

## 저가의 MCU를 사용하여 HSMS 통신 시스템 설계 및 구현

김수희\*

### Design and Implementation of an HSMS Communication System using Low-Cost MCUs

Su-Hee Kim\*

Department of Computer Engineering, Hoseo University, 20, Hoseo-ro 79, Baebang, Asan, Chungnam, Korea 31499

#### 요 약

저가의 MCU를 사용한 HSMS 구동 시스템은 반도체 설비 온라인 시스템 구축에는 없어서는 안 될 필수적인 기술이다. HSMS는 더 빠른 속도의 통신이 필요하고 장비 하드웨어 구성이 용이한 어플리케이션을 위해 SECS-I 대신에 많이 사용된다. 기존의 SECS와 HSMS 디바이스는 SECS의 전반적인 프로토콜 구현되어 있어서 매우 고가이다. 이 연구에서는 기업에서 필요로 하는 SECS 프로토콜만을 지원하는 HSMS 통신 시스템을 설계하고 구현하고자 한다. 저가이지만 고성능 MCU를 메인 보드로 하여 HSMS 통신을 처리하는 모듈을 설계하고, BCR을 독립적으로 처리 할 수 있는 회로를 초소형 MCU를 이용하여 설계한다. 그리고 BCR로부터 인식된 태그 데이터를 HSMS 통신 프로토콜에 부합하는 데이터로 변환하기 위해 SECS-II 메시지를 설계한다. 이 설계들을 반영한 HSMS 통신 시스템을 개발한다. 개발한 저가의 HSMS 통신 모듈은 반도체 공정에 대한 실시간 감시 및 제어 시스템에 적용될 수 있다.

#### ABSTRACT

HSMS communication system using low-cost micro controller units(MCUs) is an essential technique for online semiconductor equipment system developments. It is intended as an alternative to SEMI E4 (SECS-I) for applications where higher speed communication is needed and the facilitated hardware setup is convenient. In this paper, an HSMS communication system using low-cost MCUS is designed and implemented. Using a MCU with a low price but high-performance as a main board, a module which processes HSMS communication is designed, and a circuit is designed to process BCR independently with a microminiature MCU. To convert tag data which is recognized from BCR into data based on HSMS communication protocol, SECS-II message is designed. Lastly, an HSMS communication system is implemented based on these designs. A low-cost HSMS communication module developed in this study can be applied in realtime monitoring and controlling system for semiconductor processes.

**키워드** : 임베디드, MCU, BCR, 센서, HSMS

**Key word** : Embedded, MCU, BCR, SENSOR, HSMS

Received 30 August 2015, Revised 25 September 2015, Accepted 08 October 2015

\* Corresponding Author Su-Hee Kim(shkim@hpsep.edu, Tel:+82-41-540-5709)

Department of Computer Engineering, Hoseo University, 20, Hoseo-ro 79, Baebang, Asan, Chungnam, Korea 31499

**Open Access** <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2015.19.12.2820>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서론

반도체 생산공정의 자동화에서 생산 장비들과 이들을 제어하고 관리하는 시스템과의 원활한 데이터 통신은 매우 중요하다.

기존의 SECS와 HSMS 디바이스는 상당히 고가인 특정 MCU를 사용하여야 하고 SECS의 전반적인 프로토콜 구현되어 있어서, 그 생산 단가가 매우 높다. 이 연구에서는 저가의 MCU를 사용하여 기업에서 필요로 하는 SECS 프로토콜만을 지원하는 HSMS 통신 시스템을 설계하고 구현하고자 한다. 저가이지만 고성능 MCU인 AT91SAM7X512를 메인 보드로 하여 HSMS(HIGH-SPEED SECS Message Service) 통신을 처리하는 모듈을 설계하고, ATMEGA162 MCU를 사용하여 BCR을 독립적으로 처리 할 수 있는 회로를 설계한다. 마지막으로 BCR로부터 인식된 태그 정보를 HSMS 통신 프로토콜로 변환하기 위해 SECS-II 데이터 메시지를 설계하고 구현한다.

2장에서 반도체 장비와 외부 컴퓨터간의 인터페이스를 위한 데이터 통신의 표준 규약인 SECS(SEMI Equipment Communication Standard) 프로토콜에 대해 기술한다. 3장에서 메인 MCU 보드 회로 및 PCB 아트워크를 설계하고, BCR 데이터 처리를 위한보드 회로 및 PCB 아트워크, 펌웨어를 설계한다. 4장에서는 HSMS 통신을 위한 SECS-II 데이터 메시지 설계, 5장에서는 HSMS 통신 시스템 구현 및 테스트에 대해 논의하고 마지막으로 결론을 맺는다.

## II. SECS 프로토콜

반도체 장비들은 공장 자동화를 위하여 전체적으로 네트워크로 연결할 필요가 있다. SEMI(Semiconductor Equipment and Materials International: 국제반도체장비재료협회)에서는 반도체 장비와 외부 컴퓨터간의 인터페이스를 위한 데이터 통신의 표준 규약인 SECS 프로토콜을 제정하였고, 이 프로토콜은 반도체 및 LCD 제조 장비들간의 통신의 표준으로 자리를 잡았다[1]. SEMI의 통신 규격을 통칭하여 SECS라 칭하고 있다. 이 표준 규격은 시대와 기술의 변화에 따라 지속적으로 변화하는 양상을 보이고 있다.

SECS-2는 장비와 호스트 간에 실제 통신되는 데이터에 대한 규약이다. SECS-1과 HSMS는 SECS-2 데이터를 각각 RS-232와 이더넷을 통해 전송하기 위한 인터페이스를 정의하는 규약이다. SECS 프로토콜 중 이 연구와 관련된 프로토콜 SECS-1, HSMS, SECS-2에 대해 기술한다.

### 2.1. SECS-I

SECS-I은 SECS-II 메시지를 반도체 장비와 상위 호스트 간에 교환하기 위한 인터페이스를 정의한 프로토콜이다[2]. RS-232 케이블 통신을 이용한 시리얼 통신에서 포트들을 사용하여 각각의 라인으로 어떤 전기적인 신호를 보내는 규약을 정의하고 있다. SECS-I은 다음과 같은 특성을 갖는다.

- 비동기식 양방향 통신으로 10비트 직렬 통신 (시작 비트와 종료 비트: 각 1비트)
- 데이터를 254 바이트 크기의 블록 단위로 전송
- 하나의 완전한 전송 단위를 메시지라 하며, 1 ~ 32,767 블록으로 구성
- 메시지는 요청과 응답으로 구성되는 쌍이며, 이들이 하나의 트랜잭션이 됨

### 2.2. HSMS

HSMS는 SECS-II 데이터를 TCP/IP 네트워크 프로토콜을 사용하여 메시지 교환 절차를 정의한다. 높은 속도의 통신 기능으로 RS-232를 이용하는 SECS-I을 대체한다. 또한, 저렴한 비용으로 통신이 가능하며 신뢰도가 높은 것이 특징이다.

Fig.1은 SECS-I 통신과 HSMS 통신에 대한 개념적인 그림이다.

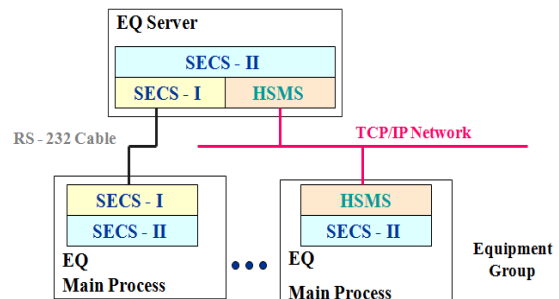


Fig. 1 SECS-I and HSMS Communication Configuration

**Table. 1** HSMS Message Format

Message Length	Message Header		Message Text		
4 bytes	10 bytes		0~n bytes		
Message Header					
Session ID	Header Byte 2	Header Byte 3	PType	SType	System Bytes
0~1(byte)	2	3	4	5	6~9
Conrol/data message relation reference	SECS Stream #/ Status code	SECS Function #/Status code	Data encoding	Data/Control message specified	Primary data: unique Reply: primary same

2.2.1. 메시지 교환 절차

HSMS가 SECS-II 메시지를 송신/수신하는 절차는 다음과 같다.

- 1) TCP/IP 연결 절차를 사용하여 entity 간의 통신 연결을 설정
- 2) Entity들간의 SECS 메시지 교환을 위해 필요한 프로토콜 설정하고 유지
- 3) TCP/IP를 이용하여 데이터 교환
- 4) 에러 조건 인식
- 5) 쌍방의 통신 주체가 더이상 TCP/IP 연결이 필요하지 않음을 확인하기 위한 명시적인 통신 종료
- 6) 네트워크 매체로부터의 물리적인 단절이 필요없는 논리적인 통신 연결 종료
- 7) 연결 무결성 목적을 위한 통신 연결 테스트
- 8) 호환되지 않는 추가 표준으로부터의 연결 시도 거절

2.2.2. HSMS 프로토콜

HSMS 메시지는 크게 데이터 메시지와 제어 메시지로 구분되고, 메시지 헤더의 SType(6번째 바이트)에 명시한다. HSMS 메시지 형식은 메시지 길이, 헤더, 메시

지로 구성된다 (Table.1 참고).

▷ 메시지 길이

- Unsigned integer 타입
- 길이 4 바이트
- 내용: 메시지 헤더와 메시지의 길이를 합한 숫자

▷ 메시지 헤더

- Session ID: 세션의 고유번호이고, 어플리케이션에서 부여 가능
- Header Byte: 메시지 타입이 제어인 경우에는 0과 1이 명시되고, SECS 메시지인 경우 스트림과 합수를 나타냄
- PType: SECS 메시지로 인코딩되었으면 0
- SType: 제어 메시지에 따라 해당 값을 명시

▷ Message Text

- 내용: SECS-II 메시지

2.2.3. HSMS 연결 상태

HSMS 연결 상태와 상태 전이는 Fig.2와 같고, 각 상태 변화에 대한 설명은 Table.2에 나와 있다.

**Table. 2** HSMS State Transition Description

#	Current State		Trigger	New State
	Name	Description		
1	---		TCP/IP Comm. ready	Not Connected
2	Not Connected	TCP/IP Ready for Connection, Not Connected	TCP/IP Connection, Established	Connected Not Selected
3	Connected	TCP/IP Connected	TCP/IP disconnected	Not Connected
4	Not Selected	Connected, No HSMS session established	HSMS Select, success	Selected
5	Selected	Connected, HSMS session established, Normal operation	HSMS Deselect/ Separate, success	Not Selected
6	Not Selected		Connection Timeout	Not Connected

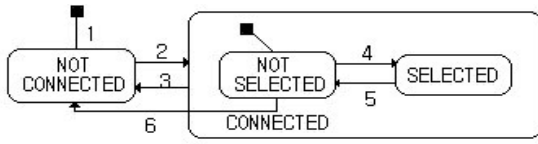


Fig. 2 HSMS Connection State Transition

### 2.3. SECS-II

사용자가 실제 컴퓨터 화면을 이용하여 장비와 대화하기 위해서 어떤 메시지를 어떤 형태로 주고받아야 하는가를 정의하는 규약이다. SECS-II는 장비와 호스트 간에 메시지 전송 규약에 따라 교환되는 메시지가 해석될 수 있도록 그 구조 및 의미를 규정한다.

SEMI에서는 특정한 기능을 표현하는 SECS-II 메시지를 이미 많이 만들어 두어 일반적인 반도체 제조에 필요한 대부분의 기능을 정의하고 있다. 또한 정의되어 있지 않은 메시지를 사용자가 필요에 따라 추가로 정의해서 사용할 수 있도록 하고 있다.

#### ▷ Stream과 Function

SECS-II 데이터는 아이템과 리스트로 구성된다. 헤더에서 정의된 스트림(stream) 번호 및 함수(function) 번호에 따라서 구성 방법 및 형식이 정의된다. Stream은 비슷한 기능을 하거나 서로 관련되는 메시지의 그룹이고, Function은 각 스트림 내에서 특정한 기능을 하는 메시지를 지칭하기 위해 사용된다. 모든 메시지의 이름은 Stream과 Function의 조합으로 구성되며, 이 이름은 메시지 블록의 헤더에 메시지 ID로 표현되며 각각에 부여된 번호로 구분된다. 즉, S1F1, S6F11 등과 같이 SECS-II 메시지를 표현한다[3].

## III. HSMS 통신을 위한 MCU 회로 설계

TCP/IP통신을 기반으로 하는 프로토콜인 HSMS 통신은 현재 반도체 설비에서 사용되는 프로토콜 중 가장 속도가 빠르며 안전성이 높은 프로토콜이다.

기존의 SECS 장비는 SECS의 전반적인 프로토콜이 구현되어 있으며, 호가는 수백만원에서 수천만원에 이른다. 기업에서는 필요로 하는 일부 기능만을 수행하는 저가의 SECS 장비가 생산되지 않기 때문에 고가의 장비를 구매해야하는 실정이다. 기업들은 특정 공정을 위해 필요로 하는 기능들만을 수행하는 저가형 장비를 필

요로 한다. 저가형 SECS 장비를 설계하고 구현하기 위해서는 기업에서 필요로 하는 기능들만을 수집하고, 이들을 설계하고 구현하기 위해 저가형 컨트롤러를 사용하여 장비의 단가를 줄이는 것이 필요하다.

이 연구에서는 시중 가격으로 볼 때 상대적으로 저가이지만 고성능인 AT91SAM7X512를 이용하여 SECS의 일부 프로토콜을 지원하는 HSMS 통신을 처리하는 모듈을 설계한다. 그리고 ATMEGA162 초소형 MCU를 사용하여 BCR을 독립적으로 처리할 수 있는 제품을 설계하고 개발한다. 그리고, BCR로부터 인식된 태그 정보를 반도체 설비에서 사용되는 프로토콜인 HSMS 통신 프로토콜로 변환하기 위해 SECS-II 메시지를 설계한다. 또한, 장비에 전원이 들어와 있는 상태에서 각 시리얼 통신 모듈을 개별적으로 수리하고 정비할 수 있도록 하여, 생산 현장에서 발생할 수 있는 통신 모듈 결함에 신속히 대응하기 위해서, 모듈 방식의 회로를 설계한다[4]. 통신에 필요한 기본적인 메시지를 각각의 통신 특징에 따라 Stream 번호와 Function 번호로 분류하여 적용하며, 또한 통신 제어 메시지를 설계 하고 적용한다. Fig. 3은 설계하고자 하는 전체 시스템의 하드웨어 구성을 나타낸다.

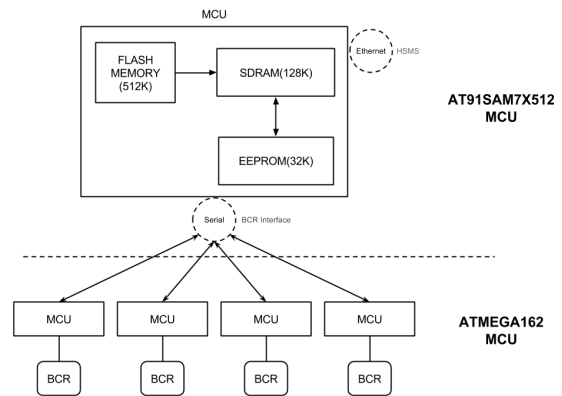


Fig. 3 Hardware Configuration

### 3.1. 메인 MCU 보드 회로 및 PCB 설계

#### 3.1.1. AT91SAM7X512 메인 MCU

AT91SAM7X512는 ARM7TDMI 기반 32비트 마이크로프로세서이다[5]. 8Mhz의 클럭을 가지며, 128KB의 프로그래밍 공간과 램의 크기는60KB이다. 이 MCU 내부에는 이더넷 통신 모듈이 기본적으로 탑재되어 있

으며 ARM7 코어가 내장되어 있다. RISC 방식의 프로세서로서 고속의 명령을 처리할 수 있다. 또한, 내부 OS는 Free RTOS를 탑재하여 실시간 처리가 가능하다. Free RTOS의 장점은 간편하고, 오픈 소스이며, 소규모의 리얼 타임 커널의 형태를 갖추고 있다는 점이다.

### 3.1.2. 메인 MCU 회로 및 PCB 설계

Free RTOS를 이용하면 작은 메모리 공간에 실시간 선점형 처리가 가능하다. 이 MCU 내부에는 두 개의 시리얼 포트가 내장되어 있는데, Fig. 4에 있는 MCU 보드 회로 다이어그램처럼, 하나의 시리얼 포트에 내부적으로 연결된 ATMEGA162 MCU 4개와 1:N 형태의 다중 시리얼 통신을 구현한다. 이러한 방식을 채택하는 이유는 고가의 시리얼 통신 MUX 칩을 사용하지 않고도 동일한 기능을 구현하여 생산단가를 낮추기 위함이다.

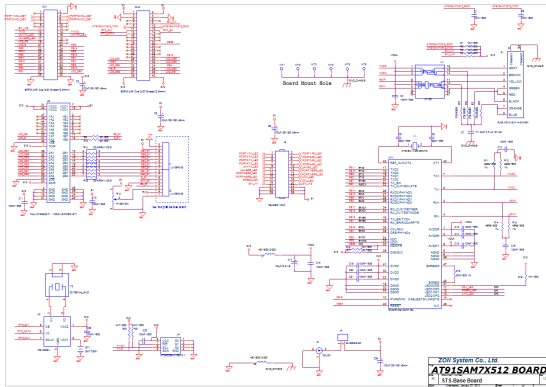


Fig. 4 AT91SAM7X512 MCU BOARD Circuit Diagram

이 메인 보드가 ATMEGA162 MCU 4개와 다중 시리얼 통신을 하는 방식은 다음과 같다.

- 1) Fig. 5에서 BCR 외부 인터페이스로부터 바코드 및 태그 값을 읽어온 경우, Serial Task가 4 개의 RS232 인터페이스에 연결된 ATMEGA162 MCU와 폴링 방식으로 호출하여 읽은 값을 받아들인다. 이때, Serial Task가 만약 각 BCR로부터 읽어온 데이터가 존재하는 경우, 해당 PORT에 대한 RX-xQueue에 전송한다.
- 2) 2개의 포트를 담당하는 각각의 이더넷 Task는 자신의 포트에 해당하는 RX-xQueue에 저장된 데이터가 존재하는 경우, HSMS 통신 프로토콜 형태로 전환하여

Active 방식의 클라이언트에게 메시지를 전송한다.

- 3) 만약 이더넷 Task로부터 BCR 제어에 대한 HSMS 메시지를 Active 방식의 클라이언트로부터 수신한 경우 TX-xQueue로 메시지를 전송한다.
- 4) 만약 TX-xQueue에 저장된 메시지가 있는 경우, Serial Task가 그 메시지를 읽어 BCR 장치로 RS232 제어 데이터를 전송한다.
- 5) 또한, 이더넷 Task는 IDLE 상태에서 HSMS 제어 메시지를 처리한다.

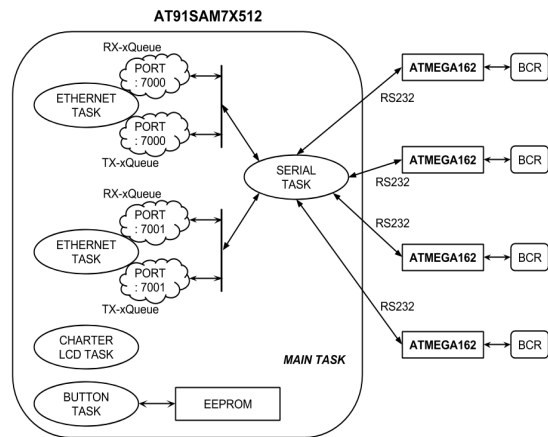


Fig. 5 Data Communication between Main MCU and MCU for BCR

### 3.2. ATMEGA162 MCU 회로 및 PCB 설계

BCR을 독립적으로 처리하기 위해 ATMEGA162 MCU[6] 사용한다. 이 MCU는 저가이고 초소형 MCU인데, 모듈 방식의 회로를 설계한다. 이렇게 설계하면, 공장에서 통신 모듈 결함이 발생하였을 경우, 장비에 전원이 들어와 있는 상태에서 각 시리얼 통신 모듈을 개별적으로 수리 가능하고, 신속하게 대응할 수 있으므로 원활한 정비가 가능하다.

#### 3.2.1. BCR 통신모듈과 전원통합을 위한 회로 설계

ATMEGA162 MCU 내부에는 2개의 시리얼 통신 포트가 내장되어 있다. AT91SAM7X512 MCU와 연결되는 시리얼 통신 포트는 RS232 레벨 칩을 사용하지 않고 TTL 방식의 통신 회로를 구현하여 하드웨어 설계에서 사용되는 칩의 숫자를 줄인다[7]. 두 번째 시리얼 포트는 전원 공급 장치를 결합한 시리얼 포트를 설계하여

BCR에 별도의 전원이 공급되지 않아도 BCR구동이 가능하도록 회로를 설계한다.

ATMEGA162 MCU와 연결되는 센서를 이용하여 Trigger 제어를 위한 BCR 제어 보드 회로를 설계한다. 이 센서는 PC817 포토 커플러를 사용하여 외부에서 들어오는 전기적 노이즈를 차단하기 위해 사용한다.

Trigger를 제어할 때에 MCU 전원이 떨어지지 않도록 하기 위해, ULN2003A 칩 7CH DARLINGTON SINK DRIVER를 사용하여 Trigger 구동 시 Relay 제어 신호를 발생하여 Trigger 제어를 구현한다.

### 3.2.2. ATMEGA162 MCU 펌웨어 시스템 설계

ATMEGA162 MCU 펌웨어[8] 시스템을 다음과 같이 설계한다.

- 1) AT91SAM7X512 통신 Serial Task가 MCU로부터 수신한 BCR 제어 메시지를 받아 BCR Trigger Task를 구동시켜 BCR을 Trigger ON 시킨다.
- 2) BCR로부터 외부 인식값이 발생하여 BCR 통신 Serial Task가 수신한 RS232 메시지가 존재하는 경우 AT91SAM7X512 통신 Serial Task로 Bypass 하고, 이때 BCR Trigger Task를 구동하여 Trigger OFF 시킨다.
- 3) Sensor Task로부터 외부 Magazine이 탐지되는 경우 BCR Trigger Task를 구동하여 Trigger ON 시킨다.

Fig. 6은 BCR과의 데이터 교환을 위한 펌웨어 시스템 모듈 배치를 나타낸다.

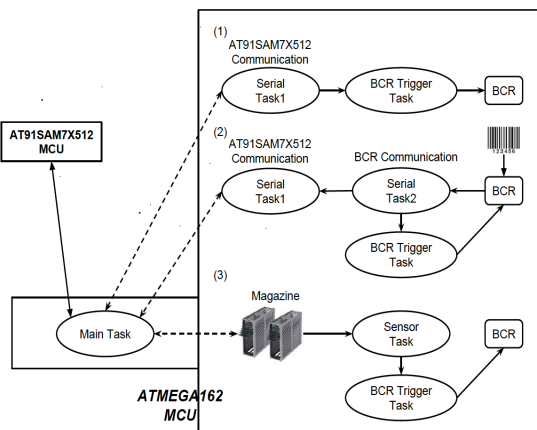


Fig. 6 ATMEGA162 MCU Firmware System Configuration

## IV. HSMS 통신을 위한 SECS-II 메시지 설계

BCR로부터 인식된 태그 정보를 반도체 설비에서 사용되는 프로토콜인 HSMS 통신 프로토콜로 변환하기 위해 SECS-II 데이터 메시지 설계가 필요하다. 데이터 처리를 위해 필요한 기본적인 메시지를 각각의 통신 특징에 따라 Stream 번호와 Function 번호로 분류하여 적용하며, 이외에도 통신 제어 목적의 메시지를 설계하여 적용한다.

Table. 3 HSMS Communication Equipment SECS-II Message

Message	Primary direction	Reply	Comment
S1F1/2	H<->E	Yes/No	Request online status /online Data
S1F3/4	H->E	Yes/No	Request designated device status/data
S2F41/42	H->E	Yes/No	Send/Confirm host command
S5F1/2	H<- E	Yes/No	Send/Confirm Alarm signal
S6F11/12	H<- E	Yes/No	Send/Confirm event signal
S9F1~13	H<- E	Yes/No	Send equipment communication

HSMS 통신 장비에서 사용되는 DATA 메시지를 SECS-II로 설계하였는데[Table.3], 다음과 같은 방법으로 통신한다.

- 1) Active 클라이언트에서 STREAM 1에 FUNCTION 3인 지정 장치 상태 요구를 PRIMARY MESSAGE로 HSMS 통신 장비로 전송할 경우, HSMS 통신 장비는 STREAM 1에 FUNCTION 4인 지정장치 상태 Data를 REPLY 한다.
- 2) Active 클라이언트에서 STREAM 2에 FUNCTION 41인 Host Command 송신 요구를 PRIMARY MESSAGE로 HSMS 통신 장비로 전송할 경우, HSMS 통신 장비는 STREAM 2에 FUNCTION 42인 Host Command 확인을 REPLY 한다.
- 3) 메시지 상세 내용
  - On-Line 확인 요구/On-Line Data
  - 지정장치 상태 요구/지정장치 상태 Data
  - Host Command 송신/확인

- Alarm 시그널 송신/확인
- Event 시그널 송신/확인
- Error 메시지

## V. HSMS 통신 시스템 구현 및 테스트

지금까지 AT91SAM7X512 MCU를 이용하여 메인 보드 설계와 아트 작업, ATMEGA162 MCU를 이용하여 BCR 데이터를 읽고 통신하기 위한 설계와 아트 작업, 그리고 HSMS 통신을 위한 데이터 메시지 설계를 하였다. 이 장에서는 이를 기반으로 실제로 HSMS 통신을 위해 구현하고 테스트한다.

### 5.1. HSMS 통신 시스템 구현

시스템 개발 환경은 Table. 4와 같다. 3.2.2 절에서 개발한 임베디드 펌웨어는 시리얼 통신 및 BCR Trigger, Sensor 인터페이스를 컨트롤 하여 시스템이 구동된다.

**Table. 4** HSMS Communication System Development Environment

OS	Windows 7
Language	C/Assembler
Compiler	GCC
Hardware	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AT91SAM7X512                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Data Bus Width : 32bit</li> <li>- Program Memory Size: 512kB</li> <li>- Data RAM Size : 128kB</li> </ul> </li> <li>• ATMEGA162                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Data Bus Width : 8bit</li> <li>- Program Memory Size : 16kB</li> <li>- Data RAM Size : 1kB</li> </ul> </li> </ul>



**Fig. 7** HSMS Communication Equipment

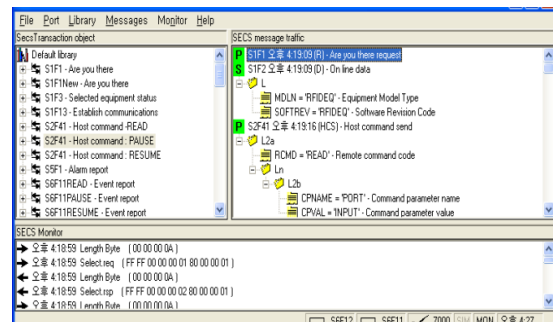
펌웨어 업로드를 위해 BCR 리더의 모드를 Program 모드로 전환한 후에, USB TO SERIAL 케이블을 이용하여 컴파일 된 임베디드 펌웨어를 Atmel에서 제공하는 Flip 프로그램[9,10]을 이용하여 하드웨어 상에 다운로드 한다. Fig. 7은 최종적으로 개발한 HSMS 통신 장비의 내부를 보여주는 사진이다.

### 5.2. 테스트

HSMS 테스트 프로그램 FASTsim SEMI-Pro을 이용하여 Table.5와 같은 구성으로 SECS-II 메시지 처리를 테스트 한다. Table. 5에 있는 Message Set은 BCR 데이터 처리를 위해 필요한 메시지들이다. Fig. 8은 HSMS 데이터 통신 테스트의 스냅샷을 보여주고 있다. 이 연구에서 개발한 제품을 반도체 장비에 설치한 후에 정상적으로 동작하는 것을 확인하였다.

**Table. 5** Test Message Set

No	Classification	Message
1	Confirm On-Line request/On-Line data	S1F1 / S1F2
2	Designated device status request/esignated device status data	S1F3 / S1F4
3	Send host Command/Confirm host command	S2F41/S2F42
4	Send alarm signal/Confirm alarm signal	S5F1/ S5F2
5	Send event signal/Confirm event signal	S6F11/ S6F12
6	Error message Unknown device ID Unknown stream type Unknown function type Error data TransactionTimer Time Out Data too long Communication time Out	S9F1 S9F3 S9F5 S9F7 S9F9 S9F11 S9F13



**Fig. 8** SECS-II HSMS Data Communication Test Screen

## VI. 결론

저가의 MCU를 사용한 HSMS 구동 시스템은 반도체 설비 온라인 시스템 구축에는 없어서는 안 될 필수적인 기술이다. 시중에 판매되고 있는 SECS 장비는 SECS의 전반적인 프로토콜이 구현되어 있으며 매우 고가이다. 각 기업들이 필요로 하는 기능만을 수행하는 SECS 장비를 생산하지 않으므로, 기업 측면에서 볼 때는 일부의 기능을 사용하려고 고가의 장비를 사용해야 하는 부담이 발생한다.

이 연구는 이러한 SECS 시장의 배경을 바탕으로 시작하게 되었고, BCR과 RFID가 취득한 정보를 궁극적으로 설비가 파악할 수 있도록, 저가의 MCU를 사용하여 SECS 프로토콜의 일부를 지원하는 HSMS 통신 시스템을 설계하고 구현하였다.

저가이지만 고성능 MCU를 메인 보드로 하여 HSMS 통신을 처리하는 모듈을 설계하였고 BCR을 독립적으로 처리할 수 있는 회로를 초소형 MCU를 이용하여 설계하였다. 그리고, BCR로부터 인식된 태그 정보를 HSMS 통신 프로토콜로 변환하기 위해 SECS-II 데이터 메시지를 설계하고 구현하였다. 또한, 메인 보드로 사용한 MCU의 시리얼 포트와 내부적으로 연결된 BCR 데이터 처리를 위한 MCU 4개를 이용하여 다중 시리얼 통신을 구현하였다. 이렇게 함으로써, 고가의 시리얼 통신 MUX 칩을 구매할 필요가 없게 됨으로 생산 단가 절약을 꾀하였다.

개발한 저가의 HSMS 통신 모듈은 반도체 공장 내의 TRACK IN, TRACK OUT에 대한 실시간 감시 및 제어 시스템에 적용 가능하다.

## REFERENCES

- [ 1 ] SEMI E37-0298, HIGH-SPEED SECS MESSAGE SERVICES (HSMS) GENERIC SERVICES, SEMI, 1998.
- [ 2 ] SEMI E4 – SEMI Equipment Communications Standard 1 Message Transfer (SECS-I), SEMI, 1999.
- [ 3 ] SEMI E5 - SEMI Equipment Communications Standard 2 Message Content SECS-II, SEMI, 2009.
- [ 4 ] Andrew N.Sloss, "ARM System Developer's Guide", *SciTech*, 2004.
- [ 5 ] [http://www.atmel.com/images/Atmel\\_32-bit-ARM7TDMI\\_Flash-Microcontroller\\_SAM7X512-256-128\\_Datasheet.pdf](http://www.atmel.com/images/Atmel_32-bit-ARM7TDMI_Flash-Microcontroller_SAM7X512-256-128_Datasheet.pdf), 2014.
- [ 6 ] [http://www.atmel.com/images/atmel-2513-8-bit-avr-micro-controller-atmega162\\_datasheet.pdf](http://www.atmel.com/images/atmel-2513-8-bit-avr-micro-controller-atmega162_datasheet.pdf), 2013.
- [ 7 ] John Catsoulis, "Designing Embedded Hardware", *O'REILLY*, p129~p133, 2007.
- [ 8 ] Tammy Noergaard, "Embedded Systems Architecture : A Comprehensive Guide for Engineers and Programmers", *ITC*, p3~p15, p75~p118, 2007.
- [ 9 ] Flip Program, <http://www.atmel.com/dyn/products>
- [ 10 ] Duk-yong Youn, "AVR ATmega162 Master", *ohm Pub.*, 2004.



김수희(Su-Hee Kim)

호서대학교 컴퓨터공학과 교수  
 컴퓨터학박사, University of South Carolina  
 ※관심분야 : 데이터통신, IOT, 정보검색