

# 프로젝션 디스플레이 (PROJECTION DISPLAY)

LCD와 PDP의 독주로 인해 TV 시장에서 경쟁력을 상실할 것으로 예상되었던 프로젝션 TV가 고속 성장하고 있다. MD 기술을 채택한 프로젝션 TV는 성능과 가격 경쟁력을 갖추면서 점차 시장을 넓혀가고 있다. 또한 디지털 방송이 본격화 되면서 MD형 고급 HD 프로젝션 TV의 소비자 수요가 증가할 것으로 보인다. 현재 TV 시장에서 가장 관심을 끄는 것은 DLP형 프로젝션 TV이다. DLP형은 뛰어난 화질과 작은 사이즈, FPD TV에 비해 상대적으로 저렴한 가격으로 인해 향후 꾸준한 성장이 예상된다.

글 : 조지만, 손희주 학생/ 김수원, 주병권 교수 / 고려대학교 전기전자전파공학부  
www.korea.ac.kr

## 이론

프로젝션 TV는 대형화와 고화질에 기술적 한계를 드러낸 기존의 CRT 방식과는 다른 LCD(Liquid Crystal Display), DLP(Digital Lighting Processing), LCoS(Liquid Crystal on Silicon) 등의 MD(Micro Display) 방식으로 교체되면서 성능과 가격 등의 경쟁력이 향상되고 있다. 이들 MD 기술은 모두 서브 마이크론 단위의 미세공정을 이용하는 반도체 기술 기반의 초소형 디스플레이를 일컫는다.

마이크로 디스플레이는 크게 투과형, 반사형 그리고 발광형으로 구분할 수 있다.

투과형은 고온 폴리 실리콘을 이용한 TFT-LCD와 실리콘 웨이퍼를 기판으로 사용하고, LCoS는 반사율이 좋은 금속을 화소 전극으로 이용하여 액정을 반사모드로 사용하며, DLP는 기판상에 제작된 미소 전극들을 움직여 반사 각도를 조절하는 원리를 이용한다. 그리고 GLV(Grating Light Valve)는 화소 단위의 전기적 조정이 가능한 반사형 회절격자를 이용한 다. 이러한 여러 종류의 마이크로 디스플레이는 백플레인 광 모듈레이션(Backplane Light Modulation) 기술의 적용방식에 따라 표 1 과 같이 분류된다.

## 분류 및 원리

LCD 방식의 프로젝션은 투과형을 기본으로 액정의 편광 현상을 이용해 영상을 조절하는 방식이며, CRT 이후 현재까지 가

장 많이 사용되고 있는 프로젝션 TV이다. 이 방식은 액정 패널의 수에 따라 저가형의 단판식과 고가형의 3판식으로 분류된다. 디자인이 단순한 단판식과는 달리 3판식은 램프로부터 발광된 백색광의 일부는 빛의 파장을 통과 시키고 나머지는 반사시키는 다이크로닉 미러를 통해 구현하는 기술이다. 다이크로닉 미러의 역할은 빛을 R, G, B 세 가지 기본색으로 분할하고 각 광로에 배치되어 있는 LCD 패널을 통과하여 다시 재합성하고, 렌즈를 통한 빛이 스크린에 확대 투사할 수 있게 하는 것이다(그림 1).

DLP(Digital Lighting Processing) 방식은 투과형인 LCD 방식과 달리 반사형 방식으로 수백만 개의 DMD(Digital Micro-mirror Device)로 구성돼 있다. 램프에서 발산된 빛을 회전하

표 1. Light Modulation 기술의 적용방식에 따른 분류

분류	적용방식	회사
투과형	고온 폴리 실리콘 TFT-LCD	일진, 소니, 엡슨
	SOI(Silicon On Insulator)	Kopin
반사형	LCoS(Liquid Crystal On silicon)	III-V, JVC
	DLP(Digital Lighting Processing)	TI
	GLV(Grating Light Valve)	소니

표 2. LCD 방식의 프로젝션 분류

	단판식	3판식
장점	디자인이 단순하다. 가격이 저렴하다.	빛의 손실이 거의 없다. 해상도가 높다.
단점	컬러필터에서 빛의 손실이 많다. 휘도가 높은 제품을 생산하기 어렵다.	제조비용이 많이 든다. 가격이 높다.

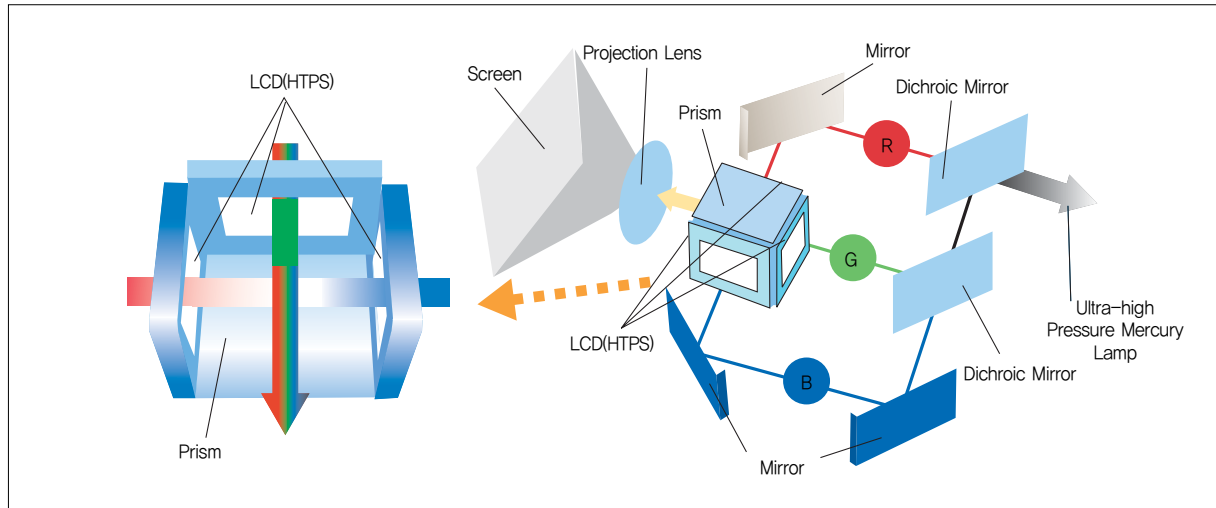


그림 1. 3판식 LCD 프로젝션 디스플레이의 구동원리

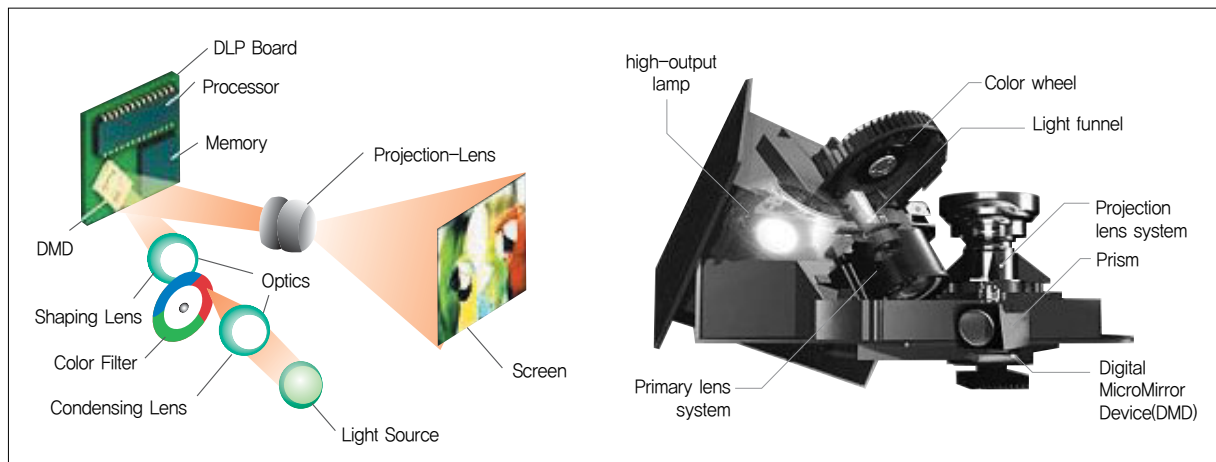


그림 2. DLP 프로젝션 디스플레이의 구동원리(좌) 및 내부구성(우)

는 컬러 휠(Color Wheel)을 이용해 RGB 광원으로 만들고 이를 한 개의 DMD가 렌즈에 반사 시켜 영상을 구현한다. 따라서 순간적으로 형성된 이미지의 색은 하나 뿐이지만 눈의 응답속도가 느리기 때문에 세 가지 이미지가 혼합돼 하나의 풀 컬러 이미지로 표시되는 것처럼 보이게 된다(그림 2). DLP는 픽셀의 크기가 상대적으로 크다는 이유로 고해상도 구현에 한계가 있는 단점이 있다.

LCoS(Liquid Crystal on Silicon)는 액정의 편광 현상을 이용하여 디바이스 내의 미러가 빛을 반사 시켜 영상을 구현하는 구조이다. 1990년대 말부터 주목 받아 온 LCoS 방식은 실리콘

기반의 마이크로 칩에 액정을 결합한 기술로 LCD나 DLP에 비해 빛을 반사하는 성능이 뛰어나 화질이 밝고 풍부하며, 얇고 큰 화면의 TV를 저렴하게 제조하기 쉬워 DLP 프로젝션 TV의 뒤를 이을 대체 기술로 꼽히고 있다.

현재 기존의 프로젝터 등에 광범위하게 사용되고 있는 투과형 액정 패널의 경우 구동 회로가 화소와 화소 사이에 배선되므로 개구율(빛이 투과하는 비율)이 낮은 문제점이 있으나 LCoS 패널에서는 구동회로를 반사막 뒤에 설계하므로 개구율이 높아 부드러운 화상투사와 고휘도를 동시에 실현하고 있다. LCoS는 기존 반도체 공정에 액정부를 올리는 과정을 거쳐 생산된다. 이

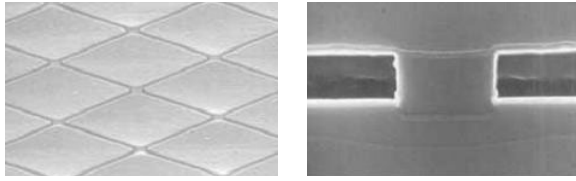


그림 3. 반도체 실리콘 공정을 사용하여 제작된 LCoS 전면(좌), 단면(우) SEM 사진

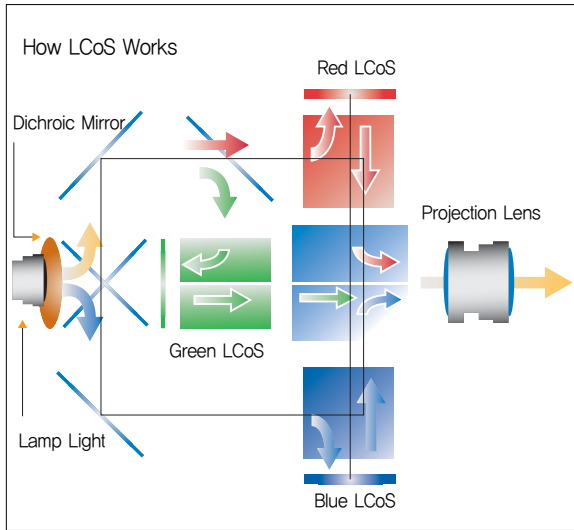


그림 4. LCoS 프로젝션 디스플레이의 구동원리

러한 과정에서 실리콘 구동 기판과 유리 기판 사이에 있는 액정 부의 두께를 최대한 줄여야 하는 과제를 안고 있으며, 이 과정이 기술적으로 매우 까다롭기 때문에 현재까지 모듈의 수율이 만족할 만한 수준에 이르지 못하고 있는 문제점이 있다.

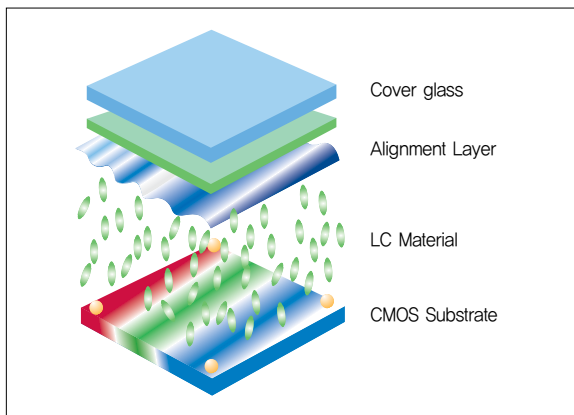


그림5. LCoS 디스플레이의 외관

LCoS의 핵심 기술은 디스플레이가 세 가지 기본색을 최대한 빠르게 투과 시켜 이들이 서로 겹쳐 보이도록 응답속도를 줄이는 것이다. 여기서 응답 속도란 개별 픽셀이 빛 경로를 바꾸는 속도를 말하며, 응답속도에 따라 단일 MD 디바이스를 사용하는지, 또는 색마다 하나씩 사용하는지에 대한 여부가 결정된다.

캐논과 Kopin의 transmissive LCoS 방법을 제외하고, LCoS 마이크로 디스플레이는 Reflective 방법을 사용한다. 이 방법 역시 회로를 제작하기 위해 실리콘 웨이퍼를 기반으로 사용하며 액정막(Liquid Crystal Layer)의 가장 윗부분은 유리(glass) 기판으로 덮여있는 구조를 가지고 있다. 가장 큰 장점은 단결정(Single Crystal) 실리콘을 기판으로 사용해 고온 폴리실리콘(HTPS) 방식의 디스플레이 보다 높은 운동성의 전자를 가지는 것이다. 이로 인해 on/off-Screen 양쪽 모두 좋은 품질을 갖는 회로를 제작할 수 있게 된다. LCoS 디스플레이의 기본적인 구조는 아래의 그림과 같다(그림 5, 그림 6).

실리콘 다이(Die)는 기본적인 픽셀 트랜지스터와 Row & Column 구동 전자를 포함하고 있다. 스페이서는 Glass Cover와 실리콘 다이를 분리하는 역할을 한다. 이 부분에 액정(Liquid Crystal)의 원료가 위치하고 있으며, 막(Layer)의 두께는 셀의 차이로 인해  $1\mu\text{m}$ 에서  $6\mu\text{m}$ 까지 변화한다. 투명한 전극(Indium Tin Oxide, ITO)은 유리 기판 아래에 위치하고, 실리콘 다이 위의 Reflective Pixel 전극은 액정 물질(Liquid Crystal Material)을 둘러싸고 있다. 간단한 TN(Twisted-Nematic) 구조를 살펴보면 들어오는 편광(Polarized Light)을

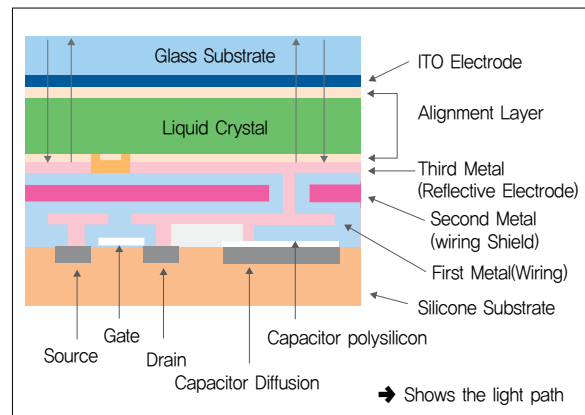


그림 6. LCoS 디스플레이의 단면도(JVC)

트위스트 시켜 위에서 아래로 통과시킨다. 이 빛은 아래 부분의 전극에서 반사되고 다시 트위스트 되어 디스플레이를 통과하게 된다. 두 번째 편광판(Polarizer)은 트위스트된 빛이 직각으로 편광판을 통해 지나가게 하는 역할을 하며, 각 픽셀 위치에 전압을 인가하는 방법을 통해 트위스트 되는 양을 조절한다. 이러한 방법은 전압을 인가했을 때 편광된 빛이 회전하여 Analyzing Polarizer에 직각으로 위치하고 어떠한 빛도 통과할 수 없게 하는 원리를 사용한다.

위에서 나타낸 것과 같이 프로젝션 디스플레이 시장은 세 가지 각각의 기술이 주를 이루며 발전해왔다. 하지만 현재의 시장에서는 이러한 기술들이 발전을 거듭하면서 각 기술 간의 경계선이 사라지고 있는 실정이다. 또한 각각의 기술마다 단점을 극복하기 위한 많은 노력을 하고 있다. Texas Instruments의 경우 DLP, LCD, LCoS로 대표되는 세 가지 MD기술 간의 치열한 경쟁으로 MD의 주요 기술인 빛 경로, 제어기술, 시스템에 필요한 칩의 개수, 응답속도, 픽셀 크기 등을 발전시키면서 이미지 품질이 한 층 더 개선되었다. 그 결과 고화질 TV 시장을 겨냥해 저마다 독자적인 차별화 전략으로 어필하고 있다. 표 3은 이러한 프로젝션 디스플레이의 여러 종류와 그에 따른 장단점을 나타낸다.

표 3. 프로젝션 디스플레이의 종류 및 특징

종류		특징	
CRT Type	장점	미세조정 가능 부드러운 동영상 연출 저렴한 가격	
	단점	사이즈가 크며 무거움 밝기의 한계성 및 CRT Burn-in 현상 시청 위치에 따른 color 불일치 현상	
MD Type	LCD	장점	높은 선명도와 밝기 자연스러운 색 재현
		단점	복잡한 광학 엔진 내부 구조(3판식) 높은 제조 단가
	DLP	장점	고화질 표현 가능 단순한 엔진 구조(단판식) 완전 디지털 방식으로 높은 재현성 구현 가능
		단점	패널 구조가 복잡하며, 가격이 높음 Texas Instruments의 독점 기술에 따르는 의존성
	LCoS	장점	높은 개구율로 인한 깨끗한 화상 단순한 엔진구조(단판식) 자연스러운 색 표현력 및 높은 명암비 제조단가 절감 가능 고해상도 구현
		단점	낮은 수율

## 연구 개발 현황

LCD, PDP TV 시장이 빠르게 성장하면서 대형 TV 시장에서 경쟁력을 상실하고 있는 상황에서 프로젝션 TV의 진화 방향에 큰 관심이 쏠리고 있다. 프로젝션 디스플레이 기술 분야에 있어 국내의 기술 개발은 이제까지 CRT 프로젝션 TV 분야에만 집중하고 있었고 마이크로 디스플레이(Micro Display)를 이용한 프로젝션 디스플레이 분야는 최근에서야 활발하게 이뤄지고 있다. 이러한 국내외의 프로젝션 디스플레이 현황에 대해 살펴보기로 하자.

### LCD 기술의 국내외 현황

삼성전자는 최근 차세대 TV 영상 기술의 하나인 자연 그대로의 이미지 재생이 가능한 'DNIe(Digital Natural Image

engine)' 기술을 개발했다. DNIe(Digital Natural Image engine)이란 말 그대로 현실에 가까운 최적의 화질 재생 엔진 기술로 현실에서만 볼 수 있는 미세한 이미지와 색상의 차이를 포렛하고 생생하게 보여줘 SD뿐만 아니라 HD 화면에서도 섬세한 차이를 느낄 수 있는 기술을 말한다. 또한 동영상, 색상, 명암비, 미세 이미지 등을 최적화하는 4가지 핵심 프로세스를 통해 최상의 화질 구현이 가능하며, 현재 삼성전자에서는 국내외 85개의 특허를 확보하고 연간 1억 달러를 투자하고 있는 효과를 누리고 있다.

재료적인 측면에서는 일본의 세계적인 화학 회사인 일본합성고무(JSR)는 최근 한국법인 'JSR 마이크로코리아'를 설립하고 충북 오창 과학 산업 단지에 약 12,000평 규모의 디스플레이 재료 전용공장을 건설하기 시작하여 LCD 핵심 재료인 감광액(컬러 레지스트)을 연 1,000톤 규모로 생산 능력을 갖추었다. 그리고 향후 컬럼 스페이스(column spacer) 및 열경화성 수지인 오



그림 7. 양방향 데이터 방송 DLP TV (삼성전자)

버코트(overcoat)까지 생산할 계획을 세우고 있으며, 분석기기 및 테크니컬 지원 센터 등 차세대 LCD 재료 개발을 위한 R&D 센터도 들어설 예정이다.

#### DLP 기술의 국내외 현황

삼성전자는 지난 해 세계 최초로 최대 10,000 : 1의 명암비를 구현하는 50인치 DLP TV를 북미 시장에 내놓으며 DLP TV의 'Full HD 시대'를 열었다. 또한 올해 8월 표준 양방향 데이터 방송 DLP TV를 출시하며 제 2의 도약을 시도 했다. 이 제품은 질적인 면에서 기존 대비 색 표현력을 40% 향상 시켰고, 밝기를 30% 개선해 더욱 밝고 선명한 색상을 구현한다(그림 7).

NEC는 Christie, Barco에 이어 세 번째로 극장용 DLP 프로젝터를 생산, 개발 하고 있는 업체로 지금까지 개발된 제품 중에서 가장 발전된 형태의 기술을 선보였다. 기본적으로 NEC의 DLP 프로젝트는 TI의 DLP 시네마 라이선스를 획득하였고, DPL(Digital Projection Ltd.)과의 전략적인 제휴로 헐리우드 시장과의 연계성을 확보하였다. 또한 대규모 극장에 적합하고 가장 개선된 형태의 화질을 보여주는 디지털 영사기를 개발함으로써 독보적인 위치를 확보하고 있다.

이러한 DLP 프로젝트는 일반 프로젝트와는 달리 영화 상영을 위한 극장용으로 설계 된 것으로, TI의 Cine Canvas 기술을 채용해 최대한 필름의 느낌을 표현할 수 있도록 설계됐다. 필름 영사기와는 달리 안정되고 섬세한 화면을 보여주며, 필름 영사기보다 월등히 뛰어난 화면을 보여 준다는데 큰 장점이 있다.

#### LSoC 기술의 국내외 현황

업체들은 차세대 프로젝션 TV 시장의 주력 제품으로 DLP와 LCoS를 저울질 하고 있다. 국내 업체들 중 LG전자 프로젝션의 경우 LCD 방식보다는 DLP 방식에 집중적으로 투자를 함과 동시에 LCoS 방식의 TV에도 꾸준히 투자를 하고 있다. 삼성전자의 프로젝션 TV는 2화면 HD 채널을 구현하는 DLP 프로젝션 TV와 Full HD 방식을 구현하는 제품을 출시하는 등 업그레이드 된 DLP 방식에 집중하고 있는 추세이다. 삼성전자와 삼성전기는 Displaytech와 Three-Five System으로부터 LCoS 디스플레이 모듈을 공급 받아 HDTV 셋(set)을 개발하고 시장 진입을 위해 노력중이나 모듈 제품 신뢰성 문제와 공정 수율 문제로 시장 진입이 어려워지고 있다. 한편 유니드시스템은 지난해 단판식 LCoS 엔진의 양산 성공과 함께 이를 적용한 43인치 프로젝션 TV를 선보이며 프로젝션 TV의 대중화를 앞당기는 계기가 되었다. 유니드시스템이 개발한 LCoS 엔진은 컬러 휠을 채택한 단판식 구조로 가격 경쟁력은 물론 광학구조의 안정적 구현이 가능한 것이 가장 큰 특징이다. 또한 중소기업으로는 다반테 크가 단결정 실리콘 기술을 이용한 패널을 개발하고 또한 광학 모듈, LCoS 구동회로(driving circuit) 설계, 컨트롤 보드(Control board) 설계 및 HDTV용 셋을 개발하고 있다. 이와 같이 국내의 기업들이 LCoS 디스플레이에 개발에 대한 노력을 기울이고 있으나 핵심 부품인 LCoS 디스플레이 모듈은 해외 업체로부터 공급 받아야 하므로 가격, 안정성 등에 있어 많은 문제점을 안고 있다. 세계 HDTV 시장에 있어 경쟁력 확보 및 시장 선점을 위해 핵심 부품의 국산화 개발하는 것에 대한 범국가적 노력이 필요한 실정이다.

최근 국외에서는 큰 사이즈의 LCoS 패널을 사용해 필립스 60인치 HDTV 시제품 및 RCA 50인치 HDTV 시연으로 많은 업체가 LCoS 광학 엔진형 대형 디스플레이 개발에 많은 관심이 집중 되었다. LCoS 관련 기술이 10여년 전부터 시작된 미국은 1994년 이전부터 미국 국방성의 기술개발 자금을 지원 받아 벤처 기업을 중심으로 LCoS MD 개발에 힘써 왔으며 이미 군용 HMD(Head Mount Display)에 적용되고 있다. TFT-LCD 분야에서 시장 선점 기회를 놓친 일본과 한국은 대화면 HDTV 시장에서 우위를 확보하기 위해 프로젝션 디스플레이 기술개발



에 국가적인 노력을 기울이고 있으며 대화면 HDTV의 대중화, 저가격화, 고품질화를 위한 대안으로 LCoS 디스플레이 모듈 개발 및 광학엔진 개발에 집중하고 있다. 이러한 미국, 한국, 일본은 LCoS 패널, 광학 엔진, 셋 개발 및 생산의 총체적 개발 생산을 진행하고 있지만 대만은 광학 엔진을 비롯한 시스템 개발 및 생산에 더 주력하고 있다. 대만은 약 20~30개의 프로젝션 시스템 회사가 있고 대부분이 'High-Temp Polysilicon Panel'을 사용해 엔진과 제품 개발을 시작했으나 패널 수급의 난항을 겪고 있다. 그러나 최근 다변화된 공급선과 성장하고 있는 광산업을 이용해 LCoS 패널을 생산 가능성을 보이고 있으며, 낮은 원가 및 생산 경험을 이용한다면 가까운 시일 내에 LCoS 생산을 선도해 나갈 것으로 기대되고 있다. 또한 자국 내에 LCoS 백플레인(Backplane)인 실리콘 웨이퍼를 만들 수 있는 파운드리(Foundry) 회사가 위치하고 있어 LCoS 관련 산업에 대한 경쟁력을 갖추고 있다.

## 기술 발전 전망 및 시장 현황


LCD와 PDP의 독주로 인해 TV 시장에서 경쟁력을 상실할 것으로 예상되었던 프로젝션 TV가 고속 성장하고 있다. MD 기술을 채택한 프로젝션 TV는 성능과 가격 경쟁력을 갖추면서 점차 시장을 넓혀가고 있다. 또한 디지털 방송이 본격화 되면서 MD형 고급 HD 프로젝션 TV의 소비자 수요가 증가할 것으로 보인다.

현재 TV 시장에서 가장 관심을 끄는 것은 DLP형 프로젝션 TV이다. DLP형은 뛰어난 화질과 작은 사이즈, FPD TV에 비해 상대적으로 저렴한 가격으로 인해 향후 꾸준한 성장이 예상된다.

국내뿐만 아니라 해외 시장에서도 DLP 방식과 LCD 방식의 경쟁은 치열하다. 북미 지역에서는 삼성전자가, 유럽 시장에서는 LG전자가 두각을 나타내며 시장을 넓혀가고 있다. 디지털 방식의 DLP 프로젝션 TV는 TI의 공격적인 마케팅과 여러 업체들의 다양한 제품을 통해 '뛰어난 화질'이라는 인식을 소비자들에게 심어주었다.

이 같은 상황에 대응하기 위해 엡손(EPSON)을 중심으로 후

지쯔, 히타치, 마츠시타, 산요, 소니의 6개 업체들은 '3LCD' 그룹이라는 프로모션 그룹을 결성하였다. 3LCD 그룹은 'DLP VS 3LCD'라는 일종의 경쟁구도에서 3판식 LCD 프로젝션 TV의 기술적 우위를 알려 브랜드 이미지를 향상시키며 더불어 프로젝션 TV 시장을 확대하기 위해 공동 프로모션과 브랜드 강화에 힘쓰고 있다. 프로젝션 TV 시장에서 DLP와 LCD가 치열한 경쟁을 하고 있는 동안 LCoS는 차세대 주력 상품으로 떠오르고 있다. 그간 DLP와 LCD의 상호 경쟁으로 충충을 맞이한 프로젝션 TV 시장에 LCoS가 가세함으로 고화질과 저가격화는 더욱 가속될 것으로 보인다. 이처럼 경쟁력을 얻은 프로젝션 TV 시장의 성장세는 당분간 이어질 전망이다. 아이서플라이(isuppli)의 최신 보고서에 따르면 오는 2008년 전 세계 프로젝션 TV 시장이 90억 달러, 1,000만대 규모에 이를 것으로 보이며, 그 배경으로는 MD 기술이 주목되고 있다.

현재 시점에서 LCoS형 방식의 프로젝션 TV는 시장에서 아직 작은 부분을 차지하고 있지만 DLP형 보다 더욱 뛰어난 화질과 저가격화의 잠재력을 갖추고 있어, 이미 경쟁력이 떨어진 기존 LCD 프로젝션을 뒤로하고 향후 프로젝션 TV 시장은 LCoS형과 DLP형이 주도권을 다투는 형상이 될 것으로 전망된다. 

## 참고문헌

- [1] 마이크로디스플레이 : 고온폴리 TFT-LCD (배병성, 일진전자 부품연구소)
- [2] <http://www.eetimes.com/story/OEG20010106S0002>
- [3] <http://www.accupix.com/>
- [4] 연합뉴스(2003/02/19일자)
- [5] Maya Thornell, Marketing/Communications Manager, US Display Consortium, (www.semipark.co.kr)
- [6] Bill Werner, Manager of Digital Cinema Product Development, Texas Instruments Incorporated