



Warszawa, dnia 2014.07.21

prof. dr hab. inż. Ryszard Romaniuk

Politechnika Warszawska
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Instytut Systemów Elektronicznych

**KWESTIONARIUSZ- RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ DLA RADY
WYDZIAŁU ELEKTROTECHNIKI, ELEKTRONIKI, INFORMATYKI I AUTOMATYKI
POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ**

Tytuł rozprawy: Zintegrowane połączenia optyczne na podłożach ceramicznych

Autor rozprawy: mgr inż. Bartłomiej Guzowski

Podstawą recenzji jest uchwała RW Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej oraz pismo Dziekana w tej sprawie z dnia 30.06.2014.

1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy /teza rozprawy/ i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?

Rozprawa doktorska była wykonywana w Katedrze Przyrządów Półprzewodnikowych i Optoelektronicznych. Katedra specjalizuje się w modelowaniu i technologii elementów elektronicznych i optoelektronicznych, szczególnie technologii montażu. Rozprawa doktorska jest usytuowana w jednym z głównych nurtów prac katedry, a więc doktorant znalazł silne wsparcie merytoryczne dla swoich prac. W szczególności rozprawa stanowi element prowadzonych w Katedrze prac badawczych nad nową koncepcją ceramicznego *opto-podłoża* dla hybrydowych modułów wielostrukturalnych (wieloukładowych, wieloprocesorowych), określanymi w literaturze światowej terminem MCM – muti-chip module. Elementy, na ogół otwarte, usytuowane w module MCM, mogą być połączone ze sobą w różny sposób. Kryterium doboru są np.: rodzaj konstrukcji modułu, warstwy, wymiary, energia, pasmo, przesłuchy, funkcjonalność, itp. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest moduł MCM zawierający połączenia optyczne zintegrowane z podłożami ceramicznymi. Koncepcja tych podłoży jest przedstawiona w rozdz. 3.4. Problematyka doktoratu jest przedstawiona w trzech rozdziałach teoretycznych (rozdz. 1-3), a wyniki badań własnych autora w trzech kolejnych rozdziałach (rozdz. 4-6). Praca ma charakter teoretyczny i doświadczalny.

Zagadnieniem naukowym rozpatrzonym w pracy jest opracowanie podłoży ceramicznych

alundowych z zagrzebany światłowodem połączonym z konwerterami sygnałowymi E/O, O/E, a także ze sprzężeniem O/O ze światłowodem zewnętrznym.

Teza rozprawy została sformułowana przez autora w taki sposób, że autor podejmuje się wykonania następujących zadań konstrukcyjno-technologicznych, poprzedzonych analizą badawczą tego zagadnienia: wykonanie ceramicznego podłoża optycznego ze światłowodem zagrzebany, oraz wykonanie efektywnego energetycznie i prostego sprzężenia światłowodu włóknistego ze światłowodem zagrzebany. Teza jest sformułowana jasno, jednoznacznie i nie budzi zastrzeżeń realizacyjnych.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł / w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle /świadczący o dostatecznej wiedzy autora. Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Powiedziałbym, że analiza literaturowa jest w rozprawie wręcz nadmiarowa. Autor cytuje w pracy ponad 200 pozycji literatury z takich dziedzin jak: układy VLSI, technologie DWDM, skalowanie elektroniki, technologie SOI, MEMS, światłowody planarne, i inne. Trochę tak jakby pokazywał proces uczenia się w czasie przygotowywania się do napisania pracy doktorskiej. Niemniej jednak prace są cytowane w miarę trafnie i ich dobór dobrze ilustruje postępy prac autora. Wydaje się, że w pracy doktorskiej należałoby unikać monograficznego ujęcia tematu. Część wstępna pracy, związana z nieodzownym w doktoracie przeglądem literatury przedmiotu, ma tutaj nieco taki charakter monograficzny, a więc wydaje się nieco zbyt szeroki, być może nawet kosztem pogłębienia niektórych wątków, np. takich jak dokładniejsza analiza teoretyczna otrzymanych wyników laboratoryjnych.

Podsumowując, uważam że analiza źródeł w pracy została wykonana właściwie. Dobór literatury światowej jest właściwy i świadczy o dostatecznej wiedzy autora koniecznej do realizacji zaplanowanej tezy budowy połączeń optycznych dla celów realizacji optoelektroniczno-elektronicznego hybrydowego układu wielostrukturального.

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Struktura rozprawy doktorskiej jest następująca. Autor przedstawia kolejno przegląd elementów elektronicznych i fotonicznych oraz zagadnień technologicznych i konstrukcyjnych którymi następnie zajmuje się praktycznie. Są to technologie montażu, połączenia elektryczne i optyczne, integracja elementów i połączeń, specyficzne podłoża ceramiczne, konstrukcje i pomiary własne. Taka struktura pracy wydaje się właściwa. Przyjęte założenia realizacji połączenia optycznego na podłożu ceramicznym stanowiącym podstawę potencjalnego układu wielostrukturального leży w ważnym nurcie rozwojowym technologii hybrydowych układów scalonych z sygnałami niejednorodnymi, jednocześnie elektrycznymi i optycznymi. Przeprowadzone eksperymenty technologiczne z podłożami ceramicznymi i światłowodami doprowadziły autora do realizacji tezy pracy.

Można więc stwierdzić, że autor rozwiązał postawione zagadnienie i użył do jego rozwiązania właściwych metod, a założenia były uzasadnione.

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Do osiągnięć własnych Autora można zaliczyć:

1. Badania związane z doбором światłowodów przeznaczonych do integracji z podłożami ceramicznymi, przedstawione w rozdz. 4. Autor przebadął wytypowaną grupę światłowodów, odpowiednio, jednomodowych i wielomodowych pod kątem ich odporności na zginanie.

Przeprowadzone badania polegały na ocenie wpływu ilości zawinięć światłowodów na walce o różnych promieniach na tłumienie propagowanego sygnału. Światłowody zostały ponadto poddane testom odporności na oddziaływanie wysokich temperatur, typowych dla procesów realizacji modułów MCM z podłożami typu DCB.

2. Badania związane z integracją linii światłowodowych z podłożami ceramicznymi, opisane w rozdz. 5. Autor przeprowadził badania dotyczące integracji wytypowanego wcześniej rodzaju światłowodów z podłożami ceramicznymi poprzez umieszczenie ich w specjalnie wykonanych w tych podłożach rowkach. Dla wytypowanych rozwiązań wykonał badania tłumienności sygnału transmitowanego przez zintegrowane z podłożem ceramicznym światłowody. Dla badań tych zaproponował i przetestował dwie koncepcje sprzęgania światłowodów z elementami aktywnymi, odpowiednio, z jedną i dwoma ferrulami, wybierając ostatecznie dla prowadzonych badań rozwiązanie z dwoma ferrulami.
3. Badania związane ze sprzęganiem elementów aktywnych ze światłowodami wielomodowymi na podłożach ceramicznych, opisane w rozdz. 6. Autor przebadał trzy koncepcje sprzęgania: sprzęganie bezpośrednie, sprzęganie przy użyciu mikrosoczewek kulistych, oraz sprzęganie przy użyciu kąto-kulistych mikrosoczewek. Na szczególną uwagę zasługują badania dotyczące wytwarzania mikrosoczewek kulistych oraz kąto-kulistych. Obejmują one modelowanie, technologię realizacji i badania eksperymentalne wytwarzanych przez Niego soczewek.
4. Wykonanie demonstratora autonomicznej optycznej linii transmisyjnej zagrzebanej w podłożu ceramicznym oraz badania efektywności przesyłania przez tę linię optycznych sygnałów testowych z częstotliwościami 1 oraz 2 GHz.

5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników /zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy/?

Rozprawa przedstawia poprawnie i metodycznie wszystkie komponenty procesu projektowania, budowanego systemu. We własnej autorskiej części modelowania i technologii autor dokładnie przedstawia wykonane eksperymenty i wnioski z każdego pojedynczego kroku działania. Te wnioski niewątpliwie ułatwiają recenzentowi pracę, pokazując szczegółowo co autor zrobił samodzielnie. A tych prac było wiele, co wymieniam w p.4 recenzji. Z drugiej jednak strony przybliżają pracę do struktury laboratoryjnej dokumentacji technicznej. Ponadto tak szczegółowe wnioski powodują, że niektóre z nich są dość trywialne. Jednak zasadnicze wnioski przedstawiają istotę zagadnień rozwiązanych przez autora i prowadzących do realizacji tezy pracy.

Podsumowując, stwierdzam, że praca jest redakcyjnie poprawna, teza i jej dowód są przedstawione w sposób jasny i zrozumiały także dla nie specjalistów od integracji elektronicznej i optycznej.

6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Praca zawiera sporo materiału elementarnego, technicznego o charakterze dość podstawowym, który nie koniecznie musiał być umieszczony w pracy doktorskiej. Prawdopodobnie nie odbiło by się to na ocenie merytorycznej własnego materiału badawczego, którego jest dostatecznie dużo aby spełnić wymagania rozprawy doktorskiej. Jest to częsta maniera krajowych prac doktorskich w dziedzinie nauk technicznych, kultywowana w obawie, że praca będzie miała np. mniej niż 100 stron. Praca doktorska nadmiernie obszerna jest pisana, wydaje mi się, pod określony typ recenzenta, „klasycznego”.

Praca zawiera wiele tabel i wykresów dokumentujących prace techniczne doktoranta. Jest to dowód jego wytężonej pracy laboratoryjnej. Jednak te materiały nie mają wielkiego znaczenia merytorycznego. Oczywiście dobrze, że są umieszczone w załącznikach, a nie w głównej części pracy, jednak rozszerzają pracę do blisko 300 stron i upodabniają ją do raportu technicznego, a nie nowoczesnej pracy doktorskiej skupionej bardzo dokładnie i wąsko wokół tezy.

Format wydawniczy pracy jest nieco archaiczny. Nie jest to jednak wina doktoranta, a raczej zwyczajów wydawnictwa uczelnianego. Warto może byłoby rozważyć zmianę tego formatu np. na B5 i książkową formę wydawniczą, a nie brulionową, jak jest dotychczas.

7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Proponowane przez doktoranta rozwiązania nie mają charakteru pełnego rozwiązania technicznego czy prototypowego. Są to typowe rozwiązania uczelniano laboratoryjne pokazujące jedynie „proof-of-principle”.

Jednak co do zasadności połączeń optycznych i ich coraz częstszego zastosowania w hybrydowych scalonych układach wielostrukturalnych, i to w zaawansowanych rozwiązaniach komercyjnych, to oczywiście można wykazać znaczną, a nawet fundamentalną, przydatność takiej idei dla nauk technicznych.

8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

a/ nie spełniająca wymagań stawianych rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy

b/ wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania

c/ spełniająca wymagania

d/ spełniająca wymagania z nadmiarem

e/ wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie

Praca doktorska spełnia wszystkie wymagania określone stosownymi ustawami państwowymi i zasadami zwyczajowymi i wnioskuje o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

