

ISSN 2093-3444

KSHRD

제42권 제1호

2022년 6월

산업교육연구

THE JOURNAL OF TRAINING AND DEVELOPMENT

한국산업교육학회

Korean Society for Human Resource Development

산업교육연구

The Journal of Training and Development

2022년 제42권 제1호

목 차

차세대 반도체 분야 직무역량과 미래유망역량 델파이 분석	문한나·김유미·이세미 ... 1
---	-------------------

차세대 반도체 분야 직무역량과 미래유망역량 델파이 분석

문한나¹⁾, 김유미²⁾, 이세미³⁾

요약

본 연구에서는 산업의 디지털화 및 새로운 기술 융합과 함께 최근 수요가 높아지고 있는 차세대 반도체 분야의 직무역량과 미래유망역량을 규명하였다. 먼저 산업통상자원부에서 제시하는 차세대 반도체 직무 7개와 국가직무능력표준을 매칭하여 직무역량을 구성하였고, 문헌 검토를 통해 미래유망역량을 새롭게 구성하였다. 이후 델파이 조사를 통해 차세대 반도체 분야 직무역량과 미래유망역량에 대한 내용 타당도 검증을 수행하였다. 두 차례에 걸친 타당도 검증 결과, 차세대 반도체 분야 직무역량 구성항목(능력단위)으로서 총 23개 항목이 도출되었으며, 미래유망역량 구성항목으로서 비기술관련 유망역량 8개 항목과 기술관련 유망역량 4개 항목이 도출되었다. 본 연구를 통해 차세대 반도체 직무역량과 관련하여 새로운 분야의 출현과 확장을 위한 직무역량 구성과 직무에 대한 세분화가 중요함을 확인하였다. 또한 미래유망역량과 관련해서는 단순한 기술이나 디지털 활용보다 신기술을 개발하고 융합하는 역량이 요구됨을 확인하였다. 이러한 연구 결과는 향후 차세대 반도체 직무 분야로 이동하는 전환 인력의 재교육 수요가 발생 시, 업스킬링을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

핵심 되는 말 : 차세대 반도체, 직무역량, 미래유망역량, 업스킬링, 리스킬링

1) 제1저자, 한국직업능력연구원 연구위원. E-mail: phd_hrod@krivet.re.kr

2) 공동저자, 한국직업능력연구원 전문연구원. E-mail: yumikim@krivet.re.kr

3) 교신저자, 연세대학교 박사과정. E-mail: semi211@naver.com

※ 본 논문은 '한국직업능력연구원(2021). 산업별 인적역량(Skills Insight) 조사 분석 지원' 보고서의 조사 내용을 토대로 작성하였음. 한국반도체산업협회 전배근 팀장님의 협조를 받아 진행되었음.

I. 서론

미국의 바이든 행정명령에 따른 글로벌 가치사슬 재편 확대는 한국 반도체 산업에 적지 않은 영향을 미치고 있다(Silicon Times, 2021). 미국은 인프라 투자계획에 반도체 산업 지원 예산을 포함시키고 ‘실리콘 내셔널리즘’을 통한 반도체 자립을 선포하였다(권민철, 2021). 유럽 연합 역시 2021년 디지털 2030비전을 선포하고 인프라 분야에 반도체를 포함하여 2030년에는 유럽에서 최첨단 지속가능한 반도체 생산의 전세계 20% 점유를 목표로 하고 있다(이응용, 2021). 반도체 패권 전쟁에서 승리하는 국가는 IT 생태계를 이해하고 존중하는 기업의 존재 여부에 달려있다(정인성, 2021). IT 생태계가 변화하고 반도체 설계 제조 범칙이 변화하는 중에도 혁신을 거듭하는 기업이 존재해야 한다. 기업은 기술 개발을 통해 혁신을 주도할 수 있는 인재 확보와 육성이 중요하다.

반도체에 대한 주도권 싸움과 함께 반도체의 수급 문제, 이를 생산해내는 인력부족 문제가 발생하고 있으며, 근로자에게 요구되는 역량에 대한 질적 미스매치도 예상되고 있다. 한국은 반도체 산업생태계를 구축하기 위해 대학과 산업계가 함께 반도체 학과 신설을 계획하고 있으며(김영은, 2021), 주요 대학 공과대학의 계약학과에서는 현재 절대적으로 부족한 시스템 반도체 인력을 양성하고자 한다. 특히, 전자제품과 미래형 자동차를 위한 차세대 반도체(AI 반도체, 차세대 네트워크 반도체, 차세대 상용화 반도체)의 수요가 증가하고 있다. 기존 반도체 분야와의 융복합 기술(예, 인공지능, 차세대 네트워크 등)이 접목된 차세대 반도체의 경우, 반도체 분야의 직무역량과는 차별화된 영역을 확인하고 개편된 분류체계에 따른 새로운 정의가 필요한 상황이다.

(비)메모리회사, 팹리스, 파운드리 등으로 구성되는 반도체 산업 생태계에 필요한 인력 양성을 위해 대학과 기업, 협회가 동참하고 있으며, 인력양성과 재직자 교육을 위해 요구되는 역량의 필요성에 대해 모두 공감하고 있다. 차세대 반도체 직무역량은 4차 산업혁명과 관련된 기술 요소와 디지털 역량을 포함하고 있기 때문에 디지털 역량과 미래유망역량이 교차하는 영역을 확인하고 차세대 반도체 분야에서 요구되는 공통역량을 규명할 필요가 있다. 이와 관련하여 이재원과 윤석천(2011)은 반도체 산업의 국가직무능력표준에 기반한 훈련 수요를 분석하기 위해 반도체 산업에 특화된 직무능력요소의 수요조사를 수행하여 지역 기업의 교육과정과 연계하는 직업훈련 프로그램 공급 방안을 모색하였다. 이 연구는 직무와 직무기술을 인력수준별로 분석해 제시함으로써 훈련과정을 직무기술의 상대적 중요도와 시급성을 고려하여 공급하는 적시체계로 전환하는 사례를 제시한다는 점에서 의의가 있지만, 최신의 변화된 반도체 산업구조와 생태계 내에서 요구되는 직무역량을 반영하지 못하는 한계가 있다. 한국대학교육협의회(2020)는 반도체 분야의 산업계 요구 분석을 실시하여 대학, 대학원, 기업별로 함양이 필요한 직무역량을 선정하였으나, 전문 직무역량의 경우 기술 개발에 따른 다양한 직무역량을 포함하지 못

하였으며 일반직무역량의 경우 NCS 직업기초능력의 분류체계에 한해서만 직무역량을 도출하고 있다.

독일의 인더스트리 4.0은 기술 발전의 요소들을 센서, 사이버 물리 시스템, 사물인터넷, 스마트 네트워크 간의 결합으로 정의하고 이러한 기술 요소가 제조와 로지스틱스에 포함되는 프로세스로 보고 있다(Keil et al., 2020). 최근 인더스트리 4.0 또는 4차 산업혁명 시대에 필요한 역량 모델에 대한 연구들(e.g., Prifti et al., 2017)이 진행되었고 디지털화된 반도체 분야에서 필요로 하는 역량요건(Competency Requirement)에 대한 연구도 진행되었다(Keil et al., 2020). 독일에 본사를 두고 유럽에 많은 생산설비를 두고 있는 반도체 회사인 인피니언(Infineon)은 디지털화된 혁신적인 반도체 공정 프로세스의 특성을 확인하고 일터에서 기술이 도입되는 방식과 이러한 디지털화된 업무 환경에서 요구되는 역량 요건을 살펴보았다. 반면, 디지털화된 차세대 반도체 제조에 필요한 직무역량과 공통역량을 구명하고 논의한 국내외 연구는 아직 더딘 상황이다.

유럽연합도 디지털 역량 프레임워크(European Digital Competence Framework for Citizens, DigComp; Carretero et al., 2017)에 대한 논의를 2013년부터 시작하여 고도화 작업을 진행하고 있으며, 국내 문헌(최숙영, 2018)에서도 디지털 역량과 역량 프레임워크에 대한 국내외 정의를 비교 분석하였다. Keil et al.(2020)의 연구에서는 반도체 산업의 디지털화된 일터 내에 요구되는 역량을 구명하였지만, 차세대 반도체라는 산업 특수성을 반영한 공통역량의 영역과 하위영역을 구명한 연구는 다소 부족한 상황이다. 국가의 사활이 걸린 차세대 반도체 분야의 인력양성을 위한 방향 수립과 교육과정 개발을 위해 직무역량과 미래유망역량 도출은 중요하며, 특히 일터의 디지털화가 어느 정도 진행되어 있음에도 중소기업의 경우 필요한 역량을 개별 기업 단위에서 도출하기는 어려운 상황이다.

본 연구에서는 차세대 반도체 분야의 직무역량과 미래유망역량을 도출하는 것을 목적으로 산업통상자원부에서 제시하는 차세대 반도체 7개 직무와 고용노동부와 한국산업인력공단에서 개발한 국가직무능력표준(National Competency Standard)을 매칭하고, WEF 2030의 미래 유망 스킬 10을 비롯한 미래유망역량 관련 문헌을 참고하여 차세대 반도체 분야의 직무역량과 미래유망역량 초안을 구성하였다. Dubois(1993)의 일반모델 덧씌우기 방법을 활용하여 차세대 반도체 분야 직무역량과 미래유망역량에 대한 역량풀을 구성하였으며 델파이 조사를 통해 구안된 직무역량과 미래유망역량에 대한 내용 타당도 검증을 통해 최종 역량을 확정하였다.

II. 이론적 배경

1. 직무 변화와 역량 향상의 중요성

인더스트리 4.0 또는 4차 산업혁명으로 인한 기술변화가 근로자의 역량 프로파일링에 어떠한 변화를 가져오는지를 파악하는 일은 중요하다(Prifti et al., 2017). 근로자가 기존에 수행하던 직무에서 융·복합 분야로의 전환은 직무교육을 통한 인적자본에 대한 투자가 수반된다. 본 연구에서 직무의 전환은 신산업 또는 융복합 산업 수요에 대응하는 차원에서 수행하는 업무 변화에 대해 논의하고자 한다. 유혜원과 김태성(2010)은 직무 전환을 산업 내 다른 직무군 또는 세부 직무로의 이동을 중심으로 살펴보고, 직무 전환 의도에 영향을 미치는 요인으로 성과보상, 직무역할, 조직환경 등을 살펴보았다. 하지만 기술 발달로 인한 직무 변화와 이를 위한 역량 향상의 관점으로 직무를 기술하고 살펴본 연구는 많지 않다.

역량향상(upskilling)을 위해서는 요구되는 직무역량을 규명하여 다양한 방법으로 역량 개발을 지원하는 것이 중요하다. 기존 선행연구에서는 역량모델링을 통해 역량을 체계화하고 수행가능한 행동지표를 도출하였다. Spencer와 Spencer(1993/1998)는 역량을 개인의 내적특성과 전문성 발휘를 위한 지식, 기술, 태도로 정의한다. 김진모(2001)는 역량을 개인의 지식, 기술, 태도의 총체로 기업전략적 미션을 달성하는 데 필요한 능력으로 정의하였다.

미국 O*Net에서는 반도체 관련 직업, 직무, 지식, 스킬, 역량요건, 업무 관련 활동 등에 대해 내용체계 프레임 마련하여 역량요소들도 함께 정리하고 있다. 이뿐만 아니라 관련 직무역량을 향상시킬 수 있는 훈련 기관 또는 대학을 주(State)별로 목록화하고, 노동부(U.S. Department of Labor)에서 운영하는 도제 프로그램과도 연계할 수 있도록 제시하고 있다(O*Net Online, 2021). 차세대 반도체 산업기술인력의 역량은 미래 반도체 산업분야에 요구되는 융·복합 분야의 직무를 수행하기 위해 필요한 직무역량과 미래유망 역량의 조합으로 정의한다. 따라서 산업분류와 직무분류가 교차되는 영역에 해당하는 직무내용들을 도출할 필요가 있다. 역량향상과 융·복합 직무에 대한 리스킬링을 위해서는 역량을 체계화하고 새롭게 요구되는 역량을 규명해야 할 것이다.

신기술 발전으로 인한 산업기술인력의 양적 확대와 직무 전환이 가속화되고 있다. 차세대 반도체 산업기술인력 전망보고서(2021)에 따르면, 반도체 공정·장비분야의 직무 전환인력 비중이 67.9%로 메모리 반도체, 시스템 반도체, 반도체 소재에 비해 높은 편이며, 학력별로는 대학 졸업 인력이 고졸/전문대졸, 석박사급보다 직무 전환 비중(54.1%)이 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 세부 직무별 전환에 따른 리스킬링 수요도 늘어나고 있음을 의미한다. 2020년에는 한국대학교육협의회를 중심으로 대학교육과정이 전자반도체 산업부문의 인력양성 수요를 반영하고 있는지를 파악하기 위한 요구분석을 실시하였고, 해당 산업 분야별 직무 수행에 필요한 직무역량을 정의하고 인력양성에 필요한 교과목을 도출하였다. 즉, 교과목 도출과 개편을 위해서는 반도체 설계, 공정 프로세스와 소재,

장비 분야의 직무변화와 요구되는 역량을 확인하는 작업이 중요하다.

더불어 디지털화된 일터에서 빅데이터의 활용 등으로 차세대 반도체 산업의 비중이 확대됨에 따라 차세대 반도체 분야에서 요구되는 융·복합 직무역량과 미래유망역량에 대한 논의가 필요한 시점이다.

2. 차세대(비메모리) 반도체 개념과 직무역량

4차 산업혁명의 패러다임 전환 가속화로 기존의 PC, 스마트폰 등 전통적 수요처에서 인공지능, IoT, 빅데이터 분야 등으로 반도체 수요 범위가 확대되고 있다. 기존의 차세대 반도체 산업 범위는 ①각종 전자기기에서 영상·음성 등 신호처리, 중앙제어 등 정보를 제어/처리/저장하는 데 필요한 디지털/아날로그 반도체, 전력제어 반도체, 센서 관련 산업, ②다기능 집적반도체를 생산하기 위한 소재/부품/장비/설계기술 관련 산업이었다(산업통상자원부 외, 2021).

그러나 최근 산업통상자원부 외(2021)에 따르면 초고성능, 초저전력 등의 반도체 기술이 요구되는 4차 산업혁명 시대에 맞춘 새로운 개념의 반도체 기술이 요구되고 있어 차세대 반도체 산업을 ‘인공지능과 같은 신기능을 포함하거나 성능과 소모 전력을 개선하여 고도화된 분야(차세대 이동통신, 자율주행차 등) 및 미래 신시장 분야(지능형로봇, 실감형 콘텐츠 등) 등의 주요 기기의 부품이 되는 반도체를 개발 또는 제조하는 산업’으로 새롭게 정의하고 있다.

차세대 반도체 산업의 분류 체계는 <표 1>과 같이 대분류로 메모리반도체, 시스템반도체, 반도체 공정·장비, 반도체 소재로 구분하고, 중분류로 메모리 분야의 차세대 메모리, 시스템반도체 분야의 인공지능 반도체, 차세대 네트워크 반도체, 차세대 상용화 반도체 공정·장비 분야의 차세대 반도체 공정·장비와 차세대 반도체 장비 부분품, 마지막으로 반도체 소재 분야의 차세대 반도체 소재로 구분하였다. 본 연구에서는 산업통상자원부 외(2021)의 차세대 반도체 산업의 개념과 분류 체계에 따라 차세대 반도체 분야를 정의하고 직무역량을 규명하고자 한다.

<표 1> 차세대 반도체 산업의 분류 체계

대분류	중분류	소분류
메모리반도체	차세대 메모리	초고속·초고집적 메모리
		이머징 메모리
		메모리-프로세서 융합
		지능형 메모리 및 스토리지 솔루션

시스템반도체	인공지능 반도체	서버용 인공지능 반도체
		엣지용 인공지능 반도체
		초고속 메모리 서버 시스템
		인공지능 반도체 소프트웨어
	차세대 네트워크 반도체	IoT용 반도체
		빅데이터용 반도체
		정보보호용 반도체
	차세대 상용화 반도체	자동차용 반도체
		스마트 가전용 반도체
		바이오용 반도체
첨단기계·로봇용 반도체		
에너지용 반도체		
반도체 공정·장비	차세대 반도체 공정·장비	전공정 공정·장비
		패키징 공정·장비
	계측·분석 공정·장비	
	차세대 반도체 장비 부분품	반도체 장비 모듈부품
반도체 소재	차세대 반도체 소재	반도체 공정·장비 소재

출처: 산업통상자원부, 한국산업기술진흥원, 산업연구원(2021). 차세대 반도체 산업기술인력 보고서 p.10

개인의 성공적인 업무 수행을 위해 직무역량의 확보는 매우 중요하다고 할 수 있으며, 이와 함께 기술변화로 요구되는 새로운 직무를 파악하는 일은 더 중요해지고 있다. 예를 들어 시장이 연산에 최적화된 칩 생산에 주력해왔다면, 새로운 시장 수요는 메모리와 연산장치를 조합하는 컴퓨팅 모델 또는 컴퓨팅이 대규모 병렬처리로 변화함에 따른 고부가가치의 고성능 메모리가 될 수도 있다(정인성, 2021). 즉, 직무역량은 직무의 내용과 요건에 따라 세분화될 수 있기때문에 변화되는 직무역량을 규명하기 위해서는 직무별로 역량 요소를 설정하여 상시적인 직무 변화에 대응할 필요가 있다(윤혜림 외, 2013).

우리나라는 직무능력을 표준화하는 작업을 착수하여 2020년까지 1,022개 직종에 대해 국가직무능력표준(NCS)을 개발하였다(고용노동부고시, 2020). 자격기본법 제 2조에 의하면 국가직무능력표준(NCS)은 산업현장에서 직무를 수행하기 위하여 요구되는 지식, 기술, 소양 등의 내용을 국가가 산업부문별, 수준별로 체계화한 것을 말한다(노규성 외, 2015). 2014년 이후 NCS 기반으로 학교교육, 직업훈련 및 자격 제도를 개편해왔으며 NCS 체계는 기존 및 신규 직무에도 지속적으로 적용하였다. 반도체 분야의 국가직무능

력표준(NCS)에 따르면 반도체 분야는 반도체 개발, 반도체 제조, 반도체 장비, 반도체 재료 4가지 세분류를 가지며 세분류별 능력단위는 총 60개로 구성되어 있다(한국산업인력공단, 2015).

반도체 분야의 산업계 요구 분석을 위하여 한국대학교육협의회(2020)는 2020년 전자반도체 분야 직무군을 총 6개로 세분화시켰다. 이는 최근 4차 산업혁명에 의한 반도체 수요 범위 확대, 반도체 산업의 공정 미세화와 장비·소재 기술 및 신뢰성 증대, 제품 검증에 대한 중요성 강조 등으로 인해 직무가 보다 전문화, 세분화한 결과라고 할 수 있다(한국대학교육협의회, 2020). 전자 반도체 분야의 산업계 요구 분석 결과 전문직무역량으로서, 회로 및 반도체 소자, 공정에 대한 이해, 디지털 시스템 교과목 학습을 중요시하였다. 특히 전문직무역량 함양에 있어 기술능력이 중요한 역량으로 확인되었으며, 반도체 응용 주요 신산업에 대한 이해를 바탕으로 디지털 시스템 응용 역량, 반도체 소재와 부품 기술 등의 함양을 강조하였다.

또한 산업통상자원부 외(2021)는 <표 2>와 같이 차세대 반도체 분야의 직무체계를 개편하고 예시 업무를 제시하였다. 산업통상자원부 외(2021)에 따르면 차세대 반도체 분야에서는 차세대 반도체와 관련된 제품과 기술에 대하여 연구개발, 설계·디자인, 시험평가·검증, 생산기술, 품질관리, 보증·정비, 구매·영업·시장조사 총 7가지 직무를 갖는다.

<표 2> 차세대 반도체 분야 직무별 설명 및 예시 업무

	직무명	정의	예시 업무
1	연구개발	차세대 반도체 관련 제품 또는 기술을 새로이 개발하고 성능을 높이기 위해 연구하는 인력	장비·부분품·부품소재 기획 및 연구개발, 소자개발, 집적공정개발, 단위공정개발, 장비컨셉개발, 장비요소기술개발, 장비·재료·품질 공정 연구, 광학재료 개발, 화학약품재료 개발, 전장 개발, 제품 기획, 연구기획 및 특허 분석 등
2	설계·디자인	차세대 반도체 관련 제품 또는 기술에 대해 설계 구현 및 내외관 등을 설계 및 디자인하는 인력	아날로그 회로 설계, 디지털 회로 설계, 반도체아키텍처 설계, RF 설계, FPGA 설계, 레이아웃 설계, 기구장치 설계, 검사장비 설계, 소프트웨어 설계, 보드 설계, 전장 설계 등
3	시험평가·검증	차세대 반도체 관련 제품 또는 기술에 대해 시험 장비를 이용하여 평가 및 검증하는 인력	장비, 공정, 부분품 및 재료 평가, 소자 특성 분석, 공정 결과 분석, 소재 특성 분석, 장비 성능 평가, 계측 등
4	생산기술	차세대 반도체 관련 제품 또는 기술에 대한 전문적인 지식을 이용하여 생산하는 인력 및 원활한 생산 활동을 위해 각 공정·공장별 생산설비를 운용하는 인력	기구 및 전장 조립, 부분품 및 부품소재 생산, 공정수행, 장비운영 및 유지보수, 부분품 및 부품 소재 관리, 생산관리 등
5	품질관리	차세대 반도체 관련 제품 또는 시험장비에 관한 지식·기술을 이용하여 품질을 관리하는 인력	부분품/부품/소재/원료/수입 검사, 제조품질, 생산품질, 장비품질, 출하품질, 사후관리, 표준화, 특허 관리 등

	직무명	정의	예시 업무
6	보증· 정비	차세대 반도체 관련 제품 또는 기술에 대한 전문적 지식을 이용하여 고객에게 기술적인 지도를 수행하는 인력	반도체 품질 보증, 장비·부분품·부품소재 유지관리, 장비 출하품질, 장비 설치, 장비 고객지원, 장비 유지관리, 반도체 FAB(크린룸) 운영/관리 등
7	구매· 영업· 시장조사	차세대 반도체 관련 제품 또는 기술에 대한 전문적 지식을 이용하여 판매 및 구매 및 시장을 분석하는 인력	소재/원료/부분품/장비 구매, 기술영업(해외기술영업 포함), 기술마케팅, 시장조사, 시장분석 등

출처: 산업통상자원부, 한국산업기술진흥원, 산업연구원(2021). 차세대 반도체 산업기술인력 보고서. p.16-17

본 연구에서는 차세대 반도체 분야 직무역량의 구성 항목을 도출하기 위해 산업통상자원부 외(2021)의 차세대 반도체 분야 직무 분류에서 구매·영업·시장조사를 제외한 6개 직무와 국가직무능력표준(NCS)의 능력단위를 1차적으로 매칭하였다. 이후 전문가 회의(2회)를 거쳐 전문가들의 합의에 따라 총 60개 능력단위 중 9개의 능력단위를 제외한 51개를 선정하였으며 그 결과는 <표 3>과 같다.

<표 3> 차세대 반도체 분야의 직무역량 구성 항목

산업통상자원부 직무 구분	NCS 세분류	NCS 세분류 내 능력단위
1. 연구개발	반도체 개발	반도체 제품기획
		반도체 소자 개발
		아날로그 IP 개발
		디지털 IP 개발
		반도체 시뮬레이션 개발
		반도체 제조 공정 개발
		패키지 조립공정 개발
	반도체 재료	반도체 재료 개발
2. 설계·디자인	반도체 개발	반도체 아키텍처 설계
		아날로그 회로 설계
		디지털 회로 설계
		반도체 설계 검증
		패키지 제품 설계
		반도체 펌웨어 개발

차세대 반도체 분야 직무역량과 미래유망역량 델파이 분석

산업통상자원부 직무 구분	NCS 세분류	NCS 세분류 내 능력단위
	반도체 장비	반도체 장비 컨셉설계
		반도체 장비 주요부 기구설계
		반도체 장비 유틸리티 기구설계
		반도체 장비 시스템 소프트웨어 개발
		반도체 장비 유틸리티 소프트웨어 개발
	반도체 재료	반도체용 웨이퍼 재료 제조
		반도체용 리소그래피 재료 제조
		반도체용 가스 재료 제조
		반도체용 금속 (Target)재료 제조
		반도체용 케미컬 재료 제조
		반도체용 패키지 재료 제조
3. 시험평가·검증	반도체 개발	반도체 제품 기능·성능 검증
		반도체 신뢰성 평가
	반도체 장비	반도체 장비성능 평가
		반도체 장비 공정성능 평가
4. 생산 기술	반도체 제조	Photo 장비 운영
		Etch 장비 운영
		박막/확산 장비 운영
		C&C 장비 운영
		MI 장비 운영
		반도체 생산성 향상
		반도체 웨이퍼레벨 테스트장비 운영
		반도체 패키지레벨 테스트장비 운영
		반도체 패키징 전공정장비 운영
		반도체 패키징 후공정장비 운영
5. 품질관리	반도체 제조	반도체 품질관리
		반도체 공정 검증
		반도체 제품 기능·성능 검증
		반도체 신뢰성 평가
		수율 개선 및 불량 분석
	반도체 장비	반도체 장비 품질관리
	반도체 재료	반도체 재료 품질관리

산업통상자원부 직무 구분	NCS 세분류	NCS 세분류 내 능력단위
6. 보증·정비	반도체 장비	반도체 장비 고객지원
		반도체 장비 품질보증
		반도체 광학장비 유지보수
		반도체 진공 플라즈마 장비 유지보수
		반도체 케미칼 가스 장비 유지보수

출처: 국가직무능력표준 홈페이지(<https://www.ncs.go.kr/index.do>) (검색일: 2021. 5. 20) 참고

3. 미래유망역량

4차 산업혁명의 기술 혁신에 따라 모두가 공통으로 갖춰야 하는 기술 활용 능력은 단순히 기술을 활용하는 능력에서 벗어나 기술을 개발하고 응용해 내는 능력으로 필요 역량이 변화하고 있다. 차세대 반도체 분야는 반도체 수요 범위 확장에 따라, 인공지능, IoT, 빅데이터 등 신기술 분야의 인력 수요가 증가하고 있으며, 신기술 활용과 밀접한 연관성이 있는 미래공통역량 도출이 중요함에도, 이에 대한 연구가 많지 않다. 본고에서는 디지털 역량 및 핵심 역량 관련 선행연구를 살펴보고, 차세대 반도체 전문가를 대상으로 한 내용타당도조사 결과를 바탕으로 차세대 반도체 분야 미래유망역량을 도출하고자 하였다.

차세대 반도체 분야의 미래유망역량 도출을 위해 본 논문에서는 첫째, 세계경제포럼(World Economic Forum, 이하 WEF)에서 발표한 미래유망역량(Emerging Skills)의 범위를 세분화 및 재구조화하여 기술적 요소와 비기술적 요소를 분류하였다. 둘째, 기존 문헌의 핵심 역량 및 디지털 역량의 정의 내용을 분석하여 중요 기술 요소에 대한 내용을 정리하였다. 셋째, 국가직무능력표준(National Competency Standards, 이하 NCS) 직업기초능력과 선행연구의 디지털역량, 고등교육에서 필요한 미래역량을 나열하고 종합하여 세계경제포럼에서 제시한 미래역량과 비교하였다. 넷째, 차세대 반도체 분야 전문가들과의 회의를 통해 기술적 역량들을 작성하고 내용타당도조사를 통해 도출된 차세대 반도체 분야 미래유망역량을 확정하였다.

세계경제포럼(2020)은 미래유망역량(Emerging skills)을 <표 4>와 같이 문제 해결 능력(Problem-solving), 협업 능력(Working with people), 기술 활용 및 개발 능력(Technology use and development), 자기 관리 능력(Self-management)의 4개의 유형과 상위 10개의 역량으로 분류하여 다가올 미래사회에 중요한 핵심 역량을 범주화하였다. 또한 Keil et al.(2020)에서는 고도의 자동화/디지털화된 사회에서 반도체 산업 현장의 디지털 역량으로 기술, 방법론, 사회 및 커뮤니케이션 등을 중요한 역량으로 제시하였다.

<표 4> 세계경제포럼(World Economic Forum) 미래유망역량(Emerging Skills)

	유형	상위 10개 역량
1	문제 해결 능력	분석적 사고와 혁신
2		복잡한 문제 해결
3		비판적 사고와 분석
4		창조성, 독창성, 진취성
5		추론, 문제 해결과 상상
6	협업	리더십과 사회적 영향
7	기술 활용 및 개발	기술 사용, 모니터링, 통제
8		기술 설계와 프로그래밍
9	자기 관리	적극적 학습과 전략
10		탄력성, 스트레스 내성과 융통성

출처: WEF 홈페이지(<https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020/in-full/infographics-e4e69e4de7>)(검색일: 2021.6.30.)

전종호 외(2019)와 최숙영(2018)의 연구에서는 기존의 디지털 리터러시 및 디지털 역량 관련 연구 분석을 통해 4차 산업혁명 시대에 필요한 디지털 역량을 도출하였으며, 전종호 외(2019)는 6개의 디지털 역량을, 최숙영(2018)은 5개의 핵심 역량을 제시하였다. 전종호 외(2019)의 연구에서는 직업계고에 필요한 디지털 역량을 분류하였기 때문에 최숙영(2018)의 역량 분류와는 차이가 있었으나, 디지털 의사소통, 시민의식, 문제해결능력, 창의융합사고 등 필요 역량의 내용이 공통적으로 도출되었다.

<표 5> 4차 산업혁명 시대에 필요한 디지털 역량

	전종호 외(2019)	최숙영(2018)
1	디지털 기기 리터러시	디지털 기술을 이용한 의사소통과 협력
2	디지털 콘텐츠 리터러시	
3	디지털 의사소통 및 협력	
4	디지털 시민의식	디지털 사회의 이해와 디지털 시민의식
5	디지털 문제 해결	비판적 사고와 정보 소양
6	디지털 직업 리터러시	컴퓨팅 사고와 문제해결
		창의·융합적 사고와 콘텐츠 창작

출처: 전종호 외(2019). 4차 산업혁명 시대에 대비한 직업계고 디지털역량 교육 연구. p.116., 최숙영(2018). 제 4차 산업혁명 시대의 디지털 역량에 관한 고찰. p.33.을 바탕으로 저자 작성

NCS 직업기초능력에서는 ‘직종이나 직위에 상관없이 모든 직업인들에게 공통적으로 요구되는 기본적인 능력 및 자질’로 의사소통능력, 지원관리능력, 문제해결능력, 정보능력, 조직이해능력, 수리능력, 자기개발능력, 대인관계능력, 기술능력, 직업윤리의 10개 영역으로 구분하고, 34개의 하위영역¹⁾을 제시하였다.²⁾

김기홍 외(2017)에서는 고등교육단계의 핵심 능력인 대학생 핵심역량(K-CESA), 산업현장에서의 직무역량 도출을 위해 NCS, 미래연구소의 미래역량, WEF의 핵심직무기술을 선택하였다. 또한, 미래 역량 도출을 위해 WEF의 핵심직무기술, 미래연구소의 21세기 기술, ATC21S 프로젝트의 21세기 기술을 선택하여 미래 역량 간 매핑(Mapping)³⁾을 통해 4차 산업혁명 시대에 전문대학 및 전문대학생이 갖춰야 할 통합적 미래 역량을 선정하였다. 비슷한 개념의 역량을 분류한 결과, <표 6>과 같이 전공분야에 대한 지식, 논리적 사고력, 의사소통능력, 자기개발 및 관리 능력, 창의성, 리더십, 문제해결능력, 협동능력, 신체적 능력, 자원관리능력, 글로벌 역량 등 총 11개의 통합적 미래 역량과 30개의 세부 역량이 도출되었다.

<표 6> 미래에 필요한 통합적 미래 역량과 세부 역량

	미래 역량	세부 역량
1	전공분야에 대한 지식	1) 전공 분야에 대한 이론적 지식 2) 전공 분야에 대한 지식의 실용적 적용
2	논리적 사고력	3) 종합적·통합적 사고력 4) 분석력 5) 합리적 판단력
3	의사소통능력	6) 타인의 의견을 경청하는 능력 7) 자신의 의사를 표현하는 능력 8) 기본 문해력(말하기, 읽기, 쓰기 능력)
4	자기개발 및 관리 능력	9) 자발적인 목표설정과 학습동기 10) 자신감과 자존감 11) 자기관리 12) 자기개발
5	창의성	13) 새로운 사고 14) 적응력

1) 문서이해능력, 문서작성능력, 경청능력, 의사표현능력, 기초외국어능력, 시간관리능력, 예산관리능력, 물적자원관리능력, 인적자원관리능력, 사고력, 문제처리능력, 컴퓨터 활용능력, 정보처리능력, 국제감각, 조직 체제 이해능력, 경영이해능력, 업무이해능력, 기초연산능력, 기초통계능력, 도표분석능력, 도표작성능력, 자아인식능력, 자기관리능력, 경력개발능력, 팀워크능력, 리더십능력, 갈등관리능력, 협상능력, 고객서비스능력, 기술이해능력, 기술선택능력, 기술적응능력, 근로윤리, 공동체윤리

2) NCS 홈페이지 (<https://www.ncs.go.kr/th03/TH0302List.do?dirSeq=152>) (검색일: 2021.6.30.)

3) 역량 간 매핑(Mapping)에 대한 내용은 김기홍 외(2017) 참조

	미래 역량	세부 역량
6	리더십	15) 조직의 비전 제시 능력 16) 추진력 17) 구성원 간의 갈등 조율 능력 18) 도전정신
7	문제해결능력	19) 문제의 원인에 대한 진단과 분석 능력 20) 효율적이고 시의적절한 의사결정력 21) 사고의 유연성
8	협동능력	22) 상호 의견교환과 합의점 도출능력 23) 타인에 대한 지원과 신뢰 24) 다양한 문화와 가치에 대한 존중
9	육체적 능력	25) 신체적 강도 26) 손으로 하는 일에 대한 민첩성과 정밀성
10	자원관리능력	27) 시간 관리 28) 인적·물적·재정적 관리 29) 정보통신(ICT)관련 기술 활용 능력
11	글로벌 역량	30) 글로벌 취업역량

출처: 김기홍 외(2017). 4차 산업혁명에 대비한 전문대학 역량기반교육 운영 내실화 방안. p.52-53.

앞에 설명한 기존의 분류 체계와 정의를 바탕으로 전문가 회의(2회)를 통해 <표 7>과 같이 ‘비기술 관련 유망 역량’ 8개, ‘기술 관련 유망 역량’ 5개, 총 13개의 차세대 반도체 미래유망역량(안)과 역량 정의를 도출하였다.

<표 7> 차세대 반도체 분야 미래유망역량(안)

역량 명칭		역량 정의
[1] 비기술 관련 유망 역량	1	분석적 사고 다양한 문제나 상황을 체계적으로 정리하고, 주어진 정보 데이터를 가공, 분석하여 문제를 해결하거나 대처하는 능력
	2	혁신적 사고 문제에 대한 창의적인 아이디어와 새로운 접근 방식을 생각해내는 능력
	3	비판적 사고 단편적인 정보를 종합하여 전체 상황이나 문제의 연관성을 찾아내거나, 논리와 추론을 사용하여 문제에 대한 대안을 도출해 내는 능력
	4	적극적 태도와 융통성 현재 및 미래의 문제 해결 및 의사 결정에 대한 새로운 정보의 의미를 이해하고, 새로운 것을 배우거나 가르칠 때 상황 변화에 적합한 훈련 지도 방법과 절차를 선택하고 사용하는 능력

역량 명칭		역량 정의	
	5	문제해결능력	복잡한 문제를 식별하고 관련 정보를 검토하여 어렵거나 예상치 못한 상황을 처리 할 수 있는 능력
	6	창의성	새로운 아이디어를 생성, 개발 및 전달할 수 있는 능력
	7	진취성	문제 해결을 주도하며, 일을 완수하고 책임을 지는 의지를 나타내는 개인적인 특성
	8	리더십	공동의 목표를 구체화 하고 같은 방향으로 나아갈수록 동기를 부여하는 기술
② 기술 관련 유망 역량	1	기술설계	사용자 요구를 충족시키기 위해 장비 및 기술을 생성하거나 조정하는 능력
	2	모니터링	문제를 개선하거나 시정 조치를 취하기 위해 자신, 다른 개인 또는 조직의 성과를 모니터링 / 평가하는 능력
	3	데이터 통제	RAW Data의 수집, 분석, 평가를 통한 데이터 체계화 능력
	4	빅데이터 분석 기술	빅데이터 분석 스킬을 활용하여 대량의 패턴화되어 있지 않은 정보를 가공하여, 정보 상에서 제공되지 않는 정보를 만들어내거나, 새로운 문제 해결의 실마리를 찾아내는 능력
	5	프로그래밍	다양한 목적을 위한 컴퓨터 프로그램을 응용하여 활용하는 능력

주: 분석적 사고, 비판적 사고의 정의는 Spencer & Spencer(1993/1998) 참조

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 한국반도체산업협회의 추천을 받아 산업계 및 학계 반도체 분야 전문가 풀을 구성하였으며 학력 및 직업 등을 고려하여 총 8명의 델파이 조사 패널 구성하였다. 전문가 패널은 10년 이상 연구 또는 기업 현장에서 근무 경험이 있는 인사들로 산업계 관점에서 전자 반도체 분야의 직무역량을 도출한 경험이 있는 전문가를 다수 포함하여 신뢰성을 높이고자 하였으며, 총 2회에 걸쳐 델파이 조사를 수행하였다.⁴⁾

4) 1차 조사: 2021년 5월 18일~5월 26일, 2차 조사: 2021년 5월 27일~5월 31일

<표 8> 전문가 델파이 조사 참여 패널

구분	이름	소속	전공	학력	경력
1	*찬*	반도체소자 제조기업	화학공학	석사	25년3개월
2	*창*	반도체 개발-제조 기업	전기공학	학사	25년
3	*중*	전자제품 생산 대기업	전자공학	석사	15년
4	*승*	반도체 관련 협동조합	전자공학	학사	20년
5	*신*	반도체 제조·판매 기업	전자공학	박사	15년
6	*근*	반도체 장비용 부품 제조 기업	금속공학	석사	28년
7	*혁	전자제품 부품 생산 기업	기계공학	박사	12년
8	*현*	**대학교	산업경영공학	박사과정	25년

2. 자료 수집 및 분석

본 연구에서는 Dubois(1993)의 일반모델 덧씌우기 방법을 활용하여 차세대 반도체 분야 직무역량과 미래유망역량에 대한 ①역량폴 구성, ②내용타당도조사를 위한 델파이 조사 2회, ③역량타당성 검증, ④최종 역량 확증 순서로 실시하였다. 차세대 반도체 분야의 직무역량에 대한 내용타당도조사를 위하여 전문가 의견을 수렴하여 6개 직무내용과 NCS세분류를 매칭하여 총 12개 항목, 해당 NCS 세분류의 능력단위 중 총 51개 항목을 선정하였다. 또한 차세대 반도체 분야의 미래유망역량에 대한 내용타당도조사를 위하여 세계경제포럼(WEF) 미래 유망 기술을 참고하고, 연구진, 전문가 의견을 수렴하여 선정된 비기술 관련 역량 8개 항목과 기술 관련 역량 5개 항목을 구성하였다. 각 문항에 대한 타당도 조사는 리커트식 5점 척도를 사용하였다.

총 2회에 걸쳐 전문가 패널 8인에게 전자 메일로 질문지를 보내 델파이 조사를 하였으며 조사 항목은 <표 9>와 같다. 차세대 반도체 분야 직무명과 NCS 세분류명 연계에 대한 내용타당도를 조사하였으며, 차세대 반도체 분야 NCS 능력단위에 대한 내용타당도와 차세대 반도체 분야 미래유망역량 항목에 대한 내용타당도를 조사하였다.

<표 9> 전문가 델파이 조사 항목

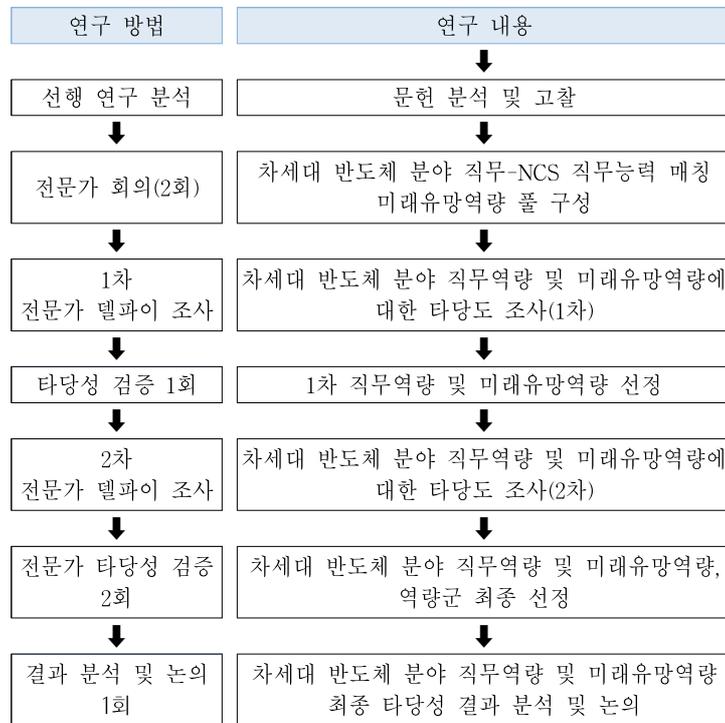
구분	조사 항목		문항 수
1. 차세대 반도체 분야 직무명-NCS 세분류	연구개발		2
	설계·디자인		3
	시험평가검증		2
	생산기술		1
	품질관리		3
	보증·정비		1
2. 차세대 반도체 분야 직무역량 구성 항목	연구개발	반도체 개발	7
		반도체 재료	1
	설계·디자인	반도체 개발	6
		반도체 장비	5
		반도체 재료	6
	시험평가검증	반도체 개발	2
		반도체 장비	2
	생산기술	반도체 제조	10
	품질관리	반도체 제조	5
		반도체 장비	1
반도체 재료		1	
보증·정비	반도체 장비	5	
	비기술 관련		8
3. 미래유망역량	기술 관련		5

1차 조사는 선행 연구와 두 차례의 전문가 자문회의를 통해 도출된 차세대 반도체 분야 직무명-NCS 세분류 연계와 NCS-능력단위 연계, 차세대 반도체 분야 미래유망역량의 구성항목에 대한 내용타당도를 5점 척도로 판정하게 하였으며, 해당 역량의 정의와 구성 항목에 대한 의견을 자유롭게 기술하게 하여 의견을 수렴하였다. 2차 조사는 1차 분석 결과를 바탕으로 수정·보완된 차세대 반도체 분야 직무역량과 미래유망역량의 정의 및 구성항목에 대하여 1차 조사와 동일한 방식으로 타당성 검증과 의견을 자유롭게 기술하도록 하였다. 2차에 걸친 전문가 패널 조사 결과를 바탕으로 차세대 반도체 분야의 직무역량과 미래유망역량의 정의와 구성항목을 최종적으로 도출하였다.

총 2차에 걸쳐 진행된 델파이 조사를 통해 수집된 자료에 대해서 각 문항별로 평균, 표준편차, 중앙값, 최빈값, 내용타당도 비율(CVR: Content ValidityRatio)을 산출하였다. 내용타당도 비율은 Lawshe(1975)의 연구에 기초하였다.

$$\text{내용타당도비율(CVR): } CVR = \frac{N_e - N/2}{N/2}$$

CVR 공식에서 N은 전체 패널의 수이고, Ne는 긍정적인 답변을 한 패널의 수로, 본 연구에서는 5점 리커트 척도를 사용했기 때문에 4점 또는 5점으로 응답한 패널의 빈도를 의미한다. CVR값은 델파이 조사에 참여한 패널의 수에 따라 최소값이 결정되는데 (Lawshe, 1975), 참여한 패널의 수가 8명이었으므로 CVR값이 0.75 이상일 경우 타당도를 확보했다고 볼 수 있다. 1차 델파이 조사에서 내용타당도비율(CVR)값이 0.75 미만인 문항들은 삭제 처리하였고 나머지 문항에 대해서 2차 델파이 조사를 실시하였다. 2차 델파이 조사도 1차 조사와 동일한 방식으로 진행하였으며 2차 조사 결과에 대하여 내용타당도비율(CVR) 값의 타당도 기준(0.75)을 고려하여 최종적으로 구성 항목을 도출하였다. 마지막으로 1,2차 델파이 조사 결과에 대하여 각각 평균, 표준편차, 중앙값, 최빈값, 내용타당도 비율을 제시하였다. 이상의 구체적인 연구 절차를 살펴보면 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 연구 방법 및 절차

IV. 연구 결과

1. 차세대 반도체 직무역량 구성 항목에 대한 타당도 분석 결과

1) 차세대 반도체 분야 역량군과 직무역량에 대한 타당도 분석

1, 2차 델파이 조사 결과 차세대 반도체 분야 역량군과 직무역량에 관련된 타당도의 평균과 내용타당도비율(CVR)값은 <표 10>과 같다. 1차 조사에서 차세대 반도체 분야의 직무는 연구개발, 설계·디자인, 시험 평가·검증, 생산기술, 품질관리 5개 직무와 각각의 NCS 세분류 연계를 살펴보면, 내용타당도비율 기준값 0.75에 미달한 항목은 총 5개로 나타났다. 시험평가·검증과 반도체 장비의 경우, 가장 낮은 평균 인식 수준(3.5)과 내용타당도비율값(0.5)을 보였고 품질관리 직무의 경우 모든 NCS 세분류에서 4 미만의 상대적으로 낮은 평균 인식 수준과 0.5의 낮은 내용타당도 비율값을 보였다.

<표 10> 차세대 반도체 분야 직무역량 대한 타당도 조사

역량군	직무역량	1차 조사 결과		2차 조사 결과	
		평균	CVR	평균	CVR
1. 연구개발	반도체 개발	4.63	1.00	4.63	1.00
	반도체 재료	4.13	1.00	4.25	1.00
2. 설계·디자인	반도체 개발	4.75	1.00	4.75	1.00
	반도체 장비	3.88	0.75	3.88	0.50
	반도체 재료	4.00	0.75	3.75	0.50
3. 시험평가검증	반도체 개발	4.13	0.75	4.50	1.00
	반도체 장비	3.50	0.50	-	-
4. 생산기술	반도체 제조	4.25	0.75	4.38	0.75
5. 품질관리	반도체 제조	3.63	0.50	-	-
	반도체 장비	3.63	0.50	-	-
	반도체 재료	3.75	0.50	-	-
	반도체 장비	3.75	0.50	-	-

2차 델파이 조사를 통해 최종적으로 도출된 차세대 반도체 분야 역량군과 직무역량에 대한 최종 타당성 결과는 <표 11>과 같다.

<표 11> 차세대 반도체 분야 직무명-NCS 세분류명 연계 최종 타당성 결과

역량군	직무역량	평균	표준편차	중앙값	최빈값	CVR
1. 연구개발	반도체 개발	4.63	0.48	5.00	5	1.00
	반도체 재료	4.25	0.43	4.00	4	1.00
2. 설계·디자인	반도체 개발	4.75	0.43	5.00	5	1.00
3. 시험평가검증	반도체 개발	4.50	0.50	4.50	4, 5	1.00
4. 생산기술	반도체 제조	4.38	0.99	5.00	5	0.75

차세대 반도체 분야 역량군과 직무역량에 대한 최종 타당성을 살펴보면, 연구개발에는 반도체 개발과 반도체 재료가, 설계·디자인에는 반도체 개발이, 시험평가·검증에는 반도체 개발이, 생산기술에는 반도체 제조 총 5개 항목이 도출되었다. 전체적으로 4.0 이상의 높은 평균 인식 수준을 보였으며, 설계·디자인-반도체 개발(4.75), 연구개발-반도체 개발(4.63), 시험평가·검증-반도체 개발(4.50), 생산기술-반도체 제조(4.38) 순으로 내용타당도 비율값이 크게 나타났다.

NCS 세분류의 반도체 장비 분야는 기존의 반도체 분야에 속하지만 차세대 반도체 분야와의 관계가 상대적으로 적다는 인식을 확인하였으며 차세대 반도체 분야는 신제품, 신공정기술, 신소재 등의 개발과 주로 관련성이 있어 품질관리 직무와는 관련성이 낮다는 인식을 확인하였다.

2) 차세대 반도체 분야 직무역량 타당도 분석

1, 2차 델파이 조사 결과 차세대 반도체 분야 직무역량 타당도의 평균과 내용타당도비율(CVR)값은 <표 12>와 같다. 1차 조사에서 내용타당도 기준 값에 수용되는 0.75 미만 항목은 설계·디자인-반도체 장비 항목에서 3개, 설계·디자인-반도체 재료 항목에서 5개, 시험평가·검증-반도체 장비 항목에서 2개, 생산기술-반도체 제조 항목에서 6개 항목으로 나타났으며, 품질관리와 보증·정비 직무에서 NCS 세분류와 능력단위 연계는 모두 내용타당도 기준 값을 충족하지 못하였다.

<표 12> 차세대 반도체 분야 직무역량 타당도 조사

직무역량군	직무역량	직무능력단위	1차 조사 결과		2차 조사 결과	
			평균	CVR	평균	CVR
1. 연구개발	반도체 개발	반도체 제품기획	4.75	1.00	4.50	1.00
	반도체 개발	반도체 소자 개발	4.75	1.00	4.63	1.00

직무역량군	직무역량	직무능력단위	1차 조사 결과		2차 조사 결과	
			평균	CVR	평균	CVR
	반도체 개발	아날로그 IP 개발	4.25	0.75	4.00	0.75
	반도체 개발	디지털 IP 개발	4.25	0.75	4.00	0.75
	반도체 개발	반도체 시뮬레이션 개발	4.25	1.00	4.00	0.75
	반도체 개발	반도체 제조 공정 개발	4.75	1.00	4.88	1.00
	반도체 개발	패키지 조립공정 개발	4.50	0.75	4.50	0.75
	반도체 재료	반도체 재료 개발	4.25	0.75	4.38	1.00
2. 설계·디자인	반도체 개발	반도체 아키텍처 설계	4.88	1.00	4.88	1.00
	반도체 개발	아날로그 회로 설계	4.38	0.75	4.75	1.00
	반도체 개발	디지털 회로 설계	4.75	1.00	4.75	1.00
	반도체 개발	반도체 설계 검증	4.75	1.00	4.63	1.00
	반도체 개발	패키지 제품 설계	4.00	0.75	4.50	1.00
	반도체 개발	반도체 펌웨어 개발	4.38	1.00	4.63	1.00
	반도체 장비	반도체 장비 컨셉설계	4.13	0.75	4.50	1.00
	반도체 장비	반도체 장비 주요부 기구설계	4.13	0.75	4.50	1.00
	반도체 장비	반도체 장비 유틸리티 기구설계	3.88	0.50	-	-
	반도체 장비	반도체 장비 시스템 소프트웨어 개발	3.88	0.50	-	-
	반도체 장비	반도체 장비 유틸리티 소프트웨어 개발	3.75	0.50	-	-
	반도체 재료	반도체용 웨이퍼 재료 제조	4.13	0.75	4.25	0.75
	반도체 재료	반도체용 리소그래피 재료 제조	4.00	0.50	-	-
	반도체 재료	반도체용 가스 재료 제조	4.00	0.50	-	-
	반도체 재료	반도체용 금속(Target)재료 제조	3.63	0.25	-	-
	반도체 재료	반도체용 케미컬 재료 제조	4.00	0.50	-	-
	반도체 재료	반도체용 패키지 재료 제조	4.00	0.50	-	-
	3. 시험평가 검증	반도체 개발	반도체 제품 기능·성능 검증	4.50	1.00	4.50
반도체 개발		반도체 신뢰성 평가	4.63	1.00	4.50	1.00
반도체 장비		반도체 장비성능 평가	4.00	0.50	-	-
반도체 장비		반도체 장비 공정성능 평가	4.13	0.50	-	-
4. 생산기술	반도체 제조	Photo 장비 운영	4.38	0.75	4.50	1.00
	반도체 제조	Etch 장비 운영	4.38	0.75	4.38	1.00
	반도체 제조	박막/확산 장비 운영	4.25	0.75	4.50	1.00
	반도체 제조	C&C 장비 운영	4.25	0.75	4.25	0.75
	반도체 제조	MI 장비 운영	4.13	0.50	-	-
	반도체 제조	반도체 생산성 향상	4.13	0.50	-	-

차세대 반도체 분야 직무역량과 미래유망역량 델파이 분석

직무역량군	직무역량	직무능력단위	1차 조사 결과		2차 조사 결과	
			평균	CVR	평균	CVR
	반도체 제조	반도체 웨이퍼레벨 테스트장비 운영	4.00	0.50	-	-
	반도체 제조	반도체 패키지레벨 테스트장비 운영	4.00	0.50	-	-
	반도체 제조	반도체 패키징 전공정장비 운영	4.00	0.50	-	-
	반도체 제조	반도체 패키징 후공정장비 운영	4.00	0.50	-	-
5. 품질관리	반도체 제조	반도체 품질관리	4.00	0.50	-	-
	반도체 제조	반도체 공정 검증	3.75	0.50	-	-
	반도체 제조	반도체 제품 기능·성능 검증	4.13	0.50	-	-
	반도체 제조	반도체 신뢰성 평가	4.13	0.50	-	-
	반도체 제조	수율 개선 및 불량 분석	4.13	0.50	-	-
	반도체 장비	반도체 장비 품질관리	4.13	0.50	-	-
	반도체 재료	반도체 재료 품질관리	4.13	0.50	-	-
6. 보증·정비	반도체 장비	반도체 장비 고객지원	4.00	0.50	-	-
	반도체 장비 품질보증	반도체 장비 품질보증	3.63	0.25	-	-
	반도체 장비 품질보증	반도체 광학장비 유지보수	4.00	0.50	-	-
	반도체 장비 품질보증	반도체 진공 플라즈마 장비 유지보수	4.00	0.50	-	-
	반도체 장비 품질보증	반도체 케미칼 가스 장비 유지보수	4.00	0.50	-	-

2차 델파이 조사를 통해 최종적으로 도출된 차세대 반도체 분야 직무역량에 대한 최종 타당성 결과는 <표 13>과 같다.

<표 13> 차세대 반도체 분야 직무역량 최종 타당성 결과

직무역량군	직무역량	직무능력단위	평균	표준 편차	중앙 값	최빈 값	CVR
1. 연구개발	반도체 개발	반도체 제품기획	4.50	0.50	4.50	4, 5	1.00
		반도체 소자 개발	4.63	0.48	5.00	5	1.00
		아날로그 IP 개발	4.00	1.22	4.00	4	0.75
		디지털 IP 개발	4.00	1.22	4.00	4	0.75
		반도체 시뮬레이션 개발	4.00	0.87	4.00	4	0.75
		반도체 제조 공정 개발	4.88	0.33	5.00	5	1.00
		패키지 조립공정 개발	4.50	1.00	5.00	5	0.75
	반도체 재료	반도체 재료 개발	4.38	0.48	4.00	4	1.00

직무역량군	직무역량	직무능력단위	평균	표준 편차	중앙 값	최빈 값	CVR
2. 설계·디자인	반도체 개발	반도체 아키텍처 설계	4.88	0.33	5.00	5	1.00
		아날로그 회로 설계	4.75	0.43	5.00	5	1.00
		디지털 회로 설계	4.75	0.43	5.00	5	1.00
		반도체 설계 검증	4.63	0.48	5.00	5	1.00
		패키지 제품 설계	4.50	0.50	4.50	4, 5	1.00
		반도체 펌웨어 개발	4.63	0.48	5.00	5	1.00
	반도체 장비	반도체 장비 컨셉설계	4.50	0.50	4.50	4, 5	1.00
		반도체 장비 주요부 기구설계	4.50	0.50	4.50	4, 5	1.00
반도체 재료	반도체용 웨이퍼 재료 제조	4.25	0.97	4.50	5	0.75	
	반도체 개발	반도체 제품 기능·성능 검증	4.50	0.50	4.50	4, 5	1.00
반도체 신뢰성 평가		4.50	0.50	4.50	4, 5	1.00	
4. 생산기술	반도체 제조	Photo 장비 운영	4.50	0.50	4.50	4, 5	1.00
		Etch 장비 운영	4.38	0.48	4.00	4	1.00
		박막/확산 장비 운영	4.50	0.50	4.50	4, 5	1.00
		C&C 장비 운영	4.25	0.97	4.50	5	0.75

차세대 반도체 분야 직무역량 구성항목(능력단위)에 대한 최종 타당성 결과를 살펴보면, 연구개발-반도체 개발에는 7개 항목이, 연구개발-반도체 재료에는 1개 항목이, 설계·디자인-반도체 개발에는 6개 항목이, 설계·디자인-반도체 장비에는 2개 항목이, 설계·디자인-반도체 재료에는 1개 항목이, 시험평가·검증-반도체 개발에는 2개 항목이, 생산기술-반도체 제조에는 4개 항목이 도출되어 총 23개 항목이 도출되었다.

최종 타당성 결과에서 제외된 반도체 장비 유틸리티 기구설계, 반도체 장비 시스템 소프트웨어 개발, 반도체용 리소그래피 재료 제조, 반도체용 가스 재료 제조, 반도체 케미컬 재료 제조, 반도체용 패키지 재료 제조 등은 차세대 반도체 분야의 단위공정 재료 관련 능력단위에 부합하지 않는 것으로 나타났다.

3) 차세대 반도체 분야 직무역량 정의 수정

차세대 반도체 분야 직무역량의 총 23개 항목은 내용타당도 면에서 적합한 것으로 나타났다으나, 차세대 반도체 분야 직무역량 정의에 있어 기존 반도체 직무와는 차별화된 정의가 필요함을 확인하였다. 첫째, 차세대 반도체 분야에서 설계·디자인 직무에 대한 정의를 재점검할 필요가 있다. 설계·디자인-반도체 개발의 경우 일부 능력단위 항목에 대해서는 연구개발 직무와 구분이 어려울 수 있기 때문에 연구개발 직무와 통합할 필요가

있다. 또한 설계·디자인-반도체 장비의 경우 반도체 장비 기구 설계, 반도체 장비 제어, 반도체 장비 전장 설계로 나누어 하위 역량을 구성할 필요가 있다. 이를 위해서는 공정에 대한 이해가 선행되어야 할 것이다.

둘째, 차세대 반도체 분야의 직무역량 구성을 위해서는 신제품/공정개발 관련 신소재 연구개발 항목이 추가될 필요가 있다. 차세대 반도체로 통용되는 대부분이 신개념 전자 장비에 사용되는 반도체 칩으로, 반도체 개발 분야의 차별성을 만드는 주된 활동이 되며, 신제품/신공정/신소재 개발은 차세대 반도체 분야의 핵심이라고 할 수 있어 새로운 직무역량 구성 항목으로 추가될 필요가 있다. 현재 활용되는 차세대 반도체 칩들은 주로 기존과 동일하거나 유사한 재료들을 사용하여 개발이 진행되고 있으나, 앞으로는 다양한 후속 칩들이 출현할 것으로 예상되기 때문에 새로운 재료 분야의 출현으로 인한 확장 가능성을 포함해야 할 것이다.

셋째, 반도체 제조 및 반도체 장비에 대한 품질관리와 보증·정비 직무에 대한 세분화가 필요할 것이다. 최종 타당성 결과에는 제외되었지만 반도체 제조 및 반도체 장비에 대한 품질관리를 추가한다면, 반도체 제조와 관련해서는 반도체 설계품질, 반도체 공정품질, 반도체 Test 품질, 반도체 Wafer Level Reliability, 반도체 Package Level Reliability가 포함되어야 하며, 반도체 장비와 관련해서는 반도체 장비설계품질, 반도체 장비공정품질, 반도체 장비 Test 품질, 반도체 장비관련 가공품 및 수입품질, 반도체 장비 부품품질, 반도체 장비 출하품질, 반도체 장비 고객사 Set-up 품질, 반도체 장비 외주 협력사 품질이 포함되어야 할 것이다. 또한 반도체 장비에 대한 보증·정비를 포함한다면 반도체 장비 내부 Qualification, 반도체 장비 출하품질, 반도체 장비 유지보수, 반도체 장비 고객사 Set-up 품질이 포함되어야 할 것이다.

1, 2차 델파이 조사를 통해 전문가 집단의 의견을 수렴하여 차세대 반도체 분야 직무역량의 23개 구성항목에 대한 수정된 정의는 <표 14>와 같다.

<표 14> 차세대 반도체 분야 직무역량 정의 수정

직무역량군	직무역량	직무능력단위	수정된 정의
1. 연구개발	반도체 개발	반도체 제품기획	전자기기 시장 및 고객의 다양한 요구조건에 맞는 제품을 구현하기 위해 생산 단계별 목표에 맞는 인적·물적 자원 운영 계획을 수립하여 산업동향 및 수요 분석, 제품시양 및 성능 분석, 원가 및 생산역량 분석을 통해 효율적인 제품 개발 계획을 수립하는 능력
		반도체 소자 개발	반도체 공정 능력 개선에 따른 단위소자 개발, 반도체 소자 성능 검증, SPICE 모델 구현 및 단위 회로 적용 평가
		아날로그 IP 개발	아날로그 설계 방법을 활용하여, 새로운 기능 또는 기존 성능을 IP 단위로 개선할 수 있는 개발 능력

직 무 역 량 단 위	직 무 역 량	직 무 능 력 단 위	수 정 된 정 의
2. 설 계 · 디 자 인		디지털 IP 개발	디지털 설계 방법을 활용하여, 새로운 기능 또는 기존 성능을 IP 단위로 개선할 수 있는 개발 능력
		반도체 시뮬레이션 개발	반도체 소자, 반도체 회로 시뮬레이션 툴 개발 및 개선, 신규 소자 시뮬레이션 모델 개발 등
		반도체 제조 공정 개발	설계된 반도체 회로를 웨이퍼에 구현하기 위하여 공정흐름도 해석 및 단위소자 개발을 통해 공정장비 운용, 계측 운용 및 평가, 단위공정을 최적화하기 위한 능력
		패키지 조립공정 개발	반도체를 외부 환경으로부터 보호하고 전력 공급, 신호 전달 등의 기능을 부여하기 위하여 반도체 패키지 제품특성을 해석하고 설계 및 제조하는 능력
	반도체 재료	반도체 재료 개발	반도체 제조를 위한 웨이퍼, 리소그래피(PR등), 케미칼, 가스, 패키지, 신물질 같은 재료를 개량, 개선, 신규제조 하는 능력
	반도체 개발	반도체 아키텍처 설계	고객의 요구 기능을 만족하는 반도체 제품을 설계하기 위해 상위수준의 모델을 구성하고 분석하여 설계 사양을 정의하고, 이를 달성하기 위한 개발 절차와 반도체 공정을 고려한 시스템 레벨 디자인을 하는 능력
		아날로그 회로 설계	바이폴라(Bipolar)와 MOSFET 소자의 공정 특성과 패키지의 특성을 분석하여 아날로그 회로를 구성한 후 시뮬레이션으로 검증하고 제작된 시제품의 측정을 통하여 아날로그 집적회로를 설계하는 능력
		디지털 회로 설계	반도체 설계 과정 중 하드웨어 기술 언어(HDL, Hardware Description Language)와 관련 설계 툴을 활용하여, HDL 코딩, 시뮬레이션, 게이트 레벨 합성, 포스트 시뮬레이션을 통한 회로의 동작, 특성 확인 및 검증과 같은 반도체 설계 과정을 수행할 수 있는 능력
		반도체 설계 검증	반도체 설계 단계에서 설계한 단위블록 및 통합블록이 설계 사양에 맞게 구현되었는지 평가하는 능력
		패키지 제품 설계	반도체를 외부 환경으로부터 보호하고 전력 공급, 신호 전달 등의 기능을 부여하기 위하여 반도체 패키지 제품특성을 해석하고 설계하는 능력
반도체 펌웨어 개발		요구사항 분석을 통하여 반도체 칩에 내장된 중앙처리장치(CPU, Central Processing Unit) 및 주변 하드웨어 장치를 동작시키는 소프트웨어를 설계하고 구현하는 능력	
반도체 장비	반도체 장비 컨셉 설계	반도체 기술 및 고객 요구에 적합한 반도체 장비(전공정, 후공정(패키징, 테스트 등)) 개발을 위해 선행기술을 조사하고, 기본 장비개발 계획서를 작성한 다음, 장비의 핵심적인 성능과 구성을 개념적으로 설계하는 능력	
	반도체 장비 주요부 기구 설계	반도체 소자제조기술 요구수준에 따라 컨셉설계, 각종 모듈구성 및 핵심요소기술을 검토하며, 이를 근거로 모듈 레이아웃, 이송부 및 공정부의 장비 주요 사양을 결정하고, 각종 공학적 역학기술에 기반한 시뮬레이션 및 해석을 통해 주요 사양을 검증한 다음, 장비 주요부의 세부설계를 진행하는 능력	

직무역량군	직무역량	직무능력단위	수정된 정의
	반도체 재료	반도체용 웨이퍼 재료 제조	반도체 제조에 필요한 웨이퍼 재료의 요구사항을 파악하여 선정하고, 제조 및 검증하는 능력
3. 시험평가·검증	반도체 개발	반도체 제품 기능·성능 검증	제품 사양과 특성을 기준으로 시험 장비를 선정하고, 웨이퍼 상태에서 또는 조립 완료 후의 조립품 상태에서 테스트 패턴을 적용하여 전기적 특성 및 동작 특성을 검사하여 양산성을 검증하고, 양품 여부를 판별하는 능력
		반도체 신뢰성 평가	반도체 소자가 가지는 수명 예측기간과 동작 조건 및 사용 환경에 대해 정해진 규격을 만족하는지 여부를 전기적 가속시험, 물리적 파괴시험 등의 평가 기법을 이용하여 평가하고, 이를 바탕으로 수명 시간 예측과 고장 유형별 개선 대책을 수립하는 능력
4. 생산기술	반도체 제조	Photo 장비 운영	반도체 생산을 위한 제조 공정 중 사진 공정을 진행하기 위해 PR(Photo Resist)도포와 노광장비를 통해 노광 후 현상(Develop) 과정을 제어하기 위한 Track 장비, Immersion 장비를 Set-Up 및 유지·개선하는 능력
		Etch 장비 운영	반도체 Etch 장비의 올바른 초기 설치를 위한 Etch 장비 Set-up하기와 Set-up시와 동일한 결과가 나오도록 Etch 장비의 유지, 개선하는 능력
		박막/확산 장비 운영	박막 장비와 확산 장비 분리: 반도체 생산 시 반도체의 특성을 결정 지을 수 있는 불순물 주입공정, 주입된 불순물을 원하는 접합깊이와 농도로 확산하는 공정, 반도체에 결정적인 영향을 미치는 박막 성장 및 증착 공정, 그리고 절연막층 및 금속배선을 위한 금속막층을 형성시키는 공정등을 진행하는 장비들에 대해서 SET-UP하고 유지·개선하는 능력
		C&C 장비 운영	반도체 생산을 위한 제조공정 중 웨이퍼 표면의 오염물, 자연산화막 등을 제어하기 위한 Chemical을 이용한 Wet 세정 Gas를 이용한 Dry 세정(Cleaning) 장비, 웨이퍼 상의 Silicon Oxide 및 Metal 등 다양한 박막의 단차를 제어하기 위한 CMP(Chemical Mechanical Polishing) 공정 장비를 Set-up 및 유지·개선하는 능력

2. 차세대 반도체 미래유망역량에 대한 타당도 분석 결과

1) 차세대 반도체 분야 미래유망역량에 대한 타당도 조사

전문가 서면 검토 이후 유망 역량을 비기술관련 유망 역량과 기술관련 유망 역량으로 구분하였으며 1·2차 델파이 조사 결과 차세대 반도체 분야 미래유망역량에 대한 타당도 평균과 내용타당도비율(CVR)값은 <표 15>와 같다. 1차 조사에서 기술관련 유망 역량에 해당하는 모니터링 역량을 제외한 모든 유망 역량에서 내용타당도 비율값이 기준값인 0.75 이상으로 나타나 초기 조사 문항에서 제시했던 대부분의 역량이 유지되었으며, 모

니터링 역량의 경우 조직의 성과를 모니터링하고 평가하는 것은 적절하지 않다는 의견이 확인되었다.

<표 15> 차세대 반도체 분야 유망(Emerging) 역량 구성 항목에 대한 타당도 조사

비기술/기술역량군	유망(Emerging) 역량	1차 조사 결과		2차 조사 결과	
		평균	CVR	평균	CVR
1. 비기술관련 유망 역량	분석적 사고	4.50	1.00	4.38	1.00
	혁신적 사고	4.38	1.00	4.38	1.00
	비판적 사고	3.88	0.75	4.25	1.00
	적극적 태도와 융통성	4.38	1.00	4.63	1.00
	문제해결능력	4.63	1.00	4.75	1.00
	창의성	4.50	1.00	4.50	1.00
	진취성	4.38	1.00	4.50	1.00
	리더십	4.25	1.00	4.25	1.00
2. 기술관련 유망 역량	기술설계	4.13	0.75	4.50	1.00
	모니터링	3.75	0.50	-	-
	데이터 통제	4.25	1.00	4.25	1.00
	빅데이터 분석 기술	4.63	1.00	4.38	1.00
	프로그래밍	4.63	1.00	4.50	1.00

차세대 반도체 분야 차세대 반도체 분야 미래유망역량의 구성항목에 대한 최종 타당성 결과는 <표 16>과 같다.

<표 16> 차세대 반도체 분야 미래유망역량 구성 항목에 대한 최종 타당성 결과

비기술/기술 역량군	유망(Emerging) 역량	평균	표준 편차	중앙값	최빈값	CVR
1. 비기술관련 유망 역량	분석적 사고	4.38	0.48	4.00	4	1.00
	혁신적 사고	4.38	0.48	4.00	4	1.00
	비판적 사고	4.25	0.43	4.00	4	1.00
	적극적 태도와 융통성	4.63	0.48	5.00	5	1.00
	문제해결능력	4.75	0.43	5.00	5	1.00
	창의성	4.50	0.50	4.50	4, 5	1.00
	진취성	4.50	0.50	4.50	4, 5	1.00
	리더십	4.25	0.43	4.00	4	1.00

비기술/기술 역량군	유망(Emerging) 역량	평균	표준 편차	중앙값	최빈값	CVR
2. 기술관련 유망 역량	기술설계	4.50	0.50	4.50	4, 5	1.00
	데이터 통제	4.25	0.43	4.00	4	1.00
	빅데이터 분석 기술	4.38	0.48	4.00	4	1.00
	프로그래밍	4.50	0.50	4.50	4, 5	1.00

차세대 반도체 분야 미래유망역량 구성 항목에 대한 최종 타당성을 살펴본 결과, 비기술관련 유망 역량에는 분석적 사고, 혁신적 사고, 비판적 사고, 적극적 태도와 융통성, 문제해결능력, 창의성, 진취성, 리더십 총 8개 항목이, 기술관련 유망 역량에는 기술설계, 데이터 통제, 빅데이터 분석 기술, 프로그래밍 총 4개 항목이 도출되었으며 전체적으로 4.0 이상의 높은 평균 인식 수준을 보였다.

비기술 관련 유망 역량에는 문제해결능력(4.75), 적극적 태도와 융통성(4.63), 창의성·진취성(4.50) 순으로 크게 나타났으며 기술 관련 유망 역량에는 기술설계(4.50), 프로그래밍(4.50), 빅데이터 분석 기술(4.28) 순으로 크게 나타났다.

2) 차세대 반도체 분야 미래유망역량 정의 수정

모니터링 1개 역량을 제외하고, 차세대 반도체 분야에 대한 미래유망역량 항목은 대부분 내용타당도 면에서 적합했으며 패널 간 일치된 의견을 도출할 수 있었다. 그러나 역량의 정의를 보다 명확히 하기 위하여, 반도체 공정 과정에서 직접 적용할 수 있도록 역량의 명칭이나 문장의 일부를 수정하였다.

1, 2차 델파이 조사를 통해 수집한 패널들의 의견을 바탕으로 차세대 반도체 분야 미래유망역량에 대한 수정된 정의는 <표 17>과 같다.

<표 17> 차세대 반도체 분야 미래유망역량 정의 수정 사항

역량군	미래유망역량	수정된 정의
1. 비기술 관련 유망 역량	분석적 사고	어떤 문제를 체계적으로 정리, 분석하고 주어진 정보 데이터를 가공, 분석하여 문제를 해결하는 능력
	혁신적 사고	어떤 주어진 문제를 해결함에 있어 새로운 아이디어와 새로운 접근 방식을 생각해내는 능력
	비판적 사고	단편적인 정보를 종합하여 전체 상황이나 문제의 연관성을 찾아내거나, 논리와 추론을 사용하여 문제에 대한 대안을 도출해 내는 능력
	적극적 태도와 융통성	현재 및 미래의 문제 해결 및 의사 결정에 대한 새로운 정보의 의미를 이해하고, 새로운 것을 배우거나 가르칠 때 상황 변화에 적합한 훈련 지도 방법과 절차를 선택하고 사용하는 능력

	문제해결 능력	복잡한 문제를 식별하고 관련 정보를 검토하여 어렵거나 예상치 못한 상황을 처리할 수 있는 능력
	창의성	주어진 문제를 해결함에 있어 새로운 아이디어를 생성, 개발 및 전달할 수 있는 능력
	진취성	초기에 문제 해결을 주도하며, 일을 완수하고 책임을 지는 의지를 나타내는 개인적인 특성
	리더십	공동의 목표를 구체화 하고 같은 방향으로 나아갈수록 동기를 부여하는 기술
2. 기술관련 유망 역량	기술설계	전체 공정의 흐름을 파악하여 필요한 장비 및 기술을 생성하거나 조정하는 능력
	데이터 운영	Raw Data의 수집, 분석, 평가를 통한 데이터 체계화 능력
	빅데이터 분석 기술	빅데이터 분석 스킬을 활용하여 대량의 패턴화되어 있지 않은 정보를 가공하여, 정보 상에서 제공되지 않는 정보를 만들어내거나, 새로운 문제 해결의 실마리를 찾아내는 능력
	프로그래밍	다양한 목적을 위한 컴퓨터 프로그램을 응용하여 활용하는 능력

V. 결론, 논의 및 제언

동종·이종 기술의 융·복합화에 따라 차세대 반도체 분야는 새로운 시장이 창출되는 효과와 더불어, 초지능화, 초연결화를 구현하는 핵심 부품으로써 지속적인 성장이 예측되는 분야이다(산업통상자원부 외, 2021). 본 연구에서는 차세대 반도체 7개 직무와 국가직무능력표준을 매칭하여 직무역량 초안을 구성하였고, 차세대 반도체 분야에 요구되는 공통역량을 도출하기 위해 세계경제포럼에서 제시한 미래 유망스킬, 국가직무능력표준에서 제시하는 직업기초능력과 선행연구의 디지털역량, 고등교육에서 필요한 미래역량을 나열하고 종합하여 역량풀을 구성하였다. 이를 기초로 2회의 델파이 조사를 통해 직무역량과 미래유망역량에 대한 내용 타당도를 조사하였다. 분석 결과에 대한 결론 및 논의는 다음과 같다.

첫째, 차세대 반도체 분야의 역량에 대한 내용타당도 분석 결과, 기존 반도체 직무와 차별화된 정의가 필요하며, 새로운 분야의 출현과 확장에 대한 직무역량 구성과 직무에 대한 세분화가 중요함을 확인하였다. 특히, 설계·디자인 직무 정의가 연구개발과 중첩되는 부분이 존재하였다. 연구개발 직무의 아날로그 IP개발과 디지털 IP 개발 능력단위는 설계디자인 직무의 아날로그 회로 설계와 중첩되는 부분이 있지만, 전문가들의 의견이 하나로 수렴되지 않아 본 연구에서는 하나의 능력단위로 통합하지 않았다. 향후에는 차

세대 반도체 칩들이 기존과는 다른 자료를 활용하여 개발될 것이기 때문에 새로운 분야의 출현에 대한 확장 가능성이 포함되어야 한다. 따라서 차세대 분야 반도체 직무역량 구성을 위해서는 신제품/공정개발 관련 신소재 연구개발 항목이 추가되어야 할 것이다. 또한 반도체 제조 및 장비와 관련된 품질관리 역량이 최종 내용 타당성 결과에서는 제외되었지만, 최근 반도체 산업의 공정 미세화와 장비 및 소재의 기술 증대로 인해 반도체 제조 및 장비와 관련된 품질관리분야가 전문화·세분화될 필요가 있다.

둘째, 차세대 반도체 분야에 요구되는 기술과 디지털 역량 구멍은 중요하며, 단순 기술과 디지털 활용보다 더 나아가 신기술을 개발하고 융합하는 역량이 필요할 것이다. 전문가 논의와 델파이를 통해 비기술 관련 유망역량과 기술 관련 유망 역량으로 분류하고 하위 역량에 대한 정의를 도출하였다. 비기술 관련 유망역량 하위요소에는 문제해결능력, 적극적 태도와 융통성, 창의성·진취성 등이 포함되었으며 기술관련 유망 역량 하위요소에는 기술설계, 데이터 운영, 빅데이터 분석 기술, 프로그래밍이 포함되었다. 이들은 차세대 반도체의 기술 개발 및 응용과 밀접하게 연관되는 역량이라 할 수 있으며, 직무역량과 미래유망역량이 복합적으로 연계되어 이해될 필요가 있다. 미래유망역량은 본 연구에서 차세대 반도체 분야에 맞게 새롭게 모델링을 시도하였으며, 총 2개의 역량군과 12개의 역량이 도출되었다.

이 연구의 결과를 토대로 연구 결과의 활용 및 후속연구에 대한 제언은 다음과 같다.

첫째, 이 연구에서 도출된 직무역량과 미래유망역량에 대한 다양한 방법과 도구를 활용하여 후속 검증을 할 필요가 있다. 타당화 검증을 다각화하여 본 연구에서는 제외된 차세대 반도체 분야에 필요한 역량들이 세분화되고 추가될 수 있을 것이다. 또한 차세대 반도체 분야에 새롭게 부상하는 직무들을 발굴하고 논의를 확대할 필요가 있다.

둘째, 직무역량과 미래유망역량 도출 및 타당화 작업, 그리고 내용 및 수준의 고도화를 통해 역량을 체계화할 필요가 있다. 현재 이종 업종간의 융합이 진행됨에 따라 반도체 수요 증가와 함께 인력 수요가 발생하고 있으며 차세대 반도체 관련 직무의 수준별로 다양한 인력이 필요한 상황이다. 현재는 석·박사 등의 고급 인재뿐만 아니라 기존 반도체 직무에서 차세대 반도체 직무 분야로 이동하는 전환 인력에 대한 재교육 수요가 발생하기 때문에 이러한 양성교육과 함께 역량향상을 위한 교육과정 개발을 위해서는 본 연구에서 개발된 역량을 활용함과 동시에 지속적으로 직무역량과 미래유망역량에 대한 도출과 검증이 필요할 것이다.

타당성 조사 시 더 많은 전문가가 델파이 조사에 참여하지 못한 부분은 본 연구의 한계라 할 수 있지만, 그럼에도 불구하고 코로나와 반도체 슈퍼사이클을 맞이한 상황에서 모시기 어려운 전문가들과 비대면 회의와 서면 검토를 통해 연구의 질을 담보하기 위해 노력하였다.

참고문헌

- 고용노동부 (2020. 07. 07). **2020년 고시기준 NCS NCS 능력단위 목록 알림 (고시 제2020-89호)**.
https://www.ncs.go.kr/th06/bbs_lib_view.do?libDstinCd=47&libSeq=20200710101447476&searchCondition=&searchKeyword=&pageIndex=0
- 국가직무능력표준(NCS) (연도미상). **직업기초능력**. <https://www.ncs.go.kr/th03/TH0302List.do?dirSeq=152>
- 권민철 (2021. 4. 13.). **웨이퍼 흔든 바이든 “반도체는 인프라” 실리콘 격변 예고**. 노컷뉴스.
<https://www.nocutnews.co.kr/news/5534081>
- 김기홍, 홍선이, 주홍석 (2017). **4차 산업혁명에 대비한 전문대학 역량기반교육 운영 내실화 방안**. 한국직업능력개발원.
- 김영은 (2021. 12. 16). **서울대, 반도체 계약학과 2년 만에 재추진...기업 아닌 협회와 손잡는다**. 이코노미스트. <https://economist.co.kr/2021/12/16/industry/normal/20211216160318168.html>
- 김진모 (2001). 기업의 인적자원 개발을 위한 역량중심의 교육과정 개발. **직업교육연구**, 20(2), 109-128.
- 노규성, 박성택, 박경혜 (2015). 빅데이터 직무능력 참조모형에 관한 융합적 연구. **디지털융복합연구**, 13(3), 55-63
- 산업통상자원부, 한국산업기술진흥원, 산업연구원 (2021). **차세대 반도체 산업기술인력 보고서**. 한국산업기술진흥원.
- 세계경제포럼(WEF) (2020. 10. 20). **The Future of Jobs Report 2020**. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020/in-full/infographics-e4e69e4de7>
- 유혜원, 김태성 (2010). 정보보호 전문인력의 직무 전환 의도와 전환사유. **정보보호학회논문지**, 20(1), 95-104.
- 윤혜림, 윤관식, 전화익 (2013). 반도체 기술 R&D 연구인력의 역량연구: H사 기업부설연구소를 중심으로. **대한공업교육학회지**, 38(2), 267-286
- 이용용 (2021. 4. 6.). **유럽연합(EU) 2030을 향한 디지털 비전**. <https://www.hiic.re.kr/vol-03-%EC%9C%A0%EB%9F%BD%EC%97%B0%ED%95%A9eu-2030%EC%9D%84-%ED%96%A5%ED%95%9C-%EB%94%94%EC%A7%80%ED%84%B8-%EB%B9%84%EC%A0%84/>
- 이재원, 윤석천 (2011). 반도체 산업의 국가직무능력표준에 기반한 훈련수요 분석. **한국산학기술학회 논문지**, 12(11), 5178-5187.
- 전중호, 이철현, 이영민, 이남철, 오관택 (2019). **4차 산업혁명 시대에 대비한 직업계고 디지털**

역량 교육 연구. 한국직업능력개발원.

- 정인성 (2021). **반도체 제국의 미래.** (경기 파주:) 이레미디어.
- 최숙영 (2018). 제 4 차 산업혁명 시대의 디지털 역량에 관한 고찰. **컴퓨터교육학회 논문지**, 21(5), 25-35.
- 한국대학교육협의회 (2020). **전자반도체분야 요구분석결과 종합보고서.** 한국대학교육협의회
- 한국산업인력공단 (2015). **NCS 국가직무능력표.** <https://www.ncs.go.kr/unity/th03/selectKeywordSearch.do>
- Carretero, S., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2017). *The digital competence framework for citizens*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <http://svwo.be/sites/default/files/DigComp%202.1.pdf>
- Dubois, D. D. (1993). *Competency-based performance improvement: A strategy for organizational change*. Amherst, MA: HRD Press.
- Keil, S., Lindner, F., Moser, J., von der Weth, R., & Schneider, G. (2020). Competency requirements at digitalized workplaces in the semiconductor industry. *Proceedings of the 1st and 2nd European Advances in Digital Transformation Conference*(pp. 88-106). <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-030-48602-0.pdf>
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28, 563-575.
- O*Net Online (2021. 4. 6.). *Browse by Basic Skills*. <https://www.onetonline.org/find/descriptor/browse/2.A/2.A.1>
- Prifti, L., Knigge, M., Kienegger, H. & Krmar, H. (2017, February 12-15). A competency model for "Industrie 4.0" employees. In J. M. Leimeister., & W. Brenner, *Proceedings of 13th International Conference on Wirtschaftsinformatik*(pp. 46-60). Switzerland: University of St. Gallen.
- Silicon Times. (2021. 4. 5.). **한국반도체산업협회 리포트 [Vol. 597]**. 한국반도체산업협회. <https://www.ksia.or.kr/mail/20210405/1.pdf>
- Spencer, L. M., & Spencer, S. M. (1998). **핵심역량모델의 개발과 활용** (민병모 외 역). 서울 : 피에스아이컨설팅. (원서는 1993년 발행)

Abstract

Analysis of job competency and future emerging skills in the next-generation semiconductor field

Han-na Moon, Yu-mi Kim, Se-mi Lee

This study identified job competencies and future emerging skills in the next-generation semiconductor field, which is in high demand with digitization and new technology convergence. First, job competencies were constructed by integrating the seven jobs in the next-generation semiconductor field presented by the Ministry of Trade, Industry and Energy and the National Competency Standard. In addition, future emerging skills were newly established by reviewing the prospective competencies literature. After that, a Delphi survey was conducted to verify the content validity of job competencies and future emerging skills. As a result, a total of 23 job competency components in the next-generation semiconductor field have been identified, and 8 non-technology-related competencies and 4 technology-related emerging competencies were derived.

In regard to next-generation semiconductor job competencies, it was confirmed that job competency composition and job segmentation for the formation and expansion of new fields are required. In addition, it was confirmed that the ability to develop and converge new technologies is required rather than simple technology or digital utilization. The results of this study are expected to be utilized to develop a curriculum for up-skilling when there is a need for re-training for the workforce transitions, which implies moving to the next-generation semiconductor job field in the future.

Key words : *the Next-generation Semi-conductor, Competency, Future emerging skills, Reskilling, Upskilling*