

열전도성 산화마그네슘 기술

한국과학기술정보연구원
전문연구위원 김용환
(yhwank@reseat.re.kr)

산화마그네슘(MgO)은 대량으로 사용되는 금속산화물 중에서 가장 융점(2830)이 높아, 철강, 시멘트 등의 고온용 요로의 염기성 내화물 원료로 많이 사용되고 있다. 또한 약 알칼리로 pH 조정제, 고무첨가제, 의약품과 기타 매연탈황, 토양의 중금속불용화, 수질정화 등에 널리 사용되고 있다.

Ube Materials사는 해수 중의 염화마그네슘 성분과 생석회를 반응시켜 수산화마그네슘(Mg(OH)₂)을 얻고, 이를 소성하여 MgO를 생산하며, 연간 27.6만 톤의 생산능력을 가지고 있다. 신규 용도를 개발하고 있으며, 그중에서 주목하는 것이 열전도성 필러이다.

현재 스마트폰 등 각종 소형 정보단말기, 전기자동차나 태양전지 패널의 파워컨디셔너 등의 전력기기에는 취급하는 전력량이 증가하고 있기 때문에 회로에서 발생하는 배열 대책이 필수적이다. 이러한 기기에는 플라스틱이 주재료로 사용되고 있으나, 플라스틱의 열전도율이 낮아 내부에서 발생하는 열을 방출하는 것이 어렵다.

이에 대한 대책으로 플라스틱 중에 금속분말이나 카본블랙, SiO₂, Al₂O₃ 등의 무기물을 충전하여 열전도율 개선을 시도하고 있다. 그러나 금속분말이나 카본블랙은 절연성이 필요한 부분에는 이용할 수가 없으며, SiO₂는 열전도율이 낮고 Al₂O₃은 경도가 높은 단점이 있다.

MgO는 고절연성($1 \times 10^{17} \Omega \cdot \text{cm}$), 낮은 경도, 고열전도성(40W/m·K 이상)으로 열전도성 필러로서 적합한 특성을 가지고 있다. 그러나 MgO는 물과 반응하여 Mg(OH)₂로 되는 성질을 가지고 있어, 플라스틱 혼련물의 내습수성을 악화시키기 때문에 이용할 수 없었다. 이 회사는 부정형 내화물용으로 물에 강한(내소화성이 높은) MgO를 개발한 실적이 있다. 이 기술을 열전도성 필러에 응용하여 물에 강한 필러 개발이 성공되었다.

이 회사의 열전도성 필러(RF 시리즈)는 소성 시에 입자경을 조정하고 있으며, 파쇄, 분급 등의 공정을 조합하여 입도를 조정하고 있다. 현재 제품의 입도 구성은 각각 5, 10, 50, 70 μm 의 평균입경을 가진 제품이다.

MgO는 소성 시에 온도에서 반응성이 변하며, 1600 $^{\circ}\text{C}$ 이상의 고온에서 소성하면 물과 반응을 하지 않는다. 이 MgO는 마그네시아 클링커라 부르며, 내화물 원료로 이용한다. RF 시리즈는 이 마그네시아 클링커를 이용하며, 화학성분을 조정한 Mg(OH)₂를 1800 $^{\circ}\text{C}$ 이상으로 소성하여 제조한다. 고온소성으로 인해서 결정크기가 성장하고, 화학적 및 구조적으로 안정하며 열전도율에도 좋은 효과가 기대되고 있다.

필러는 표면처리를 하고 있으며, 비닐, 아미노, 페닐, 에폭시 등의 치환기를 가진 각종 실란 커플링(silanes coupling)제에 의한 표면처리를 용도에 따라 제안하고 있다. 이러한 표면처리는 플라스틱과 필러 간의 접착 시에 기계적인 특성을 개선하고, 필러와 수분이 직접접촉 하는 것을 방지하는 효과가 있다.

특히 통신용이나 자동차에 이용되는 경우, 고온다습한 환경 하에서 장기 신뢰성이 요구된다. 신뢰성 평가는 고온다습조건(85 $^{\circ}\text{C}$ - 85%RH - 48h)에서 필러의 중량변화를 확인한 결과 RF 제품이 0.3wt% 정도이다. 이것을 비닐 실란 커플링제로 처리하면 0.03wt% 정도로 전연 수화반응이 일어나지 않는 것을 확인하였다.

전자재료 용도에 이용되는 경우도 필러에서 용출되는 불순물 이온이 악영향을 미치는 경우가 있다. RF 시리즈는 고온에서 소성하기 때문에 염 등의 불순물을 기산시키고 있다. 필러를 순수에 분산시켜 121 $^{\circ}\text{C}$ 에서 20시간 가열한 용출액의 이온평가 결과 전자재료 용도로 충분하다는 것이 확인되었다.

방열을 촉진하는 재료를 서멀 인터페이스라 부른다. 여기에 열전도성 필러를 충전하여 열전도성을 높이면 전자부품의 수명이나 동작 안정성이 크게 개선될 수 있다. 이러한 재료에는 시공성이 중요하기 때문에 유동성이나 점착성, 경화성 등이 악화되지 않도록 하여야 한다. 유동성을 중요시 하는 경우 구상의 평균입경 30~50 μm 의 필러가 효과가 있다.

IC나 LSI 등의 회로를 보호하는 반도체 봉지제에도 열전도성 필러가 검토되고 있다. 반도체 봉지제에는 에폭시수지에 필러를 80% 이상충전 하여 열전도율을 개선하고 있다. 이 용도에는 고충전하기 위해서 각종 입도의 필러를 혼합하고 있다. 필러에는 SiO₂가 사용되며, 일부 고품위 제품에는 Al₂O₃가 이용되고 있다. 이 필러의 일부를 MgO로 대체하면 heat bath 형성이 일어나 대체율 이상의 열전도율 개선이 예상된다. 일부 대체로도 약 1.5배 정도의 열전도율 개선이 나타나고 있다.

출처 : 西田 直人, “熱傳導性酸化マグネシウムの技術”, 「JETI(日本)」, 60(12), 2012, pp.132~134



이 분석물은 **교육과학기술부 과학기술진흥기금, 복권기금**의 지원을 받아 작성하였습니다.