

기회드림
778



국내광학업체, 일본·중국 공세에 대응위해 규모 및 기술력 확보 시급

프로젝션 디스플레이 특징과 전망

PROJECTION DISPLAY분야는 광산업에서 기술과 시장 규모면에서 중요한 비중을 차지하고 있다. PROJECTION DISPLAY 메이커들은 자체적으로 광학계를 개발하여 외주 생산하거나 해외 전문업체에 위탁 개발 및 생산하는 방식으로 광학부품을 조달하며, 특히 COLOR WHEEL, LIGHT TUNNEL, TIR PRISM 등의 핵심 부품은 전량 수입하고 있다. 이는 국내 광학 산업의 기술력 부족과 가격 경쟁력 저하에 기인한다고 볼 수 있다. 이런 분야를 일본등 선진 업체와 중국 업체에 시장을 넘겨주고 있는 가운데 이를 극복하기 위해서는 무엇보다도 국내 광학 업체도 세계적인 규모와 기술력을 갖추는 것이 시급하다. 또한 국내의 SET-MAKER들도 장기적인 관점에서 국내 광학 업체에 관심을 가지고 기회를 많이 주어야 할 것으로 본다.

편집자 주

필자가 광산업 분야에 몸담은 18년 중에 15년을 주로 PROJECTION DISPLAY 광학계 개발 업무를 수행하였고 크게 내세울 것은 없지만 이 분야에서는 어느 정도 흐름을 파악할 수 있다고 생각되어 그간의 경험을 위주로 PROJECTION DISPLAY에 대해서 기술하고자 한다.

PROJECTION DISPLAY는 비교적 쉽게 대화면을 구현할 수 있는 장점이 있기 때문에 대화면 DISPLAY에 대한 NEEDS가 늘어나면서 개발이 활발해졌다. 1980년대 말에 SEIKO-EPSON사, SHARP사 등에서 LCD를 이용한 PROJECTOR를 출시하였고 SONY, TOSHIBA, MATSUSHITA, HITACHI 등이 CRT를 이용한 PROJECTION TV를 출시하여 본격적인 PROJECTION 시대

가 시작되었다. 국내에서도 이런 대화면 추세에 맞추어 삼성전자, LG전자를 중심으로 개발이 시작되었고 필자도 이때 삼성전자에서 PROJECTION 광학계 개발을 시작하였다. 그 당시의 제품들은 저급한 성능에 고가의 제품으로 지금과는 비교할 수 없을 정도였는데 LCD, CRT의 성능이 계속해서 개선되었다. 또한 광학계의 성능이 획기적으로 개선되면서 현재의 성능에 도달하였고 가격도 1/3 이하로 떨어졌다.

현재 PROJECTION DISPLAY 분야에서 주요 제품은 CRT PROJECTION TV, DLP PROJECTION TV, LCD PROJECTION TV, LCOS PROJECTION TV, LCD PROJECTOR, DLP PROJECTOR 등이 있다. 이런 주요 제품들의 광학계는 CRT PROJECTION TV를 제외하면 유사성이 많다.

프로젝션 디스플레이 주요 제품의 기술동향

CRT PROJECTION TV의 광학계는 3매의 CRT, 3매의 투사렌즈로 구성되며 3매의 CRT는 SHADOW MASK가 없는 구조이며 RED, GREEN, BLUE용으로 구분되고 각각의 CRT에 동일한 투사렌즈가 장착된다. 투사렌즈는 GREEN과 RED의 색순도를 높이기 위해 렌즈 중에 1매를 COLOR를 가진 재료를 사용한다. 이제품의 특징은 CRT 형광면의 영상을 전자기적으로 조정하여 임의로 왜곡을 줄 수 있기 때문에 왜곡수차를 엄밀하게 보정하지 않아도 된다. 특히 RED와 BLUE CRT는 GREEN CRT를 중심으로 좌우에 배치되므로 그 영상은 사다리꼴 왜곡을 가져야만 한다. 그리고 CRT 발광이 형광에 의해 생성되므로 광이 거의 완전 확산하는 특징이 있기 때문에 광효율을 높이기 위해 F NUMBER가 1.0 정도의 대구경 투사렌즈가 필요하다. 또한 CRT에서 발생하는 고열을 냉각시키기 위해 CRT와 투사렌즈 사이에 냉각액이 주입되는 구조를 가지며 이 냉각액은 굴절률을 플라스틱 렌즈와 유사하게 하는 OPTICAL COUPLING 방식을 사용한다.

대체 DEVICE로 MD(MICRO DISPLAY)라고 불리는 소형 DISPLAY DEVICE를 이용한 MD PROJECTION DISPLAY는 제품의 COMPACT화와 선명한 화질을 장점으로 개발이 활발해졌으며 최근에는 시장을 양분하는 양상이다. 소형 DISPLAY DEVICE는 90년대 초에 LCD가 대부분이었으나 90년대 중반에 DMD(DIGITAL MICRO-MIRROR DEVICE)가 출시되었고 비슷한 시기에 LCOS(LIQUID CRYSTAL on SILICON)도 출시되었다. MD PROJECTION DISPLAY는 MD의 종류에 따라 제품이 분류되며 이것의 성능에 의해 제품의 성능이 크게 좌우된다.

DLP PROJECTION DISPLAY는 TEXAS INSTRUMENT(TI)사에서 개발하여 독점적으로 생산 공급하는 DMD를 이용한 것으로 DMD는 CMOS SRAM DEVICE 위에 초미세공정을 사용하여 각 화소들을 $10\mu\text{m}$ 정도의 크기로 MICRO MIRROR들로 제작한 것이다. 하나의 MIRROR는 힌지와 요크가 형성되어 있어, 인가된 전압에 따라 초고속으로 MIRROR가 TILT 된다. DMD는 응답속도가 $5\mu\text{s}$ 로 LCD에 비해 1,000배 이상 빠르기 때문에 하나의 PANEL로 R,G,B FIELD SEQUENTIAL로 구동하여 COLOR를 구현할 수 있다. 또한 0.8인치 크기로 HD급 해상도를 가지고 있다.

LCD PROJECTION DISPLAY에 사용되는 DISPLAY DEVICE는 역사가 오래된 투과형 LCD이다. 통상 많이 알려진 LCD는 직시형 LCD로 화소 SIZE가 크고 R,G,B 3개의 SUB CELL이 합쳐져 하나의 화소가 되는 것과 달리 PROJECTION용 LCD는 화소크기가 $10\mu\text{m}$ 대로 매우 작고 흑백용이다. 각 화소는 빛이 투과하지 않은 트랜지스터를 가지고 있기 때문에 광효율이 30%대로 저조하다. 또한 응답속도가 5ms정도로 길기 때문에 주로 3매의 PANEL을 사용한다.

MD를 이용한 프로젝트 디스플레이의 광학계 특징

필자는 MD 자체보다는 MD를 이용한 PROJECTION DISPLAY의 광학계 개발업무를 주로 수행하였으며 이제부터 그런 광학계의 특징에 대해 기술하고자 한다.



COLOR를 구현하기 위한 수단은 DLP 경우 RESPONSE TIME이 매우 빠르기 때문에 COLOR WHEEL을 고속으로 회전시켜 하나의 PANEL로 R,G,B FIELD SEQUENTIAL로 구동하여 COLOR를 구현할 수 있다. 반면, LCD나 LCOS는 DICHOIC MIRROR를 사용하여 R,G,B COLOR로 분리하고 각 COLOR를 변조하는 3매의 PANEL로 영상을 구현하고 다시 'X' PRISM으로 합성하여 투사렌즈로 확대 투사한다.

반사식이냐, 투과식이냐 하는 구분으로 보면 DLP와 LCOS는 각 화소가 MIRROR로 되어 있어서 반사식이며, LCD는 투과식이다. 투과식의 경우 PANEL에 조명된 광이 PANEL을 통과하면서 변조되어 투사렌즈에 들어가지만 반사형의 경우 조명된 광과 투사되는 광이 겹치므로 분리할 수 있는 수단이 필요하다. LCOS는 PANEL 앞에 PBS(POLARIZING BEAM SPLITTER)를 설치하여 분리하는 구조가 주로 사용되며, DLP는 두 개의 PRISM에 수십 μm 의 공기층을 가지는 TIR PRISM을 사용하여 분리하는 구조를 사용하던지 BACK FOCAL LENGTH를 길게 하여 조명과 투사를 분리하는 구조를 가진다.

MD PROJECTION 광학계는 크게 조명광학계와 투사광학계로 나눌 수 있다. 통상의 경우 조명광학계는 다소 중요도가 낮지만 이 제품은 중요도와 난이도 면에서 비슷하다고 볼 수 있다. 등록된 특허의 건수 면에서도 오히려 조명광학계에 관한 건이 많고 회피 설계도 쉽지 않다. 조명광학계가 요구하는 필수 사항은 광효율, COLLIMATION, 밝기, 균일도이다. 이런 요구 사항을 잘 구현할 수 있는 방식으로 LIGHT TUNNEL 방식과 FLY EYE 방식이 주로 사용된다. LIGHT TUNNEL 방식은 직사각형의 속이 빈 거울형태를 사용하며 여기에 LAMP광이 FOCUSING되어 입사되면 다중 반사에 의해 출구 쪽의 직사각형의 전 면적에서 균일한 밝기와 발산각을 가진 면광원이 형성되고 이것을 IMAGE LENS로 PANEL에 결상시켜 조명하는 방식으로 원리적으로는 ABBE 방식 조명계이다. 이 방식은 DLP와 같이 COLOR WHEEL에 FOCUSING 하는 구조에 적합하다. FLY EYE 방식은 두개의 LENS ARRAY SHEET로 구성되어 있으며 LAMP 반사경에 반사되어 나오는 평행광을 1차 ARRAY와 2차 ARRAY를 지나면서 동일한 면적과 각도 분포를 가진 ARRAY 수만개의 광원이 형성되고 이것들은 COLLIMATION LENS로 PANEL에 중첩하여 조명한다. 이 방식은 KOHLER 방식 조명이며 주로 LCD나 LCOS PROJECTION DISPLAY에 사용된다.

MD 프로젝션 TV의 투사렌즈의 특징

MD PROJECTION TV의 투사렌즈는 LCD, LCOS, DLP TYPE 모두 비슷한 특징을 가지고 있다.

첫 번째 특징은 화각이 크다는 점인데 이것은 PROJECTION TV의 DEPTH를 줄이기 위해 필요하다. 최근에 출시되는 제품의 화각은 92도에서 96도 정도이다.

두 번째 특징은 이렇게 화각이 크지만 주변광량비는 COSINE 4승의 법칙에 따르지 않고 85% 이상을 가지는 것이다. 이렇게 되기 위해서는 역의 VIGNETTING이 필요하다. 즉 광축보다 비축의 광다발이 크게 되어야 한다.

세 번째 특징은 왜곡수차를 엄밀하게 보정하여 거의 0.5% 이하이다.

네 번째 특징은 제품의 높이를 줄여 TABLE TOP DESIGN이 될 수 있도록 렌즈의 중간을 거울로 꺾어 주는 구조인 FOLDING TYPE을 주로 사용한다. 이렇게 FOLDING이 가능하게 하기 위해 2군 형태를 가지며 1군과 2군 사이에 거울을 넣어 꺾을 수 있도록 충분한 공간이 필요하다.

다섯 번째 특징은 BACK FOCAL LENGTH가 긴 RETRO FOCUS TYPE이다. PANEL과 투사렌즈사이에 DLP TYPE은 TIR PRISM, LCD TYPE은 'X' PRISM, LCOS TYPE은 'X' PRISM과 PBS가 들어간다.

여섯 번째로 색수차가 잘 보정되어야 한다. R,G,B 사용 파장은 일반적으로 적용하는 파장보다 넓은 파장영역을 사용한다. 대개 BLUE는 440~460nm, GREEN은 550nm, RED는 640~650nm를 사용하여 보정하며 색수차 허용수준은 PIXEL 크기의 반 이하이다. 특히 LCD TYPE과 LCOS TYPE은 3장의 PANEL을 사용하므로 R,G,B CONVERGENCE 조정 공차까지 고려해야 하므로 좀더 TIGHT하게 보정되어야 한다.

일곱 번째 특징은 CHIEF RAY ANGLE이 1도 이내로 거의 TELECENTRIC 구조를 가져야 한다. 이 조건은 STOP의 위치에 관련이

많은데 보통 2군 앞에 STOPDMF 두는 구조이다. 이런 특징으로 대략 9~11매 렌즈로 구성되며 비구면 플라스틱렌즈 1~2매를 필수적으로 사용해야 한다.

프로젝션 디스플레이의 시장 전망

최근에 PDP와 직시형 LCD의 가격이 빠른 속도로 하락하고 있어 PROJECTION TV의 수요가 점점 줄어들 것이라고 전망하는 분석들이 많다. 특히 당사는 코스닥 상장회사이고 CRT PROJECTION 렌즈를 생산하는 업체이므로 투자자들이나 ANALYST들로부터 이와 같은 PROJECTION DISPLAY 시장 전망으로 우려 섞인 문의를 많이 받고 있다. 일리가 있는 의견이지만 필자는 그렇게 빠르게 시장이 바뀌지 않을 것으로 예상한다. 디지털 방송과 대화면 선호도가 높아지면서 줄어들 수 있는 시장은 직시형 CRT TV라고 예상되며, PDP와 직시형 LCD 보다는 성장률이 높지 않지만 꾸준히 성장할 것으로 예상된다.

시장조사 기관인 디스플레이서치와 디스플레이뱅크에서 예측한 PROJECTION TV 시장 전망은 올해(2004년) 수요가 약 600만 대이고 매년 15~20% 성장을 전망하고 있다.

프로젝션 디스플레이의 유형별 시장 전망

우선 작년까지 PROJECTION TV 시장의 90%를 차지하던 'CRT PROJECTION TV 시장이 어떻게 될 것인가' 인데 이 시장의 변화는 당사의 사업에 크게 영향을 미칠 수 있다. 올해 이후 CRT PROJECTION TV는 생존 전략이 필요하다고 공감하고 있으며 그 생존 여부는 가격경쟁력을 지속적으로 유지하느냐에 달려 있다고 보고 있다. 올해 말 제품가격은 200만 원으로 내려갈 것으로 예상되고 내년에는 150만 원대로 하락할 것으로 예상된다. 그러나 가격이 하락한다고 성능 저하를 용인하는 것이 아니기 때문에 HD 화질을 유지하면서 COST를 줄여야 한다.

당사는 이런 상황을 미리 대비하여 최고의 가격경쟁력을 가지는 HD GRADE의 LOW COST 제품 개발을 거의 완료하였고 생산성 향상에 지속적인 노력을 하고 있다. 이런 시장 여건은 품질과 가격 면에서 우위에 있는 업체에게는 오히려 시장을 주도하여 사업을 확대할 수 있는 기회가 될 수 있기도 하므로 당사의 이 분야 사업은 위기이자 기회라고 볼 수 있다.

MD 프로젝트 TV 시장 전망

초기의 MD PROJECTION TV는 주로 LCD TYPE이 주류를 이루었으나 2002년부터 DLP TYPE의 DISPLAY DEVICE인 DMD의 수율이 향상되어 가격이 하락하면서 급속히 시장이 확대되고 있다. 실제로 DMD PANEL 가격은 1990년 중반에 약 1,200달러 정도였으나 최근 약 300달러대 수준으로 하락하여 3매의 LCD 가격에 접근하였고 3매의 LCD를 사용하는 LCD TYPE에 비해 간단한 광학계 구조를 가지므로 경쟁력이 높아지고 있다.

국내의 PROJECTION DISPLAY MAKER인 삼성전자는 올해부터 LCD TYPE을 포기하고 전부 DLP TYPE으로 전환하면서 세계 최고의 DLP PROJECTION TV MAKER로 부상하였으며 LG전자도 DLP TYPE의 비중을 높이고 있다. 그러나 SONY는 LCD TYPE이 주류이며 다른 MAKER들은 비슷한 비율로 생산하고 있다.


아직 단정할 수 없지만 필자의 예상은 편광을 사용하고 3매의 PANEL을 사용해야만 하는 LCD TYPE보다는 DLP TYPE이 유리하다고 판단된다. PDP와 DLP PROJECTION TV를 비교하면 DLP PROJECTION TV가 PDP보다 DEPTH면에서 불리하지만 색순도, CONTRAST, 소비 전력, 가격면에서 우수하므로 가격 경쟁력을 유지하면 시장은 크게 확대될 것으로 예상된다. 한때 주목 받았

기획특집
778



던 LCOS TYPE은 LCOS 자체의 신뢰성 문제와 CONTRAST 저하를 극복하지 못해 제대로 된 제품을 출시하는데 실패하였다. 그러나 고해상도로의 확장이 다른 MD에 비해 유리하므로 고해상도 PROJECTION MONITOR로 시장을 형성할 것으로 예상된다. PROJECTION DISPLAY MAKER들은 자체적으로 광학계를 개발하여 외주 생산하거나 해외 전문업체에 위탁 개발 및 생산하는 방식으로 광학부품을 조달하며, 특히 COLOR WHEEL, LIGHT TUNNEL, TIR PRISM 등의 핵심 부품은 전량 수입하고 있다. 이런 이유는 국내 광학 산업의 기술력 부족과 가격 경쟁력 저하에 기인한다고 볼 수 있다. 국내의 가격경쟁력은 일본 업체에 비해서도 떨어진다는 평을 받고 있으며, 강력한 경쟁상대인 중국 업체에서 광학계 개발을 시작하고 있어서 국내 업체 경쟁력 저하가 더욱 심각해 질 것으로 우려된다.

이상에서 PROJECTION DISPLAY에 대해서 살펴보았는데 이 분야는 광산업에서 기술과 시장 규모면에서 중요한 비중을 가지고 있다. 이런 분야를 일본등 선진 업체와 중국 업체에 시장을 넘겨주고 있는 것은 대단히 안타까운 일이며 이런 현실을 극복하기 위해서는 무엇보다도 국내 광학 업체도 세계적인 규모와 기술력을 갖추는 것이 시급하다. 또한 국내의 SET MAKER들도 장기적인 관점에서 국내 광학 업체에 관심을 가지고 기회를 많이 주어야 할 것으로 본다.



최순협
 (주)세코닉스
 광학연구소장

www.prooptics.co.kr
 프로옵틱스 홈페이지가 새롭게 개편됐습니다.



프로옵틱스

경기도 이천시 대월면 사동 3리 347-138(3층)
 전화/팩스 : (031) 637-0732/0733
 E-mail: proopt@kornet.net

연구소장 · 이학박사 정진호
 (HP:011-304-1353)

- 렌즈설계, 광학시스템 설계 및 제작
- Vision Inspection 광학계 설계 및 제작
- 초정밀 광학부품 설계 및 제작

- 업체기술자문 및 위탁(위촉) 연구수행
- 노광광학계(LCD, PCB, 반도체 등) 설계 및 제작, 수리
- 서울광학산업(주) 기술영업대행

