

TSP 재생공정 밀도 기반 잔여 OCA 제거율 예측 및 최적화 시스템 구축



201200033 강병욱

20120173 손승우(PM)

201203086 전민구(발표자)

201400317 김나희

201403501 최희진

목차

1. 기업소개
 1. 기업소개
 2. 사업분야
2. 업체 현황분석 및 문제점 도출
3. 프로젝트 소개
4. 프로젝트 방향

기업소개

기업개요

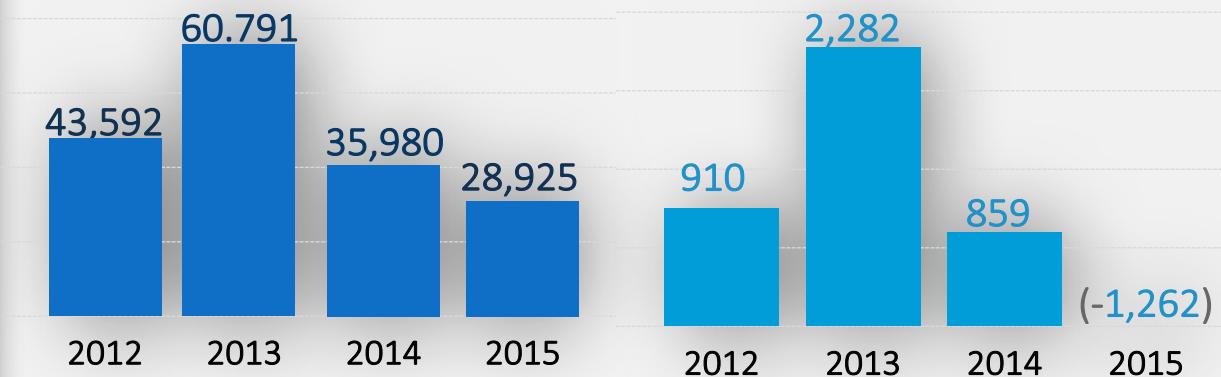


3

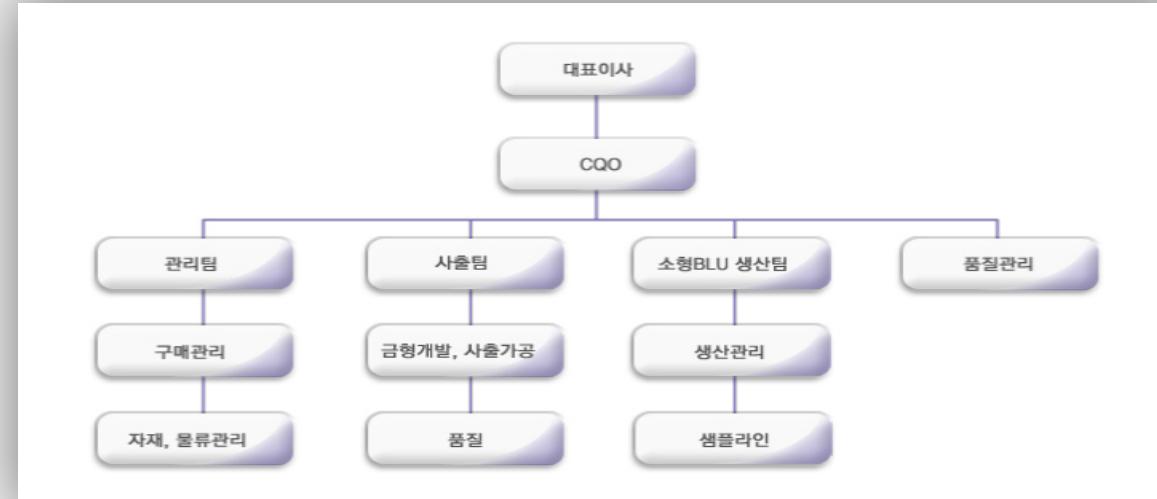
기업 개요

기업명	(주) 제이텍
업종	전기,전자,제어
사업내용	전자부품 제조 (BLU : Backlight Unit)
설립일	2007년 8월
매출액	289억 2,532만원
자본금	5000만원 (2015기준)
당기순이익	-12억 6,191만원
사원 수	50명
기업형태	중소기업
본사	경기도 수원시
소재 연구소	충남 천안시
공장	중국 대련, 심천 , 동관
주요 생산품	소형/대형 BLU

매출액/ 당기순이익 (손익)



조직도

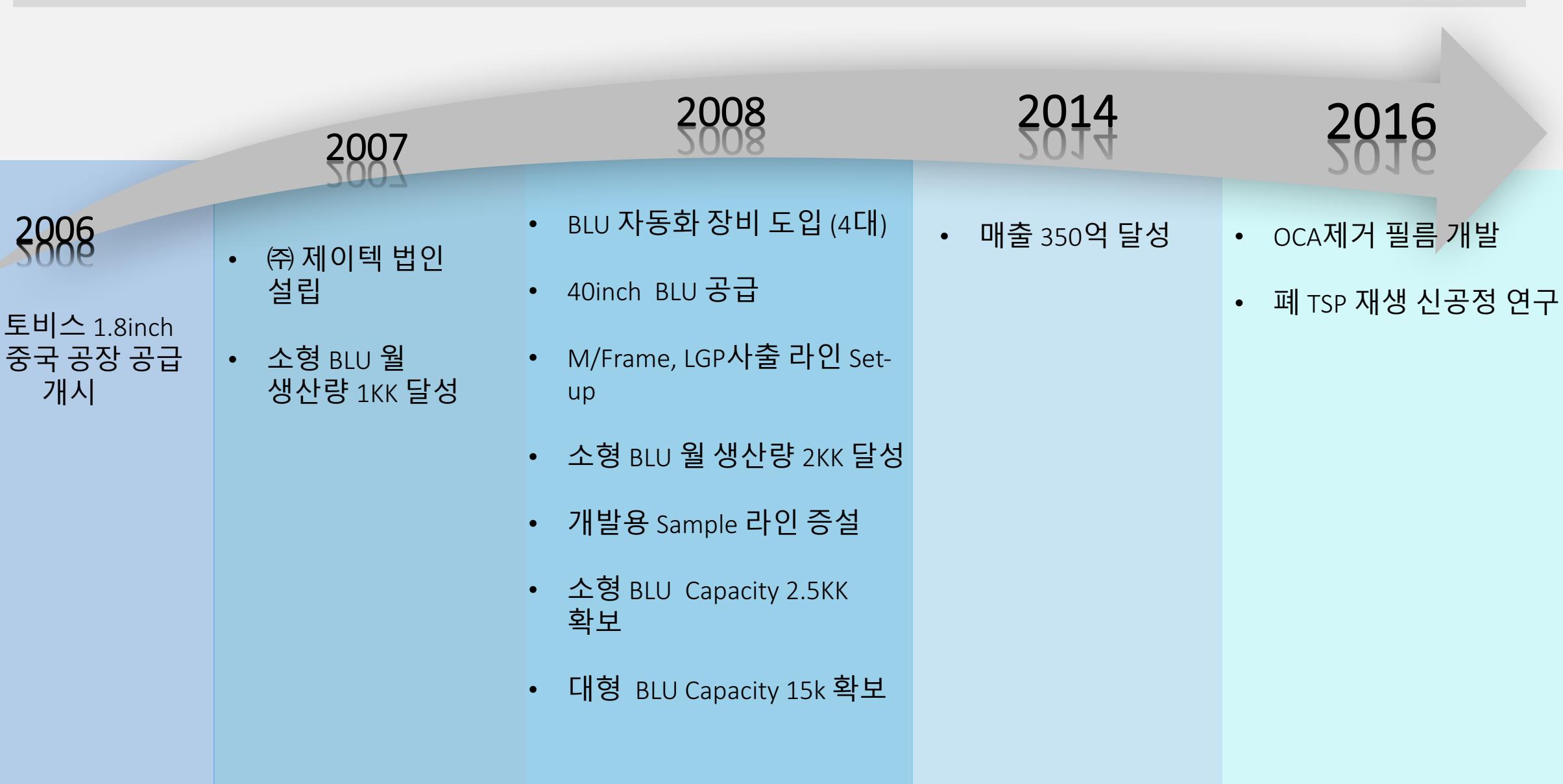


기업소개

기업연혁



4





사업분야/ 고객사

BLU

- 사양 4" ~ 8" size, 4t 이하 제품 개발
- LGF (Light Guide Plate), MF (Mold Frame) 금형 개발 시사출, 부품양산



LENS

- 디스플레이 분야 직하형 광학산 광학 렌즈
- 설계, 형상 정밀제어 및 양산화 공정 기술 보유
- 패턴설계, 금형, 사출, 성형 가공 기술 및 광학 특성 연구



RW

- TSP 재생_FPCB(Flexible Printed Circuits Board), Glass, LCM

- 파츠 세정 및 코팅

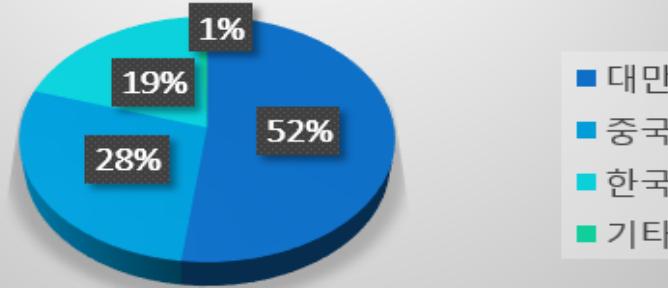


MT

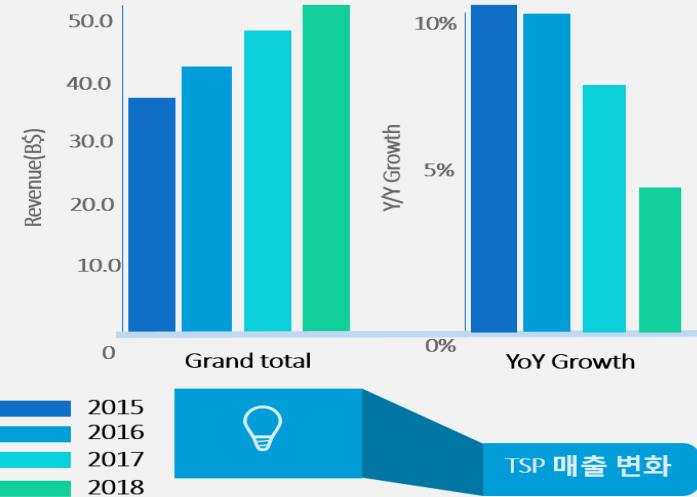
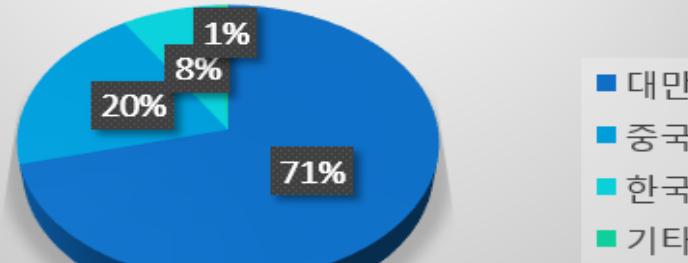
- 소재_유무기 소재, RW용 chemical
- 전극용 재료
- 부품 재생 공정 기술 및 코팅액, 필름 제조, 소재 연구



중소형 터치스크린 공급 국가 점유율



대형 터치스크린 공급 국가 점유율



TSP 매출 변화



TSP 생산량 변화



중국/대만 중심 TSP 신규업체 진입 가속 및 경쟁 과열

중국 및 대만 현지 TSP 제조 공장이 전세계 출하량의 약 80%



TSP 제조 출하량 및 수익성

15년도 기준 출하량 15% 증가 했으나 평균 판매가격 하락으로 인해
매출액 1% 감소함으로써 수익성 약화



폐 TSP 재생분야 불량 폐기 TSP 원자재를 재사용 검토 및 일부 시행

TSP (Touch screen panel)



TSP의 구조



TSP(Touch screen panel)의 구조

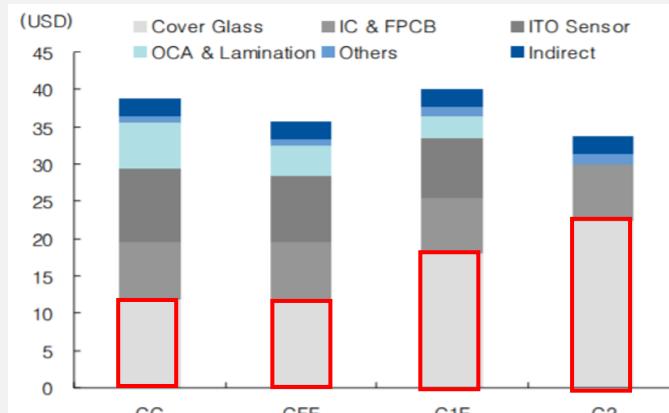
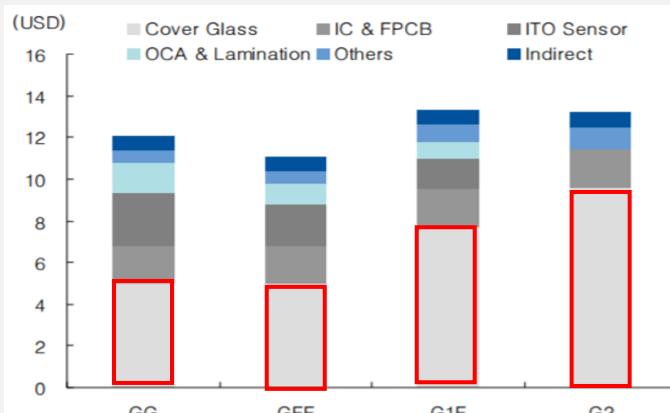
Cover Glass, OCA, ITO Glass, LCD Panel로 구성



TSP(Touch screen panel)의 형태

- 1) Film Type : GFF, GF1, GF2 (DITO,SITO)
- 2) Glass type : GG (DITO, SITO)
- 3) Touch Integrated With Cover Window : G1F,G2,G1
- 4) Touch Integrated With Display : On-cell, In-cell, In/on-cell Hybrid

TSP의 원가 비중



타 부품들에 비해 Cover glass의 원가가
41%로 월등히 높은 비중을 차지

폐 TSP에서 Cover glass를 분리하여 재사용



기업의 수익성 증가

목차

1. 기업소개
2. 업체 현황분석 및 문제점 도출
 1. 현황분석
 2. AS-IS 프로세스
3. 프로젝트 소개
4. 프로젝트 방향

업체 현황 OCA 제거 필름

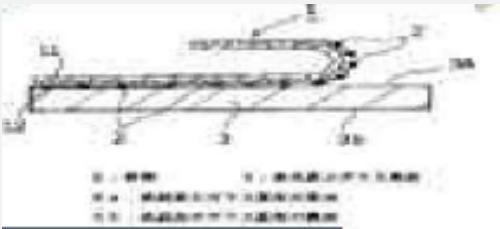


9

1995



점착테이프를 이용한
기판 이물 제거 방법

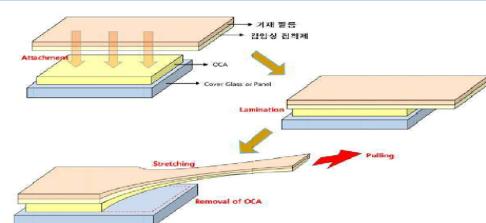


[1995.02.10 출원]
NITTO DENKKO
(일본)

액정 표시 유리 기판에 부착한
이물의 제거 방법



광학용 투명 접착제,
분리제거용 테이프



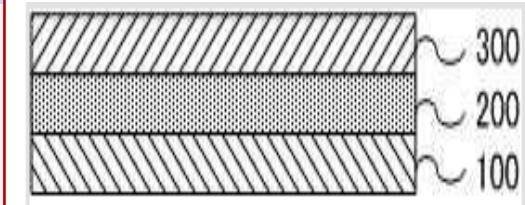
[2015.02.23 출원]
(주) 화인솔루션
(한국)

터치스크린패널 재생 공정 중
커버 글라스 또는 패널 상의
광학용 투명 접착제의 분리
제거용 테이프 및 그 제조방법

2016



광학투명접착제
제거용 점착필름



[2016.01.06 출원]
(주) 제이텍
(한국)

광학투명접착제 제거용 점착
필름, 상기 점착 필름의 제조 방법,
및 상기 점착 필름을 이용한
터치스크린의 광학 투명접착제
제거 방법

잔류 접착제층 종래 습식 방법

접착테이프를 이용한 접착층을 제거하는 특허기술개발

기존 REWORK 공정



10

기존 공정

GLASS DECAP

1차 화학적 세정
(dipping -> 팽윤)

2차 초벌 세정
(OCA 제거)

3차 물리적 세정
(브러쉬 세정)

4차 물리적 세정
(초음파)

건조

- 1차적으로 **유기 세정제**를 사용하여 점 접착제 성분을 제거
- 이후 브러쉬와 초음파를 사용하여 물리적으로 점 접착제 성분을 제거

기존 공정의 한계점

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 공정 수율 저하 | 유기세정제에 의한 AF코팅 등의 손상 |
| 작업장 화재 위험 취약 | 사용되는 유기용제의 낮은 비점 |
| 작업 환경 저해 | 인체에 유해한 유기용제 사용 |
| 환경적 문제 | 사용된 유기 세정제로 인한 폐액 발생 |

공정 흐름도



11



GLASS DECAP

OCA 제거 필름 압착

OCA 제거 필름 제거

초음파 세정

건조



폐 TSP 글라스 재생에 OCA제거 **필름공정** 적용

-> OCA와 같은 아크릴 계 필름을 이용하여 OCA를 제거



필름 합지 규격

압착 온도(상온 ~ 120도), 압착 압력(6bar 이내), 압착 시간(10sec 이내)



초음파 검사 : 알칼리 계면활성제 세정, 초순수 린스



열풍 건조를 이용한 건조



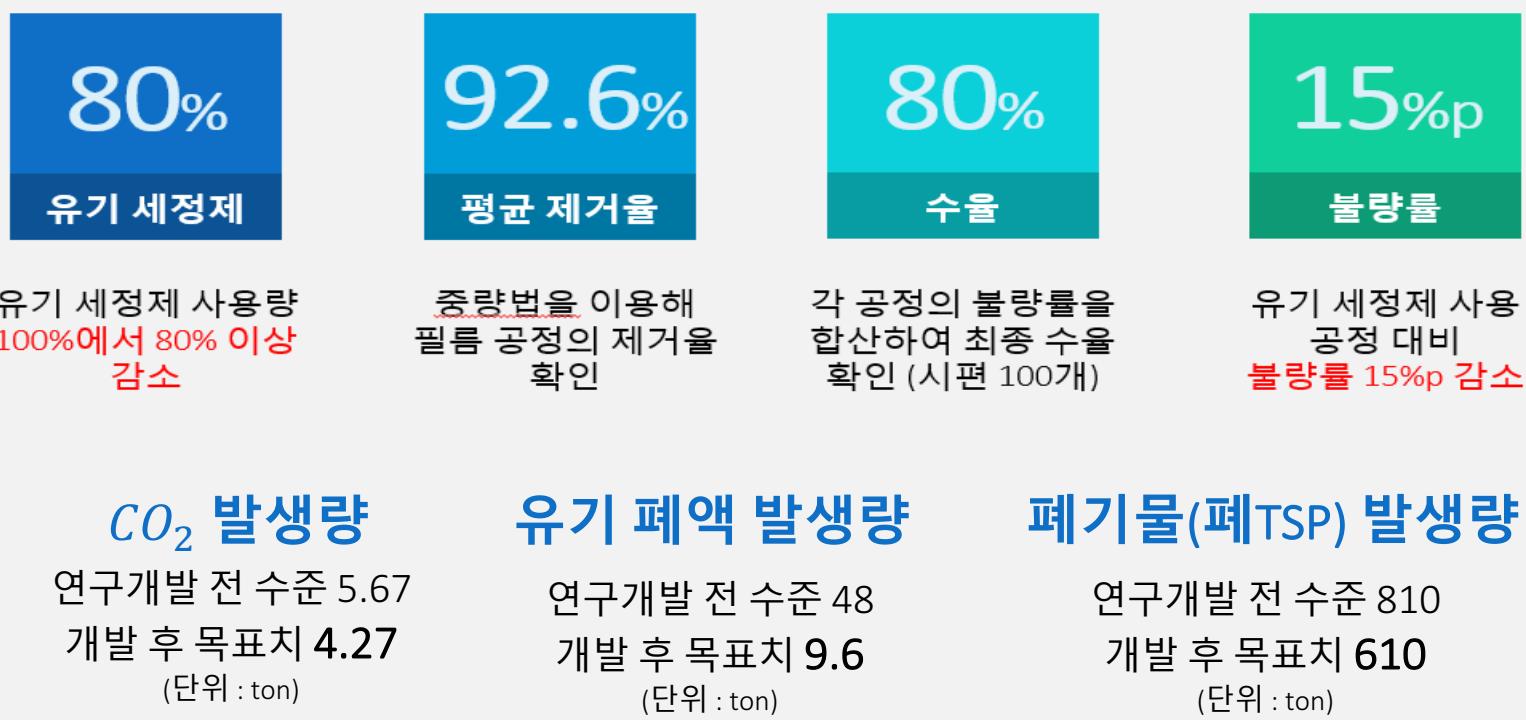
미세 잔여 OCA 성분 검출 및 제어를 위한 화상 검사 시스템 설계
재생공정으로 얻어진 재생 Glass 의 청정도 확인을 통한 품질 관리 수행

개발 공정의 기대 효과



13

기존 공정	개발 공정
GLASS	GLASS
1차 화학적 세정	OCA 제거 필름 압착
2차 초벌 세정 (OCA 제거)	OCA 제거 필름 제거
3차 물리적 세정	초음파 세정
4차 물리적 세정	건조
건조	



- 현재 신 공정 개발 프로젝트를 진행 중

프로젝트 종료 : 5월 말
실 공정 도입 : 9월

공정 도입 시 최적 설계 문제점



14

도입 공정



기존 판형 압착 시스템의 온도 및 압착력의 최적 조건
데이터 기반



COMSOL 5.1 이용해 압착 상,하판 온도해석을 수행,
압착중심면의 온도 분석



공정 단계에서 3번의 검사를 거쳐 제거율을 판단

시제품용 롤형 압착 시스템 개발



문제점

1 잡음인자 (TSP상태)를 고려하지 않음

OCA 제거 필름 공정 단계에서 기능을 잘 발휘하지
못하므로 강건한 설계가 아님

3 비효율적 검사 실시

OCA 제거율을 확인하기 위한 3번의 검사를 TSP 1개마다
사람 손으로 일일이 실시하였음

2 실험의 적합성 부재

기존의 반복 없는 19번의 실험만으로 판형
압착시스템의 최적 조건을 도출

4 제거율 판별 문제

무게(중량법)로만 OCA 제거율을 판별

목차

1. 기업소개
2. 업체 현황분석 및 문제점 도출
3. 프로젝트 소개
 1. 프로젝트 주제
 2. TO-BE 프로세스
 3. 기대 효과
4. 프로젝트 방향

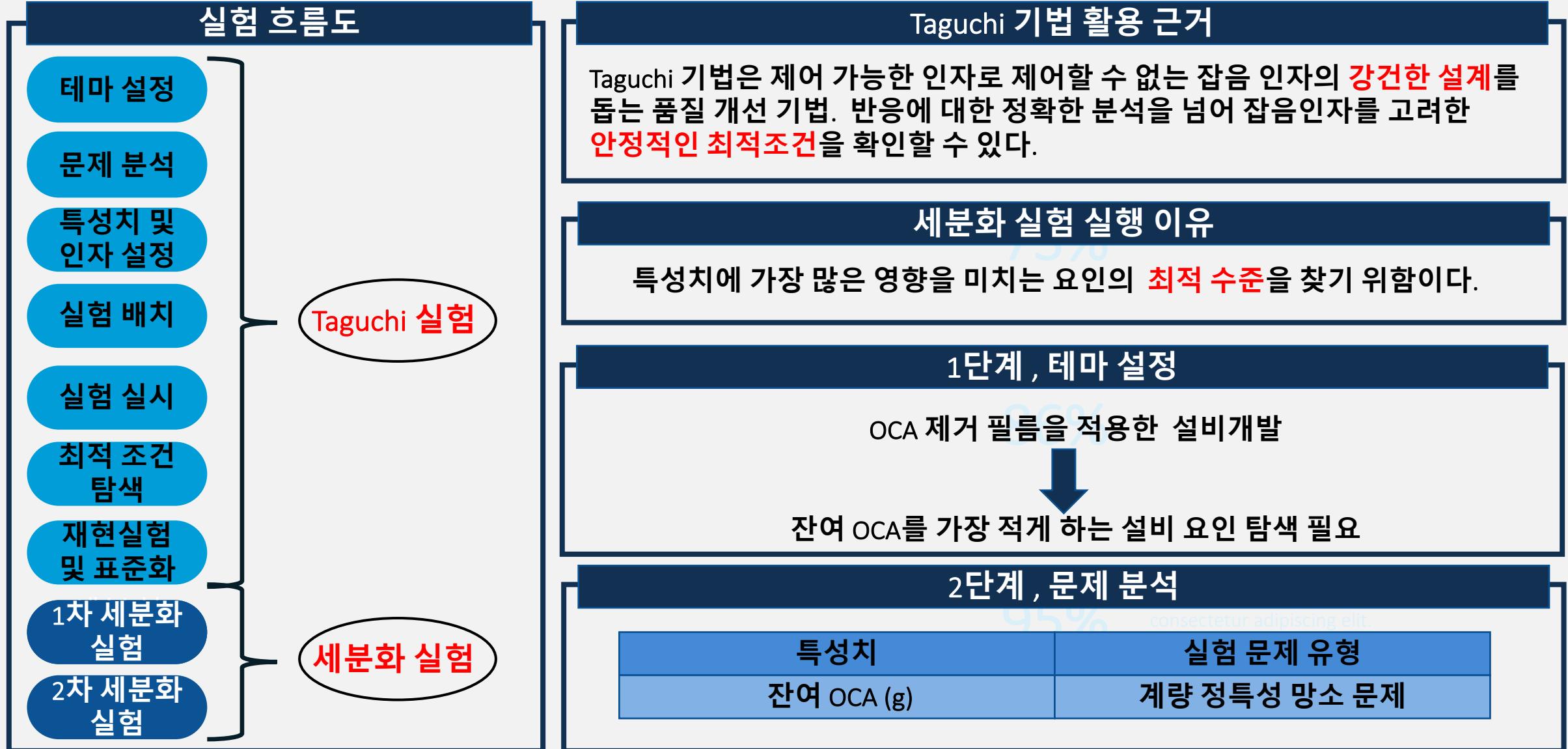
1. 실험계획법을 이용한 공정 설비의 최적 설계

2. 인공신경망 분석을 통한 제거율 예측 시스템 구축

3. 화상검사 데이터 밀도기반 분석을 통한 초음파 공정 제어

4. 원활한 데이터 관리를 위한 데이터베이스 구축

공정 설비 실험 계획



공정 설비 실험 계획



3단계, 특성치 및 인자 선정

실험	기호	영향을 주는 인자	규격 범위	0수준	1수준	2수준
제어인자	A	상판온도	상온 ~ 120도	70	80	90
제어인자	B	압착력	6bar 이내	4	5	6
제어인자	C	압착시간	10초 이내	6	7	8
잡음인자		폐 TSP 상태		N1:최선	N2:최악	

제어인자 : 제어 가능한 인자
잡음인자: 제어 불가능한 인자

최선 : 기준보다 적은 OCA량
최악 : 기준보다 많은 OCA량

(기준 : n개의 OCA제거 전 유리패널 전체무게 평균)

4단계, 실험 배치

실험번호	열번호				잡음인자	
	1	2	3	4	N1	N2
1	0	0	0	0	y _{ij}	y _{ij}
2	0	1	1	1	y _{ij}	y _{ij}
3	0	2	2	2	y _{ij}	y _{ij}
4	1	0	1	2	y _{ij}	y _{ij}
5	1	1	2	0	y _{ij}	y _{ij}
6	1	2	0	1	y _{ij}	y _{ij}
7	2	0	2	1	y _{ij}	y _{ij}
8	2	1	0	2	y _{ij}	y _{ij}
9	2	2	1	0	y _{ij}	y _{ij}
기본표시	a	b	ab	abb		T=sum(Y _{ij})
배치	A	B	e	c		

최적의 대안을 신속하게 찾을 수 있는 실험 배치를 위해
직교배열표 사용

- ✓ 설비 변수 3가지 (3요인)
- ✓ 3수준



$$L_9(3^4)$$

5단계, 실험 실시

- ✓ 3월말에서 4월초 -> 설비에 대한 실험 실시
- ✓ 직교배열표에 따라 실험 실시
- ✓ 실험 횟수 : 2회 반복 고려한 총 18회

6단계, 최적 조건 탐색

- ✓ MINI TAB 17 사용
- ✓ S/N ratio 반응표와 그래프 추출 > 비교 > **최적조건 및 특성치에 가장 영향을 많이 주는 요인** 도출

세분화 실험

- ✓ 특성치에 가장 영향을 많이 주는 요인에 대해 수준의 범위를 좁힘
- ✓ 같은 3수준 설정 -> 직교배열표에 따라 실험 반복 2회

총 실험횟수 : $18 \times 3 = 54$ 회 ➤ 최적 조건 파악 ➤ 롤형 압착 설비 적용

신경망 분석을 통한 OCA 예측

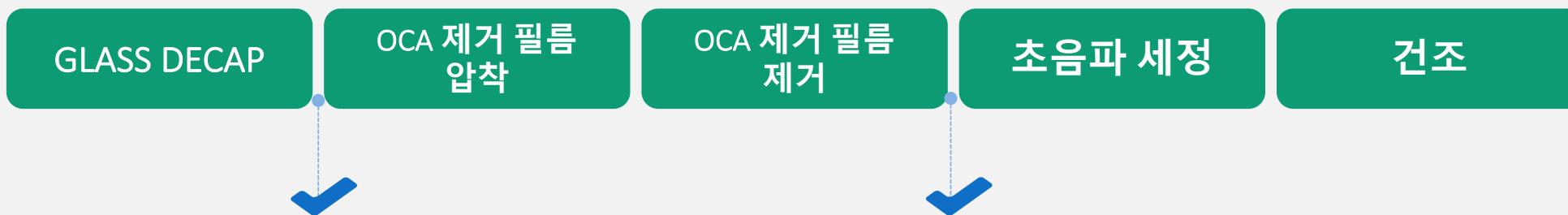


20

- 실험계획을 통한 공정설비 최적화 실험을 통해 80개의 화상검사 데이터를 수집



화상검사 장비



- 압착공정 전, 필름제거 이후, 모든 공정이 끝난 이후 총 3번의 화상검사 실시

공정 중 2번의 화상검사를 수작업으로 실시하는데, 그로 인해 공정의 리드타임이 길어진다

- 이에 초기 1번의 화상검사 (DECAP 공정 후) 만으로 필름 탈부착 공정 이후의 OCA잔여 유형을 예측 공정의 리드타임 감소

신경망 분석을 통한 OCA 예측



- ✓ SPSS Modeler의 인공신경망 분석 모델을 사용 분석

인공신경망은 학습능력이 있어, OCA잔여량의 패턴을 학습시켜 결과값을 예측하는 데에 편리

- ✓ 인공신경망에는 여러가지 다양한 구조가 있으나, 그 중 MLP(Multilayor Perceptron, 다층 인식자 신경망) 모형을 사용

MLP

- ✓ 색 분류나 음성 분류 등의 패턴분석에서 많이 사용
- ✓ 다른 신경망 모형에 비해 높은 분류 성능 획득 가능
- ✓ 입력층, 은닉층, 출력층으로 구성된 전방향 다층 신경망
- ✓ 학습하는 동안 목표값과 실제 출력값 사이의 오차 정보 네트워크를 통하여 가중치를 설정

- ✓ MLP 학습 훈련집합(샘플)이 주어졌을 때 이들을 모두 옳게 분류하는 연결강도를 찾는 방법

$$E = \frac{1}{2}(T - Y)^2$$

$$W(t+1) = W(t) + \Delta W(t)$$

$$V(t+1) = V(t) + \Delta V(t)$$

E = 오차

W = t학습단계에서의 은닉층과 출력층 간 연결강도 변화량

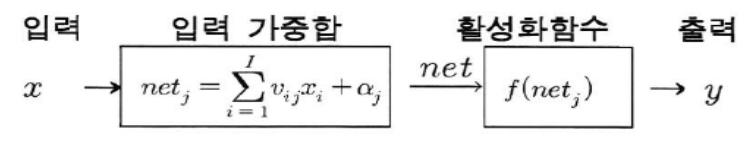
V = t학습단계에서의 입력층과 은닉층 간 연결강도 변화량

E를 최소화 하기 위해 t+1 학습단계에서의 w와 T를 계산

신경망 분석을 통한 OCA 예측



✓ MLP의 기능 모델



✓ '가중합'이란
한 개의 뉴런에 수 많은 뉴런이 상호 연결되어 있음을 표시한 것

$$net_k = \sum_{j=1}^J w_{jk} h_j + \beta_k$$

$$y_k = f(net_k)$$

✓ Net_k = 출력층 k번째에 대한 입력 가중합
Y_k = k번째의 출력

그 자극들의 합이 반응하는 정도를 활성화 함수를 통해 표현

$$zsum_j = \sum_{i=1}^d u_{ij}x_i + u_{0j} \quad (1 \leq j \leq p)$$

$$z_j = f(zsum_j)$$

✓ z_j = 은닉층의 j번째 노드

Input data

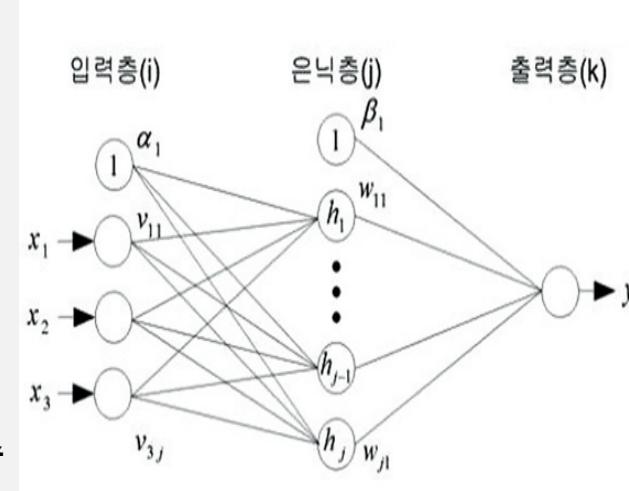
설비의 온도

설비의 압착력

설비의 압착시간

Decap 후 TSP의
남은 OCA의 무게

Decap 후 TSP의
총 OCA의 좌표 수



output data

탈부착 공정 후 TSP의
남은 OCA 밀도 수준

입력 데이터	유형	값	설명
설비의 온도	명목	70, 80, 90(도)	TSP의 세정이 실행될 공정 설비의 요인
설비의 압착력	명목	4, 5, 6 (bar)	TSP의 세정이 실행될 공정 설비의 요인
설비의 압착시간	명목	6, 7, 8 (초)	TSP의 세정이 실행될 공정 설비의 요인
Decap 후 TSP의 OCA의 무게	연속	모든 TSP의 OCA 무게의 평균 기 준 초과, 미만	탈부착 공정에 들어가기 전 TSP에 붙어 있는 OCA의 무게
Decap 후 TSP의 총 OCA의 좌표 수	명목	모든 TSP의 OCA 좌표 수의 평균 기준 초과, 미만	탈부착 공정에 들어가기 전 TSP에 붙어 있는 OCA의 총 좌표 수

초음파 공정에 들어가는 TSP의 잔여 OCA 정도를 고려하지 않고 똑같은 조건으로 초음파 세정공정을 진행

잔여 OCA의 밀집도가 낮은 TSP에도 거친 세척 및 정재파 현상으로 인해 필름 파손 또는 손상이 발생

이로 인한 불량이 전체의 2%의 불량률.
불량 원인 중 10%를 차지

초음파 세정공정에 들어가기 전 TSP의 잔여 OCA 상태를 보고 초음파 공정의 제어조건 정보 제시



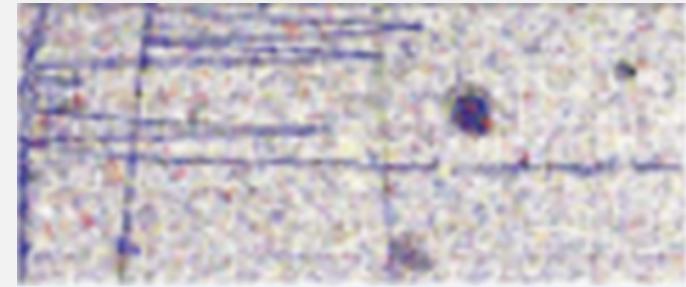
< 공정별 불량 유형에 따른 불량률 >

공정 불량유형 \ 불량유형	TSP 분리	필름 합지	OCA 제거	Glass 세정	소계
꺽힘 (개)	4	1	0	1	6
스크래치 (개)	6	2	1	1	10
파손 (개)	3	0	1	0	4
기타 (개)	0	0	0	0	0
소계(개)	13	3	2	2	20
누적 불량률(%)	7	16	18	20	
수율(%)	93	84	82	80%	

- 추출한 좌표들의 밀도 산출을 위한 DBSCAN 알고리즘
 - JAVA를 통해 Image RGB를 구분하여 OCA 부분의 좌표데이터 추출 및 시각화

- DBSCAN, Parameter 설정
 - Euclid Distance 를 통해 모든 좌표 간 거리 산출
 - $distance_i = \sqrt{((x_n - x_m)^2 + (y_n - y_m)^2)}$
 - Epsilon : Euclid Distance 를 통해 산출한 좌표의 거리 분산
 - Minpt : Euclid Distance 를 통해 산출한 좌표의 거리 평균

- 폐 TSP의 밀도 정의
 - $density_i = \frac{1}{n} \sum_1^n \frac{\text{Core Points}_n}{\text{Total Points}_n}$
 - 변수 설명
 - $density_i$ = TSP I 의 밀도
 - Core Points_n = TSP I 의 군집 n 의 핵심 벡터 개수
 - Total Points_n = TSP I 의 군집 n 을 이루고 있는 벡터 개수



화상검사 이미지



OCA부분 추출 이미지



DBSCAN 군집화 이미지

초음파 세척 캐비테이션 강도와 밀도의 제어

1) 거친 세척 : 캐비테이션 강도 중요 (기존 세척방식) 2) 정밀 세척: 밀도 중요

$$\text{캐비테이션 강도} = \frac{\text{용액의 표면장력}}{\text{주파수} \times \text{용존 가스량} \times \text{용액의 증기압}}, \text{캐비테이션 밀도} = \frac{1}{\text{캐비테이션 강도}}$$



- (1) 온도
- (2) 용존ガ스
- (3) 피세척물 설치방법
- (4) 초음파 주파수
- (5) 세정용액



온도

온도 : 40°C, 50°C, 60°C

용존 가스

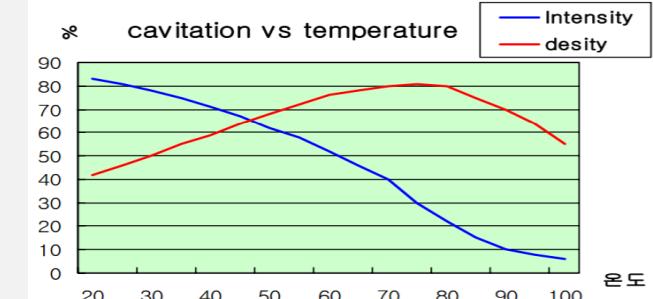
세정용액을 끓인 후 식히는 시간

초음파 주파수

단주파 40khz, 다주파 40~90khz

피세척물 설치방법

초음파 세정기에 넣는 Glass의 수



기준에 거친 세척 및 정재파 현상으로 인한 GLASS 파손 및 낮은 제거율



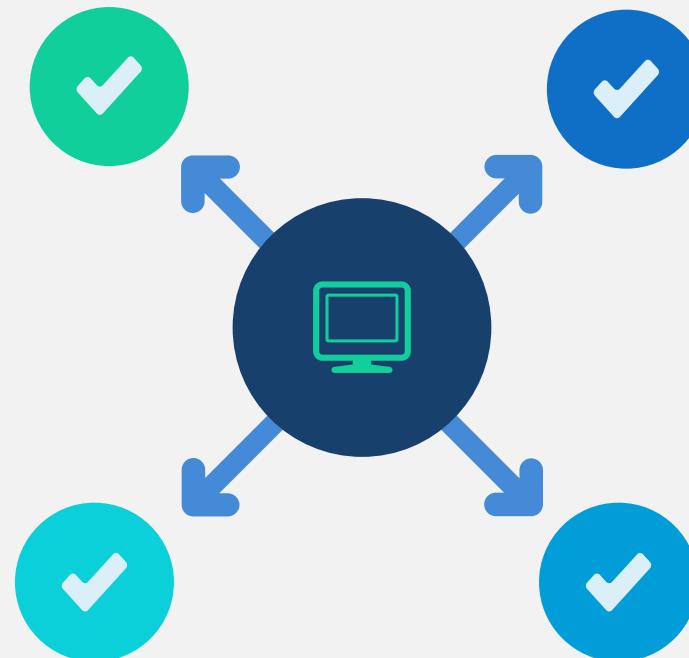
폐TSP잔여 OCA Density 수준에 따른 초음파 세정 요인 정보 제공

공정 데이터 관리 데이터베이스 구축

- 체계적인 공정 데이터와 분석자료 제공
- 중국 공장, 수원 본사, 천안 연구소 간 원활한 데이터 교류

검사 후 데이터 업로드 및 일정시간간격으로 분석 실행

- 수시로 웹에 접속하여 불량률, 제거율 등 공정 상황 확인
>예방 조치를 취할 수 있는 신속한 정보 제공



공정 데이터 기반 분석 정보 제공

- 변화시키고자 하는 공정 설비의 Parameter 를 입력하여 예상되는 OCA제거율 확인
>공정 개선 및 환경 변화 시 도움이 되는 자료 제공

잔여 OCA 예측 모델 제시

- 공정 초기 데이터로 이후 OCA 잔여량 예측
>그에 따른 후공정 초음파 세정 시 정보 제공

공정 설비의 최적설계

- 제어인자에 대한 강건 설계
- 잡음인자를 고려한 안정적인 최적조건 도출
- 잔여 OCA량 감소

초음파 공정 제어

- TSP 상태 고려한 공정 제어요인 정보 제공
- Glass 파손 또는 손상 감소
- 불량률 감소

제거율 예측 시스템 구축

- OCA제거율 예측
- 화상 검사 설비 비용 감소
- 공정 리드타임 감소

Database 구축

- 공정 데이터 관리 DB구축
- 공정 데이터 기반 예측 및 분석 정보 제공

목차

1. 기업소개
2. 업체 현황분석 및 문제점 도출
3. 프로젝트 소개
4. 프로젝트 방향
 1. 개발환경
 2. 예상 산출물
 3. 업무 분담
 4. 향후 일정



Web Programming

- JAVA, JAVASCRIPT, JSP



DB&SQL Server

- MYSQL



Data Analysis

- SPSS Modeler
- MINI Tab



Document Management

- MicroSoft Word, Excel, PowerPoint



예상 산출물



30

Big Picture UI

J-TEC

Big Picture

Online

Search...

Film Data

Equipment Data

Data Input and Modify

Charts

Manual

Big Picture

Big Picture

Online

Film Data

Latest Orders

Film_ID	Phone_type	Pass_or_no	Date	Temperature	Compression_force	Compression_time	image_path	XY_path
asd1	ipone	Pass	2017-02-16	70	100	7	C:\Users\Min\bworkspace\first\result1.png	C:\Users\Min\bworkspace\first\out1.txt
asd2	samsung	Pass	2017-01-11	80	110	6	C:\Users\Min\bworkspace\first\result2.png	C:\Users\Min\bworkspace\first\out2.txt
asd3	lg	Pass	2016-11-30	80	115	5	C:\Users\Min\bworkspace\first\result3.png	C:\Users\Min\bworkspace\first\out3.txt
asd4	ipone	Pass	2015-12-11	70	105	5	C:\Users\Min\bworkspace\first\result4.png	C:\Users\Min\bworkspace\first\out4.txt

View All film data

신경망 분석 결과

초기 화상검사 데이터

예측된 잔여 OCA 패턴

Film clustering data

photo image

clustering result

detail describe

density _i	: 147.575	수준
TSP의 밀도 수준	: 3	
초음파 세정공정의 최적 조건		
온도	: 60	도
주파수	: 45	Hz
세정 시간	: 40	초

예상 산출물



31

Big Picture UI



예상 산출물



32

Big Picture UI

J-TEC

Data Input and Modify

Home > Film Data

파라미터 입력

Phone_type:
Temperature:

Pass_or_no:
Compression_force:

Date:
Compression_time:

Send

Latest Orders

Film_ID	Phone_type	Pass_or_no	Date	Temperature	Compression_force	Compression_time	image_path	XY_path
asd1	iphone	Pass	2017-02-16	70	100	7	C:\Users\Ming\workspace\first\result1.png	C:\Users\Ming\workspace\first\out1.txt
asd2	samsung	Pass	2017-01-11	80	110	6	C:\Users\Ming\workspace\first\result2.png	C:\Users\Ming\workspace\first\out2.txt
asd3	lg	Pass	2016-11-30	80	115	5	C:\Users\Ming\workspace\first\result3.png	C:\Users\Ming\workspace\first\out3.txt
asd4	iphone	Pass	2015-12-11	70	105	5	C:\Users\Ming\workspace\first\result4.png	C:\Users\Ming\workspace\first\out4.txt
asd1	iphone	Pass	2017-02-16	70	100	7	C:\Users\Ming\workspace\first\result1.png	C:\Users\Ming\workspace\first\out1.txt
asd2	samsung	Pass	2017-01-11	80	110	6	C:\Users\Ming\workspace\first\result2.png	C:\Users\Ming\workspace\first\out2.txt
asd3	lg	Pass	2016-11-30	80	115	5	C:\Users\Ming\workspace\first\result3.png	C:\Users\Ming\workspace\first\out3.txt
asd4	iphone	Pass	2015-12-11	70	105	5	C:\Users\Ming\workspace\first\result4.png	C:\Users\Ming\workspace\first\out4.txt
asd1	iphone	Pass	2017-02-16	70	100	7	C:\Users\Ming\workspace\first\result1.png	C:\Users\Ming\workspace\first\out1.txt
asd2	samsung	Pass	2017-01-11	80	110	6	C:\Users\Ming\workspace\first\result2.png	C:\Users\Ming\workspace\first\out2.txt
asd3	lg	Pass	2016-11-30	80	115	5	C:\Users\Ming\workspace\first\result3.png	C:\Users\Ming\workspace\first\out3.txt
asd4	iphone	Pass	2015-12-11	70	105	5	C:\Users\Ming\workspace\first\result4.png	C:\Users\Ming\workspace\first\out4.txt
asd1	iphone	Pass	2017-02-16	70	100	7	C:\Users\Ming\workspace\first\result1.png	C:\Users\Ming\workspace\first\out1.txt
asd2	samsung	Pass	2017-01-11	80	110	6	C:\Users\Ming\workspace\first\result2.png	C:\Users\Ming\workspace\first\out2.txt
asd3	lg	Pass	2016-11-30	80	115	5	C:\Users\Ming\workspace\first\result3.png	C:\Users\Ming\workspace\first\out3.txt
asd4	iphone	Pass	2015-12-11	70	105	5	C:\Users\Ming\workspace\first\result4.png	C:\Users\Ming\workspace\first\out4.txt

View All film data



중간 산출물

프로그래밍	OCA 추출 데이터 정확도 향상 화상 검사 데이터 분석 알고리즘
실험계획법	설비 실험데이터 분석
데이터 분석	밀도 기반 잔여 OCA 예측

최종 산출물

DB/서버구축	DB최종구축 및 서버구축
데이터 분석	MLP 분석 결과 분석
실험계획법	설비 최적요인 탐색

업무 분담표



34



손승우

- 팀원 업무 분담
- 데이터 분석
- 개선 공정 방안 검토
- 프로젝트 일정 관리



강병욱

- 전체 공정 Flow 분석
- 초음파 세정 연구



전민구

- UI 설계
- Web&DB 구축
- 프로젝트 일정 관리



김나희

- 실험계획법 연구
- 품질 관리 연구



최희진

- 인공신경망 연구
- 프로젝트 문서 관리
- 일일 보고서 생성

향후 일정



35

Thank You For Listening !

