

## Linear Pulse Motor의 위치검출에 관한 연구

°신 춘 식\*, 김 남 호\*, 이 형 기\*, 김 윤 식\*\*, 노 창 주\*\*

\* 부산공업대학교 제어계측공학과, \*\* 한국해양대학교 기관학과

### A Study on the Position Detection for the Linear Pulse Motor

°C. S. Shin\*, N. H. Kim\*, H. K. Lee\*, Y. S. Kim\*\*, C. J. Roh\*\*

\* Dept. of Control & Instr. Eng. Pusan National Univ. of Tech.

\*\* Dept. of Marine Eng. Korea Maritime Univ.

#### Abstract

Linear pulse motor(LPM) has been used in a wide range of application due to many advantages for the precision position and speed control system for the bidirectional linear motion. In this study, the hybrid, single-side type LPM was designed and examined for characteristics of position detection. Precision position detection signals could be sensed by synchronous rectifier method from the LPM stator scale. Experimental results show that the position precisions are good enough to perform the LPM position control.

#### 1. 서론

최근 산업사회의 발달과 더불어 공장자동화, 사무자동화, 및 각종 정보통신기기 등의 수요가 급속도로 증가하고 있으며, 기기들의 성능도 고정밀화, 다기능화, 자동화되는 추세이다. 특히 컴퓨터의 보급의 확대에 따라 플로피디스크 드라이브(FDD), 하드디스크 드라이브(HDD), 프린트등의 주변기기 구동용으로 사용되는 스텝모터를 소형 LPM으로 대체하여 기록매체의 읽기, 쓰기의 속도를 향상시키고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

LPM은 입력신호의 pulse수 만큼 일정 step으로 직선운동을 하며, 속도는 입력 pulse의 주파수에 비례한다. 또한 디지털제어와 결합하여 직선왕복운동의 위치제어가 용이하다.

특히 과거에는 직선운동을 구현하기 위해서 회전형 모터에 기계적으로 운동방향을 변환하는 장치를 통하여 실현해 왔다. 그러나 직선운동이 요구되는 곳에서는 LPM을 사용하는 것이 성능 및 기능면에서 보다 나은 결과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라, 급속히 발전하는 디지털제어 및 센서기술과의 조합으로 고속, 고정밀도 위치제어가 가능한 모터로서 LPM의 용융이 확대되고 있는 추세이다[1-3].

따라서 본 연구에서는 LPM의 위치검출신호를 얻기 위하여, HB형 LPM에 자체 제작한 위치 센서를 설치하고, 센서로부터의 출력신호를 기준 발진신호와 동기정류방식으로 LPM의 고정자 자극치(scale)인 凹凸를 직접 읽고, 이로부터 정화한 위치검출신호를 얻는다. 위치결정분해능은 자극치 길이의 1/8정도이고, 길이가 2[mm]인 경우에는 0.25[mm] step 이 된다.

#### 2. 위치센서의 구조

LPM을 open-loop로 구동하는 경우, 한번 탈조하면 목표치에 도달하지 않게 되고, 탈조한 사실을 아는 것이 불가능하다. 따라서 이 문제를 해결하기 위해, 위치검출용 센서를 필요로 한다[3-5]. 센서의 구조는 그림1과 같다.

본 센서는 고정자 scale의 凹凸를 검출하는 것으로, scale의 기본 pitch에 대응하여 각각 전기각으로  $\pi/2[\text{rad}]$ 만큼 위상이 이동된 곳에 극을 가지며 각 극에는 위치검출용 권선이 감겨져 있다. 검출용 권선은 약 5[KHz]의 주파수로 전압여자되고, 검출용 권선의 자기인덕터스는 고정자 자극과의 상대위치에 따라 변화한다.

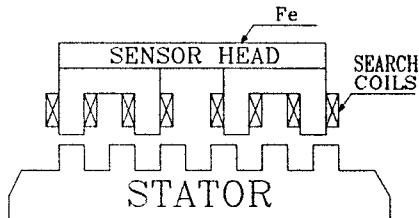


그림1. 센서 헤드의 구조

Fig.1. Configuration of sensor head

#### 3. 위치검출회로

LPM의 위치신호를 얻기 위해 그림2와 같이 센서 헤드, 발진부, 동기정류부 및 저역필터 등으로 구성하였다.

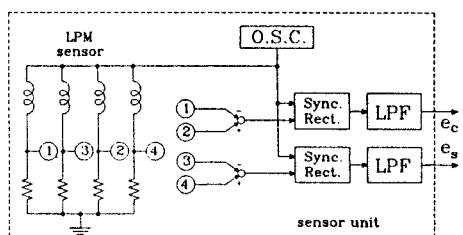


그림2. 위치검출회로의 구성도

Fig.2. Schematic of position detecting circuit

이동자의 위치에 따라 검출권선의 인덕턴스가 변화하며,

이는 일정 교류전압이 인가될 경우 전류 변화를 일으킨다. 그러므로 전류 크기의 변화는 이동자의 위치와 관계가 있다. 검출권선의 전류를 검출하기 위하여, 그림2와 같이 권선과 직렬로 저항을 접속하고 여기에 5[KHz]의 정현파 교류전압을 인가하였다. 각 저항에 유기되는 전압 신호 중에 전기각으로  $\lambda$ [rad]의 위상관계를 가진 신호의 차이를 취하고, 이를 동기정류하여 저역필터를 통과한 후 정현파 위치검출신호를 얻었다.

검출된 신호는 다음과 같다.

$$e_c = K_c \cos \lambda \quad (1)$$

$$e_s = K_s \sin \lambda$$

여기서,  $\lambda = \frac{2\pi x}{p}$  이고, p는 scale pitch, x는 위치이다.

또한  $K_c$ ,  $K_s$ 는 진폭을 나타낸다.

위치검출회로는 그림3과 같다.

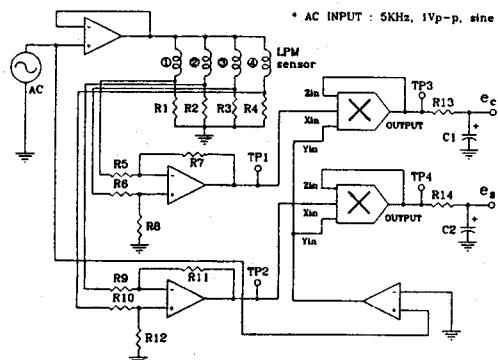


그림3. 위치검출회로  
Fig.3. Position detecting circuit

#### 4. 실험 및 고찰

LPM의 위치검출을 위하여 그림3과 같이 위치검출회로를 설계, 제작하여 실험하였다. 위치검출 시스템의 사진은 그림4와 같다.

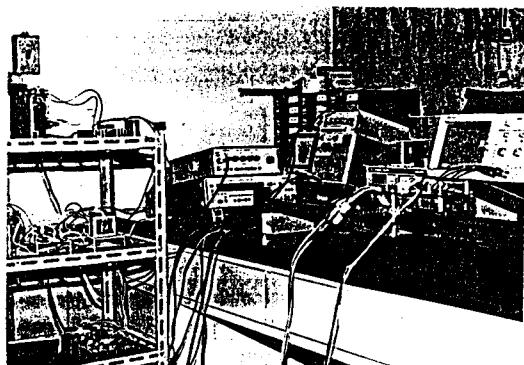


그림4. 위치검출 시스템  
Fig.4. Position detecting system

그림5는 센서 헤드이며, 그림6은 위치검출회로의 사진을 나타낸다. 그리고, 그림7, 8, 9는 위치검출회로의 각 파형이다. 그림7은 TP1, TP2의 파형이며, 그림8은 동기정류회로의 출력파형인 TP3, TP4의 파형이다.

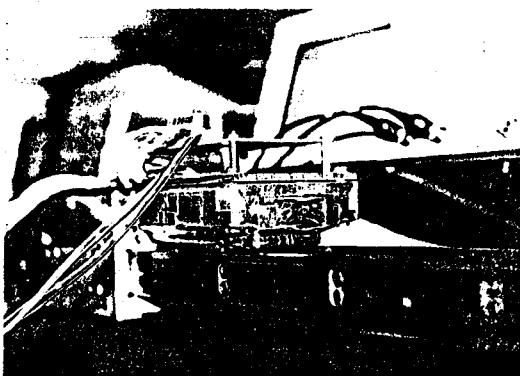


그림5. 센서 헤드  
Fig.5. Sensor head

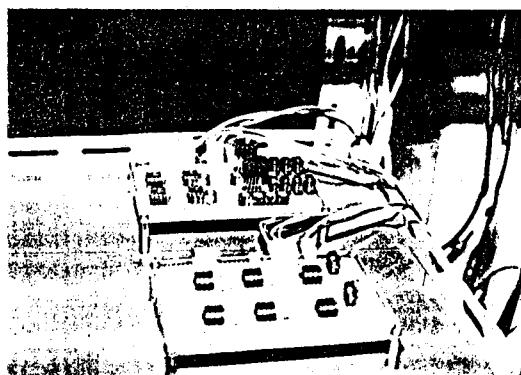


그림6. 위치검출회로  
Fig.6. Position detecting circuit

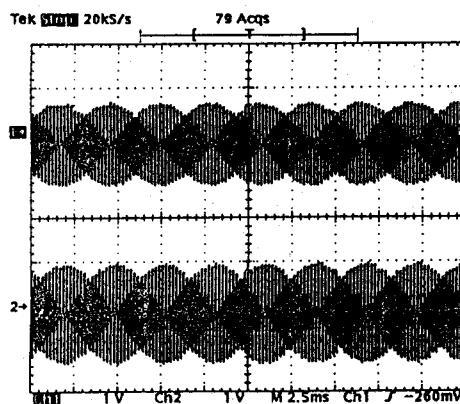


그림7. TP1, TP2의 파형  
Fig.7. Waveform of TP1, TP2

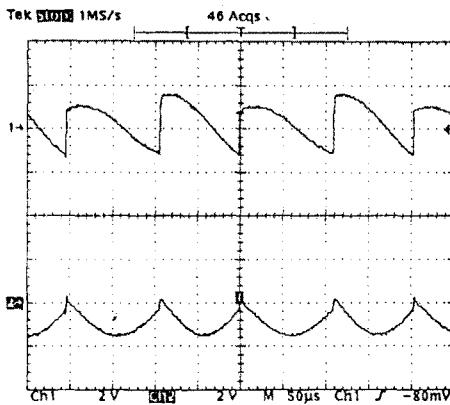
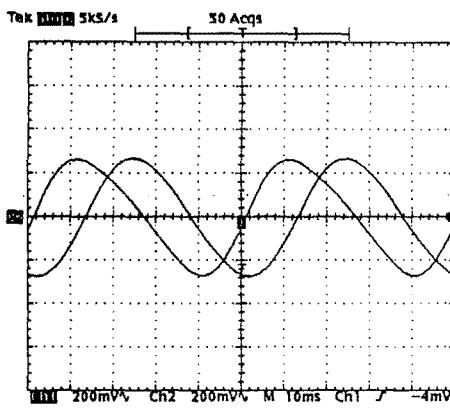
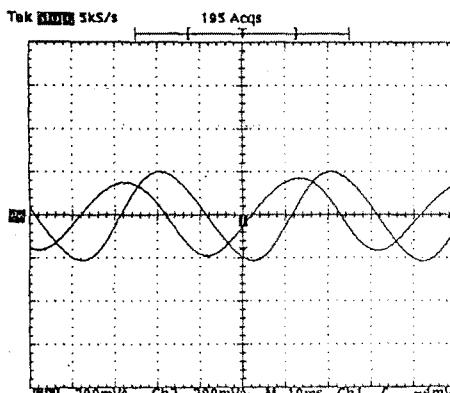


그림8. TP3, TP4의 파형  
Fig.8. Waveform of TP3, TP4

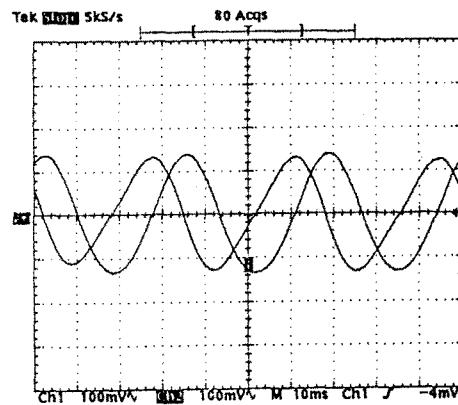
속도변화에 따른 위치검출신호를 얻기 위하여, LPM의 이동속도를 40, 50, 60[mm/s]으로 변화시에 저역필터의 출력과 평균  $e_c$ ,  $e_s$ 를 그림9(a), (b), (c)에 나타내었다.



(a) 40[mm/s]



(b) 50[mm/s]



(c) 60[mm/s]

그림9. 출력파형(  $e_c$ ,  $e_s$  )  
Fig.9. Output waveform(  $e_c$ ,  $e_s$  )

## 5. 결론

본 연구에서는 LPM의 위치검출신호를 얻기 위하여, HB형 LPM과 자체 제작한 센서 및 동기정류방식을 사용하여, 위치 검출 시스템을 구성하였다. 따라서 위치검출 시스템으로부터 LPM의 고정자 자극치(scale)의 凹凸을 직접 읽어들여, 정확한 위치검출신호를 얻었다. 위치결정분해능은 자극치 길이의 1/8이며, 길이가 2[mm]인 경우에 0.25[mm] step이 된다.

따라서 LPM에 위치 센서를 부가함으로서 팔조 여부 및 고속, 고정밀도 위치제어가 가능할 것이다.

## 참고문헌

- [1] 久徳千三 外, "LPMのフィードバックを用いた制御方式について", IEEJ, Tech. Meet. Magnetics, MAG-87-147, pp.37-46, 1987.10.
- [2] 山田 外, "リニアパルスモータのスケールを検出するセンサの比較検討", MAG-91-31, pp.41-48, 1991.5.
- [3] 신춘식·김남호·변기식·이형기·노창주, "Linear Pulse Motor의 위치센서에 관한 연구", 전자통신학회 부산경남지부 춘계합동 학술논문발표회 논문집, pp.95-98, 1995.6.
- [4] 池田耕吉 外, "逆起電力検出信号を用いたPM形ステップモータの閉ループ制御駆動", JSPE-55-12, pp.2197-2202, 1989.12.
- [5] 見城尚志, "小形モータの基礎とマイコン制御", 総合電子出版社, 1982.