

Gdynia. 14.03.2022.

dr hab. inż. Andrzej Łoziński prof. UMG

RECENZJA AUTOREFERATU DO WNIOSKU O PRZEPROWADZENIE
POSTĘPOWANIA HABILITACYJNEGO DR INŻ. ALICJI ANUSZKIEWICZ

Zaprezentowany do zrecenzowania autoreferat dr inż. Alicji Anuszkiewicz zatytułowany „Metody kształtowania właściwości światłowodów i komponentów optycznych” zawiera dziewięć publikacji dotyczących tego zagadnienia, których Wnioskująca jest współautorką z wkładem od trzydziestu do sześćdziesięciu procent. Publikacje zawarte są w recenzowanych czasopismach o zasięgu światowym.

Przedstawione artykuły zawierają opis konstrukcji, projektowania oraz badań właściwości propagacyjnych wytworzonych światłowodów, stanowiąc wkład w rozwój techniki światłowodowej.

Wnioskodawczynie stwierdza, że celem naukowym prezentowanego cyklu publikacji było opracowanie nowatorskich metod modyfikacji właściwości propagacyjnych światłowodów oraz uzyskanie w ten sposób unikatowych konstrukcji włókien optycznych i komponentów włóknistych, a także wykorzystanie światłowodów o szczególnych parametrach do opracowania oryginalnych rozwiązań w sensoryce i telekomunikacji.

Pierwszy opisany światłowod [A1] wykorzystujący klasyczny sposób propagacji światła jest modyfikacją włókna typu panda, przez zastosowanie rdzenia eliptycznego. Przeanalizowano w nim dwójtomności w funkcji długości transmitowanej fali dla różnych kątów ustawienia osi eliptycznego rdzenia względem bocznych otworów. Opracowano koncepcję włókna z dyspersją głównych osi polaryzacyjnych; wyznaczono zachowanie się polaryzacji oraz kąta tych osi w funkcji kąta obrotu rdzenia; opracowano metody pomiaru dwójtomności fazowej w dziedzinie interferencji spektralnej; opracowano metodę pomiaru kąta obrotu osi polaryzacyjnych, opartej o analizę spektralną

W drugiej pracy [A2] opisano światłowód o szklanym płaszczu z dużymi otworami, w którym rdzeń wykonano ze światłowodu fotonicznego z czystej krzemionki. Przy spełnieniu pewnych warunków dla geometrii mikrostruktury możliwe jest uzyskanie tzw. nieskończonego zakresu jednomodowości takiego włókna. Warunek ten był kluczowym dla realizowanego projektu. Ponadto światłowód powinien być dwójłomny. Wyniki pomiarów wykazały możliwość wykorzystania z dobrym skutkiem opisywanych światłowodów do realizacji czujników światłowodowych. Jako osiągnięcia należy uznać: opracowanie nowatorskiej koncepcji polaryzacyjnego włókna nieskończonego jednomodowego, zwiększenie dwójłomności oraz poprawienie parametrów czujnikowych w opracowanej strukturze, zwiększenie czułości na ciśnienie hydrostatyczne i obniżenie czułości na temperaturę, opracowanie metody pomiaru za pomocą interferometru Sagnaca oraz doświadczalną weryfikację parametrów opracowanego światłowodu.

W pracy [A3] przedstawiono koncepcję światłowodu mikrostrukturalnego generującego superkontinuum, wykorzystującego włókno krzemionkowe z płynnym, nieliniowym rdzeniem. Ze względu na wysoki nieliniowy współczynnik załamania dla 1064 nm, małe straty oraz niewielką toksyczność, do wypełnienia rdzenia zastosowano toluen. Współautorka uznaje jako zasadnicze osiągnięcia: opracowanie koncepcji światłowodu szklanego z rdzeniem wypełnionym cieczą o wysokiej nieliniowości, optymalizację dyspersji chromatycznej włókna, celem uzyskania płaskiej normalnej dyspersji w całym zakresie spektralnym oraz wykazanie możliwości generacji superkontinuum w światłowodzie o długości pojedynczych centymetrów przy relatywnie niskich wymaganiach dla pompy.

Praca [A4] poświęcona jest rozwiązywaniu technicznych trudności z łączeniem światłowodów mikrostrukturalnych z systemami transmisyjnymi, lub pomiarowymi. Aby np. zapobiec niszczeniu struktury podczas spawania opracowano koncepcję krzemionkowego światłowodu z nanostrukturyzowanym, szklanym rdzeniem o profilu parabolicznym. Poprzez analizę materiałową wytworzonych włókien nanostrukturyzowanych wykazano paraboliczny profil ich współczynnika załamania. Zweryfikowano koncepcję poprzez scharakteryzowanie właściwości propagacyjnych wykonanych światłowodów, zgodność zmierzonych i obliczonych właściwości światłowodów

wykazała słuszności koncepcji. Ponadto wykazano możliwości kształtowania właściwości propagacyjnych poprzez nanostrukturyzację rdzenia światłowodu, w szczególności charakterystyk modowych oraz dyspersji chromatycznej.

W pracy A[5] opisano badanie technologicznych problemów celem uzyskania optymalnego procesu wytwarzania włókien. Główne osiągnięcia to: wyznaczenie rozkładów naprężeń osiowych we włóknach nanostrukturyzowanych, wykazanie, że dzięki kontrolowanym parametrom wyciągania włókien nanostrukturyzowanych rozkłady naprężeń mają głównie komponent termiczny, wykazanie, że złożona struktura rdzenia światłowodu nanostrukturyzowanych nie wprowadza dodatkowych naprężeń osiowych, potwierdzenie, że naprężenia osiowe mają zanedbywalnie mały wpływ na wartość i profil oczekiwanego współczynnika załamania.

Prace opisane w artykułach A[6] i A[7] mają związek z użyciem materiałów zastosowanych w dwóch poprzednich pracach. Fakt, że użyta w nich domieszkowana germanem krzemionka wykazuje trwałą zmianę współczynnika załamania w wyniku oświetlania promieniowaniem UV (fotoczułość). W objętości krzemionki domieszkowanej germanem powstają centra o zwiększonym współczynniku załamania. To zjawisko pozwala tworzyć w niej periodyczne struktury o różnych współczynnikach załamania. Pozwala to tworzyć w domieszkowanym germanie siatki Bragga. Ze względu na niewielki udział w omawianych światłowodach pręcików domieszkowanych germanem, zbadano czy możliwe jest wytwarzanie struktur periodycznych indukowanych ultrafioletem w światłowodach mikrostrukturyzowanych oraz jaki wpływ ma na ten proces rozkład domieszki germanu. Wykonano badania porównawcze wykonując siatkę Bragga także w typowym telekomunikacyjnym światłowodzie Corning SMF-28, w tych samych warunkach.

Interesujące rezultaty prac polegają na: wykazaniu możliwości wytwarzania krótkookresowych struktur periodycznych (siatek Bragga) w światłowodach z dyskretną domieszką germanu; wykazaniu, że wytwarzanie siatek Bragga w światłowodach nanostrukturyzowanych jest możliwe z wykorzystaniem metody maski fazowej standardowo używanej do zapisu siatek Bragga we włóknach telekomunikacyjnych; wykazaniu, że wytwarzanie siatek Bragga w światłowodach nanostrukturyzowanych jest możliwe z wykorzystaniem metody maski fazowej standardowo używanej do zapisu siatek

Bragga we włóknach telekomunikacyjnych; wskazaniu zjawisk związanych z większą efektywnością zapisu siatek Bragga względem siatek uzyskiwanych we włóknach referencyjnych; wykazaniu, że niejednorodny rozkład domieszki germanu korzystnie wpływa na efektywność zapisu siatki Bragga, jeżeli najsilniejszy obszar siatki zlokalizowany jest w obszarze, gdzie propaguje się około 90% modu; pokazaniu, że poprzez nanostrukturyzację rdzenia możliwe jest zwiększanie efektywności zapisu siatki Bragga, co potwierdza swobodę metody nanostrukturyzacji w kształtowaniu nie tylko właściwości propagacyjnych, ale również pośrednio fotoczułości, względnie reflektancji siatek Bragga.

Prace przedstawione w artykułach [A8] i [A9] dotyczą zastosowania nanostrukturyzacji do tworzenia wiru optycznego. Pozwoliło to na swobodne kształtowanie efektywnego współczynnika załamania, więc wprowadzanie azymutalnej zmiany drogi optycznej poprzez azymutalną modyfikację tego współczynnika, a nie długości drogi fizycznej w elemencie o stałym współczynniku załamania (klasyczna płytka spiralna). W tym celu zaprojektowano płytkę fazową z liniowym, azymutalnym rozkładem współczynnika załamania i znaleziono rozkład dyskretny nanoprzecików z dwóch rodzajów szkielek, który realizuje efektywny rozkład ciągły. Kontrast $n_{\text{high}} - n_{\text{low}}$ współczynników załamania dla tych dwóch szkielek był niemal stały w funkcji długości fali. Celem umożliwienia integracji np. ze światłowodami, dodano kołowy płaszcz o średnicy 125 μm ze szkła o współczynniku załamania n_{low} .

Za istotne osiągnięcia w pracy [A8] Autorka uważa: opracowanie mikrokomponentu fazowego w oparciu o teorię medium efektywnego; wytworzenie mikrokomponentu fazowego do generacji wiru optycznego; eksperymentalną weryfikację możliwości generacji wiru optycznego przez nanostrukturyzowaną płytkę fazową; potwierdzenie założeń teoretycznych z eksperymentem, w szczególności zgodności ładunku wirów generowanych dla dwóch długości fali.

w pracy [A9] przedstawiono analizę numeryczną wykonaną celem zweryfikowania postawionych hipotez postawionych w pracy [A8].

Za najważniejsze osiągnięcia Autorka uważa: zidentyfikowanie problemu lokalizacji światła w płytkach nanostrykturyzowanych; wykazanie, że efekt

lokalizacji światła silnie zależy od grubości płytki; pokazanie kilku metod rozwiązania problemu lokalizacji światła oraz ograniczeń w generacji wirów przez płytki nanostrukturyzowane; wykazanie, że płytki zaprojektowane aby generować wiry o ładunku $m=1$ mogą służyć do generacji wirów większych ładunków gdy zwielokrotnimy ich grubość.

OCENA DOROBKU

Wszystkie przedstawione publikacje stanowią opracowania nowych rozwiązań konstrukcji światłowodów i komponentów włóknistych, stanowiąc wkład w rozwój technik światłowodowych.

W pracach [A1]-[A3] przedstawiono metody geometryczne modyfikacji właściwości polaryzacyjnych światłowodów, modyfikacji właściwości światłowodu wykonanego z czystej krzemionki z zastosowaniem fotonicznego rdzenia oraz modyfikację właściwości nieliniowych w światłowodzie fotonicznym z rdzeniem wypełnionym cieczą nieliniową, co przy zoptymalizowanej dyspersji chromatycznej pozwoliło wygenerować superkontinuum. W pracach [A4-A9] pokazano oryginalne metody modyfikacji właściwości propagacyjnych włókien optycznych za pomocą nanostrukturyzacji rdzenia i wykazano, że nanostrukturyzacja pozwala kształtować właściwości włókien optycznych oraz wytwarzać w nich struktury okresowe, np. siatki Bragga, czy komponenty fazowe.

Zadeklarowany różnorodny charakter udziału Wnioskującej w poszczególnych artykułach świadczy o Jej rozległej wiedzy w temacie.

Wnioskująca wykazuje się aktywnością naukową w wielu instytucjach naukowych:

- Wydział Elektroniki i Techniki Informatycznych, Politechnika Warszawska.
- Instytut Systemów Elektronicznych Uniwersytet Warszawski.
- Grupa Badawcza Materiały Fotoniczne, Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki.
- Katedra Fotoniki, Politechnika Wrocławska.
- Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych.
- Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski.

Ponadto Wnioskująca dołączyła dwanaście artykułów naukowych z listy JCR, będących owocem międzynarodowej współpracy z niekiedy bardzo egzotycznymi ośrodkami: Katar; Australia; Francja; Wietnam; Niemcy;

-

WNIOSKI KOŃCOWE

Na podstawie omówionych dziewięciu artykułów, różnorakiego charakteru udziału Wnioskującej w poszczególnych artykułach świadczącego o Jej rozległej wiedzy na ten temat, dużej międzynarodowej aktywności naukowej wnioskuję o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego dr. inż. Alicji Anuszkiewicz.

Wnioskuję ponadto o wyróżnienie Jej pracy habilitacyjnej.


Andrzej Łoziński