

자동차용 LED 전조등의 기술 및 표준화 동향

(The Trend of Technique and Standardization of LED Headlamp for Automobile)

한국조명기술연구소¹

호서대학교²

신상욱*¹ · 임종민¹ · 황명근¹ · 이진우²

Korea Institute of Lighting Technology¹

Hoseo Uni.²

(S-W Shin*¹ · J-M Lim¹ · M-K Hwang¹ and C-W Yi²)

Abstract

In recent years, LED's have been adopted for and ever widening range of applications and numerous examples of the replacement of incandescent and fluorescent light sources due to the dramatic improvements in the efficiency of white LED's can be found. Automotive lighting devices, as with other lighting equipment, should exhibit low power consumption, long lifetime and provide new design opportunities. In this paper, an overview of trends of technology and standardization of LED headlamp were investigated and performed various experiments using LED headlamp

1. 서론

최근 LED(Light Emitted Diode)의 급속한 기술 개발로 다양한 응용분야에서의 폭넓은 활용이 가능하게 되었다. 특히 LED는 1990년대부터 단순한 신호용으로 사용된 이후로 최근에는 정지등(stop lamp)과 주행등(DRL; Daytime Running Lamp)에 접목되어 일반에 보급화가 진행 중에 있으며, 2000년대 초반부터는 자동차 등화장치의 핵심인 전조등 개발이 국내외에서 활발하게 진행되고 있다.

이러한 노력으로 2002년 3월 제네바 모터쇼에서 컨셉카인 토요다의 모델명 「UUUV」에 백색 LED를 'L'자 형태로 장착한 전조등이 최초로 선보였으며, 이후 개최되고 있는 각종 모터쇼에서 다양한 형태로 개발된 전조등이 지속적으로 출품되고 있는 상황이다.¹⁾

초창기의 LED 전조등은 주간주행등과 헤드램프의 Low beam을 구현하는데 국한되었지만, 최근 기술 진보로 High beam에 대한 구현도 가능해져 기존 할로겐이나 HID 전조등을 대체할 만한 LED Chip의 성능 확보에 주력하고 있는 상황이다.

국내의 LED 전조등에 대한 기술 동향으로는 최근 현대자동차를 중심으로 현대모비스와 서울반도체에서 협력을 통해 일부 제품화하였으며, 전조등 전문업체인 SL라이팅(주) 등과 일부 LED 전문제

조 기업들이 LED 전조등의 제품화를 위해 지속적으로 기술개발을 실시하고 있는 것으로 조사되었으나, 현 단계에서 국내에서는 아직 전조등의 광도 기준을 통과하여 출시된 제품은 없는 것으로 조사되었다.

국외의 기술 동향으로는 최근 주요 LED Chip 메이커와 전조등 모듈제조기업에서 자동차 완성업체와의 기술협력을 통해 LED 전조등에 대한 핵심 기술 개발을 완료하고 2008년 이후 일반 소비자들에게 선 보일 것으로 예상되고 있으며, 이후 2015년까지 전체 자동차의 15%까지 보급화 될 것으로 예측되고 있다.^{3,4)}

본 논문에서는 상용화 시점을 앞두고 있는 LED 전조등에 대한 국내외 선도기술 동향과 이를 뒷받침해야 할 국내외 전조등관련 표준기관들의 표준화에 대한 주요 진행 상황을 살펴봄으로서 국내에서 제작사 및 부품업체에서 다양한 형태로 추진되고 있는 LED 전조등 개발에 도움을 주고자 한다.

2. 본론

2.1 자동차용 LED 전조등의 구조

자동차용 LED 전조등의 구조는 기존 전조등에서 사용되는 방법과는 달리 몇 개의 LED 소자와

광학계를 일체화 시킨 모듈로 구성되고 있는 점이 다. LED 전조등은 크게 야간에 도로 주행시 요구되는 광도기준을 맞추기 위한 광학계(projector)와 LED 소자의 내부의 열을 외부로 방출하거나, 엔진룸에서 발생하는 열이 전조등에 영향을 주지 않도록 설계된 방열기로 나누어지고 있다.

그림 1은 최근 일본의 koito 사에서 제작하여 도요타의 렉서스 600h의 low-beam에 적용한 LED 전조등에서의 구조를 나타낸 것이다.

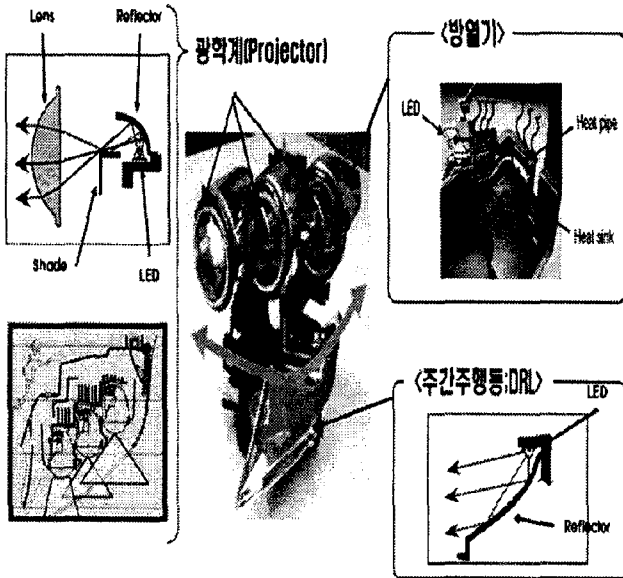


그림 1. LED 전조등의 구조
Fig. 1. Structure of LED Headlamp

기존 광원에 비해 개별 광량이 약한 LED의 경우 각각의 LED 소자에 reflector와 shade, lens 설계 형태를 변경하여 요구되는 광도 기준과 배광을 만족시키게 한다. 상기 그림에서 3개의 LED 소자를 이용하여 독립적 광학계를 설계하였고 좌하의 그림처럼 각각의 배광 폭을 조절하여 요구되는 광도기준을 만족시키고 있다.

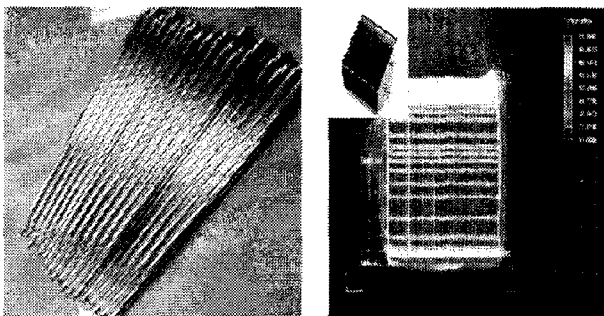


그림 2. Heat pipe (좌) 와 Heat Sink (우)
Fig. 2. Heat pipe (left) and Heat Sink (right)

LED의 경우는 방열에 대한 설계부분이 매우 중

요한 부분을 차지한다. LED 소자는 열에 매우 취약할 뿐만 아니라 발광 효율에도 큰 영향을 미친다. 최근에는 그림 2와 같은 다양한 소재로 제작된 heat pipe와 heat sink를 적절히 이용하여 최적의 방열 구조를 설계하고 있다.

2.2 국내외 LED 소자의 기술 현황

자동차용 전조등에 LED를 사용하기 위해서는 높은 발광 효율과 우수한 신뢰성이 요구되고 있으며, 이러한 LED 소자를 개발하기 위해 많은 Chip 메이커들이 기술 개발을 확대의 나아가고 있는 실정이다. 최근 전조등에 사용되는 LED 소자의 발광 효율의 경우는 대략 30 lm/W로 기존 전조등에 사용되어지는 할로겐램프의 발광 효율인 20 lm/W를 이미 상회하는 성능 수준을 확보하고 있다.

전조등용 LED 소자를 생산하고 있는 주요 기업으로는 Osram(獨)과 Lumileds(美), Nichia(日)가 꼽히고 있다.

Osram 사는 기존 전조등에 사용되는 할로겐램프, HID 램프 기술을 바탕으로 자동차 등화시장에서의 선점을 위해 최근 "O-star"라는 전조등용 전용 LED 소자를 출시하였으며, Lumileds 사는 HP와 Philips의 합작사로 발광효율이 높고 자동차 전조등에 활용이 가능한 "Luxeon"을 출시하였다. Nichia 사의 경우도 GaN LED의 원천특허를 바탕으로 최근 150 lm/W의 소자를 개발하여 양산을 앞두고 있는 상황으로 일본의 전조등 모듈 제작업체와 협력을 통해 본격적인 자동차용 LED 소자시장의 접근을 모색하고 있다.

최근 전조등용 전용 LED 소자를 출시하고 있는 3개사 제품을 표 1에 나타내었다.

표 1. 전조등용 LED 소자의 형태
Table 1. Type of LED Chip for Headlamp

제조사명	Osram	Lumileds	Nichia
Model Name	O-Star	전용 Chip	전용 Chip
Power	14W	10W	10W
Flux	300-400	300-400	300-400
CCT	5600 k	5500 k	4300 k
Tj	145 ℃	185 ℃	150 ℃

표1의 각사 제품은 모두 소자당 10W급으로 광속은 대략 400 lm(550~700mA)을 갖는 것으로 조사되었으며, 소자의 수명은 대략 7,000~10,000시간 정도를 확보 한 것으로 조사되었다.

이러한 전조등에 출시되고 있는 LED 소자의 특징으로는 초창기 전조등에 적용되었던 Single-Chip 형태의 LED 소자를 대신해 높은 광량과 신뢰성을 구현할 수 있는 Multi-Chip 형태의 LED 소자의 사용이 보편화 되고 있는 점이다.

2.2 국내외 LED 전조등 기술개발 현황

현재 개발되고 있는 LED 전조등은 앞에서 살펴 보았던 Chip 메이커와 전조등 전문 모듈제조기업, 자동차 메이커가 서로 협력하여 다양한 디자인의 LED 전조등을 선보이고 있다.

그림 3은 최근 출시 또는 출시 예정된 LED 전조등을 적용한 자동차와 자동차 메이커를 대상으로 기술개발 협력관계를 나타내었다.

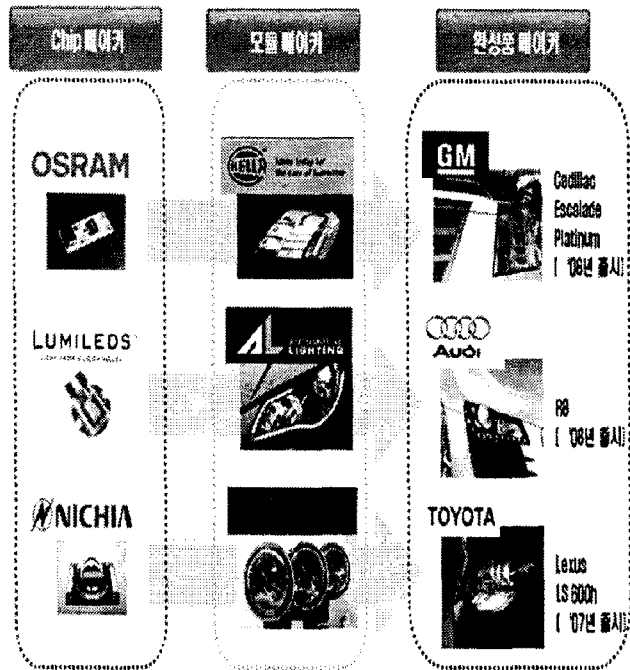


그림 3. LED 전조등 개발 협력관계
Fig. 3. R&D Partnership of LED Headlamp

상기에서 언급된 LED 전조등의 대부분 multi chip 형태로 각 회사별로 디자인 형태 및 구현하는 beam 특징이 뚜렷이 나타나고 있다.

다음 표 2에서는 전조등의 모듈 전문제조업체에서 출시되어 각 완성차 메이커에 장착된 LED 전조등에 대한 비교표를 나타낸 것이다.

표 2. 제조사별 LED 전조등의 특징
Table 2. Feature of manufacture company LED Headlamp

Manufacturer	Hella	Automotive Lighting	Kofco
Type	Full Beam	Full Beam	Low Beam
Feature	Low beam 4개, High beam 3개 총 7개로 각각의 광학구조를 갖는 LED (Osram)로 구성	Low beam 4개, High beam 4개 총 8개의 LED(Lumileds)와 2개의 광학시스템으로 구성 (fan을 통한 강제냉각 방식)	Low beam은 각각의 광학구조를 갖는 3개의 LED(Nichia)와 High beam은 1개의 halogen램프를 사용하는 구조

2.4 국내외 LED 전조등 표준화 동향

국외의 LED 전조등의 표준화 동향으로 아직 초보적 논의 단계가 진행 중에 있다.

국의 자동차용 등화장치의 표준화에 관련된 국제기구로는 국제표준화기구(International Standardization Organization)의 기술위원회(Technical Committee) 22 에서 다루어지고 있다.

이외에도 지역별로 자동차에 관련된 표준기관이 있으며, 표 2에서는 각 표준기관별 LED 전조등에 대한 표준화 동향에 대해서 나타내었다.

표 3. LED 전조등의 표준화 동향
Table 3. Trend of Standardization for LED Headlamp

Organization	ISO	UNECE	SAC
Committee	TC22 SC8	WP 29 GRE	Road Illumination Devices
Headlamp Standard ·규격/et 참조	ISO 10604 등	ECE 1- 등	J 1735 등
LED 헤드램프 표준화 동향	■ LED 헤드램프 표준화 적용 논의 없음	■ LED 헤드램프 적용 논의 진행 ■ GRE meeting 에서 지속적인 적용 논의	■ LED 헤드램프 표준화 적용 논의 없음 ■ 기술개발분야에 대한 관심 높음

최근 국외에서는 가장 활발히 LED 전조등에 대한 표준화 작업이 논의되고 있는 기관으로는 유럽 경제위원회(ECE) 산하 WP29/GRE(등화장치분야)이고 여기서 LED 전조등에 요구되는 광량 등에

LED 전조등에 대한 기술적 적용 검토에 대해 노력이 시도되었고, 이후 2008년도부터 정부의 지원으로 시작된 「LED 표준화 연구」 사업에서 중점적으로 추진되고 있으나, 아직 국내에 활발한 보급화가 이루어지고 있지 않아 장기간 보급화와 표준화에 대한 노력이 필요로 하고 있다.

이 논문은 지식경제부의 “LED 표준화 연구” 사업의 일환으로 추진되었으며 지원기관에 감사를 드립니다.

3. 결론

본 논문에서는 LED 전조등이 2002년도에 처음 제네바 모터쇼에서 선을 보인지 약 6년이 지난 시점에서 최근까지의 LED 전조등의 기술개발 및 표준화 현황에 대해 살펴보았다.

최근 LED 전조등은 아직 기술 구현과 가격적인 측면에서 극히 일부의 고급 자동차를 제외하고는 현재까지 일반 차량용으로 보급화가 활성화되지 않고 있어 자동차관련 표준기관에서도 보급화를 위한 시험, 평가방법이 구체적으로 논의되고 있지 않지만, 최근 고유가시대를 맞이함에 있어서 자동차의 등화장치에서 가장 활발히 기술개발이 이루어지고 있는 시장성이 높은 산업분야가 틀림없는 사실이다.

국외의 경우에는 자동차 메이커를 중심으로 LED chip 메이커와 모듈 전문제조 기업간의 강력한 협력체계를 구축하여 각각의 분야에서 성능 개선이 활발히 이루어지고 있으나, 국내의 경우 LED chip분야의 기술적 취약성으로 아직 만족할 만한 제품 출시가 미루어지고 있는 실정이다.

최근 정부에서도 LED의 보급 활성화를 뒷받침하기 위해 각종 지원사업을 활발히 진행하고 있으며, 특히 2008년도부터 한국광기술원과 한국조명기술연구소에서는 「LED 표준화 연구사업」 추진 중에 있다.

참고 문헌

- [1] 교통안전진흥공단, “자동차 등화장치에 관한 연구”, 1989. 12.
- [2] 강병도 외 2, “LED Headlamp의 국내 적용에 관한 연구”, 한국자동차공학회 전기·전자시스템부문 Symposium, pp. 177~183, 2006
- [3] Christophe, 6th International Symposium on Automotive lighting, “Compared Future Styling Trends for lighting Systems on major Markets”, 2005
- [4] Michael Scholl, 6th International Symposium on Automotive Lighting, “Global Headlamp Application with Dual Filament Bulbs” pp. 618~630, 2005
- [5] Michael Leppy, International LED Seminar, “HB LED Marketing, Technology and Roadmaps”, 2006
- [6] R. Scott Kern, 6th International Symposium on Automotive lighting, “Expanding the Boundaries of White LED Performance”, pp. 181~187, 2005
- [7] 교통안전공단 자동차성능연구소, “LED Headlamp에 대한 신뢰성 연구”, 2006. 3.
- [8] Michael Hamm, 6th International Symposium on Automotive Lighting, “LED Revolution in Headlamp Optics, Mechanics, Thermo-management and Styling”, pp. 128~145
- [9] Max Yue, International LED Seminar 2006, “High Brightness LED for General Lighting”, 2006
- [10] Michael Hamm, SAE 2008 World Congress Automotive Lighting Technology, “Design Claims and Technical Solution Steps Generating the World First Full LED Headlamp”, 2008. 4.
- [11] Tetsuaki Inaba, SAE 2008 World Congress Automotive Lighting Technology, “LED Headlamp Development for Mass Production”, 2008. 4.
- [12] Pierre Albou and Vanesa Sanchez, SAE 2008 World Congress Automotive Lighting Technology, “Reflectors only Modules for AFS Functions using LEDs”, 2008. 4.
- [13] RS C 0047 : 고휘도 발광다이오드.
- [14] SPS-KILT 1091 57-1611 : LED램프, 2006. 12.
- [15] SPS-KILT 1091 46-1242 : 조명용 LED등 기구, 2005. 11.
- [16] SPS-KILT 1091 55-1728 조명용 Power LED드라이버, 2008. 1.
- [17] OE127 : Measurement of LEDs.
- [18] OE 84 : Measurement of Luminous Flux.
- [19] SAE J1889 : LED lighting devices.