

# LCD 클린룸에서의 에너지절약 대책

양 성 철 | 삼성물산(주)건설부문 하이테크팀 차장  
E-mail : sc7699.yang@samsung.com

유 경 훈 | 한국생산기술연구원 에어로졸필터연구실  
수석연구원  
E-mail: khyoo@kitech.re.kr

## 1. 머리말

반도체, 액정 표시체의 생산은 원래 모든 생산 품목이 미세화, 고기능화의 길을 걷고 있는 것에 따라, 클린룸에 의한 생산이 증가의 일로를 걸어 왔다. 이에 수반해 클린룸의 에너지 소비, 런닝 코스트의 크기가 문제로서 표면화되어 왔다. 더욱이 지구온난화 문제가 대두되면서 이의 주범인 이산화탄소와 같은 온실가스의 저감을 위해서 에너지절감 기술이 절실히 요구되고 있는 현실이다. 그러나, 공장의 운영자료는 Feedback이 쉽지 않고 생산 장치는 전문 메이커로부터 구입하고 있는 우리에게 있어서 공장은 거대한 블랙 박스이며, 에너지 절약에 임하려고 해도 능동적인 기획 입안은 할 수 없는 것이 현실이다.

21세기를 맞이하여 제한된 에너지를 얼마나 유효하게 사용하여 사회에 어느 정도의 공헌을 할 수 있는가는 기술의 재평가·재조정을 실시해서 장기적 비전에 맞는 발전적 연구·다이나믹한 개발의 대처가 필요하다. 또, 오존층 파괴, 지구 온난화 방지 등의 환경면으로부터도 에너지의 유효 활용에의 대처가 주장되고 있다. LCD는 CRT에 비해 현격히 공간절약, 저소비 전력, 눈에 선명함 등의 액정 디스플레이만이 가능한 특징이 인기를 끌고 있다. 그리고 저소비 전력이라고 하는 것으로 CO<sub>2</sub> 삭감

에도 공헌할 수 있어 환경을 생각하는 제품이라고 말할 수 있다. 그렇지만 LCD의 제조에 관련되는 에너지 소비량은 매우 많기 때문에, 향후의 제조 라인 생산 설비의 간결화 및 에너지 절약의 시책이 요구된다.

## 2. 컬러 액정의 개요와 제조 프로세스

### 2.1 컬러액정(TFT-LCD)의 개요

TFT-LCD는 크게 TFT가 형성되어 있는 아래 유리기판, Color Filter가 형성되어 있는 윗 유리기판, 그리고 그 사이에 주입된 액정(Liquid Crystal)으로 구성되어 있다. TFT는 전기적 신호를 전달, 제어하는 역할을 하며, 액정은 인가된 전압에 따라

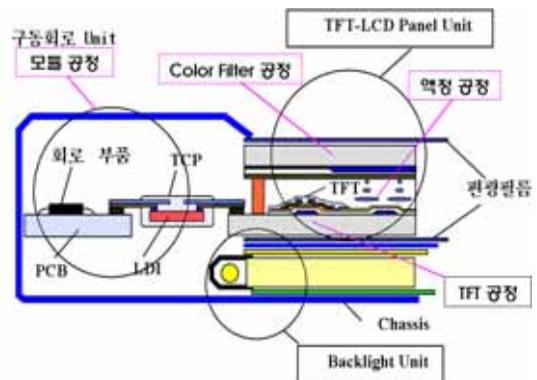


그림 1. TFT-LCD의 구조

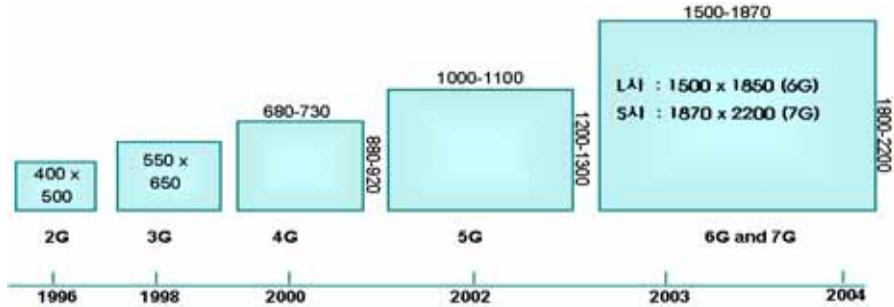


그림 2. TFT-LCD 기판 Size의 변화

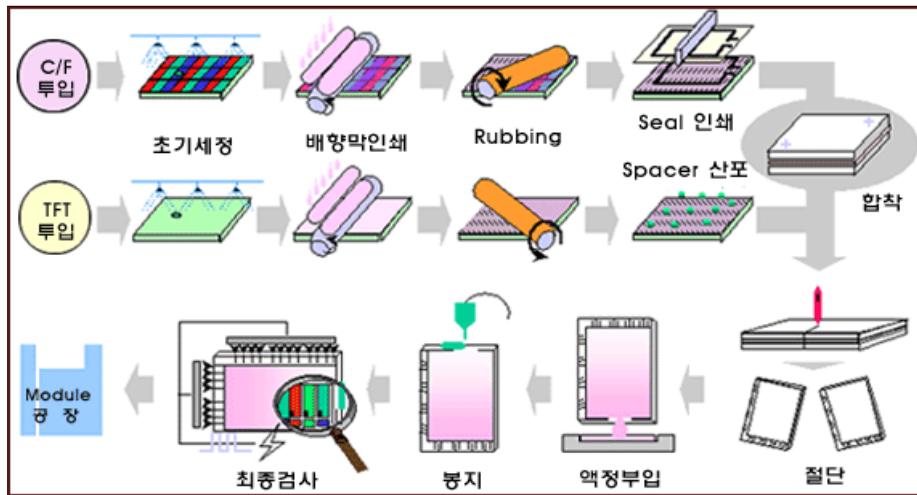


그림 3. TFT-LCD의 제조공정

굴절하면서 빛의 투과를 제어한다. 그렇게 제어된 빛은 Color Filter를 통과하면서 원하는 색과 영상으로 나타나게 된다. TFT-LCD는 브라운관 방식에 비해 소비전력이 낮고, 경량박형이 가능하며, 유해 전자파를 방출하지 않는 차세대 첨단 디지털 디스플레이 소자이다

그림 2는 1996년부터의 마더 유리 기판의 변모과정을 보여주고 있으며, 칼라 액정의 마더 유리는 최근 급속히 대형 기판화로 인해 2006년에는 2m가 넘는 8세대급 기판 사이즈가 정착될 것으로 생각된

다. LCD 모니터도 초기에는 15“형 노트북이 주류를 이루었지만 현재는 LCD TV의 시장진입으로 Panel Size 뿐만 아니라 클린룸 면적에 있어서 상상을 초월할 정도로 대규모의 시설이 주류를 차지하게 되어, 공장 에너지도 대형 기판화와 수반해 더욱 더 상승할 것으로 예측된다.

## 2.2 액정 모듈의 구조

액정 Panel의 구조는 2매의 유리 기판으로 액정 재료를 샌드위치 한 구조이며, 주변을 수지로 봉지

되어 기관 사이의 3~10 μm 간격에 액정 재료가 밀폐되어 유리 기관의 외측에는 편광판이 붙여지고 있다. 액정 모듈은 그림 1에 나타내는 것 같은 구조에 되고 있어 회로 기관은, 액정 Panel에 전기신호를 공급하는 기능을 가지고, 게이트 드라이버, 소스 드라이버, Controler의 드라이버 IC가 기관 상에 실장되어 있다. 본체와의 접속은, ACF에 의해 접속되고 백라이트, 반사판, 확산 시트 및 도광판 등으로 구성되어 있다.

### 2.3 제조 프로세스

제조 공정은 크게 어레이(TFT) 공정, Color Filter 공정, 셀 공정, 모듈 조립 등 4개의 공정으로 구성되어 있으며 TFT 공정과 C/F 공정은 각각의 복잡한 제조공정을 거쳐서 회로를 제조하고 Red, Green, Blue의 색상을 구현할 수 있는 기관을 제작하게 된다. 유리 투입 - 성막형성 - 세정 - 레지스터 코팅 - 노광 - 현상 - 에칭 - 박리 - 검사 - 배향막 인쇄 - 러빙 - Seal 인쇄 - 합착 - 절단 - 액정 주입 - 봉입 - 편광판 부착 - 단자 접속 - 백라이트 부착 - Aging - 검사 등의 공정의 순으로 진행되며 Cr, Al, ITO, 레지스터, 약액, NF<sub>3</sub>, SF<sub>6</sub>, 액정, 배향막재, Seal 재, IC 드라이버, 기관, 백라이트 등의 재료를 CVD, 스퍼터(Sputter), DE, 포토 리소그라피(여러 차례)의 생산 설비에 의해, 제조, 조립하게 된다. 그림 3은 Cell 공정의 주요부분을 보여주고 있으며 이후 모듈조립 공정을 거쳐서 Panel이 완성된다.

### 2.4 자원 회수

LCD 제조에 사용되는 화학 약품은 액정재, 세제계, 알칼리계, 박리제 DMSO(위험물) TMAH 등 많은 약품이 사용된다. 또, 그 배수를 처리하기 위한 약품으로서 염산이나 가성 소다 등의 약품도 사

용되고 있다. 가스에 대해서는, 오존층 파괴 물질 프레온의 대체로서 사용해 온 SF<sub>6</sub>가, COP3로 지구 온난화 가스 PFC로서 문제가 되어, 배출량 삭감에 주력해서 저감장치의 장비를 진행시키고 있다. 이것도 또 에너지의 증가 요인이 되어 있다. 그리고 환경에 배려하기 위해서는, 각 공정으로부터 배출되는 약액, 폐기물을 적절히 처리를 할 필요가 있다. 유기 폐기물, 알칼리 폐기물, 폐산, 폐플라스틱, 유리 쓰레기 등의 배출량 또한 대단히 많다. 폐기물 처리, 리사이클을 하기 위해서는, 방대한 에너지를 필요로 하므로 적절한 처리로 에너지 절약을 도모하면서 환경보호에 노력하지 않으면 안 된다.

## 3. 액정 공장에 있어서의 에너지 사용

### 3.1 액정 시장 트렌드 및 에너지 사용율

LCD의 매출은 TV 시장의 형성으로 해마다 큰 폭으로 증가하고 있어 이에 따라 에너지의 사용도 증가하고 있다. 그러나, 총 매출에 대해 에너지의 사용율이 상회하고 있다. 이는 급속한 시장가격의 하락으로 인해 무수한 에너지 절약 대책을 실시하고 있는 것에도 불구하고 가격 인하를 감당하지 못하고 있는 것이다. 더 참신한 에너지 절약이 요구된다. 한편, 에너지 Trend를 보면 Panel의 단위면적당 에너지 사용량 측면에 사용 효율은 상당히 개선되고 있다. 이는 부대 설비의 개선, 기관 대형화의 효과이며 해마다 효과를 나타내고 있다. 하지만, 제품의 가격 인하에는 따라가지 못하여 더욱더 코스트 삭감이 요구되고 있다.

### 3.2 에너지 소비량의 구성

#### (1) 에너지의 구성

① 건축 설비 : 급배수 위생, 사무실 전기, 공조,

- 방재 설비.
- ② 클린룸 : 공조, 전기, 클린룸 기기.
  - ③ 수변전설비 : 수전, 변전, 배전.
  - ④ 열원 설비 : 냉동기, 보일러, 냉각탑.
  - ⑤ Water 시설 : 純水설비, 배수 처리, 물회수 설비.
  - ⑥ 용력설비 : 가스 공급 설비, 약품 공급 설비, 건조공기, 진공, 설비 냉각수, 진공청소.
  - ⑦ 배가스 설비 : 유해가스 처리 장치, scrubber, 유기 처리 장치. 현실
  - ⑧ 생산 설비 : CVD, 스퍼터, 도포, 노광 장치, 현상 장치, 드라이 예취, 세정 장치, 검사 장치, 배향막인쇄, 러빙, 세정, 건조, 썬 인쇄, 합착 장치, 소성, 액정 주입기, 봉입, 절단, 검사, 단자 접속, 실장, 조립, 표시 검사.
  - ⑨ 자동 운송 설비 : 메인 운송, 서브 운송, 자동 창고, 제어 시스템.
  - ⑩ 감시 장치 : 시스템, 센서.

생산 환경을 유지하기 위한 클린룸 팬 운송 동력, 냉방 부하, 부대 설비, 동력 설비의 전력 소비가 그림 4와 같이 약 45 % 정도로 크다. 또, 클린룸은 생산 설비로부터의 발열 부하를 처리하기 때문에 연간을 통해 냉방하는 시설이며, 냉동기에 관련되는 소비 에너지가 클린룸 전체 소비 에너지의 주요한 부분을 차지하고 있다. 에너지의 사용율에서는 클린룸의 사용율이 높지만, 이것은 생산 설비의 발열의 냉각에 사용되고 있기 때문에 에너지를 절약할 수 있는 생산 설비의 개발이 요구된다.

그림 5는 LCD공장을 비롯하여 클린룸을 구성하여 Process가 진행되는 공장에서 생산설비 이외의 Facility 시설에 있어서 고려할 수 있는 에너지절약 검토 항목에 대해서 각 구성요소 별로 나타내 주고 있다. LCD 공장의 경우 기관의 대형화로 Fab 면적이 반도체 공장보다 수배에 이를 정도로 규모가 커서 이에 따른 에너지의 비용도 대단히 많다.

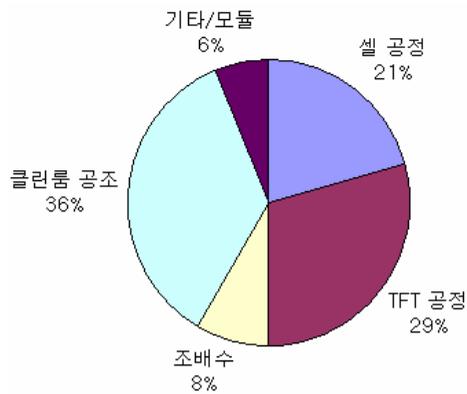


그림 4. 액정공장의 전기에너지 분포

(2) 에너지 소비량의 특징

LCD 공장은 전체에너지 소비량 중에서 전기 소비 에너지가 전체의 약 60 %를 차지하고 있다. 그 중에서 생산 설비로부터의 발열 부하, 외기 부하,

3.3 컬러 액정 공장의 Facility 시스템

칼라 액정 공장에 있어서는, 대형 기관화, 고정밀화의 진전 및 24시간 연간 가동에 수반해 제조 기술, 생산 설비의 중요성은 물론, 클린룸, 초순수 등, 생산 환경의 고정정도 유지, 그리고, 전력, 물, 가스 등, 용력의 안정공급이 제품 비율 향상에 많이 공헌해, 부대 설비의 환경이 생산 수율 달성에 있어서 더욱 더 중요해지고 있다. 또, 드라이 프로세스화에 의해, 위험 유해 물질의 사용량이 증대해 생산 환경의 안전 확보, 및 방재, 공해 방지 등, 지역사회에 대한 환경보전에 대해서도 만전을 기해 대처해 나가야 않으면 안 된다. 환경 오염이 적은 신기술로서 저온 박막 형성, 자기 발광 기관, 플라스틱 기관, 영역 선택 박막 형성, 드라이 설비의 에너지 절약 등의 연구 개발 실용화가 기대된다. 사람, 물품, 자재, 설비, 등에서 청정도를 오염시키는 요인이 많이 잠

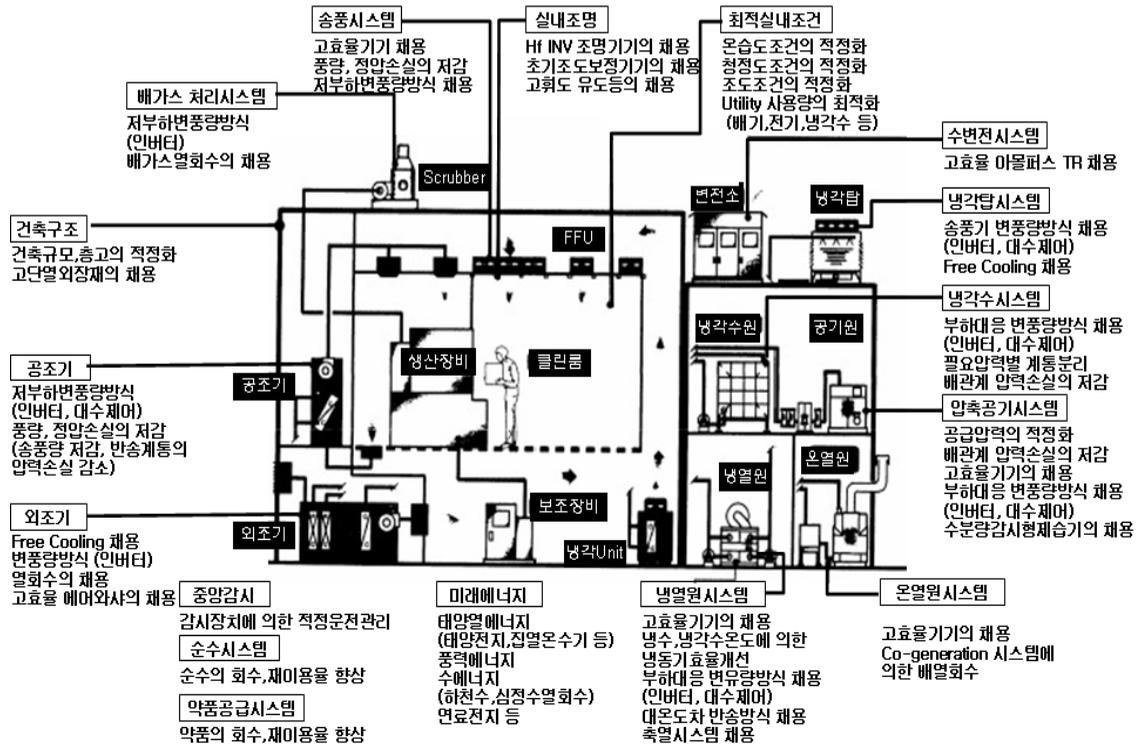


그림 5. LCD클린룸에서의 에너지절약 검토항목

복해 있으나 특히, 인간이 최대 원인이 되고 있다. 쓰레기, 불순물 등에 의해, 제품 수율 악화의 영향을 저감하기 위한 Contamination 컨트롤이 중요하다.

### 3.4 에너지 절약 방안

LCD 공장은 일반적인 클린룸에서의 에너지절약 항목과 매우 유사하다. 다만 LCD 공장의 특성상 장치산업적인 특성의 투자가 이루어지고 있는 만큼 에너지소비 또한 대규모로 사용되고 있으며 LCD의 가격 하락 추세와 동반하여 경쟁력을 확보하기 위하여 보다 적극적으로 대처할 필요가 있어서 생산라인 구축시점에 고려해야 할 사항들을 중점으로 소개하고자 한다.

종래부터 생산 설비 발열 부하, 배기에 동반되는 외기 처리의 부하, 공기 운송 동력 부하, 프로세스의 단축에 대해서는 주로 고려되어 왔지만, 향후도 이 4항목에 대해서는 중요한 부하 저감 아이템으로서 개발·시스템 검토를 도모할 필요가 있다. 또, 신규 라인 구축 시에 생산 설비, 부대 설비 모두 각 기기 및 에너지 절약 시스템 도입을 계획하지 않으면 나중에는 방대한 비용과 시간을 낭비하므로 반드시 검토를 해야 하는 것이다.

#### (1) 시스템 효율 개선

##### ① 공조 방식

클린룸의 공조 방식에는 난류식, CTM(Clean

Tunnel Module), 층류식 등이 있고, 층류식에는 FFU(Fan Filter Unit)방식, Central Fan Tower 방식 등 여러 가지가 있지만, 청정도 유지, 유연성과 유지관리비를 고려해 선정할 필요가 있다. 현재는 대공간 FFU 방식이 주류가 되고 있지만, 종래의 AHU 방식보다 운송 동력이 매우 적게 이루어지고 있다. 필터와 팬의 적정한 선정으로 더욱 효율을 최대한으로 살릴 수 있으므로 충분히 검토가 필요하다. 또, FCU는 드라이 코일의 정압을 스스로 처리해서 클린룸으로의 공기 운송정압을 저감하는 것으로 더욱 FFU의 운송 동력을 삭감할 수 있다. 기기 개선에서는 AC 모터로부터 DC 모터로의 변경으로부터 가변이 가능하게 되어 한층 더 에너지 절약을 도모할 수 있다.

② 국소 클린

그림 6은 국소 클린화의 개념도이다. 클린룸은 유지관리비가 방대하기 때문에 그림에 우측에 도시된 종래의 대공간 방식으로부터 차세대는 국소

방식을 극한까지 진전시켜 국소 클린의 클린룸을 도모해서 면적 극소화를 실현할 필요가 있다. 이를 위해서는 생산 설비의 간결화가 필수 조건이며, 또, 하부 플레넘 공간을 유효하게 활용하기 위해 공조기, 생산 설비의 부속 등을 플레넘 밑에 설치하거나 운송의 통로를 마련해서 다층으로 함으로써 생산에 사용하는 클린룸 면적의 절감을 도모할 수 있다.

③ 코제너레이션(cogeneration)

전력회사로부터 전력을 공급받는 경우 최종 소비자까지의 송전 에너지 효율은 약 35%로, 65% 정도의 에너지 손실이 있다. 이것에 대해 코제너레이션 시스템에서는 75~85%의 종합 에너지 효율을 얻을 수 있다. 이에 따라 종래에 비해 약 20% 정도의 에너지가 절약된다. 그림 7과 같이 클린룸 있는 공장에 설치한 코제너레이션 시스템으로부터 얻을 수 있는 증기를 이용해서 흡수식 냉동기와 조합하는 경우에 의해 더욱 더 전력의 절감을 도모할 수 있다.

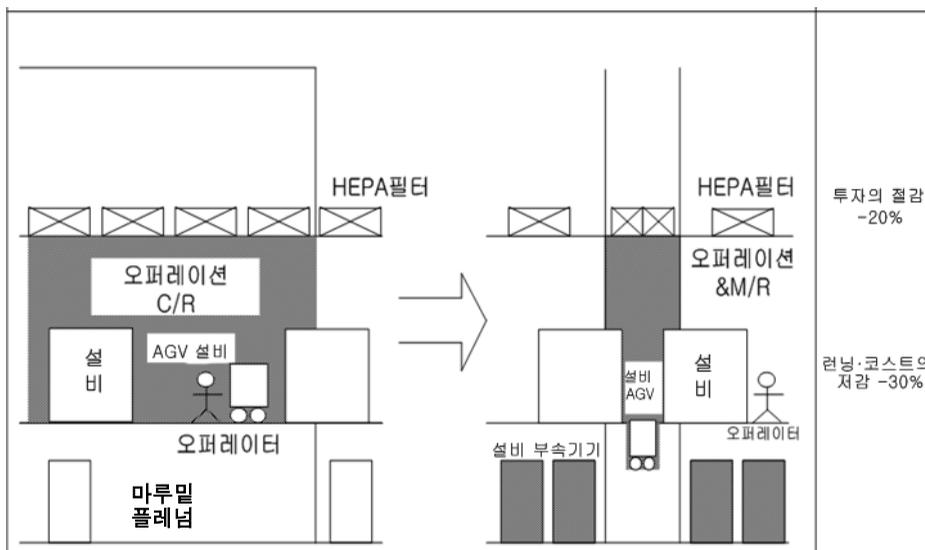


그림 6. 국소 클린화

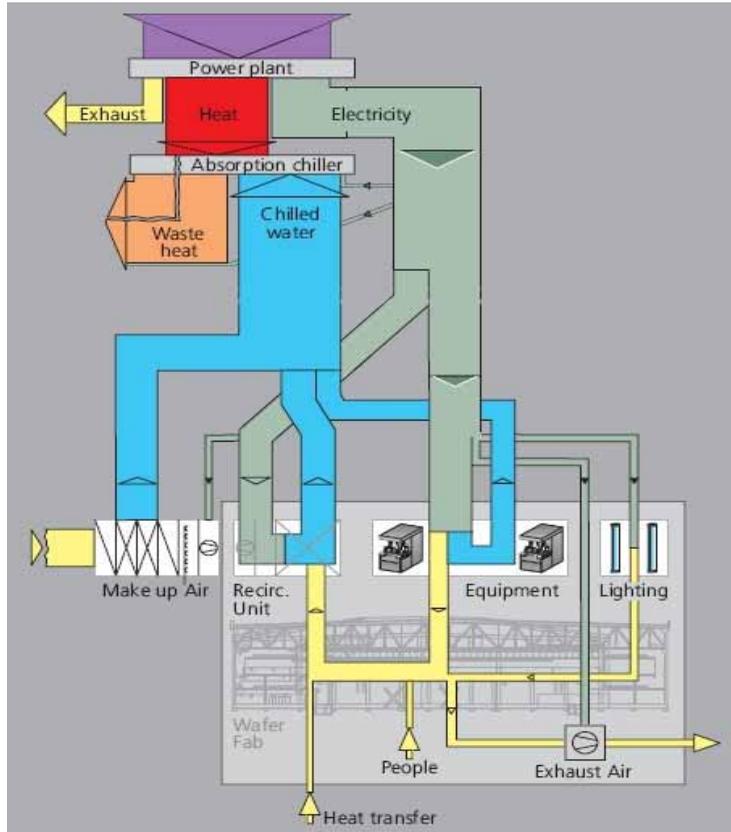


그림 7. 클린룸의 코제너레이션 시스템

④ 열원-공조 방식

종래부터 반도체 산업 및 액정 제조 공장에서는 터보 냉동기가 주류로 도입되어 왔지만, 비 프레온화, 에너지 절약이 주장되는 동안 최근에 재부상된 흡수식 냉동기는 터보 냉동기에 비해 10% 정도의 전력으로 운전할 수 있어 약 90%의 전력 감소가 된다. 그러나 온실 효과 가스 삭감 측면에서 보면 증기를 이용하고 있기 때문에 종합 에너지로서의 효과의 검증이 필요하고, 전술한 코제너레이션 시스템과의 편성에 의해 에너지 절약을 도모할 필요가 있다.

⑤ 축열조

축열조는 저가 요금 설정시인 야간 전력을 사용하기 때문에 주간의 약 20%의 요금으로 사용할 수 있어 용력 경비 절감 및 peak-cut에는 유효하다. 하지만 에너지 절약을 생각하는데 있어서는 에너지 손실도 커서 저축한 에너지를 충분히 활용할 수 없다. 그대로 사용하는 것은 에너지 절약에 직접 연결되지 않는다. 모처럼 저축한 에너지를 유효하게 사용하기 위해서는 수조내의 보온과 유효한 시스템의 검토가 필요하고, 수조를 저온부와 고온부로 명확하게 구분해 사용한다.

⑥ 순차 확장형 초순수 장치 시스템

LCD 공장의 초순수를 제조하려면 미립자, 용존 물질 등 물 속에 이온화된 불순물 제거를 위해 여과-RO-이온교환 수지-脫氣-가열-냉각-UV-UF-MF-펌프 등의 여러가지 설비의 조합으로 구성되고 있어 이것들을 운전하는 데는 큰 동력이 필요하게 된다. 또, 이것들은 사용 시점의 변동에 관계없이 상시 운전되고 있는 것이 상식으로 되어 있다. 이러한 종래의 플랜트 형에서는 쓸모 없는 에너지를 사용하므로, 막 처리 및 전기 재생식 탈이온을 주체로 한 유닛형의 편성에 의해 종래의 플랜트형의 초순수 장치를 간결화 할 수 있다. 간결화한 소형 유닛은 필요한 만큼의 운전이 가능하기 때문에 사용 시점의 변동에 연동한 공급을 할 수 있어 쓸모없는 운송이 불필요해진다.

다만 이니셜 코스트 측면에서 소형의 편성에서는 대형의 스케일 메리트와 비교해서 고비용에 된다

고 생각할 수 있다. 이를 적용하면 초기 투자로 30% 절감, 설치 면적 60% 절감, 런닝코스트 10% 절감, 공사단축(공사 에너지 절감) 75% 절감을 실현한다. 이것은 종래의 플랜트형의 생각을 전환한 결과이며, 다른 부대설비에도 전개해야 한다.

(2) 운송 동력 절감

① 변유량, 변풍량 방식의 채용

시스템 구성기기의 용량은 피크부하에서 결정되지만, 연간을 통해 보면 고부하 출현 회수는 작아서 장시간의 부분부하 운전을 실시하게 된다. 펌프나 송풍기의 대수 제어나 회전수 제어 등에 의해서 에너지 절약 효과를 얻을 수 있다.

② 대운차의 이용

공조 공기의 취출 온도차, 방열기, 냉운수 코일과 냉동기 증발기, 응축기의 수온차를 크게 하여

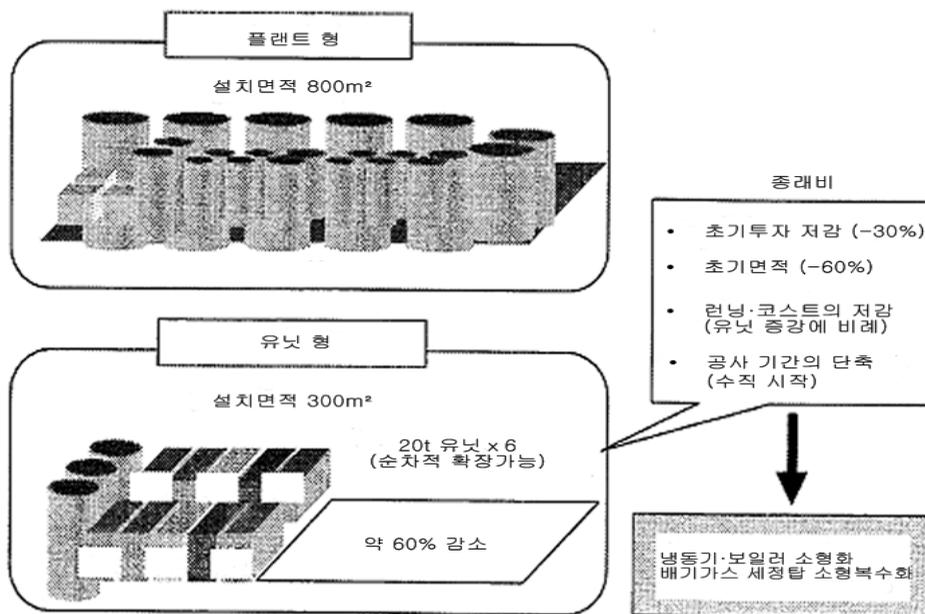


그림 8. 순차적 확장형 초순수장치 시스템

유량을 감소시켜 반송에너지의 저감을 도모한다

③ 공장 부대설비의 유닛화

공장에서는 주요 用力源은 관리상 한 곳에 모아 지고 있는 것이 일반적으로 되어 있다. 이 batch 방식에서는 에너지 손실이 발생한다. 각 동력 설비를 유닛화하고 사용 지점에 인접 설치해서 생산 설비와 인라인을 도모하면 런닝 코스트도 삭감할 수 있어 에너지 절약을 도모할 수 있다.

④ 저압 RO

종래의 RO 막은 고압으로 압송하기 때문에 큰 동력을 필요로 한다. 최근에는 저압막, 더욱 초저압막의 개발이 진행되어 에너지 절약이 추구되어 기존 설비의 개조비를 투입해도 유리하다. 또, 막을 사용해 회수율을 향상시키는 것으로 환경 부하의 절감에도 공헌할 수 있다.

(3) 배기량 삭감

① 외기 도입량 삭감

각종 Chemical을 사용용하는 제조장비에서 가스를 배출시키기 위해 세정 장치 등에서는 대량의 배기를 실시하고 있다. 또, 세정장치의 배기를 단순히 감소시키는 것은 클린룸 안으로의 유출을 유도한다. 세정장치는 개구부를 최대한 줄여 챔버에서 셔터로 개폐하고, 열려 있을 때는 그림 9와 같이 에어 커튼으로 배기 덕트로 직접 push-pull 방식으로 배기한다. 이것에 의해 배기량은 반감할 수 있어 큰 에너지 절약이 된다.

② 유기 배기 처리

액정 공장에서는 대 풍량의 유기 배기 처리를 피할 수 없기 때문에 큰 에너지를 필요로 하고 있다. 이 VOC를 제올라이트로 선택, 흡착해서 고농도 소풍량으로 농축하고 연소나 회수 처리를 하는 기

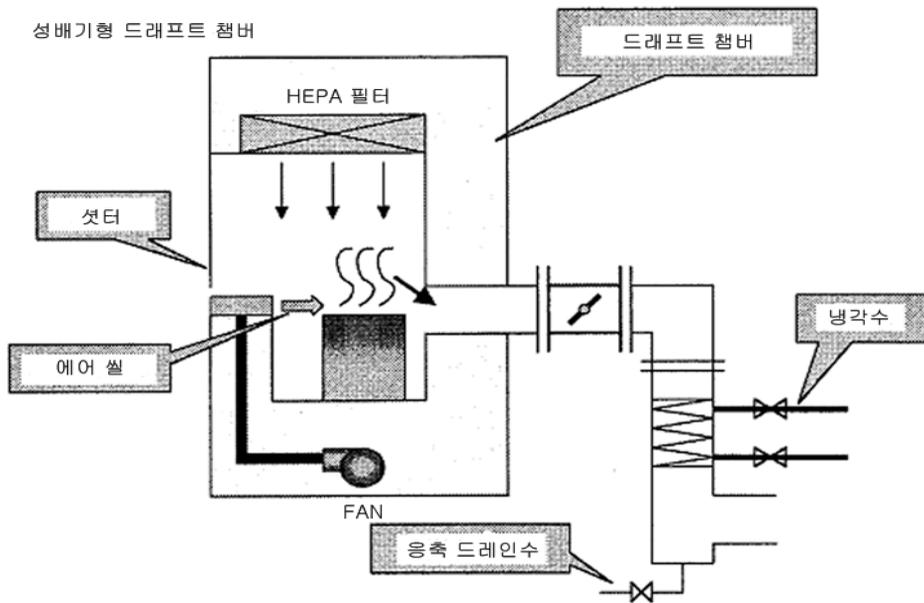


그림 9. 배기량 절감

술이 최근 적용되고 있다. 이 기술에 의해 설비 투자, 런닝 코스트를 삭감할 수 있어 에너지 절약으로 연결된다.

(4) 열회수 이용

효율이 높은 배열 회수로서 열전달계수가 높은 재료의 선정 또는 향후의 연구로서 배열의 電氣화가 기대된다.

① 동파방지 설비의 보온

동계 동결 방지에는 종래 전기 히터가 주로 사용되었다. 대부분이 상온을 유지하면 좋으며 높은 온도는 필요로 하지 않기 때문에, 증기환수 및 배열을 이용한다. 또 유기 배기 장치의 재생 탈착에 필요로 하게 되는 증기도 연소 장치로부터의 배열의 이용을 한다.

② 세정식 Scrubber를 이용한 열교환방식

반도체공장에서 공기중의 가스상 오염물(SOx, NOx, 암모니아, 유기물 등)의 영향으로 제품의 수

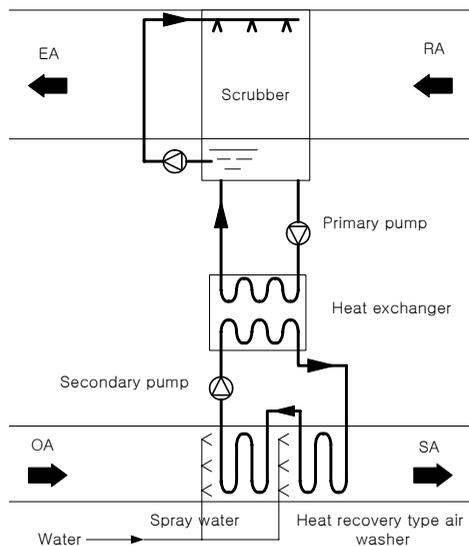


그림 10. 열회수식 에어와샤 시스템

율이 저하되는 것을 방지하기 위해 케미컬 필터와 에어 와샤(Air Washer)를 공조계통에 설치해 운전하고 있다. 이 에어와샤와 세정식스크러버 간의 간접 열교환을 통해 프로세스 배기의 배열을 회수하는 방식이다.

세정식스크러버 측은 배기에 포함된 유해성분을 세정수로 제거하면서 동시에 배기를 물 세정하는 것에 의해 배기열이 세정수 측에 열교환된다. 이 세정수를 외조기에 보내는 것에 의해 배기열 회수가 가능해 진다. 다만 세정수는 산 또는 알칼리계의 용액이기 때문에 배기열 회수에 있어서는 열 매개액체(일반적으로 물을 사용)를 이용해 간접적으로 열교환할 필요가 있다. 열회수 성능의 경우 전 열회수의 효율은 동기에 70%, 하기에 30% 정도로 얻어졌다고 보고되고 있다.

(5) 자연 에너지 이용

① 동계 외기 냉방

겨울에도 냉방 모드로 연간 운전하는 클린룸에서는 동계 외기 이용 냉수 순환으로서 외기 조화기에 코일을 설치해서 그림 11.과 같이 순환 공기 조화기로부터의 리턴수를 외기 조화기에 마련한 열교환기로 통해 외기(냉기)를 통과시켜 리턴수의 온도를 내려 냉수를 제조한다. 이것에 의해 냉동기의 운전을 저감한다. 또, 외기 공기 조화기의 예열 코일이 불필요해져서 증기 사용량의 저감도 도모할 수가 있다. 기상 관측 기온 데이터를 기본으로 외기의 이용 가능 기간을 상정하면 연간으로 절반 정도로 에너지를 이용할 수 있다.

② 프리쿨링(free cooling)

반도체 공장은 연간 냉방이기 때문에, 동기에 냉각탑이나 외조기에 의한 free cooling 시스템을 채용하는 경우가 많다. 외기의 습구 온도 변동이 냉

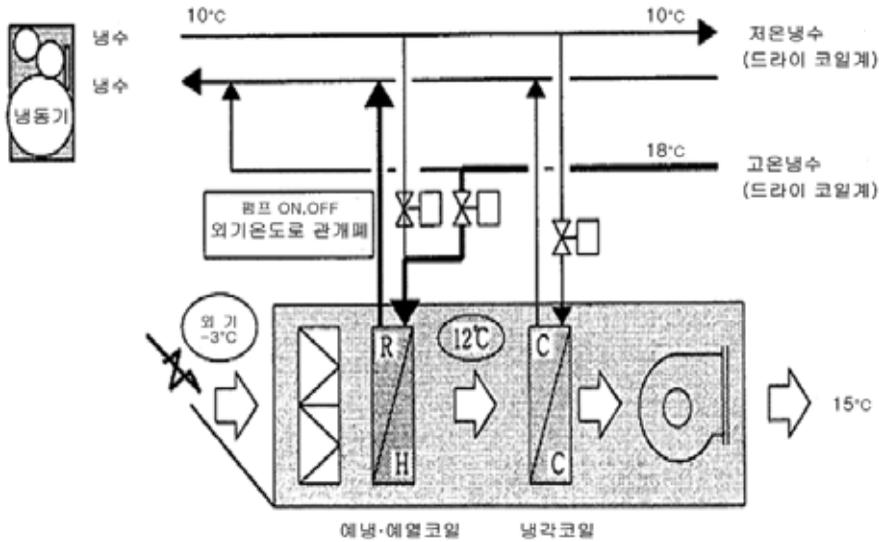


그림 11. 겨울철 외기냉방

각탑의 출구 온도를 변동시키기 때문에 시스템의 변환을 부드럽게 할 수 있는 배려가 필요하다. 자연 에너지 이용 기술로서 넓게 적용되고 있는 시스템이며, 약 30%의 냉동기 부하의 저감이 된다.

(6) 운용 효율 개선

① 조명 전력 절감

공장의 복도나 클린룸(用力실·바닥 하부)은 항상 조명을 점등해 둘 필요는 없고 인감 센서로 인간을 감지해서 필요할 때만 점등시킨다. 또, 클린룸은 최근에 자동화, 완전 자동화에 따라 그만큼의 조도가 요구되지 않게 되어 지고 있다. 따라서 향후는 설계치의 재검토나 점등 패턴을 고려한 시스템이 필요하다.

② 부하 예측 제어 시스템

자원의 낭비를 없애기 위해 그림 12와 같이 에너지 소비량을 예측하고 변동에 맞추어 부대 장치를

운전해서 공급한다. RGV의 에리어에서는 운습도 센서로 감지해서 냉수 유량을 조정하고 냉동기 운전이 피드백한다.

또, 파티클 카운터의 연동에 의해 FFU의 운전을 제어(100~200~300 회/h)해서 인터록에는 사람감지 센서로 설치하고, 클린룸의 풍량을 통상의 저풍량 운전으로부터 고속 운전으로 전환하고 사람이 들어오지 않을 때에는 저풍량으로 한다.

③ 가변식 클린룸

클린룸은약품, 식품, 의약품의 바이오 클린룸으로부터 발전해서 전자 산업의 64 kDRAM→256 M→64 G로 급속히 발전을 이루는 가운데 고도의 처리를 필요로 했다. 클린룸은 청정도를 유지하기 위해 환기 회수를 300회~500회로 상승시키고 운송용 팬을 설정해서 순환시키고 있다. 사람이 클린룸 입실했을 때에 인감 센서로 감지해서 FFU를 정규의 정압으로 되돌려서 청정도를 유지한다. 그

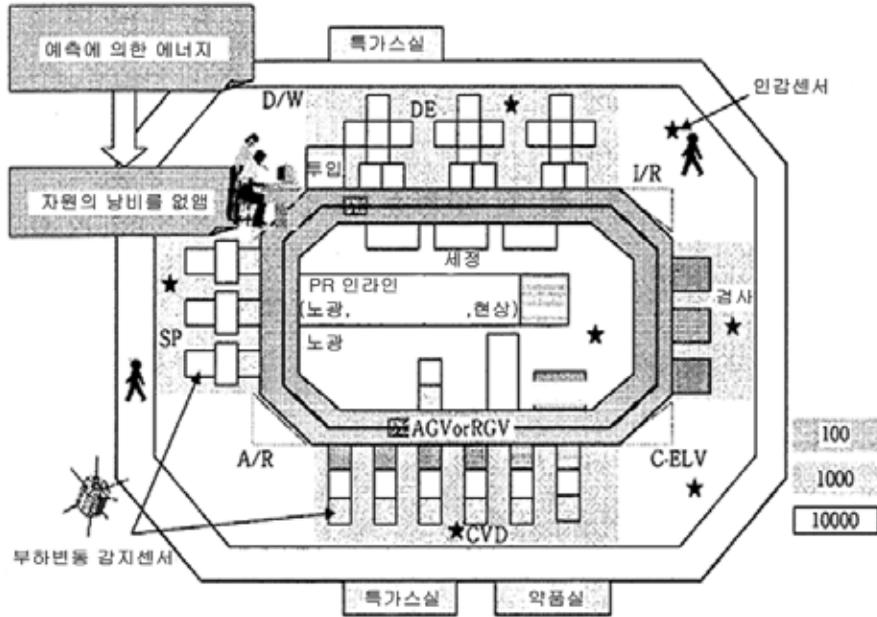


그림 12. 부하예측 시스템

이외에는 저속으로 운전한다. 이것에 의해 약 30%의 운전 에너지의 에너지절약이 실현될 수 있다.

#### ④ 폐수 처리 부하 저감

액정 공장에서는 박리제, BHF, PHC, 현상액 (TMAH), 유기용제 등의 각종 공정 약품을 사용하고 있다. 이것을 처리하기 위해 응집, 고도처리, 분리, 중화 등을 실시하기 위해서 여러 가지 약품을 사용하고 방류하고 있다. 세정에 기능수를 사용하는 것에 의해 프로세스 약품을 절감할 수 있으면, 처리도 단순화되고 환경 부하 저감과 에너지 절약이 도모될 수 있다. 배출된 폐수는 분별 회수해서 처리 후 회수재이용율 90%를 계획하고 공정으로 되돌린다. 회수 곤란한 폐액, 배수는 향후 주목받을 폐수의 완전 처리로서 초임계수 등의 검토도 생각해볼 수 있다.

#### 4. 맺음말

액정 제조 라인의 경우 아직 반도체 공장만큼은 아니지만, 대형 기관화, 고정밀이 진행되는 것에 따라 향후, 더욱 더 클린화가 요구되어 간다고 생각된다. 주지한 바와 같이 클린룸의 관한 연구를 진행시키는 것은 당연한 일로서 에너지 절감 노력은 제조 프로세스, 생산 설비의 개발과 함께 진행되어야 할 것이다. 설비 투자의 삭감을 도모하면서 지금까지 말한 시책을 조합한 시스템으로 진행해 갈 필요가 있다.

LCD 공장의 에너지 절약을 진행시키기 위해서는, 에너지 절약 시스템의 도입은 물론이지만, 운용 관리도 중요해진다. 에너지 절약 시스템이란 보물을 가지고 무용지물이 되지 않도록, 적절한 계측계량 시스템을 도입하고, 공장의 에너지 소비 실

태를 파악하면서 운전 관리할 수 있도록 하는 것은, 적용 시에 에너지 절약 효과를 보다 크게 할 것이라고 생각된다.

- 참고문헌 -

1. 유경훈, 클린룸 설비의 에너지 절약 대책, 空氣清淨技術 2004. 12.
2. 田中 宣雄, “半導體工場における省エネルギー対策”, クリーンテクノロジー(클린테크놀로지), 2002. 9.
3. 木暮 健兒, “LCD工場ライン構築におけるエネルギー有効活用”, クリーンテクノロジー(클린테크놀로지), 2001. 4, pp. 12~21.
4. 藪原 要治, “半導體デバイスメーカーにおける省エネルギー活動の概要”, クリーンテクノロジー(클린테크놀로지), 2002. 9.
5. 유경훈, 에어와셔를 이용한 가스상 오염물 제거 및 열회수 기술, 空氣清淨技術 2002.3.