



피코프로젝터의 기술 동향

2010년 연말을 기준으로 우리나라의 스마트폰의 사용자 수가 1천만명을 넘어섰다. 이것은 단순한 이동통신의 개념에서 모바일 컴퓨팅 시대의 도래를 통계적으로 보여주고 있는 것이다. 특히, 다양한 응용프로그램의 등장은 새로운 비즈니스를 탄생시켰으며 응용프로그램의 개발자나 이를 사용하는 소비자도 편리함에 공감하고 있다. 이러한 응용프로그램의 등장은 좀 더 뛰어난 기능을 갖는 부품이나 모듈의 개발을 촉진시켰고 기능이 앞선 부품이나 모듈이 탑재된 정보기기에는 더욱 다양한 응용프로그램이 개발되어 나오는 선순환이 자리를 잡았다. 결국 끊임없는 혁신만이 경쟁에서 살아남는 시대가 된 것이다. 본 고에서는 소형화된 스마트폰 및 태블릿 PC 등이 갖는 디스플레이 크기의 제약을 극복하는 해결방안으로 제시되고 있는 피코프로젝터의 개발 및 기술 동향에 대해서 기술하고자 한다.

1. 프로젝터 광학계의 기본원리

프로젝터는 크게 색을 만들어 내는 삼원색의 광원부와 그 광원을 균일한 광분포를 가지며 일정한 형태로 변형시켜주는 조명부(대표적으로 FLY EYE LENS와 LIGHT PIPE) 그리고

패널(DLP, Lcos 등)에서 출력되는 영상신호를 스크린에 투사해주는 투사렌즈로 나뉜다.

그림1, 2와 같이 2가지 시스템으로 대부분의 프로젝터 설계가 이루어지며 LIGHT PIPE TYPE는 제작이 상대적으로 용이하나 조명의 균일성을 위해 일정수준 이상의 길이가

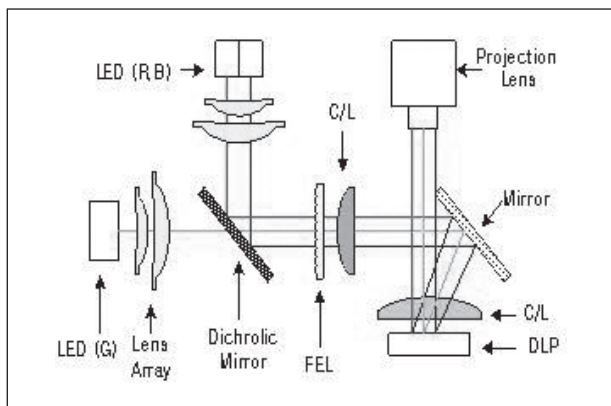


그림1. FLY EYE LENS를 이용한 광학엔진 시스템

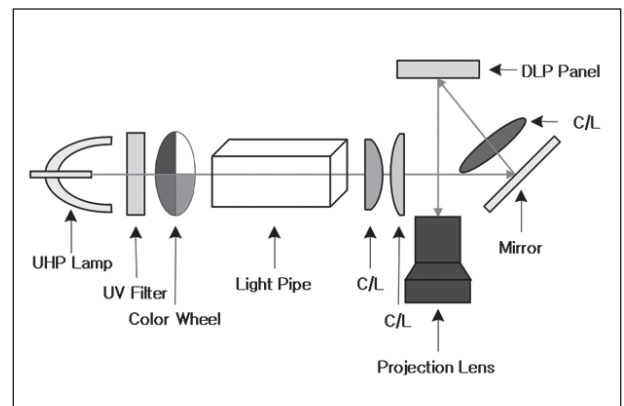


그림2. LIGHT PIPE를 이용한 광학엔진 시스템

필요하다. FLY EYE LENS는 제작이 상대적으로 어려운 반면 짧은 길이에 균일조명을 구현할 수 있는 장점이 있다. 따라서 상대적으로 크기에 대해 부담이 적은 대형 및 중소형 프로젝터에는 LIGHT PIPE TYPE이, 크기에 제한이 있는 피코프로젝터에는 FLY EYE LENS가 주로 사용되고 있다. 그 동안 가공문제로 인해 설계에 제한이 많았던 FLY EYE LENS는 최근 2~3년간 금형 및 사출기술의 발달로 기존의 글라스몰딩으로 제작되는 방식에서 좀 더 정밀한 단위의 치수인 플라스틱 금형으로 설계 및 제작되고 있다.

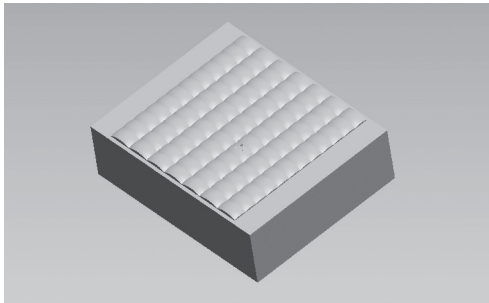


그림3. <LED 광원용 FEL> 단위 렌즈의 숫자 100~150개

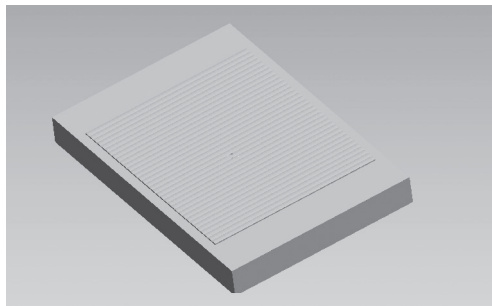


그림4. <LASER 광원용 FEL> 단위 렌즈의 숫자 1500~2500개

2. DLP vs Lcos

2000년도 초반에는 SONY, EPSON 등이 투과형 LCD를 패널로 이용하여 프로젝터를 제작하여 시장을 주도했으나 이후에 미국의 TI(TEXAS INSTRUMENT)에서 DLP(Digital Light Processing)를 상용화하게 되면서 DLP를 채용한 프로젝터들이 여러 회사들에 의해서 개발되어 판매되고 있다. 이러한 흐름은 동일한 조건에서 좀 더 높은 효율의 광학설계가 가능하다는 장점이 있기 때문이다. Lcos가 액정을 이용한 편광방식이기 때문에 가지는 50% 편광손실이 DLP에서는 없다. 이는 DLP가 미세거울방식을 사용하고 있기 때문이다. 이러한 효율성에 대한 장점 때문에 DLP는 높은 가격과 소량 판매를 금지하는 TI의 영업정책에도 불구하고 코어트로닉스(옵토마), 삼성전자, LG전자 등의 구매력이 있는 대부분의 업체에서 사용하고 있다. 광량이 가장 큰 평가요소인 피코프로젝터에서도 많은 업체가 DLP를 채용하여 제품을 출시하고 있으며 DLP의 활용범위는 점차 넓어지고 있다. 상대적으로 구매력이 부족한 중소기업들은 Lcos를 이용한 제품을 개발하여 출시하고 있다. 이는 여러 Lcos업체에서 저렴한 가격으로 고해상도의 구현이 가능하도록 다양한 솔루션을 제공하고 있기 때문이다.

3. LED vs Laser

불과 2~3년전만 하더라도 대부분의 일반 프로젝터는 할로겐 램프를 사용했으나 최근에 개발되는 제품은 LED를 채용하는 경우가 대부분이다. 특히, 소형화가 주요 목적인

구분	Lcos	DLP
구동방식	액정을 이용한 픽셀별 On/Off	픽셀별 미세거울의 반사각을 이용한 On/Off
시스템 효율	약 5~10%	약 15~20%
제작업체	Syndiant, Himax 등 다수	TI 독점
장점	<ul style="list-style-type: none"> - 다양한 제조업체와 그로 인한 다양한 형태의 해상도 및 솔루션 - 상대적으로 낮은 비용으로 고해상도의 구현이 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 미세거울을 이용한 구조로 편광 손실이 없음 - 높은 명암비(1000:1 이상)
단점	<ul style="list-style-type: none"> - 편광손실로 인한 낮은 시스템 효율 - 액정을 이용하기 때문에 발생 하는 낮은 명암비 (약 200:1) 	<ul style="list-style-type: none"> - TI에서 독점공급하여 Lcos에 비해 상대적으로 고가 - TI에서 제공되는 해상도만 사용 가능

표1. 영상소자(PANEL)의 비교

구분	LED(Lcos 사용 시)	Laser(Lcos 사용 시)
시스템 효율	약 5~10%	약 20~25%
가격	저	고
제작업체	Nichia, Osram, Phillips, 서울반도체 등 다수	표3의 "LASER 구현방식 및 주요업체" 참조
장점	<ul style="list-style-type: none"> - 이미 개발된 다양한 형태의 제품이 다양하며 많은 수요로 인한 기술개발속도가 빠름 - LD에 비해 열특성이 좋음 	<ul style="list-style-type: none"> - 단일편광을 사용함으로써 인해 같은 조건하에서 LED에 비해 2배 이상의 효율을 얻을 수 있음 - 레이저의 가우시안 특성으로 인한 Free Focusing 특성 - 작은 광원 방출각으로 인한 높은 광학설계 효율과 전체 시스템의 슬림화가 용이 - 좁은 영역대의 파장만을 사용하여 원색 표현이 좋음(색재현율 140% 이상)
단점	<ul style="list-style-type: none"> - 편광손실(50%)로 인한 시스템 효율 저하 - 상대적으로 큰 광원 방출각으로 인한 낮은 광학설계 효율 	<ul style="list-style-type: none"> - 상대적으로 온도의 변화에 훨씬 민감하여 방열에 어려움 - LED에 비해 고가(BLUE의 경우 약 5~6배) - 레이저의 가우시안 특성으로 인한 스페클(Speckle)현상으로 인한 화질 저하

표2. LED와 LASER 광원의 비교특성

피코프로젝터 분야에서도 LED를 이용한 제품개발에 대부분 사용되고 있다. 2009년에 피코프로젝터를 출시한 업체는 삼성전자, 코어트로닉스(옵토마), APTEK 등 5~6개 업체에 불과했으나 2010년에는 중국 및 대만 등에서 30개가 넘는 업체가 제품을 출시하면서 폭발적인 증가세를 보여주고 있다.

대기업 중심으로 이루어진 프리미엄급 제품은 주로 DLP를 사용한 반면, 중국의 로컬 및 일부 대만기업은 Lcos를 이용한 저가 제품을 주로 개발하고 있는 상황이다. 국내에서는 정부과제를 통한 광학모듈 단위의 개발이 주로 이루어졌으며 개발업체로는 세코닉스, 디지털옵틱스, 유니드시스템(2010년 아이엠으로 인수됨) 등이 있다. 임베디드 형태의 피코프로젝터 시장에 있어서 가장 활발한 것은 휴대폰 또는 스마트폰에 장착되는 형태이다. 2009년에 삼성전자에서 출시된 프로젝트폰(햅틱빔)이 대표적이다. 대만의 코어트로닉스의 자회사인 영옵틱스에서 공급받은 프로젝트 모듈을 이용하여 제작됐는데 비교적 낮은 광량으로 큰 호응을 얻지는 못했다.

레이저를 이용한 방식에서는 LD에서 직접 방출되는 RED와 BLUE에 비해 GREEN은 아직 DPM등의 변환소자를 이용한 파장변조방식을 사용하고 있어 효율 저하 및 제작의 어려움(광축정렬)이 있다. 최근의 연구 및 개발을 통해 몇몇 업체에서 LD에서 직접 방출되는 GREEN 제품이 개발되고 있으나 아직 일정수준 이상의 광량이 확보되지 못하여 상용화되지 못하고 있다. 주요 개발업체는 Nichia, Kai,

구분	방식	제작업체
Green	변환소자를 이용한 파장변조방식	Commax(한국) Axcel Photonics(미국) 등 다수
Red	Laser Diode	미쓰비시(일본) Arima(대만) 등
Blue	Laser Diode	Nichia(일본)

표3. LASER 광원별 구현방식

Osram 등이 있다. 프로젝트에서는 2009년부터 광원을 레이저로 사용한 제품이 출시되고 있으며 주요 업체로는 스캐닝 미러를 사용한 Microvision이 있으나 레이저 광원의 최대 단점인 스페클 현상과 Eye Safety 문제로 인한 광량의 한계(15루멘 이상은 안전문제로 구현이 어려움)를 가지고 있다. 그리고 스캐닝 미러를 사용하지 않은 다른 방식이면서 스페클 현상을 개선한 제품이 미국의 AAXA(중국에서 개발 및 생산한 제품을 주문자 상표표시방식으로 납품받아 유통)에서 2010년도에 출시하여 판매하고 있으며 다른 목적으로 개발되고 있지만, 라이트블루옵틱에서도 홀로그래프소자를 이용한 레이저 프로젝트관련 제품을 개발하고 있다. 국내에서는 넥스디테크에서 레이저를 이용한 피코프로젝터를 개발 완료하여 양산준비 중에 있다. 최근에는 레이저를 이용할 때의 가장 큰 단점인 스페클 현상을 완전히 제거하는 솔루션을 다양한 업체(Dyoptica 등)에서 개발하여 제공하고 있다. 또한 스캐닝 미러의 구동성능을 개선하여 해상도를 올리는 방식으로 광량을 올리는 방식에 대한 개발이 이루어지고 있다.



그림5. 라이트블루옵틱스



그림6. 레이저 피코프로젝터

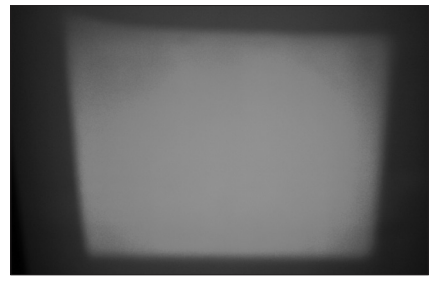
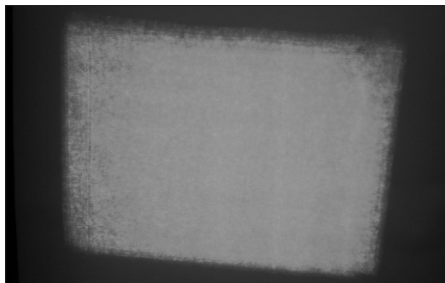


그림7. 스페클 현상 및 진동미러를 이용한 개선

4. 피코프로젝터 광학엔진의 설계

구분	주요 고려요소
광원부 (집속렌즈 및 미러)	- 광경로의 직선화 - 출사빔경의 소형화
균일조명수단 (FLY EYE LENS)	CELL LENS의 숫자가 많을수록 균일도는 상승하나 CELL LENS의 EDGE 손실 및 수광각도의 제한으로 인한 광량손실이 발생함
균일조명수단 (LIGHT PIPE)	내부를 통과하는 빛의 전반사 횟수가 많을수록 균일도는 상승하나 그에 따라 길이를 늘일 경우 시스템 크기의 상승이 발생하며, 면적을 줄일 경우 광축정렬의 어려움 및 통과 후 발생하는 큰 각도로 인해 추가적인 집속렌즈의 사용이 필요함
패널 (Lcos)	PBS의 편광코팅의 각도 민감도로 인한 효율편차가 심함 그로 인해 PBS 코팅면으로의 입사각을 최대한 줄여야 함 입사각이 클수록 투사렌즈의 Fno를 낮추어야 하는 어려움이 발생
패널 (DLP)	- 미세반사거울에서 OFF조건 시 발생하는 빛이 투사렌즈로 입사되어 플레어를 유발하지 않도록 하는 구조해석(TIR 프리즘 사용 시) - 단순 미러 사용 시 광축정렬에 신경을 써야 함 (최근 미세거울의 배치를 수정하여 입사되어야 하는 광경로가 수평배치로 개선(기존 대각방향)되어 적용이 더 쉬워짐)
투사렌즈	- LED 사용 시(Fno 1.8~2.4이하) - LASER 사용 시(Fno 3.2이상)

표4. 피코프로젝터 광학엔진 설계시 고려사항

5. 결론

아직은 시장 진입단계인 피코프로젝터 시장에서 높은 광효율로 삼성, 옴토마 등의 대기업 주도로 LED와 DLP를 사용한 제품이 주류를 이루고 있다. 이에 중국 및 대만 등의 중소기업이 저가를 무기로 하여 LED와 Lcos를 사용한 제품을 속속 출시하고 있다. 일반적으로 프로젝터 시장이 광량으로 가격이 결정되는 구조를 가지고 있어 이 두 개의 제품군이 프리미엄급과 저가형으로 나누어지고 있다. 이에 Lcos에 레이저를 사용하여 광효율을 높인 제품의 개발 및 생산이 이루어지고 있으며 당분간은 LED 광원에 DLP를 사용한 프리미엄급과 Lcos를 사용한 저가형으로 양분되어 시장이 형성될 것으로 예상된다. 레이저의 가격 경쟁력이 확보되고 스펙클 현상이 해소될 경우 추후 시장은 LED & DLP 제품에 LASER & Lcos이 도전하는 형국이 구현될 것으로 예상된다.

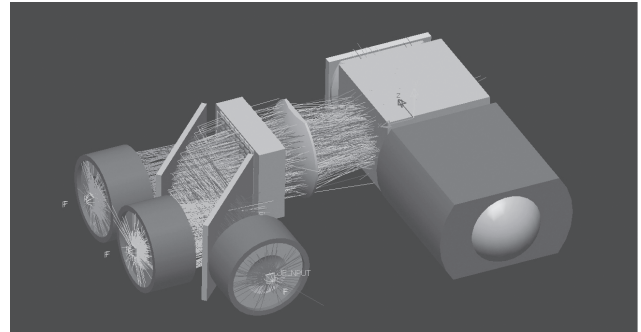


그림8. LED 피코프로젝터의 설계 : 약 8cc

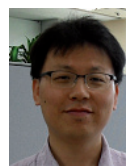
구분	LED	LASER
DLP	- 높은 광효율 (약15~20%) - 중간 가격 (패널▲광원▽)	- 높은 광효율 (약30~35%) - 높은 가격 (패널▲광원▲)
Lcos	- 낮은 광효율 (약5~10%) - 낮은 가격 (패널▽광원▽)	- 높은 광효율 (약20~25%) - 중간 가격 (패널▽광원▲)

표5. 광원과 영상소재에 따른비교



이동진

한국항공대학교 기계설계학과 및 한국산업기술대학교 광메카트로닉스학과를 졸업하고 금호전기 및 일진디스플레이, 인트로메딕 등에서 광학설계를 담당하였다. 현재 (주)엔투에이에서 피코프로젝터 및 터치스크린 광학모듈 등 다양한 광학제품의 설계 및 개발을 담당하고 있다.



김성우

삼성테크윈 카메라 개발팀과 파워옵틱스 광학연구소에서 디지털 카메라 및 휴대폰용 줌렌즈 설계와 개발을 했으며 현재는 (주)엔투에이에서 연구소장을 맡고 있다.

창립 10주년 기념 입체 제품 출시 임박

- 방수용 입체 카메라 렌즈, 복강경 입체 카메라, 입체 현미경, 미니 입체 프로젝터

주)프로옵틱스, www.prooptics.co.kr, 031-635-9732, prooptics@prooptics.co.kr

* 연혁

- 00년 : 프로옵틱스 설립
- 08년 : 주)프로옵틱스 법인 설립
- 10년 : 주)프로옵틱스 벤처기업 인증
- 10년 : 제 2사옥 준공
- 11년 : 주)프로옵틱스 기업부설연구소 인정

* 사업분야

- 광학설계 제작
- 무편심 조립 기술을 이용한 초정밀 광축조정
- Line CCD용 AOI렌즈(고정초점, 줌렌즈)
- Water 검사용 광학계
- PCB, LCD 노광렌즈
- 마스크리스 노광렌즈
- Anomorphc 노광렌즈
- 입체 카메라, 입체프로젝터, 입체현미경, 입체내시경
- 지문인식 렌즈
- 내방사선 감시렌즈

* 특허 등록 7건

- (10-0636505) Line CCD를 이용하는 검사용 광학계용 조명장치
- (10-0760214) 웨이퍼 검사용 광학계
- (10-0786677) 무손실 광로 결합장치를 이용한 입체영상 촬영용 스테레오 줌렌즈계
- (10-0817881) 입체영상 촬영렌즈계
- 3-DIMENSIONAL PHOTOGRAPHIC LENS SYSTEM (중국)
- (10-0919027) 무편심 렌즈부품의 제조방법 및 이에 의해 제조된 렌즈부품
- (10-0952158) 마스크 리스노광장치용 마이크로 프리즘 어레이

* 특허 출원중 14건

- 마스크 리스노광장치용 마이크로 미러 어레이 : 2건
- 입체영상 투사 광엔진 : 3건
- 입체영상 촬영렌즈계 : 1건
- 3-DIMENSIONAL PHOTOGRAPHIC LENS SYSTEM (미국, 일본)
- 유리 기판의 불균일도 측정 장치
- 입체 내시경 광학계 및 조명계 : 3건
- 집광향상 기능을 갖는 LED 조명광학계
- 링렌즈 가공 및 조립 방법 : 2건

고해상력시대에 아직도 범용렌즈를 사용하고 계십니까?

Pro Optics의 맞춤형렌즈는 귀사의 장비 성능을 한층 높여줄 것입니다.