

장거리 이송용 고출력 영구자석 여자 횡자속 선형전동기 제어에 관한 연구

全晋用[†], 黃啓鎬^{*}, 金志元^{**}, 金奎植^{***}

A Study on Control of High Power PM Excited TFLM for Long Distance

Jin-Yong Jeon, Gye-Ho Hwang, Ji-Won Kim and Gyu-Sik Kim

요 약

LCD 원판이 세대별로 대형, 중량화됨에 따라 제조, 공정라인의 자동 반송장비도 대형화 되어 가고 있는 추세다. 기존 스톡커는 크레인의 주행축에 회전형 전동기와 기계적 동력변환 장치를 사용하고 있어, 복잡한 구조와 기계적 마찰에 의한 잦은 유지, 보수가 필요하게 되고 파티클 발생을 최소화 시켜야 하는 문제점을 안고 있다. 이런 문제점들을 해결하기 위해, 본 논문에서는 단위면적당 추력이 큰 영구자석 여자 횡자속 선형전동기를 적용하고 제안된 제어 알고리즘 및 제어기, 전력변환장치를 제작해서 대형, 고출력, 장거리화 되고 있는 7세대 스톡커의 주행축에 실험, 검증하였다.

ABSTRACT

Automatic transfer equipments of manufacturing and process line trend toward big size as LCD glass is big size, heavy weight. The conventional stocker uses rotational motor and mechanical power converter device as travel axis of stocker crane and then frequent maintenances by complex structure and mechanical friction are required. Also it has problem to minimize the particle generation. To solve these problems, this paper verified the performance of permanent magnet(PM) excited transverse flux linear motor(TFLM) that is big power density per unit volume applied for travel axis of 7 generation stocker that is being big size, high power, long distance by the experiment based on proposed control algorithm, controller and power converter device.

Key Words : Transverse Flux Linear Motor(TFLM), Liquid Crystal Display(LCD), Permanent Magnet(PM), Stocker, Crane

1. 서 론

세계적으로 LCD 디스플레이 수요가 급팽창함에 따라, 한국, 대만, 일본으로 대표되는 디스플레이 생산국들은 경쟁적으로 원판 글래스를 대형화하며, 크기와

품질면에서 세계 최고의 제품을 출시하고 있다.

원판 글래스의 품질은 제조 장비의 우수한 성능 못지않게 공정라인의 청정도에 의해 크게 좌우된다. 세대가 커짐에 따라, 이들 공정장비와 자동화 장비도 대형, 장거리화 되고 있는 추세다.

카세트를 임시적으로 저장하는 스톡커의 경우 크레인 주행축의 동력전달로 회전형 전동기에 감속기와 구동용 샤프트를 사용하는데, 반복적인 주행운동의 결과 기계적 마모로 인한 파티클(Particle) 발생으로 주기적인 유지보수가 필요하게 되며, 원판 글래스의 품질에 치명적인 악영향을 끼쳐 심각한 생산 수율 저하를 받

[†]교신저자 : 정회원, (주)신성이엔지 기술연구소 선임연구원

E-mail : jeonjy@shinsung.co.kr

^{*}정회원, (주)신성이엔지 기술연구소 선임연구원

^{**}정회원, 한국전기연구원 선임연구원

^{***}정회원, 서울시립대 전자전기컴퓨터공학부 교수

접수일자 : 2006. 7. 25 1차 심사 : 2006. 8. 17

심사완료 : 2006. 9. 12

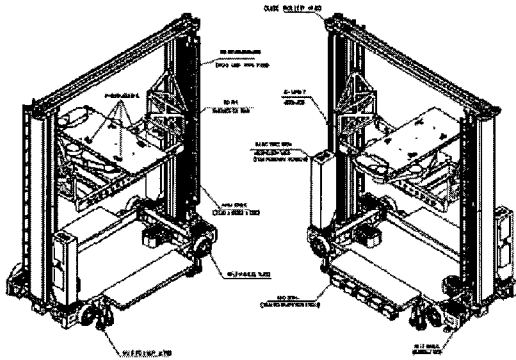


그림 1 7세대 스토커 크레인
Fig. 1 7 Generation stocker crane

생시킨다.

본 논문은 그림 1에서 제시한 7세대 스토커의 크레인 주행축에 단위 면적당 높은 추력을 내는 영구자석 여자 횡자속 선형전동기(TFLM)를 적용하고 제안된 전력변환장치와 제어기를 제작해서 회전형 전동기의 기계적 변환장치에서 발생하는 문제점들을 개선하고, 대형, 장거리화 되어 가고 있는 스토커의 차세대 이송 시스템으로서의 가능성을 검증하였다.

2. 횡자속 선형전동기 기본 구조와 제어 시스템

2.1 횡자속 선형전동기 기본 구조

횡자속 선형전동기는 전류의 방향과 전동기의 이동 방향이 일치하며 자속의 진행방향과 전동기의 이동 방향은 수직으로, 자기회로와 전기회로가 분리되어 있기 때문에 단위 체적당 높은 추력을 얻을 수 있다^[1-3].

그림 2는 횡자속 선형전동기의 기본구조를 나타내고 있다. 이동자에 설치된 영구자석의 자극을 교대로 배치하여 자속이 일정한 방향으로 발생하도록 하고, 일정한 방향으로 추진력을 얻기 위해 권선이 있는 철심은 양측 극면에서 τ_p 만큼 엇갈리게 설계된다. 물론 권선을 이동자에 설치하여도 가능하다.

그림 3은 영구자석여자 횡자속 선형전동기에서 발생하는 추진력 F_x 와 추력밀도 F_{xd} 를 계산하기 위한 한 상의 간이등가 모델로써 누설자속이 무시되었다. 이것은 고정자 철심 중간 부분을 절단하여 펼친 형태로 권선에 전류가 인가되었을 때 기자력이 공극 자기저항과 영구자석의 자기저항에 집중된다고 가정한다.

여기에서 B_{01} , B_{02} 는 전기자 전류가 흐르지 않는 무부하일 때 공극에서의 자속밀도를, B_{m01} , B_{m02} 은 영구

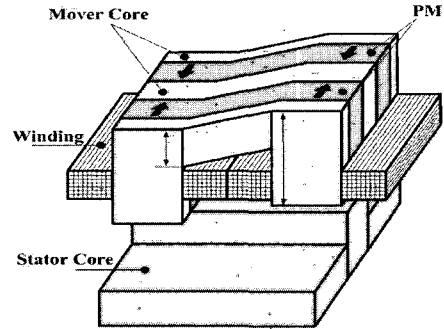


그림 2 영구자석 여자 횡자속 선형전동기의 기본 구조
Fig. 2 Basic structure of PM excited TFLM

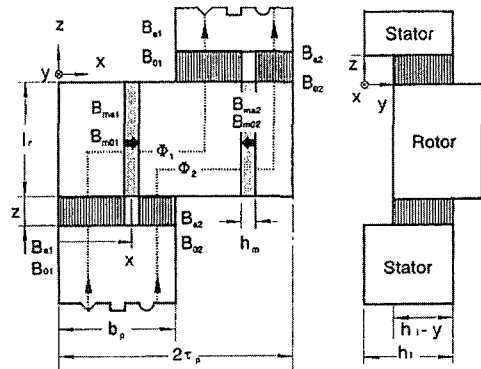


그림 3 영구자석여자 횡자속 선형전동기의 간이해석 모델
Fig. 3 Simple analytic model of the PM excited TFLM

자석에서의 자속밀도를 나타낸다. 그림3의 모델로부터 계산되어진 발생 추력과 추력밀도는 다음 식(1)과 (2)와 같이 유도 되어진다^[4,5].

$$F_x [N] = - \frac{\partial W_m}{\partial x} = \frac{-4zB_a B_0}{\mu_0} (h_i - y) \tag{1}$$

$$F_{xd} [N/m^2] = B_0 \frac{\Theta_a}{2\tau_p} \frac{(h_i - y)}{h_i} \tag{2}$$

여기에서 Θ_a 는 기자력을, W_m 은 자기 에너지를, B_a 는 전류에 의한 자속 밀도를, B_0 는 무부하에서 영구자석에 의한 공극에서의 자속밀도를 나타낸다.

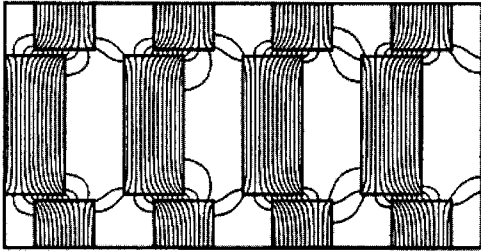


그림 4 횡자속 선형전동기 기본 모델 자속
Fig. 4 Flux of TFLM basic model

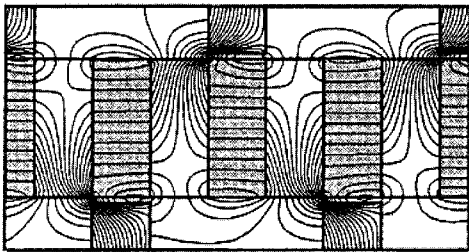


그림 5 영구자석 여자 횡자속 선형전동기 기본 모델 자속
Fig. 5 Flux of PM excited TFLM model

그림 4와 그림 5는 2가지 해석모델의 고정자와 이동자 사이 공극에서 자속 분포를 나타내고 있는데 그림 4는 일반적인 Reluctance전동기 자속 형상을 나타내고 있고, 그림 5는 영구자석과 전기자전류에 의한 자속 때문에 이동자의 이동에 따라 많은 자기에너지가 변화됨을 예상할 수 있다.

그림 6은 설계된 이동자의 코일에 정현파 여자 시 각상 발생 순시추력과 순시합성추력을 나타낸다. 이동자가 일정한 속도와 방향으로 움직이기 위해서는 2상 이상의 이동자가 일정하게 $[\tau_p/\text{상수}]$ 의 간격으로 배치되어야 하고, 한 방향으로의 힘을 연속적으로 발생시켜야 한다^[6].

따라서 전류의 여자는 이동자의 변위에 따라 $0 \sim \tau_p$ 에서는 (+)전류를, $\tau_p \sim 2\tau_p$ 에서는 (-)전류를 인가하여야 한다.

본 논문에서 제작된 횡자속 선형전동기는 상당 정격 추력이 4990[N]인 4개의 상을 직렬로 연결하여 합성추력이 대략 20,000[N]인 이동자를 적용하였다. 제안된 영구자석 여자 횡자속 선형전동기의 설계사양을 표 1에 나타낸다.

그림 7은 본 논문에서 제안한 영구자석 여자 횡자속 선형전동기의 이동자와 고정자의 시제품을 나타낸다.

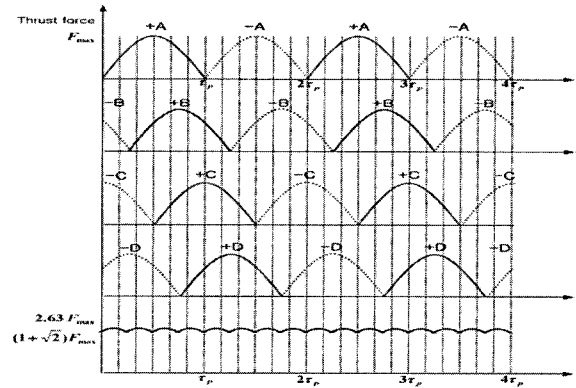


그림 6 여자 시 각상 발생 추력과 합성 추력
Fig. 6 Thrust forces of each phase and total phase

표 1 제안된 TFLM 설계사양
Table 1 Proposed TFLM design specification

항 목	사 양
정격 기자력	5000 [AT]
정격 전류	59.52 [A]
전류 밀도	4.96 [A/mm ²] (@ 5000 AT)
저 항	0.164 Ω (0.082Ω/42 turns)
턴 수	42 × 2 turns
정격 추력(1상)	4990.98 [N]
추력 밀도(설계치)	62.8 [kN/m ²]
추력 밀도(해석치)	61.73 [kN/m ²]
이동자 길이(1상)	490 [mm]
τ_p	25 [mm]
공극	2.5 [mm]

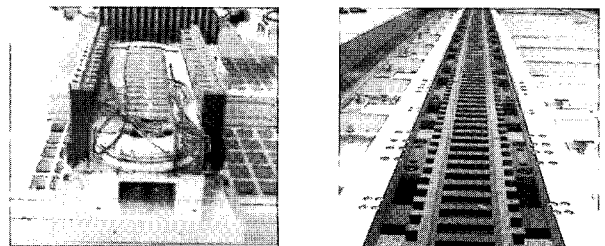


그림 7 영구자석 여자 횡자속 선형전동기 이동자와 고정자
Fig. 7 Mover and stator of PM excited TFLM

2.2 제어 시스템

횡자속 선형전동기의 제어기는 최종 목적지에 해당하는 위치지령을 프로그램화 되어 있는 속도 프로파일에 따라 가속, 등속, 감속 시간을 구하고, 구해진 시간을 기준으로 위치 지령을 수행하게 된다. 그림 8은 제어기의 전체 구성도를 나타낸다.

제안된 횡자속 전동기는 위치제어기 출력의 속도지령과 현재의 속도를 비교하여 속도 PI제어기를 통하여 전류지령 또는 토크지령을 출력한다. 이를 다시 각상의 전류제어기에 입력하여 전류를 제어하게 된다. 이때 이동자의 위치와 출력전류 및 이동속도에 따라 스위칭을 달리하여 최대출력을 얻는다.

4상에 인가되는 전류 지령은 속도 제어기의 출력값을 게인으로 하고 위상차가 [tp/상수] 만큼 존재하는 sin파의 형태를 띠게 된다. 각 상의 전류지령과 전류센서를 통해서 피드백된 현재 전류값과의 차이가 전류제어기를 거쳐 전력변환장치를 구동하는 최종 출력 파형이 된다. 전동기를 구동하는 전체 제어 블록도는 그림 9과 같다.

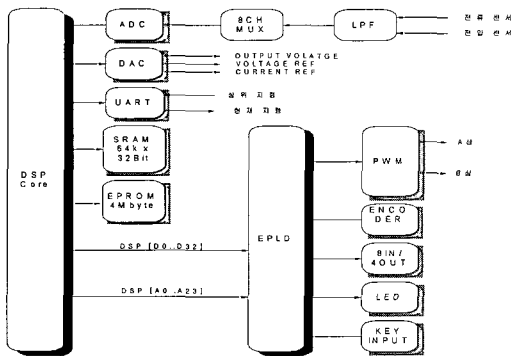


그림 8 제어기 구성도
Fig. 8 Controller configuration

이동자의 속도를 가변하기 위해서는 공급전원의 크기와 주파수를 가변시켜야 한다. 특히 횡자속 선형전동기와 같은 경우는 이동자의 위치에 따라 각상의 스위칭을 결정하고 출력전류와 이동속도에 따라 최대 출력을 낼 수 있는 Advance각을 결정하여 스위칭하여야 한다. 그림 9의 블록도에서 전력스위칭 소자와 센서를 제외한 모든 블록은 소프트웨어로 연산한다.

Advance각은 전동기의 지령전류와 이동속도에 따라 각도 계산을 하며, 이때 최적의 값은 시뮬레이션과 실험을 통하여 최대 토크가 나오는 각으로 결정한다. 표 2에 시제품의 제어기 사양을 나타내었고, 제작된 시제품은 그림10에 나타낸다.

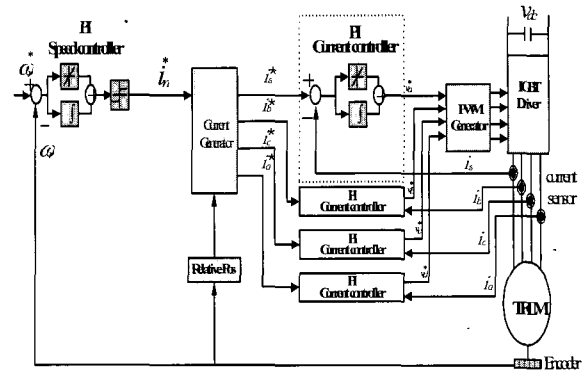


그림 9 횡자속 선형전동기의 제어 블록도
Fig. 9 Control block of TFLM

표 2 제어기 사양
Table 2 Controller specification

항 목	사 양	내 용
동작주파수	60[MHz]	고속 DSP Floating Point 연산
PWM	17 CH	전동기 구동용 16개 Dynamic Brake 1개
통신	RS232, 422, 485	주변기기 Interface
ADC	12Bit, 8CH	전압, 전류센서 입력
DAC	12Bit, 4CH	각종 Data 모니터링
Digital 입력	24[VDC] 14CH	포토커플러 절연
Digital 출력	오픈콜렉터 16CH	포토커플러 절연
위치 / 속도 센서	증분형	Line Drive 타입 1,000[PPR]
LCD Display	4 × 20 Character	Parameter setting 상태 모니터링

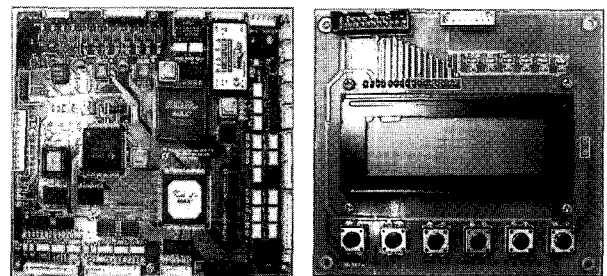


그림 10 제어기 및 디스플레이 보드 시제품
Fig. 10 Controller and display board

속도제어기 및 전류제어기는 anti-windup기능이 포함된 PI제어기를 사용하였고 프로그램으로 구현하기 위하여 Bilinear Transformation,

$$S = \frac{2(1 - z^{-1})}{T_s(1 + z^{-1})}$$

을 이용하였다.

전류 제어기 설계를 위한 파라미터는 저항, 인덕턴스 그리고 역기전력이고 이러한 파라미터를 정확하게 알 수 있다면 매우 성능이 우수한 전류제어기를 설계할 수 있다. 하지만 일반적으로 이러한 파라미터들을 정확히 알기는 어렵고, 특히 TFLM에서는 비선형성이 많이 포함되어 있기 때문에 각 파라미터에 대해 근사값을 계산하여 제어기 게인을 선정하고, 실험적인 방법을 통하여 tuning하는 방법을 사용하였다. 먼저 각 상에 대한 전압 방정식은 식 (3)과 같다.

$$V = Ri + \frac{round\lambda}{roundi} \frac{di}{dt} + \frac{round\lambda}{roundx} \frac{dx}{dt} \quad (3)$$

식 (3)에서 인덕턴스는 전류 변화에 대한 자속의 변화로 $\frac{round\lambda}{roundi}$ 이고, FEM 해석 자속 데이터를 이용하여 인덕턴스의 값을 유추할 수 있다. 또한 역기전력은 위치 변화에 대한 자속의 변화인 $\frac{round\lambda}{roundx}$ 와 전동기 속도의 곱으로 나타나며 이것 역시 FEM 데이터를 이용하여 유추해 낼 수 있다.

그림 9의 속도 제어기 게인 설정을 위해서는 기계적인 파라미터가 필요하다. 이동자의 무게는 직접적인 측정을 통해 가능하고, 마찰력은 실험적인 방법을 통하여 look up table로 구성한다.

2.3 전력변환장치 설계

컨버터는 전동기 구동 스위칭 회로에 직류 전원을 공급하기 위하여 입력 교류 전원을 직류로 변환하는 역할을 한다. 컨버터의 구성은 그림 11과 같다. 그림에서 $D_1 \sim D_3$, $T_1 \sim T_3$ 는 3상의 교류 전원을 직류 전원으로 변환하는 3상 전파 정류 회로이며 특히, 정류부의 상단 즉, $T_1 \sim T_3$ 를 사이리스터로 구성하여 주전원을 ON/OFF 함으로써 정류소자와 DC링크단 사이에 직류차단기를 제거하여 회로 구성을 간단히 하였다. 본 시스템에서는 인버터 동작 시 사이리스터의 위상각을 제어하지 않고 항상 위상각 0에서 도통시킨다.

D_4, D_5 는 초기 전원 입력 시 R_1 을 통해 C_1 을 충전하

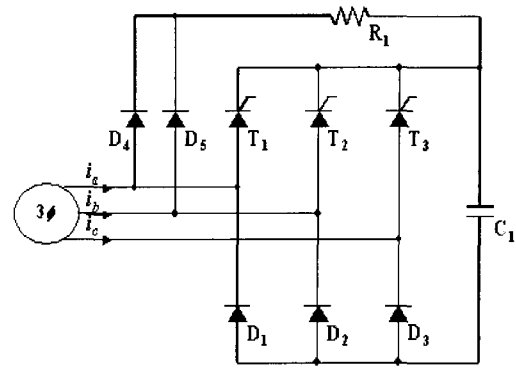


그림 11 3상 컨버터의 구성도
Fig. 11 Configuration of 3Phase converter

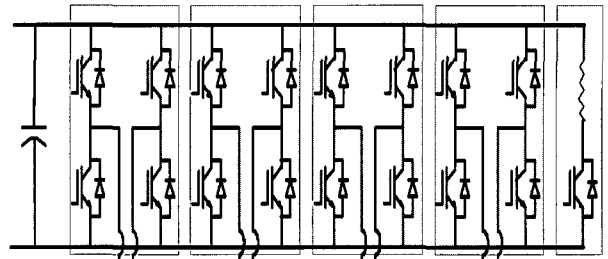


그림 12 횡자속 선형전동기 인버터 회로도
Fig. 12 Inverter schematic of TFLM

기 위한 회로이다. C_1 이 방전된 상태에서 T_1, T_2, T_3 를 도통(ON)하면 순간 단락 상태가 되어 소자를 파손시키므로 일정 전압까지는 $D_4 \rightarrow D_5 \rightarrow R_1 \rightarrow C_1 \rightarrow D_1 \rightarrow D_2 \rightarrow D_3$ 의 루프를 통해 C_1 을 충전한 후 T_1, T_2, T_3 를 도통(ON)시켜 주전원을 공급하도록 하였다.

횡자속 전동기의 구동을 위한 인버터는 그림 12와 같은 4개의 Full Bridge 인버터로 구성한다. 전동기의 입력전압은 3상 AC220[V]를 전파 정류하여 DC300[V]를 얻고 이를 다시 인버터에 인가하여 펄스폭 변조법(Pulse Width Modulation, PWM)으로 각 상의 전류를 조절하게 한다.

그림 12에서 풀 브릿지 인버터가 4회로 구성되어 있는데 이는 횡자속 전동기의 각 상의 전류를 일정하게 제어하고 큰 토크를 발생시키기 위해서 이며 각각 4개의 IGBT와 Diode로 구성되어 있다. 가장 우측의 IGBT모듈은 횡자속 전동기의 전기적 제동 시 발생하는 회생전압을 저항을 통해 소모시킬 경우 사용하는 제동 저항용 스위치이다. 표 3에 인버터의 시제품 사양을 나타내었다. 그림 11, 12의 컨버터, 인버터 회로 설계를 이용하여 제작한 전력변환장치의 시제품 사진은 그림 13과 같다.

표 3 전력변환장치 사양
Table 3 Driver specification

항 목	사 양
주 전원	3상 220[VAC] 50~60[Hz], 300[VDC]
SMPS	제어기, FAN : 24[VDC] Gate Driver : 15[VDC]
IGBT	FF400R12KE3, BSM300GAL120DLC
Gate Driver	SKHI 22B Hybrid Dual IGBT Driver
보호기능	과전압, 저전압, 과전류 고온(85도) 시 차단
스위칭 주파수	20[KHz]
Cooling	공냉식

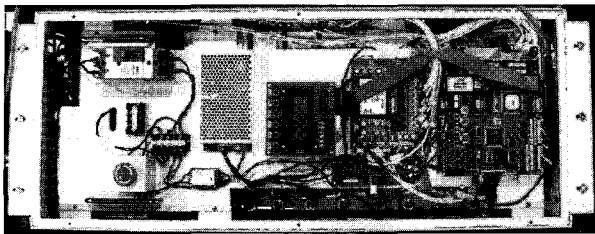


그림 13 전력변환장치 시제품
Fig. 13 Prototype of driver

3. 실험 결과

운전특성을 측정하기 위해 무게가 10톤인 7세대 LCD스토커의 주행축에 제작된 시제품을 적용하고 프로그램에서 정해진 사다리꼴 모양의 구동 프로파일을 속도 0.5[m/sec]~1.5[m/sec]까지 변화 시키며 전체 주행거리 20[m]내에서 주어진 속도를 정상적으로 추종하는지 실험을 행하였다.

시제품 설치 후, 제작된 4상의 전동기가 기계적으로 상간의 배치가 일정하며 이동자, 고정자 사이의 공극이 2.5mm 되는지 확인하였다.

그림 14는 4상중 B상과 D상만으로 운전시키며 측정 한 A상과 C상의 역기전력을 나타내며, 그림 15는 4상중 A상과 C상만으로 운전시키며 측정 한 B상 D상의 역기전력을 나타낸다.

이동자가 일정한 속도와 방향으로 움직이기 위해서는 A, B, C, D상 이동자의 역기전력이 순서대로 $[t_p/4] = 45^\circ$ 만큼 전기적인 위상차를 가져야 하는데, 그림 14, 15를 보면 이동자와 고정자에 기계적인 가공 오차 및 설치상의 오차가 발생하여 정확한 반복정밀도를 가지지 못함을 알 수 있었다.

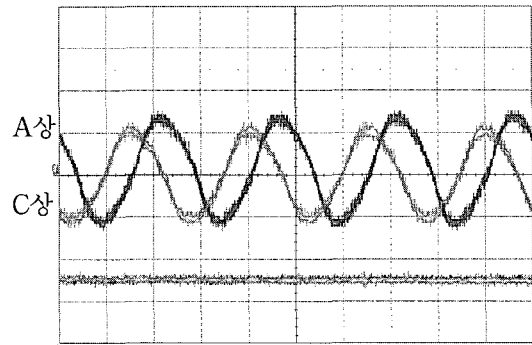


그림 14 A상, C상 역기전력
Fig. 14 Back EMF of A, C phase

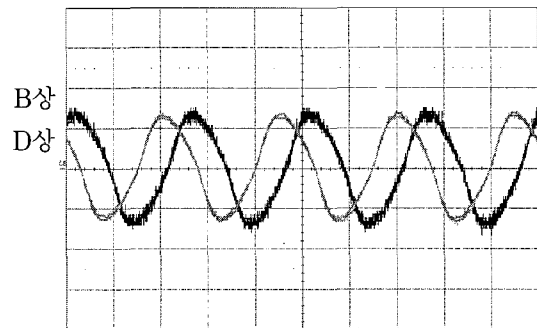


그림 15 B상, D상 역기전력
Fig. 15 Back EMF of B, D phase

또한, 동일한 원인으로 인해 이동자와 고정자 사이의 공극이 일정하게 유지되지 않아 같은 속도 조건에서도 역기전력의 크기 차이가 발생한 것을 알 수 있었다.

그림 16은 속도명령이 0.5[m/s]일 때, 그림 17은 속도명령이 1.0[m/s]일 때, 그림 18은 속도명령이 1.5[m/s]일 때 위치지령 프로파일에 대한 결과 파형이다.

그림 16, 17, 18에서 C3은 주행거리 20[m]에 대해 정방향 운전후 10초의 시간 지연 후, 다시 역방향으로 20[m]주행하는 위치지령이고, C1은 위치지령을 소프트웨어상에서 사다리꼴 프로파일로 변환된 속도지령이다. C2는 계산된 속도지령에 대해 실제 움직인 속도이며 C4는 4상중 A상의 전류를 측정 한 결과 파형이다.

실험한 결과, 이동자와 고정자의 기계적인 제작상의 가공 오차 및 설치상의 오차로 인한 제어성능 저하는 극히 미세하다고 가정하고, 위치지령에 따른 속도 프로파일을 구성하여 왕복운동을 시켰을 때, 속도 1.5[m/s]까지 정상적으로 속도 지령을 추종함을 알 수 있었다.

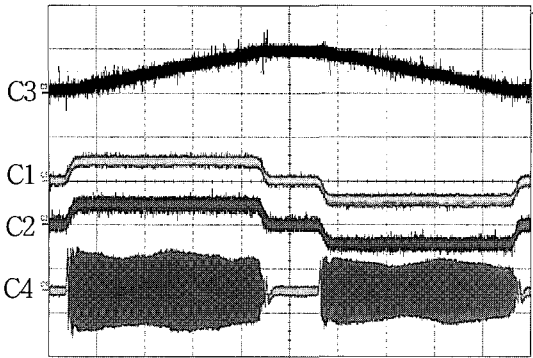


그림 16 속도 0.5[m/s], 시간[10sec/DIV]
 C3: 위치명령[20m/DIV],
 C1: 속도명령[1m/sec/DIV]
 C2: 실제속도[1m/sec/DIV],
 C4: A상 전류입력[100A/DIV]

Fig. 16 Speed 0.5[m/s], Time[10sec/DIV]
 C3: Position Command [20m/DIV]
 C1: Speed Command [1m/sec/DIV]
 C2: Real Speed [1m/sec/DIV]
 C4: A Phase Current Input [100A/DIV]

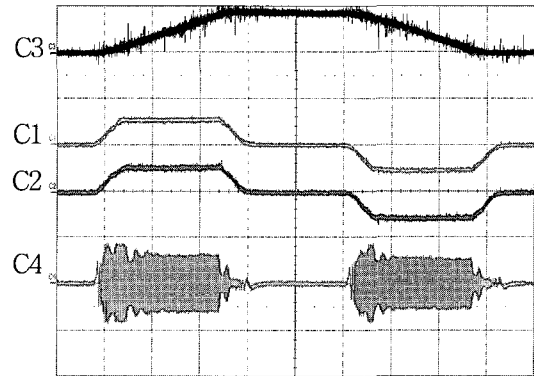


그림 18 속도 1.5[m/s], 시간[5sec/DIV]
 C3: 위치명령[20m/DIV],
 C1: 속도명령[2.5m/sec/DIV]
 C2: 실제속도[3m/sec/DIV],
 C4: A상 전류입력[200A/DIV]

Fig. 18 Speed 1.5[m/s], Time[5sec/DIV]
 C3: Position Command [20m/DIV]
 C1: Speed Command [2.5m/sec/DIV]
 C2: Real Speed [3m/sec/DIV]
 C4: A Phase Current Input [200A/DIV]

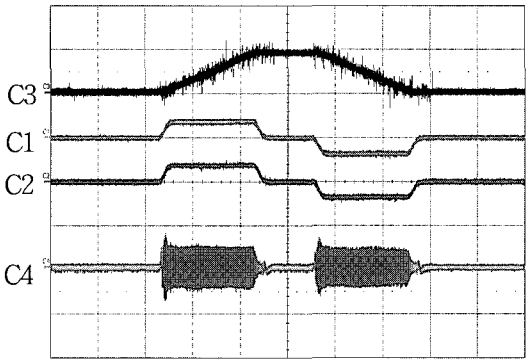


그림 17 속도 1.0[m/s], 시간[10sec/DIV]
 C3: 위치명령[20m/DIV],
 C1: 속도명령[2.5m/sec/DIV]
 C2: 실제속도[3m/sec/DIV],
 C4: A상 전류입력[200A/DIV]

Fig. 17 Speed 1.0[m/s], Time[10sec/DIV]
 C3: Position Command [20m/DIV]
 C1: Speed Command [2.5m/sec/DIV]
 C2: Real Speed [3m/sec/DIV]
 C4: A Phase Current Input [200A/DIV]

이 때 등속운동 시 각 속도별로 상전류를 측정하면, 0.5[m/s]일 때 80[A], 1.0[m/s]일 때 90[A], 1.5[m/s]일 때 100[A]로 비례적으로 증가함을 알 수 있다.

이것은 속도가 커짐에 따라 기계적 구동부의 마찰에 의한 마찰손과 철손등의 전동기 자체 손실이 커짐을

알 수 있고, 영구자속 여자 횡자속 선형전동기를 이용해 부하의 속도를 증가시키려면 등속구간에서도 전류의 증가가 필요함을 보여주는 것이다.

4. 결 론

본 논문에서는 단위면적당 추력이 높은 영구자석형 횡자속 선형전동기를 구동부의 무게가 10톤에 해당하는 LCD자동 반송 장비인 스톡크 크레인의 주행축에 적용하여 속도 실험을 행하였다.

상전류의 최대치를 120[A]로 설정하고 속도를 0.5[m/sec]~1.5[m/sec]까지 변화시키며 구동 시, 주어진 위치지령에 대해 프로그램화된 속도지령을 정상적으로 수행함을 알 수 있었다.

7세대 스톡크의 주행축은 설계, 제작 시 공간 활용도와 유지보수의 편리성을 위해 4개의 회전형 전동기와 감속기로 구성되며 구동용 휠이 직접 물려있는 샤프트를 회전운동 시키게 되어 있는데, 이런 구조적인 복잡성을 직접 구동으로 간단화시켜 유지보수를 줄이고 마찰에 의한 분진발생을 최소화 시킬 수 있는 영구자석 여자 횡자속 선형전동기는 대형, 고풍력, 장거리화 되어 가고 있는 스톡크(Stocker), OHS, OHT, Lift, Conveyor 등의 LCD자동 반송장비에 적용 가능하리라 판단되며, 지속적인 연구가 진행될 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] W.M Arshad, T.Backstrom, C. Sadarangani, "Analytical design and analysis procedure for a transverse flux machine", IEMDC 2001, pp. 115-121. 2001.
- [2] Henneberger G., Bork M., "Development of a new transverse flux motor", IEEE Colloguium on New Topologies for PM Machines, pp 1-6, 1997.
- [3] Do Hyun Kang, "Transversalflussmaschinen mit permanenter Erregung als Linear antriebe im schienengebundenen Verkehr", Braunschweig university, 1996.
- [4] 강도현, Herbert Weh, "철도 차량용 고회전력 횡축형 전동기 설계에 관한 연구", 대한전기학회 논문지 B, 제48권, 제6호, pp.301-308, 1999.
- [5] 임태윤, 김종무, 강도현, 김동희, "횡자속 선형 전동기를 이용한 가진기 구동시스템 구현", 대한전기학회 학술대회, July 2001.
- [6] S.A Nasar, I. Boldea, "LINEAR ELECTRIC MOTORS: Theory, Design and Practical Applicatoin". PRENTICE-HALL,INC, 1987.
- [7] 문인호, "공기부상 반도체 웨이퍼 날장 이송시스템의 공기역학적 특성에 관한 연구"성균관대학교 박사학위논문, pp. 195-196, 2005.

5. 부 록

5.1 스토커(Stocker)

스토커는 반도체 제조 또는 Flat Panel Display(FPD)분야의 Liquid Crystal Display(LCD)를 제조하는 공정내부에서 웨이퍼(Wafer) 또는 글라스(Glass)를 카세트 단위로 임시적으로 저장하여 보관함으로써, 저장기능은 물론 공정내부에서 발생하는 물류 비균형을 완충(Buffer)해 주는 역할을 담당하는 저장 창고로서의 기능을 가진 장비이다. 스토커는 반도체, LCD 공장의 공간이 온도 및 습도를 포함하여 청정도를 유지하기 위한 고가의 공간이므로, 작은 점유면적으로 보다 높은 저장율과 빠른 이송 능력이 요구되는 장비이다. 랙(Rack)내의 저장효율을 상승시키는 것만이 아니라 바닥면적의 공간 절약을 이루기 위해 층간에 걸쳐서 플로어(floor)관통형 스토커에 대한 설치방법도 필요하며, 일부 도입하고 있는 클린룸도 점차 늘어나고 있다. 클린룸에서 스토커가 설치된 일례를 그림 19에 나타내었다.

5.2 Over Head Shuttle (OHS)

OHS는 주로 천장에 레일과 함께 이송 대차(Vehicle)

를 설치하여 웨이퍼 또는 글라스 카세트(cassette)를 효율적으로 이송하기 위해 사용하는 장치이다. 초기에는 이송 대차에 직류 전동기를 탑재하여 파워 레일(Power Rail)로 대차측 집전자에 의해 직류전원 24볼트(V)를 얻어 대차의 바퀴(Roller)를 회전시켜 주행하는 방식이 채용되었으나, 이후 클린룸 내부의 고정정화가 요구되어 직류 밀폐 전동기, 교류 전동기, 지상 1차 선형전동기, 자기부상 선형전동기, 차상 1차 선형전동기에 비접촉 전원공급 시스템을 조합한 시스템으로 발전되어 오고 있다. 최근에는 고 이송능력, 이송시간 단축이라는 요구사항에 대응하기 위해 분지형 천장 이송장치로서의 OHS가 출현하고 있다. 비접촉 전원공급 시스템을 도입한 선형 전동기 방식 OHS대차의 외관을 그림 20에 나타내었다. 이 OHS의 가장 큰 특징은 레도축을 고정된 그대로 이송대차가 정지하지 않고 분지 합류할 수 있는 이송장치라는 것이다^[7].

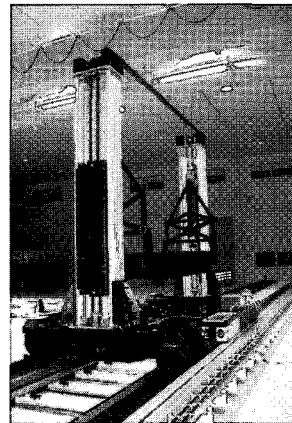


그림 19 스토커
Fig. 19 Stocker

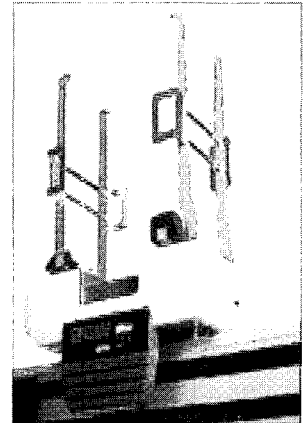


그림 20 OHS
Fig. 20 OHS

이 논문은 에너지관리공단의 에너지.자원기술개발 사업의 지원에 의하여 연구되었음.

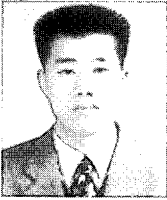
저 자 소 개



전진용(全晉用)

1971년 9월 28일생. 1995년 서울시립대 공대 제어계측공학과 졸업. 2004년 동 대학원 전자전기컴퓨터공학부 졸업(석사). 2004년~현재 동 대학원 전자전기컴퓨터공학부 박사과정. 1995년~1998년 송암시

스콤 연구원. 1999년 고려대 한국검출기 연구소 연구원. 2005년 일본 AITEC 개발팀 근무. 1999년 7월~현재 (주)신성이엔지 기술연구소 선임연구원.



황계호(黃啓鎬)

1972년 4월 7일생. 1997년 삼척대 공대 제어계측공학과 졸업. 1999년 영남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1999년~현재 영남대 대학원 전기공학과 박사과정. 2003년 3월~2003년 8월 김천대학 겸임교수. 2003년 9월~현재 (주)신성이엔지 기술연구소 선임연구원



김지원(金志元)

1971년 9월 20일생. 1994년 서울시립대 제어계측공학과 졸업. 1996년 광운대 제어계측공학과 졸업(석사). 2002년~2005년 부산대 전기공학과 졸업(공학박). 1996년~현재 한국전기연구원 횡자속 전동기 연구그룹 선임연구원.



김규식(金奎植)

1958년 8월 25일생. 1981년 서울대 공대 전자공학과 졸업. 1983년 동 대학원 제어계측공학과 졸업(석사). 1990년 동 대학원 제어계측공학과 졸업(공학박). 1988년~1992년 대우중공업 중앙연구소 선임연구원. 1993년~현재 서울시립대 전자전기컴퓨터공학부 교수. 2003년~2005년 Univ. of Wisconsin-Madison 방문교수(Visiting Scholar). 당 학회 재무이사, 평의원.