

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



Nowe technologie

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

1. Koniec technologii krzemowej? Prawo Moora i jego konsekwencje (czyli o postępie technologicznym)
2. Kwanty, stany, pasma (czyli mechanika kwantowa dla początkujących).
3. Miniaturyzujemy I (czyli nano jest trendy)
4. Miniaturyzujemy II (czyli studnie, druty, kropki).
5. Miniaturyzujemy III (o nanorurkach).
6. Miniaturyzujemy IV (o nanomaszynach).
7. Komputery kwantowe I (czyli o przyszłych informatykach)
8. Komputery kwantowe II (czyli o przyszłych komputerach)
9. Kwantowa kryptografia i teleportacja I (czyli o splątaniu kwantowym).
10. Kwantowa kryptografia i teleportacja II (czyli o kodach i kluczach).
11. Optoelektronika (czyli o manipulowaniu światłem).
12. W smutnym kolorze blue (czyli o niebieskim laserze i białych diodach).
13. Spintronika stosowana. Dlaczego elektrony kręcą? (czyli o spinie)
14. Kolorowe obrazy (czyli o wyświetlaczach).
15. Kondensaty (czyli o atomach w pułapce)
16. Czy komputer może myśleć?
17. Prezentacja prac studentów

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

Michał Heller

Nowe technologie

<http://www.fuw.edu.pl/~szczytko/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 studentów będą mogli zaprezentować na ostatnim wykładzie!

Wykłady FUW

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

- | | |
|------------------------|--|
| M. Grynberg | Eksperyment fizyczny w warunkach ekstremalnych (Czw. 10.00-12.00)
Seminarium fizyki ciała stałego (Pt. 10.00-12.00) |
| R. Stępniewski | Fizyka ciała stałego (Pon. 10.00-12.00) |
| T. Dietl, J. Majewski | Physical foundation of nanotechnology (Śr. 10.00-12.00) |
| D. Wasik, T. Stacewicz | Wstęp do optyki i fizyki ciała stałego (Śr. 10.00-13.00) |
| Cz. Radzewicz | Wybrane zagadnienia optyki (Pt. 8.00-10.00),
Fizyka laserów (Pon. 9.00-11.00) |
| K. Wódkiewicz | Mechanika kwantowa I |
| J. Baranowski | Fizyka materiałów
Structural and electronic properties of solids (ang.) (Śr. 12.00-14.00) |
| J. Tworzydło | Wstęp do kwantowej teorii układu wielu cząstek |

Koniec technologii krzemowej? Prawo Moora i jego konsekwencje.

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

- a. Trochę historii
- b. Jak to działa
 - i. Trochę logiki
 - ii. Od bramki do bramki
 - iii. Jak działa tranzystor
- c. Prawo Moora i inne ekstrapolacje
 - i. Nanotechnologia
 - ii. Domieszki – koncentracja i statystyka
 - iii. Tunelowanie
 - iv. Chłodzenie
- d. Emerging technologies, disruptive technologies
- e. Fizyka start-up'ów



Trochę historii

1. Początek XIX w. ok.. 1800 Francuz Joseph Jacquard i jego krosna (sprzeciwi w Lyonie)

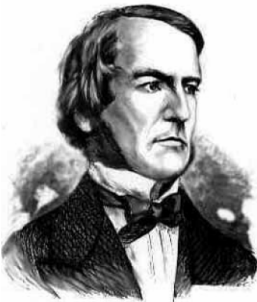


Źródło: http://en.wikipedia.org/wiki/Jacquard_loom

Trochę historii

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

1. George Boole (1815-1865)



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

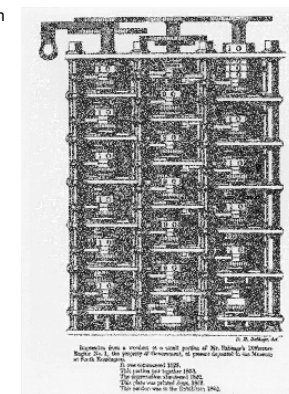
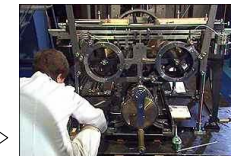
Trochę historii

2. 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.



drukarka



Źródło: <http://www.cbl.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.

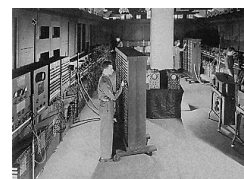


W 1911 r. Hollerith's Tabulating Machine Company łączy się z dwoma innymi Computing Scale Company of America oraz International Time Recording Company. Powstaje Computing-Tabulating-Recording Company (C-T-R). W 1924 r. zmienia nazwę na **International Business Machines Corporation** – IBM.

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

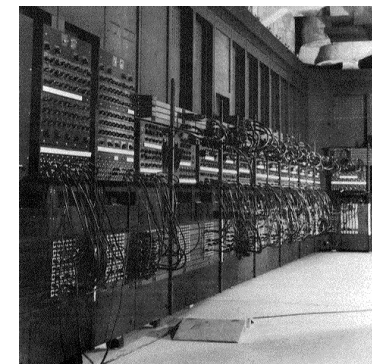
Trochę historii

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). Wazyła 27 ton, zajmowała 460 m³, i mogła dodać 5,000 numerów/s.



Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

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 Williama 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

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

Jak to działa? Trochę logiki

NOT	
0	1
1	0

OR	
0	1
0	0
1	1

AND	
0	1
0	0
1	0

WEJŚCIE

1
+

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

WYJŚCIE

2 1
1 0

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

Jacek.Szcztyko@fuw.edu.pl

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 = 0

Jacek.Szcztyko@fuw.edu.pl

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	1
0	0	1
1	1	0

NOR	0	1
0	1	0
1	0	0

NAND	0	1
0	1	1
1	1	0

XNOR	0	1
0	1	0
1	0	1

Jacek.Szcztyko@fuw.edu.pl

Jak to działa? Trochę logiki

NAND	0	1
0	1	1
1	1	0

Gate	Equivalent in NAND gates
NOT	
AND	
OR	
NOR	

Jacek.Szcztyko@fuw.edu.pl

Od bramki do bramki.

AND

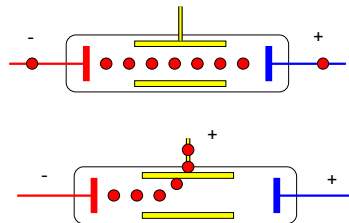
AND	0	1
0	0	0
1	0	1

OR

OR	0	1
0	0	1
1	1	1

Od bramki do bramki.

Lampa próżniowa jako przełącznik



Potrzeba było przełączników: **szybkich i niezawodnych**.

Na początku (r)ewolucji koszty, rozmiar, pobór mocy, łatwość obsługi, uniwersalność, skalowalność, kompatybilność nie miały dużego znaczenia...

Eniac - max. 116h

Trochę historii

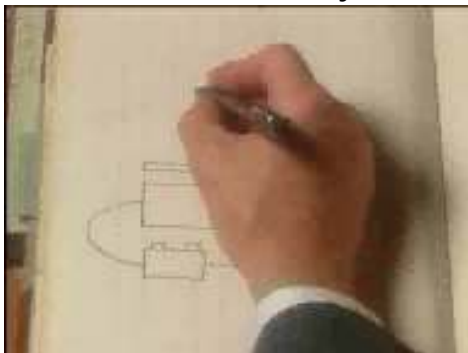


1948 – William Shockley, John Bardeen oraz Walter Brattain z Bell Labs wymyślają tranzystor (Nobel 1956)



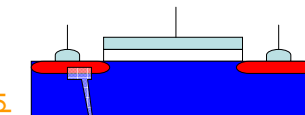
Źródła: http://www.facsnet.org/tools/sci_tech/applications/chipsys.php3 <http://www.lucent.com/minds/transistor/history.html> <http://www.pbs.org/transistor/science/events/pointctrans.html>

Jak działa tranzystor?



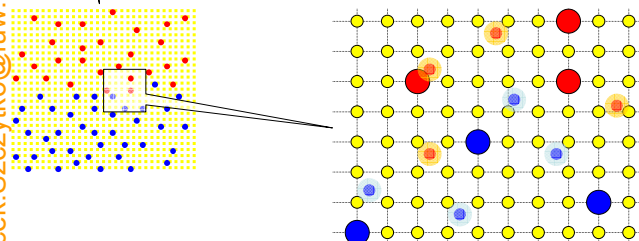
<http://www.pbs.org/transistor/science/events/pointctrans.html>

Półprzewodniki



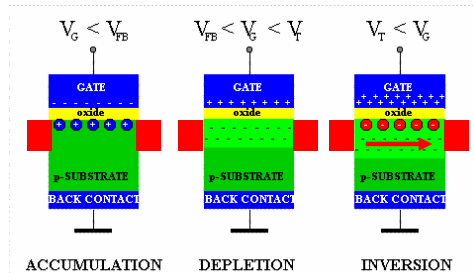
Nośniki:
dziury +
elektrony -

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>

Półprzewodniki



flatband voltage, V_{FB} ,
threshold voltage, V_T ,

Źródło: http://ece-www.colorado.edu/~bart/book/book/chapter6/ch6_2.htm

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.

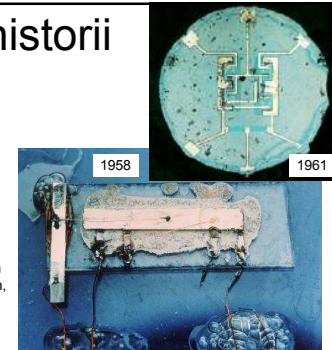
A. Newell, D. Shaw i F. Simon wynajdują IPL (Information Processing Language - język przetwarzania informacji).

1957 Fairchild Semiconductor – na skutek nieporozumień Shockleyem 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 inżynierów.

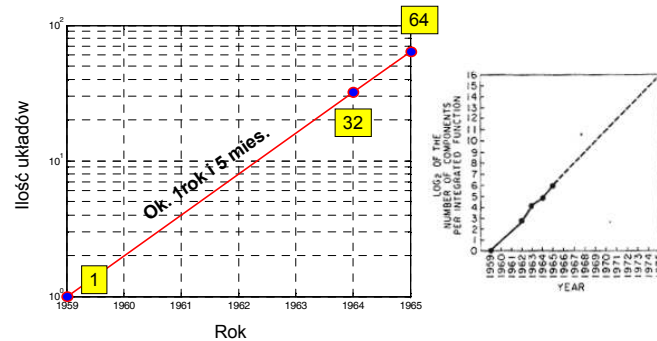
1958 Pierwszy układ scalony (IC – Integrated Circuit) wykonany przez Jacka Kilby na germanie w **Texas Instruments** (2000 Nagroda Nobla z fizyki). Niezależnie Robert Noyce (**Fairchild**) zbudował IC na krzemie.



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

Prawo Moore'a

"The complexity for minimum component costs has increased at a rate of roughly a factor of two per year. Certainly over the short term this rate can be expected to continue, if not to increase. Over the longer term, the rate of increase is a bit more uncertain, although there is no reason to believe it will remain nearly constant for at least 10 years." (Moore, *Electronics* 1965)



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

4004
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)

8008
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

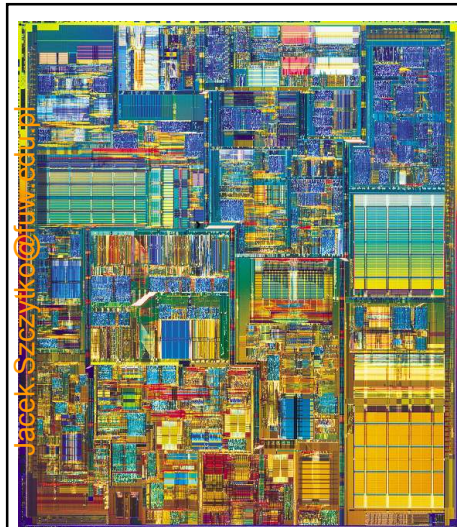
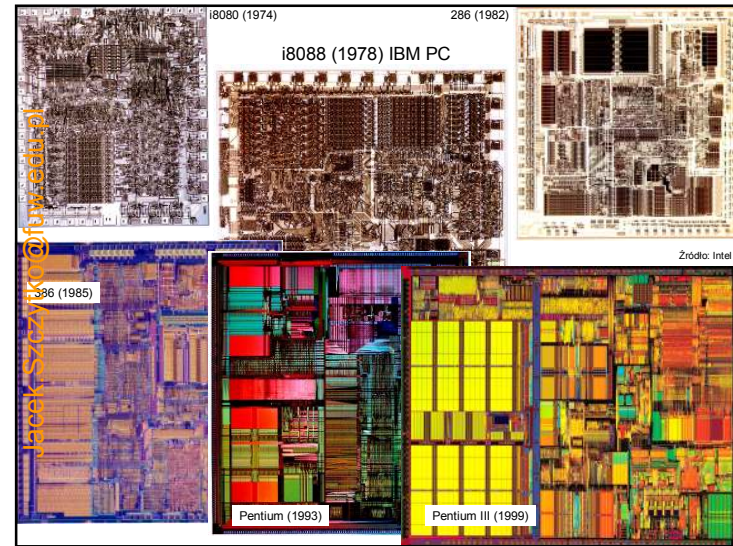


1975 Altair (i jego klony)
procesor Intel 8080
Bill Gates i Paul Allen piszą wersję BASICa na Altair

A gdzie jest ekran i klawiatura?

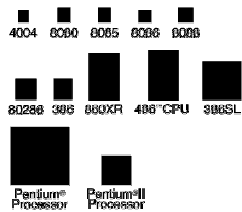
Źródło: <http://www.pdos.pl/boqus/spis.htm>

Apple I (1976)



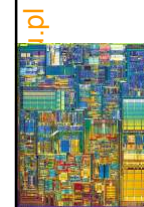
Pentium 4 (2000)
42 000 000 tranzystorów
technologia 0.18 mikrona.
Zegar 1.5 GHz
6 warstw

Rozmiar procesorów Intel (w skali)



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

Nanotechnologia



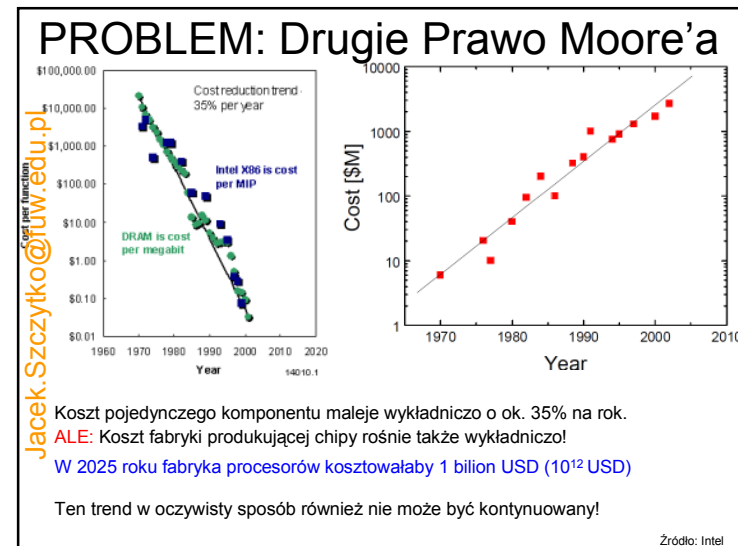
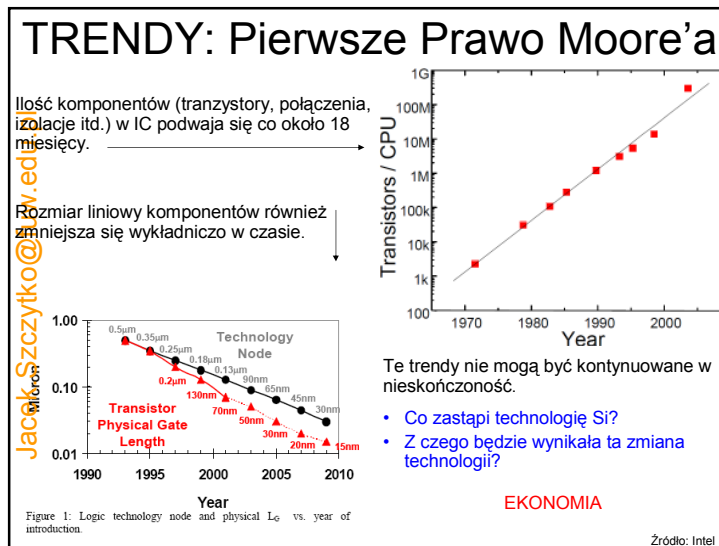
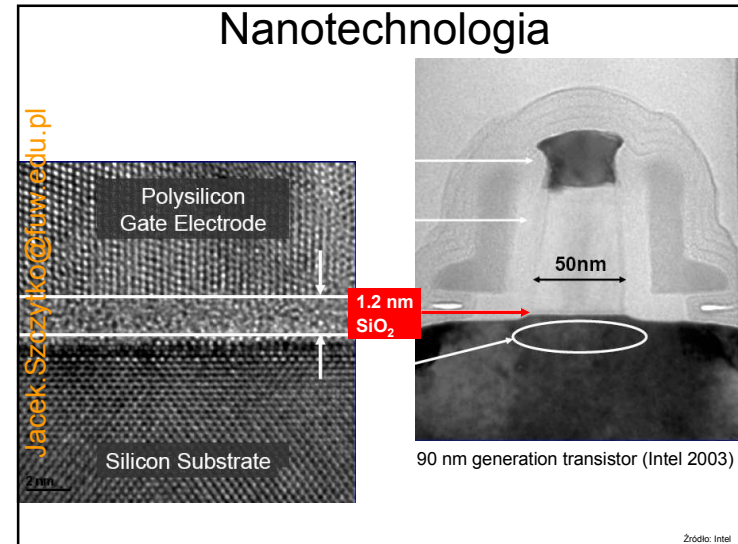
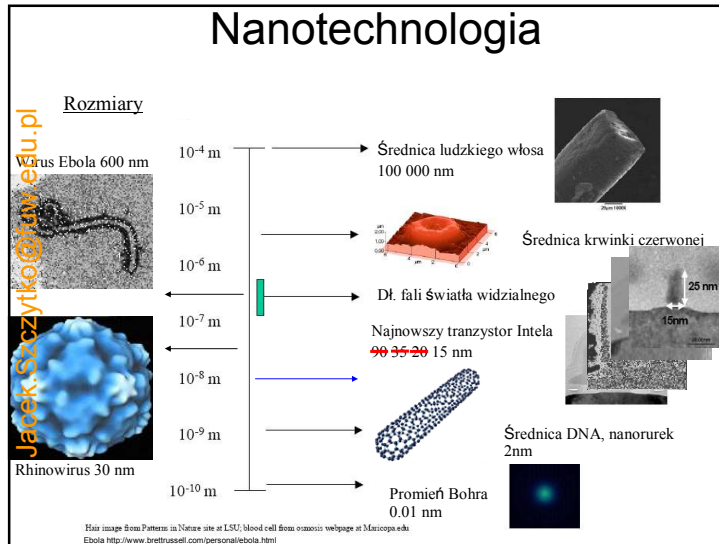
Pentium 4 (2000)
42 000 000 tranzystorów
technologia 0.18 mikrona.
Zegar 1.5 GHz
6 warstw
Moc 75 W

Pentium 4 Prescott (2004)
125 000 000 tranzystorów
technologia 0.09 mikrona.
Zegar 3.4 GHz
7 warstw
Moc 100W

AMD Athlon 64 (2003)
106 000 000 tranzystorów
technologia 0.13 mikrona.
Zegar 2.2 GHz
9 warstw
Moc 63W

0.09 μm = 90 nm

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



NO EXPONENTIAL IS FOREVER...

BUT WE CAN DELAY „FOREVER”

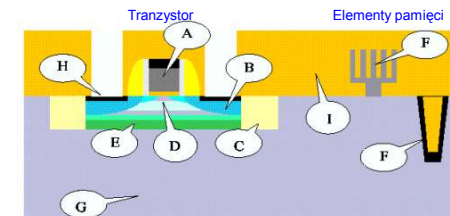
Gordon Moore, 2003

International Technology Roadmap for Semicond.



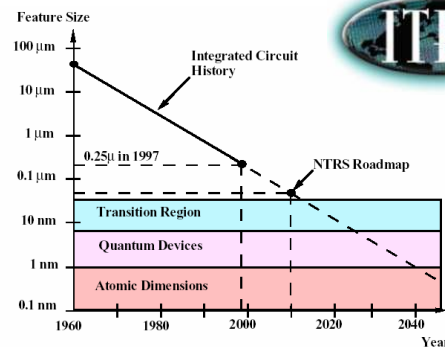
SEMATECH: międzynarodowe konsorcjum producentów półprzewodników – określa cele, opłaca badania nad rozwiązaniem problemów dotyczących „wszystkich”, w jego skład wchodzi: AMD, Agere Systems, Hewlett-Packard, Hynix, Infineon Technologies, IBM, Intel, Motorola, Philips, STMicroelectronics, Texas Instruments

Stara się zdefiniować „wyzwania technologiczne”, określić dalsze cele i przewidzieć ich specyfikację, koszt, wydajność, czas wdrożenia itp.



Źródło: Intel, Sematech

PROBLEM (?): Zjawiska kwantowe

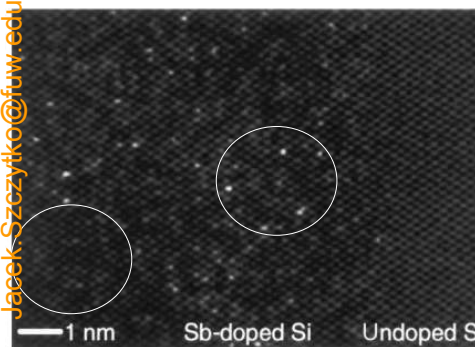


- History and future projections for minimum feature size in silicon chips.
- Device limits appear today to be ≈ 25 nm (250 Å) channel lengths in MOS transistors.

Źródło: Intel, Sematech

PROBLEM: Statystyka domieszek

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

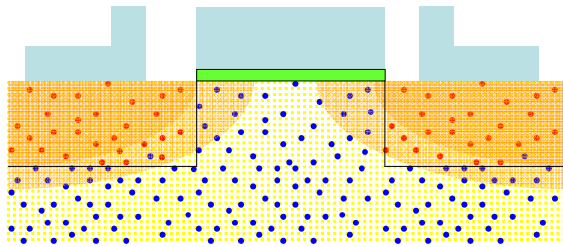


10^{22} atomów Si
 10^{17} domieszek
 Rozmiar tranzystora 50 nm
 Średnia ilość domieszek 12.5

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

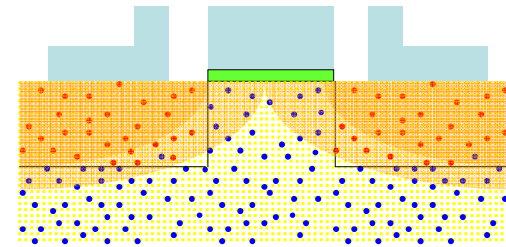
PROBLEM: Tunelowanie

Jacek.Szcztyko@fuw.edu.pl



PROBLEM: Tunelowanie

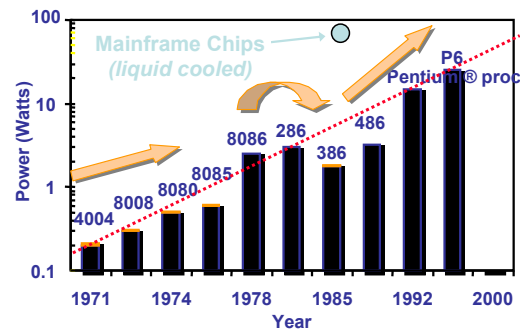
Jacek.Szcztyko@fuw.edu.pl



PROBLEM: Chłodzenie

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

Jacek.Szcztyko@fuw.edu.pl

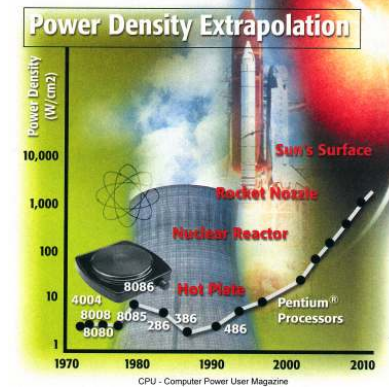


PROBLEM: Chłodzenie

Gęstość mocy rośnie dramatycznie.

Jacek.Szcztyko@fuw.edu.pl

10⁷ tranzystorów pracujących z częstotliwością 1.5 GHz zużywa 130 W. Zakładając, że na tej samej powierzchni za jakiś czas będzie pracować 10⁸ tranzystorów z częstotliwością 10 GHz otrzymamy gęstość mocy na poziomie 10 kW/cm² (porównywalną gęstość mocy ma silnik rakietowy!)



PROBLEM: Podłoża

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

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

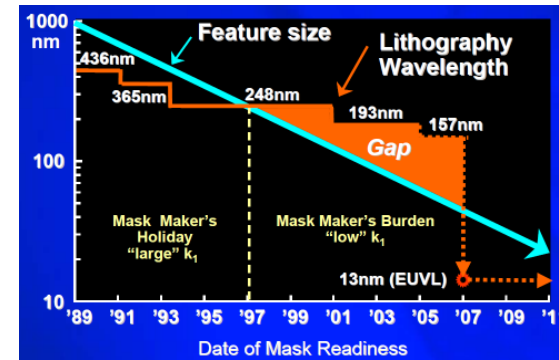
Krzem 2016,

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

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl



PROBLEM: Litografia

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

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

Prawdopodobnie koniec epoki polimerowych rezystów (cząstki polimerów są zbyt duże!)

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

week09

PROBLEM: itd...

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

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)



Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

Nowe technologie

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

1. Koniec technologii krzemowej? Prawo Moora i jego konsekwencje (czyli o postępie technologicznym)
2. Kwanty, stany, pasma (czyli mechanika kwantowa dla początkujących).
3. Miniaturyzujemy I (czyli nano jest trendy)
4. Miniaturyzujemy II (czyli studnie, druty, kropki).
5. Miniaturyzujemy III (o nanorurkach).
6. Miniaturyzujemy IV (o nanomaszynach).
7. Komputery kwantowe I (czyli o przyszłych informatykach)
8. Komputery kwantowe II (czyli o przyszłych komputerach)
9. Kwantowa kryptografia i teleportacja I (czyli o splątaniu kwantowym).
10. Kwantowa kryptografia i teleportacja II (czyli o kodach i kluczach).
11. Optoelektronika (czyli o manipulowaniu światłem).
12. W smutnym kolorze blue (czyli o niebieskim laserze i białych diodach).
13. Spintronika stosowana. Dlaczego elektrony kręcą? (czyli o spinie)
14. Kolorowe obrazy (czyli o wyświetlaczach).
15. Kondensaty (czyli o atomach w pułapce)
16. Czy komputer może myśleć?
17. Prezentacja prac studentów

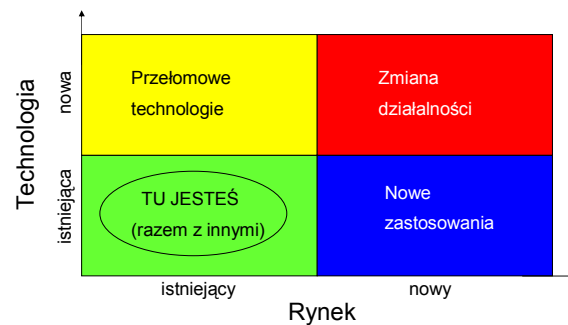
Dialog z przyrodą musi być prowadzony w języku matematyki, w przeciwnym razie przyroda nie odpowiada na nasze pytania.

Michał Heller

Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

Fizyka start-up'ów

- Emerging technologies & disruptive technologies
- Start-up, spin-off
- Venture capitals, „anioły biznesu”



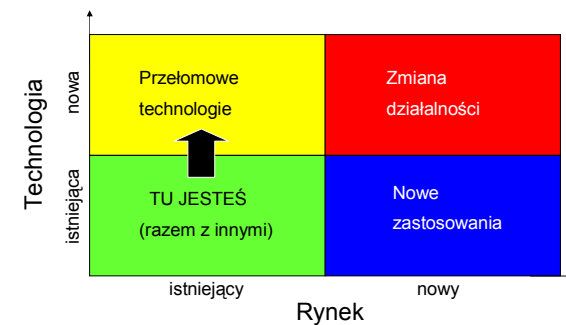
Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

Fizyka start-up'ów

Wynalazki (z historii): elektryczność, kolej żelazna, samochód, telefon, antybiotyki, technologie półprzewodników, Internet

Wynalazki (TERAZ): Nano-tech, bio-tech, badania naukowe podstawowe i stosowane

Intel, Apple, Logitech, Medtronic, Sony (Tsushin Kogyo 1955), Philips, start-up'y (ventures)



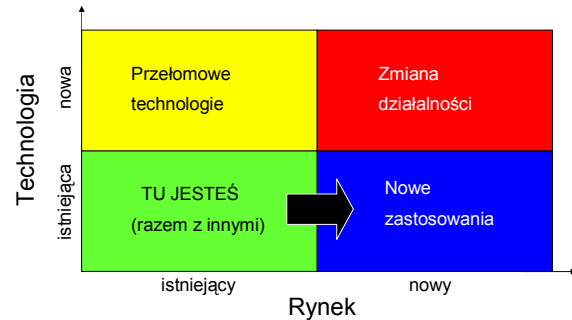
Jacek.Szczytko@fuw.edu.pl

Fizyka start-up'ów

GE: Mamy 80% udział w rynku. W jaki sposób zmniejszyć go poniżej 10%?

Wynalazki, badania stosowane, patenty, firmy konsultingowe (McKinsey, BCG)

WSZYSCY! Koncerny farmaceutyczne (Eli Lilly, Pfizer, Roche), Honeywell (czujniki), Apple (iPod), Kodak, Canon, HP, Medtronic, Microsoft (Xbox)

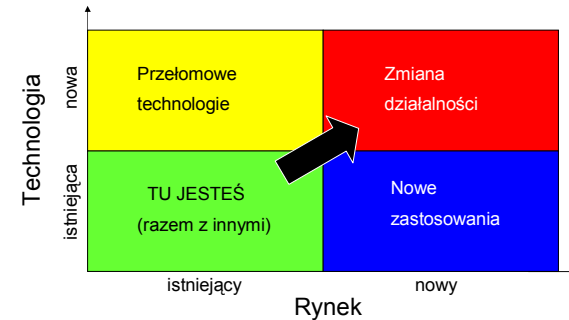


Fizyka start-up'ów

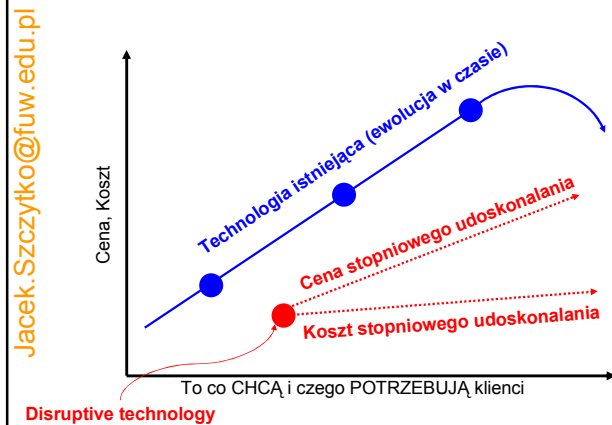
Duże ryzyko

Badania podstawowe i stosowane, start-up'y, ODR (ostatnie deski ratunku)

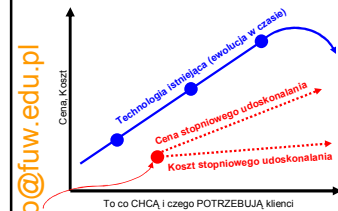
Nokia (1992), ale większość innych przedsiębiorstw upadła, bo zmiana działalności nie była skutkiem planowania, ale błędów w zarządzaniu! (ITT, firmy „wymuszki”)



Disruptive technology



Disruptive technology



IBM, mainframes a klony PC

Digital Equipment i minikomputery, j.w.

General Motors '70 i '80 i samochody japońskie

Xerox '90 i drukarko-kopiarki Canon, Lexmark, HP

Polaroid, Kodak i aparaty cyfrowe

maszyny do pisania, dyski przenośne do komputera, plottery, zegarki mechaniczne, tworzywa naturalne, czekolady, wagi mechaniczne...

To, czy jakaś technologia okazała się „disruptive” („niszcząca”) najczęściej dostrzega się post-factum, niestety...

A w przyszłości (?): żarówki, ekrany CRT (i inne?), video VHS, kasety i CD...

Disruptive technology

„Disruptive technology” wydaje się na początku „trywialna” i nie jest w kręgu zainteresowań doświadczonych użytkowników (minikomputery, aparaty cyfrowe, operacje na otwartym sercu)

Innowacje „disruptive” nie mogą konkurować z funduszami na doświadczone technologie (lampy elektronowe i tranzystory, mainframe)

Obecni klienci i obecne rynki mogą nie być gotowi na innowacje, nowe rynki muszą zostać stworzone (telefony GSM, pampersy, aparaty cyfrowe)

Niektóre organizacje nie chcą akceptować innowacji o niskim marginesie zysków (Xerox, IBM, Intel)

Wynalazcy nie umieją na podstawie dostępnych danych udowodnić, że „Disruptive technologies” będą zyskowne (Jobs, Wozniak i Apple)

Organizacje nie chcą rezygnować z udoskonalania istniejących sprawdzonych technologii na rzecz technologii niesprawdzonych (Xerox, Intel)

Innowacje „disruptive” nie pasują do modelu prowadzenia biznesu (Xerox, IBM)

Jacek.Szcztyko@fuw.edu.pl

Fizyka start-up'ów

• Start-up, spin-off, Venture capitals

Z 10 ventures (2003)

•1 odnosi błyskotliwy sukces

•2-3 odnoszą sukces

•5-6 nie zwracają poniesionych nakładów

TS Venture Partners

Advent International

AB WBK Fund Management

ARGUS Capital International Limited

Ballinger Capital

Baring Communications Equity (Emerging Europe) Capital

Baring Private Equity Partners (Poland)

Temp Polska Sp. z o.o.

CARESAC-Polska

Copernicus Capital Partners

DBG Eastern Europe (Polska)

Dresdner Kleinwort Capital

e-Katalyst

Enterprise Investors

Environmental Investment Partners

Górnolaski Fundusz Restrukturyzacyjny S.A.

HALS Fundusz Kapitałowy Sp. z o.o.

Innova Capital

Intel Capital

Krakowskie Centrum Inwestycyjne S.A.

MCI Management S.A.

PBK Inwestycje S.A.

Raiffeisen Private Equity Management

Regionalne Fundusze Inwestycyjne

Renaissance Partners

Riverside Europe Partners

Royalton Partners

Trinity Management Sp. z o.o.

Jacek.Szcztyko@fuw.edu.pl

Fizyka start-up'ów

• Start-up, spin-off, venture capitals

Top GaN

<http://www.topgan.fr/pl/>

AMMONO

<http://www.ammono.com.pl/>

Jacek.Szcztyko@fuw.edu.pl

Medium-to high power laser diodes and laser modules for your advanced application in blue-violet-UV spectral range.

TopGaN is a new manufacturer of blue/violet/UV laser diodes constructed using unique and proprietary technology developed in Unipress, the Institute of Polish Academy of Sciences. The main current products are: pulse current laser diodes and laser modules for applications in spectroscopy, medicine, underwater communication and many others.

The best price for blue laser diode module on the market!

Additionally, we offer:

- custom made epitaxial wafers of (AlGaIn)N for optoelectronics and electronics
- free standing GaN substrates and seeds
- high-pressure treatment of materials.

New offer of TopGaN:
One inch wafers of high quality, free standing GaN crystals made by HVPE are available now!

Copyright (C) 2003 TopGaN | design by LL

W następnym tygodniu:

Fizyka kwantowa

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

