

Charakteryzacja nanostruktur kwantowych przy pomocy spektroskopii optycznej jest konieczna do wykorzystania ich pó niej jako nowoczesne emitery wiata nieklasycznego. Zerowymiarowe nanostruktury półprzewodnikowe, czyli kreski (lub kropki) kwantowe wytwarzane metodami samoistnego wzrostu podczas nanoszenia warstw jednego półprzewodnika na drugim o ró nej stałej sieci krystalicznej, zwykle nazywa si sztucznymi atomami ze wzgl du na podobie stwo struktury poziomów energetycznych dla elektronu. Przej cia optyczne pomi dzy tymi stanami zwi zane s z emisj lub absorpcj jednego fotonu.

W projekcie badane b d struktury z InAs o wydłu onej geometrii, które charakteryzuj si wyra nie jednofotonow emisj , co zostało spradzone do wiadczelnie we wcze niejszych pracach na ich temat. Zakres spektralny emisji z pojedynczej struktury dla podstawowego wzbudzenia mo e zosta dopasowany do drugiego (1300 nm) lub trzeciego (1550 nm) okna telekomunikacyjnego wykorzystywanego do przesyłania informacji na dalekie odległo ci w zal no ci od parametrów wytwarzania próbki. Prowadzone b d badania na obu z nich. Charakterystyczne wydłu enie kształtu powoduje wyst powanie anizotropii polaryzacji emisji podstawowego wzbudzenia jakim jest para uchwyconych no ników o ró nym znaku ładunkowych, tzn. elektronu i dziury, która tworzy ekscyton. Rekombinacja ekscytonu do stanu podstawowego składa si z dwóch mo liwych przej optycznych daj cych w efekcie fotony o ró nej polaryzacji. W eksperymencie fotoluminescencji o wysokiej rozdzielczo ci dostrzega si wi c dwie linie spektralne, których polaryzacja jest liniowa i ortogonalna wzgl dem siebie. Z uwagi na dodatkowy efekt zwi zany z asymetri nanostruktury, intensywno linii emisyjnych nie jest równa, co oznacza zwi kszone prawdopodobie stwo emisji spontanicznej dla wybranego stanu polaryzacji fotonu. Jest to stan spolaryzowany wzdłu kierunku wydłu enia. Wydajno tego procesu jest jednak ograniczona do około 25% wzgl dego stosunku intensywno ci.

Celem projektu b dzie próba wykorzystania zewn trzengo czynnika jakim jest sprz enie emitera z polem optycznym otoczenia, które wpłynie na wydajno procesu emisji spotnamicznej. Przygotowanie pola anizotropowego w płaszczy nie, w której znajduj si nanostruktury, z jednej strony powinno prowadzi do wzmocnienia jednego z przej oraz do osłabienia drugiego, czego efektem b dzie w pełni spolaryzowany liniowo emiter pojedynczych fotonów. W badania wykorzystany b dzie model teoretyczny, który wsparty zestawem danych eksperymentalnych pozwoli przewidzie jak nale y zaprojektowa struktur aby osi gn maksymaln dysproporcj , oraz jaki jest limit dla kresek kwantowych InAs.

Poc tkowo przeprowadzone b d liczne badania eksperymentalne z wykorzystaniem wysokorozdzielczej spektroskopii mikrofololuminescencji z mo liwo ci detekcji spolaryzowanej liniowo emisji. Dost pna jest seria struktur emituj cych w zakresie 1300nm oraz 1550 nm. W badaniach pojedynczych nanostruktur niezbdne jest ograniczenie przestrzenne liczby emiterów, co uzyskuje si dzi ki trawieniu obszarów aktywnych o rozmiarach poni ej 1 mikrona. Wówczas liczba badanych aktywnych optycznie emiterów maleje, a dzi ki subtelnym ró nicom kształtu, składu i rozmiarów, dla ka dego emitera długo fali przej cia ekscytonu jest inna i mo e zosta poddana dokładnej analizie przy pomocy spektrometru. Wst pne badania ukazuj , e prostok tna struktura dielektryczna o rozmiarach 500 nm x 250 nm w płaszczy nie, ukierunkowana zgodnie z kierunkiem wydłu enia nanostruktury podnosi dysproporcj do warto ci około 50% wzgl dnego stosunku intensywno ci. W projekcie planuje si wykonanie bada dodatkowo dla geometrii kwadratowej oraz prostok tnej ukieurnkowanej prostopadle wzgl dem wydłu enia. Pozwoli to na rozpoznanie wydajno ci efektu i podanie zakresu mo liwego przestrajania zmian geometrii. Siła efektu powinna by równie zale na od rozmiaru podstawy dielektrycznej, zatem zbadane zostan prostok tne struktury w funkcji rozmiaru jednej z kraw dzi, do momentu a niemo liwa b dzie identyfikacja ekscytonów z uwagi na zbyt wysok g sto spektraln linii emisyjnych. Podejrzuwa si równie wyst powanie zale no ci dla ró nej pozycji emitera w strukturze dielektrycznej ze wzgl du na niejednorodno pola modu optycznego, gdy w samorosnym procesie tworzenia nanostruktur niemo liwa jest precyzyjna weryfikacja punktu, z którego emitowane s fotony. Oznacza to, e jedynym ilo ciowym parametrem mo e by odchylenie standardowe od warto ci redniej dla du ej liczby zmierzonych emiterów dla wybranej geometrii struktury dielektrycznej.

Wszystkie wyniki eksperymentalne poddane b d analizie porównawczej z wynikami uzyskanymi dzi ki symulacji dystrybucji pola modu optycznego dla zadanej fali płaskiej padaj cej na struktur w kierunku prostopadłym do płaszczyzny, w której znajduj si emitery. Rozkład pola optycznego w o rodku b dzie analizowany pod k tem optycznego stopnia polaryzacji dla dwóch liniowo spolaryzowanych fal płaskich zgodnie z wybranymi eksperymentalnie kierunkami. Symulacje wykonane b d dla prostopadło ciennej struktury dielektrycznej w otoczeniu pró niowym dla ró nych długo ci fali oraz dla ró nej geometrii podstawy. Pierwsze próby wykonane zostan dla eksperymentalnie dost pnej geometrii prostok tnej (2:1) i kwadratowej w funkcji rozmiaru. Rozkład pola elektrycznego w płaszczy nie pozwoli zweryfikowa jak zale y nat enie pola od pozycji w strukturze oraz wyliczony b dzie optyczny stopie polaryzacji w funkcji poło enia oraz w funkcji długo ci fali. Mo liwo ci komputerowe pozwol na zamodelowanie struktur o wi kszej asymetrii oraz innym kształcie, co pozwoli na optymalizacj paraetrów geometrycznych i materiałowych struktur dielektrycznych, pod k tem maksymalnego wzmocnienia emisji spontanicznej dla emitera kwantowego. Celem cisłego porównania z wynikami teoretycznymi, dodatkowo zastosowany b dzie model sprz enia modelowego emitera z wykorzystaniem Złotej Reguły Fermiego. Dopiero takie wyników potwierdzi lub zaprzeczy zgodnie eksperymnetu z teori i zainicjuje pomysł na now koncepcj liniowo spolaryzowanego ró dła pojedynczych fotonów.