

EMC용 반응형 인계 난연 수지 개발

안태광*, 김한병**, 유금숙**

*혜전대학 소방안전관리과

**풍림유화공업(주) 기술연구소

e-mail:ahntank@hanmail.net

Study on the Preparation of the Phosphoric Flame retardent for the EMC

Tae-Kwang Ahn*, Han-byung Kim**, Kum-sook Ryu**

*Dept of Fire Safety, Hyejeon College

**Poong-lim Oil, Research Center

요약

반도체 봉지재란 실리콘 칩, 골드와이어, 리드프레임 등의 반도체 소지를 열, 수분, 충격 으로부터 보호하기 위해 밀봉하는 재료로서 EMC(Epoxy Moding Compound)가 가장 많이 쓰인다. EMC는 기계적, 전기적 성능향상을 위한 무기재료로 실리카(Silica), 열에 의해 경화되어 3차원 경화구조를 형성하는 에폭시수지, 빠른 경화특성을 부여하기 위한 경화제로서의 페놀수지, 유기재료와 무기재료 사이의 결합력을 높이기 위해 커플링제, 카본블랙, 이형성 확보를 위한 왁스(Wax), 착색제(Colorant), 난연제(Flame Retardant)등의 첨가제로 구성되는 복합소재로써 본 연구에서는 에폭시의 유형에 따른 용융 실리카를 주충진재로 하여 각각의 봉지재의 첨가제를 기준으로 할 때 다양한 형태의 친환경 비할로겐계 반응형 난연제를 합성하는 기술을 개발하고 비 할로겐계 및 Sb 계 첨가형 난연제의 혼용 배합을 통해 친환경 EMC용 난연제의 제조기술을 개발하였다. 이들 EMC의 요구특성은 외부환경 으로부터 칩 보호, 칩을 전기적으로 절연특성 유지, 칩의 작동시 발생하는 열의 효과적인 방출 특성 유지, 실장(Board Mounting)의 간편성 특성을 확보해야 하는 특성을 지니고 있어 이들 요구특성에 적합한 특성조사가 함께 이루어졌다.

1. 서론

1.1. EMC용 난연제의 중요성

반도체 봉지재란 실리콘 칩, 골드와이어, 리드프레임 등의 반도체 소지를 열, 수분, 충격 으로부터 보호하기 위해 밀봉하는 재료로서 EMC(Epoxy Moding Compound)가 가장 많이 쓰인다. EMC는 기계적, 전기적 성능향상을 위한 무기재료로 실리카(Silica), 열에 의해 경화되어 3차원 경화구조를 형성하는 에폭시수지, 빠른 경화특성을 부여하기 위한 경화제로서의 페놀수지, 유기재료와 무기재료 사이의 결합력을 높이기 위해 커플링제, 카본블랙, 이형성 확보를 위한 왁스(Wax), 착색제(Colorant), 난연제(Flame Retardant)등의 첨가제로 구성되는 복합소재이다. 주요 용도로는 트랜지스터, 다이오드, 마이크

로프로세서, 반도체 메모리 등의 봉지재로 쓰이고 있다. EMC는 반도체 가격에 비해서는 그 비중이 작지만 반도체소재를 보호하는 구조재료이기 때문에 반도체의 기능에 매우 중요한 영향을 미친다. 특히 EMC 컴파운딩 기술은 반도체의 품질을 좌우할 정도로 핵심기술에 속한다.

EMC를 비롯한 모든 전기전자재료는 UL94-V-0 라는 국제 난연성규격을 통과해야 한다.

지금까지 양산 및 적용되어 온 EMC는 이를 만족시키기 위하여 브롬 및 안티몬계 난연제를 사용해 왔으나, 유럽과 일본을 중심으로 전기전자재료에 사용되는 환경유해물질에 대한 규정을 만들었으며, 일본의 전자업계를 중심으로 자율적인 규제를 진행 중이다. 이는 2006년 6월부터 ROHS 규제에 들어갔으며, 이들 친환경 EMC의 제조기술을 개발해야하는

당위성이 있다고 하겠다. 환경 친화 EMC기술은 크게 세 가지로 나눌 수 있다.

첫째는 기존의 Br계 및 안티몬계 Epoxy를 대체하는 환경친화성 난연제를 사용하는 기술이다. 환경친화성 난연재료는 금속수산화물, 유기 인계화합물, 실리콘계 화합물 등이 있다.

둘째는 연소성부인 유기재료의 양을 줄여 난연성을 확보하는 기술로 에폭시를 포함한 유기재료의 양을 10wt% 이내로 하고 실리카 필러의 함량이 90wt% 이상으로 할 때 문제시 되고 있는 난연제를 사용하지 않아도 난연성을 만족 할 수 있다고 본다. 그러나 필러의 함량이 증가할수록 EMC 흐름성이 급격히 낮아져 성형불량률이 높아지므로 필러 함량이 90wt% 이상의 고충진계에서 우수한 흐름성을 확보할 수 있는 기초 기술이 확보되어야만 가능한 기술이다. 고려중인 실리카는 용융 실리카이다.

셋째는 연소성분 중에서 대부분을 차지하는 에폭시와 경화제로 연소가 어렵고 연소되더라도 Char가 많이 남아 패키지 내부로의 열전도를 차폐할 수 있는 자소성수지(self extinguishing resin), 즉 Biphenyl계 및 나프탈렌계 수지를 적용하는 기술이다. 이 경우 상용화된 제품이 비교적 고가이므로 가격적인 부담이 있어 주로 고가의 패키지에 적용하고 있으나, 점차 범용제품으로 확대되는 상황이다.

1.2. EMC용 무독난연제의 중요성

반도체 메모리 분야는 우리나라가 세계적인 경쟁력을 갖고 있으며 세계시장의 30%이상의 점유율을 차지하고 있다. 따라서 시장규모를 감안해볼 때, EMC 시장은 무시할 수 없는 규모를 가진 주요시장이다. 더욱이 중국과 대만이라는 거대한 잠재시장이 인접하여 있기 때문에 이들 국가들이 기술적으로 일본수준에 접근하게 되면 앞으로 더욱 시장규모가 커질 수 있다. 그러나 현재 일본은 기술력과 생산능력 면에서 세계 EMC 시장을 지배하고 있으며 국내시장에서 조차 고부가가치 제품은 일본제품에게 잠식당해 있는 것이 현실이다.

EMC 제조기술면에서 주요 국내 업체의 겨우 초기 범용제품의 중심의 저가제품을 생산 . 공급하는 수준에 불과하였으나, 꾸준한 기술개발의 결과로 최근에는 512M DRAM용 EMC까지 양산, 공급중이다. 전술한 바와 같이 EMC는 복합소재이므로 원재료의 적절한 개발이 매우 중요하다. 현재 국내업체가 해외 선진업체에 비하여 기술적으로 열세인 부분은

환경친화형 제품 및 고가/고품질의 EMC 등으로서, 이는 향후 EMC 산업의 핵심부분이 될 전망이다.

따라서 EMC 산업의 심층정보 분석을 통해 기술. 시장 정보를 제공함으로써 중소기업의 기술개발을 유도하고, 잠재적 수요 창출을 통한 수입의존도 탈피 및 EMC 산업의 성장을 촉진할 필요가 있다. 또한, 기술적 bottle neck 및 대응방안을 탐색하고 수요측면에서의 니즈를 분석하여 시장접근의 가능성을 제고할 필요성이 있으며, 국내 업체들의 수입대체 및 경쟁력 강화를 위해서도 EMC 산업은 국가차원에서의 관심과 육성이 필요한 산업이라 할 수 있다. 반도체의 응용분야가 급속히 확대되고 요구사항이 다양해지면서 반도체 패키지의 발전도 급속히 이루어지고 있다. 이에 따라 EMC에도 고유기능인 반도체 보호기능 이외에 추가적인 특성이 요구되고 있기 때문에 반도체의 조립 생산성 향상을 위한 성형성 향상기술, 반도체의 미래품질보증을 위한 고 신뢰성기술, EMC의 난연성 확보를 위해 사용 중인 브롬(Bromide) 및 안티몬(Antimony)계 난연제를 대체하는 환경친화 EMC 제조기술, 반도체 공정중에 사용되는 납을 사용하지 않는 납을 Pb-Free용 EMC 기술 및 고집적 반도체메모리용 EMC 기술로의 친환경 EMC제조기술의 요구가 증대되고 있다.

1.3. EMC제조공정

EMC의 제조공정은 에폭시와 경화제로 구성된 유기재료와 실리카 및 다양한 첨가제를 혼합하여 분산시키는 분산공정, 펠렛(Pellet) 형태로 제조하는 타정(Pelletizing)공정으로 구성된다. EMC의 품질은 유/무기 재료의 분산된 정도에 의존하므로 분산공정이 핵심공정이다. 1차 Dry Blending과 2차 Melt Blending으로 구성된다.

1차 Dry Blending에서 Micron수준으로 분산시킨 원료를 melt Blending공정에서 분자수준으로 완전히 분산시킨다. 이때, 미량 첨가제의 분산을 위해 첨가제를 선분산 (Pre-treatment)시키기도 한다. 분산방법 및 공정기술이 핵심기술로써 간주된다. EMC는 원기둥 모양의 펠렛으로 제조, 공급되며, EMC의 생산성은 펠렛 제조공정에서 크게 좌우한다. 따라서 제조업체에서는 타공 정성의 최적화에 주력한다.

EMC는 열경화성 복합재료로 외부의 열에 의해 경화 반응이 일어나게 된다. 이를 통해 EMC의 용융점도는 급격히 상승되고 최종적으로는 3차원 경화된 제품을 얻을 수 있다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 굴곡시험 결과

Silica 30 μ m 내외의 powder를 이용하여 난연화 에폭시 수지대비 60-90wt.%로 배합하였을 때의 굴곡특성을 조사하였다. 이들 결과들을 아래의 표 2에 나타내었다. 표에서 보는 바와 같이 실리카의 배합비 증가에 따라 굴곡강도는 대체로 작아지고 굴곡탄성을 값들은 증가하고 있음을 알 수 있다. 여기서 silica의 배합비 증가에 따라 굴곡강도의 증가를 가져오지 못하는 것은 시험편이 항복점에 이르지 못하고 파괴되는 현상을 보이기 때문이다.

[표 2] Silica 배합비 변화에 따른 굴곡시험 결과

시 료 명	굴곡강도 (kgf/cm ²)	굴곡탄성을 (kgf/cm ²)
순수난연 에폭시	778.6	46,770.8
Silica 60	750.6	48,559.3
Silica 70	733.6	52,169.3
Silica 80	705.6	55,129.7
Silica 90	589.3	59,344.6

3.2. 충격시험 결과

Silica의 배합비 변화에 따른 난연에폭시 수지의 성형에 따른 Izod 충격시험을 실시하였으며, 이들 결과를 아래의 표 3에 나타내었다.

[표 3] Silica 배합비 변화에 따른 충격시험 결과

시 료 명	흡수에너지 (J)	Izod 충격강도 (kgf·cm/cm ²)
순수난연 에폭시	0.28	18.69
Silica 60	0.22	16.53
Silica 70	0.21	15.42
Silica 80	0.18	13.54
Silica 90	0.13	10.34

3.3. 난연성 시험 결과

Silica의 배합비를 일정하게 유지한 상태에서 난연에폭시 수지에 반응형 난연제의 함량변화에 따른 UL-94-V 난연성 시험결과를 아래의 표 4에 나타내었으

며, LOI 값들과 비교하였다. 당초의 목표로 한 산소지수 값 33을 보이는 난연제 배합비는 7wt.%이상에서 얻을 수 있었으며, V-0급 난연성을 보이는 난연제 배합비는 5-7wt.%사이에서 가능함을 알 수 있었다.

시 료 명	난연성 UL-94-V	산소지수(LOI)
순수 에폭시	V-2	28
난연제 3%	V-1	29
난연제 5%	V-1	30
난연제 7%	V-0	33
난연제 10%	V-0	37

4. 결 론

1. 고질소 및 고인함량의 반응형 난연제 개발을 통해 EMC용 비할로겐계 난연제 적용기술개발을 완료하여 현재 시제품형태의 제품을 제조하고 있다.
2. EMC제조과정 중에서 높은 silica 함량의 EMC sheet를 제조함으로써 소량의 난연제로도 난연특성보유 EMC를 제조하는 기술개발을 통해 요구물성들을 만족하는 기술의 완성도를 높일 수 있음을 확인할 수 있었다.
3. 약 5-7wt.%의 난연제 배합을 통해 UL-94-V-0급의 난연성과 LOI가 33이상의 난연성을 나타내는 난연제 합성에 성공할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청이 지원하는 중소기업기술혁신개발과제로 2007년도에 지원된 사업으로 진행될 수 있었던 것에 대해 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 김선대, 최신국내·세계의 난연제 시장 및 환경규제 현황보고서, 씨스켄닷컴(주), 2005.