

영구자석을 이용한 MPP코아의 직류중첩특성 향상의 최적화 연구 (Optimization of dc bias properties of MPP core using permanent magnet)

*장 평우, 최 광보, 김 성배

*청주대학교 이공대학 물리학과
(주) 창성 중앙연구소

1. 서론

노트북을 비롯한 대부분의 휴대용 전기기기들에서 저전압을 사용하면서 회로에 전류의 세기가 커지게 되었고, 이에 따라 전원장치에 사용되는 자성코아의 직류중첩특성이 한층 중요하게 되었다. 코아의 직류중첩특성을 향상시키는 방법으로 코아의 자기폐회로에 영구자석을 삽입시켜 코아를 한쪽 방향으로 바이아스시킨 코아(이하 바이아스 코아라고 지칭함)가 예로부터 제안되어 왔었다. 그런데 Bias 코아에서 가장 큰 문제점은 자로에 영구자석이 삽입되어 투자율과 인덕턴스가 저하된다는 것이다. 즉, 영구자석이 커질수록 코아에 걸리는 바이아스자계의 세기는 증가하나 투자율이 감소할 뿐만 아니라 코아의 체적이 감소하므로 전체 직류 쇄교플락스는 감소한다. 자석의 크기가 작을 경우에는 바이아스자계는 약하나 투자율의 감소는 크지 않고, 또 직류쇄교플락스는 증가하나 자석의 감자작용이 커져 특성의 열화가 우려된다. 자석의 크기가 아주 증가하면 투자율의 감소가 더욱 커지고 코아의 체적감소로 직류쇄교플락스가 작아져 인덕턴스가 더욱 감소하나 자석의 감자작용은 작고 또 바이아스자계는 증가한다. 따라서 최적의 설계를 하기 위해서는 이 모든 것을 감안하여야 하는데, 본 연구에서는 우선 3차원 유한요소법 사용프로그램을 이용하여 자석의 종류, 공극, 자석의 크기 등이 바이아스자계 등에 미치는 영향을 우선 조사하였다.

2. 실험방법

해석에 사용한 프로그램은 상용 Vector Field (Opera) 3차원 유한요소법으로 해석을 하였다. 사용한 연자성 코아는 MPP 코아이고 영구자석은 NdFeB-N42 (중국산), Alnico(태평양금속 PMC-9B), Ferrite을 사용하였으며 영구자석과 MPP 코아사이에는 0.1 mm정도의 air gap을 두어, 자석종류와 자석크기에 따른 바이아스 자기장의 크기, 인덕턴스, 바이아스 특성 등을 계산하였다. 영구자석의 모양은 팬케이크모양으로 등방성을 가정하고 자화방향을 원주방향으로 두었으며, 자석의 크기는 각도로 조절하였다.

3. 실험결과 및 고찰

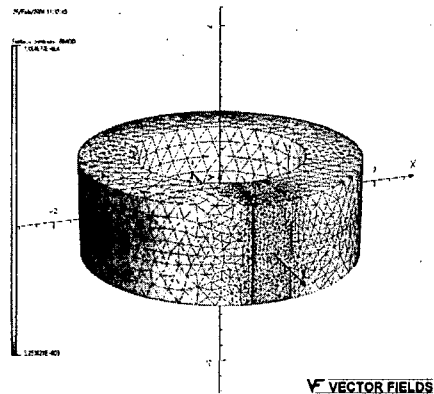


Fig. 1 Flux density contour of MPP core with 3.

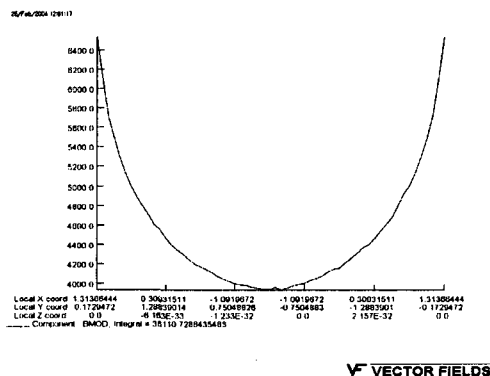


Fig. 2 Variation of flux density along circumference of MPP core from magnet and MPP interface.

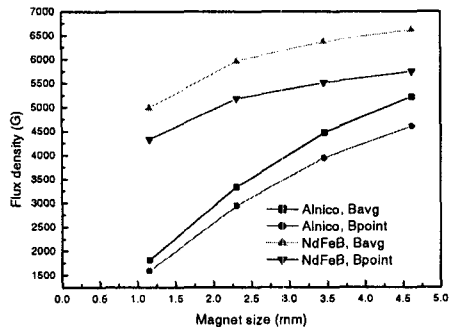


Fig. 3 variation of flux density of MPP core biased by NdFeB-N42 and Alnico-9B permanent magnet.

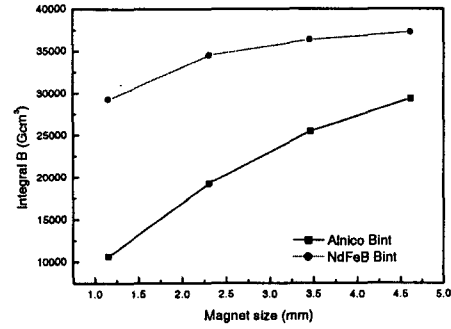


Fig. 4 Variation of flux density integral of biased MPP cores.

그림 1은 크기가 15°(두께 3.5 mm) NdFeB-N42자석을 사용한 경우 해석을 한 예를 나타내었다. 그림 2는 영구자석과 MPP코어의 계면으로부터 코어의 원주방향을 따라 다시 반대편 계면으로 왔을 때 경로에 따른 자속밀도의 변화를 나타낸 것이다. 자석과 코어의 계면근처에서는 6500 G의 자속밀도를 나타내나 반대편에서는 4000 G정도로 자속밀도가 크게 줄어든다. 그림 3은 영구자석의 크기에 따라 자석반대편에서의 자속밀도와 MPP 코어의 평균자속밀도의 변화를 나타낸 것으로, MPP 코어의 직류이력곡선의 자속밀도와 인가자장과와의 관계와 비교해 보면 NdFeB자석의 경우 자석의 두께가 1.2 mm에서 4.6 mm로 증가함에 따라 약 45 - 60 Oe의 바이아스 자장이 인가되는 효과가 있는 것을 알 수 있다. 알니코자석의 경우는 13 Oe - 45 Oe의 바이아스자장의 효과가 있다.

그림 4는 자석의 크기에 따라 자속밀도를 적분한 $\int_{mpp} Bdv$ 를 나타낸 것으로 자석의 크

기가 증가함에 따라 그 값이 그림 22에 비해 빨리 포화되고 있음을 알 수 있을 뿐만 아니라 나중에는 그 값이 감소함을 알 수 있다. 자속밀도의 적분값은 나중엔 인덕턴스의 크기에 직접적으로 영향을 주기 때문에 중요한 값인데 자석이 커지면 자속밀도의 평균치는 증가하지만, 코어의 체적 감소로 적분값이 감소하여 인덕턴스의 감소를 가져온다. 따라서 그림 4에서 적정한 자석의 두께를 결정할 수 있음을 알 수 있고, 권선이 된 상태에서의 투자율, 인덕턴스에 대한 해석을 진행 중에 있다.