(2) 시스템 운영에 관한 요구특성

- 단위공정의 엔지니어(engineer)와 오퍼레이터(operator)는 run sheet로 모든 공정을 follow-up 할 수 있어야 한다.

- Run sheet에 기록된 모든 스텝(step)은 생략되어서는 안되며, 반드시 차례대로 처리되어야 한다.

- 공정에 투입된 run sheet는 해당 공정설계자외는 수정할 수 없어야 한다.

- 공정설계자가 run sheet 상에서 요청한 측정항목은 반드시 오퍼레이터가 측정후 측정데이타를 기록하지 않으면 다음 스텝을 진행할 수 없도록 한다.

- 공정설계자가 run sheet에 요청한 공정설계자 호출(call)에 대해서는 반드시 공정설계자의 승인을 얻은 후 다음 스텝을 진행할 수 있도록 한다.

(3) 기타 요구특성

정보관리시스템은 반도체 제조공정에 관련된 사용자들을 아래와 같은 사용자 그룹으로 분류, 각 사용자 그룹별로 고유업무를 부여한다.[3]

- Fab 관리자 : 웨이퍼 fab의 총괄 관리을 담당한다
- 공정설계자 : 웨이퍼 제조공정의 설계을 담당한다.
- 엔지니어 : 단위공정의 운영과 관리를 담당한다
- 오퍼레이터 : 각 단위공정의 공정처리를 담당한다
- 시스템 관리자 : 정보관리시스템 자체의 유지 및 관리를 담당한다.

3. 정보관리 시스템 하드웨어

정보관리 시스템은 1대의 호스트 컴퓨터(host computer)와 4대의 work center용 셀 컴퓨터(cell computer)을 근거리 통신망(LAN)을 이용하여 분산처리 시스템(distributed system)으로 구성하였다. 이런 분산처리 시스템 구조는 한 work center의 셀 컴퓨터에 장애 발생시 다른 셀 컴퓨터의 공정수행에 미치는 영향을 최소화하여 시스템 신뢰성을 향상시키고, fab의 확장이나 공정라인 변경등에 대한 시스템의 유연성을 가질수 있다.[3]

사용자용 단말기로는 단순 CRT가 아닌 PC/XT (MS-DOS)을 셀 컴퓨터와 RS-232로 연결, 셀 컴퓨터의 에뮤레이터(emulater)로 동작하게 구성하여 추후 본 정보관리시스템을 반도체 제조공정의 완전 자동화 시스템으로 전환시 station controller로 활용할 수 있도록 하였다.(그림 1 참조)

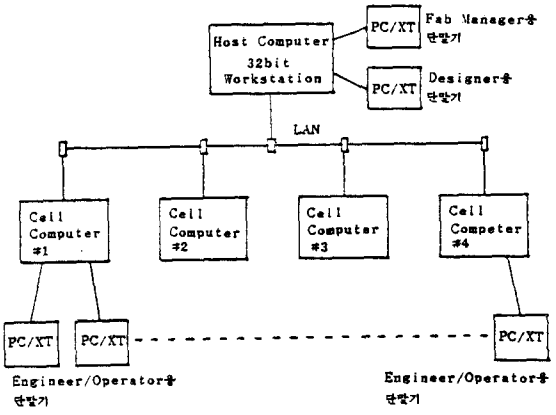

그림 1. 하드웨어 구성도
(Fig.1 Hardware block diagram)

3.1 호스트 컴퓨터

호스트 컴퓨터는 정보관리시스템의 전체 운영을 관리하는 컴퓨터로 32bit workstation(CPU 80386)을 사용한다. 호스트 컴퓨터는 각 work center의 셀 컴퓨터와 Ethernet으로 접속되어 있다. 호스트 컴퓨터는 run sheet의 작성, 작성된 run sheet의 각 스텝을 해당 단위공정을 수행하는 work center의 셀 컴퓨터로 분배하며, 각 셀 컴퓨터의 run sheet 처리제어, 공정수행이 완료된 run sheet의 공정데이타 및 측정데이타를 셀 컴퓨터로 부터 전송받아 통계,분석하여 이를 사용자에게 제공한다. 또 호스트 컴퓨터는 fab 현황정보관리, fab 환경정보관리, 재료관리 및 정보관리 시스템 운용에 필요한 시스템 데이타 관리 기능을 수행한다.

3.2 셀 컴퓨터

셀 컴퓨터는 반도체 fab의 단위공정중 상호 관련있는 공정들을 하나의 그룹으로 구성한 work center(표 1 참조)의[6] 공정관리와 운영을 담당하는 컴퓨터로 32bit workstation(CPU 80386)을 사용한다. 셀 컴퓨터는

호스트 컴퓨터로 부터 해당 work center관련 공정지시 정보를 받아 단위공정을 수행하고 공정수행 후 공정데이타, 측정데이타를 수집 데이타베이스에 보관 및 호스트 컴퓨터가 요구시 전송한다. 셀 컴퓨터는 해당 work center에 관련된 run sheet관리, recipe관리, process spec관리, log sheet 관리기능을 수행한다.

표 1. Work center 구성
(Table.1 Classification of work center)

구 분	공정분야	공 정 내 용
Work Center#1	Lithography	P/R processing Baking/CD check P/R Thickness measuremont
Work Center#2	Dry Etching	Etching(Dry & Wet) PR strip Final C/D check Residue layer thickness measurement
Work Center#3	Thin Film	Sputtering Electrical test
Work Center#4	Diffusion /Oxidation	Wafer inspection Start oxidation Oxide nitride,poly, vapor deposition Strip,doping,annealing Implantation

4. 정보관리시스템 소프트 웨어

정보관리시스템의 소프트웨어는 컴퓨터 자체 소프트웨어인 시스템 소프트웨어와 웨이퍼 가공공정 정보을 관리하는 정보관리 소프트웨어로 구성되어 있다.

(1) 시스템 소프트웨어

정보관리시스템의 운영체제는 UNIX system V /386을 채택하여 멀티 태스킹(multi-tasking), 멀티 유저(multi-user) 기능을 제공한다. 정보관리시스템 운영용 데이타베이스 관리시스템은 관계형 데이타베이스 관리시스템인 Informix-SQL을 사용하며, 구현 언어로는 고급언어인 C 언어와 제 4세대 언어인 Informix-4GL을 사용 프로그램 개발의 효율성을 높였다.

(2) 정보관리 소프트웨어

정보관리 소프트웨어는 공정정보 관리을 실제 수행하는 소프트웨어로 시스템 모니터(system monitor)모듈외 11개의 모듈로 구성되어 있다.(그림 2 참조)[2]

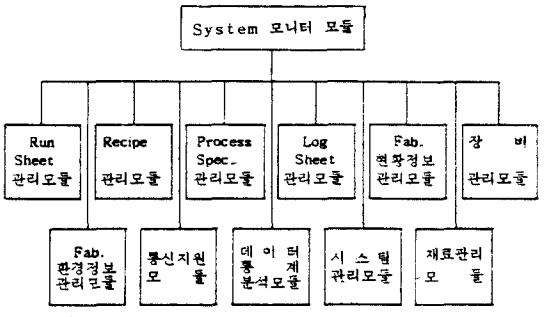

그림 2. 정보관리 소프트웨어의 구성도
(Fig.2 Block diagram of information processing system)

1) 데이타베이스 구성

정보관리 소프트웨어의 데이타베이스 구성은 호스트 컴퓨터와 각 셀 컴퓨터가 독립적인 데이타베이스을 가지고 있다. 호스트 컴퓨터의 데이타베이스에는 정보관리 시스템의 전체 데이타를 가지며, 각 work center용 셀 컴퓨터의 데이타베이스는 해당 work center의 단위공정에 관련된 데이타만을 가지게 된다.(그림 3 참조)

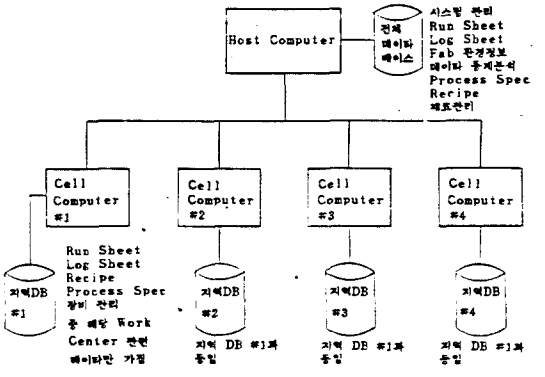

그림 3. 데이타베이스 구성도
(Fig.3 Database configuration)

이와같은 데이타베이스 구성은 각 work center에 관련된 정보는 해당 셀 컴퓨터에 보유하게 되어 공정수행시 데이타베이스 엑세스(access) 시간과 데이타 조작(manipulation) 시간을 줄이고, 특정 work center용 셀 컴퓨터에 장애 발생시에도 전체 시스템

운용에 미치는 영향을 최소화 할 수가 있다. 호스트 컴퓨터의 데이타베이스는 각 셀 컴퓨터에서 한 단위공정을 수행한 직후, 결과 데이타를 항상 갱신(update)한 전체 데이타를 가지고 있기 때문에 시스템의 신뢰성과 안전성을 향상 시킬수 있다.

2). 시스템 모니터 모듈

시스템 모니터 모듈은 정보관리 소프트웨어의 주 모듈로 사용자그룹 모드(mode) 선택과 각 사용자의 login id관리, 각 사용자그룹별 시스템 사용범위 통제, 공정수행이 완료된 run sheet과 log sheet 데이타중 일정 기간이 경과한 데이타의 보관(back-up)과 삭제등의 기능을 수행한다.

3) Run sheet관리 모듈

Run sheet은 생산할 반도체 소자의 종류에 따라 공정수행 순서와 공정명등 공정방법을 규정하는 것으로 run sheet에는 각 스텝별 공정명, 공정조건, 사용 recipe, 참조 process spec, 측정항목, 측정방법 등의 지정과 공정수행 후의 공정데이타 및 측정데이타를 기록한다.

Run sheet은 공정설계자가 작성하여 fab 관리자의 공정투입 승인을 얻은 후 사용하게 된다. 엔지니어나 오퍼레이터는 공정투입이 승인된 run sheet의 공정사양을 참조하여 단위공정을 수행하고, 그 공정수행이 끝난후 공정데이타을 입력한다. 또 해당 스텝에 측정항목이 지정되어 있는 경우 오퍼레이터는 측정을 실시하고, 측정데이타를 입력해야만 한 스텝의 공정수행이 완료된다.

Run sheet관리 모듈은 다음과 같은 기능을 포함한다.

- 새로운 run sheet 작성기능
- 작성된 run sheet 수정기능
- 작성된 run sheet의 승인요청과 승인기능
- 특정 run sheet 검색기능
- 공정데이타 및 측정데이타 입력기능
- 불필요한 run sheet 삭제기능

4) Recipe관리 모듈

Recipe는 각 단위공정에서 특정공정 수행시 공정장비나 측정장비의 공정조건을 규정해 놓은 일종의 프로그램이다. Recipe는 단위공정의 담당 엔지니어가 공정장비별로 필요한 recipe을 작성하여 fab 관리자의 승인을 받은 후 사용하게 된다. 공정설계자는 run sheet 작성시 각 스텝 공정수행에 사용할 recipe를 지정하며, 오퍼레이터는 해당 공정수행시 지정된 recipe를 사용하여 공정을 수행한다. Recipe관리 모듈은 다음과 같은 기능을 포함한다.

- 새로운 recipe 작성기능
- 작성된 recipe 수정기능
- 작성된 recipe의 승인요청과 승인기능
- 특정 recipe 검색기능
- 불필요한 recipe 삭제기능

5) Process spec관리 모듈

Process spec은 각 단위공정의 공정장비와 측정장비로 공정수행시 공정수행 방법에 대해서 전반적으로 기술해 놓은 일종의 공정수행 지침서 이다. Process spec은 각 단위공정의 담당 엔지니어가 작성하여 fab 관리자의 승인을 받은 후 사용하게 된다. 공정설계자는 run sheet 작성시 각 스텝의 공정수행시 필요한 process spec을 지정하며, 오퍼레이터는 해당 공정을 수행시 필요한 경우 참조하여 공정을 수행한다. Process spec관리 모듈은 다음과 같은 기능을 포함한다.

- 새로운 process spec 작성기능
- 작성된 process spec 수정기능
- 작성된 process spec의 승인요청과 승인기능
- 특정 process spec 검색기능
- 불필요한 process spec 삭제기능

6) Log sheet관리 모듈

Log sheet은 각 단위공정 수행시 사용하는 공정장비나 측정장비의 장비상태와 수행결과 데이타를 관리하는 것으로 각 장비별로 일정하게 정해진 양식을 사용한다. Log sheet관리는 지정된 양식에 오퍼레이터가 필요한 데이타를 입력하며, 입력된 데이타들을 사용자가 요구시 제공하게 된다. Log sheet관리 모듈은 다음과 같은 기능을 포함한다.

- Log sheet 양식 작성기능
- Log sheet에 데이타 입력기능
- 입력된 log sheet 데이타 수정기능
- 특정 log sheet 검색기능
- 불필요한 log sheet 삭제기능

7) Fab 현황정보관리 모듈

Fab 현황정보관리 모듈은 fab의 공정진행 상태, 장비 운영상태 그리고 fab 환경상태(온도, 습도, 청정도, 탈이온수 저항)에 관한 정보를 제공하는 모듈이다. Fab 현황정보는 run sheet관리 모듈, 장비관리 모듈, fab 환경관리 모듈에서 처리된 데이타중 필요한 정보를 추출하여 제공한다. Fab 현황정보 관리 모듈은 다음의 정보를 제공한다.

- Lot 현황
  .Status별 lot 현황
  .공정설계자별 lot 현황
  .Product별 lot 현황
  .특정 lot의 공정진행 현황
  .특정 lot의 공정수행 결과

- 장비현황
  .전체 장비 상태(정상, 고장, 예비보수중)
  .장비별 부하상태
  .장비별 고장이력

- 환경현황(온도, 습도, 청정도, 탈이온수 저항)
  .구역별 환경상태
  .구역별 환경상태 변화추이

8) 장비관리 모듈

장비관리 모듈은 fab내의 공정장비와 측정장비를 보다 효율적으로 유지, 관리하기 위한 모듈이다. 장비관리 모듈은 장비운영 상태, 장비고장 현황, 예비보수 계획등에 관한 정보를 제공한다. 장비관리 모듈은 다음의 정보를 제공한다.

- 전체 장비현황
- 장비 고장현황
- 예비보수 계획현황

9) Fab 환경정보관리 모듈

Fab 환경정보관리 모듈은 웨이퍼 가공공정에 막대한 영향을 미치는 fab의 환경(온도, 습도, 청정도, 탈이온수 저항)에 관한 정보를 관리하는 모듈이다. Fab 환경정보는 오퍼레이터가 주기적으로 환경정보를 측정하여 단말기를 통해 입력하고, 사용자가 요구시 입력된 데이타를 처리하여 다음과 같은 환경정보를 제공한다.

- 현재 fab 환경상태
- 특정 구역별 환경상태
- 특정 구역의 환경 변화추이
- Lot의 스텝별 공정수행시 환경상태

10) 통신지원 모듈

통신지원 모듈은 fab내의 모든 사용자간에 지시사항과 전달사항등을 단말기를 통하여 전달할 수 있는 기능을 제공하는 모듈이다. 통신 방법에는 수신자의 의사에는 상관없이 송신자가 일방적으로 메세지를 전송하는 직접전송 방식과 송신자가 보낸 메시지를 수신자가 원하는 경우에만 보게되는 전자우편 방식을 제공한다.

11) 데이타 통계.분석 모듈

데이타 통계.분석 모듈은 웨이퍼 가공공정 수행시 발생되는 웨이퍼 불량과 생산수율에 관한 정보를 제공하는 모듈이다. 데이타 통계.분석 모듈은 다음과 같은 통계 정보을 제공한다.

- 특정기간의 생산수율
- 공정별 생산수율
- Lot별 생산수율
- 특정기간의 불량율
- 공정별 불량율
- Lot별 불량율
- 불량 종류별 불량율

12) 시스템관리 모듈

시스템관리 모듈은 fab 관리자가 정보관리 시스템의 각 모듈에서 사용할 각종 시스템 운영용 데이타를 관리하는 모듈이다. 시스템관리 모듈은 다음의 데이타들을 관리한다.

- 공정명 관리
- 사용자명 관리
- 장비명 관리
- 각종 데이타의 back-up/retrieval

13) 재료관리 모듈

재료관리 모듈은 반도체 fab에 사용되는 각종 재료(metrial)와 예비부품(spare part)을 보다 효율적으로 관리하기 위한 모듈로서 다음과 같은 기능을 제공한다.

- 구매관리
- 입고관리
- 출고관리
- 재고관리

5. 결론

본 정보관리시스템을 wafre fab 운영에 활용하게 되면 다음과 같은 효과을 얻을수 있을 것으로 기대된다.

- 공정정보 및 공정과 측정데이타의 효율적 관리를 통한
  - . 제품의 품질향상
  - . 생산성의 향상
  - . 공정의 재현성 향상
  - . 공정 기간의 단축
  - . 공정장비와 측정장비의 효율적인 관리
- Paperless fab 실현으로 청정도 향상에 따른
  - . 불량율의 감소
  - . 생산수율의 향상
  - . Clean room 유지비의 절감

본 정보관리시스템은 연구.개발용 소규모 fab을 대상으로 설계된 시스템으로, 이 시스템을 대규모 생산 fab에 활용하기 위해서는 다소의 기능보완과 수정이 필요하며, 특히 다음과 같은 기능이 보완되어야 할 것이다.

- 다양한 통계.분석 데이타를 제공할 수 있는 SQC(Statistical Quality Control) 기능
- Fab 작업계획 수립지원 기능
- Run cost 산출기능
- 각종 도형정보 처리기능

본 정보관리시스템은 현재 상세설계가 완료되어 구현단계에 있으며, 향후의 과제로는 웨이퍼 가공용 공정/측정장비들을 셀 컴퓨터와 SEMI(Semiconductor Equipment and Material Institute)에서 제정한 SECS (SEMI Equipment Communication Standards) protocol[7]을 사용 직접접속하여 셀 컴퓨터에의한 장비의 실시간 감시.제어와, 공정수행시 발생되는 각종 공정데이타 및 측정데이타를 직접 수집하여 관리할 수 있는 반도체 공정 자동화 시스템 개발을 추진할 예정이다.

*본 연구는 한국전기통신공사 출연으로 수행한 과제임

참고문헌

[1] 한국전자통신연구소, "Custom VLSI 기술 개발에 관한연구",연구보고서,1987.12, pp275-322

[2] 이근영, 김성동, "반도체 공정 정보 관리 시스템의 System Specification", TM ESPIS-8712-3, 한국전자통신연구소,1987.12

[3] 강영창, 김성동, 이근영,"반도체 공정 정보 관리 시스템의 Requirement Specification", TM ESPIS-8709-02,한국전자통신연구소,1987

[4] 이직열, 최락만, "반도체 제조공정의 자동화 기술 동향", 전자공학회지, Vol. 14, No. 4, 1987.8, pp91-99

[5] Randall A. Hughes and John D. Shott, "The future of automation for high-volume wafer fabrication and ASIC manufacturing", proceedings of the IEEE, Vol. 74, No.12, Dec 1986, pp1775-1793

[6] Nick Sabo, and Jerry Secrest, "The work center for wafer fab", Semiconductor International, May 1985, pp195-199

[7] SEMI, "Book of SEMI standards", Vol.2 Equipment Automation, 1988