

산화열처리한 Ni-Fe 자성합금분말로 제작된 코아의 자기적 특성

장평우^{1*}, 박상률¹, 김성배², 최광보²
¹청주대학교 응용과학부,
²(주)창성 중앙연구소

1. 서론

분말코아를 제작하는 공정 중 가장 중요하고 시간을 요하면서 어려운 공정이 분말표면에 절연층을 만드는 코팅공정으로 Al₂O₃, MgO 등 절연물질을 금속분말과 혼합하여 절연층을 형성하고 있다. 그러나 이 경우 절연층이 균일하게 형성되기가 어렵고 또 성형시 절연층이 파괴될 가능성이 있다. 본 연구에서는 얇으면서도 치밀한 절연층을 형성시키는 방법으로 Ni-Fe 합금 분말의 표면을 산화시켜 코아 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 실험방법

수분무한 120mesh 이하의 Ni₅₀Fe₅₀합금 분말을 880℃ N₂ gas 분위기에서 열처리한 후, 600℃에서 Dew point 80℃의 수증기로 0, 5, 10, 20, 40, 80 분간 산화 열처리하였다. 산화시킨 분말을 절연 물질과 혼합하여 1cm²당 12톤의 압력으로 가압 성형하여 내경 7.6mm, 외경 12.6mm, 높이 5mm 토로이드 코아를 만들었다. 가압성형동안 생긴 코아의 응력을 제거하기 위해 680℃, N₂ gas 분위기에서 1시간동안 열처리를 하였다. 분말의 자기특성은 진동시료형자력계(VSM)에서, 구조특성은 x-선 회절실험을 통해서 얻었다. 코아의 교류특성으로 투자율, 코아손, Q값을 100 MHz까지 측정하였으며 직류특성은 최대 300 Oe로 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig 1은 산화시간 경과에 따른 Ni-Fe 합금분말의 $\theta \sim 2\theta$ 측정결과이다. 측정결과 산화피막인 NiFe₂O₄피막이 형성됨을 볼 수 있다. 산화시간이 5분인 경우 산화시간이 짧아서 NiFe₂O₄ peak가 잘 나오지 않았다. 산화시간이 증가함에 따라 NiFe₂O₄ peak의 강도가 증가함을 볼 수 있다. 또한 산화시간이 증가함에 따라 기존의 Ni-Fe peak의 강도가 감소함을 볼 수 있는데 이는 산화시간이 증가하면서 점점 산화막이 두꺼워지는 것을 나타낸다. Fig 2는 투자율과 Q값을 측정한 결과로 산화열처리 시간이 증가함에 따라서 Q값이 증가하고 투자율은 시간이 증가함에 따라 감소하고 있음을 볼 수 있는데, 이것은 산화피막이 제대로 형성되었음을 말해준다. 또한 산화시간이 증가함에 따라 투자율이 감소하는 주파수가 증가하고 있다. Fig 3은 각 코아의 직류이력곡선을 나타내는데 산화시간이 증가함에 따라 Ms값이 감소한다. 이는 Fig 1의 $\theta \sim 2\theta$ 측정결과에서 산화시간이 증가함에 따라 NiFe₂O₄ peak의 강도가 증가하고 Ni-Fe peak의 강도가 감소하는데 NiFe₂O₄의 비저항이 Ni-Fe의 비저항보다 작기 때문이다. Fig 4는 산화시간 경과에 따른 투자율과 Core loss를 변화를 나타낸다. 산화시간이 증가함에 따라 투자율과 Core loss가 감소한다. 특히 산화시간이 10분에서 급격히 감소하는 것을 보여준다. 이는 산화막인 NiFe₂O₄피막이 치밀하게 형성되었음을 보여준다.

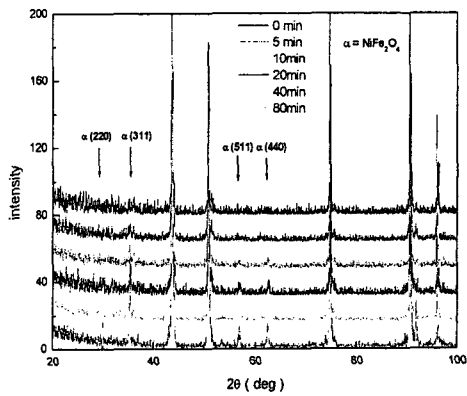


Fig. 1 x-ray diffraction patterns of oxidized Ni-Fe powder.

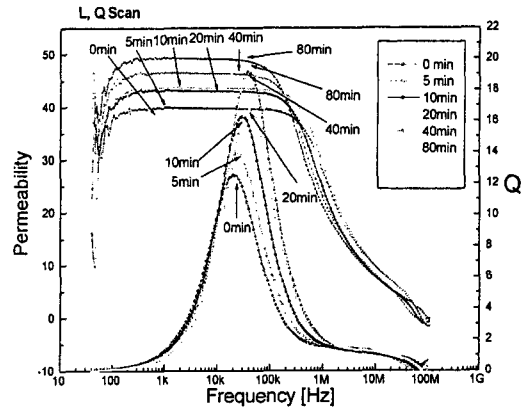


Fig. 2 AC properties of the cores made of oxidized Ni-Fe powder.

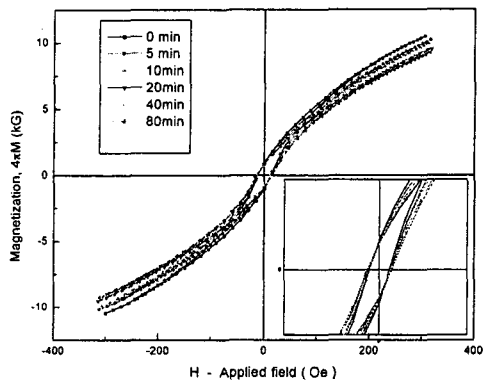


Fig. 3 DC hysteresis loops of the cores made of oxidized Ni-Fe powder.

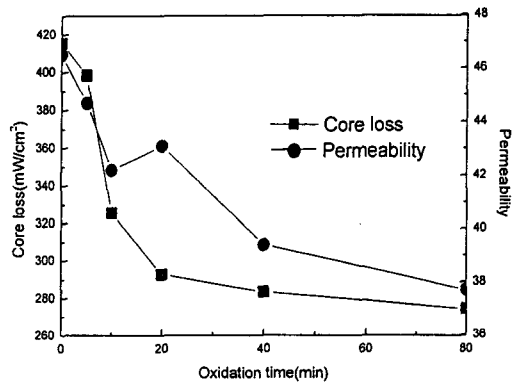


Fig. 4 Core loss and permeability of the cores made of oxidized Ni-Fe powder.

4. 결론

산화열처리 시간이 증가함에 따라 매우 뚜렷한 NiFe_2O_4 회절선이 나타나고 NiFe_2O_4 회절선의 강도가 증가하는데 이 결과로서 산화가 촉진됨을 확인할 수 있다. 또한 산화열처리 시간이 증가함에 따라 Q 값은 증가하고 투자율과 Core loss는 감소하였는데 이는 산화피막이 제대로 형성되어 있고 산화피막이 치밀하게 생성되었음을 보여준다.