



〈디스플레이 기술 및 시장동향〉 특별연재 • 5_MEMS Display

초소형 Projector의 소개 및 최신기술동향

글 고려대학교 김재훈, 김충, 유지혁, Tranthu Hong
주병권, 이주정, 정진택

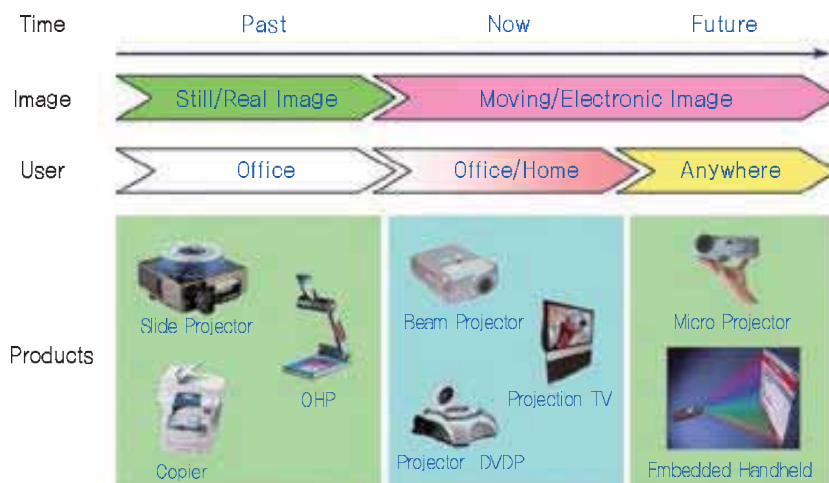
현대 산업사회의 눈부신 발전과 더불어 디스플레이(Display) 산업도 더욱 더 발전하고 있다. 디스플레이 종류도 더욱 다양해지고 그 방식 역시 다양화 되고 있는 추세이다. 또한 많은 전자제품이 소형화, 개인화됨에 따라 프로젝션(Projection)방식의 디스플레이 역시 개인용 전자제품에 맞도록 설계, 개발되고 있는 추세이다.

프로젝션 산업은 이미지의 종류와 사용자에 따라 크게 두 가지 방향에서 진화되고 있다. 프로젝션이 구현하는 이미지는 정지 화상(Still Image)과 실제 화상(Real Image)에서 동영상(Moving Image)과 전자 화상(Electronic Image)의 형태로 발전 중이다. 과거 프로젝션 기술을 사용하는 소비자 및 사용공간의 경우 초창기 사무실을 중심으로 사용되어 왔으나, 점차 가정으로 확산되고 있으며, 향후에는 장소에 구애받지 않고 개인들이 어디에서나 사용할 수 있

는 환경으로 변화할 것으로 전망된다.

프로젝션 기술을 사용하는 제품들은 초창기의 OHP(Over-Head Projector), 슬라이드 프로젝터(Projector), 복사기에서부터 현재 전자영상을 구현하는 빔 프로젝터, 프로젝션 TV, DVD 일체형 프로젝터 등이 출시되어 있는 상황이다. 최근에는 기존 빔 프로젝터의 높은 가격과 사용편의성을 증진시키기 위해, 가격이 싸고 소비전력이 낮은 초소형 마이크로(Micro) 프로젝터에 대한 관심이 증가하고 있다.

최종적으로는 프로젝터가 모바일 기기에 일체화 되는 방식과 같은, 사용공간의 제약을 최소화화 모바일 기기의 디스플레이 크기 한계(기기에 따라 다르나, 일반 휴대폰의 경우 3인치가 한계)를 극복하는 방향으로 시장수요가 늘어날 것으로 전망된다.



자료: Micro Projection Display(2006년 5월 산업기술동향 분석)

〈그림 1〉 프로젝션(Projection) 기기의 변화



자료 : Micro Projection Display(2006년 5월 산업기술동향 분석)

〈그림 2〉 현재 출시된 초소형 마이크로 프로젝터(예)

01

디스플레이의 분류

디스플레이는 영상 표시 방식에 따라서 크게 직시형(Direct view)과 투사형(Projection)으로 나눌 수 있다. 직시형 디스플레이는 기존의 CRT(Cathode Ray Tube) 방식과 대표적인 평판 디스플레이인 LCD, PDP 등의 기술이다. 투사형 디스플레이는 직시형과 구분되며, 주로 대면적의 화상 디스플레이를 구현하기 위해 사용되며, 광원을 2차원의 화상 정보를 이용하여 제어하여 공간상에 배치된 스크린에 투사하거나, 고휘도의 영상이나 데이터 화면을 광학 장치를 이용하여 스크린에 확대 투사함으로써 대화면의 화상을 얻는 디스플레이 장치로 주로 40인치 이상에서 수백인치의 화상을 얻을 수 있다. 이러한 투사형 디스플레이는 스크린(Screen)과 투사광원의 위치에 따라 배면 투사형(Rear Projection)과 전면 투사형(Front Projection)으로 구분된다.

‘마이크로 디스플레이’ 혹은 ‘마이크로 프로젝션 디스플레이’는 기존의 CRT 프로젝션 대신 보통 1인치 이하의 소형 평판 디스플레이 영상을 광학계로 40인치 이상으로 확대하는 투사형 디스플레이 장치를 일컫는다.

따라서 픽셀의 밀도가 일반 디스플레이보다 최소 5배에서 200배까지도 확대 가능하고 많은 정보량을 작은 영역 내에 구현할 수 있다는 특징이 있다. 마이크로 프로젝션 디스플레이 산업은 마이크로 프로젝션 디스플레이 및 이를 구성하는 재료, 소자 및 패널, 광원, 광학계, 구동 회로, 시스템 등의 연관 부품·소재, 장비의 생산에 수

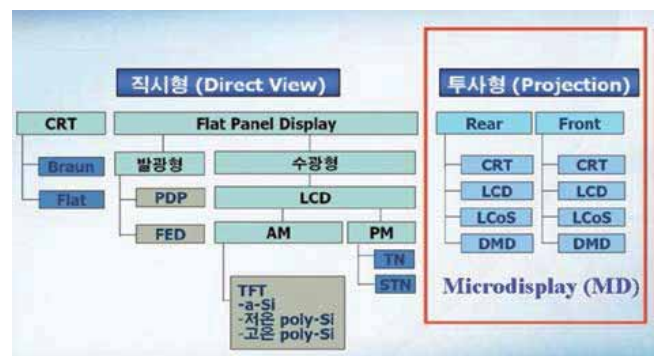
반되는 모든 활동을 포함하는 영역이라 할 수 있다.

마이크로 디스플레이 패널(Micro Display Panel)은 투과형 LCD(Liquid Crystal Display)나 DMD(Digital Micro-mirror Device) 그리고 LCoS(Liquid Crystal on Silicon) Panel이 사용한다. 투과형 LCD Panel 및 DMD는 일본 Sony, Epson이 세계 시장을 점유하고 있으며 국내 몇 개 업체가 개발을 수행하였으나 지금은 개발 활동이 그리 활발하지는 않다.

DMD Panel은 미국 Texas Instruments의 고유 제품으로 MEMS 기술을 바탕으로 한 Image Panel이다. MEMS를 바탕으로 한 Image Panel에 대한 기술은 국내 대기업 및 학교에서 개발이 수행되고 있다. 성능이 우수하며 가격 경쟁력이 있는 아이디어가 발표되고 있다.

그러나 본격적인 양산에 들어가기 위해서는 설비 및 신뢰성에 대한 검증이 수행되어야 하나 국내 수준은 MENS 구조에 대한 설계 및 동작 검증 수준 그리고 일부의 신뢰성 검증 단계에 있다고 판단된다.

특히 프로젝션 디스플레이의 핵심 기술이라 할 수 있는 광원 및 광변조 소자, 마이크로 초 소형 광학계 등의 국내 개발은 아직 미미한 수준이라 할 수 있다. 예를 더 들면, 휴대폰 등의 모바일 기기 장치의 특성상, 소형화 및 저 전력 구동 기술, 광원 효율성 등이 핵심적인 요소 기술이며, 이러한 개별 산업의 요소 기술들의 레벨 향상 및 융합이 필요하다.



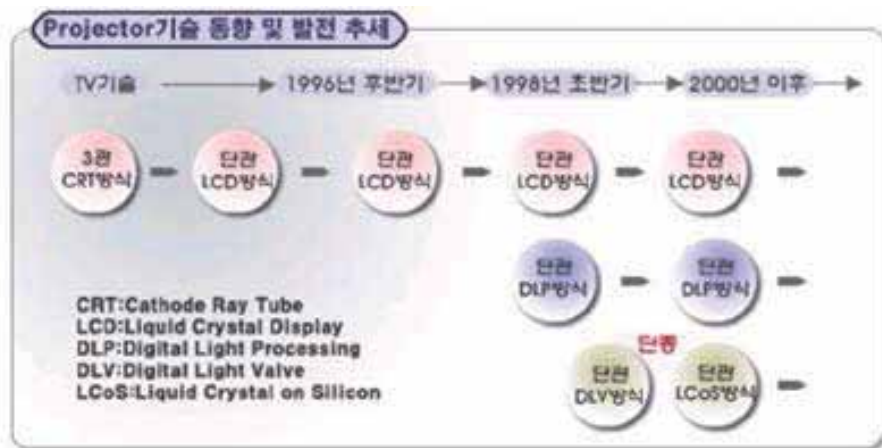
자료 : Micro Projection Display(2006년 5월 산업기술동향 분석)

〈그림 3〉 디스플레이의 종류 및 마이크로 프로젝션 디스플레이

〈표 1〉 LCD, LCOS, DMD, GLV등의 패널 및 소자 기술 비교

Panel	LCD	LCOS	DMD	GLV
Application	Mobile, TV, PJTV, Viewfinder	PJ, PJTV, Viewfinder	PJ, PJTV	HUD, PJTV
Light Modulation Principle	편광을 이용한 투과형 광 밸브	편광을 이용한 반사형 광 밸브	반사형 광 밸브 / MEMS 소자	Diffraction을 이용한 반사형 광 밸브 / MEMS 소자
Light Efficiency / Brightness	Panel 개구율 65%	Panel 개구율 90%	DLP 효율 67%	Linear GLV 효율 70% 가능
Resolution	LTPS : 소형, Pitch 20 μ m a-Si TFT : 중형, 200 dpi HTPS : PJ용 / 1.3", SXGA / 0.7" XGA	D-H A로 QXGA(JVC)	Cinema용 : 2000×2000 HD2 : SXGA	Linear GLV : 100 Hz refresh rate / QXGA 가능
Driving Method / Response Time	Analog 구동 PC용 중간계조 > 30 ms 액정TV < 12 ms / HD급 < 10 ms	Analog 구동 < 0.1 ms(Bright-Dark)	Digital 구동 Bit-time : ~10 μ s	Digital / Analog 가능 < 20 ns
Hot Issue	개구율 향상 위해 마이크로렌즈 채용, 동영상 재현을 위해 가장 빠른 Respose Time을 갖는 것은 CGS TFT	다른 반사형 FLCD(강유전성 액정), Digital 구동, Resolution 확장성이 커서 고해상도에 유리	200 mm Wafer, 0.35 μ m Process 적용하여 Yield 40%로 향상시키고 노력	광원으로 Bar형 direct diode laser가 최적합. Red, Green은 있지만 Blue는 현재 연구 중

자료 : Micro Projection Display(2006년 5월 산업기술동향 분석)



자료 : <http://tong.nate.com/enkiplus/21870455>

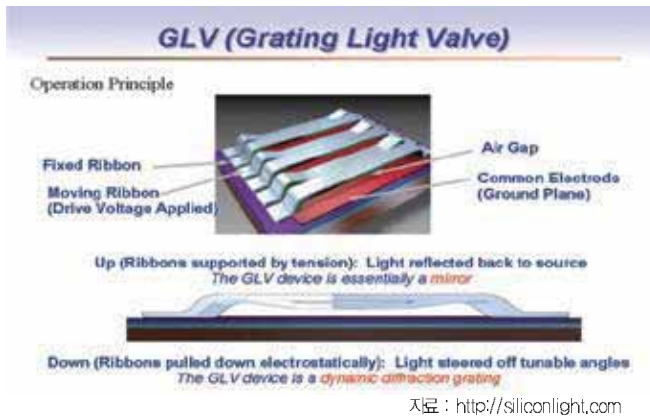
〈그림 4〉 Projector의 기술 동향 및 발전 추세

02 GLV(Grating Light Valve)

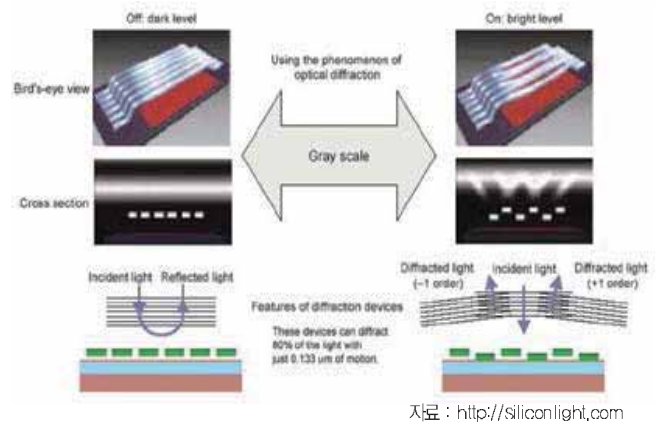
〈그림 5〉는 Line Panel 디스플레이의 대표적 사례라 할 수 있는 일본 SONY 사의 GLV(Grating Light Valve)의 배열(Array)구조이다. GLV 시스템은 1개의 영상픽셀이 통상 3개의 Moving ribbon과 3개의 Stationary ribbon으로 구성되어 Moving ribbon이 상하구동함으로써 Stationary ribbon과의 단차를 발생시키고 이 단차에 의한 회절광량을 아날로그 제어함으로써 영상을 구현한다.

발표된 GLV 프로젝션 디스플레이의 특징은 오른쪽과 같다.

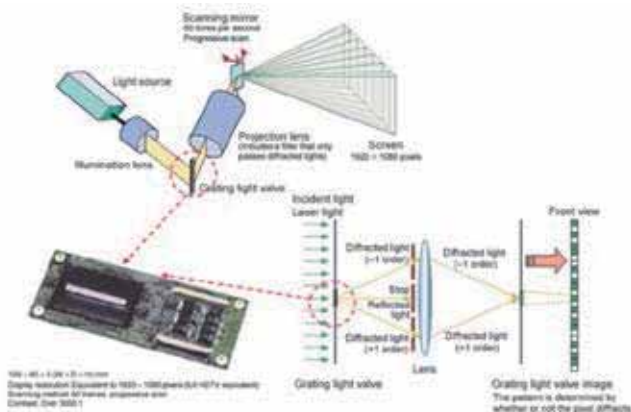
- Efficiency: 70%~85% in standard devices(Oth- or both 1st-order)
- Contrast:
 - > 100 : 1 for 0th-order operation
 - > 500 : 1 for 1st-order operation
- High-speed modulation: 100 kHz ~ 3 MHz
- Accurate gray-scale modulation: 8-10 bits
- Highly reliable, standard CMOS fabrication
- Stable : Non contact operation



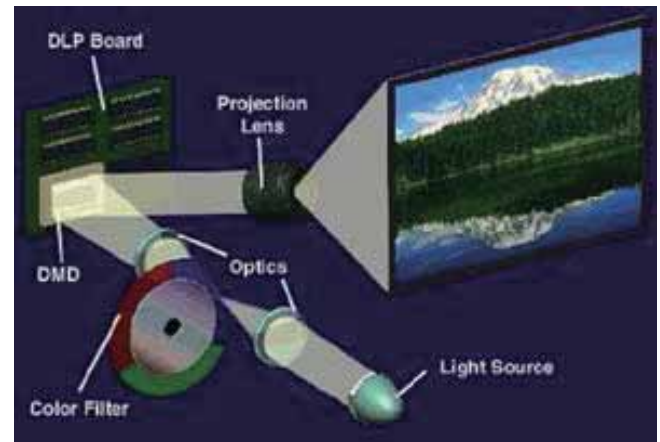
〈그림 5〉 GLV 기술



〈그림 6〉 GLV 영상 생성 원리



〈그림 7〉 GLV 시스템 구성도



〈그림 8〉 단일칩 DLP 프로젝션 시스템

03 DMD(Digital Micromirror Device)

DLP(Digital Lighting Processing)방식의 Projector는 텍사스 인스트루먼트(Texas Instrument)사에서 10년 전부터 개발해 온 것으로, 이미 실용화되었으며 많은 프로젝터들이 이 방식으로 만들어지고 있다. DLP의 핵심장치는 DMD(Digital Micromirror Device)로 이것을 통하여 원하는 디스플레이를 투사할 수 있게 된다. 일반적인 DLP의 특징 및 그 구동원리는 다음과 같다. Light Source에서 나온 광원이 Color Filter를 거쳐서 DMD Chip으로 들어가면 DMD내부의 수만 개에서 수백만 개의 Mirror가 움직여 Image를 만들고 이 이미지가 Lens를 통해 나가게 되는 것이다.

〈그림 9〉에서 볼 수 있는 DLP의 핵심장치인 DMD의 표면에는

수십만 또는 수백만 개의 작은 거울들이 붙어 있다. 각각의 거울 크기는 사람 머리카락 두께의 1/10 정도이다. 이 거울들은 각각의 거울을 기울일 수 있는 미세한 구조물 위에 장착되어 있다. 이 거울들이 들어오는 빛을 반사시키는데 그 굴절률을 조절하여 원하는 빛을 만들어내게 된다. 이 때의 색은 Color Filter를 통하여 만들게 된다.

일반적인 프로젝터의 경우 더 좋은 화질의 Projector를 만들기 위해 3개의 DMD Chip을 사용하기도 하지만 초소형 Projector의 경우에는 그 크기 때문에 하나의 DMD Chip만이 사용 되게 된다.

〈그림 10〉에서 볼 수 있는 것처럼 DMD Chip에 장착되어 있는 Mirror는 Torsion Hinge가 Landing Tip을 움직여 발생한 각도 변화로 움직이게 되고 이 각도 변화가 들어온 빛의 방향과 굴절률을 조절하게 된다. 일반적으로 거울의 움직임 각도는 10도에서 -10도

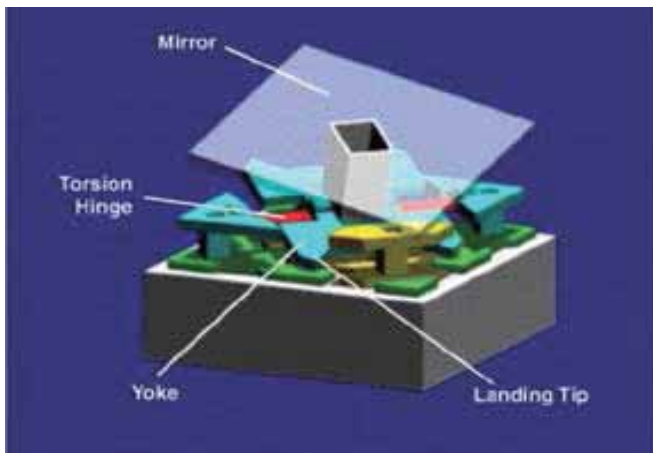


자료 : DLP Discovery Data Sheet 3000

〈그림 9〉 DMD Chip

까지이다. 이 거울들이 Array 구조로 배열되어 DMD Chip에 장착
되게 된다.

이 방식의 장점으로는 각각의 마이크로 미러가 ON/OFF 구동함
으로써 영상을 구성하므로 높은 콘트라스트 비(Contrast Ratio)을
얻을 수 있다는 점과 비교적 높은 균일성(Uniformity)을 얻을 수 있
다는 점을 들 수 있으나, 영상 픽셀 수에 대응하는 마이크로 미러가
형성되어야 한다는 점에서 생산성/가격 측면에 불리한 점이 있고,
Line panel에 비교하여 낮은 구동 속도를 가진으로써 저계도 영상
에서 디지털 노이즈가 크고 고해상도 영상 구동 시 계조도가 떨어지
는 단점도 있다.



자료 : Paper(DLP MEMS display technology)

〈그림 10〉 DMD Pixel(transparent mirror, rotated)

04

HMD(Head Mount Display)

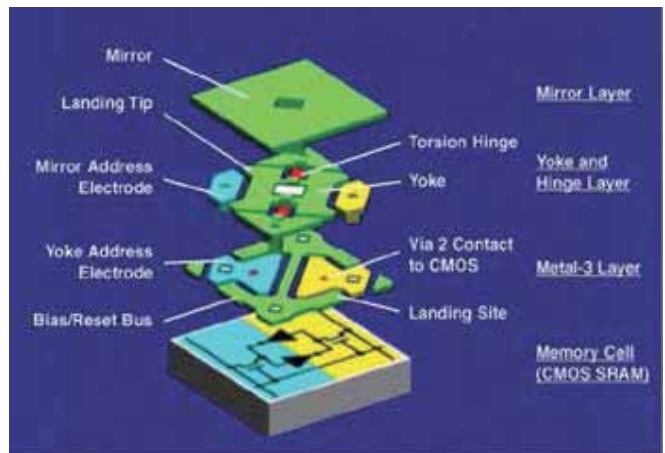
HMD는 당초 군사용 목적으로 가장 먼저 개발되기 시작한 것으
로 보인다. 프로젝터를 이용한 대형 화면으로 실시하는 장치는 앞에
만 스크린이 있고, 아무리 커 봐야 전체 시야를 완전히 커버해 주지
는 못한다. 그렇다고 스크린의 크기를 무한정 늘리거나 360도 감싸
주기도 어렵게 된다. 이러한 단점을 없애기 위한 방편으로 큰 스크
린을 멀리 띄우지 않고 작은 스크린을 눈 가까이 가져올 생각을
한 것이다.

이미 여러 해 전에 게임이나 시뮬레이션용 HMD가 민간용으로도
개발되어 시판되고 있는데 대부분의 경우에는 눈을 완전히 덮어 버
리는 방식이다(그림12)참조). 컴퓨터로 구현된 이미지를 통해 3차
원 게임을 하거나 비행 시뮬레이션을 할 때에는 물론 이렇게 완전히
눈을 덮는 것이 더 현실감을 높여줄 수도 있다. 하지만, 비행기 조종
사의 경우에는 이렇게 눈을 완전히 가려 버리면 계기판을 보거나,
필요시 나안 시력을 활용해야 할 때 매우 불편할 수밖에 없다. 그래
서 투명 스크린에 반사시켜 주는 HMD역시 개발되었다.

05

SOM(Samsung Optical Module)

SOM(Samsung Optical Module)이란 MEMS의 압전효과
(Piezoelectric)을 이용하여 거울의 높낮이를 조절하여 들어오는
R·G·B 컬러의 레이저를 반사시켜 원하는 이미지를 만들어 내는
소자를 말한다. 이 기술역시 최근에 개발되어 투사형 디스플레이



자료 : Paper(DLP MEMS display technology)

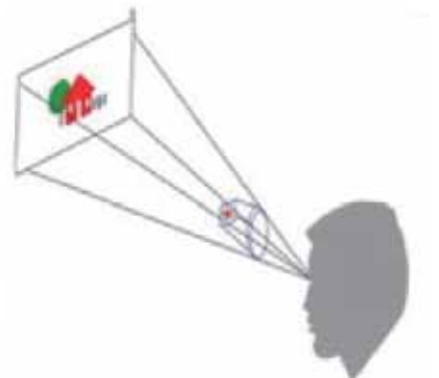
〈그림 11〉 DMD Pixel 구조



(Projection Display)에 적용시키기 위해 많은 연구가 진행 중이다. 구동방식은 다음과 같다. 레이저가 들어오면 거울을 통해 SOM 소자에 들어가고 이 소자에서 수백개의 거울이 높낮이를 바꿔서 원하는 파장대를 만들어 반사시킨다.

이때 변화된 파장대가 원하는 이미지를 만들어 내는데, 이것은 DLP의 DMD 소자 구동 방식과 비슷하다. 차이점은 DMD 소자에서의 거울은 각도변화를 주어 이미지를 만들지만, SOM의 경우 Mirror의 높낮이를 조절한다는 점이다.

SOM에서 나온 이미지는 렌즈를 통하여 하나의 선으로 나타나고 거울의 Linear 구동을 통하여 큰 이미지를 만들어 내게 된다.



자료 : <http://www.monitor4u.co.kr>

〈그림 12〉 DMD Pixel 구조

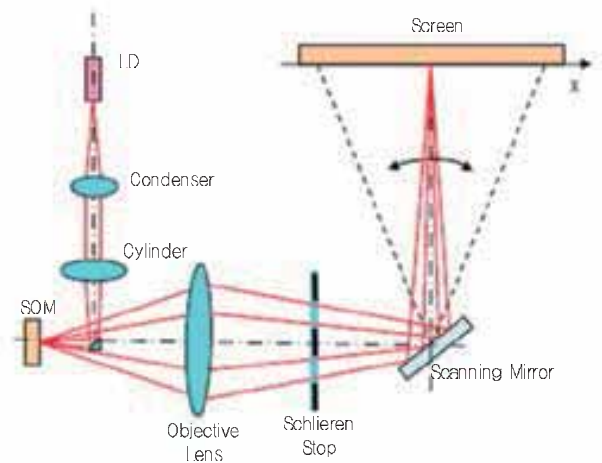
06

LCP(Liquid Crystal Polymer)

프로젝션 기능이 핸드폰과 같은 모바일 기기로 내장되기 위해서는 프로젝션 모듈의 광학계가 초소형이 되어야 하는데 이를 위해서는 반사형보다는 투과형이 유리하며, 여러 장의 패널을 사용하는 시스템보다는 한 장의 패널로 컬러를 구현할 수 있는 시스템이 필수적이다. 지금까지는 투과형의 LCD가 한 장으로서 컬러를 구현하기 위해 컬러필터를 사용하였는데, 그 경우 해상도가 3분의 1로 줄어들고 밝기가 나오지 않고 컬러필터 공장자체에 생산성이 없어 프로젝션 용도로는 적합하지 못하였다.

따라서 한 장의 패널로 컬러를 구현하는 방법이 필요한데, 이는 각각의 R·G·B 3색의 컬러를 시간적으로 분할하여 구동하는 방식이 적합하며, 이렇게 하면 광원이 처음부터 R·G·B로 분리되어 있을 경우 색을 분리하는 과정을 없앨 수 있어 초소형 광학계에 아주 적합한 방식이다. 그러나 기존의 3-LCD 패널 중 하나를 사용하여 시분할 구동은 불가능한데, 그 이유는 액정의 응답속도 및 비디오 데이터를 각 화소에 적는 속도가 시분할 구동을 위한 속도를 따라올 수 없기 때문이다. 일진디스플레이(주)에서 개발한 1-LCD 기술은 이러한 비디오 데이터 인가 속도를 3-LCD의 대비 1000배 빠르게, 액정의 응답속도는 10배정도 빠르게 하여 시분할 컬러구현을 가능할 수 있게 한다.

1-LCD 기술의 장점은 한 장의 투과형패널을 사용하므로 프로젝션 모듈의 초소형/경량화가 가능하며, 액정의 아날로그 성격상 DLP 대비 충격에 강하고 Gray표현이 부드럽다는 것이다. 1-LCD



자료 : IMID/IDMC'06

〈그림 13〉 DMD Pixel 구조

패널을 적용하면, 패널 Cost가 줄고 광학계가 단순화 및 소형화 되어 전체적인 시스템 원가가 줄어들어 초저가 보급형 프로젝터, LED를 적용한 포켓프로젝터나, 초소형이 요구되는 핸드폰 내/외장형 프로젝션 모듈 등과 같은 응용제품이 가능하게 된다.

07

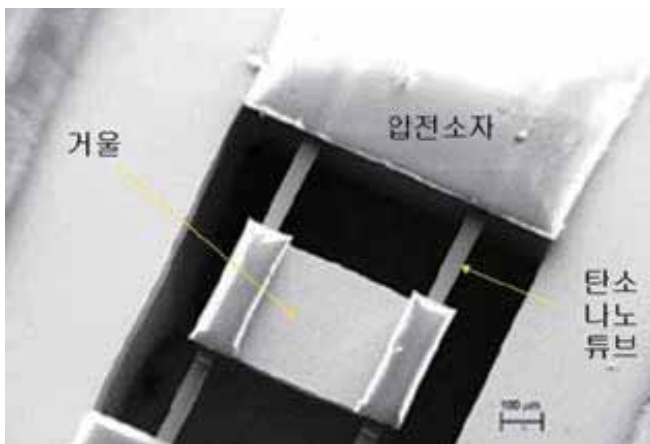
탄소섬유를 이용한 Projector

이 기술은 코넬대학의 Thompson 교수팀이 만든 것으로 탄소나노튜브와 압전소자를 이용한다. 구조는 〈그림 15〉에서처럼 가로 0.5 mm 정도에 불과한 거울로, 탄소섬유에 부착된다. 압전소자

(Piezo device)가 신호를 받아들여 진동하면 탄소섬유는 진동을 증폭시켜 거울을 움직인다. <그림 16>에서처럼 거울에 레이저 빔을 쏘면 거울의 움직임에 따라 여러 각도로 빛을 보낼 수 있다. 현재까지는 한 방향으로 거울을 움직이는 데 성공한 상태지만 연구진은 앞으로 거울이 상하좌우로 자유롭게 움직이며 영상을 만들어 낼 것으로 기대하고 있다. R·G·B 3색의 레이저를 사용해 컬러 영상을 만들어 내는 데도 기술적인 문제가 없다.

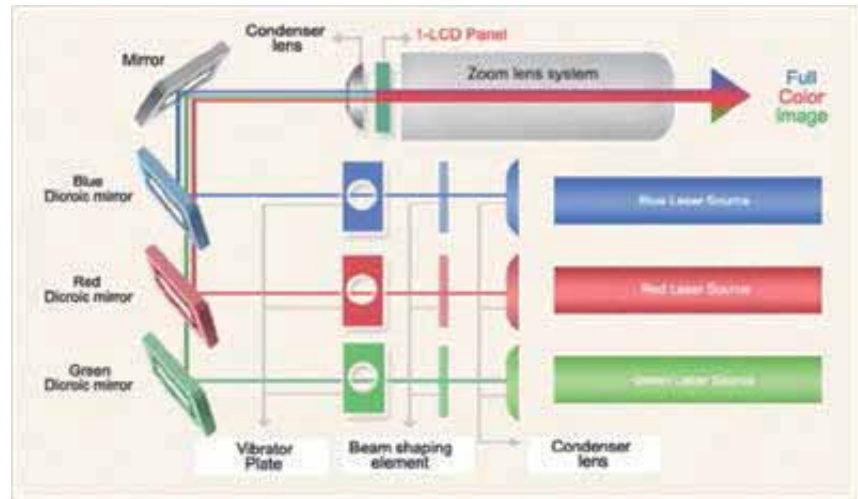
거울의 빠른 진동이 가능하며 가까운 거리에서 넓은 각도로 투사할 수 있다는 점 때문이다. 빠른 고주파 진동이 가능하다는 점도 HD 영상을 만들어 내는 데 필수적인 이점이다. 탄소섬유에 부착된 거울은 1초에 3만5000번까지 진동하며, 이는 1280×768 픽셀의 HD 화면을 1초에 60번이나 바꿀 수 있다.

HD 영상에 필요한 요건으로 거울의 진동 외에 크기도 중요하다. 과거에는 HD 영상을 만들 수 있을 정도의 큰 거울을 이용할 경우 거울이 빨리 진동할 수 없다. 하지만 Thompson 교수의 기술을 이용하면 탄소섬유에 HD 영상을 만들기에 충분한 0.5 mm 크기의 거울을 부착할 수 있으며 앞으로는 더 큰 거울도 부착할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 생산 단가를 낮추는 일이 필수적이다. 최근까지도 연구자들이 값싼 실리콘 소재를 사용한 거울 진동식 투사장



자료 : www.technologyreview.com

<그림 15> 탄소섬유 프로젝터 구조



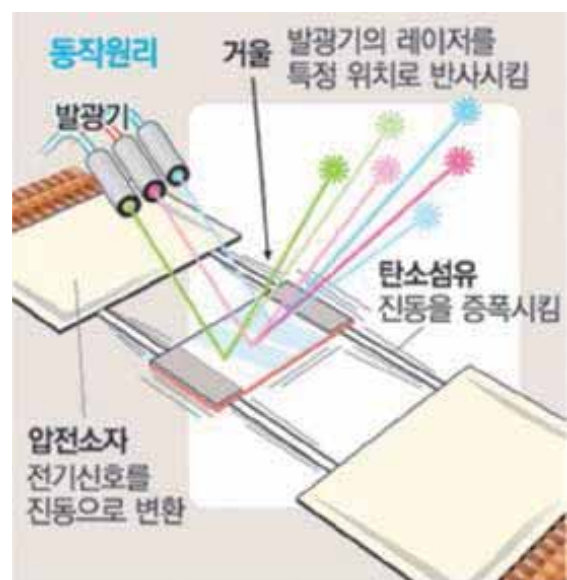
자료 : 일진디스플레이

<그림 14> LCP 방식의 Projector 구동방식

치 개발에 집착했던 것도 바로 짠 가격 때문이다. Thompson 교수팀은 연구진이 1년 안에 시험판 프로젝터를 완성할 수 있을 것으로 예상되고, 상용화까지는 앞으로 3~5년이 걸릴 것으로 판단된다.

08

Micro Projection Display 산업의 현황



자료 : 동아일보

<그림 16> 탄소섬유 프로젝터



〈표 2〉 모바일용 LPD 시장규모 전망

(단위: 백만불)

구분	2006	2008	2010
세계	0	500	2,000

자료: 휴대폰 시장의 10%를 모바일 초소형 LPD 시장으로 추정
IT839 성장동력별 시스템-부품 체계화(기획 자료집)

〈표 4〉 국내 모바일용 LPD 시장규모 전망

(단위: 백만불)

구분	2006	2008	2010
국내	0	100	400

근거: 휴대폰 시장의 10%를 모바일 초소형 LPD 시장으로 추정
IT839 성장동력별 시스템-부품 체계화(기획 자료집)

〈표 3〉 시장 성숙도 및 선도 기업

구분	시장 성숙도				선도기업
	R&D	형성	성장	성숙	
모바일 초소형 LPD	2004년	2008년	2010년	2012년	미국 Symbol 사

자료: IT839 성장동력별 시스템-부품 체계화(기획 자료집)

1. 선진국의 산업현황

모바일 초소형 LPD는 2008년 경 초기시장이 형성될 것으로 예측되며, 휴대폰 내장 DMB TV 등에 활용되기 시작하여 휴대 및 착용형 컴퓨터 등 모바일 기기의 프로젝션 모니터 용도로 발전될 것이며, 2010년 20억불 수준의 세계 시장 규모가 예측된다.

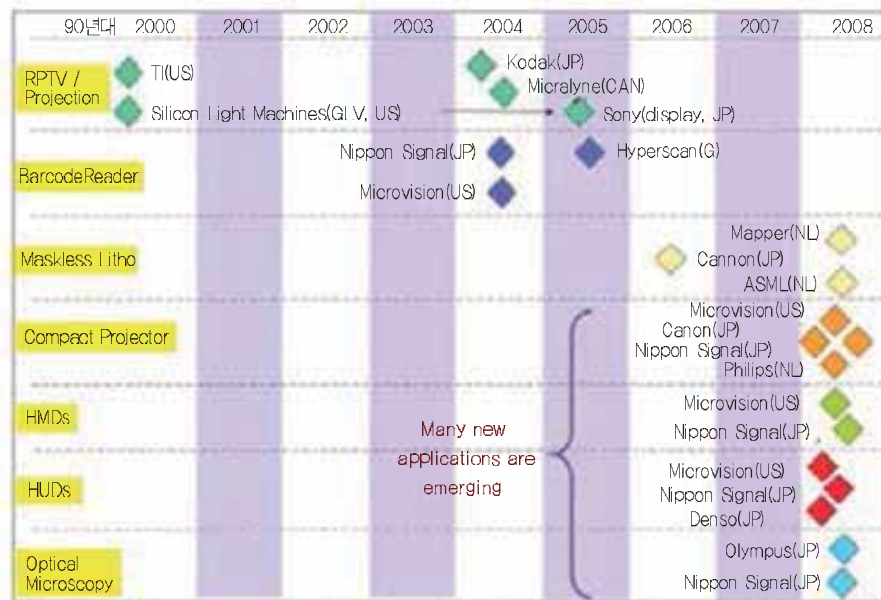
모바일 LPD는 초소형/저전력 3색(R·G·B) 레이저를 이용하여 컬러 디스플레이를 구현하는 기술로, 현재 초소형 LPD의 선도 기업인 미국의 Symbol사에서 적색광원 기반 초소형 모듈의 구현에 이어, 컬러 LPD를 개발 중이다.

2. 국내의 산업현황

국내에서는 아직까지 모바일 초소형 LPD에 대한 개발이 이루어지지 않고 있으나, 최근 DMB서비스 개시 및 휴대/착용형 PC의 중요성이 인식됨에 따라, 모바일 초소형 LPD 기술에 대한 기대가 급격히 높아지고 있는 상황이다. 국내의 경우 2010년 4억불 수준의 시장 규모가 예측된다.

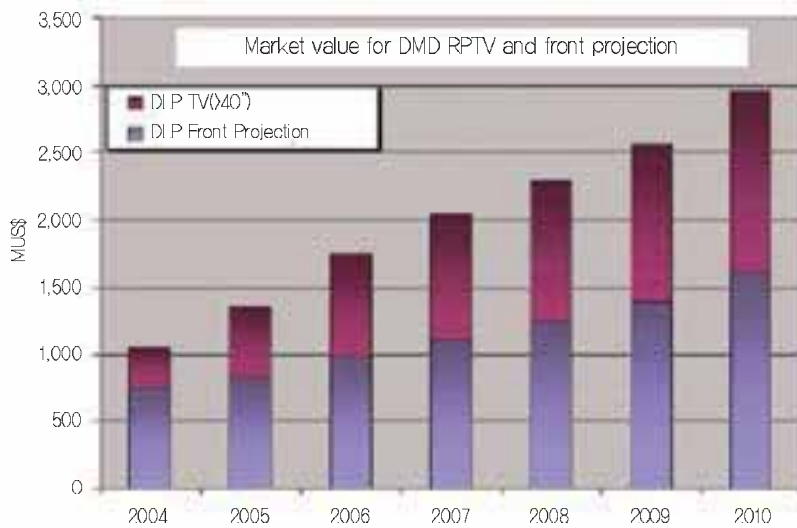
3. 시장동향

기존의 마이크로 소자를 이용한 프로젝션 디스플레이로 DLP(Digital Light Processing), GEMS(Grating Electro Mechanical System), GLV(Graing Light Valve) 등 나노 구동 광변조(Spatial Light Modulator) 응용 디스플레이 장치는 프로젝터, TV 등 관련 산업시장이 형성되어 있으나, 광학계 크기 문제, 광원 효율 문제, 소비 전력상의 문제 등으로 인해 Mobile Embedded 프로젝션 디스플레이



자료: Micronews 2006.02 - The Yole Development magazine

〈그림 17〉 MEMS 관련 마이크로 프로젝션 디스플레이 시장 동향



자료 : Micronews 2006.02 - The Yole Development magazine

〈그림 18〉 DMD 및 DLP 시장 동향

레이 시장에 적용된 개발 제품은 아직 없는 상황이다.

마이크로 프로젝터(Micro Projector)의 시장 예측은 현재는 프로젝터 시장을 비추어 예측할 수밖에 없다. 프로젝터 시장은 꾸준히 성장하여 매년 약 20%의 성장률이 예상된다.

그리고 마이크로 프로젝터가 하나의 상품으로 성장하면 전체 프로젝터시장(Projector Market)의 약 10%를 초기년도 예상 수량으로 추측할 수 있다고 판단한다. 그럴 경우 2007년의 경우 Mini Projector의 예상 대수는 60만대 규모이며 2010년에는 약 400만대까지 시장 성장을 예측할 수 있다.

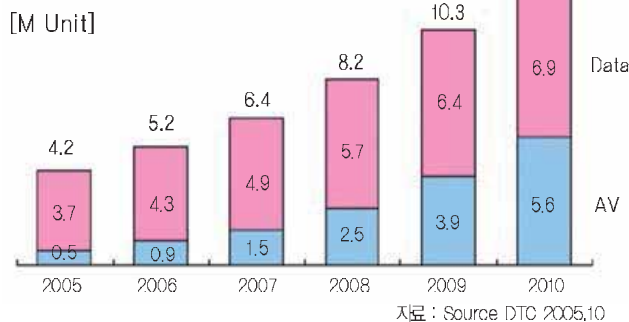
09 맺음말

앞에서 마이크로 프로젝터에 대한 기술동향과 그 종류에 대해 살펴봤었다. 이를 통하여 종류에 따른 원리파악과 적용단계 정도를 파악해 보았으며 앞으로의 적용 또한 예상해 볼 수 있었다. 아직 개발 정도가 완료되지 못하였고 시장에 나오지 않았지만 그 파급효과와 적용을 예측해 보았을 때 마이크로 프로젝터개발의 필요성을 알 수 있다. 따라서 우리나라에서도 기술개발에 좀 더 노력을 가하여 마이크로 프로젝터 시장의 선진 주자가 될 수 있도록 하여야겠다. ●

〈참고 자료〉

- 1) Micro Projection Display(2006년 5월 산업기술동향 분석)
- 2) <http://tong.nate.com/enkiplus/21870455>
- 3) <http://siliconlight.com>
- 4) DLP Discovery Data Set 3000
- 5) Paper(DLP MEMS display technology)
- 6) <http://www.monitor4u.co.kr>
- 7) IMID/IDMC'06
- 9) 일진디스플레이
- 10) <http://www.technologyreview.com>
- 11) 동아일보
- 12) IT839 성장동력별 시스템-부품 체계화(기획 자료집)
- 13) Micronews 2006.02 - The Yole Development magazine
- 14) Source DTC 2005.10

※9월호에는 〈디스플레이 기술 및 시장동향〉 특별연재 • 6_Flexible Display편이 이어집니다.



자료 : Source DTC 2005.10

〈그림 19〉 마이크로 프로젝터의 시장 예측