

# 반도체 웨이퍼 세정 장비 모니터링 시스템을 위한 기본 요소의 분석 및 설계

강 호 석<sup>†</sup> · 임 성 략<sup>††</sup>

## 요 약

본 논문에서는 반도체 웨이퍼 세정 장비를 위한 모니터링 시스템의 기본 요소와 이를 기반으로 모니터링 시스템 모델을 제시한다. 기본 요소는 모니터링 시스템에서 요구되는 필수적인 기능으로써 제어 시스템과의 통신, 사용자 인터페이스, 원격 감시 시스템과의 통신, 감시 데이터 관리, 태스크간 통신으로 구성된다. 기본 요소들의 기능과 기본 요소들 간의 관계를 정의하여 독립된 태스크로 설계한다. 제시한 모델의 타당성을 평가하기 위하여 Windows NT에서 Visual C++를 사용하여 기본 요소들을 구현하여 반도체 웨이퍼 세정 장비의 모니터링 시스템에 적용해 보았다.

## Design and Analysis of the Basic Components for the Semiconductor Wafer Cleaning Equipment Monitoring System

Ho-Seok Kang<sup>†</sup> · Seong-Rak Rim<sup>††</sup>

## ABSTRACT

In this paper, we suggest the basic components of monitoring system for the semiconductor wafer cleaning equipment and a monitoring system model based on these components. Basic component is defined as a mandatory function which consists of communication with the control system, user interface, communication with the remote monitoring system, management of monitoring data and inter-task communication. We have defined the function of each component and the relation among them, and designed each component as a task. To evaluate the validity of the suggested model, we have implemented the basic components using the Visual C++ on Windows NT and applied them to the Monitoring System for the semiconductor wafer cleaning equipment.

### 1. 서 론

정보산업의 급속한 발전에 의해 반도체 제조 공정의 대부분이 자동화가 이루어지고 있고, 이와 함께 공정을 효율적으로 관리하고 유지하기 위한 방법에 대하여 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이로써 반도체 제조 장비의 빠르고 정확한 제어를 통해 신뢰성이 보장된

완제품의 대량 생산이 가능하게 되었다.

반도체 제조 과정은 매우 복잡하고 다양하며 서로 다른 각 공정을 맡아 수행하는 장비들이 존재한다. 그리고 장비는 공정을 제어하는 수많은 제어 장치로 구성되어 있다. 이중 주로 사용되는 제어 장치로는 NC(Numeric Controller), PLC(Programmable Logic Controller), DCS(Distributed Control System)등과 같은 디지털 제어가 사용되며 필드의 로봇이나 센서를 제어하게 된다. 이들 제어 장치는 공정을 수행하는 장치에 대한 제어는 가능하지만 장비의 전체적인 상태나 공정의 호

<sup>†</sup> 준 회원 : 호서대학교 대학원 컴퓨터공학과

<sup>††</sup> 종신회원 : 호서대학교 컴퓨터공학부 교수

논문접수 : 1999년 9월 1일, 심사완료 : 1999년 12월 7일

를 파악하는 것에는 한계가 있다. 따라서 MMI(Man Machine Interface), SCADA(Supervisory Control & Data Acquisition), 모니터링 시스템 등과 같은 관리 시스템을 함께 사용하고 있다.

감시 기능을 위해 필요한 화면 기능만 주로 가지는 MMI는 제어 장치의 제어와 처리 상황에 대한 화면을 운영자에게 제공하여 장치의 조작을 감안한 각종 정보를 제공하는 노드 구조를 가지고 있다. SCADA시스템은 통합 전력 관리 자동화나 공장의 생산 공정 설비 시스템과 같은 대규모 관리 시스템에 대하여 중앙 집중이나 분산 처리 방식을 통해 관리할 수 있는 통합형 구조로 되어 있으며 자동 감시, 경보, 기록, 조작 기능 등을 수행한다[1-3]. 모니터링 시스템은 MMI에서 제공하는 기능을 포함하면서 비교적 규모가 큰 SCADA 시스템에 비해 작은 규모로 시스템이 구성되며 특정한 대상의 장비에 대하여 제어와 감시를 위한 요구 사항과 기능을 보다 상세하게 제공할 수 있는 특징이 있다.

공정 수행에 있어서 PLC를 사용하는 장비는 다양한 외부 인터페이스를 제공하고 순차 제어가 쉬운 장점으로 다수의 반도체 제조 장비에서 사용되고 있다. 이를 사용하는 장비를 위하여 PLC기반 동적 모니터링 시스템(PLC-based Dynamic Monitoring System : PLC-DMS)이 사용되며 PLC와의 통신 채널을 통해 동적으로 해당 장비의 자세하고 빠른 제어와 감시가 가능한 것이 특징이다. 통신을 위해서 사용되는 일반적인 방법은 장비 제조 업체에서 제공하는 전용의 통신 시스템을 사용하는 것이다. 그러나, 최근 개방형 네트워크의 필요성에 따라 표준적인 통신망에 대한 연구를 통해 TCP/IP[4], Profibus, FIP, MAP 등과 같은 다양한 방법이 제안되고 있다[5]. 이러한 통신 방법은 과거의 업체에서 제공하는 통신 환경을 사용해야 하는 폐쇄적인 틀에서 벗어나 범용성 있는 통신 환경이 가능하며 제어 장치에서 요구하는 특징적인 통신 제어 구조를 수용할 수 있다. 모니터링 시스템을 위한 가장 중요한 기능이라 할 수 있는 제어 장치와의 통신은 해당 장비가 가진 특징에 따른 전체적인 요구 사항과 일반적인 제어 및 감시 기능 사항을 만족하는 설계가 필요하다.

일반적으로 공정 모니터링 시스템의 목적은 장비에 사용되는 제어 장치의 동작 상태를 감시하고 제어하여 생산성 향상과 치명적인 오류를 간접 제어함으로써 손실을 최소화하는데 있다. 이를 위해 시스템의 안정성이 뒷받침 되도록 효율적인 데이터 관리, 공정 제어,

오류 발생을 신속히 처리할 수 있는 여러 기능들이 요구된다.

수 많은 반도체 제조 장비 중에서 웨이퍼 세정 장비를 위한 모니터링 시스템은 다양한 요구 기능과 조건을 가지고 있으며 이러한 조건을 모두 만족하기 위한 설계 과정이나 학술적 제반 지식은 국내에서 국산화 사업이 시작된 기간이 얼마 되지 않았고, 업체 또한 소유 기술에 대한 보안 유지로 거의 전무한 실정이다. 그러므로, 현실적으로 반도체 제조 장비에 사용되는 최적화 된 모니터링 시스템을 구축하기 위해서 많은 시간과 노력이 요구되고 있다.

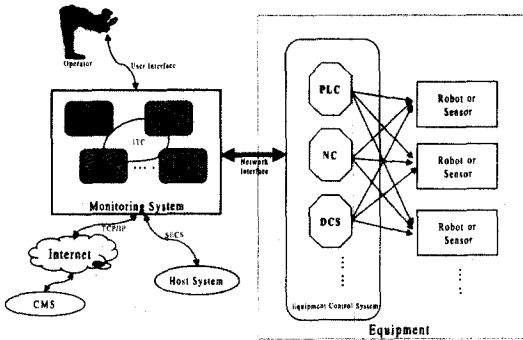
본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 웨이퍼 세정 장비를 위한 모니터링 시스템을 구축하는데 있어서 소요되는 비용을 최소화하고 유사 환경에 있는 장비에 대한 모니터링 시스템의 구축을 쉽게 하기 위한 방안을 제시하고자 한다. 이를 위해 장비와 모니터링 시스템 구조에 대한 분석 과정과 함께 요구 조건에 따른 기능을 세분화하여 기본 요소로 정의하고 각각을 태스크 형태로 구성하여 설계한다.

이를 설명하기 위한 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 일반적인 웨이퍼 세정 장비에서 요구되는 모니터링 시스템 플랫폼 구조와 환경을 분석하여 일반적으로 요구되는 사항과 기능에 대하여 기술하고 3장에서는 기본 요소의 추출 과정과 추출된 기본 요소로 구성되는 시스템 모델을 제시한다. 4장에서는 제시한 모델을 구성하는 각각의 기본 요소가 가지는 요구 사항과 기능을 분석하여 태스크 모듈로 설계한다. 5장에서는 제시한 모델의 검증을 위해 적용한 웨이퍼 세정 장비의 모니터링 시스템에 대한 구현 예를 통해 타당성을 보이고, 마지막으로 6장에서는 본 논문에 대한 결론을 기술한다.

## 2. 모니터링 시스템 환경

일반적인 웨이퍼 세정 장비 모니터링 시스템이 가지는 환경은 크게 장비에 부착되어 공정을 제어하게 되는 기계적인 제어 장치, 자체 모니터링 시스템 그리고 원격 감시 시스템으로 구성된다. 웨이퍼 세정 과정의 특징에 따라 여러 가지 제어 장치가 사용될 수 있으며 장비에 구성되는 제어 장치를 장비 제어 시스템(Equipment Control System : ECS)으로 묶어서 분류한다. 모니터링 시스템은 제어 시스템과의 통신, 서버 시스템

과의 통신 그리고 사용자 인터페이스를 통하여 장비의 전체적인 감시와 제어 기능을 제공한다. 원격 감시 기능을 지원하는 서버 시스템으로 호스트 시스템과 중앙 감시 시스템(Central Monitoring System : CMS)를 지원할 수 있으며 이들 원격 감시를 위한 서버 시스템에서 요구하는 통신 인터페이스를 제공할 수 있도록 시스템 구성이 요구된다. 이와 같이 일반적인 웨이퍼 세정 장비의 모니터링 시스템이 가지는 개념적인 구성 환경은 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 장비와 모니터링 시스템의 구성 환경

(그림 1)에서 장비에 부착된 ECS를 구성하는 제어 장치로는 DCS, NC/CNC, PLC등이 사용되며 직접 연결된 로봇이나 센서를 실시간으로 제어하는 역할을 한다.

DCS는 필드에 분산된 제어 환경을 제공하여 효율성을 극대화할 수 있는 개방형 제어 시스템이며 일반적인 생산 공정의 제어 시스템에서도 관심과 용도가 부각되고 있는 시스템이다. NC는 간단한 절삭이나 순차적인 제어 공정에 주로 사용된다. PLC는 모니터링 시스템과 여러 가지 통신 인터페이스를 통해 산업용 네트워크에 따른 범용성을 제공하는 특징이 있으며 내부적으로 프로그램을 통한 제어가 가능하도록 되어있다[6, 7]. 이러한 장점으로 웨이퍼 세정 장비에서 순차적인 제어 공정과 프로그래밍 제어 방법의 제공과 함께 현장에서 주로 사용된다.

산업용 네트워크를 이용한 PLC에서 제어 데이터를 송수신 하기 위한 통신 방법으로 과거에는 주로 RS-232C, RS-422 인터페이스를 사용하는 원격 입출력 링크 방법과 제조 업체가 제공하는 근거리 통신망을 사용한 링크 방법이 사용되었다. 그러나 1980년대 중반부터 개방형 네트워크인 Field-Bus에 대한 연구의 수행

으로 구현 비용, 실시간성, 확장성 등에서의 장점으로 두각을 나타내고 있으며, 현재 IEC-61131-5를 통해 표준화 작업이 진행되고 있다[8, 9].

호스트 시스템과 CMS는 원격 감시 기능을 지원하는 서버 시스템으로 각각은 모니터링 시스템과의 통신을 위한 인터페이스를 가지고 있으며 환경 사항에 따라 모니터링 시스템은 각각의 독립된 인터페이스 모듈로 존재한다. 호스트 시스템은 원거리에서 모니터링 시스템의 상태 데이터와 오류 정보의 송수신을 통해 전체 반도체 제조 공정의 흐름을 감시할 수 있다. 이를 위해 호스트 시스템과 모니터링 시스템간의 통신에는 반도체 장비간 통신 프로토콜인 SECS(Semiconductor Equipment Communication Standard)가 사용되고 있다[10].

CMS는 필드에 위치한 다수의 모니터링 시스템 중에서 선택된 모니터링 시스템에 대하여 감시환경을 제공한다. CMS를 통해 현재 수행되는 공정의 장비를 감시하기 위한 지역적 제약성이 보완될 수 있어 모니터링 시스템의 생산성을 향상시킬 수 있다[11]. 다음으로 장비의 운영자를 위한 사용자 인터페이스는 감시를 위한 장비의 상태를 파악할 수 있는 화면을 제공하고 운영자의 명령을 입력받을 수 있는 환경을 제공한다.

### 3. 시스템 모델

#### 3.1 기본 요소 추출

웨이퍼 세정 장비의 모니터링 시스템 모델은 시스템 환경의 요구 사항을 만족하는 기본 요소에 의해 구성되며 기본 요소는 모니터링 시스템에서 필수적으로 요구되는 기능이다. 그러므로 먼저 기본 요소를 추출하기 위해서는 모니터링 시스템의 요구 사항을 분석하고 이를 지원하기 위한 세부 기능에 대한 모듈화가 요구된다.

모니터링 시스템의 기능은 크게 외부 인터페이스와 내부 데이터 처리 기능으로 구분할 수 있다. 외부 인터페이스 기능으로는 ECS와의 통신, 사용자 인터페이스, 원격 감시 서버 시스템과의 통신으로 구성되며 내부 데이터 처리 기능은 시스템 데이터 관리 및 처리, 내부 데이터 통신 기능으로 구성된다. 이렇게 세분화하여 구성한 기능은 앞장의 모니터링 시스템의 환경을 분석하는 과정에서 나타난 것들이다. 여기서 반드시 요구되는 기능이 기본 요소가 된다. 결정된 기본 요소는 다양한 플랫폼에 효율적으로 지원되기 위하여 모듈

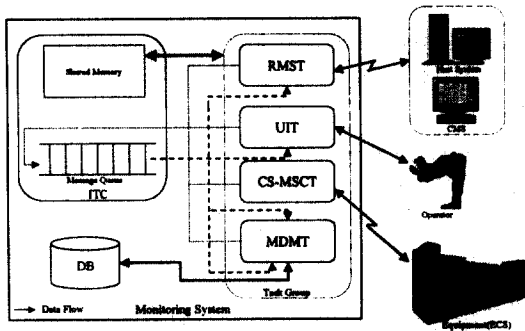
화를 거쳐 <표 1>과 같이 각각을 독립된 태스크로 정의한다.

<표 1> 기본 요소에 의한 태스크 구성

기능(기본 요소)	태 스크
제어 시스템과 모니터링 시스템의 통신 인터페이스	Control System-Monitoring System Communication Task : CS-MSCT
사용자 인터페이스	User Interface Task : UIT
원격 감시 시스템과의 통신 인터페이스	Remote Monitoring System Task : RMST
감시 데이터 관리	Monitoring Data Management Task : MDMT
태스크간 통신	Inter-Task Communication : ITC

3.2 모니터링 시스템 모델

추출 과정을 통하여 결정된 기본 요소는 모듈화 과정을 수행하고 이로써 구성된 태스크와 모듈은 모니터링 시스템의 구조에서 최적의 구성이 요구된다. 이를 위해 제시하는 모니터링 시스템 모델은 (그림 2)와 같다.



(그림 2) 모니터링 시스템 모델

CS-MSCT는 ECS와의 통신을 수행하는 태스크이며 상호 데이터 교환을 위하여 ECS와의 통신 인터페이스 기능을 한다. 이는 해당 장비를 제어 및 감시 성능을 좌우하게 되는 중요한 요소이다. UIT는 모니터링 시스템의 전반적인 관리와 운영을 위한 태스크로 초기화 데이터의 처리, 감시 정보의 화면 출력과 대화 기능을 위한 사용자 인터페이스를 제공한다.

RMST는 원격 감시를 지원하기 위한 태스크로써 호스트 시스템과 CMS를 위한 통신 인터페이스 환경을 가지며 각각에 대하여 서로 다른 요구 사항을 만족시키기 위해 하위 단계에서 분리된 각각의 모듈로 수행된다. MDMT는 모니터링 시스템에서 생성되고 사용되

는 데이터의 효율적인 관리를 위한 태스크이다. 이를 위해 각 태스크에 의해 기 수행된 감시 및 제어 데이터와 수행 중에 발생하는 이벤트 히스토리 정보를 데이터 베이스화 하거나 저장한다.

태스크간의 통신을 지원하는 ITC모듈은 각 태스크가 서로 공유된 메모리 영역을 통해 데이터를 빠르게 주고 받을 수 있는 공유 메모리(Shared Memory)와 대량의 데이터를 순차적으로 교환하기 위한 메시지 큐(Message Queue)를 제공한다. 이를 통해 모니터링 시스템에서 수행중인 각 태스크는 서로 신속하고 정확한 데이터 교환이 보장된다.

이와 같이 장비와 모니터링 시스템 환경에 대한 분석을 통하여 결정된 기본 요소와 이를 구성하게 되는 모델이 가지는 과정과 그에 따른 특성은 <표 2>와 같다.

<표 2> 모니터링 시스템 모델의 특성

과 정	특 성
기본 요소 추출	복잡한 시스템 환경 분석 과정을 축소하여 개발 기간 단축
태스크 모듈화	다양한 시스템 플랫폼에 쉽게 적용할 수 있는 범용성 및 추가 기능에 따른 확장성
모델 구성	유사 장비에 대한 모니터링 시스템의 적용성 및 유지 보수비용 감소

4. 기본 요소의 설계

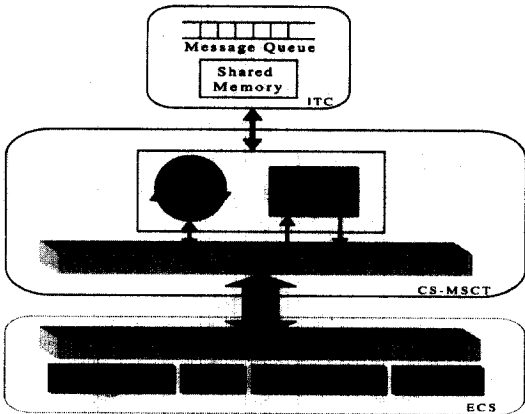
본 4장에서는 제시한 모니터링 시스템 모델을 구성하는 각 기본 요소들의 기능을 정의하고 그 기능을 효과적으로 지원할 수 있는 독립된 태스크와 모듈을 설계한다.

4.1 제어 시스템과의 통신 태스크(CS-MSCT)

CS-MSCT는 장비에 부착된 로봇이나 센서를 직접 제어하는 ECS와 모니터링 시스템간의 통신 인터페이스를 제공하고 송수신 데이터를 처리하는 기능을 가진다. 우선 2장에서 언급한 CS-MSCT와 제어 장치와의 통신을 위한 산업용 네트워크의 선정에 따르는 전반적인 사항으로는 각각의 통신 인터페이스 연동에 따른 설치 비용, 성능, 보안성, 확장성, 유지 보수에 따른 제반 사항에 대한 장단점이 파악되어야 한다. 특히, 이중 가장 중요한 것은 통신 구축에 따른 목적과 연결상 서로 호환성 유지되도록 설계가 요구된다. 웨이퍼 세정 장비는 다수의 제어 장치에 의해 공정이 수행된다. 따라서,

CS-MSCT는 각각의 제어 장치와 1:1로 대응되어야 한다.

CS-MSCT의 구조는 (그림 3)과 같이 ECS와의 통신 인터페이스 통한 데이터 송수신과 송수신 데이터를 처리하는 기능으로 구성되며 데이터 처리과정에서 ITC를 사용하여 다른 태스크에 데이터 전달이 가능하도록 구성된다.



(그림 3) CS-MSCT 구조

통신 요구 사항을 위한 업무와 응용 목적들의 범위를 분석하여 최종 선택된 통신 시스템에는 파일 전송, 장비 상태 제어, 장애 복구, 부하(load)에 따른 성능 분석 기능과 같은 일반 통신 기능이 CS-MSCT의 통신 인터페이스 모듈에 포함되어 진다.

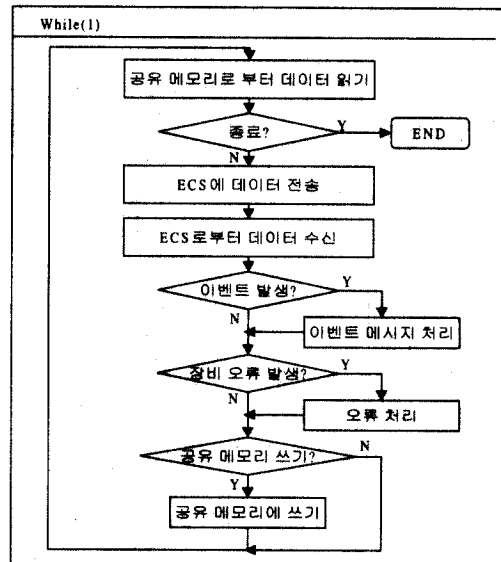
제어 장치의 통신 성능이 중요함에 따라 송수신 데이터에 의한 효과적인 계획에 의해 처리가 요구되며 처리 조건에 의한 데이터에 따라 감시 데이터와 제어 데이터로 분류하게 된다. 이를 처리하기 위한 방법으로 두 가지를 들 수 있다. 첫째는 무한 루프를 통해 지속적인 ECS와의 통신이 이루어지는 폴링(polling)방법이다. 이 방법은 송수신 된 데이터에 대한 순차적 처리와 소규모 데이터가 전송되는 환경에 적합하다. 무한 루프 구조를 통한 데이터 처리로 병목 현상이나 실시간 데이터 처리에 따른 문제가 발생되지 않도록 하드웨어 성능이 우수한 시스템에 적합한 방법이다. 둘째는 ECS에서 데이터가 전송되면 이벤트가 발생되어 이를 받아 처리하는 이벤트 구동 방법이다. 이 방법은 이벤트가 발생하는 시점에서 데이터의 처리와 제어가 이루어지기 때문에 시스템 자원의 효율성을 높일 수 있는 장점

이 있다. 그러나 이 방법은 이벤트 메시지에 대한 순차 처리 및 우선 순위에 따른 처리를 위한 별도의 방법과 이벤트 구조에 대한 정의가 요구되며 통신 대역폭에 따른 응답시간, 데이터 정합성(consistency)[12], 실시간성에 따른 제어가 요구된다.

CS-MSCT에서의 데이터 처리를 위한 함수는 처리 조건이 가지는 특성이 고려된 방법의 선택이 필요하다. 따라서, 선택에 기준이 되는 사항으로는 전송 데이터의 발생 횟수, 처리 과정으로 인한 동기화, 시스템 자원의 활용도, 통신 성능, 프로그램의 외부 환경 등이 있다. 이를 고려하여 선택한 웨이퍼 세정 공정에서 필요한 데이터의 처리 방법에는 <표 3>과 같은 기능이 포함되어야 하며 (그림 4)의 데이터 처리 흐름을 가진다.

<표 3> CS-MSCT 요구 기능

목적	요구 사항
ECS와의 데이터 송수신	데이터 구조 및 형식 정의
제어 장치 제어	공유 메모리의 데이터 송신
제어 장치 감시	제어 장치에서 데이터 수신
이벤트, 알람 처리	메시지 생성과 처리 조건 정의
에러 복구	가용성(availability), 보안성 보장 위한 감시 기능



(그림 4) CS-MSCT의 처리 흐름

#### 4.2 사용자 인터페이스(UI)

UIT는 초기 모니터링 시스템의 구동을 위한 요구 사

항을 수용한 초기화 과정을 수행하고 운영자에게 공정에 대한 감시와 제어를 수행할 수 있는 사용자 인터페이스를 제공한다. 이러한 시스템 초기화, 태스크 구동, 사용자 인터페이스를 제공하기 위하여 UIT에서 실질적으로 수행이 요구되는 기능은 <표 4>와 같다[13].

<표 4> UIT의 내부 수행 기능

목적	수행 기능
모니터링 시스템 초기 구동	시스템 데이터 선언 및 초기화
공유 메모리 확보	확보 및 초기 데이터 설정
태스크 생성	초기 태스크 구동
사용자 인터페이스	명령 입력, 감시 화면 출력
모니터링 시스템의 동작 상태 감시	이벤트 로그 구성 및 알람 발생

모니터링 시스템 구동을 위한 데이터의 초기화는 최종 수행된 데이터 또는 운영자의 초기 데이터 변경 명령에 의해 이루어진다. 초기화 과정을 통하여 모니터링 시스템의 각 태스크는 초기 데이터를 얻어 구동 요건을 만족한다.

공유 메모리 확보는 가상 메모리 공간에서 파일 매핑 방법을 통해 할당하며 확보된 공유 메모리 영역에 각 태스크의 구동에 필요한 초기 데이터가 설정된다. 태스크의 생성은 초기화 과정이 끝나고 태스크 생성 함수의 호출로 구동한다.

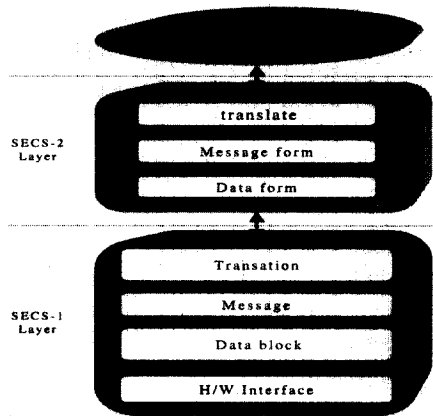
UIT에서 제공하는 사용자 인터페이스를 위한 화면 구성은 운영자의 편의를 최대한으로 제공하는 GUI(Graphical User Interface)방식을 적용한다. 특히, 작업 필드에서 장비를 감시하는 운영자가 현재 수행 상태에 대한 과정을 파악 할 수 있도록 제어 장치에서 수신되어 공유 메모리에 저장된 데이터를 갱신되는 화면으로 출력하여야 하며 공정의 변경 및 조작을 위한 입력 데이터의 복잡성을 제거하고 데이터의 무결성(integrity)이 검사되어야 한다. 이와 함께 장비를 담당하는 운영자를 위한 보안성이 확보되도록 암호 시스템을 제공하여 익명의 침입을 막을 수 있어야 한다. 가장 중요하게 처리되어야 할 공정 수행 중에 발생하는 오류와 시스템 알람에 대한 빠른 운영자의 대처를 위한 정보 기능과 시스템 복구를 위한 우선 처리조건을 가지는 처리 루틴의 구성이 요구된다.

4.3 원격 감시 시스템과 통신(RMST)

RMST는 원격 감시를 위한 서버 시스템의 통신 환

경을 제공하는 인터페이스 모듈이다. 원격 감시를 지원하는 서버 시스템에는 근거리 호스트 시스템, CMS가 있다.

호스트 시스템은 원격 감시와 반도체 제조 장비간의 데이터 교환을 지원하는 시스템으로 RS-232C통신 채널이나 Ethernet을 사용하는 통신 환경이 제공된다. 이 중 주로 사용되는 RS-232C통신 채널을 사용한 호스트 시스템은 반도체 제조 장비의 데이터를 송수신하여 원격 감시를 수행하며 이를 위해 SECS프로토콜이 통신 규약으로 사용된다[14]. SECS프로토콜은 전송 규정에 의거하여 제한된 크기의 메시지 블록 단위로 데이터가 처리된다. 따라서, 호스트 통신 인터페이스 모듈은 SECS 프로토콜이 제시하는 계층 규약을 만족하도록 설계되어야 한다[15, 16]. SECS프로토콜 계층은 (그림 5)와 같이 SECS-I, SECS-II로 나뉜다.



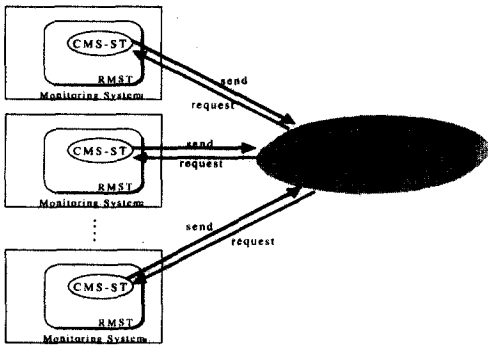
(그림 5) SECS 프로토콜 계층 구조

SECS-I계층은 프로토콜의 메시지 전송 부분으로 RS-232C통신 표준을 따르는 하드웨어 인터페이스를 담당하는 하위 영역과 데이터가 전송되는 방법을 위한 기능인 전송 제어, 메시지와 데이터 블록의 트랜잭션을 담당하는 상위 영역으로 구성된다.

호스트 시스템의 통신 모듈을 위한 SECS-I계층에서의 요구 사항은 RS-232C프로토콜을 이용한 외부 인터페이스, 메시지를 통해 블록의 형태를 정의하고 관리하는 메시지 관리 기능, 데이터 블록의 형식을 정의하고 전송되는 블록의 에러를 처리 할 수 있는 블록 송수신 기능, 하나 이상으로 정의된 메시지 전송 규정 즉, 트랜잭션을 관리하는 기능이 요구된다.

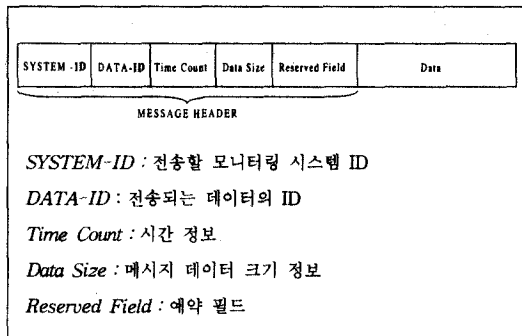
SECS-II계층은 프로토콜을 구성하고 있는 전체 메시지의 내용을 정의하고 정의된 메시지 구조체의 내용과 형식에 따라 데이터의 변환을 통해 응용 프로그램으로 전달된다. 모든 메시지의 내용은 스트림(stream)과 기능(function)으로 구성되며 이를 위한 요구 사항으로 데이터 항목 생성, 메시지 구조체 생성, 메시지 전송 규정 관리 기능이 요구된다.

CMS는 작업 현장에 존재하는 다수의 모니터링 시스템에 대한 원격 감시 기능을 지원한다. CMS와의 통신을 위하여 각각의 모니터링 시스템에는 CMS-ST 모듈이 요구되며 이러한 CMS와 모니터링 시스템의 구성 환경은 (그림 6)과 같다.



(그림 6) CMS와 모니터링 시스템의 구성

CMS-ST는 CMS에 서비스를 제공하는 통신 서버 모듈이며 TCP/IP를 사용하여 통신 채널을 구성한다. 또한, CMS와 모니터링 시스템간의 데이터 요구와 전송을 위하여 (그림 7)과 같은 메시지 형식이 요구되며 메시지 헤더를 구성하는 정보는 다음과 같다[11].

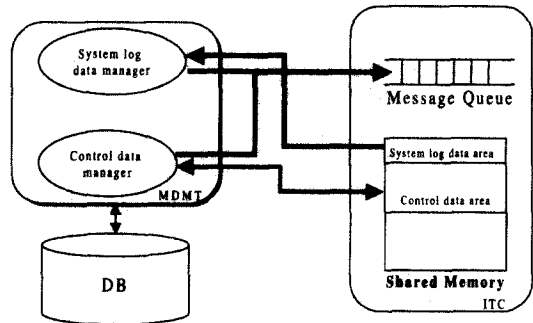


(그림 7) 송수신 메시지 형식

#### 4.4 감시 데이터 관리(MDMT)

MDMT는 모니터링 시스템의 수행 도중에 발생하는 제어 데이터와 감시 히스토리 정보를 효율적으로 관리하기 위한 태스크이다. 정보를 저장하기 위한 데이터 베이스가 구축되며 구축된 데이터의 요구 즉, 원격 감시를 위한 서버 시스템의 데이터 요구와 운영자의 과거 데이터에 대한 열람 요구를 만족한다.

이미 수행된 제어 데이터와 감시 히스토리 정보는 공유 메모리에 할당된 해당 각 영역에 저장되며 MDMT의 관리자에 의해 수집과 제공이 이루어진다. MDMT는 이러한 데이터 관리를 위하여 (그림 8)과 같이 시스템 로그 데이터 관리자와 제어 데이터 관리자로 구성된다. 이들 관리자에 의해 모니터링 시스템이 수행되는 과정에서 발생하는 데이터의 효율적인 관리와 송수신 처리를 가능하게 한다[13].

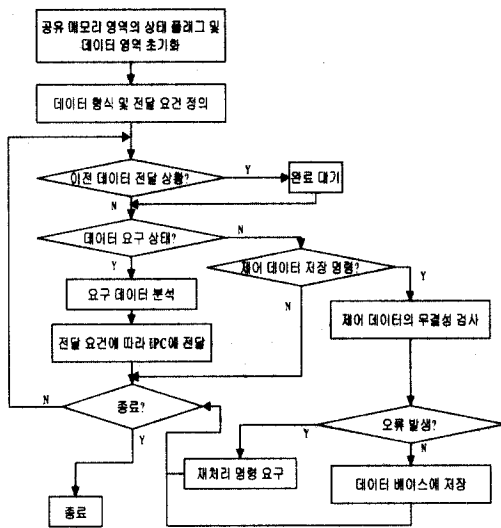


(그림 8) MDMT의 구조

(그림 8)에서 제어 데이터 관리자는 이미 사용된 제어 데이터를 재사용 할 수 있도록 하고 원격 감시를 지원하기 위한 데이터를 제공하고 관리하는 것이 목적이다. 이러한 목적을 위해 관리자는 운영자의 저장 요구나 캐시 기능에 따른 재사용 가능성을 타진하여 허가된 데이터를 데이터 베이스에 저장한다. 그리고, 원격 감시 시스템의 데이터 요구와 감시 화면 출력을 위한 데이터 요구를 처리하기 위하여 요구 데이터 수집 과정을 거친 이벤트 메시지를 공유 메모리와 메시지 큐를 통해 전달한다. 이러한 제어 데이터 관리자의 기능을 만족하기 위하여 (그림 9)와 같은 순서를 통한 처리가 요구된다.

한편, 시스템 로그 관리자는 모니터링 시스템 수행 중에 발생하는 이벤트에 대한 히스토리 정보를 관리한다. UIT에 시스템 관리 기능의 수행 도중 발생하는 이

벤트는 공유 메모리의 시스템 로그 데이터 영역에 해당 이벤트 로그가 저장되며 시스템 로그 관리자는 주기적인 공유 메모리의 시스템 로그 데이터 영역을 검사하여 신규 이벤트를 데이터 베이스에 저장한다. 운영자가 이벤트를 열람하기 위해서 생성한 명령은 요구 사항에 의해 데이터 베이스에 저장되어 있는 데이터를 메시지 큐를 이용해 전달한다.



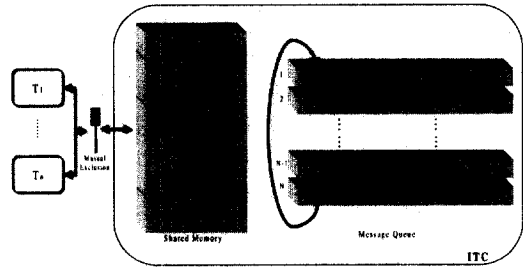
(그림 9) 제어 데이터 관리자의 처리 흐름

4.5 태스크간 통신(ITC)

각 태스크들은 독립적인 기능 수행을 통해 자신만의 데이터 영역을 가지며 다른 태스크의 접근이 불가능하다. 그러므로 태스크들이 서로 데이터를 공유할 수 있는 공간과 신속하게 데이터를 주고받을 수 있는 방법이 요구된다. 이를 위해 기억 공간의 일정 영역을 공유하는 공유 메모리와 대량의 데이터를 순차적으로 전달할 수 있는 메시지 큐를 제공하며 각각의 구조는 (그림 10)과 같다.

공유 메모리는 가상 메모리 공간의 특정 영역을 공유하여 태스크간에 신속하게 데이터를 전달할 수 있다. 이러한 공유 메모리는 가상 메모리의 사용자 영역에 공유 공간을 고정 크기로 할당한다. 공유 메모리를 할당하기 위해서는 예로 사용자 메모리 공간을 디스크의 파일과 같이 확보하여 공유하는 Memory-mapped File 방법을 사용한다. 또한, 여러 개의 태스크들이 동시 접근 시 발생할 수 있는 임계영역 문제를 위해 뮤텍스(Mutex)

를 이용한 동기화기법을 사용한다[17].



(그림 10) 태스크간 통신 메커니즘

메시지 큐는 시간과 순서에 따른 처리가 요구되는 대량의 데이터를 주고받기 위하여 사용되며 공유 메모리로 생성된 영역에 큐 구조를 적용한다. 메시지 큐는 특정 태스크에 전송할 메시지를 순차적으로 처리할 수 있도록 해준다. 메시지 큐의 구조는 이미 할당된 공유 메모리 상에 N개의 레코드로 구성된 환형 큐 구조이다. 각 레코드는 Access flag, Task ID, Data size, Data 필드로 이루어진다. Access flag는 읽기/쓰기 정보를 나타내는 플래그로 태스크의 접근 유형을 나타낸다. Task ID는 메시지 송수신을 하는 태스크의 ID를 위한 필드이다. 가변적인 데이터 필드는 데이터 크기 값을 통해서 해당 크기만큼 데이터 영역이 결정된다.

5. 적용 사례

이 장에서는 제시한 기본 요소로 구성된 모니터링 시스템 모델의 타당성을 검증하기 위한 적용사례에 대하여 기술한다.

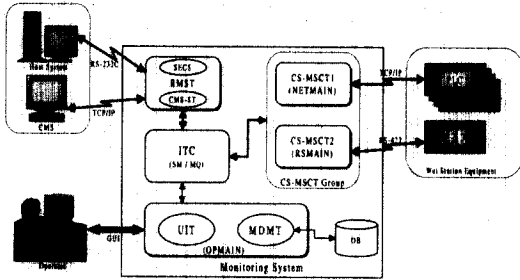
5.1 적용 환경

적용한 반도체 제조 장비는 웨이퍼 세정 공정을 수행하는 장비인 Wet Station이다. Wet Station을 위한 모니터링 시스템에 기본 요소를 적용하여 구현한 시스템의 전체적 구성은 (그림 11)과 같다.

Wet Station 모니터링 시스템의 주변 환경은 (그림 11)과 같이 장비의 공정을 제어하고 감시할 수 있는 제어 장치인 PLC와 온도기, 원격 감시를 위한 서버 시스템으로 호스트 시스템과 CMS 그리고 시스템 운영자로 구성된다. 이러한 Wet Station 모니터링 시스템 환경에서 요구되는 사항을 만족하기 위하여 <표 5>에



제시한 기본 요소와 적용된 시스템에서의 구현된 현황을 나타냈다.



(그림 11) Wet Station 모니터링 시스템 구성

<표 5> 시스템 구현 현황

제시한 기본 요소	구현 시스템(태스크)
제어 시스템과 모니터링 시스템간의 통신 (CS-MSCT)	· PLC와의 통신 모듈(NETMAIN) · 온조기와의 통신 모듈(RSMAIN)
사용자 인터페이스(UI)	· 모니터링 시스템 초기화 및 GUI 스크래드 모듈(OPMAIN)
감시 데이터 관리(MDMT)	· DB 구축 및 데이터 관리 스크래드 모듈(OPMAIN)
원격 감시 서버 시스템과의 통신(RMST)	· SECS 모듈 · CMS-ST 모듈
태스크간 통신(ITC모듈)	· 공유 메모리, 메시지 큐

Wet Station은 PLC와 온조기를 통하여 공정을 제어하며 각각은 통신 인터페이스 모듈이 있다. 이 장비는 웨이퍼를 세정하기 위하여 마련된 여러개의 화학조(chemical bath)에 웨이퍼를 담가서 세정 공정을 수행하는데 이때 웨이퍼의 로봇 이동, 세정 제어 알람 등을 PLC가 제어한다. 온조기는 각각의 화학조에 대한 내부 온도를 제어하기 위한 제어 장치이다. 필드 현장의 운영자를 통한 사용자 인터페이스와 시스템 관리를 위하여 장비의 상태나 알람에 대하여 감시 화면이나 부저를 사용하고 있다. 초기화 과정을 통하여 장비의 전반적인 상태를 검사하고 실질적인 모니터링 시스템이 수행에 들어가게 된다. 장비의 원격 감시를 위하여 근거리 호스트 시스템과 중앙 감시 시스템을 지원하는 Wet Station 모니터링 시스템은 호스트 시스템과의 통신을 위한 SECS태스크에 의해 수행중인 장비의 상태와 데이터를 전달할 수 있다[15]. CMS를 위한 CMS-ST태스크는 인터넷을 통하여 원격지에서 장비의 감시를 가능하게 한다[11]. 또한, 시스템 내부에서는 각 태스크간의 정보 전달과 공유를 위하여 통신 메카니즘을 제공

하며 시스템 초기화 과정에서 생성하고 있다.

### 5.2 적용 결과

구현에 앞서 Wet Station 모니터링 시스템의 환경과 요구 사항 분석을 위해 일본의 반도체 제조 장비 업체인 DNS사에서 판매하고 있는 Wet Station의 모니터링 시스템을 실행하여 작업 필드에서의 수행 과정과 내부 기능에 대한 분석을 통해 기능과 사항이 결정되었다. 기존의 모니터링 시스템은 특수한 플랫폼의 사용으로 범용성이 떨어졌으며 사용자 인터페이스는 텍스트 형식의 메뉴 형태로 구성하고 있다. 또한, 수행중인 다른 태스크에 대한 처리 과정 및 열람 기능의 부재로 인하여 태스크 수행에 대한 신뢰성이 떨어지는 단점을 가지고 있다.

이러한 단점을 해결하고 반도체 제조 장비 국산화를 위하여 수행한 본 연구의 수행 과정에서 적용한 모니터링 시스템은 IBM-PC호환 플랫폼을 기반으로 구현되어 범용성을 높였다. 또한, 기본 요소의 요구 사항을 포함하고 멀티태스킹에 대한 신뢰성 있는 MS사의 Windows NT 운영체제에서 Visual C++ 5.0을 사용하여 Wet Station의 모니터링 시스템의 기본 요소를 구현하였다. Windows 환경에서의 장점인 GUI를 통한 사용자 인터페이스로 모니터링 시스템의 운영자가 손쉽게 장비 상태의 감시와 제어가 가능했다.

사용자 인터페이스 환경의 구현은 초기 시스템 구동과 데이터와 전체 구동 환경에 대한 검사 후에 공정의 시작과 함께 처리 과정을 쉽게 설정할 수 있는 메뉴를 통하여 (그림 12)와 같이 구성되었다. 모니터링 시스템 운영자가 작업 필드에서 수행 중 화면에 구성된 메뉴의 선택으로 신규 데이터를 등록할 수 있으며 편집 화면을 통하여 등록 데이터의 사용자 편집이 빠르고 쉽게 이루어질 수 있는 것이 특징이다.

현재 공정의 상태를 감시하기 위한 감시 화면의 구성은 제어 장치에서 수신한 데이터가 저장된 공유 메모리에서 읽어 출력하는 형태로 (그림 13)과 같이 구성하여 화면을 통해 운영자가 현재 장비의 수행 공정에 대한 감시를 쉽게 할 수 있다.

이전의 모니터링 시스템에서는 원격 감시를 위한 CMS가 지원되지 않았다. 또한, PLC와의 통신에서도 Melsec-Net이란 산업용 네트워크 시스템을 자체적으로 사용하고 있어 범용성과 통신 연결에 있어서 제약이 뒤따랐다. 또한, 데이터 관리에 파일 구조를 사용한 자료 저장 방식

(그림 12) 데이터 편집 화면

(그림 14) PLC와의 통신 태스크 화면

결과를 얻어 현재 상용화 단계에 있다.

### 6. 결 론

본 논문에서는 반도체 제조를 위해서 다양하고 복잡한 공정을 수행하는 장비들 중에서 웨이퍼 세정에 사용되는 장비에 대한 요구 사항을 분석하고 이들의 원활한 공정 수행과 생산성 향상을 위한 모니터링 시스템을 구축하기 위한 방법을 연구하였다. 웨이퍼 세정 장비의 모니터링 시스템을 구축하는데 있어서 분석 과정과 감시 기능의 추출에 따른 상당한 시간과 노력이 소요되는 점을 감안하고 시스템 요구 사항을 만족하도록 기본 요소를 추출하고 이를 기반으로 시스템 모델을 제시하였다.

(그림 13) 모니터링 화면

으로 공간과 접근에 따른 상당한 오버헤드가 있었다. 구현한 시스템은 PLC와의 통신을 위한 태스크의 구현에 있어서 공정의 특징인 배치(batch) 처리와 효율성 및 비용을 감안하고 최근 기술을 적용하여 PLC에 이더넷 인터페이스를 통해 TCP/IP를 사용한 통신 태스크를 구성하였다[4]. 태스크 변환을 통해 태스크의 수행이 시작되면 (그림 14)에서와 같이 통신 및 데이터 초기화 과정을 거친 후 PLC와의 통신 상태와 태스크의 수행에 따른 이벤트를 화면에서 검사 할 수 있다. 또한, 원격 감시를 지원하는 호스트 시스템과 CMS의 요구 환경을 만족하도록 CMS에 데이터를 제공하는 CMS서버 태스크의 수행을 통해 이를 지원하고 호스트 통신 모듈을 통해 원격 감시 기능을 모두 지원하고 있다. 데이터 관리를 위하여 데이터 베이스를 구축하여 검색 및 접근에 대한 성능을 향상시킬 수 있었다. 각 기본 요소를 Wet Station의 사양과 기능에 맞게 구현된 모니터링 시스템은 현장에서 장비에 부착하여 시행한 적용성 및 시험 단계를 통해 만족할 만한 수준의

제시한 모델을 구성하는 기본 요소는 개발에 필요한 기능적 측면을 통해 하드웨어와 소프트웨어의 범용성과 사용자의 편의를 제공하도록 설계하였다. 이러한 기본 요소의 타당성을 보이기 위하여 웨이퍼 세정 장비인 Wet Station을 위한 모니터링 시스템의 기본 요소를 각각 구현하여 작업 현장에서 직접 수행해 봄으로써 이를 입증하였다. 아울러 앞으로 유사한 웨이퍼 세정 장비를 위한 모니터링 시스템 설계에 드는 시간과 비용을 줄일 수 있으리라 기대된다.

### 참 고 문 헌

[1] Marcuse J, Menz B, Payne JR, "SERVERS IN SCADA APPLICATIONS," IEEE Transactions on Industry Applications, Vol.33 No.5, 1295-1299,

1997.

[2] Samuel C. Sciacca and Wayne R. Block, "Advanced SCADA Concepts," IEEE Computer Applications in Power, Vol.8, No.1, 1995.

[3] 이용해, 문국연, 박장범, "전력감시제어설비(SCADA)의 OPEN SYSTEM ARCHITECTURE 적용", 한국자동제어학술회의논문집, Vol.2, pp.992-995, 1996.

[4] 이상중, 임성락, "윈도우즈 NT에서 TCP/IP를 이용한 PC-PLC간 통신", 한국정보처리학회 '97 춘계학술발표 논문집, 4권 1호, pp.821-826.

[5] 박홍성, 권옥현, "산업용 네트워크와 그 응용", 제어자동화시스템공학회지 1996, 07, Vol.2, No.4, pp. 4-18.

[6] 삼성전자, "B/W Link Memory Map(US-LINE Ver. 1.0) Manual," 1996.

[7] MISUBISHI ELECTRONIC Company, "Programmable Controller MELSEC-A Manual."

[8] 권옥현, 박재현, 장래혁, "PLC관련 기술의 동향과 전망", 전자공학회지 1996, 12, Vol.23, No.12, pp. 44-57

[9] International Electrotechnical Commission, Programmable controllers - Part 5 : Communications, IEC Publication 61131-5.

[10] Min System, "SECS Communication Handbook," GW Associate, 1989.

[11] 강호석, 임성락, "Wet Station 장비를 위한 중앙 감시 시스템 설계", 한국정보처리학회 '98 춘계학술발표 논문집, 6권1호, pp.919-922.

[12] J.D Decotignie, and P. Pleinevaux, "A survey on industrial communication networks," Ann. Telecommunication, pp.435-448, 1993.

[13] 황미자, 한광록, "Wet Station 모니터링을 위한 제어 모듈의 설계 및 구현", 한국정보처리학회 논문지, 5권7호, pp.159-163, 1998.

[14] SEMI(Semiconductor Equipment and Materials

International), STANDARDS PUBLICATIONS, <http://www.semi.org/Publications/standards.html>.

[15] 박성식, 최현일, 최용업, "Windows NT에서 반도체 제조 장비와 호스트간 메시지 전송을 위한 통신 시스템의 설계", 한국통신학회 '97하계종합학술발표 논문집, pp.959-962.

[16] 김평진, 오삼권, "SECS(SEMI Equipment Communication Standard) 시스템의 요구사항 분석", 한국정보처리학회 '98 춘계학술발표 논문집, 6권 1호, pp.1141-1144.

[17] Silberschatz, Galvin "Operating System Concepts," Addison Wesley, 1994.



### 강 호 석

e-mail : pollux@hanmail.net

1998년 호서대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)

1998년~현재 호서대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사과정

관심분야 : 실시간 OS, 모니터링 시스템, Embedded 시스템, Multimedia systems



### 임 성 락

e-mail : srrim@dogsuri.hoseo.ac.kr

1979년 서강대학교 전자공학과 졸업(학사)

1983년 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

1992년 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

1983년~1990년 금성 반도체(주) 연구소

1993년~현재 호서대학교 컴퓨터학부 부교수

관심분야 : 운영체제, 실시간 처리 시스템, 분산처리 시스템