

## 21세기의

## 핵심기술 100

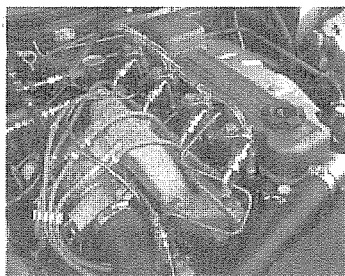
우리는 새로운 세기를 바로 9년 앞두고 있다. 지난 10년간 정보 통신을 중심으로한 과학기술의 급속한 발전에 따라 기술력은 경제력이나 군사력과 함께 국력신장의 중요한 요소라는 인식이 더욱 높아져가고 있다. 이런 추세가 더욱 심화될 21세기의 핵심기술은 과연 어떤 것일까? 최근 일본경제기획청의 2010년 기술 예측위원회가 21세기초의 산업기술에 큰 영향을 줄 것으로 선정한 정보 및 전자기술, 신소재, 라이프사이언스, 에너지, 통신, 자동화, 환경, 운수 및 교통, 공간이용 등 9개분야에 걸친 1백항목의 핵심기술을 중심으로 21세기의 주요기술을 전망해 본다. <편집자>

## 신소재

## 21 수소흡장합금

압력을 올리거나 온도를 내림으로써 금속과 수소를 반응시킨 금속수소화합물을 형성하여 수소를 흡수하거나 거꾸로 수소를 방출한다. 섭씨 0도, latm(기압)에서 이 합금 1g당 우유병 한개분의 수소를 저장할 수 있다. 현재 주류인 2차 전지인 니켈·카드뮴전지 보다 용량이 크고 대체가 가능하다. 그래서 니켈수소전지로서 실용화되고 있으나 전지뿐 아니라 히트펌프로의 응용연구가 추진되고 있다.

실용화단계를 100으로 했을 때 현재의 연구개발의 상대적 단계는 10이다. 실용화시기는 2010경으로 내다보고 있다. 이 연구는 일본이 다소 앞선 가운데 미국과 유럽이 바짝 뒤쫓고 있다. 넘어서야할 기술적인 돌



◇ 수소자동차의 심장부

파구는 수소흡장량의 증대, 히스테리시스의 감소, 플라토성의 개량과 함께 양산기술확립에 의한 저가격화를 들 수 있다.

수소흡장합금은 전지, 히트펌프등의 기술혁신을 통해 전기산업을 활성화시키고 산업용 및 가정용의 냉동기기도 변화하게 할 것으로 보인다. 또 현재의 납축전지와 대체되어 소형이지만 용량이 크고 유해물질을 사용하지 않기 때문에 전기자동차의 실용화를 가속시킬 가능성도 높다. 또 퍼스널컴퓨터를 비롯한 OA기기, 카메라 등 휴대현제품의 소형 및 경량화를 이루어 사용시간을 연장할 수 있을 것으로 전망된다. 그러나 니켈, 카드뮴전지, 리튬전지와 결합하게 되어 시장 성장력에 영향을 받을 가능성도 크다.

## 22 자성재료

외부로부터의 자계로 쉽게 자화되어 외부자계의 極性反轉으로 재료의 자화가「부드러운 재료」(고자율재료)와 반전하지 않고 保磁력이 강한 딱딱한 재료가 있다.

연자성재료는 변압기, 발전기, 전동기 등의 慈心으로 사용되어 자심재료라고도 하며 電磁철판, 소프트페라이트, 퍼말로이 등이 있다. 경자성재료는 연구자석에 사용되며 오디오 및 비디오의 테이프, 컴퓨터의 기억용디스크 등에 사용된다.



◇ 자성재료의 기술혁신은 CD, FAX 등에 큰 영향을 미친다.

실용화단계를 100으로 했을 때 현재 연구개발의 상대적단계는 60정도이며 실용화시기는 2010년으로 보고 있다. 일본이 미국이나 유럽보다 앞섰다고 평가되고 있다. 그러나 실용화에 앞서 해결해야 할 것은 고磁束밀도, 고보자력, 신재료의 개발, 가격이 낮은 재료를 사용하는 신재료의 개발, 금속초격자를 사용한 기술 등을 들고 있다.

자성재료의 진전에 따라 로봇을 포함한 FA산업, 프린터 팩시밀리, CD 등 소형모터를 사용하는 전기·전자산업을 활성화시킬 것으로 전망된다. 또 자동차산업에도 파급효과를 미칠 것으로 보인다.

### 23 유기 비선형 광전자소자

입력하는 빛의 강도에 따라 굴절률이 변화하는 특성을 이용하여 초고속, 저소비에너지의 全光型스위치, 광변조기 등 정보통신분야의 혁명을 가져올 제품과 광증폭작용을 이용하여 반도체를 이용하는 현재의 컴퓨터보다 뛰어난 성능을 갖는

광컴퓨터의 기간소자가 될 수 있다. 재료로서는 갈륨·티탄·인의 화합물, 니오브산 리튬이 유망하다고 보고 있다.

실용화단계를 100으로 할 때 현재의 연구개발의 상대적 단계는 20이며 2020년경에 실용화될 것으로 내다보고 있다. 현재 정부주도로 대규모연구개발프로젝트를 추진하고 있는 미국이 가장 앞섰으며 유럽과 일본은 비슷한 수준이라고 보고 있다. 해결해야할 기술은 비선형광전자재료의 초고속현상을 해명하는 평가기술, 큰 광비성형성을 가질 수 있는 최적분자구조를 결정하고 그 분자의 최적배치에 배열할 분자설계기술 및 분자배열제어기술, 미소부품화를 위한 박막작성기술을 포함한 여러 기술 그리고 무기유기접합기술 등이다.

이 소자는 광컴퓨터, 광증폭기, 초고속스위치, 광변조기 등 신상품을 등장시켜 광섬유, 레이저 등 종래의 상품이 크게 활성화될 것으로 보인다. 따라서 이런 상품을 생산, 판매하는 광정보처리산업 및 광통신산업의 활성화가 기대된다.

### 24 광화학홀버닝메모리

어떤 종류의 물질에서 분자레벨에서의 에너지상태가 빛의 작용으로 변화하는 현상을 광화학홀버닝이라고 한다. 광화학홀버닝메모리는 빛에 의한 분자의 에너지상태의 변화를 이용한 광메모리다. 극한적으로 조인 파장가변레이저를 사용함으로써 2차원뿐 아니라 파장차원의 정보를 기록할 수 있어 현재의 광디스크에 비해 약 1천배의 기록밀도를 달성할 수 있다. 대량의 정보를 축적할 수 있기에 때문에 화상정보나 時系列데이터의 병렬처리나 연산에도 응용할 수 있다.

실용화단계를 100으로 할 때 현재의 연구개발의 상대적단계는 30이며 실용화시기는 2020년경으로 보고 있다. 광화학홀버닝현상을 메모리에 응용하는 구상을 처음 착상한 미국 IBM을 중심으로 미국이 가장 앞서 있다.

실용화에 앞서 해결해야 할 기술은 기록밀도의 대용량화 및 고온기능화를 달성하기 위해 최적의 호스트 및 게스트 화합물을 설계하여 최적배치로 분자를 배열하는 분자설계기술, 분자배열제어기술 또는 메모리의 수명신뢰성을 평가하는 평가기술 등이다. 이 메모리가 실용화되면 광컴퓨터, 광섬유, 레이저 등 광정보처리와 광통신산업의 활성화가 기대된다.

## 25 분자디바이스

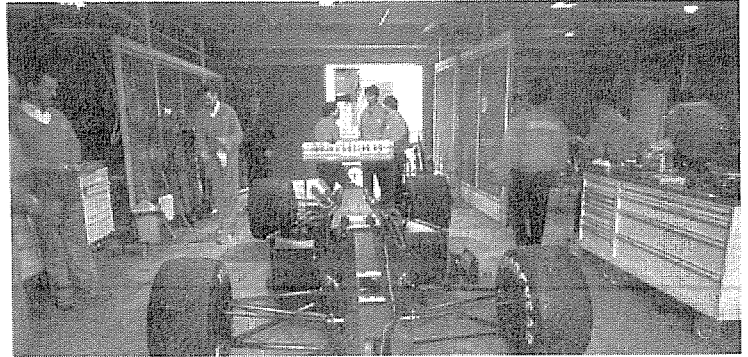
분자를 초정밀가공이 아닌 조립하는 방법으로 제작하여 현재의 VLSI 수준을 넘는 고 집적도를 가진 고속의 저소비 에너지형의 디바이스이며 오늘날의 초고밀도 메모리를 대체하는 초고속컴퓨터의 기간디바이스로 사용된다.

실용화단계를 100으로 할 때 현재의 상대적단계는 10이며 2040년경에 실용화될 것으로 보고 있다. 일본과 미국이 비슷한 수준이고 유럽은 이보다 약간 뒤져 있다. 중요한 과제는 분자수준의 조립을 실제로 하기 위한 틀 및 방법론을 안출하는 일이라고 보고 있으며 신뢰성과 수명의 평가기술도 해결해야 할 중요한 기술이다.

이 디바이스는 분자메모리, 분자프로세서, 분자센서 등 신제품의 등장으로 정보산업, 통신산업을 활성화하는 한편 분자디바이스용 물질을 제조 또는 분자디바이스를 꾸며넣은 인텔리젼트재료의 제조업을 탄생시킬 것으로 전망된다.

## 26 열가소성 분자복합체

금속과 맞먹는 고내열성 및 고탄성률을 보유하고 열가소성이며 성형가공이 쉬운 가벼운 유기고분자재료이다. 종래의 FRP와는 달리 수지성분속에 보강분자골격을 갖고 있어 FRP에서 볼 수 있는 강화섬유와 매트릭스수지간의 취약한



◇ 모터스포츠에서는 흔히 사용되는 FRP는 머지않아 일반차에서도 이용하게 될 것이다.

계면이 없으며 경금속대체용 및 FRP대체용으로서 널리 이용될 가능성이 있다.

실용화단계를 100으로 할 때 현재의 연구개발단계는 약 30 정도이며 2040년경에 공업적으로 실용화될 것으로 보인다. 이 분야에서는 미국이 가장 선두를 달리고 있다.

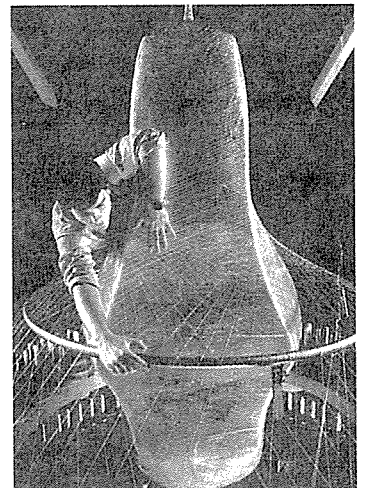
이 복합체로 활성화가 기대되는 분야는 수지,액정등의 고분자산업외에도 경량화가 크게 요청되는 자동차산업, FRP의 사이클이 문제로 되고 있는 차량, 선박, 제조업 등을 들 수 있다.

## 27 고성능탄소섬유강화 플라스틱

항공기, 자동차, 차량 등의 구조체로서 뛰어난 기계특성이 있기 때문에 금속대체용으로서 폭넓게 이용할 수 있다. 이렇게 하기 위해서는 첫째, 성능의 향상 둘째, 코스트의 저하 셋째, 신뢰성의 향상이 필요하고 강화재의 3차원강화, 수지의 韌性향상, 내환경성의 개

선, 성형할 때의 결함방지, 대량생산에 어울리는 성형가공기술, 품질보증을 위한 비파괴검사법, 설계를 위한 데이터베이스구축이 진전되고 있다.

실용화단계를 100으로 할 때 현재의 연구개발단계는 50정도이며 본격적인 실용화시기는 2000년경으로 보고 있다. 현재의 연구개발 국제비교는 용도개발이 앞선 미국이 종합적으



◇ 합성섬유 케블러와 유리섬유로 만든 복합소재로 소형 경주용차의 꺾대기를 만들고 있는 미국 드렉셀대학교의 학생

로 우위에 있으나 일본의 탄소섬유생산력과 기술력도 상당한 수준에 있다. 당면한 과제중에는 양산성형가공기술, 보다 고성능의 섬유·수지·최적부재설계기술의 개발이 포함된다.

복합재료를 제조하는 원료제조업외에도 경량화에 대한 요청이 가장 큰 항공기제조업과 자동차제조업 그리고 생산기계제조업이 활성화될 전망이다. 한편 파급효과로서는 군수산업이나 토목건설업에도 좋은 영향을 미칠 것이다. 이 플라스틱의 시장규모는 2000년에 약 80억달러로 어렵하고 있다.

### 28 고성능 금속계 복합재료

항공기의 고속화, 우주이용의 진전에 따라 금속을 매트릭스로하고 탄화규소섬유, 보론섬유, 휘스커 등으로 강화한 복합재료에 대한 요구가 높아지고 있다. 특히 우주공간에서는 원자모양의 산소의 작용에 견딜 수 있는 재료가 필요하게 된다. 그러나 수지계의 복합재료는 수명이 짧고 내열성도 부족하기 때문에 가볍고 높은 탄성률, 내산화성, 내열성을 아울러 가진 금속계의 복합재료가 유력한 후보재료로 등장하게 된다. 이 복합 재료가 종래의 금속재료처럼 값이 헐하고 쉽게 사용되기 위해서는 장기간의 연구개발이 필요하다.

실용화단계를 100으로 할 때 현재의 연구개발단계는 아직도 10정도이며 본격 실용화시기는

2050경으로 어렵한다. 현재의 연구개발국제비교에서는 스페이스플레인(우주기)등의 실용화를 검토하는 미국이 기초와 응용면에서 단연 앞서고 있다.

이 재료의 등장으로 활성화될 산업은 금속가공업외에도 항공기산업, 생산기계산업, 금속섬유제조업 등이다.

### 29 고성능세라믹계 복합재료

내형성금속의 대체용으로서 제트엔진부품과 같은 기계부품에 세라믹계복합재료가 이용된다. 산화물-탄화물-질화물세라믹스에 세라믹스섬유를 섞어서 강화하여 파괴靱性を 크게 향상시킨다. 또 값이 헐한 것으로서는 탄소섬유등과 불연매트릭스(유리, 시멘트 등)로된 不燃, 경량, 고탄력성, 고강도의 재료가 초고층건축구조재나 깊은 지하구조물, 매어다는 구조재용으로 사용된다. 이 복합재료가 종래의 금속재료와 같이 싸고 쉽게 사용하게 되기 위해서는 장기간의 연구개발을 필요로 한다.

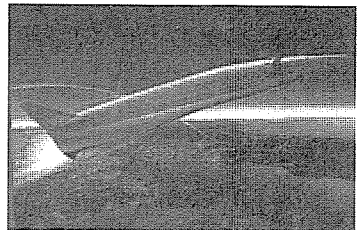
실용화단계를 100으로 할 때 현재의 연구개발의 상대적단계는 10정도이며 실용화시기는 2050년경으로 보고 있다. 현재 미국과 유럽이 앞서고 있다.

고성능 세라믹스의 시장규모는 현재 전자공업을 중심으로 약 1백억달러로 보고 있으나 고성능세라믹계 복합재료가 중심이 될 세라믹스엔진분야는

앞으로 미국을 중심으로 급성장하여 2010년에는 약 40억달러에 이를 것으로 보인다. 항공기산업, 건설업, 기계공업의 활성화가 기대된다.

### 30 고성능 C/C 콤포지트

스페이스플레인, 초음속항공기, 미사일 로켓, 핵융합로 등 매우 높은 온도에 노출되는 구조부재·기기에는 카본 100%의 C/C(카본/카본) 콤포지트가 필요하다. 오늘날의 C/C콤포지트의 내산화성을 표면플라즈마가공 등을 통해 더욱 개선하며 섭씨 1천7백도 정도의 초고온에서 사용할 수 있다.



◇ 21세기에 등장할 극초음속항공기는 매우 높은 온도에 견딜수 있는 카본 100%의 C/C(카본/카본) 콤포지트재료가 필요하다.

실용화단계를 100으로 할 때 현재의 연구개발의 상대적단계는 아직도 10정도인데 본격적인 실용화시기는 2010년경으로 보고 있다. 군수산업을 중심으로 고성능항공기, 미사일, 로켓 등의 실질적인 수요가 왕성한 미국과 프랑스가 앞서 있다.

이 재료는 화학산업, 항공우주산업, 위성로켓제조업의 활성화를 부추길 전망이다.