

디스플레이의 열 신뢰성 확보

김 성 기 - 삼성전자 영상디스플레이사업부, 책임연구원

e-mail : sungki14.kim@samsung.com

최근 디스플레이 핵심부품의 열적 성능이 화질 및 수명보장에 큰 영향을 미치게 되면서 디스플레이 기기에서의 열 신뢰성 확보가 중요한 이슈가 되고 있다. 이 글에서는 대화면 디스플레이의 종류를 소개하고 현재 발생하고 있는 열적 문제와 해결책에 대해 서술하고자 한다.

디스플레이 장치란 여러가지 형식을 통해 텍스트를 포함한 '화상(images)'을 시각적으로 표시하는 기기를 일컫는다. 현재 시장에서 디지털 TV는 화상을 구현하기 위해 사용되는 화상표시 방식에 따라 액정 디스플레이 장치(LCD), 플라즈마 디스플레이 장치(PDP) 및 투사

디스플레이 장치(프로젝션) 등의 세 가지 종류로 나뉜다(그림 1). 디스플레이 기기의 기본 구성은 크게 화상표시장치와 이를 구동시키기 위한 주변회로 등이다. 화상표시장치는 수신된 화상신호를 사람이 볼 수 있는 색과 형상으로 이루어진 영상으로 비추어주는 역할을 하는 장치로서 영상표

시소자 자체발광방식(플라즈마 디스플레이, 유기액정 디스플레이 등)과 백색광을 발생시키는 광원과 영상 표시소자의 조합에 의해 영상이 나타나는 방식(투사 디스플레이, 액정 디스플레이 등)으로 구분된다. 이와 같은 영상표시방법 및 백색광원의 유무에 따라 시스템 내부의 발열체 및 열전달

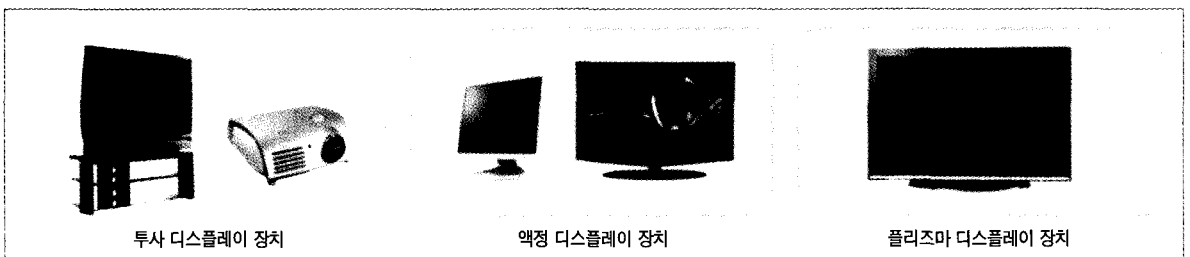


그림 1 현재 상용화된 디스플레이 기기의 종류

특성이 변화하며 그에 따른 열관리 목표와 방법이 달라진다.

디스플레이 기기에서의 열 신뢰성 확보의 기본 목적은 기기 또는 소모부품의 수명을 최대한 확보하고 기기의 화질을 최상으로 유지하도록 하는 데 있다. 따라서 디스플레이 기기에서의 열관리는 화면을 나타내는 화상표시장치와 여러 가지 구동회로 부품에서 발생하는 열을 제거하고 부착된 기구부품의 영향에 의해 변화되는 열전달 특성변화를 고려하여 결정된다. 이 글에서는 제품의 성능 및 품질 확보에 가장 많은 영향을 미치는 화상표시장치의 열적 특성을 소개하고 열신뢰성을 확보하기 위한 방안에 대하여 살펴보고자 한다.

디스플레이 종류에 따른 열적 특성

투사 디스플레이 장치

그림 2에는 투사 디스플레이 장치의 개략도를 나타낸다. 투사 디스플레이 장치란 광원으로부터 발생된 빛을 광학장치를 통해 처

리한 후 화면으로 투사하는 방식으로서 크게 약 100만개 미소거울의 거동으로 화상을 만드는 micro display 방식, 투과 LCD 패널을 이용한 방식 그리고 3색의 CRT를 이용한 방식의 세 가지로 나뉜다. 이 중 micro display 및 LCD 방식의 경우 공통적으로 광원의 빛을 이용하여 화상을 만들게 되므로 화질 및 밝기의 향상을 위하여 사용되는 광원의 밝기 및 광원 특성이 매우 중요하다. 그러나 대화면, 고휘도 조건의 성능 향상을 위하여 필수 불가결하게 광원의 밝기 또한 증가하여야 하며 그에 따라 램프에서 발생하는 열의 양도 증가하게 된다. 따라서 광원의 종류에 따라 열을 관리해야 하는 부분과 온도기준이 다양하여 화질의 최적성능 보장 및 기기의 신뢰성 향상을 위한 광원부분의 열관리 중요성은 매우 높아지고 있다. 하지만 기기의 저소음화 및 소형화 추세에 의하여 효율적인 열관리가 어려워지고 있다.

투사광원 디스플레이 장치의 광원은 초고압 방전램프(ultra-

high-pressure arc lamp)를 사용한 제품이 대부분이었으나 최근 고휘도 LED를 사용한 제품이 출시되었다. 각 시스템에 대한 열신뢰성 확보를 위한 이슈는 다음과 같다.

(1) 초고압 방전램프 광원

초고압 방전램프는 빛을 발생시키는 벌브와 빛의 초점을 맞추기 위한 반사경(reflector) 등으로 구성된다. 보통 가정용 후면 투사 디스플레이 장치에 사용되는 램프는 120~135W급이 사용되며 램프 수명시간을 보장하기 위하여 램프의 열관리는 필수적이다. 그림 3은 초고압 방전램프의 구성을 나타낸 단면도이다. 부여된 전기는 방전으로 인하여 빛을 발생하므로 전극이 위치한 전구에서 가장 많은 열이 발생된다. 발광효율의 극대화 및 수명을 보장하기 위한 램프 전극부, 램프 전면 중단부분(front seal)의 목표온도와 허용 범위가 각각 정해져 있어 열관리를 통해 관리 온도범위 내로 유지되도록 하여야 한다.

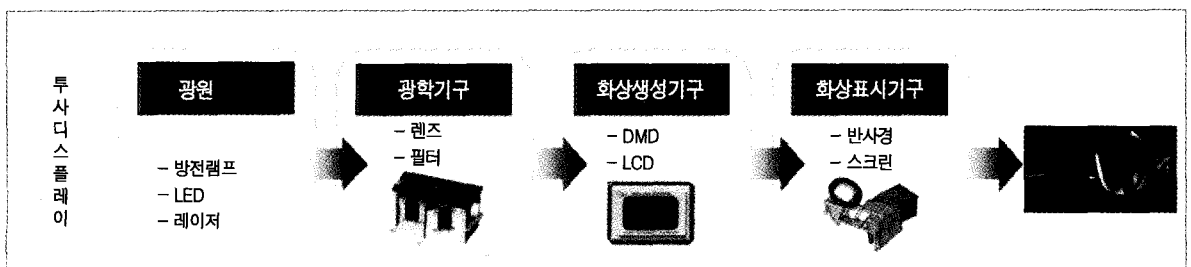


그림 2 투사 디스플레이 장치의 개략도

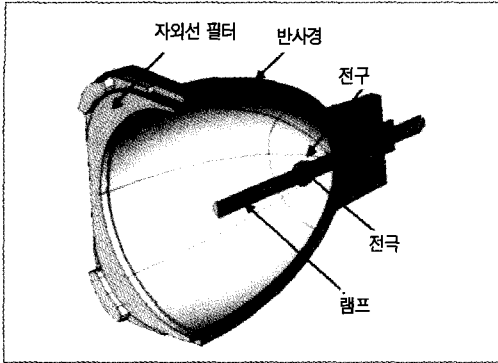


그림 3 투사 디스플레이 시스템에 사용되는 방전램프의 단면도

(2) LED(Light Emitting Diode) 광원

최근 장수명, 색역폭 증가, 환경보호 등을 위하여 LED를 사용한 광원이 개발되었다. 적색, 녹색, 청색의 3원색 LED에서 발생하는 빛을 모아 의도된 색역의 특성을 갖는 백색광이 만들어지는 광학기구를 제외하면 나머지 부분은 램프를 사용한 시스템과 구성이 동일하다. LED 광원의

특성은 소자 온도에 매우 민감하여 온도증가에 따라 발생하는 빛의 밝기와 파장특성이 변화한다는 데 있다. 따라서 최대한의 밝기와 설계 색감의 화질 유지를 위하여 LED 소자에서 발생하는 열

을 효과적으로 관리하여야 한다. LED는 전극의 연결, 취급 및 소자보호 등의 목적으로 패키지(package)화 되어 사용되는데 LED에서 발생한 열이 패키지를 통해 원활히 외부로 전달되도록 재질선정 및 열저항 감소설계가 요구된다. 또한 LED의 동작상태를 확인하고 오동작에 의한 온도상승을 제어하기 위해 온도측정 센서를 사용한 적극적인 열관리

가 필요하다.

평판형 디스플레이

현재 시장에서 주로 판매되고 있는 평판형 디스플레이의 방식은 발광/표시방식에 따라 액정소자와 후광원을 이용한 액정 디스플레이 방식과 화상소자의 플라즈마 방전효과를 이용한 플라즈마 디스플레이 방식으로 나뉜다(그림 4). 최근 평판형 디스플레이는 발열량 증가 및 제품 크기 감소로 인하여 패널 및 주변 회로에 미치는 열적 스트레스가 한계에 이른 상태로서, 부품 효율증대에 의한 발열량 감소, 방열 재료의 적극적인 채용, 전체 시스템의 방열 구조 강화를 통해 열신뢰성을 확보하기 위한 열관리가 적용되고 있다. 이에 대해 각각의 디스플레이 방식에서의 발열특성에 대해 살펴보고자 한다.

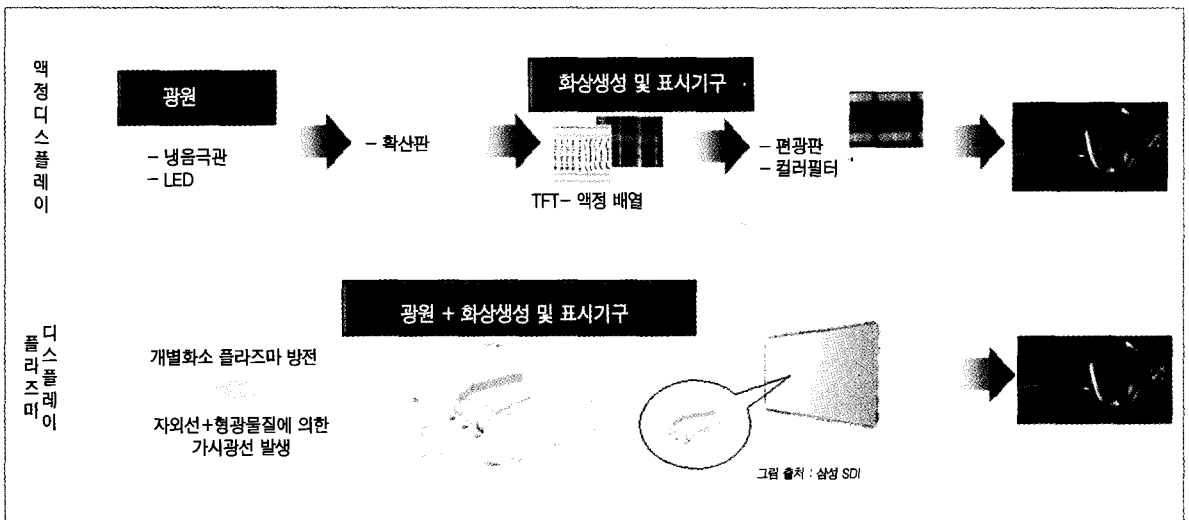


그림 4 평판형 디스플레이 장치의 개략도

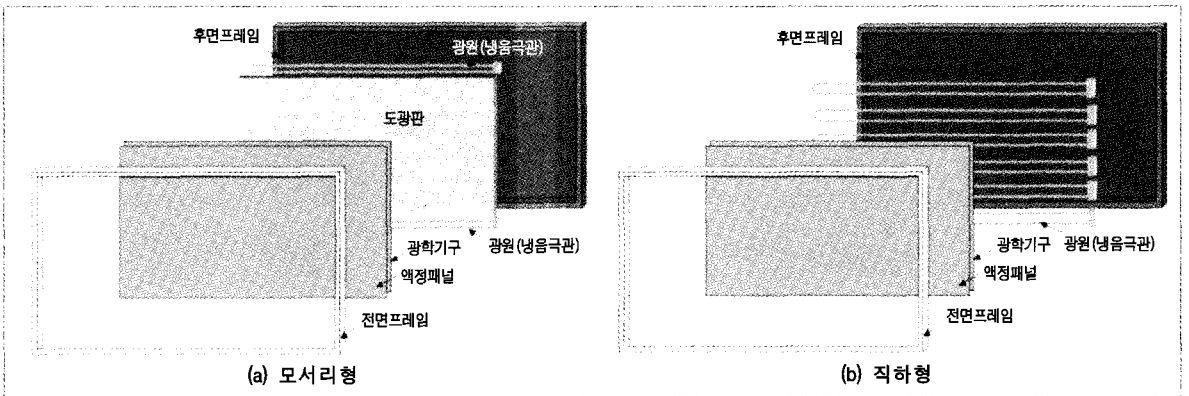


그림 5 후면광 시스템에 따른 액정 디스플레이 시스템의 개략도

(1) 액정 디스플레이 패널

액정 디스플레이 시스템의 경우, 후면광에서 발생된 백색광이 광학기구 및 액정 화상표시면을 통과하여 화상을 표시하게 된다. TV용 액정 디스플레이 시스템의 경우 후면광에서 높은 비율의 전력이 소모되며 화면 밝기의 증가에 따라 발열량도 증가한다. 따라서 백색의 빛을 발생시키는 후면광 시스템에 대한 열관리가 필요하다. 후면광 시스템은 광원의 설치방법에 따라 모서리형과 직하형으로 나뉜다(그림 5). 모서리형의 경우 도광판을 중심으로 양 끝단에 광원이 위치되는 형식으로 사용되는 광원의 수가 적고 두께를 줄일 수 있으며 열원이 집중되어 있는 장점이 있으나 대형화가 어렵고 광원 설치공간 부피당 발열량이 높은 단점이 있다. 반면에 직하형의 경우 도광판이 없이 화면 전체에 광원이 분산되어 있어 대형화에 따른 밝기 증

가가 용이하고 발열체의 확산이 쉬운 장점이 있으나 제품의 두께가 증가하고 열관리의 목표가 되는 발열체의 개수가 증가되는 단점이 있다.

현재 가장 많이 사용되고 있는 광원은 냉음극관(CCFL)으로서 주변온도에 의해 방사효율 및 수명의 영향을 받는다. 방전이라는 특성상 양 끝단 전극부의 온도가 가장 높고 중심부 온도가 낮은 형상을 보이며 중심부 온도가 45℃ 전후에서 가장 높은 효율을 보이므로 방열설계 시 광원의 수명에 대한 고려가 필요하다.

여러가지 장점을 가지고 있는 LED 또한 액정 디스플레이 시스템의 광원으로 널리 채택되고 있다. 소비전력과 그에 따른 발열량이 냉음극관 광원보다 높고 온도에 따라 광학적 성능이 변화하는 특성 때문에 보다 신중한 열관리가 요구된다. 액정 디스플레이의 후면광에 사용되는 LED 광원은

단일 점광원 형태의 투사용 광원과 달리 모서리형의 경우 선의 형태로, 직하형의 경우 면에 점광원 형태로 고루 분포되어 있어 온도편차가 발생할 경우 화질의 비균일성이 발생할 수 있다. 따라서 후면광의 종류 및 제품의 특성을 고려한 LED 소자의 선정과 LED 패키지의 방열기법 등의 소자부품에서부터 후면광 시스템 및 제품 외부로의 배열 시스템까지 매우 적극적인 열관리가 필요하다.

(2) 플라즈마 디스플레이 패널

플라즈마 디스플레이는 화상소자의 자체 방전에 의한 발광으로 화상의 표시가 이루어지므로 후면광과 같은 별도의 광원이 존재하지 않으나 화상소자가 모여있는 패널 전체 면에서 열이 발생한다. 개별 화상소자의 발광에 의해 시야각이 넓고 대화면 구성이 비교적 용이한 장점이 있으나 화상소자가 열적 스트레스를 받는

경우 열화현상에 의해 영구적인 화질 변화가 일어날 수 있다. 따라서 패널면 전체 온도의 상승을 억제하고 화상의 특성에 기인한 국부적인 온도 상승 시 화상소자의 열화현상이 발생하지 않도록 패널면 전체로의 열 확산 증대 및 발생한 열이 원활하게 외부로 배출되어 온도편차를 최소화시키는 열관리가 필요하다.

열 관리 시스템의 적용

열 신뢰성 확보를 위해 기기 내부의 각 회로부품과 패널을 포함한 화상표시 기구로부터 발생된 열을 기기 외부로 원활하게 배출시키기 위한 노력이 필요하다. 배출되는 발열량이 작거나 팬 사용에 따른 소음문제가 고려되어야 하는 경우 자연대류를 통한 냉각 시스템이 적용되고 배출되는 발열량이 크고 각 부품의 온도조절이 필요한 경우, 강제대류에 의한 냉각시스템이 적용된다. 대류열전달에 의해 발생한 냉각 유체는 발열체를 지나 배기구를 통해 배출되는데 각 부품의 효율적인 냉각과 후류에서의 부품은

도 상승을 방지하기 위하여 열유동 현상분석에 따른 유로의 설계가 이루어진다. 또한 냉각 시스템이 원활하게 동작하지 않아 온도의 비정상적인 상승이 이루어지는 경우를 대비하여 화재발생 방지 및 기기 파손을 막기 위한 안전장치의 위치 또한 충분히 고려되어야 한다. 이를 위해 여러 경로를 통하여 전달되는 열 및 대류 열전달의 흐름에 의하여 안전장치의 오동작 및 무동작이 발생하지 않도록 안전장치의 선택 및 위치 선정이 이루어진다.

제품 내부 부품의 온도를 낮추기 위한 냉각뿐만 아니라 냉각을 통해 배출되는 고온의 배기 시스템에 대한 고려도 필요하다. 배기 시스템이 적절하지 못한 경우 고온의 공기가 배출되지 못하고 디스플레이 장치의 내부 온도 상승을 일으켜 장치의 열 신뢰성에 큰 영향을 주게 된다. 또한 배기된 냉각유체 및 온도상승이 발생한 기기 표면과의 직접 접촉에 의해 소비자가 불쾌감을 갖거나 상해를 입지 않도록 배기온도 및 표면온도의 저감이 고려된 열 신뢰성 시스템 설계가 요구된다.

맺음말

최근 기기의 성능 증가 및 제품 부피당 발열량이 급격히 증가하고 핵심부품의 열적 성능이 제품의 화질 및 수명보장에 큰 영향을 미치게 되면서 디스플레이 기기에서의 열신뢰성 확보가 중요한 이슈가 되었다. 기존의 능동적 방열방법이 한계에 도달한 상태에서 열신뢰성을 확보하기 위한 여러가지 열관리 방안으로서 히트 파이프와 방열판을 조합한 강제대류 시스템뿐만 아니라 액체냉각 시스템과 같은 적극적인 방열 방법이 양산제품에 적용되고 있다. 또한 LED, OLED, 면광원과 같은 신광원 및 제품의 품질향상을 위한 신기술의 적용을 위해 보다 획기적인 열관리 방법이 더욱 절실히 요구되고 있다. 이러한 추세에 따라 디스플레이 기기에서의 열신뢰성 확보는 제품의 품질을 보장하는 고전적인 역할에서 벗어나 제품구현을 위한 주요 인자로서 핵심적인 역할을 맡게 되었으며 그 중요성은 더욱 확대될 것으로 전망된다.