

카노(Kano) 모델을 활용한 반도체 증착장비 분야 품질 만족 특성 분석: 복합제품시스템(CoPS) 관점에서의 시사점

이승환¹, 김병근², 지일용^{3*}

¹한국기술교육대학교 반도체디스플레이과학경영학과, ²한국기술교육대학교 산업경영학부,
³한국기술교육대학교 IT융합과학경영학과

An Analysis of the Quality Attributes of Semiconductor Deposition Equipment Using Kano Model: Implications from the Perspective of Complex Products and Systems (CoPS)

Seung Hwan Lee¹, Byung-Keun Kim², Ilyong Ji^{3*}

¹Department of Semiconductor and Display Science and Management, KOREATECH

²School of Industrial Management, KOREATECH

³Department of IT Convergence Science and Management, KOREATECH

요약 반도체 증착장비는 일반적인 대량생산 제품과는 차별화되는 특징을 보이는 복합제품시스템(CoPS)의 주요 예시 중 하나로, 사용자 요구에 대한 충실한 이해가 필수적이다. 이에 본 연구에서는 Kano 모델을 활용하여 증착장비의 품질 속성에 대한 사용자와 생산자의 만족 특성을 비교분석하고자 하였다. 사용자 및 생산자 기업의 엔지니어와 관리자들을 대상으로 Kano 설문을 수행하고 분석한 결과, 사용자 측과 생산자 측의 품질 만족 특성이 다르게 나타났다. 총 22개의 소분류 품질속성 가운데, 제조사 측은 22개 모두에 대해 매력적(A) 품질속성으로 평가한 반면, 사용자 측에서는 A 6개, 무관심(I) 10개, 당연적(M) 2개, 기타 경계치값 2개 등으로 평가하여 큰 차이를 보였다. 특히 제조사 측에서는 생산성, 신뢰성, 편의성, 가격 및 원가 모두에 대해 매력적(A) 품질속성으로 평가한 반면, 사용자 측에서는 신뢰성에 대해서만 매력적 또는 당연적(M)으로 평가하고 나머지는 무관심(I)으로 평가하는 경우가 많았다. 이러한 결과는 이 분야 사용자와 생산자 간 품질속성에 대한 인식이 다르게 나타나고 있으며, 이에 대한 개선 및 전략적 활용의 필요성이 있음을 시사한다. 또한 상기의 결과는 CoPS는 규모의 경제와 비용절감보다는 제품 자체의 성능이 중요함을 시사한다. 따라서 증착장비 제조사들은 복합제품시스템의 특징을 반영한 혁신전략을 마련할 필요가 있다.

Abstract Semiconductor deposition equipment is an important example of Complex Products and Systems (CoPS) and requires in-depth understanding of user requirements. For this reason, we analyzed and compared users' and producers' perspectives on the quality attributes of semiconductor deposition equipment using the Kano model. The results show that the patterns of users' perspectives were different from those of producers. Out of 22 level-2 quality attributes, producers evaluated all 22 attributes as attractive qualities, but users evaluated only 6 as "attractive," 10 as "indifferent," 2 as "must have," and 4 as "other." Although all quality attributes were attractive for producers, only those related to reliability were attractive or must-have qualities, and all others were "indifferent." This result implies that the perspectives on quality attributes may be different between users and producers, and producers should revise their perspectives and strategies. In addition, the results support the characteristics of CoPS suggested by literature implying that performance is more important than economies of scale and cost reduction. It is suggested that producers of semiconductor deposition equipment strategize their approaches to users by considering the characteristics of CoPS.

Keywords : CoPS, Complex Products and Systems, CVD, ALD, Kano

본 논문은 정부 재원에 의한 한국연구재단 사업(NRF-2019S1A5C2A02082342)의 지원을 받았습니다.

*Corresponding Author : Ilyong Ji(KOREATECH)

email: ilyji@koreatech.ac.kr

Received March 18, 2020

Accepted May 8, 2020

Revised April 6, 2020

Published May 31, 2020

1. 서론

반도체 전공정 장비 중 하나인 증착장비는 웨이퍼 위에 박막을 입혀 성장시키는 데 사용되는 것으로, 첨단 반도체 생산에 핵심적인 장비이다. 증착장비는 다른 주요 반도체 장비들과 마찬가지로 기술적 복잡성이 높고, 소량으로 생산되는 고가의 자본재로서, 복합제품시스템(CoPS; Complex Products and Systems)의 특성을 보여준다. 여기서 CoPS는 고비용의 엔지니어링 집약적인 제품, 시스템, 네트워크, 건조물로 정의되며, 기술적 복잡성, 생산량 및 생산방식, 시장특성, 경쟁전략, 혁신과정 등이 일반적인 대량생산 제품과는 차별화된다[1]. 특히 표준화된 제품의 대량생산보다는 개별 사용자의 요구에 따른 소량·맞춤형 생산이 중요하여, 사용자 요구에 대한 이해가 필수적이다.

본 연구에서는 증착장비에 대한 사용자(반도체 칩 생산업체)의 만족 특성을 분석하고, 이를 제조사(증착장비 생산업체)의 인식과 비교하고자 한다. 이를 통해 증착장비 분야 사용자 요구의 특성을 파악하고 제조사들의 사용자에게 대한 이해 현황을 점검함으로써 CoPS에 대한 이해를 높이고 반도체 장비 개발의 전략적 방향성을 제공하는 것이 본 연구의 목적이다.

이를 위해 본 연구에서는 Kano 모델을 활용하여, 증착장비의 주요 품질 속성에 대한 사용자와 제조사의 만족 패턴을 분석한다. Kano 모델은 소비재 및 서비스의 만족패턴 분석에 사용되는 경우가 많으나, 최근에는 소비재와 서비스는 물론 자본재 및 공공정책 분석에도 활용되고 있다. 또한 일반적으로는 고객, 즉 사용자의 만족 패턴을 분석하는 데 적용되는 경우가 많으나, 김성태·김한성[2]의 연구에서와 같이 사용자와 공급자 관점을 비교 분석하는 데 사용되기도 한다.

본 연구의 2장에서는 이론적 배경으로서 문헌연구를 통해 CoPS에 대한 핵심적 내용을 요약하며, CoPS로서의 반도체 증착장비 산업에 대해 살펴본다. 3장에서는 Kano 모델을 소개하고 본 연구에서의 세부 분석방법을 설명하며, 4장에서는 분석 결과를 도출하여 제시한다. 마지막으로 5장에서는 연구의 결론 및 시사점을 제공하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 복합제품시스템(CoPS)

기존의 많은 경영·경제학 및 혁신학(Innovation Studies) 분야 연구들은 자동차, 반도체 등과 같은 대량생산 제품 분야에 주로 관심을 보여 왔다. 반면 Hughes[3], Walker et al.[4], Miller et al.[5] 등은 기술적 복잡성, 생산방식 등에서 일반적인 상품과는 구분되는 다른 제품 분야가 존재함을 주장하였다. 또한 Pavitt[6]은 20세기 후반 영국의 주요 혁신사례를 분류한 연구에서 대량생산 중심의 산업군 이외에도 다양한 산업군이 존재함을 보여 주기도 하였다.

Hobday[1]는 다양한 제품들 가운데 특히 “고비용의 엔지니어링 집약적인 제품, 시스템, 네트워크, 건조물”을 CoPS라고 정의하고 다른 대량생산 제품들과 구분하고자 하였다. CoPS의 대표적인 예시로는 항공기, 항공기 엔진, 통신교환기, 선박, 발전설비, 반도체 생산 장비 등이 있으며, 대부분 자본재인 경우가 많다. 이들 CoPS 제품들은 세계 교역의 상당 부분을 차지하고 있으며[7], 산업 발전에 핵심적인 위치를 차지하고 있어[8] 그 중요성이 지속적으로 증대되고 있다.

대량생산 제품과 차별화되는 CoPS의 특징은 Hobday[1] 이후 많은 학자들에 의해 연구되어 왔는데, Park & Ji[9]는 기존 문헌에 소개된 특징을 종합하여 제품의 복잡성과 소량의 이질적 수요를 가장 근본적인 특징으로 정리하였다. 제품의 복잡성은 CoPS를 구성하는 부품의 수가 많고, 이와 관련하여 제품 생산에 필요한 지식이나 기능이 일반적인 상품에 비해 매우 다양하거나 복잡함을 의미한다[10]. 또한 소량의 이질적 수요는 기술적으로 복잡한 대규모 제품인 만큼 소요 수량이 많지 않으며, 사용자별 니즈가 다양하다는 특징이 있다[1]. 예를 들어 CoPS의 대표적인 예시인 항공기 엔진의 경우, 자동차나 전자제품 등에 비해 월등히 많은 부품으로 구성되며, 생산·거래 수량은 매우 적다.

상기의 기본적 특징으로 인해 CoPS는 시장특성, 경쟁전략, 혁신과정 등의 차원에서도 대량생산 제품들과 구분된다. CoPS의 시장은 복잡한 대규모 제품을 거래하는 관계로 소수 간의 대규모 거래가 이루어지는 과점적·쌍방독점적 특징을 보이게 되며, 가격은 공급자와 사용자 간 협상에 의해 결정된다[1]. 또한 경쟁전략 및 혁신과정 차원에서는, 일반 상품이 규모의 경제나 비용절감에 의존하는 반면, CoPS는 제품 자체의 성능이 중요하여 맞춤형 제품설계 및 개발, 시스템통합이 중요하다는 특징이 있다[1, 11].

이외에 중요한 특징이 있다면 바로 사용자와 생산자 간 관계이다. CoPS는 기술적으로 복잡한 고가의 자본재

인 경우가 많으며, CoPS 사용자가 생산하는 제품 및 서비스는 이들 CoPS의 성능에 의존하게 되므로 사용자 요구조건(requirements)이 매우 까다롭다[12]. 더욱이 사용자별 이질적 수요에 대응해야 하는 만큼 사용자의 요구조건을 정확히 파악하고 맞춤형으로 개발·생산하는 것이 중요하다[11]. 이는 대량생산 제품들이 소비자 대중의 수요를 표준화된 제품으로 충족시키려 하는 것과는 크게 구분된다. 이에 따라 사용자 지식의 활용이 더욱 중요하며[13], 사용자가 직접 생산에 관여하거나 혁신을 주도하는 경우도 존재한다[14].

이상을 종합할 때 CoPS는 기술적 복잡성 및 수요 측면에서 대량생산 제품과 구분되며, 시장특성, 경쟁전략, 혁신과정, 사용자-생산자 관계에 있어서도 차별화된다. 특히 긴밀한 사용자-생산자 간 관계를 유지하면서 까다로운 사용자 요구조건을 충족시키는 것은 CoPS 사업에 있어서 매우 핵심적인 사항이라고 할 수 있다.

2.2 반도체 증착장비 산업

반도체 장비는 반도체 설계, 웨이퍼 제조 및 가공, 칩 제조, 조립, 검사 등에 사용되는 모든 장비를 의미하는 것으로, 전기공학, 전자공학, 광학, 화학, 정밀가공 기술, 기계설계 등 다양한 최첨단 기술이 종합된 기술적 복잡성이 매우 높은 제품이다[15]. 반도체 장비의 주 수요처는 소수의 반도체 생산업체들로, 이들의 주문에 따라 소량으로 생산된다. 일례로 최첨단 반도체 생산에 사용되는 극자외선(EUV) 노광장비는 ASML이 독점 생산 중인데, 연간 생산량이 30대 내외라고 알려져 있다[16]. 이러한 특징으로 인해 Hobday[1] 등 CoPS 문헌에서 반도체 장비는 CoPS의 주요 예시로 소개되고 있다.

다양한 반도체 장비 가운데 증착장비는 웨이퍼 위에 박막을 입혀 성장시키는 데 사용되고 있다. 증착장비는 크게 물리적 증착(PVD; Physical Vapor Deposition) 장비, 화학적 증착(CVD; Chemical Vapor Deposition) 장비, 원자층 증착(ALD; Atomic Layer Deposition) 장비 등으로 구분된다(이병철·성홍석, 2013). 이 중 반도체 미세공정의 발전에 따라 CVD와 ALD 장비가 주로 사용되고 있다[17, 18].

세계 반도체 증착장비 시장은 2016년 67억 달러 규모였으며, 2020년에는 79억 달러 규모에 이르는 등 꾸준한 성장세를 보일 것으로 전망되었다[19]. 현재 세계 증착장비 시장은 미국, 일본, 유럽계 기업들이 주도하고 있다. 미국 Applied Materials(AMAT)은 세계 시장의 41%,

미국 Lam Research는 16%, 일본 Tokyo Electron(TEL)은 14%를 차지하고 있으며, ALD 장비 분야로만 한정할 경우에는 네덜란드의 ASM이 두각을 나타내고 있다[20]. 국내 업체 중에서는 유진테크, 원익 IPS, TES, 주성엔지니어링 등이 세계시장 경쟁력을 보유한 것으로 평가되고 있다[20].

종합하면, 증착장비를 포함한 첨단 반도체 장비 시장은 미국, 유럽, 일본 업체들이 독식하고 있는 가운데, 국내 기업들이 이에 도전하고 있으며, 중국 업체들도 추격하고 있는 상황이다. 향후 시장 규모가 증가할 것으로 전망되는 가운데, 기술적 난이도 역시 높아질 것으로 예상되고 있어 향후 치열한 경쟁이 벌어질 것으로 예상할 수 있다. 반도체 증착장비가 CoPS인 점을 감안할 때, 사용자 요구를 정확히 파악하고, CoPS의 특성에 부합하는 전략적 기술기획이 필요하다.

3. 연구방법

3.1 Kano 모델

Kano 모델은 어떠한 제품·서비스의 품질을 구성하는 요소(품질속성)의 충족·미충족 상황에 따른 만족과 불만족 수준을 분석하여 고객의 만족 패턴을 분석하는 방법이다. 이에 Kano 모델은 소비자를 대상으로 한 제품·서비스의 만족패턴 분석에 사용되는 경우가 많다. 예를 들어 자동차 내비게이션[21], 의료관광[22], 요식업서비스[23] 등 다양한 소비자 대상 제품·서비스 분야에서 Kano 모델이 사용된 경우가 많다. 근래에는 출연연구기관의 연구개발서비스[24], 전자정부 서비스[2], 방위산업[25], 스마트공장 지원정책[26] 등 소비자 제품·서비스를 벗어난 다양한 분야에서도 활용되고 있다.

Kano 모델은 제품·서비스 요소 충족여부와 소비자 만족여부 간 비선형적 관계에 주목하여 품질속성을 평가한다. 일반적으로 만족의 반대는 불만족으로 이해되는 경우가 많으며, 소비자는 어떤 제품이나 서비스 요소가 충족되면 만족감을 느끼고 그렇지 않으면 불만족한다는 선형적 패턴으로 인식되는 경우가 많다. 그러나 Kano et al.[27]은 그러한 선형적 패턴 이외에도 다양한 만족 패턴이 존재할 수 있음을 제시하였다. Kano 모델의 소비자 만족 패턴은 아래의 Fig. 1과 같다.

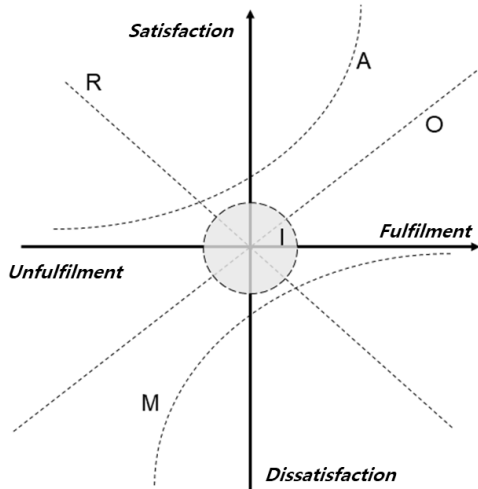


Fig. 1. Kano Model (Source [26, 27])

우선 가장 일반적인 선형적 인식으로, 어떤 품질속성이 충족(fulfilment), 즉 제공되면 소비자는 만족감(satisfaction)을 느끼게 되고, 미충족(unfulfilment)되면 불만족감(dissatisfaction)을 느끼는 경우가 있다. 이러한 경우를 Kano 모델에서는 일원적(O: One-dimensional) 품질이라고 부른다. 그러나 어떤 경우에는 품질속성이 충족될 경우 만족감이 증가하지만, 미충족된 경우에도 단지 만족감이 높지 않을 뿐 불만족하지 않을 수도 있는데, 이러한 경우를 매력적(A: Attractive) 품질이라고 한다. 또한 그와는 반대로 충족이 된다고 해서 만족감이 상승하는 것은 아니나, 충족되지 않을 경우 불만족감을 느끼는 경우도 존재하며, 이러한 품질속성을 당연적(M: Must-be) 품질속성이라고 분류한다. 이외에도 일원적 품질과 정반대의 패턴을 보이는 역품질(R: Reverse), 품질속성 충족여부가 만족·불만족에 영향을 미치지 않는 무관심(I: Indifference) 품질도 존재한다.

여기서 어떤 제품·서비스의 요소가 A, O, M, I, R 중 어떤 것인지 평가하기 위해서는 아래 Table 1과 같이 해당 요소별로 충족된 경우(긍정적 상황) 및 미충족된 경우(부정적 상황)에 대한 질문을 사용한다. (본 연구에서는 어떤 품질속성이 개선될 경우와 개선되지 않을 경우로 조사하였다). 긍정적 상황에 대한 응답과 부정적 상황에 대한 응답을 Table 2에 대입하여 품질의 종류를 평가한다.

Table 1. Kano Questionnaire (Source [28])

Question	Response
Positive (Fulfilment)	① I like it that way
	② It must be that way
	③ I am neutral
	④ I can live with it that way
	⑤ I dislike it
Negative (Unfulfilment)	① I like it that way
	② It must be that way
	③ I am neutral
	④ I can live with it that way
	⑤ I dislike it

Table 2. Kano Quality Evaluation (Source [28])

		Negative				
		①	②	③	④	⑤
Positive	①	Q	A	A	A	O
	②	R	I	I	I	M
	③	R	I	I	I	M
	④	R	I	I	I	M
	⑤	R	R	R	R	Q

* Q: Questionable, A: Attractive, O: One-dimensional, M: Must-be, R: Reverse, I: Indifference

그런데 복수의 고객을 대상으로 설문을 실시하고 그를 바탕으로 품질 특성을 평가할 경우에는 상기의 방법만으로는 어려움이 존재한다. 이에 복수의 고객을 대상으로 Kano 분석을 할 경우에는 Timko 계수를 구하여 활용한다[29]. Timko 계수는 아래의 만족(S: Satisfaction) 계수와 불만족(D: Dissatisfaction) 계수로 구분되며, 이 값들을 Fig. 2에 대입하여 Kano 품질을 평가한다.

$$S = \frac{(O + A)}{(A + O + M + I)} \quad (1)$$

$$D = \frac{(O + M)}{(A + O + M + I)} (-1) \quad (2)$$

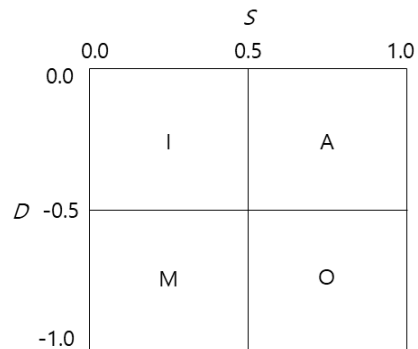


Fig. 2. Timko Evaluation (Source [29])

3.2 반도체 증착장비의 품질속성 도출

반도체 증착장비에 대한 Kano 분석을 위해서는 증착장비를 구성하는 품질속성을 도출할 필요가 있다. 기존의 학술연구에서는 Kano 모델에 사용할 만한 증착장비의 품질속성을 거의 찾기 어려운 가운데, 강익수[30]는 반도체 웨이퍼 검사장비에 대한 Kano 분석 연구에서 Christensen[31]의 제품경쟁 진화 패턴을 활용하여 품질속성을 도출하였다. Christensen[31]은 하드디스크 산업에 대한 경쟁 분석에서, 기업들은 하드디스크의 용량(Capacity), 신뢰성(Reliability), 편의성(Convenience), 가격(Price)을 기반으로 경쟁해 왔다고 설명하였다. 이를 바탕으로 강익수[30]는 반도체 웨이퍼 검사장비의 품질속성을 크게 성능(Performance), 신뢰성(Reliability), 편의성(Convenience), 가격 및 원가(Price & Cost)로 구분하여 Kano 분석에 활용하였다. 여기서 성능은 검사장비의 생산 능력과 관계된 것으로 용량(Capacity)으로 볼 수 있다.

본 연구는 상기의 구분방식을 참고하고, 업계 경력 15~25년의 반도체 증착장비 전문가 3명으로부터 자문을 받아 다음과 같이 품질속성을 도출하였다. 이 과정에 참여한 전문가는 Table 3과 같다.

Table 3. Experts Consulted

Expert	Affiliation	Grade	Career
A	Deposition Equipment Manufacturer (Korea)	Team Leader	20 years
B	Semiconductor Fab.	Dept. Head	25 years
C	Deposition Equipment Manufacturer (Overseas)	Chief	15 years

반도체 증착장비의 품질속성은 Table 4에 정리된 것과 같이 우선 생산능력(Capacity), 신뢰성(Reliability), 편의성(Convenience), 가격 및 비용(Price and Cost)의 4개 대분류(Level 1)로 구분하였으며, 대분류를 다시 22개의 소분류(Level 2) 품질속성으로 구분하였다.

대분류 가운데 생산능력은 용량 즉 장비의 물리적 생산능력을 의미하며, 신뢰성은 장비의 안정적 작동 및 생산품의 품질 등을 의미한다. 이외에 편의성은 장비 운영 관리 측면에서의 편의성, 그리고 가격 및 비용은 장비 자체의 가격 및 운영관리 상의 비용을 포함하였다.

소분류 항목들이 의미하는 것은 다음과 같다. 우선 Capacity 중 Throughput은 시간당 웨이퍼 생산량, Foot Print는 장비 사이즈, PM Cycle은 장비 생산보전 주기, Supplies Replacement Cycle은 소모품 교체주

Table 4. Attributes for Deposition Equipment

Level 1	Level 2
Capacity	Throughput
	Foot Print
	PM (Persistence Maintenance) Cycle
	Supplies Replacement Cycle
	Reduction of follow-up process
Reliability	New Application
	Wafer Film Density
	Wafer Film Uniformity
	Wafer Film Stress
	Wafer Film Particle
	Gap Fill and Step Coverage
	Reliable Temperature
Convenience	Problems Analysis
	Graphic User Interface
	User Training
	Safety
Price and Cost	Speed for Fault Detection and Classification
	Price
	Precursor Consumption
	Electricity Consumption
	Warranty
	Long-term Lease

기, Reduction of follow-up process는 후속 공정수 감소를 의미한다. Reliability 중 New Application은 현재 생산현장에서 사용 중인 공정 이외에 새로운 공정에도 사용가능한지의 여부를 의미하며, Wafer Film Density는 박막 밀도, Wafer Film Uniformity는 박막 균일도, Wafer Film Stress는 박막 응력, Wafer Film Particle은 박막 내 파티클(먼지) 관련 품질, Gap Fill and Step Coverage는 패턴 Wafer상의 박막 균일도, Reliable Temperature는 공정온도 안정성을 의미한다. Convenience 항목 중 Problem Analysis는 문제 발생 시 분석 기능, Graphic User Interface는 장비 컨트롤에 사용되는 그래픽 사용자 환경, User Training은 사용자에게 대한 제품 교육, Safety는 안전, Speed for Fault Detection and Classification은 고장 데이터를 실시간으로 감지하고 처리하는 능력을 말한다. 마지막으로 Price and Cost 항목으로 Price는 가격, Precursor Consumption은 전구물질 소모량, Electricity Consumption은 전력소모량, Warranty는 보증기간, Long-term Lease는 장기임대에 해당한다.

3.3 자료의 수집 및 분석방법

본 연구는 반도체 증착장비의 품질속성에 대한 사용자 만족 패턴을 확인함은 물론, 사용자와 제조사의 품질속성에 대한 만족 패턴이 동질적인지 살펴본다. Kano 모델은 기본적으로 고객(사용자)의 품질 인식에 대한 분석 방법이지만, 김성태·김한성[2]의 연구에서와 같이 공급자와 수요자의 품질 인식을 비교 분석하는 데 사용되기도 한다. 이에 본 연구에서는 반도체 증착장비 사용자는 물론 제조사에 대한 Kano 설문조사를 병행하여 사용자와 제조사 간 인식 차이를 살펴본다.

이를 위해 반도체 증착 장비를 사용하는 사용자 그룹 및 제조사 그룹을 대상으로 설문조사를 진행하였다. 사용자 그룹은 현재 국내에서 반도체를 생산하고 있는 2개 업체로 하였고, 제조사 그룹은 전 세계 반도체 증착 장비 제조사 상위 4개사 중 3개 업체로 하였다. 설문 대상자는 이들 사용자와 제조사 기업에 종사하는 주요 엔지니어 및 부서 관리자 가운데 증착장비를 사용하거나 담당한 경험이 있는 사람으로 한정하였다.

사용자 그룹과 제조사 그룹 모두 첨단 기술을 다루는 대기업으로, 내부 직원에 대한 설문 목적의 접근이 쉽지 않다. 따라서 각 기업별 부장급 담당자에게 의뢰하여, 응답 가능한 인원에 대해 설문을 진행하였다. 설문조사는 2019년 5월부터 두 달 동안 진행 하여, 제조사 그룹 23명과 사용자 그룹 22명 등 총 45명으로부터 응답을 회수하였다.

4. 분석 결과

본 연구의 설문 대상자는 총 45명으로 이들의 경력 상 특성은 표 5에 정리되어 있다. 응답자 중 22명은 사용자(반도체 제조업체) 그룹이며, 23명은 제조사(증착장비 제조업체) 그룹이다. 사용자 그룹 응답자 22명 중 13명(48.8%)은 경력이 10년을 초과하며, 3~10년인 경우도 8

명(36.6%)으로 반도체 공정 및 장비에 대한 충분한 이해를 가지고 있는 것으로 볼 수 있다. 제조사 그룹 역시 10년 초과가 8명(34.8%), 3~10년이 10명(43.5%)으로 충분한 경력을 갖추고 있는 것으로 판단된다.

전체 응답자 45명의 설문 분석 결과는 아래의 Table 6에 정리되어 있다. 22개 품질속성에 대한 품질 분류는 Timko 계수에 따라 A, O, M, I 중 하나로 표시하였는데, 일부 경계치 값을 가지는 경우는 하나의 품질분류로 구분하기 어려워 AI, IA 등으로 표시하였다. 예를 들어 박막 응력, 장비 사이즈, 문제 분석 기능, 전력소모량, 보증기간 등은 S 값이 0.50, 0.51, 0.48, 0.49, 0.52 등으로 품질분류 구분 기준인 0.5에 매우 근접하여 AI, IA 등으로 표시하였다.

전반적으로 대분류 품질속성 중 생산능력과 신뢰성에 해당하는 속성은 A, 즉 매력적 품질인 경우가 많다. 이는 이들 품질속성들이 개선되지 않는다 해도 불만족하지는 않으나, 향후 개선된다면 만족도가 더 상승할 것임을 의미한다. 반면 편의성과 가격 및 원가는 I, 즉 무관심 품질인 경우가 다수 존재한다. 편의성과 가격 및 원가의 세분류 품질속성들 중 제품교육, 장비 가격, 전구물질 소모량은 A로서 향후 개선이 될 경우 만족도가 개선될 여지가 존재한다. 반면 나머지는 I 혹은 A와 I의 경계치로 향후 개선 여부가 만족도에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 볼 수 있다.

사용자 그룹과 제조사 그룹을 구분하여 분석한 결과는 Table 7에 정리되어 있다. 우선 제일 우측열의 제조사 그룹의 경우, 22개 모든 품질속성에 대하여 A, 즉 매력적 품질로 평가한 것으로 나타났다. 반면 사용자들은 여러 품질요소에 대해 A 6개, I 10개, M 2개, 기타 경계치값 4개 등으로 다양하게 평가하였다. 박막 응력, 공정 온도 안정성은 M(당연적)으로서, 개선되지 않을 경우 불만족스러울 것으로 나타났다. 후속 공정 수 감소, 신공정 적용 가능성, 박막 밀도, 패턴 웨이퍼 상의 박막 균일도, 제품 교육, 장비가격은 A또는 AO로서, 향후 개선되면 만족도가 향상될 수 있는 것으로 평가하였다. 이외의 품질속성은 I 또는 AI로, 무관심에 가까운 것으로 나타났다.

이상의 사용자 그룹의 품질속성에 대한 만족 패턴은 대략 CoPS의 특징을 따르는 것으로 이해할 수 있다. 품질속성 중 신뢰성에 해당하는 항목들은 A와 M에 해당하는 경우가 많고, 이외의 생산능력, 편의성, 가격 및 비용은 I에 해당하는 경우가 많다. 이는 일반 상품이 가격 및 비용에 민감한 반면, CoPS는 제품의 성능(Performance) 자체가 중요하다는 Hobday[1]의 주장에 부합한다. 반도체

Table 5. Respondents

Career	User		Producer		Sum	
	No.	%	No.	%	No.	%
~ 3 Yrs	1	14.6	5	21.7	6	13.3
3 Yrs~ 10 Yrs	8	36.6	10	43.5	18	40.0
10 Yrs ~	13	48.8	8	34.8	21	46.7
Sum	22	100.0	23	100.0	45	100.0

체 칩 생산업체인 사용자들은 반도체 칩의 수율에 민감하여, 안정적인 품질을 유지할 수 있는 장비의 신뢰성 확보에 가장 관심이 많고, 기타 품질속성에 대해서는 덜 민감할 수 있다는 의미이다. 단, 장비 가격의 경우 사용자 그룹도 A로 평가하여 가격도 개선이 필요하다고 평가되었다. 그러나 제조사 그룹의 가격에 대한 만족지수(S)가 0.84인 반면 사용자의 S는 0.55로 상대적으로 낮으며, 기타 비용과 관련된 다른 소분류 품질속성들은 모두 I로 평가되었다. 또한 품질속성이 A로 나타났다는 것은 현실

적으로 증착장비 자체가 매우 고가로서 가격 부담이 없지 않으며, 다만 가격 부분이 개선되지 않더라도 불만족도가 증가하지는 않음을 의미한다. 이러한 점을 종합할 때 가격 및 비용 역시 CoPS로서의 특징을 보여준다고 볼 수 있다.

마지막으로 사용자 그룹과 제조사 그룹 간 품질속성 평가결과를 비교해 보면, Table 8에서 볼 수 있듯, 많은 항목에서 불일치하는 것을 확인할 수 있다. 제조사 그룹은 모든 품질속성을 A로 평가하고 있으나, 사용자 그룹

Table 6. Result (All Respondents)

Attributes		Kano Result							Timko Coeff.		Class
Level 1	Level 2	A	M	O	I	R	Q	Sum	S	D	
Capacity	Throughput	18	7	6	10	1	3	45	0.59	-0.32	A
		40%	16%	13%	22%	2%	7%	100%			
	Foot Print	18	5	4	16	1	1	45	0.51	-0.21	AI
		40%	11%	9%	36%	2%	2%	100%			
	PM (Persistence Maintenance) Cycle	24	8	1	7	0	5	45	0.63	-0.23	A
		53%	18%	2%	16%	0%	11%	100%			
	Supplies Replacement Cycle	20	6	5	12	0	2	45	0.58	-0.26	A
		44%	13%	11%	27%	0%	4%	100%			
	Reduction of follow-up process	25	2	4	13	0	1	45	0.66	-0.14	A
		56%	4%	9%	29%	0%	2%	100%			
Reliability	New Application	21	3	8	9	0	4	45	0.71	-0.27	A
		47%	7%	18%	20%	0%	9%	100%			
	Wafer Film Density	21	4	9	9	0	2	45	0.70	-0.30	A
		47%	9%	20%	20%	0%	4%	100%			
	Wafer Film Uniformity	21	7	6	6	1	4	45	0.68	-0.33	A
		47%	16%	13%	13%	2%	9%	100%			
	Wafer Film Stress	12	7	8	13	0	5	45	0.50	-0.38	AI
		27%	16%	18%	29%	0%	11%	100%			
	Wafer Film Particle	19	9	10	5	1	1	45	0.67	-0.44	A
		42%	20%	22%	11%	2%	2%	100%			
Convenience	Gap Fill and Step Coverage	25	4	8	7	0	1	45	0.75	-0.27	A
		56%	9%	18%	16%	0%	2%	100%			
	Reliable Temperature	17	12	7	8	0	1	45	0.55	-0.43	A
		38%	27%	16%	18%	0%	2%	100%			
	Problems Analysis	15	11	5	11	1	2	45	0.48	-0.38	IA
		33%	24%	11%	24%	2%	4%	100%			
	Graphic User Interface	15	6	5	18	0	1	45	0.45	-0.25	I
		33%	13%	11%	40%	0%	2%	100%			
	User Training	24	2	8	9	0	2	45	0.74	-0.23	A
		53%	4%	18%	20%	0%	4%	100%			
Price and Cost	Safety	15	11	5	13	0	1	45	0.45	-0.36	I
		33%	24%	11%	29%	0%	2%	100%			
	Speed for Fault Detection and Classification	17	3	2	22	0	1	45	0.43	-0.11	I
		38%	7%	4%	49%	0%	2%	100%			
	Price	26	6	1	6	2	4	45	0.69	-0.18	A
		58%	13%	2%	13%	4%	9%	100%			
	Precursor Consumption	20	9	3	11	0	2	45	0.53	-0.28	A
		44%	20%	7%	24%	0%	4%	100%			
	Electricity Consumption	18	11	3	11	0	2	45	0.49	-0.33	IA
		40%	24%	7%	24%	0%	4%	100%			
	Warranty	19	4	4	17	0	1	45	0.52	-0.18	AI
		42%	9%	9%	38%	0%	2%	100%			
	Long-term Lease	12	2	2	25	2	2	45	0.34	-0.10	I
		27%	4%	4%	56%	4%	4%	100%			

Table 7. Results by Respondent Group

Attributes		User			Producer		
		Timko Coefficient		Class	Timko Coefficient		Class
		S	D		S	D	
Capacity	Throughput	0.50	-0.50	U*	0.67	-0.14	A
	Foot Print	0.41	-0.23	I	0.62	-0.19	A
	PM (Persistence Maintenance) Cycle	0.50	-0.45	AI	0.75	0.00	A
	Supplies Replacement Cycle	0.43	-0.43	I	0.73	-0.09	A
	Reduction of follow-up process	0.59	-0.09	A	0.73	-0.18	A
Reliability	New Application	0.55	-0.23	A	0.89	-0.32	A
	Wafer Film Density	0.59	-0.36	A	0.81	-0.24	A
	Wafer Film Uniformity	0.50	-0.40	AI	0.85	-0.25	A
	Wafer Film Stress	0.37	-0.53	M	0.62	-0.24	A
	Wafer Film Particle	0.55	-0.50	AO	0.81	-0.38	A
	Gap Fill and Step Coverage	0.64	-0.36	A	0.86	-0.18	A
	Reliable Temperature	0.41	-0.59	M	0.68	-0.27	A
	Problems Analysis	0.27	-0.45	I	0.70	-0.30	A
	Graphic User Interface	0.27	-0.27	I	0.64	-0.23	A
Convenience	User Training	0.73	-0.14	A	0.76	-0.33	A
	Safety	0.27	-0.36	I	0.64	-0.36	A
	Speed for Fault Detection and Classification	0.27	-0.14	I	0.59	-0.09	A
	Price	0.55	-0.25	A	0.84	-0.11	A
Price and Cost	Precursor Consumption	0.41	-0.32	I	0.67	-0.24	A
	Electricity Consumption	0.32	-0.41	I	0.67	-0.24	A
	Warranty	0.45	-0.23	I	0.59	-0.14	A
	Long-term Lease	0.18	-0.09	I	0.53	-0.11	A

* U: Unidentifiable

은 대략 신뢰성과 기타 품질속성 일부에 대해서만 A로 평가하고 있다. 이외의 품질속성들은 모두 불일치하는데, 전반적으로 제조사는 A인 반면 사용자는 I인 경우가 많다. 이는 사용자들은 무관심하나 제조사들은 매력적이라

고 생각하고 있어, 이에 대한 자원 투입이 불필요함에도 불구하고 제조사들이 관심을 갖는 경우라고 할 수 있다. 또한 대부분의 소분류 품질속성이 A로 일치하는 신뢰성의 경우에도, 박박 응력과 공정 온도 안정성만큼은 사용

Table 8. Comparison between Groups

Attributes		User	Producer	Coincidence
Capacity	Throughput	U	A	×
	Foot Print	I	A	×
	PM (Persistence Maintenance) Cycle	AI	A	△
	Supplies Replacement Cycle	I	A	×
	Reduction of follow-up process	A	A	○
Reliability	New Application	A	A	○
	Wafer Film Density	A	A	○
	Wafer Film Uniformity	AI	A	△
	Wafer Film Stress	M	A	×
	Wafer Film Particle	AO	A	△
	Gap Fill and Step Coverage	A	A	○
	Reliable Temperature	M	A	×
	Problems Analysis	I	A	×
	Graphic User Interface	I	A	×
Convenience	User Training	A	A	○
	Safety	I	A	×
	Speed for Fault Detection and Classification	I	A	×
	Price	A	A	○
Price and Cost	Precursor Consumption	I	A	×
	Electricity Consumption	I	A	×
	Warranty	I	A	×
	Long-term Lease	I	A	×

자들은 M, 제조사들은 A로 평가하여 불일치하고 있다. 이는 제조사들은 이들 품질속성이 개선되면 만족도가 향상될 것으로 기대하는 반면, 사용자들은 반대로 개선되지 않을 경우 불만족도가 늘어날 것으로 생각한다는 의미이다. 즉 제조사들은 개선되면 좋은 속성이라고 생각하는 반면, 사용자들은 반드시 개선되어야 하나 지나치게 개선될 필요는 없다고 인식한다는 차이점이 존재한다.

5. 결론 및 시사점

본 연구는 증착장비에 대한 사용자의 만족 패턴을 분석하고 이를 제조사의 인식과 비교하여, 증착장비의 CoPS로서의 특성을 확인하고 이 분야에서의 전략적 방향성을 제공하고자 하였다. 이를 위해 본 연구에서는 Kano 모델을 적용하였다. Kano 모델에서 분석할 주요 품질속성을 도출하기 위해서는 기존 문헌과 전문가 자문을 활용하였다. 이를 통해 4개의 대분류와 22개의 소분류 항목을 도출하였으며, 4개의 대분류는 생산능력, 신뢰성, 편의성, 가격 및 원가로 구성되었다. 이들 품질 속성에 대한 만족 패턴을 확인하기 위해 사용자 기업 및 제조사에 근무하는 엔지니어 및 관리자들에게 설문조사를 실시하였다.

사용자 그룹에 대한 Kano 분석 결과는 가격 및 비용보다는 성능이 중요하다는 CoPS의 특성에 부합하는 것으로 나타났다. 4대 품질속성 중 신뢰성에 해당하는 항목들은 매력적 품질(A)과 당연적 품질(M)에 해당하는 경우가 많았는데, 이는 사용자 기업(반도체 칩 생산업체)들이 수율에 민감하여 신뢰성 향상에 대한 기대가 크기 때문인 것으로 볼 수 있다. 가격 및 비용은 전반적으로 무관심품질인 경우가 많아, 사용자 기업들이 이에 대해서는 비교적 덜 민감한 것으로 나타났다. 물론 가격 및 비용 항목들 가운데 장비 가격은 A로 나타나기는 하였다. 그러나 장비 가격에 대한 만족지수의 정도, 증착장비 자체가 매우 고가인 점, 그리고 장비 가격을 제외한 다른 가격 및 비용 항목들이 모두 무관심 품질인 점 등을 종합 고려할 때, 대략적으로 CoPS의 특징에 부합한다고 볼 수 있다.

사용자 그룹과 제조사 그룹 간 품질속성 평가를 비교한 결과, 많은 항목에서 불일치하는 것을 확인할 수 있었다. 제조사 그룹은 모든 품질속성을 A로 평가하고 있으나, 사용자 그룹은 대략 신뢰성과 기타 품질속성 일부에 대해서만 A(혹은 M)로 평가하여 개선의 필요성을 요구하며, 다른 품질속성에 대해서는 무관심하다. 이는 즉 증

착장비 제조사들은 모든 품질속성에 관심을 두고 있는데, 앞으로는 주로 장비의 신뢰성을 중심으로 제품 개발 및 개선 전략을 마련하고 이에 자원을 집중적으로 투입할 필요가 있음을 의미한다.

본 연구는 반도체 증착장비에 대한 사용자와 제조사의 만족 패턴을 Kano 모델로 분석함으로써, 지금까지 사례 연구 중심으로 진행되어 정량적 연구가 거의 없는 CoPS 연구분야에서 정량적 분석을 시도했다는 데 의의가 있다. 방법론 차원에서는, 주로 소비재나 서비스 분야에 적용되던 Kano 모델을 CoPS라는 자본재 분야에 적용한 것도 의미 있는 시도라 할 수 있다. 또한 실무 차원에서는 증착장비 분야 현장연구를 통해 품질속성별 만족 패턴을 확인하여 전략적 시사점을 제시하였다는 의미도 있다.

그러나 본 연구는 설문 대상이 반도체 칩 및 장비를 생산하는 대기업 종사자들인 관계로, 이들에 대한 접근이 제한적이어서 45명 정도의 소규모 샘플에 대한 설문에만 의존하였다는 한계를 지닌다. 각 업체별 증착장비 관련 부서의 정확한 인원수는 파악하기 어려우나, 기업별 5~10명 수준의 조사로는 한계가 존재할 수밖에 없다. 따라서 본 연구는 소규모 샘플에 대한 설문 분석을 통해 이 분야 실무자들의 주의를 환기한 정도의 의의가 있으며, 보다 심층적인 이해를 위해서는 기업들에 대한 대규모 수준으로 조사 분석을 실시할 필요가 있다.

References

- [1] M. Hobday, "Product Complexity, Innovation and Industrial Organisation", *Research Policy*, Vol. 26, No.6, pp.689-710, 1998.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(97\)00044-9](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(97)00044-9)
- [2] S-T. Kim, H. S. Kim, "A Study on the Classification of the Quality of E-Government Service Using the Kano Model: Focusing on Civil Servants and Citizens", *Korean Journal of Policy Analysis and Evaluation*, Vol.25, No.3, pp.235-258, 2015.
- [3] T. Hughes, *Networks of Power: Electrification in Western Society 1880-1930*, Johns Hopkins University Press, 1983.
- [4] W. Walker, M. Graham, B. Haror, "From Components to Integrated Systems: Technological Diversity and Integration between the Military and Civilian Sector," in P. Gummert, and J. Reppy, (eds.), *The Relations between Defense and Civil Technologies*, Kluwer Academic, 1998, pp.17-37.
- [5] R. Miller, M. Hobday, T. Leroux-Demers, X. Olleros, "Innovation in Complex Systems Industries: The Case

- of Flight Simulation," *Industrial and Corporate Change*, Vol.4, No.2, pp.363-400, 1995.
DOI: <https://doi.org/10.1093/icc/4.2.363>
- [6] K. Pavitt, "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory", *Research Policy*, Vol.13, No.6: 343-373, 1984.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(84\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0048-7333(84)90018-0)
- [7] R. W. Rycroft, D. E. Kash, *The Complexity Challenge: Technological Innovation for the 21st Century*, Thompson Learning, 1999.
- [8] V. Acha, A. Davies, M. Hobday, A. Salter, "Exploring the Capital Goods Economy: Complex Product Systems in the UK," *Industrial and Corporate Change*, Vol.13, No.3, pp.505-529, 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1093/icc/dth020>
- [9] T-Y. Park, I. Ji, "From Mass Production to Complex Production: Case of the Korean Telecom Equipment Sector", *Asia-Pacific Journal of Accounting & Economics*, Vol.22, No.1, pp.78-102, 2015.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/16081625.2015.1010271>
- [10] A. Prencipe, "Breadth and Depth of Technological Capabilities in CoPS: The Case of the Aircraft Engine Control System," *Research Policy*, Vol.29, No.7-8, pp.895-911, 2000.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00111-6](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00111-6)
- [11] A. Davies, M. Hobday, *The Business of Projects: Managing Innovation in Complex Products and Systems*, Cambridge University Press, 2005.
- [12] M. Hobday, H. Rush, "Technology Management in Complex Product Systems (CoPS): Ten Questions Answered," *International Journal of Technology Management*, Vol.17, No.6, pp.618-639, 1999.
DOI: <https://doi.org/10.1504/IJTM.1999.002739>
- [13] T. Abrell, A. Benker, M. Pihlajamaa, "User Knowledge Utilization in Innovation of Complex Products and Systems: An Absorptive Capacity Perspective," *Creativity and Innovation Management*, Vol.27, No.2, pp.169-182, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.1111/caim.12244>
- [14] M. Hobday, "The Project-based Organisation: an Ideal Form for Managing Complex Products and Systems?," *Research Policy*, Vol.29, No.7-8, pp.871-893, 2000.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00110-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00110-4)
- [15] Commercialization Promotion Agency for R&D Outcome, Semiconductor Equipment Technology and Market Trend, S&T Market Report Vol.50, 2017.
- [16] Chosun BIZ, ASML Monopolizing the EUV: Samsung and TSMC Relies on [cited 2019 April 29], Available from https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2019/04/26/2019042602611.html (accessed Febryary 12, 2020).
- [17] Digital Daily, SK's Vertical Integration of Semiconductor Business - an Action in Advance [cited 2017 January 23], Available from <http://www.ddaily.co.kr/news/article/?no=152095> (accessed February 12, 2020).
- [18] B-C. Lee, H-S. Seong, "Methods for Semiconductor Deposition and Equipment Technology", *The Magazine of the IEEE*, Vol.40, No.12, pp.31-45., 2013.
- [19] K-J. Son, K. C. Kwon, T-H. Shin, S. Kang, J. C. Kim, J. K. Ko, *Semiconductor Fabrication Equipment Technology for Semiconductor Scaling Down*, KEIT PD Issue Report, KEIT, 2017.
- [20] G. H. Park, *Semiconductor Equipment, Industry Theme Report*, Korea Investor Relations Service, 2019.
- [21] J. Lee, D-H. Ham, "User-Centered Analysis of Functional Requirements of Navigation Systems Based on the Kano Model", *Journal of Integrated Design Research*, Vol.14, No.3, pp.9-18, 2015.
- [22] J. W. Lee, M-S. Lee, "A study on the classification of medical tourism service quality elements for Chinese tourists", *International Journal of Tourism and Hospitality Research*, Vol.32, No.1, pp.125-139, 2018.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21298/IJTHR.2018.01.32.1.125>
- [23] K. Kim, "A Study on Service Quality Using Kano Model and PCSI Index: Focusing on buffet restaurants", *Journal of Tourism Management Research*, Voo.23, No.4, pp.331-348, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.18604/tmro.2019.23.4.16>
- [24] J. Kim, Y. Jung, J. Choi, J. Jung, "A Study on the Regional Organizations Operating Advanced System of Government Funded Research Institutes (GRIs): From the R&D Service Point of View Quality Using the Kano Model", *Journal of Korea Technology Innovation Society*, Vol.20, No.2, pp.406-429, 2017.
- [25] S. Kim, H-S. Seo, "A study on Service the Quality of Defence Quality Assurance Activites using Kano Model by Company Size", *Journal of Korean Society for Quality Management*, Vol.46, No.3, pp.397-410, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.7469/JKSQM.2018.46.3.397>
- [26] H. Kim, I. Ji, "A Study on the Service Quality of Smart Factory Support Policy Using Kano Model and PCSI", *Journal of The Korea Convergence Society*, Vol. 11, No. 3, pp.9-18, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.15207/JKCS.2020.11.3.009>
- [27] N. Kano, N. Seraku, F. Takashi & S. Tsuji, "Attractive Quality and Must-be Quality", *The Journal of the Japanese Society for Quality Control*, Vol.14, No.2, pp.39-48, 1984.
- [28] S-U. Lim, Y. Park, "Potential Customer Satisfaction Improvement Index based on Kano Model", *Journal of Korean Society for Quality Management*, Vol.38, No.2, pp.248-260, 2010.
- [29] M. Timko, "An Experiment in Continuous Analysis," *The Center for Quality of Management*, Vol.2, No.4, pp.17-20, 1993.
- [30] I. Kang, *The Study on the Customer Perception of the Technology and the Function about the*

Semiconductor Wafer Inspection based on Kano Model, Master's Capstone Report, KOREATECH, Cheonan, Korea, pp.44-47, 2016.

- [31] C. Christensen, "Patterns in the Evolution of Product Competition," *European Management Journal*, Vol.15, No.2, pp.117-127, 1997.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(96\)00081-3](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(96)00081-3)

이 승 환(Seung Hwan Lee)

[준회원]



- 2008년 2월 : 대전대학교 IT 전자공학과 (전자공학 학사)
- 2008년 4월 ~ 2017년 5월 : INFICON USA / Korea 근무
- 2017년 6월 ~ : ASM Korea 책임 연구원 근무 중

- 2018년 3월 ~ : 한국기술교육대학교 반도체디스플레이과 학경영학과 석사과정

〈관심분야〉

반도체, 디스플레이, 기술경영

지 일 용(Ilyong Ji)

[정회원]



- 2003년 9월 : 영국 Surrey대학교 경영대학원 (기술경영학 석사)
- 2005년 9월 : 영국 Sussex대학교 과학기술정책대학원 SPRU (산업 혁신분석 석사)
- 2012년 8월 : KAIST 경영과학과 (경영학 박사)

- 2012년 7월 ~ 2013년 8월 : 산업연구원 부연구위원
- 2013년 9월 ~ : 한국기술교육대학교 교수

〈관심분야〉

기술경영, 혁신경영, 과학기술정책

김 병 근(Byung-Keun Kim)

[정회원]



- 1986년 7월 ~ 1997년 9월 : 정보통신정책연구원 주임연구원
- 1999년 2월: 영국 Sussex 대학교 SPRU(과학기술정책 석사)
- 2003년 6월 : 영국 Sussex 대학교 SPRU(과학기술정책 박사)

- 2002년 9월 ~ 2005년 2월 : 영국 Sussex 대학교 강사, 연구교수.
- 2005년 2월 ~ : 한국기술교육대학교 산업경영학부 교수

〈관심분야〉

기술혁신경영, 과학기술정책, 기술사업화