

3투사렌즈방식 LCD 프로젝션 TV의 엔진 냉각에 관한 연구

김철환[†]·조여욱^{*}

A study on the cooling method for LCD projection TV with 3 projection lens

Chul-Hwan Kim, Yeo-Uk Joe

Key Words: 3 Lens, Cooling(냉각), Display(디스플레이), Duct(덕트), Projection TV

Abstract

We have developed new rear LCD Projection TV engine with 3 projection lens. It has high brightness and contrast ratio, however poor cooling conditions. If optical components close to light source, optical components are damaged on high temperature, especially the blue among RGB colors is weakest by heat. In this study, a new enhanced cooling method of LCD projection TV with 3 lens is shown: the best suited design of duct and relations between LCD panel and polarizer lifetime with changed area of duct.

기호설명

E : 에너지 k : 플랑크상수
f : 진동수 c : 빛의 속도
 λ : 빛의 파장
K : 볼츠만 상수(8.6171×10^{-5})
T : 켈빈 절대온도(섭씨온도+273.16)

1. 서 론

HDTV의 소비자 선호도가 증가함에 따라 점차 프로젝션 TV(Projection TV-이하 PTV)의 수요가 늘고 있다. 현재 시중에 선보이고 있는 PTV의 종류를 크게 3가지로 나누자면 TV화면 구현방식에 따라 플라즈마 TV, LCD TV, Rear 프로젝션TV로 나누며, 그중 Rear 프로젝션 TV에 사용되

는 엔진의 경우 투사방식에 따라 LCOS, DLP, 그리고 3개의 LCD 패널과 프리즘을 사용한 3패널 방식(이하 프리즘방식)으로 나뉘게 된다.

본 연구에 사용된 엔진은 LCD Rear 프로젝션 방식을 취하고 있으나 기존에 사용되던 Red, Green, Blue 순서(광원에서 LCD 패널까지 거리-Red 컬러가 광원에서 제일 가까움)의 프리즘방식을 탈피, 프리즘을 사용하지 않고 Blue, Green, Red 순서의 3패널 3투사렌즈식(이하 3렌즈식)Rear 프로젝션TV용 엔진을 사용하였다.

3렌즈식 PTV엔진은 Blue, Green, Red 각각의 컬러에 투사렌즈를 1:1로 겹쳐놓은 방식으로 Blue 컬러가 맨 앞단에 위치하여 색온도가 올라가는 장점을 가졌으나, 높은 열에너지로 광학부품이 열화 되어지는 단점이 있다. 그래서 본 연구는 빛의 삼원색 중 열적 에너지가 가장 큰 Blue 컬러의 경로를 짧게 가져감으로써 발생하는 현상을 파악·분석하고, 최적의 유로를 가지는 덕트를 설계하여 3렌즈식 PTV의 냉각에 적용, LCD 패널 및 편광필름의 수명과의 상관관계를 알아보았다.

[†] 일진다이아몬드 디스플레이사업부

E-mail : chulhwan.kim@iljin.co.kr

TEL : (031)230-3576 FAX : (031)230-3624

* 영진전문대학 컴퓨터응용기계계열

2. 시스템의 구성과 장. 단점

2.1 시스템의 구성

3렌즈 방식을 이용한 LCD 프로젝션 TV의 구성은 Fig. 1에서 보는 것 과 같이 그 구성이 프리즘 방식과 유사한 부분이 많으나 프리즘을 사용하지 않는 점, 3개의 투사렌즈를 사용한다는 점에서 그 독창성 및 특징을 찾아 볼 수 있다.

3렌즈 방식의 구성은 광원부, mirror에 의해 빛의 3원색이 나타나게 되는 엔진 베이스부, 각종 Filter 및 Film류 그리고 LCD 패널이 밀집되어 있는 프로젝션 모듈부, 회로부, 그리고 마지막으로 덕트로 나눌 수 있다.

2.2 System의 장. 단점

우리가 눈으로 볼 수 있는 가시광선의 영역은 400-750 μm 이다. 여기서 Blue 컬러의 파장은 일반적으로 465-482 μm 에 해당한다. Blue 컬러는 파장이 짧기 때문에 경로가 길어질수록 산란정도가 심해져 그 특유의 파장을 가지기 어렵다. 하지만 광자 한개 당 갖는 에너지는

$$E = k \times f \quad (2-1)$$

$$f = c / \lambda \quad (2-2)$$

으로 에너지는 빛 파장의 역수에 비례하게 된다. 따라서 빛이 가지고 있는 에너지가 열에너지로 변하는 것이기 때문에 파장이 작을수록 열에너지도 커지게 되는 것이다.

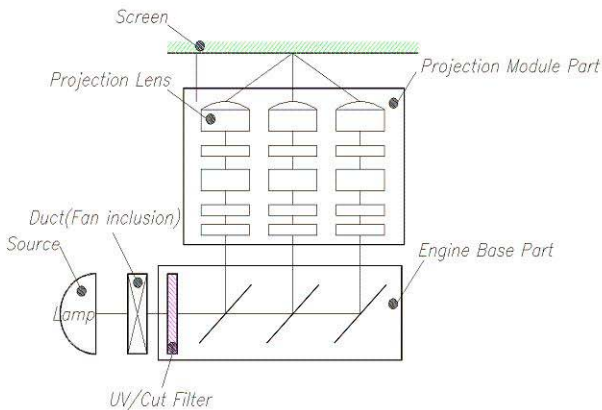


Fig. 1 System Configuration

3렌즈 방식은 Blue 컬러를 맨 앞단에 위치시켜 높은 색온도를 가지는 장점이 있는 반면 경로를 짧게 가져가 LCD 패널등 광학부품의 냉각을 불리하게 만드는 단점을 가지고 있다. 그래서 냉각설계가 시스템의 성능을 좌우하게 된다.

2.3 광학부품의 온도별 특성

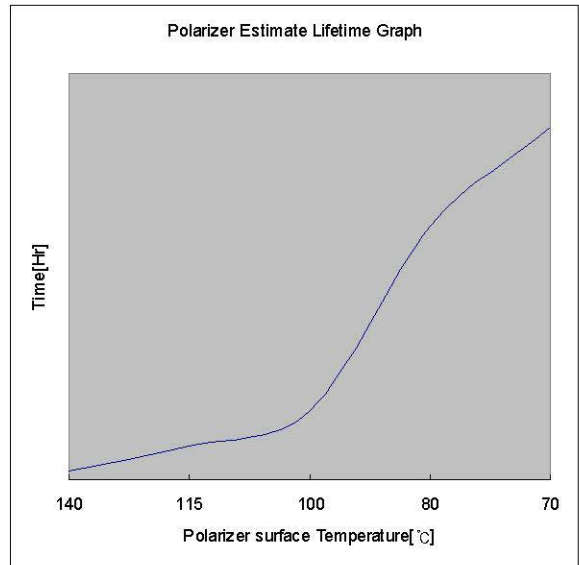


Fig. 2 Polarizer(Blue-Incoming)lifetime graph

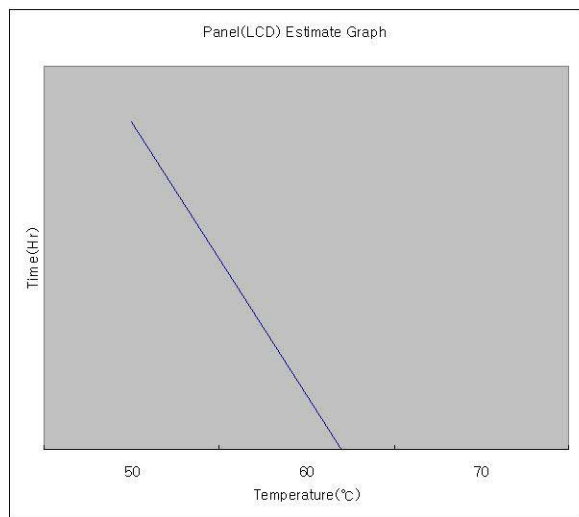


Fig. 3 LCD panel lifetime graph

Fig. 2는 편광필름에 대한 수명 예측 선도이며 Fig. 3은 LCD 패널의 온도에 따른 수명의 변화를 그래프로 나타낸 것으로, 위의 그래프에서 알 수 있듯이 프로젝션 TV에 사용되는 편광필름 및

LCD 패널의 수명에는 온도가 중요한 요소임을 알 수 있다.

그래프에 대한 수명 예측은

$$x = Aexp\left(-\frac{E}{KT}\right) \quad (2-3)$$

아레니우스(Arrhenius)식을 이용하였다.

Table 1 Flow R. G. B = 1:1:1

color \ Part	Blue	Green	Red
Polarizer	Spec Out	Spec Out	Spec In
LCD	Spec Out	Spec In	Spec In
CR Film	Spec Out	Spec Out	Spec In

2.4 냉각설계

각 광학부품은 동작 중 열에 의해 그 수명 및 특성이 수시로 변경될 정도로 매우 예민한 재질로 이루어져 있다. Table 1에서는 각각의 프로젝션 모듈부에 Blue, Green, Red 컬러에 각각 1:1:1의 유량을 통과시켰을 경우 그 온도 분포를 Spec In, Out 으로만 표시 하였다. Table 1에서 보는 것과 같이 열적 에너지가 높은 Blue 컬러를 투과하는 부품은 모두 Spec Out인 것을 알 수 있다.

이를 해결하고 쉬운 금형구조와 기타 회로부 등의 냉각을 동시에 고려하여 램프위에 블로우를 위치하고, 컬러별로 유량을 달리하는 덕트를 설계하였다.

2.4.1 덕트 상세설계

시스템의 필요 유량을 계산하고 냉각열량 예측하였고, 시스템의 소음 등을 추가로 고려하여 덕트 및 팬 부착위치를 선정하였다. 이를 통해 덕트 유로구조의 최적화를 시도하고자 하였으며, 그 중 가장 큰 인자가 유량이므로 덕트 단면적을 변수로 하여 최적 조건을 찾을 수 있었다.

Fig. 6은 새로이 개발되어지는 3렌즈식 프로젝션 TV 엔진 중 프로젝션 모듈부를 나타내고 있다. 그림에서 볼 수 있듯 프로젝션 모듈부는 그 간격이 유량이 통과하기 힘들 정도로 좁고 많은 광학부품

들이 배치되어 있어 냉각의 효율성이 떨어지는 한편 Blue 컬러는 그 효율이 극히 떨어진다.

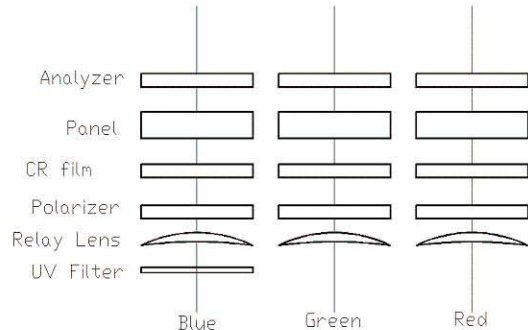


Fig. 6 The Detail of the projection Module

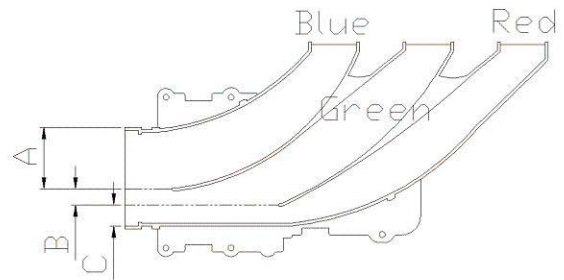


Fig. 7 Duct Drawing

Fig. 7은 설계되어지는 덕트 구조로서 덕트의 높이는 일정하게 유지하고, 각 컬러에 유입되는 풍량을 제어하기 위해 A(Blue), B(Green), C(Red)의 높이(단면적)만 변화시키는 방식을 택하였다.

3. 결과

3.1 실험장치

금번 연구에 사용된 광원은 UHP 120W Lamp로서 LCD 패널을 사용하는 프로젝션 TV의 경우 빛을 제공하는 광원이 필요하다. 광원으로부터 발생된 빛은 Dichroic Mirror에 의해 파장 대역별로 분리되어 Blue, Green, Red의 기본색을 발생한다.

3.1.1 측정범위 설정

3렌즈 방식은 광원이 Dichroic mirror를 통과, Condenser lens, Relay lens에 의해 집광된 후 총 3

개의 편광체, 1개의 LCD 패널을 지나 투사렌즈에 도달하게 되는데, Condenser lens(집광렌즈) 이전까지 UV/IR filter를 제외하고 모든 재질이 Glass류 이기 때문에 광원에 의한 부품의 변화가 없다고 가정하고 테스트를 실시하였고, 광 프로파일을 받아 온도가 제일 높은 한점을 테스트에 이용하였다. 측정범위는 열에 의해 가장 영향을 많이 받고 변형 가능성이 큰 프로젝션 모듈부에 한정을 하였다.

3.1.2 계측기 및 사용기자재

온도레코더는 Grant사 Squirrel View, Thermocouple은 -200~+200℃측정이 가능한 K타입을 사용하였고, 실험에 사용된 블로워의 사양은 Table 2와 같으며, Fig. 8은 3렌즈식 프로젝션 TV 엔진으로서 테스트 장면 모습이다.

Table 2 Blower Fan Specification

Operating Voltage	Speed	Max Air Flow	Max Static Pressure
8-12V	1800RPM	22.2 CFM	100 Pa

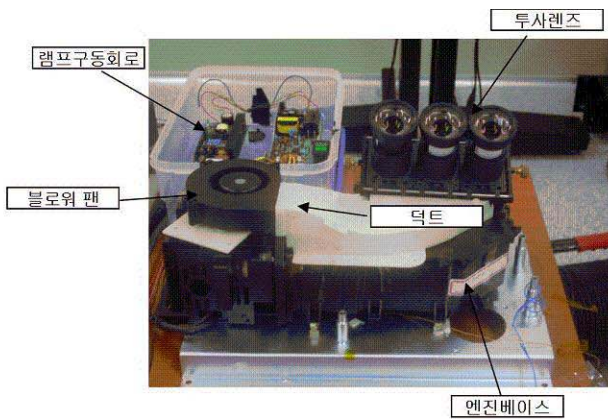


fig. 8 Engine and Experiment

3.2 실험

3.2.1 실험방법 설정

Table 1의 자료를 토대로 Blue 컬러를 통과하는 편광필름 및 LCD 패널의 온도가 높다는 것을 확인, 이를 토대로 Table 2와 같이 실험의 횟수와 방법을 설정하여 덕트의 구조를 변경하면서 최적점을 찾았다.

Table 3 Temperature Test of duct area

rate of area		A(Blue)	B(Green)	C(Red)
Type	a	1	1	1
	b	2	2	1
	c	3	1	1
	d	3	2	1
	e	3	3	1

아래 그래프 Fig. 9와 Fig. 10은 Table 2를 기준으로 실험한 결과를 나타내고 있다.

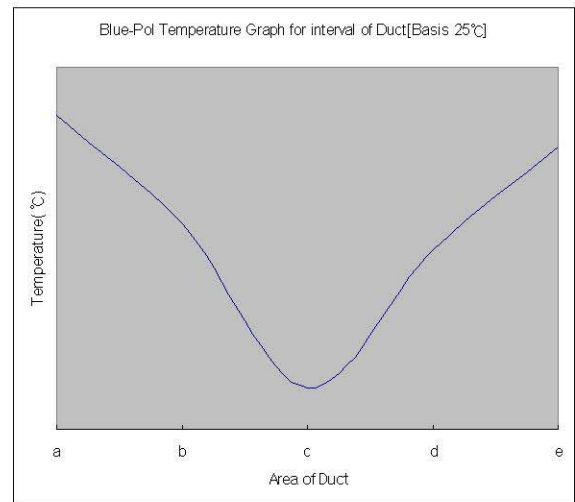


Fig. 9 Blue Polarizer vs. Area

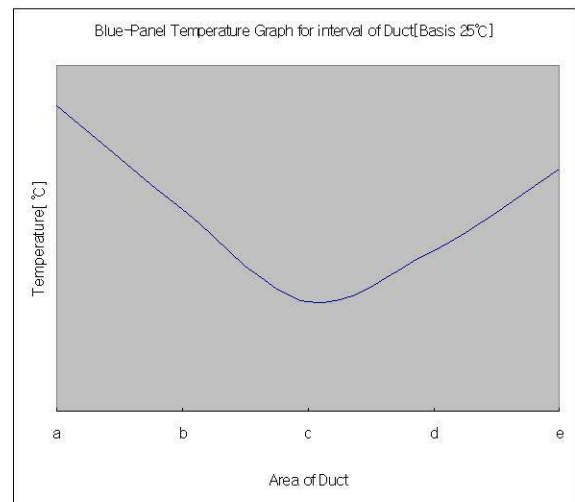


fig. 10 Blue LCD panel vs. Area

3.3 실험결과

Fig. 9는 Blue 컬러 Polarizer의 덕트 간격에 따른 온도변화, Fig. 10은 LCD 패널의 온도변화 그래프로 보여주고 있다. Fig. 9과 10에서 볼 수 있듯이 이 실험을 통하여 각각의 컬러에 유입되는 유량을 덕트의 단면적을 조정함으로써 편광필름과 LCD 패널의 냉각 최적 조건을 가진 덕트 구조를 찾을 수 있었다.

또한 각 부품이 요구하는 온도 Specification을 만족함으로써 기본 수명을 향상시킬 수 있는 발판을 마련하였다.

4. 결 론

프로젝션 TV 엔진에서 빛의 삼원색중 열적 에너지가 가장 큰 Blue 컬러의 경로를 짧게 가져감으로써 발생하는 현상을 분석하였다. 이를 바탕으로 최적의 유로를 가지는 덕트를 설계하여 3렌즈식 프로젝션 TV의 냉각에 적용하였고, 이에 따른 LCD 패널 및 편광필름 수명과의 상관관계를 알아보았다.

덕트의 유로 구조에 의해 LCD 패널과 편광 필름류의 수명을 동시에 고려한 가장 이상적인 냉각 포인트를 찾을 수 있었다. 향후 수명을 연장하기 위한 테스트를 진행하고자하며, 프로젝션 모듈부의 최적 위치를 찾고자 한다.

참고문헌

- (1) Edward H. Stupp and Matthew S. Bremsholtz, 1999, Projection Display
- (2) 김찬중, 2001, 길잡이 열전달의 기초
- (3) 강영규, 1982, 신편 열전달
- (4) 차 상목, 윤성록, 조 여옥, 마이크로 디스플레이 디바이스의 가속수명시험에 관한 연구, 2002.
- 5, 한국신뢰성학회 신뢰성응용연구 제2권 제 1호, pp.15-22