐재의 기술동향

4.1 나노 구조의 전도성 폴리머

한 종류 또는 수 종류의 구성단위가 서로에게 많은 화학적 결합으로 중합되어 연결된 분자 화합물로 이루어진 고전도성의 나노구조 폴리머는 다양한 가공성과 가볍고 대량생산이 가능한 장점으로 EMI 차폐용 피복 및 정전기 제거와 전자파 차폐, 흡수용 기능으로 전자파 차폐용 플라스틱에 적

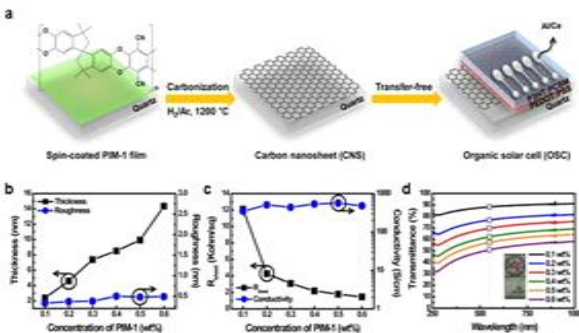
용이 가능하다. 최근의 나노 구조 폴리머의 개발은 KH (IO3) 2 및 차아염소산 나트륨 산화제를 사용하는 폴리아닐린 나노섬유의 합성으로 결정 화도가 높은 섬유를 생성하여 높은 전도성을 제공한다. 이러한 나노섬유의 잠재적 응용은 EMI 차폐 코팅에 적용할 수 있을 것으로 예측되고 있다.

4.2 전도성 플라스틱

전도성 플라스틱(Conductive Plastics)의 기술적 문제는 전도성 필러 및 필러의 사용에 있어서 유연성의 이상적인 특징이 상실되었다는 것이다. 유연성이 소멸되면 충전된 고분자가 부서지기 쉽고, 많은 응용 및 환경에서는 심각한 단점으로 작용한다. 이것은 종종 항복 강도, 열전도도, 전기전도도, 인성, 유연성 및 색상 범위와 관련하여 비 충전 폴리머 대 충전 폴리머의 성질 간의 균형이다. 전도성 플라스틱에서 원하는 저항률을 가진 static control polymer(정적제어폴리머)는 카본 블랙과 같은 전도성이 적은 화합물보다는 금속 섬유 또는 금속 코팅된 탄소 섬유와 같이 전도성이 적은 화합물과 벌크 수지를 혼합하는 것이 가능해야 한다. 필러와 수지를 혼합하여 원하는 저항성의 static control 폴리머 제조는 저항성에 비교적 근접한 필러를 갖는 것이 도움이 된다. 최근의 연구는 EMI 차폐 엘라스토머에 전도성 충전제를 첨가하는 것에 초점을 맞추고 있다. 이 접근법의 주요 과제는 인장 물성 및 경도(tensile properties and hardness)와 같은 특정 용도의 엘라스토머 요구 사항을 충족시키면서 충분한 차폐 효과를 설계하는 것이다.

4.3 열 전도성 플라스틱

열을 방출하기 위한 플라스틱은 많은 연구가 이루어져 왔다. 미시간대학 연구팀은 저렴하고, 열 발산특성이 6배 우수한 새로운 기술을 개발했다. 이 기술은 재료 자체의 분자를 변경시키는 공정을 사용하여 고분자 사슬의 개별 연결고리인 단열체에 음전을 가지게 하여 서로 반발하게 만들고, 이후 몇 공정을 통해 물과 고분자 용액판을 판에 분무하여 고히형 플라스틱 필름으로 만든다. 또, 다른 열전도성 재료 Mack TCP 플라스틱 컴파운드는 열전도도가 600 °F까지 진행될 수 있는 열전도성 물질로 스테인레스 스틸보다 높으며, 열가소성 폴리아미드, 폴리페닐렌 설파이드(PPS), 액정 폴리머



[그림 2] 나노 구조의 전도성 폴리머 특성

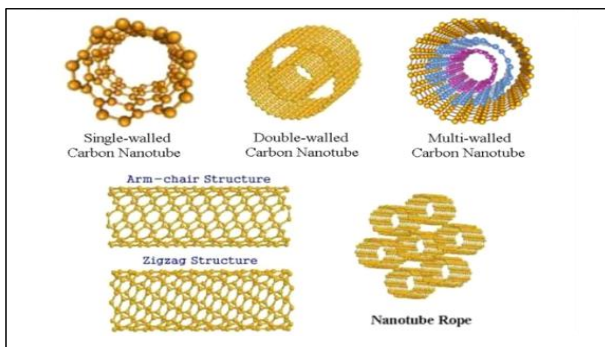


[그림 3] 전도성 Flexible 폴리우레탄 폼

(LCP) 및 기타 엔지니어링 플라스틱으로 제조된 이 재료는 금속의 높은 열전도율을 가진 플라스틱의 제조 이점과 경량성을 가진다. 마이크로스케일 섬유와 나노필러를 조합한 전도성 플라스틱 화합물(compounds)과 탄소나노튜브와 폴리이미드에 전도성 카본 블랙과 조합한 구리 섬유가 있고, 구리 섬유에 나노필러를 첨가하기도 하며, 전도성 Flexible 폴리우레탄 폼과 인쇄 회로, 정전기 방지용 고(초)밀도 폴리에틸렌 전도성 폼도 개발되어 있다.

4.4 탄소나노튜브

탄소나노튜브는 군사용과 항공 및 항공 우주 분야 기업들이 민감한 전자 장비의 효과적인 차폐가 중요한 분야에서 연구를 선도하고 있다. 새로운 연구로는 CNT로 감싸거나 함침된 폴리머 매체로 구성된 복합 재료를 이용하여 고주파 특성에 특히 효과적인 EMI 차폐를 제공한다. 구체적인 요소는 복합 재료의 두께, 매체의 CNT 밀도, CNT 구조의 특성 및 사용된 특정 매체를 포함한다. 또한, 복합 재료는 매우 가볍기 때문에 자동차 시장에서 중요한 금속 차폐에 대한 매력적인 대안이 될 것으로 보이며, 탄소나노튜브의 특징인 높은 전류 밀도와 높은 열전도율의 지속성과 높은 탄성 계수로 기존의 탄소섬유보다 인장강도가 몇 배 더 높아, 사용



[그림 4] 탄소나노튜브의 구조 및 물성

량의 증가와 생산능력이 확장되고 있다. 가격은 그램당 5~10달러 이하로 떨어지고 있으며, 차폐 외 전자적 응용의 측면에서 나노튜브는 평면디스플레이, 고성능 배터리, 연료 전지 등과 같은 신생 용도에도 적용이 가속화 되고 있다.

4.5 그래핀

그래핀은 정부가 원소재 생산부터 응용 제품 전주기 연구개발 지원하고 있는 첨단소재로 그래핀 복합체는 5년 내에 대량생산과 시장 확대를 목표로 하고 있으며, 탄소나노튜브 복합체는 잠재적 경쟁자로 보고 있으나, 제조공정의 장점과 가격의 경쟁력으로 유리하게 작용할 것으로 예측되고 있다. 정부에서는 2025년까지 매출 19조원과 약 5만 여명의 일자리 창출의 기대하며, 미래소재 기술 4대 강국과 소재산업 선도국으로 도약시킨다는 계획이다. 그래핀 소재의 시장규모는 2030년까지 매년 20% 이상 증가할 것으로 보이며, 세계시장규모가 600조 원에 이를 것으로 전망된다.

그래핀 필름기술은 고성능 EMI 차폐를 위해 단층 그래핀 전도성 필름이 개발되고 있으며, 국내 한국과학기술원에서는 열, 전기, 빛 등으로 원료가스를 분해시켜 화학적 기상반응으로 기판상에 박막을 형성시키는 기술인 CVD 합성된 그래핀이 동일한 두께의 금막보다 EMI 차폐 효과가 17배 이상 더 높은 것을 발견했다(최병진 외, “단일 층 그래핀의 전자파 차폐 효과”, 나노 기술, 23권, 45호 2012년 10월 19일). 그래핀은 질량이 매우 작고 투명하며 가볍다. 또한, 초박형이기 때문에 휴대용 전자 장치, 투명 전자 장치, 자동차 및 3D 집적 회로의 EMI 격리와 같은 응용 분야의 EMI 차폐 재료로 특히 적합하다.



[그림 5] 그래핀 구조와 응용

4-6 전도성 필름

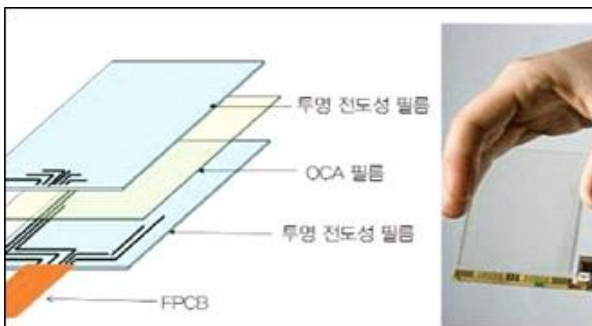
새로운 전도성 필름의 최근 동향으로는 일본의 TDK가 얇고 투명한 전도성 은(Ag)합금 층이 필름 기판 위에 증착된 새로운 Ag-Stacked 필름을 개발했다. 이 필름은 높은 투과율과 낮은 저항 그리고 우수한 유연성을 갖는 얇고 투명한 전도성 은합금 층이 필름 기판 위에 증착된 새로운 필름으로 ITO 필름과 동등한 높은 투과율을 유지하면서 낮은 저항과 우수한 유연성을 갖고 있다. Canatu는 독점적인 Carbon NanoBud를 기반으로 한 새로운 초박막 투명 전도성 필름을 개발했다. 이것은 탄소나노튜브와 폴러린의 혼합체이며, 폴러렌과 나노 튜브의 장점을 모두 결합한 것으로 예상된다. Graphene 기반 투명 전도 필름 기술은 나노 튜브 필름보다 성숙도가 낮지만, 나노튜브 필름과 경쟁이 예상되며, 상업화는 2018년에서 2023년 사이로 보고 있다.

4-7 이방 전도성 필름

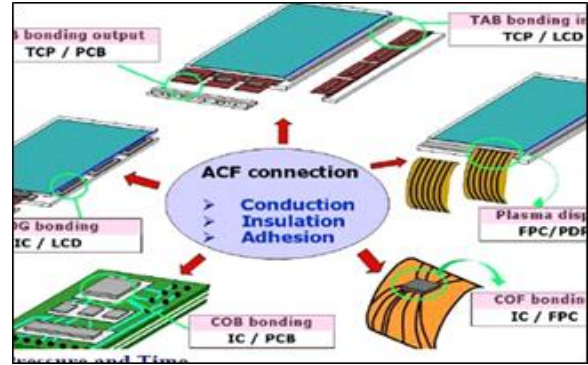
이방성(즉, 측정 방향에 따라 다른 특성을 나타냄) 전도성 필름(ACF)은 전도성 입자가 에폭시 또는 아크릴산 수지에 분산되어 있는 필름형 접착제로 집적 회로 및 유리 기판의 상호 연결과 같은 액정 디스플레이(LCD) 모듈 패키징의 여러 기판에서 전극의 상호 연결에 사용되며 최근에는 LCD 패널의 소형화, 경량화, 기능화 등을 위해 미세 피치 전극의 상호 연결에 사용된다.

4-8 폴리아닐린

폴리아닐린은 섬유층전 전도성 플라스틱의 많은 결함을 해결할 수 있는 것으로 관심을 가지게 되었으며, 장점으로는



[그림 6] 전도성 필름



[그림 7] 이방 전도성 필름

반 유연한 막대 폴리머로 150년 전에 개발되었지만, 전기전도성의 발견으로 근래에 주목을 받고 있다. 폴리머들 중에서 유일하게 합성이 쉽고, 환경에 안전성이 있으며, 간단한 도핑과 풍부한 화학특성 때문에 지난 20년간 가장 많이 연구되었다. EMI 차폐를 위한 뛰어난 전기적 성질을 가지고 있으나, 안정성에는 약간의 문제를 가지고 있다. 제조는 탄소나 흑연 분말에 폴리아닐린을 적용하며, 스테인레스강 섬유보다 가공이 우수하고, 탄소보다 전도성이 높고, 금속 섬유보다 밀도가 낮으며, 섬유파손의 우려가 없고, 성형 후에도 분산이 변하지 않는 것과 특히 재활용이 가능하여 폐기물 처분 시 우려할 만한 중금속이 없는 장점이 있으나, 부정적인 면으로는 가격 문제가 해결되지 않으면 EMI 차폐방안에서 경쟁력이 없을 것으로 보고 있다.

4-9 전도성 탄성중합체(Conductive Elastomers)

전도성 엘라스토머는 차폐효과와 환경 밀봉의 조합을 제공하는 고성능 EM 가스켓 소재로 도전성 금속 입자를 엘라스토머 캐리어와 일반적으로 실리콘 또는 플루오로 실리콘에 분산시켜 생성하여 높은 전도성을 갖는 균일한 가스켓 물질을 형성한다. 단일 가스켓으로 매우 높은 차폐 및 환경 보호가 요구되는 경우와 같이 다양한 용도로 사용되며, 처음에는 은을 기반으로 한 전기 전도성 엘라스토머, 수은 도금 충전제 및 탄소 충전 실리콘이 수십 년 동안 EMI로부터 보호하기 위해 사용되었다. 그러나 이러한 재료는 알루미늄 플랜지 사이의 밀봉 또는 가스켓으로 사용될 때 염분 분무 환경에서의 문제가 있어 적용이 제한되었다. 하지만 은 표면의 안정성으로 인해 염수분무 이외의 환경에서는 뛰어난

차폐재료가 된다. 전도성 탄성중합체중 전도성 폼은 높은 압축 성능에 부드러운 압축 하중 변형을 제공하고, 화합물은 성형, 압출 형성, 시트 스톱 및 다이커팅 형상으로 제공될 수 있으며, 신축성 및 착용성 장치에 대한 요구 증가에 부응하는 전도성 엘라스토머 개발을 위해 다양한 노력 중이다. 극복해야 할 장애물로는 재료조합 및 장치구조의 단순화, 재현성, 신뢰성 및 간단한 제작기술의 개발 등이 필요로 하고 있다.

4-10 전도성 도료

전도성 도료의 기술발전으로는 소량의 도료로 전도성 능력이 크게 증가했으며, 도료의 전도율이 크게 개선되어 전기적 성질이 개선되고, 공정의 유연성 증가로 제품 용도는 더 다양해졌다. 또한, 기재와 도료의 적합성이 향상되고, 피복 접착의 증가와 막 강도도 증가되었으며, 피복두께는 더 얇아지고 도포속도가 더 빨라지고 있다. 고형분 함량도 더 낮아져 전도성 도료의 생산성이 전반적으로 증가되었다.



[그림 8] 전도성 탄성중합체 형태들



[그림 9] 전도성 도료의 활용

4-11 페라이트계 부품응용

페라이트 차폐재료는 케이블, 커넥터 기타 전기제품에서의 EMI 문제에 대해 편리하고 단순하며, 비용 효율성도 높은 해결책이라고 널리 인정을 받고 있다. 페라이트 제품들은 저주파수에서 신호 강도의 손실이 거의 없고, 불필요한 고주파 발진을 억제시키기도 한다. 페라이트는 세라믹 기술로 만들어진 다 결정질 산화물로 강자성을 보이는 재료군에 속한다. 강자성 재료에서 자성은 외부에서 가해진 자기장의 영향을 받아 발생한다. 이 자기장이 제거되면 이 재료는 비 자성 상태로 돌아간다. 이런 유형의 거동을 자기적 ‘연성’이라 한다. 변압기 또는 전자기 철심에 사용되는 페라이트에는 니켈, 아연 또는 망간화합물이 포함되어 있으며, 이를 연성 페라이트라고 한다. 이런 재료들은 “보자력”이 낮다. 이는 최소한의 에너지 소모로도 자화의 방향이 쉽게 반전될 수 있다는 것을 의미한다. 이와 같이 고주파수에서 재료의 손실이 낮다는 것은 RF 코일 등의 설계에 유용하며, 일반적인 연성 페라이트는 망간-아연이다. 페라이트는 스텔스기와 전자파 흡수체 또는 피복재로도 사용된다. 회로 내에서는 페라이트의 손실특성이 고주파 장애를 억제하고, 회로 밖에서 페라이트는 복사된 전자기 에너지의 흡수체가 되며, 전도성과 복사성의 불요신호의 억제용으로 사용된다. 페라이트를 선정조건으로는 불요 신호의 주파수와 EMI 발생원, 환경 조건, 온도, 전자기장 세기, 전원과 부하 임피던스와 요구되는 감쇠 수준과 기판 위 허용 공간 등으로 선정된다.

V. 차폐시장 규모

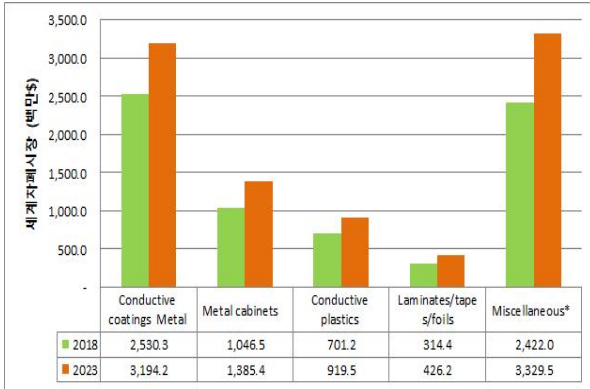
적용방법에 따른 세계차폐시장규모는 [그림 10]에서와 같이 2018년에는 70억 1,400만 달러, 2023년에는 92억 5,400

<표 2> 페라이트 선정시 매개변수

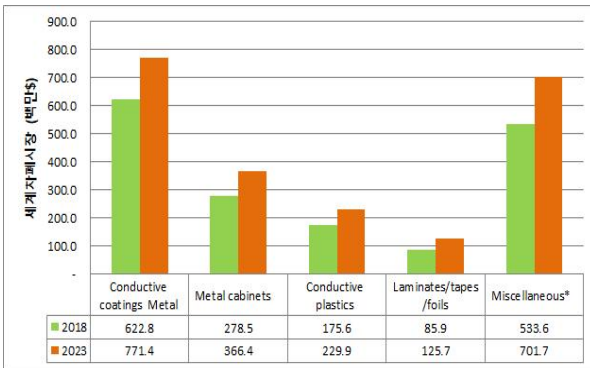
주파수범위 (MHz)	투자율 μ , Permeability	체적저항율 (ohm-cm)	페라이트
30 미만	2,500	10^2	Mn-Zn
25~200	850	10^5	Ni-Zn
200 초과	125	10^8	Ni-Zn
30~250	500	10^9	Ni-Zn

만 달러로 평균 5.76% 성장이 예상되고 있다. Conductive Coatings 재료는 2018년도 25억 3,000만 달러, 2023년에는 31억 9,400만 달러로 가장 큰 시장을 차지하고 있으며, Metal cabinets 분야가 그 다음 시장으로, 규모는 2018년 10억 4,600

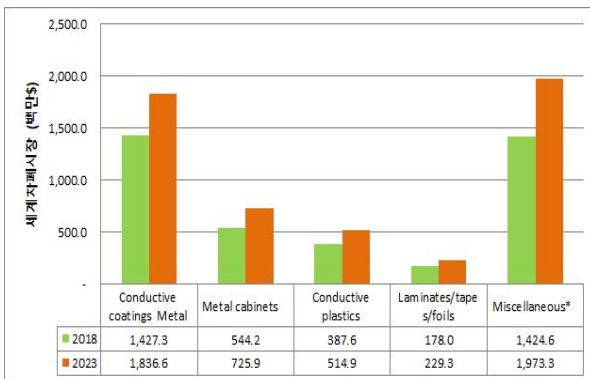
만 달러, 2023년 13억 8,500만 달러의 시장규모와 연평균 5.8%의 성장을 예상하고 있다. 특히 한국, 일본, 중국 등 아시아 시장규모가 2018년 세계 시장의 56%, 2023년에는 57%의 점유를 보일 것으로 예상된다.



[그림 10] 세계 차폐시장 규모



[그림 11] 미국 차폐시장 규모



[그림 12] 아시아 차폐시장 규모

VI. 맺음말

전자파 차폐 부품들의 종류와 개략적인 기술 및 시장 현황에 대해 알아보았다. 2023년도 형성되는 차폐시장 규모는 92억 5,400만 달러로 예상되고 있으며, 특히 한국, 일본, 중국 등 아시아 시장 규모가 2018년에는 세계시장의 56%이고, 2023년에는 57%의 점유를 보일 것으로 예상된다.

새롭게 등장되는 5G시대의 다양한 응용장치들도 첨단 차폐재료의 개발과 차폐기술로 더욱 필요해지고 있다. 또한, 차폐재의 측정기준과 측정방법 그리고 측정 장비 등도 함께 개발되어 국내 및 아시아 시장에 대한 대응을 하여야 할 것으로 보인다. 첨단차폐 재료들은 대부분 일본과 미국이 주도하고 있으며, 국내의 차폐 소재업체는 대부분은 중소기업으로 고급 인력과 고가장비 등의 부족으로 기술개발 환경이 매우 열악한 상태이다.

5G에 요구되는 첨단 차폐재와 차폐기술 개발을 위해 대학과 연구소의 기술개발과 기술이전을 통하여 국내 부품업체들을 지원하고, 세트업체와 부품업체와의 긴밀한 협조로 차폐재의 국산화율을 높이는 역할이 필요하다. 더불어 정부의 고급인력 양성지원과 첨단차폐재료 및 측정 장비의 개발 지원 지원을 확대하여 새로운 시장과 기술에 적극 대응해야 할 때이다. 5G 등에 대응하는 고주파 대역의 차폐부품의 국산화 개발 필요성과 차폐의 첨단기술들은 4차 산업의 성공을 견인하는 주요한 요소이다.

참 고 문 헌

- [1] 김철수, "EMC 대책부품 시장의 동향과 전망", EMC FEST 발표자료, 2017년 10월.
- [2] 김철수, "전자파 차폐관련 소재의 국내외 산업 실태 및 기술동향", 산업교육연구소 자료, 2017년 12월.
- [3] BCC Research, "EMI/RFI: Materials and Technologies" Sep. 2018.

[4] 김철수, "전자파저감 기술과 산업동향", 전자과학회 전자파기술, 2018년 1월.

[5] 열전도성 플라스틱, 더 가벼운 전자제품 및 자동차제조에 활용, 화학소재정보은행 기술동향, 2018년 3월.

≡ 필자소개 ≡

김 철 수



1980년 4월: LG전자중앙연구소
1984년 1월: 나우정밀(주) 중앙연구소
1988년 1월: (주)동일기연 기술연구소
1999년 11월: (주)이엠시스 대표이사
[주 관심분야] EMC장비, 표준, 부품