SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

SEMINAR

Nanoznanost u računarstvu

Kristina Vučenik, Matej Vukosav

Mentor: Lahorija Bistričić

Zagreb, 12. prosinac 2016.

Sadržaj

Uvod 3

1. Inovacije u računarstvu 3

1.1. Mooreov zakon 3

2. Promjena građe komponenti računala 5

2.1. Silikonski čipovi 5

2.2. Nanocjevčice 5

3. Kvantna računala 8

3.1. Kvantni bitovi 8

3.2. Kvantno računanje 9

4. Budućnost nanotehnologije u računarstvu 9

Zaključak 10

Literatura 11

# Uvod

Nanoznanost je znanost koja se bavi istraživanjem nanostruktura, materijala čija je barem jedna dimenzija veličine od 1 do 100 nm. Karakteristika nanotehnologije je da sačinjava interdisciplinaran skup nekoliko područja prirodnih znanosti. Utjecaj nanotehnologije najviše se osjeti u računarstvu i medicini. U računarstvu je to rezultiralo iznimnim smanjivanjem računalnih sklopova, a samim time i računala.

# 1. Inovacije u računarstvu

Primjena nanoznanosti na računarstvo unaprijedila je razne komponente računala. Učinila ih je manjim, po performansama boljim, ali nerijetko i skupljim. Nanotranzistori su brži, snažniji i energetski učinkovitiji. To će uskoro značiti da će se memorija cijelog računala moći spremiti na jedan mali čip.

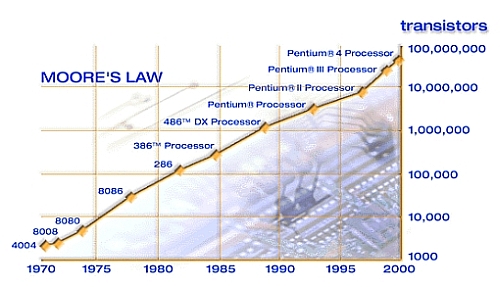
Magnetska memorija s nasumičnim pristupom (MRAM – *magnetis random access memory* ) izrađena je pomoću nano magnetskih tunela koji mogu brzo i efikasno spremati čak i šifrirane podatke tijekom namjernog ili slučajnog gašenja računala.

Ekrani mnogih televizora, laptopa, mobitela, digitalnih kamera i drugih uređaja sadrže folije od polimernih struktura nano veličina poznatih kao organske svjetlosne diode (OLED - *organic light-emitting diodes* ). Takvi ekrani nude svjetlije i jasnije slike iz bilo kojeg kuta gledanja, lakši su, imaju bolju gustoću slike, troše manje energije i dulje traju.

Još neki od primjera su: *flash* memorija čipova za iPod nano, antibakterijske presvlake za miševe i tipkovnice te mobitele, pametne kartice...

## 1.1. Mooreov zakon

Mooreov zakon opisuje povećavanje broja tranzistora na čipu tijekom vremena i glasi: "broj tranzistora koji se po najpovoljnijoj cijeni mogu smjestiti na čip udvostručava otprilike svake dvije godine". Ime je dobio po Gordonu Mooreu, jednom od suosnivača tvrtke Intel koji je tu rečenicu napisao u radu koji je objavio u časopisu Electronics iz 19. travnja 1965. godine. Od početka sedamdesetih godina, kada je započeo intenzivan razvoj mikroprocesora pa do danas, ovaj zakon još uvijek vrijedi. Još jedna formulacija Mooreovog zakona odnosi se na RAM (engl. *random access memory*). Slijedi da se kapacitet radne memorije povećava jednakom brzinom kao i procesorska snaga. Ovaj zakon neće trajati beskonačno dugo jer će tehnologija u jednom momentu dosegnuti granicu koju nameću fizički zakoni.

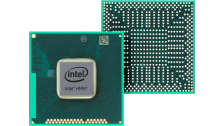


Slika 1: Mooreov zakon

# 2. Promjena građe komponenti računala

## 2.1. Silikonski čipovi

Silikonski čip je gotovo čisti komad silikona, obično manji od jednog centimetra kvadratnog i debljine pola milimetra. Sadrži stotine tisuća vrlo vrlo malih električnih krugova, većinom tranzistora. Ove komponente mogu izvoditi kontrolne, logičke i memorijske funkcije. Razlog korištenja silikona kao gradivnog materijala za čipove je lakša ( a time i jeftinija ) izrada od bilo kojeg drugog materijala. Međutim silikon ima neka određena ograničenja što se tiče mogućnosti izrade vrlo malih čipova i zbog toga je došlo do potrebe za novim materijalom – nanocjevčicama od karbonskih vlakana.



Slika 2: Silikonski čip

## 2.2. Nanocjevčice

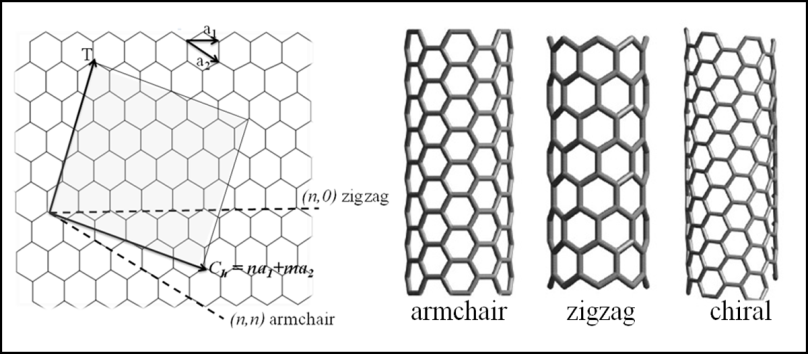
Nanocjevčice su strukture koje se grade od ugljika. Njegovo najvažnije svojstvo za nanotehnološke primjene je kemijska osobina ugljikovog atoma da se veže s drugim ugljikovim atomima na raznolike načine. Ovo omogućuje postojanje stabilnih, strukturalno različitih objekata sačinjenih isključivo od ugljika.

Ugljikova nanocjevčica (engl. *carbon nanotube, buckytube*) jedan je od najzaslužnijih materijala za veliki interes koji vlada za nanotehnologiju. Njihov naziv dolazi od njihove veličine jer je promjer nanocijevi nekoliko nanometara, dok dužina može iznositi i nekoliko centimetara. Ugljikove nanocijevi otkrio je Sumio Iijima 1991. godine. Nanocijevi su izgrađene samo od atoma ugljika koji su raspoređeni u šesterokutnu ravnu mrežu koja u čvorovima ima atome. Mreža je savijena u sićušnu cijev. Cijevi mogu imati jednu ili više stijenki, mogu biti usukane ili ravne, mogu biti odlični vodiči ili poluvodiči.

|  |  |
| --- | --- |
| Svojstvo |  |
| Veličina | promjer 0,6 do 1,8 [nm]  duljina 1 do 10 [μm] |
| Čvrstoća na istezanje | najmanje 10 puta veća od čvrstoće legiranog čelika |
| Čvrstoća na tlak | dva reda veličine veća nego kod dosad najčvršćih vlakana kevlara |
| Tvrdoća | prosječno oko 2000 [GPa], što je dva puta više od dijamanta |
| Elastičnost | mnogo veća nego kod metala ili ugljičnih vlakana |
| Toplinska vodljivost | predviđa se da je veća od 6000 [W/m·K] (dijamant 3320 [W/m·K]) |
| Temperaturna stabilnost | u vakuumu do 2800 [°C], a u zraku do 750 [°C] (metalni vodovi u čipovima tale se između 600 i 1000 [°C]) |

Tablica 1: Svojstva nanocijevčica

Ugljikove nanocjevčice mogu biti jednoslojne i višeslojne. Višeslojne se sastoje od nekoliko koncentričnih jednoslojnih nanocjevčica. Jednoslojne nanocjevčice različitih tipova dobivaju se tako da se jedan sloj grafita savije na različite načine. U grafitu su ugljikovi atomi složeni tako da tvore šesterokutnu rešetku. Ta rešetka se zove grafen. Postoje tri tipa nanocjevčica: fotelje ( engl. *armchair* ), cik-cak ( engl. *zig-zag* ) i kiralne ( engl. *intermediate* ). Dobili su ime prema obliku poprečnog prstena ugljikovih atoma. Razlikuju se prema kutu kiralnosti, za fotelju kut je 30°, cik-cak 0°, a za kiralne između 0° i 30°.



Slika 3: Vrte nanocijevčica

Mikroelektronika je područje elektronike koja proučava i izrađuje elektroničke komponente vrlo malih veličina. Mikroelektroničke komponente (tranzistori, kondenzatori, otpornici, diode) izrađuju se iz poluvodiča procesom litografije. To je jedna od metoda pristupa “odozdo prema gore” ( engl. *bottom-up* ). Sastoji se od sinteze nanostrukturiranog materijala sastavljanjem njegovih prethodno pripremljenih građevnih elemenata. Postoji više načina na koje se litografija može izvoditi na nekoliko načina. Prvi način je litografija umočenog pera ( engl. *dip-pen* ). Vrh mikroskopa atomske sile obloži se tankim filmom, npr. tiolnih molekula. Pri pokretanju vrha, molekule prelaze s vrha prema površini stvarajući nanometarske uzorke na površini. Drugi način se bazira na utiskujućim ( engl. *emboss* ) tehnikama.

Ideja ovih litografija je u stvaranju otiska na površinama koristeći prije pripremljene dijelove nanostrukturiranog materijala (žig) koji se pritisne uz površinu ostavljajući karakteristični uzorak. Ove tehnike koriste se ponekad u kombinaciji s izlaganjem materijala ultra-ljubičastom svjetlu koje stabilizira otisak. U tom slučaju, tanki polimerni film koristi se kao materijal koji se strukturira. Uzorci se mogu iscrtavati i elektronskim ili laserskim snopom.

# 3. Kvantna računala

Zbog njene mogućnosti da promjeni iz temelja mnoge tehnologije, nanotehnologija je označena kao ključna tehnologija koja neće samo poticati tehnološki razvoj u bliskoj budućnosti, nego će imati utjecaj i u ekonomiji te ekologiji. Najvažnije primjene nanoelektronike u području obrađivanja i prenošenja podataka su elektroničke, optičke i optoelektroničke komponente. Novi koncepti temeljeni su na iskorištavanju kvantno-mehaničkih učinaka za postizanje manjih, bržih ili na bilo koji drugi način boljih komponenata. Tu spada i razvoj kvantnih računala koja će dovesti do potpuno nove razine računalne snage i pomoći rješavanju najzahtjevnijih modela kvantnih problema i razumijevanju prethodnih nerazjašnjenih bio-kemijskih procesa.

Kvantno računanje i kvantna arhitektura računala slična je klasičnoj arhitekturi, samo neka gledišta računanja su jedinstveni za kvantno područje. Kvantna arhitektura sastoji se od tri glavna dijela: kvantne aritmetičko-logičke jedinice ( engl. *quantum arithmetic logic unit – ALU* ), kvantne memorije i dinamičkog upravljačkog programa (engl. *dynamic scheduler* ).

## 3.1. Kvantni bitovi

Osnovna građevna jedinica kvantnog računala je kvantni bit ( engl. *qubit* ). Kvantni bit možemo ostvariti pomoću jednog atoma, gdje je atom s elektronom u najnižem energetskom stanju “0” kvantni bit, a atom s elektronom u povišenom energetskom stanju (pobuđeno stanje) znači “1” kvantni bit. Osnovno stanje odnosi se na stanje ili konfiguraciju sustava u kojem sustav ima najmanju moguću energiju. Sustavi na nanometarskoj skali ne mogu poprimiti kontinuirani spektar energija, tj. oni mogu postojati samo u kvantnim stanjima točno određene energije. Ovo svojstvo vrijedi za sve kvantne sustave. Stanje sustava moguće je promijeniti pobuđenjem. Na primjer, osvjetljujući vodikov atom fotonima određene valne duljine, moguće je pobuditi ga iz osnovnog stanja u jedno od njegovih karakterističnih pobuđenih stanja. Kvantni bit možemo ostvariti i pomoću spina nuklearne jezgre atoma.

## 3.2. Kvantno računanje

Kvantno računanje ( engl. *quantum computing* ) je računanje uz uporabu sustava čije je ponašanje bitno određeno zakonima kvantne teorije. Takve sustave zovemo kvantnim bitovima ili qubitima i mogu biti na primjer jezgre, poluvodičke kvantne točke i slično. Najvažnije svojstvo ovakvih sustava je da podržavaju koherenciju (fazu) valne funkcije pripadajućih kvantnih pobuđenja sustava, tj. takvi sustavi su dobro izolirani od klasičnog makroskopskog okružja koje uništava informaciju o fazi kvantnog pobuđenja kvantnog bita. Kvantno računanje temelji se na načelu superpozicije stanja. U klasičnoj fizici bit može postojati u samo jednom od dva stanja: stanju logičke nule (“0”) ili stanju logičke jedinice (“1”), dok kvantni bit može postojati u oba stanja istovremeno. To omogućuje puno brži rad samog računala. Naprimjer, vrijeme računanja faktorizacije za kvantno računalo raste samo razmjerno s brojem znamenaka, dok za klasično računalo raste eksponencijalno s brojem znamenaka.

# 4. Budućnost nanotehnologije u računarstvu

Istraživači su već kreirali nanometarske tranzistore, diode, releje, logička vrata, spojne vodove - od organskih molekula, ugljikovih nanocjevi i poluvodičkih nanocjevi. Već su proizvedeni prvi svijetleći uređaji i displeji. S obzirom na svojstva, nanocjevi će biti korištene za vođenje velikih struja i kao vodiči topline. Memorije s velikim gustoćama pohrane podataka rješavat će se s nanotehnologijom. Također je moguća primjena nanocijevi kod armatura za kompozitne materijale velike čvrstoće i žilavosti, za posebne filtere svjetla, kao katalizatora, kod plastičnih solarnih ćelija, kod laserskih pisača s većom gustoćom točkica.

# Zaključak

Razvoj nanotehnologije napreduje u nekoliko područja, uključujući fiziku, kemiju, biologiju, računarstvo i medicinu te moramo biti spremni za njeno još veće napredovanje u budućnosti. U ovom seminaru prikazan je napredak u računarstvu zbog korištenja nanocjevčica umjesto klasičnih silikonskih čipova. Kvantna računala u budućnosti će donijeti veliki napredak u računarstvu. Kvantno računanje može naći primjenu u kriptografiji, omogućavajući sigurnu razmjenu informacija i dešifriranje. Također, astronomski i fizikalni složeni izračuni će biti puno brži, kao i simulacije i modeliranja u nuklearnim istraživanjima, traženju nafte te praćenju stanja okoliša.

# Literatura

* <http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=3251>, prosinac 2016.
* <http://www.ripublication.com/irph/ijict_spl/ijictv4n15spl_15.pdf>, prosinac 2016.
* <http://www.pfst.unist.hr/~ivujovic/stare_stranice/pdf_zip_word/ivo.pdf>, prosinac 2016.
* <https://www.ijsr.net/archive/v5i2/NOV161529.pdf>, prosinac 2016.
* <https://hr.wikipedia.org/wiki/Nanotehnologija>, prosinac 2016.
* <http://www.npr.org/sections/alltechconsidered/2015/11/23/457129179/the-future-of-nanotechnology-and-computers-so-small-you-can-swallow-them>, prosinac 2016.
* <https://www.fer.unizg.hr/predmet/uun>, prosinac 2016.

**Popis slika**

Slika 1: Mooreov zakon 4

Slika 2: Silikonski čip 5

Slika 3: Vrte nanocijevčica 7

**Popis tablica**

Tablica 1: Svojstva nanocijevčica 6