

# Stocker 시스템에 적용한 비접촉 전원 시스템의 효율에 관한 연구

(A Study on Efficiency of Contactless Power Supply System for Stocker System)

황계호\* · 김원곤 · 윤종보 · 이봉섭

(Gye-Ho Hwang · Won-Gon Kim · Jong-Bo Yun · Bong-Seob Lee)

## 요 약

최근, LCD(Liquid Crystal Display) 산업에서 클린룸의 규모가 커짐에 따라 물류 이송 시스템인 Stocker 시스템의 사이즈가 커지고 길이가 장거리화 되고 있다. 이에 제조 업체는 생산 수율을 높이기 위해 Stocker 시스템의 전체 택타임을 줄이기 위한 방안으로 차세대 Stocker 시스템의 속도를 증가하도록 요구되어 지고 있다. 따라서 본 논문은 차세대 Stocker 시스템의 속도 증가에 대한 비접촉 전원 시스템을 제안하고 Stocker 시스템을 부하로 선정하여 장거리 및 직선구간에 동작 가능한 비접촉 전원 시스템을 제작하여 부하의 여러 운전 패턴에 따른 비접촉 전원 시스템의 실증시험, 입/출력 특성 및 효율을 분석하였다.

## Abstract

Recently, As increasing cleanroom size, Stocker system is trending the large size and long distance for LCD material transfer system. In order to rise a rate of production, the manufacturer are on the decrease of total tact time with Stocker system. And the manufacturer are requested to high speed of next generation Stocker system. Therefore, this paper propose Contactless Power Supply(CPS) system about high speed of next generation Stocker system. This paper proposes CPS system is applied in the long distance and straight section with Stocker system. The test results of input/output characteristic and efficiency of CPS system on operating pattern of Stocker system were analyzed, and proved the applicability on commercial use.

Key Words : Stocker System, Contactless Power Supply System, Liquid Crystal Display, Crain

## 1. 서 론

세계적으로 LCD(Liquid Crystal Display) 디스플레이 수요가 급팽창함에 따라, 한국, 대만, 일본으로 대표되는 디스플레이 생산국들은 경쟁적으로 원판 글라스를 대형화하며 크기와 품질면에서 세계 최고의 제품을 출시하고 있다[1-3].

\* 주저자 : (주)신성에프에이 기술연구소 선임연구원  
Tel : 031-788-9278, Fax : 031-788-9590  
E-mail : hgyeheo@shinsung.co.kr  
접수일자 : 2008년 8월 7일  
1차심사 : 2008년 8월 8일  
심사완료 : 2008년 9월 8일

원판 글라스의 품질은 제조 시스템의 우수한 성능 못지않게 공정라인의 청정도에 의해 좌우된다. 따라서 제조 시스템은 분진 억제제를 위해 비접촉으로 구동하는 비접촉 다이렉트 선형 모터와 비접촉으로 전원을 인가하는 비접촉 전원 시스템에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다[4-8].

그림 1은 FPD(Flat Panel Display)내의 자동물류 반송장비에 대한 개략도를 보여주고 있다. 그림 1에서 보듯이 일반적으로 디스플레이 자동화 시스템은 FPD 제조공정내 공간간 발생하는 제공품의 저장, 이송을 유기적으로 연결함으로써 전체 제조시스템의 생산성을 극대화시키기 위한 자동 이송시스템을 말하며, 클린룸 내에서 자동화 시스템은 Stocker 시스템, OHS(Over Head Shuttle) 시스템, AGV (Automated Guided Vehicle) 시스템, RGV(Rail Guided Vehicle) 시스템, MGV 시스템, Handling 로봇 시스템, OHTC(Over Head Transfer Conveyor) 시스템, STS(Single-substrate Transport System) 시스템, 다층간 클린 리프트 시스템, Gantry 시스템 등으로 구성되어 있다[2-3].

이러한 물류 이송 시스템은 글라스의 사이즈와 무게가 증가함에 따라 물류 이송 시스템의 전원장치인 비접촉 전원 시스템의 크기와 용량이 증가하게 된다. 또한, 클린룸의 규모가 커짐에 따라 물류 이송 시스템인 Stocker 시스템의 사이즈가 커지고 길이가 장거리화되고 있다. 이에 생산수율을 높이기 위해 Stocker 시스템의 전체 택타임(Tact time)을 줄이기 위한 방안으로 차세대 Stocker 시스템의 속도를 증가하도록 요구되어지고 있다[1-3].

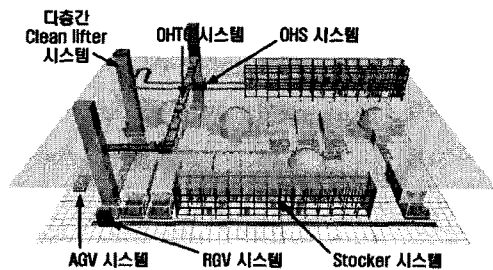


그림 1. FPD내의 자동 물류 반송장비에 대한 개략도  
Fig. 1. Automatic transfer equipments layout in the FPD fabrication

따라서 본 논문은 차세대 Stocker 시스템의 속도 증가에 대한 비접촉 전원 시스템을 제안하고, 제작하여, 차세대 Stocker 시스템의 전체 택타임에 대한 비접촉 전원 시스템의 효율에 대하여 검증하고자 한다.

## 2. Stocker 시스템

Stocker 시스템은 LCD 공정간 물류 이송 시스템으로 LCD 원판 또는 가공원판을 보관하는 카세트를 이송, 보관하는 기능을 담당하고 있다. 또한, Stocker 시스템은 장거리화에 대응하고, 생산 수율, 장비의 신뢰성을 고려하여야 한다.

그림 2는 Stocker 시스템의 개략도를 보여주고 있다. 그림 2에서 보듯이 일반적으로 Stocker 시스템의 전체 구성은 Shelf, 입/출력 포트(I/O port), FFU(Fan Filter Unit), 크레인, 비접촉 전원시스템으로 이루어져 있으며, Shelf는 카세트를 보관하는 곳으로 주로 2~5층 구조로 되어 있으며 양쪽 측면으로 배치되어 있고, 입/출력 포트는 Stocker 시스템에 카세트를 입, 출력하는 곳으로 컨베이어, 또는 Pick & Place 로봇이 있다. FFU는 Stocker 시스템의 공기 청정도를 유지하기 위한 장비이고, 크레인은 카세트를 Stocker 시스템 내에 이송하는 로봇이다. 여기서 비접촉 전원 시스템은 크레인 내의 전원을 공급하기위한 비접촉 전원 장치를 말한다. 그림 2에서 보듯이 Stocker 시스템의 특징은 길이가 장거리인 20~60[m]이고, 점점 더 장거리화 되는 추세이며, 크레인은 직선구간에서만 이동하고 있음을 알 수 있다.

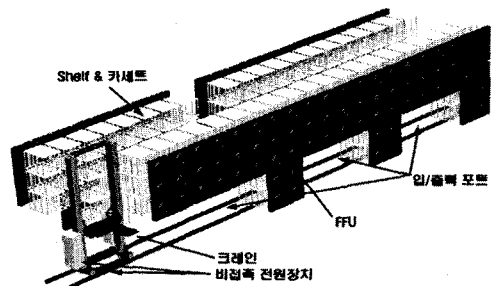


그림 2. Stocker 시스템의 개략도  
Fig. 2. Stocker system layout

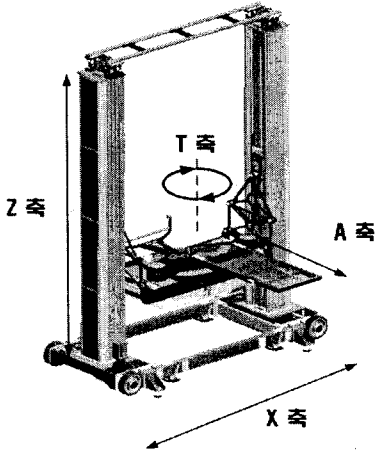


그림 3. Stocker 시스템의 크레인  
Fig. 3. Crane of stocker system

그림 3은 Stocker 시스템 내의 카세트를 이송하기 위한 로봇인 크레인을 보여주고 있다. 여기서 카세트는 여러 장의 글라스 원판 또는 여러 장의 가공 패널 글라스를 한꺼번에 보관하는 케이스를 말한다. 상단 Shelf에서 하단 Shelf로 또는 하단 Shelf에서 상부 Shelf로 카세트를 이송하기 위해 그림 3에서 보듯이 Stocker 시스템 내의 크레인이 이송을 하게 되며, 카세트를 이송하기 위해 크레인의 구동축은 4축이 구동되어야 한 번의 Stocker 시스템의 택타임이 끝나게 된다.

Stocker 시스템내의 크레인을 구동하기 위한 축은 주행축, 승강축, 회전축, 이재축이 있으며, 주행축은 직선왕복운동을 하며 X축 방향으로 이동하고, 승강축은 크레인의 암을 상하왕복운동을 하며 Z축 방향으로 이동하고, 회전축은 크레인의 암(Arm)을 180°로 회전운동을 하며 T축 방향으로 이동하고, 이재

축은 크레인의 암이 주행축과 직각인 방향으로직선 왕복운동을 하며, A축 방향으로 이동한다.

Stocker 시스템의 전체 택타임을 구동하기 위한 축으로 순서대로 서술하면, Shelf에서 카세트를 가져오기 위해 A축을 구동한 후, 카세트의 목적지에 이송하기 위해 X축, Z축, T축이 동시에 구동한 후, 카세트의 목적지인 Shelf가 장거리 이송이면 X축만 등속으로 구동한 후, 카세트의 목적지인 Shelf에 도착 후 Shelf에 카세트를 놓기 위해 A축을 구동하면 Stocker 시스템의 전체 택타임이 된다.

그림 4는 크레인의 전체 택타임에 대한 비접촉 전원 시스템의 정상적인 출력전압, 출력전류파형을 보여주고 있다. 그림 4에서 보듯이 크레인이 운행 패턴에 따라 C구간에서 가장 큰 전력을 소모하게 되어 이 구간에서 비접촉 전원 시스템이 안정적으로 동작 되도록 설계되어 제작되도록 하여야 한다.

본 논문에서는 그림 2의 Stocker 시스템을 부하로 선정하여 장거리 및 직선구간에 동작 가능한 비접촉 전원 시스템을 제작하여 부하(크레인)의 여러 운전 패턴에 따른 비접촉 전원 시스템의 실증시험과 입/출력 특성, 효율을 분석하고자 한다.

### 3. 비접촉 전원 시스템

비접촉 전원 시스템에서 비접촉의 의미는 공극(air gap)을 갖는 변압기 형태로 구성된 inductive coupler에 의해 자기적 회로로 구성되어 물리적인 접촉을 하지 않는 것을 말한다. 따라서, 비접촉 전원 시스템은 파티클 발생을 줄이기 위한 반도체 및 LCD 생산 공정에서 물류 이송 시스템의 전원장치로 적합하다.

그림 5는 비접촉 전원 시스템의 블록도를 보여주고 있다. 그림 5에서 보듯이 비접촉 전원 시스템은 크게 1차측 전원공급장치, 크레인에 탑재된 2차측 전원공급장치, 비접촉을 위한 inductive coupler 장치로 구성하였다.

비접촉 전원 시스템은 그림 5에서 보듯이 광모뎀을 통하여 크레인에 탑재된 2차측 전원공급장치와 1차측 전원공급장치간 정보를 교류하여 최적의 출력 전압을 제어하는 구조로 전원 시스템의 효율을 증가

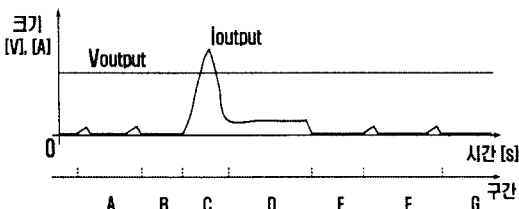


그림 4. 비접촉 전원 시스템의 정상적인 출력전압, 출력전류 파형

Fig. 4. General waveforms of Voutput and Ioutput in CPS system

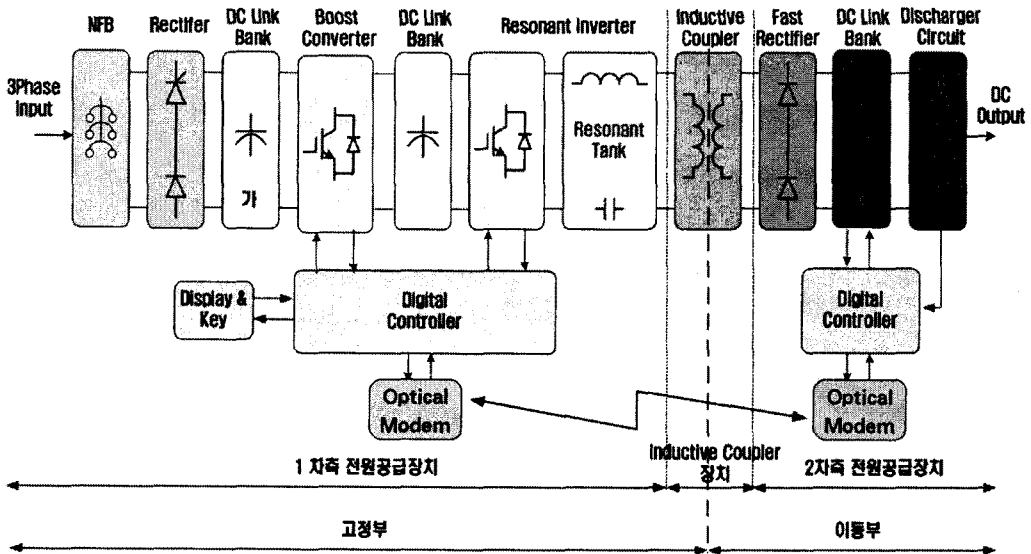


그림 5. 비접촉 전원 시스템의 블록도  
Fig. 5. Block diagram of CPS system

시키고 있다. 이런 구조를 출력 정전압 제어시스템이라 하고, 1차측 전원공급장치와 2차측 전원공급장치가 단독으로 1대만 구동되는 자동 이송 시스템인 Stocker 시스템에 주로 사용되어진다. 또한 그림 5의 가, 나, 는 입/출력 전압과 전류의 측정 위치를 표시하였다.

그림 6은 비접촉 전원 시스템의 전체 시스템 회로 구성을 보여주고 있다. 그림 6에서 보듯이 고정부와 이동부로 나눌 수 있는데, 고정부에는 3상 Vac을 단상 Vdc로 전력변환하는 3상 정류부와 단상 Vdc를 승압하기 위한 승압 컨버터부, 단상 승압 Vdc를 고

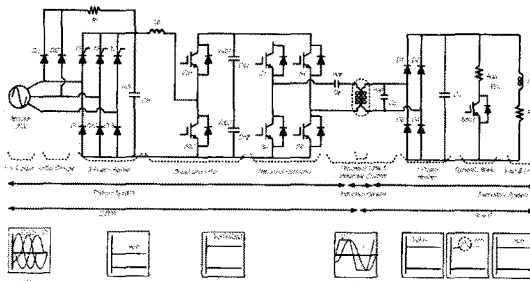


그림 6. 비접촉 전원 시스템의 전체 시스템 회로구성  
Fig. 6. Main circuit block diagram of CPS system

주파로 구동되는 Vac로 전력변환하는 공진 인버터로 구성하였고, 이동부에는 고주파수로 구동되는 단상 Vac를 Vdc로 전력변환하는 단상 정류기와 초파 컨버터로 구성되도록 하였다.

표 1은 비접촉 전원 시스템의 전력변환 토폴로지 사양을 나타내고 있다.

표 1. 비접촉 전원 시스템의 전력변환 토폴로지 사양  
Table 1. Power topology specification of CPS system

시스템 구분	주요항목	사양	비고
1차측 시스템 토폴로지	3상 정류기	Diode rectifier	3[Phase], 60[Hz], Vac→Vdc
	컨버터	Boost converter	1[Phase], 15~25[kHz], Vdc→Vdc
	인버터	Resonant Inverter	1[Phase], 15~25[kHz], Vdc→Vac
2차측 시스템 토폴로지	단상 정류기	Diode rectifier	1[Phase], High frequency, 15~25[kHz], High Fase Diode, Vac→Vdc
	Chopper	Dynamic Breaker	1[Phase], Dynamic Break, Vdc

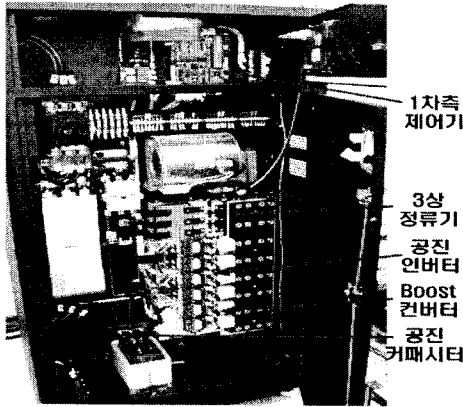


그림 7. 비접촉 전원 시스템의 1차측 전원공급장치  
Fig. 7. Primary system of CPS system

그림 7은 고정부인 비접촉 전원 시스템의 1차측 전원공급장치를 보여주고 있다. 그림 7에서 보듯이 크게 3상 정류부와 승압 컨버터부, 고주파 공진 인버터부로 구성되어 제작하였다.

본 논문에서 1차측 전원공급장치에 탑재된 고주파 공진 인버터는 2차측 전원공급장치의 부하 변동에 따라 듀티 제어로 특정 듀티 범위에서 동작 되도록 하였다. 또한 스위칭 주파수(fsw)와 공진 주파수(fr)의 비에 의한 스위칭 패턴은 스위칭 소자를 on할 경우 ZVS(zero voltage switching) 기능을 갖는 공진 주파수(fr)보다 스위칭 주파수(fsw)가 높게 동작되는 유도성 패턴으로 동작되도록 하였다. 여기서 스위칭 소자(S1, S2)와 스위칭 소자(S3, S4)의 데드타임을 갖고, 상보적으로 구동하며, 구동 신호의 스위칭 주파수는 유도성 패턴으로 항상 고정되도록 하였다.

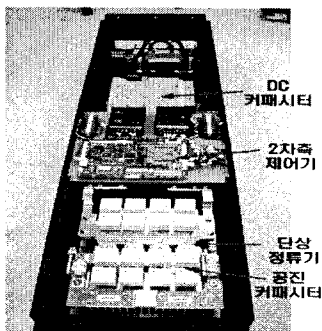


그림 8. 비접촉 전원 시스템의 2차측 전원공급장치  
Fig. 8. Secondary system of CPS system

그림 8은 이동부인 Stocker 시스템의 크레인에 장착되어지는 2차측 전원공급장치를 보여주고 있다. 그림 8에서 보듯이 단상 정류기와 공진 커패시터로 구성되어 제작하였다. 또한, 크레인의 한정된 부분에 장착되게 최적의 사이즈를 고려하여 제작하였고, 여러 운행 패턴에서도 비접촉 전원 시스템의 출력전원을 안정되게 유지되도록 설계, 제작하였다.

그림 9는 비접촉 전원 시스템의 inductive coupler 장치를 보여주고 있다. 그림 9에서 보듯이 1차측 트랙은 0.18[mm]/5,000[십]을 가지는 릿츠 와이어와 커플러는 I코어를 조합하여 한 세트로 구성되어 제작하였다. 또한, I코어는 페라이트 코어로 충격에 취약하기 때문에 하우징을 이용하여 보호하였으며, 하우징에 연결부분을 취부하여 크레인과 결합시 용이하게 제작하였다.

일반적으로 비접촉 전원 시스템은 풀브릿지 구조로 구성되어 있기 때문에, 비접촉 전원 시스템을 제어하기 위한 제어기법은 주파수 제어와 듀티 제어를 사용하고 있으며, 주파수 제어는 유도성 패턴에서 스위칭을 하여 시스템의 안전성을 고려하였고, 부하가 작은 경우, 스위칭 주파수를 공진점에서 멀어지게 하여 출력전압을 낮게 하고, 부하가 큰 경우 출력전압을 높게 하기 위해 공진점 부근으로 스위칭 주파수를 이동하게 제어한다. 듀티 제어는 유도성 패턴으로 스위칭 주파수를 정하고, 특정 부하 곡선에서 출력전압을 얻기 위해 부하가 작은 경우 듀티비를 적게 하고, 부하가 큰 경우 듀티비를 크게 하여 공진전류를 증가하여 출력전압을 일정하게 제어하는 것이다.

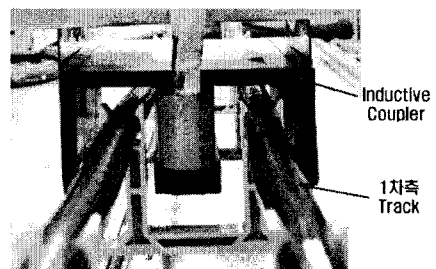


그림 9. 비접촉 전원 시스템의 inductive coupler 장치  
Fig. 9. Inductive coupler system of CPS system

본 논문에서는 1차측 전원장치의 입력으로 3상 220[Vac] 60[Hz]를 인가하여 Stocker 시스템의 크레인인 구동시, 크레인의 입력 전압을 300[Vdc]가 되도록 듀티 제어를 적용하여 유지되도록 하였다.

#### 4. 실험

그림 10은 비접촉 전원 시스템의 실험 블록도를 보여주고 있다. 그림 10에서 보듯이 1차측 전원공급장치, 2차측 전원공급장치, inductive coupler 장치로 구성하였으며, 부하 변동에 따른 2차측 전원 공급장치의 출력전압 변동은 2차측 전원공급장치의 광모뎀에 의해 1차측 전원공급장치로 전송하여 1차측 전원공급장치에서 듀티 제어에 의해 1차측 트랙에 공진 전류의 크기를 조정하여 2차측 전원공급장치의 출력 전압을 제어되도록 구성하였다.

그림 11은 실제 제작하여 실험에 적용되어진 차세대 Stocker 시스템의 레이아웃을 보여주고 있다. 그림 11에서 보듯이 Stocker 시스템의 치수는 34[m]×6.6[m]×5.5[m]이고, 카세트의 사이즈는 1,680[mm]×

1,480[mm]×1,580[mm]이다. 또한 Stocker 시스템의 레이아웃 구성은 테스트를 위하여 상부 1단 Shelf와 하부 1단 Shelf로만 구성하였다.

그림 12는 Stocker 시스템의 크레인을 보여주고 있다. 그림 12에서 보듯이 Stocker 시스템의 크레인 무게는 7.5톤이며, 대응 하중(카세트)은 500[kg]이다.

그림 13은 비접촉 전원 시스템을 적용한 차세대 Stocker 시스템의 운행 실험 사진을 보여주고 있다. 그림 13에서 보듯이 차세대 Stocker 시스템을 제작하여, 그림 11의 레이아웃으로 설치하였으며, 그림 12의 차세대 Stocker 시스템의 크레인을 표 2의 차세대 Stocker 시스템의 운행사양으로 구동 가능한 비접촉 전원시스템을 제안, 제작, 적용하여 실험을 행하였다.

표 2는 실제 제작하여 실험에 적용한 차세대 Stocker 시스템의 각 축에 대한 운행 사양을 나타내고 있다. 표 2에서 보듯이 차세대 Stocker 시스템의 크레인 주행축 구동 속도는 3[m/s]이며, 가속도는

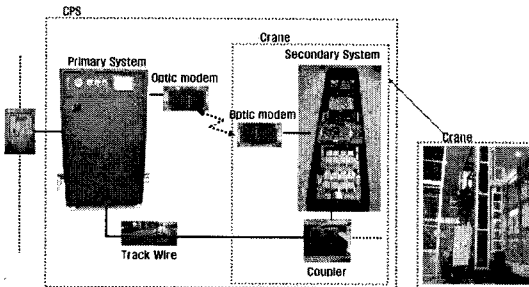


그림 10. 비접촉 전원 시스템의 실험 블록도  
Fig. 10. Experimental block diagram of CPS system



그림 12. Stocker 시스템의 크레인  
Fig. 12. Crane of Stocker system

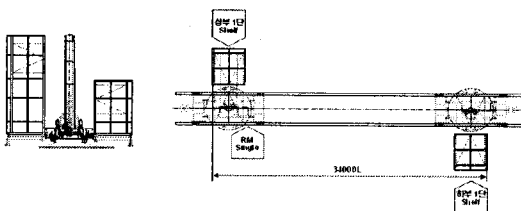


그림 11. Stocker 시스템의 레이아웃  
Fig. 11. Layout of Stocker system

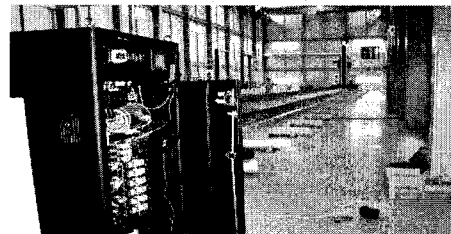


그림 13. Stocker 시스템의 운행 실험  
Fig. 13. Operation Experimentation of Stocker system

0.75[m/s<sup>2</sup>]로 구동하도록 하였다. 또한 크레인의 탁타입은 2개의 패턴으로 이루어진다. 운행 패턴 I 은 카세트를 하부 Shelf에서 상부 Shelf로 이송할 경우이고, 운행 패턴 II는 카세트를 상부 Shelf에서 하부 Shelf로 이송할 경우로 나눌 수 있다.

본 논문은 2개의 운행패턴에 대한 비접촉 전원 장치의 입/출력특성과 효율을 분석하였다.

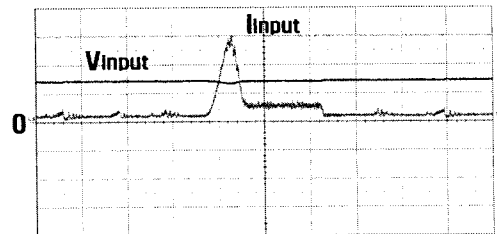
표 3은 Stoker 시스템의 크레인의 여러 운행패턴에 적용하기 위해 제작된 비접촉 전원 시스템의 주요 운전 조건을 보여주고 있다.

그림 14는 Stoker 시스템의 크레인이 운행패턴 I 로 구동되는 경우, 비접촉 전원 시스템의 입력전압 입력전류의 실측 파형을 보여주고 있다. 그림 14에서 보듯이 크레인의 최대 기동시 입력전류는 151.6[A]이고 입력전압은 263[V]로 최대 입력전력은 39.87[kW]가 됨을 알 수 있다. 이는 크레인이 최대 토오크에서도 전원이 안정되게 유지됨을 알 수 있다.

그림 15는 Stoker 시스템의 크레인이 운행패턴 I 로 구동되는 경우, 비접촉 전원 시스템의 출력전압, 출력전류의 실측 파형을 보여주고 있다. 그림 15에서 보듯이 크레인의 최대 기동시 출력전류는 104.1[A]이고, 출력전압은 289[V]로 최대 출력전력은 30.37[kW]가 됨을 알 수 있다. 이는 그림 4의 비접촉 전원 시스템의 정성적인 파형과 같은 특성임을 알 수 있고, 또한, 그림 14와 그림 15에서 보듯이 크레인이 운행패턴 I 로 운행시 비접촉 전원 시스템의 효율은 76[%] 정도가 됨을 알 수 있다.

표 3. 비접촉 전원 시스템의 운전 조건  
Table 3. Operation condition of CPS system

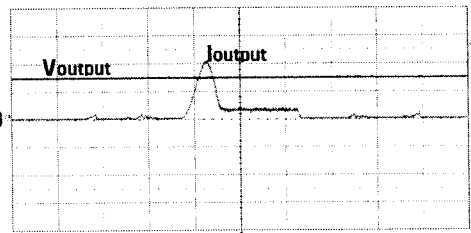
Item	Symbol	Value/Plant
boost 리액터	Lb	0.5[mH]
boost 스위치	Sb2	SEMIX553GB128DS 1,200[V],380[A]
파워트랙 공진리액터	Lr	53.4[μH]
1차측 공진 커패시터	Cs	1.65[μF]
2차측 공진 커패시터	Cp	16.45[μF]
Power Switches (IGBT)	S1~S4	SEMIX553GB128DS 1,200[V],380[A]
정류 다이오드	D1~D4	SKKD105F/12 (150[A], trr:0.5[μs])
Boost 주파수	$f_b$	20[kHz]
공진 주파수	$f_r$	16.95[kHz]
스위칭 주파수	$f_{sw}$	17.86[kHz]
파워트랙 길이	Track	34[m]
부하 용량	Power	35[kW]
출력 전압	Vco	300[Vdc]



200(V/div), 50(A/div), 5(s/div)

그림 14. 비접촉 전원 시스템의 입력전압, 전류 (운행패턴 I)

Fig. 14. Vin, Iin of CPS system(operating pattern I)



200(V/div), 50(A/div), 5(s/div)

그림 15. 비접촉 전원 시스템의 출력전압, 전류 (운행패턴 I)

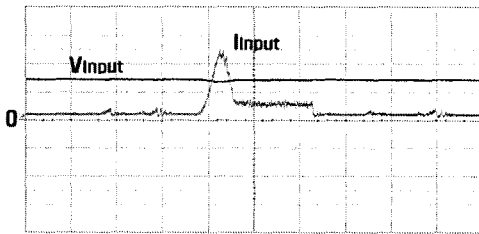
Fig. 15. Vout, Iout of CPS system (operating pattern I)

표 2. Stoker 시스템의 운행 사양  
Table 2. Operation specification of Stoker system

축	속도(m/min)	가속시간	감속시간	비고
X	180	4초	3초	
Z	6	4초	3.5초	(카세트 무)
	2			(카세트 유)
A	110	1.5초	1.5초	(카세트 무)
	50			(카세트 유)
T	36	3초	3초	

그림 16은 Stocker 시스템의 크레인이 운행패턴 II로 구동되는 경우, 비접촉 전원 시스템의 입력전압, 입력전류의 실측 파형을 보여주고 있다. 그림 16에서 보듯이 크레인의 최대 기동시 입력전류는 124[A]이고 입력전압은 266[V]로 최대 입력전력은 32.98[kW]가 됨을 알 수 있다.

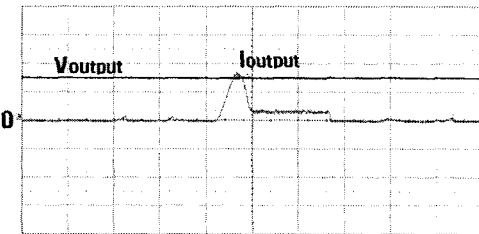
그림 17은 Stocker 시스템의 크레인이 운행패턴 II로 구동되는 경우, 비접촉 전원 시스템의 출력전압, 출력전류의 실측 파형을 보여주고 있다. 그림 17에서 보듯이 크레인의 최대 기동시 출력전류는 85.7[A]이고, 출력전압은 290[V]로 최대 출력전력은 24.85[kW]가 됨을 알 수 있다. 따라서 그림 16과 그림 17에서 보듯이 크레인이 운행패턴 II로 운행시 비접촉 전원 시스템의 효율은 75.35[%] 정도가 됨을 알 수 있다.



200(V/div), 50(A/div), 5(s/div)

그림 16. 비접촉 전원 시스템의 입력전압, 전류 (운행패턴 II)

Fig. 16. Vinut, Iinput of CPS system(operating pattern II)



200(V/div), 50(A/div), 5(s/div)

그림 17. 비접촉 전원 시스템의 출력전압, 전류 (운행패턴 II)

Fig. 17. Voutput, Ioutput of CPS system (operating pattern II)

그림 14, 15, 16, 17의 실험 파형에서 보듯이 카세트틀 옮기는 운행패턴을 볼 때 카세트틀 하단 shelf에서 상단 shelf로 이송하는 운행패턴 I이 운행 패턴 II보다 비접촉 전원 시스템의 출력이 높게 나타나는 특성을 보이며, 또한, 두 운행패턴에서 비접촉 전원 시스템이 안정적인 출력 특성을 나타내는 것을 알 수 있다.

## 5. 결 론

본 논문은 차세대 Stocker 시스템의 속도 증가에 대한 비접촉 전원 시스템을 제안하였고, Stocker 시스템을 부하로 선정하여 장거리 및 직선구간에 동작 가능한 비접촉 전원 시스템을 제작하여 부하(크레인)의 여러 운전 패턴에 따른 비접촉 전원 시스템의 실증시험과 입/출력 특성, 효율을 분석하였다.

그 결과, Stocker 시스템의 크레인이 운행패턴 I로 운행시 비접촉 전원 시스템의 효율은 76[%] 운행 패턴 II로 운행시 75.35[%]가 됨을 알 수 있었다. 이에 카세트틀 옮기는 운행패턴을 볼 때 카세트틀 하단 shelf에서 상단 shelf로 이송하는 운행패턴 I이 운행 패턴 II보다 비접촉 전원 시스템의 출력이 높게 나타나는 특성을 보이며, 또한, 두 운행패턴에서 비접촉 전원 시스템이 안정적인 출력 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다.

향후, Stocker 시스템의 크레인 운행 조건의 변화에 대한 운행 패턴별 비접촉 전원장치의 효율에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## References

- (1) 한국반도체 산업협회, "반도체장비 기술로드맵", 한국 반도체 디스플레이장비학회, 공청회 발표자료, 2005.
- (2) 강성룡, "2005 부품·소재로드맵 반도체·디스플레이 장비부품", 산업기술재단, pp.474-579, 2005. 12.
- (3) (주)신성이엔지, "LCD Fab에서의 자동만송 시스템", 월간 반도체, No. 195, pp.44-50, 2004. 5.
- (4) 황계호, 이영식, 전진용, 김호중, "비접촉 급전장치", 특허 등록번호 제10-0592433호, 2006. 6.
- (5) J. Meins, "Contactless Power Supply for Transport Systems", in Conf. Rec. of MAGLEV'98, pp.268-273, 1998.
- (6) 김중희, 황계호, "Stocker 시스템에 적용한 비접촉 전원 장치에 관한 연구", 한국조명·전기설비학회 논문지, Vol.21, No.1, pp.148-156, 2007. 1.



- [7] 황계호, 이영식, 문인호, 조상준, 이봉섭, 정도영, 김동희, “선형구동 시스템에 적용한 비접촉 전원장치에 관한 연구”, 대한전기학회 하계학술대회 논문집 B권, pp.1045-1047, 2006. 7.
- [8] 황계호, 이영식, 방덕제, 문인호, 남승식, 배영호, 김동희, “비접촉 전원장치에 적용한 직·병렬 공진형 DC/DC 컨버터의 특성해석”, 대한전기학회 하계학술대회 논문집 B권, pp.1425-1427, 2005. 7.

◇ 저자소개 ◇

**황계호 (黃啓鎬)**

1972년 4월 7일생. 1997년 강원대 삼척캠퍼스 공대 제어계측공학과 졸업. 1999년 영남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2007년 동대학원 전기공학과 졸업(박사). 2003년 9월~2008년 7월 (주)신성홀딩스 기술연구소 선임연구원. 2008년 8월~현재 (주)신성에프에이 기술연구소 선임연구원.

**김원곤 (金元坤)**

1975년 7월 5일생. 2003년 경남대 전자공학과 졸업. 2007년 부산대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2002년 6월~2005년 5월 한국전기연구원 메카트로닉스연구그룹 위촉연구원. 2005년 5월~2008년 7월 (주)신성홀딩스 기술연구소 선임연구원. 2008년 8월~현재 (주)신성에프에이 기술연구소 선임연구원.

**윤중보 (尹鍾普)**

1967년 9월 2일생. 1995년 부경대 공대 전자공학과 졸업. 1997년 부산대 대학원 전자공학과 졸업(석사). 2007년~현재 한양대 대학원 전기공학과 박사과정. 1997년 7월~2008년 7월 (주)신성홀딩스 기술연구소 책임연구원. 2008년 8월~현재 (주)신성에프에이 기술연구소 책임연구원.

**이봉섭 (李奉燮)**

1965년 9월 19일생. 1991년 영남대 전기공학과 졸업. 1993년 영남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 동대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 강원대학교 삼척캠퍼스 공학대학 전기제어공학부 교수.