

Rozprawa doktorska

Rezonansowa fluorescencja emitera kwantowego w ciele stałym z fluktuacjami energii przejścia

Rafał A. Bogaczewicz

Promotor: prof. dr hab. inż. Paweł Machnikowski

STRESZCZENIE

Niniejsza rozprawa doktorska składa się z cyklu trzech powiązanych tematycznie publikacji. Celem pracy jest teoretyczne zbadanie wpływu fluktuacji w półprzewodnikowym ciele stałym na widmo rezonansowej fluorescencji emitera osadzonego w materiale.

RF znalazła liczne zastosowania w badaniu właściwości emiterów na ciele stałym (w szczególności kropek kwantowych) oraz w generowaniu światła o pożądanych właściwościach dla informatyki kwantowej. W szczególności RF jest wykorzystywana w zminiaturyzowanych, scalonych kwantowych układach hybrydowych, w których modulowana akustycznie kropka kwantowa pełni rolę przetwornika między sygnałem akustycznym a optycznym. Niemniej jednak właściwości optyczne emitera – a co za tym idzie jego widmo RF – znajdują się pod niekorzystnym wpływem szumu otoczenia, który jest nieunikniony w układach ciała stałego. Zatem, aby tworzyć wysokiej jakości urządzenia kwantowe, niezbędne jest ilościowe zbadanie tych wpływów na emiter.

W pierwszej kolejności zamodelowano szum telegraficzny oraz biały, obliczając wynikające z nich zmiany w widmie RF oraz intensywności jego poszczególnych linii spektralnych. Następnie model szumu białego rozszerzono na przypadek emitera modulowanego przez powierzchniowe fale akustyczne, co odpowiada warunkom w kwantowych układach hybrydowych. Ilościowo wykazano, jak szum ogranicza efektywną akustyczną kontrolę rozpraszania światła na emiterze, a także zdefiniowano wymagania dotyczące stabilności sygnału akustycznego, niezbędne, aby jego właściwości pozostały możliwe do odczytania w widmie RF. Ostatecznie zamodelowano szum otoczenia jako fonony akustyczne. W tym przypadku w widmie RF odkryto profil Fano, którego istnienie zależy od temperatury otoczenia oraz siły sprzężenia fonon–emiter.

Podsumowując, w niniejszej pracy doktorskiej zamodelowano rozmaite rodzaje szumów, identyfikując charakterystyczne parametry, które mogą służyć do ilościowego opisu wpływu danego rodzaju fluktuacji na kształt widma RF. Otrzymane wyniki będą przydatne w diagnozowaniu rodzajów szumu wpływających na eksperymentalnie badane emiter-y półprzewodnikowe. W przypadku emitera modulowanego akustycznie, niniejsza rozprawa doktorska otwiera drogę do badań nad wpływem szumu na korelacje, w tym korelację drugiego rzędu, między konkretnymi pasmami widmowymi. Z kolei model emitera oddziałującego z fononami akustycznymi może zostać w przyszłości rozszerzony na inne rodzaje fononów, na przykład te występujące w materiałach dwuwymiarowych.