

Power Line Communication을 이용한 반도체 Plasma 장비 전력시스템 원격제어

이내일*, 김진환**

(주) 세메스 [차세대개발팀 1P/J*, 2P/J**]

The Electric Power System Remote Control Of Semiconductor Plasma Manufacturing Equipment Using Power Line Communication

NAE IL LEE*, JIN HWAN KIM**

SEMES CO. LTD [Next Generation Development 1P/J*, 2P/J**]

Abstract - This paper is the electric power system remote control of semiconductor plasma manufacturing equipment using PLC(power line communication). PLC is useful for economical data link but various problems and limitations are caused in using power lines for communications channel Develop of Semiconductor plasma manufacturing equipment and remote automation technologies of tool develops day after day and standards. Also, Remote electric power control and device module control by GUIRCS(Graphic User Interface Remote Control System) of tool are monitoring in real time.

(ADSL)과 유사하며, 통신 매개체가 전력선을 이용하여 적용하는 방식이다. 즉, 우리가 사용하는 상용전력은 60[Hz](50[Hz])의 저주파 성분으로 변환시켜 상용전력라인에 Coupler를 통하여 Modulation시켜 전송한 후 수신측에서 High Pass Filter를 적용하여 Demodulation시켜 원하는 Data를 복원시켜 사용하는 방식을 가리킨다. 크게 저속 원격 제어를 위하여 약 450[KHz]정도를 전송하여 제어하는 저속통신과 2~15[MHz]정도의 고주파 대역을 이용하여 Ethernet과 같은 대용량 고속통신의 두 가지 통신제어 방식이 현재 널리 이용되어지고 있다.

1. 서 론

반도체 장비 System에 전력 공급 및 배분을 통하여 효율적인 전력시스템 관리를 하는 System으로서 MPD(Main Power Distribution)를 대표적으로 꼽을 수 있다. 이러한 MPD는 전원 인입부, 분배부, 출력부 그리고 제어부로 구성되며, 반도체 장비의 H/W System Module 용량에 대하여 정격용량의 ELB, MCCB 등을 사용하여 전력 분산 제어를 하여 효율적인 전력 공급을 실현한다. 그러나 이와 같은 MPD를 반도체라인에서 전력 시스템으로 적용하여 장비유지 보수시 전력 차단을 위하여 원격리의 지하에 위치하고 있는 MPD로 엔지니어가 이동하여 수동제어를 통하여 전력을 차단하는 것이 현실이다. 이와 같은 제어방식은 급변하는 반도체시장에서의 유지보수 시간의 증대와 현재 설비에 전원이 공급되고 있는지에 대한 상태를 모니터링 할 수 없는 문제를 야기하며, 그에 따른 System의 파손 및 안전 사고 등의 문제를 초래할 수 있다. 본 논문에서는 상기의 문제점을 개선하기 위해서 반도체 장비 각각의 디바이스 모듈에 공급되는 전원을 경험적인 방법에 의존한 수동제어를 하지 않고, 전력선통신(Powerline Communication)과 GUIRCS(Graphic User Interface Remote Control System)를 통해 원격리에서도 실시간으로 원격제어가 가능하도록 구현하였다. 제안하는 방식에서의 제어를 위한 통신 System 구성은 수동 MPD에 구성되어 있는 전력선을 그대로 활용하여 기존의 수동제어방식의 MPD에서도 추가 구성없이 원격제어가 가능하도록 System을 구현하였으며, Robust 통신제어 알고리즘 구현으로 반도체 플라즈마장비(CVD, Etcher등)에서도 Noise의 영향에 대한 오류를 최소화 한다.

2. 본 론

2.1 전력선 통신의 개념 및 원리

전력선 통신(Power Line Communication, PLC)은 기존에 구성되어 있는 전력선을 통신 매체로 사용하는 방식으로 일반적으로 전기가 공급되는 상용화된 전력선을 활용하여 데이터를 송수신하는 디지털 데이터 통신기술을 의미한다.

전력선 통신은 기 포설된 전력시설을 활용하기 때문에 비용의 최소화 및 System 구축기간이 없거나 매우 짧아 새로운 통신망의 구축에 비하여 효율성이 극대화 된다. 또한 전력선 통신은 전세계 대부분의 산업현장 및 가정에 적용되어진 전력 장치(Plug, Power Cable등)를 통해 적용이 되므로, 기존의 특화된 통신 기술보다 사용자의 친숙도가 높다. 또한, 단일 인프라를 통한 제어뿐만 아니라 음성, 영상, 데이터 및 기타 서비스를 보다 용이하게 통합하여 System을 구축할 수 있으므로 통신, 전력 및 기타 부가서비스를 하나의 사업자로부터 일괄적으로 제공받으려 하는 소비자를 보다 효과적으로 공략할 수 있는 장점이 있다. 반면 한 정된 전력선을 이용한 통신선로의 문제는 제한된 전송능력으로 인하여 고용량 통신 제어 및 다중 통신시 통신 가능 거리에 대한 제약을 가지게 된다. 그리고 가변적이고 높은 감쇠현상, 가변 임피던스 레벨잡음, 주파수 선택적 페이딩 채널의 특성, 전력선 배치의 구조적 문제로 인한 System 및 Data 중가시의 신호처리 장애 또는 폭주시의 문제처리등의 보완이 필요하다는 단점이 있다.

전력선 통신의 원리는 구리선을 이용한 초고속데이터통신

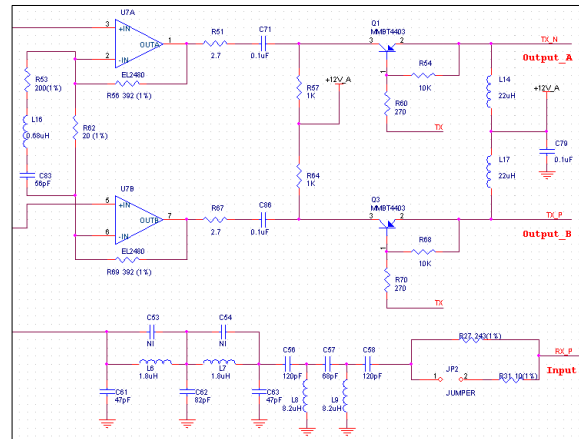


그림 1 본 논문에서 제안, 개발 적용된 PLC H/W 인출력 System Fig. 1 Development Circuit of PLC H/W In/Output System

전력선통신이 활용될 수 있는 분야로는 음성통신, 고속접속서비스, 홈 네트워크, 산업분야의 제어 및 자동화, 원격 검침 등이 있으며, 홈 네트워크나 공장제어 등 많은 분야에서 시범적인 적용을 이루고 있다. 그러나 아직 저속과 고속 전력선통신 기술은 시작 단계로 과부하에 의한 전파방해, 시시각각 변하는 채널 특성, 전기제품의 노이즈와 신호왜곡현상, 기존 무선주파수 대역과의 상충 등의 문제점들이 해결과제로 남아 있다.

2.2 전원분배장치 정의 및 사양

전원분배장치(MPD:Main Power Distribution)는 반도체 장비에서의 전력은 분산 제어를 통하여 효율적으로 관리하는 시스템을 가리킨다. 즉 기본적으로는 각 전력 분기회로마다의 스위치를 설치해 놓아 주 개폐기와 각 분기 회로의 보호 퓨즈, 배선 차단기 따위가 설치된 설비. 대개 전압계, 전력계, 역률 주파수 표시 장치가 부착되어 있는 전력분전설비부터 그것을 제어하는 시스템까지 개발사양과 범위가 매우 다양하다.

	General Power	Control Power	Remark
Input voltage power requirements	3 ϕ , 208VAC, 60Hz, 800A (3Wire + 1Ground)	3 ϕ , 208VAC, 60Hz, 75A, NCT (3Wire + 1Ground)	No Neutral
Loads supplied	Chiller Dry Pump Source G/N Bias G/N PM Loads (Turbo, Heating.)	EFEM Computer MFC DC P/W Controller	
MPD Control	DeviceNet DIO		Rockwell Automation
EMO Circuit & Interlock	Safety Relay, Main MCCB Handle, Door interlock, Switch		
Circuit protection	MCCB (Molded Case Circuit Breakers) ELB (Earth Leakage Breakers) MC (Magnetic Contactor)		
Connector Type	Ring Type Terminal		

표 1 반도체 장비에 적용되는 전원분배장치 사양 Table. 1 MPD(Main Power Distribution) Specifications

2.3 Main Power Distribution(MPD) 블록도

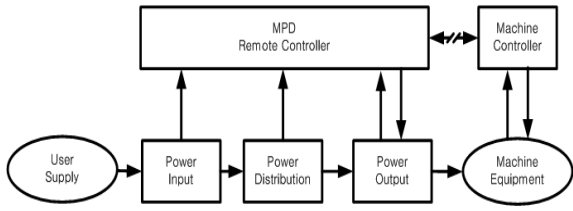


그림 2 전력 흐름 제어 블록도
Fig. 1 Power Line Control Block Diagram

2.4 PLC 원격 제어 블록도

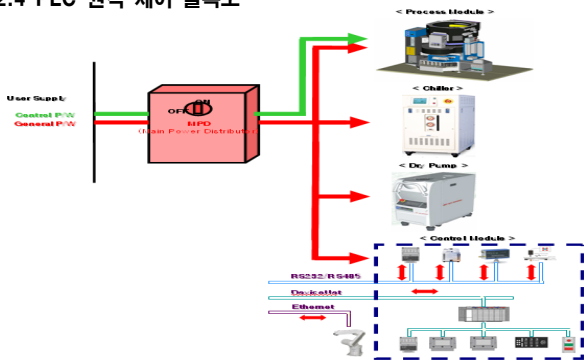


그림 3 기존의 전원분배 블록도
Fig. 2 Main Power Distribution Block Diagram

그림3과 같이 기존에 반도체 플라즈마 장비에서 각각의 디바이스 모듈에 공급되는 전원을 실제 사람이 원거리의 MPD설비로 이동하여 수동으로 차단기를 내려서 제어를 한다. 그러나 그림4와 같이 PLC(Power Line Communication)를 이용하여 반도체 장비를 구성하고 있는 각각의 디바이스 모듈에 들어가는 전원제어와 구동제어신호를 CTC(Cluster Tool Controller), TMC(Transfer Module Controller), PMC(Process Module Controller) 통합 콘트롤러에서 효율적으로 제어 및 관리를 하도록 System을 구현하였다.

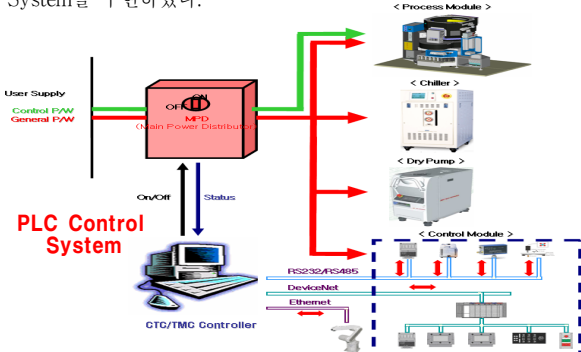


그림 4 제안한 PLC 원격 제어 블록도
Fig. 4 PLC Remote Control Block Diagram

2.5 MPD GUI Remote Control System

앞서 언급했듯이 GUIRCS는 Graphic User Interface Remote Control System으로서 기존 반도체 장비에서는 MPD를 제어하는 방식이 수동제어이었고, 상위 Controller와의 전력 Interface가 불가능한 구조를 가지고 있었다. 이에 본 논문에서는 기 설치된 반도체 장비에서도 전력제어를 원격으로 가능하게 하기 위하여 PLC를 적용 추가 전력 Line 구성없이 원격 Power제어를 구현하였으며, 그림 5와 같이 S/W를 통하여 GUIRCS를 구현, 반도체 플라즈마 장비의 전체 System 전력제어 및 모니터링 그리고 전력 System에 대한 자기진단 System을 독자적으로 구축하였다.

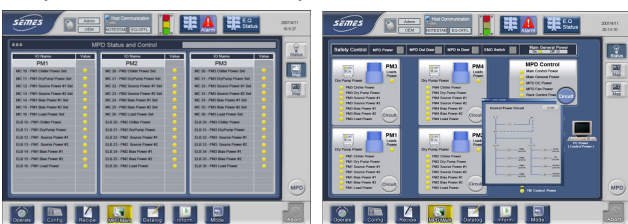


그림 5 본 논문 제안, 개발 적용된 MPD GUI 원격 제어 시스템
Fig. 5 Development S/W of MPD GUI Remote Control System



그림 6 본 논문 제안, 개발 설계 제작된 MPD System
Fig. 6 Inner & Outer Image of Real Development MPD System

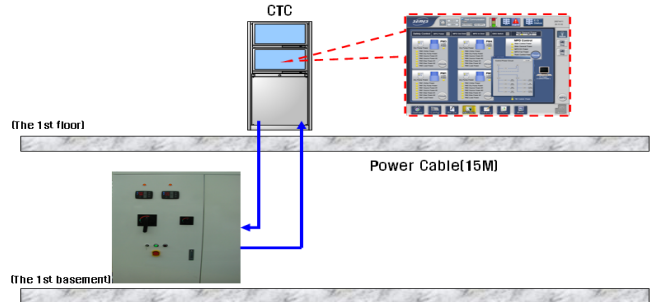


그림 7 실 Line System 설치시 MPD 설비 시설 구조
Fig. 7 MPD Device Facility Structure

3. 결 론

본 논문에서는 반도체 플라즈마 장비에 전원을 공급 및 분배하기 위해서 원거리에 위치한 MPD를 PLC를 이용하여 제어를 하기 위한 전력시스템 원격제어 기법으로서 별도의 통신망의 추가 없이 기존 전력선을 통신매체로 적용 시스템의 설치가 용이하며, 유지보수 및 경제적인 측면에서 장점을 가진다. 특히 자체 제작한 GUIRCS S/W 통합 System을 적용하여 실시간으로 전력시스템의 분산제어 및 모니터링이 가능하며, 지능화된 양방향 통신을 적용 제어 신뢰성을 확보할 수 있다. 또 전력원격제어를 통한 반도체 플라즈마 장비의 Robust Control 및 안전성 확보, 유지보수 시간 단축 등의 편의성을 증대시켜 H/W 경쟁력 확보할 수 있다. 결론적으로 제안된 시스템의 응용분야로는 반도체, 디스플레이, 자동차 등의 산업 전 분야에서 별도의 부가 통신망 구축 없이 System을 제어 적용할 수 있는 가능성을 열 수 있다.

그러나 외부 Plasma장비의 특성상 발생하는 외란인 Noise 문제에 대하여 효율적인 차단과 그에 대한 강인 제어 그리고 적용한 오류 방지기술(CSMA/AMP[Carrier Sense Multiple Access / Arbitration by Message Priority])에 대하여 지속적인 기술적 발전을 이루는 것이 좀 더 나은 결과를 위한 향후의 기술과제로 남는다.

본 논문은 (주)세메스의 지원에 의하여 차세대 개발팀내에서 수행된 연구 결과이며, 반도체 Plasma장비인 HDP-CVD, Etcher 장비에서 연구한 결과입니다. 지원을 아끼지 않은 (주)세메스 및 차세대개발팀 연구소 관계자들에게 감사드립니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 이내일 외 2명 "전력설비시스템을 위한 퍼지 평가함수와 신경회로망을 사용한 PID제어기의 자동동조" 照明.電氣設備學會誌 第13卷 第2號 pp63-70. 1999
- [2] Phil Sutterlin and Walter Downey, "A Power Line Communication Tutorial Challenges and Technologies", Echelon Corporation
- [3] 이창은 외 3명, "전력선 기반의 룬웁스 네트워크를 제공하는 홈 자동화 구성 관리 제어기 구조" 照明.電氣設備學會誌 第18卷 第2號 pp.37~44, 2004
- [4] H. Hrasnica, A. Haidine, R. Lehnert, "Broadband powerline communications network design", Wiley, Aug 4, 2004
- [5] Gotz, M, Rapp, M, Dostert, K, "Power line channel characteristics and their effect on Communication Magazine, Vol.42, pp. 78~86, April 2004.
- [6] L.T. Tang, P.L. So, E. Gunawan, Y. L. Guan, S. Chen, and T. T. Lie, "Characterization and Modeling of In-Building Power Lines for High-Speed Data Transmission", IEEE Trans. Power Delivery, VOL.18, No. 1, January 2003.