

## 전자부품 조립공정에서 스마트팩토리 적용 필요성에 대한 연구

김태종<sup>1</sup>, 이동윤<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>서울과학기술대학교 박사과정, <sup>2</sup>중부대학교 전기전자공학과 교수

### A Study on the Necessity of Smart Factory Application in Electronic Components Assembly Process

Tae-Jong Kim<sup>1</sup>, Dong-Yoon Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. Course, Seoul School of Integrated Sciences & Technologies

<sup>2</sup>Professor, Dept. of Electrical & Electronic Engineering, Joongbu University

**요약** 전자부품 조립사업은 제품불량이 발생했을 때, 입고된 원자재불량 또는 작업불량을 추적하는 것이 중요하며, 결과에 따라 납품업체 또는 작업현장 개선이 중요하다. 스마트팩토리의 핵심 과제는 데이터 통합허브를 구축하여 저장·관리·분석을 실시간으로 처리하고 클러스터공정, 에너지, 환경, 안전을 통합관리 하는 것이다. 전자부품 관련 중소기업에 생산현장관리를 실시간 모니터링하여 생산데이터의 정확한 분석과 수집으로 신뢰도를 향상시키기 위해서는 스마트팩토리 구축이 필수적이다. 본 논문은 스마트팩토리를 도입하고자 하는 전자 부품관련 중소기업의 특성을 고려해 시스템 구성방법, 스마트팩토리 관련기술 과 적용사례 등을 정의하여 구축에 활용토록 개발되었다.

**주제어** : 전자부품, 스마트팩토리, 데이터 통합허브, 중소기업, 생산데이터

**Abstract** In the electronic component assembly business, when product defects occur, it is important to track incoming raw material defects or work defects, and it is important to improve suppliers or work sites according to the results. The core task of the smart factory is to build an integrated data hub to process storage, management, and analysis in real time, and to manage cluster processes, energy, environment, and safety. In order to improve reliability through accurate analysis and collection of production data by real-time monitoring of production site management for electronic parts-related small and medium-sized enterprises (SMEs), the establishment of a smart factory is essential. This paper was developed to be utilized in the construction by defining the system configuration method, smart factory-related technology and application cases, considering the characteristics of SMEs related to electronic components that want to introduce a smart factory.

**Key Words** : Electronic Component, Smart Factory, Integrated Data Hub, SMEs, Production Data

#### 1. 서론

스마트팩토리(Smart Factory)는 기업의 제조와 유통 등 생산 과정에 자동화 솔루션을 결합하고 여기에 정보통신기술(ICT : Information Communication

Technology)을 적용시켜, 품질과 고객만족도 및 생산성을 향상시키는 지능형 공장을 의미한다. 공장 내 기계설비와 같은 과정을 인공지능(AI : Artificial Intelligence) 과 빅데이터 및 사물인터넷(IoT :

\*Corresponding Author : Dong-Yoon Lee(dylee@joongbu.ac.kr)

Received August 5, 2021

Accepted September 20, 2021

Revised September 6, 2021

Published September 28, 2021

Internet of Things)등으로 통합하여 공정 데이터를 실시간으로 수집하고, 이 데이터를 분석해 자동으로 제어할 수 있게 만든 차세대 공장이다[1,2].

스마트팩토리는 자동화와 디지털화를 적용시켜 최소의 시간과 비용으로 고객이 요구하는 제품을 맞춤형으로 생산하는 진화된 공장을 구현하는 것이 기존의 일률적인 공장자동화와 차별되는 요소다. 각 기업에 스마트팩토리를 적용하면, 제조업의 위상을 더욱 강화할 수 있으며 생산 공정에서 서비스에 이르기까지 전 과정을 통합하고 일자리 창출 및 고급 인력을 유치할 수 있다. 그러므로 스마트팩토리가 적용되는 공장에서는 수집된 수많은 데이터를 분석하고, 이 데이터를 기반으로 공장 운영 체계를 시스템화하여 생산현장에서 일어나는 문제들을 해결할 수 있으며, 장애 또는 품질 불량 등의 원인도 확인할 수 있다. 또한, 공장에서 각각의 기술을 축적하고 이를 시스템화함으로써 해당 기술들도 쉽게 활용할 수 있다[3-5]. 스마트팩토리는 정보통신기술의 역량 및 기술의 활용도에 따라 기초 - 중간1 - 중간2 - 고도화와 같이 4단계로 구분했으나 2019년부터 기초수준을 두 단계로 나눠 Table 1과 같이 레벨1부터 레벨5까지 정리하여, 각각의 단계를 스마트공장의 성숙도 지표인 수준으로 구성한다. 스마트팩토리 참조모델(reference model) 5단계로 수준을 정의하는 이유는 중소기업 또는 중견기업은 대기업과 비교해 스마트공장 구축을 위한 자체적인 대규모 투자가 어렵다. 그러므로 기업의 능력과 여력에 따라 단계적으로 진화하여 고도화 단계에 진입하게 하는 발전 전략이 요구되기 때문이다. 수준은 '기초(레벨1, 레벨2) - 중간1 - 중간2 - 고도

화'로 구분되어 기업특성에 맞게 다양한 형태로 구현 가능하며, 기업이 직면한 상황을 고려해 단계적으로 스마트화를 추진할 수 있다[6-8]. 11대 주요업종을 중심으로 스마트팩토리의 주요 기능과 설비의 조건, 수준별 요건을 정의하였는데 본 논문은 전자부품조립공정에서의 스마트팩토리 적용 필요성에 관한 연구이다. 많은 중소기업들이 기초단계(레벨1, 레벨2)를 구축하고 있는데 이는 비교적 적은 비용으로 쉽게 진입할 수 있기 때문이다. 위의 5단계를 살펴보면, 기초단계는 기초적인 ICT를 활용하여 공장 내 생산정보를 바코드, 무선추파수 등으로 수집하고 제품생산단위별로 생산과정을 파악해 제품의 이력관리를 만들어 정보시스템을 최소의 비용으로 구축하는 수준이다. 중간1단계는 설비정보를 자동으로 운영하며 신뢰성 있는 정보를 모기업과 공유하여 자동화를 지향하는 수준이다. 생산정보를 실시간으로 수집한 데이터를 통해 품질분석이 가능하므로 효율적인 생산계획을 수립하여 의사결정을 한다. 중간2단계는 제어형 공장을 달성하고 실시간으로 의사결정이 가능하므로 생산을 최적화한다. 고도화단계는 완전한 지능형 공장으로 사이버 공간에서 비즈니스를 실현해 고객요구에 맞추어 실시간으로 생산하고 배송하는 서비스 공장이다 [9,10]. 전자부품 조립 공정에 스마트팩토리를 적용하면 기초수준에서는 생산정보 집계분석이 시스템화 되므로 업무 생산성이 증가하고 실시간으로 거래정보를 제공하므로 고객사와 유대를 강화할 수 있다. 중간수준에서는 생산실적 집계 자동화를 실현하여 생산 집중도향상 및 작업효율성이 증대된다. 그리고 엔지니어링 데이터를 제공하여 고객사 신뢰향상으로 수주가 확대된다[11,12].

Table 1. Reference Model of Smartfactory

	Level Definition	Standard	IoT Target	Properties	Condition (Build Level)	Main Tool
Advancement	Level 5	Autonomous Operation	Worker Equipment Material Operating Condition + Environment	Customized	Autonomous progress from monitoring to control and optimization	Artificial Intelligence AR/VR CPS etc.
	Level 4	Optimization	Worker Equipment Material Operating Condition	Optimized	Proactive response possible through process operation simulation	Sensor Controller Optimized Tool
Middle 1	Level 3	Control	Worker Equipment Material	Analysed	Controllable by analyzing the collected information	Sensor + Analysed Tool
Foundation	Level 2	Monitoring	Worker Equipment Material	Measured	Real-time monitoring of production information is possible	Sensor
	Level 1	Inspection	Material	Identified	Partial standardization and Data management	Barcode RFID

본 논문은 스마트공장을 도입하고자 하는 전자부품 조립 중소·중견기업에게 스마트공장의 설치·운영에 대한 필요성을 제시하기위해 스마트팩토리 구축, 현장용 시스템인 MES시스템 구성방법, 스마트팩토리 관련기술과 적용사례, 요구관리 시스템, 제조 경쟁력강화를 위한 스마트팩토리 구성 및 품질관리시스템을 서술한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 스마트팩토리 구성도 및 관련기술

전자부품 조립사업은 입고된 부품 또는 재료를 조립하고 검사하는 공정이 중요하며, 조립 시 발생하는 공정데이터와 검사데이터로 품질분석을 할 수 있는 기반 마련이 중요한 노동집약적 산업이다. 제품불량이 발생했을 때, 입고된 원자재불량 또는 작업불량을 추적하는 것이 중요하며, 결과에 따라 납품업체 또는 작업현장의 개선이 중요하다. 그리고 컨베이어와 바코드를 이용한 자동화가 용이하다[13,14]. Fig. 1은 키오스크, 센서 컨트롤러(제어기), 자동화 장비등 기본적인 장치로 IoT 적용 및 실시간 모니터링으로 시스템을 연동한 기본적인 스마트팩토리 구성도이다.

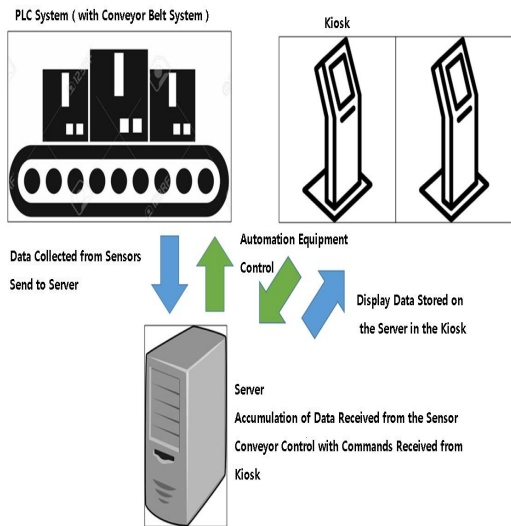


Fig. 1. Basic Smartfactory Configuration

스마트공장을 구축하기 위해서는 업무별 PI (Process Innovation)를 통한 프로세스 표준화를 적용하고 물류 및 불량관리, 작업내역 추적관리 등에 초점을 맞춘 현장용 시스템인 MES (Manufacturing

Execution System)를 Fig. 2와 같이 도입한다. MES는 생산운영 과정의 표준화를 개선하고 실시간으로 데이터를 통합해 분석할 수 있는 시스템이다. 즉, 실시간으로 제조상황을 제어하고 모니터링 할 수 있게 만들어 주기 때문에 작업자와 관리자의 신속한 결정을 도와주는 현장용 시스템으로 스마트팩토리 구축의 핵심적인 역할을 맡고 있다. MES는 생산계획 수립부터 원자재 입고 및 출고를 관리하며 바코드를 이용하여 실시간으로 현장정보를 수집하고 분석하여 신속한 의사결정을 할 수 있게 한다. 원재료 입출고를 바코드 라벨로 관리해 불량이 발생했을 경우에 추적이 가능하도록 하고 실시간으로 생산현황을 모니터링하여 생산성을 향상시킨다. MES를 통해 생산정보를 공유하면 고객의 다양한 요구사항이 실시간으로 생산 현장에 반영돼 제품 품질 개선은 물론 납기 준수율도 높일 수 있다. 그리고 외부 고객이 회사를 방문했을 때, 공장 입구에서부터 키오스크를 통해 현재 공장의 설비가동률, 불량률, 공정진행 상황 등을 직접 눈으로 확인할 수 있게 만들어 고객의 신뢰도를 크게 높일 수 있다.

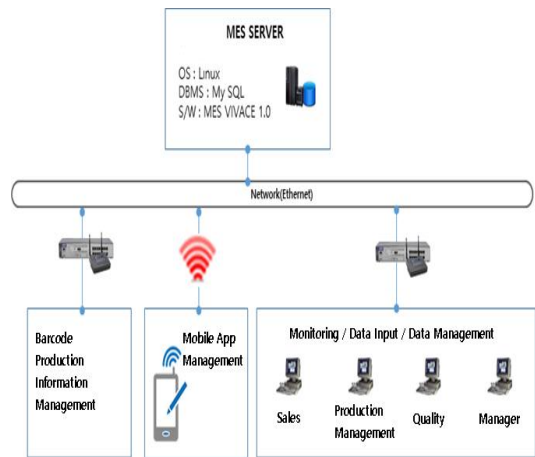


Fig. 2. MES System

Fig. 2에서 서버에 연결된 바코드 생산정보 관리는 생산바코드를 출력하고 생산시간 추적을 통한 생산이력을 추적한다. 영업, 생산관리, 품질, 관리자에 연결된 PC들은 Windows7 이상 및 Alegro 1.0을 소프트웨어로 사용한다. Table 2는 스마트팩토리 관련기술 및 적용사례를 나타낸다.

스마트 통합운영 시스템, 지능형 물류시스템 및 AI

기반 스마트 제조 기술과 이에 대한 세부 실행 사례이다. ICT 기술집적으로 생산성을 극대화하고 IoT, 5G망 등을 활용한 AI기반 스마트제조시스템과 스마트제조 클러스터를 통합한다.

**Table 2. Smart Factory Related Technology and Application Examples**

Technology	Application Examples
Establishment of Smart Manufacturing Integrated Operation System	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Data Integration [Storage · Management · Analysis] Hub Construction</li> <li>▪ Cluster Process Management · Energy · Environment · Safety · Integrated Monitoring</li> <li>▪ Data Trading Platform Construction · Operation</li> </ul>
Building an Intelligent Logistics System	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unit Smart Factory Logistics Automation</li> <li>▪ Logistics Automation and Inventory Management within Cluster</li> <li>▪ Logistics system outside cluster [SCM]</li> </ul>
Establishment of AI-based Smart Manufacturing Technology	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ AI-based Data Analysis by Manufacturing Process · Predictive Solution System</li> <li>▪ Establishment of Interlocking System between Unit Smart Factories</li> <li>▪ 5G Communication Network Construction for Real-time Data Production and Sharing Connection</li> <li>▪ Establishment of Workplace Safety Management and Environment-friendly Process Management System</li> </ul>

스마트팩토리의 핵심과제는 스마트제조 통합운영 시스템을 구축하는 것이다. 이를 위해 데이터 통합 허브를 구축하여 저장·관리·분석을 실시간으로 처리하고 클러스터 공정, 에너지, 환경, 안전을 통합관리 한다. 그리고 데이터 거래플랫폼을 구축하여 운영한다. 지능형물류 시스템을 구축하여 단위스마트공장물류 자동화, 클러스터 내 물류자동화 및 재고를 통합관리하고 클러스터 외부물류 시스템을 구축한다. ICT기술로 스마트제조 기반을 구축하기 위해 인공지능(AI)기반 제조 공정별로 데이터를 분석하고 예측하여야 한다. 단위 스마트공장간 연동시스템과 실시간 데이터 생산 및 공유 연계를 위한 5G 통신망을 구축하고 작업장 안전관리 및 환경 친화적 공정관리체계를 구축한다.

**2.2 국내·외 동향**

스마트팩토리 참조모델은 기업이 스마트팩토리에 대한 이해를 도모하고 구축에 필요한 지식을 제공하기 위하여 개발되었다. 스마트팩토리의 보급·확산 사업을 1

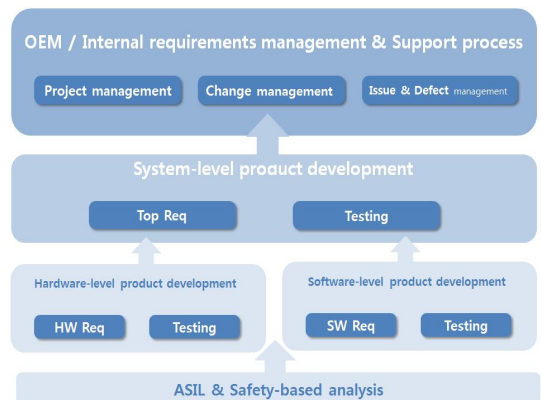
년 동안 수행한 후, 2015년에 대기업 중심의 이론적 기술 정의를 중소기업형의 현실적 기술로 정의하고 업종 세분화, 에너지 절감 등의 요구를 수렴하였다[15]. 2020년 중소벤처기업부는 스마트팩토리를 통한 제조 혁신강국을 만들기 위해 스마트제조 2.0을 발표했다. 스마트제조 2.0은 제조업의 스마트공장 고도화를 목표로 데이터를 활용하는 인공지능 제조플랫폼 구축이 핵심이다. 이는 스마트공장에서 생성된 제조데이터를 활용하고 활용에 따른 이익을 다시 데이터 생산기업에게 환원하는 서비스 인공지능 제조플랫폼이다[16].

**2.3 적응기업분석**

스마트팩토리를 구축한 몇 몇 중소기업들은 시장변화에 대한 신속성, 유연성, 품질보장, 업무 효율성 향상으로 경쟁력 확보 및 성장률이 지속되었다.

- 1) 생산현장에서 발생하는 데이터를 시스템기반으로 관리하여 생산성과 편의성이 증대되어 효율성이 높아졌다.
- 2) 문서형태로 관리되는 공정절차, 투입기준, 작업표준 변경사항 등을 시스템에 등록하고 생산지시에 활용함으로써 디지털화를 통한 정보 공유로 기업의 유연성이 개선되었다.
- 3) 제품검사결과, 공정검사결과를 MES시스템과 연계하여 품질관리를 체계화하여 품질이 향상되었다.
- 4) 필요한 정보를 빠르게 얻을 수 있고 데이터를 통한 원인과 결과를 분석하여 실시간 의사결정으로 업무 속도가 향상되었다.

**3. 플랫폼 구축**



**Fig. 3. Requirements Management System**

Fig. 3에서는 요구사항 기반의 표준 제품개발 프로세스 구축을 통해 실시간으로 대응할 수 있는 데이터 일관성과 추적성을 확보한다. OEM/내부 요구사항 및 관리 및 지원프로세스에는 프로젝트관리, 변경관리, 이슈 및 결함관리가 있다. 프로젝트 정보, 일정, 업무에 대한 종합관리와 설계변경과 연동한 소스코드를 관리하며 프로젝트 이슈 및 테스트 결함 등의 추적관리를 한다. 이외에 단계별 요구사항 항목을 세분화해서 추적관리를 하며 테스트 기반의 실행 및 결과에 대한 종합관리를 한다. 컨설팅과 시스템을 동시 적용함으로써, 표준 가이드라인으로 OEM 대응제품 개발활동을 지원한다. OEM 요구사항 목표를 달성하기 위해 프로세스, 시스템 레벨의 목표구현 및 검증에 대한 데이터 확보를 지원한다. 기대효과로는 기능안전 추진을 통해 제어개발 프로세스 개선 및 기능안전 엔지니어링 역량을 확보한다. 요구사항 및 설계단계 가시화로 개발품질을 제고해서 글로벌 요구수준의 개발 프로세스를 구축한다. 그리고 프로세스 개선 및 역량분산 방지로 실무적용 과정에서의 시행착오를 최소화한다. 기능안전을 고려한 시스템 구축으로 OEM요구에 대한 역량을 제고하며, 공급자 관점의 기능안전 기반관리 체계구축 및 엔지니어링 역량을 제고한다.

대 및 제조 경쟁력을 강화하는데 있어서, 사물인터넷(IoT), 빅 데이터(Big Data), 인공지능(AI) 및 가상현실(VR) 등으로 대변되는 4차 산업혁명의 주요기술들을 기반기술로 하고 있다. 현장수집 데이터 기반의 통합분석 DB를 제공하여 실시간 모니터링과 분석을 통하여 데이터 확인 및 생산데이터 통합기능을 제공하고 데이터 기반 실시간 의사결정 체계를 디지털화한다. 즉, 문서형태 관리 데이터의 시스템화 및 생산지시 활용(운전규격, 투입기준, 운전절차 등)을 디지털화하고 일 단위 자재투입, 생산실적 등 생산현장에서 발생하는 데이터를 시스템기반으로 집계해서 관리한다. 그리고 계층별 Dashboard를 통해 생산현장정보를 실시간으로 제공해 의사결정 시스템을 빠르게 한다. 또한, 시스템을 통해 필요 정보에 쉽게 접근하고 생산/품질 데이터 연계를 통한 원인과 결과를 분석하여 효과적인 의사결정 체계를 구축한다. 공급사별 자재 시험성적서, 공정검사 결과, 제품검사 결과를 MES시스템에 등록/연계 하여 품질이슈 분석을 위한 활용도를 증대 한다. 그리고 정보화/지능화를 통한 신 생산 System을 구축 추진한다.

- 1) 공정지능화 : 생산/품질 데이터 수집/분석, 공정별 손실분석으로 실시간 공정제어 및 최적화
- 2) 검사지능화 : 성능검사 데이터 활용을 극대화해서 데이터 이상을 감지하고 검사시간을 최적화하고 판공검사는 화면검사와 외관검사로 자동화 및 인공지능(AI)을 확대해서 손실을 줄임
- 3) 설비/로봇 지능화 : 주요설비 효율을 개선하고 원격제어시스템을 적용하여 고객요구에 대응하고 설비관계 시스템을 도입해 설비고장으로 인한 손실을 분석하고 가동률 현황을 실시간으로 확인
- 4) 물류지능화 : 물류 시뮬레이터를 도입하고 적용해서 물류를 최적화

Fig. 5와 같이 품질관리에는 개발품질, 제조품질, 고객품질, 협력업체품질로 구분된다. 품질관리 Life Cycle 진행현황 통제 및 이력추적을 통한 품질손실발생 전반의 관리를 통하여 사전 문제점방지 및 과거발생 이력복기를 통한 문제를 해결 할 수 있도록 한다. 품질표준에 대한 진행과정 및 양산과정의 지속적 개선관리가 필요하다. 고객 불만관리/원인분석 및 협력업체 불량관리/보완까지 관리하는 품질체계를 구축한다. 이와 같은 시스템이 구축되면, 품질관리 문화개선 시스템이 정착되어 생산/품질/설비 현황을 실시간 파악해서 대

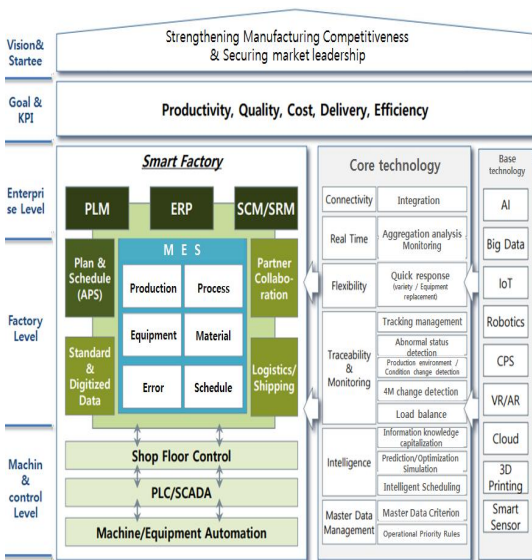


Fig. 4. Smartfactory for Reinforcement of Manufacturing Competitiveness

Fig. 4는 MES Platform 구축을 통하여 제조효율 증

응을 통해 불량문제를 선제적으로 해결하여 손실비용을 절감한다. 그리고 실시간으로 정보를 공유하여 연구-생산-품질 협업을 통한 품질향상을 공조할 수 있다. 품질관리시스템이 정착되면 재로불량 실현을 위해 지속적 향상을 지원하는 학습 및 복기환경이 이루어지며, 개발, 생산 및 서비스에 이르는 프로세스에서 최상의 품질관련 활동 및 기술이 요구된다. 또한, 품질업무의 투명성확보로 품질문제 재발이 원천적으로 방지되며, 사후해결 보다는 사전방지 작업문화가 정착된다.

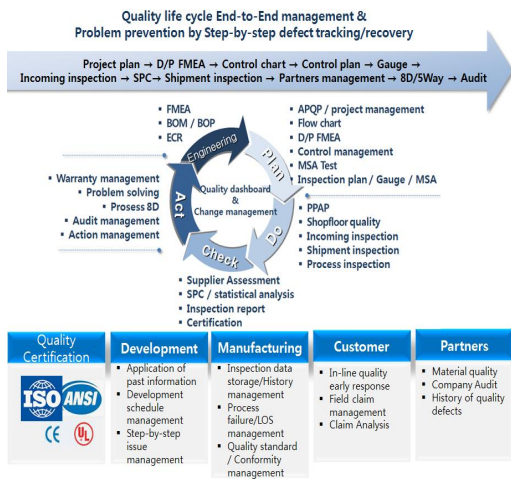


Fig. 5. Quality Management System

#### 4. 분석 및 논의

생산 현황 등을 수기로 파악해 엑셀화 작업을 통해 설비가동률을 분석하였으나 원자재의 입고부터 제품의 출고까지 전 과정에 바코드를 부착해 통합적으로 관리하므로 사람이 일일이 기록하거나 데이터를 작성하는 작업 없이 데이터가 자동으로 확인되고 실시간으로 공유되었다. 스마트팩토리를 구축하기 위해서 생산운용 과정의 표준화를 개선하고 실시간으로 데이터를 통합하여 분석할 수 있는 현장용 시스템인 MES시스템을 도입했다. 업무의 프로세스가 표준화되지 않아 체계적인 생산과 품질관리에 대한 데이터화가 어려웠지만 MES 도입으로 누가 작업을 하던 일관된 데이터로 기록되면서 프로세스의 표준화를 위한 방안이 마련되었고, 업무별 프로세스 혁신을 통한 표준화로 부가가치가 낮은 업무가 줄어들어 생산성이 향상되었다. 현재 생산되고 있는 설비의 가동률, 불량률 등을 확인해 서류작성 후 전

달하는 시점이 과거일수 밖에 없어 정확한 현황을 파악하기 어려웠으나 키오스크를 통해 공장의 현재 상황을 실시간으로 전달할 수 있게 되어 직접 눈으로 보고 확인할 수 있어 신뢰도가 상승되었다. 한 전자부품 중소기업은 MES시스템 구축 후 품질향상으로 공정 불량률이 4.9%에서 2.3%로 떨어졌으며 고객 불만 0.2%를 달성하며 매출이 9.33% 증가한 것으로 나타났다. 불량률이 2.3% 존재하는 이유는 기계자재 결함으로 나타났다.

#### 5. 결론

전자부품 조립공정에 스마트팩토리를 적용하면 생산 자동화로 작업효율성이 증대되고 데이터 분석을 통한 품질경쟁력이 확보되며 실시간 모니터링으로 기업운영이 최적화 된다. 즉 제품흐름, 진행과정, 불량집계와 예상납기 및 직원들의 전체적인 의사소통을 실시간으로 관리하면서 생산현장관리가 가능하다. 생산 데이터의 정확하고 신속한 분석과 수집이 가능해짐에 따라 문제 발생의 명확한 원인 규명에 따른 재발방지가 된다. 또한, 생산요소 통합관리를 통한 신속한 의사결정 지원체계를 확보한다. 단점으로는 QR코드를 입력하지 않으면 로트(LOT) 제품의 흐름을 제대로 파악할 수 없고, 신규 가입자의 지속적인 교육이 중요하며, 서버가 멈췄을 때 업무가 마비된다는 점이다. 또한 외부 해킹에 대한 예방으로 현재로는 카스파스키 소프트웨어를 사용하고 있으며, 서류 백업과 외장하드를 이용해 정기적인 백업을 하는 실정으로 외부의 직접적인 공격에는 타격을 입을 수 있다. 본 연구는 스마트팩토리를 도입하고자 하는 전자부품조립 중소·중견기업에게 스마트공장의 설치·운영에 대한 필요성을 제시하는데 목적을 두고 있으며 이후 연구로 외부 사이버 공격에 대한 보완이 필요하다.

#### REFERENCES

- [1] J. W. Jung, S. J. Ahn, H. C. Kim, W. H. Lee, S. H. & Yoo, J. Y. Ham. (2019). *Understanding Information and Communication Technology* (The 5th). Life and Power Press, 468-511.
- [2] K. H. Han (2019). *Factory automation for smart factory implementation*. Seoul : HanKyung Publishing.
- [3] H. S. Lee, H. C. Kim, H. S. Yoon, J. Y. You & C.

- K. Song. (2017). *Field-oriented smart factory : the strongest weapon in the era of the 4th industrial revolution*. Seoul : KMAC Publishing.
- [4] D. H. Choi. (2019). *Manage as a smart factory*. Seoul : Huckleberry Books
- [5] KOSF. (2017). *version 3.1. Smartfactory Reference Model*.
- [6] Y. G. Lee. (2021). A Study on the Factors Influencing Acceptance Intention and Acceptance Behavior of Technologies Related to the 4th Industrial Revolution and Smart Factory. *Journal of Convergence for Information Technology*, 11(4), 1-18.  
DOI : 10.22156/CS4SMB.2021.11.04.001
- [7] S. H. Cho & Y. K. Kim. (2018). Smart queue management system based on IoT for efficient customer management. *Journal of IIBC*. 18(5), 141-1461.  
DOI : 10.7236/JIIBC.2018.18.5.141
- [8] J. O. Park. (2021). A Message Communication for Secure Data Communication in Smart Home Environment Based Cloud Service. *Journal of Convergence for Information Technology*, 11(7), 21-30.  
DOI : 10.22156/CS4SMB.2021.11.07.021
- [9] H. J. Kim, S. j. Kim, Liu, Y. S. Kim, S. K. Kim & T. S. Son. (2019). Cybersecurity Architecture for Reliable Smart Factory. *Journal of Kiisc*, 29(3), 629-643.  
DOI : 10.13089/JKIISC.2019.29.3.629
- [10] J. H. Park & H. J. Park. (2021). The Untact Strategy of POSCO ICT in Accordance with the Changes of 4th Industrial Revolution: VRIO Analysis. *Journal of Korean Culture and Industry*, 21(2), 13-21.  
DOI : 10.35174/JKCI.2021.06.21.2.13
- [11] J. A. Kim & J. P. Jeong. (2018). Smart Warehouse Management System Utilizing IoT-based Autonomous Mobile Robot for SME Manufacturing Factory. *Journal of KIBS*, 18(5), 237-244.  
DOI : 10.7236/JIIBC.2018.18.5.141
- [12] M. K. Park, K. B. Song, & J. H. Park.(2017). A Study on the Development of Material Allocation Scheduling System for Implementing Smart Factory design. *Korea Safety Management & Science*, 23(2), 259-263.
- [13] H. J. Ni, J. G. Liu, Z. H. Wang & S. Y. Yang. (2015). A review on colorless and optically transparent polyimide films: Chemistry, process and engineering applications. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 28, 16-27.  
DOI : 10.1016/j.jiec.2015.03.013
- [14] H. M. Lee, K. B. Song & J. H. Park (2018). The Analysis Methods Based on Patent Citation Networks for the Convergence Technologies Development Planning : A Case of Smart Factory's ICT Technologies. *Journal of KAIS*, 19(1), 34-47.  
DOI : 10.5762/KAIS.2018.19.1.34
- [15] Y. S. Jeon. (2019). A Model Design for Enhancing the Efficiency of Smart Factory for Small and Medium-Sized Businesses Based on Artificial Intelligence. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(3), 16-21.  
DOI : 10.22156/CS4SMB.2019.9.3.016
- [16] S. J. Kim, S. Y. Ra, H. S. Kim, J. H. Choi, & J. D. Lee. (2019). Design and implementation of IoT platform for collecting and managing the SmartFactory environment information. *Journal of KSCI*, 24(6), 109-115.  
DOI : 10.9708/jksci.2019.24.06.109

## 김 태 종(Tae-Jong Kim)

[정회원]



- 1988년 5월 ~ 현재 : LG전자
- 2020년 3월 ~ 현재 : 서울과학종합대학원대학교 박사과정
- 관심분야 : 스마트팩토리, 기업경영
- E-Mail : lgtjkim@hanmail.net

## 이 동 윤(Dong-Yoon Lee)

[정회원]



- 1990년 2월 : 연세대학교 전기공학과 (공학석사)
- 2001년 2월 : 연세대학교 전기전자공학과 (공학박사)
- 2002년 3월 ~ 현재 : 중부대학교 전기전자공학과 교수
- 관심분야 : IT융합, 스마트팩토리, LED조명
- E-Mail : dylee@joongbu.ac.kr