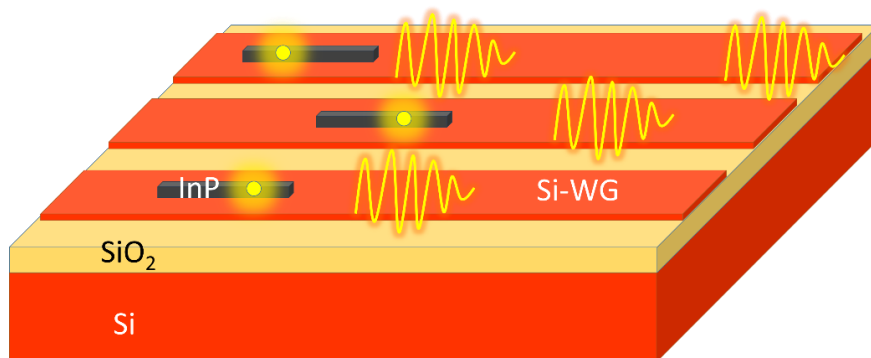


Elektroniczne układy scalone o niezwykłym stopniu zaawansowania są wykorzystywane obecnie na olbrzymią skalę, dzięki rozwijanej od wielu lat nanotechnologii na krzemie (Si). Współczesna technologia jest już bardzo blisko osiągnięcia limitu wydajności takich układów, którego przekroczenie nie będzie możliwe podążając stale w kierunku miniaturyzacji sprzętowej. Rozwiązanie niektórych problemów obliczeniowych może przyjść ze strony 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 urządzenia kwantowe produkowane na masową skalę. Najlepszym sposobem uzyskania praktycznego układu kwantowego o akceptowalnym koszcie wytworzenia i niskim stopniu skomplikowania jest wykorzystanie istniejącej infrastruktury krzemowej. Oznacza to szybki i łatwy transfer nowo powstałej technologii w kierunku masowej produkcji, na podobieństwo klasycznych układów elektronicznych, a więc układ, który będzie miał rozmiary mikrometryczne i będzie zawierał setki tysięcy elementów potrzebnych do przeprowadzenia złożonych operacji logicznych na wielu kubitach (fotonach) jednocześnie.

W projekcie podejmowane jest zadanie badawcze, którego celem będzie stworzenie i demonstracja działania przyrządu, którego działanie będzie oparte o pojedynczą kropkę kwantową jako źródło kubitów (fotonów). Ponieważ krzem nie jest odpowiednim materiałem dla pozyskania kropki kwantowej, konieczne jest wykorzystanie innego materiału, a następnie zintegrowanie jej z krzemem. 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 na platformę krzemową. Zarówno wytwarzanie kropek jak i bezpośrednia integracja pojedynczych kropek w układach na krzemie 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 falowodowocych metodą litografii elektronowej, a co najistotniejsze, przeniesienie i scalenie na poziomie atomowym dwóch różnych podłoży krystalicznych, przy zachowaniu wysokiej jakości struktury krystalicznej na granicy ośrodków. 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 falowód. Dla tak przygotowanej struktury fotonicznej możliwe jest zastosowanie równie nowatorskiej metody rezonansowego pobudzania optycznego kropki, przez zastosowanie nowoczesnej techniki laserowej i mikroskopowej w celu separacji fotonów lasera od fotonów emitowanych przez kropkę. Realizacja wszystkich celów projektu powinna pozwolić osiągnąć najlepsze parametry określające stopień czystości emisji jednofotonowej oraz stopień nierozróżnialności kolejno emitowanych fotonów, które są kluczowe z punktu widzenia przetwarzania informacji kwantowej, co może być częścią współczesnej rewolucji kwantowej z ogromnymi możliwościami skalowania w kierunku bardziej skomplikowanych kwantowych układów obliczeniowych.

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



Model koncepcyjny falowodowej struktury fotonicznej na platformie krzemowej (Si) z kropkami kwantowymi w InP.