

BLDC 모터의 최적 설계와 유한요소해석을 통한 성능개선 검증

육영진^{1,3*}, 정은선², 이영진¹, 임종인¹

¹요업(세라믹)기술원 전자부품팀

²(주)쌍용머티리얼 포항공장

³한양대학교 신소재공학과

1. 서론

최근 다양한 자성체 응용부품들이 개발되면서 부품의 성능을 향상시키기 위하여 자성체의 재질 특성 뿐 아니라 부품의 구조설계와 부품의 내부에 들어가는 자성체 형상설계에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만, 자성체를 응용한 주요 부품들의 경우 재료 분야를 제외한 전자, 기계 분야만을 고려하여 설계함에 따라 예기치 못한 부품의 불량 발생하고, 그 원인에 대한 이해도 부족한 현실이다. 따라서 본 연구에서는 기존의 산업체에서 설계한 BLDC 모터에서 사용 도중 발생한 성능 저하의 원인을 재료특성 관점에서 고찰하였다. 또한 불량의 원인을 해결하기 위하여 자성체의 형상을 재설계 하였으며, 전자장 해석에 관한 상용 프로그램을 사용하여 개선 전,후의 성능을 예측하였다.

2. 실험방법

BLDC 모터의 성능저하 원인을 확인하기 위하여 회전자계 분석기를 이용하여 모터의 자계를 측정하였고, 모터 내부 자석의 배향특성을 확인하기 위하여 자계 분포 분석지를 이용하여 그 특성을 확인하였다. 이상의 측정으로부터 모터의 성능저하 원인을 예측할 수 있었으며, 그러한 원인을 해소하기 위하여 기존의 BLDC 모터 구조와 자석의 형상을 부분적으로 변경하였다. 또한 전자기장 유한요소해석 상용 프로그램을 사용하여 변경 전,후의 모터 구조에 대한 자기장 특성을 해석하였다.

3. 실험결과

불량이 발생된 BLDC 모터의 회전자계 분석 결과 자석의 중앙 부위의 자계는 일정하게 출력되고 있지만, 자석의 모서리 부분에서는 불규칙적으로 찌그러진 파형이 검출되었다. 이런 특성은 자석의 모서리 부분에서 불규칙적인 자계가 형성됨에 따라 모터의 회전 속도 저하 및 출력 저하의 원인으로 작용할 수 있다. 이러한 원인을 확인하기 위하여 필름형태의 자계분포 분석지를 통해 불량 모터의 측면에서 자석특성을 확인한 결과 해당 면에서 불규칙적인 N-S 극성을 띄고 있었다. 따라서 BLDC 모터 성능개선을 위해 모터구조 중에서 자석을 고정시키는 지그의 길이를 기존의 4.43mm에서 1.73mm로 줄이고, 기존 자석의 형태에서 모서리 부분의 두께 4.24mm에서 4.74mm로 키운 새로운 설계를 제안하였다. 또한 전자기장 유한요소해석 상용프로그램을 사용하여 제안 전,후의 결과를 비교 분석하였다.

4. 고찰

BLDC 모터의 사용 도중 성능저하의 원인은 모터를 사용함에 따라 비교적 얇은 형상의 자석 모서리 부분에서 강한 자기장이 유기되고 이로 인해 그 부분의 자석특성이 상실되는 감자현상으로 예상된다. 또한 모터 내부의 자석을 고정키는 지그도 자석에 유기되는 자기장을 외부로 Path 하는 역할을 하게 되면서 해당 부분의 자기장의 세기가 커지는 것도 원인이라고 생각된다. 이런 특성은 자석의 모

서리 부분에서 감자현상이 발생되고 이후 기준 이하의 자기장이 형성됨에 따라 모터의 회전 속도의 저하 및 출력 저하를 야기한다. 따라서 BLDC 모터의 성능 저하의 원인을 해결하기 위하여 기존의 자석 두께를 키우고 자석을 고정시키는 지그의 길이를 줄임으로 강한 자기장에도 감자되지 않는 자석을 제공하고 자석의 모서리에 응집되는 자기장의 세기를 줄이고자 하였다. 이를 위해 시뮬레이션 기법의 활용으로 변경 전,후의 BLDC 모터의 자장 분포를 계산한 결과 자석의 중앙 부분에서의 자기장의 세기는 동일하지만, 자석의 모서리 부분에서는 자기장의 세기가 감소되는 결과를 확인할 수 있었다.

5. 결론

기존의 산업체에서 개발한 BLDC 모터의 불량 해소에 관한 연구로서 불량 원인으로 자석 모서리 부분의 감자현상이었으며, 해결 방안으로 모터 구조 중 자석을 고정시키는 지그의 길이를 줄여 인근 부분의 자기장 세기를 줄이고, 자성체의 모서리 부분의 두께를 약간 증가시켜 강한 자기장에도 감자되지 않는 자석 형상을 제안하였다. 이러한 제안 전,후를 해석한 결과 제안 후 모델의 경우 자석의 중앙 부위에는 비슷한 자장이 유지되지만, 모서리 부분에서는 기존 설계 모터보다 자장의 세기가 줄어드는 경향을 확인하였다. 이는 기존 BLDC 모터의 자석 모서리 부분에서 발생하는 감자현상을 상당히 줄일 수 있고 또한 모터의 회전속도 및 출력이 상당히 좋아질 것으로 예상된다. 향후 이 결과를 통해 제안된 설계를 관련 산업체의 BLDC 모터 설계에 도입할 예정이다.