

Projector용 투사 렌즈의 기술 동향과 최근의 광학 설계

글/아사쿠라 요시노부(NITTOH KOGAKU 주식회사 이사 개발본부장)

Projector의 소형화·경량화·저가격화가 진행됨에 따라 개인의 구입이 증가하고, 비즈니스용도와는 다른 시장이 확대되고 있는 것이 최근 경향이다. 또한 고정밀 TV로서 큰 주목을 받고 있으며 Projector의 주요 부품인 투사 렌즈의 역할은 점점 중요해지고 있다는 것은 분명하다. 투사 렌즈는 지난 10년 사이에 광학의 기본은 유지해오면서 큰 진보를 이루었지만, 점점 복잡해지는 시장 요구에 따르기 위하여 새로운 광학계의 개발이나 몇 가지 괄목할만한 발전이 이루어지지 않으면 안 된다. 이를 위해서는 광학의 기본으로 돌아가서 광학계를 재검토하는 것과 계속적으로 기술을 추구하는 것이 중요하다.

〈출처: 광기술 CONTACT 9월호(통권 502호)〉

1. 서론

Projector의 개발이 시작된 지 20년이 경과하였다. 그리고 Data Projector가 시장에 인식된 지 10년, 당초 그 밝기나 해상력은 결코 충분하지 않았지만 현재에 이르러서는 그 성능이 비약적으로 향상되었다. 동시에 소형화·저가격화로 다방면의 변화도 급격하게 진행되고 있다.

최근에는 High-definition TV 방송을 쉽게 볼 수 있는 슬림형 TV로서 Rear Projection 방식에 의한 TV도 주목을 모아 시장을 떠들썩하게 하고 있고, High Projector의 시장 규모는 1996년에 약 36만대였던 것이 2004년에 Front Projector가 약 370만대, Rear Projector가 약 193만대로 합계 15배 이상이나 확대되었다.¹⁾

표시체인 Micro device는 이 20년(실제로는 10년?) 사이에 LCD에 이어 DMD, LCOS로 개발되어 왔다. 이에 맞는 투사 렌

즈도 개발되어, 결상 성능의 향상뿐 아니라 대구경화, 또는 소형·경량화, 게다가 저비용화로 커다란 진보를 해왔다.

본 고에서는 Projector의 주요 부품 중 하나인 투사 렌즈의 기술 동향을 소개하여 최근의 광학설계와 주목 받고 있는 광학계에 대해서 서술하겠다.

2. LCD용 투사 렌즈와 기술 동향

그림 1은 1985년에 설계한 1.3" LCD용 투사 렌즈의 구성을 나타낸다. 다이크로익 프리즘(Dichroic Prism)을 사용한 3-LCD 방식에서 텔레센트릭(Telecentric) 광학계로 되어 있다. 아마 이 렌즈가 시장에 나온 최초의 투사 렌즈일 것으로 생각된다. LCD Projector는 1.3" LCD에서 High-end용으로 1.8" LCD로 대형화, 그리고 소형·경량 및 Low cost용으로 0.5" 이하의 소형 LCD도 개발되어 왔으며, Device의 사이즈나 화소수의 변화에 따라 투사 렌즈도 여러 가지 변화와 성장을 이루어 왔다.

그림 2는 1994년 당시에 탑재된 Zoom 렌즈를 나타낸다. 또한 그림 3은 최근의 소형·경량화를 목표로 한 Zoom 렌즈의 예를 나타낸다.

이 10년간의 기술 동향으로서 다음 항목을 들 수 있다.

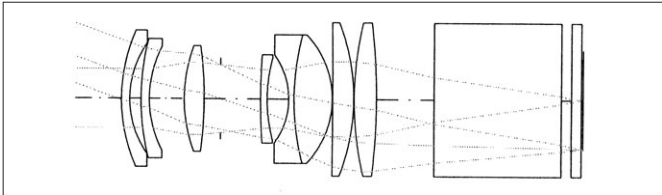


그림 1. 1985년 설계된 광학 광학 시스템 구성
f=41mm/FNo.2.2

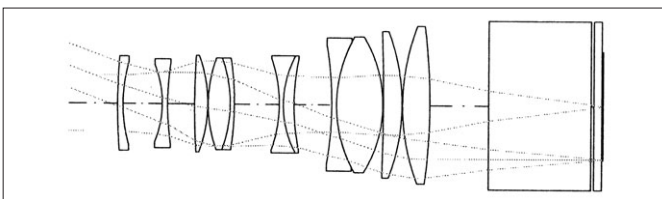


그림 2. 1994년 설계된 광학 광학 시스템 구성
f=55-77mm/FNo.2.4-2.9

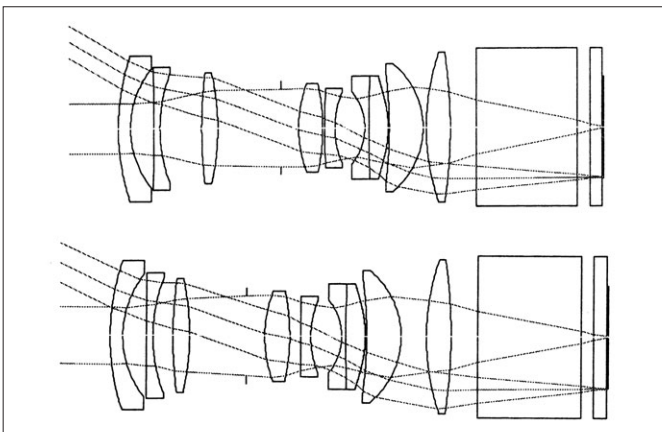


그림 3. 최근 소형·경량화된 Zoom 렌즈의 예

- ① 고화소화로의 대응 : VGA⇒SVGA⇒XGA⇒SXGA +로 Device의 고화소화에 따라 고해상도와 배율 색수차의 감소가 요구되고 있다.
- ② 고휘도화로의 대응 : 당초 300 ANSI 루멘 정도의 밝기였지만 현재는 10배 이상의 밝기가 되었다. 이의 배경은 투사 렌즈의 F값이 당초 F2.4~2.8 정도였지만 현재는 F2.0 이하가 주류가 되어, 대구경화에 의해 발생하는 플레어의 보정이 포인트라는 것이다.
- ③ 왜곡수차의 감소 : 당초 2% 정도까지의 광학 왜곡이 허용되었지만, 시장 요구에 따라 1%이내로 억제하도록 되었다.
- ④ 광각화로의 대응 : 투사 거리 2.4m에서 60"의 스크린 사이즈가 표준이었지만, 2m에서 60", 혹은 그 이상으로 광각화가 진행되어 왔다. 광각화에 의해 보다 확대되는 왜곡수차나 배율 색수차, 비점수차의 보정이 포인트이다.

투사 렌즈는 상기 기술 동향에 대응하기 위해 렌즈 타입이나 파워 배분의 재검토, 새로운 Zoom 구성의 확립, 비구면 렌즈의 채용 등에 의해 새로운 개발이 이루어져 시장의 요구에 대응해왔다.

3. DLP(DMD)용 투사 렌즈

그림 4는 초기의 DLP용 Zoom 렌즈의 예를 나타낸다.

자세한 DMD는 전문 자료를 참조하면 알겠지만, DLP도 LCD와 같이 Device의 소형화나 고휘도화, 고정밀화로 전개되어 이에 대응하는 투사 렌즈의 개발도 빈번이 이루어져왔다. DLP는 통상 1-DMD 방식이 채용되어 있어 이에 맞게 조명과학계도 복수의 방식이 제안되고 있다. DMD의 특성상, 투사 렌즈의 F값은 통상 2.4 이상이 되고, 또한 Non-telecentric 광학계의 채용에 의해 후군 렌즈경을 작게 할 수 있다. 이것은 코마 플레어의 보정이나 배율 색수차, 왜곡수차의 보정에 유리하고, 렌즈 소자의 삭감을 도모할 수가 있게 된다.

그림 5는 최근의 소형 투사 렌즈의 예를 나타낸다. DLP Projector의 특징으로서 그림과 같이 매우 컴팩트한 렌즈가 가능하며, 소형·경량화에 유리하다.

4. LCOS용 투사 렌즈

LCOS의 특징에 대해서도 전문 자료를 살펴보면 알겠지만, LCOS는 DMD와 같이 반사식 Device이며, 통상 3Device 방식으로 사용된다는 점에서 조명계가 다소 복잡하다. 광학계에서는 투사 렌즈와 Device 사이에 두꺼운 프리즘이 삽입되어 Back focus가 길고, 또한 Telecentric 광학계가 요구된다. 즉, 스크린측에 부렌즈, Device 측에 강한 파워를 가진 정렌즈의 배치가 필요하다. 즉, 코마 플레어, 배율 색수

차, 그리고 왜곡수차가 발생하기 쉬워 이러한 보정을 위해 앞에 기술한 투사 렌즈보다도 다소 복잡한 광학계로 되어 있다.

5. Rear Projection TV용 투사 렌즈

작년보다 Rear Projection 방식에 의한 TV가 주목을 받고 있다. 이것은 Micro-device의 고화소화에 의해 PDP나 직시형 LCD-TV와 비교하여, 싼 가격에 High definition TV의 실현이 가능하기 때문이다. 투사 렌즈는 고정 초점 렌즈라도 상관 없지만, 캐비닛의 슬림화가 요구되고 있으므로 가능한 한 투사거리가 짧은 광각렌즈가 요구되고 있다. 또한 Front projector와 비교해서 보다 작은 왜곡수차나, 높은 주변 광량비가 요구된다. 그리고 DVD를 접속하여 영화감상용으로 사용된다는 점에서 높은 콘트라스트도 필요조건이 된다.²⁾

그림 6은 전형적인 광학계를 나타낸다. 광각 렌즈이기 때문에 왜곡수차, 상면만곡 등의 보정이 어렵고, 통상 스크린에 가까운 곳에 플라스틱 비구면 렌즈를 배치하여 이것을 보정하고 있다. 또한 면각이 커짐에 따라 배울 색수차도 증가하여 초저분산 유리나 이상분산 유리를 조합시켜 보정하고 있다. 최근에는 Mitsubishi전기의 비구면 거울을 사용한 광학계나, InFocus의 2단 광학계에 의한 초광각 렌즈가 제안되고 있어 PDP나 직시형 LCD와 비슷한 슬림형 디스플레이도 실현되고 있다.³⁾

이러한 경향은 이후 한층 진행될 것으로 예상되고 있으며, 이에 따라 투사 렌즈에 요구되는 사양은 점점 어려워질 것으로 생각된다.

6. 결론

소형·경량화 그리고 저가격화가 진행됨에 따라 개인의 구입이 증가하고, 비즈니스용

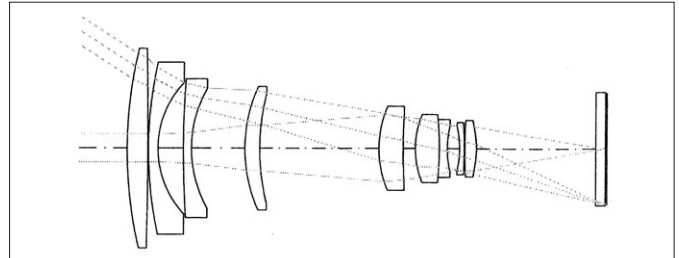


그림 4. 초기의 DLP용 Zoom 렌즈의 예

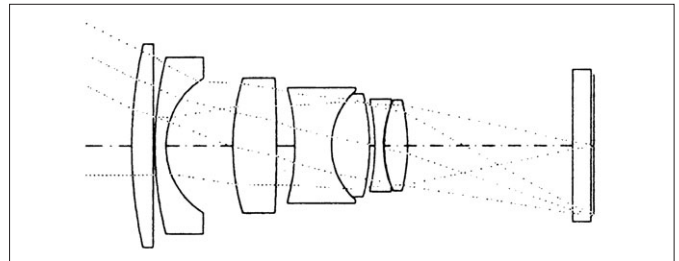


그림 5. 최근의 소형 투사 렌즈의 예

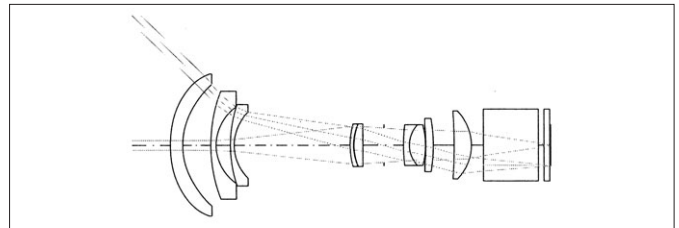


그림 6. 전형적인 광학계의 예

도와는 다른 시장이 확대되고 있다는 것도 최근의 경향이다. 또한 고정밀 TV로서 큰 주목을 받고 있으며 Projector의 주요 부품인 투사 렌즈의 역할은 점점 중요해지고 있다는 것은 분명하다. 투사 렌즈는 지난 10년 사이에 광학의 기본은 유지해오면서 큰 진보를 이루었지만, 점점 복잡해지는 시장 요구에 따르기 위하여 새로운 광학계의 개발이나 몇 가지 괄목할만한 발전이 이루어지지 않으면 안 된다. 이를 위해서는 광학의 기본으로 돌아가서 광학계를 재검토하는 것과 계속적으로 기술을 추구하는 것이 중요하다고 생각한다.

참고문헌

1. Key Devices for Projection Display (주)테크노시스템 리서치
2. FPD International 세미나 2004
3. SID 2005 Technical Papers