

스마트재료 작동기의 소개 및 응용

Smart Material Actuators : Introduction and Applications

최승복 †
Seung-Bok Choi

1. 서 론

스마트재료가 영국 옥스퍼드 사전에 확실하게 정의되고 이와 관련된 국제논문집이 발행되기 시작 한지도 벌써 23년이 지났다. 1990년도부터 활발하게 시작된 스마트재료 관련 연구는 처음 10여년 동안은 재료특성의 한계 및 고비용을 비롯 여러 가지 이유로 인하여 상품화에 근접하지 못하였다. 그러나 2000년도에 들어와 미국의 Lord사가 상용화된 MR 유체를 판매하기 시작한 이후 자동차의 속업소리를 비롯한 여러 가지 제품이 시장에 나와 주목을 받기 시작하였다. 현재는 대부분의 고급 자동차의 경우 MR 속업소리를 장착하여 승차감과 조향 안정성을 향상 시키고 있다. 한편 스마트재료 작동기의 대표적 주자로 비교적 일찍 상용화가 이루어진 압전작동기의 경우 초기에는 센서개발에 치중해 오다가 2000년 이후에 혁신적인 스택형 타입의 압전작동기가 독일등 선진국에서 개발되고 상품화되어 이를 이용한 다양한 종류의 응용제품 혹은 메카니즘이 상품화 되어오고 있다. 예를 들어 반도체용 초정밀 스테이지, 초정밀 고속 서보밸브, 반도체 전후 공정에서 쓰이는 젯팅디스펜서등이 제품화되어 첨단 산업현장에서 활발하게 쓰이고 있다. 이에 본 논문에서는 스마트재료 작동기중에서 가장 활발하게 연구되고 있는 MR 유체와 압전작동기의 고유 특성을 간단히 기술한 후 현재 이 두 작동기의 기술이 어디까지 왔는지 각종 응용사례를 통해 알아보기자 한다. 따라서, 본 논문에서는 새로운 기술적 혹은 과학적 내용을 다룬 것이 아니며 스마트재료 작동기에 대한 최근 연구 현황과 향후 응용 가능성에 대하여 소개하고자 한다.

2. MR유체

잘 알려진 봄바와 같이 MR유체는 1947년 Jacob Rabinow가 처음 보고 하였고 그 이후 50여년 동안 연구의 공백기를 가졌다. 이는 MR유체에 관한 정보가 논문보다는 몇몇 사람들이 작성한 기술리포트 형식으로 많이 진행되었고 또한 상용화 제품에 사용할 수 있는 MR유체의 개발이 어려웠기 때문이다. 한편 1947년 W. Winslow에 의해 처음 보고된 ER유체는 MR유체에 비하여 조성이 비교적 쉬웠고 연구논문의 기록도 있어 1980년 이후에 많은 연구가 시작되었다. 미국, 일본, 독일을 비롯한 여러 나라의 연구소, 산업체에서 ER유체 개발에 대한 투자가 1990년부터 1997년까지 활발하게 진행되어 오다가 ER유체가 제품에 응용될 경우 온도에 대한 민감성, 장시간 사용에 대한 내구성, 그리고 가장 큰 문제점의 하나인 3-5kV이상의 고전압이 필요하다는 단점 때문에 90년대 후반 이후 모든 연구소와 산업체에서는 ER관련 프로젝트를 취소 혹은 축소시키고 그 동안 사장되었던 MR유체에 관심을 가지고 적극적인 연구와 투자를 하기 시작하였다.

MR유체와 ER유체의 특성은 동일하며 다만 외부에서 가하는 입력이 다를 뿐이다. MR유체는 자기장(혹은 전류)에 의해 점성을 비롯한 각종 유연학적 특성이 변하게 되고 ER유체는 높은 전기장에 의해 유연학적 특성이 제어 된다. MR유체 개발 경쟁에서 가장 먼저 승리를 한 곳이 미국 Lord사이며 현재 가장 많은 시장을 가지고 확보하고 있다. 이렇게 성능이 우수한 MR유체의 개발과 상용화로 인하여 이를 이용한 각종 응용제품이 만들어지고 드디어 2000년 초기부터 MR유체를 이용한 여러 제품이 상품화되어 시장에 나오기 시작하였다. 예를 들어 미국 GM의 캐딜락 모델 자동차의 경우 대부분 MR 속업소리 (Fig. 1 참조)가 장착되어 있으며, 아우디, 폐라리 등 각종 고급차와 스포츠카에 적용되어

† 교신저자: 정희원, 인하대학교 기계공학부

E-mail : seungbok@inha.ac.kr

Tel : (032)860-7319, Fax : (032)868-1716



Fig. 1 MR Shock Absorber for Cadillac CTS

승차감과 안정성에 획기적인 향을 가져 왔다. 또한 MR유체를 이용한 각종 진동제어용 마운트와 서보밸브 시스템 그리고 의료용 힙티시스템에 적용되고 있다. 본 논문의 발표 시 자동차용 속업소버를 비롯하여 여러 가지 새롭고 흥미있는 MR응용 시스템이 소개 될 예정이다.

3. 압전작동기

1880년대 후반에 처음 보고된 압전재료는 두가지 특성을 가지고 있어 센서 및 작동기로서의 사용이 가능한 스마트재료이다. 지난 100여 년 동안은 작동기 보다는 센서로 많이 개발되어 압전재료를 이용한 여러 가지 센서(초음파센서, 가속도센서등)가 상품화되어 시장에 나와 있다. 이렇게 작동기보다 센서의 연구와 개발이 활발하게 진행되어온 이유 중에 하나는 그 동안 개발되어 상용화가 된 대부분의 압전재료의 경우 충분한 힘(blocking force)을 발휘하는 것이 어려웠기 때문이다. 그러나 90년대 후반에 들면서 압전재료를 작동기로서 사용하기 위해 새로운 형태의 압전재료가 NASA를 비롯한 여러 연구기관에서 활발히 개발되기 시작하였다. 그로 인해 현재는 얇은 압전디스크를 적층하여 만든 dufj 가지 형태의 압전스택, 복합재료 파이버형태의 MFC(macro fiber composite), 복합재료 임베드형태의 압전작동기(LIPCA)등 큰 힘을 낼 수 있는 여러 가지 형태의 압전작동기가 개발되어 상용화 되고 있다. 따라서, 이를 이용한 다양한 제품개발이 시작되어 현재는 압전작동기를 이용한 많은 제품이 시장에 나와 있다. 예를 들어, 압전작동기를 이용한 자동차의 능동엔진 마운트, 초정밀 위치제어를 위한 압전스테이지, 반도체공정에서 쓰이는 젯팅디스펜서(Fig. 2 참조)등이 상용화되어 첨단산업에 활발히 작용되고 있다. 본 논문의 발표 시 압전작동기를 이용한 다양한 응용시스템이 소개 될 예정이다.



Fig. 2 Piezo Jetting Dispenser by Vermes Inc.

4. 결 론

본 논문에서는 스마트재료 작동기중에서 MR유체와 압전작동기의 특성을 간단하게 소개 하였고 이를 이용한 여러 가지 제품 혹은 시스템을 제시 하였다. 특히 상용화된 제품의 원리와 구조 그리고 특성을 소개하여 향후 새로운 형태의 메커니즘 개발과 보다 향상된 응용시스템 개발에 많은 도움이 될 것으로 기대된다. 본 논문에서는 소개되지 않았지만 최근 활발하게 연구되고 사용화되는 스마트작동기 중에는 형상기억합금과 능동폴리머가 있다. 형상기억합금을 작동기로 사용하면 형상의변화, 길이의변화등 다양한 종류의 새로운 메커니즘 개발이 용이하고 능동폴리머의경우 인공근육을 비롯한 다양한 분야에 적용이 되고 있다. 스마트재료 작동기의 두드러진 장점은 이를 이용하여 기존의 모터나 유압펌프같은 작동기를 이용하여 만들지 못했던 다양한 형태의 메커니즘 구성이 가능하고 설계와 제작의 단순화를 가져와 비용절감에 있어서 매우 유리한 점이다. 또한, 재료자체가 작동기 능력 및 센서 기능을 가지고 있어 IT기술과의 접목도 용이하게 이루어 질 수 있으며 나아가서 에너지 하베스팅 기술과도 연계되어 그린에너지 시스템 개발에도 적극적 활용이 가능하다. 지금과 같은 첨단기술의 경연장에서는 기존의 재료나 작동기를 이용하여 무엇을 만들 것인가를 묻지 말고 새로운 형태 혹은 차원이 다른 메커니즘을 만들려고 하는데 어떠한 재료나 작동기가 필요한지를 먼저 생각하고 일을 추진해야 무한 기술경쟁에서 살아 남을 수 있다.