

# 반도체 통신프로토콜 및 스펴링 시스템 구현에 관한 연구

김두용\*, 반응\*

\*순천향대학교

## 초록

본 논문은 반도체 장비 및 디스플레이 장비에서 적용되는 네트워크 통신 규약인 SECS 통신 프로토콜을 TCP/IP 소켓 프로그램을 이용하여 구현한다. 특히 호스트와 장비간의 통신에 문제가 발생하여 데이터 전송이 누락되었을 때 이를 장비에 보관한 후에 통신이 복구되었을 때 다시 호스트에게 전송할 수 있는 스펴링 기능을 구현하여 통신장애로 누락되는 데이터를 다시 전송할 수 있도록 한다. 그리고 윈도우 프로그램을 기반으로 하나의 드라이버 프로그램에서 호스트(액티브) 측과 장비(패시브) 측을 선택하여 사용 가능하게 구현한다.

## 1. 서론

오늘날 반도체 및 디스플레이 산업의 발전으로 다양한 종류의 장비 수요가 증가되어 반도체 및 디스플레이 장비는 점점 복잡해지고, 관리해야 할 데이터의 양은 기하급수적으로 증가하고 있다. 따라서 서로 장비들 간 통합의 필요성이 대두되어 SEMI(Semiconductor Equipment and Materials International)의 장비 자동화 부문(Equipment Automation Division)에서 반도체 장비와 외부 컴퓨터간의 인터페이스를 위한 데이터 통신 표준 규약의 필요성을 인식하고, SECS(SEMI Equipment Communication Standard)를 만들어 발표하였다[1].

SECS 통신 사양은 현재 대부분의 반도체 장비와 디스플레이 장비에 적용되는 통신 사양으로 해당 장비에 대한 표준 사양의 지원이 의무화되고 있으며 SECS 는 이러한 업계의 요구에 부합하는 표준으로 자리 잡게 되었다. SECS 통신 규약에는 SECS-I(SEMI Equipment Communication Standard1 Message Transfer) 과 이를 기반으로 상위 계층의 통신 규약인 SECS-II(SEMI Equipment Communication Standard2 Message Content), GEM(Generic Model for Communications and Control of Manufacturing Equipment)를 개발하여 표준 규약으로 자리 잡게 되었다[2][3]. 그러나 SECS-I 는 제약이 많고 속도가 느린 RS-232 기반으로 개발되었기 때문에 빠른 속도를 원하는 현대의 장비산업에서는 새로운 통신 규약을 필요로 하게 되어 HSMS(High-Speed SECS Message Services)라는 TCP/IP 와 이더넷에 기반을 둔 통신 규약이 개발되었다[4].

본 논문은 반도체 장비 및 LCD 장비에서 적용되는 장비 간 네트워크 통신 규약인 SECS 통신 프로토콜을 TCP/IP 소켓 프로그램을 이용하여 구현하며 또한 HSMS 에 기반을 두고 상위 통신 규약인 SECS-II, GEM 를 구현하여 다중 클라이언트 접속과 통신 장애 발생으로 누락된 데이터를 다시 전송할 수 있는 기능을 제공하는 스펴링(spooling) 시스템을 구현하였으며 윈도우 프로그램을 기반으로 하나의 프로그램에서 액티브(active)측과 패시브(passive)측을 선택하여 사용 가능하게 구현한다.

2. 반도체 장비 통신프로토콜의 구성

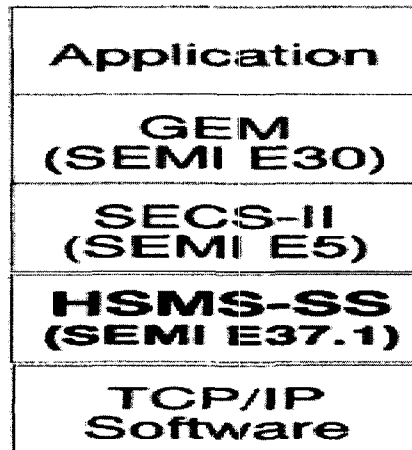


Fig. 1.1 SECS Protocol Stack

SECS 프로토콜 구성은 그림 1.1 과 같다. 장비와 호스트 간에 통신을 담당하고 설정하는 하위 통신 규약인 HSMS 로 구성되고, 하위 통신 규약에서 교환되는 메시지를 해석하여 의미를 규정하는 SECS-II와 SECS-II 메시지를 받을 시 장비들이 취해야 하는 절차를 규정한 GEM 으로 구성되어 있다.

HSMS 는 TCP/IP 기반 SECS 통신이며, 장비와 호스트 간에 통신 연결 순서를 상태 별로 정리를 하여 나타낸 것이 그림 1.2 이다.

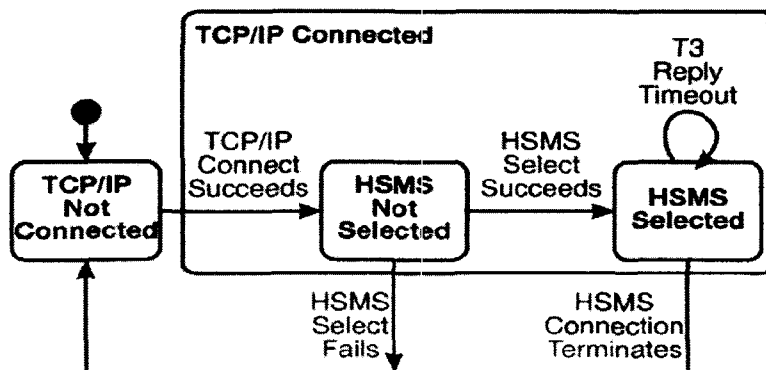


Fig. 1.2 HSMS Connection State Diagram

HSMS 메시지는 호스트와 장비 간에 통신 설정을 완료하는 Select, 데이터를 송수신하는 Data, 통신연결을 확인하는 Link Test, 일방적 통신 종료를 하는 Separate, 적절하지 않는 메시지를 받았을 때 처리하는 Reject 상태 등으로 나누어 동작한다.

SECS-II는 장비와 호스트 간에 메시지 전송 규약에 따라 교환되는 메시지가 해석될 수 있도록 그 구조 및 의미를 규정한다. 이 표준에서 정의된 메시지는 일반적인 반도체 제조에 필요한 대부분의 내용을 포함하고 있으며, 정의 되어 있지 않은 메시지는 장비에 따라서 필요한 메시지를 정의해서 사용할 수 있도록 허용한다.

SECS-II 데이터는 아이템과 리스트로 구성된다. 헤더에서 정의된 스트림(stream)번호 및 함수(function)번호에 따라서 데이터의 아이템과 리스트 구성방법, 형식이 정의된다. 사용자는 사전에 스트림 번호 및 함수 번호에 따른 리스트와 아이টে으로 구성된 사전을 이용하여 데이터 값을 입출력 한다.

GEM 은 SECS-II 메시지를 받을 때 마다 장비들이 취해야 하는 행동 양식과 절차이다. GEM 은 메시지에 대해 상응하는 동작을 구현하는데 사전에 정의된 일련의 시나리오에 따라 프로그램이 동작하도록 만든 것이다. 필수 기본 사양은 반드시 제공되어야 하고 선택 사양은 필요한 기능을 선택적으로 만들어 사용할 수 있다. 다음은 필수 기본 사양들의 내용이다.

- 장비의 실행 상태 모델
- 호스트에서 초기화 설정
- 이벤트 통지
- 온라인상태 확인
- 에러 메시지 처리
- 작업자에 의한 제어

본 논문에서는 위의 필수사항 이외에 선택사항인 스폴링 기능이 구현되었다.

### 3. 반도체 장비 통신프로토콜의 구현

반도체 장비 통신프로토콜 구현을 위해 일반적으로 클라이언트 역할을 하는 액티브와 서버 역할을 하는 패시브를 하나의 프로그램으로 구현하였다. 그 이유는 HSMS 에서는 액티브와 패시브를 동등한 엔티티로 취급하므로 초기에 접속시도를 빼고는 액티브 나 패시브에 관계 없이 먼저 데이터 전송을 시도할 수 있도록 해야 한다. 이러한 특징으로 인하여 두 개의 프로그램은 상위 계층으로 올라가면 갈수록 거의 코드가 같아지는 특징이 있다. 그러므로 한 프로그램에 구현을 하는 것이 효율적이다.

일반적인 서버/클라이언트 모델과는 달리 액티브 측과 패시브 측이 서로가 독립적으로 송수신이 가능하도록 구현하기 위해 멀티 스레드 기법을 사용한다. 이러한 스레드 기법을 이용하여 데이터를 보내면서 동시에 데이터 수신을 위해 대기하는 것이 가능해진다.

HSMS 계층에서는 안정적인 통신 상태를 유지하고 점검하기 위해 타임아웃 체크 루틴을 요구한다. 따라서 이러한 기능을 구현하기 위해 특정한 조건에 의해 메인 루틴으로 신호를 보내 주는 방식으로 동작하는 콜 백 함수를 이용하였다. 반도체 장비 통신프로토콜 구현을 위해 2 장에서 언급된 GEM 필수 요구 사항들과 선택 사항 중에서도 통신에 문제가 발생하여 데이터 전송이 누락되었을 때 이를 장비나 호스트가 보관하고 있다 차후에 통신이 복구되었을 때 다시 장비나 호스트에게 전송할 수 있도록 하는 스폴링 기능을 구현하였다.

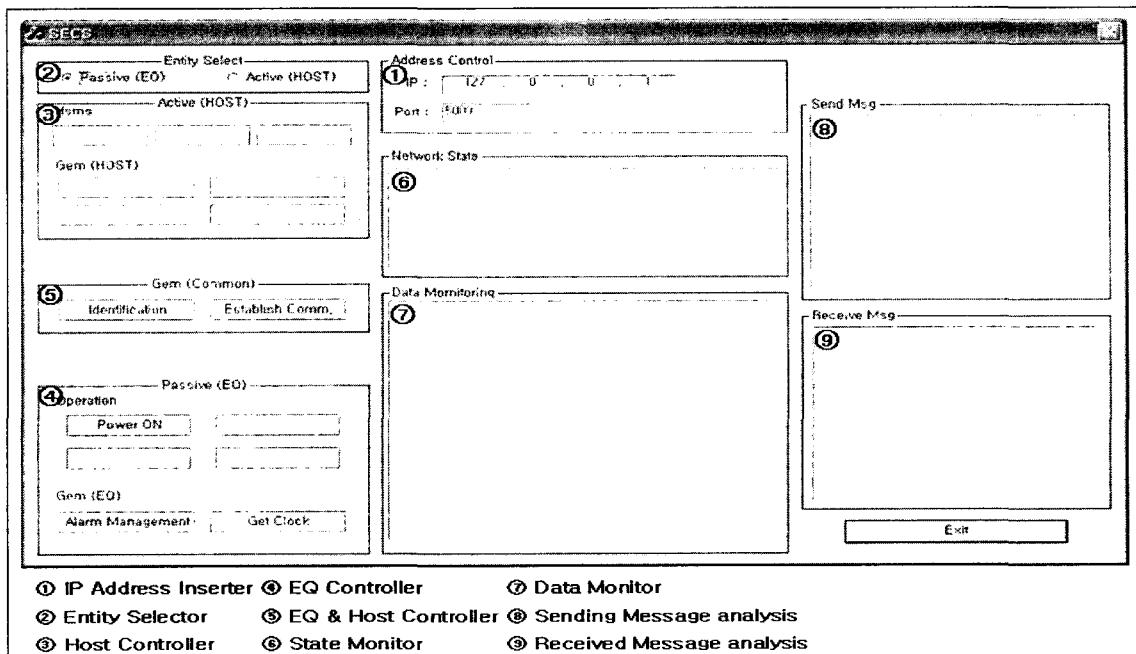


Fig. 2.1 Windows of SECS Protocol Driver

그림 2.1 에서는 SECS 프로토콜 드라이버의 인터페이스와 각 기능을 보여주고 있다.

①번은 IP 와 Port 넘버의 입력기이고, ②번은 호스트와 장비(EQ)를 선택하는 부분이다. ③번은 호스트가 직접 제어할 수 있는 HSMS 레벨의 컨트롤러와 GEM 레벨의 컨트롤러를 나타낸다. ④번은 장비가 직접 제어할 수 있는 부분으로 마찬가지로 HSMS 레벨과 GEM 레벨의 컨트롤러로 구분 된다.

⑤번은 호스트와 장비가 모두 제어 할 수 있는 GEM 사양의 공통부분을 묶어 놓은 것이며, ⑥번은 일련의 네트워크의 상태와 호스트와 장비의 상태를 알려주는 창이다. ⑦번은 각 트랜잭션을 구체적으로 명시해주는 데이터 모니터링을 위해 사용되는 창이고, ⑧번과 ⑨는 각각 Primary 메시지와 응답 메시지인 Secondary 메시지를 해석해서 보여주는 해석기 부분이다.

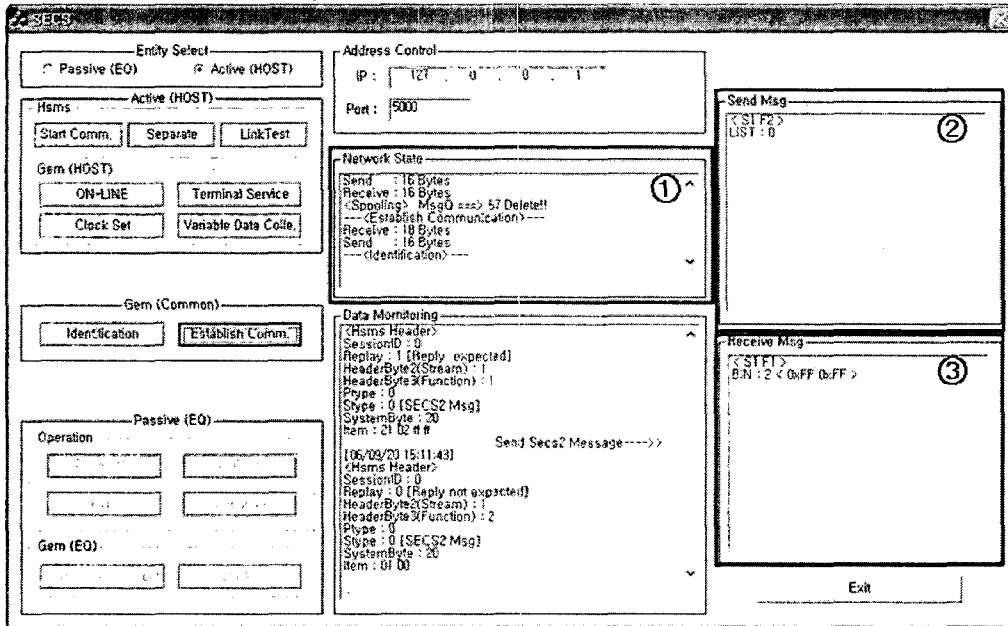


Fig. 2.2 Spooling and GEM Messages

그림 2.2 에서 ①번 창을 보면 메시지를 보내기 전에 spooling 을 위해 메시지 큐 속에 저장이 되고 응답 메시지를 받으면 spooling 메시지 큐에서 해당 메시지를 삭제하는 것을 볼 수 있다. ②번 창에는 GEM 메시지가 드라이버에서 해석된 결과를 볼 수 있고, ③번 창에서는 응답 메시지를 해석한 내용을 확인할 수 있다. 구현된 Spooling 의 수도코드(pseudocode)는 다음과 같다.

```

DelMsgQ(key) // 메시지 큐로부터 해당하는 키(시스템바이트)의 메시지를 삭제한다.
    for(Searching Queue) // 메시지 큐에 모든 메시지를 검색한다.
        if Compare key(Systembyte) then MSG delete
        // 키를 비교해서 동일하면 해당 메시지를 지운다.
        else No operation
        // 동일한 키가 없을 경우 아무런 작업도 하지 않는다.
GetMsgQ() // 메시지 큐로부터 하나의 메시지를 꺼낸다.
if Queue is Empty then No operation
// 큐가 비어있으면 아무것도 하지 않고 리턴.
else Get MSG
// 그렇지 않으면 메시지를 꺼낸다.
PutMsgQ(MSG) // 해당 메시지를 큐에 삽입한다.
if memory allocation then Put MSG and linking Queue
// 메모리 동적 할당에 성공하면 해당 메시지를 큐에 삽입한다.
else memory allocation error
// 그렇지 않으면 메모리 할당 에러를 알린다.
    
```

Fig. 2.3 Pseudocode for Spooling

#### 4. 결론

본 논문은 하위 계층에 이더넷과 TCP/IP 를 사용하는 HSMS 를 기반으로 하는 반도체 장비 통신표준 프로토콜을 구현하였다. 클라이언트 역할을 하는 액티브 측과 서버 역할을 하는 패시브 측의 기능은 상위 계층으로 갈수록 거의 유사하므로 하나의 프로그램으로 구현하여 선택하여 사용할 수 있다. 또한, 멀티스레드 기법을 이용한 다중 클라이언트 접속이 가능하도록 구현하였다. 이는 하나의 장비에 2 개 이상의 호스트를 연결하여 통신을 할 수 있도록 하기 때문에 실제 현장에서 유연한 작업이 가능하다. 다중 클라이언트 접속에 있어서 가장 큰 문제는 프로세스들간의 동기화 문제인데 이것은 세션내의 공유 프로세스의 수를 조절할 수 있는 기능을 제공하고 확장성이 우수한 카운팅 세마포기법을 이용하여 구현하였다.

HSMS 계층에서는 안정적인 통신 상태를 유지하고 점검하기 위해 타임아웃 체크 루틴과 GEM 사양에서 요구하는 필수 사항들이 구현되었으며 선택사양으로써 요구하는 기능으로 호스트와 장비간의 통신에 문제가 발생하여 데이터 전송이 누락되었을 때 이를 장비에 보관한 후에 통신이 복구되었을 때 다시 호스트에게 전송할 수 있는 스펙링 기능을 구현하여 통신장애로 누락되는 데이터를 다시 전송하여 주기 때문에 그로 인한 오 동작을 방지시켜주며, 더욱 안정성이 높은 통신을 가능하게 한다.

#### 참고문헌

- [1] SEMI EQUIPMENT COMMUNICATION STANDARD1 MESSAGE TRANSFER(SECS-I), SEMI E4-0699, 1999
- [2] SEMI EQUIPMENT COMMUNICATION STANDARD 2 MESSAGE CONTENT(SECS- II), SEMI E5-1102, 2002
- [3] GENERIC MODEL FOR COMMUNICATIONS AND CONTROL OF MANUFACTURING EQUIPMENT, SEMI E30-1000, 2000
- [4] HIGH-SPEED SECS MESSAGE SERVICE(HSMS) GENERIC SERVICES, SEMI E37-0702, 2002.