

극박 3%규소강판에서 황의 편석이 재결정 집합조직과 자기적 특성에 미치는 영향

한국과학기술연구원	채 경 훈*, 나 중 갑
한국전력연구원	허 남 회
포항제철	우 중 수
고려대학교	이 성 래

Effects of segregated sulfur on recrystallization texture and the magnetic induction in thin-gauged 3% silicon steel

KIST	K. H. Chai*, J. G. Na
Korea Electric Power Research Institute	N. H. Heo
Pohang Iron and Steel Corp.	J. S. Woo
Korea University	S. R. Lee

I. 서 론

체심입방정 구조를 가지는 극박 3 % Si-Fe 강판은 Goss 집합조직으로 불리는 (110)<001> 집합조직에 의해 우수한 연자기적 특성을 가진다. 극박 규소강판의 Goss 집합조직은 (110)면과 다른 면과의 표면 에너지 차이를 구동력으로 하는 3차 재결정 과정에 의해 형성된다[1, 2]. 본 논문에서는 선행된 연구의 결과인 극박 규소강판에서의 황의 표면 편석이 3차 재결정의 구동력인 표면에너지 차이를 유발하는 과정[3]과 그에 따른 자기적 특성의 변화를 집합조직의 변화와 함께 분석하였다.

II. 실험방법

진공 유도 용해로를 사용하여, 30 ppm의 황을 함유한 3 % Si-Fe 잉곳을 제작하였다. 잉곳은 $3 \times 3 \times 10 \text{ cm}^3$ 크기로 절단하였다. 제작된 잉곳은 1200 °C에서 60분간 재가열한 후 열간 압연을 실시했으며 800 °C에서 4시간동안 진공 분위기에서 예비소둔을 한 후 냉간 압연을 실시했다. 냉간 압연은 3번에 나누어 100 μm 의 두께로 극박 규소강판을 제작하였다. 냉간 압연의 중간 과정으로 800 °C에서 30분간 중간 열처리를 했으며 최종 소둔은 1200 °C에서 240분까지 시간의 변화를 주며 누적 열처리를 하였다. 진공 열처리시의 진공은 10^{-6} Torr를 유지하였다. 자속 밀도값은 DC-FLUXMETER로 B_{10} 값을 측정하였고, AES로 표면 분석을 시행했다. 집합조직은 Pole figure와 etch-pit 방법으로 분석했다.

III. 실험결과 및 고찰

30 ppm의 황을 함유한 극박 3 % 규소강판을 1200 °C에서 누적 열처리하며 각각의 열처리 시간에

대해 자속밀도값의 변화와 강판의 표면에 편석된 황의 Auger peak의 크기 변화를 분석하였다 (Fig. 1). B_{10} 값은 열처리 시간이 증가함에 따라 초기 값에 비해 감소하다가 편석된 황의 Auger peak의 크기가 최대인 점을 기준으로 B_{10} 값이 향상되는 것을 확인 할 수 있으며 편석된 황의 peak의 크기 변화와 반비례하는 경향이 있음을 관찰 할 수 있다. 각각의 열처리 시간에 대한 재결정 집합조직을 분석한 결과, 편석된 황의 peak의 크기가 증가하면서 B_{10} 값이 감소하는 구간에서 $\{111\}\langle uvw \rangle$ 의 집합조직이 우세하게 나타남을 관찰 할 수 있었으며 (Fig. 2. (a)), 진공 분위기로의 증발로 인해 편석된 황의 peak의 크기가 급격히 감소하고, B_{10} 값이 증가하는 시점인 2.4 ks에서 $\{001\}\langle uvw \rangle$ 의 집합조직이 관찰되기 시작하였다 (Fig. 2 (b)). Pole-figure와 etch-pit 분석결과, 황의 peak가 사라진 후 급격한 자속밀도값을 보이는 7.2 ks에서는 $(110)[001]$ 과 $(100)[001]$ 의 집합조직이 관찰되었다.

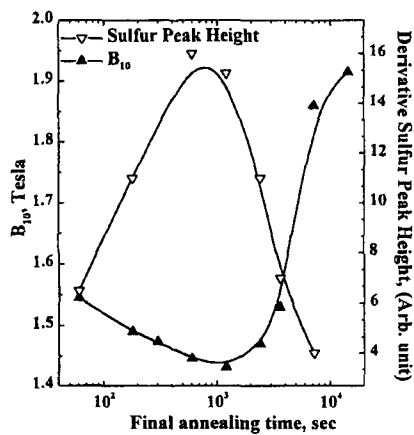


Fig. 1 Changes in magnetic induction and normalized Auger peak height of segregated sulfur with final annealing time in thin-gauged 3% Si-Fe strip containing 30 ppm bulk sulfur.

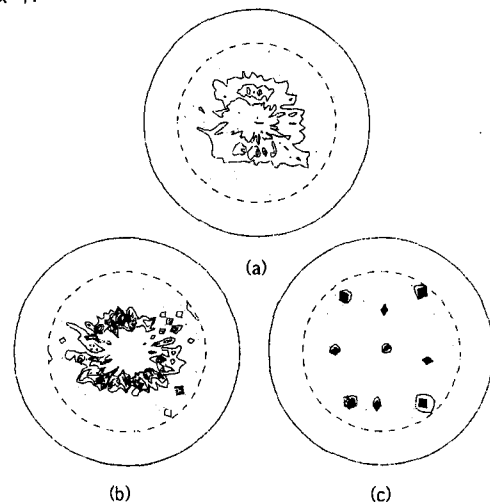


Fig. 2 Changes in (110) pole figure at the strip with final annealing time (a) 0.06, (b) 2.4 (c) 7.2ks.

IV. 결론

본 연구를 통해 30 ppm의 황을 함유한 극박 규소강판의 최종 진공 열처리 과정에서 황의 표면 편석과 증발에 따라 3차 재결정의 구동력인 표면 에너지차이가 유발되며, 그에 따라 재결정 집합조직이 변화됨을 알 수 있었다. 황이 편석된 구간에서는 낮은 B_{10} 값과 $\{111\}\langle uvw \rangle$ 집합조직이 우세했으며 황의 peak 크기가 감소하는 구간에서는 $\{001\}\langle uvw \rangle$ 이 관찰되었다. 황의 peak가 사라지는 최종 열처리 후에는 강한 $(110)[001]$ 집합조직과 1.9 Tesla 이상의 높은 자기적 특성이 관찰되었다.

V. 참고문헌

- [1] C. G. Dunn and J. L. Walter, Trans. TMS-AIME 224, 518 (1962).
- [2] D. Kohler, J. Appl. Phys., 31, 408S, (1960).
- [3] N. H. Heo, K. H. Chai, J. G. Na and J. S. Woo, J. Appl. Phys., (in press).