

# 마이크로 디스플레이와 열유체공학

김 중 년 · LG전자 디지털디스플레이연구소, 선임연구원    e-mail : jkim94@lge.com

이 글에서는 마이크로 디스플레이의 형태와 방식, 그리고 열유체공학의 적용 사례를 소개하고 마이크로 디스플레이의 개발 동향에 대해 살펴보고자 한다.

**디**스플레이(display)란 전기적으로 처리된 정보를 시각적 정보로 바꾸어주는 장치로서, 개인용 이동통신 장비에서부터 가정용/사무용 전자기기에 이르기까지 폭넓게 적용되는 정보통신기기의 부품을 말한다. 오늘날 정보-지식-지능화 사회의 요구에 따라 그 수요가 폭발적으로 증대되고 있으며, 작동 형태와 방식 또한 다양해지고 있다.

디스플레이의 성능에 있어서는 기존의 CRT(Cathode-Ray Tube)가 이상적인 방식으로 지목되고 있으나, 부피가 크고 무거우며 전력소모가 커서 현대인의 다양한 욕구를 만족시키지 못한

다. 따라서 작고 가벼우며 전력소모가 적은, 대면적의 디스플레이

가 가능한 제품이 요구되고 있다. 이러한 차세대 디스플레이의 개

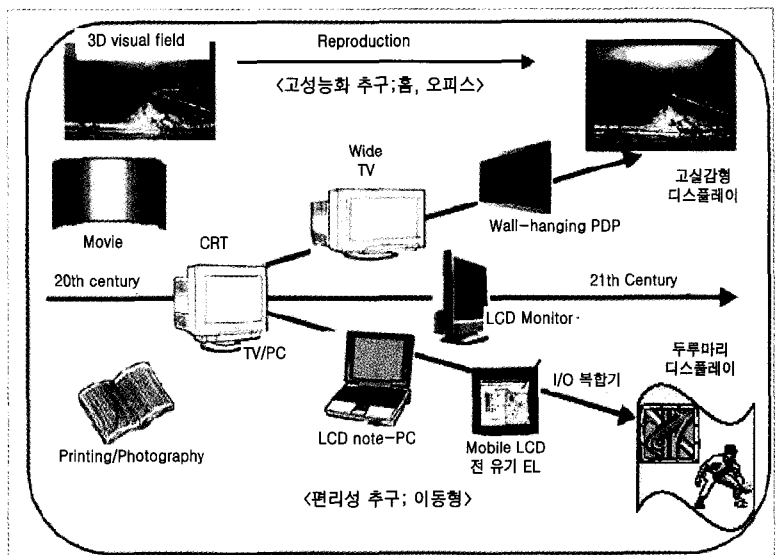


그림 1 디스플레이 발전 방향(국가과학기술지도, 과학기술부)

발은 단말기기의 소형경량화에 따른 소형화 추세와 아울러 가전 기기의 대형화에 따른 대형화 추세가 양극화되어 지속되고 있다.(그림 1)

### 디스플레이의 종류와 마이크로 디스플레이

디스플레이는 그림 2에 나타난 바와 같이 영상표시의 방식에 따라 직시형 디스플레이(direct-view display)와 투사형 디스플레이(projection display)로 나뉜다. 직시형 디스플레이에는 기존의 CRT 방식과 평판 디스플레이인 LCD(Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel) 등의 기술이 이에 속한다. 투사형 디스플레이는 2차원의 화상 정보를 공간상에 배치된 스크린에 투사하는 방식으로 스크린과 광원의 위치에 따라 전면 투사형(front projection)과 후면 투사형(rear projection)으로 나뉜다. 회의나 세미나 등에 많이 사용되는 프로젝터 제품은 전자에 속하고, 프로젝션 TV 제품은 후자에 속한다.

투사형 디스플레이는 보통 1인치 이하의 소형 평판 영상을 40인치 이상으로 확대하는 장치로서 서브 마이크로 단위의 미세한 공정을 이용하는 반도체 기술을 기반으로 하고 있다. 따라서 픽셀의 밀도가 다른 디스플레이보다 최소 5배에서 200배까지 가능하

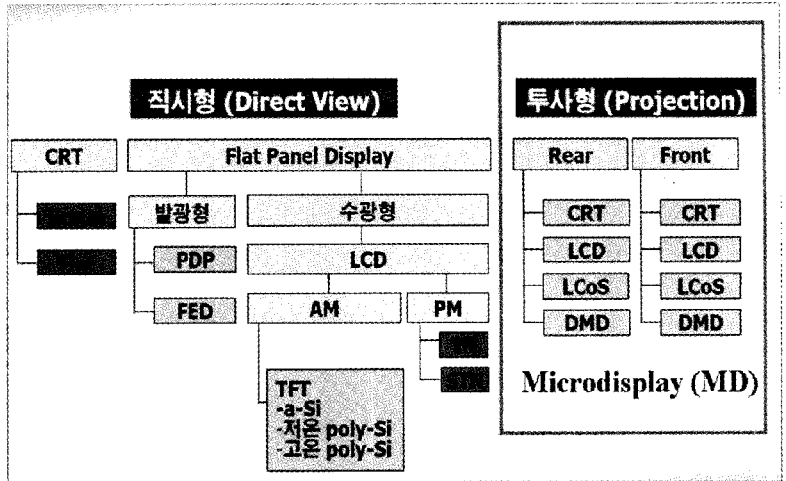


그림 2 디스플레이의 종류 및 마이크로 디스플레이(산업기술동향분석, 한국산업기술평가원)

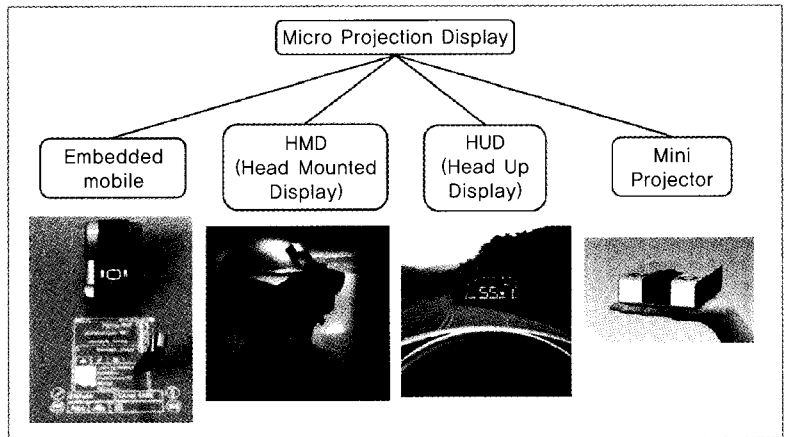


그림 3 마이크로 디스플레이의 용도별 분류(산업기술동향분석, 한국산업기술평가원)

고 많은 양의 정보를 작은 영역에 구현하는 특징이 있으며, 흔히 마이크로 프로젝션 디스플레이(micro projection display) 또는 마이크로 디스플레이(micro display)라고 일컫는다.(그림 3)

마이크로 디스플레이를 구현하는 요소 기술은 크게 광학기술, 회로기술, 그리고 기계기술로 나뉜다. 이 중 기계기술은 다시 정밀한 광기구의 설계 및 제조 기

술, 그리고 발열체의 냉각을 위한 열유체 기술로 나뉜다. 특히 열유체 기술은 상용 마이크로 디스플레이에서 제품의 안정성을 담보하는 기술이며, 나아가 제품의 수명과 성능 등의 상품성을 결정하는 중요한 요소 기술이다. 열원으로부터 시스템의 외부로 열에너지를 효율적으로 분산시키는 열유체 기술의 적용 결과에 따라 제품의 크기를 경박단소화할 수

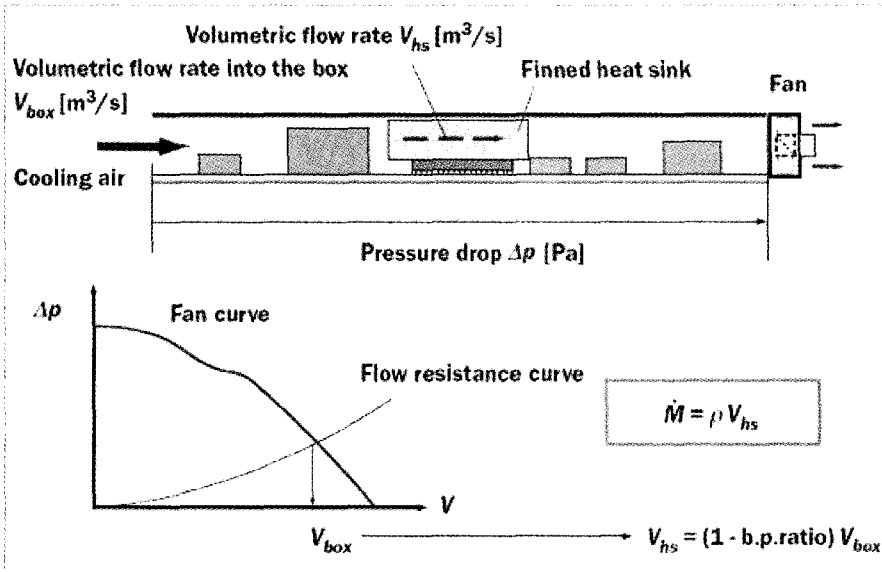


그림 4 송풍기를 이용한 공랭식 방열판(위); 유동 저항을 고려한 유량 산출 곡선(아래) ("Exploring the limits of air cooling", Electronics Cooling, Vol.12, No.3)

부품은 전열관(heat pipe)이며, 노트북을 비롯한 각종 컴퓨터에 장착되어 사용되고 있다. 전열관은 1990년대 초반에 국내에 소개되어 활발한 연구가 진행되었으며 소형 전열관까지 실용화되어 많은 제품에 적용되고 있다.

방열 부품들과 아울러 마이크로 디스플레이의 상품성을 좌우하는 중요한 변수는 바로 유동저항(flow resistance)이다. 이는 송풍기에 의하여 발생하는 유동의 입

있으며 광학적·기계적 성능의 향상을 도모할 수 있다.

## 마이크로 디스플레이에 서의 열유체공학

마이크로 디스플레이에 사용되는 광원은 빛에너지를 발산할 때 열에너지도 함께 발생시킨다. 상용 마이크로 디스플레이 시스템에서 주로 사용되고 있는 광원은 UHP 램프인데, 램프는 기동할 때 몇 십 kV라는 고전압이 공급되고 전구의 온도는 900℃~1,000℃나 된다. 이에 따라 안정기를 통한 전원 구동이 필요하고 복잡한 전원 회로와 방열 대책이 필요하다. 기본적으로는 저전력 설계가 이루어져야 하지만 작은 공간에서 많은 양의 열을 방열하

기 위한 기술이 중요하다. 또 발생한 열을 효과적으로 시스템 밖으로 배출시키기 위한 유동 경로의 최적화가 이루어져야 한다.

일반적으로 정보통신기기 내부 부품의 방열을 위해 많이 사용되고 있는 방열판(heat sink)에 대한 연구는 방열판의 위치와 재료, 레이놀즈 수(Reynolds Number) 등의 효과를 고려한 광범위한 영역에서 진행되어 왔다. 그 결과 일정한 형상의 방열판에 대해서는 레이놀즈 수와 누셀트 수(Nusselt Number)의 관계식을 경험적으로 얻게 되었고, 방열판 내부의 열유동 해석에 따라 열전달 성능의 비교와 변수들의 최적화가 이루어졌다. 최근 전자 제품이 소형화, 고발열화 됨에 따라 냉각장치

의 주요 요소로서 각광받고 있는 출구면 양단간 압력 강하 (pressure drop)의 형태로 송풍기의 작동 유량을 결정한다(그림 4). 마이크로 디스플레이 내부 부품들의 형상에 따른 유동 저항과 이들의 배열에 따른 시스템 단위의 유동 저항을 분석하는 것은 초기 개발 단계에서 중요한 설계 인자이다. 그 결과에 따라 발생한 열을 시스템 외부로 배출시키는 데 드는 전압과 전력을 줄일 수 있으며 이는 제품의 상품성으로 직결된다.

전면 투사형 마이크로 디스플레이인 프로젝터 제품의 경우 일반적으로 지면과 평행한 평면상에 유동 경로가 형성되도록 열유체공학적 설계가 이루어진다. 이렇게 구현된 제품은 가정에서 주로 천장에 부착되어 사용되며 설치에 많은 비용과 노력이 소모된



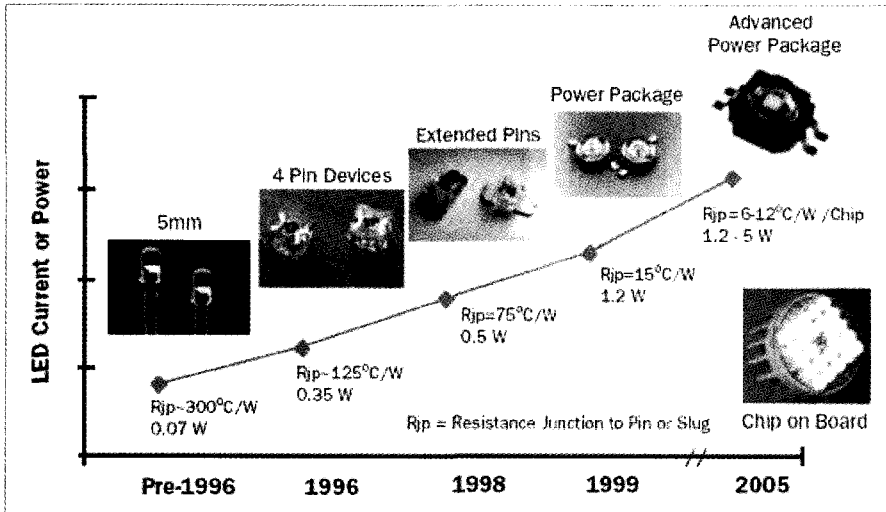


그림 6 마이크로 디스플레이 광원 LED의 발전 동향("Thermal challenge in LED cooling", Electronics Cooling, Vol.12, No.4)

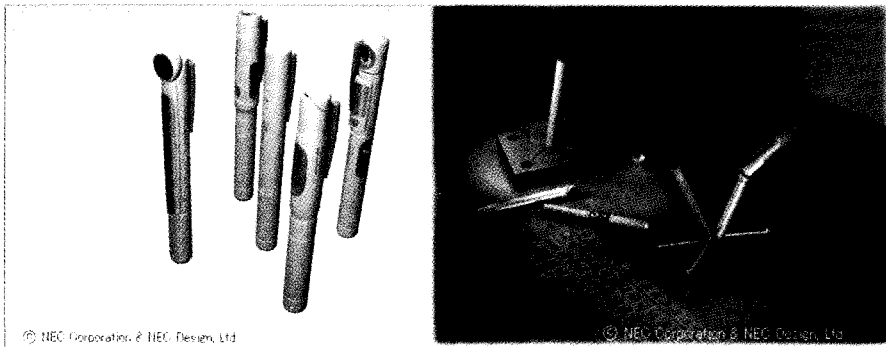


그림 7 초소형 마이크로 디스플레이가 적용된 미래의 Pen-Style PC(NEC Corporation & NEC Design, Ltd.)

등의 업체에서 활발한 연구가 진행 중에 있다. 각 업체의 전망을 살펴보면 휴대폰, PMP, 노트북 컴퓨터 등 기기에 내장되는 형태에 대하여 활발히 연구를 진행하고 있는 것으로 보고되고 있다.

그러나 광원에 대한 급속한 발전에도 불구하고 여전히 낮은 효율로 인하여 소비 전력의 대부분이 열로 발생하는 한계를 극복하지 못하고 있다. 따라서 발생하는 많은 양의 열을 시스템 외부로 배

출시키는 열유체 기술의 중요성은 갈수록 높아지고 있다.

마지막으로 마이크로 디스플레이의 미래 발전상을 보여주는 좋은 예가 있어 소개하고자 한다. 일본의 전자회사인 NEC에서 발표한 차세대 컴퓨터로서 그림 7과 같이 다섯 개의 펜으로 이루어져 있다. 이 중 두 개는 마이크로 디스플레이를 이용하여 하나는 모니터로, 다른 하나는 키보드로 사용하는 방식을 개발하고 있다. 이는 개인용 컴퓨터가 더욱 소형화되어 아주 작은 크기까지 진화했을 때 가능한 사용 환경으로 많은 연구 기관의 공감을 얻고 있다. 비록 상용화 단계에까지 이르는 아직 많은 과제들이 남아 있지만, 지금과 같이 열유체공학이 다방면으로 끊임없이 발전해 나간다면 이런 제품을 우리가 실제 생활에서 만날 날도 그리 멀지는 않을 것이다.