Jakub Jałą
(imię i nazwisko kandydata)

Gliwice, 28.09.2026
(miejscowość, data)

Streszczenie

Niniejsza praca obejmuje opracowanie nowych technik wytwarzania nanomateriałów z grupy chalkohalogenków $A^{15}B^{16}C^{17}$, badania ich właściwości pod kątem zastosowania w fotodetekcji i weryfikację możliwości modyfikacji ich właściwości na etapie syntezy, a także pomiary układów fotodetektorów na bazie związków chalkohalogenków $A^{15}B^{16}C^{17}$ oraz ich heterostruktur. Zakres badań objął cztery materiały: SbSI, BiSI, SbSeI oraz BiSeI. Prace rozpoczęto od opracowania modyfikacji metody syntezy sonochemicznej chalkohalogenków $A^{15}B^{16}C^{17}$, poszerzając jej zastosowania o możliwość wytwarzania chalkohalogenków bizmutu poprzez dobór odpowiednich prekursorów. Równolegle opracowano metodę wytwarzania warstwy chalkohalogenków $A^{15}B^{16}C^{17}$ bezpośrednio na wybranym podłożu w oparciu o techniki przetwarzania roztworów. Do charakteryzacji mikrostrukturalnej i fazowej otrzymanych materiałów wykorzystano technikę skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) ze spektrometrią promieniowania rentgenowskiego z dyspersją energii (EDS) oraz dyfraktometrii rentgenowskiej (XRD). Przeprowadzone badania wykazały skuteczność opracowanych metod syntezy, a uzyskane wyniki potwierdziły wysoki stopień czystości otrzymanych faz chalkohalogenków $A^{15}B^{16}C^{17}$. Wykonana analiza statystyczna pozwoliła określić średnie wymiary nanodrutów uzyskanych dla każdego z badanych materiałów, a także statystyczny rozkład ich wymiarów. W kolejnym etapie przeprowadzono pomiary spektroskopią odbicia dyfuzyjnego (DRS) dla nanodrutów chalkohalogenków wytworzonych metodą syntezy sonochemicznej oraz warstw chalkohalogenków wytworzonych metodą przetwarzania roztworów. Pozwoliło to wyznaczyć przerwy energetyczne otrzymanych materiałów. Następnie przeprowadzono syntezy sonochemiczne nanodrutów chalkohalogenków $A^{15}B^{16}C^{17}$ przy zmodyfikowanych stosunkach molowych ich prekursorów. Dla każdego z czterech badanych materiałów wykonano syntezy przy czterech różnych stosunkach molowych prekursorów, odpowiednio 1:1:1; 1,5:1:1; 1:1:1,5; 1:0,5:1,5, względem standardowej stechiometrii związków $A^{15}B^{16}C^{17}$. Ta część prac miała na celu weryfikację wpływu stosunków molowych prekursorów na stopień zdefektowania struktury chalkohalogenków $A^{15}B^{16}C^{17}$, a w konsekwencji na ich właściwości, takie jak typ przewodnictwa i koncentracja nośników ładunku. Hipotezę tę następnie zweryfikowano w oparciu o kombinację pomiarów spektroskopii impedancyjnej, elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej oraz spektroskopii Ramana. Otrzymane wyniki potwierdziły możliwość modyfikacji zarówno koncentracji nośników ładunku, jak i typu przewodnictwa na etapie syntezy chalkohalogenków $A^{15}B^{16}C^{17}$ poprzez modyfikację stosunków molowych prekursorów. W ostatnim etapie badań wykonano fotodetektory na bazie otrzymanych wcześniej materiałów, zarówno nanodrutów chalkohalogenków otrzymanych metodą syntezy sonochemicznej, jak i warstw wytworzonych metodą przetwarzania roztworów. Badano układy pojedynczych chalkohalogenków oraz ich heterostruktur przy oświetlaniu światłem o różnych długościach fali. Uzyskane wyniki odpowiedzi fotoprądowej oraz wyznaczona responsywność detektorów wykorzystujących chalkohalogenki $A^{15}B^{16}C^{17}$ potwierdziły potencjał aplikacyjnych materiałów i ich heterostruktur, ze szczególnym wskazaniem na chalkohalogenki bizmutu.