

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ NAUKOWYCH PRZEPROWADZONYCH w 2015 r. W RAMACH DOTACJI STATUTOWEJ W ZAKŁADZIE OPTOELEKTRONIKI IF WIMIM ZUT w Szczecinie

RAPORTY Z WYKORZYSTANIA ŚRODKÓW PRYZNANYCH W ROKU POPRZEDZAJĄCYM ROK ZŁOŻENIA WNIOSKU

I. Raport z wykorzystania środków przyznanych na utrzymanie potencjału badawczego

1. Syntetyczny opis zrealizowanych zadań badawczych objętych planem zadaniowo- finansowym z roku poprzedzającego rok złożenia wniosku, ze wskazaniem najważniejszych osiągnięć naukowych i zastosowań praktycznych oraz zadań z zakresu działalności upowszechniającej naukę.

Zadanie 3.

- 1) „Właściwości spektralne i EPR monokryształów tlenkowych do zastosowań laserowych”
(Kierownik zadania – prof. dr hab. inż. Sławomir Maksymilian Kaczmarek)
- 2) Celem badań było otrzymywanie i scharakteryzowanie właściwości optycznych, magnetycznych i dielektrycznych nowych materiałów dla potrzeb optoelektroniki.
- 3) Z uwagi na korzystniejszą infrastrukturę, większość monokryształów otrzymano przy współpracy z IF PAN: ErVO_4 , NdVO_4 , HoVO_4 , $\text{KGd}(\text{WO}_4)_2$, TiO_2 , $\text{La}_3\text{Ga}_{5.5}\text{Ta}_{0.5}\text{O}_{14}:\text{Sm}$, Er. W ramach współpracy z innymi ośrodkami badano inne monokryształy tam otrzymywane: np. EuVO_4 . Wykonano pomiary EPR, optyczne, magnetyczne oraz widm Ramana, badania rentgenowskie (w ramach współpracy z innymi ośrodkami).
- 4) Badania pomiarów krystalograficznych monokryształów $\text{KGd}(\text{WO}_4)_2$ wykazały, że faza niskotemperaturowa podwójnych wolframianów potasowo-gadolinowych jest monokliniczna o grupie przestrzennej $C2/c$ i nie podlega zmianie aż do 11 K. Zależne od temperatury badania Ramana wykazują, że częstotliwość fononów przesuwają się, co można wyjaśnić oddziaływaniem anharmonicznym fonon-fonon. Obserwowaną anomalię modu fononowego wokół 768 cm^{-1} można wyjaśnić bardzo słabym sprzężeniem spin-fonon. Wyniki otrzymane z analizy badań EPR mogą sugerować, że w kryształach KGW obecne są różne rodzaje oddziaływań i systemów magnetycznych. Systemy te mogą być związane zarówno z izolowanymi jak i sparowanymi centrami Gd^{3+} .
- 5) Badania EPR i optyczne monokryształów ErVO_4 i NdVO_4 wykazały antyferromagnetyczny charakter oddziaływań w tych kryształach. Z zależności kątowych dla kryształów ErVO_4 wynika, że jony Er^{3+} występują w tym kryształach w postaci izolowanej ($S=1/2$, $Q_{\text{cw}}=-0.28\text{ K}$) oraz w postaci par ($S=1$, $Q_{\text{cw}}=-8.25\text{ K}$). Lokalna symetria izolowanych jonów erbu jest D_{2d} , zaś sam sygnał pochodzi od dubletu Γ^7 . Lokalna symetria par jest niższa, C_2 . Paramagnetyczne centra erbu wykazują wysoki stopień anizotropii. Analizę zależności kątowych dla kryształu ErVO_4 przeprowadzono traktując kryształ jako system o niskiej gęstości centrów paramagnetycznych oraz inny, system o ich wysokiej koncentracji, stosując odpowiednie postaci matematyczne kształtów linii EPR. Główny sygnał EPR pochodzący od jonów Nd^{3+} sugeruje, że jony neodymu zajmują tetragonalne położenie o symetrii D_{2d} . Izolowane centra neodymu wykazują symetrię osiową, zaś obecne w kryształach, dzięki jonom V^{4+} , pary jonów neodymu, wykazują niższą symetrię. Oba rodzaje centrów, w przeciwieństwie do Er^{3+} , wykazują słabą anizotropię. Dla kryształu EuVO_4 badana była struktura elektronowa oraz równanie stanu przy pomocy metody eksperymentalnej (wysokie ciśnienia) oraz obliczeń teoretycznych DFT.

6. Monokryształy TiO_2 są niesłychanie trudne do otrzymania metodą Czochralskiego, ze względu na ucieczkę tlenu z ich roztopu. Przy współpracy z IF PAN, dzięki zastosowaniu metody topienia strefowego i zasilacza o wysokiej mocy, udało się otrzymać dobrej jakości monokryształy TiO_2 o średnicy 8 mm i długości 25 mm. Takie rozmiary gwarantują możliwość wykorzystania tych kryształów w optoelektronice. Planuje się domieszkować te kryształy jonami metali przejściowych, a w ich badaniach wykorzystać możliwości współpracy z instytutami tureckimi.
7. W przypadku monokryształów $\text{La}_3\text{Ga}_{5.5}\text{Ta}_{0.5}\text{O}_{14}:\text{Sm}, \text{Er}$ zbadano ich właściwości EPR i magnetyczne (podatność magnetyczna), stwierdzając obecność w tych kryształach jonów samaru i erbu w nierównoważnych magnetycznie położeniach. Jony samaru są bardziej związane z siecią aniżeli jony erbu. Z kolei te ostatnie wykazują zmianę oddziaływań z temperaturą. Dla izolowanych jonów erbu stan podstawowy zmienia się od Γ^6 dla temperatur poniżej 50 K (w tym zakresie temperatur przejścia elektronowe odbywają się wewnątrz dubletu Γ^6), zaś powyżej temperatury 61 K stanem podstawowym jest Γ^7 (przejścia elektronowe powyżej tej temperatury zachodzą wewnątrz dubletu Γ^7). W zakresie temperatur 50-61 K, jak świadczy o tym stała wartość momentu magnetycznego, przejścia elektronowe zachodzą pomiędzy dubletami Γ^6 i Γ^7 .
- 8) Tematykę powyższych badań realizowano zgodnie z potrzebami społecznymi (zapotrzebowanie na nowoczesne materiały dla potrzeb optoelektroniki) oraz edukacyjnymi. Wyniki badań wchodzą w zakres rozpraw doktorskich (mgr B. Bojanowski, mgr T. Skibiński) i pomnażają dorobek naukowy (dr H. Fuks, dr inż. G. Leniec). Wyniki badań były przedmiotem kilku prac oraz dwóch zgłoszeń patentowych. Zadanie będzie kontynuowane.

1)Przyznane patenty - publikacja w Biuletynie Urzędu Patentowego

2)Udział w konferencjach

Zadanie 3

1 - S.M. Kaczmarek, G. Leniec, H. Fuks, B. Bojanowski, "EPR properties of magnetically condensed MVO_4 (M=Fe, Ho, Er and Nd) single crystals", Zjazd Fizyków, Kielce 2015, poster

2 - S.M. Kaczmarek, G. Leniec, M. Berkowski, S. Kazan, M. Acikgoz, "Magnetic properties of $\text{La}_3\text{Ga}_{5.5}\text{Ta}_{0.5}\text{O}_{14}$ single crystals doped with Sm^{3+} and Er^{3+} ", International Advances In Applied Physics and Materials Science Congress & Exhibition

3 - S.M. Kaczmarek - "Optoelektronika w teorii i praktyce. Od inżynierii materiałowej do telekomunikacji", wykład proszony PTF Szczecin, 09.02.2015

4 - S.M. Kaczmarek - "Optoelektronika a fotonika. Od inżynierii materiałowej do telekomunikacji", Wydział Fizyki UW, Warszawa, 21.02.2015

3) monografie

4). Publikacje w czasopismach z bazy JCR lub European Reference Index for the Humanities(ERIH)

1 - G. Leniec, S.M. Kaczmarek, M. Berkowski, M. Głowacki, T. Skibiński, B. Bojanowski, "Growth and EPR properties of ErVO_4 single crystals", *Nukleonika*, 60(3) (2014) 405-410

2 - L. Macalik, S.M. Kaczmarek, G. Leniec, J. Hanuza, A. Pietraszko, T. Bodziony, T. Skibiński, "Temperature behaviour of the structural, magnetic and vibrational properties of $\text{KGd}(\text{WO}_4)_2$ single crystal", *Sci. Lett.*, 2015, 4: 122

3 - S.M. Kaczmarek, H. Fuks, M. Berkowski, M. Głowacki, B. Bojanowski, "Growth and EPR properties of NdVO_4 single crystals", *Applied Magnetic Resonance*, 46(9) (2015) 1023-1033

4 - Wojciech Paszkowicz, Javier López-Solano, Paweł Piszora, Bohdan Bojanowski, Andrés Mujica, Alfonso Muñoz, Yngve Cerenius, Stefan Carlson, and Hanna Dąbkowska, "Equation of state and electronic properties of EuVO_4 : A combined experimental and computational study", *Journal of Alloys and Compounds*, 648 (2015) 1005-1015

5) inne czasopisma

Zadanie 5. Wpływ struktury na właściwości magnetyczne i optyczne materiałów na bazie wolframianów i molibdenianów

- 1). Celem badań było określenie wpływu stanu skupienia (proszek, nanoproszek, monokryształ) i struktury podwójnych wolframianów i fosforanów: $\text{AlIReIII}(\text{BO}_4)_2$ ($A = \text{K, Na}$ oraz Li , $B = \text{W}$ oraz P , $\text{RE} = \text{La, Y, Gd, Ho, Er, Sm, Ab, Tb, Tm} = \text{Cr}$) na ich właściwości magnetyczne.
- 2). Przedmiotem badań były głównie związki $\text{Na}_3\text{RE}(\text{PO}_4)_2$ ($\text{RE} = \text{Y, Gd}$) czyste i domieszkowane iterbem, submikrokryształiczne, oraz $\text{Na}(\text{K})\text{Y}(\text{WO}_4)_2$ podwójnie domieszkowane Yb, Ho oraz Er, Tm , nanokryształiczne. Porównane zostały właściwości magnetyczne w/w materiałów otrzymanych metodą hydrotermalną i Pechiniego, stosując ich wygrzewanie w różnych temperaturach od 100 do 1100 °C. Wygrzewanie miało na celu zmianę struktury krystalicznej badanych związków. Przedmiotem badań w przypadku pierwszej grupy związków była analiza symetrii otoczenia jonów domieszek w zależności od temperatury wygrzewania związku. Jony domieszek (Gd) wykazywały oddziaływania antyferromagnetyczne. Zmiana temperatury wygrzewania prowadziła do zmiany struktury badanych związków. Zmianie ulegał kształt linii: dla niskich temperatur Gaussowski (120 °C), dla wysokich mieszany (500, 700 °C). Zmianom ulegały warunki rezonansowe (wysokie g , $D = 470 \cdot 10^{-4}$ cm i niskie g , $D = 525 \cdot 10^{-4}$ cm, odpowiednio). $E/D = 1/3$ – lokalna symetria: silna dystorsja od symetrii osiowej. W przypadku drugiej grupy związków analizowano lokalną symetrię i właściwości magnetyczne jonów domieszek (Yb, Ho, Er) stosując również pomiary podatności magnetycznej.

Zbadano również materiał polikryształiczny $\alpha\text{-AgY}_{1-x}\text{Gd}_x(\text{WO}_4)_2$. Stwierdzono, że związek ten krystalizuje w symetrii monoklinicznej, grupie punktowej $C2/m$. W położeniach jonów gadolinu stwierdzono wysokie pole krystaliczne (duża wartość parametru D). Mała wartość parametru E sugeruje słabą dystorsję rombowa.

- 3). Tematykę powyższych badań realizowano zgodnie z potrzebami społecznymi (zapotrzebowanie na nowoczesne materiały dla potrzeb optoelektroniki) oraz edukacyjnymi. Wyniki badań wchodzą w

zakres rozpraw doktorskich (T.Skibiński) pomnażają dorobek naukowy (dr H.Fuks, dr inż. G.Leniec). Wyniki badań były przedmiotem kilku prac oraz zgłoszeń patentowych. Zadanie będzie kontynuowane.

1)Przyznane patenty - publikacja w Biuletynie Urzędu Patentowego

2). Udział w konferencjach

1 - S.M. Kaczmarek, T. Skibiński, A. Matraszek, I. Szczygieł, J. Hanuza, "Magnetic studies of sub-microcrystalline pure and Yb doped $\text{Na}_3\text{Gd}(\text{PO}_4)_2$ orthophosphates synthesized by hydrothermal and Pechini method", Zjazd Fizyków, Kielce 2015, referat

2 - S.M. Kaczmarek, G. Leniec, L. Macalik, P. Ropuszyńska-Robak, J. Hanuza "EPR and magnetic studies of pure and Yb, Ho and Er, Tm codoped $\text{Na}(\text{K})\text{Y}(\text{WO}_4)_2$ double tungstate nanopowders synthesized by hydrothermal and Pechini method", International Advances In Applied Physics and Materials Science Congress & Exhibition, poster

3) monografie

4). Publikacje w czasopismach z bazy JCR lub European Reference Index for the Humanities(ERIH)

1 - Elżbieta Tomaszewicz, Hubert Fuks, Janusz Typek, Bogdan Sawicki, Monika Oboz, Tadeusz Groń, Tadeusz Mydlarz, "Preparation, thermal stability and magnetic properties of new $\text{AgY}_{1-x}\text{Gd}_x(\text{WO}_4)_2$ ceramic materials", *Ceramics Int.*, 41 (2015) 5734-5748

2 - Elżbieta Tomaszewicz, Grażyna Dąbrowska, Elżbieta Filipek, Hubert Fuks, Janusz Typek, "New scheelite-type $\text{Cd}_{1-3x}\text{Gd}_{2x}(\text{MoO}_4)_{1-3x}(\text{WO}_4)_{3x}$ ceramics-their structure, thermal and magnetic properties", *Ceram. Int.*, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.01.024>

Zadanie 7. Otrzymywanie i określenie właściwości fizycznych nowych materiałów scyntylacyjnych (wolframiany, $\text{BaY}_2\text{F}_8:\text{Nd}$, Ce)

1). Celem badań jest opracowanie technologii otrzymywania monokryształów tlenkowych (ZnWO_4 czyste i domieszkowane Ca oraz ko domieszkowane Ca, Eu, BaY_2F_8 domieszkowane Nd, Ce) dla zastosowań scyntylacyjnych, domieszkowanych metalami przejściowymi i metalami ziem rzadkich, a także zbadanie ich właściwości optycznych, dielektrycznych i magnetycznych. Monokryształy otrzymane zostały metodą Czochralskiego. Badano ich właściwości optyczne, dielektryczne oraz magnetyczne z wykorzystaniem spektrometru EPR oraz szeroko rozumianej spektroskopii optycznej (termoluminescencja, radioluminescencja fotoluminescencja, absorpcja).

2). W efekcie otrzymano dobrej jakości monokryształy, które charakteryzują niezłe wartości sprawności emisji ($\text{LY}=1500$ phe/min).

3. Tematykę powyższych badań realizowano zgodnie z potrzebami społecznymi (zapotrzebowanie na nowoczesne materiały dla potrzeb optoelektroniki) oraz edukacyjnymi. Wyniki badań wchodzą w

zakres rozprawy doktorskiej (mgr Z. Kowalski) pomnażają dorobek naukowy (dr H.Fuks, dr inż. G.Leniec). Wyniki badań były przedmiotem kilku prac. Zadanie będzie kontynuowane

1)Przyznane patenty - publikacja w Biuletynie Urzędu Patentowego

2)Udział w konferencjach

1 - Z. Kowalski, S.M. Kaczmarek, K. Brylew, W. Drozdowski, "Radioluminescence as a Function of Temperature and Low Temperature Thermoluminescence of BaY₂F₈:Ce and BaY₂F₈:Nd Crystals", IWASOM'15, Gdańsk 19-24.07.2015, oral

2 - Z. Kowalski, S.M. Kaczmarek, M. Berkowski, M. Głowacki, A. Suchocki, V. Zhydachevskii, "Growth and optical properties of ZnWO₄ single crystals doped with Ca and Eu", ECCG5, Bologna, 9-11.09.2015, Italy, poster

3). Monografie

4). Publikacje w czasopismach z bazy JCR lub European Reference Index for the Humanities(ERIH)

1 - Z. Kowalski, S.M. Kaczmarek, K. Brylew, W. Drozdowski, "Radioluminescence as a Function of Temperature and Low Temperature Thermoluminescence of BaY₂F₈:Ce and BaY₂F₈:Nd Crystals", *Optical Materials* (1.981), <http://dx.doi.org/10.1016/j.optmat.2015.12.047>

2 – "GROWTH AND PROPERTIES OF ZnWO₄ SINGLE CRYSTALS PURE AND DOPED WITH Ca AND Eu", *J. Cryst. Growth*, under review

Przewód doktorski:

Z. Kowalski: „SYNTEZA I CHARAKTERYSTYKA NISKOTEMPERATUROWYCH MATERIAŁÓW SCYNTYLACYJNYCH I DOZYMOMETRYCZNYCH, WOLFRAMIANÓW I MOLIBDENIANÓW CZYSTYCH I DOMIESZKOWANYCH JONAMI ZIEM RZADKICH I METALI PRZEJŚCIOWYCH”, otwarty w dniu 24.02.2016

Zadanie 5.

Właściwości magnetyczne ceramiki Mo-Ti-C oraz Mo-Si-Ti-C

(Kierownik zadania – prof. dr hab. Sławomir Maksymilian Kaczmarek)

- 1) Celem planowanych przedsięwzięć było zbadanie właściwości magnetycznych nowych materiałów charakteryzujących się dużą twardością mechaniczną, odpornością na wysokie temperatury, korozję, starzenie i chemiczne oddziaływanie, o wysokiej stabilności chemicznej, dobrym przewodnictwie elektrycznym i cieplnym, interesujących właściwościach magnetycznych. Materiały te okazały się być (dla określonej kombinacji faz składowych) superparamagnetykami.
- 2) Materiały wytwarzane zostały w Zakładzie Metaloznawstwa i Odlewnictwa WIMiM przez Panią prof. A. Biedunkiewicz. Badaniom podlegały ich właściwości magnetyczne z wykorzystaniem spektrometru EPR w temperaturach od ciekłego helu do pokojowej oraz urządzenia SQUID w podobnych temperaturach i polach magnetycznych od 100 Oe do 10000 Oe. Potwierdzono

właściwości superparamagnetyczne jednego z badanych związków i poddano go procedurze patentowej.

- 3) Tematykę powyższych badań realizowano zgodnie z potrzebami społecznymi (zapotrzebowanie na nowoczesne materiały dla potrzeb optoelektroniki) oraz edukacyjnymi. Wyniki badań pomnażają dorobek naukowy (dr hab. T. Bodziony, dr H.Fuks, dr inż. G.Leniec). Wyniki badań będą przedmiotem kilku prac oraz zgłoszenia patentowego. Zadanie będzie kontynuowane.

Oprócz w/w przebadano właściwości magnetyczne kulek ze stali nierdzewnej (C, Cr-18, Fe-72, Mn-2, Ni-10, P, S, Si-1) o różnych rozmiarach i poddawanych obróbce azotowania w różnych warunkach. Próbkę pochodziły od prof. Jerzego Michalskiego z Warszawy. Przeprowadzono pomiary EPR oraz podatności magnetycznej. Oba rodzaje pomiarów wykazały narastanie podatności magnetycznej ze wzrostem temperatury. Badania podatności magnetycznej wykazały wpływ technologii obróbki na wartość krytycznej wartości pola magnetycznego, dla której obserwuje się istotną zmianę podatności magnetycznej. Sygnał EPR stanowi szeroką ciągłą linię widoczną w zakresie 5-300 K, typową dla jonów żelaza, aczkolwiek położenie środka linii odbiega od charakterystycznego dla jonów Fe ($g \sim 2$) i obserwuje się je dla $g \sim 1$. Świadczy to o tym, że centra paramagnetyczne odpowiedzialne za ten sygnał są centrami złożonymi, nie izolowanymi. Jednym z parametrów mających wpływ na rodzaj centrów paramagnetycznych wydaje się być zawartość węgla. Niższa koncentracja węgla bardzo istotnie zmienia kształt linii EPR, czyniąc go dalekim od Lorentza. Można to wyjaśnić obecnością prądów powierzchniowych w próbkach o niskiej koncentracji węgla podczas pomiaru EPR. W próbkach o wysokiej koncentracji węgla takiego prądu się nie obserwuje i sygnał EPR zbliża się w kształcie do kształtu Lorentza, charakterystycznego dla izolowanych jonów żelaza. Azotowanie powierzchni kulek ze stali AISI prowadzi do podobnych obserwacji. Kulki silnie azotowane charakteryzuje kształt linii EPR zbliżony do kształtu Lorentza. Domieszkowanie stali AISI C lub N prowadzi do rozbicia cząstek magnetycznych na mniejsze „porcje”, które dają sygnał EPR zbliżony do sygnału jonów izolowanych.

Wpływ domieszkowania C i N jednoznacznie ilustruje proces symulacji kształtu linii EPR. Dla wysokich koncentracji C, N symulacja taka poprawna jest dla kombinacji dwóch linii Lorentza, podczas gdy dla niskich koncentracji symulacja taka jest poprawna dla zmodyfikowanych linii typu Dysona. Pierwszy przypadek kojarzy się z ośrodkiem rzadkim magnetycznie, drugi z gęstym magnetycznie.

1). Przyznane patenty - publikacja w Biuletynie Urzędu Patentowego

1. Zgłoszenie patentowe A. Biedunkiewicz, M. Krawczyk, P. Figiel, G. Pótrolniczak, S.M. Kaczmarek, T. Bodziony, T. Skibiński, "Sposób wytwarzania proszku o specyficznych właściwościach magnetycznych do wytwarzania wyrobów kompozytowych", 28-s-15, Zgł. 20.03.2015, 24.04.2015 w programie: Inkubator Innowacyjności, objęte decyzją o komercjalizacji przez prorektora ZUT d/s nauki

2. Zgłoszenie patentowe: A. Biedunkiewicz, M. Krawczyk, P. Figiel, G. Pótrolniczak, S.M. Kaczmarek, T. Bodziony, T. Skibiński, "MoTiC - superparamagnetyk, Zgł. 22.09.2015 **European Patent** application Nr 15461561.1

2)Udział w konferencjach

III. Raport z wykorzystania środków przyznanych na finansowanie działalności polegającej na prowadzeniu badań naukowych lub prac rozwojowych oraz zadań z nimi związanych, służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich

A). mgr Skibiński Tomasz

Wpływ struktury na właściwości magnetyczne i optyczne materiałów na bazie wolframianów i molibdenianów domieszkowanych pierwiastkami ziem rzadkich i metali przejściowych do zastosowań w optoelektronice (matryce laserowe i fosfory).

Celem zadania badawczego było określenie wpływu rodzaju stanu skupienia [proszek, nanoproszek, monokryształ] i struktury podwójnych wolframianów, molibdenianów i fosforanów: $A^I RE^{III} (1-x) TM^{III}_x (MoO_4)_2$ oraz $A^{II}_n RE^{III} (WO_4)_2$ [A=K, Na oraz Li, B=W, Mo oraz P, RE=La, Y, Gd, Ho, Er, Sm, Yb, Tb, TM=Cr] na ich właściwości magnetyczne. Badania magnetyczne polikrystalicznych proszków, nanoproszków oraz monokryształów wykonane zostały przy pomocy spektrometru EPR ELEXSYS Bruker E500 oraz Quantum Design MPMS XL7.

Monokryształy KGW, badane były przy pomocy spektroskopii EPR. Dla czystego KGW opisano rodzaje izolowanych oraz parowych centrów, a także kompleksów gadolinowych wyższego rzędu.

Wynikiem pracy są publikacje:

1 - L. Macalik, S.M. Kaczmarek, G. Leniec, J. Hanuza, A. Pietraszko, T. Bodziony, T. Skibiński, "Temperature behaviour of the structural, magnetic and vibrational properties of $KGd(WO_4)_2$ single crystal", *Sci. Lett.*, 2015, 4: 122

2 - G. Leniec, S.M. Kaczmarek, M. Berkowski, M. Głowacki, T. Skibiński, B. Bojanowski, "Growth and EPR properties of $ErVO_4$ single crystals", *Nukleonika*, 60(3) (2014) 405-410

d) KONFERENCJA – poster :

1 - S.M. Kaczmarek, T. Skibiński, A. Matraszek, I. Szczygieł, J. Hanuza, "Magnetic studies of sub-microcrystalline pure and Yb doped $Na_3Gd(PO_4)_2$ orthophosphates synthesized by hydrothermal and Pechini method", Zjazd Fizyków, Kielce 2015, referat

B. mgr Zbigniew Kowalski

„SYNTEZA I CHARAKTERYSTYKA NISKOTEMPERATUROWYCH MATERIAŁÓW SCYNTYLACYJNYCH I DOZYMETRYCZNYCH, WOLFRAMIANÓW I MOLIBDENIANÓW CZYSTYCH I DOMIESZKOWANYCH JONAMI ZIEM RZADKICH I METALI PRZEJŚCIOWYCH”

Badaniom poddane zostały monokryształy BaY_2F_8 oraz $ZnWO_4$.

Publikacje:

1 - Z. Kowalski, S.M. Kaczmarek, K. Brylew, W. Drozdowski, "Radioluminescence as a Function of Temperature and Low Temperature Thermoluminescence of $BaY_2F_8:Ce$ and $BaY_2F_8:Nd$ Crystals", *Optical Materials* (1.981), <http://dx.doi.org/10.1016/j.optmat.2015.12.047>

2 – "GROWTH AND PROPERTIES OF ZnWO₄ SINGLE CRYSTALS PURE AND DOPED WITH Ca AND Eu", *J. Cryst. Growth*, under review

Monografie

1 – Napisał rozdział w monografii

Konferencje

1 - Z. Kowalski, S.M. Kaczmarek, K. Brylew, W. Drozdowski, "Radioluminescence as a Function of Temperature and Low Temperature Thermoluminescence of BaY₂F₈:Ce and BaY₂F₈:Nd Crystals", IWASOM'15, Gdańsk 19-24.07.2015, oral

2 - Z. Kowalski, S.M. Kaczmarek, M. Berkowski, M. Głowacki, A. Suchocki, V. Zhydachevskii, "Growth and optical properties of ZnWO₄ single crystals doped with Ca and Eu", ECCG5, Bologna, 9-11.09.2015, Italy, poster

C. mgr Bohdan Bojanowski

Właściwości strukturalne i magnetyczne monokryształów ortowanadanów ziem rzadkich (EuVO₄, ErVO₄, HoVO₄, NdVO₄)

Wynikiem pracy są publikacje:

1 - G. Leniec, S.M. Kaczmarek, M. Berkowski, M. Głowacki, T. Skibiński, B. Bojanowski, "Growth and EPR properties of ErVO₄ single crystals", *Nukleonika*, 60(3) (2014) 405-410

2 - S.M. Kaczmarek, H. Fuks, M. Berkowski, M. Głowacki, B. Bojanowski, "Growth and EPR properties of NdVO₄ single crystals", *Applied Magnetic Resonance*, 46(9) (2015) 1023-1033

3 - Wojciech Paszkowicz, Javier López-Solano, Paweł Piszora, Bohdan Bojanowski, Andrés Mujica, Alfonso Muñoz, Yngve Cerenius, Stefan Carlson, and Hanna Dąbkowska, "Equation of state and electronic properties of EuVO₄: A combined experimental and computational study", *Journal of Alloys and Compounds*, 648 (2015) 1005-1015

Konferencje:

1 - S.M. Kaczmarek, G. Leniec, H. Fuks, B. Bojanowski, "EPR properties of magnetically condensed MVO₄ (M=Fe, Ho, Er and Nd) single crystals", Zjazd Fizyków, Kielce 2015, poster

2) rozwojem specjalności naukowych w jednostce.

Badania prowadzone były w specjalnościach:

mgr Skibiński Tomasz, mgr Zbigniew Kowalski, mgr Bohdan Bojanowski: Optoelektronika