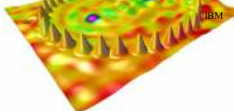


NOWE TECHNOLOGIE

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

Dialog z przyrodą musi być prowadzony w języku matematyki, w przeciwnym razie przyroda nie odpowiada na nasze pytania.

Michał Heller



Koniec technologii krzemowej? Prawo Moora i jego konsekwencje (czyli o postępie technologicznym);

Nanotechnologia I (czyli nano jest trendy)

Kwanty, stany, pasma (czyli mechanika kwantowa dla początkujących);

Nanotechnologia II, III, IV (studnie, druty, kropki; nanorurki i nanomaszyny);

Spintronika stosowana; Dlaczego elektrony kręczą? (czyli o spinie);

Kwantowa kryptografia i teleportacja I i II (czyli o splątaniu kwantowym oraz kodach i kluczach);

Komputery kwantowe I i II (czyli o przyszłych informatykach oraz o przyszłych komputerach)

Badania i postęp (czyli o finansowaniu badań);

W smutnym kolorze blue (czyli o niebieskim laserze i białych diodach);

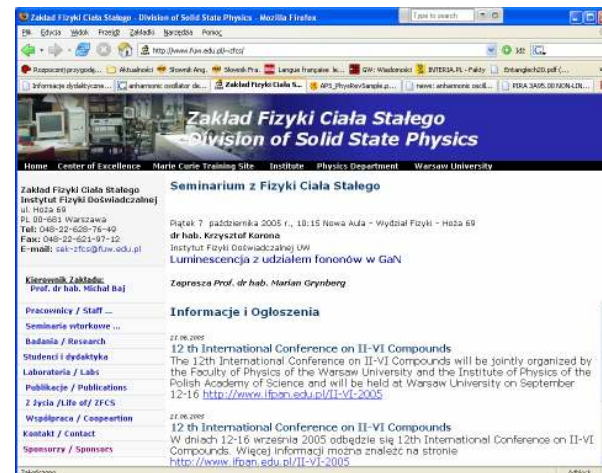
Optoelektronika (czyli o manipulowaniu światłem);

Nieliniowo, adaptacyjnie i femtosekundowo, czyli ekstremalnie w optyce;

Czy komputer może myśleć? Prezentacja prac studentów

Uwaga: Wykład może być zaliczony do godzin pozakierunkowych: przedmioty ogólnouniwersyteckie Wydziału Fizyki kod: **1100-NT-06**

<http://www.fuw.edu.pl/~zfcs/>



Wykłady FUW

M. Grynberg	Eksperyment fizyczny w warunkach ekstremalnych (Czw. 10.15 -12.00) Seminarium fizyki ciała stałego (Pt. 10.15 -12.00)
R. Stępniewski	Fizyka ciała stałego (Pon. 10.15 -12.00)
T. Dietl, J. Majewski	Physical foundation of nanotechnology (Śr. 10.15 -12.00)
D. Wasik, T. Stacewicz	Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego (Śr. 10.15 -13.00)
Cz. Radzewicz	Wybrane zagadnienia optyki (Pt. 8.15-10.00), Optyka instrumentalna (Czw. 13.15 -15.00)
J. Dobaczewski	Mechanika kwantowa I (Wt. 15.15 -17.00, Pt. 8.15-10.00)
J. Baranowski	Fizyka materiałów i nanostruktur I (Czw. 12.15 -14.00) Electronic properties of solids (ang.) (Śr. 12.00-14.00)
J. Tworzydło	Wstęp do kwantowej teorii układu wielu cząstek

Nowe technologie

<http://www.fuw.edu.pl/~szcztyko/NT>

Zadania Studenckie

Do zaliczenia wykładu wymagana będzie obecność na co najmniej 10 zajęciach oraz KRÓTKIE sprawozdanie:

Tematy sprawozdań

- zegarek, komputer, komórka, TV, Hi-Fi, samochód, dom za 10-20-30 lat
- co by było fajnie mieć (wehikuł czasu? tanie źródło energii? antygravitację? działko na komary? ...)
- co by warto zmniejszyć (powiększyć) i dlaczego?
- interface człowiek-maszyna za kilkanaście lat.
- pilot do TV przyszłości
- rozrywka w następnych dekadach
- problemy świadomych maszyn i ich relacje z ludźmi
- kuchnia przyszłości
- usługi sieciowe
- wyzwania technologii krzemowej (litografii, processingu, testów itp)
- synergia (czyli łączenie produktów/modeli): procesor+pamięć+video+..., komórka+komputer+palm+...
- drukarka+kopiarka+fax+..., TV+DVD+konsola+...
- nośniki danych
- łączność i lokalizacja
- id karty - uniwersalny dowód osobisty/prawo jazdy/karta płatnicza/i co jeszcze?
- zagrożenia prywatności
- zagrożenia: piractwo kontra copyright
- nowe usługi i modele biznesowe
- co można zmieścić w zegarku?
- „disruptive technologies” dzisiaj

Najlepsze sprawozdania studenci będą mogli zaprezentować na ostatnim wykładzie!

Nowe technologie
<http://www.fuw.edu.pl/~szcztyko/NT>



Jak nie palę papierosów Jak palę papierosy

Jacek.Szcztyko@fuw.edu.pl http://www.fuw.edu.pl/~szcztyko

Koniec technologii krzemowej? Prawo Moora i jego konsekwencje.

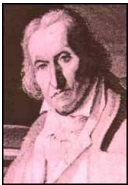
- a. Trochę historii
- b. Jak to działa
 - i. Trochę logiki
 - ii. Od bramki do bramki
 - iii. Jak działa tranzystor
- c. Prawo Moora
 - i. Nanotechnologia
 - ii. Domieszki – koncentracja i statystyka
 - iii. Tunelowanie
 - iv. Chłodzenie



Amara's law is a maxim stating:
We tend to overestimate the effect of a technology in the short run and underestimate the effect in the long run.

Trochę historii

- Początek XIX w. ok.. 1800 Francuz Joseph Jacquard i jego krosna (sprzeż w Lyonie)



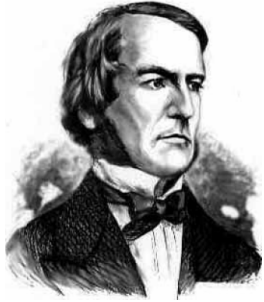




Źródło: http://en.wikipedia.org/wiki/Jacquard_loom

Trochę historii

- George Boole (1815-1865)




Prof.. Ryszard Tanas <http://zon8.physd.amu.edu.pl/~tanar/>

Trochę historii

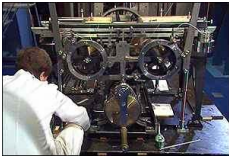
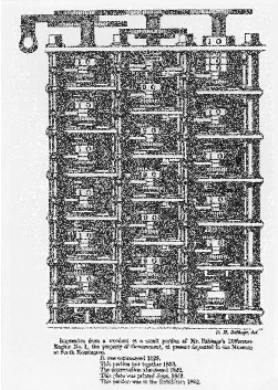
Połowa XIX w. Anglik Charles Babbage i jego „maszyna analityczna”.

Skonstruowana w 1985–1991 r. w Science Museum w Londynie. Urządzenie składa się z 4000 części i waży ponad 3 tony. Podobnie jak i drukarka.

„komputer” →

drukarka →

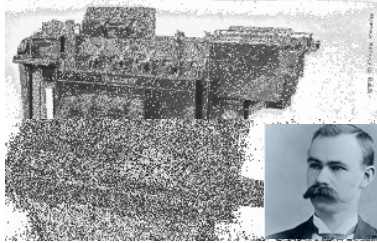


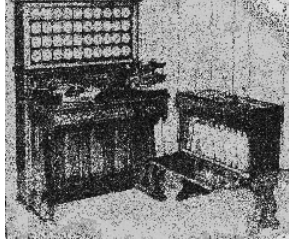



Źródło: <http://www.cbi.umn.edu/exhibits/cb.html> , <http://www.sciencemuseum.org.uk/galleryguide/E2052.asp>
<http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/710950.stm>

Trochę historii

3. Koniec XIX w. Herman Hollerith wynalazł maszynę liczącą, którą można było „programować” przy pomocy kart. Wykorzystano ją w 1890 r. w spisie powszechnym w USA.



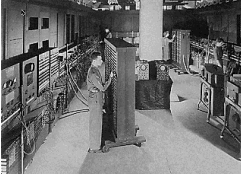
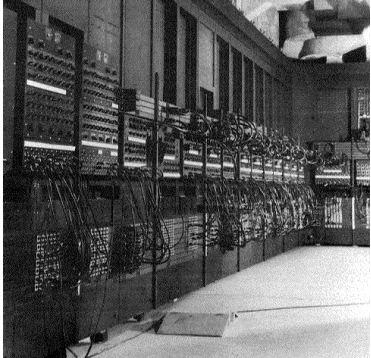


W 1911 r. Hollerith's Tabulating Machine Company łączy się z dwoma innymi Computing Scale Company of America oraz International Time Recording Company. Powstaje Computing-Tabulating-Recording Company (C-T-R) . W 1924 r. zmienia nazwę na **International Business Machines Corporation** – IBM.

Źródło: <http://www.columbia.edu/acis/history/census-tabulator.html>, IBM

Trochę historii

1945 ENIAC – lampowa maszyna licząca, zawierała 18 000 lamp próżniowych, 70 000 oporników oraz 5 milionów połączeń. Zużywała 160 kilowatów energii. Zaprojektowana przez Jouna Prospera Eckerta (1919-1995) i Johna Mauchly'ego (1907-1980). Ważyła 27 ton, zajmowała 460 m³, i mogła dodać 5,000 numerów/s.

Eniac - max. 116h

Źródło: <http://ei.cs.vt.edu/~history/ENIAC.Richey.HTML>

Trochę historii

- W połowie lat 40-tych John von Neuman wymyślił projekt maszyny EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer) – z pamięcią do przechowywania danych i programów oraz z centralną jednostką procesorową
- 1948 – William Shockley, John Bardeen oraz Walter Brattain z Bell Labs wymyślają tranzystor (Nobel 1956)
- Rok 1955
2 października komputer ENIAC zostaje ostatecznie wyłączony i zdemontowany.
Firma Semiconductor Laboratory, założona przez William Shockley'a, jest pierwszą założoną w Dolinie Krzemowej.
- Lata 50 XX w. – „superkomputer” IBM 360
- Lata 60 XX w. – minikomputer Digital Equipment Corporation
- W 1969 r. Intel Corporation dostaje zamówienie na układ do japońskiego kalkulatora...



J. Von Neuman, źródło Wikipedia

Jak to działa? Trochę logiki

NOT

0	1
1	0

OR

0	0	1
0	0	1
1	1	1

AND

0	0	1
0	0	0
1	0	1

WEJŚCIE

WYJŚCIE

Sumator:

8	4	2	1	
= 0 =	-	-	-	0
1 = 1 =	-	-	-	1
1 + 1 = 2 =	-	-	1	0
1 + 1 + 1 = 3 =	-	-	1	1
1 + 1 + 1 + 1 = 4 =	-	1	0	0

1 1

+

2 1

1 0

<http://www.fuw.edu.pl/~szcztyko>

Jak to działa? Trochę logiki

NOT

0	1
1	0

OR

0	0	1
0	0	1
1	1	1

AND

0	0	1
0	0	0
1	0	1

WEJŚCIE

WYJŚCIE

1 1

+

2 1

1 0

Jak to działa? Trochę logiki

NOT

0	1
1	0

OR

0	0	1
0	0	1
1	1	1

AND

0	0	1
0	0	0
1	0	1

XOR

0	0	1
0	0	1
1	1	0

NOR

0	0	1
0	1	0
1	0	0

NAND

0	0	1
0	1	1
1	1	0

XNOR

0	0	1
0	1	0
1	0	1

Jak to działa? Trochę logiki

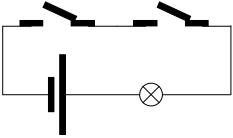
NAND

0	0	1
0	1	1
1	1	0

Gate	Equivalent in NAND gates
NOT	
AND	
OR	
NOR	

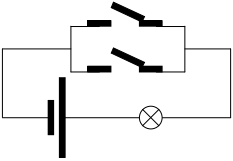
Od bramki do bramki.

AND



AND	0	1
0	0	0
1	0	1

OR

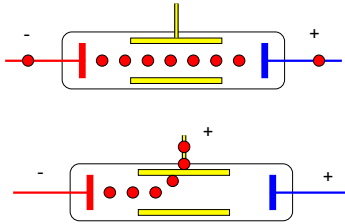


OR	0	1
0	0	1
1	1	1

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl <http://www.fuw.edu.pl/~szczytko>

Od bramki do bramki.

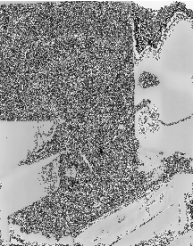
Lampa próżniowa jako przełącznik



Potrzeba było przełączników: **szybkich i niezawodnych**.
Na początku (rewolucji koszty, rozmiar, pobór mocy, łatwość obsługi, uniwersalność, skalowalność, kompatybilność nie miały dużego znaczenia...

Eniac - max. 116h

Trochę historii



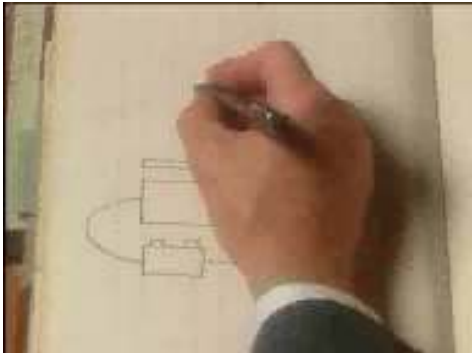
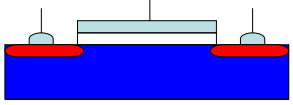



1948 – William Shockley, John Bardeen oraz Walter Brattain z Bell Labs wymyślają tranzystor (Nobel 1956)



Źródło: http://www.facsnet.org/tools/sci_tech/applications/chipsys.php3 <http://www.lucent.com/minds/transistor/history.html> .
<http://www.pbs.org/transistor/science/events/pointtrans.html>

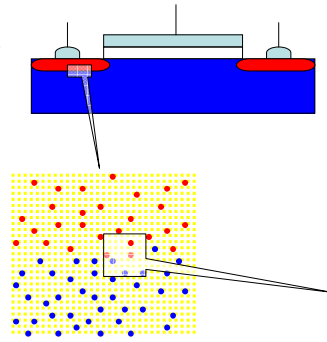
Jak działa tranzystor?

<http://www.pbs.org/transistor/science/events/pointtrans.html>

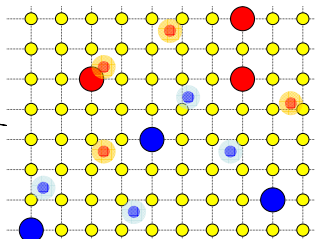
<http://www.fuw.edu.pl/~szcztytko>
Jacek.Szcztytko@fuw.edu.pl

Półprzewodniki



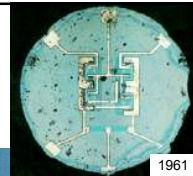
Nośniki:
dziury +
elektrony -

Domieszki:
Akceptory (typ p)
Donory (typ n)



<http://jas.eng.buffalo.edu/education/solid/unitCell/home.html>
<http://jas.eng.buffalo.edu/education/mos/mosfet/mosfet.html>

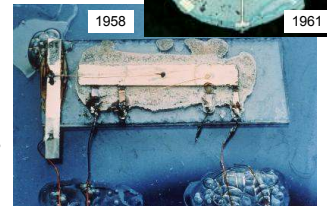
Trochę historii



1955 Shockley Semiconductor – pierwsza firma w Palo Alto (krzemowej dolinie)

Rok 1956
IBM tworzy pierwszy dysk twardy - RAMAC 350. Jego pojemność to 5MB, natomiast cena - milion dolarów.
W laboratoriach MIT ukończony zostaje pierwszy komputer tranzystorowy.
A. Newell, D. Shaw i F. Simon wynajdują IPL (Information Processing Language - język przetwarzania informacji).

1957 Fairchild Semiconductor – na skutek nieporozumień z Shockleym odchodzą z firmy: Julius Blank, Victor Grinich, Gordon E. Moore, Robert W. Noyce, Jean Hoerni, Gene Kleiner, Jay Last, Sheldon Roberts („zdradziecka 8-ka”).

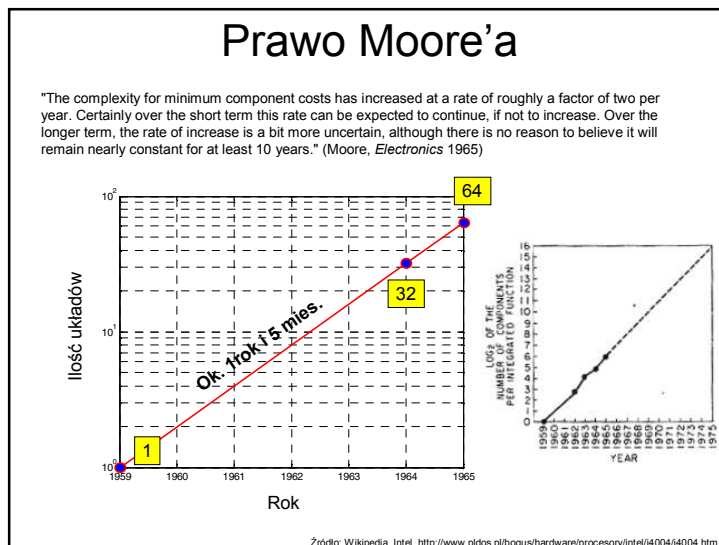


Ken Olsen i Harlan Anderson zakładają firmę DEC (Digital Equipment Corporation).

Oficjalnie opublikowany zostaje język FORTRAN-1, stworzony przez Johna Backusa i jego współpracowników z IBM. FORTRAN używa zapisu podobnego do tego z algebry. Dlatego też język ten stanie się popularny, szczególnie wśród naukowców i techników.

1958 Pierwszy układ scalony (IC – Integrated Circuit) wykonany przez Jack Kilby na germanie w **Texas Instruments** (2000 Nagroda Nobla z fizyki). Niezależnie Robert Noyce (**Fairchild**) zbudował IC na krzemie.

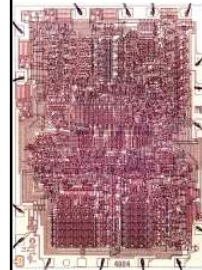
Źródło: http://www.facsnet.org/tools/sci_tech/tech/applications/chipsys.php3 <http://www.lucnet.com/minds/transistor/history.htm>



Trochę historii

18 lipca 1968 Gordon E. Moore i Robert W. Noyce założyli w kalifornijskim Mountain View w hrabstwie Santa Clara (zaledwie kilka mil od Palo Alto), firmę N M Electronics, wkrótce przemianowaną na Intel (Intel = Integrated Electronics).

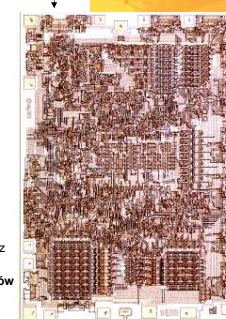
1969 r. Intel Corporation dostaje zamówienie na układ do japońskiego kalkulatora...



i4004
Data wprowadzenia: 15 listopada 1971
Ilość tranzystorów: 2 250 - 2 300
Technologia: 10 μm, PMOS
Wielkość płytki krzemu: 12 mm²
Szybkość pracy Taktowanie rdzenia proc.: 108 kHz (0.06 MIPS)
Taktowanie magistrali sys.: jak rdzeń procesora
Szerokość magistrali danych (wewn./zewn.): 4 bity (adresów 12 bitów)



i8008
Data wprowadzenia: kwiecień 1972
Ilość tranzystorów: 3 500
Technologia: 10 μm, PMOS
Wielkość płytki krzemu: 19 mm²
Szybkość pracy Taktowanie rdzenia proc.: 200 kHz (0.06 MIPS), magistrali sys.: 200 kHz
Szerokość magistrali danych (wewn./zewn.): 8 bitów
Szerokość magistrali adresowej: 14 bitów



Źródło: Wikipedia, Intel, <http://www.pdpos.pl/bogus/hardware/procesory/intel/i4004/i4004.htm>

Trochę historii

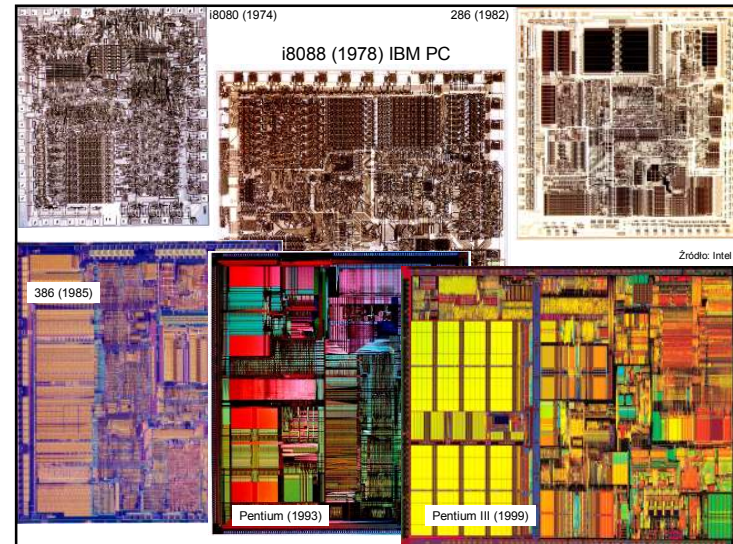


1975 Altair (i jego klony)
procesor Intel 8080
Bill Gates i Paul Allen piszą wersję BASICa na Altair

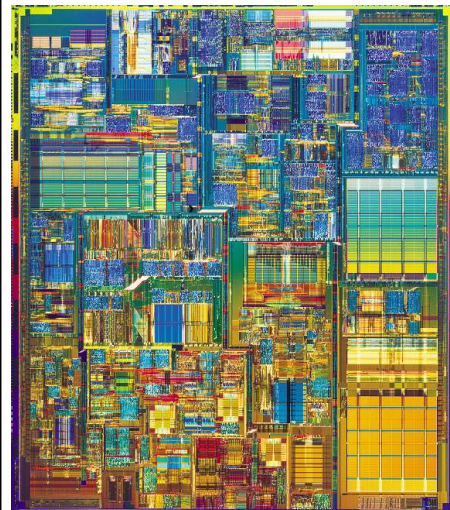
A gdzie jest ekran i klawiatura?

Źródło: <http://www.pldos.pl/bogus/spis.htm>

Apple I (1976)

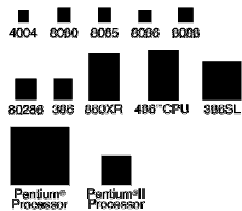


Źródło: Intel



Pentium 4 (2000)
42 000 000 tranzystorów
technologia 0.18 mikrona.
Zegar 1.5 GHz
6 warstw

Rozmiar procesorów Intel (w skali)



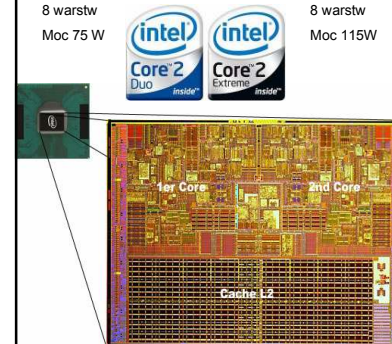
Źródło: Intel, http://www.facsnet.org/tools/sci_tech/fundaments/mooreslaw.php3

Nanotechnologia

Core Duo Extreme X6800 (2006)
291 000 000 tranzystorów
technologia 65 nm
Zegar 2.93 GHz
8 warstw
Moc 75 W

Pentium D 900 (2006)
376 000 000 tranzystorów
technologia 65 nm
Zegar 3.2 GHz
8 warstw
Moc 115W

AMD Athlon 64 FX-62 (2006)
227 400 000 tranzystorów
technologia 90 nm.
Zegar 2.8 GHz
9 warstw
Moc 125W



0.09 μm = 90 nm

Na czubku ludzkiego włosa zmieściłoby się obecnie ok. 1.5 układu Intel 4004

TRENDY: Pierwsze Prawo Moore'a

Intel - granica 1 mld tranzystorów przekroczona

Wtorek, 10 października 2005

Intel zaczął dostarczać wybranym klientom pierwsze dwurdzeniowe układy Itanium 2 noszące nazwę kodową Montecito, które zawierają ponad miliard tranzystorów. Oznacza to, że jesteśmy świadkami przekroczenia kolejnego progu w dziedzinie technologii produkcji układów scalonych.

Intel zapowiadał już w 2002 roku, że pracuje nad układem CPU zawierającym ponad miliard tranzystorów. Warto przypomnieć, że układ Itanium 2 noszący nazwę kodową Madison zawiera 500 mln tranzystorów.

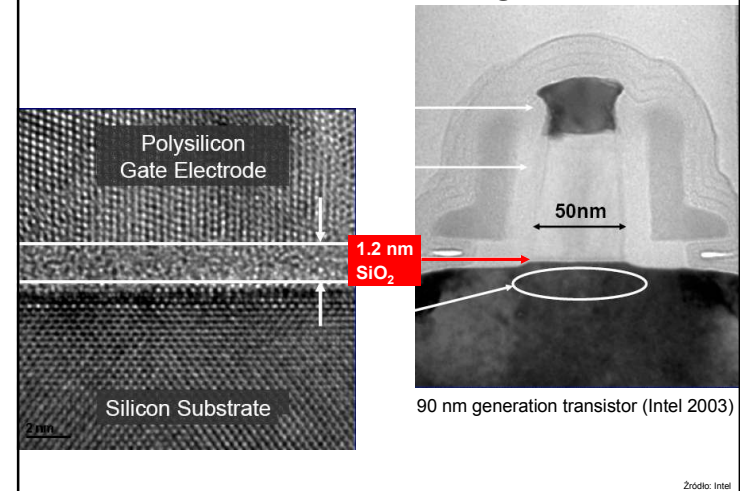
Kolejną ważną cechą układu Montecito jest to, że każdy rdzeń dysponuje swoim własnym buforem na dane. Dlatego układ ma duże rozmiary (ok. 580 milimetrów kwadratowych). Układy Itanium drugiej generacji, produkowane w 2002 roku, miały powierzchnię 400 do 450 milimetrów kwadratowych.

Intel zwiększał przez ostatnie 20 lat sukcesywnie liczbę tranzystorów zgnieżdżanych na układach scalonych. Układ 386, którego produkcję uruchomiono w 1985 roku, miał 275 tys. Tranzystorów. Liczba jednego miliona tranzystorów została przekroczona w 1989 roku, z chwilą podjęcia produkcji układu 486.

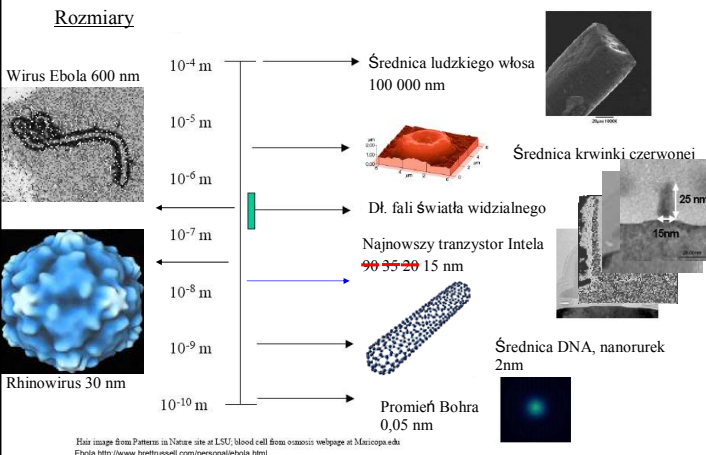
Kolejne rekordy padły w 1993 roku (układ Pentium, trzy mln tranzystorów) i następnie w 2002 roku (Pentium 4, 4,2 mln tranzystorów). Pierwszy układ Itanium 2 (2002 rok) zawierał 220 mln tranzystorów.

Janusz Chrostki

Nanotechnologia



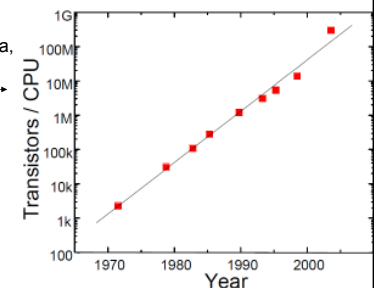
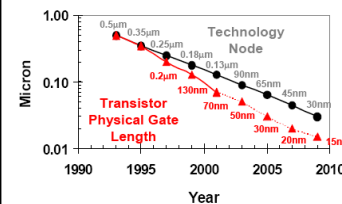
Nanotechnologia



TRENDY: Pierwsze Prawo Moore'a

Ilość komponentów (tranzystory, połączenia, izolacje itd.) w IC podwaja się co około 18 miesięcy.

Rozmiar liniowy komponentów również zmniejsza się wykładniczo w czasie.

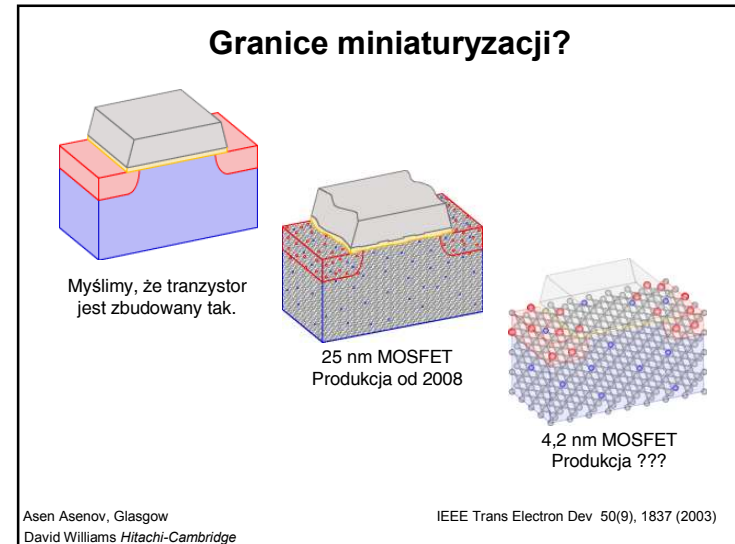
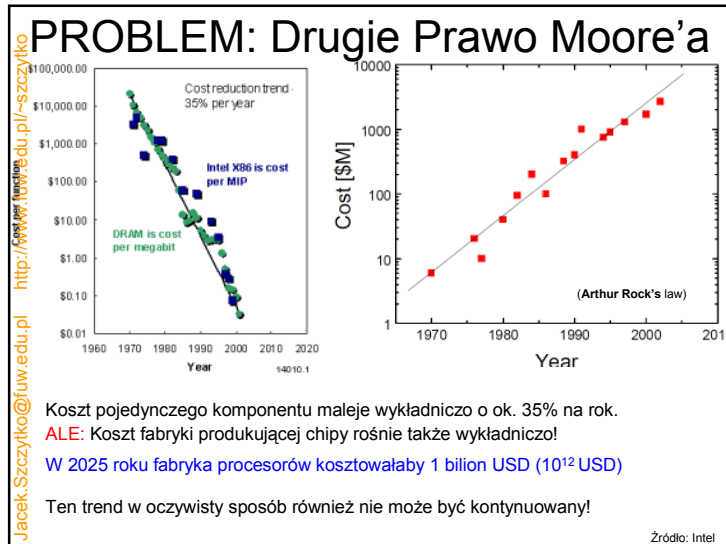


Te trendy nie mogą być kontynuowane w nieskończoność.

- Co zastąpi technologię Si?
- Z czego będzie wynikała ta zmiana technologii?

EKONOMIA

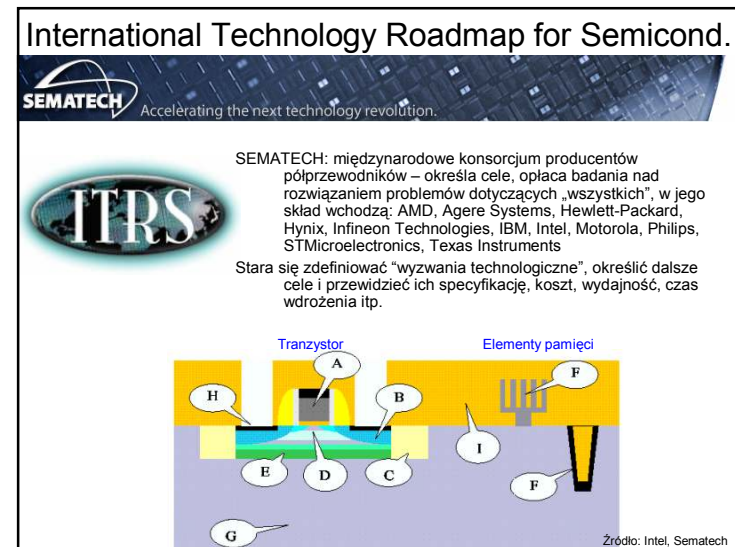
Źródło: Intel



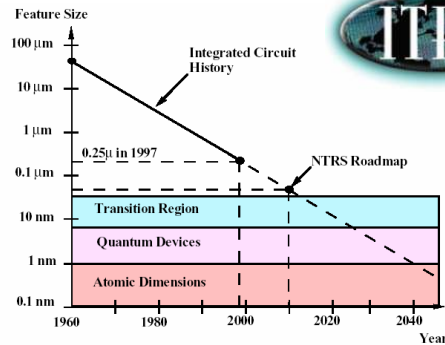
NO EXPONENTIAL IS
FOREVER...

BUT WE CAN DELAY
„FOREVER”

Gordon Moore, 2003



PROBLEM (?): Zjawiska kwantowe

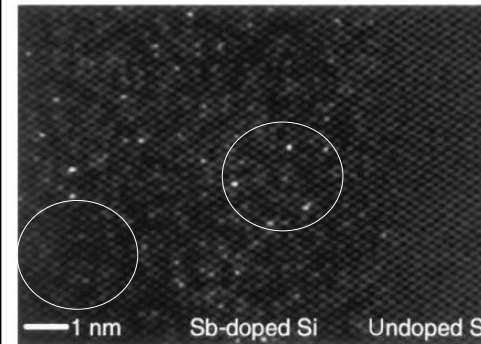


- History and future projections for minimum feature size in silicon chips.
- Device limits appear today to be ≈ 25 nm (250 Å) channel lengths in MOS transistors.

Źródło: Intel, Sematech

PROBLEM: Statystyka domieszek

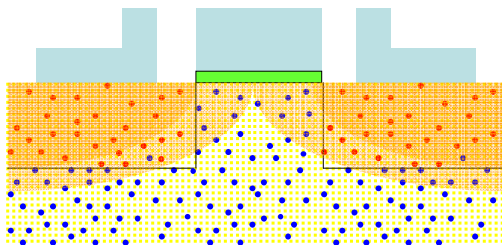
Voyles, P. M. et al. *Nature* **416**, 826-829 (2002)



10^{22} atomów Si
 10^{17} domieszek
 Rozmiar tranzystora 50 nm
 Średnia ilość domieszek 12.5

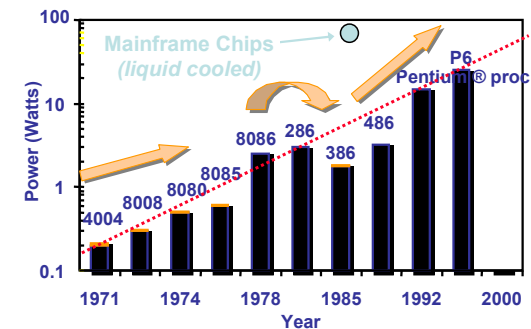
State-of-the-art TEM image of ultrathinned (5 nm) sample.

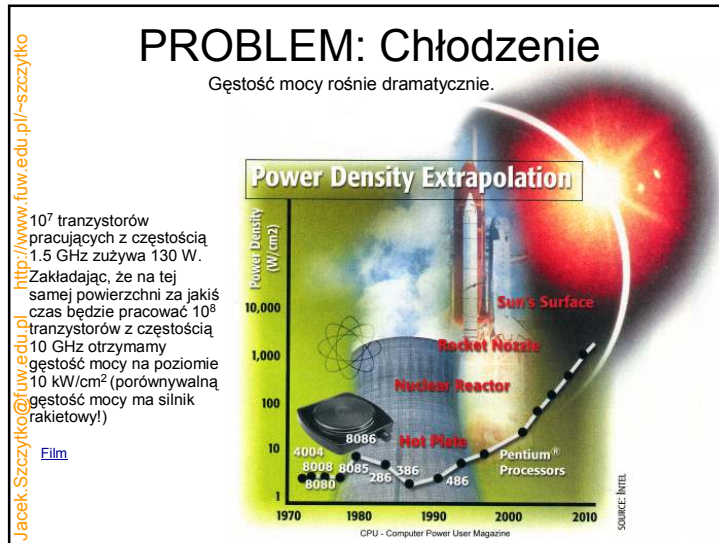
PROBLEM: Tunelowanie



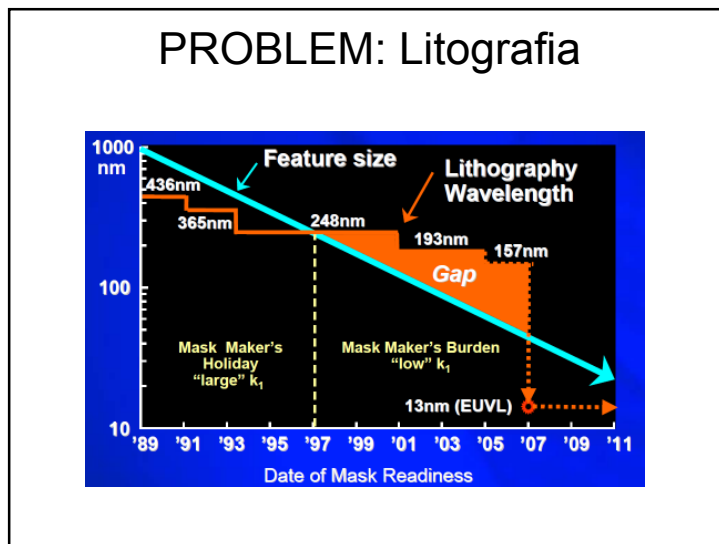
PROBLEM: Chłodzenie

Z roku na rok układy wymagają większej mocy do wykonywania operacji logicznych.





- PROBLEM: Podłoża**
- Krzem 2003,
- wafer 30 mm:
 - Wymagane jest nie więcej niż 120 cząstek <100 nm na wafer
 - Dokładność polerowania 130 nm
- Krzem 2007,
- wafer 30 mm:
 - Wymagane jest nie więcej niż 77 cząstek <100 nm na wafer (jak to zmierzyć?)
 - Dokładność polerowania 65 nm
- Krzem 2016,
- wafer 450 mm:
 - Wymagane jest nie więcej niż 77 cząstek <100 nm na wafer (jak to zmierzyć?)
 - Dokładność polerowania 22 nm (jak to zmierzyć?)



- PROBLEM: Litografia**
- Litografia 2003,
- Długość fali światła 248 nm
 - Kanał FET 90 nm:
 - Wymagane jest nie więcej niż 2000/m² <100 nm
 - Fluktuacje granic rezystu 7 nm
- Litografia 2007,
- Długość fali światła 193 nm (?) 153 nm (?) X-ray (?)
 - Kanał FET 35 nm:
 - Wymagane jest nie więcej niż 1500/m² <100 nm
 - Fluktuacje granic rezystu 3 nm
- Litografia 2016,
- Długość fali światła X-ray (?)
 - Kanał FET 9 nm:
 - Wymagane jest nie więcej niż 500/m² <100 nm
 - Fluktuacje granic rezystu 1 nm
- Prawdopodobnie koniec epoki polimerowych rezystów (cząstki polimerów są zbyt duże!)
- week09

PROBLEM: itd...

itd...

itd...

itd...

NOWE TECHNOLOGIE

- Przeprojektowanie CMOS (np. wertykalne, FIN, MOSFET z podwójną bramką)
- Urządzenia alternatywne (np. na pojedynczych elektronach)
- Urządzenia hybrydowe (np. FET z nanorurek)
- Nowe architektury (np. samonaprawiające się, defect-tolerance, automaty komórkowe)
- Zupełnie nowe architektury (np. komputery molekularne, komputery kwantowe)

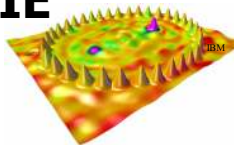


NOWE TECHNOLOGIE

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

Dialog z przyrodą musi być prowadzony w języku matematyki, w przeciwnym razie przyroda nie odpowiada na nasze pytania.

Michał Heller



Koniec technologii krzemowej? Prawo Moora i jego konsekwencje (czyli o postępie technologicznym);

Nanotechnologia I (czyli nano jest trendy)

Kwanty, stany, pasma (czyli mechanika kwantowa dla początkujących);

Nanotechnologia II, III, IV (studnie, druty, kropki; nanorurki i nanomaszyny);

Spintronika stosowana; Dlaczego elektrony kręczą? (czyli o spinie);

Kwantowa kryptografia i teleportacja I i II (czyli o splątaniu kwantowym oraz kodach i kluczach);

Komputery kwantowe I i II (czyli o przyszłych informatykach oraz o przyszłych komputerach)

Badania i postęp (czyli o finansowaniu badań);

W smutnym kolorze blue (czyli o niebieskim laserze i białych diodach);

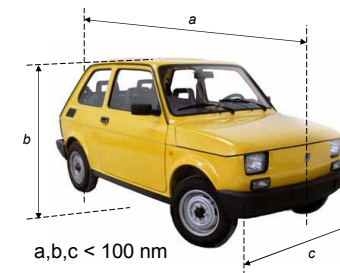
Optoelektronika (czyli o manipulowaniu światłem);

Nieliniowo, adaptacyjnie i femtosekundowo, czyli ekstremalnie w optyce;

Czy komputer może myśleć? Prezentacja prac studentów

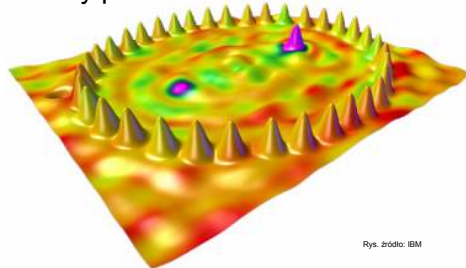
Uwaga: Wykład może być zaliczony do godzin pozakierunkowych: przedmioty ogólnouniwersyteckie Wydziału Fizyki kod: **1100-NT-OG**

Nanotechnologia (I)



Kwanty, stany, pasma mechanika kwantowa dla początkujących

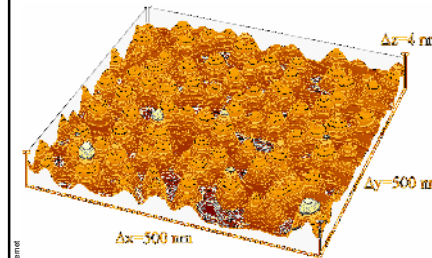
1. Trochę historii
2. Świat klasyczny i kwantowy
3. Czy dwa półprzewodniki dają
cały przewodnik?



Nanotechnologia (II)

Półprzewodniki

- a. Studnie
 - i. Studnie i ekscytyny
 - ii. Lasery
 - iii. Dwuwymiarowe gazy
- b. Druty
 - i. Półprzewodniki
 - ii. Organika
 - iii. Laser z drutów
- c. Kropki
 - i. Kropki planowane i nie
 - ii. Transystor na pojedynczym elektronie



Nanotechnologia (III)



1. Miniaturyzujemy III i IV.
 - a. Nanorurki
 - i. Węgiel i nie tylko
 - ii. Pokręcone zasady
 - b. Nanomaszyny
 - c. nano+bio
 - d. molekuly

Spintronika



Kwantowa kryptografia i teleportacja. Splątanie kwantowe

- a. Poplątane stany.
 - i. Eksperyment EPR.
 - ii. Eksperyment Bella
- b. Star-Trec, czyli teleportujcie mnie!
 - i. Co właściwie teleportujemy
 - ii. Ile kosztuje ubezpieczenie
- c. Kryptografia kwantowa
 - i. Czy są szyfry nie do złamania
 - ii. Klucze duże i małe
 - iii. Alice i Bob w świecie kwantów
 - iv. Ewa chce posłuchać



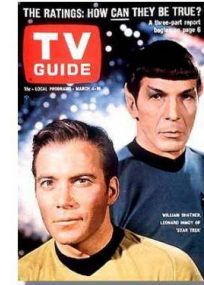
*Dialog z przyrodą musi być prowadzony
w języku matematyki, w przeciwnym
razie przyroda nie odpowiada na nasze
pytania.*

Michał Heller

Kwantowa kryptografia i teleportacja. Splątanie kwantowe

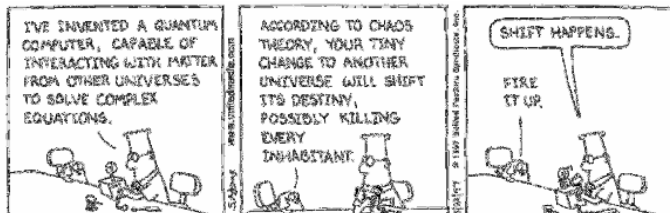
Jacek Szcztyko, Wydział Fizyki UW

- a. Poplątane stany.
 - i. Eksperyment EPR.
 - ii. Eksperyment Bella
- b. Star-Trec, czyli teleportujcie mnie!
 - i. Co właściwie teleportujemy
 - ii. Ile kosztuje ubezpieczenie
- c. Kryptografia kwantowa
 - i. Czy są szyfry nie do złamania
 - ii. Klucze duże i małe
 - iii. Alice i Bob w świecie kwantów
 - iv. Ewa chce posłuchać



Quantum Computer I (QC)

1. Komputery kwantowe
 - a. Logika bramek
 - b. Kwantowe algorytmy
 - c. Jak zbudować taki komputer?



Copyright © 1997 United Feature Syndicate, Inc.
Redistribution in whole or in part prohibited

Quantum Computer II (QC)

1. Komputery kwantowe
 - a. Logika bramek
 - b. Kwantowe algorytmy
 - c. Jak zbudować taki komputer?

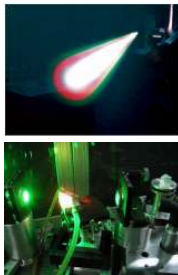
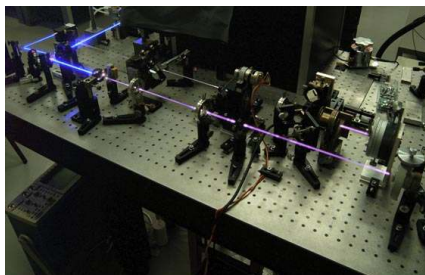
HARDWARE



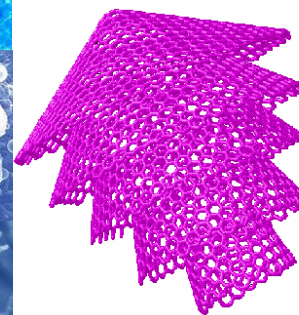
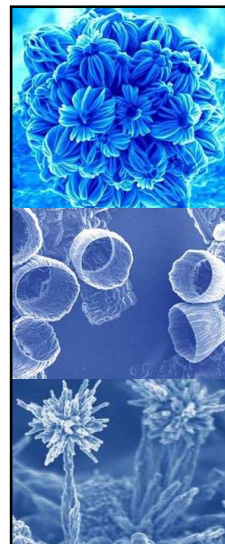
Świat Nauki 08.1998



Dr Piotr Wasylczyk
Nieliniowo, adaptacyjnie
i femtosekundowo,
czyli ekstremalnie w optyce.



Wesołych Świąt
Bożego Narodzenia!



<http://www.nanopictoftheday.org/2003PicNanoXmasTree.htm>
http://www.nanotech-now.com/Art_Gallery/ghim-se-ho.htm

W smutnym kolorze blue



Juliette Binoche

Optoelektronika

Kryształy fotoniczne

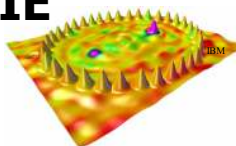


Źródło: www.gazeta.pl 17-11-2005

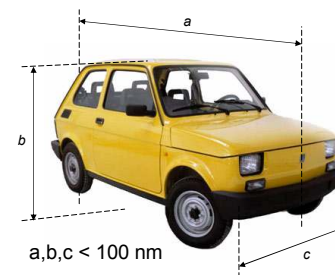
NOWE TECHNOLOGIE

Środy 17:15-19:00

Sala Duża Doświadczalna



W następnym tygodniu:
Nanotechnologia (I)



Nanotechnologie

JAK?

- Top-down, czyli (nano)technologia
- Bottom-up, czyli samoorganizacja

CO?

- Studnie, druty, kropki
- Nanorurki i nanomaszyny

↓ Top-down



Vincent Laforet/The New York Times

How do we make information processing circuits now?

1. Silicon technology predominates
2. Current circuits $\sim 10^9 - 10^{10}$ transistors
3. Wafers - 300mm, $\sim 10^3$ chips
4. Photolithography, deposition, etching etc
5. Typically ~ 20 mask steps, 150 - 200 process steps

Resist
Conducting layer
Insulating layers

a)

Exposure to e-beam and development

b)

Evaporation of 30nm of Al
Al metal acting as etch mask

c)

Removal of excess metal with lift off

d)

RIE etch

e)

f)

Al metal removal

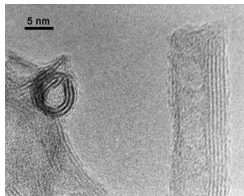
Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl http://www.fuw.edu.pl/~szczytko

↑ Bottom-up

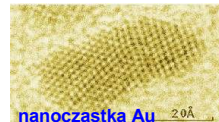
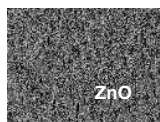
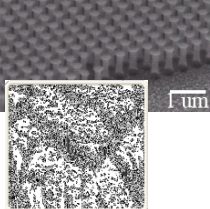


Nanorurki, nanowąsy i kropki

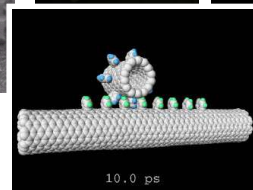
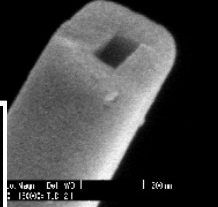
TiO₂ nanotube materials



Wysokość włókien 2 mm, średnica 200 nm
1 cm² = 10⁹ włókien może utrzymać ciężar 1 kg



Nanorurka Si



www.ee.leeds.ac.uk/nanomsc/modules1.php

W następnym tygodniu:
Nanotechnologia (I)

