

# 전자·통신기기의 전자파 간섭(EMI) 차폐 기술

김경섭  
여주대학교 교수

## I. 서론

모바일기기의 변화와 디지털가전, 사물인터넷(IoT), 지문인식, 핀테크 등 다양한 디지털 기술의 도입으로 전자파 간섭을 줄이는 것은 업계에 있어 중요한 화두가 되었다. IT 기기의 경박·단소화와 자동차 전자장치의 다기능화는 고밀도 실장을 초래하고 동작 주파수를 고주파(1~10GHz) 대역으로 증가시킴에 따라 전자파 간섭, 노이즈에 따른 오작동과 신호품질 저하를 야기하여 전자파 간섭(EMI) 차폐 기술의 중요성이 높아졌다. 반도체 패키지 레벨의 전자파 차폐막을 형성하는 방법에는 스퍼터링, 도금, 스프레이 코팅, 테이핑 등이 있다. 스퍼터링은 EMI 차폐가 가능한 수 마이크론 두께의 증착과 고밀도 차폐막을 형성할 수 있다는 장점이 있고, 스프레이 방식은 생산성이 높고 다양한 형태의 제품에 대응할 수 있다는 장점이 있다. 현재 반도체 패키징 공정에서는 스퍼터링 방식이 중심이지만 재료 개발 등 성능 측면의 단점이 개선된다면 생산비용 측면의 장점을 보유한 스프레이 방식이 주류가 될 전망이다. 본 고에서는 스마트폰 및 자동차 분야의 급속한 기술 개발에 따라 적용 확대가 진행되고 있는 전자파 간섭(EMI) 차폐 기술에 대해서 분석하였다. Ⅱ 절에서는 EMI 차폐 산업 동향에 대해서 살펴보고, Ⅲ 절에서는 EMI 차폐 시장 동향, Ⅳ 절에서는 EMI 차폐 신기술, Ⅴ 절에서는 결론을 언급하였다.

## Ⅱ. 전자파 간섭(EMI) 차폐 산업 동향

### 1. 전자파 간섭(EMI) 차폐의 필요성

전자파 간섭(Electro Magnetic Interference: EMI)은 전자파 장애로도 해석되며, 전기 및 전자 기기로부터 직접 방사 또는 전도되는 전자파가 다른 기기의 전자기 수신 기능에 장애를 주는 것

\* 본 내용은 김경섭 교수(☎ 031-880-5204, kkseob@yit.ac.kr)에게 문의하시기 바랍니다.

\*\* 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 ITP의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.



<자료> 네팍스 Web Magazine, 2016. 3.

[그림 1] 전자파 인체 유해 가능성 경고

을 의미한다. 국제전기표준회의(IEC)는 EMI 를 불필요한 전자기 신호 또는 전자기 잡음에 의해 희망하는 전자 신호의 수신에 장애를 받는 것으로 정의하고 있다[10]. 스마트폰의 다기능화와 경박·단소화는 고밀도 실장을 초래하고 동작 주파수를 고주파(1~10GHz) 대역으로 증가시킴에 따라 전자파 간섭, 노이즈에 따른 오작동과 신호품질 저하를 야기하여 EMI 차폐 기능의 중요성이 높아졌다. 특히, 모바일기기, 웨어러블(Wearable), 사물인터넷(IoT), 핀테크(FinTech) 시장의 성장은 전자파 적합성(EMI 차폐)에 대한 수요를 증가시키고 있다. 또한, 전자파의 역기능으로 꼽히는 인체 유해성 여부가 사회적 문제로 대두되고 있는데, 세계보건기구(WHO)는 2011 년 휴대전화 전자파에 대해 “사람에게 발암 가능 그룹”인 2B 등급으로 분류했고, 이로 인해 전자파의 인체 영향에 대한 국민적 관심과 불안감이 증대되고 있다. 이에 우리나라도 웨어러블 기기, 전기자동차, 무선전력전송 등 첨단 기술 적용기기 및 시스템의 전자파 인체 영향을 검토하고 인체 보호기준 적용을 추진중이다[6]. 또한, 기지국에서 발생하는 전자파 강도측정, 전파 등급제, 가전제품에 대한 전자파 흡수율(Specific Absorption Rate: SAR) 측정 등 다양한 정책과 법, 규정을 강화했다[10]. 하지만 자동차 전자제어장치로 인한 전자파 간섭문제로 급발진 등 치명적인 사고가 유발될 수 있다는 보고는 끊이지 않고 있다. 이런 문제를 해결하기 위해 전자장비의 불필요한 전자파 방출량을 일정 수준 이하로 저감시키고 외부에서 강한 전자파가 오더라도 오동작을 하지 않는 쾌적한 전자파 적합성(Electro Magnetic Compatibility: EMC) 환경을 만드는 것이 매우 중요하다.

## 2. 다양한 EMI 차폐 방법

전자파 차폐란 외부에서 입사되는 전자파 간섭의 차폐(Shield)를 의미하는 것으로 전자파의 파워를 표면에서 흡수 또는 반사시켜 내부로 파워가 전이되는 것을 방지하는 것이다. 전자기파의 차폐에 있어서 차폐에 의한 전자제품의 보호능력을 판단할 수 있는 과학적 상수는 차폐효율(Shielding Efficiency: SE)로 표현된다. 이것은 전자파의 파워를 감쇄시킨 정도를 의미하는 것으로 단위는 상대적인 크기인 데시벨(dB)이다[9]. 전자파가 도체에 닿으면 전자파를 반사시키기 때문에 발생하는 전자파를 차폐하려면, 도전 물질을 사용해야 된다. 판금, 메시, 이온화 기체형태의 금속 재료가 제품의 사용처, 제조비용 등에 따라 선택적으로 채용되고 있다. 전자파 차폐 기술은 전자파 발생원 주변을 차폐하여 외부 장비를 보호하는 방법과 차폐 물질 내부에 장비를 보관하여 외부의 전자파 발생원으로부터 보호하는 방법으로 나눌 수 있다[2]. EMI를 일으키는 불필요한 노이즈를 차폐 또는 억제하는 방법에는 접지(Grounding), 배치(Layout), 필터링(Filtering), 차폐 등의 방법이 있다. 이 중 차폐는 노이즈(Noise)의 영향을 받는 전자회로나 기기의 장애를 방지하는 근본적인 방법으로서 정전차폐와 전자차폐로 구분된다[5]. 전자차폐는 전기장의 반사 성질을 이용하는 방법으로 고전압/소전류의 경우에 유효한 대책이며, 고주파 회로에 효과적이고 알루미늄(Al)이나 구리(Cu)의 금속케이스 혹은 금속 박막을 사용하는 전기장 차폐이다. 정전차폐는 전자파의 흡수 성질을 이용하는 것으로 저전압/대전류의 경우에 유효하며, 외부에서 발생한 자속의 영향을 받거나 외부로 자속을 누설하기 쉬운 부품을 고투자율을 갖는 재료를 사용하여 차폐하는 자기장 차폐이다. 한편, 자석은 알루미늄 판으로 감싸면 자장이 새어 나오지만, 철판으로 감싸면 차폐된다. 즉, 전자파 차폐는 알루미늄과 같이 전도율이 높을 때 우수하며, 자기장 차폐는 철판과 같이 유전율이 높은 재료로 감싸고 있을 때 효과적이다. 전자기기가 발전할수록 전자파 차폐를 위한 각종 차폐 재료에 대한 연구도 상대적으로 주목 받고 있으나, 아직은 차폐 재료의 성능, 적용성, 비용 등에 있어서 많은 문제가 있다.

## 3. 패키지 수준의 EMI 차폐

최근에는 근거리 무선통신(Near Field Communication: NFC) 기능이 탑재된 스마트폰, 사물인터넷, 태블릿 PC 등 다양한 주파수에 동작하는 기능과 함께 복잡하고 융복합된 기능을 요구한다. 또한, IT 시장의 무한 경쟁속에 첨단 전자기기는 다기능, 본체의 크기, 가격저감 등의 시장 경쟁력이 화두로 대두되고 있다. 이에 따라 EMI, RF(Radio Frequency Interference)는 다양한 통

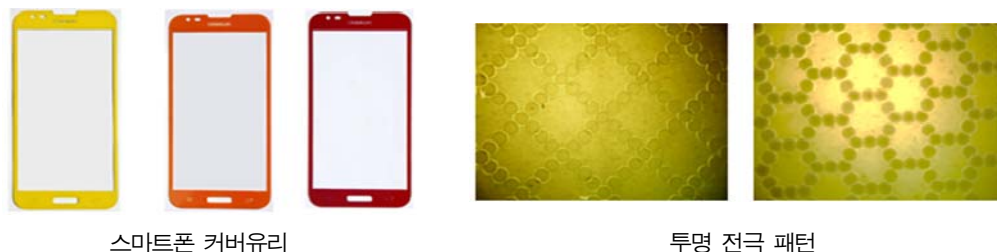
신 불량 및 노이즈 문제 이슈를 야기하고 있으며, 이를 해결하기 위해서 최소 부품 단위의 EMI/RFI 차폐 처리가 필요하다. EMI 차폐는 전자기기 내부 부품 간의 전파 간섭으로 인한 노이즈를 방지하고, 안정적인 제품의 구동을 위해 적용되고 있다. 반도체 패키지 레벨의 전자파 차폐막을 형성하는 방법에는 스퍼터링, 도금, 스프레이 코팅, 테이핑 등이 있다. 평판 패널에서 방법에 따른 이론적인 차폐 성능은 전도성 코팅: 65~85dB, 무전해 도금: 85~100dB, 진공 증착: 85~100dB 이다[1]. 스퍼터링과 코팅방식은 얇은 층으로도 기존 메탈 캔 구조와 동일한 효과를 낼 수가 있다. 현재 양산에서 많이 적용하고 있는 스퍼터링 방식은 진공에서 타겟 재료를 사용하여 차폐 막을 증착하기 때문에 다른 방법에 비해 밀도, 접착저항, 박막 밀착성 등 품질 면에서 우수한 차폐막을 형성할 수 있고, 두께 조절이 용이하고 수율이 높은 장점이 있다. 또한, 부피와 무게를 줄이기 힘든 기존의 메탈 캔(Metal can) 방식 EMI 차폐와 달리, 전자파 차폐 페이스트를 이용하면 고성능 반도체 부품을 개별로 차폐하여 부품 사이의 실장 거리를 크게 줄일 수 있다. 기존 메탈 캔 차폐 방식은 인쇄회로기판(Printed Circuit Board: PCB) Board 위나, 스마트폰 외곽의 큰 단위인 모듈 부분을 EMI/RFI 차폐 처리하면서 금속 증착에 필요한 공간을 많이 차지하게 되어 제조 비용적인 측면과 함께 휴대용 전자기기를 소형 및 박형화 하는데 애로점이 발생하였다.

칩이나 패키지에 직접 박막 코팅을 올리기 위해서는 많은 어려움이 발생한다. 저해 요인으로 칩에 대한 온도, 습도, 엄격한 하드웨어 신뢰성 평가를 통과해야 제품으로서 양산이 가능하다. 개별 패키지 구조에는 LGA(Land Grid Array)와 BGA(Ball Grid Array) 방식이 있으며, 전자파 차폐를 위해서는 칩 종류에 따라 접합 방향 및 칩 구조에 따라 큰 단위 모듈 제작 시 몸체 크기를 최소화 할 수 있다. 반도체 제조업자의 요구에 따라 달라질 수 있으나 기본적으로 패키지에 차폐 처리 시 상면과 측면 박막 코팅이 중요한 이슈이다. 특히, 패키지의 측면 코팅 두께 관리와 코팅 이후 메탈 벗겨짐(Peeling) 현상 없이 제품 생산을 가능하게 하는 것이 중요한 관건이며, 이 문제를 해결하는 기술이 핵심이다. BGA 타입은 솔더 볼(Ball) 형태이므로 트레이 또는 웨이퍼에 칩을 붙이거나 놓았을 때 솔더 볼에 의한 공간 문제가 발생하여 실제 박막공정에서 볼 주위에 많은 잔여성막이 잔존하여 제품의 성능을 저해하므로 공정 시 주의가 필요하다. 차폐 금속 증착을 위해 진행하는 스퍼터링 방식은 평면형(Planar type)에 자석(Magnet)을 장착하여 상부에는 타겟 재료인 구리를 장착하고, 하부에는 스테이지를 두어 공정을 진행하나, 이 방식은 패키지의 상면 부분 증착과 측면 증착의 두께를 동일하게 구현하기가 어렵다.

#### 4. 디스플레이 수준의 EMI 차폐

잉크젯 장비 및 재료 관련 기술의 발전으로, 전자파 차폐 분야에서도 잉크젯을 이용하려는 시도 및 연구가 꾸준히 이루어지고 있다. IT 분야에서 잉크젯 기술은 스마트폰용 커버유리의 베젤 인쇄에서 터치스크린용 전극 형성에 이르기까지 여러 제품에서 적용이 검토되고 있다. 잉크젯 방식은 필요한 부위만 선택적으로 도포할 수 있어서 재료 사용 효율이 아주 높고 미세한 패턴을 효과적으로 형성할 수 있다는 장점을 살려서 기존에는 포토 공정을 적용해야 가능했던 수 마이크론 수준의 회로 형성 분야에까지 적용이 시도되고 있다. 투명 전극 분야에서는 잉크재료로 은(Ag) 나노 파티클(Particle)이 사용되며, 약 2 $\mu\text{m}$ 까지 선폴을 제어할 수 있어서 스마트폰용 유연 필름터치(Flexible touch) 센서 분야로의 적용이 검토되고 있다. 잉크젯 인쇄는 헤드와 인쇄가 될 물체 사이에 일정한 거리를 두고 인쇄를 하는 비접촉식 인쇄방식으로 향후 많은 수요가 예상되는 차량용 인포테인먼트(Infortainment)용 기기 장착이 예상되는 대시보드(Dashboard)부 굴곡진 면에 적용될 디스플레이 및 커버유리용 인쇄에 적합한 기술로 주목 받고 있다.

잉크젯 기술을 전자파 차폐 분야에 적용하기 위해서는 기술적으로 검토되어야 할 사항이 있다. 첫째로는 저렴하고 차폐 효과가 좋은 잉크의 개발이다. 은을 이용한 잉크에 대해서는 많은 제품들이 나와 있으나, 가격이 비싼 단점이 있어서 전자파 차폐용으로 구리 잉크에 대한 개발이 좀 더 필요하다. 둘째로는 장비와 잉크와의 매칭성이다. 대부분의 잉크젯용 장비는 이미 개발된 잉크젯용 헤드(Head) 제품 중 원하는 목적에 맞는 제품을 선정하여 적용하기 때문에, 헤드에 사용된 부품과 사용할 잉크가 상호간에 유해성이 없는지를 검토해야 한다. 셋째로는 반도체의 측면으로 방출되는 전자파를 차폐하기 위한 측면 도포는 소재, 장비 및 운전 소프트웨어 측면에서 해결해야 할 과제 중 하나이다. 아직까지 해외에서도 잉크젯 방식을 이용한 전자파 차폐 기술이 적용된 바는 없으며, 국내에서는 일부 업체에서 잉크젯을 이용한 투명전극 및 전자파 차폐 기술에 대한 개발을 진행하고 있다.



[그림 2] 잉크젯 방식으로 형성한 인쇄

## 5. 자동차의 EMI 차폐

최근 차량의 고객 편의성 향상을 위해서 적용한 각종 전자제어 전장품 및 다양한 첨단 편의 사양의 도입으로 인해 운전자 또는 탑승자의 편의성은 크게 향상되었으나 각종 전자기기에서 방출되는 전자파에 따른 차량 내부 전장부품의 오작동 및 성능저하, 안전사고 등에 대한 우려가 크게 증가하면서 사회문제로 대두되고 있다[11]. 이에 따라 차량 내부의 전자제어부품 및 장치로 인해 다량 발생하는 유해 전자파의 차폐 필요성이 증가되고, 전자파 간섭에 대한 국제적인 규제는 점차 강화되고 있으며 여기에 대응하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다.

자동차의 전장품은 점진적인 집적화로 인해 차량 내에서 소비되는 전력 사용량은 날로 증가하고 있으며, 이에 따라 전기시스템도 변화하고 있다. 차량의 연비개선을 위해 고출력 전장품과 운전 보조장치(Advanced Driver Assist System: ADAS) 등의 지능형 안전시스템 적용으로 기존의 12V 전기시스템이 한계에 도달하고 있으며, 48V 전기시스템에 대한 필요성도 대두되고 있다. 사용 전력이 증가됨에 따라 자동차에서의 전자파 방출량이 늘어나며, 이에 따른 유해 전자파 방출로 인한 전장품의 오동작이 발생하고, 이로 인한 급발진 등의 안전사고 발생 위험이 증대되고 있으므로 전자파 차폐에 대한 필요성도 날로 증가하고 있다. 향후 자동차 부품은 단순 기계조립 산업이 아니라 텔레비전, 컴퓨터, 스마트폰 등과 같은 전자장치에 가까운 산업과 제품으로 인식될 가능성이 높다[3]. 특히, 전기자동차는 전기전자 부품들이 원가에서 차지하는 비중이 70%에 달할 것으로 예상되고 있다. 이에 따라 전장품 시장 중 안전관련 전장품의 경우



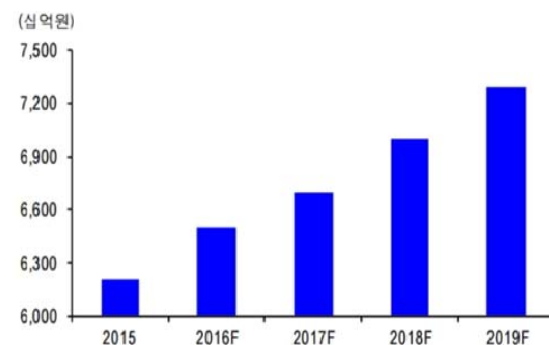
〈자료〉 조선닷컴, 2013. 12. 24.

[그림 3] 자동차 주요 전장품

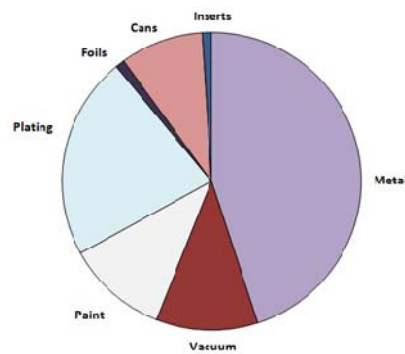
세계 각국에서 의무 장착이 법제화되고 규제가 강화되어 자동차 전자파 차폐 시장규모도 점차 커질 것으로 예상된다. 차량용 전장품은 PCB 를 포함한 전자제어장치(Electronic Control Unit: ECU)에 의해 작동된다. PCB 는 다양한 전자부품을 집약적으로 실장하고 각각의 부품들을 전기적으로 연결하는 회로를 형성시킨 기판이다. 복잡한 전자회로 PCB 에서 전자파 잡음을 완벽하게 제거한다는 것은 현실적으로 어려운 일이다. 실제로 할 수 있는 일은 발생이 예측되는 잡음을 가능한 억제하고 조절함으로써 잡음의 확산과 전달을 최소화하는 구조의 PCB 를 설계하는 일이다. 하지만 이러한 작업은 많은 시간과 고비용을 요구하므로 전자파가 외부로 방출되지 않도록 차폐하기 위해 PCB 하우징을 사용하는 시도가 증가하고 있다. ECU 부품 관련 EMI 도 소형화가 필요해서 더 이상 메탈 캔 방식의 차폐를 어렵게 만들고 있다. 이러한 유해 전자파 차폐를 위해, 차량의 경량화를 위해 사용되어 온 고분자 복합소재에 탄소, 세라믹, 금속 등의 새로운 소재를 첨가하여 고분자와의 복합화를 통해 전자파 차폐라는 새로운 기능성을 부여하는 방향으로 복합소재들이 개발되고 있다. 현재 전자파 차폐 성능 30 dB( $t=0.5\text{mm}$ )을 50-80dB 수준까지 높이기 위한 연구 개발을 진행 중이다[3].

### III . EMI 차폐 시장 동향

글로벌 정보기술 업체인 애플은 EMI 차폐에 가장 적극적인 것으로 알려져 있다. 애플은 아이폰 7 핵심칩으로 애플리케이션 프로세서(AP)와 모뎀을 포함한 메모리 칩, 무선주파수(RF), 커넥티비티(무선랜 · 블루투스), 다양한 디지털 칩 등에 EMI 차폐 기술을 적용했다. EMI 차폐 기술



<자료> 신한투자금융, 2016. 8.



<자료> Conductive EMI/RFI Shield Coating Market Information Manual, Sherwin-Williams Co. 2015. 6

[그림 4] 전자파 차폐 시장 추이 및 전망

[그림 5] 기술별 시장 점유율

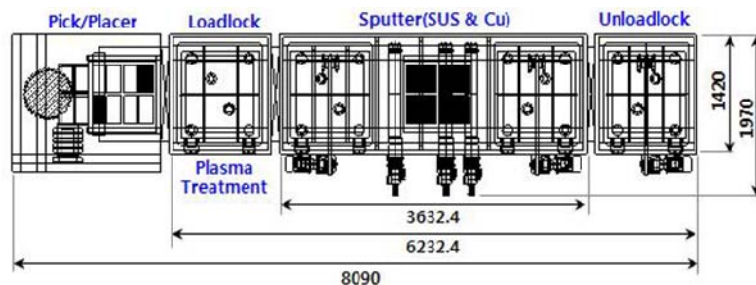


을 적용하면 전자파 간섭으로 인한 예상치 못한 이상 동작을 방지하고, 부품 사이의 실장 거리를 좁히면 여분의 면적을 배터리에 할애하여 사용시간을 더 늘리거나, 추가적인 기능을 구현하는데 활용할 수 있다. 신규 공정 추가로 핵심 부품 원가는 높아진다. 마켓앤드마켓(Marketsand Markets)은 세계 EMI 차폐 시장이 2017~2022 년 연평균성장률(CAGR) 5.68%로 성장하여 2022 년에는 73 억 8,000 만 달러에 이를 것으로 예측하였다. EMI 차폐 시장 성장을 촉진하는 주 요인은 세계적인 4G/LTE 셀룰러 인프라의 전개 가속 및 엄격한 EMI 규제에 있다[8]. 전자파 간섭 문제가 커진 것은 ① 반도체 칩의 고사양화에 따른 잡음 발생 증가, ② 모바일 기기의 경박·단소화로 인한 칩과 칩 사이의 간격 축소 등이 원인으로 꼽히고 있다. 통신, 스마트폰 및 신규 디바이스에 대한 끊임없는 시장 수요 증가, 컴퓨팅 디바이스 수요와 생산의 지속적인 증가가 EMI/RFI 차폐 기술 시장 성장에 기여할 것으로 예상된다.

## Ⅳ . EMI 차폐 신기술

### 1. 스퍼터링 방식

반도체 EMI 차폐는 칩 또는 패키지 표면에 높은 전도성의 금속박막 증착을 통해 반도체 외부로 전자파가 발산되는 것을 막아 부품 간의 전자파 간섭을 방지하는 기술이다. 현재 반도체 패키징 업체는 박막 금속 차폐재를 증착하는 스퍼터(Sputter) 장비를 도입해 공정을 수행한다. 패키징된 부품을 EMI 차폐 스퍼터에 올리고(Loader) 차폐 작업을 마친 패키지를 다시 반출하는(Unloader) 핸들러 장비도 필요하다. 스퍼터와 핸들러 장비 경쟁력은 안정성, 정밀성, 작업속도 등이다. 스퍼터는 EMI 차폐를 위한 전도성의 금속 물질을 패키지 위에 수 마이크론 단위의 얇고 균일한 두께로 형성시켜야 한다. 더불어 핸들러 장비 역시 정밀하고 빠르게 패키지를 스퍼



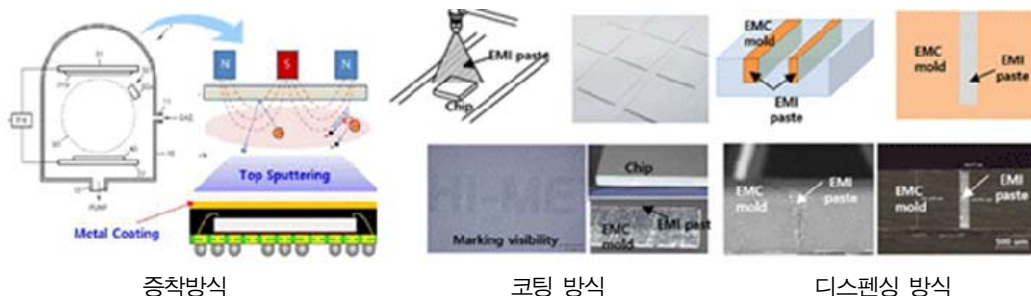
[그림 6] 스퍼터링 인라인 시스템 구성도



터에 올리거나 내릴 수 있어야 한다. 스퍼터링(Sputtering) 방식을 통해 형성되는 막이 매우 얇아 2~3 번 이상 처리해야 하기 때문에 증착 속도가 낮고 생산량에 따른 챔버 유지보수에 추가적인 비용과 시간이 소요된다. 생산성(Throughput) 측면에서는 설비 내부로 들어가는 패키지의 수량이 한정적이고, 진공상태에서 Ar 가스를 이용한 증착 및 경화 작업이 이루어지기 때문에 초기에는 작업 시간이 20~30 분 정도 소요되었다. 현재는 장비의 성능 개선으로 증착 속도 등 제반 여건이 향상되어 씨앗층(SUS)/차폐층(Cu)/보호층(SUS) 구조로 두께  $5\mu\text{m}$ (0.1:6.5-7.0/0.3) 기준 약 10 분의 시간이 소요된다. 회사와 디바이스에 따라 차폐층을 3~4  $\mu\text{m}$ 으로 두께를 차별화해서 적용하기도 한다. 또한, 단점인 측면 증착은 스텝 커버리지(Step coverage)가 좋은 공정을 적용해서 상면 두께 대비 60~70% 수준으로 형성하고 있다. 차폐 성능은 구리 박막의 두께가 핵심이며, 표면저항 또는 임피던스는 주어진 구리박막의 두께에 대해서 표면의 거칠기에 영향을 받는다. 따라서 스퍼터링 방식은 EMI 차폐가 가능한 수 마이크론 두께의 증착과 고밀도 차폐막을 형성할 수 있다는 장점이 있으나, 장비가 비싸고 공정 속도가 늦다는 단점이 있다. 다만, 현재는 스퍼터 제조 업체가 경쟁력 확보를 위해 신규 제품의 가격을 낮추는 추세로 장비 가격적인 측면에서 코팅방식 대비 열세는 많이 개선되고 있다. 마지막으로 EMI 차폐 인하우스 측면에서 스퍼터링 방식은 증착에 관한 주요 특허권을 가지고 있는 대만 ASE 에 대한 대응도 국내 글로벌 IDM 의 스퍼터링 방식의 선택을 어렵게 하는 요인이다.

## 2. 도금 방식

도금(Plating)은 금속이나 비금속의 표면에 다른 금속을 사용하여 얇은 층을 만들어주는 기술로 정의된다. 외부 전원을 사용하지 않고 화학반응을 통해 도금하는 무전해 방식을 이용하여



<자료>: <http://www.dshm.co.kr>

[그림 7] EMI 차폐 방식

반도체 부품이나 에폭시 표면에 구리와 같은 금속 차폐막을 형성하는 방식이다. 무전해 도금은 도금액에 금속이온과 환원제를 동시에 첨가하여 자발적인 환원반응에 의해서 반응이 연속해서 진행된다. 도금 방식은 패키지 표면에 먼저 순수한 구리를 코팅하고, 그 위에 구리 박막이 산화되거나 부식되는 것을 막아주는 역할을 하는 니켈-인 합금(4~10%p)으로 코팅하는 방식이 있다. 전체를 완전히 도금하는 방법과 부분적으로 특정 영역만 도금시키는 방법이 있다. 일반화된 공정을 사용하는 장점이 있으나, 환경오염과 초기 투자비용 등의 단점이 있어 전자기기 전자파 차폐에서는 사용 빈도가 적어지고 있다.

### 3. 스프레이 코팅 방식

스프레이 코팅(Spray Coating)은 필요한 정도의 전기전도도를 얻기 위해 구리, 은, 니켈 또는 그라파이트 등과 같은 전도성(Conductive) 분말이나 후레이크(Flake)를 에폭시, 아크릴, 폴리우레탄 등과 같은 수지에 섞어 만든 전도성 혼합도료를 사용하는 방법이다. 은이 함유된 잉크 형태의 차폐재를 뿌리면서 지나가기 때문에 생산성이 높고 다양한 형태의 제품에 대응할 수 있다는 장점이 있다. 은 코팅은 1GHz 이상의 고주파수 재료로 적합하고 노즐의 분사 각도를 조절하면 측면 코팅도 수월하고 장비 등 유지보수에 소요되는 비용이 적게 든다. 스퍼터링 대비 스프레이 방식의 생산 비용은 약 1/5 수준으로 보고되고 있다. 그러나 스프레이 방식은 기술 난이도가 높고, 액상의 차폐재를 사용하는 습식공정으로 기존의 건식방식보다 핸들링이 까다롭다. 이전까지 스프레이 방식의 EMI 차폐 설비가 적용되지 못한 여러 이유 중 하나는 미세한 두께 코팅에 제한이 있었기 때문이다[7]. 또한, 코팅 두께가 스퍼터링에 비해 상대적으로 두껍고 균일도가 불규칙하다는 단점이 있다. 일반적인 코팅 공정은 표면의 세척과 전도성 재료의 도포, 그리고 경화 과정으로 진행된다. 스프레이 코팅은 최근 국내 반도체 업체들이 스프레이 방식 EMI 차폐설비 상용화에 성공했지만, 저가격의 소재 개발에 다소 어려움을 겪고 있다. 마케팅 측면에서는 주요 수요처인 애플사의 경우 스프레이 방식에 대한 신뢰가 부족해서 외주 물량에 대해서 기존 스퍼터링 방식을 요구하고 있는 것도 확대 적용에 걸림돌로 작용하고 있다. 다만, 향후에 재료 개발 등 성능측면의 단점이 개선된다면 생산비용 측면에서 장점을 보유한 스프레이 차폐 방식이 주류가 될 것이란 예상이 지배적이다. 특히, 반도체가 아닌 모듈이나 기타 전장부품 등을 차폐 처리하는 데는 종전 스퍼터링 방식으로는 한계가 있다. 국내 삼성전자는 EMI 차폐 인하우스 계획은 아이폰이 아닌 자사의 스마트폰을 대상으로 우선 적용을 시도할 것으로 판단된다.

[표 1] EMI 차폐 방식의 비교

구분	플레이팅(도금)	스프레이	스퍼터링
장점	일반화된 공정	코스트 경쟁력	우수한 품질
단점	높은 초기비용	낮음 품질	사이트 차폐력 열세
코팅 두께	~30 $\mu\text{m}$	~100 $\mu\text{m}$	~10 $\mu\text{m}$
두께 균일도	불규칙	불규칙	우수
휘발성 유기화합물	VOCs Free	VOCs	VOCs Free
후면 마스크 처리	요구됨	요구됨	불필요
수명	우수	짧음	우수
수율	N/A	N/A	N/A
코팅재료	Seed layer: Cu Electrolytic Cu, Ni	Conductive: Ag, Ag/CU Base: Epocxy, Silicon, Acrylic	Conductive: Cu Passivation: SUS, Ni
공정플로우			

&lt;자료&gt; SMT PACKAGING focus, 2017. 7.

## V. 결론

지금까지 본고에서는 전자기기의 EMI 차폐 기술개발에 대해서 살펴보았다. 반도체 패키징 기술 개발은 개별 패키지 세대를 지나 칩 레벨 및 웨이퍼 레벨 그리고 시스템 레벨로 가속화되고 있다. 기존 기판 단위의 메탈 캔 방식을 패키지 단계에서 전자파 차폐를 하면 PCB의 소형화 및 박형화가 가능하고, 차폐한 개별 부품은 시스템 기판에서 배치에 필요한 자유도가 향상되어 공간 활용도를 향상시킬 수 있고, 소형 제품에 더 많은 기능을 넣을 수 있다. 스마트폰용 반도체 뿐만 아니라 EMI 차폐 기술로 자동차, 디스플레이, 정보통신, 홈 네트워크 가전 및 군사 통신용 반도체 패키징에 확대 적용이 가능하다. 또한, 스마트폰의 진화 그리고 지문인식, 3D 터치 등 다양한 디지털 기술의 도입으로 전자파간의 간섭을 줄이는 것은 업계에 있어 중요한 화두가 되었다. 향후에도 전자 디바이스 증가가 EMI/RFI 기술 시장 성장에 기여할 것이며 보다 더 많은 기능을 안정적으로 구현하는데 있어 EMI 차폐 적용과 진일보된 기술의 개발은 선택이 아닌 필수로 인식되고 있다.

## [ 참고문헌 ]

- [1] Conductive EMI/RFI Shield Coating Market Information Manual, Sherwin-Williams Co., 2015. 6.
- [2] Technology review - EMI Shielding, GRAPHENE SQUARE INC., 2016. 8.
- [3] 김기일, “자동차 전자파 차폐용 탄소 복합소재”, KISTI MIRIAN Report, 2015. 3.
- [4] 김민지, “전자파 차단”, 신한금융투자, Daily News, 2016. 8. 16.
- [5] 김장열, “NAND 용 EMI 차폐 시장 개화를 앞두고”, 골든브릿지투자증권, 2016. 10. 20.
- [6] 미래창조과학부, “전자파 인체보호 종합대책”, 2014. 8.
- [7] 박성호, “디스펜싱 시스템 동향”, SMT PACKAGING focus, 2017. 7.
- [8] 세계의 EMI 차폐 시장 예측(~2022 년), Global Information, Inc. MarketsandMarkets, 2017. 2.
- [9] 송미경, 홍승민, 박종명, “전자파 차폐용 코팅제”, 고분자과학과 기술, 제 12 권 5 호, 2001. 10.
- [10] 이광진, EMI 차폐로 더 안전하고 똑똑해지는 전자기기”, 네패스 Web Magazine, 2016. 3.
- [11] 이수민, “자동차용 전자기파 차폐/흡수 LUCON 소재”, LG POLYMER Journal, 2015.