



We provide the best AI solution through data

반도체공정 센서데이터를 활용한 딥러닝기반 불량예측 솔루션

2021. 06.

(주)에이아이비즈
하승재



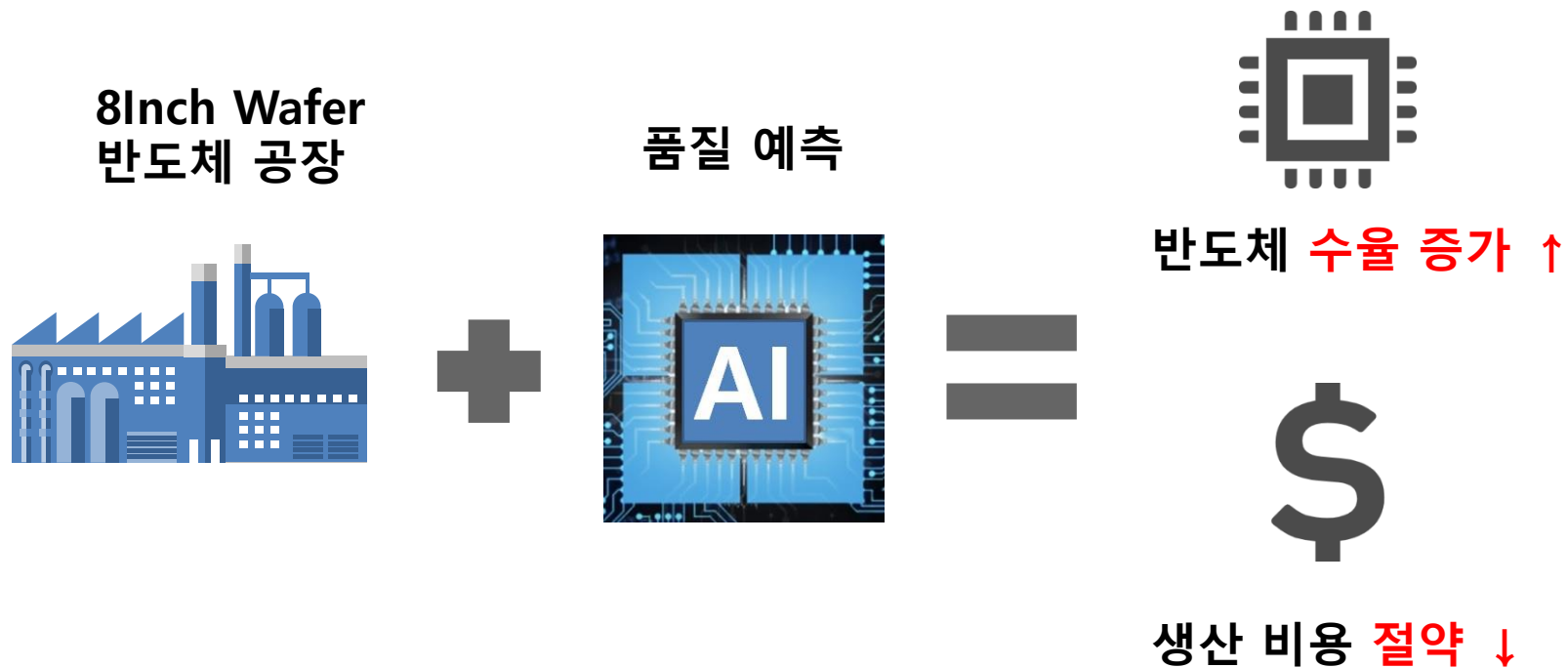
제 조 DATA
AI 솔루션 제공

연혁

- 2020.05 예비창업 패키지 선정
- 2020.06 법인설립 : (주)에이아이비즈
- 2020.06 고려대 패턴인식연구실 산학협력 계약 체결
- 2020.11 특허출원
 - 반도체 소자 제조 공정의 공정 업데이트 및 불량 원인 분석 방법
- 2020.12 상표출원 : 에이아이비즈
- 2020.12 PCT출원
 - 반도체 소자 제조 공정의 공정 업데이트 및 불량 원인 분석 방법
- 반도체 품질예측 솔루션 개발 완성
- 2021.03 특허출원
 - 인공지능 기반의 제조공정 품질검사 시스템
- 2021.05 1차 공급계약체결 : DB하이텍
- 2020.05 2차 공급계약 체결 : 모란토건
- 2021.05 초기창업패키지 선정
- 2021.05 고려대 인공지능학과장 이성환교수 자문교수
- AI공급기업 등록 신청

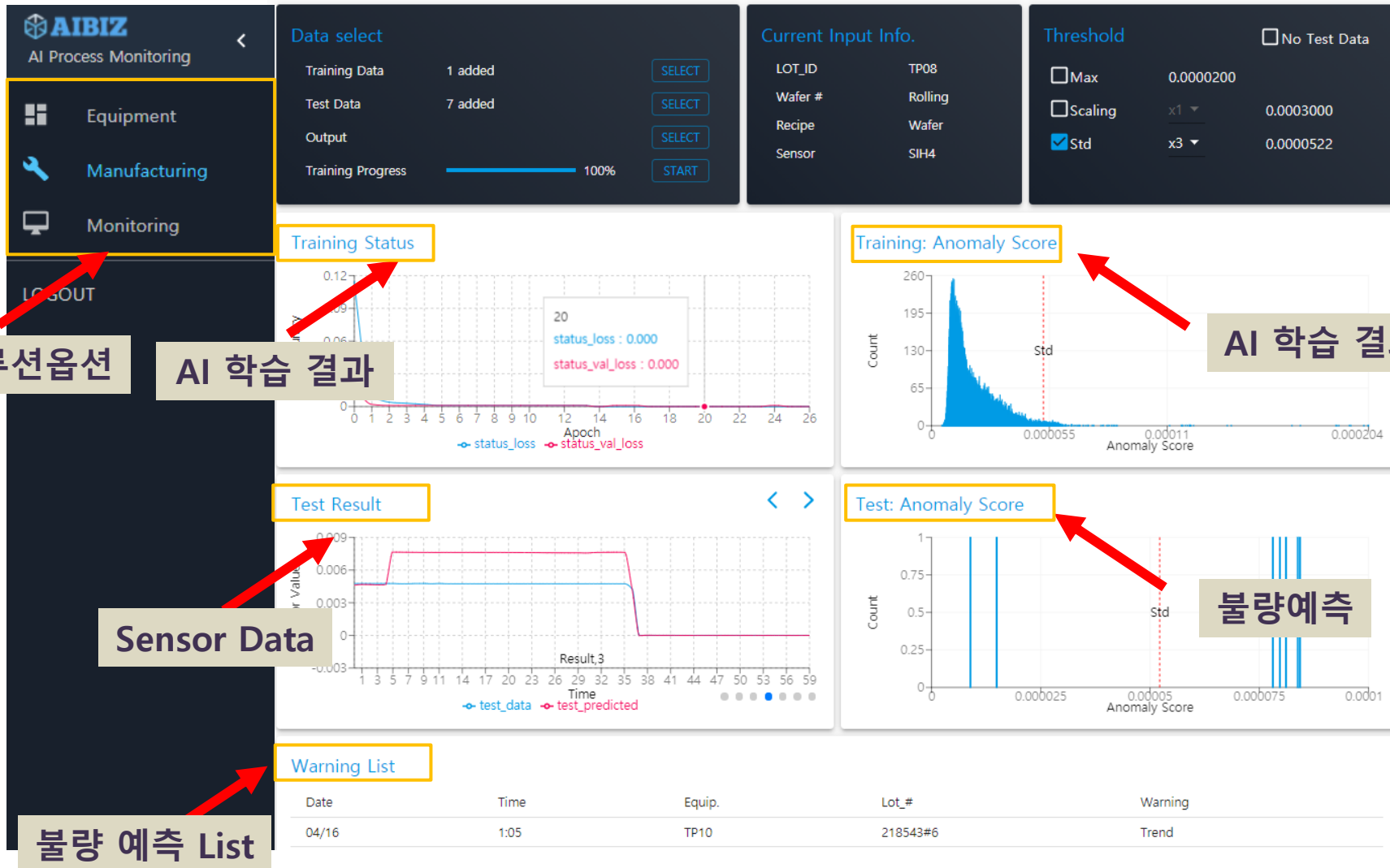
1. 솔루션 요약(Summery)

틈새시장인 8인치 반도체 공장에 최적화된
AI기반 품질 예측 시스템



※ 솔루션 요약

AI기반 품질 예측 시스템 (BMT, benchmarking test)

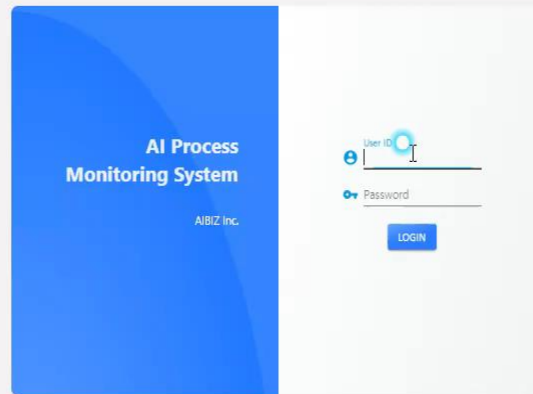


솔루션옵션

AI 학습 결과

Sensor Data

불량 예측 List



2. 문제인식(Problem)

2-1. 제품·서비스의 개발배경1 : 공급측면

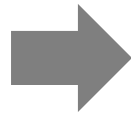
반도체 시장의 초호황에 따른

아날로그반도체(8-inch Wafer) 반도체 품질 불량 예측의 수요 증가

8.4% 급성장

가동률 100%

수요 증가



- 반도체 파운드리 업체 공급 부족 심화...증설·M&A 시, 이데일리 - 21.01.21
- 파운드리 업체 10~20%가격 인상, 8inch 쇼티지 극심, 전자신문 - 21.01.13
- 파운드리 업계, 즐거운 비명...내년에 '공급부족' 심화, 아이뉴스 - 20.11.29

2. 문제인식(Problem)

2-1. 제품·서비스의 개발배경2 : 기술측면

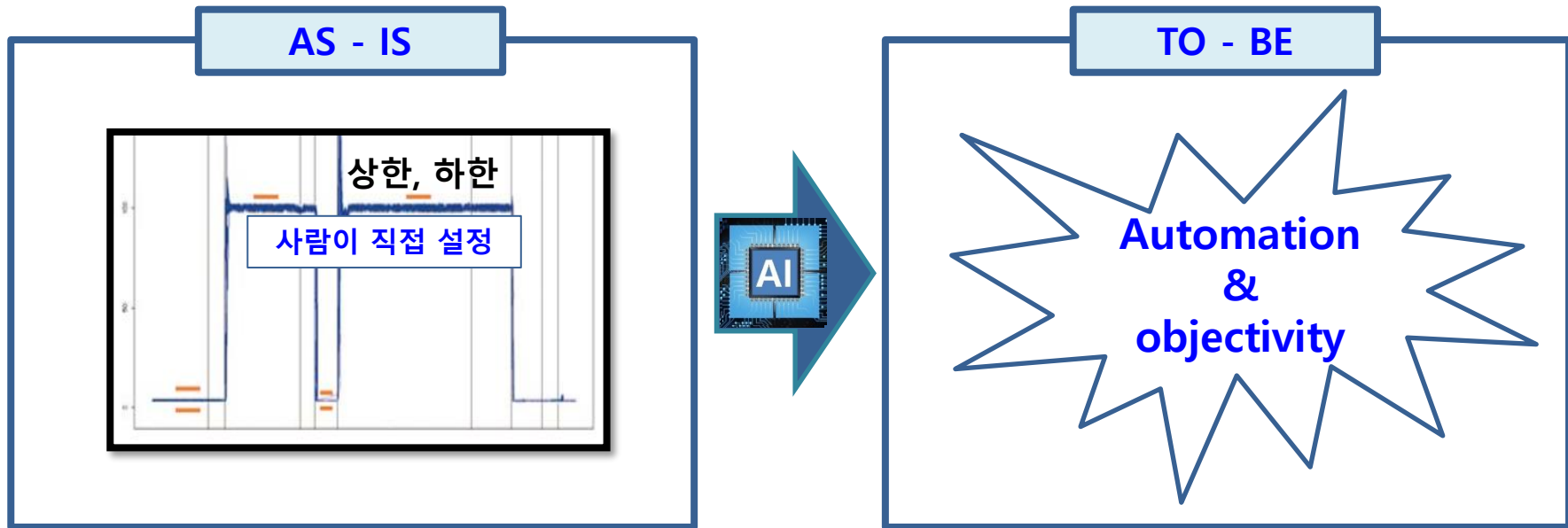
반도체 불량 예측을 위해 다양한 AI알고리즘이 개발되고 있으나
실용적으로 개발되기 어려운 실정



- 삼성 Data Center, 하이닉스 가우스랩스 (자체적 AI기반 불량 시스템)
- 국내외 8-inch Wafer Foundry 반도체 공장 경우에는 AI 엔지니어 부족으로 자체 시스템을 구축할 수 없는 현황

2. 문제인식(Problem)

2-2. 제품·서비스의 개발동기



- 엔지니어가 직접 설정/분석
- 기본적인 통계 기법 활용 불량 원인 분석

2. 문제인식(Problem)

2-3. 제품·서비스의 목적(필요성)

기술개발의 어려움
정상/비정상 데이터의 Imbalance
데이터 Labeling
불량원인분석



AI 기술
Unsupervised learning
XAI 기술

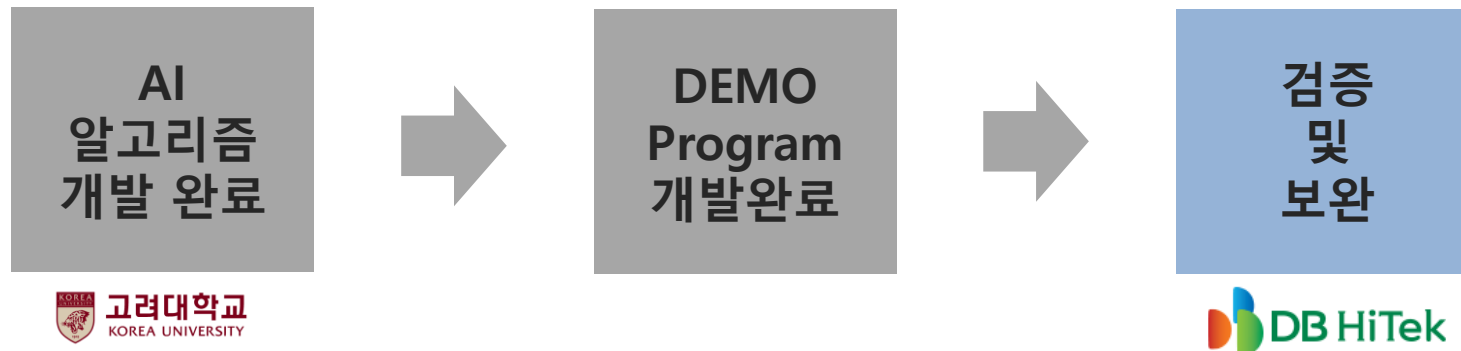
- 비지도 학습
- 설명 가능한 AI 기술

3. 실현가능성(Solution)

3-1. 제품·서비스의 개발 방안

1) 구현정도

- **알고리즘 자체 개발 완료** 및 **고려대 산학**을 통한 **알고리즘 성능 평가 완료**
 - ✓ 특허 출원 2개
 - 반도체소자제조공정의 공정 업데이트 및 불량원인분석방법 (2020.11.27, 10-2020-0162188, 하승재)
 - 인공지능 기반의 제조공정 품질검사 시스템 (2021.03.23, 10-2021-0037416, 하승재)
- **DEMO program 구축 완료**
- **DB Hitek furnace 장비 12대 공급**, Feedback을 통한 **검증** 및 **보완** 예정



3. 실현가능성(Solution)

3-1. 제품·서비스의 개발 방안

2) 초기창업패키지 사업(협약) 기간 내 목표 및 달성 방안

추진내용	추진기간	세부내용
센서 데이터 기반 불량예측 S/W개발	21.05.01 ~ 21.10.31	- (Back-End) AI 알고리즘 및 DB 구축 - (Front-End) GUI 기반 S/W 개발
반도체회사 솔루션 현장검증	21.05.01 ~ 21.11.30	- DB 하이텍 솔루션 공급 - Feedback에 따른 알고리즘 최적화
기술홍보	21.05.01 ~ 21.12.31	- 국내 학술 대회 구두 발표 1회
국내 시장 개척	21.05.01 ~ 22.2.28	- 일반 제조 회사 영업을 위한 AI 바우처 사업 공급 기업 선정 - 국내 반도체 회사 영업

3. 실현가능성(Solution)

3-1. 제품·서비스의 개발 방안

3) 개발 로드맵

세부 개발내용	수행기관 (주관/공동/위탁 등)	기술개발기간											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Backend - AI 알고리즘 개발	자체 개발												
1-1. Data 수집													
1-2. Data 분석													
1-3. Data 예측													
1-4. 시험 및 보완													
2. Frontend - GUI 기반 S/W 개발													
2-1 시각화													
2-2. Cloud 서비스													
2-3. On-premise 서비스													
2-4. 검증 및 보완													
2-5. 필드 시험													
3. AI 알고리즘 검증 및 성능 개선	공동 개발												

개발단계	결과물
S/W부문	
1. 수집 및 분석	project Python code 1개
2. 예측	AI알고리즘 model project Python code 1개
3. 시각화	GUI 환경 JAVA 및 HTML project code 1개
4. Cloud, On-premis 서비스	Backend API, 아마존 AWS 서버 구축

3. 실현가능성(Solution)

3-1. 제품·서비스의 개발 방안

4) 사업 로드맵

구분	2021년	2022년	2023년
관련기술	센서 데이터 기반 불량예측	센서 Trend 기반 불량예측	Embedded AI 기술
사업화솔루션	인공지능 불량예측 시스템		Embedded AI 반도체
마케팅	<ul style="list-style-type: none"> 반도체회사 솔루션검증 기술홍보 <ul style="list-style-type: none"> 국내외 저널, 학술발표 AI데이터바우처 공급기업 국내시장 개척 	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 전시회 참가 AI 바우처사업 공급기업 국내시장 확대 해외시장개척 이노비즈 인증 	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 전시회 참가 제조장비 업체 영업 해외시장 확대
매출	2억	18억(수출 8억)	50억(수출 30억)
고용	4	20	40

3. 실현가능성(Solution)

3-2. 고객 요구사항에 대한 대응방안

구분	경쟁사 제품	당사 제품
FDC	<ul style="list-style-type: none"> - Manual 불량 예측 기준 설정 - 주관적 불량 예측 	<ul style="list-style-type: none"> - Automated 불량 예측 기준 설정 - 객관적 불량 예측
AI 솔루션	<ul style="list-style-type: none"> - Supervised Learning 방식 - 불량 원인 분석 불가 - 이미지를 이용한 사후 불량 검출 	<ul style="list-style-type: none"> - Labeling이 필요 없는 Unsupervised 기술 - 불량 원인 분석 가능한 Explainable AI 기술 - 센서 데이터를 활용한 사전 불량 예측

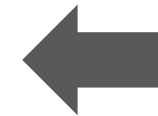
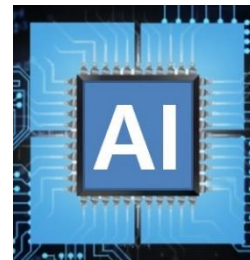
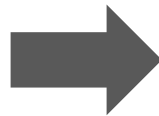
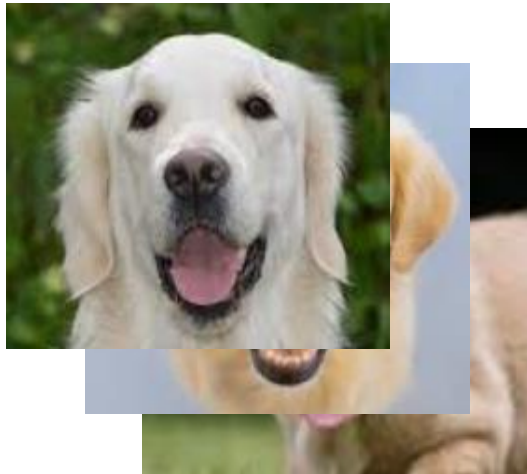
- Data Labeling이 필요 없는 Unsupervised learning 활용
- 불량 원인분석 가능한 Explainable AI (XAI) 기술 활용
- 센서 데이터를 활용한 사전 불량 예측

※ FDC(Fault Detection and Classification) : 반도체 제조산업에서 실시간으로 장비의 센서 데이터를 모니터링하고 분석하여 프로세스 이상 감지, 이상 식별, 결함의 원인을 분류하는 장비

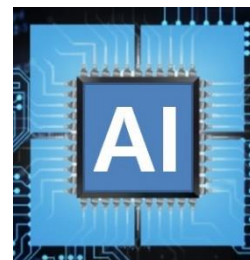
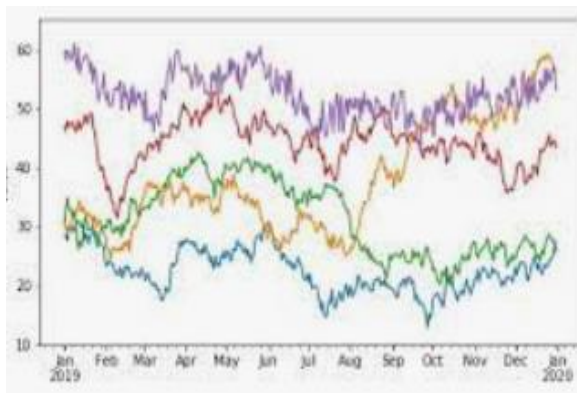
3. 실현가능성(Solution)

3-2. 고객 요구사항에 대한 대응방안

1) Unsupervised 기술



“강아지”

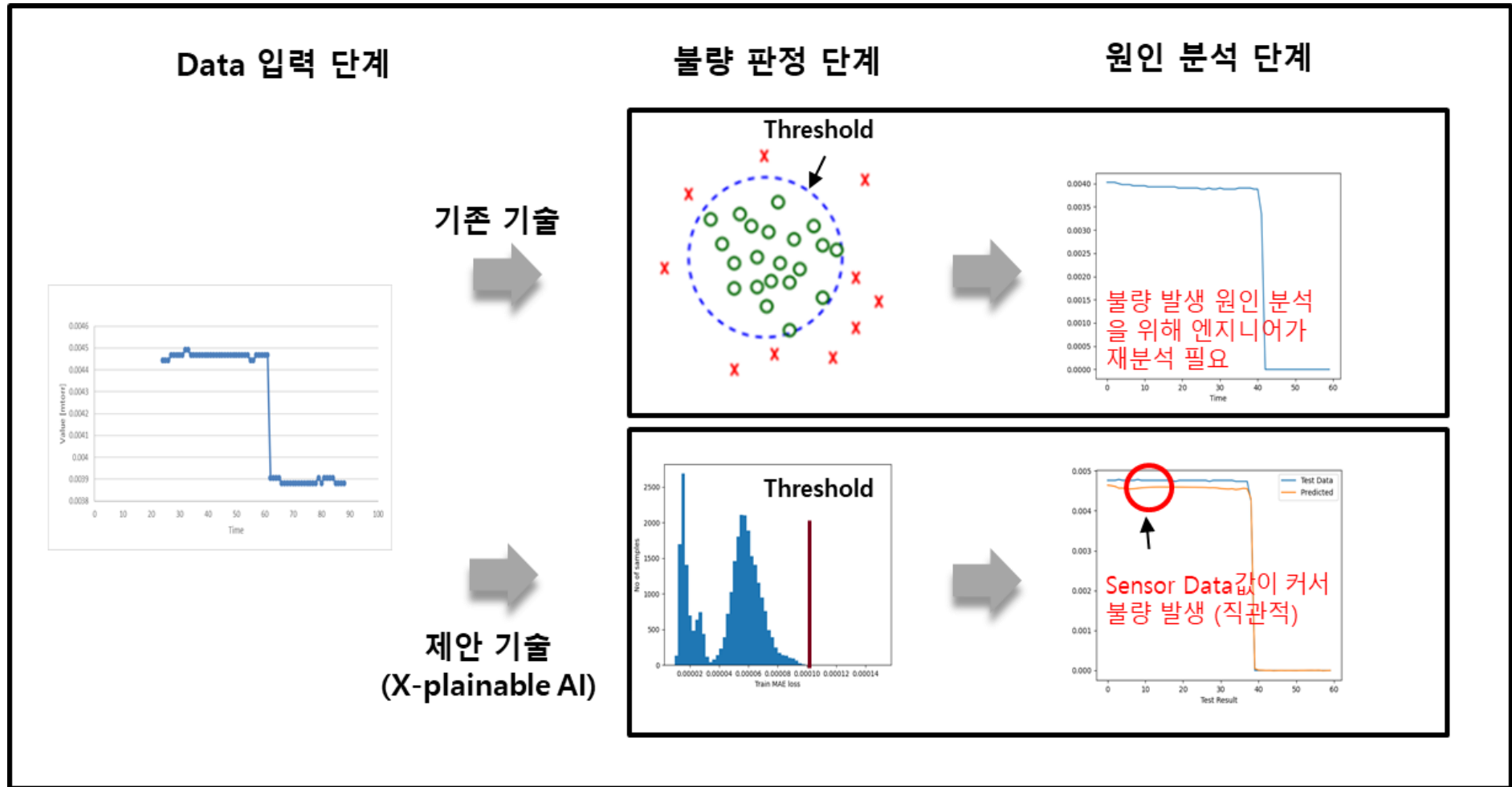


정상
or
불량

3. 실현가능성(Solution)

3-2. 고객 요구사항에 대한 대응방안

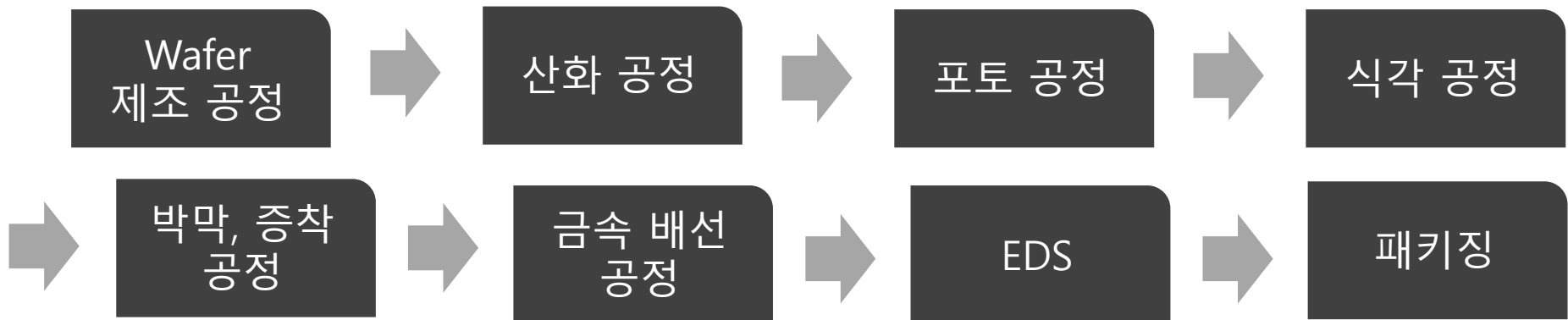
2) Explainable AI 기술



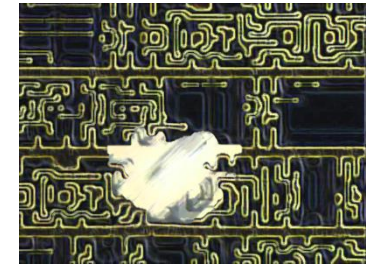
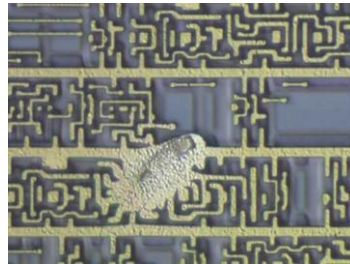
3. 실현가능성(Solution)

3-2. 고객 요구사항에 대한 대응방안

3) 사전 불량 예측 (모든 공정에서 사용 가능)

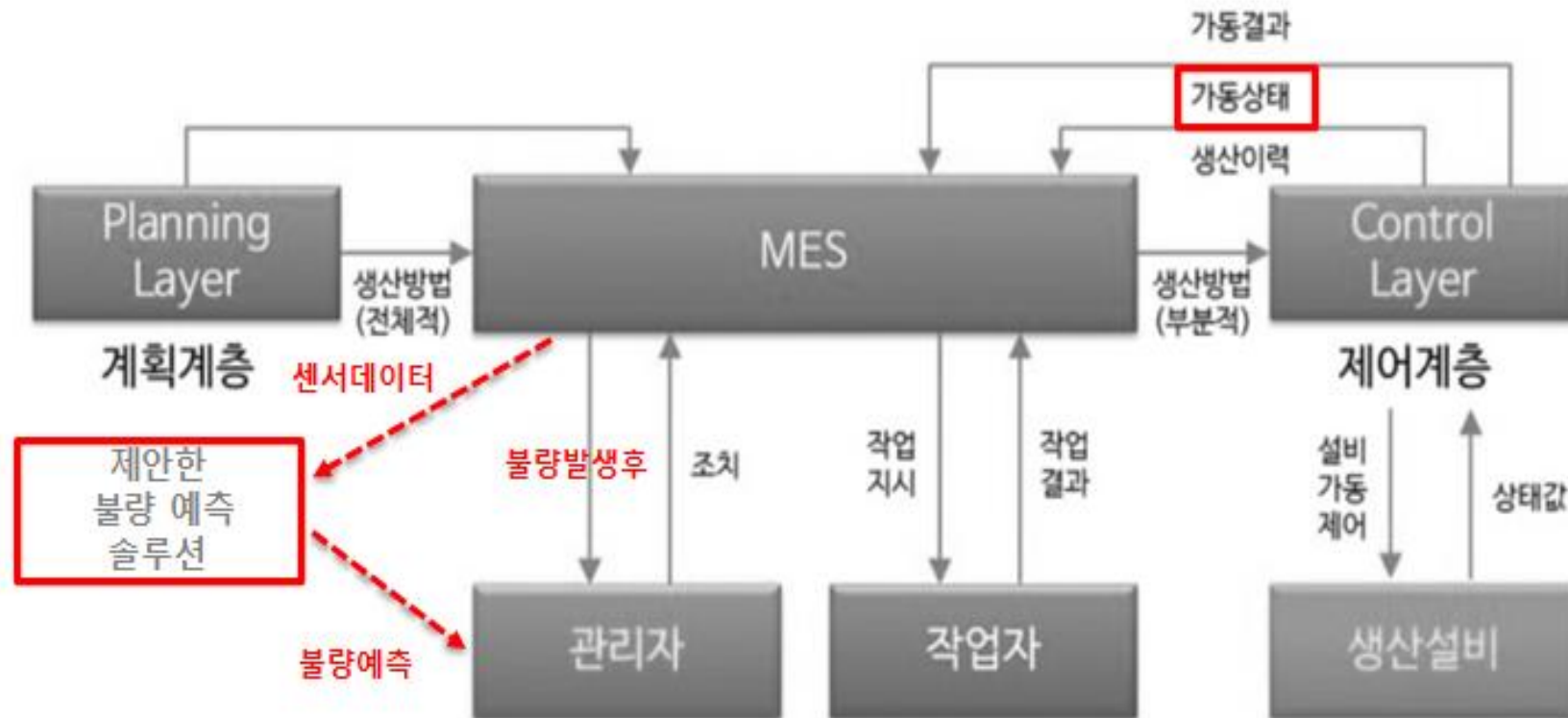


이미지기반 불량 사후 검출 : 금속 배선 공정이후 가능



4. 성장전략(Scale-up)

4-1. 솔루션 활용방안



4. 성장전략(Scale-up)

4-2. 국내시장 판매전략

1) 불량예측 솔루션의 현장검증을 통한 국내시장 진출

- ▶ DB하이텍과 전략적 제휴 (매출 1조, 국내 1위 Foundry 기업)

2) 현장 성공사례 및 기술홍보를 통한 국내시장 확대

- ▶ 국내 반도체 5개사 대상 영업활동
 - 불량예측 솔루션 현장검증 사례 자료화, 국내 반도체회사 성공사례 구축
- ▶ 기술홍보
 - 출원특허 국내2건, 국제1건, 반도체 장비 DATA기반 불량예측 알고리즘 소개 사이트 구축
 - 저널, 학술 발표, 박람회 등 기술 홍보를 통한 시장 진입

3) AI 데이터 바우처 공급기업 등록

[단위 : 백만원]

구분		2021	2022	2023	비 고
국내 매출	DB하이텍	100	300	600	Running Test : 2021년 6월말 완료: Furnace 장비 12대
	삼성전자	100	100	200	DB하이텍 Running Test완료이후 일부 장비에 적용
	SK하이닉스 SYSTEM IC	0	200	400	삼성전자, DB하이텍 성공사례 활용
	메그나칩	0	200	400	
	온세미컨덕트	0	200	400	
	소계	200	1,000	2,000	

4. 성장전략(Scale-up)

4-3. 해외시장 판매전략

- 중국, 대만 반도체 회사 대상 영업활동
 - 국내 반도체회사 성공사례 활용
 - 반도체분야 글로벌 박람회 (SEMICON) 참가
- 해외시장 매출계획

[단위 : 백만원]

구분		2021	2022	2023	비 고
해외	중국	0	400	1,600	삼성전자, DB하이텍 성공사례 활용
	대만	0	400	1,400	
	합계	0	800	3,000	

◦ 국·내외 진출 역량

국내		국외		
국내 특허 출원 건수	국내 특허 등록 건수	해외특허 건수	국제인증 건수	국제협약체결 건수 (외국 현지기업과 MOU, NDA 등)
2건	해당사항 없음	출원 1건	해당사항 없음	해당사항 없음

5. 기업 구성(Team)

5-1. 대표자 및 직원의 보유역량, 기술보호 노력



Seungjae Ha (CEO)

Smart Factory Consultant
데이터 디자인, 프로세스 혁신
서울대학교 학사, 숭실대 컨설팅 석사
숭실대학교 IT정보기술 박사수료



Jaewoo Park (CFO)

Financial & Investment Expert
재무 및 투자유치
연세대학교 행정학 석사, 박사



Daniel Choi (공동주주)

AI & Semiconductor R&D
AI 알고리즘 개발 및 검증
고려대학교 전자, 전파과 학사, 석사
고려대학교 인공지능학과 박사



이성환 (자문교수, Tech advisor)

AI 알고리즘 자문
고려대학교 인공지능대학원 학과장

Cooperation Research Institute



고려대학교
KOREA UNIVERSITY

패턴인식 연구실

AI 알고리즘 성능 개선

Achievements

- 2020년 예비창업 패키지 일반분야 선정 및 최우수 판정
- 글로벌 엑셀레이터 프로그램
- 숭실대학교 Creative Grant 프로그램

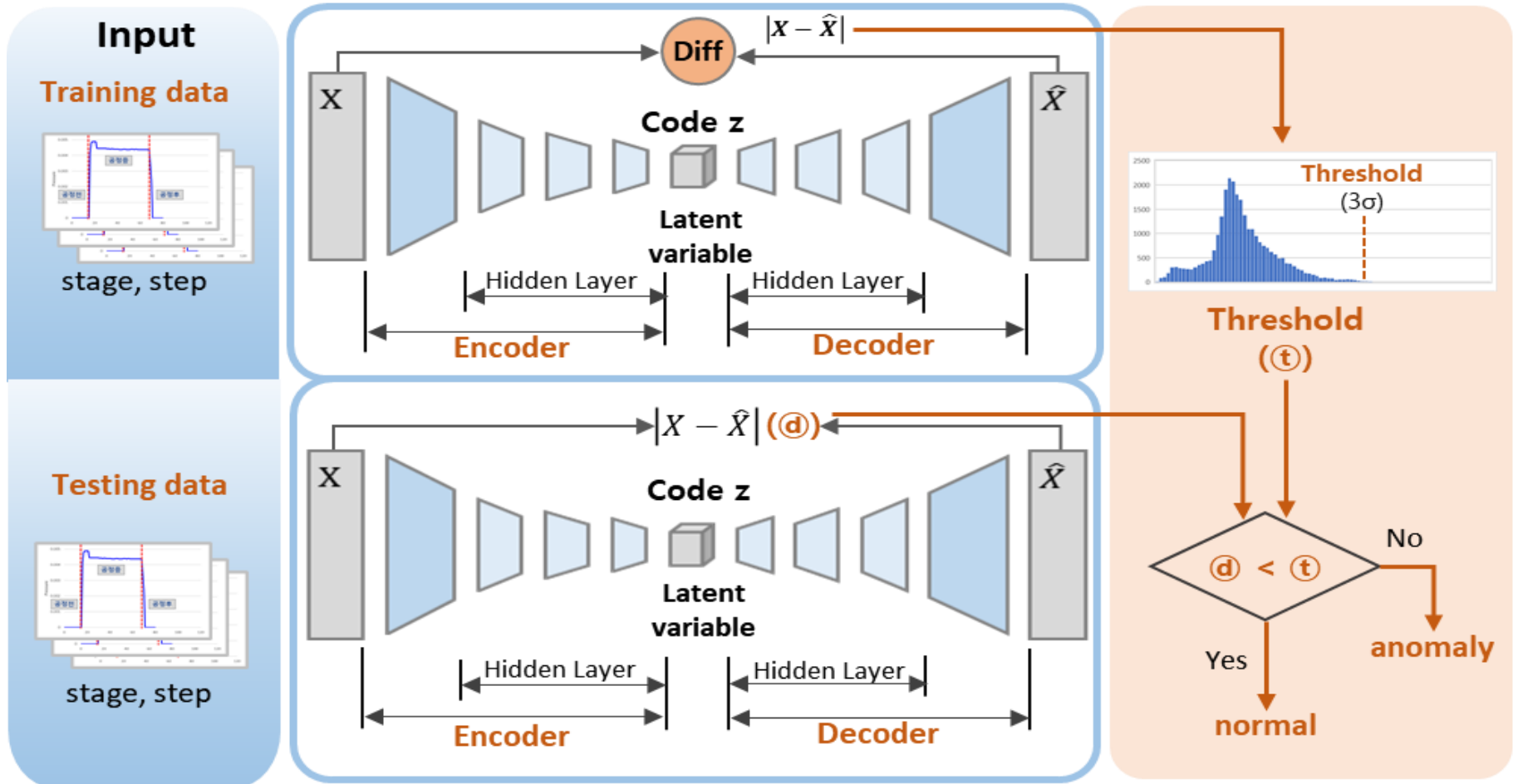


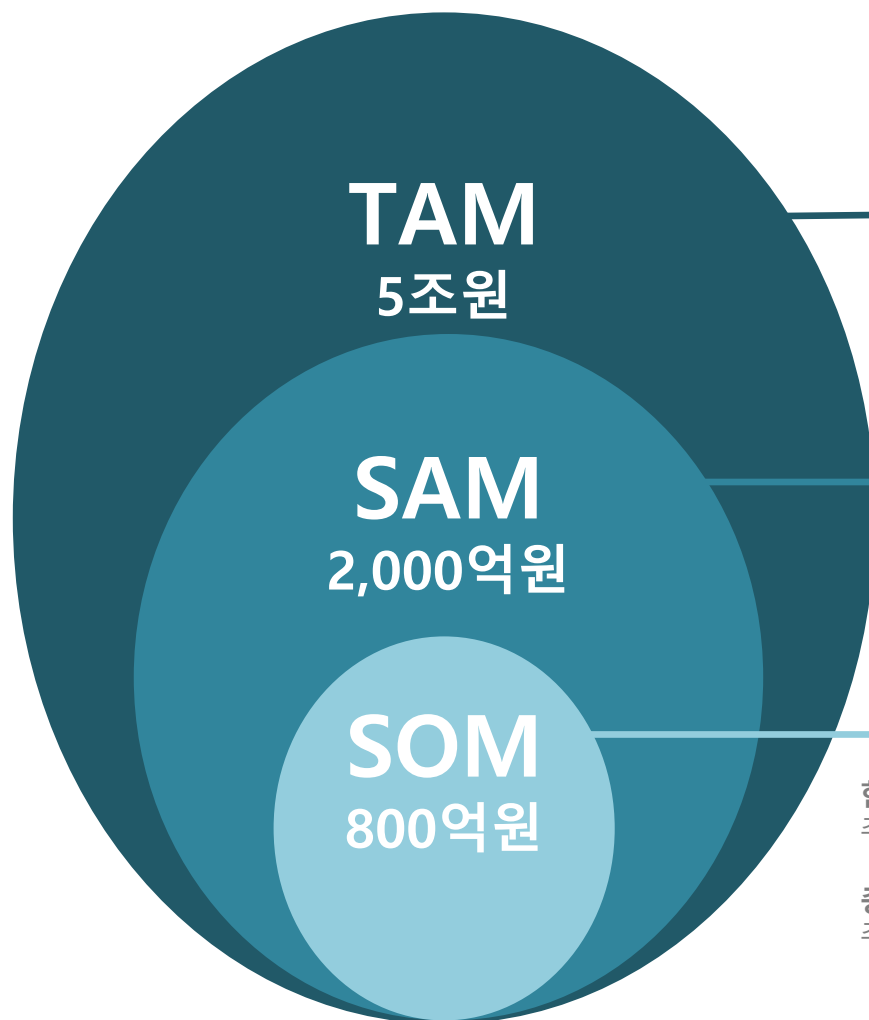
감사합니다

※ 불량예측모델

□ 불량예측 모델이란

- 제조공정에서 발생하는 설비의 센서 데이터를 딥러닝 기법으로 분석하여 제품의 이상여부를 예측하는 모델





Total Addressable Market

글로벌 반도체 불량 검수 시장규모
(CAGR of 7.7%)

Service Available Market

한국/중국/일본/대만 반도체 회사

Service Obtainable Market

한국/중국 8인치 반도체 회사

한국시장 (약 180억원)

주 고객 : 국내 8-inch Wafer 반도체 회사 : 삼성전자, SK하이닉스,
DB하이텍, 메그나칩, 온세미컨덕트 등 5개사

중국시장 (약 580억원)

주 고객 : 6, 8-inch Wafer 반도체 회사 : TSMC, SMIC, NANO Tech. 등 16개사

※ 시장규모 산출근거

- 회사당 8인치 장비 4개 라인 가정
- 년10억원 : 라인당 엔지니어 인건비(10명, 8,000만원) + FDC 라이선스 비용(라인당 년 1억원) + 초기구축비 1억원

※ 품질불량 솔루션 연구결과

구분	개발시기	Accuracy	Precision	Recall	F1-score	학습속도	원인분석
Topology & Deep SVDD	2020.07	0.2821	0.9963	0.2802	0.4374	1 hour (3,600 sec)	X
FFT & Deep SVDD	2020.09	0.7009	0.9988	0.7009	0.8237	10 min (600 sec)	X
LSTM based Autoencoder	2020.11	0.9809	0.9993	0.9815	0.9903	5 min (300 sec)	O
당사 솔루션	2021.02	0.9994	0.9999	0.9994	0.9997	15 sec	O
FDC		0.9794	1.0000	0.9794	0.9896	N/A	O

※ 학습속도의 중요성

□ 불량예측 솔루션의 학습속도 적정성

- 당사 솔루션 학습속도 : 15초(1개 센서, 1개 레시피, 1개 챔버, 1개 Step, 1개 장비)
 - 1개 장비에 대한 전체 학습 시간(기준설정시간) : 8시간(약 1일)
 - [# of Sensors] x [Training Time] x [# of recipe] x [# of Chamber] x [# of Step] x [# of Equipment]
 - $16 \times 15 \times 14 \times 3 \times 3 \times 1 \approx 8 \text{ Hours}$
- 공장 전체 세팅기간 : 전체 320일 소요 (공정(8), 라인(4), 설비(10) 가정)

- 1) 반도체소자제조공정의 공정 업데이트 및 불량원인분석방법 (2020.11.27, 10-2020-0162188, 하승재)
- 2) 인공지능 기반의 제조공정 품질검사 시스템 (2021.03.23, 10-2021-0037416, 하승재)

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2020.11.27
 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(441)
 출원번호 10-2020-0162188 (접수번호 1-1-2020-1281790-15)
 (DAS접근코드 1AB0)
 출원인명칭 주식회사 에이아이비즈(1-2020-086832-7)
 대리인성명 고영갑(9-2006-000893-6)
 발명자성명 하승재
 발명의명칭 반도체 소자 제조 공정의 공정 업데이트 및 불량 원인 분석 방법

특 허 청 장

관인생략

출원번호통지서

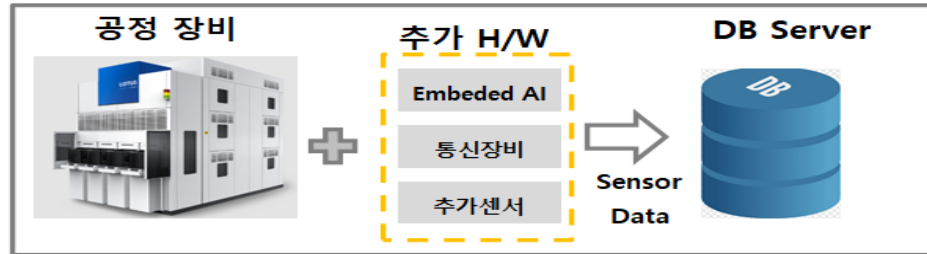
출원일자 2021.03.23
 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(ZDP210158)
 출원번호 10-2021-0037416 (접수번호 1-1-2021-0340702-36)
 (DAS접근코드07FF)
 출원인명칭 주식회사 에이아이비즈(1-2020-086832-7)
 대리인성명 임상엽(9-2009-001943-3)
 발명자성명 하승재
 발명의명칭 인공지능 기반의 제조공정 품질검사 시스템

특 허 청 장

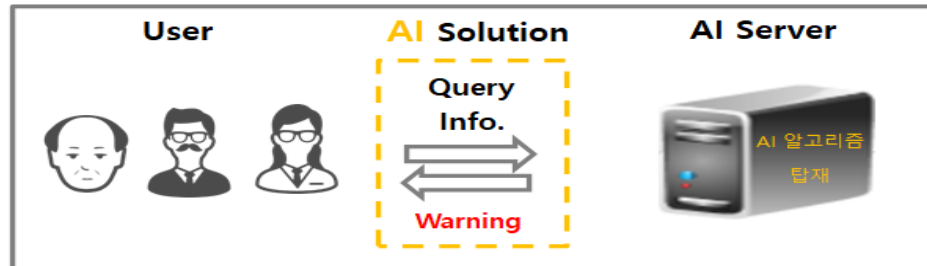
※ 반도체 불량예측 Total System

- (S/W) 반도체 불량 예측 AI solution 및 Dash Board ('21년 4Q 개발 완료 예정)

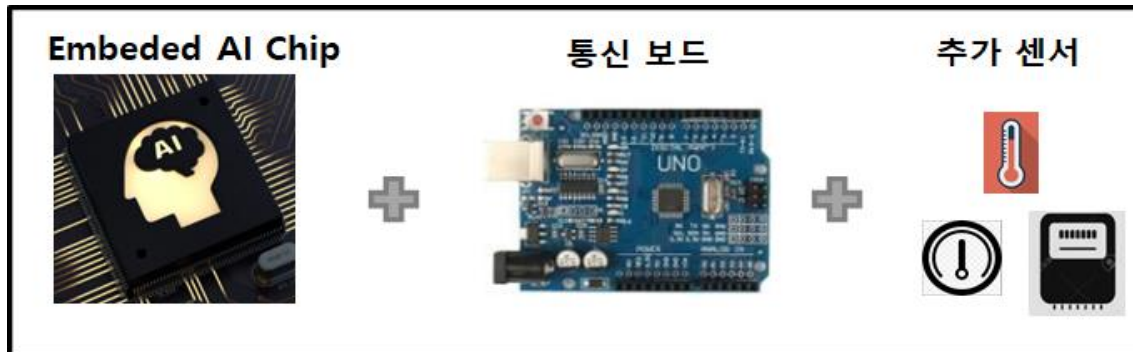
H/W 영역



S/W 영역



- (H/W) Embedded AI칩, 여러 통신 Protocol에 맞는 통신 장비 추가, 추가 센서 Board 제작 (23년 개발 예정)



※ 센서 데이터 기반 불량예측 S/W개발 내용

- (Back-End) AI 알고리즘 개발

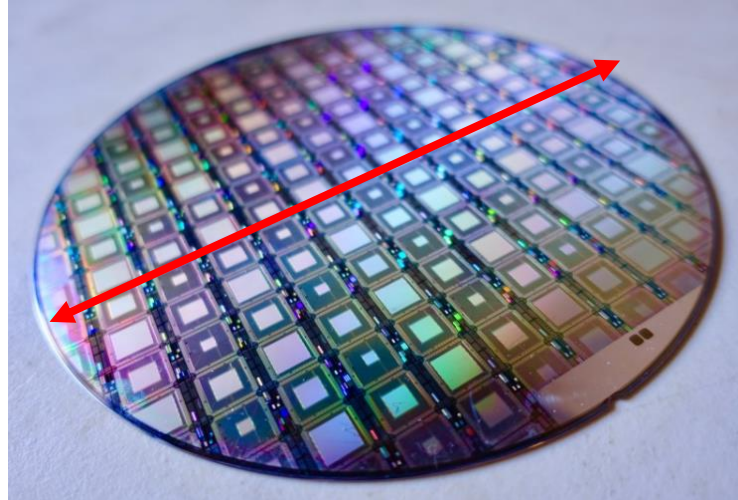
- ▶ **(Data수집)** DB server 안에 있는 Data를 수집하는 프로그램으로 Server와 TCP/IP통신 protocol을 활용하여 연결하고 Solution user가 원하는 Data를 query 할 수 있도록 해 주는 단계
- ▶ **(Data분석)** Query된 Data를 분석하여 AI 학습에 용이 하도록 하는 pre-processing 프로그램으로 데이터의 특정 움직임을 포착하여 Data를 나누고 Data를 Normalize 하는 단계
- ▶ **(Data예측)** 분석된 Data를 활용하여 AI 알고리즘을 통해 학습시키고 불량을 예측하는 단계

- (Frount-End) GUI 기반 S/W 개발

- ▶ **(시각화)** UI/UX (반응형), 디자인 AI를 통해 발생한 예측 Data 및 input sensor data 등을 시각화 하는 프로그램
- ▶ **(Cloud서비스)** DB server 구축이나, AI server 구축이 어려울 경우 Cloud에 server를 구축 하여 Log-in방식을 통해 S/W를 사용 하도록 하는 서비스
- ▶ **(On-premise서비스)** 보안의 문제로 폐쇄망을 사용하는 경우, AI 알고리즘 및 모든 S/W가 자체 Server에서 동작 할 수 있도록 하는 서비스

※ Wafer Inch 별 비교

6인치, 8인치, 12인치



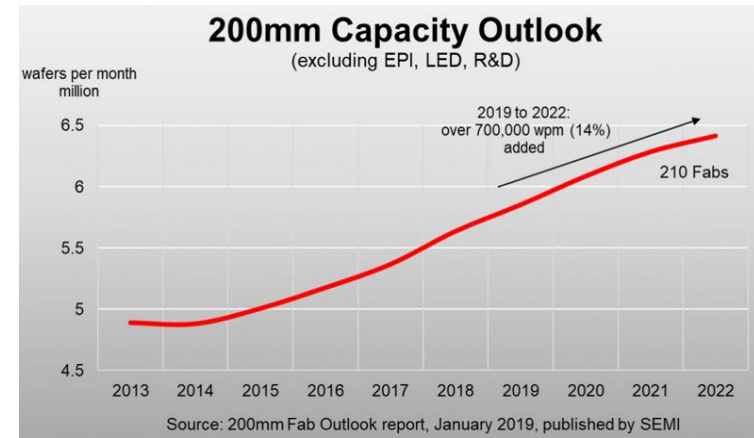
Wafer 지름	개발연도	TECH.	생산반도체 수/Wafer	사용처
6 inch	95년~	~300um	15~25개	지문인식, PMIC, 아날로 그 센서
8 inch	00년~	~90um	30~50개	
12 inch	10년~	~7um	60~100개	메모리, AP, 이미지센서

※ 창업의 배경 – 8인치 Wafer 시장의 전망

구식 취급받던 8인치 파운드리 '역주행 호황'
한국경제 신문 (2020.03.30)



2022년까지 200mm 웨이퍼 월간 생산량 70만장
증가 예상 by SEMI

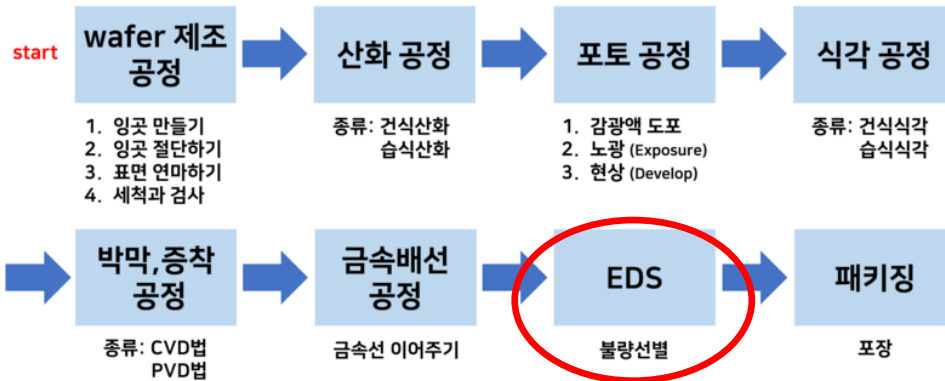


SK하이닉스가 투자한 SPC, 매그나칩반도체 파운드리사업 인수
조선비즈(2020.03.31)

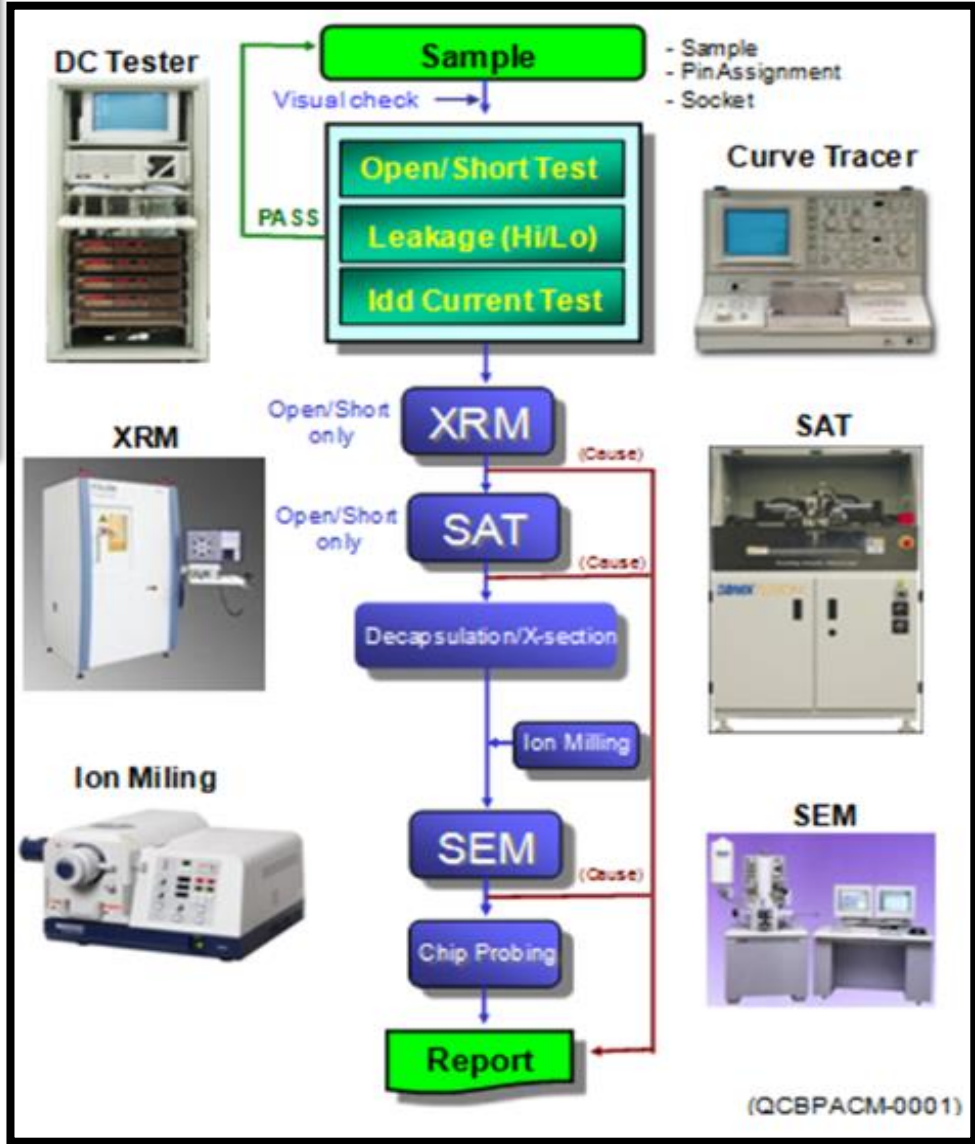
현재 SK하이닉스는 D램, 낸드플래시 같은 메모리반도체 제조에 주력하고 있지만, 100% 자회사인 SK하이닉스시스템IC를 통해 8인치 (200mm) 파운드리 사업도 하고 있다. 이번 매그나칩 인수전에 주요 투자자로 참여한 것은 최근 수요가 커지고 있는 **8인치 사업 성장성**을 좀 더 가까이에서 지켜보기 위한 조치로 풀이된다.

※ 불량 분류 절차

반도체 8대 공정

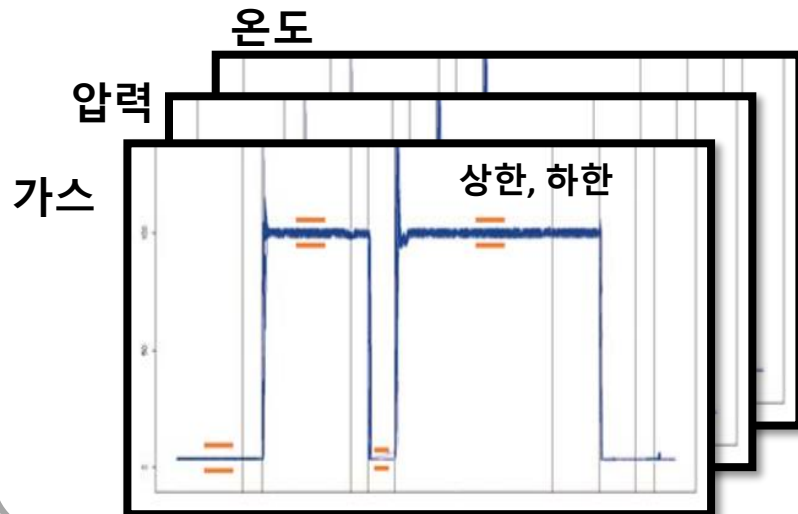
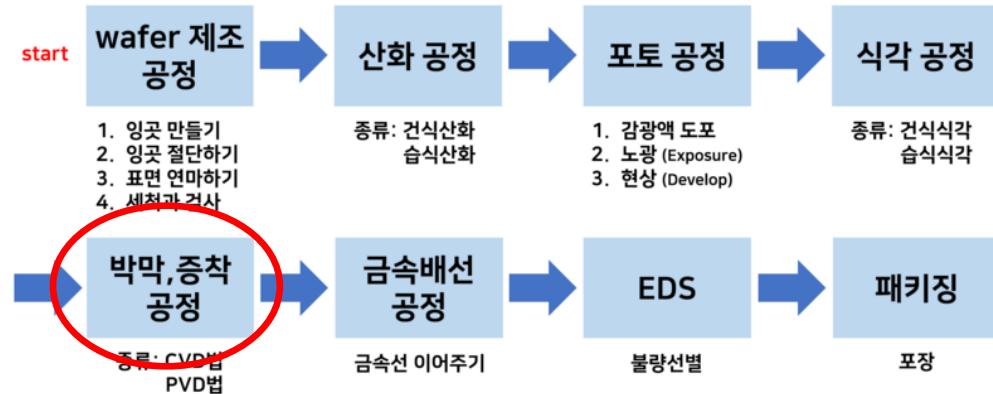


Failure Analysis Procedure



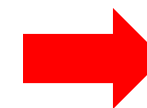
※ 반도체 장비DATA 활용분야 example

반도체 8대 공정



FDC*
System

*Fault Detection and Classification



ALARM

온도 ↑ ↑ 압력

엔지니어 분석




불량원인파악



LOTUS

개요

1X급(19nm) 대응 차세대 매엽식 세정설비

특징

Process Performance

- High speed robot technology
- High grade process : 19nm particle removal
- High temperature SPM process over 150℃

Productivity / Hardware

- Customized chamber configuration : 6, 9 or 12 chambers
- Defect free technology
- User-convenience feature : Vision inspection, tool matching
- Equipment analysis and diagnosis system

ALARM : 2000번/day !!