

WCIAŻ NIE DZIAŁA...

Nieregularnik ilustrowany SSN SPENT

Nr 7
14 XII 2022

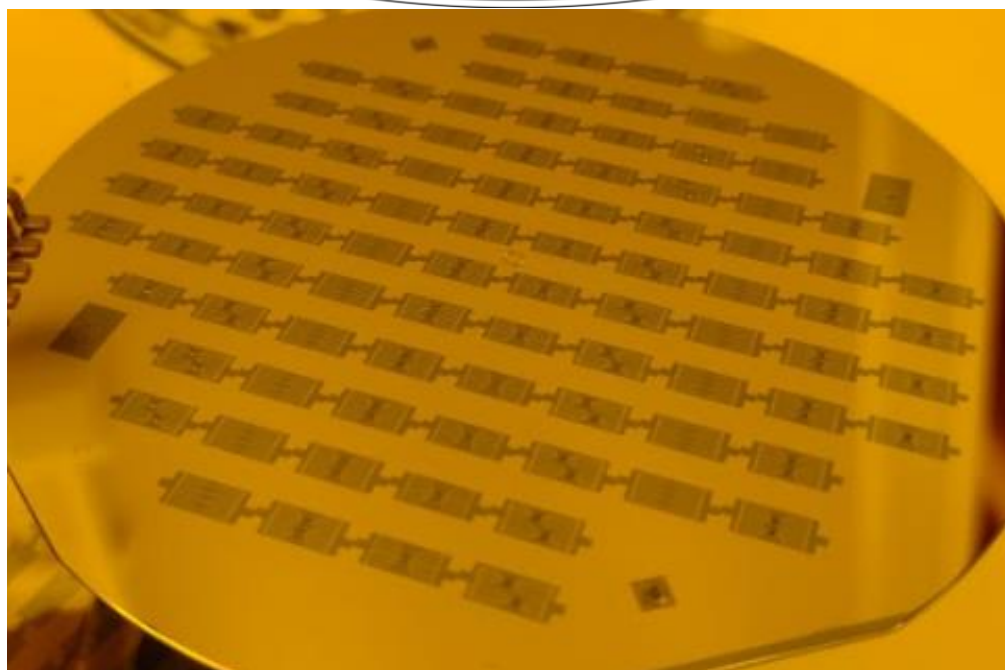
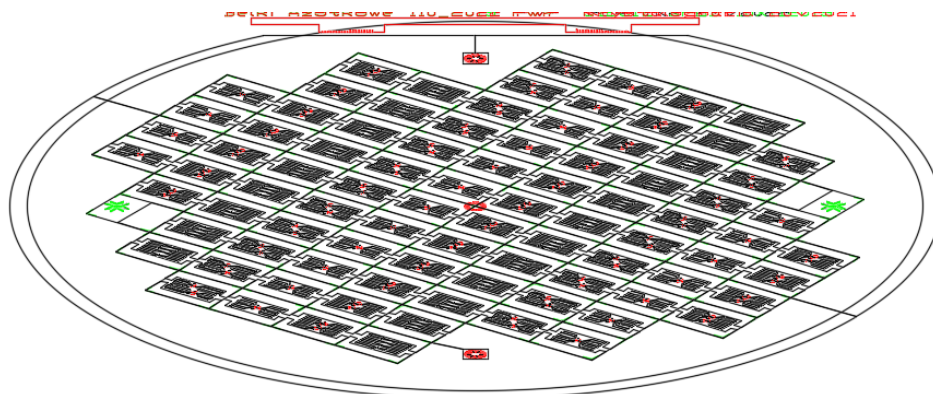


W tym numerze: A jednak działa! Narysuj sobie MEMSa

Bartosz Pruchnik

Mikrosystemy elektromechaniczne – MEMSy – napędzają technikę i naukę już od kilkudziesięciu lat. Zazwyczaj jednak próżno szukać firmy takowe produkującej (choć może czekają nas ciekawe czasy i promocje w Kauflandzie „do każdego czteropaku piwa piezobelka gratis!”), a giganci zaopatrujący świat w MEMSy są do policzenia nawet zimą w jednopalczystych rękawiczkach. Masowo produkowane urządzenia liczone są w miliardowych seriach. Istnieją wciąż jednak instytuty pozwalające na produkcję MEMSa – na życzenie, według projektu.

SPENT ma to szczęście, że przyjaciele z Instytutu Mikroelektroniki i Fotoniki zrzeszonego w Sieci Badawczej Łukasiewicz dzielą się swoją wiedzą technologiczną w zakresie tworzenia mikrostruktur! Tajemnice cleanroomów, masek, kąpiei i pieców stoją więc otworem. Prześledzić można całą historię powstawania urządzenia – od poprawnie wykonanej dokumentacji po gotowy, pracujący element, widoczny jedynie uzbrojonym okiem.



Słowo od redakcji

Ostatni numer tego roku, siódmy wszechczasów – Wciąż Nie Działa na waszych oczach kończy właśnie pierwszy rok! Przeszliśmy w tym czasie długą drogę (według ostrożnych szacunków redakcji – łącznie 4 750 metrów do drukarni i z powrotem), wydaliśmy łącznie 5440 stron aperiodyku i... przyjęliśmy okrągłe 0 listów ze skargami. No wiecie? W przedświątecznym okresie życzymy przyjemnej lektury, owocnego poszukiwania inspiracji i dalszego zapału czytelniczego! Czekamy na listy z pogrózkami i życzenia świąteczne nadsyłane na kartkach pocztowych do pokoju 213, C-2. Zostańcie z nami!

Oszukać Moore’a

Jakub Konopiński

Lubicie zwiększać wykładniczo moc maszyn liczących? Nie lubicie ograniczeń narzucanych przez technologię krzemową? ON znalazł jeden prosty trick, który rozwiąże wasze problemy!

Strona 4

Zenek, puść ten atom!

Dominik Badura

Zenon z Elei znany jest ze swoich paradoksów, dowodzących ograniczeń raczej filozofii niż natury. Czy jednak po latach udało mu się coś unieruchomić?

Strona 5

Jak szybko można sprzedać raketę?

Władysław Kopczyński

Środki lecznicze muszą przejść długą drogę, zanim trafią do chorych. Środki śmiertelne pokonują ten dystans coraz szybciej. Czy czeka nas wzrost tej tendencji?

Strona 6

Odśnieżanie dachu odwłokiem

Krzysztof Kwoka

Czego użyć do zamiecenia dachu? Szczotki? Miotły? Miotacza ognia? To wszystko amatorszczyzna, a stworzenia o wiele mądrzejsze wiedzą, jak z zaśnieżonego dachu rozsądnie korzystać.

Strona 6

Co warto przeczytać:

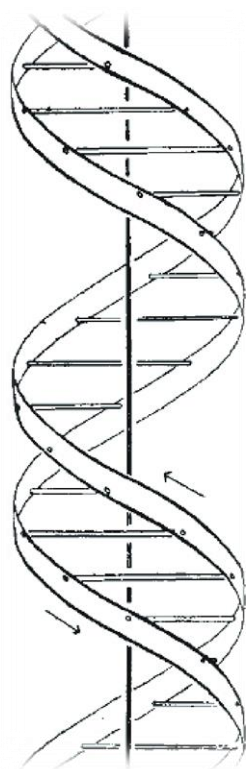
The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA, James D. Watson

Juliusz Kalodont

W 1962 roku trójka badaczy z Wlk. Brytanii: James D. Watson, Francis Crick i Maurice Wilkins otrzymała Nagrodę Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny za opracowanie modelu struktury przestrzennej podwójnej helisy DNA. W 1968 jeden z tych badaczy James D. Watson opublikował autobiografię *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA*, która zdobyła ogromną popularność wzniciając przy tej okazji burzę kontrowersji. Jeden z moich Przyjaciół polecił mi jej lekturę i przynajmniej, że miał doskonałe przeczucie, bowiem książka potrafi autentycznie wciągnąć. W *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA* James D. Watson opisuje lata 1951-1953 kiedy pracując w laboratorium Cavendisha na Uniwersytecie w Cambridge zajmował się analizą struktury molekularnej łańcuchów DNA. W książce ujawnia się uderzająca intelektualna witalność środowisk naukowych powojennej Wlk. Brytanii. Podejmowały one absolutnie nowe i dotychczas niezbadane tematy z nadzwyczajną pasją. Charakterystyczne jest, że w czasach powojennej biedy ich działania były napędzane młodzieńczą ciekawością, gdzie nikt nie zwracał przesadnej uwagi na swój ubiór, dietę, wygodę w laboratorium czy komfort miejsca zamieszkania. Nie dostrzegłem żadnych wskazówek, że opisywanym badaniom towarzyszyły silne programy wsparcia finansowego, których mechanizmy moglibyśmy sobie współcześnie wyobrazić. Pisząc polemicznie: stoi to trochę w kontraście do głosów wielu współczesnych krajowych badaczy twierdzących, że bez istotnych inwestycji nauka w Polsce nie będzie się absolutnie rozwijać. Może najważniejszy jest pomysł, który nie został podniesiony przez innych i którego dążenie jest warte naszego poświęcenia? Te pierwsze kroki mogą być wykonane za pomocą przysłowiowej plasteliny i gumy do żucia, a im więcej będziemy dodawać perfekcji inżynierskiej tym mniej będzie miejsca na uniwersyteckość. Może najważniejsi są ludzie, którzy tą tematyką się zainteresują? Pytania te są oczywiście otwarte i warto o nich podyskutować.

James D. Watson opisuje wyścig grup brytyjskich z innymi badaczami, a szczególnie z uznanym i naprawdę genialnym uczonym amerykańskim Linusem Paulingiem, którego

finałem miało być poznanie struktury DNA. Wszyscy rozumieli, że nagrodą w tym wyścigu będzie Nagroda Nobla, co wydaje się w naszych współczesnych warunkach, kiedy zanurzeni jesteśmy w szereg drobnych utarczek administracyjno-dydaktycznych, czymś lekko abstrakcyjnym. W *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA* widać jak „robi się naukę”. Widać pasję badaczy, kolejne próby rozwiązywania sprawy, wielką euforię, kiedy wydaje się, że rozwiązanie jest już w zasięgu ręki i gorycz porażki kiedy to właśnie rozwiązanie z całą brutalnością okazuje się błędem.



Ujawniają się również, czasami trudne, relacje międzyludzkie i wszystkie ludzkie namiętności. Widać dziwactwa badaczy, co pokazuje ich jako ludzi z krwi i kości, a nie tylko prezentujących się w posagowo-nieskazitelny anturażu. Nie zawsze droga badaczy, pracujących w zespołach, gdzie działali praktycznie sami nobliści, była usłana różami. Widać niecierpliwość szefów z wielkimi nazwiskami, bezdusność agencji finansujących stypendia, które same gubią się w swoich kolejnych decyzjach. Może to i dla nas wskazówka, że w toczonych przez nas codziennie bitwach o uznanie tego, co robimy, powinniśmy zachować twardość i wykazywać się odpowiednią pomysłowością, która pozwoli poradzić sobie z bezmyślnością złośliwego otoczenia?

Wspominałem, że *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA* wzbudziła szereg kontrowersji. Francis Crick, towarzysząc

codziennych pomysłów Jamesa D. Watsona, protestował przeciwko sposobowi w jakim go przedstawiono. Nie zauważyłem niczego nieprzychylnego w tym opisie. Wręcz przeciwnie Francis Crick rysuje się w *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA* jako nadzwyczaj bystry młody badacz, zabiegany i młodzieńczo roztrzępany. James D. Watson z szacunkiem odnosił się do Rosalind Franklin – czarnej uczoney, której przenikliwy umysł i staranne zdjęcia dyfrakcji rentgenowskiej gigantycznie przyczyniły się do opracowania przestrzennego modelu łańcuchów DNA. Niestety jej bardzo trudny charakter utrudniał komunikację z pozostałym zespołem, co kładło się fatalnym cieniem na całej współpracy. Rosalind Franklin chorowała na nowotwór, jej chorobę wiązano z poświęceniem z jakim realizowała badania rentgenowskie. Umarła w 1958 roku w wieku 34 lat. Nie mogła być zatem laureatem Nagrody Nobla, która została przyznana w 1962 roku. Powszechnie wskazuje się, że niestety nieelegancko postąpiła pozostała trójka nagrodzonych uczonych nie wspominając o jej osobie w czasie wygłaszania wykładu noblowskiego.

Jaka nauka i wskazówki wypływają dla nas z lektury *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA*? Warto podejmować sprawy, których nie poruszali inni. Warto szukać swojego szczęścia tam, gdzie nikt inny tego szczęścia nie szukał. Trzeba koniecznie konfrontować dojrzewające pomysły w środowisku innych badaczy i koniecznie trzeba takich środowisk albo na macierzystych uczelniach, albo ośrodkach poza tymi uczelniami szukać. Ważne są rozmowy, dyskusje i spory jakie toczy się w czasie lunchy i przerw na kawę. Ironicznie zauważę, że autor *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA* nie wspominał o konferencjach online, których ożywczej roli nie potrafiłbym specjalnie podkreślić.

Książka Jamesa D. Watsona została wydana w jęz. polskim w tłumaczeniu Włodzimierza Zagórskiego przez Wydawnictwo Wiedza Powszechna w 1975 roku. Wydawnictwo Prószyński i S-ka wydała tę książkę ponownie w 2004 roku. Książki w oryginale „z drugiej ręki” są trudno dostępne na Allegro, choć moim zdaniem naprawdę warto ich poszukać. *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA* jest napisana bardzo przystępnie i elegancko. Tekst jest pełen konstrukcji językowych i idiomów, których nie używamy w najprostszym obiegu i których nikt nas w szkole nie nauczył, a którymi warto się posługiwać.

Polecam zatem lekturę tej książki – proszę uwierzyć, warto!

“Natura dała nam miarę
z podziałką 0,192 nm.”

Początek grudnia upłynął w Katedrze Nanometrologii pod znakiem nanometrologii współrzędnościowej. Dr Andrew Yacoot z National Physical Laboratory w Teddington pod Londynem na zaproszenie opiekuna SPENTu, prof. Teodora Gotszalka, odwiedził laboratorium w C-2. W czasie wizyty oglądał wykonywania pomiarów przy pomocy studenckich mikroskopów sił atomowych, w szczególności systemu piezoAFM. Dla studentów nanodiagnostyki oraz SPENTowiczów wygłosił wykłady pt. „Dimensional Nanometrology at the National Physical Laboratory” dając wgląd w najprecyzyjniejsze metody nanoskopii współrzędnościowej w oparciu o metody interferometryczne i dyfrakcji rentgenowskiej na sieci krystalicznej krzemu.

Tydzień obfitował również w spotkania nieformalne, w tym poczęstunek tradycyjnym angielskim świątecznym ciastem.

Obrazy pochodzą z wykładu wygłoszonego przez dra Yacoota.

inaccurate and imprecise



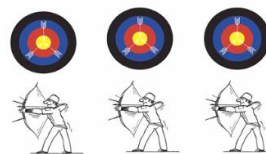
inaccurate and precise



accurate but imprecise



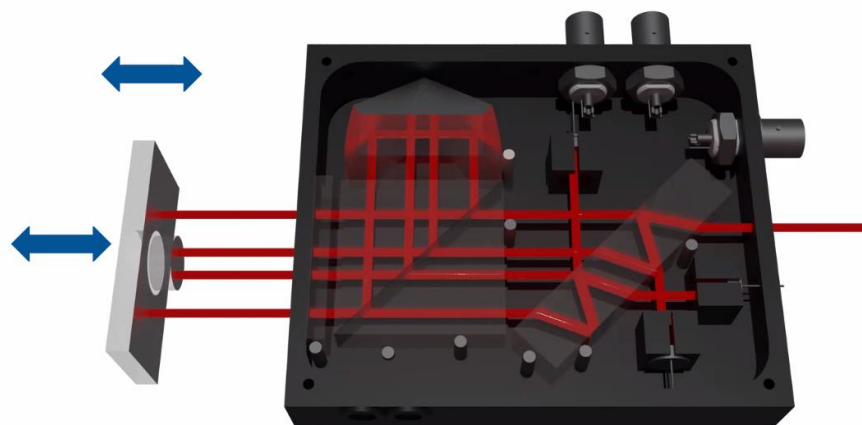
accurate, precise and repeatable



and reproducible by others



NPL Plane Mirror Differential Optical Interferometer (all beams)



SPENT publicznie

SPENTowicze nie gęsi, czasem coś do powiedzenia mają. Tym razem wystąpili tłumnie na konferencji STM/AFM 2022:

- Bartosz Pruchnik, „Ostrza przeznaczone do przewodzącej mikroskopii sił atomowych wytwarzane metodą osadzania wspomaganego zogniskowaną wiązką elektronów i jonów” – prezentacja ustna
- Ewelina Gacka, „Zastosowanie mikroskopii elektronowej i jonowej do wytwarzania ostrzy stosowanych w mikroskopii bliskich oddziaływań” – prezentacja ustna
- Bartosz Pruchnik, „Ultramiękkie aktywne dźwignie z azotku krzemu do zaawansowanych trybów mikroskopii bliskich oddziaływań” – prezentacja posterowa
- Andrzej Sikora, „Wykorzystanie mikroskopii sił atomowych w badaniach wpływu wybranych czynników na powierzchnię stali nierdzewnej” – prezentacja posterowa

- Dominik Badura, „Badania zużycia i wytrzymałości biomateriałów protetycznych za pomocą mikroskopu sił atomowych z aktywną dźwignią piezorezystywną” – prezentacja posterowa
- Dominik Badura, „Pomiar powierzchni technologicznych w warunkach roboczych za pomocą mikroskopu sił atomowych z sondą piezorezystywną” – prezentacja posterowa



W odeonie



Oszukać Prawo Gordona Moore'a

Jakub Konopiński

Zachwyt i nostalgia

Poprzednia dekada przyniosła znaczący wzrost komercjalizacji współczesnej elektroniki. Urządzenia elektroniczne i gadgety są dziś popularniejsze niż kiedykolwiek. Komputery przeszły ewolucję z maszyn wielkości pokoju, do 6 calowych ekranów które trzymamy w kieszeniach. Jednakże skok technologiczny tak wyraźnie widoczny w ostatnich 10 latach stopniowo zwalnia. Jakże się tego przyczyni?

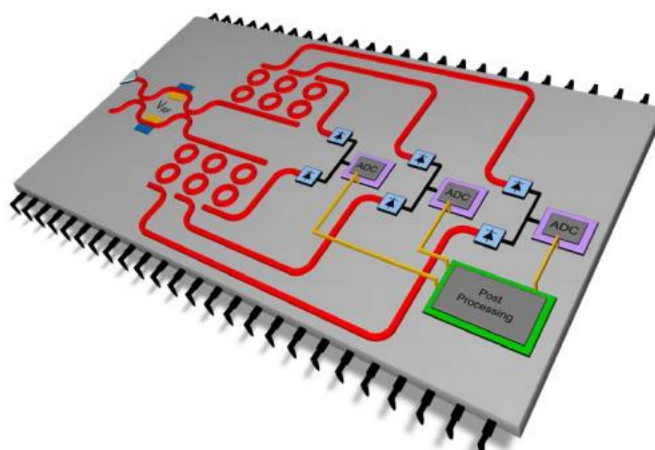
Trochę teorii na dobry początek

Każdy procesor (najważniejsza jednostka każdego „myślącego” urządzenia elektronicznego) jest zbudowany z setek milionów połączeń elektrycznych tworzących bramki logiczne. Decydują one o stanie przekazywanego sygnału elektrycznego wewnątrz struktury procesora. Procesor pobiera dane z pamięci operacyjnej urządzenia, interpretuje je i wykonuje. Współczesne procesory są zbudowane na bazie krzemu monokrystalicznego, na który w serii procesów litograficznych nanoszone są lub doń dodawane odpowiednie warstwy metaliczne i półprzewodnikowe. Z nich składają się tranzystory, a odpowiednie połączenie tranzystorów tworzy bramkę logiczną.

Przez lata producenci podzespołów walczyli o miniaturyzację architektury połączeń tranzystorowych przy jednoczesnym wzroście wydajności produktu. Od roku 2022 na rynku są dostępne procesory wykonane w architekturze Zen2, w procesie litograficznym „3 nm”. Zmniejszenie wielkości tranzystorów skutkuje zwiększeniem ich ilości na całej powierzchni struktury procesora, tym samym pozwala na znaczący wzrost wydajności obliczeniowej. Taki efekt opisuje prawo Moore'a: „Wydajność procesorów podwaja się w czasie 18/24 miesięcy”. Dynamika prawa została zachwiana w ciągu ostatniej dekady ze względu na brak możliwości wydajnej miniaturyzacji procesu litograficznego. Średnicę atomu krzemu szacuje się na 0,23 nm, co oznacza, że technologia niebezpiecznie zbliża się do granic możliwości rozwoju. Wkrótce miniaturyzacja architektury będzie niemożliwa.

Świetlista bramka

Dotychczasowe rozwiązania opierały się na przepływie elektronów przez układ tranzystorowy. Nowatorskie podejście do problemu wydajności pozwoliło na pierwsze próby stworzenia procesora optycznego.



Układ fotoniczny proponowany przez autorów 10.1364/OE.2 0.004454

W takim procesorze nośnikiem informacji są fotony. Wykorzystując technikę światłowodową i odpowiednio manipulując połączeniami światłowodów, tworząc z nich bramki logiczne, można otrzymać system ponad 1000 krotnie wydajniejszy niż obecne rozwiązania komercyjne.

Takie rozwiązanie pozwoliłoby na zarówno zwiększenie taktowania jednostki centralnej komputera do kilkunastu THz jak i zmniejszenie kosztu energetycznego wysłania informacji. Ponadto, procesory optyczne nie przesyłają energii elektrycznej, a co za tym idzie – wydzielają znacznie mniej ciepła. Co oznacza, że chłodzenie urządzenia wyposażonego w taki system nie będzie wymagane.

Problemy i wyzwania

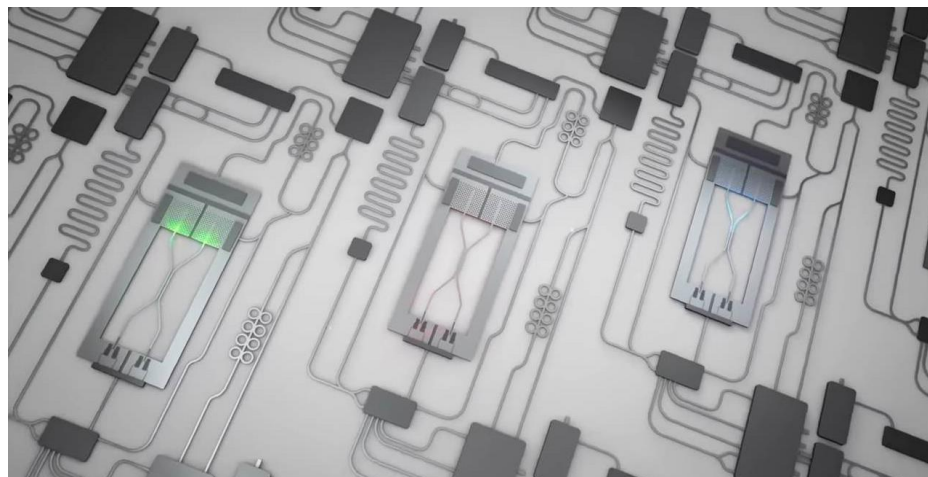
Znaczącym wyzwaniem dla obliczeń optycznych jest to, że procesy optyczne są nieliniowe, a wiele sygnałów może wzajemnie ze sobą oddziaływać – stanowić może to zaletę, jednak w kontekście miniaturyzacji zmienia się w wadę. Odpowiedź procesora musi być dostatecznie szybko identyfikowana i wykonywana. Skutkuje to koniecznością pewnego rodzaju separacji sygnałów. Może to

spowodować, że elementy przetwarzające komputera optycznego będą wymagały większej mocy i większych wymiarów niż elementy konwencjonalnego komputera.

Fotony mogą podróżować znacznie szybciej niż elektrony w materiale, a przy częstotliwościach mierzonych w THz, tranzystory optyczne powinny być zdolne do przenoszenia znacznie większej gęstości informacji. Jednak każda fala elektromagnetyczna musi być zgodna z granicą transformacji. Oznacza to, że szybkość, z jaką tranzystor optyczny może reagować na sygnał, jest nadal ograniczona przez jego szerokość widmową. Szerokość pasma kanału transmisji jest zwykle ograniczana do co najwyżej kilkunastu GHz.

Przyszłość

Sama koncepcja układów z logiką optyczną daje nadzieję na dalszy wzrost wydajności i rozwój techniki. Wiele z problemów widocznych w modernistycznej wizji układów elektronicznych jest niemożliwa do ominięcia. Być może już niebawem uda się ujarzmić moc światła, a wizja 1000 krotnego wzrostu wydajności stanie się faktem.



Przykładowy układ fotoniczny z widocznymi bramkami i falowodami. Topografia układu wymaga o wiele więcej przestrzeni, niż w analogicznym układzie elektronicznym.

Zenek, puść ten atom!

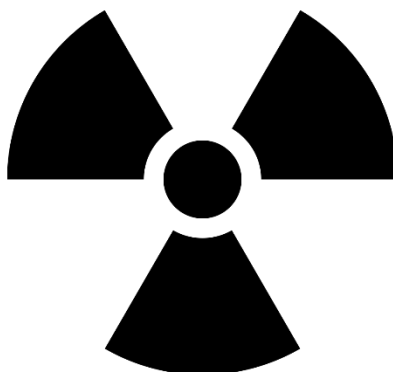
Dominik Badura

„Zenek, weź nie wpatruj się tak, bo woda się nigdy nie zagotuje, a już prawie „Five o'clock”...”

Starożytny grecki filozof Zenon z Elei sformułował szereg paradoksów, które zdają się dowodzić, że ruch jest niemożliwy. W kategoriach fizyki klasycznej paradoksy te łatwo wyjaśnić jako błędy logiczne. Ale w 1977 roku George Sudarshan z kolegą z University of Texas wykazali podobieństwo między obserwacją, że strzała w locie wydaje się stać w

miejscu, jeśli obserwujemy ją przez dostatecznie krótki moment, a mało znanym zjawiskiem kwantowym nazwanym teraz kwantowym efektem Zenona. Ponieważ przykłady z rzeczywistego świata wydają się zbyt skomplikowane, łatwiej jest zilustrować kwantowy efekt Zenona przy pomocy eksperymentu myślowego.

Prawdopodobieństwo rozpadu radioaktywnego



atomu w danym przedziale czasu jest często uważane za stałe, lecz to nie prawda. Natychmiast po zaobserwowaniu atomu w stanie przed rozpadem jego tempo rozpadu wynosi dokładnie 0, chociaż szybko wzrasta do „stałej” wartości. Jeżeli jednak dokona się kolejnej obserwacji, zanim to nastąpi, szybkość rozpadu spadnie do zera...i tak dalej, jak długo będą powtarzane obserwacje. Nie jest prawdą, że obserwowany czajnik nigdy się nie zagotuje – ale obserwowany atom nigdy się nie rozpadnie! ~ lepiej nie parzyć herbaty w nanoświecie, raz że obserwacja, a dwa to nie wiadomo kiedy jest odpowiednia pora...

Czy człowiek pierwszy wykorzystał kwantowy efekt Zenona? Istnieje obszerna hipoteza mówiąca, że natura i tym razem była pierwsza. Ponoć ptaki wędrowne potrafią wykryć pole magnetyczne Ziemi za pomocą par splątanych elektronów znajdujących się w ich oczach, nie jest jednak do końca jasne, w jaki sposób ptaki utrzymują niezbędny stan wystarczająco długo, aby mechanizm zadziałał. Być może, że wykorzystują kwantowy efekt Zenona!

Krasnoludy wiecznie żywe

Jeremiasz Albatros

Konsument zwykle chce, aby kupiony przez niego produkt służył mu jak najdłużej i z jak największym pożytkiem. Truizm, wiem. Ale robiąc grę komputerową/karcianą/rolplejową, trzeba się do tego truizmu dostosować. Zadbać o to, by gracz zakupu nie żałował i nie stwierdził po kwadransie, że on to chromoli i chce zwrot kasy. Na przykład szachy oprócz zwarecia z oponentem pozwalają ułożyć milion zagadek do rozgryzienia, komputerowe strzelanki kuszą obietnicą emocji i adrenalinowego kopa, a „Eksplodujące kotki” bronią się, oferując absurdalny humor i dyspensę na zachowania podle a perfidne. Oczywiście, można też obiecać, że w toku gry wysnuje się ciekawą opowieść, ba, nawet uwzględnić czyny gracza i wpleść je w jedną z odnóg-wersji heroicznego eposu.

Takie podejście jednak ma swoje konsekwencje. Im więcej wyborów jest do podjęcia, tym większy trud potrzebny jest do utrzymania spójności całej tej historii, a przygotowany godziwy epilog dla komputerowych „aktorów” wystawiających napisany przez scenarzystów spektakl może nie przetrwać spotkania z chaosem wprowadzonym przez odtwórcę głównej roli. A jeżeli jeszcze dołoży się do tego jedyna słuszna Kolej Rzeczy reżysera, która potrafi być bardziej odjechana

od wymysłów gracza, to do groteski już tylko jeden krok. Bo jak traktować poważnie historię, w której jedyna postać zdolna wejść, naprawić MacGuffin i wyjść bez szwanku, mówi głównemu bohaterowi prosto w twarz coś w stylu: „Nie no, to twoje przeznaczenie, idź umrzyj.”? No ciężko jest. I w tym fabularnym dylemacie, czy prowadzić historię jak po sznurku, czy pozwolić graczowi gmerać, a jeśli pozwolić, to na ile, mało kto decyduje się na pójście trzecią drogą. Drogą szaleńczą, wymagającą lat pracy i wielkiego kunsztu w programistycznym rzemiośle. Drogą, którą dekady temu poszli twórcy „Dwarf Fortress”, i jeszcze jej nie przeszli do końca. Zamyśl jest dość prosty, kazać programowi samodzielnie zmyślić sto, dwieście, pięćset lat historii, wypełnić ją milionem sztucznych żywotów, a następnie przekazać ten dorobek graczowi razem z młotem, dłutem i poleceniem: „Masz, wykuj se pomnik trwalszy od spiżu czy co tam chcesz, baw się dobrze”. I są ludzie, którzy w takiej piaskownicy bawią się wyśmienicie, wymieniając się opowieściami napisanymi wspólnie ze sztuczną inteligencją podczas prób uchwycenia forticy od krwawego końca z rąk (kopyt?) nieumarłych koniołaków.

Bo jakie może być piękniejsze zwieńczenie pyrrusowego zwycięstwa z demonicznymi hordami, niż wykonana przez ostatniego ocalałego płaskorzeźba drwiąca z wrażego generała? „Rysunek przedstawia demona i kilka krasnoludów. Demon leży skulony. Krasnoludy się śmieją”.

PNBFRP *+1+4 TBYP1
PNBFRP +1+1' 1FTT1



Product development w sektorze wojskowym. Czy czeka nas zmiana w procesie wdrażania wrażliwych produktów?

Władysław Kopczyński

Zmieniająca się dynamika naszych czasów oraz gwałtowny rozwój technologii zmuszają praktycznie każdy z sektorów naszego życia do wprowadzania pewnych radykalnych zmian i unowocześnień. Dotyczy to również sektora wojskowego cechującego się rygorystycznymi wymaganiami dla powstających produktów.

Na początku grudnia br. miała miejsce premiera nowego bombowca strategicznego armii amerykańskiej B-21 Raider (projektu Northrop Grumman). Premiera ta została odnotowana przez liczne światowe media. Jednak nie wszystkie podchwyciły temat czasu, w którym zostaną te maszyny wdrożone do służby. A czas ten uległ znacznemu skróceniu.

Zaprezentowany samolot jest nie tylko wersją demonstracyjną, ale również pierwszym fizycznym prototypem. Jego dziewiczy lot odbędzie się prawdopodobnie w przyszłym roku, tuż po przeprowadzeniu testów naziemnych oraz po montażu końcowym. Konstrukcja ta ma już teraz odzwierciedlać ewentualny model produkcyjny, przyspieszając cały program o wiele miesięcy. Co również warto jest odnotowania, powstała dla tego prototypu linia montażowa ma w przyszłości umożliwiać również produkcję modelu seryjnego.

Podjęte w tym programie decyzje mogłyby się wydawać mocno ryzykowne, a dla części osób nawet nierozsądne. Jednak diabeł tkwi w szczegółach. Aby móc skrócić etapy rozwoju samolotu, zdecydowano się na zastosowanie w szerszym spektrum testów cyfrowych, które w tańszy i szybszy, ale również wysoce efektywny sposób były w stanie wychwycić błędy konstrukcyjne i potencjalne problemy, normalnie zauważalne dopiero w późniejszych etapach prac.

Czy w najbliższych latach czeka nas rewolucja w procesach i etapach projektowych produktów dla sektora wojskowego, a idąc dalej również kosmicznego? Trudno powiedzieć. Jednak w dalszej perspektywie będzie ona konieczna.



Odśnieżanie dachu odwłokiem

Krzysztof Kwoka

W części kraju zaczęła się prawdziwa zima i spadł śnieg. Dla jednych to powód do radości (dzieci ludzie lepiący bałwana), dla innych codziennej irytacji (posiadacze pojazdów), strachu (właściciele hal z płaskim dachem) czy zacierania rąk (właściciele firm odśnieżających dachy).

Płaskie dachy występują jednak nie tylko na halach i blokach, ale również na ulach. Czy zatem pracowite pszczoły dzielnie zacierają odnoża i biorą się za odśnieżanie? Otóż nie – mają przecież pszczelarza, który zrobiłby to za nie, gdyby faktycznie była taka potrzeba. Nie jest to jednak konieczne ponieważ dobrze utrzymany ul powinien być dobrze izolowany termicznie, a dodatkowa warstwa śniegu na dachu tylko pomaga przy silnym mrozie.

Temperatura w bezpośrednim otoczeniu pszczoły matki powinna być przez całą zimę utrzymywana na stałym poziomie, aby zapewnić bezpieczeństwo rodziny. W tym celu pszczoły zbierają się w kłęb zimowy wokół matki i generują ciepło w jego wnętrzu. Aby żadna nie zamarzła, gdy te znajdujące się po zewnętrznej stronie zaczynają marznąć przesuwają się do wnętrza kłębu – zupełnie jak pingwiny! Podwyższona względem otoczenia temperatura stanowi jednak pewne zagrożenie związane ze skraplaniem się wody po wewnętrznej stronie ula – w końcu nikt nie lubi gdy kapie mu na głowę.

Czy zatem pszczoły odśnieżają dachy? Nie i jeżeli na pokrywie ula widać stopiony śnieg, to znaczy, że trzeba koniecznie poprawić izolację!

Wsparcie merytoryczne i zdjęcia dzięki uprzejmości Tomasza Kasiaka z „Pasieki na Brądzie”, dziękujemy!

Artykuł niesponsorowany – a szkoda.

Temperatura w skali mikro

Julia Pruchnik

Pomiary temperatury w mikroskali można podzielić na dwa rodzaje: kontaktowe i bezkontaktowe. W metodach kontaktowych najważniejsze to: mikro-termopary oraz skaningowa mikroskopia termiczna - SThM (ang. *Scanning Thermal Microscopy*).

Termopary są jednym z najpopularniejszych urządzeń do pomiarów temperatury, nic dziwnego więc że znalazły zastosowanie również i w mikroskali. Jakkolwiek taka produkcja jest oczywiście trudniejsza; duży nacisk kładzie się na poprawne połączenie dwóch materiałów, które można wykonać nanosząc po kolei oba materiały w postaci prostokątnych ścieżek – w miejscu ich przecięcia umieszcza się później mierzoną próbkę. Ta metoda często stosowana jest w mikrokanalikach w układach przepływowych, np. w badaniach biologicznych lub paliw i reakcji spalania.

W kolejnej metodzie również używana jest termopara, jednak zintegrowana jest z sondą do skaningowej mikroskopii tunelowej. Na ostrze belki do mikroskopii tunelowej naniesione są dodatkowe warstwy w taki sposób, by na ostrzu tworzyło się złącze termopary o wymiarach rzędu 100nm. Pomiar w tej metodzie wykonuje się dwukrotnie: w trybie kontaktowym i bez kontaktu. W obu przypadkach ciepło z badanego obiektu jest

przenoszone przez powietrze, w trybie kontaktowym również bezpośrednio – dzięki temu wpływ ciepła z otoczenia można wyeliminować, uzyskując informację o przewodzeniu ciepła w miejscu kontaktu.

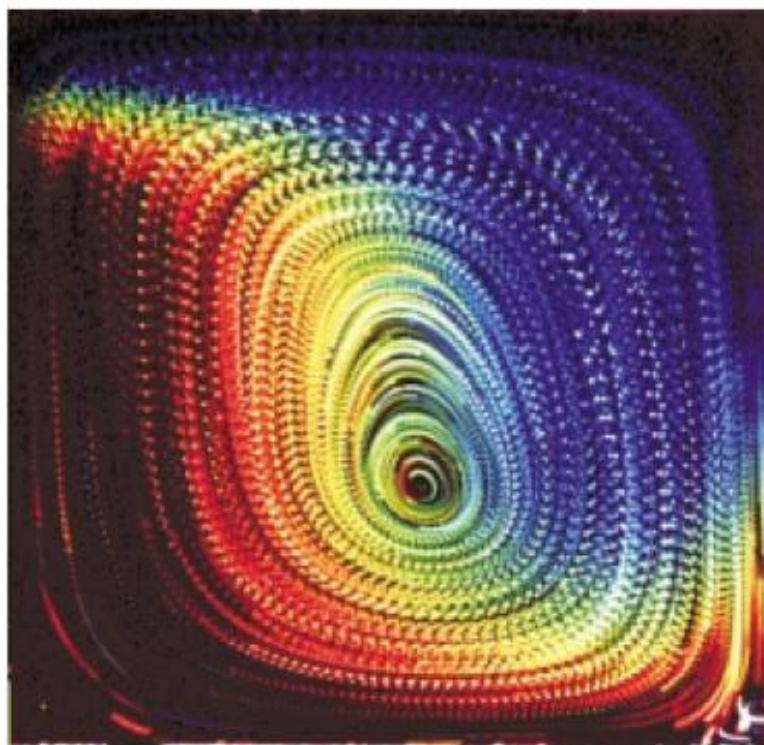
Poprzez integrację sondy z mikroskopem sił atomowych (AFM) możliwe jest uzyskanie map temperaturowych jednocześnie z

topografią, w rozdzielczości rzędu 10 nm i 0,015°C. Dzięki niezrównanym результатам metoda ta jest wykorzystywana w wielu dziedzinach do badania m.in. mikroelektroniki, polimerów czy nanorurek węglowych.

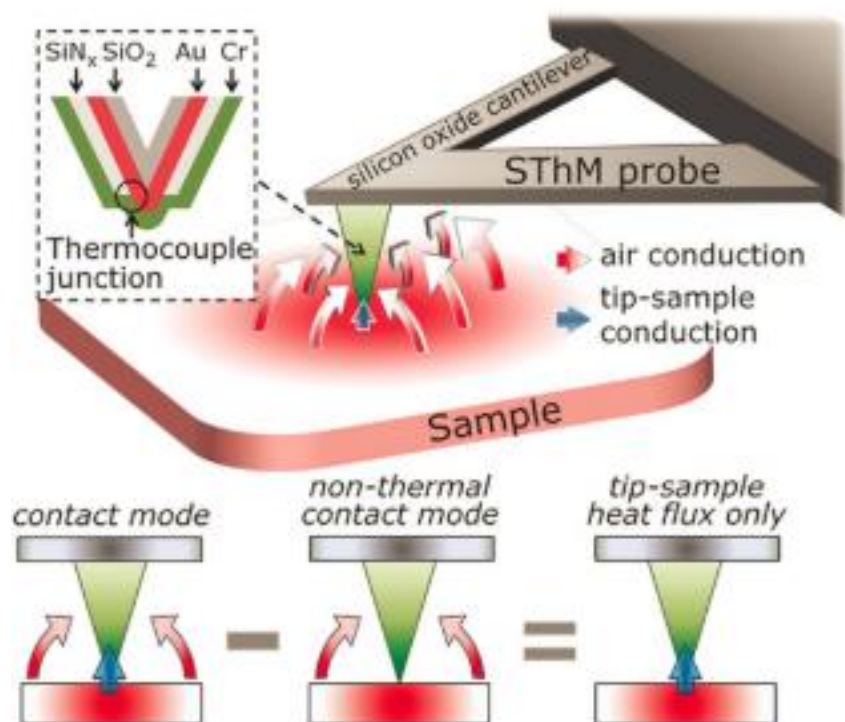
W przypadku gdy nie mamy bezpośredniego dostępu do obiektu, którego temperaturę chcemy zmierzyć, nie pozostajemy jednak bezradni. Znane już wszystkim termometry na podczerwień, jak można się domyślać, stosowane są także i w mikroskali, jednak i to nie wyczerpuje możliwości. Jedną z innych metod optycznych wykorzystuje fluorescencję. Niewielki dodatek fluoroforów do cieczy lub jako pokrycie powierzchni pozwala nam kontrolować temperaturę poprzez pomiary zmian intensywności lub czasu trwania promieniowania. Pozwala na uzyskanie rozdzielczości pomiaru temperatury 0,1°C i pozycji rzędu 200 μm , zależną od rozdzielczości użytej kamery i pola obserwacji. Taka metoda znajduje zastosowanie np. w obserwacji mieszania i dyfuzji w cieczy.

Innym ciekawym przykładem jest pomiar z użyciem ciekłych kryształów (TLC – *Thermochromic Liquid Crystals*), które w zakresie niewielkich zmian temperatur zmieniają kolor odbijanego światła w całym spektrum barw widzialnych i pozwalają na jednoczesną obserwację prędkości ruchu cieczy.

Tekst oparty na artykule:
<https://doi.org/10.1016/j.mee.2015.11.002>



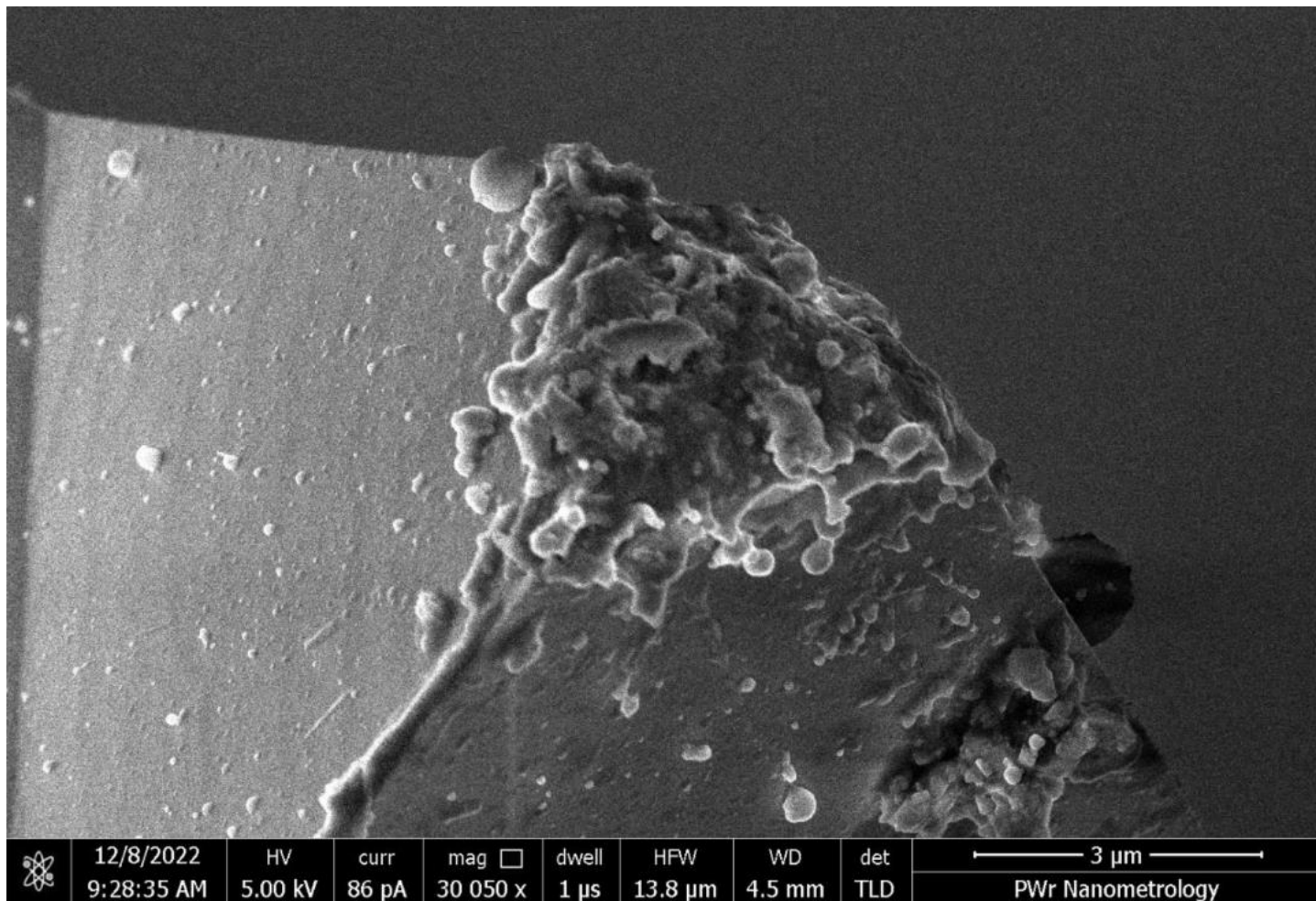
A takie wzory przyjmuje termogram ciekłego kryształu



Fotoplastykon

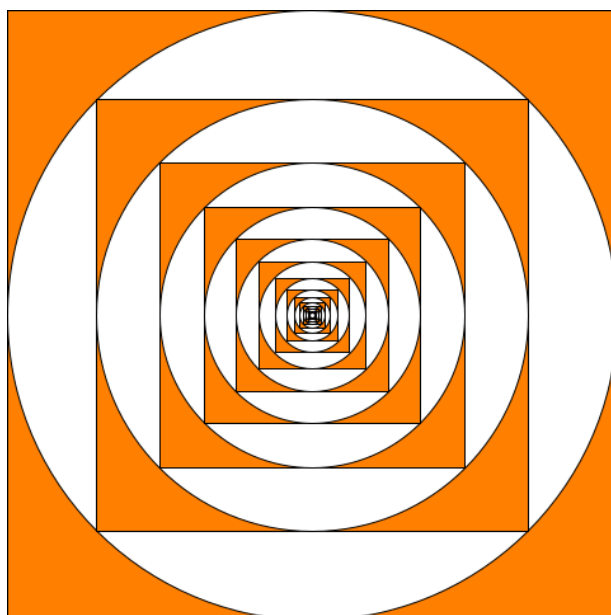
Czy zastanawialiście się kiedyś, co się stanie, jeżeli przez przewodzącą mikrobekę przepuścić prąd rzędu dziesiątek mikroamperów? Aby wyobrazić sobie skalę, należy przeliczyć gęstość prądu. Zakładając pole kontaktu na poziomie 100 nm^2 otrzymamy gęstość na poziomie 10^{11} A/m^2 . Dużo? Typowa spawarka daje nam około 10^{10} . Niesamowicie, że to mikrouządzenie to wytrzyma, prawda?

Otóż nie wytrzymuje.



Wyjściówka!

Ile wynosi zacienione pole?



Autopromocja

