

# Linear Stepping Motor의 시동특성 개선에 관한연구

배진호\* 정도영\*\* 원규식\*\*\* 이상호\*\* 서진우\*\*\*\* 오홍석\*  
\*영남대학교 \*\* 삼척산업대학교 \*\*\* 대구기능대학 \*\*\*\* 구미기능대학

A Study on improving of starting characteristics in Linear Stepping Motor

J-H Bae\*, D-Y Chung\*\*, K-S Won\*\*\*, S-H Lee\*\*, J-W Seo\*\*\*\*, H-S O\*  
\* Yeungnam Univ, \*\* Sam-Chuk Nat'l Univ, \*\*\* Taegu Skill Col, \*\*\*\* Gumi Skill Col

### Abstract

In this paper, the Two-Double 1-2phase exciting driver circuit, in order to improving the starting characteristics of Linear Stepping Motor(LSM), is designed. And the static thrust forces of LSM is measured through the chopper constant current method according to the 2 phase, the Double 1-2phase, and the Two-Double 1-2phase exciting method.

### 1. 序 論

리니어 스텝핑 전동기(Linear Stepping Motor : 이하 LSM이라 칭함.)는 개루프 제어로도 정확한 위치제어가 가능하므로 제어회로를 간단히 할수있고 구조가 간단하여 저 가격이면서도 신뢰도가 높을 뿐만 아니라, 단위 체적당 고출력을 얻을수 있다.

더우기 디지털 입력신호에 의하여 동작하는 LSM은 디지털 IC의 특성과도 잘 부합되기 때문에 많은 연구가 선진각국에서 활발히 진행되고 있다.

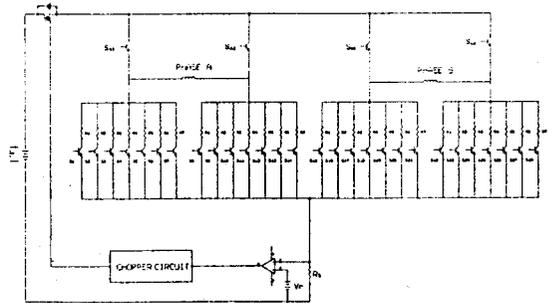
LSM의 구동방식에는 정전압 구동방식과 정전류 구동방식으로 분류되며, 정전압 구동방식은 정전류 구동방식에 비해 고주파수에서 추력이 현저히 떨어지는 단점이 있다.

그리고 LSM의 勵磁 방식에는 1相, 2相, 1-2相 및 Double 1-2相 勵磁 방식이 있으며, 스텝은 1相 勵磁과 2相 勵磁을 기준으로 했을때, 1-2相 勵磁 방식은 1/2스텝, Double 1-2相 勵磁은 1/4스텝으로 이동한다.

그러나, LSM을 1/8 스텝으로 이동시킴으로써, 기존의 勵磁 방식보다 공진(불안정 현상)의 제와 시동특성 및 靜推力 리플 개선에 큰 효과가 기대되는 Two-Double 1-2相 勵磁 방식에 관한 연구가 국내외적으로 거의 전무한 실정이다.

본 논문에서는 2相 LSM에 적용가능한 새로운 Two-Double 1-2相 勵磁 초퍼 정전류 구동회로를 구성하고, 대표적인 2相 勵磁 방식과 Double 1-2相 勵磁 방식 및 Two-Double 1-2相 勵磁 방식을 이용한 靜推力를 측정하였다..

### 2. Two-Double 1-2相 勵磁 초퍼 정전류 구동회로



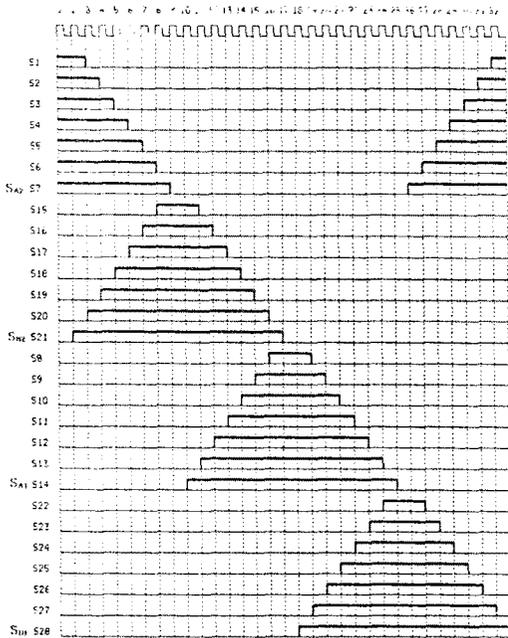
【그림1】 Two-Double 1-2相 勵磁 초퍼 정전류 구동회로

그림1은 Two-Double 1-2相 勵磁 초퍼 정전류 구동회로를 보여준다.

그림1에서 저항 R1, R2, R3, R4, R5, R6, 그리고 R7은 각 相에 흐르는 전류의 加減을 통하여 분해능을 2相 勵磁에 비해 1/8로 감소함

로서 공진현상의 발생이 억제되고 靜推力 리플 및 시동 특성이 개선됨으로서 전동기의 정특성 및 동특성이 개선될 것으로 기대된다.

### 3. Two-Double 1-2相勵磁 시퀀스



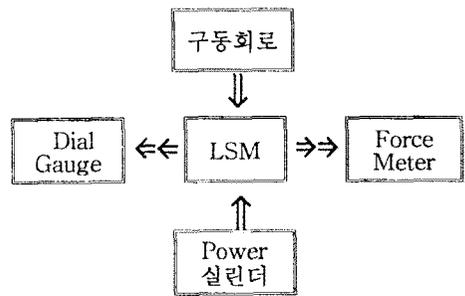
【그림2】 Two-Double 1-2相勵磁 시퀀스

그림2는 Two-Double 1-2相勵磁 시퀀스를 나타낸다.

Two-Double 1-2相勵磁는 相전류 加減에 따라서 勵磁되는 구동방법이며, 이때의 TR 스위칭순서는  $S_{A2}S_1S_2S_3S_4S_5S_6S_7 \Rightarrow S_{A2}S_1S_2S_3S_4S_5S_6S_7S_{B2}S_{21} \Rightarrow S_{A2}S_2S_3S_4S_5S_6S_7S_{B2}S_{20}S_{21} \Rightarrow S_{A2}S_3S_4S_5S_6S_7S_{B2}S_{19}S_{20}S_{21} \Rightarrow S_{A2}S_4S_5S_6S_7S_{B2}S_{18}S_{19}S_{20}S_{21} \Rightarrow S_{A2}S_5S_6S_7S_{B2}S_{17}S_{18}S_{19}S_{20}S_{21} \Rightarrow S_{A2}S_6S_7S_{B2}S_{16}S_{17}S_{18}S_{19}S_{20}S_{21} \Rightarrow S_{A2}S_7S_{B2}S_{15}S_{16}S_{17}S_{18}S_{19}S_{20}S_{21} \Rightarrow S_{B2}S_{15}S_{16}S_{17}S_{18}S_{19}S_{20}S_{21} \Rightarrow S_{B2}S_{15}S_{16}S_{17}S_{18}S_{19}S_{20}S_{21}S_{A1}S_{14} \Rightarrow S_{B2}S_{16}S_{17}S_{18}S_{19}S_{20}S_{21}S_{A1}S_{13}S_{14} \Rightarrow S_{B2}S_{17}S_{18}S_{19}S_{20}S_{21}S_{A1}S_{12}S_{13}S_{14} \Rightarrow S_{B2}S_{18}S_{19}S_{20}S_{21}S_{A1}S_{11}S_{12}S_{13}S_{14} \Rightarrow S_{B2}S_{19}S_{20}S_{21}S_{A1}S_{10}S_{11}S_{12}S_{13}S_{14} \Rightarrow S_{B2}S_{20}S_{21}S_{A1}S_9S_{10}S_{11}S_{12}S_{13}S_{14} \Rightarrow S_{B2}S_{21}S_{A1}S_8S_9S_{10}S_{11}S_{12}S_{13}S_{14} \Rightarrow S_{A1}S_8S_9S_{10}S_{11}S_{12}S_{13}S_{14} \Rightarrow S_{A1}S_8S_9S_{10}S_{11}S_{12}S_{13}S_{14}S_{B1}S_{28} \Rightarrow S_{A1}S_9S_{10}S_{11}S_{12}S_{13}S_{14}S_{B1}S_{27}S_{28}$

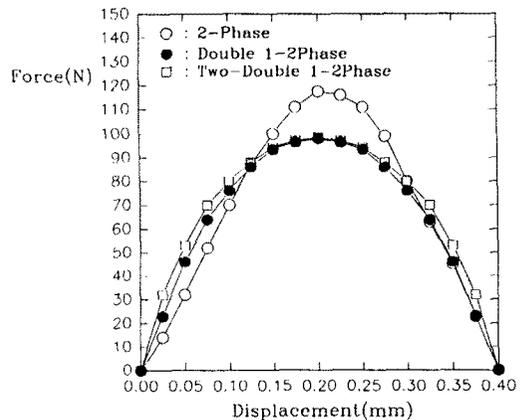
$\Rightarrow S_{A1}S_{16}S_{11}S_{12}S_{13}S_{14}S_{B1}S_{26}S_{27}S_{28} \Rightarrow S_{A1}S_{11}S_{12}S_{13}S_{14}S_{B1}S_{25}S_{26}S_{27}S_{28} \Rightarrow S_{A1}S_{12}S_{13}S_{14}S_{B1}S_{24}S_{25}S_{26}S_{27}S_{28} \Rightarrow S_{A1}S_{13}S_{14}S_{B1}S_{23}S_{24}S_{25}S_{26}S_{27}S_{28} \Rightarrow S_{A1}S_{14}S_{B1}S_{22}S_{23}S_{24}S_{25}S_{26}S_{27}S_{28} \Rightarrow S_{B1}S_{22}S_{23}S_{24}S_{25}S_{26}S_{27}S_{28} \Rightarrow S_{A2}S_7S_{B1}S_{22}S_{23}S_{24}S_{25}S_{26}S_{27}S_{28} \Rightarrow S_{A2}S_6S_7S_{B1}S_{23}S_{24}S_{25}S_{26}S_{27}S_{28} \Rightarrow S_{A2}S_5S_6S_7S_{B1}S_{24}S_{25}S_{26}S_{27}S_{28} \Rightarrow S_{A2}S_4S_5S_6S_7S_{B1}S_{25}S_{26}S_{27}S_{28} \Rightarrow S_{A2}S_3S_4S_5S_6S_7S_{B1}S_{26}S_{27}S_{28} \Rightarrow S_{A2}S_2S_3S_4S_5S_6S_7S_{B1}S_{27}S_{28} \Rightarrow S_{A2}S_1S_2S_3S_4S_5S_6S_7S_{B1}S_{28}$  순으로 연속적으로 이동하여 구동하게 되는 것이다.

### 4. 勵磁 방식에 따른 靜推力 특성



【그림3】 Two-Double 1-2相勵磁 시퀀스

그림3은 본연구에서 사용한 靜推力 측정 블록 다이어그램이다. 먼저 LSM을 Power 실린더로 미세하게 움직이고, 거리 측정은 1/1000mm Dial Gauge를 사용하였으며, 각 변위에 따른 靜推力 값은 Force Meter를 사용하였다.



【그림4】 勵磁 방식에 따른 靜推力 특성

그림4는 勵磁방식에 따른 靜推力 특성을 나타내고 있다. 靜推力的 피크치는 2相勵磁 방식에 비해 Double 1-2相勵磁 방식과 Two - Double 1-2相勵磁 방식이 적지만, 평균 靜推력은 거의 변함이 없으므로, 靜推力 리플이 개선되었다. 특히 Two - Double 1-2相勵磁 방식이 靜推力 리플 개선에 가장 큰 효과가 있었다.

또한, LSM의 시동특성 측면에서도 역시 Two - Double 1-2相勵磁 방식이 우수하였다.

## 5. 結 論

본 논문에서는 2相 LSM에 적용 가능한 새로운 Two-Double 1-2相勵磁 방식 초퍼 정전류 구동회로와 시퀀스에 관하여 제시하였고, 위에서 제시한 구동회로를 하드웨어적으로 구성하여 靜推력을 측정한 결과, 2相勵磁 방식과 Double 1-2相勵磁 방식에 비해 靜推力 리플개선 측면과 LSM의 시동특성 측면에서 우수함을 입증하였다.

향후, 본 논문에서 제시한 Two-Double 1-2相勵磁 방식 초퍼 정전류 구동회로를 이용하여 운전시 LSM의 공진억제 및 미세제어를 통하여 산업분야에 더욱 더 다양하게 응용될 것으로 기대된다.

## 參 考 文 獻

1. Jin-Ho Bae, Do-Young Chung, Sang-Ho Lee, "A DOUBLE 1-2 PHASE EXCITING OF LINEAR STEPPING MOTOR", SMIC '93, 1993.
2. 소형모우터 기술전문위원회, "소형모우터 기술조사보고", 대한전기학회, 1992, pp. 71~102.
3. 배진호, 정도영, 이상호, 오홍석, "2상 PM형 리니어 스텝핑모터의 정추력 특성해석", 93년 하계 종합학술대회 논문집, pp. 84~86, 1993.
4. 배진호, 정도영, 이상호, 오홍석, "VR형 Linear Step Motor의 치형상에 따른 정추력특성에 관한 연구", 92년 추계 종합학술대회 논문집, pp. 124~126, 1992.
5. John S.Squire, "Electronic Step Motor Damping using bipolar chopper drive circuits", pro. Fourteenth Annual symposium

incremental motion control systems and drives, pp. 233~243, 1985.

6. C.K. Taft, T.J.Harned, "Mid-frequency resonance in Stepping Motor", pro. Fourteenth Annual symposium incremental motion control systems and devices, pp 255~263, 1985.