

알루미나 입도에 따른 압분 코어의 자기특성 변화

Magnetic properties of Alumina particle size according to compressed powder core

최재정*, 장평우

청주대학교 이공대학 물리학과, 충청북도 청주시 상당구 내덕동 36, 360-764

1. 서론

압분코어는 연자성분말 사이에 절연층이 삽입되어 있어 반자장이 분말에 작용됨으로써 우수한 직류중첩 특성을 가지므로 전기자동차의 리액터, 태양광발전용 PCS 등에서 널리 사용되고 있다. 절연층을 생성시키는 방법은 분말을 인산용액에 담귀 표면에 인산염을 생성시키는 인산염코팅법, 연자성분말표면에 고분자재료를 코팅시킨 고분자코팅법, 그리고 분말표면을 금속산화미분층을 형성시키는 방법 등이 있다. 압분코어를 만들 때 연자성분말을 고압에서 성형하는 과정에서 분말의 소성변형이 일어나 잔류응력이 크게 남게 되므로 우수한 특성을 가지는 압분코어를 제조하기 위해서는 700°C 이상의 고온에서 열처리하여 잔류응력을 제거해야 한다. 고분자절연층이나 인산염절연층은 700°C이상의 열처리온도에서 완전히 분해되므로 우수한 특성을 가진 압분코어를 기대하기 어렵고, 통상 1 μm 이하의 금속산화물 미분이 사용된다. 산화물분말이 고울수록 좋은 특성이 기대되지만 지금까지 산화물 분말입도의 영향, 특히 철손 등에 입도가 어느 정도의 영향을 미치는지에 대한 연구는 발표되지 않았다.

본 연구에서는 Fe-Si분말에 알루미나를 혼합하여 압분코어를 제조할 때 철손 등 자기특성에 미치는 절연체 입도의 영향을 정량적으로 알아보고자 하였다.

2. 실험방법

가스분무법으로 제조된 Fe-3.5wt.%Si 합금분말을 체를 이용하여 106 μm 이하의 분말로 입도선별한 후, 0.05 μm , 0.3 μm , 1.0 μm 의 크기의 알루미나 분말을 0 ~ 1.0 wt.%까지 0.2 wt.% 간격으로 각각 첨가하여 혼합하였다. 혼합한 분말을 1.2 GPa의 압력으로 성형하여 외경 12.7 mm, 내경 7.6 mm, 높이 약 4.1 mm의 토로이드형 코어를 제작하였고, 900°C 수소 분위기에서 12시간 열처리를 실시 한 후, 투자율, 코어손실 등의 자기특성을 측정하였다. 알루미나의 입도 크기, 첨가되는 함량에 따라서 절연층의 형상 등을 SEM과 광학현미경으로 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 코어손실의 그래프이고, 그림 2는 와전류 손실을 나타낸 그래프이다. 분말의 입도가 작을수록 손실이 작아지고, 함량이 증가하면서 감소하며, 큰 변화폭을 보이지 않으나, 0.8wt.%의 함량이상에서 입도에 따라 소폭, 또는 대폭으로 손실의 변화가 생긴다. 이에 따라 첨가되는 일정 함량의 알루미나가 내부에서 절연층으로 작용한다는 예상을 할 수 있었다. 그림 3은 알루미나의 입도, 함량별로 제작한 코어의 투자율 그래프이다. 입도가 작을수록, 함량이 0.2wt.% 포함되었을 때 가장 높게 측정이 되었고, 입도가 커지거나 함량이 증가할수록 투자율은 감소하는 경향을 볼 수 있다. 그림 4는 코어의 상대적인 밀도를 나타낸 그래프이다. 알루미나가 첨가 되면서 밀도가 감소하다가 0.4wt.%부근에서 증가하는 양상을 보이지만 전체적으로 봤을 때, 알루미나가 첨가되면서 밀도는 감소한다.

이상의 결과로 분말 표면에 알루미나가 절연층을 생성한다는 것을 예상할 수 있었고, 이러한 알루미나가

코어 내부에서 절연체로서 어떻게 작용하는지에 대해 조금 더 다각도에서 알아볼 필요가 있다고 생각되는바 현재 실험 중에 있다.

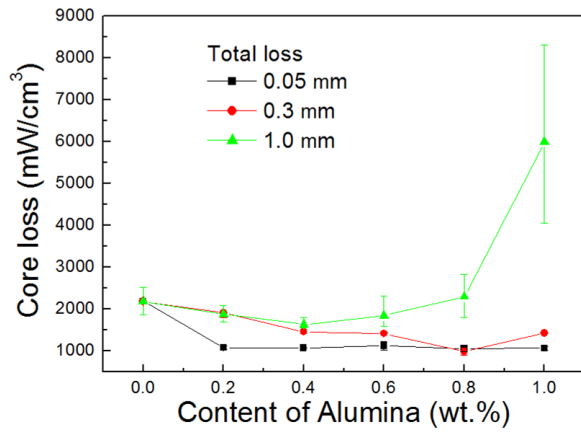


Fig. 1 Impact of Total loss of Alumina content and Alumina powder size.

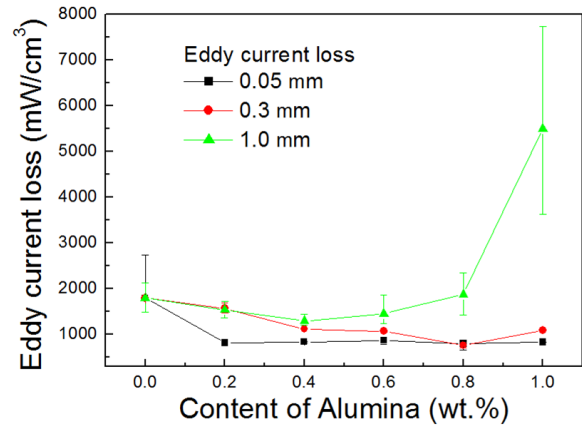


Fig. 2 Impact of the Eddy current loss of Alumina content and Alumina powder size

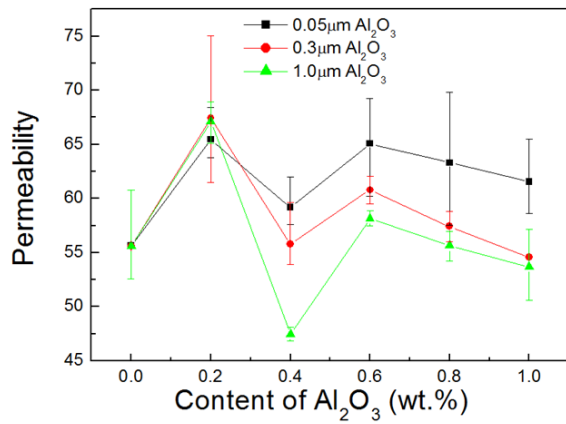


Fig. 3 Impact of Permeability of Alumina content and Alumina powder size.

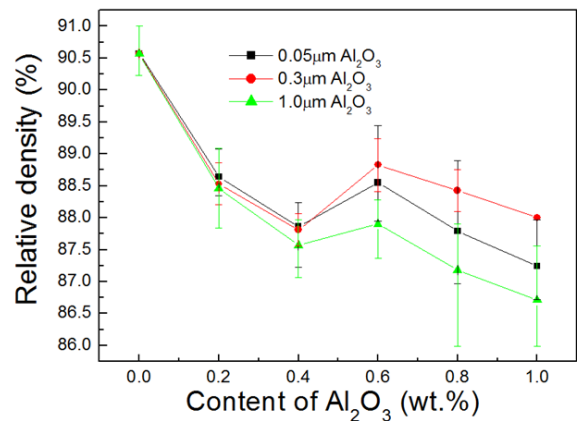


Fig. 4 Impact of Relative density of Alumina content and Alumina powder size.