

Prof dr hab. inż. Andrzej Handkiewicz  
Wydział Techniczny  
Akademia im. Jakuba z Paradyża  
ul. Fryderyka Chopina 52, 66-400 Gorzów Wlkp.  
e-mail: AHandkiewicz@ajp.edu.pl

Poznań, 9.04.2024

SEKRETARIAT  
Rady Dyscypliny AEEITK

Wpłynęło dnia ..... 9.05.2024

Zarejestrowano pod nr .....

Podpis ..... *Jm*

OCENA  
dorobku naukowego  
**dra inż. Rafała Kłeczka**  
w związku z wszczęciem postępowania habilitacyjnego  
na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii  
Biomedycznej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica  
w Krakowie

## 1 Wstęp

Pan dr inż. Rafał Kłeczek ukończył studia na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie w 2009 roku, a stopień doktora uzyskał w roku 2014. Obecnie jest zatrudniony na stanowisku adiunkta na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH.

Postępowanie habilitacyjne, związane z działalnością naukową dra Rafała Kłeczka, dotyczy osiągnięcia pt:

**Rozwój scalonych wielokanałowych układów elektroniki front-end do detekcji promieniowania jonizującego o dużej intensywności.**

Podstawą niniejszej oceny jest 9 publikacji, w tym 7 indeksowanych w JCR, wskazanych przez Habilitanta jako ściśle związanych z tym osiągnięciem naukowym w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne, które ukazały się po uzyskaniu stopnia doktora jak również autoreferat z opisem osiągnięcia naukowego, działalności dydaktycznej, wdrożeniowej i międzynarodowej oraz pozostałe załączniki.

1/5 *Jm*

## 2 Ocena osiągnięcia naukowego

Działalność naukowa Habilitanta dotyczy projektowania układów scalonych do zliczania fotonów rejestrowanych w detektorach paskowych i pikselowych. Tematykę naukową dra Kłęczka należy uznać za aktualną i perspektywiczną. Działalność ta dotyczy w szczególności:

1. opracowania wielokanałowego układu scalonego do współpracy z detektorem paskowym,
2. zaprojektowania wielokanałowego układu scalonego, o niskim poziomie szumów, do współpracy z detektorem pikselowym,
3. opracowania wielokanałowego układu scalonego dokonującego kilkudziesięciu milionów zliczeń cząstek rejestrowanych w detektorze pikselowym.

Pierwszy z wymienionych układów został wytworzony w technologii UMC (United Microelectronics Corporation z siedzibą w Hsinchu na Tajwanie) 180 nm, dwa kolejne w technologii TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company) odpowiednio 130 nm i 40 nm. Obie wytwórnie układów scalonych należą do światowej czołówki pod względem rozwoju technologii tranzystorów polowych (FET).

Pan dr Kłęczek, uwzględniając powyższe problemy, przedstawił następujące osiągnięcia naukowe:

1. przeanalizowanie i zaprojektowanie czterech struktur wzmacniacza ładunkowego CSA z tranzystorami wejściowymi FET: dwóch o kanale typu n i dwóch z kanałem typu p,
2. zaprojektowanie w technologii UMC 180 nm członu analogowego, o rozmiarach  $58\mu m \times 1.9mm$ , w bloku współpracującym z detektorem paskowym,
3. zaimplementowanie w technologii TSMC 130 nm matrycy  $128 \times 176$  (w drugiej wersji  $128 \times 256$ ) pikseli o rozmiarach  $75\mu m \times 75\mu m$  z zastosowaniem nowej metody kasowania impulsów,
4. zaimplementowanie w technologii TSMC 40 nm układu scalonego PXF40 zawierającego matrycę  $24 \times 18$  pikseli o rozmiarach  $100\mu m \times 100\mu m$ ,
5. zaimplementowanie w technologii TSMC 40 nm układu scalonego SPHIRD-1 zawierającego matrycę  $64 \times 32$  pikseli o rozmiarach  $50\mu m \times 50\mu m$ .

### 2.1 Podsumowanie oceny osiągnięcia naukowego

Zaprojektowane i zrealizowane układy scalone do rejestracji sygnałów z detektorów ładunkowych charakteryzują się zadowalającymi parametrami związanymi z zajętością powierzchni na krzemie, poborem mocy i poziomem szumów. Dr Kłęczek ma w tej dziedzinie ponad 10-cio letnie doświadczenie. Należy podkreślić, że kolejne projekty były realizowane w coraz bardziej zaawansowanych technologiach. Wykorzystanie rozwiniętych technologii

2/5  
A. J.

nie przekłada się bezpośrednio na projekt CSA ze względu na tranzystor polowy o dużych rozmiarach kanału na jego wejściu, ma jednak istotne znaczenie dla zmniejszenia poboru mocy i powierzchni na chipie części cyfrowej piksela.

Główny udział Habilitanta w realizacji badań i projektów dotyczył części analogowej toru odczytowego. Należy więc wysoko ocenić wkład dra inż. Rafała Kłęczka w badanie i realizację członów analogowych w układach dla odczytu sygnałów z detektorów ładunku.

### 3 Dorobek publikacyjny i ocena istotnej aktywności naukowej

Na dużą aktywność naukową dra Kłęczka wskazują zarówno wymienione wyżej wyniki merytoryczne jak i dane bibliometryczne. Np. baza WoS wykazuje aktualnie (dane z dnia 3.04.2024) 44 publikacje z łączną liczbą 426 cytowań. Uzyskany indeks Hirscha wynosi 8.

Najważniejsze czasopisma dotyczące projektowania ASIC, w których autorem lub współautorem artykułów po doktoracie był dr. inż. Rafał Kłęczek, są następujące:

1. IEEE Journal of Solid-State Circuits (artykuł włączony do osiągnięcia naukowego),
2. IEEE Transactions on Circuits and Systems. I (artykuł włączony do osiągnięcia naukowego),
3. IEEE Transactions on Circuits and Systems. II (artykuł włączony do osiągnięcia naukowego),
4. Journal of Instrumentation (łącznie 7 artykułów, 4 włączone do osiągnięcia naukowego, w tym 1 własnego autorstwa),
5. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement,
6. IEEE Transactions on Nuclear Science,
7. Microelectronics Journal.

Czasopisma, z których artykuły są włączone do osiągnięcia naukowego, są wysoko punktowane w wykazie czasopism Ministerstwa Nauki. Czasopisma w punktach 1, 2 i 3 mają przypisane po 140 punktów, natomiast czasopismo na pozycji 4 ma w aktualnym wykazie 100 punktów. Artykuły opublikowane w Journal of Instrumentation są pokłosiem referatów prezentowanych na konferencjach International Workshop on Radiation Imaging Detectors.

Habilitant jest również współautorem artykułów w czasopismach o tematyce fizycznej:

1. Nuclear Physics. A,
2. The European Physical Journal,
3. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A.

3/5 J.K.



### 3.1 Dorobek wdrożeniowy

Dr Kłeczek był, przed uzyskaniem stopnia doktora, wykonawcą w dwóch grantach NCBR, oraz kierownikiem i wykonawcą w grantcie NCN, Preludium 2. Po uzyskaniu stopnia był uczestnikiem wielu grantów z których najważniejsze to:

1. Przetwarzanie sygnałów sub-GHz dla półprzewodnikowych detektorów pikselowych, NCN OPUS V, 2014-2018, nr umowy AGH: 18/18/120/388.
2. Specjalizowane układy scalone w technologiach nanometrycznych do obrazowania kolorowego pracujące z dużym natężeniem promieniowania X, NCN OPUS XI, 2017-2020. 2016/21/B/ST7/02228.
3. Niskomocowe, niskopowierzchniowe bloki wspierające pracę układów analogowych w wielokanałowych nanometrycznych układach scalonych przeznaczonych do eksperymentów biomedycznych, NCN Sonata, lata 2017-2020, 2016/23/D/ST7/00488.
4. Development of a full-size prototype readout ASIC for the CBM Silicon Tracking System, we współpracy z ośrodkiem badawczym GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH (Darmstadt, Germany), lata 2010 – 2018.
5. Szybkie układy scalone do precyzyjnego pomiaru czasu w strukturach pikselowych w technologiach nanometrycznych, NCN OPUS14, lata 2018-2023, 2017/27/B/ST7/01217.

Należy podkreślić, że układy scalone przedstawione we wniosku związku zostały wdrożone w komercyjnych urządzeniach, co wiąże się z realizacją następujących projektów:

1. Prototyp pikselowej struktury o wysokiej rozdzielczości energetycznej dla dwuwymiarowego detektora pikselowego i finalna pikselowa struktura o wysokiej rozdzielczości energetycznej dla dwuwymiarowego detektora pikselowego, we współpracy z firmą Rigaku Corporation (Japonia), lata 2017-2022.
2. Development of an efficient detector with small pixels and high count rate capabilities optimised for coherent X-ray scattering experiments and suitable to make optimum use of the ESRF-EBS, we współpracy z grupą detektorową z European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), Grenoble (France), lata 2020-2023.
3. Fast prototype ASIC with three energy thresholds for hybrid pixel detector, we współpracy z grupą detektorową z Synchrotron SOLEIL, Saint-Aubin, Francja, lata 2021-2023.
4. Prototypowy ASIC dla detektora półprzewodnikowego, we współpracy z firmą DT – Detection Technology (Finlandia).
5. Projekt plików produkcyjnych GDS dla prototypowego i finalnego układu scalonego ASIC dla pikselowego detektora CdTe, we współpracy z polską firmą: PID Polska spółka zoo ul. Osmańska 12, Warszawa.

4/5 *A. J.*

### 3.2 Podsumowanie oceny istotnej aktywności naukowej

Habilitant, zajmując się od ponad dziesięciu lat metodami projektowania ścieżek analogowych układów odczytu sygnałów wytwarzanych w detektorach promieniowania jonizującego, wprowadził szereg oryginalnych i znaczących rozwiązań w tym zakresie. Efektem są nisko-szumowe układy ASIC charakteryzujące się małą powierzchnią na chipie, małym poborem mocy i dużą szybkością odczytu. Układy zostały zaimplementowane w zaawansowanej technologii nanometrowej oferowanej w TSMC, firmie będącej obok IBM i INTELA w światowej czołówce technologicznej wytwórców układów scalonych. Potwierdzeniem uznania wyników naukowych dra Kłęczka są częste powołania na recenzenta prac naukowych w wysokiej rangi czasopismach, w szczególności w serii IEEE.

### 3.3 Ocena dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

Dr inż. Rafał Kłęczek działał aktywnie w sferze dydaktycznej będąc np:

- członkiem Jury w konkursie 'Diamenty AGH' - konkurs na studentką pracę dyplomową,
- sekretarzem Komitetu Głównego w Ogólnopolskiej Olimpiadzie Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej - zawody tematyczne dla uczniów szkół średnich,
- promotorem prac magisterskich i inżynierskich ponad dwudziestu studentów,
- współuczestnicząc w powstaniu nowego kierunku studiów 'Mikroelektronika w Technice i Medycynie',
- opracowując nowe przedmioty dla kierunku Inżynierii Biomedycznej.

## 4 Podsumowanie i ocena końcowa

Osiągnięty przez dra inż. Rafała Kłęczka, po uzyskaniu stopnia doktora dorobek naukowy, pozwala na stwierdzenie, iż spełnia on w pełni wymagania sformułowane w Ustawie. Tematyka naukowa Habilitanta mieści się w głównym nurcie elektroniki. Warte szczególnego podkreślenia jest uczestnictwo Habilitanta w realizacji projektów, potwierdzające umiejętności praktyczne w analizie i projektowaniu struktur ASIC, a także Jego działalność dydaktyczna. Należy również stwierdzić, że efektem pracy naukowej Habilitanta są nie tylko artykuły w wysoko punktowanych czasopismach, ale również układy ASIC wbudowane do urządzeń pomiarowych i fizycznych wykorzystywanych w badaniu promieniowania jonizującego. Dlatego popieram wniosek dra inż. Rafała Kłęczka o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.

