

자동차용 광학 부품

자동차 본래의 주행에 관한 기능은 최근 괄목할 정도로 발전되고 일반화되었으나, 운전자의 판단에 기본이 되는 주행 상황이나 다른 차와의 위치 관계 등 운전 정보를 제공하는 기능은 최근에서야 겨우 고기능화되어 일반적으로 실현되게 되었다. 이들 운전 정보에 관한 기능의 고도화는 원래 운전자의 시각에 의존하였던 정보를 보완하여 제공하는 것이기 때문에 광학적으로 대응할 수 있는 경우가 비교적 많으며, 본 고에서는 이들 자동차용 광학계에 대하여 개요를 파악하여 향후의 동향을 예측해 보고자 한다.

편집자 주

1. 머릿 말

자동차에서 가장 기본적인 기능인 가속, 방향 전환, 정지 등의 주행 기능이 어떠한 환경에서도 운전자의 의지대로 원활하면서 확실하고 안전하게 실행되는 것이 가장 중요한데, 이는 주로 엔진이나 서스펜션 또는 토크 컨버터 등 종래의 수동 부품뿐이었던 기계 요소에 전자 제어를 조립시킴으로써, 주행 상황에 따라 유연하면서도 고도로 그 특성을 대응시켜 발전해 왔다.

예를 들면 엔진에서는 연료 혼합기를 주입하거나 연소된 가스를 배기하기 위하여 실린더 헤드에 설치된 밸브를 단순히 캠으로 쳐서 정위상과 정변위로 구동시키는 것이 아니라, 요구하는 출력 상태에 따라 밸브의 개폐 타이밍이나 개폐량을 제어하여 보다 고도의 출력 조절이나 연소 효율의 향상 및 배기 가스의 청결화 등을 실현하고 있다. 또한 발 부근에서는 도로면의 상황에 따라 서스펜션의 댐퍼 특성을 능동적으로 바꾸거나, 보다 안정된 주행을 실현하기 위하여 가속도를 검출하여 엑셀이나 브레이크, 또는 전후 타이어의 구동력 비율 제어도 일반적으로 행해지고 있으며, ABS에 이르러서는 대부분의 차종에 실장되고 있다.

2. 자동차용 광학계

1) 헤드업 디스플레이

운전자가 수m에서 무한 거리에 가까운 위치에 있는 도로 상황이나 인접 주행

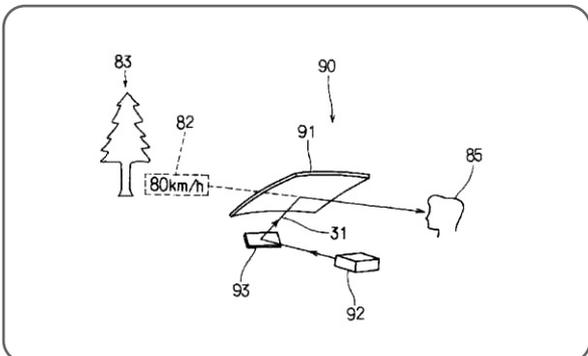


그림 1. 헤드업 디스플레이 (일본 특허 공개 공보 평10-138794호)

옵토 메카트로닉스 가공 기술 로드맵

차량 등의 운전 정보에 집중하고 있을 때, 수 십cm의 거리에 있는 자신의 차의 계기판 상에 표시되어 있는 속도나 타코미터 연료 잔량 또는 네비게이션 정보 등으로 눈을 돌리면, 초점을 맞추기가 어려워져 시인(視認:visual)에 시간이 걸리며, 그 사이에 자칫하면 전방 부주의로 이어질 수 있다. 특히, 피곤한 경우나 고령자에게는 시인에 시간이 걸릴 뿐만 아니라 판단 능력도 나빠기 때문에, 가까이 있는 것들의 표시 정보를 응시하는 시간이 더욱 길어져 위험성이 증가된다. 주위의 운전 정보에 주의하여 운전 집중한 채 자신의 차에 관한 정보를 얻는 방법으로서 예로부터 <그림 1>에 나타난 바와 같은 헤드업 디스플레이가 고안되었다. 원래는 항공기의 이착륙이나 전투 상황에서 부수적인 정보를 경사진 반투명 평판에 수 m에서 무한 거리의 초점 위치에 투영하여, 전방을 주시하며 조종에 전념한 채 정보를 얻을 수 있도록 한 것이다. 항공기에서는 반세기 이상 이전부터 실용화된 기술이나, 자동차에서는 지금도 극히 일부 차종에만 한정되어 있다. 그 원인으로서는 자동차에서 기능 못지 않게 외형 디자인이 중요한 요소이며, 설치 공간이 충분하지 않고, 운전 상황이 항공기에 비해 훨씬 복잡하고 불필요한 정보가 많으며 변화가 많기 때문에 정보의 투영 패턴이나 위치가 한정됨에 따라, 운전석에 조립시키는 것이 기술적으로 어렵다는 점을 들 수 있다. 또한 자동차의 경우에는 다른 차나 보행자와의 거리가 매우 가까우며 운전 중에 전방에만 집중할 수 없다는 특성도 요인으로 생각할 수 있다.

헤드업 디스플레이에는 두 가지 방식이 있다. 하나는 앞 유리를 직접 반투명 거울로 하여 운전 정보를 투영하는 것이며, 다른 하나는 미세한 회절 홈을 새긴 홀로그래프 컨베이너를 앞 유리 사용하여, 이것에 운전 정보를 투영하는 방식이다. 이 모두는 각각 일장 일단이 있는데, 전자에서는 투영 반사면으로 사용하는 앞 유리가 운전자에게 충분한 투명도를 부여하는 반면, 차의 외형 디자인에 매우 큰 영향을 끼치는 부품이기 때문

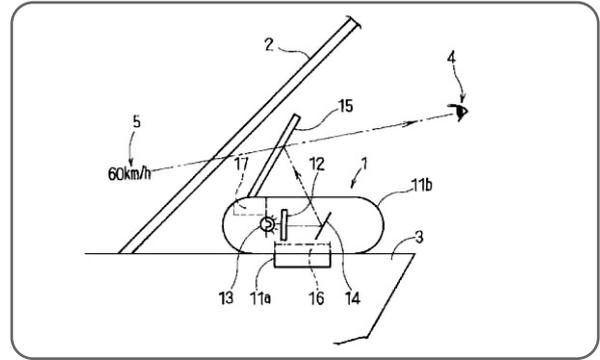


그림 2. 홀로그래프 컨베이너 (일본 특허 공개 공보 평9-66757)

에, 디자인 상의 요구와 투영 성능에서 이율배반(trade off) 관계가 발생한다. 또한 단순한 정반사를 이용하기 때문에 디자인 상의 이유로 앞 유리의 경사 각도가 크면 투영 광속의 입반사각이 작아져 투영기의 설치 장소가 운전석에 방해되기 쉽다. 따라서 이 방식은 현재로서는 앞 유리의 경사가 큰 차종에 한정되기 쉬우며, 실용으로서 GM사의 스포츠카인 코르벳 등에 옵션으로 장비되어 있다.

후자에서는 홀로그래프 설계에 따라 반사 방향을 제어할 수 있으므로, 아주 작은 입사각이라도 운전자의 시야에 투영 이미지가 들어갈 수 있으나, 반사면에 홀로그래프의 홈이 있기 때문에 투명도가 낮아 혼탁되어 보이며, 홀로그래프 컨베이너를 통해 차 밖의 운전 정보를 보기가 어렵고, 홀로그래프의 고차 회절에 의해 태양광 등의 외광이 생각하지 못한 곳에서 시야에 들어갈 수 있다. 이 때문에 홀로그래프 컨베이너 방식 중에는, <그림 2>와 같이 운전석의 대쉬 보드에 소형의 홀로그래프 화면을 설치하여, 표시 정보를 보기 위해서는 시야를 운전 상태에서 이동시켜야 하나, 초점 위치는 차 밖 풍경에 가까운 수m의 위치로 하여 시인성을 향상시키는 형태로 한 특허가 많다. 헤드업 디스플레이라기 보다는, 시인성을 향상시킨 모니터에 가까운 형태이다. 현재, 자동차 네비게이션 등의 지도 정보나 도로 정보, 목적지 탐색 등의 용도에서는 일일이 표시 화면을 주시하면 위험하기 때문에 음성 입력이나 음성 안내가 보급되어 있는데, 이러한 용도에서는 헤드업 디스플레이의 잠재적인 필요성이 점점 높아지고 있으며, 앞으로 디자인의 영향을 쉽게 받지 않고 시인성이 높은 방식이 개발되면 실용 기술로서 발전되어 갈 것으로 생각된다. 또한 헤드업 디스플레

이의 표시에 대해서는 고휘도 프로젝터 램프에 의한 백라이트와 액정이 주류를 이루는데, 앞으로는 EL (Electroluminescent) 등의 발광 소자가 저소비 전력과 저공간 차지라는 점에서 주류를 이룰 것으로 생각된다.

2) 야간 버전

유명한 것으로 GM사의 링컨 컨티넨탈에 장착되어 있는 것이 있다. 사람이나 동물 등의 체온을 발하는 2~3미크론 정도의 파장 광(열선)을 게르마늄이나 실리콘 등의 적외 광학 재료로 제작된 광학계에 의해 집광 및 촬상하여 운전석에 모니터로 표시한다. 야간에만 유효한 시스템으로, 모니터 영상은 피사체의 열선량에 의한 밝기로 표시하기 때문에 흑백 영상이 되는데, 아주 명확하게 배경이나 사람 및 동물 등을 식별할 수 있으며, 사람의 경우에는 옷의 색깔이나 인종 등에 쉽게 영향받지 않는다. 또한, 수동 광 뿐만 아니라 전방 램프에 의한 조사와 병행함에 따라 원거리의 시인성도 높다. 가로등이 없고 사람의 존재를 알아 보기 힘든 시골길이나 도로 등에서는 시력보다 더 도움이 될 것으로 생각된다. 그러나, 아직은 해상도가 낮아 도시와 같이 가로등이나 발열원이 많고 신호나 표지와 같이 색을 인식해야 하는 상황이 빈번한 경우에는 필요성이 그다지 높지 않다. 또한 촬상광이 열선이기 때문에 수광 소자 자체는 열 노이즈에 의해 기능할 수 없게 되어, 펠티어(Peltier:열전) 소자 등으로 냉각해야 하므로 비용이 증가하는 경향이 있다. 그러나, 최근 닛산에서 이러한 센서의 저비용 양산 기술을 개발했다고 보고된 바 있으며, 향후의 보급이 주목될 것으로 생각된다.

3) 차선 유지 지원 장치

일본산 차에서는 닛산의 시마에서 최초로 실용화되었으며, 최근에는 혼다의 아코드에도 탑재되고 있다. 차 안의 백미러 근방에 전방 노면을 향해 장착한 C-MOS 카메라로 차폭의 양 옆에 있는 백색 또는 노란색 도로 차선을 인식하고, 그 차선을 넘지 않도록 핸들이 제어된다. 물론 운전자가 손으로 핸들을 조작할 수도 있으나, 고속 도로 등의 비교적 완만한 커브에서는 핸들 조작 없이 차선을 유지하면서 방향을 바꿀 수 있다. 그러나, 일반 도로와 같이 차선이 불분명하고 끼어들기가 빈번한 복잡한 운전 상황에서 사용하기는 아직 어렵고, 고속 도로를 전제로 한 어느

속도대까지로 작동이 한정되어 있다. 즉, 자동 운전을 목표로 한 기능이 아니라, 어디까지나 고속도로 운전용 지원 장치이다. 따라서, 이것만으로는 편리성이나 안전성 면에서 그다지 필요성이 높지 않기 때문에, 비용이 더 저렴해지지 않는 한 수요가 비약적으로 증가할 것이라고 생각하기는 힘들다. 그러나, 많이 보급된 레이더에 의한 차간 거리 유지 장치와 병용함으로써 고속도로의 운전을 자동에 가깝게 할 수 있어, 당분간은 이 차간 거리 유지 장치에 병용하는 옵션으로 자리매김될 것이다.

4) 전방 사이드 카메라

예컨대, 장애물이 있는 출입구에서 도로로 차를 몰 때, 차 앞 범퍼의 양 옆에 컬러 CCD 카메라를 장착하고, 차 안의 모니터로 좌우 방향의 차나 사람의 왕래를 비추어 운전자가 확인할 수 있도록 한 것이다. 엔진이 걸려 있는 상태에서 정지하거나 서행 운전 시에 자동적으로 영상이 모니터 링되며, 차 속도가 빨라지면 자동적으로 끊어지므로 핸드 프리로 사용할 수 있다. 안전성 면에서는 필요성이 높을 것으로 생각되며, 비용이 저렴해지면 많이 보급되어 일반화될 가능성이 있다. 현재로서는 아직 고급 차종의 옵션 기능이다.

5) 후방 카메라

원래는 후진시 후방 확인이 거의 불가능한 대형 버스에 안 내원을 삭감하기 위하여 비디콘 카메라가 장착되었으나, CCD 카메라의 가격이 내려감에 따라 미니밴 차 등 일반 승용차에도 보급되었으며, 현재는 고급 세단 차에서도 옵션으로 장착되게 되었다. 후방에 시프트 기어를 넣으면 자동으로 모니터가 후방 카메라 영상으로 바뀌는 등 조작에 손이 많이 가지 않으며, 안전성 관점에서 보면 반드시 필요한 기능이므로, 향후 더욱 많이 보급되어 일반화될 것으로 생각된다.

6) 기타

조사 광원으로 전방 램프의 경우, 종래의 할로겐 램프에서 고휘도의 크세논 등을 사용한 HID 램프로 고급 차종을 중심으로 바뀌기 시작했다. 같은 전력으로 2배 이상의 휘도를 발휘할 수 있다고 하나, 가격이 비싸 현재로서는 보급

옵토 메카트로닉스 가공 기술 로드맵

속도가 느리다. 또 프로젝터 램프라고 하여 헤드의 램프 전면(前面) 유리에 광학 렌즈를 설치하여 고지향성의 전방 조명으로 하거나, 자유 곡면의 광학 렌즈를 설치하여 디자인 상의 차별화도 도모하였으므로, 보급이 진전되고 있다. 후방 램프에서는 이미 고휘도의 적색 LED가 개발되었으며, 앞으로는 종래의 전구에서 더욱 향상된 저소비 전력, 고신뢰성의 반도체 광원으로 바뀔 것으로 예상된다.

차내 배선에서는 종래의 동선을 대신하여 광파이버 컨트롤 케이블이 오디오와 관련되어 사용되기 시작하였다. 석영 파이버와 플라스틱 파이버가 있으나, 자동차용에는 유연성이 좋은 플라스틱 파이버가 유망시되고 있다. 동선에 비해 노이즈에 강하며 100배 이상의 전송 속도를 확보할 수 있으므로, 차내 LAN이나 휴대 전화와 연동된 데이터 통신 등의 발전과 함께, 고속 정보 전송을 목적으로 하는 배선에서 앞으로 보급될 것으로 생각된다.

3. 앞으로의 동향

이상 살펴본 바와 같이, 최근 자동차용 광학계에서는 전방 램프나 후방 램프 등 이미 존재하는 종래의 제품과의 대체 기술 이외에, CCD나 C-MOS를 사용한 마이크로 카메라에 의한 영상 광학계가 급속히 발전되어 구현되어 왔다. 등급이 약간 높은 차종에서는 이미 옵션에 의해 차선 유지 지원, 전면 양 옆, 후방 4개의 마이크로 카메라가 차 한대에 실장되어 있으며, 이러한 보급의 흐름에서 볼 때, 사이드 미러나 펜더 미러 중 어느 하나는 컬러 CCD 카메라에 의해 모니터 표시될 것으로 생각된다. 기능적으로도 종래의 미러에서는 실현할 수 없었던 바로 옆면도 포함하는 넓은 범위로 다른 차의 정보를 좌우 동시에 시인할 수 있는 장점이 있을 것이다.

이들의 영상 광학계는 운전시의 편리성이나 안전성을 향상시키는 기능이며, 또 마이크

로 카메라는 휴대 전화로의 보급에 따라 저비용화가 현저하게 촉진되고 있으므로, 앞으로는 하위 차종에도 실장이 보급되어 일반화될 경향이 가속될 것으로 예상된다. 가령, 20년 후에는 한 대의 신형차에 평균 5개(전면 사이드 2개, 측면 후방 2개, 후방 1개)의 마이크로 카메라가 장착된다

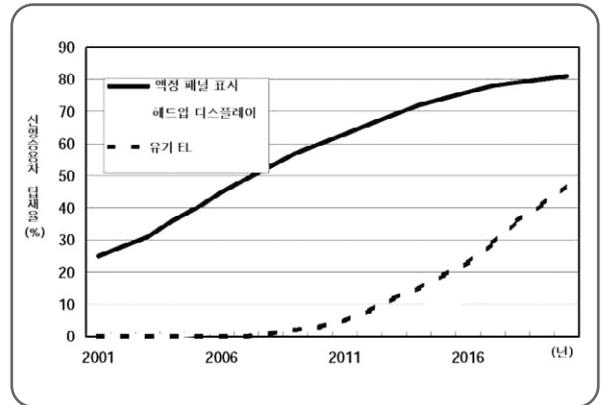


그림 3. 이미지 표시 보급 예측

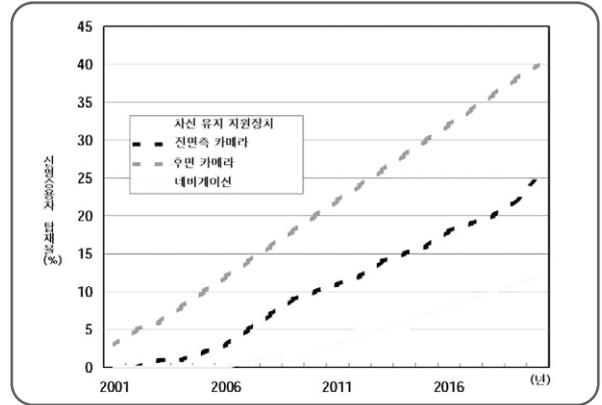


그림 4. 카메라 시스템 보급 비율

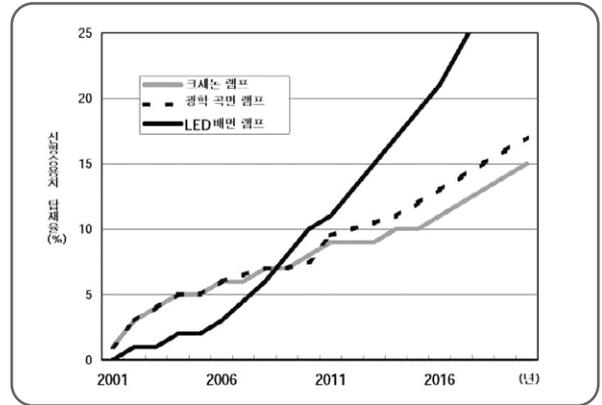


그림 5. 조사 광원 보급 예측

고 하면, 연간 3억 개 정도가 수요되어 휴대 전화와 동일한 정도의 시장 규모를 예상할 수 있게 된다. 즉, 자동차용 광학계 중에는 특히 마이크로 카메라의 수요가 증가되는 것이 긍정적인 동향으로서 기대되는 부분이다. 더구나 기술적인 동향에 대해서도 다운받은 영상으로부터 차의 움직임과 동기하지 않는 움직임을 추출하여 보행자 등을 강조하여 표시하거나, 한 쌍의 마이크로 카메라로 거리 정보도 동시에 얻어 접근 물체를 경고하는 영상 처리 기술을 사용한 안전성의 향상이라는 새로운 분야로의 발전도 생각할 수 있다.

또한 영상 정보는 당연히 그 표시 형태가 중요한데, 현 단계에서는 인패널의 액정 표시가 주류를 이루며, 다른 형태는 크게 보급되지 않고 있다. 그러나, 상술한 코르벳에서는 대부분의 고객이 옵션인 헤드업 디스플레이 장치를 구입하고 있다고 하며, 디자인의 영향을 쉽게 받지 않으며 저렴한 가격으로 충분한 시인성을 갖는 헤드업 디스플레이 장치가 실용화되면, 그 편리성과 안전성으로 인해 비교

적 빠르게 보급될 것으로 생각된다.

향후의 예측으로서, <그림 3>에 영상 디스플레이의 신형 승용차의 탑재율, <그림 4>에 마이크로 카메라 시스템의 신형 승용차의 탑재율, <그림 5>에 조사 광원의 신형 승용차의 탑재율을 나타내었다.

<참고 문헌>

- 1) 공개 특허 공보 명세서
- 2) “자동차편 센서, 계측, 시험 기기 특집” 닛케이 미케니컬 2001,7 No.562
- 3) (사)일본 자동차 공업회 통계 자료(자동차 생산 대수, 승용차 판매 대수 등)
- 4) 자동차 부품 산업 연도 통계 자료