



## 스마트 유체

비즈니스표준과 전문위원 홍귀현

02) 509-7272 parpeh@ats.go.kr

### 스마트 유체

오늘날 모든 기술은 스마트화를 지향하고 있는 것으로 보인다. 소위 “스마트 소재”는 기온에 따라 형상이 변하는 형상기억 합금과 전기장을 적용하면 기계적으로 변형되는 압전 소재들을 포함한다. 이들은 환경을 감지하고 그에 따라 대응할 수 있으므로 스마트 소재로 불린다. 스마트 소재는 고체에 국한되지 않고 액체 형태로도 가능하다. 이러한 “스마트 유체”를 승용차, 교각 및 디지털 카메라 등 모든 기기에 응용하려는 방법이 모색되고 있다.

“스마트 유체”라는 용어는 일반적으로 전자장을 적용하는 경우 성질이 변화하는 액체에 적용된다. 특히, 전기점성(ER :electro-rheological) 유체와 자기기변(MR:magneto rheological) 유체가 있으며, 흐르는 유체에서 점성이 있는 액체 또는 고체로까지 변화한다. ER유체는 실리콘 오일과 같은 절연유체 내에 산재한 작은 유전체 입자들로 구성되어 있으며, MR유체는 비자성 죽진액체에 존재하는 자성 입자들을 사용한다. 이 입자들은 보통 임의로 정렬되지만 전자장을 적용하면 유체의 점성을 강화하는 긴 고리들을 형성하면서 전자장을 따라 정렬된다. 이 과정은 역순이 될 수

있다. 즉 전자장이 제거되면, 유체는 다시 자유롭게 흐른다. 전자장을 조절하여, 유체의 점성을 신중하게 조정할 수 있다.

반세기가 넘도록 스마트 유체는 실용화되지 못했으나, 입자의 응집 또는 응고 방지용 철가계의 개발 및 유체 제어시스템의 개발에 따라 최근 상용화가 이루어지고 있다.

### 자성 유도

MR유체는 스마트 유체 종류 중에서 가장 널리 사용되고 있다. 이는 상태 변화 시에 적은 에너지가 요구되므로, ER유체보다 더 효율적이다. MR유체기술 상용화의 선두주자인 미국의 Lord사는 진동 및 운행 제어에 관심을 두고 있다. GM의 자회사였던 덴파이사와 함께, 자동차 부품 공급업체인 Lord사는 자동차 완충장치에 MR유체를 응용하였다.

MagneRide라 불리는 이 제품은 캐딜락의 세빌 모델에 처음 채용되었고, 현재 XLR 컨버티블 로드스터의 표준 장비로, 일부 모델에서는 옵션으로 이용되고 있다. 센서는 도로 표면의 윤곽을 모니터링하고 필요한 완충 정도에 대한 정보를 계속 제공한다. 완충장치 피스



## 최·산·가·술·정·보

본 내부의 전자 코일은 다양한 완충기능을 지속적으로 제공하기 위해 유체의 점성을 조절하는 자기장을 생성한다. 일반 완충장치와 달리, 이 시스템은 전기기계의 밸브나 마멸되는 소형 운행부품이 없고, 특히 진동 시에 훌륭히 제어된다. 자동차 업계에 따르면 디부드러운 승차감을 제공하며 도로 잡지성도 개선된다고 한다. 유일한 문제는 미싼 가격이다. 2002년 이후 약 10만대의 MagnaRide 완충장치를 이용한 차량들이 판매되었다. 현재까지 이 기술은 GM사만 사용하고 있으나, 이 또한 고급 및 고성능 스포츠카나 전문가용 차량에만 제한적으로 이용되고 있다. 그러나 이 기술의 가격이 하락하게 되면, 자가 차량으로 확산될 것으로 예상된다.

포드사도 MR유체 응용제품을 검토하고 있다. 이 제품들도 차량 완충장치에 유용하게 이용되겠지만, 여전히 가격은 높을 것이다. 대신 포드사는 자동 클러치 응용제품에 집중하고 있다. 자체 연구소에서 설계되고 있는 주요 디자인들은 기계 클러치와 비교하면 극히 조용하며, 전기장의 강도가 증가하면 점차 잘 맞물려 작동하게 된다. 이는 소음이 감소하고 차량이 부드럽게 움직이게 되는 것을 의미한다. 포드사는 또한 에어컨 압축기의 소음 제거를 위하여 유체의 사용을 고려중이다.

마이크로프로세서 및 센서와 같은 스마트 유체에 사용되는 기술들이 점차 개선된다면 다양한 신규시장이 등장하게 될 것이다. 예를 들어, Lord사는 세탁기의 진동 저감에 MR유체를 사용하는 방법을 고안했다. 이 방식에 대한 장벽 또한 비용이다. MR유체는 더 큰 규모에도 사용될 수 있다. 일본의 신규학술 및 혁신 박물관은 Lord사가 개발한 대규모 MR유체 완충장치를

설치하였다. 이 완충장치들은 건물 구조와 통합되어 지진 발생 시, 건물 손상을 방지하기 위하여 큰 충격을 흡수하도록 설계되었다. 대규모 MR유체 완충장치들은 또한 강풍에 견딜 수 있도록 중국 후난성의 동팅호 교각에 사용되었다.

한편, 미국의 CSA 엔지니어링은 로켓 발사 시 인공위성에 손상을 줄 수 있는 진동을 감소시키기 위하여 MR유체를 이용한 완충시스템을 개발하였다. MR유체는 또한 감시 위성의 진동을 감소시키는 방법도 제시한다. MIT에서 개발되고 있는 다른 군용 기술은 일반 착용 시에 유연하며 편한 유체 응용 유니폼 제작을 목표로 하고 있으나, 궁극적으로 내구성이 강한 방탄기능의 유니폼도 가능하게 될 것이다.

점성 또는 고체 상태 유지에 더 많은 양의 에너지가 요구되므로 ER유체의 개발은 디디게 진행되고 있다. 그러나 최근 이 분야에서 일부 중요한 과학적 진보가 이루어졌으며, ER유체의 상용화 또한 시간 문제이다. 에너지 소비 문제만 극복된다면, MR유체보다 유리한 고지를 점하게 될 것이다. 이는 부피가 큰 자석이 필요로 하지 않으며, 대신 몇 개의 전극에만 의존한다. 특히 ER유체는 촉감을 기반으로 하는 시스템에 이용될 수 있다. 한 예로서 접자 판독기 및 쓰기 장치 개발에 ER유체를 사용하는 것이다. 또 다른 응용은 인공모찰기에 완충장치로 사용하는 것이다.

기존 촉감 기기들은 MR유체에 의존하고 있다. MR유체를 기초로 한 인공 무릎관절들은 이미 사용되고 있다. MR유체는 또한 운전대에 견고성과 단단한 감각을 전달하기 위하여 전자제어 구동 지게차에 사용

---

---

---

---

---

---

되고 있다. 자동차 업체들은 운전대와 마퀴간에 기계적인 연결이 없는 자동제어 구동 제품에 도로 지향을 전달하는 용도로 MR유체 이용을 고리 중이다. 도로의 물리적 상태를 감지하는 것은 운전의 주요 요소지만 자동제어 구동시스템에는 빠져 있다. 그러므로 스마트 유체는 게임용 조이스틱에서부터 원격 수술용 기구까지 좁은 장비에 사용될 수 있다.

스마트 유체의 장점은 디지털 카메라에서도 명백하다. 기계부품 대신 유체를 사용하면 제어 기능이 향상된다. 카메라 디자이너들은 카메라가 소형화되고, 모바일 전화기 및 이동용 컴퓨터에 통합됨에 따라, 렌즈의 바깥은 더 문제가 될 것으로 보고 있다. 스마트 유체 기반의 렌즈는 널리 사용될 것으로 예상되며, 일반 렌즈보다 회복력이 빠르므로 특히 휴대용 기기에서 유용할 것이다.

### 전기습윤(electrowetting) 기술

프랑스의 Varioptica와 필립스사는 스마트 유체를 이용한 소형 렌즈들을 개발하였다. 두 기업은 최근 이 기술에 대한 특허와 관련하여 분쟁중이다. 이 설계는 전자장을 적용하면 액체의 표면 장력이 변함. 전기습윤(electrowetting)효과에 의존한다. 이는 다른 스

마트 유체 관련 신규 기술과 마찬가지로 최근까지 많은 관심을 불러모았다.

두 개의 혼합되지 않은 유체가 양단에 투명한 마개를 가진 작은 튜브 내에 들어 있다. 하나는 수성 유체이며, 다른 하나는 투명 오일이다. 튜브의 내부 표면과 한쪽 마개는 튜브의 반대쪽에서 수성유체가 반구형 물짐로 변하여 렌즈 역할을 하는 방수 재질로 코팅된다.

렌즈의 모양은 방수 코팅위로 전자장을 적용하여 표면장력을 감소시키고 코팅의 방수 기능을 저하시킴으로써 조정된다. 수성유체는 렌즈 모양을 변화시키는 튜브 벽에 의해 기부된다. 전자장을 증가시켜, 일반적으로 불복한 렌즈 표면을 완전 평면 또는 오목하게 만듦으로써 렌즈는 초점을 맞출 수 있다. 두 개의 스마트 유체 렌즈를 함께 사용하면, 줌렌즈를 만들 수 있다.

최근 Varioptica는 이 기술에 대한 라이선스를 삼성에 판매하였으며, 카메라폰, 핸드헬드 컴퓨터 및 여러 기기에 이용될 것으로 보인다. 매년 수백만개의 카메라폰이 판매되므로, 스마트 유체는 주류를 이루게 될 것이다. 자동차, 밀링 또는 이동전화 등에 다양하게 이용되는 스마트 유체의 미래는 매우 밝다. 