

자계 해석에 의한 마그네트 롤러 배향 설계

(A Magnetization Design of the Magnetic Roller using Magnetic Field Analysis)

김창업*

(Chang-Eob Kim)

요 약

본드자석을 사용한 마그네트 롤러의 배향은 사출시 금형내의 자화분포에 의해 결정된다. 본 연구는 본드자석을 사용한 레이저 프린터용 마그네트 롤러의 배향을 자계 해석을 이용하여 설계하고 이를 이용하여 마그네트 롤러를 제작, 측정한 결과이다. 제작한 비대칭 4극 마그네트 롤러에 대해 측정한 결과 제품의 주요 특성인 자극의 자속밀도 및 극간 각도가 설계치와 사양의 오차범위 내에서 만족함을 확인하였다.

Abstract

The magnetization direction of bond magnet is decided by the flux distribution of injection mold during the manufacturing process. The injection mold for the magnetic roller of the laser printer is designed and analysed to fit the design specification. The experiment showed that the flux distribution of a magnet roller agreed with the analysis and the given specifications.

1. 서 론

본드 자석은 영구자석 분말을 나일론과 같은 결합제와 혼합한 파렛트를 고온으로 용융하여 자장중에서 사출 성형하여 만들어진다[1]. 이때 자석의 자화용이 방향은 자기장의 방향에 의해서 결정되는데 이것을 배향이라고 한다. 배향의 방향은 사출 성형 금형내의 자기장의 상태에 따라 정해지며 금형내의 자기장의 방향으로 조절할 수가 있다.

본드 자석은 가공에 있어서 압출, 사출, 캔터링 등과 같은 플라스틱 가공 방법을 적용할 수 있다는 점에서 경량, 박형이 가능하고, 다극, 이방성 자석이 가능하여 기계적 기능과 전기적인 기능의 복합적인

기능을 갖는 메카트로닉스 부품으로서의 용도가 개발되면서 복사기, 팩시밀리, CD, DVD, 전동기 등 그 응용 범위가 날로 확대되고 있다[1-3]. 또한 소결 자석에서는 환형(Ring Type) 자석을 반경 방향과 극이방 방향으로 배향하면 그 배향 방향에 따라서 분할되는 문제가 생기지만 본드 자석에서는 나일론과 같은 결합제가 혼합되어 있으므로 분할되기 어렵고 임의의 배향이 가능하다. 복사기에 사용되는 마그네트 롤러를 사출 성형하기 위한 사출 성형의 자기회로는 극이방 회로로 구성되는 것이 효과적이다. 이때 극이방화를 시키기 위한 방법은 사출 성형내에 영구자석으로 회로를 구성하는 방법과 전자석을 이용하는 방법이 있다.

본 논문은 레이저 프린터에 사용되는 비대칭 본드 마그네트 롤러의 배향용 금형을 설계하고 이를 실험 결과와 비교, 분석한 결과이다. 배향용 금형내의 자

* 정회원 : 호서대학교 전기공학부
전기공학전공 조교수
접수일자 : 2000년 6월 21일

자계 해석에 의한 마그네트 롤러 배향 설계

계해석은 유한요소법을 이용하였으며 설계된 금형에 의해 사출 제작된 제품의 특성 실험 결과를 해석치와 비교하였다.

2. 레이저 프린터용 마그네트 롤러

그림1은 레이저 프린터의 구조를 나타낸 것이다. 여기서 감광드럼은 Se 또는 CdS을 알루미늄 원통에 증착시킨 것으로 이곳에 정전기적 잠상이 형성된다. 이 잠상에 토너를 뿌려주는 장치가 마그네트 롤러이다. 마그네트 롤러의 구조는 내부에 있는 영구자석을 외부의 슬리브가 보호해 주는 형태로 구성된다. 이 영구자석이 회전하면서 슬리브 위에 있는 토너를 감광 드럼의 표면 위로 전달하는 역할을 한다[4]. 마그네트 롤러의 핵심적인 기술은 이 자석의 자화분포 특성에 달려 있다.

과거에는 소결 자석을 절단 가공하여 축(Shaft) 주위에 환상으로 부착하여 마그네트 롤러용 자석을 제작하였으나 소결중 균열이 자주 발생하고 이광화가 어려울 뿐만 아니라 중량이 무거워 최근에는 고무 및 플라스틱을 사용하여 일체형으로 한 본드 자석으로 제작하고 있는 추세이다. 고무나 본드 자석의 장점은 성형성 및 물리적 특성이 뛰어나고 다양한 이광화가 가능하며 가격이 저렴한데 있다. 반면에 이들 자석은 65%(부피분율) 이하의 자성 성분을 함유하고 있기 때문에 자성 특성이 소결 자석에 비해 떨어진다. 따라서 고무나 본드 자석을 마그네트 롤러에 이용하기 위해서는 자성 분말을 배향시켜주는 기술이 필수적이며, 배향은 사출 금형내의 자기회로에 의해 결정된다.

3. 마그네트 롤러 설계 기준

마그네트 롤러용 자석이 갖추어야 할 특성으로서 극수, 극간 간격, 자속 밀도의 세기 및 파형 등이다. 이 자석의 자계 패턴이 복사기에서 토너를 흡착하고 떨어뜨리는 데 핵심적인 역할을 하므로 자석 제조시 품질 평가의 기준이 된다.

본 논문에서 대상으로 한 레이저 프린터용 마그네트 롤러에 사용되는 자석에 대한 기준치는 표1 및 그림 2와 같이 주어진다.

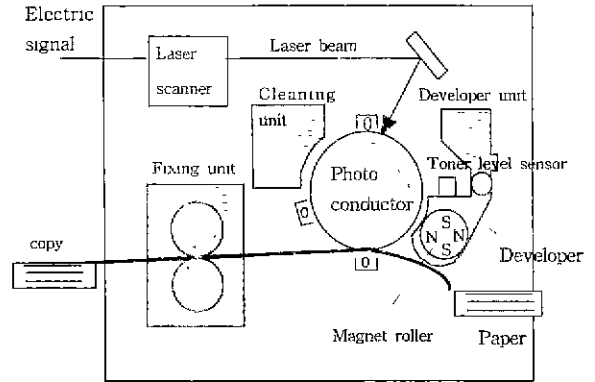


그림 1. 레이저 프린터 구조
Fig. 1. The Structure of a laser printer

표 1. 마그네트 롤러의 자계 턴 설계 기준
Table 1. Design criteria for magnetic flux pattern of magnet roller (Gauss)

S1	N1	S2	N2	S3	S2-S3사이
800	750	550	800	550	120

(허용오차 : ± 50 Gauss)

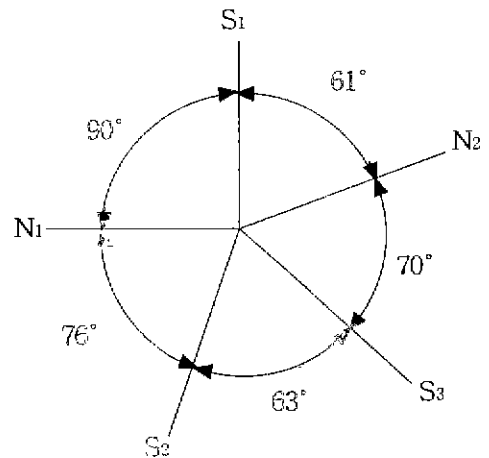
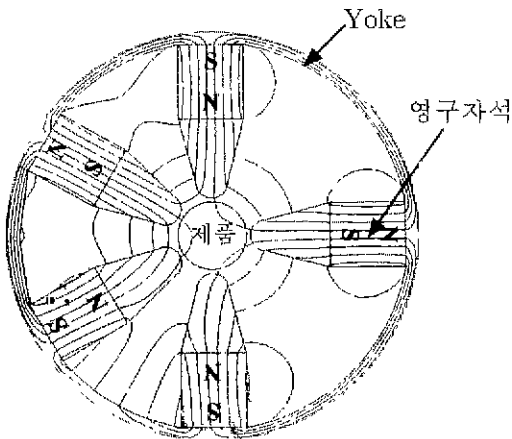


그림 2. 마그네트 롤러의 자극 위치
Fig. 2. Magnetic pole position of magnet roller

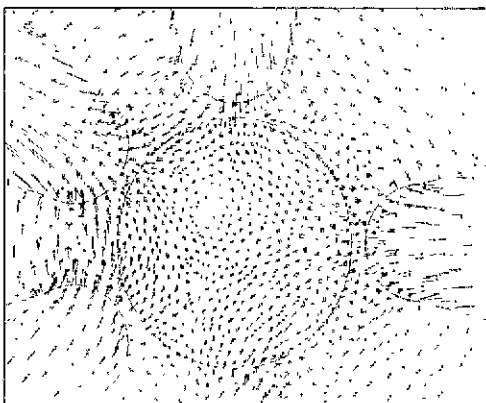
4. 자계 해석에 의한 마그네트 롤러 배향 설계

금형 내의 사출물에 대해서 배향용 자계를 인가하

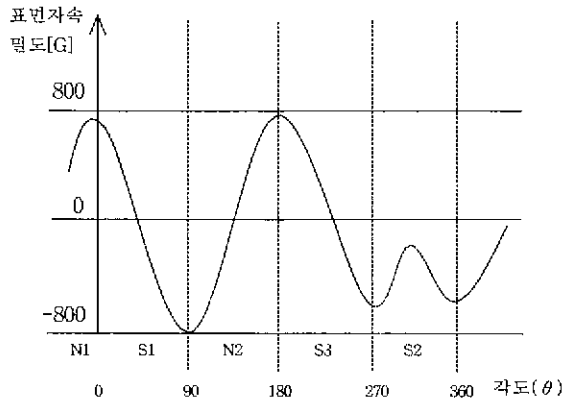
는 방법으로는 전자석을 사용하는 방법과 영구자석을 사용하는 방법이 있다[5,6]. 본 연구에서는 금형의 크기를 작게 하기 위하여 자계를 발생시키는 전원으로 영구자석을 택하였다. 그림 3은 배향용 금형을 Flux 2D를 사용하여 2차원 유한요소법에 의해 해석한 결과이다. 마그네트 롤러의 치수는 $\phi 26.65[\text{mm}]$ 이고, yoke 재질은 S41, 극 사이의 비자성 재료는 스텐레스강을 사용하였다. 또한 자계를 발생시키는 영구자석은 일본 토킨사의 희토류 자석 LM-30을 사용하였다. 본드 자석의 배향은 그림 3(a)의 자석 제품부인 공극(Cavity)를 통하여 사출 성형되면서 마그네트 롤러의 자화 용이 방향이 결정된다. 그림 3(b)는 제품부의 자계 분포를 나타낸 것으로 화살표는 자화의 방향 및 세기를 나타낸다. 그림 3(c)는 마그네트 롤러의 표면자속 분포를 나타낸 것이다.



(a) flux distribution in injection mold



(b) magnetization direction of magnet roller



(c) magnetic flux density

그림 3. 자계 해석 결과
Fig. 3. Results of magnetic field analysis

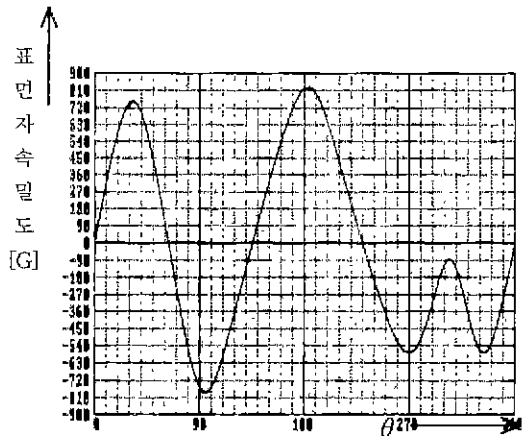


그림 4. 마그네트 롤러의 표면 자속밀도 측정 결과
Fig. 4. Measurement of surface magnetic flux density of magnetic roller

표 2. 자속밀도 측정치
Table 2. Measured magnetic flux density (Gauss)

자극	S1	N1	S2	N2	S3	S2-S3 사이
해석치	800	780	570	790	570	150
측정치	752	786	570	827	560	85
측정치 오차 (%)	48 (6)	36 (4.8)	20 (3.6)	27 (3.3)	10 (1.8)	35 (29.2)

5. 실험 결과 및 고찰

그림 4와 표 2는 자계 해석에 의해 제작된 금형에 의해 사출 성형된 마그네트 롤러의 표면 자속 밀도 분포 및 크기를 전자동 자속 밀도 측정기를 이용하여 측정한 결과이다.

전자동 자속 밀도 측정기는 홀소자, Gauss Meter, PC, Printer로 이루어졌으며 마그네트 롤러 표면에서의 자속 밀도를 홀소자를 이용하여 측정하였다. 실험 결과와 해석 결과를 비교한 결과 각 극의 최대 자속밀도에서는 최대 6% 이내로 만족하였고, S2와 S3 자극 사이에서는 약 29%의 오차가 있으나 사양에서 주어진 값과는 오차 범위내로 만족함을 알 수 있었다. 본 연구는 비대칭 마그네트 롤러 배향 설계시 모형 금형을 사용하지 않고 자계 해석에 의하여 실험치와 설계 사양에서 주어진 오차 범위로 제작 가능케 함으로써 시간적 경제적 비용을 줄일 수 있음을 보여주었다.

6. 결 론

본 논문은 유한요소법을 이용하여 레이저 프린터에 사용되는 본드 자석형 마그네트 롤러의 배향을 해석하고 이를 측정 결과와 비교한 결과이다. 마그네트 롤러의 자계 세기 및 자극 각도를 만족하기 위해 금형내 자기 분포를 해석하여 이를 기초로 배향용 금형을 설계하였으며, 제작된 제품의 측정치를 해석 결과와 비교하여 그 타당성을 확인하였다. 비교 결과 마그네트 롤러의 각 극의 최대 자속밀도에서는 최대 6% 이내로 만족하였고, S2와 S3 자극 사이에서는 약 29%의 오차가 있으나 사양에서 주어진 값과는 오차 범위내로 만족함을 알 수 있었다. 본 연구는 비대칭 마그네트 롤러 배향 설계시 모형 금형을 사용하지 않고 자계 해석에 의하여 실험치와 설계 사양에서 주어진 오차 범위로 제작 가능케 함으로써 시간적 경제적 비용을 줄일 수 있음을 보여주었다.

참 고 문 헌

- (1) 日本ボンデッドマネット工業協會,ボンデッドマネット (1990).
- (2) 日本ボンデッドマネット工業協會, 15周年記念講演會 (1996).
- (3) S.Kitamura, Y.Ishihara, T.Todaka, Y.Inoue, "Magnetic field analysis of polar anisotropic plastic magnet and application for DC brushless motor", Trans. of IEE Japan, vol.,117-D, no.8, pp.1001-1007, 1998.
- (4) ソフト技研, 最近の電子寫眞プロセス技術と装置の最適設計應用開發(1989).
- (5) 日本特許廳, マネットロールの配向装置, 整理番號 7227-5E (1986).
- (6) 日本特許廳, 異方性マネットロールの製造方法, 整理番號 7265-2H (1984).

◇ 저자 소개 ◇

김 창 업 (金昌業)

1960년 1월 1일생 1983년 서울대학교 전기공학과 졸업 1990년 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1995년 한양대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1983 2-1997. 2 (주)효성중공업 기술연구소 책임연구원. 1997 3 -현재 호서대학교 전기공학부 전기공학전공 조교수.