

Elektroniczne układy scalone o niezwykle wysokim stopniu zaawansowania są wykorzystywane obecnie na olbrzymią skalę, dzięki rozwijanej od wielu lat nanotechnologii na krzemie (Si). Współczesna technologia jest już bardzo blisko osiągnięcia limitu wydajności takich układów, którego przekroczenie nie będzie możliwe podążając stale w kierunku miniaturyzacji sprzętowej. Rozwiązanie niektórych problemów obliczeniowych może przyjść ze strony fotonowych układów kwantowych, które dzięki swej odmiennej naturze, związanej z niebinarnym sposobem przechowywania i przetwarzania informacji, doprowadzą do zupełnie nowych możliwości. Choć istnieje już wiele demonstracji z wykorzystaniem kwantowego układu jako m. in. bezpiecznego kanału transmisji klucza kwantowego, symulacji cząsteczek chemicznych i układów fizycznych w nanoskali, czy w roli specjalistycznego komputera, obecnie wciąż nie istnieją fotonowe urządzenia kwantowe produkowane na masową skalę. Najlepszym sposobem uzyskania praktycznego układu kwantowego o akceptowalnym koszcie wytworzenia i niskim stopniu skomplikowania jest skorzystanie z miniatury układów fotonowych na chipie, który będzie zawierał setki tysięcy elementów potrzebnych do przeprowadzenia złożonych operacji logicznych na wielu kubitach (fotonach) jednocześnie.

W projekcie podejmowane są zadania badawcze, których celem będzie stworzenie i demonstracja działania przyrządu w oparciu o pojedynczą kropkę kwantową jako źródło kubitów (fotonów). Wytworzenie i optymalizacja kropek z materiału InAs osadzonej w matrycy z InP, których zaletą jest spodziewany zakres długości fali emisji blisko 1,55 μm , a więc zakresu spektralnego istotnego również z punktu widzenia przekazywania informacji z wykorzystaniem światłowodowej sieci telekomunikacyjnej, jest jednym z celów projektu. Materiał ten nie był do tej pory testowany w kontekście efektywnej transmisji fotonów z kropki przez falowodowy sprzęgacz kierunkowy, rezonator pierścieniowy czy wielomodowy interferometr. Zarówno wytwarzanie kropek jak i bezpośrednia integracja pojedynczych kropek w układach falowodowych są wymagającymi zadaniami technologicznymi, w których należy zastosować wiele nowatorskich metod, takich jak wzrost epitaksjalny metodą chemicznego osadzania z fazy gazowej z użyciem związków metaloorganicznych, trawienie struktur falowodowych metodą litografii elektronowej, a co najistotniejsze, przeniesienie i scalenie dwóch różnych materiałów przy zachowaniu wysokiej jakości struktury krystalicznej na granicy. Dodatkowo, aby uzyskać wysoką wydajność emisji z kropki kwantowej wewnątrz falowodu, należy najpierw wybrać kropkę metodą mapowania jej emisji (spektroskopia optyczna), a następnie w pozycji kropki wytworzyć falowodową wnękę optyczną. Dla tak przygotowanej struktury fotonicznej możliwe jest zastosowanie nowatorskiej metody pobudzania optycznego kropki, przez zastosowanie dwóch laserów (impulsowy oraz pracy ciągłej). Realizacja wszystkich celów projektu powinna pozwolić osiągnąć najlepsze parametry określające stopień czystości emisji jednofotonowej oraz stopień nierozróżnialności kolejno emitowanych fotonów, a także umożliwić procesy obliczeniowe poprzez przetwarzanie fotonów propagujących przez sieć falowodów, co może być częścią współczesnej rewolucji kwantowej z ogromnymi możliwościami skalowania w kierunku bardziej skomplikowanych kwantowych układów logicznych.

Projekt realizowany jest we współpracy międzynarodowej pomiędzy zespołami z Politechniki Wrocławskiej (PWr) i z Duńskiego Uniwersytetu Technicznego (DTU) w Kopenhadze.