

SEMI E30-0611

제조장비제어와 커뮤니케이션을 위한 일반적 모델 (GENERIC MODEL FOR COMMUNICATIONS AND CONTROL OF MANUFACTURING EQUIPMENT (GEM))

이 표준은 기술적으로 Global Information & Control Committee 에 의해 승인되었으며, 이 개정판 발행은 2011 년 5 월 13 일 Global Audits & Reviews Subcommittee 에 의해 승인되었다. 원본은 1992 년에 발행되었고, 이전 개정판은 2003 년 11 월에 발행되었다.

NOTICE: This translation is a REFERENCE COPY ONLY. If differences should exist between the English version and a translation in any other language, the English version is the official and authoritative version.

본 번역서는 참고용으로써, 영문원본과 한글번역본간에 차이가 발생할 경우, 영문원본을 우선으로 해야함을 알려드립니다. 본 번역서에 대해 문의사항이 있는 경우 krstandards@semi.org 로 문의바랍니다.

CONTENTS

1 Introduction (소개)

1.1 Revision History (개정 이력)

1.2 Scope (범위)

1.3 Intent (목적)

Figure 1, GEM Scope (GEM 범위)

1.4 Overview (개요)

Figure 2, GEM Components (GEM 구성 요소)

1.5 Referenced Standards and Documents (참조 표준 및 문헌)

2 Terminology (용어)

3 State Models (상태 모델)

3.1 State Model Methodology (상태 모델 방법론)

3.2 Communications State Model (통신 상태 모델)

Figure 3, Example Equipment Component Overview (장비 구성 요소 개요의 예)

Figure 4, Communications State Diagram (통신 상태 다이어그램)

Table 1, Communications State Transition Table (통신 상태 전환 테이블)

3.3 Control State Model (컨트롤 상태 모델)

Figure 5, Control State Model (컨트롤 상태 모델)

Table 2, CONTROL State Transition Table (CONTROL 상태 전환 테이블)

3.4 Equipment Processing States (장비 프로세싱 상태)

Figure 6, Processing State Diagram (프로세싱 상태 다이어그램)

Table 3, Processing State Transition Table (프로세싱 상태 전환 테이블)

4 Equipment Capabilities and Scenarios (장비 기능 및 시나리오)

4.1 Establish Communications (통신 설정)

4.2 Data Collection (데이터 수집)

Figure 7, Limit Combination Illustration: Control Application (제한 결합의 예: 컨트롤 어플리케이션)

Figure 8, Elements of One Limit (단일 제한의 요소)

Figure 9, Limit State Model (제한 상태 모델)

Table 4, Limit State Transition Table (제한 상태 전환 테이블)

4.3 Alarm Management (알람 관리)

Figure 10, State Diagram for Alarm ALIDn (알람 ALIDn 에 대한 상태 다이어그램)

Table 5, Alarm State Transition Table (알람 상태 전환 테이블)

Table 6

4.4 Remote Control (원격 컨트롤)

4.5 Equipment Constants (장비 상수)

4.6 Process Recipe Management (프로세스 레시피 관리)

4.7 Material Movement (재료 이동)

4.8 Equipment Terminal Services (장비 단말기 서비스)

4.9 Error Messages (오류 메시지)

4.10 Clock (클록)

4.11 Spooling (스풀링)

Figure 11, Spooling State Diagram (스풀링 상태 다이어그램)

Table 7, Spooling State Transition (스풀링 상태 전환)

4.12 Control (컨트롤)

5 Data Items (데이터 항목)

5.1 Data Item Restrictions (데이터 항목 제한)

5.2 Variable Item List (변수 항목 리스트)

6 Collection Events (수집 이벤트)

Table 8, GEM Defined Collection Events (정의된 GEM 수집 이벤트)

7 SECS-II Message Subset (SECS-II 메시지 하위집합)

STREAM 1: Equipment Status (장비 상태)

STREAM 2: Equipment Control and Diagnostics (장비 컨트롤 및 진단)

STREAM 5: Exception (Alarm) Reporting (예외 (알람) 리포팅)

STREAM 6: Data Collection (데이터 수집)

STREAM 7: Process Program Load (프로세스 프로그램 로드)

STREAM 9: System Errors (시스템 오류)

STREAM 10: Terminal Services (단말기 서비스)

STREAM 13:

STREAM 14: Object Services (객체 서비스)

STREAM 15: Recipe Management (레시피 관리)

STREAM 19: Recipe and Parameter Management (레시피 및 매개변수 관리)

8 GEM Compliance (GEM 준수)

8.1 Fundamental GEM Requirements (기본 GEM 필요조건)

Table 9, Fundamental GEM Requirements (기본 GEM 필요조건)

Figure 12, GEM Requirements and Capabilities (GEM 필요조건 및 기능)

8.2 GEM Capabilities (GEM 기능)

Table 10, Section References for GEM Capabilities (GEM 기능에 대한 절 참조)

8.3 Definition of GEM Compliance (GEM 준수의 정의)

8.4 Documentation (문서화)

Figure 13, Host View of GEM (GEM의 호스트 관점)

Table 11, GEM Compliance Statement (GEM 준수 전문)

Table 12, SML Notation (SML 표기법)

A. Application Notes (어플리케이션 노트)

A.1 Factory Operational Script (공장 운용 스크립트)

A.1.1 Anytime Capabilities (애니타임 기능)

A.1.2 System Initialization and Synchronization (시스템 초기화 및 동기화)

A.1.3 Production Set-Up (생산 셋업)

A.1.4 Processing (프로세싱)

A.1.5 Post-Processing (후 프로세싱)

A.2 Equipment Front Panel (장비 전면 패널)

A.2.1 Displays and Indicators (디스플레이 및 표시기)

A.2.2 Switches/Buttons (스위치/버튼)

A.3 Examples of Equipment Alarms (장비 알람의 예)

Table A.3, Alarm Examples Per Equipment Configuration (장비 구성 별 알람의 예)

A.4 Trace Data Collection Example (트레이스 데이터 수집의 예)

A.5 Harel Notation (Harel 표기법)

Figure A.5.1, Harel Statechart Symbols (Harel 상태도표 기호)

Figure A.5.2, Example of OR Substates (OR 하위상태의 예)

Figure A.5.3, Example of AND Substates (AND 하위상태의 예)

A.5.1 State Definitions (상태 정의)

A.5.2 Transition Table (전환 테이블)

Table A.5, Transition Table for Motor Example (모터에 대한 전환 테이블의 예)

A.6 Example Control Model Application (컨트롤 모델 어플리케이션의 예)

Figure A.6.1, Example of the Simplified “Effective” Control Model (단순한 “Effective” 컨트롤 모델의 예)

A.7 Examples of Limits Monitoring (리미트 모니터링의 예)

A.7.1 Introduction (소개)

A.7.2 Examples (예제)

Figure A.7.1, Valve Monitoring Example (밸브 모니터링의 예)

Figure A.7.2, Environment Monitoring Example (환경 모니터링의 예)

Figure A.7.3, Calibration Counter Example (교정 카운터의 예)

A.8 Recipe Parameter Modification for Process and Equipment Control (프로세스 및 장비 컨트롤에 대한 레시피 매개변수 수정)

A.8.1 Introduction (소개)

A.8.2 Equipment Constants (장비 상수)

A.8.3 Example (예시)

Figure A.8.1, CMP Single Wafer “Polishing” System with Host Recipe Parameter Modification Capability (호스트 레시피 매개변수 수정 기능을 가진 CMP 단일 웨이퍼 “Polishing” 시스템)

1 소개 (Introduction)

1.1 개정 이력 (*Revision History*) — 이는 GEM 표준의 첫 발간 이다.

1.2 범위(*Scope*) — GEM 표준의 범위는 통신 연결 측면에서 반도체 장비의 동작을 정의하는 것으로 제한한다. SEMI E5 (SECS-II) 표준은 호스트와 장비간에 소통되는 메시지와 그에 관련된 데이터의 정의를 규정하며, GEM 표준은 어떤 SECS-II 메시지가, 어떤 상황에서 사용되어야 하는지, 그리고 어떤 결과가 도출되어야 하는지를 정의한다. Figure 1 은 GEM, SECS-II 및 기타 통신 대안들간의 관계를 보여준다.

GEM 표준은 통신 연결에서 호스트 컴퓨터의 동작을 정의하지 않는다. 호스트 컴퓨터는 언제든지 GEM 메시지 시나리오를 시작할 수 있으며 장비의 응답은 GEM 표준에 명시된 것이어야 한다. GEM 메시지 시나리오가 호스트나 장비에서 시작된다면, 호스트가 적절한 GEM 메시지를 사용할 경우 장비는 GEM 표준에 명시된 대로 작동하게 된다.

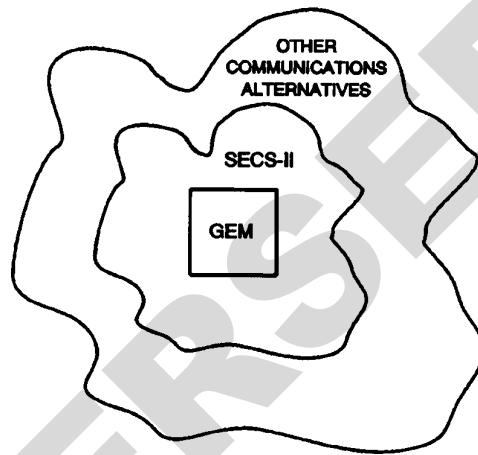


Figure 1
GEM 범위 (GEM Scope)

이 표준에 설명된 기능은 특히 낮은 수준의 통신 프로토콜 및 연결 방식 (예를 들어, SECS-I, SMS, point-to-point, connection-oriented or connectionless)에 독립적으로 설계되어 있다. 이러한 유형의 표준의 사용은 해당 표준의 준수를 위해 요구되거나 배제되지 않는다.

NOTICE: SEMI Standards and Safety Guidelines do not purport to address all safety issues associated with their use. It is the responsibility of the users of the Documents to establish appropriate safety and health practices, and determine the applicability of regulatory or other limitations prior to use.

이 표준은 사용에 관련된 안전 사항의 명시를 의미하지 않는다. 사용자는 이 표준을 사용하기에 앞서 안전과 건강에 관련된 규제 방안을 수립하고, 규제나 기타 제한사항들에 대한 적용 방안을 규정할 책임이 있다.

1.3 목적 (*Intent*) — GEM 은 모든 반도체 제조 장비에 대한 SECS-II 의 실행 기준을 정의한다. GEM 표준은 반도체 디바이스 제조업체의 자동화 생산 프로그램을 지원하기 위해 기능과 유연성을 규정하는 장비의 역할 및 통신 기능의 일반적인 장비 조합들을 정의한다. 장비 공급 업체는 추가되는 기능이 GEM 에 정의된 동작이나 기능과 충돌하지 않는 한, GEM 에 포함되지 않은 추가 SECS-II 기능을 규정할 수 있다. 이러한 추가 사항은 SECS-II 메시지, 수집 이벤트, 알람, 원격 명령 코드, 프로세싱 상태, 가변 데이터 항목(데이터 값,

상태 값 또는 장비 상수), 클래스에 고유한 다른 기능(etchers, steppers 등) 또는 장비의 특정 인스턴스(instance)를 포함할 수 있다.

GEM의 목적은 디바이스 제조 업체 및 장비 공급 업체 모두를 위해 경제적 이익을 창출하기 위한 것이며, 장비 공급 업체는 대부분의 고객을 만족시키기 위해 단일 SECS-II 인터페이스를 개발하고 판매함으로써 이익을 얻을 수 있다. 디바이스 제조 업체는 늘어나는 기능과 모든 제조 장비에서 SECS-II 인터페이스를 표준화함으로써 이익을 얻을 수 있다. 이 표준화 작업은 장비 공급 업체 및 디바이스 제조 업체 모두에게 소프트웨어 개발 비용을 절감하며, 절감된 비용과 다양하게 구현된 기능으로, 디바이스 제조 업체는 보다 신속하고 효율적으로 반도체 공장을 자동화 할 수 있다. GEM 표준은 또한 디바이스 제조업체가 일반화된 산업 체계 내에서 고유한 자동화 솔루션을 구현하는 것을 가능하게 한다.

GEM 표준에서 규정하는 내용은 다음과 같다 :

- SECS-II 통신 환경에서 반도체 제조 장비에서 나타내는 동작의 모델
- 반도체 제조 환경에 요구되는 컨트롤 기능(control functions) 및 정보의 내용
- 반도체 제조 장비의 기본 SECS-II 통신 기능의 정의
- SECS-II 가 다수의 가능한 메소드(methods)를 규정하는 경우, 동작(action)을 수행하기 위한 하나의 일관된 방법
- 유용한 통신 기능을 수행하는 데 필요한 표준 메시지 통신

GEM 표준은 두 가지 유형의 요구사항을 포함한다:

- 기본 GEM 요구 사항
- 추가 GEM 기능의 요구사항

기본적인 GEM 요구 사항은 GEM 표준의 토대를 이룬다. 추가 GEM은 특정 유형의 공장 자동화에 필요한 기능이나 특정 유형의 장비에 적용 가능한 기능들에 관한 정보를 규정한다. 기본 GEM 요구 사항 및 추가 GEM 기능의 자세한 목록은 §8, GEM Compliance에서 확인할 수 있다. 아래의 Figure 2는 GEM 표준의 구성 요소를 보여준다.

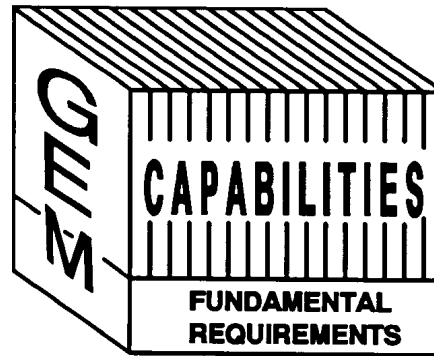


Figure 2
GEM 구성요소 (GEM Components)

장비 공급 업체는 특정 유형의 장비에 실행되어야 하는 추가 GEM 기능을 결정하기 위해 고객들과 협업해야 한다. GEM 표준에 정의된 기능이 특히 반도체 제조 업체의 공장 자동화 요구 사항을 충족시키기 위해 개발되었기 때문에, 대부분의 디바이스 제조업체가 장비의 특정 유형에 적용되는 GEM 기능의 대부분을 요구할 것으로 예상하지만, 일부 디바이스 제조업체들은 공장 자동화 전략의 차이로 인해 모든 GEM 기능을 필요로 하지 않을 수도 있다.

1.4 개요 (Overview) — GEM 표준은 아래에 설명된 절로 나뉘어진다.

Section 1 — 소개 (Introduction)

이 절은 개정 이력, 범위 및 GEM 표준의 목적을 규정한다. 이는 또한 문서 구조의 개요 및 관련 문헌의 목록을 규정한다.

Section 2 — 정의 (Definitions)

이 절은 문서에서 사용되는 용어를 정의한다.

Section 3 — 상태 모델 (State Models)

이 절은 상태 모델의 설명을 위해 이 문서에서 사용되는 표현을 설명한다. 또한 모든 반도체 제조 장비에 적용되기에 하나 이상의 기능을 가진 기본 상태 모델을 설명한다. 상태 모델은 호스트 관점에서 장비의 동작을 설명한다.

Section 4 — 기능 및 시나리오 (Capabilities and Scenarios)

이 절은 반도체 제조 장비에 대해 정의된 통신 기능을 자세히 설명한다. 각 규정되는 기능들의 목적, 정의, 요구 사항과 시나리오를 포함한다.

Section 5 — 데이터 정의 (Data Definitions)

이 절은 SEMI E5 에있는 데이터 항목 사전(Data Item Dictionary) 및 변수 항목 사전(Variable Item Dictionary)에 대한 참조를 규정한다. 첫 번째 하위 절은 이들 사용이 제한된 SECS-II 에서의 데이터 항목을 보여준다 (즉, 허용된 형식). 두 번째 하위 절은 데이터 수집을 위해 호스트에 사용할 수 있는 가변 데이터 항목을 나열하고, 이들 SECS-II 에서 정의된 제한을 보여준다.

Section 6 — 수집 이벤트 (Collection Events)

이 절은 필수 수집 이벤트의 목록을 규정하고 그것을 이루고 있는 데이터를 보여준다

Section 7 — SECS 메시지 하위 집합 (SECS Message Subset)

이 절은 GEM 표준에 정의된 모든 기능을 구현하는 데 필요한 SECS-II 메시지의 구성 목록을 규정한다.

Section 8 — GEM 준수(GEM Compliance)

이 절은 기본 GEM 요구 사항 및 추가 GEM 기능을 설명하고 표준의 다른 절의 세부적인 요구 사항을 찾을 수 있도록 참조로 이용 된다. 이 절은 이 표준으로 준수를 설명하기 위해 장비 공급 업체 및 디바이스 제조 업체에서 사용될 수 있는 표준 용어 및 문서화를 정의한다.

Section A — 어플리케이션 노트 (Application Notes)

이 절은 추가적인 설명 정보와 예시를 규정한다.

Section A.1 — 공장 운영 스크립터 (Factory Operational Script)

이 절은 필요한 SECS 기능이 일반적인 공장 운영 시퀀스(sequence) 환경(context)에서 어떻게 사용될 수 있는지의 개요를 규정하며, 일반적으로 동작 (action)이 수행되는 시퀀스(sequence)에 따라 구성되어 있다.

Section A.2 — 전면 패널 환경 (Equipment Front Panel)

이 절은 이 문서에서 정의된 전면 패널 버튼, 표시기(indicator) 및 스위치의 실행 지침을 규정하며, 전면 패널 요구사항을 요약하였다.

Section A.3 — 장비 알람의 예 (Examples of Equipment Alarms)

이 절에서는 다양한 장비 구성에 관련된 알람의 예를 규정한다.

Section A.4 — 트레이스 데이터 수집의 예 (Trace Data Collection Example)

이 절은 호스트에 의한 트레이스(trace) 초기화의 예시와 장비에서 전송할 수 있는 정기적인 트레이스 (trace) 데이터 메시지의 예시를 규정한다.

Section A.5 — Harel 표기법 (Harel Notation)

이 절은 문서에 사용된 상태 모델을 설명하는 David Harel 의 "Statechart" 표기법을 설명한다.

Section A.6 — 컨트롤 모델 어플리케이션의 예 (Example Control Model Application)

이 절은 장비의 컨트롤(control) 모델과 호스트의 상호 작용(interaction)에 대한 예시를 규정한다.

Section A.7 — 리미트 모니터링의 예 (Examples of Limits Monitoring)

이 절은 제한(limit)의 사용을 명확히 하기 위한 4 가지 리미트 모니터링 (limits monitoring) 예시와 일반적인 어플리케이션을 설명한다.

1.5 참조 표준 및 문헌 (*Referenced Standards and Documents*)

1.5.1 SEMI 표준 (*SEMI Standards*) — 다음의 SEMI 표준은 GEM 표준에 관련되어 있으며, 일부 GEM 에서 참조한 부분들이 GEM 표준의 조항을 구성한다.

SEMI E4— SEMI Equipment Communications Standard 1 Message Transfer (SECS-I)

SEMI E5— SEMI Equipment Communications Standard 2 Message Content (SECS-II)

SEMI E23— Specification for Cassette Transfer Parallel I/O Interface

SEMI E37— High-Speed SECS Message Services (HSMS) Generic Services

SEMI E139— Specification for Recipe and Parameter Management (RaP)

1.5.2 그 외 문헌(Other Documents)

Harel, D., “Statecharts: A Visual Formalism for Complex Systems,” Science of Computer Programming 8 (1987) pp. 231–274.¹

NOTICE: Unless otherwise indicated, all documents cited shall be the latest published versions.

특별히 명시하지 않는 한, 인용된 모든 문헌들은 최신 버전이다.

2 용어 (Terminology)

2.1 정의 (*Definitions*)

2.1.1 알람 (*alarm*) — 사람, 장비, 또는 처리되는 재료를 위태롭게 할 수 있는 장비에 발생된 비정상적인 상황과 관련된 알람. 이러한 비정상적인 상황은 물리적인 안전 제한을 근거로 장비 제조업체에서 정의한다. 알람의 발생으로 잠재적으로 영향을 받는 장비들은 그 활동이 제한된다.

2.1.1.1 프로세스 허용 오차에 따른 과도한 컨트롤(control) 제한(limits)은 프로세싱의 시작이나 완료와 같은 정상적인 장비 이벤트나 알람을 구성하지 못하는 것에 유의해야 한다.

2.1.2 기능 (*capabilities*) — 기능은 반도체 제조 장비에서 수행되는 작업(operation)이다. 이러한 작업(operation)은 SECS-II 메시지(또는 시나리오) 시퀀스(sequences)를 이용한 통신 인터페이스를 통해 시작된다. 기능의 예는 알람의 설정 및 해제 등이 있다.

2.1.3 수집 이벤트 (*collection event*) — 수집 이벤트는 호스트에게 중요한 것으로 간주되는 장비상의 이벤트 또는 관련 이벤트를 그룹화하는 것이다.

2.1.4 통신 실패 (*communication failure*) — 통신 실패는 설정된 통신 연결이 단절되었을 경우를 말하며, 이러한 실패는 프로토콜에 따라 달라진다. 특정 프로토콜에 따라 다른 통신 실패의 정의는 적절한 프로토콜 표준 (예, SEMI E4 또는 SEMI E37)을 참조한다.

¹ Elsevier Science, P.O. Box 945, New York, NY 10159-0945, USA. <http://www.elsevier.nl>

2.1.5 통신 장애 (*communication fault*) — 장비가 예상되는 메시지를 수신하지 못하거나 트랜잭션(transaction) 타이머나 통신(conversation) 타이머가 만료되었을 경우 통신 장애가 발생한다.

2.1.6 컨트롤 (*control*) — 컨트롤(control) 하는 것은 ‘지시(directing)’와 같은 영향력을 행사하는 것이다.

2.1.7 장비 모델 (*equipment model*) — 장비 모델은 기능, 시나리오 및 자동화된 생산 환경을 지원하기 위해 제조 장비가 수행하는 SECS-II 메시지를 바탕으로 정의된다 (Generic Equipment Model 참조).

2.1.8 이벤트 (*event*) — 이벤트는 장비가 감지 가능한 주요한 사건이다.

2.1.9 GEM 준수 (*GEM compliance*) — "GEM Compliance"는 특정 기능에 대한 GEM 표준의 준수를 나타내는 개별 GEM 기능을 정의 하는 용어. GEM 준수(GEM Compliance)에 대한 자세한 정보는 §8 를 참조.

2.1.10 일반적 장비 모델 (*Generic Equipment Model*) — 일반적 장비 모델(Generic Equipment Model)은 장비의 모든 유형에 대한 참조 모델로서 사용된다. 이는 대부분의 장비에 적용할 수 있는 기능을 포함하지만, 특정 장비의 고유한 요구 사항을 언급하지는 않는다.

2.1.11 호스트 (*host*) — SEMI E4 와 SEMI E5 는 “장비와 통신하는 지능(intelligent) 시스템” 으로서, 호스트 (Host)를 정의한다.

2.1.12 메시지 장애 (*message fault*) — 장비가 “결함(defect) 때문에 처리할 수 없음” 메시지를 수신 했을 때를 말한다.

2.1.13 운영 스크립트 (*operational script*) — 운영 스크립트는 실제 공장 운영을 전형적인 시퀀스(sequence)로 순서화한 시나리오의 모음이다. 예를 들면 시스템 초기화 전원 투입, 기기 셋업(setup) 그리고 프로세싱이 시퀀스(sequence)이다.

2.1.14 운영자 (*operator*) — 의도된 기능을 수행하도록 장비를 운영 (예를 들어 프로세싱) 하는 사람. 운영자는 일반적으로 장비에 규정된 운영자 콘솔(console)을 통해 장비와 상호 작용(interaction)을 한다.

2.1.15 프로세스 단위 (*process unit*) — 프로세스 단위는 일반적으로 하나의 실행 명령(single run command), 프로세스 프로그램 등을 통해 한 단위로 처리되는 재료를 말한다. 일반적인 프로세스 단위는 웨이퍼(wafers), 카세트 (cassettes), 매거진 (magazines), 보트(boats)이다.

2.1.16 프로세싱 사이클 (*processing cycle*) — 프로세싱 사이클은 일반적으로 한 프로세스 단위에 포함된 모든 재료들이 처리되는 시퀀스(sequence)이다. 이는 종종 실행(action) 또는 시간의 척도로 사용된다.

2.1.17 시나리오 (*scenario*) — 시나리오는 기능을 수행하기 위해 시퀀스(sequence)로 배열된 SECS-II 메시지의 그룹이며, 좀 더 명확하게 하기 위해 그 외 기타 정보가 시나리오에 포함될 수 있다.

2.1.18 *SECS-I* — SEMI Equipment Communications Standard 1 (SEMI E4). 이 표준은 EIA RS232-C 를 기반으로 전기적 신호 레벨과 메시지 전송 프로토콜에 대한 메소드(method)를 명시한다.

2.1.19 *SECS-II* — SEMI Equipment Communications Standard 2 (SEMI E5). 이 표준은 반도체 제조 장비 컨트롤(control)에 관련된 해당 메시지에 대한 각각의 선택스(syntax), 시맨틱스(semantic) 및 메시지의 그룹을 명시한다.

2.1.20 SMS — SECS 메시지 서비스(SECS Message Service). 네트워크상에 포맷된 SECS-II 메시지를 전송할 때 사용되는 SECS-I에 대한 대안이다.

2.1.21 상태 모델 (*state model*) — 상태 모델(State Model)은 시스템의 동작을 설명하기 위한 조합된 상태 및 상태 전환의 모음이다. 이 모델은 상태를 설명하는 조건, 상태 내에서 가능한 실행/반응, 다른 상태로의 전환을 트리거(trigger)하는 이벤트, 상태간의 전환 프로세스 등을 포함한다.

2.1.22 시스템 디폴트 (*system default*) — 시스템 초기화의 마지막에 실행될 장비 동작 모델에서의 상태를 말하며, 시스템 초기화의 마지막에 특정한 장비 변수를 포함하는 값을 말한다.

2.1.23 시스템 초기화 (*system initialization*) —파워-업(power-up), 시스템 활성화(activation) 및, 시스템 재설정 시 장비가 수행하는 프로세스. 이 프로세스를 통해 장비는 장비 동작 모델에 따라 적절히 가동(operate)을 준비한다.

2.1.24 사용자 (*user*) — 공장을 대표하고 공장 운영 모델을 적용하는 사람. 사용자는 대다수의 셋업(setup) 및 장비의 공장 운영 규칙에 장비들이 가장 잘 부합하도록 액티비티(activities) 구성에 대한 모든 책임을 가진다.

3 상태 모델 (State Models)

이 절은 반도체 제조 장비에 대한 상태 모델을 포함하며, 이들 상태 모델은 간편하고 이해하기 쉬운 형식으로 호스트 관점에서 장비의 동작을 설명한다. 다른 장비에 대한 상태 모델은 통신과 같은 일부 영역에서는 동일하지만, 프로세싱과 같은 다른 영역에서는 다를 수 있다. 이에 별도로 모델화 된 후 통합될 수 있는 병렬 구성 요소로 장비를 나누는 것이 바람직하다. 장비의 구성 요소 개요의 예는 Figure 3 과 같이 규정된다.

장비 제조 업체는 상태 모델 방법론(state model methodology)을 이용하여 장비 운영상의 동작을 문서화 해야 한다. 상태 모델은 §3.1 및 §A.5 와 참조 문헌에서 논의되며, 상태 모델 문서는 다음과 같은 세 가지 요소를 포함한다:

- 시스템의 가능한 상태를, 시스템의 구성요소 혹은 모든 가능한 한 상태에서 다른 상태로의 전환등을 나타내는 상태 다이어그램(*state diagram*). 상태와 전환은 반드시 각각 표기되어야 하고, Harel 표기법 (§ A.5 참조) 사용을 권장한다.
- 각각의 전환, 그 시작과 종료 상태, 전환을 트리거(trigger)한 자극제가 무엇인지, 전환의 결과로 취해진 실행(action)이 무엇인지를 열거한 전환 테이블(*transition table*).
- 해당 상태가 실행 되어 있을 때 시스템 동작을 규정하는 각 상태의 정의(*definition of each state*).

상기의 요소의 예는 § A.5 에서 다뤄진다.

EQUIPMENT	
COMMUNICATIONS	PROCESSING
CONTROL	ALARMS
SPOOLING	LIMITS MONITORIN
PROCESS RECIPES	MATERIAL MOVEMEN
TRACE REPORTS	TERMINAL SERVICES

Figure 3
장비 구성 요소 개요의 예
(Example Equipment Component Overview)

규정된 상태 모델의 이점은 아래와 같다:

1. 상태 기기 모델(State machine Model)은 유용한 설명 도구이다.
2. 호스트 시스템은 상태 모델을 근거로 장비 동작을 예측할 수 있다.
3. 사용자와 장비 프로그래머는 작업할 장비 동작의 일반적인 설명서를 가진다.
4. “Legal” 운영(operation)은 어떤 장비 상태냐에 따라 정의된다.
5. 외부의 이벤트 통보는 내부 상태 전환과 관련될 수 있다.
6. 외부의 명령(commands)은 상태 전환과 관련될 수 있다.
7. 장비 컨트롤(control)의 다른 측면에서 설명된 상태 모델 구성 요소는 서로 관련될 수 있다 (예: 재료 운송 상태 모델과 프로세싱 상태 모델; 내부 장비 안전 시스템과 프로세싱 상태 모델).

3.1 상태 모델 방법론 (State Model Methodology) — 이 문서에서 설명 된 다양한 기능(capability)의 예상 기능(functionality)을 문서화 하기 위해, David Hare 에서 개발한 "Statechart"표기법을 채택한다. Harel 의 조항은 § 1.5 에 나열되어 있으며 표기법의 완전한 이해를 위해 "반드시" 읽어야 한다. 본 절과 다음의 절에서 사용되는 규약은 세가지 항목으로 기능(capability)의 역동적 기능(functionality)을 설명할것이다: 정의된 각 상태나 하위상태의 글로된 설명, 한 상태에서 다른 상태로 가능한 전환을 설명하는 테이블 , 상태와 전환의 관계를 보여주는 Harel 에 의해 정의된 기호를 사용하는 그래픽 그림. 이들 항목의 조합은 시스템 또는 구성 요소에 대한 상태 모델을 정의한다. Harel 표기법의 요약 및 이 방법론으로 동작을 정의한 그림, 테이블, 텍스트에 대한 세부적인 설명은 어플리케이션 노트 A.5 에 서 설명된다.

상태 모델의 기본 단위는 상태(state)이며, 상태(state)는 조건의 고정적 집합이며, 조건이 충족되는 경우 상태는 현재이다. 이러한 조건은 센서 판독, 스위치 위치, 시간대 등과 관련 있으며, 또한 특정

자극(stimuli)에 대한 반응의 설명도 상태 정의에 포함된다 (예를 들어, 메시지 S_x, F_y 가 수신될 경우, 응답 메시지 $SX, Fy+1$ 를 생성한다). 자극(stimuli)은 다양할 수 있지만, 반도체 장비에서는 수신된 SECS 메시지, 유효 기간이 만료된 타이머, 장비 단말기에서 운영자 입력 및, 센서 판독의 변경 사항을 포함한다.

해당 문서와 여기에 설명된 상태 모델의 해석을 명확히 하기 위해, 상태와 이벤트, 그리고 서로의 관계를 구분하는 것이 유용하다. 이벤트는 정적이기보다 동적이며, 이는 조건의 변경이나, 좀 더 구체적으로는 이러한 변화의 인식을 나타낸다. 이벤트는 제한(limit) 초과와 같은 센서 판독, 스위치 변경 위치, 또는 초과된 시간 제한(limit)을 포함 할 수 있다.

새로운 실행 상태에 대한 변화, 즉 상태변화는 조건의 변화, 즉 이벤트로 즉각적으로 나타나야 하며, 즉 상태변화 자체가 이벤트라고 칭해질 수 있다. 사실 대다수의 이벤트가 장비에서 발생할 수 있기 때문에, 사람들의 관심 여부와 이것이 감지될 수 있는지의 여부를 근거로 이벤트를 분류하는 것이 중요하다. 이 표준에서 이벤트(term event)란 용어는 장비에서 일어나는 감지 가능한 주요한 사건이라고 구체적으로 정의될 수 있다.

이벤트를 더욱 상세하게 정의하자면 “수집 이벤트(collection event)”로 대표 될 수 있는데, 이는 호스트에게 중요하다고 간주되는 장비에서의 이벤트 또는 관련된 이벤트의 그룹을 나타낸다. 이들이 바로 활성화 되었다면 호스트로 리포트 되는 이벤트들 이다. 이 정의에 의하면 장비의 수집 이벤트 리스트는 일반적으로 전체 이벤트의 하위 집합일 뿐이다. 이 문서에서의 상태 모델은 호스트가 관심을 가지는 세부 사항의 수준으로 제한한다. 따라서 이 표준에 정의된 모든 상태 전환은 별도로 명시하지 않는 한 수집 이벤트(collection event)에 해당한다.

3.2 통신 상태 모델 (Communications State Model) — 통신 상태 모델(Communications State Model)은 호스트와 통신 연결의 존재 또는 부재와 관련된 장비의 동작을 정의한다. § 4.1 절에서 통신 설정(Establish Communications) 기능을 정의부터 시작하여 논의를 확장한다. 이 모델은 물리적(physical) 연결이라기 보다는 장비와 호스트간의 논리적(logical) 연결을 논하게 된다.

3.2.1 용어 (Terminology) — 용어 통신 실패(communication failure), 연결 트랜잭션 실패(connection transaction failure) 및 통신 연결(communication link)은 이 문서 내에서에서의 사용만을 위해 정의되었으며, 다른 곳에서 사용된 동일한 용어나 유사한 용어와 혼동해서는 안 된다.

- 통신 실패의 특정 프로토콜 정의는 SEMI E4 (SECS-I) 또는 SEMI E37 (HSMS)을 참조.
- 연결 트랜잭션 실패(connection transaction failure)는 통신 설정을 시도할 때 발생하며 다음에 의해야기된다.
 - 통신 실패
 - 응답 타임아웃(timeout) 제한 내에서 S1, F14 응답의 수신이 실패하거나
 - 부적절하게 포맷된 S1, F14 가 수신되거나 COMMACK² 을 0 으로 설정하지 않을 때 발생한다.

² Establish Communications Acknowledge Code, defined in § 4.1. See SEMI E5 for further definition of this Data Item.

- 응답 타임아웃 기간(timeout period)은 응답이 예상되는 완전한 원조(primary) 메시지를 성공적으로 전송한 후 시작된다 (응답 타임아웃(timeout)의 특정 프로토콜 정의에 대해 SEMI E4 (SECS-I) 또는 SEMI E37 (HSMS)를 참조).
- 통신 연결(communication link)은 "accept" 라는 인식과 함께 S1,F13/F14 트랜잭션(transaction)의 성공적인 완료 후 이루어진다. 이 연결은 물리적이기보다는 논리적이다.
- 실행은 발신 메시지가 전송 되기에 앞서 일시적으로 저장될 수 있도록 하는 메커니즘 가지며, 명사 큐(queue)는 이러한 저장된 메시지를 아우르는 표현이다. 이들이 큐(queue)내에 있을 때 대기한다고 하고 해당 저장공간(storage)에서 이들이 제거 됨으로써 대기를 해제 (dequeued)한다.
- 전송(Send)은 "queue to send" 또는 "begin the process of attempting to send" 메시지를 포함하지만, 이것이 전송할 메시지의 성공적인 완료를 의미하는 것은 아니다.
- 호스트는 호스트의 초기화나 호스트에서 통신 실패에 대한 독립적인 감지로 언제든지 장비와의 통신을 설정할 수 있다. 따라서 호스트는 언제든지 S1,F13/F14 트랜잭션(transaction)을 시작 할 수 있다.

3.2.2 *CommDelay* 타이머 (*CommDelay Timer*) — CommDelay 타이머(CommDelay timer)는 S1,F13 을 전송하려는 시도 사이의 간격을 측정하는데 사용되는 내부 타이머를 나타낸다. 이 간격의 길이는 EstablishCommunicationsTimeout 의 값과 동일하며, CommDelay 타이머가 호스트에 직접적으로 보여지지는 않는다.

EstablishCommunicationsTimeout 은 보통 몇 초로 표시되는 S1,F13 을 전송하려는 시도 사이의 지연을 정의하는 사용자 구성(user-configurable) 장비 상수이다. 이 값은 CommDelay 타이머를 초기화하는데 사용된다.

CommDelay 타이머는 타이밍을 시작하기 위해 초기화되며(initialized), 상태 WAIT DELAY 가 입력된 경우에만 초기화된다.

“times out”되었을 때 CommDelay 타이머가 만료되고(expired), 전송 시도 사이의 간격에 남은 시간은 0 이다. 상태 WAIT DELAY기간 동안 유효 기간이 타이머가 만료되면, S1,F13 을 전송하기 위한 새로운 시도와 WAIT CRA³ 상태로의 전환을 트리거(triggers)한다.

3.2.3 규약 (Conventions)

- S1,F13 을 전송하려는 시도는 상태 WAIT CRA 로의 전환(transit)시에만 구성된다. 이때 CommDelay 타이머는 " expired "로 설정되어야 한다.
- CommDelay 타이머는 상태 WAIT DELAY 로 전환(transit) 시에만 초기화 된다. S1,F13 을 전송하기 위한 다음의 시도는 상태 WAIT CRA 로 전환(transit)되었을 때만 발생한다.

³ CRA is the mnemonic defined for Establish Communications Request Acknowledge (S1,F14).

3.2.4 통신 상태(*Communication States*) — SECS 통신의 두 가지 주요 상태는, DISABLED와 ENABLED이다. 시스템 디폴트(default) 상태는 장비에서 사용자가 구성 가능한 상태(user-configurable)여야 한다 (예를 들어, 점퍼(jumper) 설정 또는 비휘발성(non-volatile) 메모리 변수를 통해).

시스템 초기화가 완료되면, 운영자는 장비 단말기 기능(functions)이나 순간 스위치를 통해 언제든지 통신 상태 선택을 변경할 수 있다. 두 위치의 유형 변경(two-position type switch)은 시스템 디폴트(default)와의 충돌 가능성으로 인해 사용될 수 없다.

ENABLE 상태는 아래에 설명된, NOT COMMUNICATING과 COMMUNICATING, 두 가지 하위 상태를 가진다. 장비는 NOT COMMUNICATING과 COMMUNICATING이란 하위상태를 장비에서 지속적으로 표시함으로써 현재의 통신 상태를 운영자에게 알려줘야 한다.

연결 트랜잭션(transaction) 실패의 경우, NOT COMMUNICATING라고 표시되며, 사용자가 구성 가능한(user configurable) 장비 상수인 EstablishCommunicationsTimeout는 S1,F13(Establish Communications Request)을 전송하기 위한 시도 사이의 간격을 설정하는데 사용된다.

Figure 4는 통신 상태 모델(Communication State Model)의 상위 상태(superstates)와 하위 상태 사이의 관계를 보여준다. 상태 전환을 트리거하는(triggering) 이벤트 및 수행된 동작(action)에 대한 설명은 Table 1.1.1.1.1.1.111에서 규정된다.

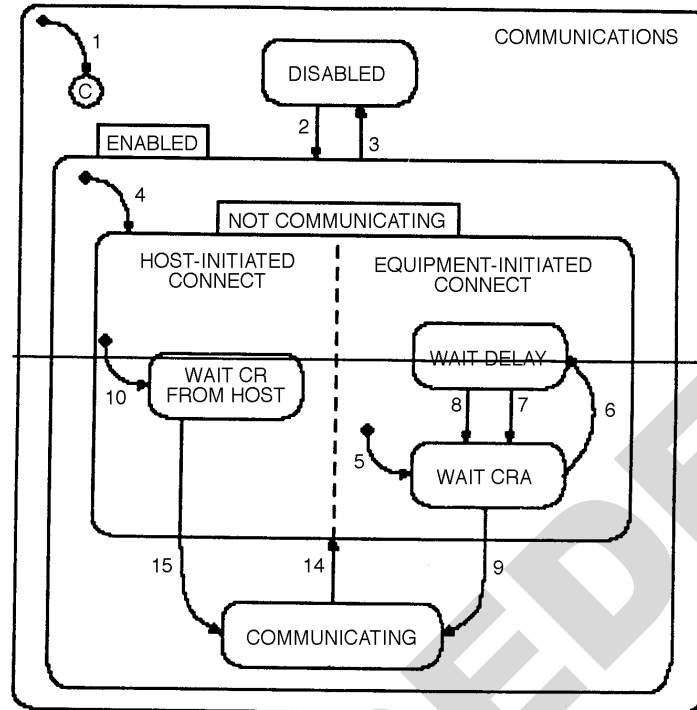


Figure 4

통신 상태 다이어그램

(Communications State Diagram)

통신 상태 모델(Communications State Model)의 상태는 다음과 같이 정의된다:

DISABLED

이 상태에서 호스트 컴퓨터와 SECS-II 통신은 존재하지 않는다. 운영자가 ENABLED에서 DISABLED로 상태를 전환하면, 모든 SECS-II 통신이 즉시 중지되어야 한다. 전송을 위해 대기한 모든 메시지는 삭제되어야 하며, 열린 트랜잭션(transaction)과 통신(conversation)의 모든 추가 활동(action)이 종료되어야 한다.⁴ 당시에 전송되는 중인 메시지의 처리는 낮은 수준의 메시지 전송 프로토콜에게 있어 이슈(issue)가 되지만 이 표준에서는 설명되지 않는다.

DISABLED 상태는 가능한 시스템 디폴트(default)이다.

ENABLED

ENABLED 는 COMMUNICATING 과 NOT COMMUNICATING, 두 가지 하위 상태를 가진다. 통신이 활성화 될 때, 시스템 초기화 시 혹은 운영자 선택 시에, 통신이 공식적으로 설정될 때까지 NOT COMMUNICATING 이라는 하위상태가 실행 된다. SECS-I 과 같은 낮은 수준의 프로토콜은 그들이 SECS-II 신택스(syntax) 통신을 지원 할 수 있을 때 정상 운용(functioning)되는 것으로 간주된다.

ENABLED 상태는 가능한 시스템 디폴트(default)이다.

⁴ Refer to SEMI E5, § 5, for definitions of SECS-II transaction and conversation protocols.

ENABLED/NOT COMMUNICATING

S1,F13, S1,F14, 및 S9,Fx 이외의 어떤 메시지도 해당 하위상태가 실행 되는 동안 전송될 수 없다. 장비는 S1,F13 또는 S1,F14 (Establish Communications Acknowledge)외에 호스트에서 수신된 모든 메시지를 삭제하고, 또한 주기적으로 통신이 성공적으로 설정될 때까지 S1,F13 을 실행하여 호스트 컴퓨터와 통신 설정을 시도한다. 그러나 S1,F13 트랜잭션(transaction)이 시작된 하나의 장비만이 언제든지 열려(open) 있을 수 있다.

NOT COMMUNICATING 상태는 두 가지 AND 하위 상태를 가진다. 이들은 장비가 NOT COMMUNICATING일 때마다 실행 되는 HOST-INITIATED CONNECT와 EQUIPMENT-INITIATED CONNECT, 이들 두 하위 상태는 동일한 기간 동안 장비와 호스트가 통신 설정을 시도하는 경우 장비의 동작을 명확히 한다.⁵

NOT COMMUNICATING/EQUIPMENT-INITIATED CONNECT

이 상태는 WAIT CRA 와 WAIT DELAY, 두 가지 하위 상태를 가진다. NOT COMMUNICATING 상태의 진입 시, EQUIPMENT-INITIATED CONNECT 가 먼저 실행되면, WAIT CRA 로의 전환이 발생하며, CommDelay 타이머가 "expired"로 설정되고, S1,F13 을 전송하려는 즉각적인 시도가 일어난다.

NOT COMMUNICATING/EQUIPMENT-INITIATED CONNECT/WAIT CRA

통신 설정 요청(Establish Communication Request)이 전송되면, 장비는 호스트가 요청을 인식할 때까지 기다린다.

NOT COMMUNICATING/EQUIPMENT-INITIATED CONNECT/WAIT DELAY

연결 트랜잭션(transaction) 실패가 발생한다. CommDely 타이머가 초기화 되며, 장비는 타이머가 만료되기를 기다린다.

NOT COMMUNICATING/HOST-INITIATED CONNECT

이 상태는 NOT-COMMUNICATING 이 실행(active)될 때 호스트에서 시작된 S1,F13 에 대응하는 장비의 동작을 설명한다.

NOT COMMUNICATING/HOST-INITIATED CON-NECT/WAIT CR FROM HOST

장비가 호스트로부터 S1,F13 을 기다린다. S1,F13 이 수신되면, 장비는 COMMACK = 0 의 S1,F14 의 전송을 시도 한다.

ENABLED/COMMUNICATING

통신이 설정되며, 장비는 S1,F13 이 포함된 메시지를 호스트로부터 수신한다. 장비가 COMMUNICATING 일 때, 호스트 컴퓨터와 SECS 통신은 유지되어야만 한다. 이 상태는 통신 실패가 발생하거나 통신이 불가할 때까지 계속 실행(active)된다. 장비가 COMMUNICATING 하위 상태에서 호스트로부터 S1,F13 을 수신한다면, 장비는 반드시 COMMACK 을 0 로 설정하여 S1,F14 로 응답해야 한다. 장비가 이전에 전송된 S1,F13 으로부터 S1,F14 를 수신한다면, 어떤 동작(action)도 취할 필요가 없다.

⁵ Note that in the Harel notation, an exit from any AND substate is an exit from the parent state and thus from all other AND substates of that parent substate.

통신이 실패한 경우, 장비는 NOT COMMUNICATING 하위 상태로 돌아가고 호스트와의 통신 재 설정을 시도한다.

HOST-INITIATED CONNECT/WAIT CR FROM HOST 에서 호스트로부터 S1,F13 을 수신할 때, 장비는 EQUIPMENT-INITIATED CONNECT/WAIT CRA 에서 호스트로부터 S1,F14 를 기다리는 것이 가능하다. 이 상황이 발생할 때, 장비와 호스트는 열린(open) S1,F13/S1,F14 트랜잭션(transaction)을 가진다. S1,F13/S1,F14 트랜잭션(transaction)의 성공적인 완료로 통신이 성공적으로 설정되었기 때문에, 이들 두 트랜잭션(transaction)중 하나가 우선 성공적으로 완료되고 NOT COMMUNICATING 상태에서 COMMUNICATING 으로 전환될 수 있다. 이 때, 다른 트랜잭션(transaction)이 정식적인 방식으로 종료될 때까지 COMMUNICATING 로의 전환과 무관하게 열린(open) 상태를 유지할 수 있다.

COMMUNICATING이 실행될 때, 장비가 이전에 수신한 S1,F13 에 대해 S1,F14 를 전송하지 못했다면 ⁶, S1,F14 응답은 정상적인 방식으로 전송되어야 한다. S1,F14 전송의 실패는 별개의 통신 실패로 취급된다.

COMMUNICATING으로 전환이 일어날 때, 장비에서 시작된 S1,F13/S1,F14 가 여전히 열린(open) 상태라면, 호스트로부터 응답 수신에 대한 잇단 실패는 장비에 의한 통신 장애로 간주된다. 트랜잭션(transaction) 타이머 타임아웃(timeout)이 발생할 때 S9,F9 가 전송되어야 한다 ⁷ (통신 장애 및 메시지 장애의 정의, 스트림 9 오류 메시지(Stream 9 Error Message)에 대한 세부 사항은 § 4.9 를 참조.)

3.2.5 상태 전환(State Transitions) — Table 1 은 Figure 4 에 도시화 된 상태 전환을 설명한다.

운영자가 DISABLED 상태에서 ENABLED 상태로 전환할 때, 통신이 설정될 때까지는 어떤 메시지도 전송될 수 없기 때문에 수집 이벤트는 발생하지 않는다. 통신 설정 프로세스는 통신이 ENABLED 됨을 호스트에 통보하는 역할을 한다. 다른 수집 이벤트는 통신 상태 모델(Communications State Model)에서 정의되지 않는다.

⁶이는 COMMUNICATING 으로의 전환이 일어날때에 그 전환이 시작되었으나 성공적으로 완료되지 못한 경우도 포함한다.

⁷SMS (SEMI E13 와 같은 특정 프로토콜에서 전환 타이머의 존재는 필요치 않다.

Table 1 통신 상태 전환표 (Communications State Transition Table)

#	Current State	Trigger	New State	Action	Comment
1	(Entry to COMMUNICATIONS)	시스템 초기화	System Default	없음.	시스템 디폴트(default)는 DISABLED 나 ENABLED 로 설정될 수 있다.
2	DISABLED	운영자가 DISABLED 에서 ENABLED 로 전환한다	ENABLED	없음.	SECS-II 통신이 활성화된다.
3	ENABLED	운영자가 ENABLED 에서 DISABLED 로 전환한다	DISABLED	없음.	SECS-II 통신이 금지된다.
4	(Entry to ENABLED)	ENABLED 상태에 진입	NOT COMMUNICATING	없음.	시스템초기화로 ENABLED 로 진입할 수 있거나 운영자에 의해 ENABLED 로 전환될 수 있다.
5	(Entry to EQUIPMENT-INITIATED CONNECT)	(NOT COMMUNICATING 에 진입)	WAIT CRA	통신의 초기화. CommDelay 타이머를 “expired”로 설정. S1,F13 을 전송.	통신설정 시도가 시작됨
6	WAIT CRA	연결 트랜잭션(transaction) 실패.	WAIT DELAY	CommDelay 타이머의 초기화. 전송할 모든 대기(queued) 메시지의 대기해제(dequeue).	적합하다면, 대기 해제(dequeued) 메시지는 생성된 순서대로 스푼(pool) 버퍼에 배치된다. 타이머가 만료되기를 기다린다.
7	WAIT DELAY	CommDelay 타이머 만료.	WAIT CRA	S1,F13 전송.	S1,F14 를 기다림. 호스트로부터 S1,F13 을 수신.
8	WAIT DELAY	S1,F13 이외의 메시지 수신.	WAIT CRA	메시지 폐기. 응답 없음. CommDelay 타이머를 “expired”로 설정. S1,F13 전송.	통신을 설정하는 기회를 나타낸다.

#	Current State	Trigger	New State	Action	Comment
9	WAIT CRA	COMMACK= 0 인 예상된 S1,F14 를 수신.	COMMUNICATING	없음.	통신이 설정된다.
10	(Entry to HOST- INITIATED CONNECT)	(NOT COMMUNICATING 으로의 진입)	WAIT CR FROM HOST	없음.	호스트(Host)로부터 S1,F13 을 기다린다.
14	COMMUNICATING	통신 실패. (통신 실패의 특정 프로토콜 정의에 대해 SEMI E4 혹은 SEMI E37 를 참조)	NOT COMMUNICATING	전송할 모든 대기(queued) 메시지의 대기 해제(dequeue).	적합하다면 대기 해제(dequeued) 메시지를 스푼(pool) 버퍼에 배치한다.
15	WAIT CR FROM HOST	수신된 S1,F13	COMMUNICATING	COMMACK = 0 인 S1,F14 를 전송.	통신이 설정됨.

3.3 컨트롤 상태 모델 (Control State Model) — CONTROL 상태 모델은 호스트와 장비간의 연계 수준을 정의한다. 또한 운영자가 다른 수준의 호스트 컨트롤(control)과 상호 작용(interact)하는 방법을 명시한다. COMMUNICATING 상태 모델이 메시지를 교환하는 호스트와 장비에 대한 기능(ability)을 다루는 반면, CONTROL 모델은 수신된 메시지에 대해 취해지는 장비의 권한(responsibility)을 다룬다.

CONTROL 모델은 컨트롤(control)의 세 가지 기본 레벨을 가진 호스트를 규정한다. 가장 상위 레벨에서 (REMOTE), 호스트는 가능한 최대 범위까지 장비를 컨트롤(control)할 수 있다. 중간 레벨(LOCAL)은 호스트의 정보에 대한 모든 접근을 허용하지만, 호스트가 장비 운영에 어떤 영향을 미치게 될지에 대한 몇 가지 제한을 둔다. 가장 낮은 레벨(OFF-LINE)에서는, 장비는 호스트 컨트롤(control)⁸을 허용하지 않고 매우 제한된 정보만을 허용한다.⁹

컨트롤(control) 모델 및 통신 모델(구현되어있을때)은 직접적으로 상호 작용(interact)하지 않으며, 한 모델의 상태나 동작(action)이 직접적으로 상대방의 동작에 변화를 줄 수는 없다. 그러나 사실, 통신 상태가 NOT COMMUNICATING 일 때, 대부분의 메시지 트랜잭션(transaction)이 기능적이지 않다(functional). 메시지가 전송될 수 없을 때, 컨트롤(control) 기능 및 기타 모든 GEM 기능이 영향을 받는다.

CONTROL 하위 상태 및 상태 전환이 정의된 Figure 5 참조.

OFF-LINE

OFF-LINE 상태가 실행될 때, 장비의 운영은 운영자 콘솔(console)에서 운영자에 의해 수행된다. 장비가 OFF-LINE 일 때, 메시지 전송은 가능하지만, 모든 자동화 목적을 위한 메시징(messaging)의 사용은 엄격하게 제한된다. OFF-LINE 상태가 실행 되는 동안, 장비는 ON-LINE 상태를 활성화(activate)하는 호스트 요청이나 통신 설정을 위해 사용된 메시지에 대해서만 응답한다.

⁸ The host may establish communications. This does not affect equipment operation and for that reason is not termed a control operation.

⁹ The host may determine the equipment identification via the SIF13/F14 transaction.

OFF-LINE 중, 장비는 S1,F13 또는 S1,F17 이 아닌 호스트의 모든 주(primary) 메시지에 Sx,F0 로 응답한후 S1,F13 과 S1,F17 를 처리하고 이에 대응한다. 호스트는 S1,F17 를 사용하여 장비를 ON-LINE 상태로의 전환을 요청한다. HOST OFF-LINE 상태가 실행될 때, 장비는 이 요청을 수락하고 긍정적인 응답을 전송한다(아래의 Transition 11 정의 참조).

OFF-LINE 상태가 실행되는 동안, 장비는 S1,F13, ¹⁰ S9, FX, ¹¹ 그리고 S1,F1 이외의 다른 주(primary) 메시지를 전송하지 못한다(ATTEMPT ON-LINE 하위 상태 참조). 장비가 호스트로부터 S1,F14 또는 S1,F2 이외의 다른 응답 메시지를 수신한 경우, 이 메시지는 삭제된다.

시스템이 OFF-LINE일 때 어떤 메시지도 스푼(pool)에 입력되지 못한다. NOT COMMUNICATING의 통신 상태(Communications State)가 실행될 때, 스푼링(spooling)도 실행된다. 이는 OFF-LINE 동안에도 발생할 수 있지만, 이전 단락에서 언급된 예를 제외하고 장비가 메시지 전송을 시도하지 않기 때문에, ¹² 어떠한 메시지도 스푼(pool)에 입력되지 않는다.

OFF-LINE 는: EQUIPMENT OFF-LINE, ATTEMPT ON-LINE 및, HOST OFF-LINE.의 세가지 하위 상태를 가진다

OFF-LINE/EQUIPMENT OFF-LINE

이 상태가 실행되는 동안, 시스템은 OFF-LINE 상태를 유지하며, ON-LINE 으로 전환을 시도하는 운영자의 지시를 기다린다.

OFF-LINE/ATTEMPT ON-LINE

ATTEMPT ON-LINE 상태가 실행되는 동안, 장비는 ON-LINE 상태로 전환을 시도하는 운영자의 지시에 응답한다. 이 상태의 활성화 시, 장비는 호스트에 S1,F1 전송을 시도한다.

이 상태가 실행될 때, 시스템은 ON-LINE 혹은 OFF-LINE 전환을 하려는 운영자의 동작(actuation)에 응답하지 않는다는 것을 유의해야 한다.

OFF-LINE/HOST OFF-LINE

HOST OFF-LINE 상태에서는, 운영자는 장비를 ON-LINE 으로 전환하려고 시도하지만, 호스트가 이를 동의하지 않는다. 이 상태로의 진입은 장비를 ON-LINE 에서 OFF-LINE 으로 전환하려는 호스트의 요청이나 ON-LINE 으로의 시도가 실패했기 때문이다 (추가 사항은 transition 테이블을 참조). 이 상태가 실행되는 동안, 장비는 ON-LINE(S1,F17)으로 전환하려는 호스트의 요청에 긍정적으로 응답해야 하며, HOST OFF-LINE 상태가 실행되지 않을때 이러한 요청은 거부된다.

ON-LINE

ON-LINE 상태가 실행되는 동안, SECS-II 메시지가 교환되고 그에 따라 수행될 수 있다. 호스트에서 사용될 수 있는 기능(capabilities)은 실질적으로 운영자 콘솔(console)에서 구현 가능한 것과 유사해야 한다.

¹⁰ Sending of S1,F13 is based upon the COMMUNICATIONS state model.

¹¹ S9,Fx messages may be issued only in response to the messages to which the equipment will normally respond while OFF-LINE (i.e., S1,F13 and S1,F17).

¹² The equipment may send S1,F1 or S1,F13, but since Stream 1 messages are not eligible for spooling, they will not enter the spool either.

ON-LINE 상태가 실행되는 동안 SX,F0 메시지의 사용은 필요치 않을뿐 아니라 사용하지 않는 것이 좋다, 사용이 허용된 경우는 메시지 장애와 관련하여 열린 트랜잭션(open transactions)을 종료하는 경우이다.

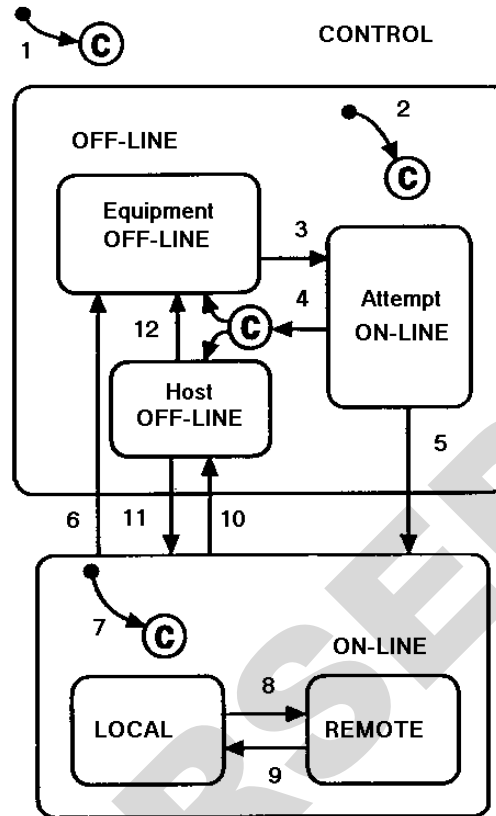


Figure 5

컨트롤 상태 모델 (CONTROL State Model)

ON-LINE/LOCAL

장비의 운영은 운영자의 직접적인 동작(action)으로 실행되며, 모든 작업 명령(commands)은 장비의 로컬 운영자 콘솔(console)에서 입력이 가능하다.

LOCAL 상태가 실행될 때 호스트는 다음과 같은 기능과 제한 사항을 가진다:

- 호스트는 물리적인 동작을 일으키거나 프로세싱을 시작하는 원격 명령(commands)의 사용을 금지한다. 프로세싱이 진행되는 동안, 호스트는 해당 프로세스에 영향을 미치는 모든 원격 명령(command)의 사용을 금지한다.
- 프로세싱이 진행되는 동안, 호스트는 해당 프로세스에 영향을 줄 수 있는 장비 상수를 수정하는 것을 금지한다. 프로세싱이 진행되는 동안 다른 장비 상수는 변경이 가능하다. 호스트는 진행 중인 프로세싱이 없을 때 가능한 모든 장비 상수를 수정할 수 있어야 한다.
- 호스트는 장비의 레시피 저장장치(storage) 영역에서 혹은 저장장치(storage) 영역에서 레시피의 업로드나 다운로드를 시작할 수 있다. 호스트는 해당 동작이 현재 실행 중인 레시피에 영향을 주지 않는다면 실행을 위해 레시피 선택이 가능해야 한다.

- 호스트는 알람, 이벤트 리포팅, 트레이스(Trace) 데이터 리포팅을 포함한 자동 데이터 리포팅 기능을 구성할 수 있어야 하고, 적절한 시간에 이러한 모든 리포트를 수신한다.
- 호스트는 상태(status) 데이터, 장비 상수, 이벤트 리포트, 프로세스 레시피(Process Recipe) 디렉터리 및 알람을 포함한 장비에서 데이터를 조회 할 수 있다.
- 장비는 GEM 에서 정의된 단말기 서비스(Terminal Services)를 수행할 수 있다.

LOCAL 상태가 실행되는 한, 호스트는 위의 항목에서 구체적으로 제한되지 않은 다른 기능들을 수행할 수 있다.

NOTE 1: 이러한 맥락에서 특정 장비에 구현되지 않은, 위에 언급된 기능은 무시될 수 있다.

ON-LINE/REMOTE

원격 컨트롤(control)의 GEM 기능을(§ 4.4 참조) 지원하는 장비에서, REMOTE 상태가 실행될때, 전체 프로세스 사이클 동안, 호스트는 자동화된 방식으로 통신 인터페이스를 통해 장비 운영에 필요한 명령(command) 실행을 할 수 있도록 모든 접근(access)이 가능하다. REMOTE 가 실행 될 때 장비는 모든 호스트 기능을 제한하지 않으며, 호스트가 실행시키는 컨트롤(control)의 정도는 공장마다 다를 수 있다. 어떤 경우에는, 운영자가 원격으로 컨트롤(controlled)되는 프로세스가 진행되는 동안 상호 작용(interact) 할 필요가 있는데, 이 상호작용(interaction)은 운영 설정, 운영자 개입 상황 및 기타 상황들과 관련된다. 이 상태는 서로 다른 상황을 수용할 수 있을 만큼 충분히 유연하게 설정 되어 있다.

여러 다른 공장의 자동화 정책 및 절차를 지원하기 위해, 특정 비 응급(non-emergency) 절차에서 장비가 운영자를 제한하도록 구성할 수 있다. 이러한 제한은 운영자가 호스트와 갈등 없이 필요한 기능(functions)을 수행하도록 장비를 설정할 수 있게 구성 가능하다. 구성에 대한 카테고리는 다음을 포함한다 (그러나 이에 국한되지는 않는다.):

- 장비 상수 변경(프로세스 관련)
- 장비 상수 변경(비 프로세스(non-process) 관련)
- 프로세스 레시피(Process Recipe) 다운로드 시작
- 프로세스 레시피(Process Recipe) 선택
- 프로세스 레시피(Process Recipe) 시작
- 프로세스 레시피(Process Recipe) 일시 중지(pause)/ 재개
- 운영자 개입(assist)
- 장비에서 혹은 장비로의 재료 이동
- 특정 장비 명령(필요한 경우 command-by-command 기준으로)

NOTE 2: 특정 장비에 구현되지 않는 위에 언급된 기능은 이러한 맥락에서 무시 될 수 있다.

REMOTE 실행 상태에서는 LOCAL 상태가 실행될 때 운영자가 실행할 수 있는 기능들이 절대로 제한되어서는 안된다. 장비 업체는 필요한 경우 위의 목록에 포함되지 않은 운영자 기능의 구성 제한을 규정할 수 있다. 호스트에서 이용할 수 없는 운영자 기능(functions)에 대해서는 구성(configurability)이 필요하지 않다.

컨트롤 기능(control function)은 호스트와 로컬 운영자간에 어느 정도 공유되어야 한다. 적어도, 운영자는 CONTROL상태를 변경할 수 있는 능력과 비상 정지(Emergency Stop)를 작동할 수 있는 능력, 프로세싱을 중단할 수 있는 능력(예를 들면, STOP, ABORT, 또는 PAUSE)을 가져야 한다. 비상 정지를 제외하고 이러한 모든 기능은 접근이 제한적일 수 있다.¹³

호스트 소프트웨어는 운영자에게 할당된 기능에 적합하도록 설계되어야 한다.

Table 2 CONTROL 상태 전환표 (CONTROL State Transition Table)

#	Current State	Trigger	New State	Action	Comments
1	(Undefined)	CONTROL 상태로의 진입 (시스템 초기화).	CONTROL (구성 조건에 따른 하위 상태)	없음.	장비는 ON-LINE 이나 OFF-LINE 으로 디폴트(default)를 설정 할 수 있다 (#1 참조).
2	(Undefined)	OFF-LINE 상태로의 진입.	OFF-LINE (구성 조건에 따른 하위 상태)	없음.	장비는 OFF-LINE 의 하위 상태에 맞춰 디폴트(default)되도록 설정 할 수 있다.
3	EQUIPMENT OFF-LINE	운영자가 ON-LINE 스위치를 작동한다.	ATTEMPT ON-LINE	없음.	ATTEMPT ON-LINE 이 활성화 될 때마다 S1, F1 이 전송됨을 유의한다.
4	ATTEMPT ON-LINE	S1,F0.	구성에 따라 달라지는 새로운 상태.	없음.	이는 통신 실패(#2 참조), 응답 타임아웃(timeout), 또는 S1,F0 의 수신 때문일 수 있다. EQUIPMENT OFF-LINE 혹은 HOST OFF-LINE 으로 설정된다.
5	ATTEMPT ON-LINE	장비가 호스트로부터 예상되는 S1,F12 메시지를 수신한다.	ON-LINE	없음.	호스트에게 transition 7 에서 ON-LINE 으로의 전환을 알린다.
6	ON-LINE	운영자가 OFF-LINE 스위치를 작동한다.	EQUIPMENT OFF-LINE	없음.	“Equipment OFF-LINE” 이벤트가 발생한다(#3 참조). 이벤트 응답은 OFF-LINE 실행 중 삭제 된다.
7	(Undefined)	ON-LINE 상태로의 진입.	ON-LINE (REMOTE/LOCAL 스위치 설정에 따른 조건부 하위 상태).	없음.	“Control State LOCAL” 혹은 “Control State REMOTE” 이벤트가 발생한다. 실제 활성화된 ON-LINE 하위상태를 근거로 이벤트가 리포트 된다.

¹³기능에 대한 운영자 접근의 제한방법(password 혹은 key 등)은 이 문서에서 정의내리지 않는다.

#	Current State	Trigger	New State	Action	Comments
8	LOCAL	운영자가 전면 패널 스위치를 REMOTE 로 설정한다.	REMOTE	없음.	“Control State REMOTE” 이벤트가 발생한다.
9	REMOTE	운영자가 전면 패널 스위치를 LOCAL 로 설정한다.	LOCAL	없음.	“Control State LOCAL” 이벤트가 발생한다.
10	ON-LINE	장비가 호스트로부터 “Set OFF-LINE” 메시지를 승인한다 (S1,F15).	Host OFF-LINE	없음.	“Equipment OFF-LINE” 이벤트가 발생한다.
11	HOST OFF-LINE	장비가 ON-LINE 상태로 전환하려는 호스트의 요청을 승인한다 (S1,F17).	ON-LINE	없음.	호스트에게 transition 7 에서 ON-LINE 으로의 전환을 알린다.
12	HOST OFF-LINE	운영자가 OFF-LINE 스위치를 작동한다.	Equipment OFF-LINE	없음.	“Equipment OFF-LINE” 이벤트가 발생한다.

#1 전환 1, 2 에서 언급된 구성은 단일 설정이다. 이는 사용자는 EQUIPMENT OFF-LINE, ATTEMPT ON-LINE, HOST OFF-LINE 혹은 ON-LINE 상태로 선택하여 진입할수 있다.

#2 통신 실패는 특정 프로토콜 관련이 있다.프로토콜에 따라 달라지는 통신 실패의 정의는 프로토콜 표준 (예를 들어, SEMI E4 또는 SEMI E37)을 참조.

#3 호스트가 장비에서 시작한 모든 열린(open) 트랜잭션(transaction)은 완료되어야 한다. 이는 이벤트 메시지를 전송하기 전에 호스트에 적절한 응답을 전송하거나 이벤트 메시지에 뒤이어 Sx,F0 메시지를 전송함하여 (즉 트랜잭션(transaction) 후) 수행 될 수 있다.

3.4 장비 프로세싱 상태(Equipment Processing States) — 의도된 기능(function)을 수행함에 있어 장비의 동작은 문서화 되어야 한다. 이 프로세싱 상태 모델은 장비 프로세스, 설명 및 스타일에 따라 크게 달라지지만, 이러한 모델에는 공통적 측면이 있을 것이다.

프로세싱 상태 다이어그램(Processing State Diagram), Figure 6 은 구현된 모델의 예를 규정한다. 이 모델은 프로세싱 상태 모델 문서의 기본적인 본질을 보여주며, 이러한 특정 상태를 구현하는데 특별한 필요 조건은 없다.

장비는 각 프로세싱 상태 전환에 대해 수집 이벤트를 생성하고, 현재 프로세싱 상태 및 이전의 프로세싱 상태의 변수 값(ProcessState, PreviousProcessState)을 규정해야 한다.

프로세싱 상태 다이어그램(Processing State Diagram)에서 언급하는, 초기화 상태 INIT 가 실제 프로세싱 상태가 아님을 유의해야 한다. 이는 IDLE 프로세싱 상태가 장비 시스템 초기화의 완료 후 입력되었음을 나타내기 위해 표시된다. 다음 페이지에서 다이어그램에서 보는 바와 같이 장비 프로세싱 상태 및 상태 전환 (numbered)에 대한 자세한 설명이 규정된다.

3.4.1 장비 프로세싱 상태의 설명 (Description of Equipment Processing States)

IDLE

이 상태에서 장비는 지시(instructions)를 기다린다.

PROCESSING ACTIVE

이 상태는 프로세스 레시피(Process Recipe) 실행의 상황정보(context)가 존재하는 모든 하위상태의 모체이다.

PROCESS

이 상태는 프로세스 프로그램의 실행 준비 및 실행을 나타내는 하위 상태들의 모체이다.

SETUP

이 상태는 프로세스 실행에 필요한 모든 외부 조건이 만족되고,(예를 들어 재료가 장비에 확실히 존재하도록 하는것) 입/출력(input/output) 포트가 적절한 상태에 있어 (예를 들어 온도나 압력 값과 같은 매개변수(parameter)들이 제한(limit) 내에 들어오는것) 모든 운영의 설정(setup)이 완료되었다면, 이 상태가 종료되고 다음 상태로의 전환이 진행된다.

READY

이 상태에서 장비는 프로세스 실행에 대한 준비가 되었으며, 운영자 또는 호스트로부터 START 명령(command)을 기다린다.

EXECUTING

실행은 장비가 자동적으로 프로세스 레시피(Process Recipe)를 실행하고 외부의 개입 없이 지속적으로 할 수 있는 상태를 말한다.

PAUSE

이 상태에서는 프로세싱이 일시 중지되고 장비가 명령(command)을 기다린다.

각 상태 전환은 다음의 테이블에 정의되어 있으며, 이 테이블에서 모든 전환은 수집 이벤트로 간주된다.

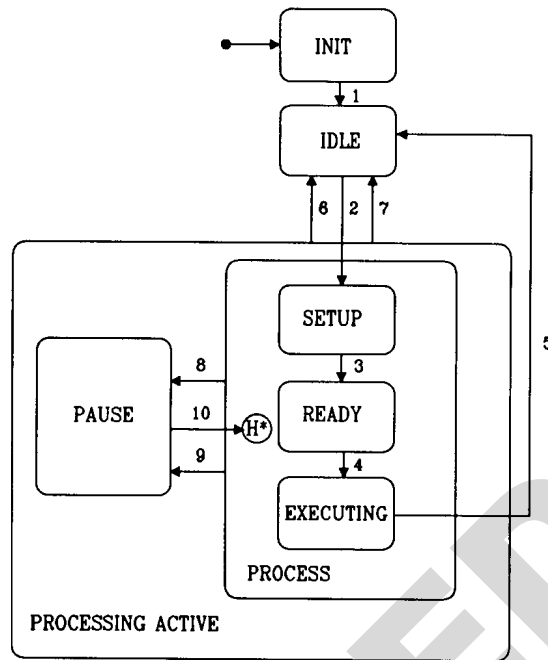


Figure 6

프로세싱 상태 다이어그램
(Processing State Diagram)

Table 3 프로세싱 상태 전환 테이블 (Processing State Transition Table)

#	Current State	Trigger	New State	Action	Comments
1	INIT	장비 초기화 완료.	IDLE	없음.	없음.
2	IDLE	셋업을 위해 커밋(commit)이 구성됨	SETUP	없음.	없음.
3	SETUP	모든 설정(setup) 작업이 완료되고 장비가 START 명령을 수신할 준비가 됨.	READY	이 활동(activity)은 장비에 따라 달라진다.	없음.
4	READY	장비가 호스트 또는 운영자 콘솔(console)로부터 START 명령을 수신함.	EXECUTING	이 활동(activity)은 장비에 따라 달라진다.	없음.
5	EXECUTING	프로세싱 작업(task)이 완료됨.	IDLE	없음.	없음.
6	PROCESSING ACTIVE	장비가 호스트 또는 운영자 콘솔(console)로부터 STOP 명령을 수신함.	IDLE	없음.	없음.
7	PROCESSING ACTIVE	장비가 호스트 또는 운영자 콘솔(console)로부터 ABORT 명령을 수신함.	IDLE	이 활동(activity)은 장비에 따라 달라진다.	없음.

#	Current State	Trigger	New State	Action	Comments
8	PROCESS	장비가 알람과 같은 상황으로 인해 PAUSE 를 결정함.	PAUSE	이 활동(activity)은 장비에 따라 달라진다.	이러한 유형의 문제의 경우, 운영자 개입이 일반적으로 요구된다.
9	PROCESS	장비가 호스트 또는 운영자 콘솔(console)로부터 PAUSE 명령을 수신함.	PAUSE	이 활동(activity)은 장비에 따라 달라진다.	없음.
10	PAUSE	장비가 호스트 또는 운영자 콘솔(console)로부터 PAUSE 명령을 수신함.	Previous PROCESS substate	이 활동(activity)은 장비에 따라 달라진다.	없음.

4 장비 기능 및 시나리오 (Equipment Capabilities and Scenarios)

이 절은 GEM 에 필요한 기능의 세부 사항을 설명하고 이들 사용에 대한 시나리오를 규정한다. 기능(capabilities)은 반도체 제조 장비에서 수행되는 작업(operation)이며, 이러한 작업은 SECS-II 메시지를 이용한 통신 인터페이스를 통해 시작된다. 시나리오는 기능을 수행하는 시퀀스(sequence)로 연결된 SECS-II 메시지의 그룹이다. 명확성을 기하기 위해 기타 정보가 시나리오에 포함될 수 있다. 각 기능에 대해, 목적, 관련된 정의, 자세한 설명, 요구 사항 및 시나리오 등이 사용자에게 규정된다.

다음의 기능이 논의된다:

- 통신 설정(Establish Communications)
- 이벤트 알림(Event Notification)
- 동적 이벤트 리포트 구성(Dynamic Event Report Configuration)
- 가변 데이터 수집(Variable Data Collection)
- 트레이스 데이터 수집(Trace Data Collection)
- 리미트 모니터링(Limits Monitoring)
- 상태 데이터 수집(Status Data Collection)
- 온라인 식별(On-line Identification)
- 알람 관리(Alarm Management)
- 원격 컨트롤(Remote Control)
- 장비 상수(Equipment Constants)
- 프로세스 레시피 관리(Process Recipe Management)

- 재료 이동(Material Movement)
- 장비 단말기 서비스(Equipment Terminal Services)
- 오류 메시지(Error Messages)
- 클럭(Clock)
- 스푼링(Spooling)
- 컨트롤(control)

4.1 통신 설정 (*Establish Communications*) — 통신 설정(Establish Communication) 기능은 시스템 초기화 후에 공식적인 통신기능 설정 방식을 규정하거나 통신 파트너의 비 통신(non-communication) 기간이 발생했다는 통보에 따라, 통신 파트너간의 어떠한 통신 손실이나 시스템 초기화로 이어지는 통신 설정 방법을 규정한다.

4.1.1 목적 (*Purpose*) — 통신 설정 요청/통신 응답 설정 트랜잭션(Establish Communications Request/Establish Communications Acknowledge transaction)을 이용하여 호스트와 장비간의 통신이 공식적으로 설정된다.

이 목적상 트랜잭션(transaction)은 다른 목적으로 사용될 수 있고 언제든지 발생할 수 있으므로 해당 목적에 대한 S1, F1/F2의 사용은 다소 애매하다.

통신 상태 모델(Communications State Model)에 따라 사용되는 S1, F13/F14 트랜잭션(transaction)은, 통신 불능 기간이 인지되면, 장비가 호스트에게 혹은 호스트가 장비에 통보하는 방법을 규정한다. 해당 트랜잭션(transaction)의 성공적인 완료는 호스트와 장비간의 동기화 활동(activities)의 필요 가능성을 표시하는 것으로 이루어 질 수 있다.

4.1.2 정의 (*Definitions*)

COMMACK — 통신 설정 응답(Establish Communications Acknowledge) 메시지에 나타난 응답 코드. 이 데이터 항목의 전체 정의는 SEMI E5를 참조.

EstablishCommunicationsTimeout — 통신 설정 요청(Establish Communications Request)을 재전송하는 시도 사이의 간격을 초기화하는데 사용되는 장비 상수로 이 값은 간격을 초 단위로 지정한다. 이 변수 데이터 항목의 전체 정의는 SEMI E5를 참조.

4.1.3 설명 (*Description*) — 통신 연결 중 한쪽이 실패하고 다른 한쪽이 이를 감지하지 못한다면 이는 잠재적인 문제를 뜻한다. 호스트의 관점에서, 통신의 손실은 많은 원인이 있다. 어떤 경우에는, 장비에서 호스트 컨트롤(host-controlled) 설정이 재설정을 필요로 할 수도 있고, 다른 경우에는 장비가 비 통신(no communication) 기간 동안 시퀀스(sequence)의 자동화 프로세싱을 계속할 수도 있으며 상태를 변경되었을 수도 있다. 통신 설정에 대한 공식적인 프로토콜의 정의는 장비의 현재 상태에 따라 호스트를 동기화 해야한다는 것을 호스트에게 알려준다.

다음 조건 중 한 가지 조건이라도 만족 되었다면 장비는 통신이 공식적으로 된 것으로 간주한다.¹⁴

¹⁴ Satisfaction of either of these conditions will result in a transition to the COMMUNICATING substrate. See § 3.2 for further detail.

- 통신 요청(Communications Request)이 호스트로 전송되고, 통신 설정 응답(Establish Communications Acknowledge)이 Accept 의 응답 코드와 함께 트랜잭션(transaction) 타임아웃(timeout) 기간 내에 수신되었거나,
- 통신 요청(Communications Request)이 호스트로부터 수신되었고, 통신 설정 응답(Establish Communications Acknowledge) 회신이 Accept 의 응답 코드와 함께 성공적으로 전송되었다.

장비가 호스트로 통신 설정 요청(Establish Communications Request)을 전송할 때, 장비의 현재 상태에 따라 호스트를 동기화 해야한다는 것을 호스트에게 알려준다.

장비가 통신을 설정하려고 시도하는 경우, 위 설명대로 통신이 공식적으로 설정될 때까지 장비는 통신 설정 요청(Establish Communications Request)을 주기적으로 전송한다. 시도 사이의 간격은 사용자가 구성(user-configurable)할 수 있도록 되어있고 연결 트랜잭션(connection transaction) 실패가 감지되는 즉시 시작되어야 한다 (§ 3.2 참조).

통신을 설정하려는 시도는 수준이 낮은 연결 이슈라기 보다는, 호스트가 장비와 동기화 작업(activities)을 수행해야 할 필요가 있다고 통신 파트너에게 알려려는 어느 한쪽에서 사용되는 논리적 어플리케이션의 이슈(logical application issue)이다.

4.1.4 필요 조건 (Requirements)

- 장비는 통신 상태 모델(Communication State Model)을 지원해야 한다 (§ 3.2 참조).
- 장비는 위에 언급된 EstablishCommunicationsTimeout 장비 상수를 규정해야 한다.

4.1.5 시나리오 (Scenarios)

4.1.5.1 호스트가 통신 설정을 시도(Host Attempts to Establish Communications)

COMMENT	HOST	EQUIPMENT	COMMENT
			Communications state is Enabled (any substate)
Establish Communications Request	S1,F13-->		
		<--S1,F14	Reply COMMACK = Accept and Communications state = COMMUNICATING

4.1.5.2 장비가 통신 설정을 시도하고 호스트가 응답(Equipment Attempts to Establish Communications and Host Acknowledges)

COMMENT	HOST	EQUIPMENT	COMMENT
		Communications State = NOT COMMUNICATING	
		<--S1,F13	Establish Communications Request
Establish Communications S1,F14-->			
Acknowledge			
		[LOOP]	
		[LOOP]--SEND	
		[IF] S1,F14 rcvd w/o timeouts	
		[THEN] exit_loop--SEND	
		[ELSE] Delay for interval in	
		Establish Communications-	
		Timeout	
		[ENDIF]	
		[END_LOOP]--SEND	
		[IF] COMMACK = Accept	
		[THEN] Communications state=	
		Communicating	
		exit_loop--	
		[ELSE] Reset timer for delay,	
		and delay for interval	
		specified in	
		Establish Communications-	
		Timeout	
		[ENDIF]	
		[END_LOOP]	

4.1.5.3 통신 설정을 위한 동시 시도 (Simultaneous Attempts to Establish Communications) — 인터리빙(interleaving)을 지원하는 장비는, 호스트 또는 장비가 그 파트너로부터 요청을 수신하기 전에 통신 설정 요청(Establish Communications Request)을 전송할 수 있다. 둘 중 하나가 통신 설정 요청(Establish Communications Request)의 성공적으로 수신하여 통신이 설정되기 때문에, 요청을 누가 먼저 보냈는지는 중요하지 않으며, 호스트와 장비의 역할은 바뀔 수 있다.

장비가 S1,F14 를 전송 하기 전에 호스트로부터 S1,F14 를 수신 (Equipment Receives S1,F14 From Host Before Sending S1,F14):

COMMENT	HOST	EQUIPMENT	COMMENT
		Communications State = NOT COMMUNICATING	
		<--S1,F13	Establish Communications Request
Establish Communications S1,F13-->			
Request			
Reply COMMACK = Accept			
		S1,F14 received from Host and	
		Communications established ¹⁵ and	
		Communications state =	
		COMMUNICATING	
		<--S1,F14	Reply COMMACK = Accept ¹⁶

¹⁵ Communications are established at the successful completion of the S1,F13/14 transaction where COMMACK is set to zero.

¹⁶ Communications are established on the successful transmission of S1,F14, even if there is an open S1,F13.

장비가 S1,F14 를 수신하기 전에 호스트로 S1,F14 를 전송 (Equipment Sends S1,F14 To Host Before Receiving S1,F14):

COMMENT	HOST	EQUIPMENT	COMMENT
		Communications State = NOT COMMUNICATING	
		<--S1,F13	Establish Communications Request
Establish Communications Request	S1,F13-->		
		<--S1,F14	Reply COMMACK = Accept ¹⁵ Communications established ¹⁵ and Communications state = COMMUNICATING
Reply COMMACK = Accept	S1,F14-->		S1,F14 received from Host

4.2 데이터 수집 (*Data Collection*) — 호스트는 이벤트 리포팅, 트레이스(Trace) 데이터 리포팅, limit monitoring 및 선택된 상태 또는 기타 변수 데이터의 쿼리(query)등의 데이터 수집을 통해 장비 활동(activity)을 모니터 할 수 있다.

4.2.1 이벤트 데이터 수집 (*Event Data Collection*) — 이벤트 데이터 수집을 통해 사용자가 각각의 장비의 요구에 맞춰 호스트에 전달되는 데이터 표현 및 설명들을 조정할수 있도록 역동적이고 유연한 방법(method)을 규정한다. 이벤트 기반의 데이터 수집 접근은 장비 동작(activities) 중 호스트로 자동 알림을 규정하고 장비를 모니터링하고 장비 동기화를 유지하는 데 유용하다.

이벤트 데이터 수집은 두 가지 논리적 부분으로 나뉜다: 이벤트가 발생했을 때 호스트의 알림 및, 이벤트 알림에 수반되는 데이터의 동적 구성(dynamic configuration).

4.2.1.1 이벤트 알림 (*Event Notification*) — 이 절은 장비 수집 이벤트가 발생할 때 호스트에 알리는 방법을 설명한다.

4.2.1.1.1 목적 (*Purpose*) — 이 기능은 장비 운용(operation) 중 특정한 시점에서 호스트로 데이터를 규정을 가능하게 한다. 이 비동기 리포팅(asynchronous reporting)을 통해 호스트는 이 정보 때문에 장비를 폴링(poll)할 필요가 없게 되었다. 장비의 이벤트는 호스트의 부분적 활동(activity)을 트리거 할 수 있으며 또한, 장비 상태 모델에 관련된 이벤트 발생에 대한 정보(knowledge)를 가지고 호스트는 장비 상태를 트랙(track)할 수 있다. 장비의 동작은 현재 상태와 관련되어 있기 때문에, 이 기능을 통해 호스트는 어떻게 장비가 작동하는지와 장비가 호스트 동작에 어떻게 대처하는지를 이해할 수 있다.

4.2.1.1.2 정의 (*Definitions*)

4.2.1.1.2.1 수집 이벤트 (*Collection Event*) — 호스트에게 중요한 것으로 간주되는 장비의 이벤트 또는 관련 이벤트의 그룹화.

4.2.1.1.2.2 수집 이벤트 ID (*Collection Event ID (CEID)*) — 수집 이벤트의 고유 식별자. 이 데이터 항목의 전체 정의에 대해 SEMI E5 를 참조.

4.2.1.1.2.3 이벤트 (Event) — 장비에 감지 가능한 중요한 사건 발생

4.2.1.1.2.4 리포트 (Report) — 장비에서 사전에 정의되거나, S2,F33/F34 를 통해 호스트에 의해 정의된 변수의 집합.

4.2.1.1.3 세부 설명 (Detailed Description) — 장비 공급 업체는 사전에 정의된 수집 이벤트 (집합)들을 규정해야 한다. 특정 수집 이벤트는 각각의 기능과 상태 모델에 따라 각기 다르게 요구되며, 수집 이벤트의 예는 다음과 같다:

- 호스트의 요청 명령(command)으로 시작된 각각의 작업의 완료
- 선택된 프로세싱 및 재료 처리 작업(activities)
- 장비에서 감지된 운영자 작업(action)
- 상태 전환
- 장비의 알람 조건의 설정 및 해지(Clearing)
- 알람으로 간주되지 않는 예외 조건

필수 수집 이벤트의 목록은 § 6 을 참조.

수집 이벤트의 리포팅은 원하지 않는 메시지를 삭제하기 위해 사용자가 이벤트마다 비활성화 할 수 있다. 수집 이벤트(CEID)가 활성화 된 경우, 특정 수집 이벤트의 발생시 호스트로 이벤트 리포트 메시지가 전송된다. 첨부된 각각의 이벤트 메시지들은 변수 데이터를 포함하는 하나 혹은 그 이상의 이벤트 리포트이다. § 4.2.1.2 는이 기능을 통해 이벤트 리포트의 동적 맞춤(dynamic customization)이 가능함을 보여주고 있다. 이벤트의 발생 시 이벤트 리포트 메시지에 포함된 데이터 값은 현재여야만 한다. 이는 이벤트 발생시에 이벤트 리포트가 생성 되어야 함을 의미한다.

장비는 또한 호스트가 특정 이벤트 리포트로부터 데이터를 요청할 수 있도록 S6,F15/F16 트랜잭션(transaction)을 규정한다.

4.2.1.1.4 필요 조건 (Requirements)

1. 장비 공급 업체는 장비에 정의된 모든 수집 이벤트와 각각의 이벤트가 발생하게 되는 상황을 문서화하여 규정해야 한다.
2. 장비 공급 업체는 리포팅 할 수 있는 다양한 수집 이벤트마다 각각의 고유한 CEIDs 를 규정해야 한다.
3. 장비 공급 업체는 각 이벤트의 리포팅을 활성화 또는 비활성화하는 방법을 규정해야 한다. 이 방법은 호스트 인터페이스(§ 4.2.1.2 참조) 또는 장비의 운영자 콘솔(console)을 통해 이루어 질 수 있어야 한다.
4. 각 이벤트에 대해 장비 공급 업체는 다음 중 하나를 규정한다:
 - 해당 이벤트에 관련된 데이터를 포함하는 이벤트에 연결된 리포트(들)의 기본(default) 집합, 또는
 - 장비의 운영자 콘솔(console) 혹은 호스트 인터페이스를 통해 해당 이벤트에 관련된 데이터를 사용자가 구성 할 수있도록 하는 기능 (§ 4.2.1.2 참조).

4.2.1.1.5 시나리오 (Scenarios)

장비에 수집 이벤트 발생 (Collection Event Occurs on the Equipment):

COMMENT	HOST	EQUIPMENT	COMMENT
Multi-block grant		<--S6,F5 S6,F6-->	[IF] Event Report is Multi-block [THEN] send Multi-block inquire [ENDIF]
Host acknowledges Event Report		<--S6,F11 S6,F12-->	Equipment sends Event Report

호스트가 이벤트 리포트를 요청 (Host Requests Event Report):

COMMENT	HOST	EQUIPMENT	COMMENTS
Host requests an event report		S6,F15-->	
		<--S6,F16	Equipment sends event report.

4.2.1.2 동적 이벤트 리포트 구성 (Dynamic Event Report Configuration) — 이 절은 호스트가 동적으로 장비 이벤트 리포팅 설정(setup)을 수정할 수 있도록 한 기능을 설명한다.

4.2.1.2.1 목적(Purpose) — 이 기능의 정의는 일부 제조 환경에서는 요구되는 데이터 리포팅에 유연성이 규정된다는 것이다. 이를 통해 호스트는 필요에 따라 데이터 흐름을 증가하거나 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 장비의 성능이 저하되는 경우, 문제를 진단하기 위해 장비는 데이터 흐름을 증가시킬 수 있다.

4.2.1.2.2 정의 (Definitions)

4.2.1.2.2.1 *EventsEnabled* — 현재 활성화 된 수집 이벤트(CEIDs)의 목록을 구성하는 변수 데이터 항목. 이 변수 데이터 항목의 전체 정의는 SEMI E5 를 참조.

4.2.1.2.2.2 리포트 ID (Report ID(RPTID)) — 특정 리포트의 고유 식별자. 이 데이터 항목의 전체 정의에 대해 SEMI E5 를 참조.

4.2.1.2.2.3 변수 데이터 (Variable Data(V)) — 상태(SV), 데이터 (DVVAL), 또는 상수 (ECV) 값을 포함하는 데이터 항목. 이 데이터 항목의 전체 정의에 대해 SEMI E5 를 참조.

4.2.1.2.2.4 변수 데이터 ID (Variable Data ID (VID)) — 가변 데이터 항목의 고유 식별자. VID's 의 집합은 DVVAL's (DVNAME's)에 대한 모든 SVID's, ECID's, 및 ID's 의 조합이다. 이 데이터 항목의 전체 정의에 대해 SEMI E5 를 참조.

4.2.1.2.3 세부 설명 (Detailed Description) — 장비는 SECS-II 인터페이스를 통해 다음과 같은 이벤트 리포트 구성 기능(event report configuration functionality)을 지원한다:

- 호스트 정의/ 맞춤 리포트(custom reports)의 삭제
- 호스트 연결(linking) / 특정 수집 이벤트에 대해 정의된 리포트의 연결 해제(unlinking)

- 호스트 활성화(enabling) / 특정 수집 이벤트의 리포팅 비활성화(disabling)

NOTE 3: 장비는 또한 리포트를 정의하고 이벤트에 리포트 연결(예를 들어, 운영자 콘솔(console)을 통해)을 위한 대체 수단을 규정할 수 있다. 대체 수단의 구현은 요구되지 않는다.

장비는 개별 또는 집단으로(collective basis) 호스트의 지시에 따라 수집 이벤트의 리포팅을 활성화 또는 비활성화할 수 있다. 상태 값(SV)은 활성화된 수집 이벤트의 목록을 구성할 수 있어야 한다.(§ 5.2 변수 항목 목록(Variable Item List), EventsEnabled 변수 참조).

리포트는 이벤트 리포트 메시지(S6,F11)에 첨부 될 수 있으며, 이들 리포트는 구체적으로 원하는 이벤트에 연결되고, 일반적으로 해당 이벤트에 관련된 변수 데이터를 포함한다. 리포트는 장비 공급 업체가 규정하거나 사용자에게 의해 생성되기도 한다. 사용자는 리포트를 생성하고 SECS-II 인터페이스를 통해 리포트를 이벤트에 연결할 수 있어야 한다.

이벤트 리포트 메시지에 리포트된 데이터는 상태 값(Status Values, SV's), 장비 상수 값(Equipment Constant Values, ECV's), 또는 데이터 값(Data Values, DVVAL's)으로 구성된다. 데이터 값은 유효하고 특정 이벤트와 특정 상태에서 현재화 되고, 다른 시간에서는 현재화 되지 않음을 유의해야 한다. 데이터 값이 리포팅이 가능하고 현재화되면 실행자는 이를 문서화한다.

4.2.1.2.4 필요 조건 (Requirements)

- 장비 제조업체는 장비에서 사용할 수 있는 모든 변수의 데이터 문서를 규정해야 하며, 문서에는 변수 이름, 변수 유형 또는 클래스(SV, ECV, DVVAL), 단위, 형식 코드, 값의 가능한 범위와, 이들 변수의 의미와 사용에 대한 설명등이 포함된다.
- 장비 제조업체는 장비에서 데이터 수집에 사용할 수 있는 다양한 변수 데이터(V)에 대해 고유한 VIDs 를 규정해야 한다. 예를 들면, 어떤 SV 도 ECV 또는 DVVAL 의 VID 와 동일한 VID 를 가지지 못한다는 것을 의미한다.
- 전체 변수 데이터는 리포트 정의 및 이벤트 데이터 수집에 사용될 수 있어야 한다. 필수 변수 데이터의 목록에 대해, 변수 항목 목록(Variable Item List), § 5.2 를 참조.
- 전체 리포트 정의, 리포트와 이벤트(report-to-event)의 연결 및 이벤트 리포트의 활성화/비활성화 상태는 비휘발성(nonvolatile) 저장공간(storage)에 보존되어야 한다.

4.2.1.2.5 시나리오 (Scenario)

수집 이벤트 리포팅 설정 (Collection Event Reporting Set-up):

COMMENT	HOST	EQUIPMENT	COMMENT
[IF] Define Report is Multi-block [THEN] send Multi-block inquire S2,F39-->		<-- S2,F40	Multi-block grant.
[ENDIF] Send report definitions S2,F33-->			DATAIDs, RPTIDs, and VIDs received.
		<-- S2,F34	DRACK ¹⁷ = 0 the reports are OK
[IF] Link Event/Report is Multi-block [THEN] send Multi-block inquire S2,F39-->		<-- S2,F40	Multi-block grant.
[ENDIF] Link reports to events S2,F35-->			CEIDs and the corresponding RPTIDs are received.
		<-- S2,F36	LRACK = 0 the event linkages are acceptable.
Enable specific collection S2,F37--> events			Enable/ disable codes (CEEDs) and the respective event reporting CEIDs received.
		<-- S2,F38	ERACK = 0 OK, will generate the specified reports when the appropriate collection events happen

4.2.2 가변 데이터 수집 (Variable Data Collection)

4.2.2.1 목적(Purpose) —이 기능은 호스트가 장비 데이터 변수에 대해 조회할 수 있으며, 초기화 및 동기화 중에 유용하다.

4.2.2.2 정의 (Definitions)

4.2.2.2.1 리포트 ID (Report ID(RPTID)) — 특정 리포트의 고유 식별자. 이 데이터 항목의 전체 정의에 대해 SEMI E5 를 참조.

4.2.2.2.2 변수 데이터 (Variable Data(V)) — 상태, 독립적인(discrete), 또는 상수 데이터를 포함하는 변수 데이터 항목. 이 데이터 항목의 전체 정의에 대해 SEMI E5 를 참조.

4.2.2.3 세부 설명 (Detailed Description) — 호스트는 RPTID 를 지정하여 데이터 변수를 포함하는 리포트를 장비에 요청할 수 있다. 리포트는 이전에 정의된 것으로 (예를 들어, 정의 리포트(Define Report) S2,F33 트랜잭션(transaction)을 사용[§ 4.2.1 참조]) 가정되며, 리포트에 포함된 모든 상태 변수(SV's) 및 장비 상수(ECV's)의 값은 현재여야만 한다. 독립적인 데이터 값(DVVAL's)은 특정 수집 이벤트의 발생 시, 유효함을 보장받는다. 하드웨어나 소프트웨어 조건에 따른 제한으로 인해 DVVAL 을 장비가 명시할 수 없는 경우, zero length 항목이 리포트 된다.

4.2.2.4 필요 조건 (Requirements)

¹⁷ Define Report Acknowledge Code,의 전체 데이터 항목은 SEMI E5 를 참조

- 가변 데이터 항목(V's) 및 관련 측정 단위는 장비 제조업체가 규정해야 한다.

4.2.2.5 시나리오 (Scenario)

호스트가 리포트를 요청 (Host Requests Report):

COMMENT	HOST	EQUIPMENT	COMMENT
Host requests data variables contained in report RPTID	S6,F19-->	<--S6,F20	Equipment responds with a list of variable data for the given RPTID.

4.2.3 트레이스 데이터 수집 (Trace Data Collection)

4.2.3.1 목적 (Purpose) — 트레이스(Trace) 데이터 수집은 주기적으로 데이터를 샘플링 하는 메소드(method)를 규정한다. 시간 기반(time-base)의 데이터 수집은 트렌드(trends)나 타임 윈도우 또는 연속 데이터의 모니터링에서 반복되는 어플리케이션을 트래킹(tracking)할 때 유용하다.

4.2.3.2 정의 (Definitions)

4.2.3.2.1 데이터 샘플 기간(DSPER) (Data Sample Period(DSPER)) — 샘플간의 시간 지연. 이 데이터 항목의 전체 정의에 대해 SEMI E5 를 참조.

4.2.3.2.2 리포트 그룹 사이즈(REPGSZ) (Reporting Group Size(REPGSZ)) —호스트에 전송된 트레이스 (Trace) 리포트 하나에 포함되는 샘플의 숫자 이 데이터 항목의 전체 정의에 대해 SEMI E5 를 참조.

4.2.3.2.3 상태 변수(SV) (Status Variable(SV)) — 트레이스(Trace) 리포트에 포함된 상태 데이터 항목. 이 데이터 항목의 전체 정의에 대해 SEMI E5 를 참조.

4.2.3.2.4 상태 변수 ID(SVID) (Status Variable ID(SVID)) — 상태 변수의 고유 식별자. 이 데이터 항목의 전체 정의에 대해 SEMI E5 를 참조.

4.2.3.2.5 전체 샘플(TOTSMP) (Total Samples(TOTSMP)) — 전체 트레이스(trace) 기간 중 사용된 샘플의 수. 이 데이터 항목의 전체 정의에 대해 SEMI E5 를 참조.

4.2.3.2.6 트레이스 요청 ID(TRID (Trace Request ID(TRID))) — 트레이스(trace) 요청 정의와 관련된 식별자. 이 데이터 항목의 전체 정의에 대해 SEMI E5 를 참조.

4.2.3.3 세부 설명 (Detailed Description) — 장비는 호스트 (S2,F23)의 지시대로 트레이스(trace) 리포트를 구성한다. 트레이스(trace) 리포트(S6,F1)에서, 호스트는 트레이스 리포트(trace report, TRID)의 이름, 데이터 샘플링하는 시간 간격(DSPER), 사용될 샘플의 총 수(TOTSMP), 트레이스(trace) 리포트 당 샘플 수(REPGSZ) 및, 리포트와 함께 전송될 데이터의 리스트(SVID's)를 지정한다. 전체 샘플의 숫자를 리포팅 그룹 사이즈(TOTSMP/REPGSZ)로 나누면 호스트로 전송되는 트레이스(trace) 리포트의 수가 된다

장비는 호스트가 지정한 간격(interval)마다 지정한 데이터(SV's)를 샘플링하고, 지정된 리포팅 그룹 사이즈(REPGSZ)의 사전에 정의된 트레이스(trace) 리포트를 호스트로 전송해야 한다. 마지막 트레이스(trace) 리포트가 전송된 후 트레이스(trace) 리포트 정의는 자동적으로 장비에서 삭제된다.

호스트는 트레이스(trace) 요청 정의로 동일한 TRID 를 제시하여 진행중인 현재의 트레이스(trace) 기능을 수정하거나 재 시작할 수 있고, 이때 이전의 트레이스(trace)가 종료되고 새로운 트레이스(trace)를 시작할 수 있다. 또한 호스트는 해당 TRID 에 대해 장비가 TOTSMP = 0 를 제시하며 완료하기 전에 장비에 트레이스 리포트를 종료하는 지시를 할 수 있으며, 이때 트레이스(trace) 리포트 정의는 삭제 된다.

자세한 예시는 Application Note A.4 를 참조.

4.2.3.4 필요 조건(Requirements)

- 장비는 정기적인 샘플링과 호스트로 트레이스(trace) 리포트의 전송을 트리거(triggering)하는 로컬 메커니즘(예를 들어, 내부 클럭(clock))을 가지고 있어야 한다.
- 장비는 동시에 최소 4 개의 트레이스(trace)가 일어날수 있도록 해야 한다. 동시에 다중 트레이스(traces)에서 동일한 SVID 가 수집될 수도 있다.
- 트레이스(trace) 데이터 수집을위해 모든 SVID's 는 장비에서 사용가능 할수 있어야한다. 단일 블록에 맞지 않는 SV 는 이에 대한 예외라고 볼 수 있다.

NOTE 4: SEMI E5 는 리스트 형식으로 SV's 를 규정한다. 이는 실제로 변수 리스트이기 때문에, 트레이스 데이터 수집(Trace Data Collection) 기능으로 지원되는 SV 와 같은 잠재적인 문제가 있으며, 이는 SEMI E5 표준의 문제이다. 이에 리스트 형식을 이용한 SV's 의 사용을 주의해야 한다.

4.2.3.5 시나리오(Scenario)

호스트가 트레이스 리포트를 초기화함(Host Initiates Trace Report):

COMMENT	HOST	EQUIPMENT	COMMENT
Trace Data initialization requested	S2, F23-->	<--S2, F24	Acknowledge, trace initiated [DO] TOTSMP REPGSZ times [DO] REPGSZ many times: collect SVID ₁ ,...SVID _n data, delay time by DSPER. [END_DO]
Acknowledge receipt	S6, F2-->	<--S6, F1	Send SV ₁ ,...SV _n [END_DO]
Optional: Request trace termination prior to completion (TOTSMP = 0)	S2, F23-->	<--S2, F24	Acknowledge premature termination

4.2.4 Limits Monitoring — 이 기능은 선택된 장비 변수의 모니터링에 관련되고 세 가지 주요 측면을 가진다:

- 모니터링 존(zones) 및 제한(limit)에 관한 표준을 제시한다. .
- 모니터링 존(zones) 간에 선택된 장비 변수가 전환할때 호스트에 리포팅을 규정한다.
- 선택된 동일한 장비 변수에 대해 변수 제한(limit) 속성의 값을 수정할 수 있도록 호스트에게 권한을 부여한다.

4.2.4.1 목적(Purpose) — Limit Monitoring 기능은 호스트가 장비 전체에 일관되게 유연하고, 효율적인 비 동기 메소드(asynchronous method)로 장비 상태를 모니터링 하는 수단을 규정한다. 이는 호스트가 현재의 상태 값을 구하기 위해 장비를 지속적으로 폴링(polling) 하지 않아도 된다. 이 기능은 필요에 따라 호스트가 모니터링 범위를 변경할 수 있고 생산 작업(operation) 및 진단/테스팅 시나리오 모두에 대한 어플리케이션을 가지며 통계적인 프로세스 컨트롤을 적용할수 있게 한다.

4.2.4.2 정의(Definitions)

4.2.4.2.1 *LimitVariable* — (모니터링 범위에 대한) 존 전이(zone transition) 수집 이벤트가 생성될 때 특정 장비 변수의 VID 를 포함한 DVVAL.

4.2.4.2.2 *EventLimit* — LimitVariable 과 교차하는 제한(limit) 중 LIMITID 를 포함한 DVVAL.

4.2.4.2.3 *TransitionType* — DVVAL 은 다음과 같이 존 전이(zone transition) (모니터링 범위에 대한)의 방향을 정의한다: 0 = 하부에서 상부 존(zone)으로 전이, 1 = 상부에서 하부 존(zone)으로 전이.

4.2.4.2.4 *Limit* — 이는 변수 모니터링 “barrier”를 설명하는 변수 제한(limit) 속성의 집합을 표현하기 위해 이 절에서 사용되었다. 속성은 VID, 단위(Units), UPPERDB, LOWERDB, LIMITMAX 및 LIMITMIN 을 말한다. 협의의 의미로 이는 UPPERDB 와 LOWERDB 의 조합이라 할 수 있다.

4.2.4.2.5 *LIMITID_n* — 모니터 된 장비 변수에 있어 제한(limit)의 집합 중 특정 제한 (UPPERDB 와 LOWERDB 으로 정의된)의 식별자를 말하며, LIMITIDs 는 일부터 가능한 제한(limit)의 수(최소 7)에 연속적으로 번호가 매겨진다.

4.2.4.2.6 모니터링 존(Monitoring Zone) — 호스트의 관심(interest) 변수에 대한 가능한 값의 범위의 하위 집합이다. 단일 제한(limit)은 두 존(zone)으로 범위가 나뉘며, 다중 제한(limit)은 여러 개의 영역으로 범위가 나뉘게 된다.

4.2.4.2.7 존 전이(Zone Transition) — 한 모니터링 존(zone)에서 다른 존으로의 변수 값의 이동. 이 전이는 수집 이벤트이며 해당 CEID 를 가진다.

4.2.4.2.8 데드밴드(Deadband) — 제한(limit) 근처나 변수 위치로 상수 존(zone) 전이를 방지하기 위해 구현된 두 존(zone)의 오버랩(즉, "chattering").

4.2.4.2.9 *UPPERDB* — 제한(limit)의 데드밴드(deadband)의 위쪽 경계를 정의하는 변수 제한(limit) 속성.¹⁸ 이 값은 특정한 VID에 대해 단일 제한(LIMITID)으로 적용된다. 따라서, UPPERDB과 LOWERDB는 한 쌍으로 제한(limit)을 정의한다.

4.2.4.2.10 *LOWERDB* — 제한(limit) 데드밴드(deadband)의 아래쪽의 경계를 정의하는 변수 제한(limit) 속성.¹⁸ 이 값은 특정한 VID 에 대해 단일 제한(LIMITID)으로 적용된다. UPPERDB 과 LOWERDB 는 한 쌍으로 제한(limit)을 정의한다.

4.2.4.2.11 *UPPER ZONE* — 제한(limit)을 초과한 값의 범위.

¹⁸ The format and units must be the same as the format of the variable being monitored.