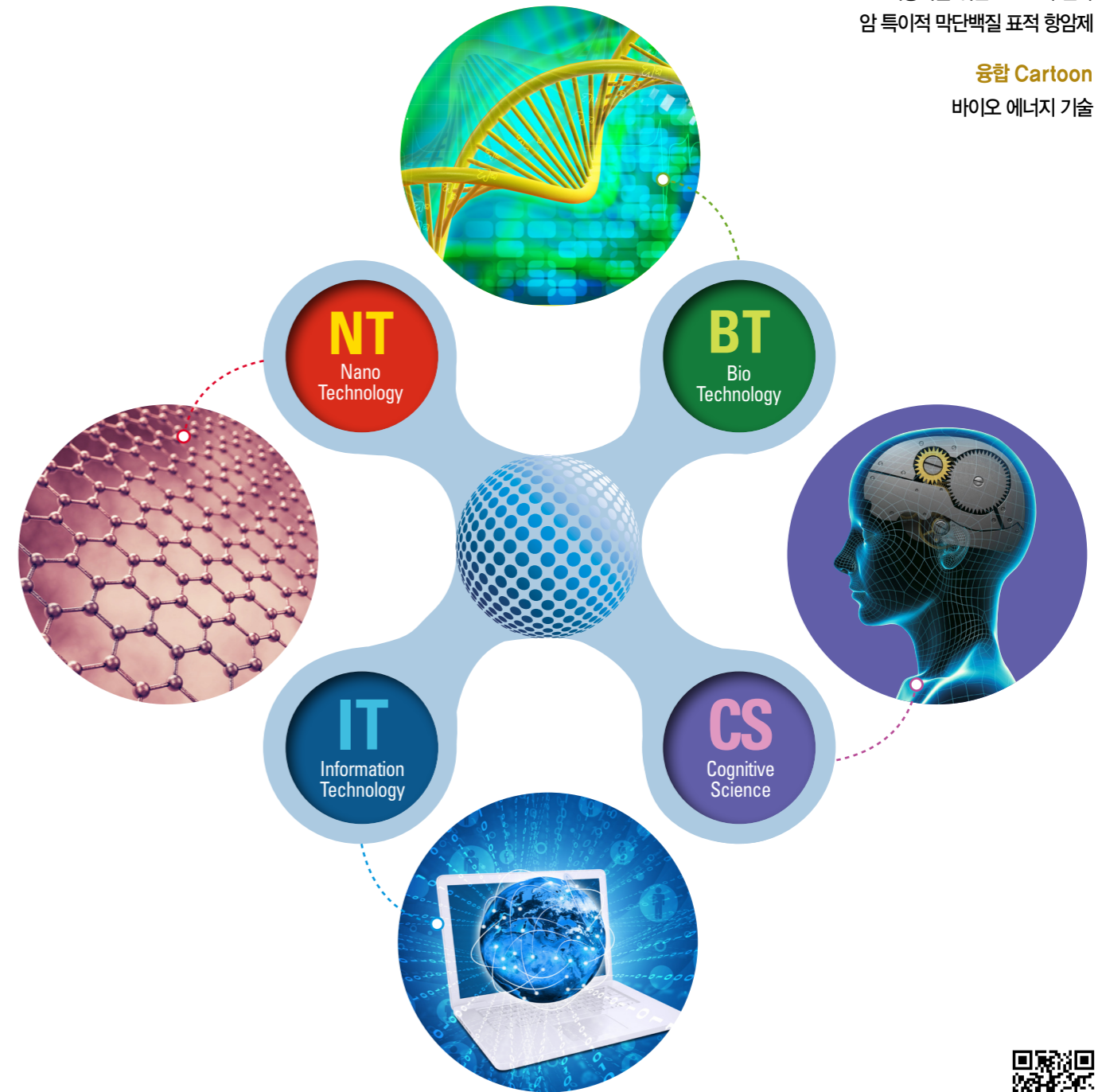
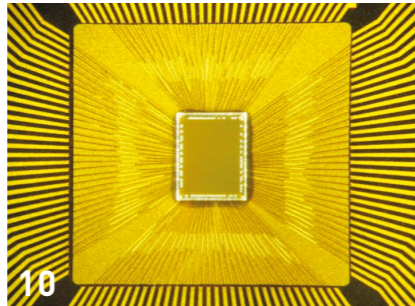


융합 에세이
웨어러블의 이해와 생태계 구조

융합연구 기술동향
수소연료전지 자동차
신경모방 뉴로모픽 칩
초정밀 디스플레이 공정 및 장비기술
대중화를 위한 HMD의 진화
암 특이적 막단백질 표적 항암제

융합 Cartoon
바이오 에너지 기술





Part 1 | 융합 에세이

02 웨어러블의 이해와 생태계 구조

한상철 | 산업기술평가관리원 산업융합 PD

웨어블 스마트 디바이스는 '나의 습관과 의식을 건드리지 않고 외부와 소통하면서 나를 행복하게 하며 멋스러움을 더해주는 스마트 기기'라고 정의될 수 있다. 다른 산업이 통합과 집중의 특성을 갖는다면 웨어러블은 적용 가능한 산업분야가 다양하며 그 산업 내에서도 계층, 직업분야 등에 따라 다양한 제품과 서비스의 출시가 가능하다. 또한 기본적인 HW와 SW 플랫폼을 가지고 나만의 개성을 찾는 수많은 고객을 대상으로 하는 웨어러블은 명세 또는 중소기업과 대기업이 상생 가능한 구조이다. 대기업은 매스마켓을 타깃으로 대규모 시장에서 규모의 경제를 실현하고, 중소기업은 완성품과 서비스 시장에서 대기업과 경쟁과 공존을 병행할 수 있다.



Part 2 | 융합연구 기술동향



07 수소연료전지 자동차

조은애 | 한국과학기술원 신소재공학과 교수

친환경 차량으로는 하이브리드, 플러그인 하이브리드, 전기차, 수소연료전지차가 있으며, 이 중 수소연료전지차는 수소를 연료로 이용해 전기를 발생시켜 구동되는 전기자동차의 일종이다. 세계 주요 자동차 기업은 2015년을 기점으로 수소연료전지 자동차 시장 진입을 시작해 빠르게 성장할 것으로 전망하지만, 고가격이 걸림돌로 작용하고 있다. 수소연료전지차의 국내 기술현황은 전체 부품의 약 90%가 국산화되는 등 전반적인 기술 수준은 세계 선두권으로 파악되고 있다. 자동차 산업의 특성 상, 제조업 생산량, 고용, 수출 측면 등에서 파급효과가 매우 큰 만큼 수소연료전지차 기술 개발을 위한 지속적인 투자와 수소연료전지차의 보급 확대를 위한 수소 인프라 구축이 필요하다.

09 신경모방 뉴로모픽 칩

정두석 | 한국과학기술연구원 전자재료연구센터 선임연구원

포유류의 시신경을 모방한 신경모방 뉴로모픽 칩은 1,000,000개의 인공뉴런소자와, 이러한 인공뉴런소자를 연결하는 256,000,000개의 인공시냅스소자로 구성되어 있다. 빠른 반응속도, 낮은 에너지 소비, 자가학습 능력 구현을 특징으로 하는 이것은 기존 반도체 구성요소를 사용해 제작함으로써 대량생산 가능할 것으로 예상된다. 또한 정보를 인식해 사물을 분류함으로써 무인제어시스템, 인공지능 장치, 시각정보기반 자가학습형 컴퓨터 등에 응용 가능하다.

11 초정밀 디스플레이 공정 및 장비기술

이현주 | 한국과학기술연구원 계산과학연구단 선임연구원

디스플레이는 형태에 따라 브라운관(CRT), 평판디스플레이(FDP), 프로젝터(Projection)로 나누어지며, 발광 방법 등에 따라 LCD, PDP, OLED 등으로 구분된다. 기존 반도체 공정 기술과 매우 유사하지만, 화면의 대면적화에 따라 기존의 Mask를 사용하는 광조형 박막공정에서 프라팅이나 레이저를 이용하는 방식으로 공정 및 장비기술이 변화하고 있다. 기존의 Fine Metal Mask 방식의 단점을 극복하고 8세대급 대면적 증착 장비에 따른 도입이 검토되고 있는 방식은 Inkjet Printing, Advanced Evaporation 방식과 Laser 전사방식을 일부 적용한 Hybrid Patterning System이 있다.

21 대중화를 위한 HMD의 진화

김익재 | 한국과학기술연구원 영상미디어연구센터 선임연구원

1968년 Ivan Sutherland가 몰입형 증대를 위한 장치로서 최초로 고안한 HMD는 당시 여러 가지 한계에 부딪혀 상용화에 성공하지 못했다. 하지만 Google사의 Google Glass로 경량의 모바일용의 가능성을 보여주는 한편, Oculus VR사의 Oculus Rift로 효율성 제고 및 저가화가 실현되고, USC ICT사의 Fov2Go 이후 스마트폰의 디스플레이와 콘텐츠를 활용하는 방식이 많아지면서 대중적으로 보급화 가능성이 높아지고 있다.

26 암 특이적 막단백질 표적 항암제

김영수 | 한국과학기술연구원 뇌의약연구단 선임연구원

기존 항암제의 한계를 극복할 새로운 항암제의 개발이 요구되고 있다. 다양한 항암 치료법의 개발은 선진국과의 경쟁이 어려우나, 분자영상을 이용한 암 진단 치료 겸용 테라노시스 프로브의 개발의 경우 국내외 모두 초기단계에 있어 글로벌 경쟁력이 있을 것으로 판단된다. 이에 따라 암세포에서 나타나는 여러 스트레스와 abnormality에도 불구하고 암세포를 작동하게 하는 machinery 단백질을 표적하는 항암제로 HSP90, GRP78 등의 개발이 시도 중이다.

Part 3 | 융합 Cartoon

30 바이오 에너지 기술

15대 국가전략 융합기술 중 신재생에너지 내 바이오 에너지 기술을 설명한다.



웨어러블의 이해와 생태계 구조

한상철 산업기술평가관리원 산업융합 PD

우리의 일상을 크게 바꾸어 놓은 스마트폰과는 달리 웨어러블은 우리의 습관을 바꾸거나 통제하지 않아야 한다. 웨어러블은 가능하면 나의 의식과 관계없이 또는 내가 자각하지 않은 상태에서 이루어져야 한다. 하지만 아직은 대부분의 사람들이 웨어러블 디바이스를 스마트폰이 기능적으로 분화된 액세서리 정도로 생각하며 그 기능의 필요성도 부각되지 않고 있다. 웨어러블 디바이스의 본질적인 특성과 근본을 이해하지 않고는 웨어러블의 새로운 수요확산과 산업발전은 기대할 수 없다.

웨어러블 스마트 디바이스의 본질과 정의

웨어러블 디바이스는 스마트폰의 액세서리인가?

현재 대부분의 사람들이 웨어러블 디바이스란 스마트폰을 기능적으로 분화해 신체의 어딘가에 착용하는 액세서리 정도로 생각하고 있다. 즉, 스마트폰은 포켓이나 가방에 넣은 채 블루투스 통신에 의하여 연결된 시계형 또는 밴드형 디바이스로 메시지 알람을 듣거나 전화를 받거나 음악을 듣는 등 스마트폰의 보조적 역할을 수행하는 작은 디바이스로 생각한다. 그리고 의외의 기능을 넣는다 하여도 이들은 외부에 노출되는 특성에도 불구하고 나만의 개성과 감성과는 거리가 먼 획일화된 디자인과 패턴으로 기능만이 부각되어 있는 상태이다. 또한 아직은 일반 전자 디바이스에서 사용되던 일반 전자 부품(form-factor based components)을 사용함으로써 우리 인체와의 정합성이 크게 떨어지는 구조를 가짐으로써 착용 또는 부착하기에 무언가 어색함을 피할 수 없는 상황이다. 이것이 웨어러블의 현주소이다. 더구나

아직은 그 기능의 필요성도 부각되지 않으며 일반 전자디바이스의 부품을 사용함으로써 오는 디자인의 어정쩡함으로 구매력은 크게 나타나지 않고 있다. 웨어러블 디바이스의 본질적인 특성과 근본을 이해하지 않고는 웨어러블의 새로운 수요 확산과 산업 발전은 기대할 수가 없다.

웨어러블은 무의식 중에 기능을 수행하고 소통해야

웨어러블 디바이스를 사용한다고 해서 나의 현재 습관을 크게 바꾸어서는 안 된다. 스마트폰은 우리의 일상을 크게 바꾸었다. 많은 사람이 책과 잡지를 보는 대신 스마트폰으로 소설을 읽고 정보를 접한다. 강의를 수강중이나 드라마를 보는 중 혹은 대화중에도



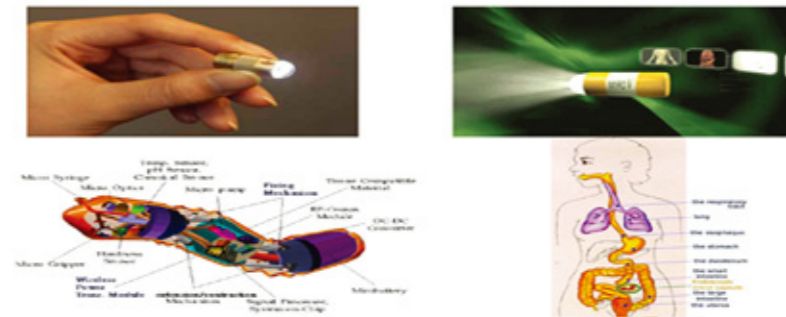
IT융합형 웨어러블 디바이스의 예



안경/컨택트렌즈형 웨어러블 디바이스

시계형 웨어러블 디바이스

Implantable 웨어러블 디바이스의 예



인터넷 검색을 한다. 그러나 웨어러블은 우리의 습관을 바꾸거나 통제하지 않아야 한다. 이것이 스마트폰과 다른 점이다. 웨어러블 디바이스는 우리가 의상을 입는 것과 큰 차이가 없어야 한다. 그리고 웨어러블 디바이스가 갖는 특정한 기능은 가능하면 나의 의식과 관계없이 또는 내가 자각하지 않은 상태에서 이루어져야 한다. 스마트폰에서는 특정 기능을 수행하기 위해서는 내가 의식적으로 데이터를 입력하여야 한다. 그러나 웨어러블에서는 기능이 목적하는 센서를 달아나도 모르게 데이터가

취득되고 기능의 목적상 추구하는 문제의 해결이 나도모르게 이루어진다. 예를 들면, 내 개인 업무실의 환경은 내가 착용하고 있는 위치형 웨어러블에서 나의 체온과 땀의 양을 측정하여 내 업무실의 공조제어기로 자동 전달되어 온·습도가 자동으로 조정되어 가장 쾌적함을 느끼는 환경으로 만들어 준다. 이러한 과정은 내가 의식을 가지고 개입하지도 않으며 나의 일상적인 습관과는 무관하게 기능한다. 물론 모든 웨어러블이 완전한 무자각하에 동작할 수 없다하더라도 그 상태의 입력이나 문제 해결은

기존 스마트폰에 비하면 훨씬 더 쉽고 편리해야 한다. 웨어러블 디바이스는 통신기술에 의하여 외부와 소통하는 기능이 있어야 한다. 헬스케어 기능도 그러하고 모든 업무용 웨어러블 디바이스는 사람과, 사물과, 공간 등과 소통해야 한다. 모든 기능을 웨어러블 디바이스 자체가 가진 프로세싱 파워나 메모리로 해결하기에는 역부족이다. 모든 기능은 통신 기능에 의해 소통되어 분석되고 결론을 얻어야 하는 것이 웨어러블 디바이스의 기본적인 속성 중 하나이다. 현재는 이 소통을 위한 통신은 스마트폰의 중계를 통하여 이루어지는 것이 대부분이나, 조만간 IoT 통신망에 의하여 이루어져야 한다. 그래야 웨어러블 디바이스 산업의 독립성이 유지되는 것은 물론이고 산업적 확산도 가능하다.

행복감과 멋스러움을 더해 주어야

웨어러블은 궁극적으로 이를 착용하거나 부착함으로써 나에게 행복감을 주어야 한다. 즉 나에게 최상의 컨디션을 유지하게 한다거나, 안전을 보장하여 준다거나, 질병 상황을 관찰하여 건강을 치료 또는 유지하게 한다거나 말이다. 웨어러블의 목적이 공공의 선에 반하고, 나의 행복을 거슬러 나를 감시하고 통제하기 위한 역할을 하는 것으로 활용된다면 아무도 사용하지 않을 것이다. 웨어러블 디바이스는 내가 입고 있는 의류나 몸에 부착되는 아주 작은 소형 디바이스이지만 나만의 개성을 표현하는 측면에서는 기존의 어떤 의상보다도 더 파격적이라 할 수 있다. 웨어러블 디바이스의 기본적인 구조나 색상은 목적하는 기능을 수행함에 있어서 전혀 문제가 없어야 하겠지만 주위의 환경과 분위기에 이질적이지 않으며 나만의 독특한 디자인과 패션 감각을 심분 발휘할 수 있어야 한다. 웨어러블 산업이 의류 산업 또는 패션 산업과 융합되어야

함의 당위성이 여기에 있다. 의류 산업과 패션 산업의 특징은 소량 다품종의 다양한 디자인이다. 웨어러블도 이와 맥을 같이 한다고 볼 수 있다. 웨어러블은 내가 평소 입는 의상과 마찬가지로 내가 오늘 만나야 할 사람, 가야하는 장소, 그리고 날씨 등과 조화되어야 하며 동시에 나만의 개성과 특징, 즉 멋스러움이 돋보여야 한다. 이에 웨어러블이 지금까지의 인류사에서 수십억 개의 서로 다른 디자인의 경험과 노하우를 가진 의류 및 패션과의 융합은 당연한 것이 아닐까?

웨어러블의 정의
“나의 습관과 의식을 건드리지 않고 외부와 소통하면서 나를 행복하게 하여 주고 멋스러움을 더해주는 스마트 기기”

웨어러블 산업과 시장의 특징

제품의 특징: 다이버전스

웨어러블은 섬유·패션, 헬스와 건강, 의료, 스포츠, 레저, 제조·생산, 교육, 보험, 방송, 홈가전, 국방, 게임과 엔터테인먼트, 공공안전 등 실로 그 적용 가능한 산업분야가 다양하다. 그리고 그 산업 내에서도 계층, 직업분야, 지역 등에 따라서 다양한 제품과 서비스의 출시가 가능한 분야이다. 다른 산업은 통합과 집중의 특성을 갖는다면 웨어러블은 기존의 의류나 패션시장과 같이 소재의 종류와 의상의 종류 그리고 그것을 이용하는 이용자의 계층, 나이, 성, 직업 등에 따라 정말 다양한 종류를 갖는 다이버전스가 그 특징이다. 이 특징은 단순히 제품 종류의 다양성에만 영향을 미치는 것이 아니라

생산방법, 마케팅방법 등 산업 내 전 밸류체인에도 영향을 미치며, 대기업보다는 순발력이 있는 1인 창업자, 스타트업 기업, 중소기업 등에 더욱 유리한 산업이라 할 수 있는 면도 있다.

매스마켓^{Mass Market} 과 버티컬마켓^{Vertical Market} 공존 구조

웨어러블 디바이스가 대중적인 서비스 아이템을 가지고 접근할 수 있는 매스마켓 외에도, 버티컬마켓의 유형으로 접근할 수 있는 산업 분야는 앞에서 이미 언급한 바와 같이 전 산업분야라 해도 과언이 아니다. 헬스나 건강과 같은 분야는 대중성이 더욱 넓은 매스마켓의 유형을 가질 것이나 좀 더 들여다보면 역시 이 분야에도 버티컬마켓이 공존하고 있음을 알 수 있다. 같은 산업 분야 내에서도 계층, 직업분야, 지역 등에 따라 버티컬마켓에서의 디바이스 상품과 서비스의 종류는 무한하다 할 정도이다. 이렇게 버티컬마켓으로의 접근은 자연스럽게 다품종 소량의 제품과 소규모 서비스가 형성되는 롱테일마켓(Longtail Market)이 형성되는 것이고 이는 대기업이 접근하기 보다는 중소기업이 접근하기에 유리하다 하겠다.

몇 가지 버티컬마켓의 예를 들어보면, 같은 헬스 및 건강관리용 웨어러블 제품이라도 학생들을 대상으로 한 서비스, 직장인을 대상으로 한 서비스, 또는 군인이나 특정 산업분야 종사자를 대상으로 한 건강관리 서비스를 구분할 수 있다. 이럴 경우 각 서비스 대상 고객들은 같은 기능이라도 차별화된 제품의 형상과 디자인, 그리고 차별화되거나 그 대상에 특화된 서비스를 원할 것이다.

서비스 연계가 필수

웨어러블 제품은 한 번에 제품을 팔고 끝나면 의미가 없다. 목적으로 하는 기능에 따른 지속적인 데이터 수집과 관리 그리고 통보가 가능해야 하며 개성과 감성의 차별화된 표현을 위해서라도 판매 이후의 다양한 디자인 제공 서비스에 더욱 집중하여야 할 필요가 있다. 개방형 플랫폼에 의한 제품과 디자인의 완성은 물론이고 웹이나 앱에 의한 디자인 공모 및 다양한 종류의 디자인 유형의 축적과 사용 등을 고려해 볼 수 있다. 웹이나 앱을 이용한 시장에서 고객의 자발적



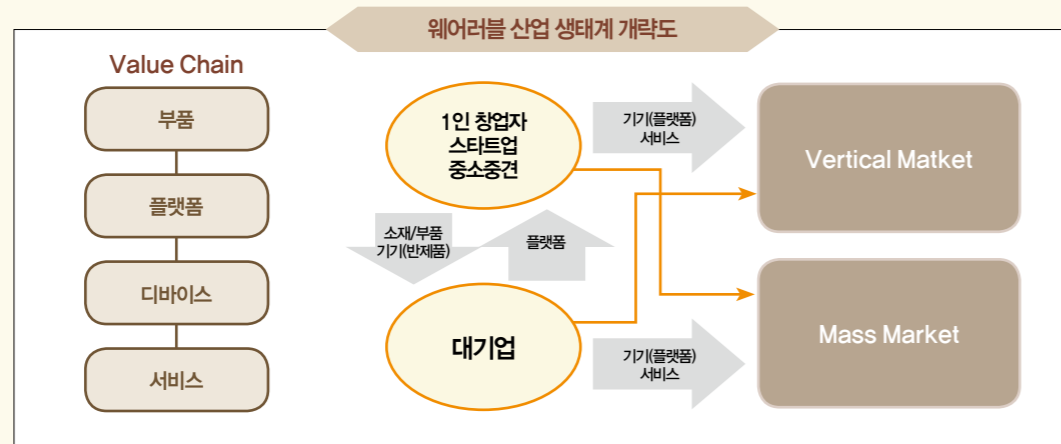
참여를 유도한다면 그 시장 효과는 배가 될 것이다. 이를 일컬어 '참여형 클라우드'라 할 것이며, 웨어러블 산업에서 실제로 적용 가능하다.

새로운 생태계의 구축

우리는 이제 웨어러블 산업이 스마트폰 산업과 근본적으로 다르다는 점을 인식하였다. 그러나 현재 아직도 이 산업 분야의 많은 사람이 스마트폰과 같은 산업 구조를 가질 것이라고 생각하는 것은 큰 문제가 아닐 수 없다. 스마트폰 산업의 생태계 구조는 부품과 솔루션의 공급에 있어 중소·중견 기업은 대기업으로의 단순 공급자로 대기업은 중소중견기업으로부터 받은 부품과 솔루션의 어셈블리역할과 마켓플레이어로서의 역할을 하는 단순한 순환구조를 가졌다. 시장에서의 가격 압박이 있으면 어셈블리는 단순히 부품 및 솔루션 공급자에게 전가하고 어셈블리만 생존하는 구조였다. 그러나 웨어러블 산업에서는 중소·중견 기업이 활동할 수 있는 롱테일 마켓인 버티컬 마켓이 있다. 매스 마켓을 위해서는 대기업에의 부품 및 솔루션

공급체계를 스마트폰 생태계 구조와 같이 가더라도 중소기업이 버티컬 마켓에 기대어 버틸 수 있는 여력이 있다. 오히려 버티컬 마켓에서의 차별화된 서비스는 매스 마켓으로부터 오는 가격 압박을 충분히 비켜갈 수 있다.

따라서 웨어러블 산업은 마치 의류나 패션 산업에서와 같이 영세 또는 중소기업이 대기업과 상생할 수 있는 생태계 구조이다. 기본적인 HW와 SW 플랫폼을 가지고 나만의 개성을 찾는 수많은 고객을 상대로 수많은 소규모 기업들이 활동할 수 있는 무대이다. 의류의 경우 내 몸에 맞고 내 기호에 맞으면 브랜드 상관없더라도 어느 작은 시장 골목 쪽방에서 만들어진 제품이라도 기꺼이 대가를 지불하고 구매를 하지 않는가? 따라서 대기업은 매스마켓을 타깃팅을 하여 대규모 시장에서 규모의 경제를 실현할 수 있으며 중소중견 기업도 완성품과 서비스 시장에서 대기업과 경쟁과 공존을 병행할 수 있다. 1인 창업자, 스타트업, 중소 중견 기업들은 롱테일 마켓에 보다 집중하여 버티컬 마켓을 적극 공략하는 적극성을 보여야 한다. 그리고 지속적인 맞춤형 서비스도 제공하도록 노력하여야 한다.



수소연료전지 자동차

조은애 한국과학기술원 신소재공학과 교수

전 세계적으로 자동차산업이 당연한 과제는 화석에너지의 고갈과 온실가스 배출 저감이다. 최근 미국, 유럽, 중국에서 자동차의 이산화탄소 배출을 규제하는 법안이 발표되면서 친환경차에 관심이 집중되고 있다.

친 환경 차량으로 하이브리드, 플러그인 하이브리드, 전기차, 수소연료전지차가 있다. 하이브리드와 플러그인 하이브리드는 엔진을 탑재하고 있어 연비 향상으로 인한 이산화탄소 배출량 저감 효과가 있으나, 기본적으로 화석 연료를 기반으로 하기 때문에 궁극적으로는 전기차와 수소연료전지차가 미래 자동차 시장을 양분할 것으로 전망된다.

투싼 ix 수소연료전지차는 1회 수소 충전으로 최대 594km까지 주행이 가능하다. 수소 충전에는 5분 정도가 소요된다. 또한 가솔린 기준으로 환산했을 때 27.8km/l (NEDC 유럽 연비 시험 기준, The New European Driving Cycle)의 고연비를 실현했으며, 영하 20도 이하의 날씨에도 탁월한 저온 시동 기술력을 확보하는 등 세계 최고 수준의 효율성을 갖췄다.

수소연료전지차는 수소를 연료로 이용해 전기를 발생시켜 구동되는 일종의 전기자동차다. 이때 배기관을 통해 배기가스 없이 물만 배출되기 때문에 차세대 친환경차 대표 주자로 주목받고 있다. 이에 따라 현대차를 비롯해 벤츠, BMW, 도요타 등은 이미 1990년대부터 수소연료전지차 개발에 막대한 비용과 인력을 투입해 왔다. 2013년 1월 현대자동차는 세계 최초로 수소연료전지차 양산을 시작하였다. 현대자동차의

혼다와다임러는 2008년 캘리포니아 지역에 소규모로 수소연료전지차를 리스판매하였다. 2014년 6월

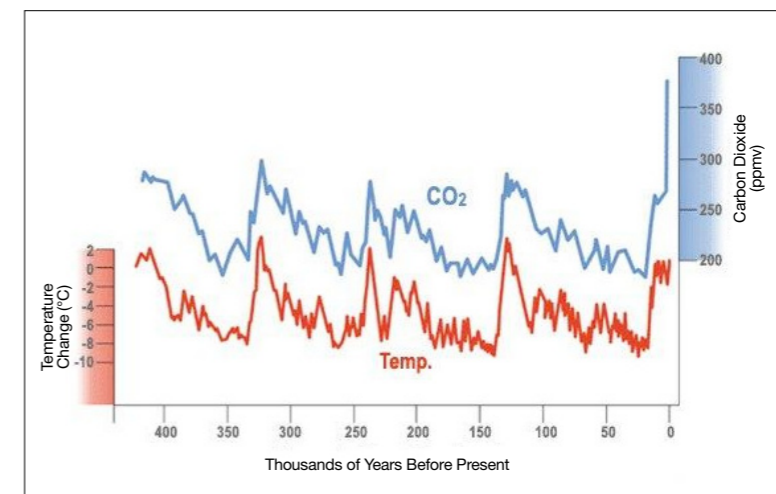


그림1 대기 중 이산화탄소 농도와 지표면 평균 온도

Part 2 | 융합연구 기술동향



그림2 현대 자동차의 투싼 ix 수소연료전지 자동차



그림3 도요타의 수소연료전지 자동차

현대차는 캘리포니아 지역에서 일반 소비자에게 리스를 시작하였다. 소비자는 \$2,999의 보증금을 내고 월 \$499를 지불하면 차량과 연료(수소), 보험, 차량 수리 등을 제공받는 조건이다. 도요타는 2014년 말 또는 2015년에 캘리포니아 지역에서 수소연료전지자동차를 \$70,000에 일반 소비자에게 판매할 계획이다. 이렇게 세계 주요 자동차사들은 2015년을 기점으로 수소연료전지자동차 시장 진입을 시작하여 이후

빠른 속도로 시장이 성장할 것으로 전망하고 있다. 그러나 시장 확대를 위해선 넘어야 할 산이 많다. 대당 1억원을 웃도는 높은 가격이 가장 큰 걸림돌이다.

수소연료전지차 가격의 가장 큰 비중을 차지하는 것이 내연기관차의 엔진에 해당하는 연료전지 스택이다. 연료전지 스택은 고분자막(Membrane), 나노 크기의 촉매(Catalyst)와 탄소재료(GDL), 그리고 분리판(Bipolar Plate)이라고 불리는 얇은 금속판으로 구성되는데, 백금촉매가 가격에서 가장 큰 걸림돌이 되고 있다. 이에 따라 수소연료전지 자동차의 상용화를 위해 백금사용량을 저감하거나 비백금 촉매를 개발하는 것이 돌파기술이 될 것으로 전망된다.

현재 우리나라의 수소연료전지자동차의 기술수준은 도요타, 혼다, 다임러와 함께 세계 선두권으로 평가받고 있다. 또한 전체 부품의 90% 정도는 국산화되어 상당한 기술력을 확보하고 있다. 그러나 스택을 구성하는 핵심 소재 중에서 분리판은 현대 하이스코와 포스코에서 세계적인 경쟁력을 가진 소재를 생산하고 있으나 촉매, 전해질막, 탄소재료는 아직까지 수입에 의존하고 있는 실정이다. 우리나라 경제에서 자동차 산업은 전체 제조업 생산량이나 고용, 수출 기준으로 전체의 10% 정도를 차지하는 전후방 파급효과가 매우 큰 중요한 산업이다. 향후 수소연료전지차로 자동차 시장이 재편되었을 때 기술경쟁력을 확보하고 시장을 선도하기 위해서는 수소연료전지차 기술 개발을 위한 지속적인 투자가 필요하며, 이와 동시에 수소연료전지차 보급 확대를 위한 수소 인프라 구축이 진행되어야 한다.

신경모방 뉴로모르픽 칩

정두석 한국과학기술연구원 전자재료연구센터 선임연구원

최근 미국 IBM은 TrueNorth라 명명된 시신경 모방 뉴로모르픽 칩을 발표하였다. 본 컴퓨팅 칩은 포유류의 시신경을 모방하였으며 1,000,000개의 인공뉴런소자와 이들 인공뉴런소자를 연결하는 256,000,000개의 인공시냅스소자로 이루어져 있다. 트랜지스터, 캐패시터 등의 기존 반도체 구성요소를 사용하여 제작된 칩으로 대량생산이 가능할 것으로 예상된다. TrueNorth 칩은 시각정보 처리장치로 정보를 인식하여 사물을 분류 가능하다. 따라서 무인자동차 등의 무인제어시스템, 인공망막장치, 시각정보기반 자가학습형 컴퓨터 등에 응용 가능하다.

기존의 이미지 처리장치와 비교하면, 신경 모방 뉴로모르픽 칩은 매우 빠른 반응속도와 매우 낮은 전력소모의 장점이 있다. 기존의 디지털 이미지 처리장치는 카메라 각 화소에 입력된 정보를 순차 처리하는 반면, 본 뉴로모르픽 칩은 입력된 2차원 영상을 일괄 병렬처리하므로 상당히 효율적인 정보처리가 가능하다. TrueNorth의 정보처리과정은 포유류의 시신경 정보처리과정과 매우 유사하며 실제 포유류는 매우 낮은 에너지소비를 통해 시각, 청각, 후각 등의 감각정보를 처리할 수 있다. 정보처리의 효율은 비단 정보처리방식 뿐만 아니라 칩의 구조에 역시 기인한다. 기존 디지털 컴퓨터는 중앙처리장치(CPU, Central Processing Unit)과 저장장치(Memory)가 분리되어 존재하므로 저장된 정보의 호출과정 중 시간지체 및 전력소모를 피할 수 없다. 하지만 포유류의 두뇌는 국부적 저장장치 역할을 하는 시냅스와 정보처리장치 역할을 하는 뉴런이 혼재하므로 시간지체 및 전력소모를 피할 수 있다.

뉴로모르픽 칩과 기존 디지털 칩의 가장 큰 차이점은 자가학습 능력에 있다. TrueNorth와 같은 뉴로모르픽 칩은 시각정보 인식을 통한 정보의 특정 패턴을 인공시냅스에 저장하므로 추후 시각 정보를 판단할 수 있다. 그림1은 IBM TrueNorth를 이용해 처리한 시각정보처리 결과이다. 이 칩은



신경모방 뉴로모르픽 칩은 비단 시신경 모방에 국한되지 않는다. 시각을 포함하는 오감의 '인식'이 가능하다. 더 나아가 오감 인식으로부터 학습이 가능하며 학습내용을 통해 궁극적으로 '자가 연상'이 가능한, 생각하는 컴퓨터의 등장이 가능할 것으로 예상된다. 이와 같은 기술은 로봇의 핵심 정보처리장치에 응용될 수 있으며 사회에 미치는 파급효과는 실로 막대할 것으로 예상된다.



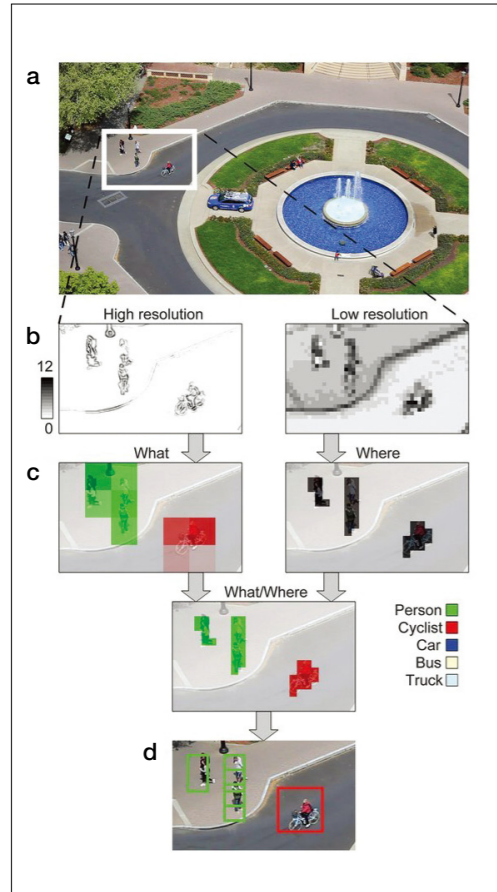


그림1 IBM TrueNorth칩의 시각정보 인식기능¹⁾

학습을 통해 사람, 자전거, 자동차, 버스 등의 시각정보 패턴을 이미 기억하고 있다. 주어진 시각정보는 우선 저화질 상을 통해 인식해야할 물체의 위치정보 해석과정을 거치고 고화질 상을 통해 위치정보 상 존재하는 물체의 시각패턴을 인지하게 된다. 그리고 기억된 시각패턴 정보를 통해 물체를 사람, 자전거, 자동차, 버스 등으로 분류하게 된다.

신경모방 뉴로모르픽 칩은 비단 시신경 모방에 국한되지 않는다. 시각을 포함하는 오감의 '인식'이 가능하다. 더 나아가 오감 인식으로부터 학습이

가능하며 학습내용을 통해 궁극적으로 '자가 연상'이 가능한 생각하는 컴퓨터의 등장이 가능할 것으로 예상된다. 이와 같은 기술은 로봇의 핵심 정보처리장치에 응용될 수 있으며 사회에 미치는 파급효과는 실로 막대할 것으로 예상된다.

하지만 궁극적인 뉴로모르픽 칩의 개발을 위해 가야할 길은 아직 멀고 험하다. 본문에서 소개한 TrueNorth칩은 디지털 요소기술만을 이용하여 제작되었으므로 완성된 형태의 아날로그형 뉴로모르픽 칩은 아니다. 따라서 아날로그형 요소기술의 개발, 그리고 이를 토대로 뉴로모르픽 칩의 성능 및 기능향상을 도모할 필요가 있다.

신경모방 뉴로모르픽 칩 제작기술은 신경과학과 전자공학의 만남에서 출발하였고 두 상이한 학문의 유기적인 결합을 통해 구현이 가능하다. 뿐만 아니라 필수요소인 아날로그 요소기술 개발에 필요한 다양한 소재, 그리고 대규모 전산모사를 통한 인공신경망의 특성분석 등 재료공학, 전산과학을 아우르는 대규모 연구분야라 할 수 있다. 따라서 본 연구분야는 다학제간 기술접목이 반드시 필요하므로 융합연구를 통해 시너지를 창출할 수 있는 연구분야라고 할 수 있다.

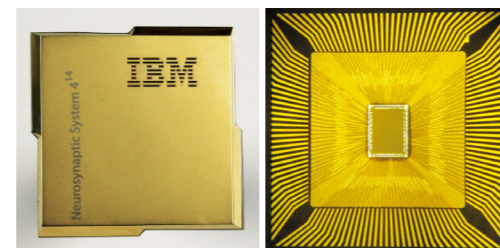


그림2 IBM TrueNorth칩²⁾

1) Merolla et al.(2014), A million spiking-neuron integrated circuit with a scalable communication network and interface, Science 345, 668

2) IBM 홈페이지

초정밀 디스플레이 공정 및 장비기술

이현주 한국과학기술연구원 계산과학연구단 선임연구원

최근 출시한 휴대폰이나 TV를 보면 '곡면 디스플레이, 울트라 HD, 레티나 디스플레이' 등 생소한 용어들이 등장한다. 이러한 제품들은 기존 LCD디스플레이에 비해 다소 비싸지만 인기리에 판매되고 있다. 하지만 화소, 해상도, HD, UHD 등에 대해 자세히 알고 제품을 구매하는 사람들은 얼마나 있을까? 용어에서부터 제조 공정 및 장비기술에 이르기까지 디스플레이의 모든 것에 대해 소개한다.

I. 개요

삼성전자나 LG전자에서 최근 출시한 휴대폰이나 TV를 보면 '곡면 디스플레이, 올레드(OLED), 울트라HD(UHD), 쿼드HD(QHD), 4K UHD, 초고화질', 등의 생소한 용어들을 자랑스럽게 내세우며 광고하는 제품을 쉽게 볼 수 있다. 비단 굴지의 국내 전자제품 제조사뿐 아니라 미국의 애플 사에서도 '레티나 디스플레이(Retina Display)'가 장착된 제품들은 기존 LCD 디스플레이에 비해 다소 비싸지만, 인기리에 판매됨을 알 수 있다. (그림1) 그러나 화소(Pixel), 해상도(Resolution), 인치당 해상도(PPI, Pixel Per Inch), HD(High-definition), UHD 등에 대해 자세히 알고 제품을 구매하는 사람들은 얼마나 있을까?

이에, 이번 호에서는 디스플레이 관련 용어정리에서부터 디스플레이의 종류, 초정밀 디스플레이의 발전과정, 제조사별 고유 기술, 또한 이를 위한 제조 공정 및 장비기술에 대하여 소개하고자 한다.



그림1 삼성전자의 커브드 UHD TV, 갤럭시 노트 엣지, 애플의 레티나 디스플레이, LG전자 G3 휴대폰에 탑재된 QHD 디스플레이^{1~3)}

II. 디스플레이의 종류 및 역사

디스플레이는 여러 종류가 있으며 그림2와 같이 크게 형태에 따라 CRT(Cathode Ray Tube), FPD(Flat Panel Display), 프로젝터(Projection)으로 구별하고, 세부적으로는 발광 방법 등에 따라 LCD(Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel), OLED(Organic Light Emitting

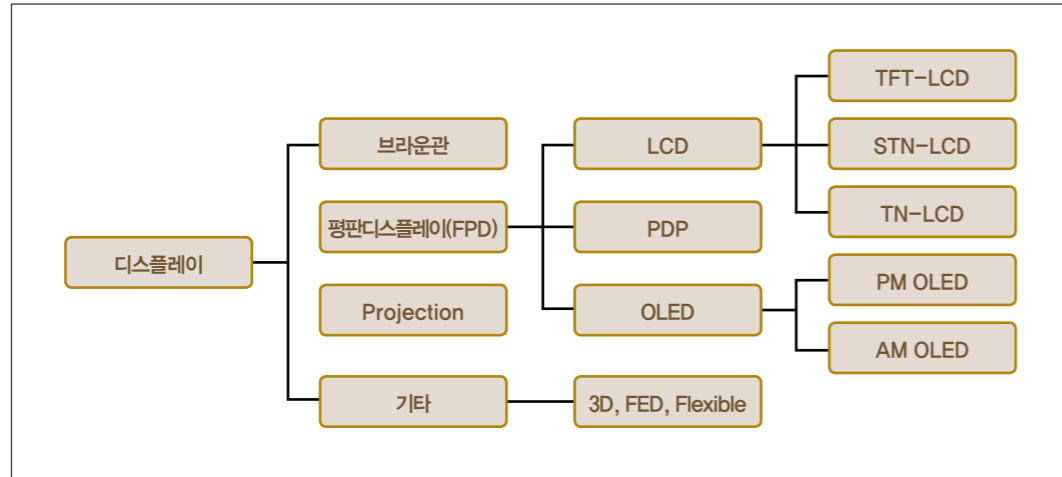


그림2 디스플레이의 종류 4)

Diodes) 등으로 구분한다.

현재 시장에서의 주요 디스플레이는 쇠퇴기인 CRT, 시장을 주도하는 TFT-LCD와 PDP, 도입기인 OLED 4가지 시장으로 나뉘지고 있다. 삼성전자와 엘지 전자 등의 우리나라 기업의 경우는 1990년대 중반부터 평판 디스플레이에 대한 과감한 선 투자를

통해 일본기업들을 추격하는 Fast-Follower 전략을 추진하여 2005년 이후 LCD, PDP, OLED의 평판 디스플레이디바이스모든분야에서 세계시장 점유율 1위를 석권하는 놀라운 성과를 나타내고 있다. (표1)

이미 쇠퇴기에 접어들어 이제는 거의 생산되고 있지 않은 CRT(Cathode Ray Tube) 기술은 발명자인 독일의 물리학자 Karl Ferdinand Braun의 이름을 따서 브라운관이라고도 불리며, 용도에 의해 수상관이라고도 한다. 용도에 따라 텔레비전 수상관 혹은 컴퓨터 모니터 등의 디스플레이용과 오실로스코프 등의 과학 관측용 및 레이더용 등으로 사용되어 왔으며, 사용 방식에 따라 직시형과 투사형으로 분류된다. CRT는 전자총(Electron Gun)과 편향요크(Deflection Yoke), 섀도우 마스크(Shadow mask), 형광체(Phosphors), 앞과 뒤의 퍼널(Funnel)과 패널(Panel) 유리로 구성되어 있다. 전자총에서 발생한 전자빔을 형광막에 닿게 하여 형광면을 발광시킴으로써 화상을 만든다. 전자총에서 만들어진 전자빔은

표1 나라별 세계 디스플레이 시장 매출액 추이 5)

(단위 : 억 달러 LCD PDP)

디스플레이	나라	2007년			2008년		
		2007년	2008년	2009년	2007년	2008년	2009년
LCD	세계시장	318.9	461.4	570.6	318.9	461.4	570.6
	한국	110.9	176.5	222.3	110.9	176.5	222.3
	일본	120.4	144.5	152.9	120.4	144.5	152.9
	대만	87.6	140.5	186.6	87.6	140.5	186.6
	중국	0	0	8.8	0	0	8.8
PDP	세계시장	26.1	42.6	60.9	26.1	42.6	60.9
	한국	9.4	17.9	34.8	9.4	17.9	34.8
	일본	16.3	23.7	25.8	16.3	23.7	25.8
	대만	0.4	0	0.3	0.4	0	0.3

서로 직각으로 배열된 2조의 편향판이나 편향코일 사이를 통과할 때에 외부로부터 가해진 신호 전압에 의해 편향되는데 이로 인해 형광면 위의 휘점이 상하좌우로 이동하여 상을 그리게 된다.

CRT는 기존의 고정형 디스플레이 사용에 있어서는 많은 공간을 차지한다는 것 외에 별다른 불편함이 없어 많이 사용되어 왔으나, 다양한 Network 기술이 개발되고 Portable 기기의 보급이 늘어나기 시작하면서 CRT는 FPD(Flat Panel Display)에 의해 대체되어 가고 있다.

공간을 절약할 수 있고 전력 소모가 적으며 전자파의 발생이 적은 FPD는 빠른 기술 발전과 업체들의 공격적인 투자로 가격 경쟁력을 갖기 시작했으며 이는 모니터 시장에서 LCD가 CRT를 제치고 주력상품으로 부각되는 결과를 낳았다. TV 시장에서는 2002년을 기점으로 하여 PDP TV의 수요가 높아지고 뒤이어 LCD TV가 시장에 진입함에 따라 점차 쇠퇴기를 맞았다. 물론 일본 기업을 중심으로 완전 평면 브라운관, 멀티빔 CRT, 카멜타입 CRT 등의 차세대 CRT를 선보이며 두께나 무게 면에서 한계를 극복하고자 하였으나, 2006년 이후 이미 회사의 주력 상품이 CRT에서 PDP나 LCD 쪽으로 넘어감에 따라 CRT는 점차 시장에서 사라지게 되었다. 특히, Notebook용으로 개발된 LCD가 기업들의 투자로 인해 빠르게 성장함과 동시에 HDTV가 화면비 16:9인 해상도를 지원하게 되면서 기존 디스플레이의 Wide화와 큰 부피로 인해 떨어지는 경쟁력을 극복하고자 Slim화가 주요 화두로 떠올랐다. Slim화는 편향 각도를 넓혀 전장 길이를 줄이는 방식으로 많은 연구가 되고 있으며, 2007년부터 Digital TV 방송이 본격화 되면서 그에 준하는 규격의 방송을 수신을 위한 TV 교체 시에

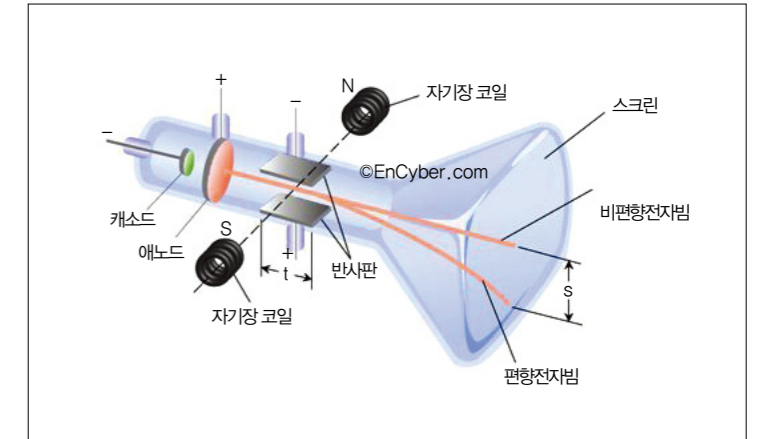


그림3 CRT의 작동 원리 6)

상당 수가 LCD, PDP를 선택하게 되었다. 더군다나 FPD의 가격이 많이 떨어짐에 따라 일반 가정에서도 LCD, PDP TV를 보유하게 되었으며, 요즘에는 더욱 더 선명한 화질의 UHD, QHF, 4K 디스플레이 등에 대한 수요가 늘고 있다.

PDP(Plasma Display Panel)는 아주 작은 방을 만들어 각 방에 형광물질을 바른 후 각 방마다 형광등을 켜는 것과 같은 고전압을 발생하면 이로 인해 전자가 방출되고 불이 켜지는 원리이다. 수백 수천만 화소라 하면, 이러한 작은 마이크로 형광등을 수백 수천 개 모아둔 것이라고 보면 된다. (그림4)

반면, LCD(Liquid Crystal Display)는 Liquid Crystal(액정)이라는 어설피 상(Phase)을 가지고 있는 물질을 이용해 전압을 통해 결정의 배열을 조절함으로써 구멍을 막고 열어 백라이트의 빛이 새어나오도록, 혹은 그렇지 않도록 조절하는 구조로 되어 있다. 대체로 형광등으로 되어 있는 백라이트는 항상 빛을 내고 있지만 액체결정이 이 앞에서 작은 블라인드를 열고 닫는 구조라고 보면 된다. (그림5) 일반 형광등을 보면 전 상태로 유지하는 전력보다 켜고 끄는 전력이 더 크게 소모된다고 알려져 있다.



LCD는 Liquid Crystal이라는 어설픈 상을 가지고 있는 물질을 이용해 전압을 통해 결정의 배열을 조절함으로써 구멍을 막고 열어 백라이트의 빛이 새어나오도록 혹은 그렇지 않도록 조절하는 구조로 되어 있다. 대체로 형광등으로 되어 있는 백라이트는 항상 빛을 내고 있지만 액체결정이 앞에서 작은 블라인드를 열고 닫는 구조로 보면 된다.

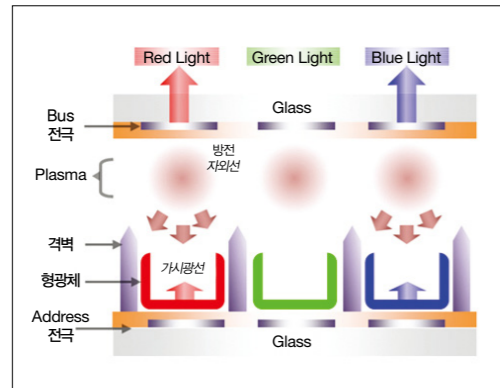


그림4 PDP 디스플레이의 구조 및 작동 원리⁷⁾

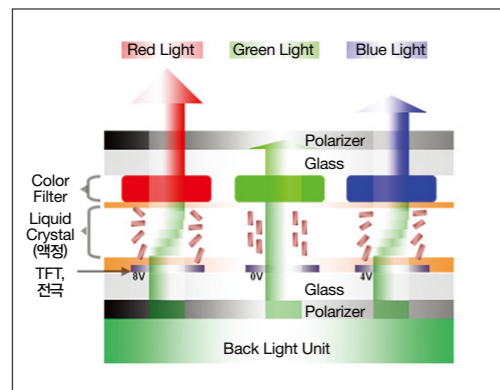


그림5 LCD 디스플레이의 구조 및 작동 원리⁷⁾

같은 원리로 같은 양의 빛을 발산한다고 할지라도 수백 수천 번 켜고 끄는 행동을 거듭해야 하는 PDP가 그냥 켜놓고 있기만 하면 되는 LCD보다 더 큰 전력을 소모한다. 항상 화면 전체를 밝히는 LCD보다 일부만 밝히면 되는 PDP가 더 큰 전력을 소모한다는 점이 아이러니하지만 켜 때마다 고전압이 들어가 더 큰 전력이 소모되는 형광등의 구조적 모순 때문에 기인한 재미있는 현상이다. 그러나 화질적 측면에서 PDP는 단점보다 장점이 더 많다. PDP는 방 하나하나가 마이크로 CRT와 같기 때문에 방출하는 빛의 질이 CRT TV와 거의 완벽하게 같다. DLC 액정의 반응속도 또한 PDP의 반응속도에 비할 수 없어 잔상이 심하다는 단점을 가지고 있었던 것은 사실이다. 또한 액정의 광학적 특성으로 인해 정면이 아닌 측면이나 다른 방향에서는 시야각의 제약을 받는 단점을 가지고 있었던 것도 사실이다. 초창기 laptop PC에서 LCD와 PDP는 이러한 장단점을 가지고 경쟁하게 되었으나 이내 LCD가 압도적인 차이로 PDP를 몰아내기 시작했다. 아무리 PDP가 화질적 면에서 LCD를 앞선다 할지라도 이동성이 중요한 laptop 시장에서 압도적으로 적은 소비전력을 갖는 LCD가 PDP를 장착한 laptop을 시장에서 몰아내게 되었다. 이에 PDP는 30인치 이상의 CRT 제작이 불가능하고 LCD는 14인치를 넘기지 못하던 시절에 30인치 이상의 대형화 디스플레이 시장을 위해 노리게 된다. 그러나 LCD 또한 TFT-LCD(Thin Film Transistor LCD)의 개발로 화질을 향상시킴으로써 초창기의 단점을 거의 모두 극복함에 따라 대형화에서도 성공해 PDP를 역사의 뒤안길로 몰아내게 되었다.⁸⁾ 유기 발광 다이오드(Organic Light-Emitting Diode, OLED)는 빛을 내는 층이 유기 화합물로 이루어진 박막 발광 다이오드이다.

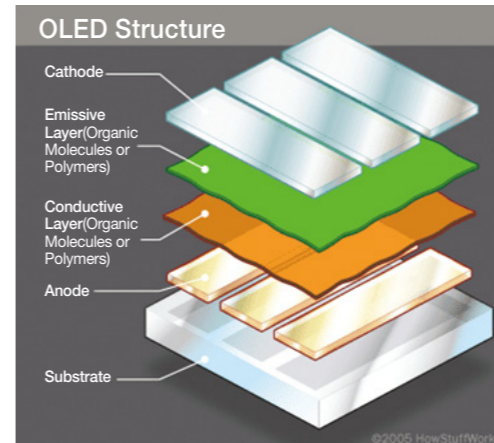


그림6 LCD 디스플레이의 구조 및 작동 원리⁷⁾

현재 가장 널리 사용되고 있는 OLED 적층기능분리형 디바이스 발광소자는 1987년에 미국 코닥의 탕칭완과 스티븐 반 슬라이크가 발명했다. 유기결정에 전류를 흘리면 발광되는 원리를 이용한 OLED는 기본적으로 음극, 양극의 전극과 유기물 그리고 기판의 구조로 되어 있다. 전극에 전기를 가하면 양극에서 발생된 정공과 음극에서 발생된 전자가 유기물 층에서 재결합되며 이때 생긴 에너지 갭에 해당하는 빛이

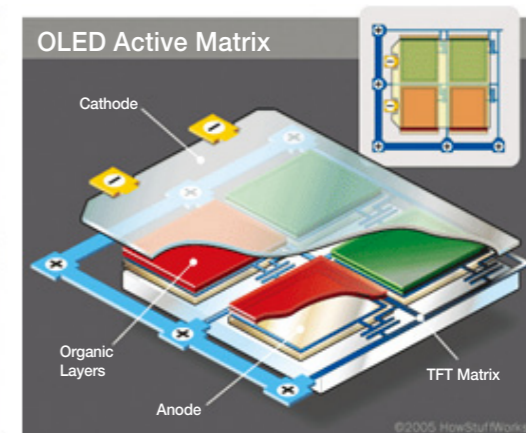
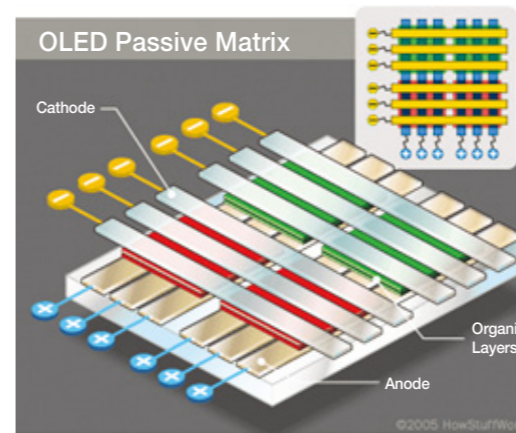


그림7 수동 OLED의 구조와 능동형 OLED의 구조¹⁰⁾

발생하게 되는데, 주로 음극에는 알루미늄과 은·마그네슘 합금, 갈륨 등의 금속박막을, 양극에는 ITO(Indium Tin Oxide)이라고 불리는 산화 인듐 주석 등의 투명한 금속박막을 사용한다. (그림6)⁹⁾

OLED는 제어 방식에 따라 PM OLED(Passive Matrix -, 수동형 유기 발광 다이오드)와 AMOLED (Active Matrix -, 능동형 유기 발광 다이오드)로 나뉜다. (그림7) 수동 구동은 양극과 음극의 교차 부분에 OLED 소자를 위치시키는 방식인데, OLED 소자는 응답시간이 빠르며 전압이나 전류 등의 정보를 저장하지 않기 때문에 구동 펄스가 제거되면 곧바로 Off된다. 순차 구동이라는 특성을 지닌 수동 구동 방법은 이런 조건에서 패널의 해상도와 크기가 증가할수록 소비전력이 급격히 증가하기 때문에 PMOLED는 주로 5인치 미만의 디스플레이 기기로 활용되고 있으며 소자의 효율 증가나 구동 전압의 감소, 배선의 저 저항화 기술, 저소비전력구동IC개발등의방안을통해소비전력을 억제시키는 연구가 시도되고 있다. 반면, AMOLED

표2 가정용 디스플레이의 시장 추이 ¹¹⁾

구분	CRT (브라운관)	평판 디스플레이		
		TFT-LCD	PDP	OLED
시장 성숙도	쇠퇴기	성장기/ 성숙기	성장기/ 성숙기	도입초기
장점	- 고화질 - 저가격	- 경량/박형 - 저소비 전력 - 고해상도	- 박형 - 대형 크기 - 광시야각	- 경량/박형 - 저소비전력 - 고선명
단점	- 넓은 공간 차지	- 고가격 - 좁은 시야각	- 고가격 - 고소비전력 - 저효율 - 환경문제 (납사용)	- 소형크기 - 저수명
적용분야	- 전자파 다	- 노트북 PC, 모니터 TV 등 대형 - 휴대폰, PDA, CNS 등 소형	- 벽걸이 TV 등 초대형	- 휴대폰, PDA 등 소형 - PC, 모니터, TV 중대형은 기술개발 필요
연구기술	- 평면화	- 화면의 대형화 - 저가격화	- 저가격화 - 고효율	- 화면의 대형화

(능동 구동)는 하나의 OLED 소자당 한 개 이상의 트랜지스터를 사용하여 각 소자 별로 On/Off를 조절하며 저장용량을 이용하여 정보를 저장하기 때문에 수동 구동 방식에 비해 소비전력이 작아진다. 또한 픽셀 형성 공정이 수동 구동에 비해 간단하고, 고해상도의 패널을 제작할 수 있는 장점이 있다. 이때 사용되는 트랜지스터는 일반적으로 출력전류가 큰 다결정 혹은 다결정 실리콘 TFT를 사용하며 대면적에서 저가형으로 제작하기 위해 주로 LTPS TFT(저온 다결정 실리콘 TFT)가 사용된다. OLED 소자는 전류 구동 방식이 유리하기 때문에 기존의 전압구동방식의 LCD와는 다른 구조를 가지게 된다. 전류 구동을 위해서는 2개 이상의 트랜지스터가 필요하며, LTPS TFT 사용 시 균일도가 좋지 않은 문제를 보완하기 위해 3개 이상의 TFT를

사용하는 것이 일반적이다. 하지만 이렇게 되면 TFT와 기타 보조물들의 차지 면적이 커지게 되어 실제로 빛이 발생하는 영역은 작아지게 된다. 이를 보상하기 위해서는 전류의 증가가 필연적이므로 전체적인 소비전력 증가 현상이 생기는 단점이 있다.

OLED 픽셀은 직접 빛을 내기 때문에 백라이트가 필요 없으며 빛의 표현 범위가 LCD보다 더 넓으며 검정 수준이 뛰어나다. 또한 LCD에 비교하여 1000배 빠른 응답 속도를 가지고 있으며 Thin film 형태로 제작이 가능하여 휘어지기도 한다. 따라서 다양한 분야에 적용이 기대되는 기술이지만, 아직까지 LCD보다 제작 비용이 비싸기 때문에 일부 고가 제품에서만 상용화가 이루어지고 있다.

III. 화소, 해상도, 인치당 화소수

화소(畵素) 또는 픽셀(Pixel; picture element에서 유래)은 화면을 구성하는 가장 기본이 되는 단위이다. 해상도(解像度)는 종이나 스크린 등에 표현된 그림이나 글씨 따위가 표현된 섬세함의 정도를 나타내는 말이다. 주로 모니터, 텔레비전 또는 프린터, 스캐너 등의 각종 이미지 입출력기에 관해 말할 때 쓰인다. 보통 1인치(25.4mm) 안에 표현되는 화소(Pixel)나 점(Dot)의 수로 해상도를 표현한다. 널리 쓰이는 단위로는 픽셀의 밀도를 나타내는 DPI와 PPI가 있다. DPI(dots per inch)는 주로 인쇄 출력물에, PPI(pixels per inch)는 화상 출력물에 각각 쓰인다. 예를 들어 72 DPI라고 하면 1인치 안에 1/72 크기의 점이 72개 들어간다는 뜻이고 96 DPI라고 한다면 같은 1인치 안에 1/96 크기의

점이 96개 들어간다는 뜻이다. 다시 말해 해상도가 높다는 말은 더 작은 점으로 이루어진 이미지를 구현할 수 있다는 말이고 그렇게 함으로써 이미지를 더 섬세하고 자연스럽게 구현할 수 있게 된다. 보통 우리가 알고 있는 HDTV(High-definition)의 경우 기존 480, 525화소 보다 월등히 높은 720(순차주사방식, 720p), 혹은 1080(비월주사방식, 1080i) 등의 해상도를 구현할 수 있다. 이는 같은 해상도의 경우 TV의 크기가 작아질수록 픽셀 밀도가 높아져 더욱 선명한 화질을 보여준다고 할 수 있다. 애플 사에서는 인치당 화소수가 300PPI를 넘으면 인간의 망막(Retina)으로 화면 내의 화소를 볼 수 없다고 밝히며, 인치당 화소수가 326PPI에 달하는 아이폰4를 개발하였다. 그들만의 용어로, 인치당 화소수가 300PPI가 넘어가면 레티나 디스플레이라고 불렀는데, 레티나 디스플레이(Retina Display)는 특정한 시야거리에서 인간의 눈으로는 화소를 구분할 수 없는 화소 밀도를 가진

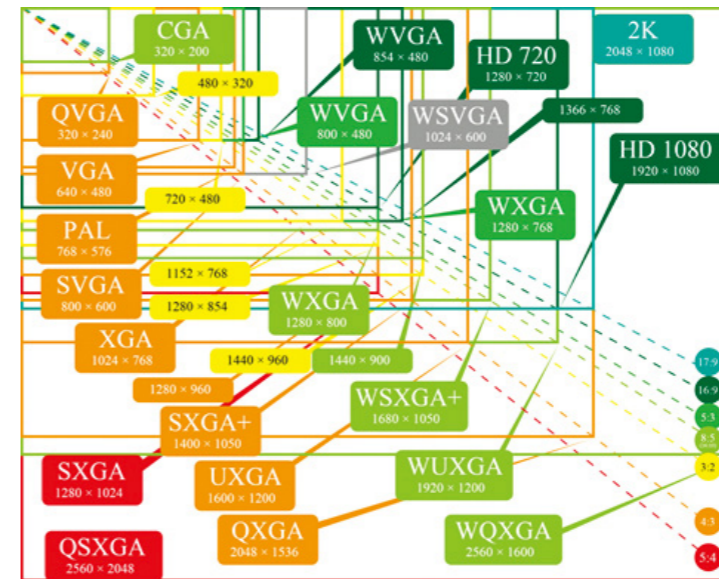


그림8 디스플레이 해상도 비교 ¹²⁾



그림9 HD 및 UHD 디스플레이 해상도 비교 ¹³⁾

애플 LCD 제품의 브랜드 이름이다. 이는 특정한 시야 거리에 따라 다른데, 인치당 픽셀(PPI) 수는 작은 장치는 326에서(아이폰이나 아이패드 터치) 중간 크기의 장치는 264(아이패드) 큰 장치의 경우 220(맥북프로 레티나)까지의 범위를 갖는다고 한다. 이와 비슷한 개념으로 5.5인치 스마트폰

디스플레이를 기준으로 QHD의 경우 16cm, 풀HD의 경우 19.8cm가 인간의 눈이 화소수를 구별할 수 있는 최대 거리라고 한다. 화면이 선명할수록 가까운 거리에서 정밀하게 들여다봐야 화면을 이루고 있는 화소 수가 인식되는데, 이번에 LG전자에서 개발한 G3 휴대폰에는 불과 16cm 떨어진 거리에서 봐야 겨우 각각의 화소를 구분할 수 있을 만큼 화면밀도가 향상된 QHD급 디스플레이를 선보였다. QHD는 일반 HD의 4배인 WQHD

해상도를 지칭하며 2K라고도 불린다. 5인치대 스마트폰을 기준으로 인치당화소수가 500ppi 이상에 이른다. 일반적으로 해상도가 높아지면 화면을 선명해지는 장점이 있으며, 사진이나 동영상을 감상할 때 작은 디테일까지도 선명하게 볼 수 있고 화면이나 글자를 확대하더라도 깨짐 현상이 줄어든다.

8K UHD 해상도 시제품이 나왔다고 하지만, 현재까지 상용화된 해상도 중 제일 높은 것은, 4K 해상도(4K Ultra High Definition; 4K Ultra HD; 4K UHD)이다. 4K UHD는 Full HD(1,920×1,080)의 약 4배 화소 수(가로: 4000전후, 세로: 2000전후)로 차세대 고화질 해상도를 지칭하는 용어이다. 2012년 1월 기준으로 아직 표준이 확립되지 않아 4,096×2,160이나 3,840×2,160의 두 가지 제품이 출시되고 있다고 한다. 그림8과 그림9는 현재까지 개발된 해상도와 같은 화소 크기를 기준으로 화면 해상도를 비교한 사진이다.

IV. 초정밀 디스플레이 공정 및 장비 기술

디스플레이 공정 기술은 기존 반도체 공정 기술과 매우 유사하지만, 화면의 크기가 점차 대면적화 되어 가면서 기존의 마스크를 사용하는 광조형 박막공정에서 프린팅이나 레이저를 이용한 방식으로 변화하고 있으며, 제조공정 중 발생하는 불량 화소에 대한 수리기술 또한 중요하게 여겨지고 있다.

기존의 Fine Metal Mask(FMM) 방식은 Full Color OLED의 구현을 위해서 Red, Green, Blue 각각 세 번의 Mask 공정을 거치게 된다. 통상적으로 OLED에



대면적 OLED 증착에서 기술적 어려움이 산적해 있는 FMM의 단점을 극복하고 8세대급 대면적 증착 장비에 적용하기 위해서 도입이 검토되고 있는 방식으로 Inkjet Printing, Advanced Evaporation 방식과 Laser 전사방식을 일부 적용한 Hybrid Patterning System이 있다.



이용되는 FMM은 50 μ m 두께의 금속 박막을 이용하여 제조하게 된다. 이러한 박막 금속을 공정상에서 다루기 위해서 FMM을 금속 Frame에 용접하는 인장 용접 방식을 이용한다. 그런데 대면적화를 위해서는 FMM의 설계 및 제작 기술뿐 아니라 인장 및 용접 관련 기술 개발도 이루어져야 하기 때문에 정밀도를 확보하기 어렵다는 단점을 가지고 있다.

대면적 OLED 증착에서 기술적 어려움이 산적해 있는 FMM의 단점을 극복하고 8세대급 대면적 증착 장비에 적용하기 위해서 도입이 검토되고 있는 방식으로 Inkjet Printing, Advanced Evaporation 방식과 Laser 전사방식(LITI, Laser Induced Thermal Imaging)을 일부 적용한 Hybrid Patterning System이 있다. 잉크젯 방식은 용액으로 만들어진 유기물질을 노즐과 헤드를 통하여 원하는 pixel 부위에 drop하여 인쇄하는 기술이다. 한편, 레이저 전사법은 도우너 기관 또는 전사기관 상에 증착 재료나 용액 재료를 성막한 후에 하부 기관과 합착하여 광학 스테이지 위에서 레이저의 스캔에 의해 패터닝이 이루어지는 방법으로써, 향후 무안정식 3D TV와 8백만 화소(UD)급 제품을

구현하기 위해서 중장기적으로는 적극적인 개발을 하게 될 것으로 기대된다.

최근 들어 대면적 OLED 생산을 위해서 대면적 용액기반 RGB 인쇄법에 대한 연구가 더욱 활발해지고 있다. 대면적 용액기반 인쇄법은 RGB 삼색에 대한 미세패턴을 용액기반의 인쇄방식으로 형성하는 것이다. 용액기반 RGB 프린팅 기술로는 1) Inkjet Printing, 2) Screen Printing, 3) Off-set Printing, 4) Flexography 등 다양한 방식이 거론되고 있지만, 디스플레이에서 요구하는

정밀도와 해상도를 고려한다면 Inkjet Printing 방식이 가장 적합한 기술로 판단된다.

레이저 전사기술을 이용한 화소형성은 기존의 마스크를 이용한 진공증착 기술의 대면적의 한계를 도너필름이나 기관을 사용하여 기관변형 및 마스크 오염 등의 문제없이 효율적으로 패터닝할 수 있으며, laminating 공정의 연속화를 통한 Roll-to-Sheet 공정으로 대량 생산이 가능하여 가격 경쟁력 확보 측면에서도 유리한 것으로 판단된다. 다만 Blue 형광체의 특성이 변할 수 있다는 우려가 남아있기

표3 대면적 AMOLED 생산과 양산성 확보를 위한 치열한 경쟁 예상¹⁴⁾

구분	Thermal Evaporation (Shadow Mask)	Laser Printing(LIU)	Ink-jet Printing	White + C/F
재료	Small Molecule(SM)	Polymer(LEP) Soluble Small Molecule(SM) Hybrid	Polymer(LEP) 5M, 55M	Small Molecule(SM)
패턴 정도	+/-15 μ m	2.5 μ m	1.0 μ m	2.5 μ m
해상도	~250ppi	300~400 ppi	~200 ppi	300~400 ppi
개구율 (Top Emission)	40~50%	70~80%	~60%	60~70%
장점	현재 사용중 검증된 기술 높은 특성의 저분자 사용	대형화, 고해상도 용이 Dry Patterning 용이 다층막 형성 용이	대면적 용이 경제적 유리 유기재료 사용 최소화	대면적 용이 낮은 재료비
단점	대면적 한계 Tactime 불리	장비 개발중 Blue 형광체 문제	고분자 등 용액 재료만 사용 검증되지 않은 양산성	White 특성 매우 중요 수명 검증되지 않은 양산성
소재활용도	10~20%	20~30%	80~90%	60~80%
장비가격	매우 비쌌	가장 저렴	중간	중간
구성				

Part 2 | 융합연구 기술동향



그림10 디스플레이 해상도 비교 ¹²⁾

때문에 Evaporation 방식을 함께 적용한 Hybrid Patterning System을 적용하는 것으로 추정된다. ¹⁴⁾

피하고 있다고 한다. 그림10에서 보듯이 앞으로 디스플레이는 플렉시블한 초고화질 제품 개발로 이어질 것으로 전망된다.

V. 초정밀 디스플레이의 전망

지금까지 디스플레이의 발전 방향에 대해서 살펴 보았다. 무겁기만 했던 CRT에서, 얇은 CRT, PDP, LCD에 이어 OLED에 이르기까지 더욱 선명하고, 에너지 효율이 좋으며, 명암비가 높고, 보다 빠른 반응속도의 디스플레이를 개발하다 보니 투명 전극, 박막형 디스플레이가 개발되면서 자연스럽게 휘어지는 플렉시블 디스플레이에 대한 요구도 늘어나고 있다. 이미 우리 주변에서는 휘어지는 디스플레이 제품을 찾아 볼 수 있으며, 일부 제조사에서는 접거나 말아서 가지고 다닐 수 있는 디스플레이의 양산화를

- 1) <http://www.samsung.com/sec/consumer/tv-video/tv/uhd-tv/UN65HU9000F>
- 2) <http://www.samsung.com/sec/news/productnews/2014/samsung-galaxy-note-4-galaxy-note-edge-public>
- 3) <http://blog.lgdisplay.com/tag/qhd/>
- 4) 충남테크노파크 디스플레이센터 뉴스레터 1호, 2007.05.16
- 5) 한국디스플레이 연구조합(2006), Displaysearch
- 6) Serway, Moses, Moyer, Modern Physics, books hill, 2005, 141-143
- 7) <http://blog.lgdisplay.com/2014/04/pdp-vs-lcd>
- 8) <http://musiki.blog.me/40087514418>
- 9) <http://en.wikipedia.org/wiki/OLED>
- 10) <http://s.hswstatic.com/gji/oled-cell.gif>
- 11) 산업은행 경제연구소(2006), TFT-LCD 산업 동향 및 전망
- 12) <http://en.wikipedia.org/wiki/720p>
- 13) <http://www.u-max.kr/main/uhd/uhd.html>
- 14) 김영우, AMOLED, 차별화를 위한 유일한 대안, HMC투자증권
- 15) http://blog.lgdisplay.com/file/2014/05/20140508_POLE_D_03.jpg

대중화를 위한 HMD의 진화

김익재 한국과학기술연구원 영상미디어연구센터 선임연구원

HMD는 헬멧, 안경, 바이저 등에 렌즈와 반투명 거울 등을 부착하여 하나 혹은 두 개의 디스플레이에 화면을 보여주는 장치로서 가상환경에 몰입할 수 있는 환경을 제공하는 개인화된 디스플레이이다. HMD는 새로운 장치는 아니다. 그럼에도 불구하고 최근에 다시 이슈가 되고 있는 이유는 구글에서 Google Glass¹⁾를 소개해 세간에 큰 관심을 끌고 있고, Oculus Rift²⁾가 정식 제품도 출시하기 전이었음에도 불구하고 페이스북이 20억 달러(약 한화 2조원)에 이르는 거액으로 인수를 하였고, 얼마 전 삼성전지에서 페이스북과 손잡고 Gear VR³⁾을 소개하면서 보급화 가능성을 높이고 있다.

HMD(Head Mounted Display)의 역사를 거슬러 올라가 보면 1968년 Ivan Sutherland⁴⁾가 몰입형 증대를 위한 장치로 최초로 고안해 내었다. 당시에는 단순한 Wireframe 모델로 구성된 단순한 모델의 디스플레이만 가능하였으며 무거워서 이동이 불가능한 형태였지만, Ivan의 향후 궁극의 디스플레이 형태라는 걸 보여주기에 충분하였다.

이 후 닌텐도 등에서 게임 콘텐츠를 위한 개인용 디스플레이 장치로 제작하였으나 무게, 가격, 해상도 등의 문제로 일반 사용자를 위한 상용화는 성공하지 못했다.

하지만, 2012년에 Google사에서 Google Glass를 통해 경량의 모바일용의 가능성을 보여줌으로써 대중의 관심을 이끌어내는데 성공하였다.



그림1 HMD를 착용하고 있는 Ivan Sutherland⁵⁾



그림2 1995년 출시한 닌텐도 Virtual Boy 게임기⁶⁾



그림3 Google의 Google Glass 착용 예 ¹⁾

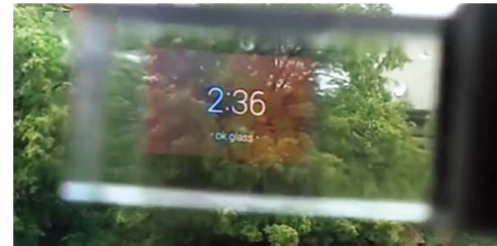


그림5 Google Glass를 통해 본 영상 ⁵⁾

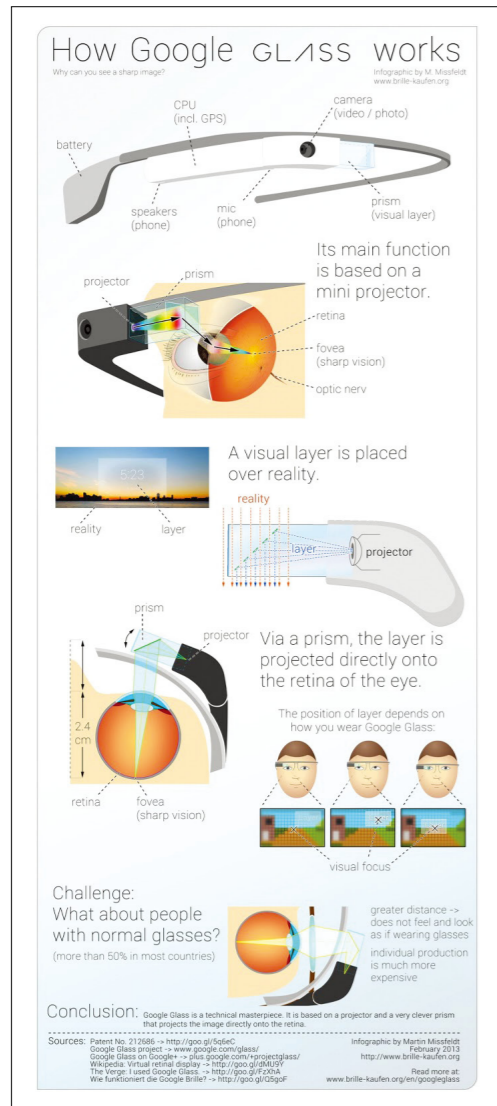


그림4 How Google Glass Works ⁷⁾

그림에서 설명하였듯이 Google Glass는 소형 카메라, 마이크, 골전도 스피커(Bone Conducting Speaker), GPS 등 다양한 센서 모듈이 장착되어 있어 사용자 시점에서의 사진과 비디오 촬영이 가능하고 내장 16G 메모리로 저장 가능하며 무선 인터넷 기능도 포함하고 있어 SNS, 이메일 등의 통신 기능을 가능케 한다. 기존의 HMD가 디스플레이용으로 LCD 혹은 OLED 패널을 사용한다면 Google Glass는 소형 프로젝터를 사용해 영상을 투사함으로써 프리즘을 통해 상이 맺히도록 하여 소형, 경량화 및 see through 디스플레이가 가능해졌다. 화면 해상도는 640×360 정도이며 570mAh의 배터리를 사용하고 있는데, 카메라를 켜진 상태 착용하고 있으면 몇 시간 정도 배터리 시간을 가질 수 있다.

하지만 Google Glass는 정보 표현 장치, 증강현실 기능 구현 및 카메라로부터 자신의 경험을 촬영 및 저장하는 용도로 사용되기 위한 소형 see through 방식의 HMD라면, 진정한 가상 체험을 위한 HMD의 관심을 이끌어 낸 것은 Oculus VR사의 Oculus Rift이다. 2012년에 설립된 Oculus VR사는 기존의 HMD보다 효율적이고 저렴한 HMD를 보급하고자 개발에 착수를 했고, 개발 비용은 킥스타터⁹⁾를 통해 조달하여 프로토타입 개발에 성공하였다.

현재까지 정식 제품을 출시하고 있지 않지만, 2013년에 초기 개발자 버전을 출시하고 2014년 5월에 두 번째 개발자 버전을 출시한 상태이다.

기존 HMD가 가지고 있던 문제점인 시야각의 제약을 극복하고 IMU 센서를 활용해 고속 Head Tracking을 가능케 함으로써 착용한 사용자로 하여금 머리를 돌려 주위를 볼 수 있는 경험을 제공하여 몰입감을 극대화한다.

Oculus Rift의 초기 개발자 버전은 5.6인치 크기의 디스플레이가 장착되어 있으며, 전체 해상도가 1280×800으로 좌측, 우측 각 눈에 보이는 해상도는 640×800 정도로 HD급에 익숙한 현재의 사용자에게는 다소 낮은 해상도로 느껴진다. 하지만 올해 초에 소개된 두 번째 개발자 버전에는 1920×1080의 해상도로 각 눈에 960×1080의 해상도를 제공함으로써 높은 해상도를 경험할 수 있도록 제공하고 있다. 내년엔 정식 제품으로



그림6 Oculus Rift의 전면부 및 후면부 ²⁾

출시될 버전에는 양안 모두 HD급 이상의 해상도를 제공한다면 입체 몰입감은 기대 이상으로 높아질 수 있을 것으로 기대된다. 또한 HMD에서 가장 중요한 스펙 중 하나인 화각(Field of View)은 가로 화각이 90도, 대각 화각은 110도로 기존 HMD보다 넓은 화각을 제공하고 있어 착용했을 때 실제감과 몰입감을 더욱 증대시키고 있다. 이러한 스펙으로 두 번째 개발자 버전은 350불로 선주문을 받고 있는 상태이다.¹⁰⁾

현재 출시된 Oculus Rift의 개발자 버전은 디스플레이 기능만 제공되는 HMD이다. 하지만 증강현실 등의 새로운 체험을 하기 위해서는 추가로 카메라를 장착하여 Video See-Through 기능을 제공하여야 한다. 이를 위해 University College London의 W. Steptoe는 Oculus Rift에 스테레오 카메라를 장착하여 증강현실 기능이 가능토록 하는 AR-Rift를 개발하였다.¹¹⁾



그림7 AR-Rift 착용 예 ¹¹⁾



그림8 AR-Rift를 활용한 증강현실 구현 예 ¹²⁾

이외에도 일본의 OVRVISION사는 Oculus Rift 용 Stereo Camera Rig와 개발자를 위한 SDK를 제공하고 있다.¹²⁾ 향후 Oculus Rift를 이용하여 여러 응용들이 많이 나올 것으로 기대된다.

Oculus Rift보다 불과 몇 개월 앞서 미국 USC ICT에서 개발한 Fov2Go¹³⁾라는 제품이 IEEE VR 2012에서 소개되었다. 필자가 당시 직접 데모 버전을 받아 경험해 본적 있는데, 렌즈가 장착되어 있는 카드보드지를 몇 번 접어서 누구나 손쉽게 제작할 수 있는 형태로 제공하고 있었다. 또한 앞쪽에 스마트폰을 끼워서 디스플레이로 사용하는 방법이었다. 화각이 50도 정도여서 조금 몰입감이 떨어지지만 편의성 및 가격 경쟁력(5달러)으로 충분히 활용될 수 있는 가능성이 엿보였다. 이후, 스마트폰의 디스플레이 및 콘텐츠를 활용하는 방식의 HMD가 많이 선보이고 있다. 스마트폰의 가로 화면을 절반으로 나눈 뒤 장착된 양안 렌즈를 통해 좌, 우 화면을 보는 방식이므로 본인이 소유한 스마트폰이 있다면 거치하는 장치로 5달러 내외의 비용으로 자신만의 HMD를 보유할 수 있다는 면에서 의미가 있었다. 이와 유사한 형태로 자신의



그림9 Hasbro의 my3D¹⁴⁾

스마트폰을 디스플레이 장치로 활용한 사례는 대표적으로 Hasbro my3D¹⁴⁾, vrAse¹⁵⁾, Durovis Dive 등이 있다. 어린이 완구류 판매기업인 Hasbro사의 My3D는 현재 아마존에서 가격이 6불 정도의 저렴한 가격으로 판매되고 있다.

최근 구글에서도 이러한 스마트폰을 활용한 형태의 HMD인 Google Cardboard를 출시하고 매우 저렴한 가격으로 판매를 예고하고 있다. 그림11은 카드보드로부터 직접 조립해서 사용할 수 있는 예시를 보여준다. 자세한 조립 방법 및 설명은 구글 I/O 행사에서 발표된 내용을 Youtube 비디오로 확인할 수 있다.¹⁶⁾

지난 7월에도 삼성전자에서도 갤럭시 노트4를 공개하면서 Oculus VR을 인수한 Facebook과의 협력으로 만든 Gear VR³⁾을 소개하였다. 이는 앞서 소개했던 스마트폰을 활용한 HMD와 같은 형태를 지니고 있다. 갤럭시 노트4의 약세서리로 노트4를 고글 안에 장착해 스마트폰의 화면을 이용하여 96도의 화각을 가지면서 갤럭시 노트4의 고해상도인 2560×1440의 고품질의 가상현실을 체험할 수 있는 구조로 되어 있다.

이러한 스마트폰을 활용한 HMD는 추가적으로 디스플레이 장치 및 콘텐츠를 재생하는 디바이스가

필요 없으며, 구동 앱은 기존 앱스토어 등에서 다운 받아서 활용 가능하기 때문에 게임 인터페이스로 새롭게 각광을 받을 수 있을 뿐만 아니라 가상 극장, 멀티미디어 감상 등 몰입감을 올릴 수 있는 다양하게 응용이 될 수 있으리라 생각된다. 특히 자신의 시점에 따라 다른 영상을 볼 수 있는 환경이 되기 때문에, 향후 영화 및 다양한 멀티미디어 콘텐츠들은 기존의 고정 시점이 아닌 다시점 혹은 자유 시점 영상 렌더링이 가능한 형태로 제작이 되어야 할 필요성이 더욱 커지고 있다. 앞서 소개한 다양한 형태의 모바일 HMD의 등장으로 일반인들은 저렴한 가격으로 높은 몰입감을 느낄 수 있는 환경을 가지게 되었다. 현재 출시되는

고화질 스마트폰과 기존의 앱 개발 환경을 그대로 활용할 수 있기에 기존 개발자들이 더 많은 관련 앱을 제작해 낼 수 있기 때문에 제한된 콘텐츠와 높은 가격으로 활용에 문턱이 높았던 소비자들을 충분히 유혹할 만한 환경이 갖춰지고 있다. 향후 더 넓은 화각과 착용 편의성, 자유 시점 콘텐츠 제작 기술, 사용성이 편리한 UI 등의 개발이 뒷받침해 준다면 더 많이 활용될 수 있을 것으로 기대된다.



그림11 삼성전자의 Gear VR³⁾

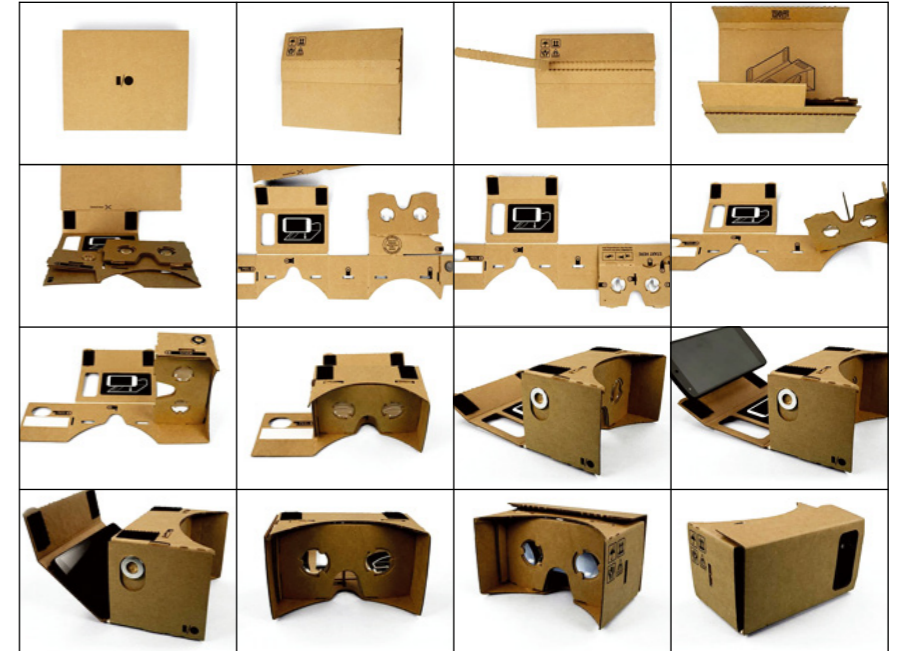


그림10 Google의 Cardboard 조립 과정¹⁷⁾

- 1) <https://www.google.com/glass/start/>
- 2) <http://www.oculusvr.com/>
- 3) http://www.samsung.com/global/microsite/gearvr/gearvr_features.html
- 4) http://en.wikipedia.org/wiki/Ivan_Sutherland
- 5) <http://www.medienkunstnetz.de/assets/img/data/2662/bild.jpg>
- 6) http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_Boy
- 7) <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2306382/How-Glass-works-New-infographic-reveals-secrets-Goggles-interactive-eyewear.html>
- 8) <http://www.youtube.com/watch?v=d-y3bEjEVV8>
- 9) <http://www.kickstarter.com>
- 10) http://en.wikipedia.org/wiki/Oculus_Rift
- 11) <http://willstoe.com/post/66968953089/ar-rift-part-1>
- 12) <http://ovrvision.com>
- 13) <http://vrwiki.wikispaces.com/FOV2GO>
- 14) <https://www.facebook.com/hasbromy3d>
- 15) <http://www.vrse.com/>
- 16) <http://www.youtube.com/watch?v=DFog2gMnm44>
- 17) <http://cdn.recombu.com/mobile/images/news/M20570/1403785377.png>

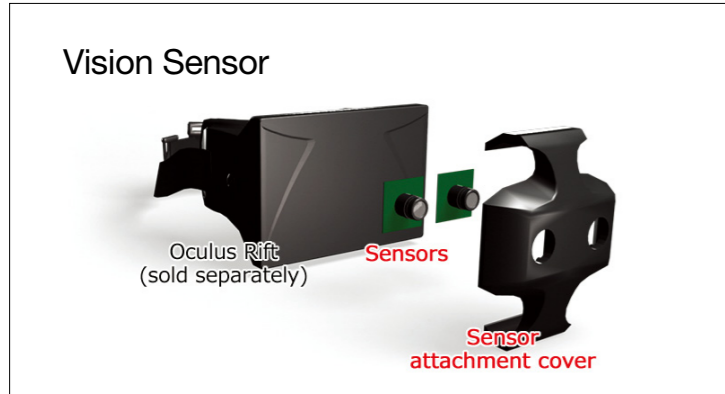


그림8 OVRVISION의 Oculus Rift용 Stereo Camera Rig¹²⁾

암 특이적 막단백질 표적 항암제

김영수 한국과학기술연구원 뇌의약연구단 선임연구원

암 관련 연구는 급속한 진보를 거듭하여 많은 암 특이적 발암유전자들이나 암 억제 유전자들이 동정되었고, 이러한 유전자의 기능·기전연구를 통해 새로운 치료법을 제시하고 있으나, 조기진단 및 표준치료요법의 적용이 쉽지 않은 다양한 종류의 난치성 암으로 인해 여전히 인류가 넘어야 할 큰 숙제로 남아 있다.

암 특이적 막단백질 표적 연구의 중요성

암은 복잡성과 다양성으로 인해 암 연구 및 치료제 개발을 더욱 어렵게 하며, 암세포는 다양한 유전적 또는 비유전적 유전자의 발현 변화를 거쳐 세포신호전달계의 이상으로 정상세포에서 갖고 있지 않은 새로운 생리학적 능력을 획득하게 함으로써 무한증식 및 전이능을 획득하게 된다. 발병된 암은 암세포의 생존에 유리하게 악성화(Malignant Progression)하여 주변 조직으로 침윤하고, 결국 다른 장기로 이동해 전이하는(Metastasis) 성질 때문에 치료가 어렵다.

수술요법은 초기암의 생존율 연장에 가장 효과적이거나 암이 악화될수록 성공률이 낮아지며 전통적인 세포독성제나 호르몬요법은 비선택적으로 작용하기 때문에 심각한 독성과 부작용을 유발시키며 장기간 투여가 불가능해 재발암의 치료가 불가능하다.

기존 항암제 연구는 유방암, 전립선암, 대장암 및 폐암 등 발병률이 높은 4대 암에 집중되어 있다. 발병률이 높지는 않지만 사망률이 높은 췌장암, 피부암, 뇌종양, 골수암, 간암 등과 같은 저발병률 암 치료제의 개발이 요구된다. 특히 뇌종양은 인구 고령화로 발병률이 과거보다 3배 이상 증가하였고,

특히 소아에서 발생하는 전체 악성 종양의 20~40%를 차지하는 것으로 보고되고 있다. 이 중, 교모세포종(Glioblastoma)은 모든 가능한 치료를 동원해도 1년 내에 50%의 환자가 사망하고, 2년 이상 생존하는 경우 또한 10% 미만으로서 극도로 예후가 나쁜 난치성 종양으로 알려져 있다. 따라서 이러한 기존 항암제의 한계를 극복할 새로운 항암제의 개발이 절실히 요구되고 있다. 기존 방식에 의거한 새로운 진단, 수술법, 항암제, 방사선치료법 개발 등 다양한 항암치료법 개발은 선진국에 비해 경제성, 연구인력 등 여러 면에서 경쟁이 어려운 부분이 있으나, 분자영상학을 이용한 암 진단·치료 겸용 테라그노시스 프로브의 개발은 국내외 모두 초기단계에 있으므로 글로벌 경쟁력이 있을 것으로 판단된다.

암 특이적 막단백질 표적 연구의 중요성

암세포에서 일어나는 돌연변이가 타겟인 표적항암제 개발이 활발하게 이루어지고 있지만, 대부분의 암은 Multiple 돌연변이가 특징적으로 나타나 1개의 돌연변이를 표적으로 하는 항암제의 개발은 종양의 일부 Subset에만 효과를 나타낼 가능성이 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위한 전략으로서,



암세포에서 나타나는 여러 스트레스와 Abnormality에도 불구하고 암세포를 작동하게 하는 Machinery 단백질을 표적하는 항암제의 개발이 시도되고 있다. 그 중 가장 먼저 주목받은 것은 HSP90라는 Heat shock protein으로, 종양세포와 정상세포에서 그 활성화 상태의 차이가 나타나 항암제 표적으로 먼저 개발되기 시작했다. (IPI-504 임상 2상) HSP90 저해제는 암세포의 다양한 측면을 동시에 표적으로 하여 매우 강력한 항암효과를 발휘하면서 종양의 내성 획득을 어렵게 하는 장점이 있으나, 여전히 일반 세포를 타겟으로 할 수 있어 부작용의 위험을 배제할 수 없다. 따라서 암세포를 작동하게 하는 Heat shock protein 중에 암세포 특이적인 발현 패턴을 갖는 새로운 타겟의 발굴이 요구된다.

GRP78은 암세포가 자신의 생존을 위해 필사적으로 방출하는 단백질로, 기원이 다른 많은 종류의 암세포주에서 과발현된 점이 보고되고 있다. 따라서 GRP78을 표적으로 하는 항암제의 경우 다양한 종류의 암을 동시에 표적할 수 있다는 장점이 있다. 과발현된 GRP78은 세포 표면으로 도출해 Kringle5, activated α -2 macroglobulin 등과 결합하며 Anti-apoptotic 신호 전달 기작을 가동시킴으로써 종양의 생존을 돕고 면역 시스템에 대한 저항을 갖게 한다. 관련 문헌은 다음과 같다.

- Zhang et al. (2011), Association of elevated GRP78/BiP expression with increased astrocytoma malignancy via Akt and ERK pathways Brain Research, 1371, 23-31

- Hae Kyung et al.(2008), GRP78/BiP is overexpressed in glioblastomas and regulates glioma cell growth and apoptosis, *Neuro-Oncology*, 10, 236-243
- Lee AS(2007), GRP78/BiP induction in cancer: therapeutic and prognostic implications, 67, 3496-3499
- Pyrko(2007), The unfolded protein response regulator GRP78/BiP as a novel target for increasing chemosensitivity in malignant gliomas, 67, 9809-9816
- Ying et al.(2007), Mechanistic studies of a peptidic GRP78/BiP ligand for cancer cell-specific drug delivery, *Molecular Pharmaceutics*, 4, 435-447
- Young soo et al.(2006), Targeting heat shock proteins on cancer cells: selection, characterization and cell penetrating properties of a peptidic GRP78/BiP ligand, *Biochemistry*, 45, 9434-9444

암 특이적 막단백질 표적 연구의 동향

2008년 미국 Herelin 뇌종양 센터에서 뇌종양 환자 169명과 정상인 조직의 21명에서 GRP78의 발현정도를 비교함으로써 Glioblastoma(GBM)에서 GRP78이 과발현됨을 보고하였다. 또한 GRP78/BiP 과발현 환자의 경우 화학적 요법과 방사선 요법에 대한 저항성이 높아 생존율이 확연히 낮다는 것을 보고하였다.^{1), 2)}

2010년 독일의 중앙 생물학 연구소에서는 전이성 유방암 환자들의 2차 전이된 암세포에서 GRP78의 발현이 현저히 증가되어 있음을 보고했다.³⁾ 또한 전립선 암세포주에서 siRNA로 GRP78를 Knock-down 시켰을 때 테라토마의 형성을 저해한다는 보고가 있다.

영국 Beaton 암연구소는 재발된 Prostate cancer 환자의 경우 GRP78의 발현이 현저히 높음을 보고했다.⁴⁾

또한 난치성 Hepatoma와 Malanoma의

세포막에서 GRP78의 과발현이 보고되었으며, 이를 타겟팅함으로써 종양의 전이를 줄일 수 있다는 보고가 있다.⁵⁾

항암표적으로 GRP78/BiP에 대한 가능성이 활발히 언급되기 시작한 것은 지난 6년 동안으로, 총 70편의 연구논문을 통해 암과 GRP78/BiP의 상관관계에 대해 보고되고 있다. 일부는 암 바이오마커로서, 일부는 치료 타겟으로서 가능성을 시사하는 단편적인 케이스 스터디가 대부분이다. 항암제의 표적으로서 GRP78/BiP의 종합적인 검증과 한발 앞선 표적항암제 선도물질의 확보가 요구된다.

현재까지 암세포의 세포막에 특이적으로 발현되는 GRP78/BiP을 표적항암제의 수용체로 하여 신약개발을 진행 중인 국내외 연구기관의 보고는 없다. Chugai Pharmaceutical, AIST, Toudai TL, Ramot 등 국외 기관이 최근 GRP 단백질의 발현을 억제하는 물질을 개발 중이며(13개), 그 중 GDI7-PE40과 UMN-01은 전 임상 단계에 있다. (Integrity 2014)

국내의 경우 GRP78/BiP 단백질의 발현 패턴이 암세포의 생존/전이에 미치는 영향을 Academic level에서 연구 후 국내의 논문, 학위 논문과 학회를 통해 발표한 사례로서 연세대학교와 경북대학교가 있으나, KIST 뇌의약연구단 이외에 세포막 과발현 연구나 신약개발 연구에 도입된 케이스는 아직 없다.

암 특이적 막단백질의 작용기전

암세포는 인체 내에서 면역시스템으로부터 공격을 받는 동시에 과도한 Biosynthesis로 인해 산소와 영양분의 결핍이라는 매우 열악한 환경에 놓여있다. 이러한 악조건 속에서 암세포는 생존을 위한 특이적 메커니즘을 작동하게 되며, GRP78/BiP (Glucose-

regulated protein 78/BiP) 단백질의 발현은 이런 작용기전의 하나로 암세포 생존 및 전이에 관계한다는 것이 최근 5년간 활발히 보고되고 있다. GRP78/BiP은 ER lumen에 존재하는 열충격단백질 (Heat shock protein)의 일종으로, 정상세포에서는 단백질들이 적절한 모양으로 Folding할 수 있도록 도와주는 샤페론(Chaperone)의 역할을 하나, 세포가 스트레스 상황에 놓이면 발현이 증가해 세포 생존과관련이있는 신호전달기작을가동시킴으로써 암세포의 사멸을 막는다고 알려져 있다.⁶⁾ ER의 세포 내의 생리적 기능은 단백질의 합성, Folding과 Targeting의 조절, 세포 내 Calcium의 항상성 유지이다. 과다한 ER 스트레스가 부과되는 경우 C/EBP homologue protein, JNK 경로 및 ER-associated caspase-12의 활성화를 통해 Apoptosis가 유발된다. 과다화 된 Biosynthesis로 극도의 ER 스트레스를 받고 있는 암세포의 경우는 세포 생존을 위해 ER 샤페론의 발현을 증가시키는 자구책을 가지고 있으며 이러한 과정에서 GRP78/BiP의 과발현이 유도된다. ER 샤페론 중 중앙 미세환경에 의한 스트레스에 반응하는 것으로 알려진 대표적인 단백질은 GRP78과 GRP96이다. 정상시에는 ER 샤페론의 역할을 하지만 과발현 될 경우 수송단백질에 의해 세포 표면으로 이동하여 생존을 위한 리셉터로 작용한다. GRP78/BiP이 과발현되어 세포 표면에 도열함으로써 암세포를 일반 세포와 특이적으로 구별될 수 있기 때문에 효과적인 항암표적이 될 것으로 기대된다.

활용방안 및 기대성과

항암제 개발에 특화된 NCI60 암세포주의 각 특성과 GRP78/BiP 발현패턴 간의 상관관계를 집약함으로써 새로운 타겟 발굴 외에도 암세포의 특성에 따른 기존 항암치료의 문제점을 보완하여 임상에 이용할 수 있다.

암세포 특이적인 GRP78의 발현패턴과 그 작용 기전에 관한 연구를 통해 새로운 항암 표적으로서의 GRP78을 검증한다.

각종 메커니즘 스터디를 통하여 암의 전이와 진행 과정에서의 GRP78의 역할을 분자단계에서 규명함으로써 기존에 알려져 있는 다른 암표지나 신호전달과정과의 연관성을 밝히고 이를 바탕으로 한 응용 연구가 이뤄질 수 있다.

치료제 감수성이나 저항성에 대한 연구가 많이 확립되어 있는 NCI60 암세포주를 이용함으로써 기존 연구결과와 연계함으로써 보다 체계적이고 총괄적인 결과 분석이 가능하다.

2006년 이후 종양치료제는 10대 질환 중 가장 많은 FDA의 승인을 받았으며, 가장 많은 분자표적이 있는 것으로 알려진 분야로서, 새로운 항암 타겟의 발굴을 통해 기술적 우위를 선점함으로써 수입대체와 기술료 수익까지 기대할 수 있다.

세포막 수용체인 GRP78을 타겟으로 하는 항암제를 개발할 경우 하나의 타겟으로부터 저분자 화합물부터 항체신약까지 다양한 범위의 신약개발이 가능하다.

1) *Neuro Oncol.* 2008, 10, 236-243
 2) *Mol Cancer*, 2010, 9, 283
 3) *J. Proteome Res.* 2010, 9, 3158
 4) *J. Pathol.* 2011, 1, 81-87
 5) *Pigment Cell& Melanoma Research*, 2011, 23, 675-682
 6) *Cancer Research*, 2007, 67, 8, 3496-3499

바이오 에너지기술

바이오매스란 광합성으로 생산되는 유기성생물체로서

우리나라는 에너지의 수입 의존도가 더욱 심해질 것에 대비해 바이오매스를 통해 이를 해결하는 노력이 체계적으로 진행되고 있습니다.

바이오에너지기술이란

바이오매스를 직접 또는 생·화학적, 물리적 변환과정을 통해 액체, 가스, 고체연료나 전기·열에너지 형태로 이용하는 화학, 생물, 연소공학 등이 결합된 융합기술입니다.

바이오매스 자원을 에너지로 전환 및 이용하는 방법은 크게 3가지가 있습니다.

- 직접 연소시켜 열을 얻는 방법
- 열분해하거나 가스화하여 숯, 가연성 가스 등을 얻는 열화학적 방법
- 기성 발효를 하여 메탄가스를 얻거나 당화하여 에탄올과 같은 고급 액체연료를 얻는 생물학적 방법

그 중, 바이오에너지의 생산기술은 세가지로 나누어볼 수 있는 데요.

- 바이오액체연료 생산 기술
- 바이오매스 가스화 기술
- 바이오매스 생산 및 가공 기술

바이오액체연료 생산기술에는

연료용 바이오 에탄올 생산기술, 바이오디젤 생산기술, 바이오매스 액화기술이 있습니다.

바이오매스 가스화 기술에는

혐기소화에 의한 메탄가스화 기술, 바이오매스 가스화기술, 바이오수소 생산기술이 있습니다.

바이오매스생산 및 가공기술로는

에너지 작물 기술, 생물학적 Co2 고정화 기술, 바이오 고형연료 생산 및 이용기술이 있습니다.

유럽의 경우 'FP7 program'을 통해 1세대 바이오연료에서 2세대 바이오연료와 바이오리파이너리 분야로 연구지원을 확대했으며,

우리나라의 경우 범부처 '폐자원 및 바이오매스 에너지 대책 실행계획'에서 '20년까지 22.7억L의 바이오에탄올 생산 계획을 언급했고,

중소기업청은 '바이오매스 에너지화 산업 로드맵'을 2013년도에 작성하였습니다.

*바이오리파이너리: 바이오매스로부터 생물학적인 전환 및 화학적 전환과정을 거쳐 바이오연료, 바이오에너지 및 화학제품을 제조

최근 우리나라도 바이오에너지기술 개발에 대하여 각 부처에서 적극적으로 참여하며 부처별로 차별화된 기술개발에 힘쓰고 있죠.

- 미래부: 바이오매스 확보 및 전환에 대한 기초·원천 기술개발 중심
- 산림청: 목질계를 이용한 바이오연료 개발 중심
- 바이오: 작물과 당질, 전분질, 축산분뇨 등을 이용한 연구
- 농림축산부: 산업화 연구 중심
- 산업부: 산업화 연구 중심

유럽의 경우 2008년에 발표한 SET-Plan에서 10년에 걸쳐 최대 80억 유로를 지원해 지속가능한 바이오에너지를 EU 전체 에너지의 최소 14%까지 끌어올리겠다는 목표를 세웠으며,

미국은 첨단 바이오연료 연구개발 가속화, 바이오경제 개념에서 첨단 바이오연료의 상업화 지원, 정부 차원에서 미국방부, 에너지부, 농림성 간의 협력체계 강화를 강조하고 있습니다.

Blueprint For a Secure Energy Future

미국방부, 에너지부, 농림성

우리나라는 미래부의 글로벌 프론티어사업을 통해 2019년까지 1조원대의 조류바이오디젤 시장을 창출하고

바이오연료소재에서 세계 4위 기술 강국으로 도약을 목표로 하고 있습니다.

4위

4 융합
CASTING

미래 성장동력의 중심
CONVERGING TECHNOLOGY



융합연구정책센터 **CRC**