

반도체 장비용 공정제어기의 구조 및 기능

유 준, 김재형, 송태승, 장종태, 정기로*

충남대학교 전자공학과, *코닉 시스템(주)

1. 서 론

현재 우리나라의 반도체 산업은 메모리칩(memory chip) 제조 위주의 성격을 띠고 있고, 그에 소요되는 장비와 시설은 대부분 수입에 의존하고 있다. 몇년 전부터 반도체 장비의 국산화가 시도되어 왔으나, 아직은 외국의 기술에 비해 크게 낙후된 실정이고 핵심 구성품들의 조달 및 가공에 있어서도 아직 대외의존을 크게 벗어나지 못하고 있다. 장비의 제어분야에서도 자체기술이 확보되지 못한 채 미국, 캐나다 등의 반도체 장비제어용 범용 소프트웨어를 도입하여 응용하고 있는 실정이다. 반도체 장비의 제어 분야는 SEMI (Semiconductor Equipment and Materials International)에서 주도하는 표준화 동향에 맞추어 발전해 나가고 있으며, 이를 반영한 제품들이 속속 출시되고 있다.

현재 국내에서도 반도체 장비용 공정제어기의 개발에 관심이 고조되고 있는 시점에서, 본 고에서는 반도체 장비용 공정제어기가 갖추어야 될 구조와 기능을 상용 제품의 기술 검토를 통하여 정리해 보고 저자 연구실에서 수행되고 있는 연구 사례를 소개한다.

2. 반도체 공정장비 개요 [1, 2]

반도체 공정장비중에서도 가장 대표적인 박막(thin film) 공정용 장비들의 구성에 대해서 알아본다. 보통 그 역할에 따라 카세트 모듈, 운송모듈 그리고 한개 이상의 공정모듈로 구성된다.

2.1 카세트 모듈(Cassette Module)

웨이퍼(wafer)는 카세트라고 하는 전용 캐리어에 보통 25장 단위로 담겨져서 사람이나 AGV (Automated Guided

Vehicle)등에 의해 운반되고, 장비로 탑재된다. 장비와 외부 사이의 버퍼역할을 하는 이 모듈을 보통 카세트 모듈 혹은 로드록(loadlock)이라고 하는데, 장비가 항상 진공상태에서 운용되므로 카세트의 입출력시 장비전체를 대기압으로 만들지 않게 하기 위해서 필요하다. 보통 1개 혹은 2개의 카세트 모듈이 존재하며, 카세트가 탑재된 후에는 진공상태로 만들어져, 처리할 웨이퍼를 운송해 가거나 처리된 웨이퍼를 갖다 놓을 수 있도록 한다. 카세트의 원하는 슬롯(slot)을 운송위치로 이동시켜 주는 기능을 하는 것은 엘리베이터 장치가 담당하며, 보통 수직 방향의 운동을 한다.

2.2 운송모듈(Transport Module)

운송모듈은 보통 장비의 중심부에 위치하며 그 형태는 4각형에서 8각형까지 다양하다. 여기에 카세트 모듈과 공정모듈들이 방사형으로 접속이 되며, 운송모듈과 이에 접속되는 카세트 모듈, 공정모듈 사이에는 격리벨브가 있어 웨이퍼가 지나갈 때만 열린다. 운송모듈의 중앙에는 웨이퍼 핸들링 로봇이 있는데 보통 R, θ , Z 방향의 원통좌표계 운동을 하면서 웨이퍼를 집어 오거나 갖다 놓는다. 최근에는 생산성을 높이기 위해서 2개의 팔을 갖는 로봇이 주로 쓰이고 있다. 또 운송모듈과 카세트 모듈 사이에는 웨이퍼 정렬기나 웨이퍼 냉각기가 있어 웨이퍼의 방향과 편심을 보정해주며, 고온에서 처리된 웨이퍼를 카세트에 갖다 놓기 전에 냉각시키는 역할을 한다.

2.3 공정모듈(Process Module)

공정모듈은 웨이퍼상에 막을 증착(deposition)시키거나 식각(etching)하는 등의 화학공정이 일어나는 곳이다. 증착 혹은 식각되는 막의 종류나 그 형태, 속도 등을 결정하는 공정조건을 레시피(recipe)라고 하는데, 이 레시피에 의해 공정조

건을 제어해 주어야 한다. 공정조건에는 보통 반응가스들의 유량, 공정압력, 웨이퍼 혹은 주위의 온도, 플라즈마에 의한 반응일 경우 RF 전력, 그리고 공정시간 등이 포함되며 공정 및 장비의 종류에 따라 다양하다. 따라서 공정모듈은 이러한 공정조건을 조성해 줄 수 있는 가스, 압력, 온도, RF 시스템들과, 로봇이 웨이퍼를 집거나 놓을 수 있도록 해주는 웨이퍼 척(chuck) 및 웨이퍼의 위치조절 시스템으로 구성된다. 그림 1은 전형적인 공정모듈의 구성을 나타낸 그림이다.

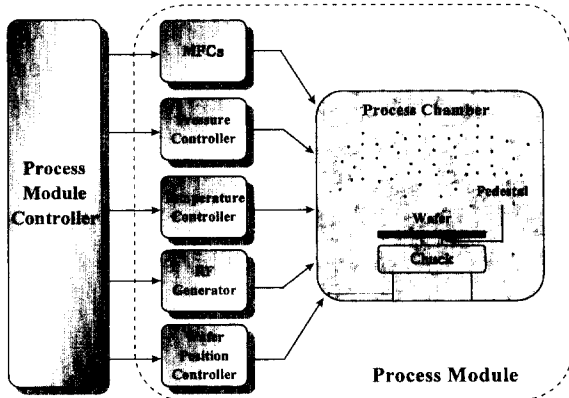


그림 1. 공정모듈의 기본 구조.

가스, 압력, 온도, RF등의 하위 시스템들은 전용의 상용화된 장치에 의해서 동작하며, 공정제어기는 여기에 원하는 설정치(setpoint)를 아날로그 전압 혹은 시리얼 명령으로 입력하고 현재값을 피드백 받는다. 공정제어기가 실제로 어떤 물리량을 피드백 제어하는 경우는 별로 없으며, 단순히 순차적으로 설정치를 주고 제어되고 있는 값을 모니터링하는 방식이다.

그림 2는 다양한 형태의 반도체 장비를 간략하게 위에서 본 그림으로 그려본 것이고, 이 중에서 2개의 카세트 모듈, 6면체 운송모듈, 그리고 4개의 공정모듈로 구성된 클러스터

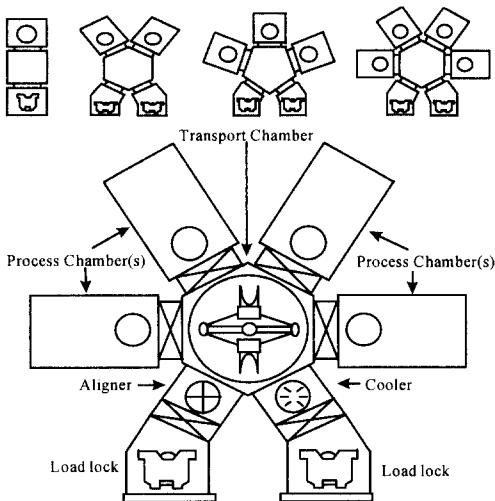


그림 2. 반도체 장비의 형태.

(cluster) 형태의 장비를 좀더 구체적으로 그린 것이다.

2.4 제어시스템

이러한 형태를 가진 장비의 제어시스템은 크게 세가지의 형태로 나눌 수 있는데, 하나는 1개의 제어기가 장비의 모든 모듈들을 제어하며 사용자 인터페이스까지 제공하는 독립형(stand-alone) 제어시스템이다. 둘째의 형태는 모듈들을 제어하는 하나의 제어기와 사용자 인터페이스를 제공하는 컴퓨터로 구성되는 형태이다. 마지막으로, 운송모듈과 카세트 모듈을 제어하는 운송모듈 제어기와 각각의 공정모듈에 할당된 공정모듈 제어기 그리고 이들을 통합제어하며 사용자 인터페이스를 제공하는 주제어기로 구성된 완전 분산제어 시스템이 있다. 다음 그림은 이 세가지의 형태를 나타낸 그림이다.

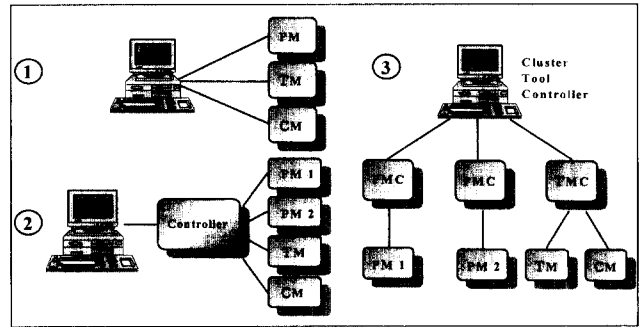


그림 3. 제어시스템의 형태.

첫째의 형태는 보통 카세트 모듈 1개, 운송모듈 1개, 공정모듈이 1개 혹은 2개인 간단한 형태의 장비에서 많이 사용된다. 둘째의 형태는 카세트 모듈 2개, 운송모듈 2개, 공정모듈이 2개 정도인 장비까지 제어할 수 있는 형태이다. 이 두가지의 경우 제어기는 카세트 모듈, 운송모듈, 공정모듈을 모두 제어해야 하기 때문에 많은 메모리와 I/O용량이 요구된다. 또 2개의 공정이 동시에 진행된다든지, 공정수행중 웨이퍼가 처리되는 동안 다음 웨이퍼를 운송할 준비를 한다든지, 다음 레시피를 작성한다든지 하는 등의 다중작업(multi-tasking)의 처리가 가능해야 한다. 세번째의 완전 분산제어 시스템은 공정모듈이 3개 이상인 복잡한 형태의 클러스터 장비에 적합하다.

3. 상용 공정제어기 기능분석 [3, 4]

반도체 장비용 공정제어기가 갖추어야 할 구성 요소와 세부 기능을 알아보기 위하여, 현재 반도체 제조 업계에서 사용중인 미국 소재 B社의 CLMC™(Cluster Module Controller)를 대상으로 H/W와 S/W의 구성과 기능에 대해 알아본다.

3.1 하드웨어

CLMC는 모듈 제어기로서 Motorola社의 32비트 프로세

서인 MC68030을 메인 보드에 탑재하고 있다. 또한 본체에 하드디스크와 플로피디스크를 내장하고 있으며, 사용자와의 인터페이스를 위한 터미널 포트를 제공한다.

장비내의 센서로부터 신호를 받아들이거나 구동기(actuator)에 구동명령(설정치)을 내려보내 주는 I/O 보드들은 사용 용도에 맞게 구성이 가능하도록 메인 보드에 슬롯 삽입식으로 되어있으며, 담당하는 신호의 종류에 따라 디지털형, 아날로그형, 기타로 구분된다. 그림 4는 CLMC의 H/W 구성요소를 보여주고 있다.

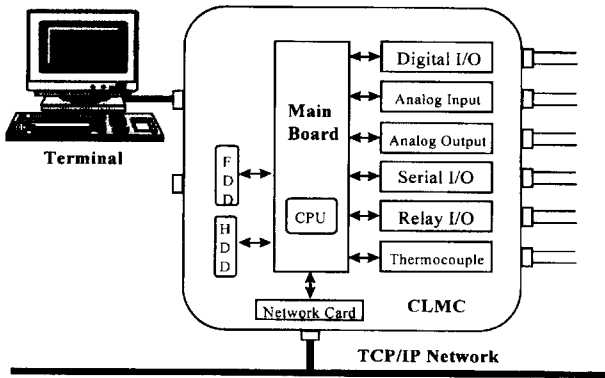


그림 4. CLMC의 H/W 구성도.

3.2 소프트웨어

CLMC의 S/W는 OS-9 실시간 운영체제와, 장비 제어 인터페이스(ECI : Equipment Control Interface), 그리고 공정 자동화 언어(PAL™ : Process Automation Language)로 구성되며 그밖에 SEMI통신 표준규격인 MESC(Modular Equipment Standards for Communication) 서비스 및 프로토콜을 포함한다[3]. 그림 5는 CLMC의 S/W 구성을 보여주고 있다.

CLMC는 자체 공정의 수행 및 외부 기기들과의 통신 요구를 정해진 시간 범위내에서 처리할 수 있도록 실시간 OS를 채택하고 있다. 채택된 OS-9은 모토롤라의 68000계열 프로세서에 적합한 운영체제로서 응용 프로그램이 동작하는 환경을 조성하고 작업일정 계획(scheduling) 등의 시스템

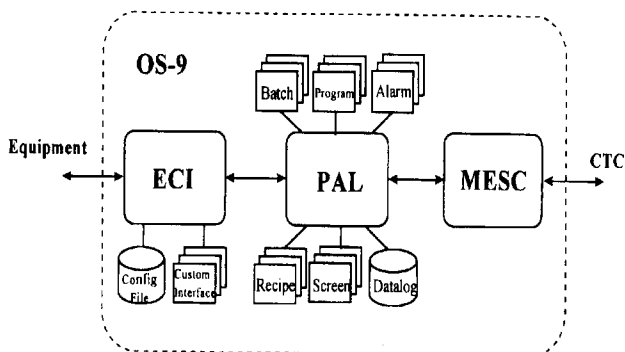


그림 5. CLMC의 S/W 구성도.

관리를 담당한다.

ECI는 PAL과 제어 대상과의 교량 역할을 하며 Configuration 화일과 Custom 인터페이스로 구성된다. Configuration 화일은 제어기에 연결되는 외부 기기의 다양한 I/O 접점들을 '채널(channel)'로써 정의하여 PAL이 이를 통해 외부 공정을 제어할 수 있도록 해준다. Custom 인터페이스는, 하위층의 안전 연동관계(safety interlock) 그리고 특별한 기기에 대한 직렬 인터페이스나 알고리즘 등과 같이, 특별한 인터페이스 기능을 추가하기 위한 응용 프로그램이다. 스텝 모터, 게이지(gauge), 로봇 등과 같은 직렬 인터페이스 기기들을 위한 RS-232 driver들이 바로 Custom 인터페이스에 해당하며 제작 회사의 엔지니어나 사용자에게 의해 만들어지는 별도의 프로그램이다.

I/O 접점들을 프로그램상에서 다루기 위하여 정의된 각각의 채널들은 ID번호와 이름, 단위, 입출력 방식 그리고 I/O 접점의 위치와 한계값 등을 갖으며 이러한 속성들은 Configuration 화일에서 정의된다. 채널의 종류로는 아날로그, 디지털, 시리얼등이 있으며 채널의 이름은 PAL 프로그램상에서 변수로서 취급된다. 특정 채널 변수에 값을 써넣는 것은 그 채널의 I/O 접점에 연결된 외부 기기에 설정값을 주는 것을 의미하며, 채널 변수의 값을 읽는 것은 외부 기기로부터 측정된 값을 읽는 것과 같다.

PAL은 특별히 공정제어를 위해 설계된 통합 패키지 프로그램으로서 공정프로그램의 작성(edit), 실행(run) 및 디버그(debug)뿐 아니라 공정상황의 화면표시(screen), 데이터기록(datalog), 레시피작성 그리고 프로그램과 사용자들의 계정을 관리할 수 있다. 이 모든 것들은 메뉴 방식으로 구현되며 공정프로그램, 레시피, 데이터기록 등을 최종적으로 묶어서 batch로써 실행 및 관리한다.

공정프로그램은 PAL 언어로써 작성되는데, 일반 프로그램에서의 프로시저(또는 함수)에 해당하는 시퀀스(sequence)는 사건-반응(event-action)문들로 이루어진다. 한 시퀀스는 다른 시퀀스를 호출하거나 동시에 실행시킬 수 있다. 사건-반응문은 일종의 조건문에 해당하며, 특정 채널변수가 조건을 만족하면 사건이 발생하여 그에 해당하는 반응이 수행된다. 반응은 주로 채널의 설정치를 변경시키거나 다른 시퀀스를 호출하며 스크린이나 레시피등을 조작하기도 한다.

4. 반도체 장비제어 관련 SEMI 표준 [5]

SEMI의 MESC위원회에서는 모듈화된 장비의 내부 통신 규약과 각 모듈간의 서비스 기능들을 표준화하였다. 이를 CTMC(Cluster Tool Module Communication)이라고 하는데 그 프로토콜 구조를 그림으로 나타내면 다음과 같다.

과거에는 RS232를 이용한 통신방식을 사용했으나, 데이터 전송속도 및 네트워크 구성상의 문제로 인해 요즘은

CTMC	
SECS II	
SECS I	HSMS
	TCP/IP
RS232C	Ethernet

그림 6. 장비내 통신프로토콜의 구조.

거의 쓰이지 않고, Ethernet을 이용한 모듈간 통신이 거의 표준으로 자리잡고 있다. 또 장비와 상위(host)컴퓨터간의 통신도 주제어기가 지원해야 할 기능의 하나인데, 이때에는 GEM(Generic Equipment Model) 표준을 사용한다. 장비와 호스트(host)간 통신프로토콜의 구성은 그림 7과 같다.

GEM
SECS II
SECS I
RS232C

그림 7. 장비-호스트간 통신 프로토콜 구조.

4.1 SECS I

SECS I(Semiconductor Equipment Communication Standards-I)은 원래 반도체 장비들과 호스트 컴퓨터 간의 메시지 교환에 필요한 물리적인 연결, 신호레벨, 자료 전송률과 같은 물리적이고 형식적인 문제들을 규정한 것이다. 이를 클러스터 장비 내부에서 모듈제어기와 주제어기간의 프로토콜로도 사용하였던 것이다. 전기적 결선은 EIA표준 RS-232C 직렬 연결방식을 사용하고 이때 한 문자는 1개의 시작비트, 8개의 데이터비트 그리고 1개의 정지비트로 표현된다. 통신의 방향선택 및 블럭단위의 메시지 전달순서를 규정한 블럭전송 프로토콜은 비동기적이며 양방향성이지만 한번에 한방향으로만 갈 수 있는 단일 쉐이크(shake)로 이루어 진다.

4.2 SECS II

SECS II(Semiconductor Equipment Communication Standards-II, SEMI E5)에서는 SECS I에서 장비와 호스트간에 교환되는 메시지의 의미와 형식이 구체적으로 정의 된다. 이들 메시지는 비슷한 기능들을 하는 스트림(stream)으로 분류되어 있고 각 스트림 내에는 펄션(function)이라고 하는 여러가지 구체적인 항목으로 나누어 진다. 스트림의 종류는 다음과 같다.

스트림 0: 대부분 에러 메시지

- 스트림 1: 장비의 상태
- 스트림 2: 장비의 제어 및 진단
- 스트림 3: 모니터링
- 스트림 4: 장비간의 재료 이동
- 스트림 5: 예외상황 보고
- 스트림 6: 데이터 수집
- 스트림 7: 공정프로그램 관리
- 스트림 8: 제어프로그램 전송
- 스트림 9: 시스템 오류
- 스트림 10: 터미널 서비스

4.3 HSMS

HSMS(High-speed SECS Message Service, SEMI E37)는 SECS I에 대응되는 것으로서 Ethernet상에서 메시지를 전송하는 방식을 규정한다. 보통 TCP/IP를 이용하며, 단일(E37.1) 혹은 다중세션(E37.2)을 지원한다.

4.4 CTMC

클러스터 장비내에서의 통신 및 서비스를 규정한 것으로서, 클라이언트-서버 방식을 이용한다. 서비스를 요구하는 측은 주로 주제어기이고 서비스를 제공하는 측은 모듈제어기들이다. 서비스는 다음과 같이 주서비스와 보조 서비스로 분류된다.

주 서비스 (Primary Services)

- 공정 서비스 (Processing Services)
- 이동 서비스 (Movement Services)
 - 운송 (Transfer)
 - 입출력 (I/O)
 - 교환 (Handoff)

보조 서비스 (Support Services)

- 레시피 서비스 (Recipe Services)
- 데이터 서비스 (Data Services)
- 경보 서비스 (Alarm Services)

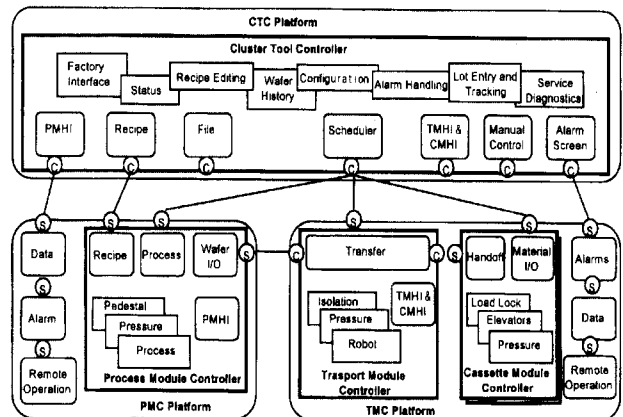


그림 8. 클러스터 서비스.

CTC, TMC, PMC로 구성된 제어시스템에서 각 제어기간의 서비스 연결은 그림 8과 같다.

4.5 GEM

GEM은 반도체 생산 자동화를 지원하기 위하여 장비의 동작 및 통신상의 공통점을 정의한 것으로서 SECS II를 이용한다. 장비제작업체는 GEM에서 사용하지 않은 SECS II기능을 추가로 제공할 수도 있다. GEM에서 정의한 서비스에는 다음과 같은 것들이 있다.

- 통신 (Communications)
- 제어 (Control)
- 스푼 (Spooling)
- 공정 프로그램 (Process Programs)
- 추적 보고 (Trace Reports)
- 공정 (Processing)
- 경보 (Alarms)
- 한계값 모니터링 (Limit Monitoring)
- 물류 (Material Movement)
- 터미널 서비스 (Terminal Services)

5. 사례 연구 및 향후 계획

반도체의 기본인 웨이퍼를 가공하고 그 안에 회로를 형성하는데에는 많은 복잡한 공정이 필요하다. 그중에 세가지 기본 동작이 웨이퍼 제조에 필수적으로 적용되며, 여기에는 여러 가지 물질의 박막을 웨이퍼 표면에 성장시키는 적층작업과 웨이퍼로부터 박막을 선택적으로 제거하는 패터닝작업, 선택적으로 제거된 부분에 도펀트(dopant)를 첨가하여 웨이퍼의 전기적 성질을 변화시키는 주입작업이 있다. 박막 제조 장비들은 일반적으로 3가지 형태의 작업을 수행한다. 즉 증착장치(CVD)는 반도체를 적층하는데 쓰이고 식각기(Etcher)는 패터를 만드는데 쓰이며 스퍼터(Sputter)는 웨이퍼에 금속박막과 절연체를 적층하는데 이용된다.

본 절에서는 저자가 속해 있는 연구실에서 수행중인 관련 과제[7]의 개요를 소개한다. 현재까지의 연구진행 상황은 공정제어기 개념 설계와 개발환경 조성 단계에 해당하는 것

표 1. 제어기의 I/O 용량.

구 분	채널수	규 격
A/D 변환	16	-10V~+10V 입력 12bit 분해능
D/A 변환	16	-10V~+10V 출력 12bit 분해능
디지털입력(DI)	16	5~24V 입력 "1"로 감지
디지털출력(DO)	16	밸브구동, switching(1Amp)
	16	릴레이 구동, switching up to 5Amp
직렬 통신	3	RS 232C/422 Compatible

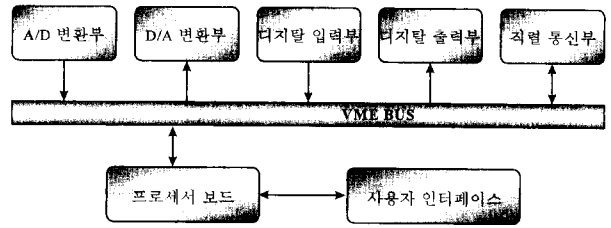


그림 9. 제어기 H/W의 구조.

으로 앞에서 열거한 박막제조 장비에 공히 적용될 수 있도록 이의 기능과 사양을 설정하였다.

5.1 H/W 구조 설정 및 기본 구성

박막제조 장비에 속해 있는 국부제어기 그룹과의 연결시 공정제어기에 필요한 I/O 채널 수, 채널 특성 등을 파악하고 (표 1 참조), 목표 시스템의 요구조건을 바탕으로 그림 9와 같이 제어기 H/W의 구조를 확립하였다. 그림에서 프로세서 보드는 온도, 압력, 가스유량, RF전력의 목표치를 D/A변환 모듈을 통해 국부제어기 그룹에 전달하고 다시 국부제어기 그룹으로부터 온도, 압력, 가스유량, RF전력의 결과치를 A/D변환 모듈을 통해 읽어 들여 사용자 인터페이스에게 알려준다. 또한 적외선 램프의 단선과 솔레노이드 밸브의 개폐 등을 디지털 입력(DI) 모듈과 디지털 출력(DO) 모듈을 통하여 검출하고 조절한다.

산업용 제어기 구현에 적합한 프로세서 보드와 입출력 모듈을 사용하여 시작품 H/W의 주요 부분을 사진 1과 같이 구축하였다. 채택된 VME 버스는 프로세서 보드와 다양한 I/O 모듈의 장착과 확장이 용이하고 전기적, 기계적으로 H/W의 신뢰성이 확인되어 최근 산업계에서 널리 쓰이고 있다. VME 버스에 장착된 MC68040 프로세서 보드는 데이터 처리 속도가 충분히 빠르고 실시간 OS 및 사용자 프로그램의 이식이 용이하며 외부와의 Ethernet 통신 기능을 갖추고 있다.

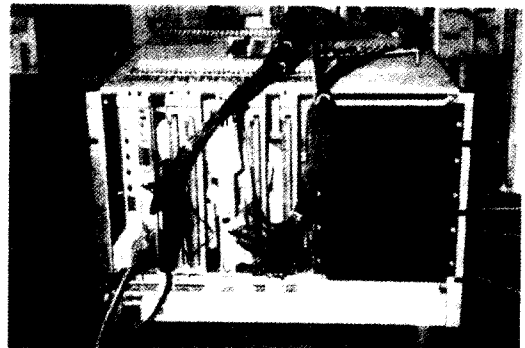


사진 1. 제어기 H/W의 전경.

5.2 S/W 구현 방안

공정 관리 및 제어 S/W에 부과된 기능별 요구조건은 대

개 다음과 같다.

- 온도, 압력, 가스유량 등의 공정제어 기능
 - 각종 밸브나 센서 등의 상태를 파악하게 해주는 공정 모니터링 기능
 - 공정변수를 변경하거나, 작업일정을 계획하고 긴급사태를 처리하는 공정관리 기능
 - 다른 공정제어기 또는 상위 컴퓨터와의 통신 기능
- 위와 같은 요구조건을 충족시키기 위해 제어기 S/W는 다음과 같은 특성을 갖도록 하였다.
- GUI(Graphic User Interface)의 구축을 통해 공정 정보를 효율적으로 표시하고, 전체 공정을 일괄적으로 관리한다.
 - 실시간 OS를 도입하여 공정중 동시 발생적 인 작업들을 스케줄링하고 이 일정(순서 및 시간)에 맞추어 공정제어 및 입출력 기능이 수행되도록 한다.
 - TCP/IP 통신망 프로토콜을 기본으로 서로 다른 응용 프로그램간의 메시지 전달이 이루어지도록 한다.
- 따라서 제어기 S/W의 구조는 그림 10에 도시한 바와 같이 공정관리 및 감시부와 공정제어 실행부로 구분하고 두 부분이 Ethernet 통신으로 연결되도록 하였다. 사용자에게 그래픽 공정화면을 제공하는 워크스테이션과 제어기 H/W에 실시간 O/S, VxWorks[8]를 탑재하여 운영하여 봄으로써 향후 공정제어 및 감시 S/W 개발을 위한 실험환경을 사진 2와 같이 확충하였다. 워크스테이션 상에서 GUI 개발도구로는 X-Windows와 Builder Accessory[9]가 있다. 워

크스테이션과 VME 시스템 간의 Ethernet 통신을 위해서는 TCP/IP 프로토콜에 입각한 Network programming[10]이 필요하며 입출력 채널의 성격 및 물리적 연결을 규정하기 위해 Configuration 화일의 작성이 요구된다.

5.3 향후 계획

반도체 장비용 공정제어기를 개발하기 위해서는 개념설계로부터 시작품 설계 및 제작, 실용화 연구에 이르는 일련의 단계를 거쳐야 될 필요가 있다. 본 사례 연구에서는, 초기개발 단계로서, 증착장치, 식각기, 스퍼터와 같은 박막제조 장비를 대상으로 범용성과 표준화를 갖춘 공정제어기의 시작품을 설계하였고(세부 기능 파악, 구조 및 사양 설정), 제어기 H/W의 주요 부분을 구성하였으며, 향후 제어기 S/W 개발을 위한 실험 환경을 조성하였다.

후속 연구과제로는 공정관리 및 감시 S/W 개발, 실시간 공정제어 실행 프로그램 개발, 공정 시뮬레이터를 이용한 제어기 동작시험 등을 들 수 있으며, 축적된 연구 성과를 바탕으로 반도체 장비의 제어 및 자동화에 관한 원천기술의 확보가 가능해 질 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] ETRI, R&D용 고성능 LPCVD 장비 개발, 과기처 특 정연구 개발사업 최종보고서, 1986.
- [2] ETRI, 반도체장비 개발 및 공정 DB 확립, 과기처 특 정연구 개발사업 최종보고서, 1987.
- [3] Techware System Corporation, Control Vision Software Reference Manual, 1993.
- [4] Techware System Corporation, TC-III Hardware Reference Manual, 1993.
- [5] SEMI International Standard, Equipment Automation/Software & Hardware, 1995.
- [6] 염봉진 외 5명, 반도체 공정의 생산 및 공정관리 시스템 개발, 과기처 특정연구 개발사업 최종 보고서, 한국 과학기술원, 1995. 5
- [7] 유 준 외 8명, 반도체 장비용 공정제어기 설계, 충남 대학교 공과대학 국책사업 과제 년차보고서, 1996. 3.
- [8] 아라전자, VxWorks Real-Time Operation System, 1994.
- [9] Integrated Computer Solutions Inc., The Builder Accessory User's Guide, 1994.
- [10] Prentice Hall, Internetworking with TCP/IP, 1995.

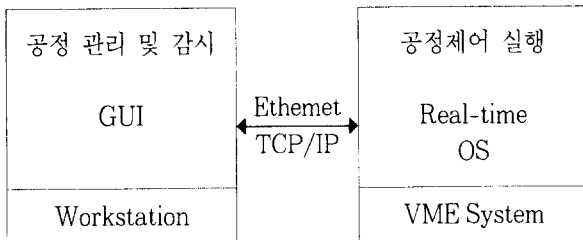
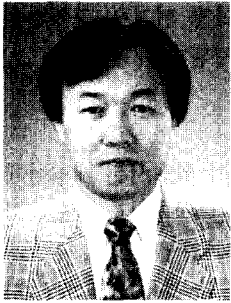


그림 10. 제어기 S/W의 구조.



사진 2. S/W개발 환경.

저 자 소 개



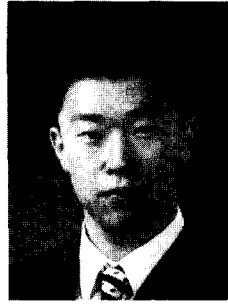
유 준

1956년 3월 22일생
1978년 2월 서울대학교 전자공학과
(학사)
1984년 8월 한국과학기술원 전기 및
전자공학과(박사)
1984년 10월~현재 충남대학교 전자공
학과 교수

1989년 2월~1990년 2월 미국 미쉬건 주립대학 전기공학과 방
문교수

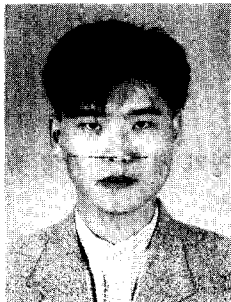
1994년 12월~1995년 2월 독일 Fraunhofer IPA 연구소 방문
교수

주관심분야는 제어계측 공학, 산업공정예의 제어응용 등임
(305-764) 대전광역시 유성구 궁동 220
TEL. 042) 821-5669, /FAX. 042) 823-5436.



김 재 형

1972년 8월 5일생
1995년 2월 충남대학교 전자공학과(학사)
1997년 2월 충남대학교 전자공학과 통신
및 제어전공(석사)
주관심분야는 로보틱스, 화상처리 등임
(305-764) 대전광역시 유성구 궁동 220
TEL. 042) 825-3991
FAX. 042) 823-5436.



송 태 승

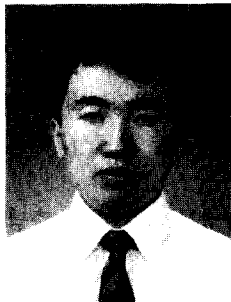
1974년 6월 16일생
1997년 2월 충남대학교 전자공학과(학
사)
1997년 3월~현재 충남대학교 전자공
학과 통신 및 제어전공(석사)
주관심분야는 반도체공정제어, 분산제
어시스템 등임

(305-764) 대전광역시 유성구 궁동 220
TEL. 042) 825-3991 /FAX. 042) 823-5436.



장 종 태

1974년 6월 2일생
1997년 2월 충남대학교 전자공학과(학사)
1997년 3월~현재 충남대학교 전자공학과
통신 및 제어전공(석사)
주관심분야는 반도체공정제어 등임
(305-764) 대전광역시 유성구 궁동 220
TEL. 042) 825-3991
FAX. 042) 823-5436.



정 기 로

1963년 5월 27일생
1986년 2월 서울대학교 제어계측공학
과(학사)
1986년 1월~1994년 10월 한국전자동
신연구소 연구원
1994년 10월~현재 코닉시스템(주)
운영

주관심분야는 반도체공정제어 등임
(363-810) 충북 청원군 남이면 척북리 128-2
TEL. 0431) 69-4895 /FAX. 0431) 69-4898.