

그림 4 코어내 기자력과 자속밀도 변화

여기서,  $B_x$ 는  $H_{ac}$ 와  $H_{dc}$ 에 의해 합성된 자속밀도이다.

$$B_x = \frac{B_1 - B_2}{2}$$

그림 4와 같이 주어진 주파수에 2배로 변화하는 결합된 제2고조파 자속밀도  $B_x$ 의 변화율에 비례적으로 제2고조파 전류가 연속적으로 발생된다. 이 단방향성 자장은 수신자에 생기며 회전자를 발신자와 동기화시킨다.

## 나. 전자기해석

### 1) 정자기해석

표 1과 같이 결정된 조건에 대하여 Maxwell 2D를 이용하여 퍼멀로이 코어내 자속밀도분포를 계산하였다(4,5).

표 1 위치측정기 해석조건

회전수		0 ~ 90 [rpm]
권선	종류	폴리이미드 동선
	직경	φ0.5 [mm]
	권선수	840 [turn]
영구자석	점적율	0.78
	종류	Alnico 5
	극수	2 극
	$\mu_{rec}$	3
	$B_{r0}$	≈ 0.9 [Tesla]
코어	Tc	≈ 800 °C
	Tw	≈ 400 °C
	재료	Permalloy
압력용기	두께	0.5 [mm]
	높이	10 [mm]
Can	SUS316	$\mu=1.003$
	SUS316	

계산결과 그림5와 같이 코어내부에 대한 자속밀도분포의 평균값은 약 0.6(Tesla)로 퍼멀로이 포화레벨과 상관관계를 보면 그림 6과 같이 평가되었다.

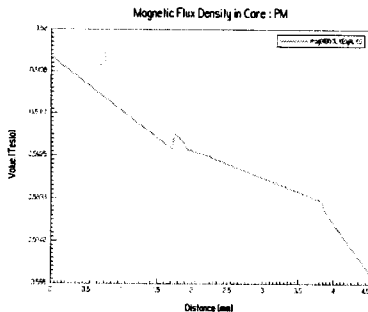


그림 5 퍼멀로이 코어내부의 자속밀도분포

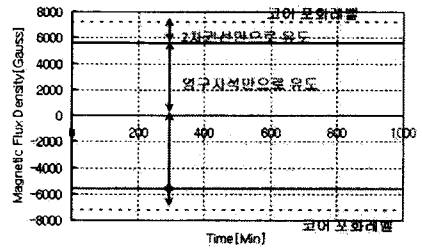


그림 6 영구자석/2차권선으로 유도되는코어 내부의 자속밀도 레벨

### 2) 과도해석

표 2와 같이 계산된 해석조건을 이용하여 전자기해석을 하였다. 해석결과 퍼멀로이 코어가 포화됨에 따라 그림 9와 같이 유기되는 2차권선의 3상전류파형이 입력주파수에 2배가 됨을 알 수 있다.

표 2 위치측정기 과도해석조건

회전수		0 ~ 90 [rpm]	
권선	1차권선	직경	φ0.5 [mm]
		권선수	840 [turn]
	2차권선	저항	12 Ω (실형값)
		인덕턴스	0.13165 [H] (실형값)
영구자석	결선방법	Y-결선	
	종류	Alnico 5	
	극수	2 극	
코어	재료	Permalloy	
	두께	0.5 [mm]	
	높이	10 [mm]	
입력전압	Input=115*sqrt(2)*cos(360*120*T)		
Stop time	1[sec]		
Time step	0.0024[sec]		
Model depth	66[mm]		
Symmetry multiplier	1		
Mesh Generation	Direct / seed 6 level		

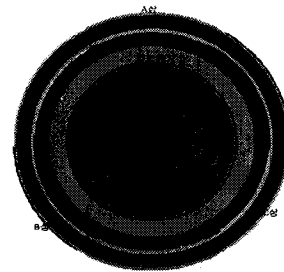


그림 7 위치측정기 2차원 과도 해석모델

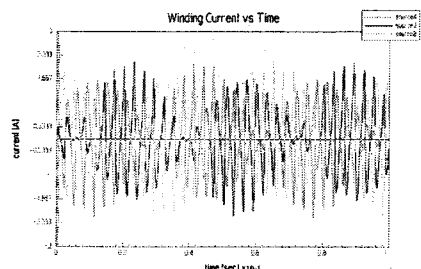


그림 8 위치측정기 3상 2차권선에 유기된 전류파형

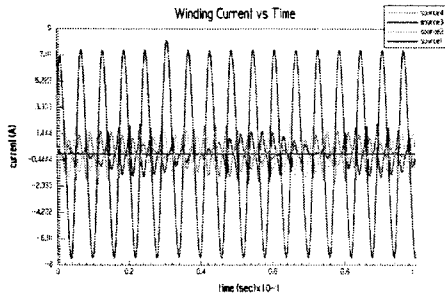


그림 9 유기된 기준주파수에 2배인 3상 전류파형

#### 4. 결 론

일체형원자로 SMART의 제어봉구동장치에 장착되는 위치측정기의 설계와 관련하여 2차원 유한요소법을 이용하여 전자기해석을 수행하였다. 정자계 해석결과를 이용한 과도해석을 수행하여 발/수신기 회전자의 동기화힘을 발생시키는 second harmonic 전류 발생조건을 입증하였다. 여기서 구한 해석결과들은 추후 위치측정기 센서의 설계최적화를 위한 입력으로 활용될 것이다.

#### 후 기

본 연구는 과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

#### 참고문헌

- [1] Philco Co., Industrial and Microwave Electrical Technology, Vol. 6
- [2] William H. Hayt, Engineering Electromagnetics, 4th edition, McGraw-hill, 1981
- [3] 임달호, 전기계의 유한요소법, 동명사, 1987
- [4] Maxwell 2D Field Simulator, A magnetic force problem, ANSOFT, 1996
- [5] 허형외, Electromagnetic analysis of RSPT for SMART CEDM, 2000 추계 한국원자력학회 학술대회