

# MR 유체를 이용한 가변 인덕터의 EMI/EMC 해석

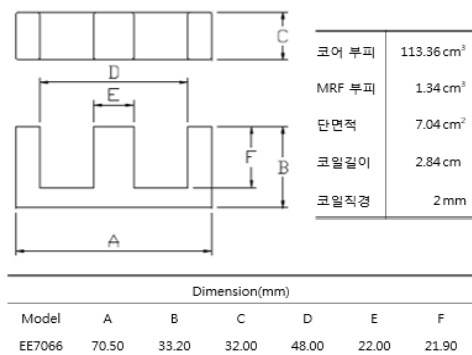
성동규\*, 변진규, 신한수, 송혜진  
 숭실대학교 전기공학과

## 1. 서론

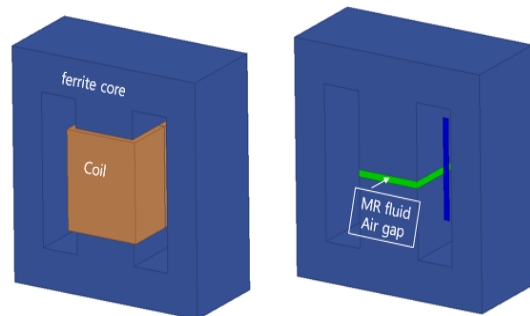
최근 전기·전자 분야에서 중요한 소자로 인식되고 있는 MRF(Magnetorheological Fluids : 자기유변 유체)의 중요한 특성은 외부 자기장의 세기에 따라 항복응력의 정도가 가변되는 성질인데, 이는 내부의 마이크로 자성 입자가 외부 자기장 세기에 따라 일정하게 배열되면서 체인형태를 이루어 고체와 같이 변하는 것을 뜻 한다. 이와 같은 MRF의 기계적인 특성은 외부 자기장에 의해서 제어가 쉬울 뿐만 아니라, 높은 항복응력강도와 속응성이 높아 다양한 응용분야에서 연구가 이루어지고 있다. 본 논문에서는 기존의 가변 인덕터 모델과 공극을 MRF로 대체한 가변 인덕터의 공기 중으로 누설되는 자속과 코일 내부의 유도전류밀도를 비교하여 MRF를 이용한 가변인덕터의 EMI/EMC 특성을 해석하고자 한다.

## 2. EMI/EMC 해석방법

본 실험은 Ansys Maxwell에서 제공하는 유한요소법을 사용하여 [그림 1], [그림 2]와 같이 모델링 된 페라이트 코어의 공극을 Air와 MRF 두 가지로 변경하며 [그림 3]의 Point1,2,3에서 자속밀도 B의 값을 비교하고, 코일 내부의 Point4는 유도전류밀도  $J(A/m^2)$ 를 비교한다.

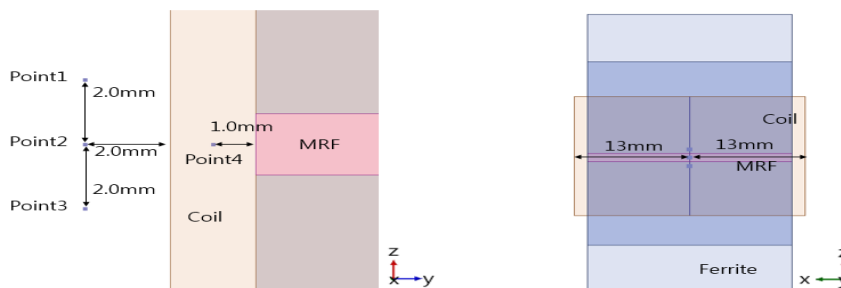


[그림 1] 코어 제원

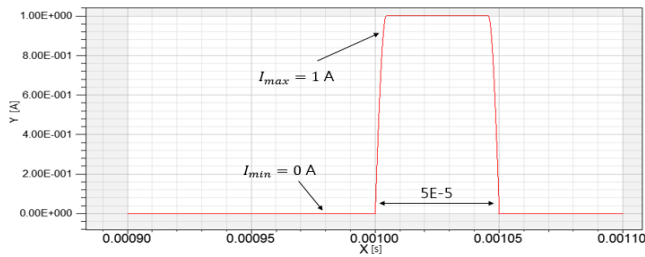


[그림 2] 가변 인덕터 3차원 모델

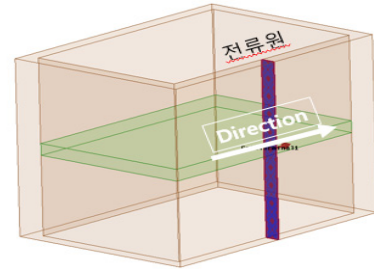
입력전류는 [그림 4]와 같이 최대값이 1A, 최소값이 0A인 구형파를 [그림 5]의 검게 칠해진 면을 입력평면으로 하여 화살표 방향으로 전류가 입사되도록 설정하였다.



[그림 3] 측정 Point 1~4의 위치

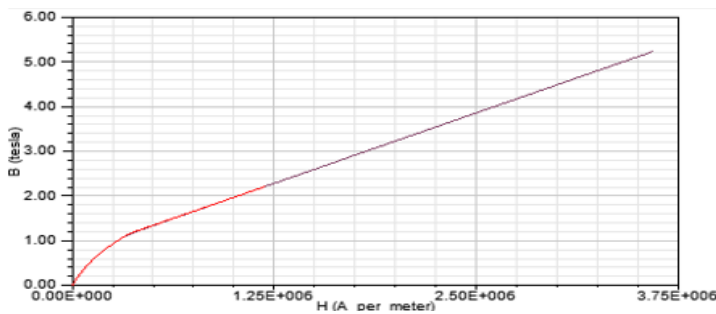


[그림 4] 입력전류 파형



[그림 5] 전류원 위치와 전류방향

MRF의 B-H곡선은 실험에 의해 주어진 데이터를 사용하였으며, 데이터는 [그림 6], [표 1]과 같다.



[그림 6] MRF의 B-H 곡선

[표 1] B, H 데이터 값

H (A/m)	B(T)
0	0
10000	0.069555
20000	0.120992
40109	0.220018
79816	0.401739
119776	0.551739
159702	0.691939
199650	0.812839
239426	0.905634
279398	1.003842
319369	1.09312
359272	1.170178
1197074	2.221884

### 3. EMI/EMC 해석결과

측정 Point 1-3에서 해석 결과 값인 자속밀도 B의 최대값은 다음 [표 2]와 같다.

[표 2] 측정 Point 1-3에서 자속밀도 B의 최대값

측정 위치	B 최대값 (단위 : $\mu$ T)	
	MRF 인덕터	공극 (Air gap) 인덕터
Point 1	6.0805	11.9439
Point 2	6.0664	12.3058
Point 3	6.7756	13.1621

이 결과를 보면 공극을 MRF로 대체 하였을 때, 누설 자속이 약 49.1%가량 감소하는 것을 확인할 수 있다. Point 4에서 측정된 유도전류의 값은 MRF 인덕터 일 때 17805.9254 A/m<sup>2</sup>로 공극 인덕터 일 때 17890.8919 A/m<sup>2</sup>보다 84.9664 A/m<sup>2</sup> 감소한 것을 확인 할 수 있다.

### 4. 결론

기존의 가변 인덕터와 인덕터와 MRF를 이용한 가변 인덕터의 공극 주변 누설 자속을 비교한 결과 MRF를 사용한 가변 인덕터의 누설자속이 대폭 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통해 EMC 기준에 적합한 상용 제품을 제작하기 용이할 것으로 예측할 수 있다. 추후에 다양한 파형과 주파수에 대하여 MRF를 사용한 가변 인덕터의 EMI/EMC 특성을 분석할 예정이다.

### 5. 참고문헌

- [1] D. -W. Kim, H. Y. Cha, S. -H. Lee and D. -H. Kim, ECCE Asia. 753-758, (2003)
- [2] D. -W. Kim, H. Y. Cha, S. -H. Lee, D. -H. Kim, Magnetics, IEEE Transactions on, 1901-1904, (2013)