

Kwantowe źródła światła, przykładowo emiterzy pojedynczych fotonów, są kluczowym aspektem umożliwiającym wytworzenie przyszłych rozwiązań dla technik kwantowej komunikacji. Oczekuje się także, że źródła pojedynczych fotonów będą stanowiły podstawę opracowania zintegrowanych układów fotonicznych do zastosowania w optycznych komputerach kwantowych. Dlatego też badania i rozwój technik wytworzenia i kontrolowania takich źródeł jest jednym z podstawowych celów wymienionym w europejskim programie badań kwantowych „European Quantum Flagship.” Realizacja powyższych celów pozwoli na wydajną produkcję kwantowych źródeł światła o precyzyjnie określonych z możliwością dokładnego strojenia do zastosowań w wymianie informacji i manipulacji kubitami. Taka kontrola pojedynczych fotonów wymaga jednak precyzyjnych, strojonych i bardzo dobrej jakości nanowłók optycznych. Niestety, obecnie stosowane rozwiązania oparte o rezonatory pierścieniowe bądź kryształy fotoniczne cechuje się małą częstotliwością powtarzalności.

Proponowane rozwiązanie powyższych ograniczeń bazuje na wyjściu poza ograniczenie narzucone przez stosowanie jednego materiału dielektrycznego i wykorzystanie hybrydowych plazmoniczno-dielektrycznych platform. Ich niezaprzeczalne zalety obejmują głęboko podfalowe rozmiary umożliwiające daleką miniaturyzację oraz możliwość manipulacji, w tym zwolnienia, procesów dekoherencji. Zaproponowane platformy bazują na połączeniu dielektryków o dużym współczynniku załamania z metalowymi inkluzjami, które pozwalają na wzbudzenie powierzchniowych plazmonów-polarytonów. W zależności od wykorzystanych materiałów, ich rozmiarów i geometrii możliwe staje się otrzymanie lokalizacji bardzo silnie wzmocnionego pola elektromagnetycznego w objętościach pojedynczych nanometrów, co zwiększa wydajność oddziaływania światła z materią i przyspieszonej emisji fotonów. Przykładowe rozwiązania obejmują materiały hiperboliczne złożone z wielowarstw metaliczno-dielektrycznych, w których emisja spontaniczna może być zwiększona i wiele rzędów wielkości, a także materiały o przenikalności zbliżonej do zera. Niemniej, bez względu na ich zalety, w większości przypadków materiały tego typu pozostają niezmiennicze po wytworzeniu.

Celem niniejszego projektu jest wykorzystanie materiałów hiperbolicznych oraz o przenikalności bliskiej zera jako komponentów do wytworzenia nowatorskich, zaawansowanych kwantowych źródeł światła umożliwiających aktywne strojenie i manipulację emitowanych fotonów wewnątrz samego emitera. Powtarzalność źródła, profil modu, kierunkowość czy polaryzacja są kluczowymi parametrami, których dynamiczne strojenie z dużą dokładnością jest niezbędne w przyszłych technikach kwantowych. Zaproponowanym rozwiązaniem w niniejszym projekcie jest wykorzystanie strojonych materiałów za pomocą zmiany fazy, zmiany stanu naładowania bądź przyłożonego zewnętrznego pola elektrycznego lub magnetycznego do uzyskania dynamicznej kontroli nad własnościami optycznymi nanowłók optycznych, które będą stanowiły źródło pojedynczych fotonów. Przewidujemy, że takie strojone źródła jak i ogólnie hybrydowe materiały znajdą zastosowanie w technikach pomiarowych, kształtowaniu emisji światła z materii w np. pasywnych technikach chłodzenia, a przede wszystkich technikach kwantowych.