



아몰퍼스 변압기의 이해

수필가 최규자

금속 등 많은 물질은 원자가 규칙적으로 배열되어 결정(結晶 : crystallization)을 만들고 있다. 결정입자의 크기는 0.1 μ m 정도의 미결정부터 수십 cm 이상의 거대한 단결정까지 여러 가지가 있지만 아몰퍼스란 그와 같은 장거리의 주기적 원자 배열이 저지된 고체상태를 말한다.

비정질(非晶質), 비결정성(非結晶性)의 아몰퍼스(amorphous)는 고온으로 녹인 금속을 급랭하면, 원자의 배열이 불규칙적으로 되어 흩어진 상태가 된다. 이러한 비결정의 상태를 말한다.

아몰퍼스변압기(amorphous transformers)는 변압기 철심재(鐵心材 iron core)로 종래부터 전력용 변압기에 사용되고 있는 규소강판(硅素鋼板 : silicon grater) 대신에 철, 붕소 및 규소의 혼합물인 Amorphous Metal을 사용하는데 용융(熔融 : solution) 후 급속한 냉각으로 불규칙한 원자배열의 구조를 가진다

이와 관련하여 amorphism은 무정형(無定形), 비결정(非結晶)의 뜻으로, 이의 형용사형이 amorphous이다.“일정한 형태가 없는, 무정형의(shapeless)”을 의미한다. 그리스어(Gk.)의 a-(without)와 morphe(form)의 합성이다.

이러한 아몰퍼스 변압기의 특징은 보자력(保磁力 : coercive force)이 작고 자기저항율(磁氣抵抗率 : reluctivity)이 매우 낮은 자기적 특성을 가지고 있다

또한 히스테리시스 손(損 hysteresis loss) 및 와전류손(渦電流損 : eddy-current core loss)의 감소로 철손(core loss)이 규소강판의 1/4수준이며 철심 소요량의 증가로 용적 및 중량이 증가된다는 단점을 가진다.

철심을 자화하는 경우에, 자계의 세기를 증가할 때의 자속 밀도의 변화를 나타내는 곡선과 자계의 세기를 감소해 갈 때의 자속 밀도의 변화를 나타내는 곡선은 일치하지 않고 다른 경로를 통하기 때문에 고리모양의 곡선이 된다

이러한 현상을 히스테리시스(hysteresis)라 하고, 이 고리모양의 곡선을 히스테리시스 루프(hysteresis loop)라 한다. 이 곡선의 모양은 자성 재료와 종류에 따라 다르다 이와 같은 경우를 포함하여 일반적으로 같은 이력을 반복하는 현상을 말한다. 유전체에서의 전계의 세기와 전속 밀도의 관계에도 같은 현상이 있다.

일반적으로 전력용 변압기의 철심(鐵心 : core)에 사용되는 자성재료(磁性材料 magnetic material)로서 요구되는 특성은, 첫째로 포화자속밀도가 높을

것. 둘째로 철손이 작을 것. 셋째가 자화(磁化 maagnetization)하기 위한 여자전류(勵磁電流 excitation current)가 작을 것 등이다. 아몰퍼스 자성재료는 현재 사용하고 있는 규소강판과 비교하면 포화 자속밀도는 작지만 철손 및 여자전류가 1/3~1/4로 작아 상당히 양호한 성질을 가지고 있다.

변압기의 철손은 철심을 자화하기 위해 소비되는 에너지로서 히스테리시스손과 와전류손으로 대별된다. 히스테리시스손은 철심내의 자속(磁束 : magnetic flux)이 방향 및 크기가 변화할 때 철심을 구성하는 자기분자가 방향 및 배열을 바꾸어 분자상호간에 마찰손(friction loss)이 발생하는데 기인하는 것으로서, 히스테리시스루프가 포위하는 면적에 비례한다.

히스테리시스손(hysteresis loss)은 철심의 히스테리시스 루프면적에 비례하는 양의 에너지를 잃게 되는데, 바로 이 손실을 말한다. 그리고 히스테리시스루프(hysteresis loop)는 자성체가 자화하는 경우의 히스테리시스를 곡선으로 도시한 것이다. 또는 유전체가 분극하는 경우의 히스테리시스를 곡선으로 도시한 것이다.

따라서 히스테리시스손은 주파수에 비례하며 자속밀도(磁束密度 : magnetic flux density)의 1.6~2승에 비례한다. 아몰퍼스 재료는 히스테리시스 루프의 면적이 현용 규소강판과 비교해서 상당히 작다.

한편, 와전류손은 자속의 변화에 의해 철심내에 기전력이 발생한다. 그래서 전류가 흐른결과 저항손실(抵抗損失 : resistance loss)을 발생시키는 것으로서 강판의 두께, 주파수 및 자속밀도의 각각2승에 비례한다.

아몰퍼스 자성재료는 고속회전하는 냉각물에 분사

되어 만들어지기 때문에 두께가 0.03mm로 현용 규소강판에 비해 약 1/10 정도 얇으며 저항률도 높기 때문에 와전류손도 낮게 억제된다.

저항률(抵抗率 : resistivity)란 길이 1m, 단면적 1㎡당의 저항값을 말하며, 재질에 따른 저항의 차이를 비교하는데 사용한다.

비결정성금속(非結晶性金屬 : amorphous metal)은 비정질 금속(非晶質金屬)이라고도 하는데, 비결정의 상태로 굳은 금속을 말한다. 결정 금속의 결점이 없어지고, 인장강도, 내타모성, 자기특성 등이 뛰어난 것이 많다. 앞으로 변압기, 테이프리코더나 VTR의 자기 헤드 등으로서 폭넓은 응용이 기대되고 있다.

비결정성 실리콘, 비정질 실리콘(amorphous silicon)은 규소의 비정질 반도체로, 구조에 관한 이론은 완성되어 있지 않고 있다. 제법의 자유도가 크므로 태양전지나 박막 트랜지스터 등 다방면의 용도로 개발되고 있다.

또한 아몰퍼스변압기는 아몰퍼스 자성재료의 포화 자속밀도가 비교적 낮기 때문에 현용의 변압기에 비해 부피가 약간 크다. 그리고 아몰퍼스 자성재료의 두께가 얇기 때문에 가공처리에 필요한 작업이 증대되고 고도화하고 철심의 점적률도 저하한다.

점적률(占積率 : space factor)은 이용할 수 있는 공간 중 실제로 쓰이고 있는 부분의 백분율이다. 변압기의 철심에 사용되고 있는 규소강판은 절연피막으로 감싸여 있으므로 이것을 겹쳐 쌓아서 철심을 만들면 자로(磁路)로서 유효한 부분은 철심의 단면적의 96% 정도가 된다. 