

Stocker 시스템의 동작패턴에 대한 비접촉 전원장치의 특성에 관한 연구

(A Study on the Characteristic of Contactless Power Supply System for Operation Pattern of Stocker System)

황계호* · 이봉섭**

(Gye-Ho Hwang · Bong-Seob Lee)

Abstract

In this paper, material handing cleanroom stocker system for thin film solar cell line of photovoltaic industry and liquid crystal display line of flat panel display industry was selected for the study. Optimum solution for stocker system's CPS(Contactless Power Supply) is approached by changing the motion pattern, optimizing design & production, and analyzing characteristics of the power system. As a result, acceleration time of X-Axis changed from 3 sec to 4 sec, changed the input characteristic of CPS within approximately 11[kW]. This result shows that extending acceleration time of the X-Axis in Stocker Crane's motion pattern can reduce the capacity of the CPS, thus saving the manufacturing cost.

Key Words : Contactless Power Supply(CPS), Thin Film Solar Cell, LCD, Stocker System, Crane

1. 서 론

최근 고도의 산업성장과 인구증가에 따라 에너지 소비가 급증하고 이로 인해 배출되는 이산화탄소 등 온실가스의 증가는 인류의 미래를 위협하는 존재가 되고 있다. 이에 범지구적 차원의 대책이 논의되고 있는 실정이다. 이러한 차원에서 대체에너지를 이용한 설

비는 비교적 높은 초기투자의 장해요인에도 불구하고 화석에너지의 고갈문제와 환경문제에 대한 핵심 해결 방안이라는 점에서 미국, 일본 및 유럽 등의 선진각국은 정부 주도하에 대체 에너지에 대한 과감한 보급정책과 연구개발이 활발히 진행되고 있다. 따라서 솔라셀 시장의 확대에 따른 솔라셀 제조 장비에 대한 국산화 및 장비 개선에 대한 연구가 서서히 진행 되어지고 있다[1~6]. 최근 FPD(Flat Panel Display) 산업의 LCD(Liquid Crystal Display) 이송장비의 국산화의 기술력을 바탕으로 솔라셀 산업의 박막 제조라인의 클린룸에서 이송로봇, 이송장비에 적용 가능한 연구가 이루어지고 있다[7-8].

본 논문에서는 솔라셀 산업의 박막라인 및 FPD 산

* 주저자 : (주)신성에프에이 기술연구소 책임연구원

** 교신저자 : 강원대학교 제어계측공학과 교수

Tel : 031-788-9278, Fax : 031-788-9590

E-mail : hgyeho@shinsung.co.kr

접수일자 : 2011년 6월 17일

1차심사 : 2011년 6월 22일, 2차심사 : 2011년 8월 4일

심사완료 : 2011년 8월 22일

업의 LCD 라인의 클린룸에서 물류 이송 시스템으로 Stocker 시스템의 크레인 운전패턴에 따른 비접촉 전원장치(CPS, Contactless Power Supply)의 특성을 살펴보고 비접촉 전원장치의 최적 설계를 제안하고 생산수율의 증대와 에너지 절감을 위해 시제품에 대한 동작패턴에 따른 비접촉 전원장치의 특성과 최적화 방안을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 Stocker 시스템의 크레인[6]

그림 1은 Stocker 시스템 내의 카세트를 이송하기 위한 로봇인 크레인을 보여주고 있다. 본 논문에서의 카세트는 여러 장의 글라스 원판 또는 여러 장의 가공 패널 글라스를 한꺼번에 보관하는 케이스를 말한다. 그림 1에서 보듯이 카세트를 이송하기 위한 크레인의 구동축은 4축으로 주행축(X축), 승강축(Z축), 회전축(T축), 이재축(A축)으로 구성된다. 실제 제작되어진 Stocker 시스템의 사이즈는 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 위해 상부 1단 Shelf와 하부 1단 Shelf로만 구성하였고, 실제 크레인의 무게는 7.5톤이며 대응하중(카세트)은 500[kg]이다.

그림 2는 크레인의 동작패턴에 따른 정상적인 출력 전압, 출력전류파형을 보여주고 있다. 그림 2에서 보듯이 크레인이 운행 패턴에 따라 C구간에서 가장 큰 전력을 소모하게 되어 이 구간에서 비접촉 전원장치가 안정적으로 동작되도록 설계되어야 한다. A구간은 이재축(A축) 구동만하여 카세트를 Shelf에서 크레인에 안착시키고, B구간은 정지 상태로 크레인의 카세트 진동을 최소화하여 안정 상태를 유지하고, C구간은 주행축(X축), 회전축(T축), 승강축(Z축)이 동시에 구동되어 가장 많은 전력이 소모되고, 가/감속도와 속도에 의해 전력소모가 크게 좌우된다. D구간은 장거리인 경우 주행축(X축)이 최종으로 구동하여 등속으로 원하는 위치까지 이동하게 된다. E구간은 정지상태로 크레인의 카세트 진동을 최소화하여 안정 상태

를 유지하고, F구간은 이재축(A축) 구동만하여 카세트를 Shelf 위치에 안정되게 안착시킨다. G구간은 정지 상태로 크레인의 진동을 최소화하여 안정 상태를 유지하고 다음 명령을 기다리는 구간이다.

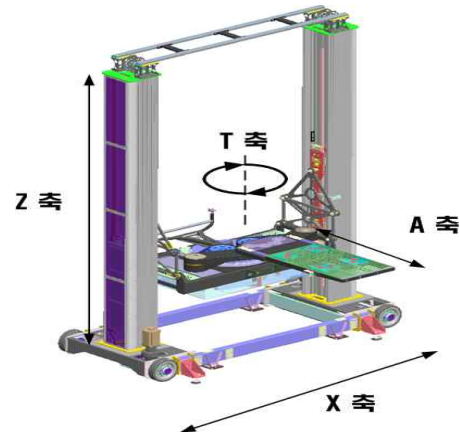


그림 1. Stocker 시스템의 크레인
Fig. 1. Crane of Stocker system

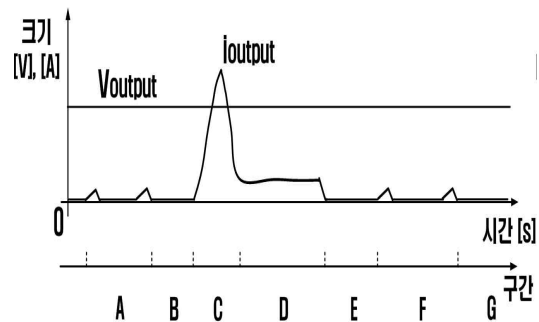


그림 2. Crane의 동작 패턴
Fig. 2. Operation pattern of crane

표 1. Crane의 운행 사양
Table 1. Operation specification of crane

축	속도 (m/min)	가속시간	감속시간	비 고
X	180	3~4초	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	

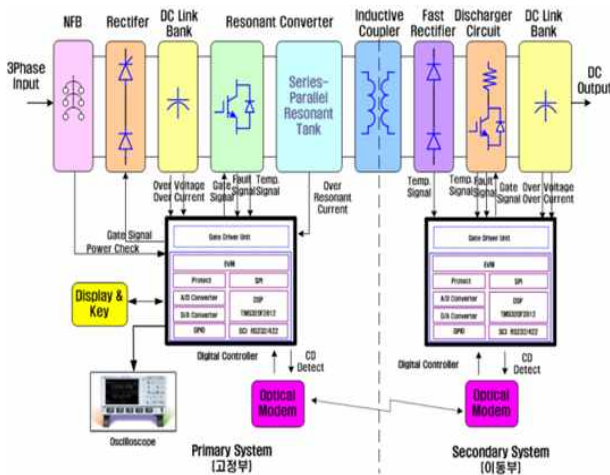


그림 3. 비접촉 전원장치의 블록도
Fig. 3. block diagram of CPS system

표 1은 실제 제작하여 실험에 적용한 Stocker 시스템의 크레인의 각 축에 대한 운행 사양을 나타내고 있다. 표 1에서 보듯이 Stocker 시스템의 크레인 주행축(X축) 구동 속도는 3[m/s]이며, 가속도는 0.75~1[m/s²]로 구동하도록 하였다. 또한 크레인의 택타임은 2개의 패턴으로 이루어진다. 운행패턴 I은 카세트를 하부 Shelf에서 상부 Shelf로 이송할 경우이고, 운행 패턴II는 카세트를 상부 Shelf에서 하부Shelf로 이송할 경우로 나눌 수 있다.

그림 3은 Stocker 시스템의 각 축에 대한 운행사양에 대한 최적 설계, 제작, 적용 되어진 비접촉 전원장치의 블록도를 보여주고 있다.

2.2 비접촉 전원장치의 특성평가

그림 4는 비접촉 전원장치를 적용한 Stocker 시스템의 운행 실험 사진을 보여주고 있다. 그림 4에서 보듯이 Stocker 시스템의 크레인을 표 1의 Stocker 시스템의 각축에 대한 운행사양으로 구동 가능한 비접촉 전원장치를 최적설계, 제작, 적용하여 실험을 행하였다. 표 2는 크레인의 여러 운행패턴에 적용하기 위해 최적 설계 제작된 비접촉 전원장치의 주요 실험 파라미터를 보여주고 있다.



그림 4. 운행실험
Fig. 4. Operation experiment

표 2. 비접촉 전원장치의 실험 파라미터
Table 2. Experimental parameter of CPS system

Item	Symbol	Value/Plant
입력 리액터	Li	0.5[mH]
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	SEMIX553GB128D S 1,200[V], 380[A]
정류 다이오드	D1 ~ D4	SKKD105F/12 (150[A], trr:0.5[μs])
공진 주파수	fr	16.95[kHz]
스위칭 주파수	fsw	17.86[kHz]
파워트랙 길이	Track	34[m]
부하 용량	Power	50[kW]
출력 전압	Vco	300[Vdc]

그림 5는 비접촉 전원장치의 실험 블록도를 보여주고 있다. 그림 5에서 보듯이 1차측 전원공급장치, 2차측 전원공급장치, Inductive Coupler 장치로 구성하였으며, 부하 변동에 따른 2차측 전원 공급장치의 출

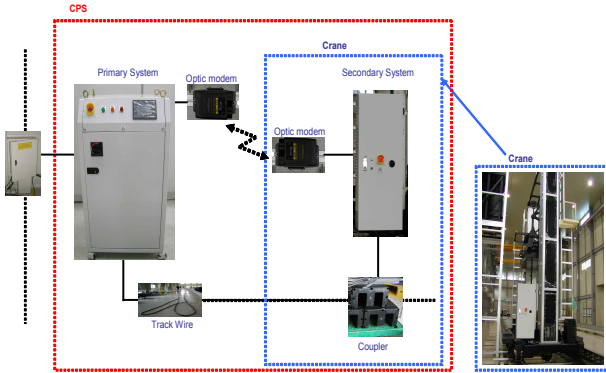


그림 5. 비접촉 전원장치의 실험 블록도
Fig. 5. Experimental diagram of CPS

력전압 변동은 2차측 전원공급장치의 광모뎀에 의해 1차측 전원공급장치로 전송되어 1차측 전원공급장치에서 듀티 제어 및 주파수 제어에 의해 1차측 트랙에 공진전류의 크기를 조정하여 2차측 전원공급장치의 출력전압이 제어되도록 구성하였다.

그림 6은 Stocker 시스템 크레인의 여러 운행 패턴으로 구동되는 경우, 주행축(X축) 가속시간 변화에 따른 비접촉 전원장치의 입력 전력 특성을 보여 주고 있다. 그림 6에서 보듯이 운행패턴 I, II 모두 크레인의 주행축(X축)에 대한 가속시간을 3초에서 4초로 변화하여 운행하면 비접촉 전원장치의 입력전력특성이 약 11[kW]의 변화가 됨을 알 수 있으며, 이는 가속시간이 길어지면 전체 택타임은 길어지는 특성을 가지나 비접촉 전원장치의 용량은 작게 제작할 수 있음을 알 수 있다.

그림 7은 Stocker 시스템 크레인의 여러 운행 패턴으로 구동되는 경우, 주행축(X축) 가속시간 변화에 따른 비접촉 전원장치의 출력 전력 특성을 보여 주고 있다. 그림 7에서 보듯이 운행패턴 I, II 모두 크레인의 주행축(X축)에 대한 가속시간을 3초에서 4초로 변화하여 운행하면 비접촉 전원장치의 출력전력특성이 운행패턴 I, II에서는 약 10[kW]와 8.5[kW]의 변화가 됨을 알 수 있으며, 이는 가속시간이 길어지면 전체 택타임은 길어지는 특성을 가지나 크레인이 필요로 하는 용량의 전원인 비접촉 전원장치의 용량은 1/4정도 작게 제작 가능함을 알 수 있다.

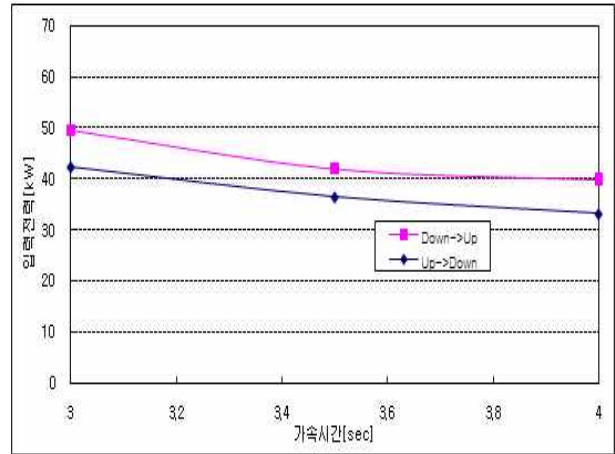


그림 6. 비접촉 전원장치의 입력전력특성
Fig. 6. Input power characteristic of CPS system

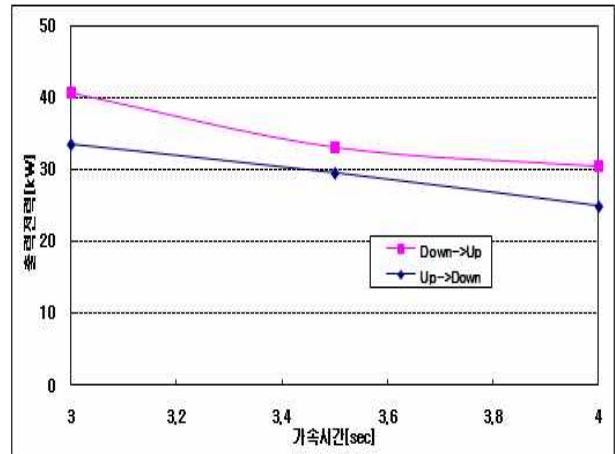


그림 7. 비접촉 전원장치의 출력전력특성
Fig. 7. Output power characteristic of CPS system

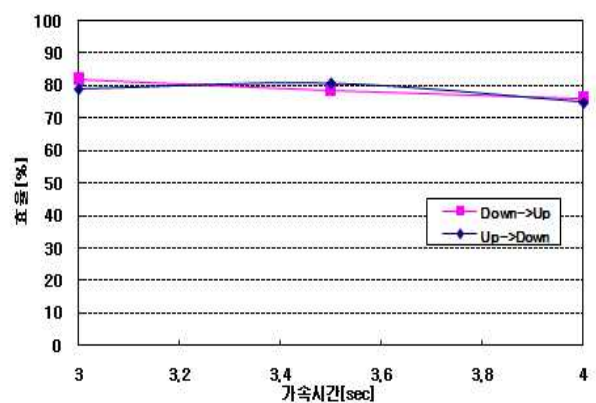


그림 8. 비접촉 전원장치의 효율특성
Fig. 8. Efficiency characteristic of CPS system

그림 8은 Stocker 시스템 크레인의 여러 운행 패턴으로 구동되는 경우, 주행축(X축) 가속시간 변화에 따른 비접촉 전원장치의 효율 특성을 보여 주고 있다. 그림 8에서 보듯이 운행패턴 I, II 모두 크레인의 주행축(X축)에 대한 가속시간을 3초에서 4초로 변화하여 운행하면 비접촉 전원장치의 입력 및 출력 특성에 의한 효율특성이 5.5[%]로 낮아지는 경향을 알 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 솔라셀 산업의 박막라인 및 FPD 산업의 LCD라인의 클린룸에서 물류 이송 시스템인 Stocker 시스템의 크레인 운전패턴에 따른 비접촉 전원장치를 최적설계 제작하여 비접촉 전원장치의 특성을 파악하였다. 그 결과, 크레인의 주행축(X축) 가속시간을 3초에서 4초로 변화함에 따라 11[kW] 이내에서 비접촉 전원장치 입력 변화가 나타나는 특성을 알 수 있었다. 따라서 크레인의 운행패턴에서 주행축(X축) 가속시간을 늘리면 비접촉 전원장치 용량을 감소하여 제작비용을 저감할 수 있고, 또한 크레인의 운행패턴을 주행축(X축) 후 다른 축을 운행하는 패턴도 살펴 볼 필요가 있으나 이는 전체 택타임이 길어지는 단점을 내포하고 있다.

향후, 크레인의 여러 운행패턴을 분석, 적용하여 비접촉 전원장치의 특성에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

References

- [1] 산업자원부, “신재생에너지 RD&D 전략 2030(태양광)”, 2007.
- [2] 강성룡, “2005 부품소재로드맵 반도체/디스플레이 장비 부품”, 산업기술재단, pp.474-579, 2005. 12.
- [3] 산업자원부, “건축환경을 고려한 BIPV용 태양전지모듈 및 제조기술개발”, 최종보고서, 2007.
- [4] 황계호, 김원곤, 윤영민, 윤종보, 문인호, “라미네이터 장비 및 그 방법” 특허출원번호 제10-2009-0072745, 2009. 8.
- [5] 황계호, 이영식, 전진용, 김호중, “비접촉 급전장치”, 특허 등록번호 제10-0592433호, 2006. 6.
- [6] 황계호, 김원곤, 윤종보, 이봉섭, “Stocker 시스템에 적용한 비접촉 전원시스템의 효율에 관한 연구”, 한국조명전기설비학회 논문지, Vol. 23, No. 1, pp69-77, 2009. 1.
- [7] 황계호, 이근선, 윤종보, 문인호, 이봉섭, “박막형 솔라셀 이송장비에 적합한 전원장치에 관한 연구”, 한국조명전기설비학회 추계학술대회 논문집, pp.232-233, 2010. 9.
- [8] 지식경제부, “솔라셀 제조 공정용 로봇 시스템 개발”, 기획보고서, 2010. 1.

◇ 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 책임연구원. 2010년 본학회 학술대회 발표상 수상.



이봉섭 (李奉燮)

1965년 9월 19일생. 1991년 영남대 전기공학과 졸업. 1993년 영남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 8월 동대학원 전기공학과 졸업(박사). 1996년 9월~현재 강원대학교 삼척캠퍼스 공학대학 제어계측공학과 교수. 현재 본학회 재무이사.