

나노 기술이 5년 뒤 세상을 바꿀 10대 기술

1. 초고속 무선 인터넷

① 기술의 내용과 현재 수준¹⁾

초고속 무선 인터넷이란 휴대 무선 단말기를 이용해 사용자가 이동 중에 무선망(wireless network)을 통해 인터넷 서비스를 제공받을 수 있는 환경과 기술을 말한다. 이러한 서비스가 등장하게 된 이유는 정지 및 이동 중에 언제, 어디서나 인터넷에 접속해 고속의 인터넷 서비스를 제공받으려는 사용자의 욕구가 증대됐기 때문이다. 이로 인해 이동통신서비스 시장 확대에 발전된 무선기술을 기반으로 인터넷 기술과 접목된 고속 무선 인터넷 접속 기술이 발전해가고 있다. 이런 서비스는 이미 일부 등장해 속명여대는 일부 강의의 출석 체크를 비롯해, 도서 대출과 자판기 사용도 휴대전화로 하고 있다. 또한 와이브로(wireless broadband)나 HSDPA 등 다양한 기술들이 사용되고 있다.

② 나노 기술과의 연관성

와이브로(wireless broadband) 기술의 경우 바이오와 나노기술을 합치면 상당한 경쟁력을 발휘하게 된다. 더욱이 정보전달 매체의 고집적화에는 한계에 이르러 새로운 소재의 개발이 요구되고 있는 실정이다. 그 핵심소재로 미세 크기의 나노 재료가 등장하고 있고 그의 응용 기술개발 및 산업화를 위한 여건조성이 절실히 필요한 시기이다.

③ 현재의 한계점 및 앞으로의 발전 방향²⁾

초고속 무선 인터넷이 가능해지려면 아직도 넘어야 될 산이 많다. 현재의 휴대전화는 독자적인 무선망을 써 무척 안정적이지만, 앞으로는 복잡한 유선 인터넷 망을 거쳐야 한다. 전자우편이 가끔 늦게 도착하는 것처럼 자칫 잘못하면 방금 한 말이 한 시간이나 지나 상대방에게 들릴 수 있는 것이다. 지금보다 엄청난 크기의 정보를 전파 위에 실는 기술도 나와야 하고, 중요한 정보를 보호할 수 있는 암호 기술도 필수다.

2. 유비쿼터스 컴퓨팅³⁾

① 기술의 내용과 현재 수준

유비쿼터스 컴퓨팅은 1988년 제록스 연구소의 마크 와이저(Mark Weiser) 교수에 의해 주창되었다. 이후 몇 가지 뜻이 더해져 오늘날에는 주변의 모든 물체 안에 컴퓨터(Micro Processor)가 내장되어 물체 간, 그리고 물체와 인간간의 효과적인 정보 교환 및 활용이 가

1) <<http://blog.naver.com/hads?Redirect=Log&logNo=5027662>>

2) 동아 사이언스 <<http://www.dongascience.com>>

3) <http://blog.naver.com/kilokim?Redirect=Log&logNo=100009910954>

능하게 하는 기술 또는 환경을 의미한다. 스마트 카드, 인터넷 폰, 센트리노와 같은 초기단계가 활발히 진행되고 있다. 이에 맞추어 유비쿼터스 컴퓨팅과 관련하여 미국, 일본 등 선진국에서 활발한 연구가 진행되고 있다.

② 나노 기술과의 연관성

유비쿼터스를 위한 기술 사항으로는 나노 신소재 기술, 융합 반도체 기술, 안테나와 센서 기술 등등을 포함하고 있다. 예로 미국은 최첨단 컴퓨터와 소프트웨어 기술력을 토대로 바이오기술과 나노기술의 응용을 통해 정보통신 기술을 새로운 차원으로 발전시켜 유비쿼터스 컴퓨팅을 구현하려 하고 있다.

③ 현재의 한계점 및 앞으로의 발전 방향

우선 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 하에서 개인정보 보호에 한계가 노출되고 있다. 그리고 유비쿼터스 컴퓨팅이 발달되면 요구인력의 감소가 더불어 오게 될 것이다. 따라서 보안을 포함하여 범용적 이면서도 안전한 시스템 개발은 필수적이다. 기술을 개발하는 주체도, 기술을 운영하는 주체도 결국은 사람이기 때문에 많은 고민이 필요할 것이다. 그렇지만 효율적인 면에서 큰 발전이 예상되는 것은 변함이 없는 사실이다.

3. 차세대 디스플레이⁴⁾

①기술의 내용과 현재 수준

차세대 디스플레이란 기존 CRT를 대신하여 앞으로 디스플레이 시장의 핵심으로 등장하게 될 디스플레이를 통칭한다. 현재 디스플레이 자체가 디지털 정보 가전의 핵심 Device로 자리 잡고 있다. 이는 시장 잠재력이 매우 큰 산업이라는 말과 상통 되는데, 노트북 PC나 모니터, 디지털 TV등 기존 시장의 지속적이고 급격한 확대는 물론 응용기기의 발달에 따라 새로운 신규시장 개척이 매우 유망하고, 핵심 기술 개발을 통해 기술 선진국으로 성장할 수 있는 산업이다. 차세대 디스플레이의 대표 주자에는 유기발광소자(EL), 전자종이, 플라즈마 디스플레이패널(PDP), 초박막트랜지스터액정표시장치(TFT-LCD) 등이 있다.

대표적인 평판 디스플레이 제품인 TFT-LCD는 현재 전체 평판 디스플레이 시장의 약 70%가량을 점유하고 있으며 향후에도 지속적인 성장이 예상된다. 비정질 실리콘(a-si)을 이용한 TFT-LCD 기술은 이미 성장기에 접어든 반면, 그 뒤를 이을 신기술로 평가 받고 있는 저온폴리(LTPS)TFT-LCD는 대부분의 구동회로를 유리기판에 내장하는 'All-in-one' 디스플레이 구현을 위한 새로운 성장 제품으로 주목받고 있다.

휴대전화의 외부 창에 일부 사용되고 있는 유기EL(OLED)은 브라운관에 맞먹는 영상 혁명을 예고하고 있다.

② 나노 기술과의 연관성

손톱 만한 디스플레이, 두께 1cm의 초박형 TV, 두루마리 디스플레이. 소위 이러한 차세대 디스플레이 구현에 필수 불가결한 기술이 바로 나노기술이다.

4) 디지털 타임스-[유기 EL/차세대 디스플레이 나노기술 필수] <<http://www.dt.co.kr>>

전력사용량을 PDP나 LCD에 비해 크게 줄이고 두께는 브라운관에 비해 얇게 하면서도 자연스런 색감을 낼 수 있어 대표적인 차세대 디스플레이로 주목받고 있는 전계방출디스플레이(FED)는 직경이 수 나노미터에 불과한 탄소나노튜브(CNT)라는 나노소자를 전자방출원으로 사용한다. 다음으로 유기EL은 자체 발광하는 유기물을 이용한 고속응답·고휘도가 가능한 데다 백라이트가 필요 없어 LCD보다도 더 얇게 만들 수 있는 디스플레이이다. 유기EL은 LCD와 달리 유기물이나 전극층을 입히는(증착) 수십 나노미터의 공정 제어 기술을 요구한다. 유기EL은 증착의 두께와 편차가 성능을 좌우하기 때문에 이를 정밀하게 제어하는 것이 필수 기술이다. 그러다 보니 나노 스케일로 유기물과 전극층을 입힐 수 있는 증착장비 및 공정기술 개발이 선행돼야 하는 셈이다.

위의 예에서 살펴 볼 수 있듯이 차세대 디스플레이는 나노 기술의 발전과 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다.

③ 현재의 한계점 및 앞으로의 발전 방향

현재 차세대 디스플레이의 한계점은 우선 높은 가격을 들 수 있다. TFT-LCD나 유기EL의 경우는 대형화를 시키는데 기술적인 한계에 있으며, 개발 단계에서는 아직 성숙단계에 이르지 못하였다. 또한 차세대 디스플레이의 핵심인 고품질의 탄소나노튜브를 대량 생산하는 기술이 부족한데다 이를 FED에 균일하게 분포시키는 기술이 미흡해 대부분의 기업들이 시제품을 선보이는데 그치고 있는 점이 넘어야 할 한계이다. 현재 위의 한계들을 극복하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다.

기술적인 발전과 더불어 기반산업의 발전을 이끄는 역할을 해야 한다. 디스플레이 산업이 세계적 경쟁력을 갖추어 발전한다면 디스플레이 산업에 있어 설치부품과 재료를 공급하는 기반산업이 함께 발전할 수 있고, 또 함께 발전해야만 디스플레이 산업이 장기적이고 지속적으로 성장할 수 있을 것이다.

4. 나노 전자소자⁵⁾

① 기술의 내용과 현재 수준

나노 전자소자란 나노미터 크기의 물질이나 구조를 갖는 독특한 성질의 현상을 이용하여 특정 목적의 소재 또는 부품으로 만드는 소자를 말하며, 기존 기술의 연장선상에서의 순차적 개선만으로는 21세기 정보통신에 부응하는 초고집적, 초저소비전력, 초고속의 인식 및 추론 기능 등을 갖춘 트랜지스터의 개발이 불가능하므로 나노기술을 적용한 전자소자의 개발이 이루어지고 있다.

최근 삼성전자에서 40나노 32Gb 낸드 플래시를 세계에서 처음으로 개발하였다. 이처럼 반도체 산업 분야에서 가장 활발하게 진행되고 있으며, 나노 임프린트기술<기판 위에 열가소성 수지나 광경화성 수지를 도포한 후 e빔을 이용해 나노 크기로 제작된 몰드로 가압 경화시켜 패턴을 전사하는 것>과 같은 발전된 기술에 연구를 기울이고 있다.

② 나노 기술과의 연관성

나노 전자소자라는 이름에서 알 수 있듯이 나노기술과의 관련성은 매우 크다. 우선 나노

5) 한국과학기술거래소-[나노전자소자] <<http://m2m.icm.re.kr/data/review/DB-10.pdf>>

전자소자의 개발은 크게 두 가지 방식으로 진행되고 있는데, 그 중 한 가지 방식은 기존의 top-down 방식으로 이는 마치 조각처럼 표면을 깎아 내거나 덩어리(bulk material)를 표면에 덧붙이는 제작 방식이다. 현재 100nm이하의 회로 선폭을 자랑하는 마이크로 칩이 가장 널리 알려진 사례라고 할 수 있다. 다른 한 가지 방식은 bottom-up방식으로 불리는 제작 방식으로 보다 큰 구조물로 결합하기 위해 자기조립방식(self-assembly), 즉 올바른 조건하에서 원자나 분자들이 자발적으로 일정하게 정렬되는 성질을 적용한다. 특이한 전기 속성을 갖는 흑연 실린더 구조물인 나노튜브(nanotubes)가 자생적으로 조합되는 나노구조물의 대표적인 사례라고 할 수 있다.

③ 현재의 한계점 및 앞으로의 발전 방향

현재 나노 전자소자에 있어서 한계점은 일정한 크기와 전자 성질을 갖는 나노튜브의 제조 능력 부족, 대량 생산에 적절한 공정을 이용하여 나노튜브를 전자 장치로 집적하는데 어려움, 나노튜브와 금속 와이어 연결 시 발생하는 열 및 에너지 손실 등이 있다.

만약 나노 전자소자의 추세가 Moore의 1,2 법칙에 따라 계속 이어진다면 반도체 칩 생산 비용의 증가속도가 반도체 시장의 증가속도보다 커지게 되어 포화상태에 이르게 될 것이다.

위의 문제점을 해결하기 위해서는 기초적인 나노 기술의 향상과 이를 나노 전자소자에 접목시키는 기술의 발전이 동시에 필요 된다. 그리고 생산과정에서 드는 비용을 절감하기 위한 기술 또한 발전이 필요하다.

5. 생명 복제⁶⁾

① 기술의 내용과 현재 수준

생명 복제 기술은 한 개체와 동일한 유전자 세트를 지닌 새로운 개체를 만드는 기술이라고 할 수 있다. 동물복제, 인간 배아 복제, 복제가 포함 된다. 그리고 그 기술로는 수정란 이용과 체세포 복제가 있다. 현재 발전 내용은 극비로 진행되고 있기에 자세히 알 수는 없다. 그렇지만 복제 양 '돌리'나 복제 돼지와 같이 동물분야에서 개체 복제가 이루어 졌으며, 인슐린 대량 생산이나 HIV 바이러스 연구에 이용되고 있다.

② 나노 기술과의 연관성

생명 복제 기술에서 나노 기술과의 직접적인 연관성을 찾기는 쉽지 않다. 우선 나노바이오 연구에 사용되는 극미세 도구를 살펴보면, 먼저 극미세 집계를 이용하여 세포를 하나씩 포획하여 조사할 수 있으며, 세포를 개별 치료할 수 있는 탐침이 개발되어 있다. 이처럼 극미세 도구를 사용한 바이오 물질의 조작을 통해 나노바이오 연구를 가속화할 수 있다. 줄기세포의 배양과 장기 및 조직의 복제, 그리고 뇌 세포 및 신경 세포 치료에 관한 세포의학은 나노바이오 연구와 관련되게 된다.

③ 현재의 한계점 및 앞으로의 발전 방향

생명 복제 기술의 경우 그 발전 가능성도 매우 크지만 한계점 역시 매우 크다. 일단 종교와 윤리적인 문제, 복제기술 자체의 불완전성, 특허 및 산업관련 비민주성에 한계점을 나타

6) http://blog.naver.com/5_iris?Redirect=Log&logNo=100023372428

내고 있다. 신의 영역인 생명을 조작한다는 사실로 종교나 윤리적인 문제에 부딪치고 있으며, 실험을 하기에는 너무 큰 위험부담이 있다. 그리고 한정된 국가에 치우쳐서 연구되기 때문에 비민주적인 사건이 발생할 수 있다. 생명 복제 기술의 경우 기술적인 문제뿐만이 아니라 인류적인 문제가 크기 때문에 다 학제간 대화가 필요하며, 관리 감시하는 제도 하에 발전이 필요하다.

6. 신약 디자인⁷⁾

① 기술의 내용과 현재 수준

신약디자인이란 신약을 개발하기 위한 전단계로 특정 질병 관련 유전자와 단백질의 구조를 파악하여 질병 Target을 초고속 분석시스템(HTS : High Throughput Screening), 가상탐색, 효능 평가 기법 등을 활용하여 찾아내어 선도물질을 개발하고, 이를 이용하여 신약 후보물질을 도출하는 과정을 말한다.

현재 신약디자인은 실험적으로 축적된 경험에 따라 논리적 추리를 통하여 새로운 형태의 분자를 고안하는 고전적인 방법과 컴퓨터를 이용하여 DB, 삼차원 그래픽 및 계산화학적 방법을 이용한 컴퓨터 신약설계(CADD : Computer Aided Drug Design)로 나눌 수 있다.

② 나노 기술과의 연관성

신약디자인에 필요한 분자설계, 초고속 분석시스템(HTS), 가상탐색 등의 기술 분야는 생명공학, 조합화학, 정보통신, 미세가공기술 등의 다양한 기술이 결합하는 융합 기술이다. 특히 분자설계기술이나 미세가공기술에서 나노 기술이 쓰이고 있다.

③ 현재의 한계점 및 앞으로의 발전 방향

신약산업은 막대한 연구비가 필요하며 대표적인 기술 중심 산업으로서 원천기술 보유기업이 수익성을 독점하기 때문에 지속적인 연구개발과 더불어 특허권 확보가 중요하다. 신약디자인은 개인별 맞춤 약 지향, 신규 질병 표적(Target) 급증, 신약 탐색비용 증가, 가상탐색 기술 확대에 따라 그 중요성이 점점 증가되고 있기 때문에 단점을 보완하여 발전하는 방향으로 진행되어야 한다.

7. 시스템-온-칩⁸⁾

① 기술의 내용과 현재 수준

가전제품, 특히 휴대용으로 나오는 MP3나 CDP, PDP, 핸드폰 등은 부피가 절대적으로 작고, 성능 또한 예전보다 좋아지고 있다. 더욱이 최근의 휴대용 Notebook은 성능뿐 아니라 크기도 점점 작아지고 있다. 이렇게 할 수 있는 것이 바로 여러 가지 기능의 부품을 하나로 만드는 기술이 발달한 결과인데, 이런 것을 바로 SOC라고 합니다.

즉, 시스템-온-칩(system on chip)이란 기존에 여러 개의 칩이 수행하던 기능을 하나의 칩에서 실현할 수 있도록 하는 칩 자체를 일컫는다. 즉, 칩 자체로 시스템을 구현한다는

7) KDB리포트 - 신약디자인 <http://www.biportal.or.kr/biozine2002/bio_study/st2004_1/kis20040109.pdf>

8) SoC산업 진흥센터 <http://www.asic.net/itsoc/index.jsp>

의미이다. 시스템 온 칩을 사용하면 각종 시스템의 크기를 줄일 수 있고 조립 과정을 단순화 할 수 있으며, 제조비용을 절감할 수 있는 등의 이점이 있다.

현재 SoC의 주된 사용은 이동통신기구나 스토리지용도로 쓰이고 있으며, 이외에도 가정용 디스플레이, 데스크 탑 컴퓨터 등에 쓰이고 있다.

② 나노 기술과의 연관성

시스템 온 칩의 핵심은 나노기술이라 해도 과언이 아니다. 소재, 공정, 장비 등 나노기술이 총 망라한 것이 시스템 온 칩인 것이다. 나노급 반도체 설계 및 공정기술과 재구성형 연산모듈기술, 저 전압 신호 변환 기술 등의 개발이 필요하다. 여기에 나노 소자 기반의 아날로그 회로 설계 기술개발과 함께 다양한 종류의 나노 소자 기반 IP확보가 필요하다. 또 확보한 IP를 DTV나 DMB, 이동통신단말기에 응용할 수 있도록 나노 소자기반의 아날로그 및 디지털 회로설계 기술 역시 필요로 한다.

③ 현재의 한계점 및 앞으로의 발전 방향⁹⁾

현재 반도체 칩을 제작할 수 있는 기술이 급속히 발달하는 반면, 그러한 칩을 설계할 수 있는 기술은 그만큼 어려워지고 있다. 게다가 SoC 칩을 설계하는 일은 지구상의 모든 인공 구조물을 한 치의 오류도 없이 설계하는 것과 맞먹는 복잡성을 갖게 된다. 이렇게 복잡하고 한 치의 설계 오류도 허용하지 않는 SoC 칩을 새로운 기능이 필요할 때마다 새로 개발해야 한다면 전 세계인이 모두 엔지니어가 돼 이 일에 매달린다고 해도 부족할지도 모른다. 인텔사에서 지금의 펜티엄4칩을 설계할 때 전문설계 인력이 수천 명 동원됐다는 것을 고려하면, 앞으로 SoC 시대에 필요한 설계 인력의 수는 상상이 불가능할 정도다.

현재 반도체 칩 설계에는 수많은 설계 엔지니어와 더불어 초고속 컴퓨터가 사용되고 있다. 설계과정은 고사하고 설계가 다 끝난 뒤 오류를 검증하는 데만 해도 고성능 컴퓨터를 수십 대씩 동원해도 일주일 씩 걸리는 형편이다. 이러한 설계 노력을 줄이기 위해 IP재사용과 같은 설계 기술이 속속 개발되고 있다.

앞으로 SoC가 더욱 발달하면 모든 전자기기가 고성능 소형화되면서 손에 가볍게 들고 다닐 수 있게 될 전망이다. 현재의 노트북컴퓨터, 휴대전화기의 크기는 엄청나게 줄어드는 반면 성능은 수십, 수천 배 향상될 것이다.

이때는 재택근무조차 불필요하고 이동을 하면서 사무를 보는 시대가 된다. 경포대 해수욕장에서 무선으로 연결된 노트북컴퓨터를 통해 사무를 보는 꿈을 꾀도 좋다. 여가와 일이 분리되지 않으면서 일정한 주거지도 필요 없이 떠돌아다니는 새로운 형태의 유랑 시대를 맞게 될지도 모르겠다. 반도체공학이 우리 삶의 형태도 결정하는 셈이다.

8. 차세대 정보 보호 기술¹⁰⁾

① 기술의 내용과 현재 수준

기존의 열쇠, 신용카드, 서명과 같은 차원의 정보 보호 기술이 아닌 스마트카드, 홍채인식, 정맥인식과 같은 향상된 정보 보호 기술을 일컫는다. 기존에는 정보보호를 소홀히 해

9) 반도체공학 - 칩 위의 세상 꿈꾸는 시스템온칩 <<http://www.beengineers.com>>

10) 동아사이언스 <<http://www.dongascience.com>>

여기저기서 대형 사고가 잇달아 터지고 있다. 현재 스마트카드, 홍채인식 등 다양한 기술이 미미하기는 하지만 쓰이고 있다.

② 나노 기술과의 연관성

차세대 정보 보호 기술에도 나노 기술의 접목은 가능하다. 양자 정보 처리 기술과 나노 기술을 이용한 초고속 고집적 암호 구현 기술 개발이 그 예이다. 신체에 이식할 경우에는 나노기술이 필수적이다.

③ 현재의 한계점 및 앞으로의 발전 방향

새로운 정보 보호 기술에 관한 단점은 시행착오를 거쳐야만 개정되는 것이 많다. 현재 추세가 인간 신체의 세포 하나가 개인정보라는 인식이 강화됨에 따라 정맥인식, 홍채인식과 같은 기술이 쓰이는데 반발이 일고 있다. 그 전에 침해 유형을 보호하기 위하여 사용할 수 있는 방안을 연구하여야 한다. 새로운 개인정보를 악용할 경우를 대비해 만발의 준비를 한 후 시행하여야 할 것이다.

9. 바이오 칩¹¹⁾

① 기술의 내용과 현재 수준

바이오칩은 DNA, 단백질, 세포 등 생물의 몸 안에 있는 다양한 성분을 이용해 칩 형태로 만든 혼성소자(Hybrid device)라 할 수 있다. 세부적으로는 DNA칩, Protein 칩, Cell 칩 등으로 나뉜다. 바이오칩 기술을 이용하면 생물의 생명현상에 대한 근본적 원리와 구조를 분석, 새로운 신약을 개발하거나 인간의 뇌의 정보처리 메커니즘을 분석할 수 있을 뿐만 아니라 질병을 진단하고 예측할 수 있다. 실제로도 특정 질병을 일으키는 유전자를 파악한 후 이를 이용한 DNA칩을 만들어 질병을 진단하는데 사용되고 있다. DNA칩에 검사대상자의 혈액이나 조직에서 추출한 DNA 샘플을 한꺼번에 반응시켜 질병이 걸렸는지 여부를 손쉽게 알아내는 것이다. 다음으로 Protein 칩은 혈액이나 눈물에 든 단백질을 이용해 DNA칩보다 좀 더 간편하게 질병을 진단할 수 있다. 원리는 Protein 칩에 항체를 심고 혈액을 투여한 후 항체와 반응하는 항원이 있는지를 파악해 질병을 진단하는 것이다. 하지만 문제는 질병과 관련된 표적단백질(항체)을 아직 많이 찾지 못했다는 데 있다.

② 나노 기술과의 연관성

최근에 Nano Technology의 발전과 함께 지능형 마이크로시스템을 제작할 수 있는 MEMS 기술이 주목받고 있다. 이외에도 바이오 칩의 종류인 DNA 칩, Protein 칩, Cell 칩과 같은 것들은 나노 수준에서 연구가 진행되고 있다. 바이오 칩의 집적도가 높아지거나 기술이 복잡해짐에 따라 일반 물리적 현상에서 볼 수 없는 특이한 현상과 더불어 문제점이 발견되고 있다. 이런 문제점을 극복하고 나노 수준에서의 현상을 이해하기 위해 Nano Technology에 대한 요구가 계속 증가하고 있다.

③ 현재의 한계점 및 앞으로의 발전 방향

11) 한국보건산업진흥원 <<http://www.khidi.or.kr/>>

바이오칩 기술개발의 문제점 중 하나는 현재 시장에서 주류를 이루고 있는 DNA칩 제품의 대부분이 광식각 기술을 이용한 합성이나 spotting에 의해 만든 것으로 Micro Array 제작에 대한 기반 기술연구와 값비싼 바이오칩을 재사용할 수 있는 방법에 대한 연구가 적다는 점이다. 또한 DNA칩과 같이 생체 정보를 담고 있는 경우 악용할 우려가 있다는 점이다. 전자는 기술개발이 이끌어 나갈 것이지만 후자는 많은 논란에 부딪히게 될 것이다.

더불어 바이오칩은 독자적인 기술이라기보다는 DNA나 단백질 등 생체 물질과 칩이 복합된 형태로서 여러 첨단 기술의 복합체라고 할 수 있기 때문에 바이오칩 산업이 경쟁력 있게 발전하기 위해서는 학계 간 교류를 활발히 해야 할 필요가 있다.

10. 연료 전지¹²⁾

① 기술의 내용과 현재 수준

연료전지는 일종의 발전장치라고 할 수 있다. 산화, 환원반응을 이용한 점 등 기본적으로는 보통의 화학전지와 같지만, 닫힌 계 내에서 전지반응을 하는 화학전지와 달라서 반응물이 외부에서 연속적으로 공급되어, 반응생성물이 연속적으로 계 외로 제거된다. 가장 전형적인 것에 수소-산소 연료전지가 있다.

최근, 가장 실용화에 접근한 것은 제1세대의 것으로서, 미국 UT사를 중심으로 일반 민수용으로 개발된 인산전해질 연료전지가 그 좋은 예이다. 이것은 화석연료를 개질한 수소를 주성분으로 하는 수소가스와 공기 속의 산소를 사용한 수소-공기 연료전지이다. 연료전지는 저공해성이며, 소음이 없고, 배열을 이용할 수 있기 때문에 종합효율이 높다.

② 나노 기술과의 연관성

현재 나노 기술을 이용한 연료전지 특허출원이 증가하고 있다. 이는 1990년대 초부터 연구되고 있는 나노기술이 2000년부터 소재 자체의 개발을 지나 실용화 단계에 접어들고 있음을 나타낸다. 연료전지에 사용되는 나노기술은 금속촉매 분야에서 금속을 나노 크기의 분말로 제조하여 적은 양의 금속으로 더 큰 효과를 발현하기 위하여 사용된다. 그리고 촉매담체 분야에서는 나노 크기의 기공으로 표면이 이루어져 높은 표면적을 갖는 탄소소재를 이용하여 높은 분산력을 나타내도록 사용된다.

③ 현재의 한계점 및 앞으로의 발전 방향

연료전지가 '차세대 대체 에너지'로 각광 받고 있긴 하지만 아직 넘어야 할 장벽이 많다. 높은 열효율은 실험실에서 이끌어낸 수치일 뿐 현장 운용에서는 아직 그만큼의 효율을 내지 못하고 있고, 기대와는 달리 사이즈도 크며 장시간 사용하는 데 무리가 있다. 자동차를 한번 충전하면 적어도 서울에서 부산까지는 갈 수 있어야 하는데 무리이다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 연료전지에 사용되는 재료 개선과 연료전지 설계방식 변경 등 일련의 과정이 수반되어야 한다. 연료전지는 어떤 전해질을 사용하는가에 따라 인산 연료전지, 용융탄산염 연료전지, 고체산화물 연료전지, 고분자전해질 연료전지 등 다양하게 분류 되는데, 각 연료전지 별로 적용될 수 있고 또 현재 수준보다 훨씬 더 뛰어난 화학물질과 촉매를 만들어내야만 차세대 에너지로 확실한 자리매김을 할 수 있다. 최근 나날이

12) 한국바스프 웹진 <<http://webzine.basf-korea.co.kr>>

발전하고 있는 '나노 화학 기술(Nano Chemical Technology)'은 연료전지 개발에 획기적인 진전을 가져올 것으로 기대된다.

연료전지는 경제적인 면이나, 환경적인 면에서 매우 부가가치가 큰 물질이므로 국가를 뛰어넘어 세계적인 측면에서 협력을 해야 할 것이다.