

## 고효율 나노절연유 제조를 위한 분말 표면개질 연구 The Surface Modification of Nanoparticles to apply Transformer Oil

최철<sup>†</sup>, 송현우, 최경식, 오제명  
한국전력 전력연구원 신기술센터  
(cchoi@kepri.re.kr<sup>†</sup>)

나노유체(Nanofluids)는 열전도도가 높은 고형의 나노입자를 물과 같은 기존의 냉각매체에 미량 분산첨가하여 유체의 열전달 특성을 획기적으로 개선하기 위한 목적의 미래형 냉각매체로, 최근 환경보호와 에너지 절감 차원에서 전세계적으로 활발히 연구되고 있다. 본 연구에서는 초고압 변압기용 절연유를 대체할 수 있는 고열효율의 나노절연유를 개발함에 있어, 절연유에 대한 장시간 분산안정성을 확보할 수 있는 나노분말 표면개질 및 분산기술을 개발하고자 하였다.

본 실험에 사용된 분말은 기상공정에 의해 합성된 상용 알루미늄 분말로써, 평균입도가 각각 30 nm (Nanostructured and Nanophase Materials 社)와 13 nm (Degussa 社)인 구형 입자를 사용하였다. 일반적으로 기상 상용분말은 입자의 합성 및 포집과정에서 수백 nm 에서 수  $\mu\text{m}$  수준에 이르는 조대 응집체로 존재하므로 표면개질 전, 적정 조건으로 불밀 분쇄처리 하였다. 소수화 표면으로의 표면개질은 분산제(Oleic Acid)와 입자 표면간의 에스테르화 반응을 이용하여 화학결합을 유도였으며, 초음파 조사 조건에서 절연유에 분산시킨 후, 불밀 및 분말 건조방법, 표면개질 조건 등에 따른 분산안정성과 정적열전도도의 차이를 비교 평가하였다.

본 실험에서 에스테르화 반응 생성물인 물( $\text{H}_2\text{O}$ )은 과잉 첨가된 OA 분산제와 역미셀을 형성함으로써 나노절연유내의 혼입이 가능하며, 또한 정반응을 강화하기 위해서는 물이 생성되는 즉시 제거 가능한 반응 시스템이 요구되었다. 특히 모든 표면개질 공정에서 분말의 건조 과정을 생략하거나 최소화하는 것이 유체속에 분산된 분말의 입도를 줄이고 분산성을 향상시키는데 결정적인 역할을 하였다. 이와 같이 제조된 알루미늄 나노절연유는 순수 절연유와 비교하여 정적 열전도도가 20% 이상 향상된 것으로 확인되었다.