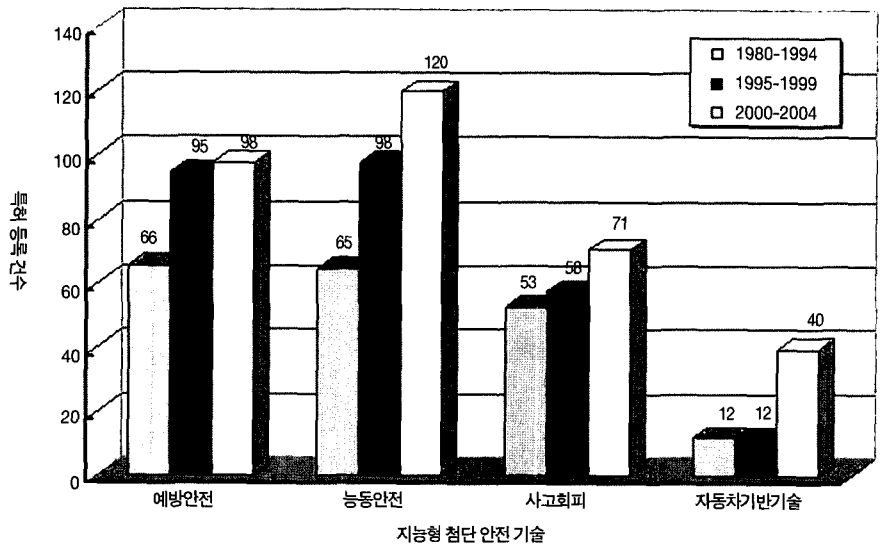
특집

지능형 자동차 조명시스템

변동규(에스엘 기술연구소)

정보통신 기술이 발달하면서 미래형 자동차의 진화 속도도 빨라지고 있다. 미국, 유럽, 일본 등 자동차 선진국은 90년대부터 미래형 자동차 기술의 중요성을 인식하고 적극적인 R&D투자를 통해 기술선점에 나서고 있다. 우리나라도 국가가 주도해 '03년부터 차세대 성장동력산업으로 미래형 자동차 사업을 추진해 핵심기술 개발에 박차를 가하고 있다.

현 단계에서의 미래형 자동차의 큰 추세를 살펴보면 유비쿼터스 환경하에서의 텔레매틱스 기능을 갖춘 자동차, 친환경 자동차(하이브리드 자동차, 수소연료 자동차, 연료전지 자동차), 첨단안전자동차, 사회환경 변화에 의해 파생되는 자동차 등으로 요약할 수 있다.



〈그림 1〉 기술분야별 지능형 첨단 안전 자동차의 미국 특허등록 동향

특히 최근 주목받고 있는 미래형 자동차 기술 중에서 기술발전 및 자동차의 진화를 선도하는 기술은 첨단 안전 기능을 갖춘 지능형 자동차이다. 종래의 수동적인 자동차 안전기술에 최신의 전자, 기계, 제어를 접목한 능동안전 시스템과 정보수집/처리 등을 가능하게 하는 IT 기술이 적용돼 있다. 이는 자동차의 안전 및 운전자 편의를 증진시켜 운전자의 운전부담을 경감시켜 준다. 이러한 지능형 첨단안전 자동차는 센서, 액추에이터, 제어기로 이뤄진 지능화된 하드웨어 기술과 이를 제어할 수 있는 지능화된 소프트웨어 기술 및 고장진단과 오작동에 대처할 수 있는 신뢰성 기술들이 상호유기적으로 결합해 하나의 시스템을 구현함으로써 가능해진다.

국내 지능형 첨단 안전 자동차의 기술별 점유율은 능동안전기술이 44%, 예방안전기술이 35%로서 전체출원의 79%를 차지하고 있다. 미국에 등록된 특허 건에 대한 기술별 점유율을 살펴보면, 능동안전기술과 예방안전기술이 주류를 이루고 있다.

국가별 점유율은 일본이 약 44%, 미국이 약 41%로서 전체 등록특허의 약 85%를 점유하고 있다. 특히, 독일과 일본은 2000년 이후 등록특허 건수가 급격히 증가하고 있는 실정이다.

자동차 조명시스템이 지능형 자동차 기술로 발전되고 있는 상황을 이해하고 향후 자동차조명시스템의 기술개발 방향을 살펴보고자 한다.

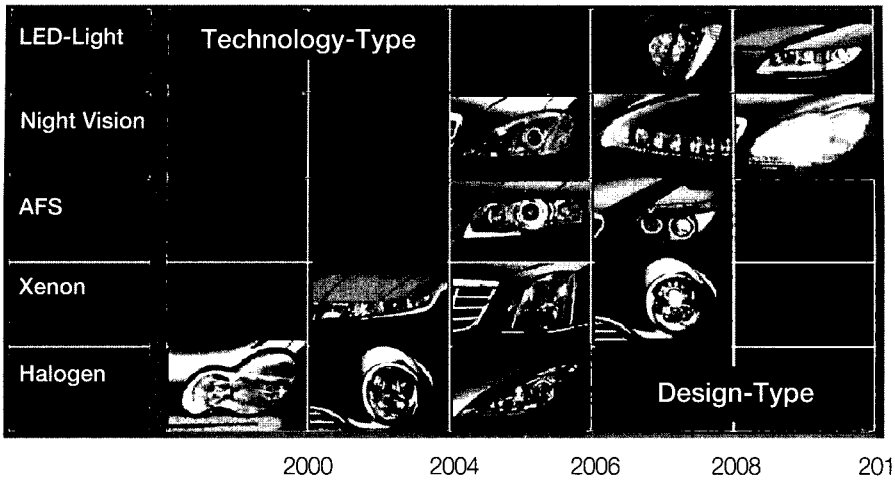
Ⅰ. 차세대 자동차 조명 시스템 (헤드램프) 개발 현황

자동차가 복합 생활공간으로 패러다임이 변화하면서 단순한 운전성능 이외에 보다 편리한 각종 첨단기능의 자동차를 선호하는 소비층이 크게 증가하고 있다.

운전에 필요한 각종 정보를 인식한 자동차가 스스로 판단해 동작하도록 하는 것이 지능형 자동차의 핵심기술이며 이에 따라 예방안전기술을 비롯한 사고 회피, 자율주행, 충돌안전, 피해경감, 통합제어 기술 등 안전성과 편의성, 능동적 차량 기술을 기반으로 한 시스템의 적용, 주행안전성을 극대화시킨 지능형 첨단안전 차량으로 정의할 수 있다.

차세대 자동차의 조명 시스템에 있어서도 유럽의 경우에, 1990년대부터 전문 업체 및 국가 연구 기관과의 조직적인 협조 체제를 통하여 지능형 전조등 시스템인 AFS(Adaptive Front Lighting)의 개발을 추진되어 양산 적용중이고, LED 헤드램프와 기존 HID 램프 시장 확대하고 있으며 BMW, AUDI, M-Benz 등의 고급 차량을 중심으로 적용률이 증가 추세에 있다.

일본경우 2002년 지능형 전조등 시스템인 AFS (Adaptive Front-lighting System) 곡선로 조명 기능을 세계 최초로 LEXUS RX330 차량에 탑재 북미 시장에 출시하였으며, 1991년부터 3단계 15년에 걸쳐 지능형 자동차(ASV, Advanced Safety Vehicle) 기술 개발의 일환으로 차세대 지능형 조명 부품 개발을 수행하고 있으며, 동 기술과 야간 시야 보조 장치인 나이트비젼(Night Vision) 시스템 등을 활용하여 향후 10년 내에 교통사고 사망자 수



〈그림 2〉 지능형 자동차 조명 기술의 발전 로드맵 - 헤드램프

를 획기적으로 줄이고자 하는 계획을 추진하고 있는 상황이다.

미국 또한 세계적인 완성차 업체인 GM, FORD 등을 중심으로 연방 정부 및 자동차부품 업체가 공동으로 첨단 차세대 조명 시스템의 기술 개발 및 표준화 연구가 수행되고 있으며, 미국 내 자동차 부품 산업의 생산 비용 상승으로 인한 수익률 저하 등을 탈피하기 위해, 고 부가가치 기술집약적인 부품기술개발에 주력하고 있으며, 미래자동차 시장의 선점을 위해 국가적인차원에 막대한 투자가 집중되고 있는 상황이다.지능형 조명 장치의 조명 자동변환 기술의 국내외 특허 현황을 보면, 주위 조도, 조향 각도, 차속 등의 차량 주행 환경에 따라 하이빔 자동제어, 하이빔/로우빔 스위칭 등 전조등 제어 기술에서부터 곡선 도로 주행시의 안전성 확보를 위해 주행 환경에 따른 램프 회전 또는 LED 광원의 순차적 점등 등의 방법을 이용하는 코너링과 고정형 측면 램프, 센서에서 입력되는 차량 주행 정보에 따라 복수의 유닛으로 구성된 전조등 모듈 또는 가동형 쉴드 등을 이용하여 복수의 빔 패턴을 구현하는 모듈 관련 기술까지 다양한 형태로 출원되고 있다.

이제 자동차의 조명시스템은 단순히 불만 밝히기 는 것이 아니라 지능형 자동차 기술의 한 영역에서 자리를 차지하고 있다. 램프의 기능과 상황에 따라 빛이 변하는 지능을 가진 제품으로 변하고 있는 것이다.

향후 몇 년 안에 더 정교한 알고리즘과 강건한 제품 설계로 헤드램프는 지능형 제품으로 급속하게 발전할 것 이다.

현재 가속화 되고 있는 미래형 , 지능형 자동차환경에서 조명장치는 더 이상 자동차 스타일을 결정하는 의장제품이 아니라 첨단 전자 기능을 가진 전자제어 장치로써 인식을 해야 한다.

유럽과 일본에 뒤쳐진 자동차 전자 기술에

대한 많은 투자를 통해 국내 자동차 회사와 부품 업체들은 한층 더 기술 개발에 가속화 해야 할 것이다.

1. AFS(Adaptive Front-lighting System)

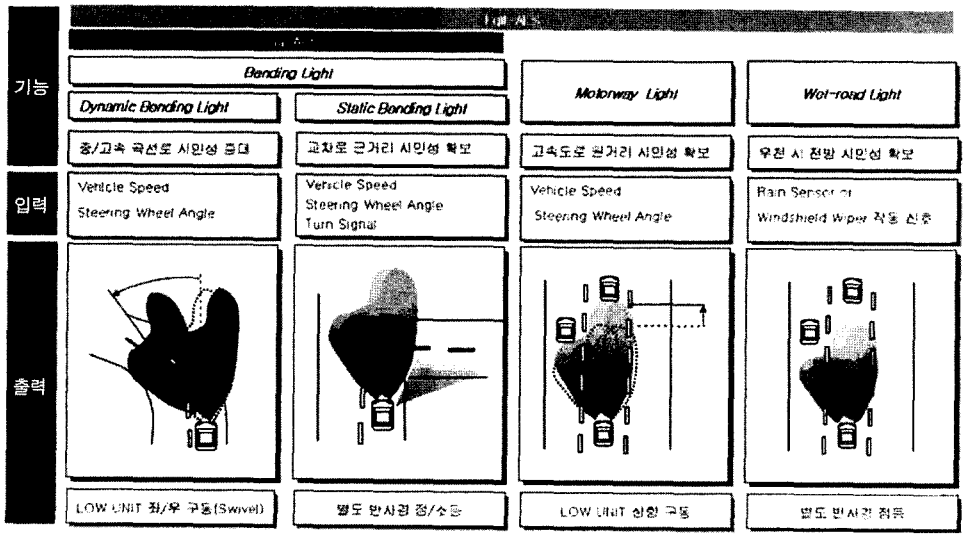
기존의 차량용 헤드램프는 다양하게 변화하는 도로의 상황을 반영하지 못하는 고정된 조명 패턴을 운전자에게 제공하고 있다.

따라서, 차량이 기존보다 원거리의 시야 확보가 필요한 고속주행, 주변 조명이 다른 도로에 비해 상대적으로 밝아 헤드램프의 밝기에 대한 의존도가 상대적으로 떨어지는 도심지 주행, 비나 눈 혹은 젖은 도로의 반사로 인해 대향차의 눈부심이 증가하고, 시야가 감소되는 악천후 시에 주행을 할 때는 운전자가 안전 운전을 할 수 있는 적절한 시야가 확보되지 못한다.

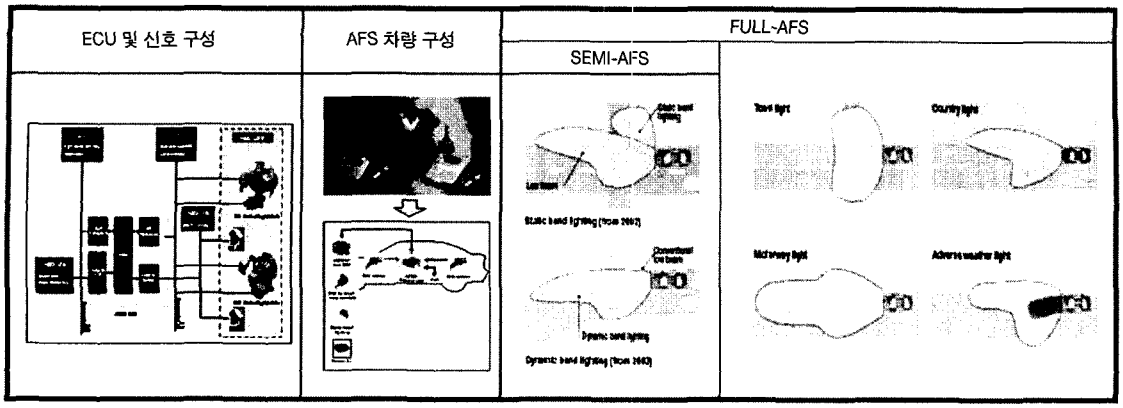
AFS 헤드램프는 기존 고정형 조명패턴에 비하여 다양한 도로상황의 변화에 따라 최적화된 조명 패턴을 제공함으로써, 확대된 시야 확보로 안전 주행에 큰 도움을 주는 AFS 기술이 이미 적용이 되고 있다.

현재 AFS 시스템은 크게 Semi-AFS와 Full-AFS 두가지로 기능이 구분되어 적용이 되고 있다. 먼저 Semi-AFS경우, 곡선로의 주행에 따라 헤드램프 빔을 좌우로 bending하는 기능이 주요기능이며, bending 기능을 포함하며 주행조건에 따라 헤드램프 빔패턴이 자동으로 변화되는 기능이 적용되는 것이 Full-AFS 개념이다. 이 두가지 기능은 곡선로, 교차로, 고속도로, 우천 도로등의 차량 야간 주행시에 운전자의 최적 시인성 확보에 목적이 있다.

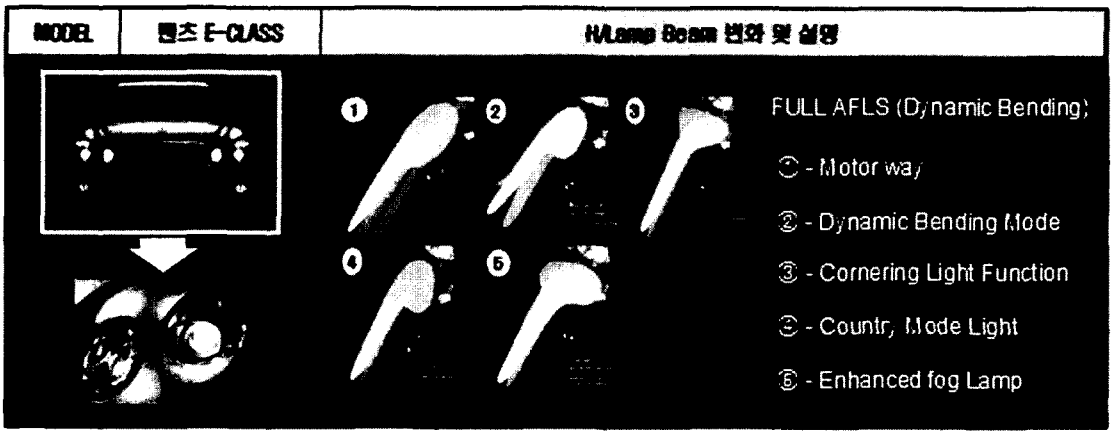
Semi-AFS 경우, 유럽/일본을 중심으로 1985년부터 AFS관련 법규 제정을 위한 Working Group이 형성되어 현재까지 지속적으로 연구가 진행 되고 있으며, Dynamic Bending 및 Static Bending과 같은 기능(Semi-AFS)은 2003



〈그림 3〉 AFS 기능 체계도



〈그림 4〉 Full-AFS 구성 내용



〈그림 5〉 벤츠의 AFS 기능

년에 개정 완료된 상태이다.

Full-AFS 경우는 현재 유럽을 중심으로 고급 차종에 점차 적용율이 높아지고 있는 추세이며, 아직 제정이 되지 않은 Full-AFS 기능은 일부 자동차 Maker의 자국 법규를 적용해서 장착을 하고 있다.

Full-AFS의 기본 개념은 야간 운전시 주변 환경과 운전조건에 대해서 자동으로 헤드램프 빔이 최적의 조건으로 변화한다는 것이다.

차량의 고급화로 많은 sensor 정보들이 장착되며 이 신호는 제어 알고리즘에 의해 빔패턴을 변화시키는 것이다.

Full-AFS의 시스템 기본 내용을 독일 벤츠 E-CLASS에 적용된 내용으로 아래와 같이 구분을 할 수가 있다.

국내 현황은 2007년도 년말쯤에 semi-AFS

가 탑재된 차량이 출시 될 것으로 예상하고 있다. 기존의 외관만을 중시해오던 헤드램프가 회전을 하는 개념이 국내 차량에서도 첫 선을 보이며 지능형 조명장치의 새로운 장을 열 수 있을 것으로 생각된다.

2. LED 헤드램프 개발 동향

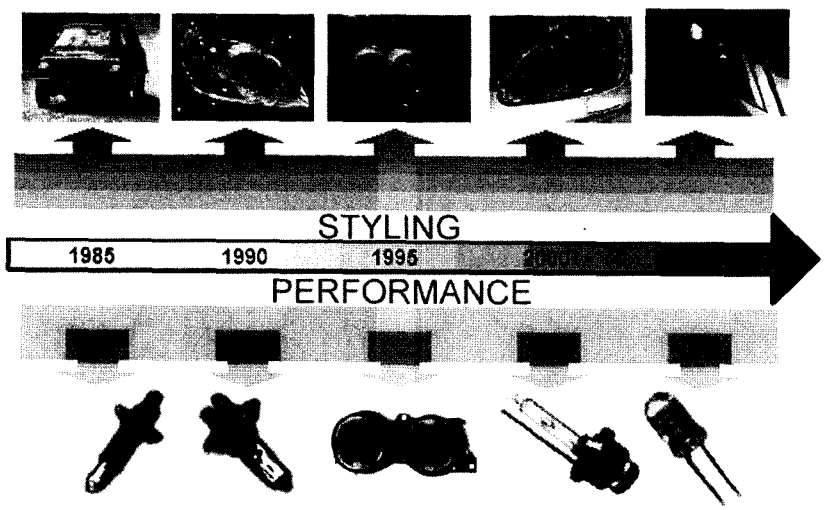
자동차용 LED는 장수명, 슬림사이즈, 빠른 응답성 등의 장점으로 최근 빠른 속도로 차량 내외장 램프로 장착이 되고 있으며, 조명등 중 가장 큰 시장을 형성할 것으로 예상되는 LED 헤드램프는 2007년 올해 최초 적용이 예상되며, 2015년경에는 전체 헤드램프 시장의 10~15%를 차지하게 될 것으로 예측되고 있다.

LED 헤드램프의 본격적인 도입 시기와 시장 규모는 Lumileds와 Osram 등과 같은 LED 제조 업체의 기술 개발 진전 상황에 크게 달라 질 수 있으며, 광량, 가격, 방열 문제가 우선 해결 과제이며, 개발 초기에는 주로 하이브리드 형태인 로우빔은 LED, 하이빔은 Halogen이나 Xenon(HID)을 사용한 헤드램프를 선을 보였으나, 점차 LED를 사용한 헤드램프로 개발하는 경향을 보이고 있다.

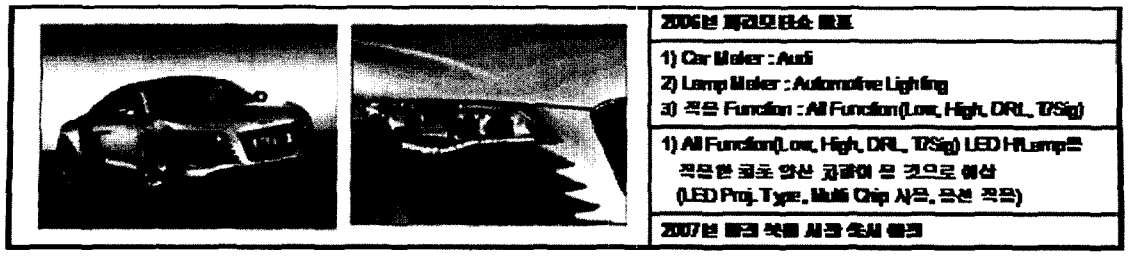
이미 2004년부터 LED DRL(Daytime running light)을 장착한 'Audi A8'을 시작으로, 2007년에는 LED 로우빔을 적용한 'Lexus LS600h'와 전 기능(로우빔, 하이빔, DRL, 방향지시등)에 LED를 적용한 'Audi R8'이 각각 출시될 것으로 예상됨에 따라 LED 헤드램프 시장이 본격적으로 전개될 것이다.

Lexus는 2006년 New York international Auto-Show에서 공개된 LS600h L은 Koito 에서 제작한 LED 로우빔 헤드램프를 장착했다. 이는 LED 헤드램프를 장착한 최초의 양산 차량이 된다.

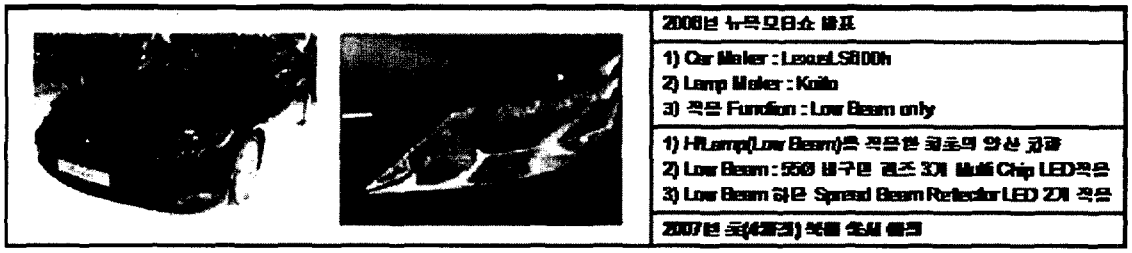
현재 미국에서는 LED를 적용한 헤드램프가 집적광 램프로 허용되었으며, 관련 법개정은 NHTSA에서 검토중에 있으며, 유럽도 LED H/L 적용을 위해 2008년경에 개정 완료가 될



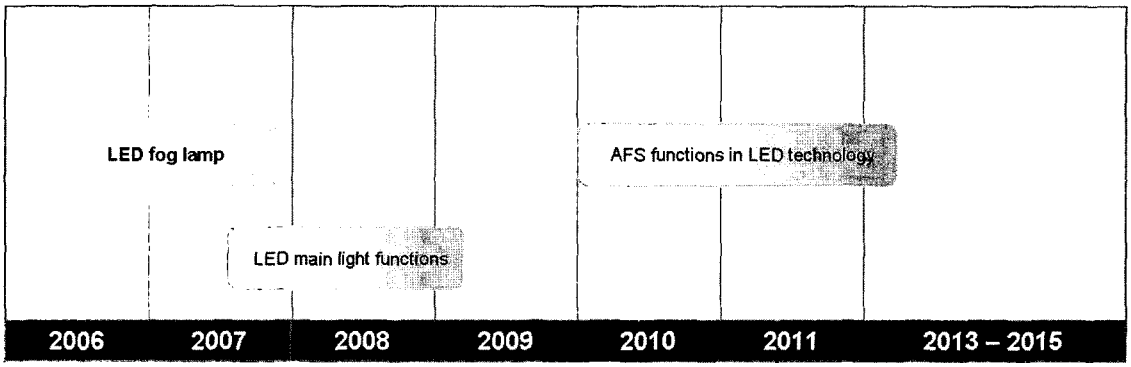
〈그림 6〉 차량 헤드램프 개발 동향



〈그림 7〉 아우디 R8-All Function 적용 차량



〈그림 8〉 렉서스 LS 600h-로우빔 LED 적용 차량



〈그림 9〉 LED 헤드램프 예상로드맵

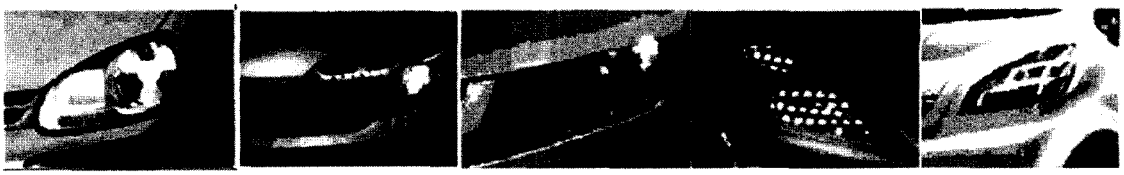
것으로 예상된다.

또한 2010년경에는 LED 광원을 이용한 LED AFS 헤드램프의 등장도 예상이 되고 있어, 향후 LED를 이용한 헤드램프의 발전은 지속될 것으로 보여 기존의 Dynamic AFS 시장이 영향을 받을 것으로 예상이 된다.

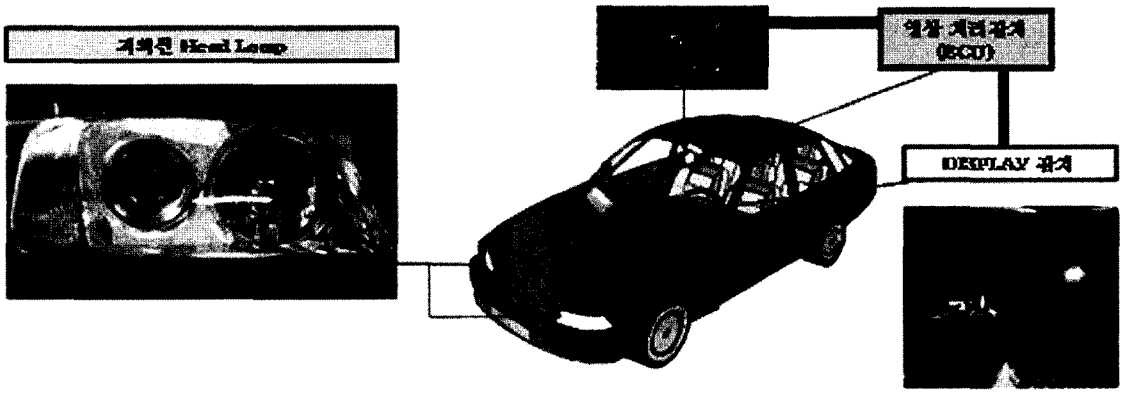
LED 헤드램프의 장점은 모양에 크게 구애를 받지 않아 디자인이 자유롭고, 성능은 Xenon(HID)과 같은 수준이지만 수명은 더 길다.

현재 LED 기술 수준이 지속적으로 많은 발전이 되어 가기 때문에 대량 생산에 성공한다면 자동차 Lighting 분야에 큰 혁신을 불러일으킬 것으로 보인다.

즉, LED 조명업체들이 저렴한 가격으로 빨리 시장에 내놓는데 성공한다면 LED가 Xenon(HID) 헤드램프를 대체할 것이며,



〈그림 10〉 자동차 메이커들의 LED 헤드램프 Concept



〈그림 11〉 근적외선 나이트비젼 시스템 구성

Daytime Running Light와 같이 보조적인 수단에 적용된다.

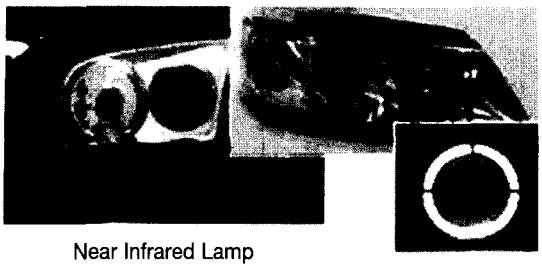
LED 기술이 해결해야 할 당면 문제는 광량, 가격, 방열 문제이다. Visteon의 한 관계자는 LED는 Xenon(HID) 수준의 가격에 도달해야 한다며 아직까지는 그 수준에 도달하지는 않았지만 가파른 하향 곡선을 그리고 있다고 언급했다.

3. 근적외선 나이트비젼 시스템 - Active system

야간 운전은 운전상황이나 도로상황에 대한 인식률이 주간에 비해 상대적으로 떨어져 사고의 위험에 노출되어 있는 실정이다. 반대차선의 헤드램프의 산란에 의해서 더욱 더 운전자는 시야의 방해를 받으며 우천시는 여러 주변 환경에서의 빛이 산란되어 노련한 운전자에게도 세심한 주의가 요구된다.

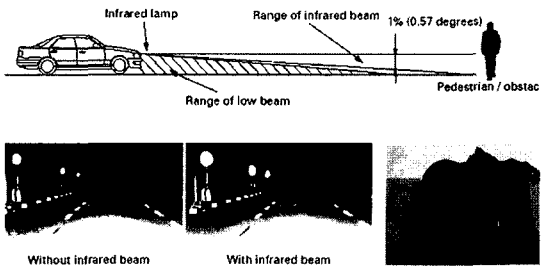
지금까지, 야간운전의 안전을 위해 Halogen, Xenon(HID), LED 램프 등 헤드램프의 기술은 나날이 발전했음에도 야간운전은 여전히 주간운전보다 높은 사고 위험성을 보인다. 야간운전에 따른 운전자의 피로와 같은 원인도 있지만, 무엇보다도 운전자가 육안으로 볼 수 있는 한계가 그 주된 원인이라 할 수 있다.

이와 같은 문제점을 보완하기 위해 어둠 속에서도 물체를 식별 할 수 있는 야간 장애물



Near Infrared Lamp
(Integrated HeadLamp)

〈그림 12〉 근적외선 램프 concept



〈그림 13〉 근적외선 램프의 가시거리 비교

검지 장치를 이용한 나이트비젼(Night Vision)이 개발되어 운전자의 안전을 도모하게 되었다.

나이트비젼 시스템은 야간 주행 안전성 및 편의성 확보를 위하여 근적외선램프를 이용하여 헤드램프 불빛이 도달할 수 있는 거리밖에 전방의 사람이나 장애물을 감지할 수 있는 장치로서 적외선 영상처리 기술을 이용한다.

이 같은 적외선 영상 처리 장비는 기본적으로 적외선 조사부, 적외선 검출부, 영상 재현부 등으로 구성돼 있으며 이 가운데 전방 장애물 감지를 위한 근적외선 조사장치인 적외선 램프가 핵심 장치이다.

차량의 헤드램프 기능만으로는 운전자가 야간, 악천후 시나 안개가 짙은 기후 조건 하에서는 전방 시야를 그만큼 확보 할 수 없게 되

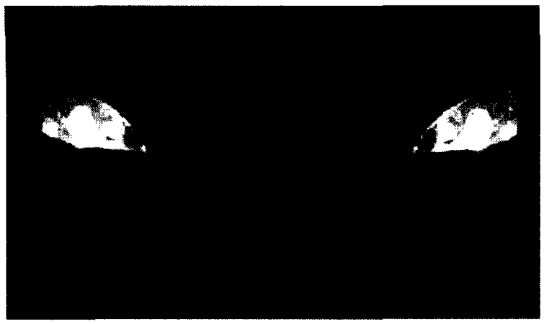
〈그림 14〉 Night Vision 기본 concept

고, 이에 따라 운전자는 차량 전방에 있는 사물에 대하여 불분명하고 불확실한 판단에 의하여 차량을 운행해야 함으로써, 사고의 위험성이 항상 내재되어 있는 문제점이 있으며 헤드램프는 가시광선을 조사하는 것으로, 램프의 성능이나 법규, 주변 차량에의 눈부심 야기 등의 문제점으로 운전자가 필요로 하는 충분한 영역에 대한 시계를 확보하기는 어렵다.

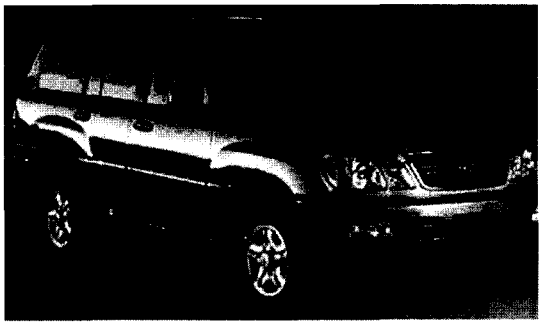
그러므로 야간 운행 시 헤드램프의 조사광이 미치지 못하는 지역에 보행자 혹은 물체의 감지를 위해 근적외선램프를 이용함으써 안정된 시계를 확보하고, 육안에 노출되지 않는 적외선의 사용에 따른 빔 조사각의 자유로운 설정으로 최대의 전방 도로의 시계를 확보하여 운행에 안정성을 제공할 수 있다.

나이트비전 시스템은 사람 눈에 보이지 않는 적외선 에너지를 검출한다. 이 나이트 비전 시스템을 통해 사람들이 어둠 속에서도 볼 수 있도록 해준다. 육안으로 볼 수 있는 빛이 없더라도 적외선 방출은 존재하기 때문이다. 그러나 실제적으로 빛을 비춰서 보는 것과는 다르다고 할수 있다.

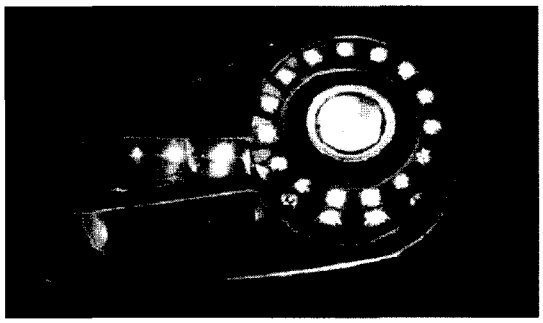
Active 시스템은 헤드램프의 가시광선의 적색 부근의 근적외선을 사용한다. 차량에 장착된 센서는 반사된 빛을 감지한다. 그리고 시스템의 디스플레이는 간단하게 적외선을 사람이 볼 수 있는 빛으로 변환한다.



〈그림 15〉 Mercedes-Benz S Class



〈그림 16〉 Lexus LX 470



〈그림 17〉 Valeo의 V360 Concept Car

Active 나이트비전 시스템은 Mercedes-Benz S Class upper-premium 세단과 Toyota Cygnus/Lexus LX470 premium SUV에 적용되고 있다.

Valeo는 Porsche Cayenne을 기반으로 한 V360이라고 알려진 컨셉 차량에 완성차 업체들과 함께 Active 시스템 개발 작업을 수행하

〈그림 18〉 night Vision system 미장착/장착 차량의 영상 Display

고 있다.

Active 시스템에서의 디스플레이는 하이빔 헤드라이트를 비춘 물체를 보는 것과 같이 선명한 이미지로 나타난다. 오늘날 시장에 나와 있는 차량 중 소수만이 나이트비전 시스템을 채용하고 있지만, 부품업체들에게 있어서 나이트비전 시스템은 성장 사업이 될 것으로 예상된다.

현재 나이트 비전 시스템은 이미 양산이 진행이 되어 있으며, 많은 기술들이 접목이 되어 있다.

이러한 나이트비전 시스템의 헤드램프 발전은 앞에서 언급된 LED를 통해 다시 한번 변화가 기대된다. 현재 LED의 발전으로 보아 IR LED 적용에 대한 기술부분도 발전이 예상이 된다.

4. 기술융합에 의한 라이팅 시스템의 진화

일본과 유럽의 향후 AFS 개발 방향은 카메라와 디지털신호 처리기술을 라이팅 시스템에 적용하여 계속 진화하고 있다. GPS나, 고분해능 카메라를 이용하여 도로의 곡률과 차량 정보,주 야간 영상을 통해 전방차량의 주

행방향, 속도, 차간 거리를 계산하며 운전자 눈부심을 줄이기 위해 차간거리에 따라 광축을 제어하는 시스템이 개발되고 있다.

여러 제어장치간 통신네트워크화, 카메라와 Adaptive Cruise Control 센서를 이용한 data fusion기술에 의한 정보공유를 통해 시스템은 신뢰성을 높일 수 있다.

향후 무선통신기술을 적용한 데이터 전송장치가 내장되어 도로변 전송장치와 통신을 통해 정보화와 텔레메틱스 제품으로 발전 가능하다.

시스템 복잡화와 신뢰성 향상, 네트워크에 대한 연구를 통해 라이팅 제품의 지능화와 첨단기능을 융합화된 전자화가 요구되며 그 추세에 대응하기 위해 더 많은 연구와 개발이 진행되어 할 것으로 생각된다.

참고문헌

[1] The Lighting Report : Published by SupplierBusiness Ltd, United Kingdom, 2006.11월
[2] SEA Techical paper : Rainer Neumana, LED Front Lighting, Visteon,
[3] 2006 paris Motor Show Report
[4] 자동차 전자화와 솔루션 : 2006,07년도 특별보고서, A&D 컨설턴트 발간, 2006. 8 발간
[5] AEC 2006, 국제자동차전장기술 컨퍼런스 : (주)테크월드 발간, 2006. 6. 30
[6] 니케이 : "Automotive Technology", 2006 Spring

저자소개

변 동 규

1996년 2월 경북대학교 전자공학부 전파학과 졸업
1996년 4월 에스엘 입사
2007년 4월 에스엘 기술연구소 선임연구원(갑)
전자연구부 라이팅전자팀장

주관심 분야 : 차량 라이팅 일렉트로닉스 및 임베디드 소프트웨어, 차량 네트워크