

반도체 스마트 팩토리 구축을 위한 EDA서비스

조수아*, 강윤희*, 고승호**, 강경우*

*백석대학교 정보통신학부

**디바이스이엔지

e-mail:shua21@naver.com

EDA Service for Building a Semiconductor Smart Factory

Sua Cho*, Yun-hee Kang*, Soongho Ko** and Kyung-woo Kang*

*Division of Information and Communication, Baekseok University

**DeviceEng Co.

요 약

반도체 공정에서는 제조 장비의 운영을 위한 장비 제어 및 점검에서 데이터 처리가 높은 해상도의 데이터 수집을 필요로 하고 있다. 이 논문에서는 반도체 스마트 팩토리의 환경 적용을 위해 필요한 EDA(Equipment Data Acquisition) 시스템의 구성을 기술한다. 이를 위해 반도체 세정장비 AutoFOUP의 장비 구성 정보를 수집하는 EDA 시스템의 프로토타입을 SEMI 표준을 기반으로 설계한다. 구성된 EDA 시스템은 분산 시스템 환경에서 높은 상호 운영성 및 확장성을 지원하기 위해 WCF 프로그래밍 모델로 작성된 웹서비스로 구성한다. 개발된 EDA 시스템은 반도체 제조 공정에서 웹서비스 기술을 활용함으로써 이기종 운영 플랫폼에서 유용성을 제시한다.

1. 서론

산업용 사물인터넷(Industrial IoT)은 제조업 중심으로 공정 최적화 및 효율적인 생산을 위해 산업 분야 전반에 걸쳐 확산되고 있다[1-2]. 스마트 팩토리 구축에 대한 요구가 증가함에 따라 제조공장의 설비로부터 데이터 수집 및 이를 기반으로 한 생산성 향상 및 불량률 감소를 위한 분석 분야까지 산업용 사물인터넷 기술의 역할은 중요해지고 있다. 반도체 공정에서는 제조 장비의 운영을 위한 장비 제어 및 점검분야의 데이터 처리가 높은 해상도의 데이터 수집을 필요로 하고 있다. 장비로부터 데이터 수집을 위해서는 EDA(Equipment Data Acquisition) 표준의 도입 및 이를 통한 장비의 체계적 관리가 요구되고 있다[3-4].

이 논문에서는 반도체 스마트 팩토리의 환경 적용을 위해 필요한 EDA(Equipment Data Acquisition) 시스템의 구성을 기술한다. 또한 SEMI 표준을 기반으로 반도체 세정장비 AutoFOUP의 장비 구성 정보를 수집하는 EDA 시스템의 프로토타입을 설계한다. 구성된 EDA 시스템은 분산 시스템 환경에서 높은 상호 운영성 및 확장성을 지원하기 위해 WCF 프로그래밍 모델로 작성된 웹서비스로 구성한다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 스마트 팩토리, 웹서비스 및 웹서비스 구현을 위한 도구인 WCF의 특

성을 기술한다. 3절에서는 반도체 세정장비 AutoFOUP의 장비 정보 수집 EDA 프로토타입 구성을 기술하고 마지막으로 4절에서는 결론을 기술한다.

2. 관련연구

독일은 2011년 ICT 융합을 통한 제조업 전략 구상인 인더스트리 4.0을 추진하고 있으며, 생산 공정, 조달·물류, 서비스까지 통합 관리하는 스마트 팩토리를 목표로 하고 있으며 이를 위해 사물인터넷, 사이버물리시스템(cyber physical system, CPS), 센서 등의 기반 기술 개발하고 있다[2].

산업 4.0에서 공장은 스스로 생산, 공정통제 및 수리, 작업장 안전 등을 관리하는 완벽한 스마트 팩토리로 전환되어, 전체 생산 공정을 최적화·효율화하고, 산업 공정의 유연성과 성능을 새로운 차원으로 진보할 것으로 예상하고 있다. 이러한 스마트 팩토리 개념을 반도체 제조 분야에 적용할 때 반도체 생산제품의 신뢰성에 영향을 미치는 생산 공간의 환경변화를 관리하기 위해 산업 4.0의 핵심을 이루는 기술로서 산업 환경의 EDA 구축이 필수적이다[1-4].

SOA에서 웹서비스를 사용하는 목적 중 핵심은 바로 플랫폼 중립(neutrality)이다. 즉, 하나의 서비스를 제공하면,

다양한 플랫폼의 클라이언트가 서비스를 받아서 사용할 수 있다. 웹서비스는 다른 소프트웨어 컴포넌트에 의해 이용될 수 있는 서비스를 제공하는 소프트웨어 컴포넌트로 SOA 기반의 응용 개발에 적합하다.

웹서비스는 생산 공정의 복잡도 증가에 따라 ERP, SCM, PLM 등 여러 정보 시스템의 통합을 위한 시스템 개발 시 활용된다. 웹서비스는 애플리케이션을 위한 새로운 구조상의 분산 처리모델로서 산업표준 네트워크, 애플리케이션 인터페이스 및 프로토콜을 통해 다른 애플리케이션 또는 다른 웹서비스에서 사용 가능하도록 구현한다. 애플리케이션은 서비스의 물리적 통합 없이도 네트워크를 통해 호출함으로써 웹서비스 능력을 사용할 수 있다.

WCF는 Windows Communication Foundation의 약자로 마이크로소프트사(MS)의 분산 프로그래밍 모델을 포함하는 서비스 프레임워크이다[5]. 상호 관계를 가지고 있는 기업 간의 정보 시스템을 구현 SOA의 서비스 지향적 아키텍처를 지원하기 위해 기존의 DCOM(Distributed COM)을 확장하여 웹서비스를 지원하기 위해 개발되었다[6-7]. WCF는 마이크로소프트사의 분산서비스들을 통일하여 새로운 서비스개발을 할 수 있도록 지원하고 서비스를 통합하므로 원하는 서비스의 기능을 쉽게 구현할 수 있는 높은 생산성을 갖도록 하며, 웹 서비스의 확장 스펙(WS-*)을 지원하는 상호운영성을 갖는다[8].

3.EDA 시스템 구성

3.1 EDA 소프트웨어 아키텍처

개발된 EDA 시스템은 AutoFOUP 장비 정보의 수집을 위해 XML 기반의 SOAP 를 통해 반도체 장비의 메타데이터 데이터 수집하며, WCF 웹서비스로 개발한다. WCF 웹서비스는 상호운영성 및 확장성의 제약점을 해결하고 SEMI EDA 응용은 높은 상호운영성을 갖는 반도체 장비 센싱 및 데이터 수집 시스템 개발에 적용하는 것을 목적으로 한다.

그림 1은 WCF를 활용한 EDA 아키텍처를 보인 것으로 EDA Host는 장비의 센싱자료의 EDA 자료 생성을 수행하는 생산자 역할을 담당한다. EDA Host의 Device Agent는 물리적인 장비를 표현하며, Device DLL를 통해 데이터를 수집한다. Device DLL은 장비의 PLC 인터페이스를 통해 센서 자료를 획득한다. EDA service는 데이터 계획(Data plan)과 장치 명세(device specification)로 부터 정보를 얻어 Device Agent로 부터 지속적으로 데이터를 수집한다. 장비 데이터 수집기(Equipment data collector)와 같은 EDA client는 장비 관련 데이터를 EDA Host에 요청하게 하는 EDA 의 데이터 소비자로서 역할을 수행한다. SOA 측면에서 EDA Host는 Service provider 로서 기능을 갖고 EDA client 는 Service consumer를 수행한다.

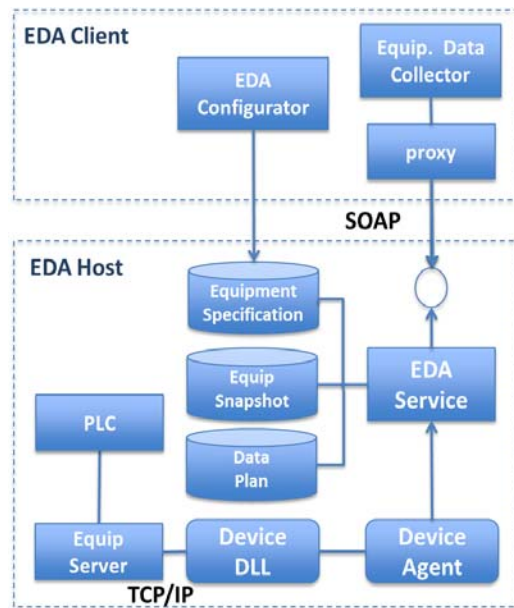


그림 1 WCF 기반 EDA 아키텍처

3.2 구성된 EDA 시스템

EDA Host는 서비스참조를 통해 해당 WSDL에서 제공하는 인터페이스를 구현하고 EDA Client에게 제공하는 식으로 구현한다. EDA Host의 장비 관리를 위한 EquipmentMetadataManager인터페이스를 포함하며 관련 메소드는 다음과 같다.

- GetUnits
- GetTypeDefinitions
- GetStateMachines
- GetSEMIObjTypes
- GetExceptions
- GetEquipmentStructure
- GetEquipmentNodeDescriptions
- GetLatestRevision
- NotifyOnRevisions

여기서는 반도체 장비에 정보를 수집하기 위한 웹서비스의 구성에 한정하며, GetEquipmentStructure 메소드를 대상으로 내용을 기술한다. GetEquipmentStructure는 장비가 제공하는 장비구조 메타데이터를 반환한다. GetEquipmentStructure 메소드 호출시 입력 파라미터로 GetEquipmentStructureRequestMessage(이하 Request)를 받고 반환 값으로 GetEquipmentStructureResponsemessage(이하 Response)를 반환한다. GetEquipmentStructure 메소드의 Request는 헤더만 있고 그 외 다른 파라미터는 없으며, Response는 E120.Equipment 혹은 E138.Error 둘 중 하나를 가지고 헤더와 함께 반환된다. 결국 EDA Client에서 EDA Host의 GetEquipmentStructure를 호출하면 E120.Equipment의 값

을 받거나 또는 메소드 호출 처리과정에서 오류가 있으면 E138.Error를 받게 되는 것이다.

GetEquipmentStructure의 반환 값인 장비 정보로서 장비 내용을 응답 자료 변수인 response.Item 에 추가하며, 응답 유형인 GetEquipmentStructOut로 반환한다. 반환되어지는 GetEquipmentStructureResponsemessage 는 다음의 XML 스키마 형식을 갖는다.

```
<xsd:complexType
  name="GetEquipmentStructureResponseType"
  final="#all">
  <xsd:choice minOccurs="0">
    <xsd:element ref="cem:Equipment"/>
    <xsd:element ref="ccs:Error"/>
  </xsd:choice>
</xsd:complexType>
```

EDA Host는 XMLSerializer으로 만든 E120.Equipment 객체를 EDA Client에게 반환한다. 그림 2은 GetEquipmentStructure 메소드의 반환된 장비구조정보를 보인 것이다. 반환된 장비정보에는 Name, Uid, Description 에 대한 정보가 있으며, 여러 개의 Element를 보유하기 때문에 탭 컨트롤(Tab Control)로 구성한다. 결과 화면의 오른쪽 상단은 Logical Elements의 목록을 보인 것이고 중단은 SoftModules의 목록이며, 하단은 해당 장비에 속해 있는 IODevice, SubSystem, Module, Equipment을 제공한다.

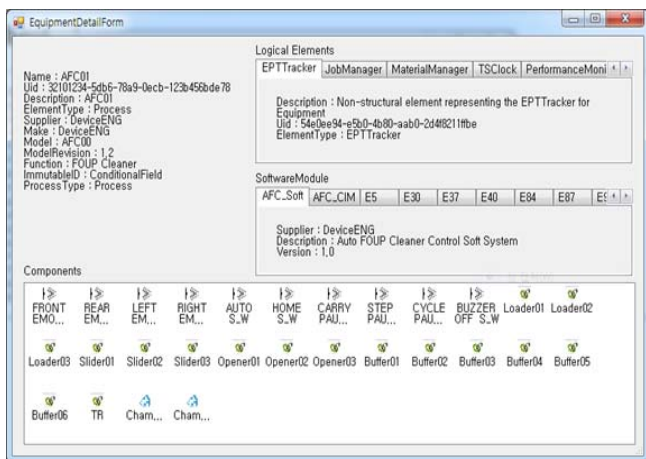


그림 2. GetEquipmentStructure 메소드의 반환된 장비구조정보

4. 결론

이 논문에서는 반도체 스마트 팩토리의 환경 구축을 위해 필요한 EDA 시스템의 구성을 기술하였다. 이를 위해 SEMI 표준을 기반으로 반도체 세정장비 AutoFOUP의 장비 구성 정보를 EDA 시스템으로 수집한다. 구성된 EDA 시스템은 상호운영성 및 확장성을 갖는 분산 환경을 지원할 수 있도록 WCF 프로그래밍 환경에서 E125를 WCF 서

비스로 구성하였다 개발된 EDA 시스템은 반도체 제조 공정에서 웹서비스 기술을 활용하며 이기종 운영 플랫폼에서 웹서비스의 유용성을 제시하였다. 본 연구의 결과는 전통적인 반도체 제조 응용환경 체계를 웹서비스체계로 변환 시 표준화된 기술과 상호운영성의 장점을 제공한다.

감사의 글

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2016년도 산학연 협력 기술개발사업(No. C0395837)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

- [1] L. D. Xu, W. He, and S. Li, "Internet of Things in Industries: A Survey," IEEE Trans. Industrial Informatics, vol. 10, no. 4, pp. 2233 - 2243, 2014.
- [2] F. Tao, Y. Zuo, L. D. Xu, and L. Zhang, "IoT-Based intelligent perception and access of manufacturing resource toward cloud manufacturing," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 10, no. 2, pp. 1547 - 1557, 2014.
- [3] SEMI E120-1.V1104 specification for the common equipment model.
- [4] SEMI E125-1.V0305 specification for equipment self description.
- [5] Michele LeRoux Bustamante. Learning Wcf. O'Reilly Media, 2007.
- [6] M.P. Papazoglou and D. Georgakopoulos, "Service-Oriented Computing," CACM, Vol. 46, No. 10, Oct 2003.
- [7] W3C, Web Services Architecture, <http://www.w3.org/TR/2003/WD-ws-arch-20030808/>
- [8] F. Curbera et. al., "Unraveling the Web Services Web: An Introduction to SOAP, WSDL, and UDDI", IEEE Internet Computing, Vol. 6, No. 2, pp. 86-93, March/April 2002.