

차세대 디스플레이를 열어갈 미시(微視)세계의 혁명 빛을 만난 소자, 'MEMS'

디스플레이를 위한 MEMS 기술이 발전을 거듭하면서 보다 새로운 기술을 위한 학계, 기업계 차원의 연구가 진행되고 있다. 현재 국내 KAIST 차세대 MEMS 디스플레이 연구실에서는 MEMS Display를 위한 다양한 연구를 진행하고 있으며, 기계와 전기 그리고 빛을 융합시킨 차세대 융합기술을 선보이며, 국내 차세대 디스플레이 기술에 대한 끊임없는 제안을 하고 있어 그 가능성에 귀추가 주목된다.



한국과학기술원 윤준보 교수

글 · 유효정 기자(daphne@displayasia.net)

무게도 없고 질량도 없는 R, G, B 삼색빛을 조율, 눈에 보이는 오색빛깔 총 천연색을 표현하는 디스플레이 기술은 점점 마이크로 세계에 잠입한 빛이 만들어 내는 신비로 빠져들고 있다. 아직 첫 길을 내야 하기에 초행길은 결코 쉽지 않다. '초행길'의 두려움 대신 미개척분야인 마이크로와 나노 크기 영역에서 새로운 가능성을 찾아가는 용기와 상상력으로 무장해 후학양성과 연구에 몰두하고 있는 KAIST 차세대 MEMS 디스플레이

이 연구실 윤준보 교수.

윤준보 교수는 "빛과의 공합"은 MEMS 디스플레이의 화두다. 언제 어디서나 화면을 뿌릴 수 있는 디스플레이, 그것을 이루기 위한 시작은 작은 크기의 기기로 구현하는 뛰어난 화질의 큰 화면이다. 이를 위해 빛을 움직이게 할 수 있는 가장 작은 소자를 연구하고 있다. 빛은 멤스에 미약한 영향을 미치지 않지만, 멤스는 작은 크기에도 빛을 조율할 수 있는 힘을 가졌다. 무게없는 빛이 '멤스의

미동'만으로도 크게 바뀌고, 또 눈에 보이는 놀라운 결과를 이끌어낼 수 있는 것"이라고 설명했다.

'언제, 어디서나'를 모토로 소비자들을 유혹하고 있는 최신 컴퓨터·방송기술과 결합한 모바일 기기들이 넘쳐나고 있다. 하지만 결국 기기는 '경박단소'해야 하고 화면은 '크고 선명해야' 하며 접을 수 있는 동시에 펼칠 수 있는 고객의 욕구를 만족시키는 디스플레이 기술의 해결책 중 하나가 바로

MEMS 디스플레이 기술이라고 설명하는, 국내 MEMS Display 선두 과학자 윤준보 교수의 이야기를 들어본다.

차세대 MEMS Display

정의하자면 'MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 디스플레이'란, 영상을 표시하는 부분, 즉 빛의 밝기를 픽셀 별로 조절하는 부분이 마이크로미터 크기의 전기기계시스템으로 이뤄진 것이다. 마이크로미터 크기의 기계시스템을 전기적인 신호를 이용해 동작시켜 빛의 밝기를 원하는 부분별로 조절, 영상을 우리의 눈앞에 펼쳐주는 것이다. 마이크로미터 크기의 MEMS 소자들이 마이크로미터 동작변위로 수 나노에서 마이크로 초 속도로 이동하며 작은 변위와 빠른 동작 속도로 빛을 이용해 디스플레이 기술에 접목되는 것이다. 이러한 원리에 기초한 MEMS 디스플레이 기술들이 1970년대부터 세상에 등장하게 됐으며, 경박단소화에 고화질 콘텐츠를 추구하는 미래 디스플레이를 위한 핵심대안으로 떠오르고 있다.

1987년 미국 Texas Instruments(이하 TI)사에서 개발한 디지털마이크로미러소자(Digital Micromirror Device:DMD)는 MEMS 기술의 가치와 가능성을 함께 증명해주고 있는 가장 대표적인 사례다. 2차원의 어레이(Array) 배열 형태로 구성된 패널에, 마이크로 미러 소자가 13.68 μm 간격으로 수십 만개의 DMD 칩이 2차원으로 배열되며 각각 +12°와 -12°, 이 두 각도로 회전 구동하는 시소운동을 한다. 이 소자에 디지털이란 명칭이 붙는 이유가 바로 이 마이크로미러의 '두 가지 회전각도 디지털 구동' 원리 때문이라고 한다. 윤 교수는 "이 소자가 빛을 보내고, 또 버리며 좌우로 회전하는 시소운동의 원리는 바로 '정전기력'에 의한 것이다."

일상의 거시세계에서는, 물체의 질량이 크고 중력이 작용해 정전기력이 차마 영향을 미치지 못하지만, 마이크로 미터 단위의 미시공간에서는 중력보다 정전기력이 더 크게 작용하기 때문에, 이 힘을 이용해 조심해서 전압을 잘 걸어주면 기계적 구조를 움직일 수 있는 것"이라고 설명했다. 소자의 구동층과 바닥에 있는 전극 사이에 전압을 가해주면 양쪽 구동층과 전극에 각각 양전하와 음전하가 유기되어 서로 당기게 되고 맨 위의 거울면이 회전하게 된다. CMOS 회로가 형성된 기판 위에 이러한 DMD 소자들을 배열시킨 칩과 이를 구동하기 위한 회로 및 광원, 광학계를 이용한 프로젝션 디스플레이 기술이 바로 현재 세계 유수의 기업에서 사용되고 있는 Digital Light Processing(DLP)의 원리다.

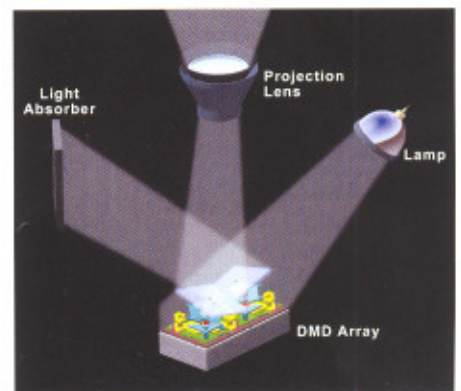
TI社조차도 이 칩 최초 개발 당시, '성공' 가능성을 점치지 못했으나 이 칩을 가져다가 세계최초로 프로젝션 TV로 상용화시킨 것은 다름아닌 국내 기업 삼성전자다. 현재 삼성전자는 전 세계 64%의 시장점유율을 자랑하고 있으며, DLP기술이 프로젝션 티비의 화질을 크게 개선시킨 것으로 평가 받고 있다.

또, 최근 눈에 띄는 MEMS 디스플레이는 켈컴사의 iMod(Interferometric Modulator) 기술이다. iMod는 2002년 Iridigm사에서 처음 발표한 기술이나 켈컴사가 인수해 현재 그 기술을 보유하고 있다. 마치 나비의 날개 색이 빛의 간섭현상에 의해 생기듯 빛의 간섭현상을 이용해 영상을 표시하는 초절전형 MEMS 디스플레이 소자 기술이다. 유리기판 위에 도전성의 얇은 박막과 정전기력에 의해 움직이는 금속 반사막의 2층 구조 사이에 공기층이 존재하는데, 전압이 인가되지 않았을 때는 반사막층이 분리돼 보강 간

섭 현상에 의해 특정 파장의 색이 선택 반사돼 보이게 된다. 그러나, 전압이 인가되면 반사막층이 움직여 입사된 빛을 모두 흡수해 흑색으로 표시되는 것이다. 이렇듯 공기층의 간격에 따라 반사되는 빛의 파장을 조절, 완전히 붙으면 검정색을, 간격이 제일 작은 경우 청색을, 또한 간격이 가장 큰 경우 붉은색을 반사·표시한다.

이러한 iMod 기술은 단순한 소자 구조와 제조공정으로, LCD에 비해 양산 가격을 낮추고도 고해상도를 실현할 수 있어 향후 휴대폰 및 포터블 기기 시장의 강력한 디스플레이로 활용될 가능성이 있다. 이 기술이 채용된 제품이 조만간 시장에 출시될 예정이며, 자연광을 이용해 색감이 우수하고, 영상이 바뀔 때만 소자에 전압을 가해주면 되기 때문에 소비전력이 낮아 모바일용으로 매우 적합하다는 평가를 받고 있다.

또 미래의 MEMS 기술로 주목받는 기술은 MEMS 스캐닝 마이크로미러(Scanning Micro-Mirror)를 사용한 레이저 프로젝션 디스플레이 방식으로써 기존의 LCD, PDP 처럼 2차원적 패널이 아닌, 하나의 MEMS 스캐닝 마이크로미러가 빠른 속도로 XY 축으로 회전동작해 미러면에 조사된 레이저를 반사시켜 2차원으로 영상을 스캐닝해 디스



(출처: www.dlp.com)

DLP의 원리



플레이 하는 것이다. 패널 없이, 매우 작고 빠른 동작속도를 가진 하나의 MEMS 소자를 이용, 구동회로 및 광학계 등의 시스템을 초소형으로 구성할 수 있는 유망기술이다. 이러한 MEMS 스캐닝 마이크로미러를 이용한 레이저 프로젝션 디스플레이 기술은 모바일용 및 휴대/착용 컴퓨터(Wearable Computer), Head Mounted Display (HMD), Head Up Display(HUD) 등에 응용, 초소형 시스템을 구성해 인간의 망막에 직접 영상을 디스플레이 하는 기술도 연구개발 중이며, HUD 기술은 이미 BMW社의 자동차에 적용, 출시됐다.

'최고'를 향한

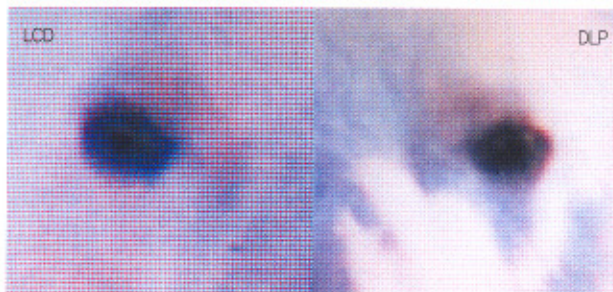
새로운 생각과 행동을 실천해야

현재 윤준보 교수가 몸담고 있는 KAIST 차세대 MEMS 디스플레이 연구실(3차원 마이크로-나노 구조체 연구실)에서는 디스플레이를 위한 다양한 MEMS 기술을 통해 '꿈의 기술'을 앞당겨 실현하기 위한 연구개발을 진행하고 있다. 윤 교수는 "우리나라가 우수성을 보이고 있는 디스플레이 산업의 명맥을 이어갈 차세대 디스플레이 기술에 적용될 MEMS Display 응용기술발전을 위해 새로운 생각과 새로운 방법으로 다각도의 창의적 연구를 진행하고 있다"며 "이러한 선행 기술연구의 저변확대를 위해, 현재 상용화된 LCD, PDP 기술 뿐 아니라 미래경쟁력을 찾아갈 수 있는 '선행기술'에 대한 체계적 인식을 정립해 정부와 기업체의 투자와 연구개발을 확대하고 하루빨리 진정한 차세대 기술을 키워나가야 한다"고 권유했다.

카이스트는 현재 세계 최소형 10 μm×10

μm 크기, Fill-Factor 90% 이상의 XGA급 어레이의 디지털 마이크로 미러 소자 및 원천 공정기술을 연구개발하고 있어 곧 그 성과가 도출될 것으로 기대되고 있다.

또한, LCD BLU를 위한 업그레이드 기술로, 현재 삼성전기와 함께 LCD용 차세대 LED BLU를 위한 MEMS 기술을 연구하고 있으며 적은 개수의 LED만으로 빛을 많이 퍼뜨릴 수 있게 한 마이크로 렌즈 어레이 기



(출처 : www.dlp.com)

LCD VS DLP : KAIST에서는 오른쪽 DLP에서 보이는 이 격자무늬와 화소 중앙의 점들을 제거하는 기술을 개발했다.

술은 자유자재로 구성, 빛의 퍼지는 패턴까지 조율할 수 있는 유망기술이다.

윤 교수가 몸담고 있는 KAIST에서는, TI社의 DLP 칩의 화질과 특성을 더욱 개선한 기술을 이미 개발했으며 TI의 DLP 칩보다 간단하고 독창적인 구조와 구동방식으로 간편한 제조공정 및 높은 수율을 기대할 수 있다.

TI사의 DLP 칩이 가진 화소 틈새(격자부분)로 인해 Screen Door Effect가 발생, 화면이 흐릿하게 보이는 단점을 개선한 '화소 틈새 제거 기술'이다. 미러와 미러사이의 갭을 없애고 미러 중앙의 홈을 제거한 이 기술로 화소사이의 틈새 및 미러 지지기 등에 의한 빛 손실을 제거할 수 있으며 기존의 격자무늬가 사라진 한층 부드러운 영상을 재현할 수 있다. 카이스트의 마이크로미러기

술과 100% Fill-Factor 마이크로렌즈 어레이 기술이 결합한 이 화소 틈새 제거 기술은 포스트 홈을 제거하고 완전히 편평한 미러면을 달성, 높은 광효율을 실현했다. 또한, 마이크로렌즈 어레이의 초점거리, 배열 등을 다양하게 조절할 수 있는 등 특성을 한층 향상시켰으며 현재 간단한 구조와 신뢰성 있는 동작 원리로 수율을 높였다.

윤 교수는 "최초가 아니라면, 최고가 되자"고 말했다. "사실 이 DLP 칩이 이렇게 소위 '대박'을 터뜨릴지 모르고도 TI社는 이 기술을 위해 20년 간을 막대한 돈과 시간을 투자하며 연구를 진행했다. 개발 도중 제조기술의 부족으로 양산 시도時 난관에 부딪치면서도, 높은 기술장벽을 넘기 위한 피나는 노력을 아끼지 않은 것"이라며 "그 결과, TI社의 DLP 기술은 이미 전 세계 프로젝션 시

장에서 없어서는 안될 핵심 원천특허가 됐으며 TI社에 이 칩 하나가 기여하는 매출이 1조원에 육박한다고 전해진다. 한국은 TI社의 이러한 '높은 장벽을 넘는 방법과 노력'을 배워야 한다. 장벽이 높은 기술일수록 일찍 시도하고, 노력하고, 결국 넘어서 그 누구도 따라오지 못하는 원천기술을 확보해야 한다"며 우리도 이제는 원천기술로 눈을 돌려 '기술 한국'을 일으켜야 할 때라는 점을 강조했다.

아직 한국에서 MEMS 디스플레이 연구가 2~3년에 불과하지만, 한 사람 한 사람을 위해 언제나 펼쳐질 수 있는 가볍고 아름다운 Display를 위한 새로운 생각들이 알음깨듯 새로운 제품으로 태어날 연구혁신을 위해, 국가와 기업의 보다 뜨거운 관심이 필요할 것으로 사료된다. ●