

Fe-Si-Cr분말의 열처리가 미세조직 및 전자기특성에 미치는 영향

장평우^{1,*}, 김종렬², 배철준², 최광보³

¹충북 청주시 청원구 대성로 298 청주대학교

²경기도 안산시 상록구 한양대로 55 한양대학교 재료공학과

³인천시 남동구 남동공단 11B-9L (주)창성

모바일기기가 급속히 보급됨에 따라 전자부품의 크기도 소형화, 고성능화가 진행되고 있으며 이에 따라 인덕터의 작동 주파수도 10 MHz 이상으로 높아지게 되었다. 또한 고주파화와 함께 구동전압의 저전압화, 대전류화가 진행되어 모바일 기기 전원으로 DC/DC 컨버터 회로가 많이 사용되고 있고, 여기에 사용되는 인덕터는 스위칭 주파수의 고주파수에 의한 인덕터의 감소와 대전류에 대한 직류저항의 감소가 동시에 요구되고 있다. 이러한 조건을 만족시키기 위해선 잘 알려진 Fe-6.5%Si으로는 비저항이 너무 낮아 고주파에 대응할 수 없어 실리콘의 함량이 더 높은 조성이 더 적합하다. 이와 같이 실리콘 함량이 10% 근처로 높아지면 B2, DO₃의 규칙상의 생성이 촉진되고 이들의 분포 거동에 따라 자성분말의 전자기적 특성이 영향을 받는다. 본 연구에서 가스분무된 평균직경 14.4 μm 이하의 Fe-9%Si-2%Cr분말을 질소분위기에서 650°C까지 1시간 열처리하여 규칙상의 생성거동, 그리고 이들의 분포 거동에 따른 전자기적 특성의 변화를 조사하였다. x-선 회절 실험결과(Fig. 1) 분무되면서 분말이 응고되면서 비규칙 A2상과 B2상이 생성되었고 550°C 이상에서 열처리하면 DO₃상도 생성되었다. 이는 상태도상에서 고온에서 B2상이 먼저 생성되고 냉각되면서 B2와 A2상에서 DO₃상이 생성되기 때문이다. 550°C에서 열처리를 하면 DO₃상이 생성되기 시작하면서 B2상의 분율이 줄어들기 시작하지만 650°C에서 1시간 열처리한 경우 B2상이 완전히 사라지지 않았다. B2상이 존재하지 않고 DO₃상만 존재하면 $I_{(111)}/I_{(200)}$ 의 비는 2.1이나 650°C에서 열처리하면 1.5정도이다. Scherrer식으로 계산한 결과 550°C에서 열처리하면 DO₃상의 크기는 12 nm 정도이며 650°C에서는 48 nm로 성장하였다. DO₃상의 석출거동은 TEM 분석에서도 확인할 수

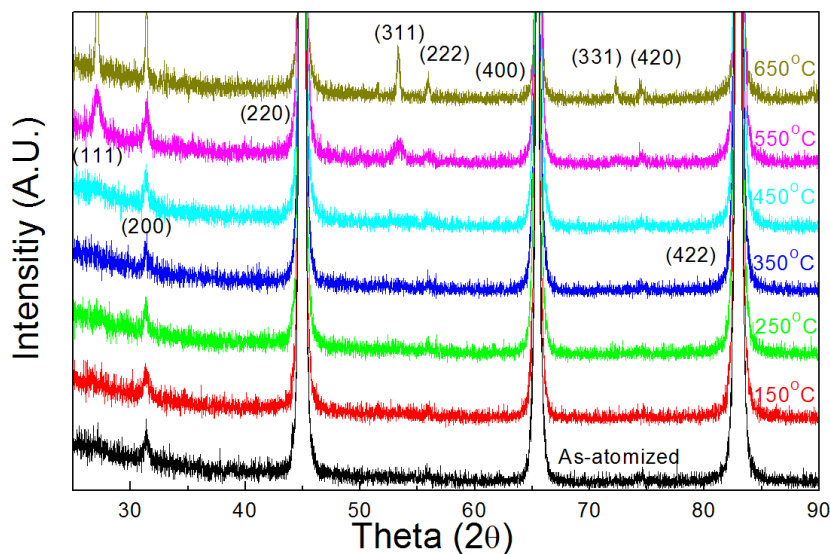


Fig 1. x-ray diffraction patterns of Fe-Si-Cr powder annealed at different temperature.

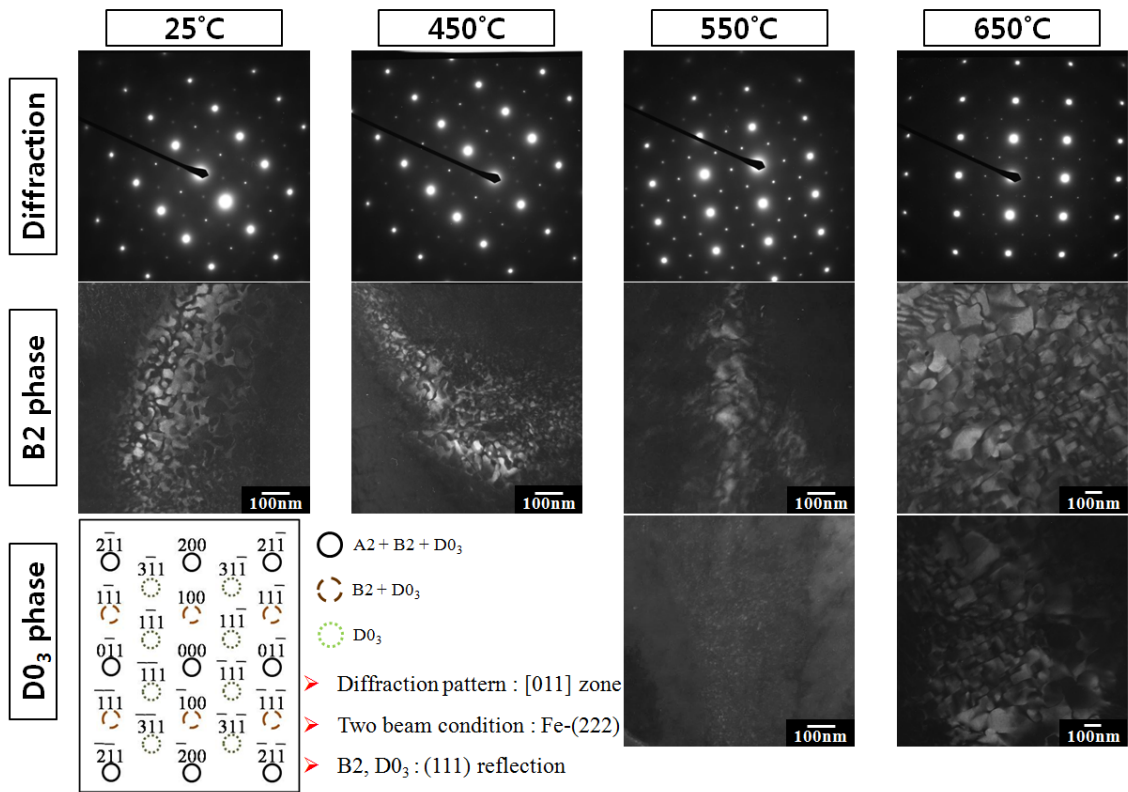


Fig 2. SAD patterns, B2 and DO₃ dark field images of Fe-Si-Cr powders annealed at 25-650°C for 1 hr.

있었다(그림 2). TEM 관찰에서 열처리 온도에 관계없이 DO₃상의 회절선이 나타났으나 450°C이하에서 열처리 한 분말에서 DO₃ 암시야상을 얻을 수 없었다. 이는 DO₃상이 수 nm이하로 너무 미세해서 암시야상을 얻을 수 없었던 것으로 판단된다. 그리고 TEM에서 측정된 DO₃상의 크기는 XRD에서 측정된 크기와 대체로 잘 일치하였다. 이와 같이 미세한 DO₃상이 분포하게 되면 계면에서 전자산란이 증가하여 전기비저항이 증가하는 것이 잘 알려져 있으며 이러한 비저항의 증가는 고주파 투자율을 현저하게 향상시킬 수 있다. VSM으로 열처리 온도에 따른 보자력을 조사한 결과 가우스미터의 분해능때문에 보자력의 변화경향을 정확히 판단할 수 없었으며 고주파 투자율의 변화와 함께 학술행사장에서 발표할 것이다.