



CRT용 GLASS 제조공정 이해

이 명 주(삼성코닝 제품개발P)

I. 서 론

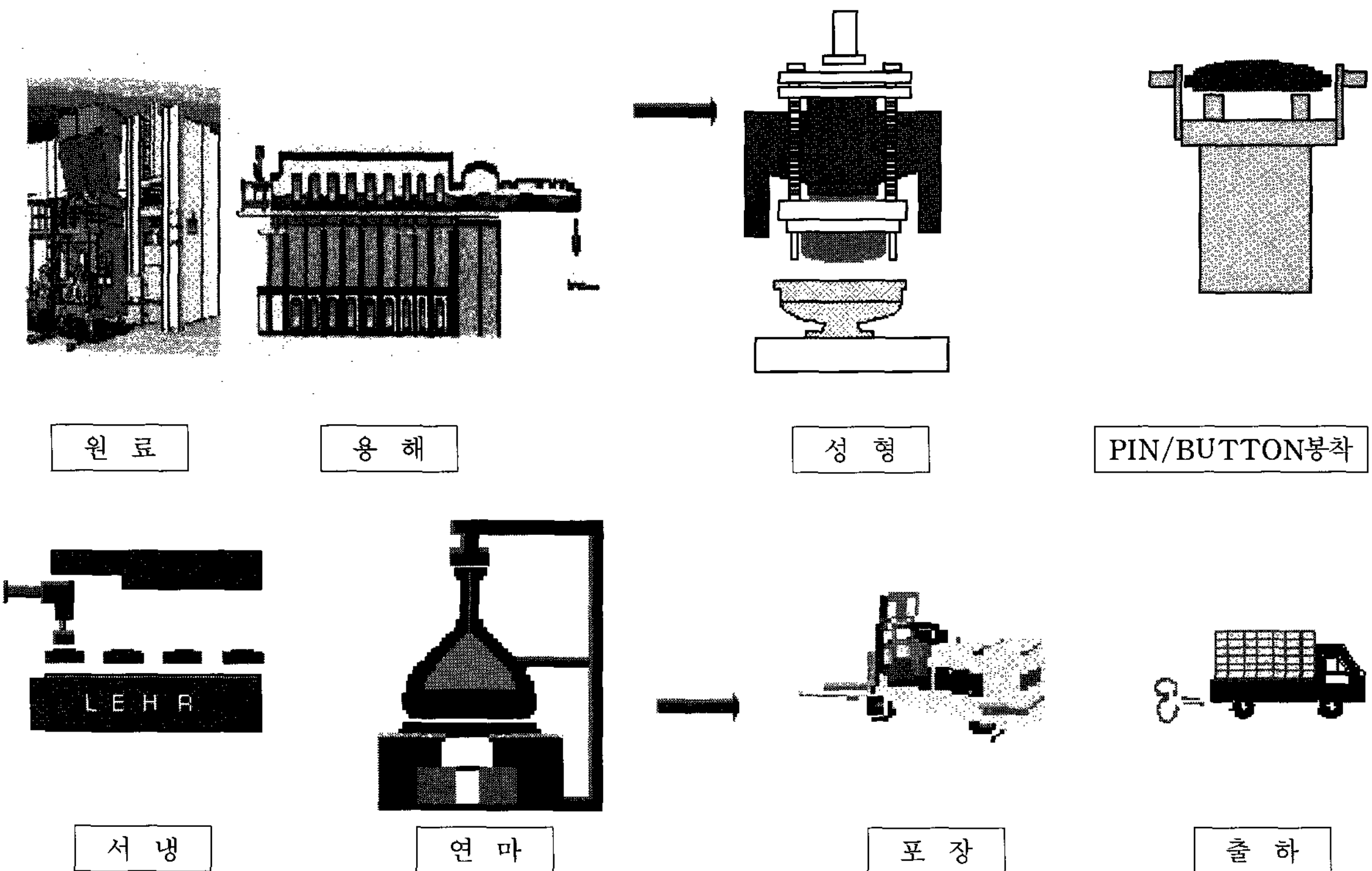
최근 display 시장은 여러 가지 종류의 디스플레이와 신기술, 그로 인한 새로운 display 시장의 확산이 이루어지고 있다. 그 중에서도 가장 오랜 역사를 가진 crt 부분은 안정적인 기술과 품질로 display 업계에서 독보적인 존재로 자리잡고 있다.

그러나 최근 타 display device의 출현으로

crt부분에서는 기술과 가격혁신의 두 가지 축으로 개발을 진행하고 있으며 새로운 시장 변화에 적응하기 위한 노력을 계속하고 있다

이 crt부분에 적용되는 많은 소재, 부품 역시 현재는 원가절감이라는 큰 틀안에서 움직이고 있다. 이 자료에서는 crt에 적용되는 주된 부품중 하나인 glass 생산에 대하여 알아보하고자 한다.

또한, glass의 제조공정을 전체적으로 봄으로써 glass에 대한 이해를 높이고자 한다.



<일반적인 CRT GLASS 제조 공정도>

II. 본 론

CRT의 부품중 하나인 glass는 크게 panel과 funnel glass로 나누어진다.

Panel은 전면유리로 화면이 display되는 부분이며 funnel은 전자총이 삽입되어 전자 beam이 screen까지 도달할 수 있도록 beam의 통로가 되는 부분이다.

Panel과 funnel은 형상 및 세부 제조공정은 다르나 전체적인 공정 흐름은 유사하므로 panel의 제조공정에 대하여만 살펴보도록 하겠다.

Glass제조는 크게 용해, 성형, 연마의 세 부분으로 완성된다 용해에서 glass의 원료를 녹이고, 성형에서 전체적인 모양을 결정하며, 연마에서 표면과 seal edge연마를 통하여 세부 spec 등을 결정한다.

1. 용 해

용해 공정의 목적은 좋은품질의 glass를 공급하는 것이다. GLASS의 품질은, 좋은 BATCH(원료)가 공급되는 것을 전제로 한다면, GLASS를 녹이는 용해로의 성능에 크게 의존한다. 용해로의 설계와 GLASS를 녹이는 내화물의 성능과, 운전기술의 세가지가 적절히 이루어질 때 좋은

품질의 GLASS가 만들어진다. 이 공정은 조합된 원료를 용해로에 투입하고, 고온으로 가열, 용융시켜 GLASS로 만들어 FOREHEARTH로 부터 성형기에 공급하기 까지의 일체의 관련 공정이다.

용해공정의 전체적인 흐름은 아래와 같다.

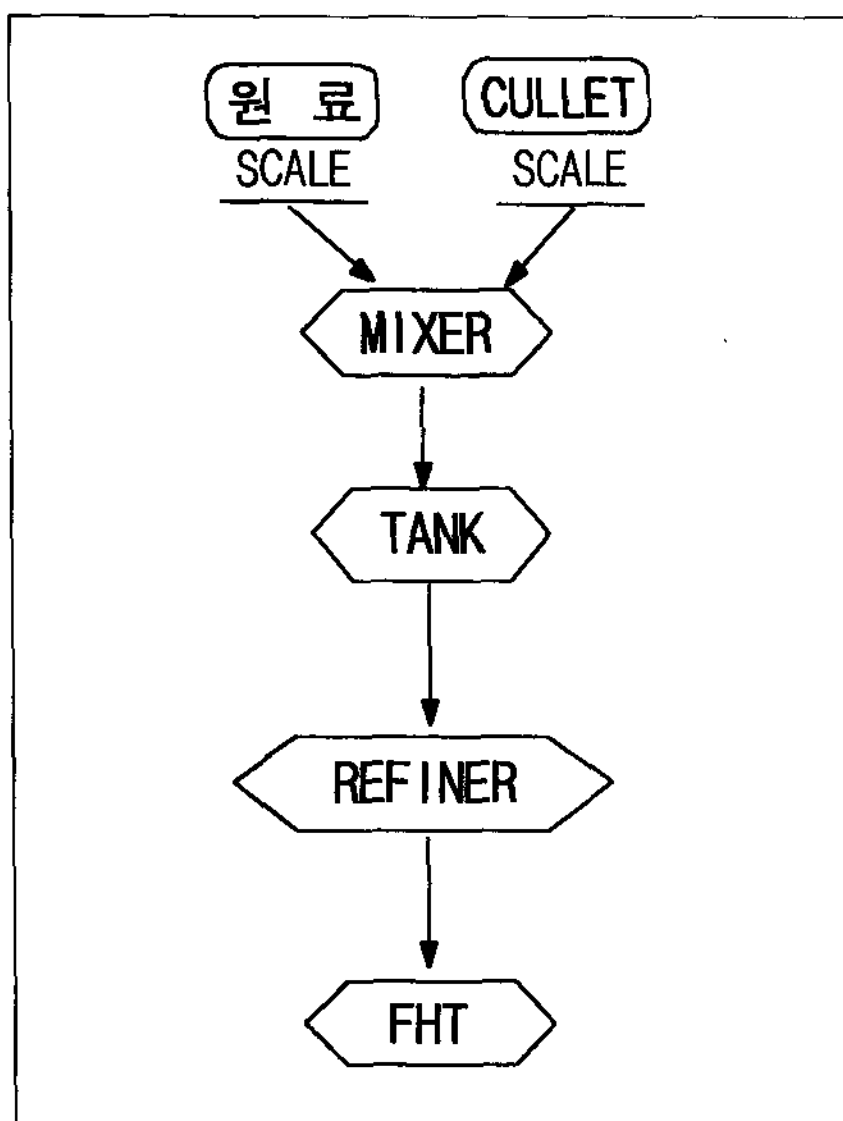
이때 사용되는 원료는 다음과 같다.

1) 원료

- PANEL원료 : 규사, 탄산바륨, 탄산스트론튬, 탄산칼리, 소다회 등 16종
- FUNNEL원료 : 규사, 산화연, 탄산칼리, 소다회 등 9종

이는 CRT용 GLASS가 가져야 되는 특성을 나타내기 위한 최적의 원료의 혼합이다. 원료 사용시 순수 원료와 cullet의 비율을 일정하게 맞추어 투입되는 데 이 cullet는 생산되었던 제품으로, 잘게 잘라서 원료와 같이 투입한다.

CULLET의 사용은 전체로의 온도를 균질히 맞추어주며, 용해불량을 줄이고 공정의 안정을 도모하는데 도움이 된다. CRT 유리는 몇 가지 특성을 가지고 있는데 PANEL에서는 투광성 및 색조(CLEAR, TINT, DARK TINT, SEMI DARK)를 가져야 되며 동시에 X선 흡수특성



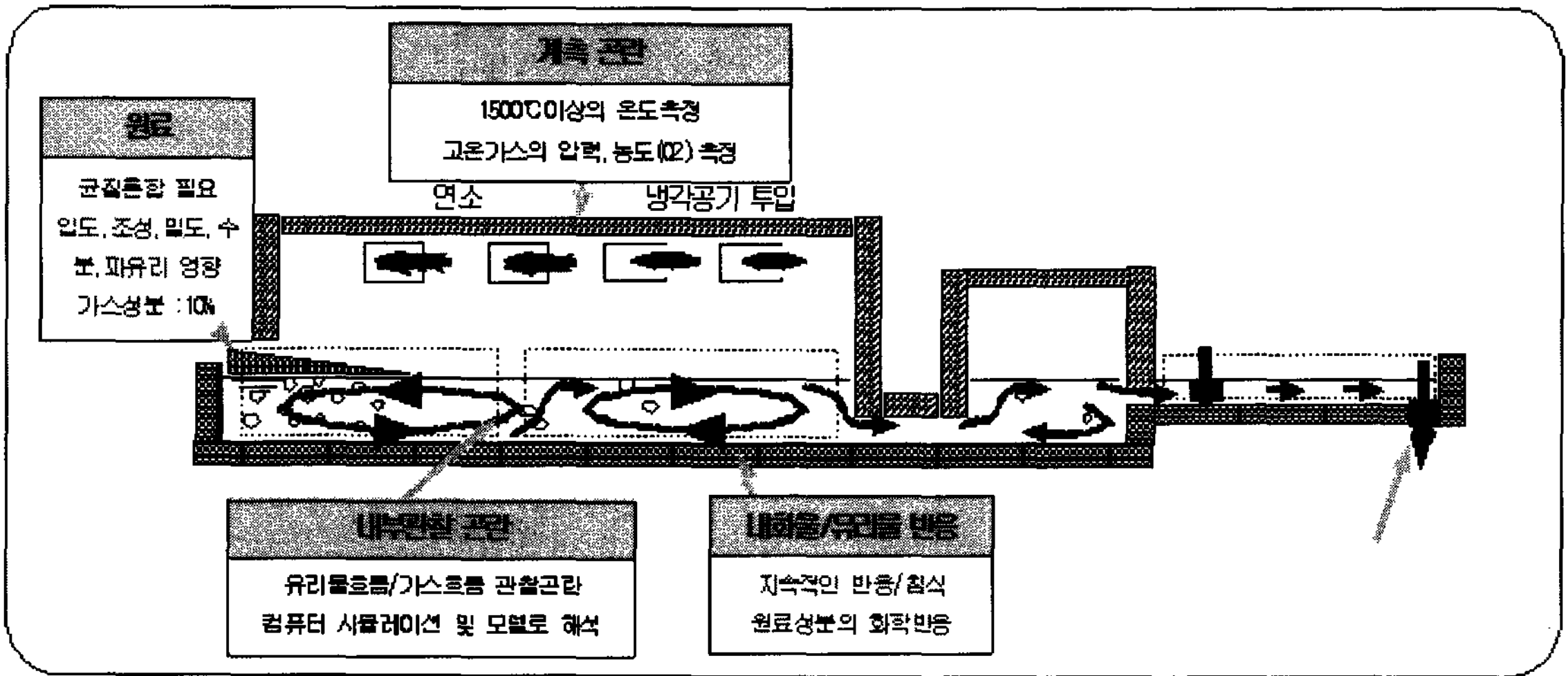
SCALE : 조성비가 맞도록 정해진량을 일정하게 평량

MIXER : 평량된 각 원료를 고르게 섞어주는 공정

TANK : 1600도 고열로 유리원료를 용해, 탈포시켜 FHT에 공급함. 원료투입구를 통해 공급되어지는 조합된 원료를 연속적으로 녹여주는 곳으로 가열장치에서 발생하는 고열과 가열된 원료들 간의 고상반응에 의해 용융유리를 생산하는 지역

REFINER : 용해조에서 생성된 용융유리의 품질을 안정시키고 고온의 유리를 일차적으로 낮추어 FHT에 유리물을 공급하는 지역

FOREHEARTH : 성형공정이 요구되는 균질한 점도, 온도를 갖춘 유리를 공급하여 주는 통로, 성형작업에 알맞도록 균질한 점도의 유리 온도조건을 만들 수 있도록 여러 종류의 조절장치가 설치되어 있는 지역



(TV 브라운관 인가전압 약 25KV, X선 파장 0.6 Å)을 가져야 한다.

2) 용해로

또한 투광성에 관련된 표면 defect 역시 해결해야 할 내용이다. 특히 이 defect부분은 glass의 품질 및 crt의 품위에 중요한 부분이다. 용해공정에서 발생하는 panel 유리의 투광성을 저해하는 불량은 크게 다음의 세 가지이다.

기포(BLISTER), 석물(STONE), 이질유리(KNOT & CORD)이며 이것은 CRT GLASS의 고질적인 용해불량에 속한다.

원료투입시 일반원료와 CULLET의 투입비율, 용해로의 온도조절 및 운전방법 등으로 용해불량을 줄이는 것이 용해의 핵심이라 할 수 있다.

3) FHT 역할과 구조

- Forehearth의 역할: 온도조절, 균질화(열적, 화학적, 물리적), 불량감소.
- FHT의 목적: 열적으로 균질, 희망온도로 defect를 최소화해서 보내주는 것.
- 일반적 경향: 대형일수록 FHT 길이는 짧게, 폭은 넓게 함.
- Glass 액상 온도: 유리가 재결정되는 온도로 870°C로 밝혀짐. 일반적으로 공정에서는 950°C 이하로 온도가 식지 않도록 관리하고

있음.

이상은 용해공정에 대한 개략적인 소개였다 용해에서 결정된 양질의 용해된 GLASS로 다음 성형공정에서는 원하는 형태의 제품을 결정한다.

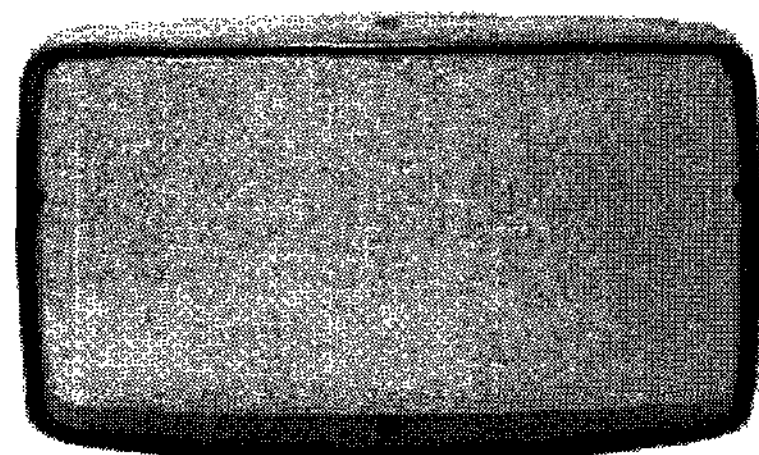
2. 성형

성형공정은 품질 및 생산성에 대하여 직접적으로 결정하는 중요한 공정이다.

용해에서 만들어진 점성을 가진 고온의 glass를 점성 glass 상태에서 panel의 형상을 만든 뒤 천천히 식혀 제품을 완성하는 과정이다.

성형공정에서 대부분의 제품의 치수가 결정되며 생산성이나 양품율도 거의 결정이 된다.

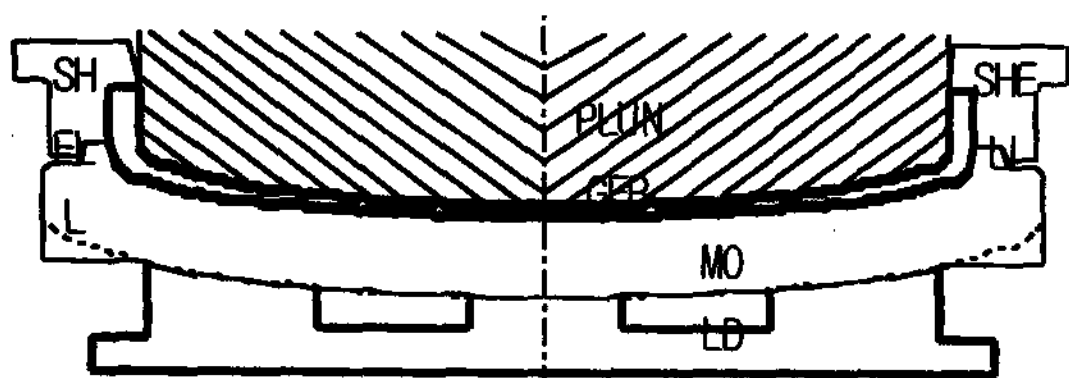
이 공정은 GOB FORMATION-PRESSING-WARE COOLING-PANEL이송-PIN SEALING의 순서로 이루어진다.



<완제품 형상>

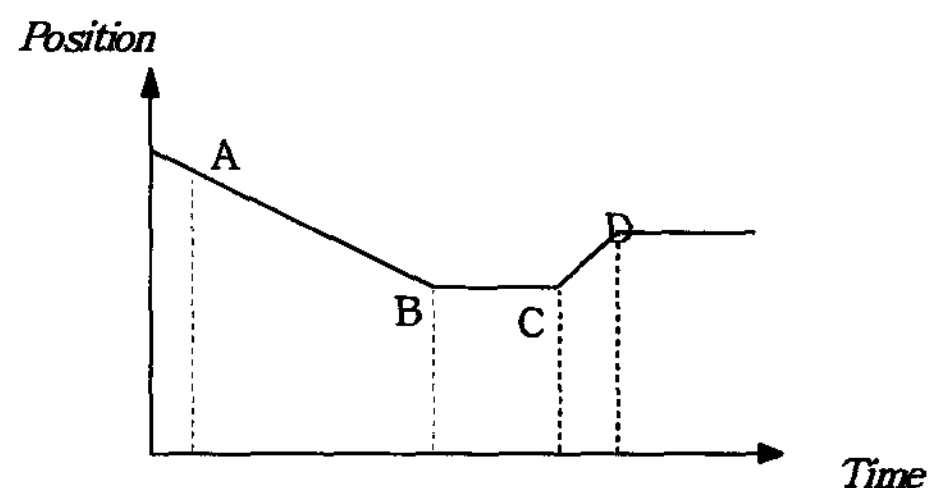
- gob formation : gob이란 생산기종을 만들기 위한 적절한 유리물 덩어리이다. forehearth로부터 생산기종에 적합하도록 균질하고 안정된 glass를 자동제어 장치에 의해 일정한 무게 및 동일한 형태의 gob으로 만들어 press에 공급한다. 이때 주의해야 하는 점은 전체 용해 tank를 안정화시킨 가운데 dpm(drop per minute)를 조정하여 생산해야 한다는 것과 gob을 일정한 형태 및 무게로 절단 후 그 자국의 깊이를 관리하는 것이다. 절단시 나타나는 자국으로 인해서 최종 제품생산시 불량을 생산할수도 있으며 잘못된 dpm운영으로 전체 용해로의 상태가 나빠지는 경우도 있다.
- pressing : 금형으로 gob을 공급받아 생산기종별 규격에 맞추어 연속성형 및 냉각을 하기위한 유압 press설비이다. 이는 생산기종이나 각 생산 line에 따라 특성이 있으며 제품을 생산하기 위한 금형을 설치하는 것에서 시작된다. panel 생산시 금형은 크게 세가지 Bottom mold, shell, plunger로 나뉜다.
 이때는 성형시 압력, 생산 speed 제어기능에 대한 control 및 set-up 재현성 확보, 금형의 align 정밀도 등이 중요하다 또한 금형과 제품 냉각을 위한 온도, 수질관리 등도 중요하게 관리되어야 한다.
- ware cooling : 성형된 hot panel의 치수 규격을 충족시키기 위하여 제품 및 금형(bottom mold)를 냉각하는 공정이다. 냉각시키는 air를 사용하는 것이 일반적인 경우이다.

냉각과정을 잘 거쳐야만 최종 완제품시 제



<panel 금형 구성>

- 품의 파손을 줄일 수 있고 또한 glass가 crt 브라운관 업체에서 로를 통과할 때 파손율을 줄일 수 있다.
 - panel 이송 : 성형된 panel을 press로부터 취출하여 pin sealing공정으로 이송하는 절차로, sampling검사에 의한 공정 품질을 보증하며 gob auto weighing을 실시한다. 생산속도를 충족하는 speed로 이송이 이루어져야 한다.
 - pin sealing : press로부터 이송된 panel을 pin seal machine에 공급하고 pin을 sealing하여 완성된 제품을 서냉로에 투입하는 일련의 과정이다. pin sealing machine과 고주파 발생 장치인 oscillator에 의해 stud pin을 용착하는 과정이다.
- ① \overline{OA} : Pin to glass = 유리물이 Pin Seal M/C에 안착된 후 Pin이 Pin Stuck에 의해서 Ware에 접촉될 때까지의 시간. Pin의 예열시간을 결정한다.(차가운 Pin을 바로 접촉시키면 깨어질 염려가 있다.)
 - ② \overline{AB} : Pin을 Ware에 삽입하는 시간
 - ③ \overline{BC} : D.P Time = Fillet 형성을 위한 준비단계로서 Pin에 열을 더 가해서 주위 유리물을 녹여 Fillet 형성을 용이하게 해준다.
 - ④ \overline{CD} : Blow Back = Fillet을 형성하는 단계. 박힌 Pin을 다시 뒤로 0.8~1mm 정도 빼준다.
 - ⑤ \overline{D} : Cooling Time = Pin Stuck이 부착된 상태에서 Pin을 자연냉각시켜 준다.
- ※ Pin Stuck을 부착시킨 상태에서 냉각시키는 이유?



<Pin Sealing Curve>

- ① Pin Stuck을 부착시켜 방열면적을 크게 해 빨리 냉각이 잘 되게 하기 위해.
- ② 고온으로 가열된 Pin Stuck을 부착시켜줌으로써 Pin이 빨리 냉각되는 걸 방지하기 위해.

이렇게 완성된 제품은 제품측정 및 lehr를 통과하고 마지막 연마공정으로 옮겨진다.

glass의 성형시에 제품의 대부분의 치수가 결정된다. 동일 제품을 동일 조건으로 생산하였다 해도 냉각시 air의 양이나 냉각수의 온도에 따라서 제품의 치수가 달라질 수 있으며 용융된 glass를 고체화 시키는 과정에서 열변형이 일어나 정확한 치수를 결정하여야 하는 생산에서 미묘한 차이를 가져오기도 한다.

이를 정량화 시키고 표준된 상태를 정확하게 찾아 오차를 줄이는 것이 glass품질을 올리는 데 가장 중요한 point이다.

3. 연 마

제품은 성형공정을 통해 그 형태를 가지게 되고, 성형시 발생된 응력을 Lehr를 통하여 제거해 준 후, 검사를 통해 합격한 제품 또는 연마를 거친 제품 중 재연마를 통해 출하가 가능한 제품에 한하여 연마공정에 투입된다. 성형을 통해 형성된 제품은 형태적으로 볼 때, rough한 외관을 가지게 된다. 즉, 연마전의 제품은 완성된 제품으로 출시되었을 때, Display의 품질을 결정하는 Panel의 외부 부분(face面)이 깨끗하지 않을 뿐만 아니라, 고객 공정에서 튜브를 만드는 과정에 있어서 중요하게 사용되는 Pad의 형상이 산포가 크고, Frit도포 후 봉착을 하는 과정에서 frit의 흐름을 방지해 주기 위한 Bevel이 없거나 그 형상이 일정하지가 않게 된다. 따라서, 연마공정은 이러한 산포를 줄여주는 역할을 함과 동시에 제품의 외관의 고급스러움을 만들어주는 공정이라 할 수 있겠다.

1) 치수관리

따라서, 연마공정에서 가공/변형되는 관리치수

는 다음과 같다.

- ▲ OAH(over all height) : Seal Land에서 Panel face面까지의 직선거리
- ▲ Seal Land(S/L)
- ▲ In/out Bevel
- ▲ Weight
- ▲ SEID(Seal edge inside Diameter)
- ▲ SEOD(Seal edge outside Diameter)
- ▲ CFT(Center Face Thickness)
- ▲ WEDGE : CFT와 Corner에서 일정거리 간의 두께 비율
- ▲ IBRD
- ▲ QSD/USD : 유효 화면 길이

2) 연마 process

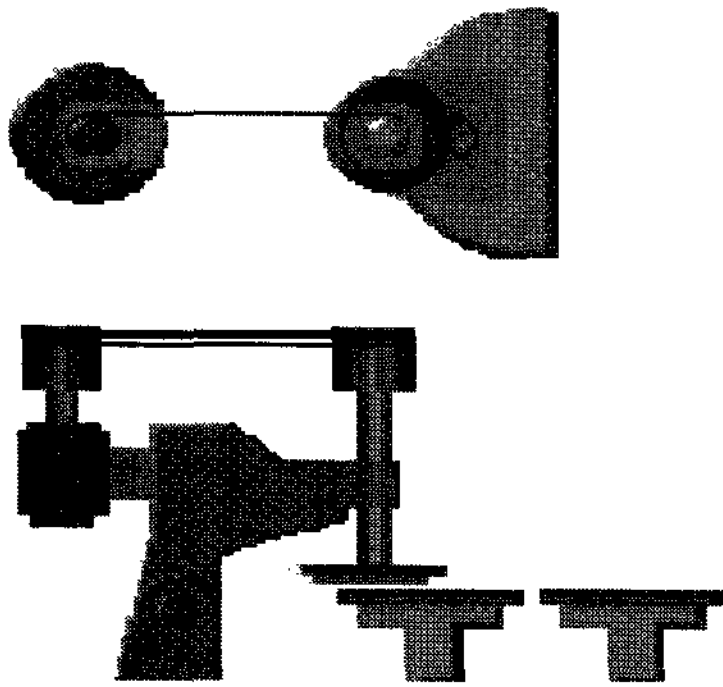
연마 전체의 Process는 다음과 같이 요약할 수 있다.

A/GARNET → B/GARNET → PUMICE
→ SWING DRUM PUMICE 1 → SWING
DRUM PUMICE 2 → SWING DRUM
PUMICE 3 → ROUGE 1 → ROUGE 2 →
EFM(5LAP/3SDP/EFM)

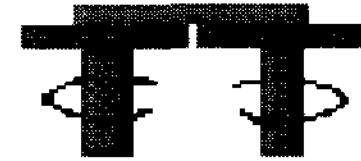
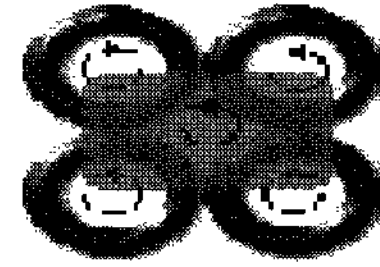
<전면유리 가공>

GARNET황삭—PUMICE중삭—ROUGE광택

- ① Garnet Step은 RAW PANEL 외면에 성형중 발생된 GOB 자국 및 MOLD자국, 변형자국 등을 1차 제거하는 황삭 공정이다. Conveyer belt를 이용 AGM Robot가 Panel을 Garnet 연마구로 이동하여 연마하고, Transfer를 이용하여 Pumice step으로 이동한다. 연마방식은 기존의 Regular의 경우에는 Lapping 연마방식을 이용하였으나, Flat 제품의 연마에 있어서 평탄도 유지(30/100)가 어려워 AGM(Aspherical Grinding Machine) 연마방식으로 전환하였다.
- ② B/Garnet : AGM에서 제거하지 못한 변형 자국, PIT 등을 2차 제거하는 황삭 공



〈연마 설비 개략시〉



〈연마 설비 개략도〉

정이다.

- ③ PUMICE : head up/down 유압 cylinder 사용, air bag 가동형 또는 spherical holder 에 pumice lap을 부착하여 spindle에 장착 후 c.c.w. 방향으로 rotation하고 panel 을 안착한 ware table이 c.w. 방향으로 rotation하면서 slurry를 공급받아 연마하는 방식으로,
- ④ 이 중 SDP(Swing Drum Pumice)는 panel이 ware table에 안착되어 c.w 방향으로 rotation하고, drum type의 연마구가 전면으로 rotation + x축 직선 왕복으로 pumice 연마제(KP40 OR KP60)를 공급받아 중간 연마하는 machine을 말한다. SDP 공정은 대형 비구면 연마를 위한 중삭 step으로 4개의 step으로 구성되어 있다.
- ⑤ ROUGE : panel이 ware table에 안착되어 c.w 방향으로 rotation하고, air bag 고정형 또는 spherical holder가 head spindle에 장착되어 c.c.w. 방향으로 rotation하면서 lensmax 연마제를 공급받아 광택 연마하는 machine이다

〈SEAL 가공공정〉

다이아몬드 황삭—RESIN중삭—연마제 휠

- ⑥ EFM(Edge finish machine) : 6개의 HEAD로 4 working step를 구성한 후 step별로 4개의 wheel을 고속으로 rotation 시키고, head가 up/down 되면서 panel 를 checking하여 저속으로 rotation 시켜 절삭제(water)를 seal edge면을 가공하는 machine이다.

이상으로 개략적인 연마공정까지의 과정을 보았다. 연마를 마치면 검사과정을 거쳐 포장을 거쳐 고객으로 출하과정을 거친다. 연마공정에서 제품의 전체적인 품질을 파악하고 제품의 품위를 높이는 과정을 거친다.

III. 결 론

현재 display시장은 새로운 종류의 display와 신기술로 넘쳐나고 있다 이런 시장구조에서 crt 분야가 현재와 같은 시장의 흐름에 적극적으로 대응하기 위해서는 각 부분의 기술 개발 및 가장 효율적인 원가구조로 이루어 져야 한다. 이 장에서 glass 제조공정을 간략하게 살펴봄으로서 glass의 제조공정을 이해하여 가장 효율적인 제품의 구조와 적극적인 원가절감을 이루어 전체 display시장에서 crt의 역할을 더욱 확대시켜 나가는 데에 도움이 되어야겠다.