

고효율 전력 변환용 분말 연자성 재료

최광보*, 유봉기, 김구현, 정인범

(주)창성 중앙연구소

최근 지구 온난화 문제의 해결을 위하여, 이산화탄소 배출 규제를 위한 저탄소 녹색 성장 산업에 대한 관심이 높아지고 있다. 태양광 발전, 풍력 발전, 연료전지 개발 등, 신재생 에너지 개발과 하이브리드 자동차(HEV)와 연료전지 자동차(FCEV) 등으로 대표되는 환경 자동차 개발이 대표적인 신성장 동력으로서 전 세계적인 관심사가 되고 있다. 모든 신재생 에너지와 환경 산업은 모두 화석 연료의 사용을 배제 또는 최소화하는 기술을 채택하고자 하며, 대체 에너지 형태는 결국 전기에너지의 형태를 가지게 된다. 연료전지, 풍력 등 신재생 에너지원은 일차적으로 직류 또는 교류 형태의 전기에너지로 얻어지며, 이 전기 에너지는 적절한 전력 변환 과정을 거쳐 교류(인버터, Inverter) 또는 직류(컨버터, Converter) 형태로, 승압 또는 강압에 의하여 적절한 전압으로 변환되어 최종 사용 용도에 맞게 조절된다. 이러한 과정을 수행하는 전력 조절 체계(Power Conditioning System, PCS)이 연료전지 산업, 태양전지 산업 등 신재생에너지 분야에서 중요한 역할을 담당하고 있다.

전력 변환 과정에서 효율을 극대화하는 것이 중요하며, 이러한 요구에 따라, 고효율 스위칭 전력반도체(IGBT, MOSFET 등)를 적용한 스위칭 전원 공급 장치(Switching Mode Power Supply, SMPS) 방식이 사용되고 있다. 이 방식은 효율이 높고, 전원 장치의 소형화가 가능한 장점이 있으나, 고주파 스위칭에 따른 고조파 노이즈의 발생에 따른 노이즈 저감 대책(EMI 대책)이 추가적으로 필요하고, 고주파 스위칭에 대응하는 고성능 인덕터, 캐패시터 등 수동소자의 개발이 필요하다.

고주파 스위칭 전원 장치에 사용되는 연자성 재료는 연자성체(Core)에 동선 등 도전체가 권선이 된 형태로서, 전자회로에서 전기에너지의 제어 또는 저장과 전달 역할을 하는 인덕터(Inductor)로 사용이 되며, 주요한 용도로는 전력 계통의 전력 품질 향상을 위한 노이즈 필터, 전류와 전압의 위상차 제어를 위한 역률 개선 회로(Power Factor Correction, PFC)용 인덕터, 그리고, 적절한 전압으로 변환을 위한 강압/승압용 인덕터(Buck/Boost Inductor)가 있다.

인덕터의 코어용 연자성 소재로 사용되는 분말 코어(powder core)는 일본에서는 압분자심(Compressed Magnetic Powder Core, 壓粉磁心)이라고도 부르며, 산화철계 분말의 고온 소결자성체인 페라이트(Ferrite), 압연 또는 급속응고 공정을 거쳐 판상(sheet or ribbon)으로 제조된 원소재를 적층(laminated or wound) 형태로 가공하여 사용하는 규소강(Silicon Steel)과 비정질(Amorphous)재료와 함께 널리 사용되는 대표적인 연자성 수동부품이다.

신재생 에너지 분야에 적용되는 전력 조절장치의 특징은 대용량, 고주파 스위칭, 효율 극대화이며, 이러한 목적을 달성하기 위해서는 대표적인 수동소자인 인덕터의 고특성화가 필요하다. 인덕터의 요구 특성으로는 높은 초기 투자율과 직류 전류 인가 시의 높은 직류 중첩 특성(상대투자율), 낮은 코어 손실, 그리고 고강도, 저소음 등 높은 신뢰성이 있다. 연자성 분말을 소재로 분말야금 공정을 채택할 경우, 고특성의 자성 코어의 제조가 가능하다. 본 연구에서는 현재 진행되고 있는 고효율 전력 변환용 분말 코어의 최근 기술 동향을 조사하고, 향후 연자성 소재의 발전 방향을 전망하고자한다.