

Nd-Fe-B 이방성 본드자석의 이방화율 향상과 영구자석 DC모터에의 응용

김효준^{1*}, 김상면¹, 고창섭²

¹자화전자, ²충북대학교 전자정보대학 전기공학과

1. 서론

본 논문에서는 신 자성재료인 NdFeB 이방성 본드자석의 자기적 특성에 영향을 미치는 자성분말의 자기이방화 과정과 자화거동에 대한 실험적 연구결과를 도출하고 극이방 4극 NdFeB 본드자석을 최적화 설계하였다. 모터 응용단계에서는 영구자석의 이방화의 방향에 대해서 조사하였으며 모터 아마추어의 치폭과 슬롯의 간격을 최적화 하였다. 기존의 페라이트 모터와 동 특성을 갖는 Nd-Fe-B 이방성 본드자석 모터를 경량화 최적설계 제작하고 유한요소법(Finite Element Method)을 통한 해석적 비교와 실제 제작된 모터를 함께 비교하였다.

2. 실험방법

이방성 본드자석 제조에 사용한 자분은 일본 Aichi Steel사에서 d-HDDR 법에 의하여 양산하고있는 이방성 자성분말 MF14C를 이용하고 Fig. 1과 같이 이방화 특성을 조사하였다. 모터용의 영구자석은 자기특성이 Fig. 2과 같이 금형을 설계하여 $Br=1.0(T)$, $iHc=1.12(MA/m)$, $(BH)_{max}=169(kJ/m^3)$ 인 영구자석을 얻었다. 경량화를 대상으로한 4극 10 슬롯의 페라이트모터 제원은 표1에 나타났다. 이방성 본드자석 모터의 설계시 요소변수로는 Fig. 3에 나타난 치폭과 슬롯의 치수를 최적화 하였다.

Table1. Specification ferrite and proposed DC brush motor.

Section	Item	Ferrite motor	Unit
PM	Br(T)	0.44	T
	Outer diameter	38	mm
	Inner diameter	31	mm
	Axial length	36	mm
Armature	Outer diameter	30	mm
	Number of slots	10	mm
	Axial length	32	mm
	Number of winding	27	turn
Return yoke	Thickness	2	mm

3. 실험결과

Fig. 4는 제안하는 최적화된 모터로부터 발생되는 자속밀도분포를 나타낸 FEM 결과이다. 치폭과 슬롯의 최적화는 FEM을 통하여 최적화 되었으며 치폭이 2.3에서 2.8mm로 증가함에 따라 토크상수도 증가하였고 슬롯 폭은 1.3mm에서 최대토크상수를 나타내었다(Fig. 5). Fig. 6에 현재 사용하고 있는 페라이트 전동기와 본 연구에서 경량화한 전동기를 입력전압 13 V에서 측정한 T-N-I 특성곡선이다.

4. 결론

Nd-Fe-B 이방성분말은 열간 성형과정에서 외부자계의 세기에 비례하여 이방화율이 향상되었으며 외부자장 2 MA/m 조건에서 $Br = 1 \text{ T}$, $iHc = 1.12 \text{ MA/m}$, $(BH)_{max} = 169 \text{ kJ/m}^3$ 의 자기적 특성을 나타내었다. FEM 해석을 통하여 금형 내부의 분말의 이방화 방향을 예측할 수 있는 방법을 제안하였으며 분말의 이방화 방향을 고려하여 금형의 자기회로를 최적화하는 방법을 제안하였다. 전동기의 경량화 설계 단계에서 기존 페라이트 전동기와의 비교를 통한 문제점을 확인하였으며 이방성분드자석을 사용한 모터의 새로운 설계방법을 제안하였다. 제안하는 이방성 NdFeB 분드자석 모터설계를 통하여 종래의 페라이트 DC 모터는 약 30 % 경량화가 가능하였다.

5. 참고문헌

- [1] N. Hamada, H. Mitarai and Y. Honkura, *IEEE Trans. Magnetics*, vol. 39, no. 5, 2953 Sep. 2003.
- [2] J. D. Livingston, *Proc. 8th International Workshop on REPM*, OH, pp. 725, 1985.

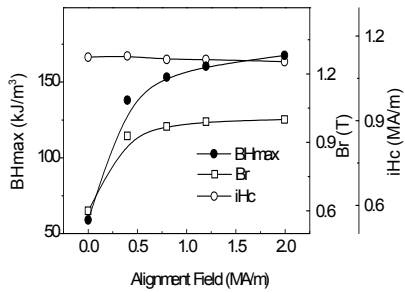


Fig. 1. Changes in magnetic properties

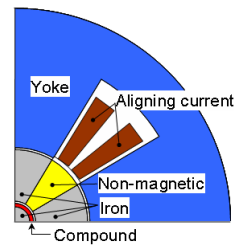


Fig. 2 Design of a powder compacting tool mold

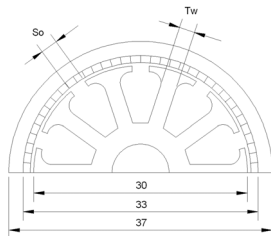


Fig. 3 Design of proposed motor

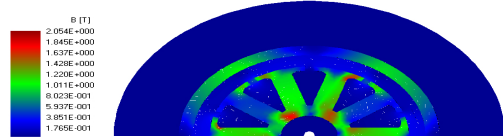


Fig. 4 FEM result of flux distribution

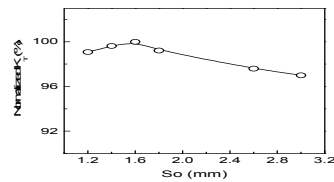
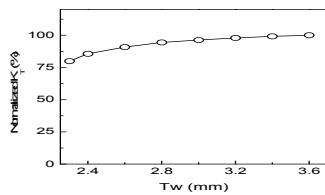


Fig. 5 Torque constants

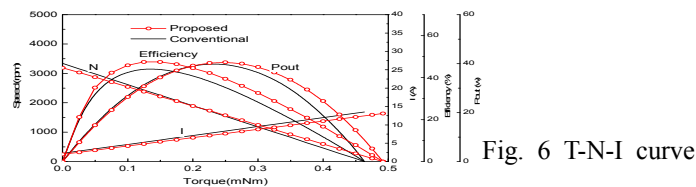


Fig. 6 T-N-I curve

* 본 연구는 지식경제부 부품소재기술개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.