



PODPIS ZAUFANY

JANUSZ
MARZEC
20.04.2024 16:38:48 (GMT+2)
Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym

Prof. dr hab. inż. Janusz Marzec
Politechnika Warszawska
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych
Zakład Elektroniki Jądrowej i Medycznej
ul. Nowowiejska 15/19, 00-665 Warszawa
tel. 22 234 7643, janusz.marzec@pw.edu.pl

Warszawa, 20 kwietnia 2024.

S E K R E T A R I A T
Rady Dyscypliny AEEITKWpłynęło dnia 29. 04. 2024
Zarejestrowano pod nr
Podpis Jm

RECENZJA

osiągnięcia naukowego udokumentowanego cyklem publikacji pt.
„Rozwój pikselowych detektorów promieniowania jonizującego o wysokiej rozdzielczości przestrzennej”
oraz dorobku naukowego dr. inż. Piotra Otfinowskiego
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego.

1. Sylwetka zawodowa Habilitanta

Pan dr inż. Piotr Otfinowski jest absolwentem Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki, na którym ukończył studia na kierunku Elektronika i Telekomunikacja w specjalności Sensory i Mikrosystemy w roku 2009 uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera.

W roku 2015, na podstawie rozprawy „Niskomocowe przetworniki A/C dla potrzeb wielokanałowych układów scalonych”, Rada Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH nadała mu stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie Elektronika.

Już na ostatnim roku studiów rozpoczął pracę na macierzystym Wydziale jako stażysta w katedrze Metrologii gdzie pracuje do dnia dzisiejszego. Po ukończeniu studiów został zatrudniony na stanowisku asystenta, a po obronie doktoratu został zatrudniony w 2016 r. na stanowisku adiunkta w katedrze, która zmieniła swoją nazwę na Katedra Metrologii i Elektroniki. Habilitant, przez cały okres swojej pracy zawodowej działa w funkcjonującej w tej Katedrze Grupie Mikroelektronicznej kierowanej przez profesora Pawła Grybosia.

Wnioskując na podstawie publikacji Habilitanta, w okresie przed doktoratem, zajmował się głównie projektowaniem scalonych, wielokanałowych, przetworników ADC z myślą o ich zastosowaniu w eksperymentach neurobiologicznych oraz eksperymentach fizyki wysokich energii (silicon strip detectors). Po doktoracie jego badania skupiają się na układach scalonych odczytujących dane z wielopikselowych, hybrydowych detektorów promieniowania jonizującego, w szczególności na przeznaczonych do detekcji miękkiego promieniowania rentgenowskiego. Detektory tego typu znajdują zastosowanie w eksperymentach synchrotronowych, w kontroli jakości i w badaniach biomedycznych.

Można stwierdzić, że Habilitant działa w dwóch obszarach elektroniki: mikroelektronice (projektowanie i realizacja układów scalonych) i elektronice jądrowej (detektory promieniowania jonizującego i układy odbioru i przetwarzania sygnałów z tych detektorów).

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Zgłoszony do oceny cykl publikacji składa się z 8 artykułów. Zawiera 1 artykuł autorski (VIII), 5 artykułów o liczbie współautorów 3-5 (I,II,III,VI,VII) o udziale autorskim Habilitanta 70-75% i 2 artykuły 7-autorskie (III,IV) w których zadeklarowano 30%, dominujący, udział Habilitanta. W dwóch artykułach (I,II) pojawiają się współautorzy zagraniczni (Fermilab, Batavia, USA), a w jednym (VI) współautor z ESRF Synchrontron Grenoble Francja. Artykuł VII został opublikowany w IEEE Journal of Solid-State Circuits, artykuł VIII w Nuclear Inst. and Methods in Physics Research A, artykuł V materiałach konferencji IEEE International Conference on Electronics, Circuits, and Systems (ICECS), pozostałe artykuły w Journal of Instrumentation. Wszystkie artykuły są indeksowane w bazie Web of Science.

Przedstawiony do oceny zestaw publikacji jest spójny tematycznie. Przedstawia prace Habilitanta w dziedzinie projektowania i realizacji układów scalonych ASIC dedykowanych do współpracy z wielopikselowymi detektorami półprzewodnikowymi (Si, CdTe, CZT) tworzących wraz z nimi tzw. detektory hybrydowe. Takie układy scalone, odbierające sygnały z wielopikselowych detektorów półprzewodnikowych wyróżniają się ogromną liczbą wejść sygnałów analogowych wynoszącą kilka – kilkadziesiąt tysięcy. Przy takiej liczbie obsługiwanych sygnałów analogowych pojawiają się naturalne ograniczenia co do możliwości stosowania rutynowych rozwiązań, typowych dla elektroniki jądrowej, jeśli chodzi o sposoby przetwarzania informacji z detektora. Ograniczenia powierzchni, wynikające z rozmiaru piksela i jeszcze bardziej krytyczne ograniczenia mocy wydzielanej przez tor przetwarzania sygnału stanowią poważne wyzwanie dla projektanta. Habilitant przedstawia zestaw swoich osiągnięć projektowych ograniczony do układów obsługujących detektory obrazujące rozkład powierzchniowy fotonów miękkiego promieniowania rentgenowskiego. Nawet w takim przypadku detektor, aby uzyskać satysfakcjonującą wydajność rejestracji, nie może być zbyt cienki. Typowo jest kilka-kilkanaście razy grubszy niż rozmiar piksela. W takiej sytuacji, dyfuzja ładunków w trakcie ich przemieszczania się ku elektrodom krańcowym powoduje, że chmura ładunku docierającego do elektrod uzyskuje rozmiary porównywalne, lub nawet większe niż rozmiar piksela. W efekcie sygnał ładunkowy może pojawiać się na grupie sąsiadujących pikseli co utrudnia wyznaczenie punktu detekcji fotonu i może radykalnie pogarszać przestrzenną rozdzielczość detektora i jego wydajność rejestracji.

Publikacje I, II i VIII przedstawiają rezultaty prac Habilitanta nad poprawą skuteczności algorytmów wyznaczania punktu oddziaływania fotonu z detektorem. Autor dokonuje w nich porównania trzech algorytmów. Podstawowego, powszechnie używanego, liczenia pojedynczych fotonów (Single Photon Counting, SPC) bez komunikacji międzypikselowej, algorytmu C8P1, opracowanego we współpracy AGH-Fermilab, wykorzystującego komunikację międzypikselową i będącego autorskim rozwiązaniem Habilitanta algorytmu rozpoznawania wzorców (Pattern Recognition, PR). Algorytm PR ma tę przewagę nad algorytmem C8P1, że jest prostszy w realizacji sprzętowej. Nie wymaga stosowania komparatorów międzypikselowych, sygnały wzmacniaczy ładunkowych poszczególnych pikseli nie są porównywane między sobą. Algorytm działa w domenie cyfrowej.

Autor prezentuje wyniki ekstensywnych symulacji komputerowych działania tych trzech algorytmów. Wykazują one zdecydowaną przewagę PR nad C8P1 jeśli chodzi o liczbę zgubionych rejestracji. Dokładność wyznaczenia punktu oddziaływania w algorytmie PR jest podobna jak w C8P1 ale tylko w przypadku gdy próg dyskryminacji jest ustawiony w pobliżu połowy amplitudy impulsów. Stanowi to poważne ograniczenie – algorytm PR będzie się dobrze sprawdzał tylko w przypadku rejestracji promieniowania monoenergetycznego.

Wyniki symulacji zostały potwierdzone eksperymentalnie. Habilitant samodzielnie zaprojektował i zrealizował, w technologii 40nm CMOS, prototypowy układ scalony, o nazwie FRIC, zawierający matrycę 64x64 piksele 50 μ m wraz z układami peryferyjnymi do odczytu danych. Układ został połączony z detektorem krzemowym o grubości 320 μ m i przetestowany przy użyciu promieniowania charakterystycznego miedzi o energii 8keV. Wyniki potwierdziły wnioski sformułowane wcześniej na podstawie symulacji.

W publikacjach III, IV i V Habilitant prezentuje swoje prace nad pokonaniem ograniczenia przydatności algorytmu PR do przypadku promieniowania monoenergetycznego, np. promieniowania synchrotronowego. Celem jest stworzenie algorytmu pozwalającym na pracę z widmem ciągłym promieniowania rentgenowskiego, np. promieniowania hamowania z lampy rentgenowskiej. Habilitant opracował koncepcję algorytmu Wieloprogowego Rozpoznawania Wzorców (Multithreshold Pattern Recognition, MPR) która następnie została zaimplementowana w układzie odczytowym o nazwie MPIX. Algorytm wykorzystuje, we wstępnej fazie przetwarzania, po 4 dyskryminatory przypisane do każdego piksela o coraz wyższych progach. Fakt przekroczenia najniższego progu wyznacza tzw. aktywne sąsiedztwo. Najwyższy przekroczony próg pozwala wyznaczyć ostatecznie poziom dyskryminacji przy którym zostanie zastosowany, w obrębie aktywnego sąsiedztwa, opisany wcześniej algorytm PR. W algorytmie MPR, tak jak i w PR przetwarzanie danych odbywa się w domenie cyfrowej. Pojedynczy dyskryminator można traktować jako 1 bitowy przetwornik ADC, zestaw 4 dyskryminatorów o odpowiednio dobranych progach tworzy przetwornik 2 bitowy. ASIC o nazwie MPIX, który implementuje algorytm MPR, został wykonany w technologii CMOS 130nm, zawiera matrycę 192x96 pikseli 100 μ m o powierzchni 2x1cm. Umieszczenie wyprowadzeń sygnałów WE/WY na jednym boku czipu pozwala składać układy w większą matrycę o wymiarach 2xn. Układ został połączony z detektorem CdTe o grubości 1mm. Sprawdzenie możliwości poprawnej pracy przy różnych energiach fotonów nastąpiło poprzez jednoczesne oświetlenie układu fotonami o energiach 15,77 keV i 22,15 keV. Test wypadł pozytywnie.

Ostatnia chronologicznie (2023) publikacja VI poświęcona jest zagadnieniu zwiększenia rozdzielczości przestrzennej detektora poniżej granicy wyznaczonej przez rozmiar piksela – algorytmom sub-pikselowym. W przypadku promieniowania monoenergetycznego, podział ładunku sygnału między piksele może być wykorzystany do wyznaczenia punktu rejestracji fotonu z większą dokładnością niż raster pikselowy. Wykorzystano efekt zależności czasu trwania impulsu na wyjściu dyskryminatora od amplitudy impulsu (Time over Threshold, ToT). Jeśli sygnał pojawi się jednocześnie na dwóch pikselach, to zostaje przypisany do piksela w którym odpowiedź dyskryminatora skończyła się później. Dzięki temu w strukturze pikselowej udało się wyodrębnić struktury sub-pikselowe: centrum piksela, obszary na granicy dwóch pikseli i obszary narożników w których sąsiadują ze sobą 4 piksele. W ten sposób powstaje struktura dwukrotnie bardziej subtelna niż struktura pikseli. Pojawia się więc możliwość dwukrotnej poprawy rozdzielczości przestrzennej. Możliwość ta została potwierdzona na etapie symulacji komputerowych, a jej ostatecznym

potwierdzeniem stały się testy prototypowego układu scalonego o nazwie SPHIRD zaprojektowanego na potrzeby eksperymentu synchrotronowego EBS we współpracy z francuskim ośrodkiem ESFR. Pierwsze wyniki pomiarów tego układu zostały pokazane na konferencji IWORID 2023.

W publikacji VII Habilitant mierzy się z problemem rejestracji sygnału nie w kilku sąsiednich pikselach a w większej ich liczbie. Problem taki może się pojawić w sytuacji rejestracji fotonów o energiach większych niż kilka - kilkanaście keV, które to energie wymagają grubszych detektorów i w których dyfuzja ładunku silniej zaznacza swoją obecność. Także możliwość pojawienia się w przyszłości detektorów o mniejszych rozmiarach pikseli generuje podobny problem. Klasycznym rozwiązaniem takiego problemu, w szeroko rozumianych detektorach pikselowych, jest odczyt poziomu sygnału ze wszystkich pikseli i przeprowadzenia obliczeń środka ciężkości rozkładu poza strukturą układu scalonego. Habilitant prezentuje algorytm, który nazwał COGITO (Center of Gravity in a Temporal Object), który pozwala na wyznaczenie środka częstości w strukturze układu scalonego, asynchronicznie, w krótkim czasie i z umiarkowanym zapotrzebowaniem na energię. Poprawność rozwiązania, Autor potwierdził realizując prototyp cyfrowej części układu (bez układów odbioru sygnałów z detektora) w technologii CMOS 55nm o rozmiarach matrycy 16x16 pikseli. Pobudzany sygnałami symulującymi sygnały z dyskryminatorów pikselowych układ potrafił wyznaczać środki ciężkości pobudzeń wielopikselowych, czasem o dość fantazyjnych kształtach. Układy odbioru sygnałów z detektorów fotonów, wykorzystujące algorytm COGITO, nie doczekały się jeszcze realizacji, ale sam fakt opracowania koncepcji tego rozwiązania świadczy, niewątpliwie, o dużej kreatywności Habilitanta.

Podsumowując ocenę osiągnięcia naukowego, uważam, że stanowi ono znaczący wkład w rozwój dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne. Habilitant zaprezentował się jako dojrzały naukowiec i, co osobiście bardzo cenię i uważam za ważne w przypadku badaczy w dziedzinie nauk inżynieryjno - technicznych, jako dojrzały inżynier. Habilitant aktywnie i kreatywnie uczestniczy w całym procesie realizacji inżynierskiej. Od pomysłu i koncepcji rozwiązania, opracowanie rozwiązania na poziomie schematu blokowego i ideowego, symulacje komputerowe, opracowanie masek i realizacja prototypu, testy i badania prototypu i wreszcie przygotowanie produkcji gotowych układów, które można przekazać użytkownikom.

3. Ocena aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej.

Publikacje

Przed doktoratem: 44 publikacje, z czego 6 z listy JCR.

Po doktoracie: 29 publikacje, z czego 13 z listy JCR.

Biorąc pod uwagę czas pracy na Uczelni na stanowiskach asystenta i adiunkta (12 lat) daje to średnio ponad 6 publikacji rocznie, co, moim zdaniem, oznacza wysoką aktywność publikacyjną.

Jest stałym recenzentem czasopisma IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers, dla którego sporządził 7 recenzji.

Dane naukometryczne: sumaryczny IF = 35,6 , liczba cytowań według WoS (bez autocytowań) 294, indeks Hirscha (WoS) = 6. Biorąc pod uwagę, że środowisko naukowców zajmujących się taką tematyką jak Habilitant nie jest na świecie zbyt liczne, dane te można uznać za w pełni satysfakcjonujące. Pozwolę sobie zauważyć, że w okresie pomiędzy złożeniem wniosku przez

dr. Otfinowskiego a momentem pisania przeze mnie recenzji, ukazały się 2 jego kolejne artykuły, a H-index wzrósł z 6 do 7.

Uczestnictwo w konferencjach naukowych

Przed doktoratem: 10 wystąpień, w tym 3 na konferencjach międzynarodowych.

Po doktoracie: 9 wystąpień, w tym 7 na konferencjach międzynarodowych.

Habilitant był także członkiem Technical Program Committee międzynarodowej konferencji IEEE European Solid-State Circuits Conference /European Solid-State Device Research Conference ESCIRC/ESDERC 2019, 23-26 września, Kraków.

Wysoka aktywność konferencyjna przyczynia się z pewnością do wysokiej rozpoznawalności dr. Otfinowskiego w, niezbyt licznym na świecie, środowisku projektantów układów scalonych na potrzeby aparatury do prowadzenia eksperymentów fizycznych.

Udział w pracach naukowo badawczych

Habilitant uczestniczył, jako wykonawca, w 7 grantach naukowo-badawczych. Jednym międzynarodowym związanym z eksperymentem Compressed Baryonic Matter (CBM) w GSI Darmstadt (której to międzynarodowej kolaboracji jest członkiem). Kierował jednym grantem – NCN Preludium. Uczestniczył w dwóch grantach finansowanych przez NCBiR i w trzech typu NCN Opus.

Współpraca międzynarodowa

Habilitant odbył dwa staże naukowe w Fermi National Accelerator Laboratory, Illinois, USA w latach 2016 i 2017 (9 + 7 tygodni).

Wnioskując z wykazu publikacji, aktywność naukowa Habilitanta skupiała się na opracowywaniu układów scalonych do zastosowania w aparaturze eksperymentów fizycznych. Prace były realizowane w mniej lub bardziej sformalizowanej współpracy z naukowcami z ośrodków zagranicznych.

Wnioskując z listy współautorów publikacji Habilitanta, ośrodki te to:

- FERMILAB, Batavia, IL, USA
- GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH (Darmstadt, Niemcy)
- European Synchrotron Radiation Facility (Grenoble, Francja)
- French National Synchrotron Facility SOLEIL (Saint-Aubin, Francja)

Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne i popularyzatorskie

Dostarczona mi do oceny dokumentacja nie zawiera, niestety, informacji o zajęciach dydaktycznych prowadzonych przez Habilitanta. Zawiera jednak informację, że W 2014 roku Habilitant współuczestniczył w powstaniu nowego kierunku studiów Mikroelektronika w Technice i Medycynie na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej, AGH w Krakowie, za co otrzymał wyróżnienie w postaci zespołowej nagrody dydaktycznej I stopnia Rektora AGH. Skoro brał udział w tworzeniu nowego kierunku studiów, to zakładam, że prowadzi też na nim zajęcia dydaktyczne.

Szczególne moje uznanie budzi fakt zaangażowanie kandydata Ogólnopolską Olimpiadę Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej (OOWEE). Działalność taka, popularyzująca wiedzę techniczną wśród młodzieży, sprzyja zwiększeniu zainteresowania studiowaniem kierunku Elektronika, spadającym, niestety, w ostatnich latach.

Także pełnienie opieki nad kołem naukowym może sprzyjać pozyskiwaniu chętnych do kontynuowania studiów doktoranckich czy podejmowania pracy na Uczelni i jest chwalebne.

Wyrazem uznania dla osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych, ze strony macierzystej Uczelni, jest 5 nagród indywidualnych i zespołowych Rektora AGH.

Konkluzja

Przedstawiony do oceny zestaw 8 publikacji jest zgodny tematycznie ze wskazanym przez dr. inż. Piotra Otfinowskiego osiągnięciem naukowym „Rozwój pikselowych detektorów promieniowania jonizującego o wysokiej rozdzielczości przestrzennej”. Osiągnięcie to stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne. Publikacje, które składają się na osiągnięcie, potwierdzają realizację założonych celów badawczych. Udział Habilitanta w realizacji opublikowanych wyników był zawsze znaczący, a w większości przypadków kluczowy.

Habilitant wykazuje również istotną aktywność naukową na polu projektowania i realizacji układów podobnych do tych stanowiących przedmiot osiągnięcia naukowego, np. współpracujących z detektorami dedykowanymi eksperymentom fizyki wysokich energii, realizowanymi we współpracy międzynarodowej.

Także działalność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzatorska habilitanta zasługują na uznanie.

Podsumowując uważam, że przedstawione osiągnięcie naukowe stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej AEEiTK i tym samym spełnia wymagania ustawowe stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego. Habilitant, moim zdaniem, posiada wszystkie cechy jakie powinien mieć samodzielny pracownik naukowy.

W związku z powyższym, **pozytywnie opiniuję wniosek dr. inż. Piotra Otfinowskiego o nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego.**

