

Introduction to Nano-Bio-Technology

나노바이오테크놀로지 소개

재료 (材料, Material)

유기 재료
(Organic)

저분자 재료
고분자 재료

무기 재료
(Inorganic)

금속 재료
세라믹 재료
반도체 재료

인공 재료
(Artificial)

천연 재료
(Natural)

생체적합재료
(Bio-Compatible)

Bulk

석기시대 (구석기-신석기)



철기시대 (청동기-철기)



합성고분자시대



고분자 (高分子, Polymer)

Natural Polymers **Synthetic Polymers**

Cheap, Light, Tough

Property Control via Molecular Structure

3/26

Technology (技術) vs. Science & Engineering

NT Nanotech.
BT Biotech.
IT Information Tech.
ET Energy Tech.
GT Green Tech.
CT Cultural Tech.

4/26

나노 (Nano, 사(沙), 10⁻⁹)

수	첨두어	기호	수	첨두어	기호
10 ¹	데카	D	10 ⁻¹	데시	d
10 ²	헥토	h	10 ⁻²	센티	c
10 ³	킬로	k	10 ⁻³	밀리	m
10 ⁶	메가	M	10 ⁻⁶	마이크로	μ
10 ⁹	기가	G	10 ⁻⁹	나노	n
10 ¹²	테라	T	10 ⁻¹²	피코	p
10 ¹⁵	페타	P	10 ⁻¹⁵	펨토	f
10 ¹⁸	엑사	E	10 ⁻¹⁸	아토	a
10 ²¹	제타	Z	10 ⁻²¹	젱토	z
10 ²⁴	요타	Y	10 ⁻²⁴	옥토	y

크기 (size, m)

Nano

면적 (area, m²)

부피 (area, m³)

시간 (time, sec)

Femto

찰나 (刹那)
10⁻¹⁹

진동 (frequency, Hz)

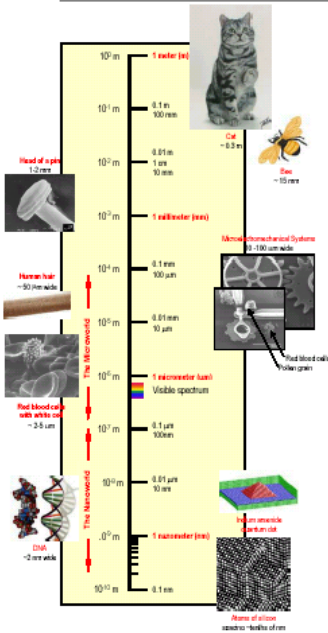
Giga

기억 (memory, Byte)

Tera

5/26

Nanotechnology (나노기술)



정의

- 1~100 나노미터 영역에서의 물질 제어에 의한 소재, 소자, 시스템 특성에 큰 영향을 미치는 기술
- 원자, 분자를 제어함으로써 기존 물질의 특성 개선 및 신물질 창출

응용 범위

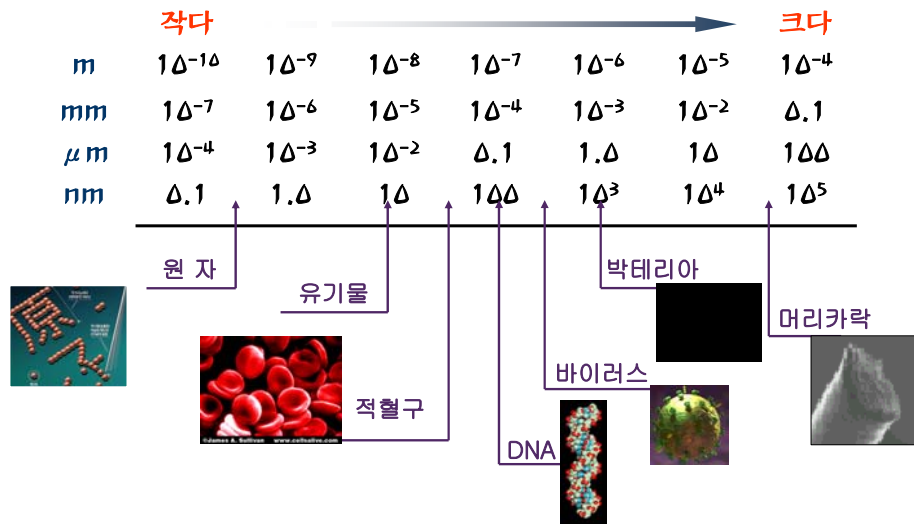
- 나노 재료 (Nano-materials)
- 나노 소자 (Nano-devices)
- 나노 시스템 (Nano-system)
- 나노 공정 (Nano-fabrication)

특징

- 기존 기술의 한계 극복
 - : 신물질, 신개념 초고집적 전자 소자
- 높은 경제성
 - : 크기, 소비에너지 최소화하면서 최고 성능 구현 가능
- 뛰어난 환경 친화성
 - : 무공해 에너지원 (연료전지, 태양전지 등)

6/26

Size of Some Biomaterials



7/26

Drug-Delivery Techniques
Dendrimers are a type of nanostructure that can be precisely designed and manufactured for a wide variety of applications, including treatment of cancer and other diseases. Dendrimers carrying different materials on their branches can do several things at one time, such as recognizing diseased cells, diagnosing disease states (including cell death), drug delivery, reporting location, and reporting outcomes of therapy.

Nanofilms
Different nanoscale materials can be used in thin films to make them water-repellent, anti-reflective, self-cleaning, ultraviolet or infrared-resistant, anti-fog, anti-microbial, scratch-resistant, or electrically conductive. Nanofilms are used now on eyeglasses, computer displays, and cameras to protect or treat the surfaces.

Nanotubes
Carbon nanotubes (CNTs) are used in baseball bats, tennis racquets, and some car parts because of their greater mechanical strength at less weight per unit volume than that of conventional materials. Electronic properties of CNTs have made them a candidate for flat panel displays in TVs, batteries, and other electronics. Nanotubes for various uses can be made of materials other than carbon.

Nanoscale transistors
Transistors are electronic switching devices where a small amount of electricity is used like a gate to control the flow of larger amounts of electricity. In computers, the more transistors, the greater the power. Transistor sizes have been decreasing, so computers have become more powerful. Until recently, the industry's best commercial technology produced computer chips with transistors having 65-nanometer features. Recent announcements indicate that 45-nanometer feature technology soon will be here.

Solar Plastics
Thin, flexible, lightweight rolls of plastics containing nanoscale materials are being developed that some people believe could replace traditional solar energy technologies. The nanoscale materials absorb sunlight and, in some cases, indoor light, which is converted into electrical energy. Thin-film solar cells paired with a new kind of rechargeable battery also are the subject of research today. This technology will be more widely used when researchers learn how to capture solar energy more efficiently.

Water-Filtration Techniques
Researchers are experimenting with carbon nanotube-based membranes for water desalination and nanoscale sensors to identify contaminants in water systems. Other nanoscale materials that have great potential to filter and purify water include nanoscale titanium dioxide, which is used in sunscreens and which has been shown to neutralize bacteria, including E. coli, in water.

8/26

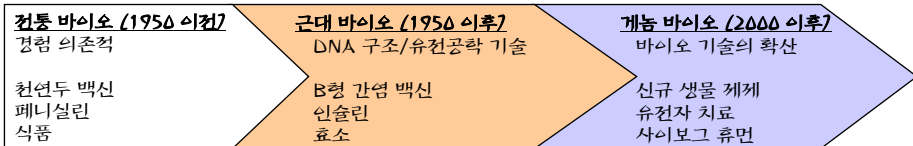
바이오 산업



정의	생명체를 이용하여 산업적, 의학적으로 유용한 기술과 소재를 개발하는 분야 생물산업, 생명공학, 유전공학, 바이오텍 (BT)이라고 불리기도 함
분야	의약품, 생물체제, 생물공정, 식품, 환경, 에너지 등
전망	게놈 프로젝트의 영향으로 IT와 더불어 21세기 최대 시장을 형성할 것으로 예상됨

9/26

바이오 산업의 발전사



아폴로 프로젝트



인간 게놈 프로젝트



관련기술의 발전
 [로켓, 무선통신..]

신규산업 창출
 [상업위성, 통신산업..]

새로운 우주관

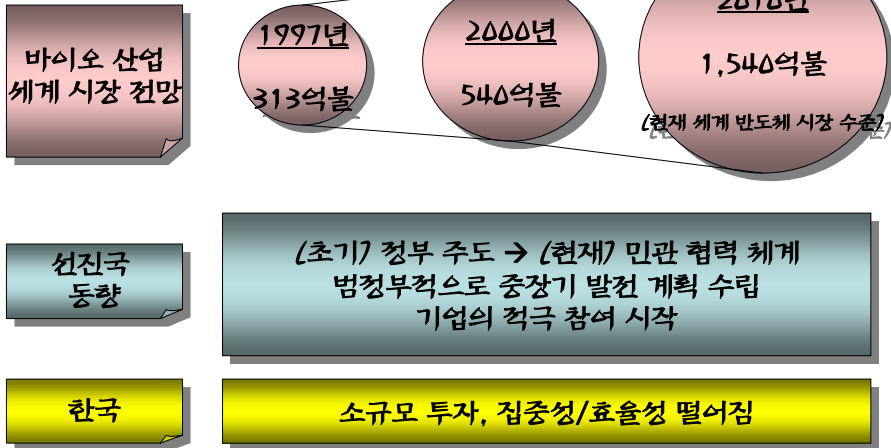
관련기술의 발전
 [생물 화학,
 유전자 치료..]

신규산업 창출
 [생물 신소재,
 유전자 산업..]

새로운 가치관

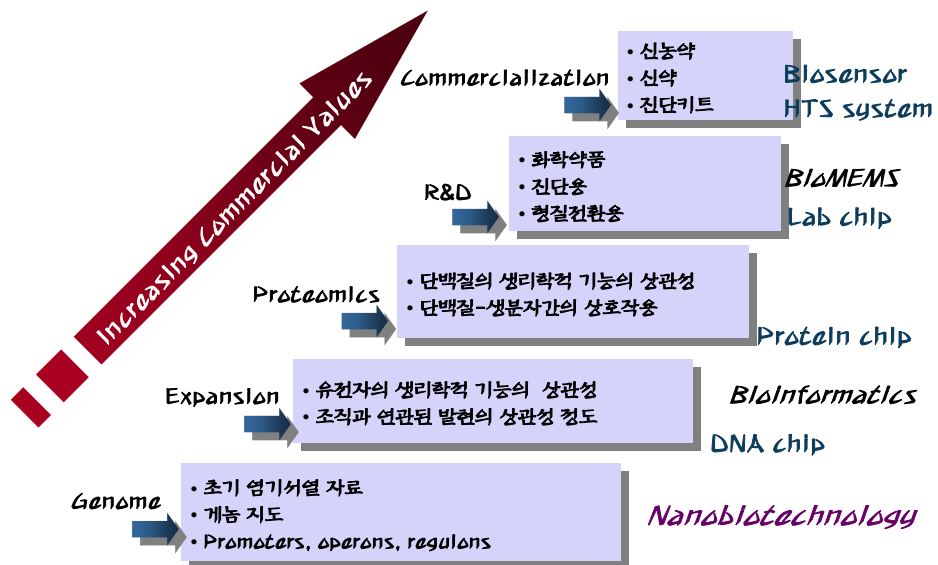
10/26

바이오 산업 전망과 선진국 동향



11/26

Growth In Biotechnology



12/26

Fusion of Technology (BT/IT/NT)

- ❖ 바이오의 한계극복 : 안정성, 견고성, 재현성 등
→ 바이오 장점의 극대화
- ❖ 나노소자, 나노분석, 나노공정과 바이오기술의 접목으로 획기적
신산업 창출
- ❖ 단일 세포, 단분자 분석 : 생명공학 연구의 혁명
- ❖ 식물과 동물의 다기능적인 세포 및 조직을 만들기 위한
나노기술의 적용
- ❖ 생체모방을 통한 나노기술 → IT 혁명 (예: 생체분자소자 및 컴퓨터)
→ 의료 혁명
- ❖ 기존의 IT 기술과의 접목 (Ubiquitous)

13/26

NanoBioTechnology (나노바이오기술)

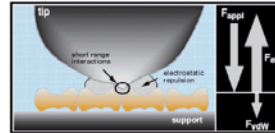
생체 분자 개체를 분자(또는 원자) 수준에서 인위적으로 조절하여
생체 분자 구조 및 특성을 연구하며 이를 산업적으로 응용하는 기술

- 1959년: Prof. Feynman (Nobel prize Winner, Physics)
"There's Plenty of Room at the Bottom"
- 1981년: The 1st paper related to NT
"Protein design as a pathway to molecular manufacturing"
(Drexler, Proc. Natl. Acad. Sci. USA Vol. 78, No. 9, pp. 5275-5278)
- SPM (scanning Probe Microscopy) 의 발전
 - 1981: Tunnelling Microscope (Binnig et al., Helv. Phys. Acta, 55, 726, 1982)
 - 1986: Force Microscope (Binnig et al., Phys. Rev. Lett. 56, 930, 1986)
 - 1986: Nobel prize to G. Binnig, H. Rohrer and E. Ruska
- 1990's: Beginning of the study on the Biochemical process by
Chemists

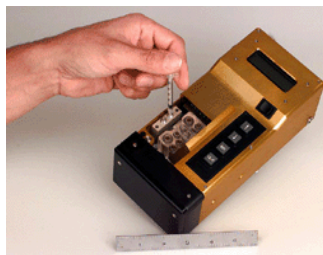
14/26

Research Fields in NanoBioTechnology

- 원천기반기술
 - 생체물질 bottom-up 기술
 - SPM 이용기술/나노거동분석
 - BioMEMS/Nanolithography
- 분석응용기술
 - 나노바이오센서
 - 나노바이오칩
- 소재응용기술
 - 약물전달시스템(DDS)
 - 나노소재단백질
- 복합기술
 - 생물전자소자
 - 생체모방
 - 나노로봇치료

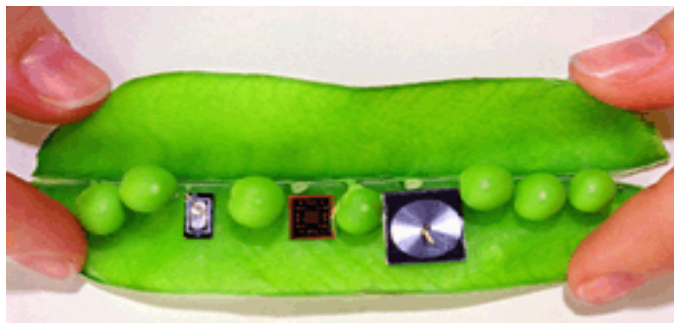


15/26

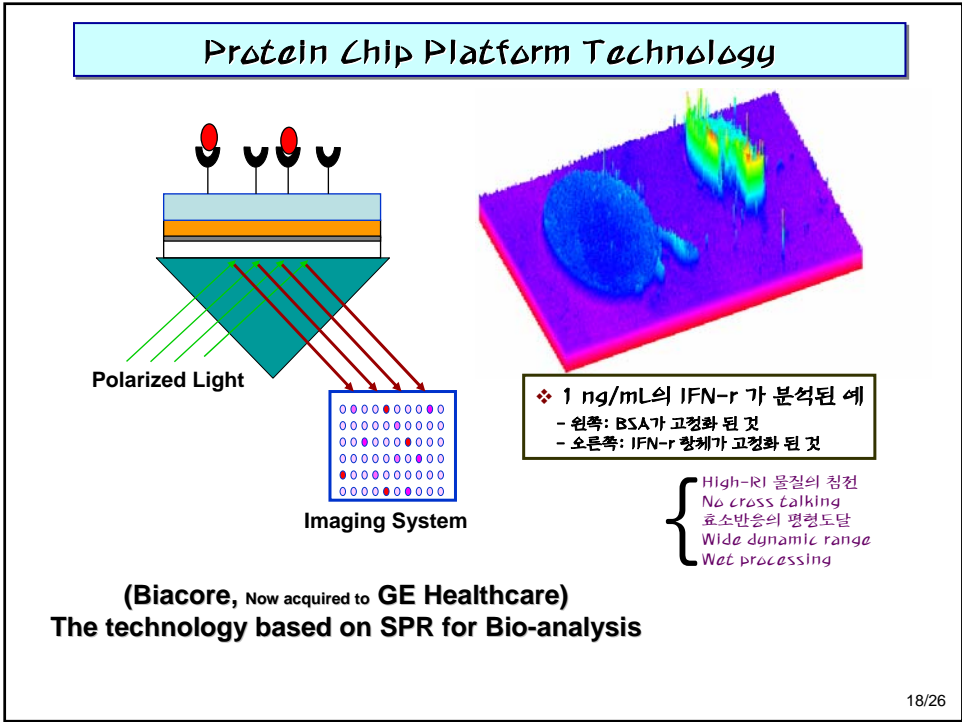
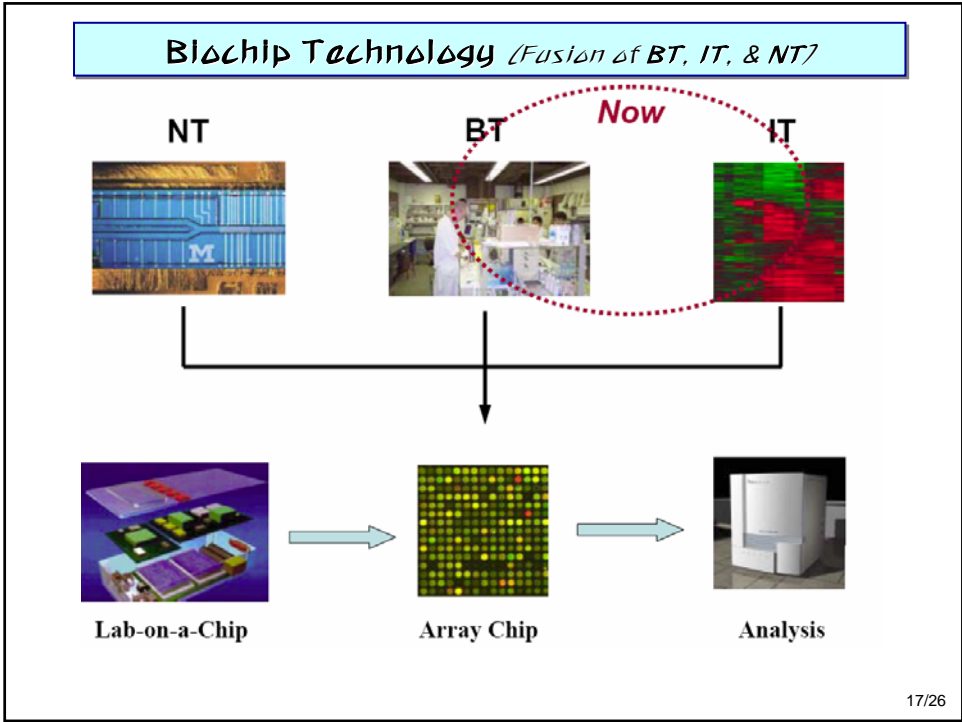


NanoBioTechnology

"Nano" (10^{-9}), 크기 - 기계적 관점
 "Femto" (10^{-15}), 농도 - 분석적 관점
 Parallel & Sensitive Bioassay



16/26



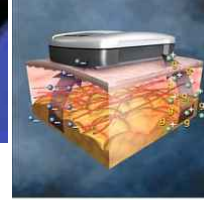
BIOSENSOR (usually for Blood-Sugar Monitoring)

※ Biosensor
= Bioreceptor + Transducer

- NT + Biosensor
 - 안정성, 선택성, 민감성 등 기능 강화
 - 단분자 분석
- Nano-size Biosensor
 - 최소침습 (minimally invasive)
- Biosensor Device
 - DNA/단백질 칩
 - Lab-on-a-chip (BioMEMS)
 - NanoRobot



Cygnus GlucoWatch
automatic glucose
measurements every 20
minutes, final FDA
approval



g = glucose molecules
- = negative ion
+ = positive ion

Medisense Sof-Tact
integrated meter design
combines the blood
glucose meter within a
sampling device
(built-in vacuum)

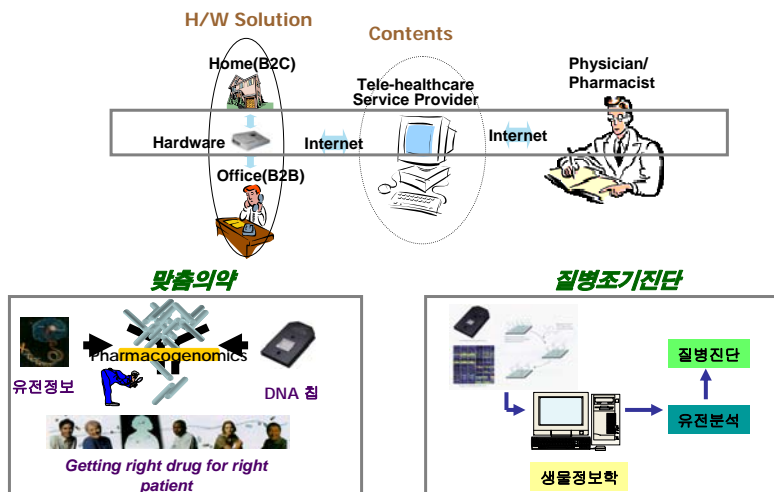


→ 이러한 기술은 마이크로 바이오센서 기술로서 나노 바이오센서로 발전하고 있음 (무통, 재택, 실시간 진단의 실현)

19/26

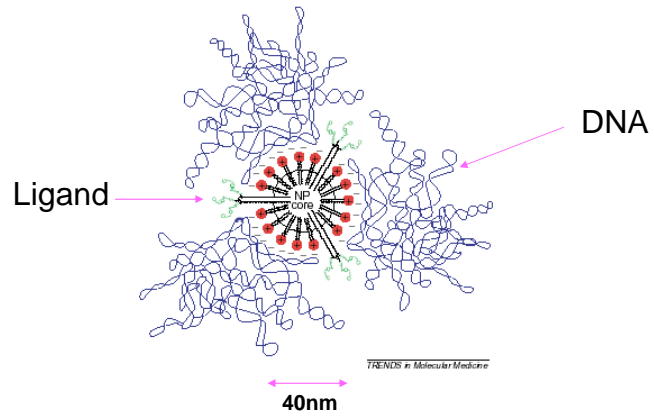
Application of NanoBio Sensor/Chip

재택진료 (BT/IT/NT의 융합)



20/26

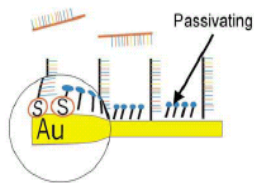
Nanoparticles in Gene Therapy



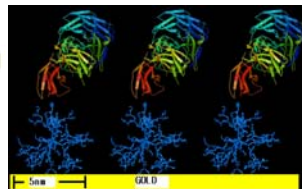
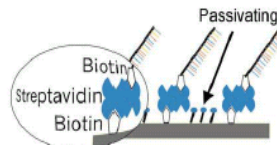
21/26

Self-Assembled Monolayer: The 1st Example of Nano & Bio

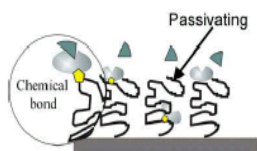
Thiol (for gold) and silane (for SiO₂) chemistry



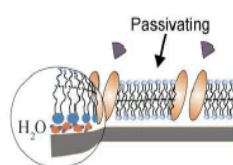
Biotin-Streptavidin binding



Dextran gel

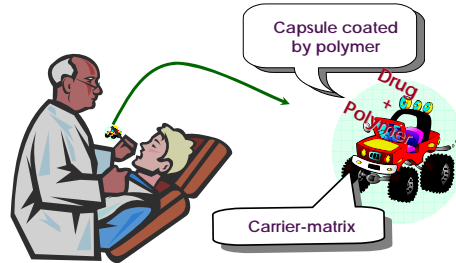


Lipid bilayer



22/26

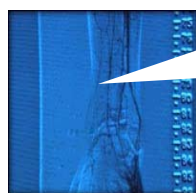
Drug Delivery System (DDS)



- ❑ 미국 Nextar사: 독소루비신을 함유한 리포솜을 생산하여 1999년에 2천만 달러의 매출
- ❑ 미국의 2007년 약물전달 시장은 410억불로 전망
- ❑ 미국 NNI : 다음 10년에는 의약품 시장 3천 8백억 달러의 절반 정도에 영향을 미치는 근본적인 변화가 있을 것으로 예견
- ❑ DDS 연구동향 : 지능형 약물전달 시스템

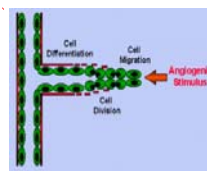
23/26

Tissue Engineering (조직 공학)



혈관이 폐색되어 정상적인 혈액 흐름에 방해

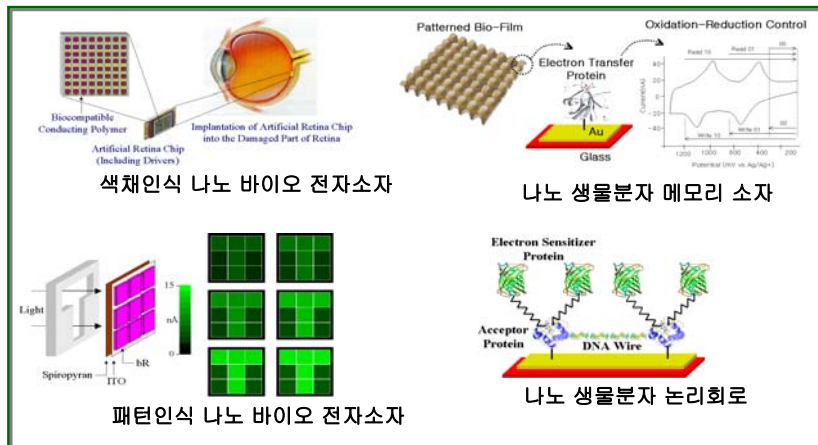
인간의 혈관 내에 혈전 등 이물질이 발생하여 혈액의 흐름을 방해하는 경우가 발생
 풍선확장 성형술 등으로 치료가 가능한 경우가 있으나 재협착의 우려와 혈관의 폐색진행이 심한 경우 이러한 시술도 불가능함



부분적으로 혈관이 협착 또는 폐색된 부분을 치료용 유전자를 이용하여 혈액의 흐름을 우회 시키는 새로운 혈관을 생성시킴

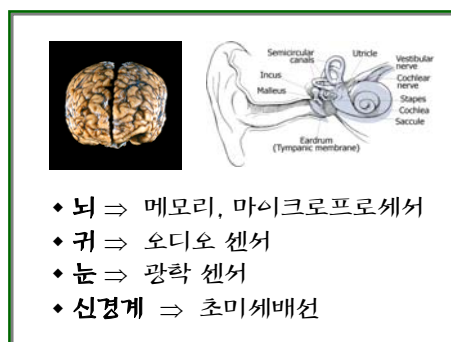
24/26

Bioelectronic Devices (생물전자소자)



25/26

Biomimic (生體模倣)



Marc Rosenthal, Technology Review, October 1998

26/26