A3

# 로렌츠SEM을 이용한 동적자구모양의 관찰

부산수산대학교 전기공학과 김영학
日本東北大學 電氣通信硏究所 荒井賢一

# DYNAMIC DOMAIN PATTERN OBSERVATION USING LORENTZ SEM

DEPT. OF ELEC. ENG., NATL. FISHERIES UNIV. OF PUSAN
Y. H. KIM
RES. INST. OF ELEC. COMM., TOHOKU UNIV.
K. I. ARAI

## 1.서 론

일반적으로 자구관찰은 주로 강자성체의 콜로이드액을 이용한는 방법[1], 자기CARR효과를 이용하는 방법[2], 로렌츠SEM을 이용하는 방법[3] 등에 의해 수행된다. 이들 방법 중에서 로렌츠SEM에 의한 자구관찰의 특징은 강자성체의 콜로이드액을 이용한는 방법과 자기CARR효과를 이용하는 방법과는 달리 자성재료의 표면을 경면으로 연마하지 않아도 된다는 것이다.

본 연구에서는 로렌츠SEM을 이용하여 kHz 영역에서 동적자구모양의 관찰 방법에 대해서 검토하였다. 이 검토에서는 SEM의 주사주파수의 정수배와 여자주파수와의 사이에 극히 적은 차를 가지게 하여 관찰된 동적자구모양과 시뮬레이션에 의한 모양을 비교 검토하였다.

## 2.. 자구관찰 및 시뮬레이션 방법

입방정의 자기이방성을 가지는 재료의 자구관찰을 로렌츠SEM(일본전자 시판품:JSM-840A, SM-MDI40 TYPE II)으로 하는 경우, 반사전자를 이용하는 것이 일반적이고, 본 연구에 있어서의 관찰 방법도 이 방법으로 하였다. 그림 1은 반사전자에 의한 자구 모양의 발생 원리를 설명한 것이다. 180° 자벽을 가지는 시료의 표면을 SEM의 전자총에 대하여 45° 경사시켜 배치하면 입사전자는 반사전자의 검출기에서 자화방향에 따라 상대적인 신호량에 차가 발생되어 흑색과 백색으로 관찰된다. 그림 2는 동적 자구모양의 관찰 방법을 설명한 것이다. 그림의 좌우방향이 시료의 폭방향이며, 상하가 시료의 길이 방향이다. 그림에서는 시료의 길이 방향에 6장의 180° 자벽이 있다고 가정하고 있다. 이 자벽은 교류여자에 의해 시료의 폭 방향으로 이동을 하며 이 이동을 장소와 시간의 함수로서 나타낸 것이 그림 중의 6개의 정현파이다. 그리고 화면을 가지르는 다수의 선은 SEM의 주사선이다. 자구 모양의 흑색과 백색의 경계는 주사선과 자벽과의 교점에 생기기 때문에 실제로 관찰되어지는 모양은 두꺼운 곡선이다. 동적 자구모양의 흑백의 경계선은 자벽의 순시적인 위치와 전자총의 위치가 일치하는 점에서 생기므로 자속 정현파 조건으로 여자될 때에 자벽의 기준위치와 자속 진폭을 입력치로 하여 여자주파수에 대한 동적 자구모양은 식(1)을 계산하여 시뮬레이션 가능하다.

$$A_m COS(\omega t - \psi) + B_m = \frac{F_s}{T_s - T_r} t + [(k-1)\frac{1+T_r}{T_s - T_r}]Fs \qquad (1)$$

단, $A_m$은 자벽이동의 진폭, $B_m$은 m번째의 자벽의 기준위치, $\omega$는 t=0에 있어서의 여자주파수와 주사주파수의 위상차, $F_s$는 주사거리, $T_s$는 1개의 주사선의 주사시간, $T_r$은 주사종료로 부터 주사개시까지의 휴지시간이다. 식(1)의 좌변은 자벽의 위치를 나타내고, 우변은 k번째의 주사선의 위치를 나타낸다.

### 3.관찰결과 및 고찰

그림 3은 주파수 2kHz에서의 관찰과 시뮬레이션에 의해 얻어진 자구모양이다. 계산에 있어서 $T_s$는 실험의 설정치인 20ms로 고정하였다. 또한 시뮬레이션에서는 주사개시로 부터의 주사선 400개에 대해서 수행하여 표시하였다. 동적 자구관찰에서도 SEM의 주사선은 400개이다. 두 모양이 거의 일치하며 kHz의 영역에서 동적자구모양이 관찰됨을 알수 있다.

### 4. 결론

로렌츠 SEM을 이용하여 동적자구모양의 관찰에 대한 검토를 kHz영역에서 검토하였다. SEM의 주사주파수의 정수배와 여자주파수와의 사이에 미소한 차를 두고 관찰함에 의해 kHz영역까지 동적 자구관찰이 가능하였다.

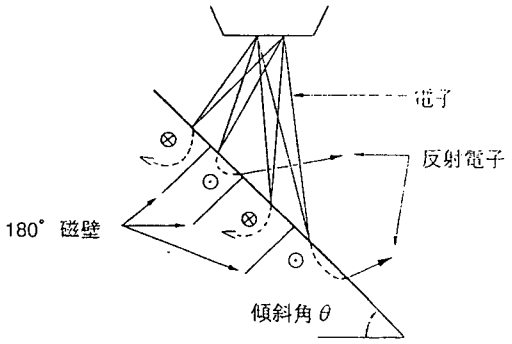


그림 1 Lorentz SEM을 이용한 자구관찰의 원리.

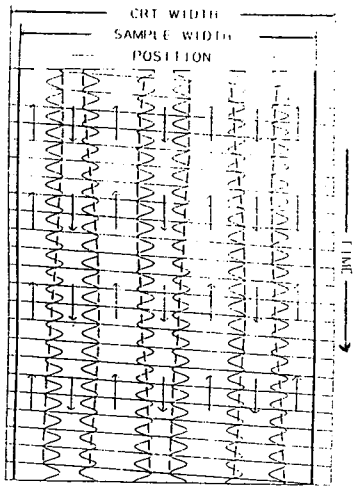


그림 2 동적자구 Pattern 관찰방법.

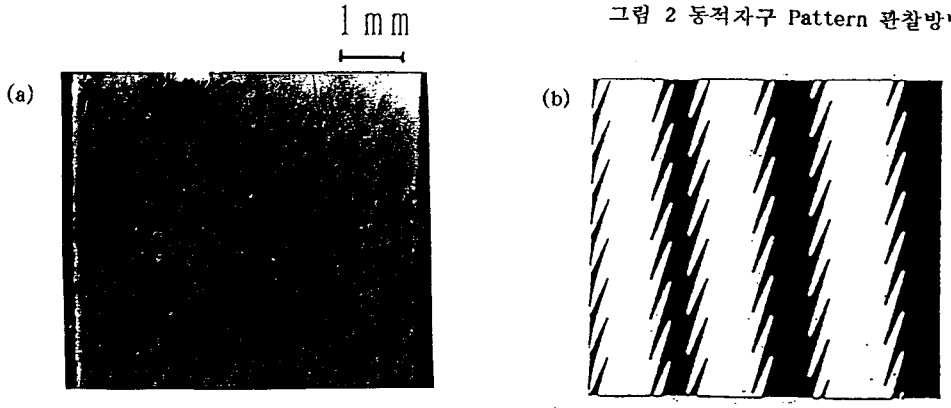


그림 3 관찰과 시뮬레이션에 의한 동적자구 Pattern.

### 참고문헌

1) F. bitter: Phys. Rev., 38, 1903(1931).

2) H. J. William, F. G. Forster and E. A. Wood: Phys. Rev., 82, 119(1951)

3) D. J. Fathers, J. P. Jakuvovics, D. C. Joy, D. E. Newbury and H. Yakowitz: Phys. Stat. Sol 20(a), 535(1973).