

VOL 22-10
2022.10

KEIT PD

Issue Report

PD 기술 이슈

ISSUE 1 전기차 실시간 가치평가 기술

ISSUE 2 워케이션 서비스와 지식서비스 기술개발

ISSUE 3 차세대 광소자 기술동향 및 발전방향

ISSUE 4 뿌리산업분야에서 열처리 산업과 협업에 의한 품질 향상 방안

Keit 한국산업기술평가관리원
Korea Evaluation Institute of Industrial Technology



공공누리
공·공·저·작·물·자·유·이·용·허·락

VOL 22-10 2022.10
KEIT PD ISSUE REPORT

① [PD 기술 이슈 1] 전기차 실시간 가치평가 기술	05
② [PD 기술 이슈 2] 워케이션 서비스와 지식서비스 기술개발	16
③ [PD 기술 이슈 3] 차세대 광소자 기술동향 및 발전방향	35
④ [PD 기술 이슈 4] 뿌리산업분야에서 열처리 산업과 협업에 의한 품질 향상 방안	50

VOL 22-10
2022.10

KEIT PD

Issue Report

PD 기술 이슈

ISSUE 1 전기차 실시간 가치평가 기술

ISSUE 2 워케이션 서비스와 지식서비스 기술개발

ISSUE 3 차세대 광소자 기술동향 및 발전방향

ISSUE 4 뿌리산업분야에서 열처리 산업과 협업에 의한 품질 향상 방안





PD 기술 이슈

ISSUE 1

전기차 실시간 가치평가 기술

- KEIT 전기수소차PD

ISSUE 2

워케이션 서비스와 지식서비스 기술개발

- KEIT 지식서비스PD

ISSUE 3

차세대 광소자 기술동향 및 발전방향

- KEIT 스마트전자PD

ISSUE 4

뿌리산업분야에서 열처리 산업과 협업에 의한 품질 향상 방안

- KEIT 뿌리기술PD

전기차 실시간 가치평가 기술

| 저자 | 이봉현 전기수소차PD / KEIT

이주훈 수석연구원 / KEIT

홍영선 센터장 / 한국생산기술연구원

SUMMARY

■■ 전기차 실시간 가치평가 기술개발 배경

- ★ 탄소중립 사회 구현을 위한 친환경 모빌리티 전환에 맞춰 전주기적 관점에서 전기차 대중화와 보급확대를 위해 소비자 수용성 제고 및 시장 신뢰 확보 방안 필요
- ★ 전기차에 대한 성능·안전성·경제성 등의 평가기준 미비로 인해 운행 중 전기차의 가치평가에 대한 신뢰 부족으로 동일조건의 내연기관차에 비해 과도한 감가 발생
- ★ 전기차 보급이 증가함에 따라 주행이력 기반의 생애 전주기적인 평가기술 확보를 통해 전기차 대중화와 전·후방 산업생태계 창출 필요

■■ 시사점 및 정책제안

- ★ 전기차 보급확대에 따라 관련 시장은 급성장하고 있으나, 노후화와 성능평가 기준 미비로 인해 시장의 불신 및 사용자의 불만이 증가되는 추세
- ★ 배터리, 모터 및 전력변환장치 등의 전장품으로 구성된 전기차의 노후화, 성능, 잔존가치 및 경제성에 대한 종합적인 평가/검증 기술이 부족한 상황임
- ★ 운행 중 전기차에 대한 성능·안정성·경제성 등의 전주기적인 관리를 통해 친환경 기반 미래차 산업생태계로의 전환 비즈니스 모델 구체화 필요

1. 전기차 실시간 가치평가 기술 개요

■ 전기차 보급확대에 따른 가치평가 기술의 중요성

★ 탄소중립 사회구현을 위해 친환경 모빌리티로의 전환정책을 추진중에 있으며, 전기차 대중화를 위하여 전기차의 전주기적 생태계 강화를 통한 사회적 수용성 제고 및 시장 신뢰 확보 필요

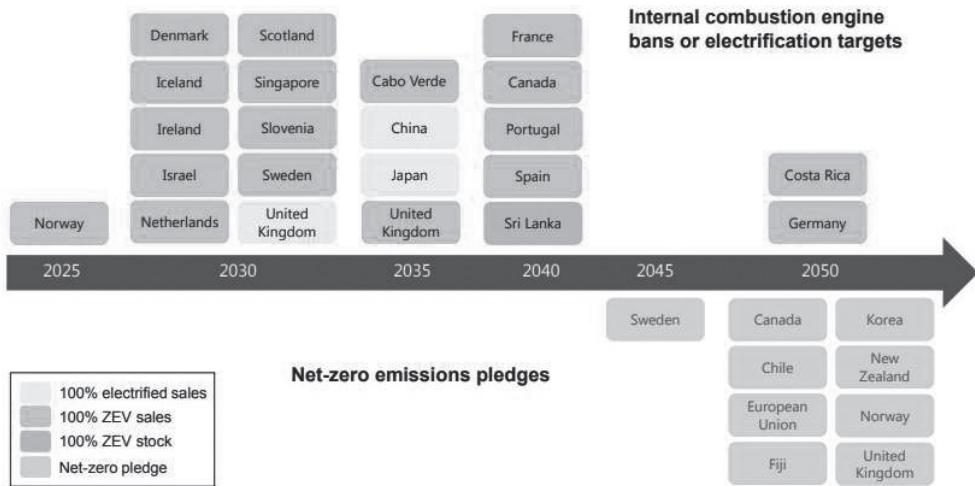
- 제4차 친환경 자동차 기본계획('21.02.) : 전기차 보급 113만 대('25년), 300만 대('30년) 목표
- 2050 탄소중립 시나리오('21.10) : 미래모빌리티로의 전환 및 전주기 산업 생태계 강화를 통한 경제구조 저탄소화 추진
- 120개국 이상이 탄소중립 실천을 선언 하였고, 그중에서 영국, 중국, 일본 등 20여 개국 이상이 향후 5년~30년 이내로 내연기관 차량의 판매를 전면금지 계획

★ 전기차 보급확대에 따라 전기차 시장은 급성장하고 있으나, 전기차 생애 전주기적인 노후화와 성능에 대한 평가 기술이 미비하여 시장의 불신과 사용자의 불만 발생 요인으로 작용

- 국내 외 유행 중 전기차 시장은 급성장 중이지만 전기차 평가기준 미비로 인해 내연기관차 감가율 대비 전기차 감가율이 2배 이상 높게 형성됨
- 해외의 경우 차량 생산에서부터 폐차까지 생애 전주기를 관리하여, 유행되고 있는 전기차에 대한 소비자 인식과 안전성을 제고하고 부정적 인식 해소
- 국내 전기차의 경우 차량 성능과 안전성 등의 가치평가 기술과 체계가 미비하여 해외 차량대비 감가율이 현저히 높게 형성됨

★ 전기차 대중화와 수용성 제고를 위해 소비자와 시장이 신뢰할 수 있는 실시간 차량 안전 및 성능 평가기술 개발과 이를 위한 검증이 필요

- 국내 전기차의 경우 배터리, 모터, 인버터 등 전기동력 전달시스템에 대한 지속적인 고장증가로 인해 최근 무상점검 및 리콜 건수가 급증
- 전기차의 감가율은 신차구매와 보급확대에 중요한 요인으로, 신뢰성 있는 가치평가 기술개발 및 체계 구축을 통해 사회적 수용성 제고 필요



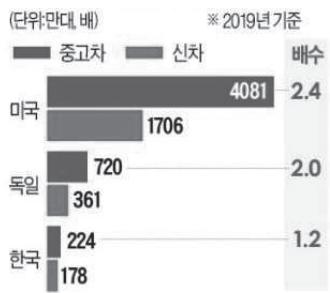
(출처 : IEA(2021.04), Global EV outlook 2021)

| 그림 1. 국가별 내연기관차량 판매, 운행 금지 및 탄소중립 계획(안) |

■ 운행 중 전기차 평가 필요성

★ 신차대비 운행 중 차량의 거래가 활발하고 미국과 독일시장에서 보듯이 운행 중 차량에 대한 산업적 비중을 고려할 때 전기차 시장에서도 그 중요성이 강조되고 있음

- 미국의 사용중 차량 시장은 약 4,081만 대, 독일의 경우 720만 대로 신차대비 높은 규모의 경제를 보이고 있는 반면 한국의 경우 224만 대로 신차대비 1.2배수로 낮은 수준임
- 이는 운행 중 차량 시장에 대한 소비자의 신뢰성이 낮다는 것을 의미하는 것으로, 이를 극복하기 위해서는 신뢰성 있는 가치평가기술 개발과 기준 마련이 필요함



(출처 : 한국경제, 2020.08.30)

| 그림 2. 신차-운행 중 차량의 판매량 비교 |

2. 전기차 가치평가 기술동향

■ 주행데이터 기반의 고장진단 및 예지보전 기술 동향

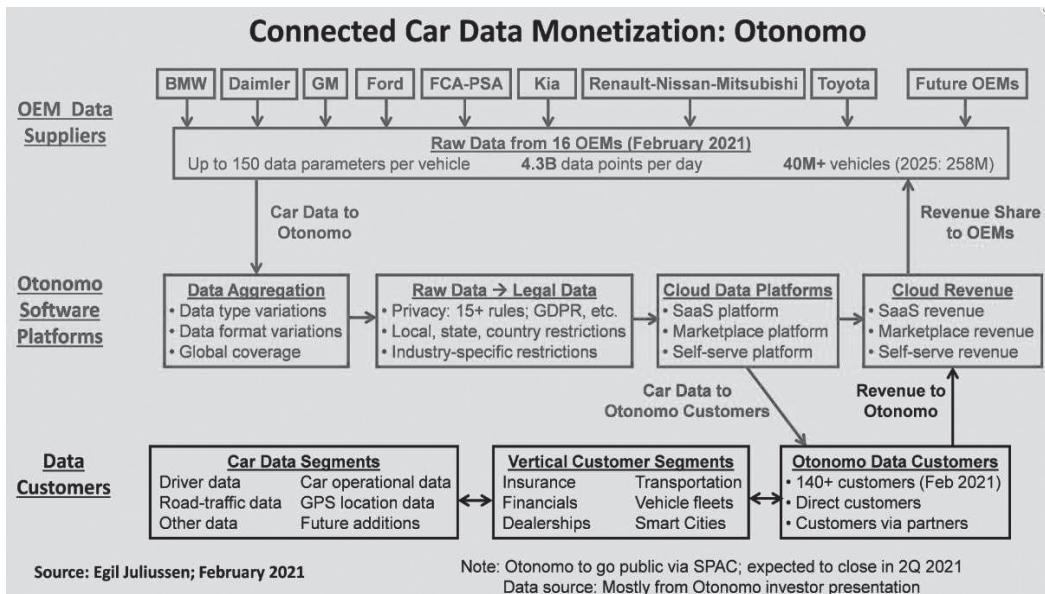
- ★ 운행 중 전기차 주요 전장품의 다양한 계측 데이터를 수집, 관리, 처리하는 실시간 모니터링 기술을 통해 차량 및 주요부품의 현재 상태를 감시하고 주요 데이터를 관제하는 시스템이 반드시 필요함
 - 전기차의 경우 내연기관차와 달리 고장 특성 및 열화 메커니즘이 주로 전기/화학적인 부분과 연계되어 있어서 기존 진단기술의 적용이 어려운 상황임
 - 데이터 로거 장비 장착 및 네트워크 연계를 통해 데이터 수집, 관리, 분석이 가능한 시스템 구축이 필수적임



| 그림 3. 실시간 주행 모니터링 시스템(한국자동차연구원) |

★ 주요전장 부품에서 계측되는 빅데이터를 기반으로 고장진단 및 예지보전 기술 개발이 진행중

- 이스라엘 Otonomo Technologies는 EV 주행데이터를 활용하여 유지보수 정보를 제공중 있음. 미국, 유럽, 아시아 각국에 대한 초연결, 지능형 교통시스템 구현을 위한 핵심 데이터로 활용 예정임
- 전기차 유지보수 이슈 제공, 배터리 상태 및 충전소 상황을 고려한 지능형 충전시스템, V2G 등의 다양한 서비스 모델 구축

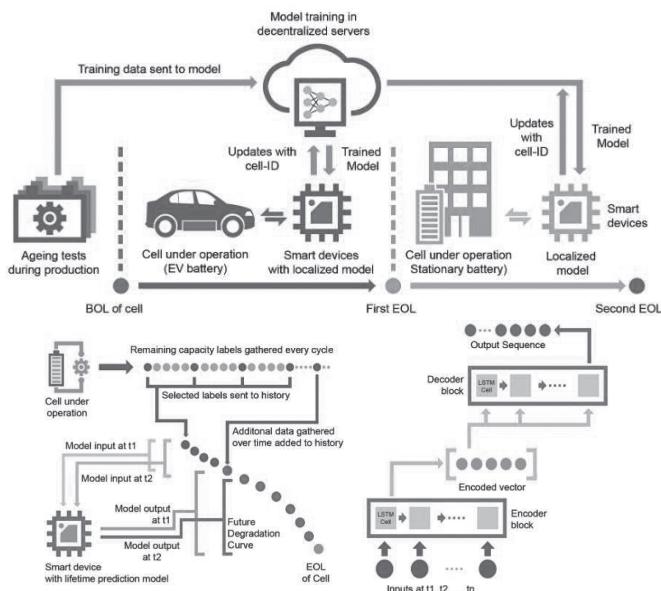


(출처 : Egil Juliussen; February 2021)

| 그림 4. 실주행 차량의 데이터 활용 프로세스(Otonomo Technologies) |

■ 전기차 잔존가치 평가기술 현황

- ★ 최근 들어 전기차 잔존가치 평가기술은 빅데이터와 머신러닝 기반을 주로 활용하는 추세이고, 배터리, 모터, 인버터 등 주요 전장품에 대한 평가기술 개발이 진행중에 있음
 - 전기차 및 전장품의 데이터 종류와 양이 방대하므로, 모델기반 분석보다는 데이터 기반 분석기법이 주로 사용되고 있음
- ★ 전기차 배터리 고장 평가를 위해서 배터리 탈거 및 충방전 테스트 등의 절차로 장시간이 소요되고, 고가의 평가장비가 필요한 상황이므로, 신속하고 편리한 진단을 위해 주행 및 충전 이력 데이터 기반의 잔존가치 평가기술이 주로 연구되고 있음
 - 일본의 경우 사용중 전기차 배터리의 안전성 및 성능을 평가하는 기술 개발을 목표로 전기차 배터리 충전시 수집되는 전압, 전류 등의 이력 데이터의 통계적인 분석을 통해 탈거 없이 신속/정확한 평가기술을 개발하고 있음
 - 독일의 경우, 배터리 관리 솔루션을 통해 운전자에게 배터리의 성능, 수명, 고장상태 및 관리방안을 제안하는 유지보수 기술이 제공되고 있음.
 - UN/ECE는 배터리 내구성 평가 및 기준을 제시하여 배터리의 안전 관리안 제시
 - ① 5년 이내 또는 10만km 주행까지 HEV 및 BEV 배터리 SOH 80 유지 만족
 - ② 8년 이내 또는 16만km 주행까지 SOH 70% 유지 만족



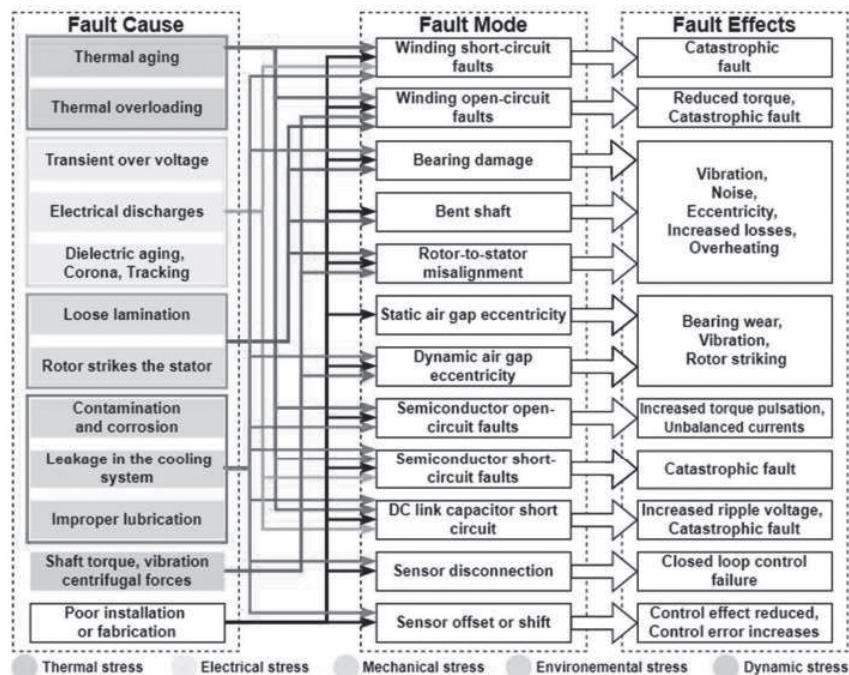
| 그림 5. online 배터리 용량/성능 저감 측정법 |

★ 모터의 경우 모터드라이버 고장, 부품파손, BLDC 모터 열화 등에 기인하고 주요원인으로는 과부하, SMPS 열화, 과온, 불안정한 충방전, 과부하 등으로 평가되어 이에 대한 잔존가치 기술개발이 진행중

- 시뮬레이션 및 축소 모델을 활용한 성능 주요 파라미터 추정법 및 진단기법 개발중

- 실주행 환경을 모사한 트랙션 시스템을 기반으로 구동부품 및 모터의 효율 평가법 개발 및 에너지 손실 분석 기술 개발중

★ 인버터의 성능 및 신뢰성은 내부 전력전자 부품에 의해 주로 결정되며 주행조건, 온습도 등의 미션 프로파일 데이터에 대한 평가기술 개발이 진행중임



| 그림 6. 전기차 파워트레인의 다양한 고장모드별 영향 및 원인 |

3. 전기차 가치평가 시장동향

■ 운행 중 전기차 산업현황

- ★ 전기차의 경우 거래 절차, 품질보증, 가격 산정 등 불투명 요소가 존재하며, 최근 인공지능과 빅데이터 등 혁신기술을 활용한 차량 관리 및 판매 서비스 시장이 성장 중임
 - (미국) 딜러 및 개인 거래가 활발한 미국 사용중 전기차 시장은 최근 소비자들의 온라인 구매 선호로 Carmax, Vroom, Carvana 등 온라인 유통 시장이 확대되며 지속 성장
 - (중국) '15년까지 지역 완성차 업체 및 딜러 보호를 위해 타 지역간 중고차 거래를 제한하였으나, '16년부터 거래를 허용하면서 전체 시장 규모가 매년 증가하는 추세
 - (일본) 사용중 전기차 거래사업의 낮은 진입 장벽과 체계적인 물류 인프라·경매 시스템으로 시장이 활성화

European Used Car Market - e-commerce marketplace platforms

	Basic C2C, B2C Marketplace	Traditional Bricks & Clicks Marketplace	Broker Marketplace	Online Car Retailer	Aggregators	Big Boys Arena
	Platform connecting sellers & buyers	Platform of used car/new car dealers, leasing companies, car rental companies, OEM used car program	Platform to support UC sales of retail customers	Online UC sales platform	Connecting B2B and B2C dealers & wholesalers	Traditional B2C marketplace
Physical store	🚫	✓	🚫	✓	🚫	🚫
Stocking facility	🚫	✓	🚫	✓	🚫	🚫
Direct purchase of used car	🚫	✓	🚫	✓	🚫	🚫
Sale OR listing of used car	Used Car Listing	Used Car Sale	Used Car Listing	Used Car Sale	Used Car Listing	Used Car Listing
Revenue source	Subscription	Resale margin from used car sales + Commission from value add	Commission from used car sale + Value adds	Resale margin from used car sales + Commission from value add	Subscription	Used Car Sale/ Subscription
Average vehicle age	All age group	Majority young	Majority young	Majority young	All age group	All age group
Photo quality	Customer/ dealer photo	High quality with background	Photoshop / High quality photo	High quality with background	High quality with background	Customer/ dealer photo
Business segment						

Note: these are Frost & Sullivan classifications

Source: Frost & Sullivan

(출처: Frost & Sullivan Blog, New Digital Retailing Business Models('20.7))

| 그림 7. 시장플랫폼 중심의 유럽 사용중 자동차 시장 |

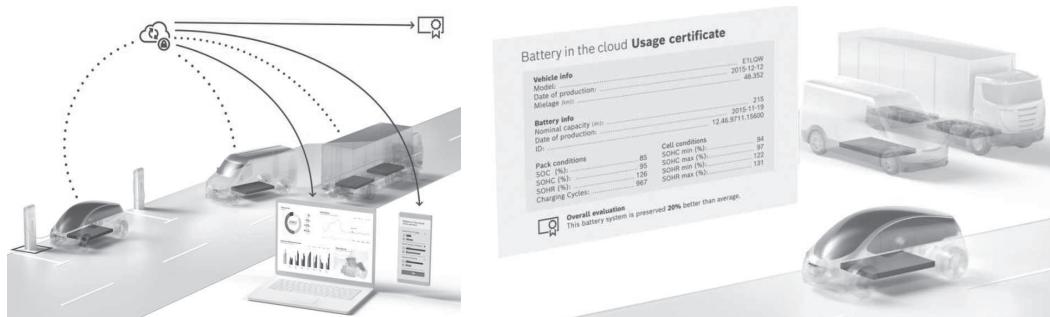
- ★ 국내 사용중 전기차 시장에서의 최종거래 평균가격은 매매업자를 통한 거래가 당사자간 거래보다 매우 높아 소비자들이 매매업자를 통한 거래를 기피함

- ★ 글로벌 신차판매 시장의 경우 성장률이 둔화되고 있으나 사용중 전기차 시장은 여전히 성장을 이어 나가고 있음

- 이러한 변화를 가져다준 가장 큰 요인은, 거래의 모든 요소를 간단하고 편리하면서도 빠르고 투명하게 만든 새로운 디지털 판매 시스템으로써 이로 인한 거래가 활기를 띠는 중

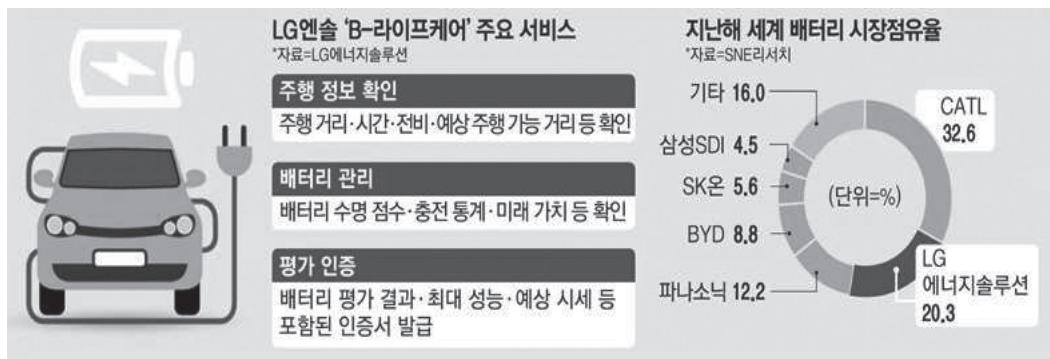
■ 기업별 서비스 현황

- (BOSCH) Battery in the cloud를 통해 전기차 배터리를 실시간 관리하면서 원격인증 및 성능평가를 수행하는 서비스 제공



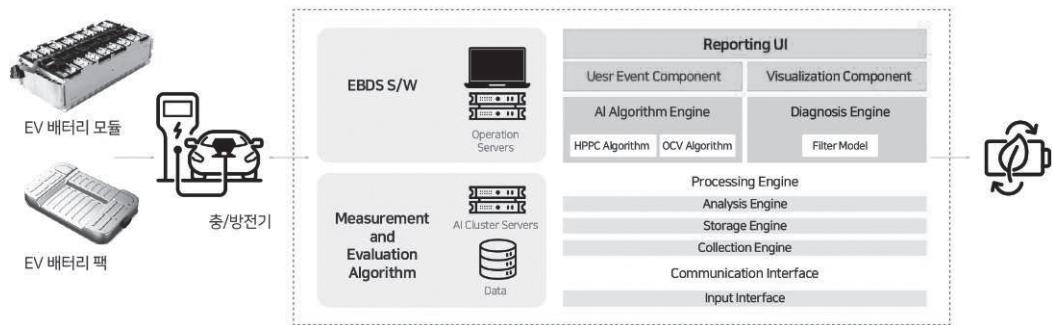
| 그림 8. Battery in the cloud service(Bosch) |

- (LG엔솔) 전기차 소유주에게 배터리 수명 및 상태를 알려주는 지능형 관리서비스 제공



| 그림 9. 배터리 관리서비스(Baas) (LG엔솔) |

- (Quantum solution) 탈거된 배터리로부터 모듈단위의 열화, 안전상태 등을 평가



| 그림 10. 전기차 배터리 잔존가치 측정시스템(Quantum Solution) |

4. 결론 및 시사점

■ 전기차 시장활성화를 위한 실시간 가치평가 기술 확보 시급

- ★ 운행 중 전기차 증가에 따라 성능 및 안전성에 대한 소비자 신뢰도가 떨어지고 있고, 이는 전기차 보급확대에 걸림돌로 작용하고 있음
- ★ 전기차의 주요 전장품 대한 상태, 성능, 안전성 및 경제성을 고려하는 종합적인 평가기술 개발이 반드시 필요함
- ★ 이는 전기차 산업생태계의 활성화 및 후방산업 육성을 통한 신규 비즈니스모델 창출에 기여할 것으로 판단됨
- ★ 전기차 생산에서 폐기까지의 전주기적인 관리를 통한 미래차 생태계로의 전환에 기여하고, 전·후방산업 관련 new-player의 육성 및 전기차 이용과 관련하여 적극적인 신산업 발굴/육성과 지원 필요

[참고문헌]

1. Li, Weihan, et al., “One-shot battery degradation trajectory prediction with deep learning.”, Journal of Power Sources 506 (2021): 230024.
2. Wu, Chenyun, et al., “Fault Diagnosis Methods and Fault Tolerant Control Strategies for the Electric Vehicle Powertrains.”, Energies 15.13 (2022): 4840.
3. “미래자동차 산업 발전 전략 : 2030년 국가 로드맵”, 관계부처합동(2019).
4. “제4차 친환경자동차 기본계획(2021~2025)”, 관계부처합동(2021).
5. “Automotive software and electronics 2030”, Mckinsey & Company(2019).
6. “미래 글로벌 시장 선도를 위한 2050 미래산업 예측”, 한국산업기술평가관리원(2021).

[국내외 주요 기술개발 현황]

연구기관명	프로젝트명	개요	연구기간
한국자동차연구원	• 자동차산업미래기술 혁신을 위한 오픈플랫폼 생태계 구축	• 상용차 OBD 상태정보 기반 제동 및 전장부품의 건전성관리 기술개발 • 오픈플랫폼기반의 실도로 전기차 핵심부품 진단기술 개발 • 자율셔틀 운행관리를 위한 탑승객 영상 인식기술 개발	2021.01-2025.12

워케이션 서비스와 지식서비스 기술개발

| 저자 | 김돈정 지식서비스PD / KEIT
명선식 교수 / 계원예술
이정현 교수 / 경희대학교

SUMMARY

■ 코로나 이후 MZ세대의 본격 등장과 비대면 기술의 발달, 근무장소의 다양화로 기술과 공간이 접목된 워케이션서비스가 활발하게 조명

★ 팬데믹이 일상화된 엔데믹 시대로 접어들면서 많은 기업들이 기존 출근체제나 원격과 사무실 출근을 병행하는 하이브리드 체제로 전환 중

■ 국내외 워케이션서비스는 일본을 비롯하여 관광지를 중심으로 다양한 사례가 있으며, 단기의 실험적 시도에서 지속가능한 업무의 형태로 진화 중

★ 원격근무를 도입하는 기업 증가로 스마트워크를 대표하는 원격근무서비스가 크게 확대되어 글로벌 UC&C 시장은 2023년까지 483억 달러 규모에 달할 것으로 전망

■ 워케이션에 사용되는 기술은 일과 삶을 지속하기 위한 서비스의 형태로 빅테크기업을 중심으로 한 업무지원 기술과 생활지원 기술로 구분 가능

★ 원격지에서 사무실과 동일한 근무환경 지원을 위해 원격근무 지원 솔루션을 중심으로 클라우드 서비스와의 접목, 협업 솔루션 그리고 5G와 같은 고속 네트워크 환경과 접목 중

■ 지식서비스기술개발사업에서는 '21년부터 워케이션서비스를 지원해 왔으며, 향후 新서비스창출 이라는 관점에서 다양한 형태의 지원 필요

★ 워케이션서비스 시장의 확대는 프롭테크, 런케이션 등 신시장으로 확산 예상

1. Trend

■ 코로나 이후 MZ세대의 본격 등장과 비대면 기술의 발달, 근무장소의 다양화로 기술과 공간이 접목된 워케이션*서비스가 활발하게 조명

워케이션(Workcation)은 일(work)과 휴가(vacation)의 합성어로, 기존 원격근무와 달리 해외 휴양지나 국내 관광지 등 여가를 즐길 수 있는 곳에서 업무를 하용하는 개념으로 본 고에서는 팀단위, 프로젝트 단위로 1개월 이상의 중장기 원격근무 형태를 포함

★ 디지털 네이티브인 MZ세대*가 변화의 주도세력으로 본격 등장함에 따라 지역의 문제, 주거, 일자리 분야에 영향을 주기 시작

- MZ세대는 다양성과 환경·윤리적 가치를 중시하고 자기 중심적 소비를 추구하며, 일과 삶의 균형 즉 여가와 현재를 중시

※ 1980년대에서 1990년대 중반 출생한 M(Millennials)세대와 1990년대 중반에서 2010년대 초반 출생한 Z(Zoomers)세대 사이의 인구통계학적 집단으로 디지털 원주민으로 불리운다. (위키백과)



(출처 : 이코노미조선)

| 그림 1. MZ세대의 특징 |

★ 개인 맞춤형을 추구하는 인공지능 기술이 산업 분야별로 적용사례가 등장하고 있고, 다양한 비대면 서비스와 현실과 가상세계를 넘나드는 메타버스(Metaverse) 등 새로운 기술이 속속 등장

- 특히, 코로나 팬데믹 이후 근무환경은 원격근무로 이동하고 있고 비대면 근무지원, 협업솔루션, 공간 지원 서비스 등의 관련 기술 성장 예상

★ 팬데믹이 일상화된 엔데믹 시대로 접어들면서 많은 기업들이 기존 출근체제나 원격과 사무실 출근을 병행하는 하이브리드 체제로 전환 중

- 기업들은 임대료 부담, 이직율 증가, 핵심인력 확보 및 유지 어려움, 적절한 복리후생의 부재 등으로 하이브리드 근무, 워케이션 도입 등 새로운 방안을 모색 중

※ 전세계 278명의 임원 설문결과 원격근무 도입으로 자사의 사무실 규모를 30% 이상 축소 계획(맥킨지)

※ 1년 이내에 조기 퇴사한 직원이 있다는 기업의 응답이 84.7%에 달하고 매년 10%씩 증가하는 경향, 특히 MZ세대가 타 세대보다 조기 퇴사 비율이 높음(사람인, 1,124개 기업 조사)

※ 아태지역 CFO 설문조사결과 이들의 최우선 관심사는 인재유지(82%), 이를위해 원격근무 우선 또는 하이브리드 형태를 채택하거나 추진 중(Globalization Partners)

※ 애플의 머신러닝 담당 핵심 임원이 애플의 주 3일 출근 의무화에 반발하여 구글로 이직

- '코로나 이후 직업의 미래' 연구*에 따르면 주요국 근로자의 20~25%는 주 3~5일 재택근무를 하더라고 생산성 저하가 일어나지 않는다고 소개

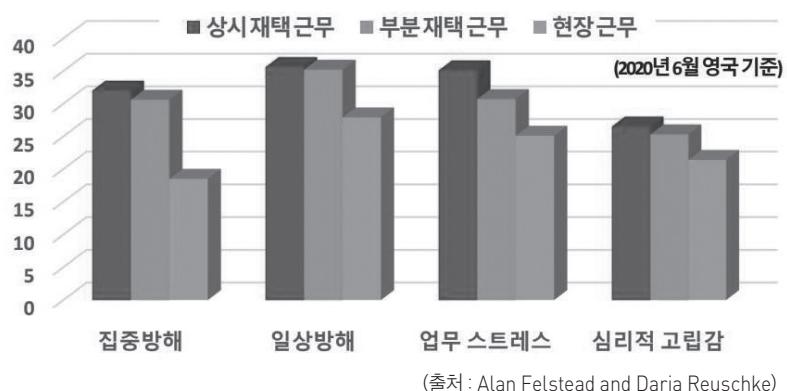
* 글로벌 컨설팅 기업 맥킨지는 독일 미국 스페인 영국 인도 일본 중국 프랑스 등 8개 국가에서 800여 개 직업과 2,000개 이상의 업무 변화를 분석

- 원격근무의 장점에 익숙해진 구성원들은 다양한 근무환경을 선호

※ 마이크로소프트 100개국 16만 명 직원대상 설문결과 73% 이상의 직원이 원격근무를 희망('21.9)

※ 한국 직장인의 77%도 '장기적인 원격 근무에 어느 정도 준비돼 있다'고 답함(Remote Work Readiness Index, '21.1)

★ 반면, 장기간의 원격근무로 코로나블루(Corona Blue)나 번아웃(Burn-out)되는 현상도 나타나고 있음. 특히 나홀로 재택근무는 심리적 불안감과 우울증과 연결되어 생산성 저하 우려



| 그림 2. 원격 근로자의 심리적 불안 |

※ 다이얼패드(Dialpad)는 미국 직장인들의 46.15%가 화상회의에 일주일에 4시간 미만을, 36.98%가 4~12시간을 보낸다는 연구 결과를 발표

- 코로나 팬데믹 기간 동안 직장인의 71%가 번아웃을 경험(Anatomy of Work 2021)

※ 미국 퇴사사유 1위(31%)가 번아웃(Mafnifymoney)

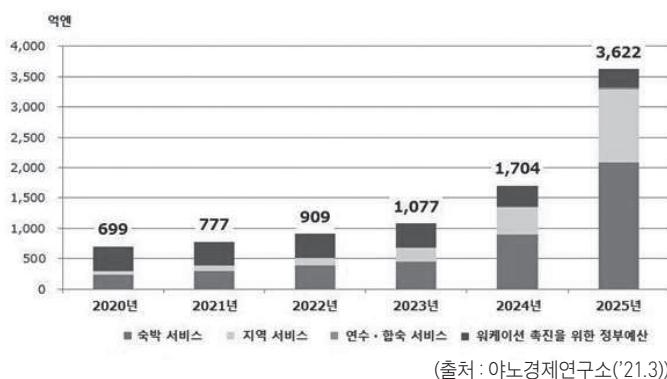
★ 서재는 일터로, 공부방은 학교로, 거실은 홈트레이닝 공간으로 변하는 재택서비스가 등장하였고, 휴양지가 일터로 변하는 워케이션의 개념도 진화 중

- 미국의 경우 유휴 상태로 창고로서 기능하던 가정용 차고지가 개인용 헬스장과 홈 오피스, 아트 스튜디오, 교실, 심지어 펍으로 변신하기도 함(월스트리트저널)

2. 산업동향 및 사례

■ 해외 워케이션서비스는 일본을 비롯하여 관광지를 중심으로 다양한 사례 존재

★ 글로벌 워케이션서비스는 초기시장으로 일본시장 통계(일본 워케이션 시장조사 보고)가 제한적으로 제공, '20년 699억 엔에서 '25년 3,622억 엔 규모로 급격히 증가 예상



| 그림 3. 일본의 워케이션 시장 전망(2020~2025) |

★ 원격근무를 도입하는 기업 증가로 스마트워크를 대표하는 원격근무서비스 즉, 글로벌 UC&C* 시장은 2023년까지 483억 달러 규모에 달할 것으로 전망

* UC&C : Unified Communication&Collaboration, 통합 커뮤니케이션 및 협업이라는 뜻으로 사용자가 별개의 작업 환경에서 통합된 프로젝트를 동시에 수행할 수 있도록 하는 소프트웨어

| 표 1. 원격근무서비스 시장 규모 및 전망 |

(단위 : 백만 달러, %)

구분	2018	2019	2020	2021	2022	2023	CAGR
UC&C 시장	34,243	37,519	40,297	43,084	45,763	48,327	7.1

(출처 : Worldwide Unified Communications and Collaboration Forecast 2019-2023)

[해외 사례]

★ (일본, LivingAnywhere Commons) 장소나 라이프스타일에 얹매이지 않고, 원하는 장소에서 하고 싶은 일을 하면서 사는 삶(Living Anywhere)의 실천이 목적

- 일본 전국 31곳 이상의 다양한 거점(폐교, 빙집, 신사무공간 등)을 확보하여 wi-fi 등이 완비된 업무 공간과 장기 체류가 가능한 레지던스 공간으로 구성



(출처 : 홈페이지)

‘LivingAnywhere Commons’

★ (포르투갈, Ponta do Sol Digital Nomad Village) 마데이라 지방정부가 디지털 노마드 마을을 조성하여 비자발급, 숙박 및 정보공유, 커뮤니티 프로그램 등을 지원

- 약 100명의 디지털 노마드가 거주할 수 있는 규모로, 바다가 보이는 업무공간과 초고속 인터넷을 무료로 제공

★ (싱가포르, Hacker Paradise) 디지털 유목민 네트워크를 대상으로 소규모 커뮤니티를 조직하여 해외 다양한 지역에서 워케이션 프로그램을 제공하는 사업

- 일의 방식을 지역 기반 이벤트, 개인 개발 프로그램, 여행 및 생활 경험과 결합하여 재설계



(출처 : 홈페이지)

‘Hacker Paradise’

‘Ponta do Sol Digital Nomad Village’

★ (일본, Wakayama Workation Project) 지자체가 관할 지역 내 IT 기업을 유치하기 위하여 파트너 협회를 조직하여 기업 대상 맞춤형 프로그램을 구성

- 2017년부터 시작하여 프로그램 기획부터 실행까지 원스톱 서비스를 제공, 세일즈포스닷컴 등 100곳 이상의 기업과 파트너십을 맺어 워케이션 상품을 판매



(출처 : 홈페이지)

‘Wakayama Workation Project’

★ (미국, 에어비앤비) 장기숙박 고객들에게 워케이션이나 한달살이 등의 맞춤형 매칭서비스를 제공, 코워킹 스페이스에 대한 가이드를 호스트에게 제공

※ '21.4분기 가장 빠르게 성장한 부문은 28박 이상의 장기숙박 카테고리로 예약의 20%에 달함. '19년 대비 70% 증가

- 임직원들에게도 “어디서든 자유롭게 근무할 수 있는 원격근무를 영구적으로 허용”이라는 새로운 근무방식을 선언

★ (캐나다 스타트업, 바운드리스 라이프(Boundless Life)) 아이들을 데리고 안정적으로 여행과 일을 할 수 있는 지원서비스 제공

- 전 세계 디지털 노마드들이 가족과 함께 포르투갈, 그리스, 이탈리아에서 워케이션을 즐길 수 있도록 숙박, 코워킹 스페이스, 1~12세 대상 교육 프로그램 동시 제공

★ 대표적인 휴양지를 중심으로 외국인이 1년간 원격근무가 가능한 디지털노마드 비자를 제공(Barbados welcome stamp, Work from Bermuda, Remotely from Georgia 등)

■ 국내 워케이션서비스는 단기의 실험적 시도에서 지속가능한 업무의 형태로 진화 중

★ 국내 워케이션 시장규모는 3,500억 규모로 다양한 직종의 원격근무 확대와 원격근무 일상화로 워케이션 수익 시장 규모는 점차 증가할 것으로 기대

- 국내 워케이션 예상 수익시장을 토대로 경제적 파급 효과를 분석한 결과 생산유발효과는 약 4조 5,000억 원, 고용유발효과 약 2.7만 명으로 추산(한국관광공사)

| 표 2. 국내 워케이션서비스 시장 규모 |

직접지출효과	간접유발효과	
	생산유발효과	고용유발효과
3,500억 원	4.5조 원	2.7만 명

(출처 : 한국관광공사)

★ (기업 주도 워케이션 프로그램) 국내 ICT 기업을 중심으로 다양한 시도가 진행 중

- (네이버) 새로운 근무제인 ‘커넥티드 워크(Connected Work)*’의 한 형태로 춘천의 ‘커넥트원’과 도쿄 거점오피스에서 4박 5일간 워케이션서비스 제공

* '22년 7월부터 근로문화의 개선 차원에서 사흘 이상은 사무실에 출근하고 나머지는 원격으로 근무하는 '타입-O'(Office-based Work)와 주 5일 재택근무를 기반으로 하는 '타입-R'(Remote-based Work) 중 원하는 근무 형태 중 어느 한쪽을 자유롭게 선택

- (티켓몬스터) '스마트&리모트 워크' 방식을 도입하여 자신의 업무 스타일에 맞춰 다양한 장소에서 자유롭게 일할 수 있도록 원격근무를 지원. 본사 사무실이나 거점오피스가 아니라 업무를 할 수 있는 장소면 어디서든 허용

※ 최대 9일 동안 왕복 교통비, 숙박비, 액티비티 비용을 지원하여 현지에서 근무와 휴식을 병행

- (아놀자) 글로벌 테크 인재 영입을 위해 워케이션 제도 도입. 참가 직원들은 같은 숙소에서 각자의 팀 업무에 집중하고, 퇴근 이후에는 모임을 만들어 여가를 즐김

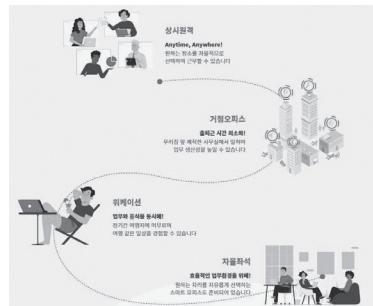
※ 동해와 여수 등지에서 직원들에게 7일간 호텔숙박비 지원하고, 주변 카페를 대관해 일과 휴식을 함께 즐길 수 있는 환경을 제공하고, 식사와 사무용품도 무료 지원

- (알서포트) 부산 해운대구에 워케이션 거점 오피스를 '22.6월부터 운영하여 자사 솔루션인 리모트미팅, 리모트뷰를 활용 업무와 여가를 겸한 한달살기 지원

- (아틀라스랩스) 인공지능 스타트업으로 Full remote work를 지향하는 회사로 와이파이만 연결되면 지역에 상관없이 본인이 원하는 기간만큼 근무를 지원

※ '어느곳에 일하든지 상관하지 않는다'는 모토로 일의 복지보다는 Work에 중점을 두고 매너리즘에 빠지기 쉬운 일상에서 벗어나 새로운 디지털노마드를 추구

- (토스 운영사 비바리퍼블리카) 경남 남해군과 협력하여 분교를 리모델링하여 업무에 집중하면서 자연환경을 느낄 수 있는 공간 마련(21.12)



(출처 : 홈페이지)

'Connected Work'

야놀자

★ (지자체 주도형 워케이션서비스) 청년·직장인들이 지역 제약없이 근무할 수 있는 거주환경과 관련 솔루션 제공

- (제주 아일랜드 워크랩스(Island Work Labs)) 서귀포시는 원격근무가 가능한 디지털 업무공간을 조성하고, 4주간 다양한 체험을 즐길 수 있는 워케이션 프로그램을 기획
※ 26개 기업 임직원 30명을 대상으로 기시행하였고, 제주시는 오피스로 활용 가능한 유숙공간 확보를 위해 수요조사를 진행하고, 이용을 희망하는 기업과의 매칭 지원 및 공유오피스로 조성 예정
- 강릉, 제천, 김해, 하동 등 지자체에서는 지역 외 거주자가 워케이션 프로그램을 지원할 경우 최소 3일에서 최대 30일까지 숙박비와 관광 체험비 일부를 지원
※ 과기부는 메타버스 노마드 업무 시범지역을 선정하여 복수의 민간 업무용 협업 솔루션 제공 예정

★ (서비스 사업자 워케이션서비스) 제주 코사이어트 빌리지(COCIETY VILLAGE)는 기업과 일반인을 대상으로 워케이션 스테이와 일반 스테이로 구분하여 공간을 제공하고, 주요 호텔에서도 워크&라이프를 즐길 수 있는 워케이션 상품 개발



(출처: 홈페이지)

‘Island Work Labs’

제천

‘COCIETY VILLAGE’

3. 기술동향

■ 워케이션에 사용되는 기술들은 기술 그 자체보단 일과 삶을 지속하기 위한 서비스의 형태로 이루어짐

- ★ 워케이션 서비스는 원격근무(remote work)를 지원하기 위한 업무지원 기술과 원격지에서의 휴가 등 여가를 지원하는 생활지원 서비스 기술로 구분
 - 업무지원 기술은 클라우드나 웹을 기반으로 한 소프트웨어적인 형태이고, 생활지원 서비스는 공간지원 기술과 생활습관을 지원하는 서비스가 있음
 - 코로나 팬데믹 이후 원격근무의 일상화로 생산성을 고려한 다양한 기술과 방법론들이 연구 중



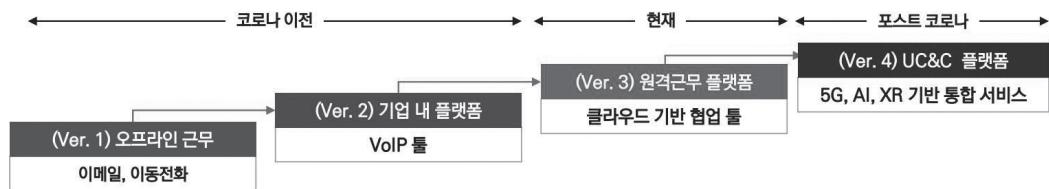
(출처 : WFH 2022 : Ultimate Guide for Remote Work or Work from Home)

| 그림 4. 원격근무자로 성공하는 법 |

★ 워케이션서비스 기술은 원격지에서 사무실과 유사한 근무환경 지원을 위해 원격근무 지원 솔루션을 중심으로 클라우드 서비스와의 접목, 협업 솔루션 그리고 5G와 같은 고속 네트워크 환경과 접목 중

- 원격근무 솔루션은 1단계 태동기(이동전화, 이메일), 2단계 발전기(VoIP), 3단계 성숙기(클라우드), 4단계 융합 확장기(UC&C 플랫폼*)로 진화 중

* UC&C(Unified Communications&Collaboration) 플랫폼은 AI·클라우드 등 신기술 기반으로 시공간 제약을 극복하고 사용자 정보를 기반으로 업무 효율성 향상을 위한 지능형 서비스 플랫폼



(출처 : 소프트웨어정책연구소)

| 그림 5. 원격근무 기술의 진화 |

▶ 업무지원 기술은 빅테크기업을 중심으로 협업, 근태관리, ERP 등의 솔루션을 가진 기업들을 인수합병하면서 통합솔루션으로 진화 중이며 원격근무에 최적화된 공간지원, 생활습관을 지원하는 생활지원 기술도 속속 등장

(1) 원격근무 지원

★ 사무실과 동일한 근무형태를 지원하기 위한 서비스 기술로 클라우드와 웹을 기반으로 한 원격업무 솔루션, AI·5G·VR/AR 등 새로운 기술과 접목하며 지능형 플랫폼과 고화질 서비스로 확장 중

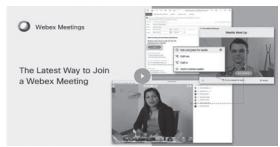
- 공유저장소, 일정 관리, 문서작성 등의 협업을 업무 관리 솔루션으로 기업의 업무와 통합하여 비즈니스 서비스로 융합 중
- 원격지의 근무 여부를 확인하는 근태관리 서비스가 제공, 52시간 근무제 확대에 따라 근무기록에 대한 이슈도 중요해짐

구분	내용	UI(출처: 홈페이지)
구글 'G-Suite' (미)	<ul style="list-style-type: none"> 클라우드 기반 저장소, 일정 관리, 기업용 커뮤니케이션 도구를 결합한 협업 솔루션 제공 유료 사용자 400만 명, 교육용 사용자 7,000만 명 확보하고 있으며, 스타트업을 중심으로 활용 	
MS 'Teams' (미)	<ul style="list-style-type: none"> 오피스365와 스카이프를 결합하여 온라인 통신, 자료 작성, 저장소 기능 제공 교육용으로 확장한 클래스룸 솔루션 제공 	
애플 'iWork' (미)	<ul style="list-style-type: none"> 애플 OS 환경의 오피스 제품인 iWork를 클라우드 환경으로 확장하여 서비스 제공 실시간 협업 기능 제공 	
토스랩 '잔디' (국내)	<ul style="list-style-type: none"> 업무용 메신저 기반 협업툴로 카톡의 장점은 살리고 단점은 보완한 툴, 언제 어디서나 동료와 소통 가능하나, '휴가중', '퇴근후'를 선택 잔디 커넥트 기능을 통해 구글캘린더나 트렐로, 깃허브와 같은 툴을 연동해서 사용 가능 	
플렉스 '플렉스' (국내)	<ul style="list-style-type: none"> 근태관리 기능이 주 52시간 근무제에 맞춰 법에 맞게 운영할 수 있다는 것이 장점 HR 플랜을 통해 구성원의 인사정보를 관리하고, 워크플로우, 전자계약 기능까지 통합적인 HR 플랫폼 제공 	

(2) 원격협업 지원

★ 직장과 원격지에서 근무하는 직원들 간의 원활한 업무진행을 지원하기 위한 협업 기술로 화상회의에서 시작하여 초실감형 기술(XR, 메타버스 등)로 확장 중

- 원격회의를 위해 다대다간 음성 영상 자료 공유 메신저 화이트보드 기능을 제공
- 화상회의 서비스와는 다른 비동기식 협업을 위한 솔루션들도 같이 활용되고 있음

구분	내용	UI(출처 : 홈페이지)
시스코 'WebEx' (미)	<ul style="list-style-type: none"> • 영상회의 솔루션 기업인 웹엑스를 '07년 32억 달러에 인수 • 영상회의 시장 1위 기업으로 무료 버전은 최대 100명까지 접속 허용 	
줌 'Zoom' (미)	<ul style="list-style-type: none"> • '11년 시스코의 웹엑스 개발자들이 독립하여 설립한 나스닥 상장 기업 • 같은 이름의 솔루션을 통해 최근 주요 영상회의 솔루션 시장의 강자로 부상 	
Venue (캐)	<ul style="list-style-type: none"> • 지루하고 피로해지기 쉬운 원격회의를 즐겁고 재미있게 진행하는 가상미팅 플랫폼 • 다양한 표현, 적극적인 상호작용, 라이브 스트리밍이 가능, 스타트업으로 400만\$ 시드 투자 	
슬랙 'Slack' (미)	<ul style="list-style-type: none"> • 글로벌 1위 클라우드 기반 협업 프로그램으로 채팅, 화상회의, 외부프로그램 연동 기능 지원 • 채팅방이라고 할 수 있는 채널이 있으며, 필요한 앱들을 추가로 설치, 연동이 가능 	
알서포트 '리모트 미팅' (국내)	<ul style="list-style-type: none"> • 화면·문서 공유기능, 화면녹화 등의 원격회의를 위한 기본 기능 제공 • 웹RTC(WebRTC) 기반의 웹 화상회의 서비스로 호스트도 게스트도 모두 웹 브라우저에서 바로 접속하여 이용 가능 	
카카오 '카카오워크' (국내)	<ul style="list-style-type: none"> • 채팅, 화상회의, AI어시스턴트, 근태관리, 전자결재 등의 다양한 기능 지원 • 카카오톡에서 사용하는 기능을 그대로 사용하여 대화창에 일정, 화상회의 등 지원 	
네이버 '네이버웍스' (국내)	<ul style="list-style-type: none"> • 웍스모바일이 만든 협업솔루션으로 채팅/화상회의/게시판/캘린더/주소록/설문조사 기능 지원 • 네이버 메신저의 UI와 유사하고, 메신저에서 화면캡쳐를 하여 메시지 전송하는 기능 지원 	

(3) 공간 지원

★ 워케이션서비스를 위해서는 재택이나 공유오피스 외에도 다수의 팀원을 위한 별도의 원격근무에 최적화한 공간을 구성하는 시뮬레이션 등 다양한 기술이 필요

구분	내용	UI(출처: 홈페이지)
이케아 '셀프 플래닝' (네)	<ul style="list-style-type: none"> 주방, 홈오피스 등 이케아에서 판매하고 있는 제품을 기반으로 사용자 스스로 설계 이케아 '플레이스' 앱은 카메리를 비추면 가구의 크기가 정교하게 계산되어 배치 	
센소피아 'magicplan' (캐)	<ul style="list-style-type: none"> 핸드폰으로 공간을 촬영하면 줄자로 실측을 하지 않아도 공간의 평면도 자동 생성되고, 평면도 위에 가구배치까지 할 수 있어 간단한 업무 공간 구성에는 적합 	
Floorplanner (네)	<ul style="list-style-type: none"> 인테리어를 할 공간의 사이즈를 입력하여 평면도를 만들고, 마감재 등을 고르고 가구와 조명 배치를 해볼 수 있음 2D로 그린 평면도를 3D로 볼 수 있어 좀더 입체감있게 볼 수 있음 	
한샘 '홈플래너' (국내)	<ul style="list-style-type: none"> 전국 5만개 아파트 3D도면DB를 확보하여 아파트와 평형대만 말하면 쉽게 데이터를 생성 한샘닷컴의 '집꾸밈사례'에 접속해 1,000여 개의 공간 컨텐츠를 VR로 볼 수 있음. 개별 제품의 가격, 소재, 사이즈에 대한 정보도 제공 	
어반베이스 '3D Studio' (국내)	<ul style="list-style-type: none"> 집 도면은 검색을 통해서 불러올 수 있고, 도면 위에 원하는 가구를 배치 다양한 가구 에셋을 제공하고 있어 유사한 배치 시뮬레이션 실행이 가능 	

(4) 생활습관 지원

- ★ 원격근무로 인한 스트레스 해소, 불규칙한 출퇴근시간으로 쉽게 깨어질 수 있는 생활패턴을 제어하는 다양한 생활습관 지원 솔루션이 제공 중

구분	내용	UI(출처: 홈페이지)
‘루티너리’ (국내)	<ul style="list-style-type: none"> 습관형성 및 행동변화 플랫폼으로 1년 반 만에 80만 건의 다운로드 달성 개인 습관분석을 통해 일상에 도움을 줄 수 있는 루틴에 관한 메시지를 적절한 시점에 제공, 사용자가 이를 확인하고 루틴을 실행하며 자신의 행동습관에 대한 이해도를 높일 수 있도록 설계 	
블루시그넘 '하루콩' (국내)	<ul style="list-style-type: none"> 몇 번의 탭만으로 하루의 활동과 감정을 남길 수 있게 인터페이스를 제공 다양한 커스텀 기능과 심리적인 심리분석 리포트 등을 제공 	

★ 기타 HR 지원기술(HR tech)

- 원격근무환경에서 업무몰입을 유지하기 위한 HR지원기술로 디지털벳징이나 동료와의 칭찬피드백 툴 등이 활용
- 급여(지급시기)와 복리후생을 개인 맞춤형으로 제공(On demand reward & Wellbeing)
- 기타 채용에서 퇴직까지 직원경험(Employee experience) 관리 플랫폼

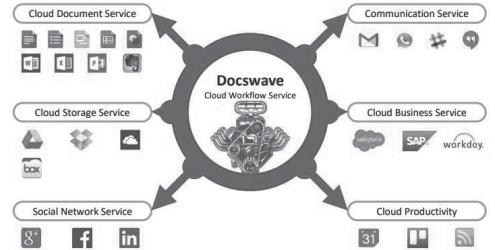
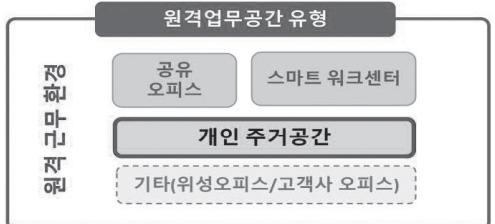
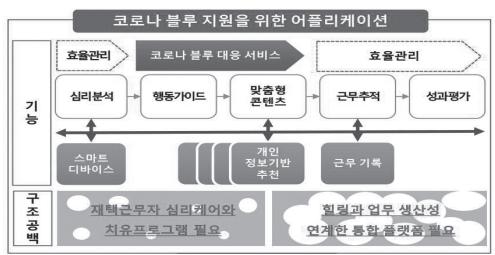
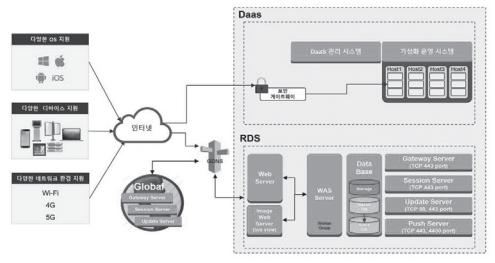
※ 워크스텝(WorkStep)은 대형 물류회사의 인력채용과 관리지원 플랫폼으로, 채용, 운영 등 직원 라이프사이클 전반에 걸쳐 투명성을 제공하고 직원 이탈을 최소화

※ 주요 HR테크 기업: SAP, ADP, 워크데이, 마이크로소프트 등

4. 워케이션서비스 과제 현황 및 향후 추진방향

■ 주요 진행과제 현황

| 표 3. 지식서비스 워케이션서비스 주요 과제 |

과제	내용
업무 프로세스 자동화 기반 원격근무 협업 서비스 시스템 개발 ('21~'23)	
원격근무 유형에 따른 공간관리 서비스 개발 ('21~'23)	
근무 생산성까지 고려한 행동관리 서비스 개발 ('21~'23)	
접속환경에 구애받지 않는 원격근무자용 Advanced 글로벌 원격접속서비스 개발 ('21~'23)	

■ 시사점 및 향후 추진방향

- ★ 일과 삶의 균형을 중시하는 워라밸 관점에서 워케이션은 기존의 생각과 상충하는 것처럼 보이나, 팬데믹을 거치면서 일과 놀이를 결합해 쉬는 것이 가능해지고 있음
 - 워케이션은 일과 삶이 경계없이 자유롭게 넘나드는 Work-Life Integration의 한 형태로 갈수록 일과 삶을 구분하는 것은 어려워질 것(미래학자 제이콥 모건)
 - MZ세대를 중심으로 '내 기준에 적합하지 않으면 언제든지 퇴사를 결정할 수 있다'고 생각하는 대퇴직*의 시대에 맞게 회사도 유연하게 변화할 필요 대두
 - ※ 작가 키스테라지는 대퇴직을 대담함이라고 정의하며 직장을 그만두는게 아니라 새로운 직업, 새로운 미래를 그리는 과정이라고 설명
- ★ 원격근무 솔루션 등 워케이션 서비스 기술은 필수 개발기술로 자리매김 중
 - 비행기, 크루즈여행, 오지 등 언제 어디서나 인터넷을 쓸 수 있는 위성 인터넷 사업에 스타링크, 애플 등 거대기업들이 본격 투자 시작하여 원격근무의 기반 조성
 - ※ 일론 머스크의 '23년 스타링크 V2를 통해 스마트폰으로 직접 신호를 전송할 수 있어 전 세계의 인터넷 사각지대(dead zones worldwide)를 없앨 예정
 - '23년 1월 라스베가스에서 열리는 세계 최대 테크 전시회 'CES2023'에서 처음으로 원격근무와 웹3 기술이 새로운 전시주제로 추가
- ★ 워케이션서비스의 확대는 프롭테크, 런케이션 등 新서비스시장으로 확산되고 지역소멸을 방지하기 위한 대안으로도 제시 가능
 - 워케이션서비스와 더불어 공유오피스 플랫폼, 숙박 공유서비스, 인테리어, 부동산관리 등 연관기술인 프롭테크* 기술도 함께 관심을 가질 필요
 - ※ 프롭테크(Prop-Tech) : 부동산(Property)과 기술(Technology)의 합성어로 빅데이터, 인공지능, VR/AR 등의 ICT 기술이 부동산 시장과 결합된 새로운 형태의 기술
 - ※ 국토부는 '제1차 부동산 서비스산업 진흥 기본계획(2021~2025)'에서 프롭테크 산업의 집중 육성과 펀드 지원 등 관련 정책 발표 (2020.12)
 - 학습과 여가의 결합인 런케이션(Learncation)은 워케이션서비스 시대에 맞게 학교와 교실의 재정의를 통해 교육관광과 같은 새로운 시장 창출 예상

★ 한편, 원격근무로 인한 보안시스템 해킹, 랜섬웨어 공격 등에 취약하여 사이버보안 메시(Cybersecurity mesh) 기술 등 대응 기술 개발 필요

- 원격근무의 보안을 강화하기 위해서는 ①원격근무지침 마련 ②VPN 설정 및 부재시 네트워크 차단 ③디바이스 및 사용자 계정 관리 ④임직원 교육을 통한 안티바이러스(백신) 관리와 악성코드 감염 방어 ⑤엔드포인트 모니터링 및 보안 ⑥내부 유출 방지 체계 마련의 조치 필요

※ 휴네시온, 소프트캠프, 엠엘소프트 등 국내 보안 전문기업들이 다양한 보안기술 개발 중

[향후 과제]

★ 지식서비스기술개발사업에서는 '21년부터 워케이션서비스를 지원해 왔으며 향후 新서비스창출 관점에서 다양한 형태의 지원 필요

- 첫째, 원격에서도 기존과 동일한 생산성을 유지할 수 있는 근무환경을 지원하기 위해 필요한 기술과 서비스 개발
- 둘째, 하이브리드 업무, 메타버스 등 가상공간에서의 협업 등 새로운 근무환경에 적합한 방법론과 지식의 획득, 축적, 공유를 위한 연구 필요
- 셋째, 일은 결국 사람이 한다는 관점에서 원격근무의 업무만족도를 높이고, 감성을 분석하여 스트레스를 낮출 수 있는 효과적인 방안을 제시하는 것이 과제

[참고문헌]

1. “원격 근무 솔루션 기술, 시장 동향 및 시사점”, 소트트웨어정책연구소, 2020.4
2. “워케이션: 원격근무를 통한 일과 여가의 통합시대 개막”, 2022 글로벌 관광 트렌드 다이제스트, Volume 1, 2022.6
3. “워케이션: 일과 놀이가 결합된 여행”, BBC Korea, 2022.3
4. “워케이션, 직원의 권리로 확산 추세”, 동아비즈니스리뷰, 2022.8
5. “워케이션을 위한 매력적 장소 만들기로 지역 활성화”, 한국농촌경제연구원, 2022.3
6. “워케이션 활용 국내관광 활성화 방안 연구”, 한국관광공사, 2021.12
7. “원격근무 솔루션 총정리”, 중앙일보
https://innovationlab.co.kr/project/douzon_remotework/
8. “[유럽스타트업열전] ‘일과 휴식을 동시에’ 유럽의 워케이션 문화”, 비즈한국, 2022.8
<https://www.bizhankook.com/bk/article/24319>
9. “[재택근무 보안] 제로 트러스트 원칙 지켜야”, DataNet, 2021.11
<https://www.datanet.co.kr/news/articleView.html?idxno=166098>
10. “MS, 하이브리드 워크플레이스로 포스트 코로나 시대 대비한다”, 아이티데일리, 2022.9
<http://www.itdaily.kr/news/articleView.html?idxno=210282>
11. “WFH 2022 : Ultimate Guide for Remote Work or Work from Home”, <https://princepatni.com/blog/lifestyle/wfh-2020-ultimate-guide-for-remote-work-or-work-from-home/>

차세대 광소자 기술동향 및 발전방향

| 저자 | 변기영 스마트전자PD / KEIT

김영우 광원연구본부장 / 한국광기술원

황성환 미래사업부장 / 한국광기술원

SUMMARY

■ 4차산업혁명 ICT新기술(AI, IoT, 빅데이터) 핵심부품인 차세대 광소자의 혁신제조 新기술확보와 글로벌 선도 수요산업의 초격차 달성 융복합기술 개발 시급

★ AI, IoT, 빅데이터의 출산업 확산에 따라 기존 광소자의 한계를 돌파하는 초소형, 초정밀, 다기능의 차세대 광소자를 적용한 혁신제품이 시장을 재편 중

* (예) 초실감 디스플레이, 자율주행 고감도 센서, 임플란트형 첨단의료, 고정밀 제조장비 등

★ 美, 日, 中 광관련 글로벌 선도기업은 폭발적으로 증가하는 미래광소자 新시장선점을 위해 핵심기술확보, 첨단공정전환 및 내재화와 동시에 수요-공급 가치사슬의 전략적 제휴를 강화하여 승자독식형 기술장벽을 구축 중

★ 국내 광관련 대기업 및 전문 종견기업은 TV, 핸드폰 등 글로벌 우위산업을 중심으로 일부 핵심부품 기술개발, 상용화 중이나 자율차, 첨단장비, 첨단의료 등 미래新산업 기술파라다임 전환에 대응하기 위한 산업생태계는 전반적 취약

■ 시사점 및 정책제안

★ 가격경쟁이 심화되어 가는 기존 소품종 대량생산의 중간재 제조, 임가공·위탁생산 체계를 탈피하고 대형 新시장 개화가 예상되는 주력품목을 중심으로 국내 광산업 재도약을 견인하는 혁신 新기술·新공법의 연구개발 및 보급·확산 필요

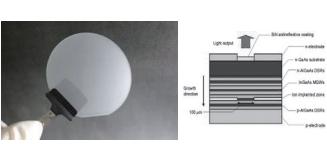
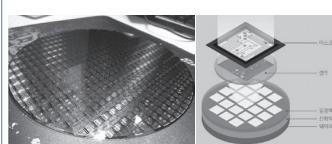
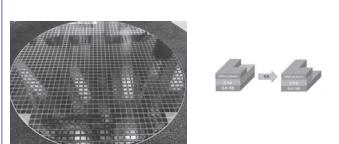
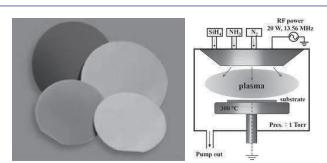
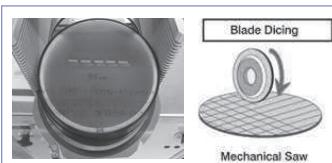
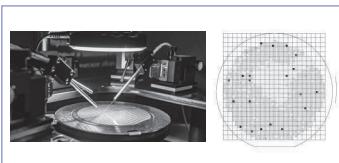
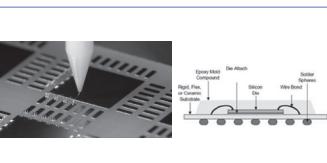
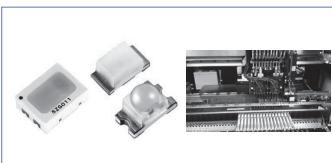
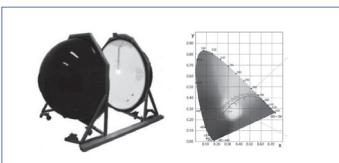
★ 고부가가치 미래新산업으로의 차세대 광소자 산업생태계의 전환을 촉진하기 위한 기술의 상용화 타당성(feasibility) 조기검증, 비즈니스 모델(BM)에 따른 가치사슬 협업체계구축, 관련 표준·인증·제도 정비 등 정부의 정책적 지원 필요

1. 광소자 개요

■ 광소자 개념 및 제조 공정

- ★ 광(光)소자란 빛(光)에너지와 전기에너지를 상호변환하는 전자부품으로, 전기신호를 빛으로 변환하는 발광소자와 빛을 전기신호로 변환하는 수광소자로 구분
- ★ (발광소자) PN접합 반도체에 전기신호를 인가하면 전자·정공이 여기되어 재결합하면서 빛이 방출되는 현상을 이용하여 LED 또는 레이저 소자를 제작
 - (수광소자) PN접합 반도체에 빛을 쪼이면 전류가 발생하는 현상을 이용하여 광통신 수광소자 또는 광신호검출 센서 등의 소자를 제작
- ★ 광(光)소자는 반도체와 유사하게 에피성장, 광원용 칩 제작, 패키징, 부품·모듈제작, 시험평가 등의 공정이 필요하며, 각 공정단계별 특화기술·장비 및 전문기업이 활동 중
 - 대표적 광소자인 LED의 핵심 제조공정을 예로 들어,
 - (에피) 광학적 특성을 구현하기 위해 웨이퍼 위에 얇은 막을 형성하는 공정으로, 유기화학 증착장비(MOCVD)를 이용하여 수백층의 화합물을 적층하여 제작
 - (포토) 웨이퍼 위 형성된 에피층위에 회로패턴을 형성하는 공정으로, 노광원리(장치)를 이용하여 마스크상의 미세패턴을 기판에 구현
 - (식각) 노광을 통해 웨이퍼 상에 각인된 회로패턴 중 필요한 부분만 남기고 불필요한 부분을 제거하는 공정으로, 얇고 깊게 깎아내기 위해 플라즈마 장비를 활용
 - (증착) 반도체 소자 구동에 필요한 다양한 물질(금속·폴리머)를 얇은 두께의 박막필름으로 형성하는 공정으로, 유전체 증착장비 등을 사용
 - (연마, 분리) 반도체 소자 구조를 완성하기 위해 사용되었던 기판을 분리·제거하는 공정(리프트-오프)으로, 레이저방식(LLO), 화학적방식(CLO), 전기화학적(ELO) 등이 선택적으로 사용
 - (측정, 분석) 제작된 에피·칩의 물리적·전기적 특성을 분석·평가하는 공정
 - (후공정) 분리된 칩별로 배선연결 및 밀봉하는 패키징 공정과, 이를 개별 모듈·부품으로 제조하는 모듈제작공정과, 개별 모듈·부품의 최종 성능평가 등을 수행
 - LED에 대한 수요시장의 요구가 초소형(밀리미터에서 마이크로로), 다기능(단일파장에서 다파장으로), 고성능(수율, 파장균일도 등)으로 고도화 됨에 따라, 이에 대응하기 위한 新개념의 新공정·新공법의 기술 및 공정혁신이 필요

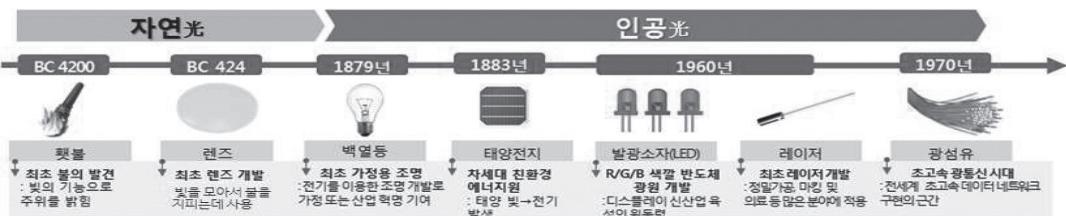
| 표 1. LED 광소자 제조의 간략화된 공정 예 |

<h3>1. 에피성장</h3> 	<h3>2. 포토리쏘그래피</h3> 	<h3>3. 식각</h3> 
<p>기판에 반도체 결정을 성장 (유기화학 증착장비, MOCVD)</p>	<p>에피위에 회로패턴을 형성 (패터닝 노광장치, MASK Aligner)</p>	<p>회로패턴외 불필요한 부분 제거 (식각장치, ICP)</p>
<h3>4. 증착</h3> 	<h3>5. 연마, 분리</h3> 	<h3>6. 측정, 분석</h3> 
<p>광출력향상을 위해 원자단위 화합물 막 성장 (유전체 증착장비, PECVD)</p>	<p>기판 분리를 위한 웨이퍼 후면 가공·커팅 (레이저 절단기, LASER SCRIBER)</p>	<p>에피·칩 특성분석, 성능평가(불량판별) (칩 테스터기, CHIP TESTER)</p>
<h3>7. 패키징</h3> 	<h3>8. 모듈제작</h3> 	<h3>9. 시험평가</h3> 
<p>분리된 칩에 배선연결 및 에폭시 밀봉 (칩 접착기, WIRE BONDER)</p>	<p>LED패키지를 용도별 모듈화, 부품화 제작 (칩 장착장비, LED Surface Mounter)</p>	<p>모듈, 부품 단위의 제품평가 (특성평가장비, GONIOMETER)</p>

2. 차세대 광소자로의 기술 패러다임 전환

■ LED, 레이저 발광소자에서 ICT와 결합된 광융합기술로 진화

- ★ 1960년대 LED, 레이저 등 광원개발로 자연광을 대체하는 인공광(조명) 산업화 시대를 넘어, 광통신, 정밀가공, 초실감디스플레이, 의료·바이오 등 응용분야 확산



| 그림 1. 광소자의 발전 추세 |

- ★ 2010년대 4차 산업혁명 지능화 정보기술(AI·IoT)에서 요구하는 초소형, 고정밀, 다기능의 핵심부품으로 광소자 산업응용이 확산

- (사례1) 독일은 자동차생산등에 카메라, 레이저가공 기술, AI기술을 결합하여 물류이송-공정-품질검사 일괄 자율화로 스마트제조공정 혁신(Industry4.0)을 추진
- (사례2) 미국, 일본 등은 농생명·바이오 분야에 광기술을 결합하여 스마트팜, 정밀 광영상진단·치료, 생체 모니터링 등 신시장을 창출
- (사례3) 미국, 유럽 등은 무인 자율주행차를 위한 카메라, 라이다기술을 위해 AI·빅데이터·IoT기술을 결합

광소자·부품	광정밀	광통신	광영상정보
광결상정보	광융합조명	광의료·바이오	광에너지

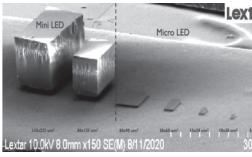
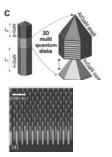
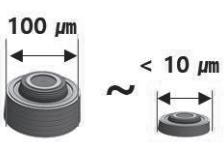
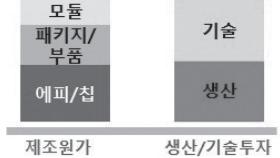
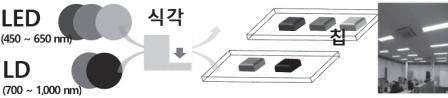
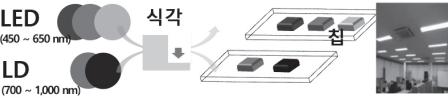
(출처 : 광융합기술 중장기 R&D 로드맵('21~'27), 한국광기술원)

| 그림 2. 유망 광융합 기술 분야 |

■ 초소형, 초정밀 광소자를 위한 新기술, 新공정·공법의 제조기술 진화

- ★ 기존 광소자는 성숙단계의 소비시장에 맞추어 가격경쟁을 위한 대량생산 기반의 생산공정별 전문기업을 중심으로 협업형 가치사슬 구조를 형성
- ★ 차세대 광소자는 미래모빌리티(자율차·선박), 新정보기기(스마트폰·가상증강), 첨단의료(인체삽입) 등 미래新산업 초소형·고정밀 특성에 맞춘 新개념·혁신기능을 제공

| 표 2. 미래 주력산업의 초소형, 초정밀 차세대 광소자 특성 |

구분	기존 광소자	차세대 광소자
형상 크기	(공급자주도형) 정형구조  LED(100μm~3mm)	(수요맞춤형) 유연·다면구조  초미세 LED(0.5~10μm)
	LD(250μm~)	초미세 LD(10~100μm) 
생산 공정	5단계 제조 벤류체인 ① 웨이퍼 ② 에피 ③ 칩 ④ 부품/ 패키지 ⑤ 모듈  제조원가 생산/기술투자	2~3단계 벤류체인 ① 웨이퍼 ② 에피/칩/모듈 or ③ 에피/칩/부품 ④ 모듈  제조원가 생산/기술투자
	생산확대형 투자 (가격경쟁기반 대량생산)	기술집약형 투자 (시장맞춤 유연생산)
기능 공법	단순발광 → 조명기능 • 식각-조립 중심 제조기술 : 설계 → 제조 → 검증 → 수요 	초소형·유연·신축 → 다양한 분야 확장 • 미세증착, 초정밀 제조기술 : 수요 → 설계 → 제조 → 검증 
	성장률 0.5%	성장률 26.8%

★ 전통적 광소자 제조의 가치사슬을 넘어, 4차산업 미래 주력산업에서 요구하는 초소형, 초정밀 차세대 광소자 제조의 혁신제조기술과 첨단제조장비로 전환 필요

| 표 3. 차세대 광소자 혁신제조기술 및 첨단제조장비의 예 |

구분		기존 공정	차세대 광소자 공정
초정밀 Fab.		청정도(면자관리) 1,000ea/cm ²	청정도(면자관리) 10ea/cm ²
MOCVD		사파이어 6" 멀티 웨이퍼	실리콘 12" 개별 웨이퍼 챔버
정밀증착 (ALD)		1μm급 절연박막 (PECVD)	원자층 증착 (100nm 이하)
정밀식각 (ALE)		오차 제어(ICP) (0.1μm급)	오차 제어 (0.001μm 이하)
선택분리 (SLO)		マイ크로급 기판 분리 (LLO)	나노 에피만 선택적 분리
고정밀·고속검사		광학방식 검사 (PL검사)	1μm 이하 칩 전기검사
고정밀인쇄		용액 토출량 제어 (Dispenser)	초미세광소자 개수 제어 토출
미세정렬		전사 조립 기술 (Pick&Place 장비)	대량생산, 고정밀도 자동정렬
미세접합		10μm 급 솔더/필름 접합 (SMT)	1μm 이하 표면 원자층 단위 접합
초박막밀봉 (TFE)		100μm 이상 보호층 코팅 (Molder)	1μm 이하 보호층 증착

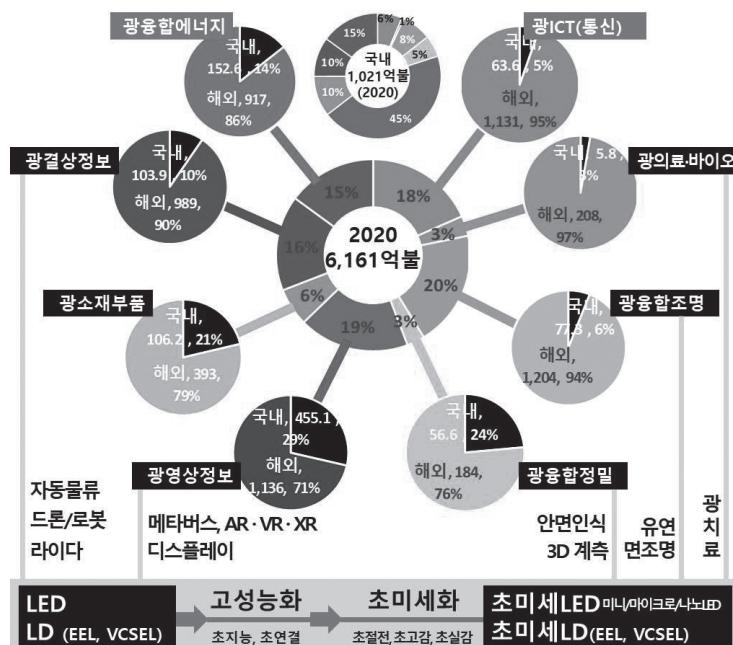
3. 광소자를 포함한 광융합 시장규모, 플레이어 동향, 차세대 광소자 전망

■ 글로벌 시장규모

★ 광소자를 포함한 광융합 글로벌 시장은 '20년 6,161억 불 규모로 연평균 6.4% 성장 중이며, 국내시장은 1,021억 불(약 16.6% 비중)이며 점진적 시장확대 전망

* 연도별 우리나라 비중변화 : '16년(14.4%) → '18년(15.3%) → '20년(16.6%) → '30년(17.6%)

- 광융합 분야 중 디스플레이 등 광영상정보 분야는 전체 시장의 18% 수준이며, 한국의 비중이 44.6%로 상대적으로 높은 분야임



(출처 : 한국광산업진흥회 2020년 광융합산업통계)

| 그림 3. '20년 광융합 시장 분포 |

■ 글로벌 플레이어 동향

★ (미국) 애플(스마트폰), 마이크로소프트(가상증강), 테슬라(자율차) 등은 자사 주력제품의 차세대 광소자 관련 핵심기술 및 밸류체인 구축투자를 진행 중

* (美, 광소자 대표기업) 루멘텀, II-VI, 피니사, 크리, 애플(Luxvue), 매타(페이스북, InfiniLED) 등

★ (대만) 글로벌 기업들과 주문생산, 위탁생산의 협업 중으로, 파운드리 반도체, 광소자 핵심부품을 보유하고 있으며 신기술개발 및 투자를 진행 중

* (灣, 광소자 대표기업) 에피스타, 렉스타, 에버라이트, 포에피 등

★ (일본) 광소자 분야 제조기술 최강국 중 하나로 도요타, 소니, JDI, 파나소닉 등 분야별 대표기업들과 소재·장비 전문기업간 협업체계로 시장주도권 확보에 집중

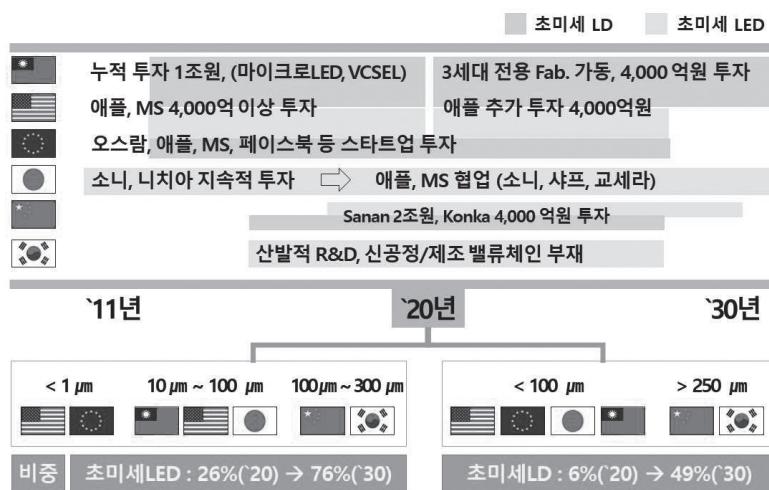
* (日, 광소자 대표기업) 니찌아, 하마마츠, 도요다고세이, 나이트라이드세미 등

★ (중국) '10년 이후 첨단산업육성전략을 통해 반도체, 디스플레이, 광소자에 대한 디규모투자로 글로벌 시장 점유 확대 중

* (中, 광소자 대표기업) 삼안광전, 화찬광전, MLS, NationStar 등

★ (한국) 모바일, 디스플레이, 자동차 관련 기업을 중심으로 핵심 광소자부품에 대한 수요가 증가 중으로, 차세대 광원, 첨단 제조공정·장비, 특화부품·모듈 개발 중

* (韓, 광소자 대표기업) 삼성전자, 삼성전기, 서울바이오시스, 광전자, ASI, LGIT 등



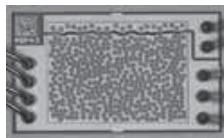
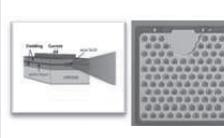
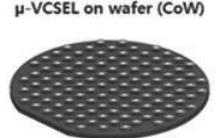
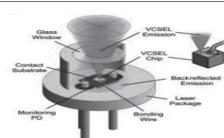
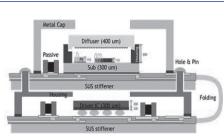
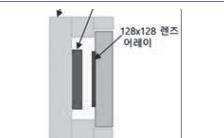
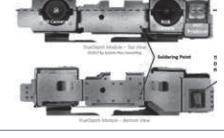
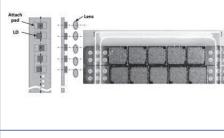
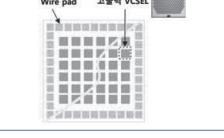
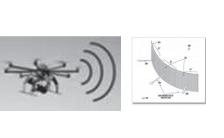
(출처 : 한국광산업진흥회 2020년 광융합산업통계, Yole 2019, MarketandMarkets 2019 등 재구성)

| 그림 4. 차세대 광소자(LED·레이저) 글로벌 투자 현황 |

■ 차세대 광소자 전망

★ 레이저 다이오드 : 스마트폰, 자율차에서 AI기반 HMI, 항공UAM으로 확산 전망

- (광원) 국내 3인치 수준의 웨이퍼크기를 대만·유럽·미국 등 경쟁국의 6인치를 넘어, 8인치 생산기술·수율을 선제 확보하여 가격경쟁력 강화 및 미래 대량수요에 대응
- (부품·모듈) 에피택시 성장을 기준 리지드기판(GaAs, GaN, InP, Sapphire)에서 thin-film 플렉서블 기판으로 확대하여 다양한 응용시장 및 응용분야로 확산
- (제품) 애플·삼성은 안면인식용 VCSEL 모듈을 스마트폰에 적용하였고, 향후 고밀도·초미세 레이저다이오드 어레이를 활용한 3D라이다 센싱구현 가능 전망

구분	As-Is(~'25년)		To-Be('25년 ~)	
광원			μ-VCSEL on wafer (CoW) 	μ-VCSEL on Flexible sub. 
	안면인식용 VCSEL	1W~8W급 VCSEL	마이크로 VCSEL	유연 초미세 VCSEL
부품				
	TO-5, SMD 패키지	고방열 AlN 패키지	초고집적 SiP PKG	어레이 패키징
모듈				
	복잡한 광학계 모듈	회전형 라이다 모듈	자유곡면 라이다 모듈	다기능 복합 인지 모듈
제품				
	스마트폰 안면인식	근거리 라이다	AI연동 HMI 시스템	초소형 멀티빔 라이다

★ LED : TV·전광판, 헬스케어 기기에서 가상증강, 체내삽입 의료기기로 확산 전망

- (광원) 100 μm 수준의 LED광원에서 1 μm 크기의 극소형 LED광원 및 제조기술을 확보하여, 가상증강, 유연디스플레이, 체내삽입형 의료기기등 혁신형 미래시장을 선점
- (부품·모듈) 현재 해상도 100PPI, 곡률반경 100R, 신축성 10%, 광효율 30% 수준의 모듈화 제작기술을 3,000PPI, 10R, 광효율 50% 이상으로 향상하는 첨단 신개념 LED배열실장 제조공정기술을 확보
- (제품) 소니·삼성은 마이크로LED 적용 대화면 디스플레이(TV)를 출시하였고, 향후 나노수준의 LED를 적용한 메타버스(가상증강) 구현기술 및 첨단의료기기 확산전망

구분	As-Is(~'25년)		To-Be('25년 ~)	
광원		크기 200 μm 이상, 두께 30~100 μm		크기 100 μm 이하, 직경 1 μm , 두께 2~5 μm
부품		100PPI 이하, 광효율 30% 이하		3,000PPI 이상, 광효율 50%, 신축률 80% 이상
모듈		곡률반경 100R 이상, 신축성 10% 이하		
제품		비디오월 초대형 디스플레이 및 저출력 광조사기		자유곡면, 증강현실, 모바일 및 광의료

4. 차세대 광소자 新시장선점을 위한 이슈와 과제

■ 산업성장정체 극복 및 초격차 확보를 위한 대형 연구개발 시급

★ 기존 LED조명, LCD 백라이트유닛, 광통신 산업 등에서 치킨게임 양상의 성장한계를 극복하고, 미래 신산업에 대응하는 광융합 산업으로 전환이 시급히 필요

- 글로벌 선도국들은 지속적인 광기술 투자로 신산업 제품 및 서비스에 광융합 기술을 선도하고 있으며, 국내는 대외의존 심화, 투자부족 및 불안정한 공급망으로 해외기업에 종속관계로 심화 우려
- 중국, 대만 등 후발국들은 차세대 광소자 개발에 대규모 투자와 선도기업과의 개발·양산 밸류체인에 적극적으로 참여하여 신시장창출 및 성장정체 극복
- 승자독식 특성의 광소자 산업에서 국내 기업들의 대전환점을 마련하고, 신산업·신제품이 요구하는 차세대 광소자에 대한 대응역량 확보가 시급

★ 차세대 광소자는 4차 산업혁명, 인공지능 등 수요산업 발전에 대응하는 광융합산업 육성의 단초로서 초소형·초정밀 핵심기술 확보가 시급

- (자율수송) 자율차, 자율선박, 무인항공기의 장애물탐지, 자동주차·이착륙·도킹기능을 구현하는 초정밀 광원과 감지센서 기술이 요구
- (바이오) 미지의 바이러스 출몰, 국민건강 증진 등에 활용되는 광환경·치료 분야에 다파장·초미세 광소자 기술이 필요
- (로봇) 인간의 눈을 넘어서는 3차원 깊이정보, 환경정보 계측·감지가 가능한 초소형 시각광반도체 신기술 확보가 필요
- (메타버스) 가상·증강현실 콘텐츠를 제공하는 스마트 기기의 디스플레이, 안면인식 등 경량화에 기여하는 저전력·초소형화 기술이 필요
- (통신) 인공지능 기기, 데이터 센터 서버 등 각 기기 간 초고속 저지연 데이터 서비스에 적합한 초연결 광기술이 증가할 것으로 예상

■ 차세대 광소자의 산업 생태계 육성을 위한 국가주도의 투자가 시급

- ★ 세계 최고의 차세대 광소자 기술을 확보하기 위해서는 국가 주도의 전략적 투자를 통해 생태계 주도기업 육성과 수요·공급 협력체계를 강화할 시점임
 - 차세대 광소자 제조를 위해서는 초정밀 공정제어, 신개념 제조장비, 수요분야별 다양한 제조 프로세스가 요구되며, 국내 대다수 중소·중견기업의 차세대 광소자 개발은 초기 단계에 불과하여 선행기술 및 실증 데이터가 부족한 상황임
 - 지속적인 새로운 광기술의 출현과 수요·공급 밸류체인 변혁으로 공급기업 단독투자로는 주요기술 및 밸류체인 확보에 한계가 있어 범국가적 협력을 견인하는 산업육성 지원체계가 필요함
- ★ 이를 위해 국내 산·학·연 인프라를 결집하여 협업체계를 견고히 하고, 주요 기업들의 투자위험을 경감시키는 선행 레퍼런스 및 핵심기술을 속도감 있게 확보할 수 있는 산업지원 플랫폼 구축이 필요
 - 기업주도의 산·학·연 협력개발과 수요공급 협력 밸류체인 구축, 산업데이터 축적을 통한 산업지원, 사업 기획 개발 선순환 체계 마련
 - 경쟁국과의 기술격차 단축, 초격차 기술 확보를 위해 차세대 광소자 제조 및 실증 모델 전주기 개발, 검증 및 평가지원 체계 구축
 - 신제품 및 수요산업에 대응하는 소재, 공정, 장비, 부품 등의 광범위한 제조기술 데이터 축적 및 공유 체계 구축

[참고문헌]

1. "Laser Technology Market", MARKETANDMARKETS, 2020
2. "IRLEDs and Laser Diodes", Yole Development, 2018
3. "Optoelectronic Component Market", MARKETANDMARKETS, 2020
4. "Optoelectronic Components-Global Market Outlook(2018-2027)", STRATISTICS, 2019
5. "Micro-LED Displays 2021-2031: Technology, Commercialization, Opportunity, Market and Players", IDTechEx, 2021
6. "VCSELs Technology, Industry and Market Trends", Yole Development, 2018
7. "The Worldwide Market for LEDs Market Review and Forecast 2019", Strategies Unlimited, 2018
8. "MicroLED Displays 2019 : Status for the consumer display industry", Yole Development, 2019
9. "Micro-LED Market Opportunities: 2018-2027", n-tech Research, 2018
10. "2020 光융합산업 현황 및 2021 전망", 한국광산업진흥회, 2021

【약어】

1. ICT: Information and Communication Technologies
2. AI : Artificial Intelligence
3. IoT: Internet of Things
4. LED : Light Emitting Diode
5. MOCVD : Metalorganic Chemical Vapor Deposition
6. LLO : Laser-Lift-Off
7. CLO : Chemical-Lift-Off
8. ELO : Electrochemical Lift-off
9. ICP : Inductively Coupled Plasma(고주파 유도 결합 플라스마)
10. PECVD : Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition
11. ALD : Atomic Layer Deposition
12. ALE : Atomic Layer Etching
13. SLO : Selective Lift Off
14. PL : Photoluminescence
15. TFE :Thin Film Encapsulation

[국내외 주요 기술개발 현황]

연구기관명	프로젝트명	개요	연구기간
한국광기술원	• (해외수탁) 3색 적층형 마이크로LED 화소 기술개발	• 적층형 무기물 에피성장, 반도체 미세 패턴 기술 개발 • 美 S社 수탁과제 개발성과 해외언론보도 : Semiconductor Today(美), LED inside(美) 등	2019.03-2022.03
	• 전력변환효율 75%급 LED 광소자 공정 및 표준 분석 기술개발	• v-pit 구조를 활용한 세계 최고 효율의 청색 LED 에피칩 개발 및 표준공정 확립	2012.06-2015.05
한국전자통신 연구원	• 광통신용 반도체 양자점 레이저 다이오드 기술	• 10Gbps급 고속변조 광통신용 1.55μm 양자점 레이저 다이오드 개발	2002.02-2007.01
	• 선형모드 InGaAs /InP APD 2차원 배열 이용 능동형 3차원 광검출기 및 신호처리 기술	• 실외 자율주행 플랫폼 탑재용 고해상도 3차원 Scanning 방식의 TOF LiDAR 센서 개발	2012.09-2017.09
전자부품 연구원	• 360도 실시간 감시가 가능한 3D 레이저 스캐닝 기반 차량용 저가격, 소형 LiDAR 시스템 기술개발	• 단일 광원 기반의 고해상도 TOF 방식의 LiDAR 기술개발	2015.12-2018.11
서울바이오시스 (중견기업)	• 고효율 고수율 특성을 갖는 초소형 uLED 100μm 이하 에피 칩 제작 및 응용제품 상용화 모듈 개발	• 고품질 고효율 적색(AlInGaP), 녹색(InGaN), 청색(InGaN) 에피 성장 기술 개발	2018.04-2020.12
(주)이오엘 (중견기업)	• 표면손상 없는 투명폴리머 마킹을 위한 장파장 레이저 부품 기술	• 광섬유 레이저 상세 설계 및 제작 (결합기, 아이솔레이터, LD칩 등 부품 개발)	2017.04-2019.12
하나마이크론 (중견기업)	• 3D 이미지 카메라용 2W급 적외선 VCSEL 광원 개발	• 2W급 이상의 850nm VCSEL 어레이 광원 개발 • 고방열 패키지, 마이크로 렌즈 개발	2018.06-2019.05
(주)옵토웰 (중소기업)	• 광전변환효율이 60% 이상이 되는 960nm, 975nm 대역의 20W급 고출력 펌핑용 반도체 레이저 칩 개발	• MOCVD 성장기법을 이용한 10W급 고출력용 레이저다이오드 에피 성장 및 칩 개발	2013.05-2016.07
(주)평화이엔지	• 도심형 Stop&Go 지원을 위한 근거리 LiDAR개발	• 차량용 추돌방지 LiDAR 상용 센서모듈 개발	2012.08-2015.07
(주)지오스토리	• 항공기 탑재용 수심측량장비 국산화 개발	• 선박 수심측량이 어려운 지역에 적용 가능한 항공기 탑재용 레이저 스캐너 개발	2014.12-2018.12
(주)카네비컴	• 자율주행 자동차용 8채널 스캐닝 LiDAR 센서 개발	• 8채널 라이다 모듈 기술개발	2015.08-2018.07
이화여자대학교	• 스캐닝 LiDAR 센서용 2축 구동 스캐닝 마이크로 미러 원천개발	• TOF방식의 LiDAR센서에 적용 가능한 대반사면 2축 스캐너의 핵심 원천기술 개발	2014.11-2017.04
전북대학교	• 초저전력 모노리식 고방열 나노 광 반도체 소자 개발	• Bottom-Up 증착 기반 양자 나노와이어 반도체 레이저소자 제작 기술 개발	2020.07-2023.02

뿌리산업분야에서 열처리 산업과 협업에 의한 품질 향상 방안

| 저자 | 이병현 뿌리기술PD / KEIT

김상권 수석연구원 / 한국생산기술연구원

SUMMARY

■■ 목적

- ★ 내연기관 자동차 부품 수요 급감에 따른 열처리기업의 현황 및 원격제어 등의 중요성 부각
- ★ 주조, 단조 등 주요 제품화 공정에서 협업이 열처리 분야에서 중요함
- ★ 최적 소재의 개발과 공정 삭제에 의한 제품화가 중요한 이유
- ★ 전기요금 등 각종 원부자재 가격 상승요인에 따른 공정개선 및 고도화 필요

■■ 시사점 및 정책제안

- ★ 자동차 부품 시장의 하락, 전기요금의 상승 등 급격한 원부자재 가격 상승에 따라 열처리 시장 위축으로 연속 및 대형 생산 열처리 장비의 유휴 및 폐기 발생에 따른 대책과 신 시장 개발 및 구축이 필요함
- ★ 풍력부품, 군수부품 등의 수요 증가에 적합한 열처리 공정과 실질적인 협업에 의한 제품 개발과 안정적인 시장 개발에 뿌리 기술 기업의 연계 지원 필요
- ★ 소형 고부가가치, 특수 소재에 대한 열처리 기술에 대해 외연한 결과 티타늄, 텅스텐 등 관련 부품의 열처리 공정 기술이 기존 열처리 장비와 기술로 대체가 어려운 상황으로 이에 대한 연구 개발이 필요함

1. 열처리산업 분야에서 중소기업 내 주요 이슈

■ 내연기관이 시장 급감과 환경변화에 따른 요인

★ 자동차 내연기관 시장 급감에 따른 열처리 기업들의 현황

- 한국의 열처리 산업은 대량 생산의 대표주자인 자동차와 산업 기계 산업의 발달에 따른 다양한 요구 조건과 국내 양산 소재를 이용한 품질 상승 노력에 의해 규모와 공정 기술수준에 있어서 열처리 산업은 세계 5위까지 발달해 왔음
- 특히 자동차의 경우 열처리 공정 전반의 품질과 공정에 따른 가격의 차별화에 따라 이에 적합한 공정과 소재의 관리 기술 등을 포함하여 ISO/TS/QS 등 자동차용 부품 생산 규격을 국내 열처리 회사들에게 품질 향상과 규격화를 요구하여 자연스럽게 상당 부분 자동화와 더불어 규격화가 가능하게 됨
- 또한 세계적인 기업들의 원가 절감에 대한 요구는 에너지 절감형 대형 진공로, 진공 침탄, 질화 및 어닐링 노말라이징 등 연속 열처리 공정의 표준 등 열처리 장비에 대한 인프라 구축과 공정 기술과 장비 국산화 발달에 기여하였음
- 자동차 시장 성장은 대량의 연속 생산이 가능한 침탄, 질화기술로 이어졌고, 최근 탄소배출권 등으로 진공침탄기술이 개발되어 설치되었으나 엔진의 소형화로 미션 부품 생산량이 줄고 이마저도 물량이 줄어들고 있는 형편임
- 한편, 환경문제의 브레이크로 내연기관 자동차에서 배터리를 이용한 전기자동차와 수소자동차의 생산 요구로 열처리 분야의 주요 부품인 프레스 금형, 성형 금형 등 금형 부품의 수요 역시 급감함
- 일부 배터리 부품의 양산 금형은 수요가 있지만 내연기관에 비하면 형편없는 상황이며, 자동차 부품의 경우 일정한 품질의 산포를 가지는 열처리 제품을 요구하기 때문에 오히려 양산 조건 확립하기 까지가 어렵고 운영이 용이함
- 하지만, 소량의 열처리 제품들을 수주하는 경우 다양한 소재와 품질의 요구가 개별적이기 때문에 양산 조건을 확립하기에 매우 어려운 상황임
- 내연기관을 사용하던 자동차가 수소 및 전기 자동차로 전환되는 과정이고, 전기요금, 석유 및 철강 등 원부자재 가격의 급등으로 인해 열처리 부품의 어닐링, 노말라이징 등 연속 생산 기업의 경우 더욱 타격이 커져, 대 정부를 상대로 전기요금에 대한 인하 요구 등 실길을 모색하는 형편임
- 이는 비단 한국만이 아니라 유럽의 경우도 러시아 전쟁과 더불어 일어나고 있는 에너지 문제로 대량의 전기를 사용하는 알루미늄 생산 기업들이 급격한 전기요금의 인상을 견디지 못하고 생산을 포기하는 형편까지 이르는 것을 보면 국내의 전기 의존도가 상대적으로 높은 열처리, 주조 산업의 미래도 밝지 않은 것이 현실임
- 최근 몇몇 기업이 생존을 위해 제품의 열처리를 낮고 불균일하게 올리며, 템퍼링 횟수도 줄여 특성에 미달되는 제품을 생산하는 저가의 열처리(일명, 단가 후리기)가 시장을 마치 표준화된 열처리 공정으로 퍼지며 상황을 더욱 악화시키고 있음

- 한편 4차 산업이라는 용어의 등장과 인공지능, 딥러닝 등 핫이슈가 열처리 분야에서도 열전대 및 고해상도 카메라 등을 이용한 데이터 수집 기술과 네트워크를 이용한 스마트화 적용이 코로나 시대로 인해 열처리 장비의 비대면 원격제어 기술이 [그림 1]과 같이 최근 수 년 사이 국가 간 이동제한과 더불어 수출용 장비 등에 급격히 적용되는 중임

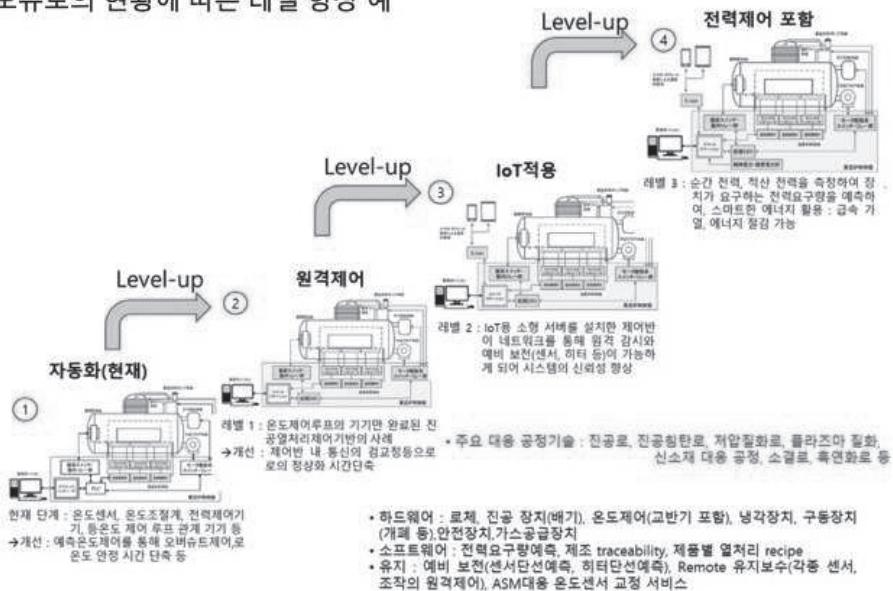


| 그림 1. 국내 기업이 개발하여 수출한 장비의 비대면 원격제어 장면 |

- 중소 열처리 기업들은 다양한 소재와 크기, 소량의 수주 물량을 최소한의 시간에 열처리를 통해 고품질 부품으로 생산하여야 하며, 동시에 원가 문제, 환경문제, 인력 수급 등을 동시에 해결해야만 생존할 수 있는 극한 상황으로 내몰림
- 오히려 제품의 자동 인지와 더불어 열처리 공정까지 데이터베이스를 확립하여 인공지능과 에너지 모니터링을 포함한 스마트 열처리 연구의 개발과 적용이 더욱 필요한 상황으로 전환됨
- 이를 통해 기존 장비는 그대로 사용하면서 열처리로내 온도 균일도와 품질개선을 가능하자는 목표로 한국생산기술연구원에서 진행 중인 “Add-on모듈 탑재를 통한 지능형 뿌리 공정기술개발”의 개발과 적용이 기대됨
- 열처리 분야의 특징상 소재에 적절한 열에너지를 공급하고 냉각할 수 있도록 관리하고 개선한다면, 수십년이 지난 구형 열처리 장비도 컨트롤 부품 교체와 센서 등의 설치와 원격 가동에 의해 최신 장비와 동일하게 사용이 가능하다는 장점이 있음
- 다만 단열 및 에너지 모니터링 등에 한계가 있어 이에 대한 단계별 대응 기술([그림 2])이 적용될 수 있도록 개발 요청되고 있음

지능형 온도제어 열처리 기술개발 현황

기업 보유로의 현황에 따른 레벨 향상 예



| 그림 2. 기업 보유별 add-on에 의해 장비의 레벨업 향상에 대한 기술개발 |

★ 신제품 개발에서 열처리의 필요성 강조

- 최근 해상풍력 세계 1위인 한국의 대형 부품 시장의 성장과 우주항공 및 국방관련 제품의 민간 협력 개발 요구로 양산에 필요한 열처리기술과 티타늄 및 텅스텐 합금 시장에 대한 부품화 공정 개발 이슈가 대두되고 있음
- 코로나 시대 자동화 산업의 시장 성장으로 로봇시장이 커지고 있고, 특히 액추에이터 내부 소형 기어와 이너 스파이럴 기어 등의 내구성과 저소음을 위한 고강도 저마찰 등에 관련되어 열처리 기술이 필수이며, 특정 부품의 경우 일본에 비해 50% 수준의 수율로서 불량률이 너무 큼
- 이에 열처리 산업에서는 원가 절감에 대한 기술적인 해결과 제품 가격의 현실화 및 열처리가 절실히 필요한 뿌리산업의 연계에 의한 고부가가치의 제품 개발에 전력을 기울여야만 함

★ 원부자재 성능 향상을 위한 협업 사례

- 반면 생산량이 작은 중장비, 정밀기계 부품 등은 프로세스 상 주조, 단조 등의 앞단 공정과 열처리 공정이 분리된 기술로 인지되어 전단계인 소재의 원 조직과 공정 중 확산에 의한 합금 성분의 변화에 대한 분석이 안되는 경우가 흔하고 이로 인해 불량으로 인한 파손으로 큰 금액의 손실을 끼치면서 분쟁의 원인이 되고 있음
- 소성가공에서 단조에 의한 제품 시장은 철강에 의한 대형 제품의 대표적인 공정기술이면서 제품화 기술로서 철강의 원소성분에 의한 품질과 성능에 대단히 큰 영향을 미치고 있음
- 열처리는 단조 제품의 소재 수입부터 단조 과정 중 다양한 열처리 기술이 포함되는 대표적인 기술로 알려져 있으나, 초대형 부품을 원소재부터 다루는 경우를 제외하고는 철강 메이커인 포스코, 두산중공업외 전문 대형 단조 제품 기업에서 열처리 공정 기술 전문가와 제품화 설계를 가능하도록 해야 함
- 철강 부품의 소재비, 가공비, 공정을 줄이려면 소재의 성분부터 이로 인해 내부에 생성되는 페라이트와 카바이드의 움직임과 크기가 제품의 품질에 영향을 미침. 따라서 소재전공자가 열처리 특성을 이해하고 각종 변수를 분류하여 접근해야 함. 최근 인공 지능 방법에 의해 보다 빠르게 실험을 최소화하면서 결과물을 얻는 방법도 개발되고 있음

2. 제품의 원가 절감 및 공정 삭제를 위한 열처리 공정 협업 사례

■ 열간 단조 제품의 성능 향상을 위해 공정을 개선하는 노력

★ 대형 부품의 수요 급증에 따른 제품의 고도화

- 최근 국내 선박, 조선, 반도체, 풍력 등 기술 발달로 중장비 부품의 수요가 증가하고 있고 수출도 늘어나고 있음
- 2030년까지 세계 풍력시장이 236.5GW 보급이 예상되고 있고 [1], 이는 10MW 당 약 280억 원의 설치비가 소요되어 총 660조 이상의 시장으로 전 세계 수주 경쟁 중임 [그림 3]
- 한국 해상 풍력기술은 세계 1위로서 관련 부품 시장에 대한 기대가 크며, 관련 대형 철강 제품의 열간 단조와 대형 주조물 및 이에 고강도 내구성이 필요하므로 열처리 공정의 적용이 필수적으로 적용되어야 함
- 지멘스 가메사의 경우 재생에너지 관련 온오프쇼 풍력부품에 대한 대단위 설계와 기술을 보유하고 있으며, 비행기 제조 기술 수준으로 관리하며 제품을 선도하고 있음 [2]



(출처 : 한국에너지공단)

| 그림 3. 스코틀랜드 부유식 해상 풍력 파일럿 설비 [1] |

- 열처리는 결국 원소재를 뜨겁게(재료가 고온의 상변태 구간을 경험) 달구고 이를 빠르게 냉각하는 과정이 균일하도록 하여 소재 물성을 향상시켜야 하는 공정을 가지도록 하는 과정임. 이때 변태가 되는 소재는 성분에 따라서 고유한 CCT(Continuous Cooling curve), TTT(Time-Temperature Transformation) 차트에 의해 재료의 상변태를 예측할 수 있게 됨
- 따라서 제품화를 위한 소재를 선정하고 열처리를 통해서 얻어지는 상을 이해하면 소재의 열처리 극대화가 가능하고, 반대로 이를 이용한 제품화와 최적의 소재를 개발할 수 있게 됨
- 뿐만 아니라 아카데미 과정으로 나온 “단조 기술의 이해 [3]”라는 교재가 최근 발간되어 관련 기업들이 사용하도록 하고 있으니 참조 바랍니다. 현재 사용되는 대부분의 소재에서 열간, 온간, 냉간에 대해서 다양한 소재에 열처리가 적용되는 사례가 실려 있어 품질 관리에 도움이 되도록 하고 있음
- [표 1]에서와 같이 뿐만 아니라 산업에서 열처리가 적용되는 사례를 보여주고, 특히 소성/단조 분야에서는 열처리와 관련된 공정 기술이 빠짐없이 이용되고 있는 것을 알 수 있음
- 특히 대형 제품의 성형 전 후 열처리 기술 등 거의 전문가 수준의 기술자들이 많이 포진하고 있는 부분이 열간, 온간 단조에 많이 있으며, 수냉, 유냉 등 기술에 관련되어 조례가 깊게 공부하고 있는 것으로 알려져 있음
- 주조품의 경우 열처리 시 망상탄화물을 어떻게 제거하느냐가 품질의 수준을 좌우함. 다행히 주조 분야는 소재전문가가 관련 기술에 대해 연구하고 있는 부분으로 열처리 기술과 관련하여 접목하면 다양한 문제점을 해결 가능함

| 표 1. 주요 뿌리 기술에 열처리 공정 적용 예 |

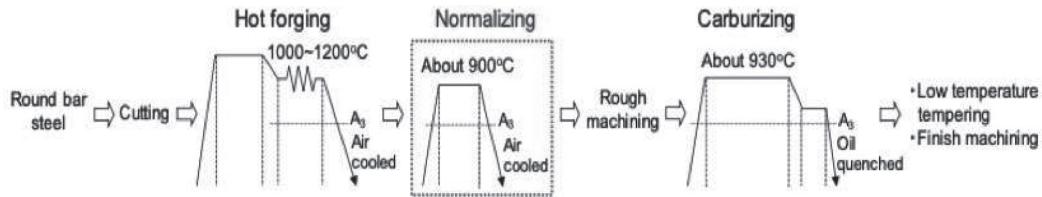
열처리공정	주조	금형	소성/단조	용접	코팅/도금
Q/T	선박조선부품 밸브 냉간 성형용 공구강 열간성형용 공구강	압출/압연 등 성형금형소재 기어 성형 금형	단조 및 압출 금형 선재의 TMT처리 대형압연롤러 고강도 강판 핫스탬핑 열처리	용접 후 응력제거	연마 공정 전 열처리
용체화 열처리	스테인레스 주물 제품 고합금 주물 제품	합금 금형	스테인레스계 금형의 열처리	스테인레스 제품의 용접 후 용체화 열처리	반도체용 알루미늄 금형제품의 연마전 열처리
어닐링	소입성 보증 주물강의 열처리 그라파이트 균질화	금형의 가공 전후	대형 기어류 장축류의 고주파 전 열처리 대형롤러 원자력 저압터빈로 터의 다단열처리	용접 전 후 열처리	
노말라이징	풍력 구동 부품 대형 기어 부품	금형 소재의 균질화열처리	단조 기어 부품 단조 샤프트 부품 선박용 대형 부품 중장비용 스테인레스 합금의 샤프트, 링 부품	하드페이싱 전 변형저감 부착력 강화열처리	도금열변형 방지 열처리
침탄		내마모 세라믹성 형금형	자동차 및 산업기 계용 축류 및 기어 부품		카바이드 형성 도금 전처리
질화(산질화)	마찰계수 저감 부품	유압실린더 사출성형 스크류	단조 스파이럴		
플라즈마 질화		다이캐스팅 금형 단조 금형 프레스 금형의 코팅전처리	압연롤 성형롤 다단성형금형		코팅전처리용 하지층 공정기술
국부경화 열처리		브레이징 후 국부열처리	대형롤		
복합열처리			정밀공구		

- 현재 시장의 규모가 커지는 단조 분야에서 열처리와 협업하는 부분 특히 소재적인 관점에서 열처리에서 실수하는 경우 단조품의 조다화가 어떻게 발생할 것인가에 대처 하는 것이 중요함
- 국내외 열간 단조 기업들은 가공성과 고온에서 안정적인 입도(grain)을 가지도록 하면서 물성을 유지하는 성분인 Cr, Ni, Mo원소를 첨가한 [표 2]와 같이 SCM, SCr소재를 주로 사용하고 제품화가 이루어지고 있음. 이는 국내 철강 대기업에서 양산되어 공급되고 있는 소재를 주로 사용됨
- [그림 4]의 공정에서 보듯이 단조를 위해 바 형태의 단조봉(round bar)을 공급 받아 이를 적절한 크기로 절단하고, 적절한 단조와 열처리(노말라이징, 침탄 열처리 등)를 거쳐 각종 동력전달 제품들 특히 기어 및 샤프트에 적용되고 있음

| 표 2. 단조 시험에 사용된 강종의 화학적 조성 |

(단위 : 질량%)

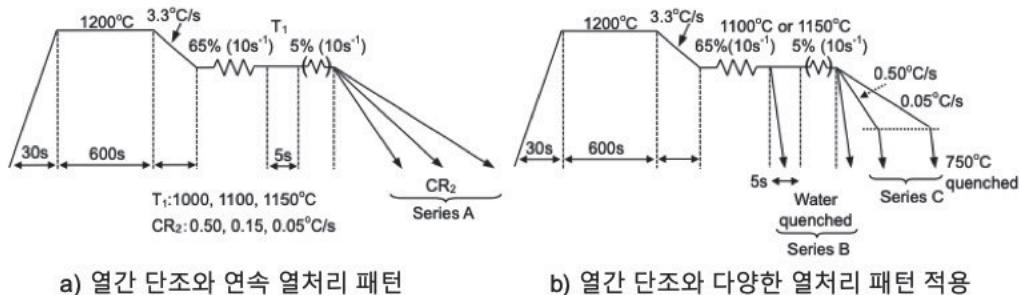
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Nb	Al	N
SCM420	0.20	0.26	0.82	0.10	1.03	0.15	-	0.028	0.0161
SCr420	0.20	0.25	0.82	0.10	1.03	0.02	-	0.032	0.0167
Modified-A(일)	0.20	0.25	0.82	-	1.03	-	(미량)	0.028	0.0160



| 그림 4. 기어 및 샤프트의 열간 단조 주요 공정 |

- 최근 이러한 단조 제품의 고도화를 위한 이웃 일본의 사례[4]를 들어보면, 자체 생산되는 단조 제품의 미세한 성분을 바꾸어 브랜드화 하고, 이에 대한 제품화 공정을 설계하여, 자동차 및 산업기계, 건설 특히 최근 풍력, 군수에 적용되며, 주로 하중이 많이 걸리는 동력 전달 장치에 사용되는 기어 및 샤프트 등에 적용되고 있음
- [표 2]에서와 같이 SCr420(0.2C-0.3Si-0.8Mn-1.0Cr, 중량%)가 많이 사용되고 여기에 Mo가 일부 첨가된 SCM420(SCr420+0.2Mo)강이 많이 사용되고 있음
- 이러한 강종을 사용하는 자동차와 건설기계 사들이 원하는 목표는 “고기능화”와 원가절감의 큰 두가지의 목표가 있음
- 소형/경량화와 고 내구성, 고 신뢰성을 부여하는 부품의 고 기능화에 있어서는 주요하게 고강도화(기어에서 내 피팅성, 고주기 및 저주기 피로강도향상)가 요구되며, 열간 단조의 미크론 조직 형성을 제어하는 주요한 인자로서 철강 재료의 화학성분, 열간 단조시 가공온도, 가공률, 열간 단조 후 냉각속도가 있음
- 열간 단조시 가공 온도가 낮으면, 동시 가공률을 높이면, 열간 단조 후 오스테나이트 입계가 어렵고 이는 냉각 후 페라이트+펄라이트 조직을 형성하게됨. 따라서 오스테나이트 입경을 작게 하는 경우에도 열간 단조 후 냉각 속도가 비교적 빠른 조건으로 해야 베이나이트가 생성되는 원인임
- 또한 Mo 첨가 철강소재는 베이나이트 변태가 일어나기 쉽기 때문에 냉각 속도가 비교적 느린 경우에도 베이나이트가 혼합되는 미크론 조직을 형성되기 용이함
- 열간 단조 후 베이나이트 혼합 미크론 조직의 경우라도 침탄 가열 과정에서 오스테나이트로 역변태를 한 직 후 오스테나이트 입경에 변형이 발생되고, 페라이트+펄라이트 조직에 비해 침탄시의 혼합 입경이 발생되기도 함
- 한편 베이나이트 생성을 회피하려면 열간 단조 후 서냉을 유효한 수단으로 생각하는 것이 이상적이지만 서냉을 하는 일에 있어서도 국부적으로 조대한 펄라이트와 베이나이트를 함유한 이상 조대화 조직이 형성되는 경우도 있음
- 열간 단조 후의 서냉에 있어서 관찰되는 이상 조대화 조직의 형성에 대해서는 냉각 과정 중에 오스테나이트의 입계성장 거동이 관여된다는 고찰은 있지만 이에 대해 형성 조건과 메카니즘에 대해서는 명확하게 설명되지 않음
- 최근 광학 조직 분석 외에 EBSD(Electron Back Scattering Diffraction) 분석법을 이용해 조직의 형태와 입계와의 연동 연구가 매우 활발하게 진행되고 있음. 이는 국내 여러 대학과 협력을 통해 해결할 수 있을 것으로 기대됨
- 앞에서 언급한 열간 단조온도와 첨가 원소 및 가공 응력이 가해짐에 따라서 일어나는 현상을 제어하도록 [그림 5] a), b)와 같이 단조 가열 온도까지 올리고 연속 가공시 오스테나이트의 입계가 응력이 가해지는 동안 성장하지 않는 온도 구역까지 제어 후 약간의 힘으로 성형하고 냉각하는 공정을 확보

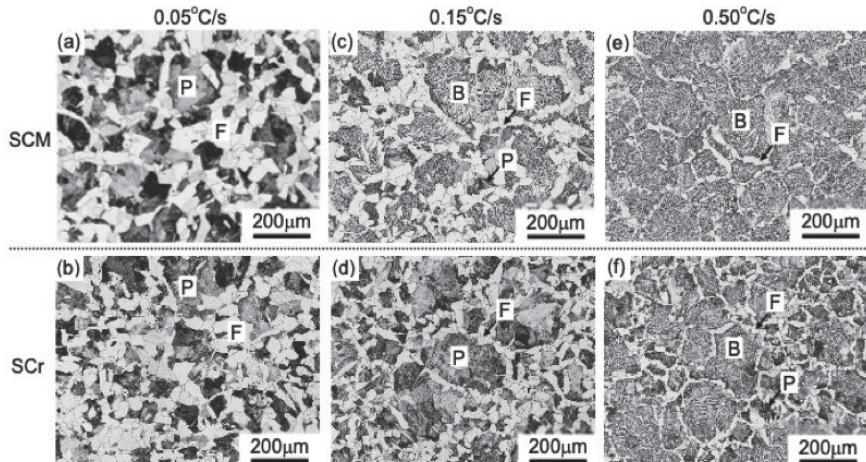
- 이는 열간 단조 후 냉각시 패턴을 바꾸면 온도에 따라서 가공응력에 의해 고온에서와 어느 정도 내려온 가공 온도에 도달시 내부 조직의 제어가 어느 정도 가능하다는 원리임. 이러한 특성 때문에 Ni, Mo원소는 없애고, 매우 작은 양의 Nb 첨가를 통해 고온에서 오스테나이트의 입계를 제어하며 동시에 열처리를 삭제하는 동시에 원자재 가격도 줄이는 공정 생략(노말라이징 생략 등)의 실현이 가능함



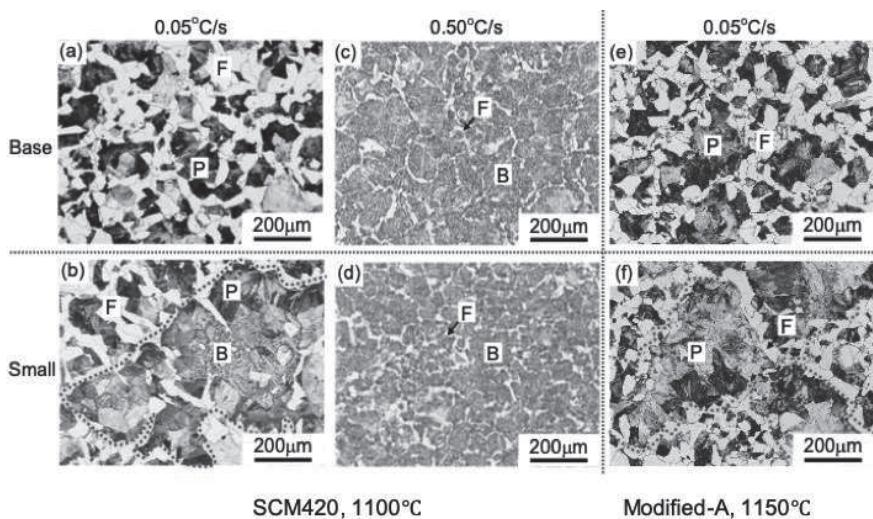
a) 열간 단조 후 가공 후 연속 냉각, Series A : 열간 단조와 상온까지 연속 냉각
 b) Series B : 열간 단조 후 즉시 퀘칭, Series C : 열간 단조 후 750°C까지 제어 냉각 후 헬륨 가스로 급냉

| 그림 5. 열처리 패턴과 성형 조건을 포함한 열간 단조의 열처리 공정 변화 예 |

- [그림 5] a)의 단조 공정에 의해서 압축 응력 65%를 1150°C에서 가한 후 0.05°C/s, 0.15°C/s, 0.5°C/s의 제어 냉각에 따른 SCM420, SCr420의 조직 변화를 관찰한 결과 [그림 6]과 같이 관찰됨
- [그림 6] a), c), e)는 SCM420에서 냉각 속도가 빨라짐에 따라서 오스테나이트의 입계에서 펄라이트의 생성량이 달라지는 것과 0.15°C/s 이상에서 베이나이트의 석출이 보여짐
- [그림 6] b), d), f)의 SCr420 소재에서 냉각 속도가 빨라짐에 따라서 SCM420에서와 마찬가지로 형성되는 거동을 관찰됨
- SCM420에서 펄라이트 조직이 보다 미세하고 균일한 펄라이트가 생성되며 입계에서 페라이트 양이 SCr420에 비해 상대적으로 작게 형성됨



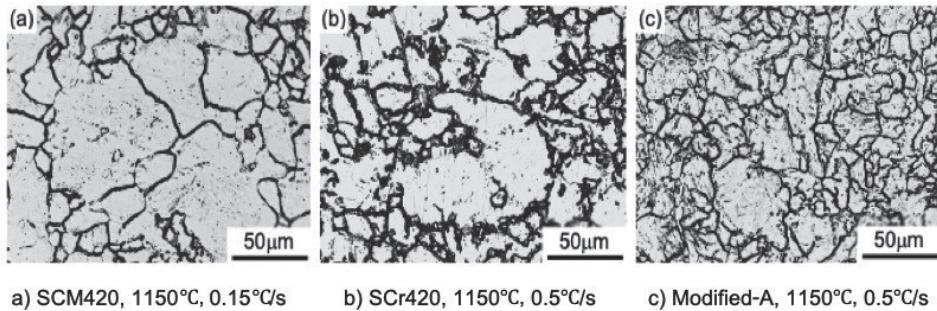
| 그림 6. 1150°C 온도에서 65%의 압축을 가한 후 [그림 5] a) 조건의 series A 조건에 의한 실험으로 다양한 제어 냉각에 의한 조직 변화 |



| 그림 7. SCM420, 1100°C와 modified-A소재 1150°C에서 Series A를 기준으로 냉각을 실시한 경우 미세 조직 관찰 결과 |

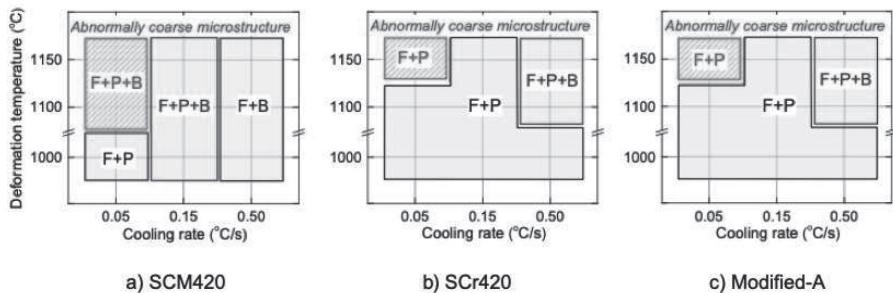
- [그림 7]의 SCM420의 경우 50°C 정도 온도가 낮은 경우에 약간의 응력을 가한 후 연속 냉각을 실시한 경우로서 base 조건([그림 5]의 실험 조건)과 비교하여 동일 속도로 서냉한 경우에도 베이나이트 조직이 훈재된 조직 형성

- Modified-A소재의 경우 오스테나이트 조직이 크지만 베이나이트의 혼재 조직이 없는 조직이 만들어짐



- | 그림 8. 약간의 응력을 가한 후 950°C로 탄소 분위기에서 재가열 및 수냉을 실시한 경우,
a) SCM420, 1150°C 단조 후 0.15°C/s와 b) SCr420 및 c) modified-A소재 1150°C 단조 후 0.5°C/s로 처리한 조건 |

- [그림 8]이 의미하는 바는 결국 단조 열처리시 서냉한 경우 임계 온도에 의해 어느 온도에서 비정상적으로 조대한 조직이 발생하는지를 광학 조직에 대해서 알 수 있음
- 이는 온도-냉각 속도의 좌표를 통해서 [그림 9]와 같이 간단하게 소재별로 단조 온도에 따라서 냉각 속도를 달리하는 경우 어떤 조직이 발생할 수 있는지 정리가 가능함



- | 그림 9. 단조 온도 및 냉각 속도에 따른 강종별 a) SCM420, b) SCr420, c) modified-A강종에서 혼합 조직과 비정상 조대화 조직이 발생하는 위치 |

- 결과와 같이 단조 업체를 주축으로 제작된 소재를 이용해 정밀한 냉각속도 제어가 가능한 열처리 공정을 통해, 현재 통상적으로 단조 후 컨베이어로 연속적으로 옮기다 보면 외부 온도에 따른 영향이 매우 크고 이것이 불량 발생원인으로 작용할 수 있다는 것이 예측 가능함
- 작은 소재의 냉각 속도가 다르고, 계절에 따라 환경이 바뀌는 문제에 대한 관리 포인트가 얼마나 섬세해야 하는가에 대해 시사하는 바가 큽

3. 열처리 산업의 향후 방향에 대한 의견

- 향후 열처리는 자동차 부품 시장이 주도하던 대량 생산 물량은 확실하게 줄어들 것이 자명함
- 그럼에도 불구하고 대형기어, 샤프트, 부싱 및 베어링 부품의 시장은 풍력, 발전기, 군수 관련 및 우주 항공 부품의 폭발적 수요 증가 예측됨
- 열처리 분야에서는 소량/다품종 부품에 대응 가능한 소/중형 공정 장비 및 이에 대한 기술 개발이 필요한 시점임. 특히 하이스 공구 소재, 티타늄 및 텅스텐 합금 등 특수 소재 열처리 기술에 적합한 열처리 공정과 장치가 매우 부족한 형편임. 이러한 분야의 열처리 및 제품화 공정에 대한 상용화 기술 개발이 필요함
- 국내 모기업에서 열간 단조 후 냉각속도에 대한 오해로 인해 지속적인 불량이 발생하는 등이 협업을 통해서 해결 가능함. 열처리 분야에서 접근하면 소재와 가공이 연계된 뿌리 기술 협업이 제품 고도화와 원가 절감에 영향을 줄 수 있는 긍정적인 부분이 큼. 관련되어 다양한 제품화 과제 도출이 기대됨
- 기존 자동차용 부품의 열처리를 위한 진공로, 침탄로 등 수많은 장비의 해체와 판매가 예상되는 상황으로 이를 활용한 새로운 양산 공정의 개발과 적용은 시장의 판로를 바뀔 것으로 판단됨. 이를 어떻게 새로운 시장에 적용할 것인가에 대해 기대와 걱정이 매우 큼

[참고문헌]

1. 세계 해상 풍력, 2030년 236GW 전망 “대형 유틸리티 경쟁 치열해진다”, https://home.kepco.co.kr/kepco/KR/ntcob/ntcobView.do?boardCd=BRD_000516&boardSeq=21051324&menuCd=FN3113&pageIndex=1
2. Siemens gamesa renewal energy, <https://www.siemensgamesa.com/en-int/about-us/company-history>
3. 뿌리아카데미교재 “단조 기술의 이해, 한국단조공업협동조합, 2020. 1
4. 열간 단조 후 미크론 조직 제어에 있어서 침탄시 결정입도특성의 개선, Miyazaki T. and Fujimatsu T., Sanyo Tech. Report. Vol. 27, P50 (2020) No1.

[국내외 주요 기술개발 현황]

연구기관명	프로젝트명	개요	연구기간
한국생산기술 연구원	• [뿌리대표] Add-on모듈 탑재를 통한 지능형 뿌리 공정 기술개발	• 기존 산업화 장비를 센서와 프로그램을 통해 최신 장비로 활용 가능하도록 하여 최신 양산 장비와 동일한 성능을 내도록 함	2020.01-2025.12
한국재료연구원	• 에너지 플랜트용 금속소재 실용화 요소기술개발	• 발전플랜트용 내열강의 열간 단조 공정개선을 위한 성형성 평가	2014.01-2016.12
(주)태웅	• Ø1000급 대직경 round bloom제조 및 이를 활용한 고품질 단조품 개발	• 대직경 round bloom제조와 이를 적용한 고품질 단조품 개발을 통한 해외시장 가격 경쟁력 확보	2016.01-2019.11
Kawakami Tekkoshō	• 표면경화용 열간 단조품의 제조 방법	• 자동차부품의 카운터기어, 메인샤프트 등에 적용되는 구조용 합금강의 열처리품 제조기술	JP2012125838 특허 2010.12. 15

작성자/문의처

▶ 정책기획팀	▶ 이정우 팀장	042-712-9300	jwlee@keit.re.kr
	▶ 이철주 수석	042-712-9305	lcj08@keit.re.kr
	▶ 정찬혁 수석	042-712-9304	supei@keit.re.kr
	▶ 임문혁 수석	042-712-9303	mhyim@keit.re.kr
	▶ 차현진 책임	042-712-9302	fmcha@keit.re.kr
	▶ 유동훈 선임	042-712-9307	yudonghun@keit.re.kr
	▶ 이준용 선임	042-712-9308	jylee06@keit.re.kr
	▶ 진명현 주임	042-712-9306	ayoayd1314@keit.re.kr

| 주력산업 |

▶ 전기수소차	▶ 이봉현 PD	02-556-9532	gear1@keit.re.kr
▶ 자율주행차	▶ 서재형 PD	02-556-9533	sjhbjj@keit.re.kr
▶ 조선해양	▶ 류민철 PD	02-556-9531	okpo6000@keit.re.kr
▶ 첨단기계	▶ 전형호 PD	02-556-9535	hhchun@keit.re.kr
▶ 첨단장비	▶ 심창섭 PD	02-556-9534	caleb92@keit.re.kr
▶ 로봇	▶ 우현수 PD	02-556-9536	heshell@keit.re.kr
▶ 우주항공	▶ 박 훈 PD	02-556-9530	liftoff@keit.re.kr

| 신산업 |

▶ 바이오	▶ 김형철 PD	02-6009-8771	hckim@keit.re.kr
▶ 지식서비스	▶ 김돈정 PD	02-6009-8772	jamesdon@keit.re.kr
▶ 디자인	▶ 이태림 PD	02-6009-8777	lilia@keit.re.kr
▶ 의료기기	▶ 박지훈 PD	02-6009-8773	jihoon@keit.re.kr
▶ 이차전지			
▶ 스마트제조	▶ 김도현 PD	02-6009-8775	lgis30@keit.re.kr
▶ 스마트전자	▶ 변기영 PD	02-6009-8776	gybyun@keit.re.kr

| 소재부품산업 |

▶ 화학공정	▶ 한정우 PD	02-556-9572	jwhan@keit.re.kr
▶ 섬유	▶ 윤석한 PD	02-556-9573	yshs@keit.re.kr
▶ 세라믹	▶ 이건훈 PD	02-556-9571	khoon17@keit.re.kr
▶ 탄소·나노	▶ 최경호 PD	02-556-9575	khchoi@keit.re.kr
▶ 뿌리기술	▶ 이병현 PD	02-556-9577	bhlee@keit.re.kr
▶ 시스템 반도체	▶ 김진섭 PD	02-556-9579	keti3@keit.re.kr
▶ 반도체 공정장비	▶ 이정호 PD	02-556-9574	plasma@keit.re.kr
▶ 디스플레이	▶ 박영호 PD	02-556-9576	yhopark@keit.re.kr
▶ 금속재료	▶ 김도근 PD	02-556-9578	dogeunkim@keit.re.kr

PD이슈리포트 발간 목록

발간호	발간분야	이슈제목
20-특집호	21대 분야	2019년 연구개발 주요성과 및 2020년 추진 계획
20-3호	FOCUSING ISSUE	수소전기버스용 대용량 수소탱크 개발
	탄소·나노	표준화를 통한 나노제품의 기술선도와 규제대응
	디스플레이	미래 디스플레이 : 평판 디스플레이를 뛰어넘어 탈평판 디스플레이로
	세라믹	밀가루, 세라믹 분말 그리고 국내 세라믹 원료산업의 현황
	로봇	웨어러블 로봇의 기술동향과 산업전망
20-4호	의료기기	디지털치료제 기술동향과 산업전망
	뿌리기술	‘주조, 용접, 표면처리 최신 기술 개발 동향’
	스마트전자	공기산업을 선도하는 스마트 센서기술
	이차전지	고에너지 고안전성 전고체전지 기술
	특집	『CES(Consumer Electronics Show) 2020』를 통해 본 소비자가전 주요 산업동향
20-5호	FOCUSING ISSUE 1	자율주행 인지 대응형 코팅 소재 및 공정기술 개발
	FOCUSING ISSUE 2	CMOS 호환 고성능 GaN 전력반도체 개발
	첨단장비	공정혁신 제조장비 국내외 기술동향 및 수요 분석
	지식서비스	디지털엔지니어링 기술동향 및 전망
	자율자동차	자율주행 사용화를 위한 차량 안전기술 동향
20-6호	첨단기계	승강기산업의 기술동향과 산업전망
	FOCUSING ISSUE	As 및 Sb 미함유 친환경 원적외선 광학유리 소재 및 광학렌즈 기술 개발
	해양조선	IMO 친환경선박 관련 규제 및 대응 방안
	디자인	소재 및 표면처리 특허 빅데이터를 활용한 디자인 프로세스 개발
	전기수소차	대형 상용차 전기구동시스템 기술 동향
	화학공정	위·변조 방지 태그 기술 현황 및 개발 방향

발간호	발간분야	이슈제목
20-7호	FOCUSING ISSUE 1	다양한 물품을 운반할 수 있는 사람 추종형 이송로봇 개발
	FOCUSING ISSUE 2	온실가스 저감용 방오성능을 갖는 선박용 저마찰 필름 기술 개발
	반도체	경량 인공지능 반도체의 발전 전망
	섬유	친환경 섬유 기술동향 및 전망
	바이오	EAP 서비스산업 동향 분석
20-8호	FOCUSING ISSUE	초실감 미래형 디스플레이를 위한 마이크로디스플레이 기술 개발
	탄소·나노	탄소섬유 소재산업 및 기술개발 동향
	디스플레이	OLED 발광재료 기술개발 현황 및 전망
	세라믹	세라믹 소재와 단일도메인형체의 융합 그리고 감염병 진단 기술
	의료기기	이동형병원 산업동향과 개발전망
20-9호	로봇	직접교시기술의 동향 및 전망
	FOCUSING ISSUE	빅데이터 기반 AI의 산업특화 활용을 위한 개방형 AI 클라우드 서비스 시스템 개발
	첨단장비	절삭공구 데이터 플랫폼 관련 국내외 기술동향
	금속재료	미래 선도형 금속재료산업 기술동향 및 전망
	이차전지	이차전지산업 현황 및 전망
20-10호	스마트전자	전장용 MLCC 기술동향과 산업전망
	스마트제조	증강기술을 활용한 스마트제조 기술동향
	FOCUSING ISSUE 1	잔존 혈액암세포 검사용 혈구 분석시스템 개발
	FOCUSING ISSUE 2	미래 선박 - 자율운항선박 기술개발
	첨단기계	굴착기용 전기구동 실린더 기술개발 동향
	지식서비스	비대면서비스 산업동향 및 기술현황
	자율주행차	미래 교통수단 퍼스널 모빌리티 산업 생태계

PD이슈리포트 발간 목록

발간호	발간분야	이슈제목
20-11호	FOCUSING ISSUE	토공작업 자동화를 위한 양방향 실시간 3D 측량정보를 제공하는 스마트건설기계연동형 드론측량시스템 개발
	조선해양	친환경선박 대체연료 기술개발 동향
	화학공정	카메라 적외선 차단(흡수) 필터 소재 기술 동향
	디자인	에코패키지 디자인 동향
20-12호	FOCUSING ISSUE	리튬이차전지용 파우치
	섬유	방역용 섬유소재 산업동향
	바이오	3차원 생체조직 칩 기반 신약개발 플랫폼 기술
	스마트제조	산업일자리 고도화 기술동향
21-특집호	뿌리기술	3D 프린팅 기술을 접목한 금형 제조기술 동향
	21대 분야	2020년 연구개발 주요성과 및 2021년 추진 계획
	FOCUSING ISSUE	장시간 무인가공을 위한 유연 라인 가공시스템 실증
	이차전지	전기차용 고성능 배터리의 니켈계 양극소재 기술
21-3호	세라믹	양방향 세라믹연료전지의 기술개발 동향과 방향
	금속재료	항공용 금속소재 자립화 현황 및 전망
	전기수소차	전기자동차 배터리 팩 고밀도화 기술
	FOCUSING ISSUE	5G 연계 산업유형별 품펙터를 적용한 산업용 AR기기 참조모델 개발
21-4호	로봇	비대면 휴먼케어 서비스 로봇 기술 현황 및 발전 방향
	바이오	의약품 3D 프린팅 기술의 현재와 미래
	탄소·나노	탄소소재 적용 전자파 차폐 산업현황과 기술전망
	자율주행차	자율주행기술 활용 상용차 위험환경 극복 기술 동향

발간호	발간분야	이슈제목
21-5호	FOCUSING ISSUE	비정상 비행상황 대응 팀 단위 협업 훈련을 위한 가상 운항승무원 트레이닝 서비스 시스템 개발
	지식서비스	디지털 유통물류 기술동향과 산업전망
	스마트전자	광융합휴먼케어 기술동향과 산업전망
	뿌리	지능형 소성가공기술 동향 및 전망
21-6호	FOCUSING ISSUE	생체의료용 고기능성 타이타늄(Ti) 합금 소재 및 응용제품 개발
	첨단기계	광산장비의 친환경 스마트 기술혁신
	디자인	휴먼팩터 지능화의 디자인 기술동향과 산업전망
	화학공정	국내 불소화학 산업 동향
21-7호	반도체	반도체 소부장 산업현황 및 투자전략
	FOCUSING ISSUE	퍼스널 모빌리티 플랫폼 핵심기술 개발 및 실증
	첨단장비	3D Printed Electronics(3DPE) 분야 국내·외 기술동향
	의료기기	신경자극 의료기기 기술 및 시장동향
21-8호	섬유	자원순환 화학재생 섬유 기술동향 및 전망
	디스플레이	디스플레이용 QD 소재 기술 동향 및 향후 추진 방향
	FOCUSING ISSUE	AI 반도체 기술 소개
	전기수소차	중대형 수소상용차의 기술개발 방향
21-8호	로봇	유연물 핸들링 로봇 시스템을 위한 인식, 파지, 조작 기술
	이차전지	리튬-황 차세대 이차전지의 기술 동향 및 전망
	금속재료	수소 파이프라인 강재 기술개발 동향

PD이슈리포트 발간 목록

발간호	발간분야	이슈제목
21-9호	자율주행차	자율주행차 인지센서 상용화기술과 산업전망
	바이오	기술기반의약품(TBM)의 기술개발 동향과 미래가치
	스마트제조	임베디드 인공지능 SW 기술맵 동향
	탄소·나노	이차전지 음극재용 탄소나노소재 기술동향 및 전망
21-10호	FOCUSING ISSUE	탄소 감축을 위한 LNG 냉열 발전 재기화 기술
	조선해양	선박·해양 프로세스 시스템 디지털 트윈 개발 방향
	지식서비스	디지털엔지니어링 설계기술과 탄소저감
	스마트전자	인공지능가전 기술동향과 산업전망
	뿌리기술	주조산업의 최신 기술 활용 사례
21-11호	첨단기계	극저온 냉동기 기술 및 시장 동향
	디자인	CMF디자인 기술동향과 산업전망
	화학공정	국내 촉매 산업의 기술 동향
	시스템반도체	전력반도체 최신 기술 이슈 및 향후 전망
21-12호	FOCUSING ISSUE	디지털 유통물류 기술 동향과 산업 전망
	첨단장비	주력가공장비용 핵심부품 기술동향 및 개발방향
	의료기기·헬스케어	헬스케어 서비스아이제이션(Servitization) 기술 및 시장동향
	섬유	친환경 라이오셀(Lyocell) 섬유 산업동향
	디스플레이	디스플레이용 초소형 마이크로 LED 기술 동향 및 향후 추진 방향
22-특집호	22대 분야	2021년 연구개발 주요성과 및 2022년 추진계획

발간호	발간분야	이슈제목
	조선해양	선박운항 탄소중립을 위한 재생에너지 활용·풍력추진선박의 개발 동향
	로봇	재난 대응 로봇 기술 동향 및 발전 방향
22-3호	이차전지	고성능 리튬이차전지의 실리콘계 음극소재 기술
	세라믹	전기차 고출력 파워모듈용 세라믹 방열소재 기술
	차율주행차	차율주행 휴먼 머신 인터페이스(HMI) 기술 동향
	바이오	바이오 소부장의 기술개발 동향 및 전망
22-4호	스마트제조	스마트공장 빅데이터 분석 플랫폼 기술동향
	탄소·나노	인조흑연 소재산업의 동향과 기술개발 방향
	금속재료	액체수소 저장용 소재 기술개발 동향
	FOCUSING ISSUE	디지털 마커 기반 맞춤형 불면증 디지털치료제 개발
	전기수소차	전기자동차 배터리 팩 시스템의 열 안전성 향상 기술
22-5호	지식서비스	감성인식 기술과 지식서비스
	스마트전자	전력기기의 지능화를 위한 디지털 변전소 동향 및 발전방향
	뿌리기술	반도체·디스플레이 습·건식 표면처리 최신 기술개발 동향
	첨단기계	건설·산업기계용 수소엔진 기술동향
	디자인	긍정 디자인 패러다임의 변화
22-6호	화학공정	언더필 소재 기술 동향
	시스템반도체	AlN(Aluminium Nitride) 기반의 센서 기술 동향

PD이슈리포트 발간 목록

발간호	발간분야	이슈제목
22-7호	첨단장비	신산업 제조장비용 핵심부품 기술동향 및 개발방향
	의료기기·헬스케어	CDMO 연계 중재시술 의료기기 기술 개발 및 시장동향
	금속재료	수소환경 시험평가 및 표준화 동향
	반도체 공정장비	반도체 고급인력양성 추진전략
22-8호	조선해양	조선해양 의장설계 디지털전환
	로봇	생체 모방형 로봇 기술 동향 및 발전 방향
	이차전지	슈퍼커패시터 산업 동향 및 기술 전망
	세라믹	시멘트 산업 탄소중립을 위한 기술개발 전략
22-9호	디스플레이	『SID 2022(Display Week)』를 통해 본 디스플레이 산업동향
	지율주행차	미래 SDV(Software-defined Vehicle)를 위한 차세대 아키텍처 기술개발 동향
	바이오	분변미생물이식(FMT) 기반 휴먼 마이크로바이옴 치료제 기술개발 동향분석
	섬유	항바이러스 섬유 산업동향
22-10호	전기수소차	전기차 실시간 가치평가 기술
	지식서비스	워케이션 서비스와 지식서비스 기술개발
	스마트전자	차세대 광소자 기술동향 및 발전방향
	뿌리기술	뿌리산업분야에서 열처리 산업과 협업에 의한 품질 향상 방안

KEIT PD Issue Report

| 발행일 | 2022년 10월

| 발행처 | 한국산업 기술평가관리원(KEIT)

| 주 소 | (대구본원) 41069 대구광역시 동구 첨단로 8길 32(신서동 1152번지) TEL. 053-718-8114

(대전분원) 35262 대전광역시 서구 문정로 48길 48(탄방동 647) 계룡빌딩 3층 TEL. 042-712-9300~5

| 홈페이지 | www.keit.re.kr

평범한 우리가
세상을 바꾸는 방법

공익신고



공익신고자 보호 더욱 강해졌습니다

보호

- 비밀보장, 신변보호, 불이익조치 금지, 책임감면

보상

- 내부 공익신고자에게 최대 30억원의 보상금 지급
- 공익에 기여한 경우 최대 2억원의 포상금 지급
- 구조금(치료비, 이사비, 소송비용 등) 지원

상담

- 국번없이 **110** 또는 **1398**

신고

- 홈페이지 **1398.acrc.go.kr**
- 우편(서울시 서대문구 통일로 87)

신고대상 : 6대 분야, 284개 법률 위반행위

건강

- 불량식품 제조·판매
- 무면허 의료행위

안전

- 부실시공
- 소방시설 미설치

환경

- 폐수 무단방류
- 폐기물 불법 매립

소비자이익

- 개인정보 무단 유출
- 허위·과장광고

공정경쟁

- 기업 간 담합
- 불법 하도급

기타 공공의 이익

- 거짓 채용광고
- 방위산업기술 불법사용



국민권익위원회



기술강국 코리아를 향한
R&D 지원 글로벌 리더

Keit

R&D 골든타임을 찾다!  기획

 평가 R&D 가치를 높이다!

 관리 R&D 성과를 창출하다!