

# EDA 기반의 반도체 장비 데이터 수집 및 EDA 시스템 연구

박재민, 김양중\*

한국공학대학교 소프트웨어융합공학과  
{kpjm4,\*zeroplus}@tukorea.ac.kr

## A Study on the Data Acquisition and Application Architecture for Semiconductor Equipment Based on EDA System

Jaemin Park, Yangjung Kim\*  
Tech University Of Korea

### 요약

기존 SECS/GEM 기반 통신 방식의 한계를 극복하기 위해, SEMI E120, E125, E134 및 E164 등의 표준을 기반으로 한 Metadata 정의 및 DCP(Data Collection Plan) 수집 구조를 설계해 고속 샘플링이 가능하도록 하고 있지만 실시간성이 부족한 상황이다. 이에, 반도체 장비의 실시간 고속 데이터 수집을 위해 적용된 EDA(Equipment Data Acquisition) 시스템의 구조와 동작방법을 확인해 보고, SOAP/HTTP 기반의 통신 구조를 통해 장비 내부 EDA Server 와 외부 FDC 시스템 간의 실시간 데이터 전송되도록 상위 시스템과의 연동 방안을 제시하고자 한다.

### I. 서론

4 차 산업혁명 시대를 넘어 인공지능 기술적 발달을 통해 반도체 산업의 자동화 및 지능화, 또한 더욱 기술 가속도가 높다고 할 수 있다. 특히 고도화된 장비 데이터 분석을 통해 생산성과 수율을 향상시키는 것이 핵심 과제로 부각되고 있다. 기존의 SECS/GEM(Standard Equipment Communication Standard / Generic Equipment Model) 기반 장비 통신 방식은 기본적인 장비 제어 및 모니터링에는 적합하지만, 대용량 데이터 수집 및 실시간 분석에는 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하고자 SEMI 표준에서 제시한 EDA(Equipment Data Acquisition) 기술이 주목받고 있다.

본 논문에서는 EDA 기술을 기반으로 한 반도체 장비 데이터 수집 구조와 적용사례를 확인하고, 적용된 EDA(Equipment Data Acquisition) 시스템의 구조와 동작방법을 확인해 보고, SOAP/HTTP 기반의 통신 구조를 통해 장비 내부 EDA Server 와 외부 FDC(Fault Detection and Classification) 시스템 간의 실시간 데이터 전송하기 위한 상위시스템 연동구조를 제시하고자 한다.

### II. 본론

SECS/GEM은 1980년대부터 반도체 장비와 공정 시스템 간의 표준 통신 방식으로 널리 사용되어 왔다. 장비 상태 모니터링, 제어 명령 전송, 이벤트 및 데이터 수신 등에 적합한 구조를 갖추고 있지만, 최근의 빅데이터에 기반한 AI 기술을 위한 데이터 수집 요구에는 부합하지 못한 제한점이 있다. 이에 부각되는 기술이 EDA로써, 실시간 고속 데이터 수집을 가능하게 하는 기술로, EDA 시스템의 안정적인 데이터 수집을 위해서는 하드웨어 기반의 인프라 설계가 먼저 선행되어야 한다.

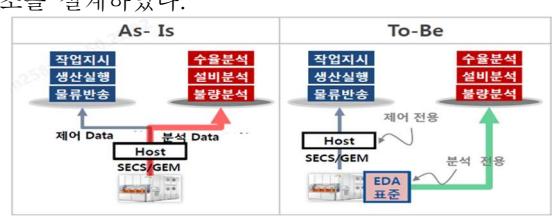
이에, EDA(Equipment Data Acquisition)는 반도체 장비에서 실시간 고속 데이터 수집을 가능하게 하기 위해 SEMI(반도체장비재료 국제표준협회)에서 제정한 표준 인터페이스 기술로, 기존의 SECS/GEM 방식보다 유연하고 고성능의 데이터 수집을 지원하며, 장비 데이터를 구조화된 형태로 외부 시스템에 제공하는 역할을 한다. EDA는 SOAP/HTTP 기반 통신과 XML로 정의된 Metadata 구조를 활용하며, E120, E125 및 E164 등과 같이 구성된다.

Metadata는 장비 내부 데이터 구조를 XML 기반으로 정의한 것으로, 각 장비가 제공하는 수천 개의 Variables, Events 및 Status 등을 계층적으로 표현한다. 클라이언트는 E125 인터페이스를 통해 장비에서 제공하는 Metadata를 다운로드하고, 이를 기반으로 수집 가능한 데이터를 파악하게 된다.

DCP는 장비에서 어떤 데이터를 언제, 어떤 조건에서 수집할 것인지에 대한 정의서 역할을 한다. 클라이언트는 장비에 연결하여 원하는 데이터 항목을 선택하고, 수집 주기 (Sampling Interval), 조건(Trigger) 및 유효 시간(Duration) 등을 지정하여 DCP를 생성하며, EDA 서버는 DCP를 기반으로 클라이언트에게 데이터를 전달한다.

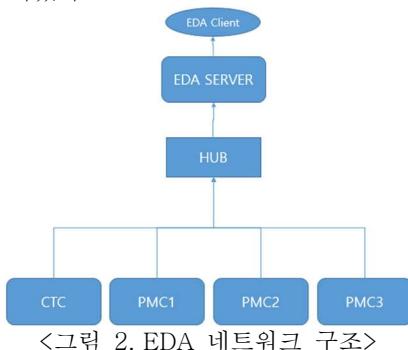
#### 1. 시스템 구조 제안

반도체 제조 장비에 EDA 서버를 내장하고, 외부 분석 시스템(FDC 또는 MES)과의 실시간 연계를 위한 하드웨어를 구성하였으며. 장비 내부 모듈의 처리 성능, 네트워크 대역폭, 보안 구성을 고려하여 최적화된 구조를 설계하였다.



<그림 1. SECS/GEM과 EDA 시스템 구성 비교>

그림 1에서 볼 수 있듯이, 공장 내부 MES 또는 FDC 서버에서 Metadata 조회 및 DCP 등록 후 수신된 실시간 데이터를 기반으로 이상 감지, 통계 분석을 수행하며 장비 수집 대를 병렬로 연결하여 데이터를 수집한다. 그림 2는 EDA 시스템은 안정적인 실시간 수집을 위해 실제 구축된 네트워크 구조를 묘사한 것으로써, 기존 SECS/GEM 기반 구조에서는 CTC(Central Tool Controller)가 각 PMC(Process Module Controller)의 정보를 집계하여 호스트 시스템으로 전달하는 방식이 일반적이나, 구축된 EDA 시스템에서는 EDA 서버가 장비 내 모든 PC(예: PMC, LPM, CTC 등)의 데이터를 직접 수집하는 구조로써, 모듈 간 데이터 병목을 줄이고, 각 모듈의 세부 정보까지 실시간으로 수집할 수 있어 FDC 및 이상 감지 시스템과의 연계 분석에 집중할 수 있도록 하였다.



<그림 2. EDA 네트워크 구조>

각 데이터 항목은 Metadata 구조에 따라 정의되어 있으며, DCP 설정을 통해 필요한 항목에 대해서만 고속 수집이 가능하도록 구성되었다.

### 2. 시스템 구축에 따른 MetaData 생성

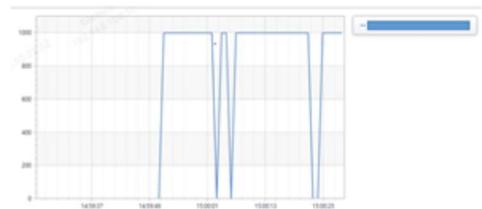
EDA 시스템에서 장비로부터 데이터를 수집하려면, 해당 장비에 대한 Metadata가 사전에 정의되어 있어야 하며, 장비가 제공할 수 있는 변수 항목(Variable), 상태(Status) 및 이벤트(Event) 등을 구조화하여 외부 EDA 클라이언트가 이해할 수 있게 정의한다. 제안된 시스템에서는 기존 SECS/GEM 통신에서 사용하던 데이터 항목 리스트를 기반으로, 이를 EDA 시스템에서 활용할 수 있도록 장비 내 EDA Adapter에 등록하였다. 이후 해당 항목들을 기반으로 SEMI E125 표준 형식에 따라 Metadata 를 XML 구조로 정의하였다.

### 3. DCP 생성

EDA 시스템에서 실시간 데이터 수집을 수행하기 위해서는 사전에 정의된 Metadata 를 기반으로 DCP 를 생성해야 한다. DCP는 수집 대상 변수, 수집 주기, 수집 조건, 수집 시간 등의 정보를 포함하는 데이터 수집 요청 객체이며, SEMI E134 표준에 따라 EDA Client 가 서버에 전송하는 방식으로 구성된다. 본 논문에서는 SECS/GEM 의 VID 1234 에 해당되는 변수 VALVE1\_FLOW 를 대상으로 100mS 주기의 고속 수집이 가능하도록 DCP 를 구성하였다.

### 4. 실시간 FDC 데이터 수집 결과

생성된 DCP 를 통해 실시간 데이터가 EDA Server 누적되도록 시뮬레이션 환경을 구축하고 이에 관련 수집된 데이터 량과 시간을 표시해 제안된 시스템이 기존 시스템 보다 효율적이라는 것을 확인하였다.



<그림 3. EDA 실시간 데이터 수집 모니터링>

### III. 결론

실시간 데이터를 수집하는 EDA 기반의 시스템을 통해 기존 SECS/GEM 방식보다 높은 수집 주기 해상도와 실시간 데이터를 수집할 수 있음을 확인하였고, 조건에 따라 데이터 수집, 다중 변수 동시 전송 그리고 데이터 수집 계획의 유연성을 제공할 수 있었다. 또한 SOAP 기반 통신 구조를 통해 FDC 시스템 등 상위 시스템과의 연동도 가능함을 검증하였다.

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 고용노동부 및 한국산업인력관리공단의 '고속련 마이스터 사업(2025)'의 지원을 받음.

### 참고문헌

- [1] Semiconductor Equipment and Materials International (SEMI), "SEMI E120: Equipment Modeling," Available at: <https://www.semi.org>
- [2] SEMI, "SEMI E125: Equipment Self-Description," Available at: <https://www.semi.org>
- [3] SEMI, "SEMI E132: Equipment Client Authentication and Authorization," Available at: <https://www.semi.org>
- [4] SEMI, "SEMI E134: Data Collection Management," Available at: <https://www.semi.org>
- [5] SEMI, "SEMI E164: EDA Common Metadata," Available at: <https://www.semi.org>