고포화자속밀도 및 저손실 특성을 갖는 비정질 자성소재의 개발 및 응용

송용설*, 김우철, 오한호, 윤세중, 황순모
㈜아모그린텍 부설연구소 자성합금개발팀

연자성(soft magnetic) 소재는 대부분의 전기·전자 기기에서, 전력의 전달 및 공급과 관련된 회로의 부품으로 사용되고 있으며, 에너지의 전달 또는 에너지의 안정적 공급을 담당하게 된다. 지금까지 연자성 소재에 대한 전기·전자 기기의 요구는 소형 경량화가 주였으나 최근에는 에너지의 효율적 사용 및 새로운 에너지원의 개발에 필요한 요구에 대응하기 위하여 고효율화가 추가적으로 요구되고 있다. 소형 경량화를 위하여 자성소재는 더 큰 포화자속밀도 및 더 높은 고주파에서 견딜 수 있는 소재가 요구되고 있으며, 고효율화를 위하여 손실이 더욱 낮은 소재가 요구되고 있다.

일반적으로 연자성 소재를 사용하는 트랜스포머나 인덕터의 경우, 소형 경량화할 수 있는 방안으로 사용주파수를 높이거나 포화자속밀도가 큰 자성소재의 사용을 생각할 수 있다. 최근까지 사용주파수를 높임으로 소형 경량화하는 방안을 주로 사용하였으나, 주파수를 높임에 따라 급격히 자성손실이 증가함으로 이를 견딜 수 있는 자성소재의 선택이 한계에 이르고 있다. 따라서 최근에는 포화자속밀도가 높은 자성소재의 개발에 많은 관심이 모아지고 있다.

또한 고효율화를 위한 방안으로 저손실 자성소재의 개발이 이루어지고 있다. 연자성 소재에 있어서 에너지의 전달 및 공급은 연자성 소재의 자화과정(magnetization)에 의해 이루어지게 되는데, 이 자화과정에 사용되는 에너지는 시스템에서 전달되는 에너지와 관계없이 사용되는 에너지로써 손실로 나타나게 된다. 즉, 에너지의 효율적 사용을 위해서는 이 자화과정에서 발생하는 연자성 소재의 손실을 줄여야 하는데, 사용되는 연자성 소재의 박판화, 입자 미세화, 비저항의 향상 등이 그 방법이 될 수 있다. 급속응고법에 의해 제조되는 비정질 연자성 소재는 기존의 연자성 소재에 비교하여 높은 비저항 및 박판화 등에 의해 매우 낮은 손실을 나타내게 됨으로써 전기·전자 기기의 고효율화를 기대할 수 있다.

고포화자속밀도 및 저손실 특성을 갖는 비정질/나노결정립 자성소재의 개발을 위하여 자성원자인 Fe, Co, Ni, 핵형성 원자인 Cu, 핵형성 크기제어 원자인 Y, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta 및 비정질 형성 원자인 B, C, N, Si, P 의 구성 원소별 영향을 분석하여 최적화된 합금 조성을 설계하였다. 설계된 합금조성에 따라 급속응고법을 이용하여 두께 25 ㎛ 의 박판 형태로 연자성 소재를 제조하여 규격에 따라 슬리팅, 권취 및 열처리 공정을 통하여 자성코어로 제작되었다. 제작된 자성코어는 포화자속밀도 1.8 T 이상, 손실 0.28 W/kg (@ 50Hz, 1T) 이하의 자기적 특성을 나타내고 있다.

개발된 자성소재는 대출력 레이저, 고주파 전원, 고속 펄스발생기, SMPS, 고주파 필터, 저손실 고주파 트랜스포머, 고속 스위치 등의 다양한 산업분야에 응용될 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] Akiri Urato, Hiroyuki Matsumoto, Shigeyoshi Yoshida, and Akihiro Makino, “Fe-Si-B-P-Cu nanocrystalline alloy ribbons with high saturation magnetic flux density prepared using industrial materials”, IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 47, No. 10, pp. 3177-3179, 2011